



- 1 South Korean Demand for Tourism in North Korea and the Impact of their Expenses on the North Korean Regional Economy
Misuk Kim · Taeyoung Seong · Eunhee Choi · Daesik Choi
- 21 Housing Characteristics of the Youth and their Determinants in Capital and Non-Capital City Regions
Kwanghoon Hwang
- 39 Analysis of Relationship between Housing Tenure and Birth in Newlywed Couples by Using Panel Data
Hyungsub Shin
- 57 A Study on the Factors Influencing the Intention to Use the Housing Support Policy of 2030 Households in Seoul: Considering Characteristics of Household and Policy
Jin Uk Sung · Ki Wook Song · Kiseong Jeong
- 69 Examination of Potential Unplanned Land Use in Asan City with a Spatial Analysis Method
Gyoungju Lee · Jun-Hong Im

- 83 Seismic Retrofit Method for Pilot Buildings According to Type of Core
Minjun Kim
- 93 Evaluation of Ventilation Performance of a Residential Unit for Different Sampling Points through Actual Field Tests
Byung Chang Kwag · Soo Man Lee · Gil Tae Kim · Jong Yeob Kim
- 107 Analysis of Ventilation Impact in Multi-Family Residential Building Utilizing TOPSIS Method
Kyung-Yong Park · Gil-Tae Kim · Tae-Min Kim · Won-Gil Ji · Byung-Chang Kwag
- 115 Proposal of BIM Application Process to Improve BIM Applicability of Basic Design in Heavy Civil Projects
EunSol Song · SoYeong Moon
- 125 Heavy Metals in Road Deposited Sediments and Control of Them in Urban Areas: A Review
Do Gun Kim

- 1 한국인의 북한 관광의사와 북한 지역경제 효과
김미숙 · 성태영 · 최은희 · 최대식
- 21 수도권 및 비수도권 청년층의 주거특성 및 주거특성에 미치는 영향요인 분석
황광훈
- 39 패널자료를 이용한 신혼가구의 주택점유형태와 출산 관계 연구
신형섭
- 57 서울시 무주택 청년가구의 주거지원 정책이용 의사 영향요인 분석: 가구 및 정책특성을 고려하여
성진욱 · 송기욱 · 정기성
- 69 아산시 국지적 난개발 발생 가능지역 탐색 방안 실증연구
이경주 · 임준홍

- 83 코어의 유형에 따른 필로티형 건축물의 내진보강방안
김민준
- 93 실증실험을 통한 측정 위치에 따른 주거공간 환기성능 평가
곽병창 · 이수만 · 김길태 · 김종엽
- 107 다기준 의사결정방법을 이용한 공동주택 내 환기장치 종류별 효과분석
박경용 · 김길태 · 김태민 · 지원길 · 곽병창
- 115 토목 분야 기본설계 단계 BIM 적용성 향상을 위한 BIM 적용 프로세스 제안
송은솔 · 문소영
- 125 문헌고찰에 의한 도시 지역 도로퇴적물의 중금속 특성 및 적정 관리방안
김도균

편집위원회

편집위원장

이승일 | 서울시립대 교수

편집위원

강순주 | 건국대 교수

강인석 | 경상국립대 교수

강정규 | 동의대 교수

고진수 | 광운대 교수

김건우 | 한양대 교수

김영석 | 인하대 교수

김용우 | Univ. of Washington 교수

김종진 | 전주대 교수

김형규 | 홍익대 교수

김형민 | Univ. of Melbourne 교수

김효진 | 토지주택연구원 선임연구위원

김흥순 | 한양대 교수

남영우 | 나사렛대 교수

박신영 | 도시연구소 소장

편집부위원장

이명훈 | 한양대 교수

박인권 | 서울대 교수

박진철 | 중앙대 교수

백승철 | 안동대 교수

백인열 | 가천대 교수

서원석 | 중앙대 교수

성장환 | 토지주택연구원 선임연구위원

성현곤 | 한양대 교수

송정섭 | Univ. of Aberdeen 교수

원재웅 | 경희대 교수

윤갑식 | 동아대 교수

이종권 | 토지주택연구원 선임연구위원

이현주 | 토지주택연구원 선임연구위원

임준홍 | 충남연구원 선임연구위원

장재동 | Univ. of Kansas 교수

전경수 | 성균관대 교수

정다운 | OCS도시건축 이사

정재호 | 목원대 교수

조계춘 | KAIST 교수

조영하 | Univ. of Oxford Brookes 교수

조재열 | 서울대 교수

지규현 | 한양사이버대 교수

천상현 | 홍익대 교수

천영수 | 토지주택연구원 선임연구위원

최수경 | 한서대 교수

한승훈 | 전남대 교수

황태연 | 조선대 교수

CONTENTS

- 1 한국인의 북한 관광의사와 북한 지역경제 효과
김미숙·성태영·최은희·최대식
- 21 수도권 및 비수도권 청년층의 주거특성 및 주거특성에 미치는
영향요인 분석
황광훈
- 39 패널자료를 이용한 신혼가구의 주택점유형태와 출산 관계 연구
신형섭
- 57 서울시 무주택 청년가구의 주거지원 정책이용 의사 영향요인 분석:
가구 및 정책특성을 고려하여
성진욱·송기욱·정기성
- 69 아산시 국지적 난개발 발생 가능지역 탐색 방안 실증연구
이경주·임준홍
- 83 코어의 유형에 따른 필로티형 건축물의 내진보강방안
김민준
- 93 실증실험을 통한 측정 위치에 따른 주거공간 환기성능 평가
곽병창·이수만·김길태·김종엽
- 107 다기준 의사결정방법을 이용한 공동주택 내 환기장치 종류별
효과분석
박경용·김길태·김태민·지원길·곽병창
- 115 토목 분야 기본설계 단계 BIM 적용성 향상을 위한 BIM 적용
프로세스 제안
송은솔·문소영
- 125 문헌고찰에 의한 도시 지역 도로퇴적물의 중금속 특성 및 적정
관리방안
김도균

발행 한국토지주택공사
토지주택연구원
(34047) 대전광역시 유성구
엑스포로 539번길 99

전화 042 866 8631

팩스 042 866 8638

Home <http://lhi.lh.or.kr>

발행인 김홍배

인쇄처 (주)에이퍼브
02 2274 3666

인쇄일 2022년 10월 28일

발간일 2022년 10월 30일

저널발간팀

정연우 송기욱 이동건 이지은 신도겸
오명택 박재웅



CONTENTS

- 1 South Korean Demand for Tourism in North Korea and the Impact of their Expenses on the North Korean Regional Economy
Misuk Kim · Taeyoung Seong · Eunhee Choi · Daesik Choi
- 21 Housing Characteristics of the Youth and their Determinants in Capital and Non-Capital City Regions
Kwanghoon Hwang
- 39 Analysis of Relationship between Housing Tenure and Birth in Newlywed Couples by Using Panel Data
Hyungsub Shin
- 57 A Study on the Factors Influencing the Intention to Use the Housing Support Policy of 2030 Households in Seoul: Considering Characteristics of Household and Policy
Jin Uk Sung · Ki Wook Song · Kiseong Jeong
- 69 Examination of Potential Unplanned Land Use in Asan City with a Spatial Analysis Method
Gyoungju Lee · Jun-Hong Im
- 83 Seismic Retrofit Method for Piloti Buildings According to Type of Core
Minjun Kim
- 93 Evaluation of Ventilation Performance of a Residential Unit for Different Sampling Points through Actual Field Tests
Byung Chang Kwag · Soo Man Lee · Gil Tae Kim · Jong Yeob Kim
- 107 Analysis of Ventilation Impact in Multi-Family Residential Building Utilizing TOPSIS Method
Kyung-Yong Park · Gil-Tae Kim · Tae-Min Kim · Won-Gil Ji · Byung-Chang Kwag
- 115 Proposal of BIM Application Process to Improve BIM Applicability of Basic Design in Heavy Civil Projects
EunSol Song · SoYeong Moon
- 125 Heavy Metals in Road Deposited Sediments and Control of Them in Urban Areas: A Review
Do Gun Kim

한국인의 북한 관광의사와 북한 지역경제 효과*

South Korean Demand for Tourism in North Korea and the Impact of their Expenses on the North Korean Regional Economy

김미숙** · 성태영*** · 최은희**** · 최대식*****

Misuk Kim** · Taeyoung Seong*** · Eunhee Choi**** · Daesik Choi*****

Abstract

This study analyses how much Korean visits to North Korea have an impact on the North Korean regional economy. It estimates the demand for North Korean tourism via the borders of North Korea, China, and Russia and South Korean expenses to be spent in North Korea. When asked if they are willing to visit North Korea within the next five years in case the pre-conditions of the visit to North Korea are satisfied, approximately 64.1% of the survey respondents indicated 'yes'. To estimate the demand, this research employed the analysis of purchase intention, popular in marketing, based on their willingness to visit. The annual demand for tourism was 4,136,361 persons. The average estimated expense per person is KRW 1,532,000 and the total annual expense is KRW 6,336.9 billion. Assuming that airfare is excluded from the total expense and the expense is made evenly in each tourist destination, the estimated amount to be spent in North Korea is KRW 2,838.7 billion per annum. The backward linkage effect of this expense on the North Korean regional economy is KRW 7,972.1 billion in total production inducement, KRW 2,619.4 billion in value-added inducement, and approximately 2,890,443 persons in employment inducement. The value-added inducement effect is estimated to be approximately 7.6% of the North Korean nominal GDP in 2020. South Korean tourism is expected to have a significant impact on the North Korean economy. As the demand for North Korean tourism is likely to increase steadily due to the expected increase in overseas travel demand by Koreans, inter-Korean cooperation is needed for the development of North Korean tourism infrastructure if conditions improve.

Keywords : North Korea-China or North Korea-China-Russia Border Regions, South Korean Tourism Demand for North Korea, Tourism Expense, Economic Spillover Effect of North Korea, Tour of Mt. Baekdu

*본 논문은 경제·인문사회연구회 협동과제인 「북중 접경지역 관광교류 활성화를 위한 한중 인프라 협력방안: 두만강 유역 일대를 중심으로」의 일부를 보완한 것임.

**LH 토지주택연구원 지역균형연구실 연구위원(주저자: misuk@lh.or.kr)

***LH 토지주택연구원 지역균형연구실 연구원

****LH 토지주택연구원 주거복지연구실 연구위원

*****LH 토지주택연구원 지역균형연구실 연구위원(교신저자: cosmos00@lh.or.kr)

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

북한에게 관광은 외화를 획득할 수 있는 중요한 수단이다. 북한지역 개별관광¹⁾은 국제제재 대상이 아니다. 최근 외국인의 북한 관광은 COVID-19 이래로 중단된 상태이다. COVID-19 전에 북한이 외국인 관광객을 유치하기 위해 적극적으로 노력해 왔던 점을 감안하면 COVID-19가 해결되었을 때 북·중 접경지역을 중심으로 대북 관광이 재개될 것이다.

북한은 국제제재가 진행되는 중에도 원산금강산 국제관광지대를 지정하고, 원산갈마해안관광지구 공사를 상당한 정도로 진행시킨 것으로 보인다.²⁾ 내 외국인 상대 온천의료관광을 표방하고 있는 양덕온천지구는 2019년 말에 준공되었다. 백두산을 끼고 있는 삼지연시 개발은 2016년 시작되어, 3단계로 진행되었는데, 2021년 11월에 완공되었다. 백두산관광철도(혜산-삼지연 철길) 완공 등 삼지연시는 관광지로써 북한이 가장 중점을 두고 개발을 추진한 지역 중 하나이다(최대식, 2019: 45).

현재 한국인은 북한을 방문할 수 없지만, 남북한이 협의한다면, 북한 방문이 가능할 수 있다. 다만, 남북한 협의가 원만하게 된다면이라도 DMZ를 통과하여 방문하는 경로는 DMZ를 관할하는 유엔사 승인을 받아야만 한다. 이러한 제약 하에서 한국인이 북한을 방문할 수 있는 방안 중의 하나가 제3국을 경유하여 접근하는 것이다. 한 때 우리정부는 대북 협력방안으로 제3국을 경유하여 북한에 접근하는 개별관광을 추진하겠다는 의지를 밝힌 적이 있다. 그러나 한국인의 관광수요가 없다면 정부가 제안한 제3국을 경유한 북한 관광은 실효성이 없을 것이다.

이에 따라 본 연구의 목적은 한국인의 북한 관광사업의 실현 가능성을 타진하기 위한 선행 작업으로서 한국인의 북·중·러 접경지역을 경유한 북한관광 수요와 이에 따른 관광활동이 북한지역경제에 미치는 효과를 추정해 보는 것이다. 북·중·러 접경지역을 경유할 경우 2~3개국을 한번에 여행할 수 있는 장점이 있고, 역사, 문화, 자연자원 등 다양한 관광자원을 경험할 수 있다. 물론 경유 지역을 통과하여 북한을 방문하는 것이 보건 측면이나 법적 측면에서 가능해진 상황을 전제로 한다. 한국인의 북한관광이 북한 지역 경제에 미치는 영향이 미미하다면, 북한으로서도 북·중 또는 북·중·러 지역을 경유하는 한국인의 북한관광을 수용할 유인이 적을 것이므로 수요의 크기와 관광활동에 따른 지출 규모를 파악하는 것은 의미가 있을 것이다.

한국인의 북한 방문의사에 기초한 수요조사와 관광 지출이 북한에 미치는 경제적 효과를 분석한 기존 연구가 많지 않았다는 점에서 본 연구의 의의가 있을 것이다. 한국인의 북한 관광이 북한 경제에 미치는 효과 추정은 비정치적 분야의 남북교류협력에 의한 북한 경제에 기여를 파악하여, 추진가능성을 높이고, 향후 남북관광 활성화를 위한 정책 자료로 활용할 수 있을 것이다.

1.2 연구범위 및 방법

1.2.1 연구의 공간적 범위

제3국을 경유한 북한관광은 경유지에 따라 다양한 경로가 있을 수 있다. 본 연구에서는 중국 또는 러시아를 경유하여 북한을 여행하는 경로를 말한다. 연구의 공간적 범위는 북·중 접경지역에서 북한의 대표적인 관광지인 백두산을 포함한 북한 북동부지

1) 북한지역 개별관광이란 북한 관광상품을 판매하는 제3국 여행사를 통해 관광희망자가 관광을 신청, 진행하는 것을 말한다(통일부(2020), "2020년 통일부 주요업무 추진계획").

2) 북한 원산갈마 해안관광 지구를 촬영한 위성사진에는 대규모 관광단지가 고층 건물들이 약 5.5km에 걸친 해안가를 따라 세워졌고, 건물 주변 도로들은 조경까지 끝낸 모습을 보이고 있다(신금선(2020.12.16.), "北 원산갈마해안관광지구, 개장 목표일 8개월 지나도록 '감감'", SPN 서울평양뉴스).

역, 그리고 이 지역과 인접하고 있는 중국과 러시아 지역이다. 다만 이 연구에서는 관광으로 인한 북한의 경제적 효과를 분석하는데, 그 효과가 미치는 범위는 북한 전역에 한정한다.

1.2.2 연구방법

본 연구에서 연구방법은 수요추정 부분과 수요를 기초로 한 지역경제파급효과 분석 두 가지이다. 관광수요 측정 단위로는 방문자수(number of visitors)를 사용한다. 방문자수란 체재기간이나 체재장소에 관계없이 조사대상 관광지를 방문한 사람의 수를 의미한다. 우리나라 외래 관광 통계는 이 기준을 따르고 있다(문화관광정책연구원, 2006: 9~11).

첫 번째 연구방법인 수요추정은 한국인을 대상으로 북한지역 방문의향에 대한 설문조사를 실시한 후 소비의향이 실제 구매로 이어지는 확률을 분석하는 구매의도 분석방법을 적용하여 진행한다. 구매의도 분석이란, 소비자에게 신제품을 구매(사용)할 의향을 물어 도출한 추정치를 과거의 경험 등을 통해 구매할 확률로 환산하는 방법이다(박흥수 외, 2005: 291). 한편, 관광수요예측에 많이 적용되는 방법으로는 계량적 기법, 정성적 기법, 결합기법 등이 있다. 적절한 데이터를 이용할 수만 있다면 일반적으로 정량적인 방법을 우선한다(송운강·이혜진, 2018: 113). 다만, 한국인의 북한 관광활동이 많이 이루어지지 않았기 때문에 축적된 데이터가 많지 않다. 그러므로, 시계열모형이나 인과관계 분석을 적용하는 것이 쉽지 않은 한계를 감안하여, 본 연구에서는 설문조사결과를 기초로 수요를 추정하고자 한다.

다음으로 북한지역 경제파급효과 분석과 관련해서는 설문응답자들의 관광지출 의향액을 기초로 북한지역에서 이루어질 것으로 예상되는 지출규모를 추정함으로써, 북한경제에 미치는 영향을 파악하고자 한다. 북한 관광시 지출되는 비용이 북한의 산업 전 분야에 후방연관효과로 이어질 것으로 가정한다.

북한경제에 미치는 효과는 투입산출(IO)분석을 적용하여, 생산유발효과, 부가가치유발효과, 취업유발효과를 분석한다. 한국은행이 발표하는 북한 산업구조를 이용하여 북한 산업연관표를 추정한 신동천 외(2014)의 투입산출표와 최지영(2015)이 추정하고 용유발계수 연구결과를 활용한다.

2. 선행연구

2.1 남북관광교류협력 활성화 관련 연구

남북관광교류협력 활성화와 관련되는 연구는 2000년 전후부터 현재까지 꾸준히 이어지고 있다. 김흥식(2002)은 해로를 통한 금강산 관광이 육로관광으로 전환이 논의되는 시점에서 수도권지역에서 이루어지는 육로를 통한 남북관광 협력 사업을 수익성관점에서 분석하고 관광협력활성화를 위한 정책 방안을 제시하고자 하였다. 이 연구에서 금강산 방문객과 수도권 거주자를 대상으로 방문하고 싶은 지역을 조사한 결과 백두산, 금강산, 개성 순으로 응답하였다. 신정화(2010)는 북한의 관광정책이 북한의 개혁개방 정책의 진행과정을 이해하는데 유용한 지표가 된다고 보고 제정 합영법(1984년), 자유경제무역지대 관광규정(1996년), 7.1조치 및 금강산관광지구법(2002년) 등을 통해 북한의 개혁개방 정책의 변화과정을 분석하였다. 윤인주(2015)는 김정은 시대 관광산업 육성동향과 최근 관광실태 검토를 통해 북한의 관광산업 개방유형을 평가하고 성과와 한계를 살펴보았다. 안현영·김미경(2018)는 관광강좌수강생을 대상으로 남북한 관광협력을 위한 관광 ODA(공적개발원조) 효과에 대한 인식 연구를 수행하였으며, 한반도의 평화적 통일을 대비하여 관광 ODA를 통하여 남북한의 관광협력을 모색하였다. 이재형(2018)은 남북관광교류정책에 대한 인식 및 금강산관광 재개에 대한 인식 등의 연구에서 금강산관광 재개는 정치적, 경제적 관점에서 관광객의 안전

에 대한 담보가 확보되어야 한다는 결과를 제시하였다. 신용석·최경은(2019)는 남북관광협력의 제반 여건을 종합적으로 검토하여 새로운 남북관광협력의 기본방향과 추진과제를 제시하였다. 이 연구에서는 잠재관광수요를 조사하였는데, 북한관광이 재개될 경우 응답자의 78.6%가 방문할 의사가 있다고 하였다. 소득이 높거나 국내여행 경험이 많은 응답자일수록 북한관광 참여 의사가 높은 것으로 나타났다. 선호 방문지역으로는 금강산, 백두산, 평양 순으로 나타났다. 박근수(2018)는 북한관광의 현황과 남북한 문화관광협력 전망에 관한 연구를 수행하였으며, 문유진(2018)은 남북관광의 현황분석과 가능성을 도출하였다. 이해정·강성현(2020)는 북한의 관광정책 추진 동향 분석 및 관광정책 추진 여건과 현황 분석에 중점을 두고 한국의 한반도 신경제구상과 신북방정책 추진에 필요한 정책적 시사점을 제공하였다.

다음으로 북한관광에 대한 한국인의 인식과 관련하여 장동석·고계성(2014)는 2006년과 2013년 시점 간 북한관광전문가들의 인식변화를 조사하였다. 남북교류에서 관광의 비중이 증가하고 남북교류에 긍정적인 영향을 미칠 것이라고 응답하고 있지만, 긍정적인 전망의 강도는 감소한 것으로 나타났다. 응답자들은 북한관광의 발전을 위해 시급히 해결되어야 할 과제로는 기반시설 확충과 투자여건 개선을 꼽았다. 박근영 외(2019)는 대학생을 대상으로 한 연구에서 통일관심도 및 북한인식이 긍정적인일수록 북한관광인식도 긍정적임을 보여주었다. 장동석(2018)은 통일의식이 강할수록 북한관광인식에 긍정적이라는 것을 보여주었다. 남은경·이승곤(2021)는 북한관광에 대한 지각된 위험성이 부정적이면 행동 의도는 낮게 나타났으며, 북한관광에 대한 사전

지식은 행동의도에 정(+)의 영향을 주는 것으로 도출하였다. 노희경(2021)에 따르면 북한의 관광인프라, 이질문화, 활동의 매력성은 국내잠재관광객의 방문의도에 영향을 주는 것으로 나타났다. 배준호·이재형(2018)의 연구에서는 북한관광 상품 분석을 통해 선호 관광권 조사결과로 금강산, 평양, 백두산 관광권 순서로 높게 나타났다.

2.2 관광수요 추정 및 파급효과 관련

북한지역관광수요를 추정하는 연구는 정량적인 기법을 적용하기보다 설문조사를 활용하고, 파급효과 추정은 산업연관분석을 적용하고 있다. 한국은행(1999)은 금강산관광사업에 따른 업종별 매출증가 효과의 남한지역경제 파급효과를 분석하였다. 김홍식(2002)은 금강산관광객에게 면접조사를, 수도권 주민에는 전화면접조사를 하여 개성관광 수요조사를 실시하였다. 수도권지역에서 남북한 연계관광코스가 개설될 경우, 철로를 이용한 육로관광이 허용될 사업 1차 년도의 관광수요는 약 50만 명에 달할 것으로 추정되었다. 사업의 안정기에 접어드는 사업 7차 년도의 총 관광수요는 약 90만 명에 달할 것으로 예측되었다. 이 연구에서는 남한에 한정하여, 교통인프라 추정과 관광 지출에 의한 파급효과를 추정하였다.

남성욱 외(2004)는 2004년 하반기 입주가 시작되는 개성공단 개발과 함께 추진될 개성관광에 대한 종합적인 대응방안을 마련하는 데 연구 목적을 두고 개성관광 국민여론조사를 실시하였다. 실제 임진각 관광객방문자수에 여론조사에서 도출한 여건별 개성관광 의향자 비율을 곱해 개성관광수요를 추정하였다. 개성관광수요는 총 1,249,500명으로 도출되었다.³⁾ 이 연구에서는 북한의 관광수입으로 74,970

3) 남성욱 외(2004: 259~260)의 연구에서는 개성관광에 대해 관광여건별로 1, 2단계로 구분하여 방문의사를 물은 후 두 단계를 합한 결과(3단계)를 보여주고 있음.

1단계 개성관광수요=년 간 임진각관광객수×0.7(설문결과 개성관광의향비율)×0.25(1차 수요자 비율)

2단계 수요는 0.25 대신 0.45(2차 수요자 비율)를 적용하였다. 여기서 1차 수요자는 개성관광 의향자 중 2004년과 개성공단 착공과 동시에 개성을 방문하겠다는 응답자, 2차 수요자는 북한의 관광의지를 보고 난 후 방문하겠다는 응답자임.

백만원을 제시하고 있다.

김영봉 외(2009)는 제4차 국토종합계획 수정계획의 남북교류협력방안의 일환으로 동해연안에서 남북한 협력 사업을 선정하고, 사업의 추진에 따른 파급효과를 추정하였다. 최우선순위 사업인 금강·설악산 연계관광의 파급효과를 생산유발효과, 부가가치유발효과, 고용유발효과로 구분하여 분석하면서, 남한, 북한 전체 및 남북강원도에서 파급효과 크기를 추정하고 있다. 북한의 파급효과 분석은 자료가 부족하기 때문에 남한 대비 북한의 주요산업 생산량의 비고를 통해 분석하였다. 북한의 경제상황을 남한의 1975년으로 가정하고 한국은행이 제공하는 1975년 산업연관표를 이용하여 분석하였다. 북한의 강원도가 남한의 강원도와 유사한 산업연관관계를 가진다고 가정하고 남한 강원도의 I/O를 이용하여 남북강원도 전체를 분석하였다(김영봉 외, 2009: 69~70).

채중훈(2015)은 1998년부터 10년 간의 남북한 금강산 관광사업의 경제적 파급효과를 산업연관분석 모형을 통해 분석하였다. 분석결과 관광객의 소비지출은 7,378억원이며, 남한 경제의 파급효과는 생산유발효과 23,777억, 고용효과 8,969명으로 도출되었으며, 북한은 소비지출이 4,400억이며, 생산유발효과 7,378억, 고용효과는 4,323명으로 도출되었다.

관광과 별도로 남북경협외의 경제적 효과를 분석한 연구들이 다수 있다(최지영, 2012; 신동천 외, 2014; 김형태 외, 2016; 신석하·김영준, 2018). 이 가운데 신동천 외(2014)는 대외적으로 알려진 북한의 수출입자료, 산업생산에 대한 북한자체의 보도 등 기존의 연구결과들을 기반으로 하여 최근의 북한 산업연관표를 추정하고 이를 이용하여 북한산업의 전·후방 연관효과와 북한 산업들에 대한 투자우선 순위를 평가하였다.

2.3 소결

선행연구를 검토한 결과 남북관광교류협력과 관련된 연구는 대체로 남북관광협력의 제도적 여건을 분석하여 교류협력의 기반과 교류협력을 촉진하기 위한 정책대안을 제시하였다. 한국인의 북한관광의 인식에 대한 연구는 통일의식이 강할수록 관광의도가 높게 나타난 반면 위험성이 부정적일 경우 관광의도가 낮게 나타나는 연구결과를 도출하였다. 또한 관광수요 추정 및 파급효과를 다룬 연구 중 수요를 추정하는 연구는 정량적인 기법을 적용하기보다 설문조사를 활용하였으며, 파급효과 추정은 산업연관분석을 적용한 것으로 파악되었다. 특히, 경제적 파급효과에 대한 방법론은 업종별 매출증가효과, 경제상황을 남한의 특정시기로 가정한 산업연관표 활용, 북한의 수출입 및 산업생산에 대한 북한 내부의 정보 및 기존 연구의 결과에 기반한 북한 산업연관표 추정 등 연구별로 상이한 방법론을 개발하여 생산유발효과, 부가가치유발효과, 고용유발효과, 북한산업의 전·후방 연관효과를 도출하였다.

선행연구와 비교하면 본 연구의 차별성은 크게 세 가지이다. 첫째, 남한에서 북한으로 직접 도달하는 관광이 아닌 중국, 러시아 등 제 3국 경유한 접경지역 관광을 통한 북한 관광에 초점을 두었다. 둘째, 설문조사의 방문의향이 실제 방문으로 이어질 확률을 적용하여 수요를 추정한다. 셋째, 기존의 많은 연구들은 사이트 별로 수요와 파급효과를 분석하였는데, 본 연구에서는 여러 지역을 경유하는 코스를 구성하여, 각 코스별로 경제적 파급효과 분석하였다.

3. 관광수요조사 및 지출규모 추정

3.1 한국인의 북·중·러 접경지역을 경유한 북한 관광의향조사

3.1.1 조사 개요 및 조사 내용

본 조사는 전국에 거주하는 만 20세 이상의 성인을

대상으로 온라인으로 진행되었다(Table 1)⁴⁾. COVID-19가 종식되고, 신변안전보장 및 한국인의 북한관광이 허용된 상황을 전제로 향후 5년 이내에 중국 또는 러시아 지역을 경유하는 북한 여행을 할 의향이 있는지, 5년 이내에 몇 회 방문할 것인지 등을 질문하였다. 의향이 있다고 응답한 응답자들에게 본 연구의 공간범위에서 3개 관광코스를 구성하여 코스별 선호도, 여행기간, 지출액, 관광활동 등을 질문하였다.

Table 1. Survey Overview

Category	Contents
Survey Method	- Online (to show maps for questions containing geographical names)
Survey Target	- 1,000 men and women over the age of 20 in the country
Sampling	- Random sampling of population proportional allocation by gender and age
Survey Period	- March 15th to 28th, 2021 (2 weeks)

3.1.2 조사결과

1) 응답자 특성

본 설문조사 응답자들의 주요 특성은 Table 2와 같다. 남성과 여성이 각각 50.8%와 49.2%이다. 연령별로는 50대가 24%로 가장 많은 비중을 차지한다. 본 조사의 응답자 중 65세 이상은 없었는데, 온라인이라는 특성과 설문지에 그림(지도) 등을 포함하고 있어, 고연령층의 접근 및 응답이 쉽지 않았던 것으로 보인다.

2) 북한 여행의향과 관광활동

(1) 여행의향 여부

중국 또는 러시아 지역을 경유하여 북한 여행이 가능해진다면 향후 5년 이내에 여행할 의향이 있는지,

있다면 몇 회 방문할 것인지에 대해 응답자의 64.1%가 여행할 의향이 있다고 응답하였고, 평균 2회로 나타났다. 북·중·러 접경지역 여행 의향 여부와 최근 10년 이내 해외여행 경험, 북·중·러 접경지역 여행 경험을 교차해서 확인한 결과 해외여행 경험이 있는 응답자, 북·중·러 접경지역 여행경험이 있는 응답자의 방문의향이 더 높았다. 특히 해외여행 경험이 있는 응답자 중에서도 북·중·러 접경지역이 여행경험이 있는 응답자의 방문의향이 더 높아 북·중·러 접경지역이 관광지로서 매력을 어느 정도는 가지고 있다고 할 수 있다(Table 3, 4).

(2) 북한 방문시 여행희망 지역

향후 북·중·러 접경지역을 경유한 북한방문이 가능해질 경우, 여행(방문)하고 싶은 북한지역을 구체적으로 물어본 결과, '백두산(동파)'이 61.6%로 가장 높게 나타났다. '삼지연사' 18.7%, '칠보산' 14.8%, '나선시(나진·선봉)' 13.9% 등의 순으로 높게 나타났다(Table 5). 백두산의 선호도가 가장 높은 것은 신용석·최경은(2019)의 조사결과와도 일치한다.

(3) 여행하고 싶은 이유

향후 5년 이내 북·중·러 접경지역을 여행(방문)하겠다고 한 응답자들에게 방문이유를 개방형으로 물어보았다. '새로운 곳에 대한 호기심', '경치 및 경관에 대한 호기심(백두산 경관 포함)', '북한에 대한 관심', '우리 민족의 역사 흔적을 방문해보고 싶다' 등으로 응답하였다. 호기심 등이 북한 방문 동기로 나타났다는데, 노희경(2021: 57)의 관광객 개인이 가지는 내적 동기 중 새롭고 독특한 경험을 하고자 하는 욕구가 북한의 관광시설, 관광 서비스업, 관광 상품 등을 직접 경험하고자 하는 동기를 자극한다는 연구 결과와도 일치한다.

4) 본 조사에서 활용한 표본은 ㈜마크로밀엠브레인의 전국 150만여 명의 패널에서 추출한 것이며, 본 조사의 표본오차는 95% 신뢰수준에서 ±3.10%임.

Table 2. Respondents' Characteristics

Category		Number of Cases (persons)	(%)	Category	Number of Cases (persons)	(%)	
Gender	Male	508	50.8	Professional/ Technical	167	16.7	
	Female	492	49.2	Education/ Administration/ Office/Management	286	28.6	
Age (years old)	20 ~ 29	200	20	Job	Sales/Service	102	10.2
	30 ~ 39	202	20.2		Production/ Transport/ General Labor	64	6.4
	40 ~ 49	240	24		Agriculture/ Fishery industry	8	0.8
	50 ~ 59	248	24.8		Self-Employment	92	9.2
	60 or older	110	11		University Student	49	4.9
Displaced Persons in the Family	Yes	109	10.9	Housewife/ Unemployment/ Other	232	23.2	
	No	891	89.1	Less than KRW 1 million	21	2.1	
Number of Household Members	Single	94	9.4	≥ KRW 1 million, < KRW 2 million	95	9.5	
	2-person	187	18.7	≥ KRW 2 million, < KRW 3 million	199	19.9	
	3-person	295	29.5	≥ KRW 3 million, < KRW 5 million	299	29.9	
	4-person	344	34.4	≥ KRW 5 million, < KRW 7 million	198	19.8	
	5 or more	80	8	≥ KRW 7 million, < KRW 10 million	126	12.6	
				More than KRW 10 million	62	6.2	
Total(by Respondents' Characteristics)					1,000	100	

Table 3. Intent to Travel to North Korea via the Border Area between North Korea, China, and Russia

(unit: %)

Category		Cases (persons)	Yes	No
Total		(1000)	64.1	35.9
Those who have traveled abroad for the past 10 years	Yes	(55)	72.7	27.3
	No	(668)	68.7	31.3
	Total	(723)	69.1	30.9
Others		(277)	51.3	48.7

Table 4. Expected Number of Visits Within 5 Years of 'Yes' Respondents

Number of Visits (Times)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Total Number of Visits	Number of Visits per Person
Persons	239	244	121	10	20	1	1	1	2	2	641	1,289	2.0

Table 5. Preferred Areas for Tourism in North Korea

(unit: multiple responses, %)

Category	Cases (persons)	Mt. Baekdu (East route)	Samjiyeon	Namyang (Onseongun)	Hoe-ryong City	Cheong-jin City	Mt. Chilbo	Ra-son City	Others
total	(641)	61.6	18.7	8.6	8.4	12.0	14.8	13.9	1.1

(4) 북한 여행시 코스별 선호지역과 여행 양태

① 선호하는 코스

여행지를 코스별로 3개를 구성하여 각각에 대해 선호도를 조사하였다(Table 6). '백두산과 북한 삼지연 일대'가 71.8%로 가장 높게 나타났고, 다음으로 '중국 훈춘, 러시아 극동 블라디보스토크, 북한 나선 일대'가 18.9%, '중국 톈문과 북한의 남양, 청진, 칠보산 일대'가 9.4% 순으로 높게 나타났다.

② 예상 여행 일정

앞에서 선택한 여행지역의 예상 여행 일정을 물어 본 결과 '3박 4일'이 25.1%로 가장 높게 나타났고, '4

박 5일' 23.9%, '2박 3일' 15.0%, '5박 6일' 13.6% 등의 순으로 나타났다(Table 7). 신용석·최경은(2019: 185)의 연구에서는 2박 3일(43.7%), 3박 4일(23.5%) 순으로 높았는데, 본 조사는 북·중·러 접경지역을 경유하기 때문에 이동거리가 길어 일정이 길어질 수밖에 없기 때문으로 보인다.

③ 1인당 예상 지출 경비

선택한 여행코스의 1인당 총 여행 경비를 얼마로 예상하는지에 대해 '100~200만원 미만'이 45.1%로 가장 높았고, '50~100만원 미만' 20.1%, '200~300만원 미만' 15.1% 등의 순으로 응답하였다(Table 8).

Table 6. Preferred Course

Category	Cases (persons)	The Area of Mt. Baekdu and Samjiyeon City in North Korea	The Area of Tomun, Yongjeong in China and Namyang, Cheongjin, and Mt. Chilbo in North Korea	The Area of Hunchun and Bangcheon in China, Vladivostok, Hasan and Usurisk in Russia, and Rason in North Korea
Ranking 1 (%)	(641)	71.8	9.4	18.9
Ranking 2 (%)	(641)	17.2	39.8	43.1
Ranking 3 (%)	(641)	11.1	50.9	38.1

Table 7. Itinerary

(unit: %)

Cases (persons)	One Day	One Night 2 Days	2 Nights 3 Days	3 Nights 4 Days	4 Nights 5 Days	5 Nights 6 Days	6 Nights 7 Days	7 Nights 8 Days	Others
(641)	0.6	3.3	15.0	25.1	23.9	13.6	8.7	9.0	0.8

조사결과를 종합하면 1인당 평균 153.2만원을 지출할 것으로 예상된다.

④ 여행 동행인 수

선택한 코스를 여행할 때, 응답자본인을 포함해서 동행자를 몇 명 정도로 생각하는지 물어본 결과, '2명'이 29.8%로 가장 많았고, '3명' 24.0%, '4명' 20.1% 등의 순으로 응답하였다(Table 9). 조사결과를 종합하면 평균 3.1명으로 나타났다. 동행인 수 평균이 3.1명이라는 것은 관광수요가 응답자 수준을 훨씬 넘어설 수 있음을 말해준다.

⑤ 선호하는 관광 활동

앞의 문항에서 선호하는 관광 활동에 대한 1, 2, 3순위 중복응답으로 집계한 결과, '경관 관광'이 86.1%로 가장 높게 나타났고, '먹거리 체험' 65.7%, '휴양·휴식' 60.4%, '역사 탐방' 47.4%, '현지 생활 체험' 33.1%

순으로 나타났다(Table 10). 경관관광의 선호도가 높은데, 이는 방문희망 개별지역에 대한 문항 응답에서 백두산 방문의사가 높은 것과도 관련이 있어 보인다. 신용석·최경은(2019)의 조사에서도 북한 방문 시 관광활동 1순위는 '자연경관감상(62.0%)' 이었고 '음식관광(11.5%)'을 '역사문화유적지 방문(14.0%)'에 이어 세 번째로 선호하였다.

3.2 한국인의 관광수요 및 지출규모 추정

3.2.1 수요추정방법

북·중·러 접경지역을 경유하여 북한을 방문할 의사가 있는지에 대한 조사결과를 바탕으로 관광수요를 추정하고자 한다. 방문의향을 방문수요로 보기는 곤란하다. 본 연구에서는 설문조사의 방문의향이 실제 방문으로 이어질 확률을 적용하여 추정한다. 박홍수 외(2005)에 따르면, "분명히 사겠다"는 소비자의 약 90%, "아마도 살 것"이라는 소비자의 약 40%,

Table 8. Estimated Expenditure per Person

(unit: %)

Cases (persons)	Less than KRW 0.5mil.	≥ KRW 0.5mil. and < KRW 1mil.	≥ KRW 1mil. and < KRW 2mil.	≥ KRW 2mil. and < KRW 3mil.	≥ KRW 3mil. and < KRW 5mil.	More than KRW 5mil.	Average (KRW (mil.))
Total (641)	6.2	20.1	45.1	15.1	8.1	5.3	1.532

Table 9. The Number of Companions

(unit: %)

Cases (persons)	Single	2 Persons	3 Persons	4 Persons	Over 5 Persons	Average (Persons)
Total (641)	12.8	29.8	24.0	20.1	13.3	3.1

Table 10. Preferred Tourism Activities during Trip

(unit: %)

Category	Cases (persons)	Appreciation of the Scenery	Food Experience	A Local Life Experience	Resting	Tour of Historical Sites	Shopping	Others
1+2+3 Ranking (multiple response)	(641)	86.1	65.7	33.1	60.4	47.4	7.2	0.2
Ranking 1	(641)	62.9	12.9	6.7	9.5	8.0	-	-

“살지도 모르겠다”는 소비자의 약 10%가 실제로 제품을 구매한다고 보는 것에서 크게 벗어나지 않고 한다. 본 연구에서는 북한 방문여부 조사를 5점 척도가 아닌 방문 의향에 대해 “있음”, “없음”으로 물었으므로, “있음” 응답자수에 위 3가지 확률의 평균값을 적용한다.⁵⁾

구매의도분석을 적용하여 식 (1)을 구성할 수 있다. 여기서 관광의향비율은 향후 5년 이내 관광하겠다는 응답비율을 말하며, 설문 결과 64.1%이다. 실현 확률은 여행 의향이 있다고 응답한 사람이 실제 여행할 확률로 정의한다. 박홍수 외(2005)에서 제시하고 있는 구매의사 강도에 따른 3가지 확률(90%, 40%, 10%)의 평균값 46.7%이다. 이 값들을 적용하면 실제 방문할 확률은 29.9%이다.

$$\text{실제 방문할 확률} = \text{관광의향비율} \times \text{실현 확률} \quad (1)$$

실제 방문할 확률에 연간희망방문 횟수를 곱하면, 조정된 연간 평균 관광횟수, 즉 연간 방문하는 연인원이 된다. 5년 이내 2회 방문한다고 응답하였으므로 연간 희망방문 횟수는 0.4회/명을 적용하면 조정된 연간 평균 관광횟수는 약 0.120회/년·명이다.⁷⁾

$$\begin{aligned} &\text{조정된 연간 평균 관광횟수} \\ &= \text{실제 방문할 확률}(29.9\%) \times \text{연간희망방문 횟수} \\ &\quad (0.4\text{회}) \quad (2) \end{aligned}$$

3.2.2 관광 수요추정

조정된 연간 평균 관광횟수는 1인당 1년에 방문할 횟수이므로, 만 20~64세의 인구수에 이 값을 적용하여 전체 관광수요를 추정한다. 응답자 중 65세 이상 고령자가 없기 때문에 인구수로 환산할 경우에도 64세까지를 적용하였다.

$$\begin{aligned} &\text{연간 관광 수요(연인원)} \\ &= \text{조정된 연간 평균 관광횟수}(0.120\text{회/년}\cdot\text{인}) \\ &\quad \times \text{만 20}\sim\text{64세의 인구수} \quad (3) \end{aligned}$$

만 20~64세의 인구를 대상으로 관광수요를 추정하면 연간 총 4,136,361회, 즉 연인원 4,136,361명이다(Table 11). 이를 여행 코스별로 보면, ‘백두산과 북한 삼지연 일대’(1코스) 2,968,371회, ‘중국 훈춘, 러시아 극동 블라디보스토크, 북한 나선 일대’(2코스) 387,179회, ‘중국 토문과 북한의 남양, 청진, 칠보산 일대’(3코스)가 780,811회이다(Table 12).

한편 개성관광 수요를 조사한 김홍식(2002)의 연구에서는 90만 명, 남성옥 외(2004)의 연구에서는 1,249,500명으로 추정하였다. 본 연구 결과는 선행 연구 추정치의 약 3.3배~4.6배에 해당한다. 본 연구의 수요 추정은 북한, 중국, 러시아 접경지역의 다수의 주요 관광지를 경유하면서 북한 관광을 하는 것이므로 기존의 연구보다는 많게 나온 것으로 보인다.⁸⁾ 또한 우리나라 국민해외여행객수가 지속적

5) 박홍수 외(2005)가 제시한 구매의사 응답 보기 5점 척도의 중간값인 ‘살지도 모르겠다’가 ‘방문의향 있음’에 해당한다고 확인할 수 없으나, 이 논문에서는 관광수요에 대한 보수적인 접근을 위해 ‘살지도 모르겠다’ 또한 조금이라도 긍정이 포함된 답변으로 보아, 긍정 답변이 실제 행위로 이어지는 확률의 평균 산출에 포함하였음.

6) 박홍수 외(2005)는 응답한 구매확률과 실제 구매확률간에 선형관계가 있다고 하는 연구로 Juster(1966), Morrison(1979) 등을 소개하고 있음.

7) ‘여행하지 않겠다’는 응답자(35.9%) 중 실제로는 방문하는 사람들도 있을 수 있으므로, 이에 따른 확률을 도출하여 반영해야 하나 여기에서는 반영하지 않음.

8) 실제 진행되었던 개성과 금강산 관광객수는 가장 많았던 해는 2007년 연간 약 35만 명임(통계청, “계성, 금강산 관광객 수”, 2022.7.1. 읽음. https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=103&tblId=TX_10301_A002&conn_path=%2012). 이 값은 개성과 금강산만을 방문한 관광객 수입. 본 연구는 백두산, 나선, 청진, 삼지연, 연길, 블라디보스토크 등 주요 관광지가 포함된 국내의 관광이고, 제도적 제약 등이 없다는 전제하에서 방문의향을 질문한 것이므로 실제관광객수와 비교하기는 곤란함.

Table 11. Estimation of Tourism Demand (Annual)

Adjusted Average Number of Tours per Year	the Population Aged 20 to 64*	Annual Tourism Demand
0.120 times/person	34,569,540 person	4,136,361 times

Note: The number of registered residents is as of December 2020

Source: https://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?vwcd=MT_ZTITLE&menuId=M_01_01 (Accessed Jan. 24, 2022)

Table 12. Estimation of Tourism Demand (Annual) by Course

Demand \ Course	Course 1	Course 2	Course 3
Annual Tourism Demand (times)	2,968,371	387,179	780,811

로 증가하고 있는데⁹⁾, 중국 및 러시아를 경유한 북한 여행에도 이러한 경향이 반영될 수 있을 것이다.

3.2.3 여행기간동안 총 지출액

설문조사 결과 도출된 1인당 1회 지출액 153.2만 원을 연간관광수요에 곱하면 여행기간동안 총 지출액은 연간 약 6조 3369억원이다.

$$\text{총지출액} = \text{연간 관광 수요} \times \text{1인당 1회 지출액} \quad (4)$$

4. 관광지출이 북한 지역경제에 미치는 효과 추정

본 설문조사에서 관광지역을 3개의 코스로 구성하여 선호도를 조사하였다. 이 장에서는 3개 코스에 대해 1순위로 응답한 비율만을 대상으로 북한지역을 방문하여 지출하는 여행비용에 의한 경제적 파급효과를 도출한다.

4.1 경제적 파급효과 분석 방법

관광객이 한 지역을 여행하면서 비용을 지출할 경우, 지출된 만큼 재화나 용역을 추가로 유발하고 이

는 다시 관련된 산업들로 후방 연계효과를 내게 된다. 이 연구에서는 관광지출로 인한 산업경제 전반의 효과를 측정하는 데에 산업연관분석을 이용하였다. 산업연관분석에서의 산업연관표는 한 나라 또는 한 지역 경제의 구조가 구체적이며 종합적으로 담긴 것이며, 각종 투자사업들 경제활동들의 파급효과를 도출하는 데에 널리 이용된다. 앞서 검토한 선행연구에서도 알 수 있듯이 관광지출로 인한 경제효과를 추정하는 데에도 산업연관분석이 수차례 활용되고 있다.

앞 절에서 도출한 코스별 북한지역 연간 관광비용은 북한에서의 제반 관광 서비스와 재화를 구매하는 데에 지출될 것이다. 이는 북한의 산업 전분야에 후방연관효과로 이어져, 산업별 생산액을 증대시키며 추가 취업자수를 유발하게 된다. 지역경제의 유발효과 추정을 위해서는 해당 지역의 산업연관과, 매출액 대비 고용이 반영된 산업연관표와 취업계수가 필요하다. 북한은 이에 대한 별도의 자료를 발표하지 않고 있다.

이 연구에서는 한국은행에서 제시하는 북한 산업 구조를 이용하여 북한의 산업연관표를 추정된 신통

9) 국민 해외여행객수는 2004년 882.6만 명, 2019년 2,871.4만 명으로 3.25배 이상 증가함(통계청, “e-나라지표 국민 해외여행객수”, 2022.2.16. 읽음. https://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1655).

천 외(2014)의 연구결과를 활용하였다. 이 연구에서는 한국은행의 자료를 이용하여 산업을 12개로 분류하였으며, 대외적으로 알려진 북한의 수출·수입 데이터와 산업 생산 관련 북한 자체의 보도 등을 감안한 연구들을 활용하여 산업연관표를 추정하였다. Table 13, 14는 이 선행연구 결과의 산업연관표를 활용하여 생산유발계수와 부가가치유발계수를 도출한 것이다.

신동천 외(2014)의 연구에서 다루지 않은 취업유발효과를 추정하기 위하여, 최지영(2015)의 연구결과

를 보완적으로 적용하였다. 후자는 산업분류에서 화학공업, 요업, 일차금속, 금속제품, 기계·전자, 기타 제조업을 중공업으로 묶어 제시하고 있으며, 따라서 중공업 취업계수가 하위 분류에 모두 동일하게 적용된다고 보았다. 아래 Table 15는 최지영(2015)의 연구결과를 활용하여 도출한 취업유발계수이다.

이들의 연구는 양강도와 함경북도에 국한하지 않은 북한 전체를 대상으로 분석하였는데, 이것이 각 관광코스를 포함하는 지역에 동일하게 적용된다고 가정하였다.

Table 13. Production Inducement Coefficient of North Korea

Category	Agriculture, Forestry and Fishery	Mining	Light Industry	Chemical industry	Ceramics	Primary Metal	Metal Products	Mechanical and Electronic	Other Manufacturing Industries	Electricity, Gas and Water	Construction	Service
Agriculture, Forestry and Fishery	1.4885	0.0382	0.9776	0.0813	0.0961	0.0509	0.0425	0.0551	0.1094	0.0373	0.0955	0.2873
Mining	0.2435	1.2589	0.2352	0.4556	0.1956	0.3465	0.0984	0.0736	0.0647	0.6607	0.0811	0.1780
Light Industry	0.8174	0.0915	2.5022	0.1975	0.2317	0.1206	0.1045	0.1357	0.2769	0.0886	0.2342	0.6422
Chemical Industry	0.0812	0.0399	0.0989	1.1795	0.1208	0.0583	0.0400	0.0477	0.0596	0.0548	0.0610	0.0644
Ceramics	0.0054	0.0163	0.0062	0.0124	1.1706	0.0262	0.0182	0.0103	0.0089	0.0119	0.0957	0.0086
Primary Metal	0.0078	0.0180	0.0096	0.0184	0.0795	1.5818	0.2397	0.0569	0.0344	0.0185	0.0396	0.0099
Metal Products	0.0089	0.0260	0.0103	0.0183	0.0471	0.0679	1.2011	0.0411	0.0288	0.0262	0.0360	0.0102
Mechanical and Electronic	0.0886	0.1650	0.1024	0.0998	0.1966	0.2205	0.2387	1.5104	0.1783	0.2004	0.1927	0.1214
Other Manufacturing Industries	0.0019	0.0016	0.0033	0.0020	0.0067	0.0033	0.0032	0.0055	1.0649	0.0021	0.0031	0.0053
Electricity, Gas and Water	0.0995	0.0896	0.1067	0.0517	0.0771	0.1018	0.0423	0.0410	0.0280	1.1855	0.0396	0.1147
Construction	0.0130	0.0176	0.0137	0.0092	0.0080	0.0137	0.0062	0.0084	0.0045	0.0186	1.4955	0.0783
Service	0.1280	0.0798	0.1477	0.0626	0.0724	0.1116	0.0549	0.0714	0.0469	0.0894	0.1182	1.2880
Total												
Backward Linkage Effect	2.9837	1.8424	4.2138	2.1883	2.3023	2.7031	2.0897	2.0570	1.9056	2.3939	2.4921	2.8084

Source: Based on the IO table of Shin et al. (2014). (in Korean)

Table 14. Value-Added Inducement Coefficient of North Korea

Category	Agriculture, Forestry and Fishery	Mining	Light Industry	Chemical industry	Ceramics	Primary Metal	Metal Products	Mechanical and Electronic	Other Manufacturing Industries	Electricity, Gas and Water	Construction	Service
Agriculture, Forestry and Fishery	0.5714	0.0146	0.3753	0.0312	0.0369	0.0195	0.0163	0.0211	0.0420	0.0143	0.0367	0.1103
Mining	0.1246	0.6442	0.1204	0.2331	0.1001	0.1773	0.0503	0.0377	0.0331	0.3381	0.0415	0.0911
Light Industry	0.0534	0.0060	0.1635	0.0129	0.0151	0.0079	0.0068	0.0089	0.0181	0.0058	0.0153	0.0420
Chemical industry	0.0242	0.0119	0.0294	0.3511	0.0360	0.0174	0.0119	0.0142	0.0178	0.0163	0.0182	0.0192
Ceramics	0.0020	0.0061	0.0023	0.0046	0.4389	0.0098	0.0068	0.0039	0.0034	0.0045	0.0359	0.0032
Primary Metal	0.0016	0.0037	0.0020	0.0038	0.0162	0.3227	0.0489	0.0116	0.0070	0.0038	0.0081	0.0020
Metal Products	0.0027	0.0078	0.0031	0.0055	0.0142	0.0204	0.3613	0.0124	0.0087	0.0079	0.0108	0.0031
Mechanical and Electronic	0.0362	0.0675	0.0418	0.0408	0.0804	0.0901	0.0976	0.6175	0.0729	0.0819	0.0788	0.0496
Other Manufacturing Industries	0.0004	0.0003	0.0006	0.0004	0.0012	0.0006	0.0006	0.0010	0.1979	0.0004	0.0006	0.0010
Electricity, Gas and Water	0.0308	0.0277	0.0330	0.0160	0.0239	0.0315	0.0131	0.0127	0.0087	0.3672	0.0123	0.0355
Construction	0.0054	0.0073	0.0056	0.0038	0.0033	0.0057	0.0026	0.0035	0.0019	0.0077	0.6185	0.0324
Service	0.0530	0.0330	0.0612	0.0259	0.0300	0.0462	0.0227	0.0296	0.0194	0.0370	0.0489	0.5334
Total Backward Linkage Effect	0.9056	0.8301	0.8383	0.7291	0.7962	0.7491	0.6390	0.7739	0.4308	0.8848	0.9255	0.9227

Source: Based on the IO table of Shin et al. (2014). (in Korean)

4.2 북한지역에서의 지출액 도출

설문에서 응답된 여행비용은 항공료를 포함하여 개별 코스 전체의 관광에 대한 비용이다. 여기서 북한지역의 경제적 파급효과를 보려면, 우선 북한지역에서 지출할 것으로 예상되는 비용을 산출해야 한다 (Table 16).

우선 1코스에서는 백두산과 삼지연시를 집중 방문하는 것으로 설정하였기 때문에 앞서 도출한 여행

경비 중에서 항공료를 제외한 부분의 80%를 북한지역에서 지출될 비용으로 가정하였다. 80%로 설정한 것은 다소 보수적인 접근으로, 1코스는 일단 중국의 연길공항 등을 통해 접근할 것이고 주로 북한지역을 관광하지만 중국 내에서 오가는 과정에서 일부 관광 비용 지출이 있을 것으로 예상되기 때문이다.¹⁰⁾ 항공료는 예약 시점, 항공사, 패키지 관광 여부에 따라 편차가 큰 편이다. 이 연구에서는 주요 여행사들

10) 평균 4.78일의 1코스 여행기간 중 중국 내에서 이동 및 체류는 만 하루 이내로 가정하며, 중국과 북한에서의 비용 지출은 해당 국가에 체류하는 시간에 비례하는 것으로 가정함.

Table 15. Employment Inducement Coefficient of North Korea

(unit: persons/\$100million)

Category	Agriculture, Forestry and Fishery	Mining	Light Industry	Chemical industry	Ceramics	Primary Metal	Metal Products	Mechanical and Electronic	Other Manufacturing Industries	Electricity, Gas and Water	Construction	Service
Agriculture, Forestry and Fishery	104643.1	2682.3	68726.6	5712.6	6756.1	3576.1	2988.4	3872.0	7692.3	2619.8	6714.1	20197.6
Mining	6039.9	31221.2	5833.2	11297.8	4852.1	8592.5	2439.8	1826.1	1605.2	16386.6	2011.9	4414.8
Light Industry	24357.4	2726.0	74565.5	5884.4	6904.9	3594.5	3115.3	4042.4	8253.1	2638.9	6977.8	19137.7
Chemical Industry	1972.4	968.4	2404.2	28662.8	2936.2	1416.5	972.7	1159.9	1449.5	1332.5	1482.1	1564.1
Ceramics	130.3	397.3	151.0	301.0	28446.3	636.9	443.4	249.9	217.4	289.1	2325.3	209.6
Primary Metal	188.8	437.1	234.4	447.2	1932.9	38438.8	5823.8	1382.9	835.7	450.1	962.5	240.6
Metal Products	215.3	632.0	249.1	445.8	1144.6	1649.2	29186.5	998.0	700.7	635.8	875.0	247.2
Mechanical and Electronic	2152.6	4010.4	2487.3	2425.0	4778.0	5357.7	5799.5	36702.8	4332.8	4868.7	4681.8	2950.6
Other Manufacturing Industries	46.1	40.1	80.3	48.8	162.4	80.9	77.6	133.4	25878.3	50.1	75.2	129.6
Electricity, Gas and Water	1104.7	994.4	1184.2	574.1	855.3	1130.4	470.1	454.7	310.6	13159.2	439.8	1273.4
Construction	125.2	168.8	131.1	88.0	77.1	131.8	59.3	80.6	43.4	179.0	14356.6	752.0
Service	6504.9	4052.2	7504.1	3179.8	3676.9	5667.1	2788.5	3625.7	2383.7	4540.5	6004.4	65430.8
Total Employment Inducement Effect	147,480.7	48,330.2	163,551.1	59,067.5	62,522.5	70,272.3	54,165.0	54,528.7	53,702.7	47,150.3	46,906.5	116,548.1

Note: The employment inducement coefficient of North Korea is very high compared to that of South Korea. As of 2020, South Korean employment/gross domestic product was 13.9 persons/billion won, and North Korea had 351.5 persons/billion won which is about 25 times that of South Korea. In other words, it can be interpreted that the difference in economic size and level between South and North Korea appears as a result of this.

Source: Based on the employment inducement coefficient of Choi (2015). (in Korean)

Applying the coefficient value of heavy industry to chemical industry, ceramics, primary metal, metal products machinery-electronics, and other manufacturing industries equally.

에서 제공하는 백두산 지역의 패키지 여행상품 사례로 항공료를 산출하였다.¹¹⁾ 이에 따라 1코스의 1인당 평균 여행비용 1,448천원 중 북한지역에서 지출되는 1인당 평균 경비는 802천원으로 추산된다. 앞

서 도출한 1코스의 연간 관광수요 2,968천인을 적용하면 1코스 관광에 대해 북한지역에서 지출되는 연간 관광비용은 2,382십억원이다.

2코스 관광에 대해 지출되는 비용을 동일한 논리

11) 여기서 주요 여행사는 코스닥, 코스피에 상장된 7개이며, 이들 여행사에서 제공하는(2022년 4월 21일 기준) 백두산 여행 패키지 관광 상품(4~5일)을 조사하였다. 여행업계 관계자의 자문을 통해 패키지 관광비용 중 항공료의 비중은 50%로 설정하였음(대략 4일 내의 여행기간 기준이며, 여행기간이 길어지면 항공료의 비중은 낮아짐).

Table 16. Derivation of Tourism Expenditure in North Korea by Course (Annual)

Course	(Calculation Formula)	1	2	3	Sum or Average
The Number of Ranking 1 Responses (persons)		460	60	121	641
Response Ratio		71.8%	9.4%	18.9%	100.0%
Average Travel Period (days)		4.78	5.28	5.36	4.94
Ratio of Stay Period in North Korea (%)	A	80%	60%	17%	
Average Travel Cost (KRW 10,000, per person)	B	144.8	173.5	174.8	
Round-Trip Airfare Estimate (KRW 10,000, per person)	C	44.5	44.5	54.1	
Average Travel Cost Excluding Airfare (KRW 10,000, per person)	D = B - C	100.3	129.0	121.7	
Average Travel Expenditure in North Korea (KRW 10,000, per person)	E = B × A	80.24	77.41	20.12	
Annual Tourism Demand (times/year)	F	2,968,371	387,179	780,811	4,136,361
Annual Tourism Expenditure in North Korea (KRW 100 million)	G = E × F	23,819	2,997	1,571	

로 산출하였다. 다만 2코스에서 제시된 주요 관광지 5곳 중 3곳(남양, 청진, 칠보산)이 북한에 속하므로 항공료를 제외한 관광지출 중 60%가 북한에서 쓰인다고 가정하였다. 2코스의 1인당 평균 여행비용 1,735천원 중 북한에서 지출되는 비용은 774천원으로 산출된다. 이 결과에 2코스의 연간 관광수요 387천인을 곱하면 2코스 관광에 대해 북한지역에서 지출되는 연간 관광비용은 300십억원이다.

3코스의 북한 관광 지출액 산출도 유사한 경로로 수행하였다. 3코스에서 제시된 주요 관광지 6곳 중 나선시 한 곳만이 북한에 포함되므로, 항공료를 뺀 관광지출 중 약 17%가 북한에서 쓰인다고 보았다.¹²⁾ 3코스의 1인당 평균 여행비용 1,748천원 중 북한에서 쓰이는 부분은 201천원이다. 3코스 방문 수요는 연간 약 781천인이므로, 3코스 북한지역 연간 관광비용 지출은 157십억원이다.

4.3 북한지역의 경제적 파급효과 추정

관광비용은 보통 숙박비, 식료비, 교통비, 기념품 등의 쇼핑비 등에 쓰이며, 신동천 외(2014)의 산업 분류에서 서비스부문에 해당한다. 아래 표들은 각 관광코스별로 분석한 생산유발효과, 부가가치유발효과, 고용유발효과를 정리한 것이다. 1코스의 연간 관광지출 2,382십억원이 북한 지역경제에 파급하는 경제효과로서, 총생산유발효과는 연간 6,689십억원, 부가가치는 연간 2,198십억원, 고용창출은 연간 2,425천명에 달할 것으로 추정되었다(Table 17). 300십억원의 북한지역 연간 관광 지출이 예상되는 2코스에 대해서는 총생산유발효과는 연간 842십억원, 부가가치는 연간 277십억원, 고용창출은 연간 305천명에 이른다(Table 18). 3코스의 관광객이 북한에 지출하는 연간 비용 157십억원으로 인해 총생

12) 3코스의 항공료는 1코스, 2코스와는 달리 연길 등 중국 공항이 아닌 블라디보스토크의 공항을 이용할 것으로 예상되므로, 주요 여행사 관광상품 조사를 블라디보스토크 패키지 관광상품(4~5일)을 대상으로 함.

Table 17. The Effects of Expenditure on Tour Course 1 on the Regional Economy of North Korea (Annual)

Industry Classification	Tourism Expenditure (KRW 100 million)	Total Production Inducement (KRW 100 million)	Value-Added Inducement (KRW 100 million)	Employment Inducement (persons)
Agriculture, Forestry and Fishery	0.00	6,843.24	2,626.77	420,304
Mining	0.00	4,240.09	2,169.73	91,870
Light Industry	0.00	15,296.47	999.79	398,248
Chemical industry	0.00	1,533.14	456.35	32,549
Ceramics	0.00	205.46	77.03	4,362
Primary Metal	0.00	235.80	48.10	5,006
Metal Products	0.00	242.33	72.89	5,145
Mechanical and Electronic	0.00	2,892.19	1,182.35	61,402
Other Manufacturing Industries	0.00	127.04	23.61	2,697
Electricity, Gas and Water	0.00	2,732.46	846.24	26,499
Construction	0.00	1,865.78	771.69	15,649
Service	23,818.64	30,678.61	12,704.02	1,361,588
Total	23,818.64	66,892.61	21,978.57	2,425,317

Table 18. The Effects of Expenditure on Tour Course 2 on the Regional Economy of North Korea (Annual)

Industry Classification	Tourism Expenditure (KRW 100million)	Total Production Inducement (KRW 100million)	Value-Added Inducement (KRW 100million)	Employment Inducement (persons)
Agriculture, Forestry and Fishery	0.00	861.04	330.51	52,884
Mining	0.00	533.51	273.00	11,559
Light Industry	0.00	1,924.66	125.80	50,109
Chemical industry	0.00	192.91	57.42	4,095
Ceramics	0.00	25.85	9.69	549
Primary Metal	0.00	29.67	6.05	630
Metal Products	0.00	30.49	9.17	647
Mechanical and Electronic	0.00	363.91	148.77	7,726
Other Manufacturing Industries	0.00	15.99	2.97	339
Electricity, Gas and Water	0.00	343.81	106.48	3,334
Construction	0.00	234.76	97.10	1,969
Service	2,996.96	3,860.11	1,598.47	171,320
Total	2,996.96	8,416.70	2,765.43	305,163

산유발효과는 연간 441십억원, 부가가치는 연간 145십억원, 고용창출은 연간 160천명에 달할 것으로 분석되었다(Table 19).

4.4 소결

본 연구에서 추정된 경제적 파급효과를 종합하면 Table 20과 같다.

북한지역에서 지출될 것으로 예상되는 관광지출

은 총관광지출액 6조 3,369억원 중 2조 8,387억원으로 추정되었다. 북한지역에서 관광지출의 총생산유발효과는 7조 9,721억원, 부가가치유발효과는 2조 6,194억원, 고용유발은 약 2,890,443명으로 도출되었다. 본 연구에서 추정한 부가가치유발효과는 한국은행이 추계한 2020년 북한 명목 GDP¹³⁾의 약 7.6%에 달한다.

Table 19. The Effects of Expenditure on Tour Course 3 on the Regional Economy of North Korea (Annual)

Industry Classification	Tourism Expenditure (KRW 100million)	Total Production Inducement (KRW 100million)	Value-Added Inducement (KRW 100million)	Employment Inducement (persons)
Agriculture, Forestry and Fishery	0.00	451.35	173.25	27,721
Mining	0.00	279.66	143.10	6,059
Light Industry	0.00	1,008.88	65.94	26,267
Chemical industry	0.00	101.12	30.10	2,147
Ceramics	0.00	13.55	5.08	288
Primary Metal	0.00	15.55	3.17	330
Metal Products	0.00	15.98	4.81	339
Mechanical and Electronic	0.00	190.76	77.98	4,050
Other Manufacturing Industries	0.00	8.38	1.56	178
Electricity, Gas and Water	0.00	180.22	55.81	1,748
Construction	0.00	123.06	50.90	1,032
Service	1,570.97	2,023.42	837.90	89,804
Total	1,570.97	4,411.92	1,449.60	159,963

Table 20. Summing up the Effect of Tourism Expenditure on the North Korean Economy (Annual)

By Course	Expenditure in North Korea (KRW 100million)	Total Production Inducement (KRW 100million)	Value-Added Inducement (KRW 100million)	Employment Inducement (persons)
Course 1	23,818.64	66,892.61	21,978.57	2,425,317
Course 2	2,996.96	8,416.70	2,765.43	305,163
Course 3	1,570.97	4,411.92	1,449.60	159,963
Total	0	0	0	0

13) 2020년 북한 명목 GDP는 34,660.3십억원임(출처: 통계청 북한통계 주요지표).

5. 결론 및 시사점

5.1 연구요약

본 연구에서는 북·중 및 북·중·러 접경지역을 경유한 북한관광에 대한 한국인의 수요를 추정하고, 북한지역에서 지출할 것으로 예상되는 관광 지출액을 도출하여, 북한 지역경제 파급효과를 추정하였다.

중국 또는 러시아 지역을 경유하는 북한 여행(방문)이 가능한 상황을 전제로 향후 5년 이내에 해당 지역을 여행(방문)할 의향이 있는지 물어본 결과 응답자의 약 64.1%가 방문하겠다고 답하였다. 응답자의 방문의사를 기초로 마케팅 분야에서 사용하는 구매의도분석을 적용하여 수요를 도출한 결과 한국인의 관광수요는 연간 연인원 4,136,361명으로 나타났다. 이 값은 선행연구의 추정 값과 유사하여, 본 연구의 추정 값이 설득력을 가지고 있다고 할 수 있다.

1인당 평균지출액은 153만 2천원, 총 지출액은 6조 3,369억원으로 나타났다. 총 지출액 중에서 항공료를 제외한 후 방문지역마다 균등하게 지출한다는 가정 하에, 북한지역에 지출될 금액을 추정해 본 결과 2조 8,387억원으로 나타났다. 이 지출액이 미칠 북한 지역경제 후방파급효과를 북한지역 산업연관표를 활용하여 도출한 결과 총생산유발은 7조 9,721억원, 부가가치유발은 2조 6,194억원, 고용유발은 약 2,890,443명으로 나타났다. 추정한 부가가치유발효과는 한국은행이 추계한 2020년 북한 명목 GDP의 약 7.6%에 달하는 것으로 나타났다.

5.2 연구의 시사점 및 한계

본 연구의 시사점은 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서 도출한 수요가 선행연구나, 우리나라 국민의 여행수요 변화 등을 고려시 타당한 값으로 보여, 제3국을 경유한 한국인의 북한방문의 수요는 어느 정도 확보될 것으로 판단된다. 정책적

으로 검토할 만한 최소한의 요건은 갖추고 있다고 볼 수 있다. 무엇보다도 백두산관광에 대한 기대가 매우 높은 것으로 보인다.

둘째, 한국인의 북한관광에 따른 지출은 북한지역 경제에 유의미한 영향을 줄 것으로 보인다. 본 연구에서 추정한 부가가치유발효과는 한국은행이 추계한 2020년 북한 명목 GDP의 약 7.6%에 달할 정도로 크다. 북한 당국입장에서는 경제회생을 위한 수단으로 활용할 가치가 있을 것이다. 평소 북한 관광객의 다수가 중국인이라는 점을 감안하면, 관광재개 시 북한의 관광수입은 매우 클 것으로 예상된다.

셋째, 여건이 개선된다면 북한 관광인프라 개발을 위한 남북협력이 필요하다. 북한은 2015년 삼지연시 무봉노동자구에 무봉국제관광특구를 지정하였다. 이 특구는 북한과 합영합작을 금지하는 2017년 유엔의 대북제재(2375호) 발효 전까지는 북·중 합영회사의 중국 측 파트너 주도로 개발이 진행된 것으로 추정된다. 무봉관광특구는 천지에 접근할 수 있는 유일한 코스인 백두산 동파와 연결되는 위치에 있다. 향후 한국인 해외여행의 꾸준한 증가가 예상되고, 더불어 한국인의 북한관광 수요도 높아질 가능성이 있다. 본 설문조사에서도 해외여행 경험이 있는 응답자일수록 북한관광 의향이 높았다. 관광객의 편의를 증진시킬 수 있도록 철도, 도로, 관광시설 등 관광인프라 개발이 남북협력을 통해 이루어질 필요가 있다.

본 연구의 한계는 추정한 북한관광수요가 북한방문이 광범위하게 이루어지기 전에 응답한 것이므로 실제 관광수요와는 다소 차이가 있을 것이라는 점이다. 방문 경험자들이 거의 없는 지역에 대해 방문의향을 조사한 것이어서 구매의도분석을 적용하여 실제 방문으로 이어질 수요를 추정했지만 과다추정 가능성이 있다. 동시에 과소추정 가능성도 있다. 즉 구매의도분석을 적용한 수요추정 시, ‘여행하지 않겠다’는 응답자(35.9%) 중 실제로는 방문하는 사람들

도 있을 수 있으나 반영하지 않았다. 또한 65세 이상도 응답자에 없어 포함시키지 않았고, 여행 시 동행자가 평균 3.1명이라고 응답했지만 반영하지 않았다. 향후 남북관계가 개선되어 실제 관광이 가시화 될 경우 유사한 연구가 다시 이루어질 필요가 있다.

참고문헌

- 김영봉·이승복·김은정·김갑성(2009), “동해연안 남북접경지역에서의 교류협력사업 선정 및 파급효과 분석”, 『지역연구』, 25(4): 65~82.
- 김형태·채정민·조영아(2016), “북한 천연가스사업과 석탄산업 투자에 따른 경제적 파급효과”, 『에너지공학』, 25(3): 1~8.
- 김홍식(2002), “육로관광을 통한 남북한 관광협력 활성화방안: 협력기반의 단계적 구축방안 및 파급효과 분석을 중심으로”, 수원: 경기개발연구원.
- 남성욱·박현선·이영희·정순원·노병춘·최지영·허지연·신예정(2004), 『개성공단 개발 대비 체계적 개성관광 육성 방안』, 서울: 한국관광공사.
- 남은경·이승곤(2021), “북한관광의 위험지각에 따른 행동의도 연구: 북한관광의 중요성 인식 수준에 따른 조절효과 중심으로”, 『관광연구저널』, 35(6): 55~70.
- 노희경(2021), “북한 방문의도에 영향을 미치는 관광 동기요인에 관한 연구: 국내잠재관광객을 대상으로”, 『관광레저연구』, 33(2): 45~62.
- 문유진(2018), “남북관광의 현황분석과 가능성-서울과 평양을 중심으로”, 『북한연구학회 하계 학술발표논문집』, 485~499.
- 문화관광정책연구원(2006), 『관광수요예측 가이드라인 설정 연구』, 서울: 문화관광정책연구원.
- 박근수(2018), “북한관광의 현황과 남북한 문화관광협력 전망에 관한 연구”, 『한국사상과문화』, 94: 231~249.
- 박근영·김근중·송주완(2019), “대학생의 가치관에 따른 통일인식과 북한관광인식에 관한 연구: 관광관련 전공 대학생을 중심으로”, 『한국외식산업학회지』, 15(1): 181~192.
- 박홍수·하영원·우정(2005), 『신상품마케팅』, 서울: 박영사.
- 배준호·이재형(2018), “한반도관광 활성화를 위한 북한관광 상품 분석: 한국국민의 인식을 중심으로”, 『관광레저연구』, 30(10): 459~475.
- 송운강·이혜진(2018), “제주도 관광수요 특성과 예측”, 『Tourism Research』, 43(4): 111~124.
- 신금선(2020.12.11), “北 원산갈마해안관광지구, 개장 목표일 8개월 지나도록 ‘감감’”. SPN 서울평양뉴스.
- 신동천·이혁·김용균(2014), “북한의 산업연관표와 북한산업의 전·후방연관효과”, 『통일연구』, 18(2): 37~65.
- 신석하·김영준(2018), “남북경협 직접적 경제효과 분석: 개성공단의 경우”, 『사회과학연구』, 44(3): 43~66.
- 신용석·최경은(2019), 『신남북관광협력의 정책방향과 과제』, 서울: 한국문화관광연구원.
- 신정화(2010), “북한의 개혁·개방정책의 변화: 관광산업을 중심으로”, 『북한연구학회보』, 14(2): 133~158.
- 안현영·김미경(2018), “남북한 관광 협력을 위한 관광 ODA 효과에 대한 인식 연구: 관광강좌 수강생을 대상으로”, 『관광경영연구』, 22(5): 383~402.
- 윤인주(2015), “김정은 시대 북한의 관광산업 평가 및 전망”, 『북한연구학회보』, 19(1): 93~123.
- 이해정·강성현(2020), “문헌으로 본 김정은 시대 북한의 관광산업 인식”, 『국가전략』, 26(3): 151~178.
- 장동석(2018), “통일인식과 북한관광 인식에 대한 연구”, 『한국관광연구학회』, 132(9): 111~122.
- 장동석·고계성(2014), “북한관광 재개 및 활성화를 위한 전문가 조사 연구”, 『관광연구저널』, 28(7): 75~86.
- 채종훈(2015), “남북한금강산사업의 경제적 파급효과 분석”, 『국제지역연구』, 19(1): 153~174.
- 최대식(2019), “삼지연군 건설사업리뷰”, 『북한토지주택리뷰』, 3(1): 44~53.
- 최지영(2012), “시장확산이 북한경제에 미치는 영향”, 『KDI 북한경제리뷰』, 14(4): 61~76.
- 최지영(2015), “북한 산업연관표의 추정과 활용”, KIEP 북한연구회 세미나.
- 통계청, “e-나라지표 국민 해외여행객수”, 2022.2.16. 읽음. https://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1655.
- 통계청, “개성, 금강산 관광객 수”, 2022.7.1. 읽음. https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=103&tblId=TX_10301_A002&conn_path=%20I2.
- 통계청, “북한통계 주요지표”, 2022.2.16. 읽음. <https://kosis.kr/bukhan/nkStats/nkStatsIdctChart.do>

- menuId=M_01_02&listNm=%EA%B5%AD%EB%AF%BC%EA%B3%84%EC%A0%95.
31. 통계청, “인구”, 2022.1.24. 읽음. https://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?vwcd=MT_ZTITLE&menuId=M_01_01.
 32. 통일부(2020), “2020년 통일부 주요업무 추진계획”, 서울.
 33. 한국은행(1999), “금강산관광사업이 경제에 미치는 효과”, 서울.
 34. Choi, J. Y. (2015), “A Study on Estimation of the Input-Output Table for the North Korean Economy”, *KIEP Seminar of North Korea Research Association*. (in Korean)
 35. Juster, F. T. (1966), “Consumer Buying Intentions and Purchase Probability : An Experiment in Survey Design”, *Journal of American Statistical Association*, 61: 689; 박흥수 외(2005)에서 재인용.
 36. Morrison, D. G. (1979), “Purchase Intention and Purchase Behavior”, *Journal of Marketing*, 43(2) (Spring): 72; 박흥수 외(2005)에서 재인용.
 37. Shin, D. C., H. Lee and Y. K. Kim (2014), “The Construction of the Input-Output Table of North Korea and the Linkage Effects of North Korean Industries”, *Korean Unification Studies*, 18(2): 37~65. (in Korean)

요 약

본 연구는 북·중 및 북·중·러 접경지역을 경유한 북한관광에 대한 한국인의 수요를 추정하고, 북한지역에서 지출할 것으로 예상되는 관광지출액을 도출하여, 북한 지역경제 파급효과를 추정하였다. 북한 방문이 가능한 상황을 전제로 향후 5년 이내에 해당 지역을 방문할 의향이 있는지 물어 본 결과 응답자의 약 64.1%가 방문하겠다고 답하였다. 응답자의 방문의사를 기초로 마케팅분야의 구매의도분석을 적용하여 수요를 도출한 결과 관광수요는 연간 연인원 4,136,361명으로 나타났다. 1인당 평균지출액은 153만 2천원, 총지출액은 6조 3,369억원으로 나타났다. 총지출액 중에서 항공료를 제외한 후 방문지역마다 균등하게 지출한다는 가정하에, 북한지역에 지출될 금액을 추정해 본 결과 2조 8,387억원으로 나타났다. 이 지출액이 북한 지역경제에 미칠 후방파급효과는 총생산유발 7조 9,721억원, 부가가치유발 2조 6,194억원, 취업유발 약 2,890,443명으로 나타났다. 추정된 부가가치유발효과는 한국은행이 추계한 2020년 북한 명목 GDP의 약 7.6%에 달하는 것으로 나타나, 한국인의 북한관광에 따른 지출은 북한 지역경제에 유의미한 영향을 줄 것으로 보인다. 한국인의 해외여행 증가에 따라 북한관광수요도 꾸준히 증가할 가능성이 있으므로 여건이 개선된다면, 북한 관광인프라개발을 위한 남북협력도 필요하다.

주제어 : 북·중 및 북·중·러 접경지역, 한국인의 북한 관광수요, 관광지출, 북한 지역경제 파급효과, 백두산관광

수도권 및 비수도권 청년층의 주거특성 및 주거특성에 미치는 영향요인 분석

Housing Characteristics of the Youth and their Determinants in Capital and Non-Capital City Regions

황광훈*

Kwanghoon Hwang*

Abstract

In this study, the housing-related characteristics of the youth are reviewed using data from the 4th - 14th Youth Panel Survey(YP2007) of the Korea Employment Information Service in the period 2010 - 2020. The factors that affect the characteristics of their dwelling are analysed. As a result, males, highly educated, and employed people are more likely to live in their own homes and apartments, but many of them seem to be living with their parents. On the contrary, economically independent young people tend to occupy their dwellings in the form of jeonse/monthly rent and live in multi-family units, villas, and officetel. To support the youth in overcoming their key issues such as housing affordability, jobs, and marriage, so that they can play their roles, the cost of homeownership and rent should be tailored to their economic situations.

Keywords : Housing, Pooled Logit, Fixed Effect Model, Random Effect Model

1. 서론

청년들의 주거문제는 오래전부터 꾸준히 문제 제기가 이뤄지던 분야이다. 대학생들뿐만 아니라 창업을 시도하려 상경한 사람들, 안정적인 직장을 얻기 위해 고시를 준비하는 고시생, 수도권에 있는 직장에 취업하여 서울 및 경기 지역으로 생활공간이 바뀌는 예비 취업자 등 많은 청년들이 현실적인 주거 문제에 맞닥뜨리고 있다.

살기 괜찮은 집을 구하는 것 역시나 많은 청년들의 고민거리이지만 더 큰 고민은 집을 구하고 난 이후의 일이다. 집을 얻는다고 해서 모든 문제가 해결되

지 않기 때문이다. 청년들은 그 시점에서부터 본격적으로 한 번도 해본 적 없는 생계 걱정을 해야 한다. 월세를 부담하고, 하루하루 식비 등 생활비가 빠져나가는 것을 처음으로 몸소 느낀다. 대학을 졸업한 후 취업한 청년층의 경우는 임금 소득이 있기 때문에 그나마 주거문제를 해결하는데 나은 상황이지만, 대학생, 비정규직 청년층, 실업 청년층 등은 주거문제부터 시작되는 생계 유지의 고통과 어려움을 감당해야 한다.

또한 청년들이 결혼을 늦추거나 포기하는 이유는 여러 가지가 있는데, 그 중 하나로 많이 지적되고 있는 문제는 주택 마련의 어려움이다. 더욱이 현재 한

*한국고용정보원 부연구위원(hunzzang96@keis.or.kr)

국사회에서는 청년들이 자신들의 주거공간을 스스로 마련하는 것은 매우 힘들고 많은 비용과 시간이 소요된다. 또한 최근 사회경제적 불평등으로 인해 청년층의 사회경제적 기반이 심각하게 약화되었으며, 이로 인해 가난한 청년들은 더욱 많아졌고 가난한 장년의 자녀세대로서 살아가는 청년들의 삶은 매우 열악해지고 있다. 취업 후 주택 구입과 결혼 등과 같이 이전 세대의 전형적인 삶의 계획을 쉽게 포기할 수밖에 없는 것이 지금의 청년세대라 할 수 있다. 삶의 활기로 가득 차 있을 것만 같은 시기인 청년을 대표하는 단어가 ‘포기’가 되었으며, 연애, 결혼, 출산 등 삼포로 시작했던 것이 어느새 오포(연애, 결혼, 출산+인간관계, 주택구입)로 포기의 대상이 점점 늘어나고 있다(변수정, 2018). 그 중 과거에는 삶의 과정에서 당연하게 이루어지는 것으로 여겨졌던 결혼이 포함되어 있어 결혼이라는 것이 개인의 선택이 되어 버렸다.

청년들의 주거문제는 여러가지 문제들이 복합적으로 작용하고 있으며 몇 가지 주요 원인을 짚어보면 다음과 같다. 첫째, 과도한 수도권 인구집중 현상을 이야기할 수 있겠다. 서울의 면적은 대한민국 전체 면적의 1%도 되지 않는다. 그러나 전체 인구의 1/5 가량이 서울에 거주하고 있다. 청년을 포함한 대부분의 국민들이 학업, 사업, 취업, 교육, 문화, 의료 등의 문제로 서울에 몰린다. 이에 따르는 공간의 부족함은 필연적으로 발생하는 사회적 문제이다. 이러한 문제를 사회가 안고 있음에도 그 부담이 청년들에게 가중되고 있는 것이다. 두 번째 원인은 지나치게 비싼 임대료(월세)와 보증금이다. 이는 가장 근본적이면서도 손대기 쉽지 않은 원인이라고 할 수 있다.

한편, 최근들어 1인 가구의 비율이 급속도로 증가하고 있다. 세계적으로 1인 가구의 비율이 40%를 넘는 국가들이 나타나고 있으며, 심지어 그 비율이 50% 이상이 되는 국가와 도시들도 있다. 또한 그 증

가속도는 선진국을 중심으로 매우 가파르게 나타나고 있다(김형균, 2019). 국내의 경우 1인 가구의 비율이 1985년 6.9%에서 2018년 29.8%로 증가하였고, 2045년에는 36.3%로 급증할 것으로 예상된다. 통계청에 따르면 2018년 기준 국내의 1인 가구는 총 599만 가구로 전체가구에서 29.8%를 차지하여 전체 가구에서 1인 가구의 비중이 가장 높다(김선주, 2020).

청년층의 주거 마련 문제를 포함하여 주거특성들에 미치는 영향을 실증적으로 분석한 연구는 드물며, 심층적으로 규명하기 위한 연구 결과도 거의 전무한 상황이다. 따라서 본 연구에서는 수도권과 비수도권 지역을 구분하여 청년층의 주거 관련 현황과 특성들을 정리해보고, 보다 심층적으로 주거의 특성들(자가 여부, 아파트 거주 여부)에 미치는 영향요인을 추정하고자 한다. 또한 취업한 청년층의 경우 취업 특성을 고려하여 주거 특성에 미치는 영향을 함께 관찰하고자 한다.

이를 통해 본 연구는 사회경제적 상황에 따른 청년층의 주거 실태 현황과 주거 특성에 미치는 다양한 영향요인들을 이해하고, 이러한 주거특성으로 인해 우리 사회가 미래사회의 주역인 청년들의 주거문제를 개선 및 해결하기 위해 어떠한 노력을 해야하는지 함께 고민하고자 한다. 또한 수도권과 비수도권 지역에 따라 주거특성이 어떻게 나타나고 있는지 함께 관찰하고자 한다. 이러한 연구 및 분석을 통해 현재 우리 사회가 안고 있는 청년층의 주거 문제에 대해 어떠한 정책적 접근이 필요한지 고찰해보고, 정책 방향과 시사점을 제시하고자 한다.

본 논문의 구성을 살펴보면, 제2장에서는 관련 선행연구 등을 요약 및 정리하고, 제3장에서는 분석에 사용하는 자료와 실증분석 모형을 소개한다. 제4장에서는 청년층의 주거 특성 및 분포를 살펴보고, 제5장에서는 청년층의 주거특성에 미치는 영향요인을 실증적으로 추정한다. 마지막으로 제6장에서는 본

연구의 내용을 요약하고, 연구 결과의 함의 등을 맺음말로 정리하도록 하겠다.

2. 선행연구 검토

청년에게 있어 주거 특성 및 환경이 이슈가 되면서 청년 주거 환경 및 특성 등에 대한 연구도 서서히 증가하고 있다. 최근의 청년 주거 관련 연구를 보면 가장 심각한 문제인 주거비와 관련된 연구가 다수를 차지하고 있으며, 주거 특성이나 실태 또는 주거 점유 형태 관련 연구들도 일부 다루고 있다. 먼저, 청년 주거의 현실을 보여 주는 연구로 청년 주거 특성이나 실태 분석 연구들이 있다. 이현정(2015a)의 연구에서는 5대 광역시나 기타 지역보다 수도권 거주 청년가구의 주거 빈곤과 주거비 부담이 매우 큰 것으로 나타났으며, 특히 저소득 청년 가구에서는 주거 빈곤의 특성과 주거비 부담이 심각한 것으로 나타났다. 또한 주거비 해결을 위해 가족지원을 받고 있어 이는 청년의 문제가 결국 부모 세대 노후의 삶에 영향을 미칠 수 있음을 예측하고 있다. 청년 주거 특성을 보여주는 또 다른 연구로는 이현정(2015b)의 연구를 볼 수 있는데, 이 연구에서는 청년의 임차 가구의 주거관을 주택 소유 희망, 주택투자, 임차, 지원필요 등의 그룹으로 분류하여 분석하였다. 분석 결과, 주택투자자와 주택 소유를 희망하는 그룹은 가까운 미래에 집을 살 가능성이 높게 나타났다.

청년의 주거문제를 복지 측면에서 접근한 연구(이태진 외, 2016)에서는 청년층의 빈곤과 주거 실태 및 영향을 분석하였다. 19~34세 청년에 대한 주거 실태를 분석한 결과, 청년층의 빈곤율은 노인층에 비해 다소 낮은 수준이지만 빈곤을 경험하는 청년층은 많고, 미혼이면서 남성인 경우 빈곤율이 더욱 높은 것으로 나타났다. 취업상태에 따라서는 실업인 청년의 빈곤율이 높고, 취업한 청년층에서는 임시/일용직, 자영업에 종사하는 청년의 경우가 상용직인 청

년보다 빈곤율이 높은 것으로 나타났다.

청년의 주거 실태를 보여 주는 연구 이외에 청년 주거의 가장 심각한 문제인 주거비와 관련된 연구도 활발히 진행되고 있다. 그 중에서도 수도권의 주거 비용이 높은 현실을 반영하여 수도권과 광역권 청년 가구의 주거비 부담을 알아본 연구가 있다(김동원 외, 2016). 주거비 부담을 알아보는 지표로는 소득 대비 임대료를 나타내는 RIR(Rent to Income Ratio) 지표를 활용하였다. 분석 결과, 수도권과 광역권 모두에서 RIR 30% 미만인 경우가 50% 정도로 가장 높은 비율을 차지하는 것으로 나타났지만, 광역권에서는 50% 이상인 경우가 두 번째로 높았고 수도권에서는 30~50% 수준이 두 번째로 높은 비율을 차지하였다.

배병우·남진(2013)은 가장 높은 주거비가 필요한 지역인 서울시에 거주하는 대학생의 주거비 부담 능력을 파악한 연구를 발표하였다. 분석 결과, 대학생의 주거비 부담 수준이 일반가구에 비해 높은 것으로 나타났다. 또한, 점유 형태가 전세일수록, 주거 유형은 기숙사인 경우 주거비 부담 능력이 높아졌다. 출신 지역에 따라서는 수도권 출신 학생보다는 비수도권 지역 학생일수록 주거 부담 능력이 낮은 것으로 나타났다.

주거 실태·특성 및 주거비 외의 연구로는 청년의 주거 점유 형태에 대한 연구가 있다. 정희주·오동훈(2014)의 연구에서는 20~30대 청년 가구주의 연령이 증가할수록, 서울에 비해 인천·경기와 비수도권에 거주할수록, 슈바베지수(가계소득 중 주거비용이 차지하는 비율)가 높을수록 전세보다 자가 형태의 주거를 점유할 확률이 높아졌다. 이무선(2017)의 분석 결과에서는 20~30대 청년 1인가구가 자가 대신 월세를 선택하는데 영향을 미치는 변수는 가구주의 연령, 주택으로 인한 부채액, 주거비 마련 경로, 슈바베지수, 거주지역으로 나타났다. 즉, 가구주의 연령이 낮을수록, 주택 부채가 낮을수록, 주거비 마련 방법에 있어서 본인 스스로 마련한 경우, 슈바베

지수가 높을수록, 지역은 인천·경기지역 또는 비수도권 지역보다는 서울인 경우 자가보다 월세를 선택할 확률이 높았다.

청년 1인 가구에 대한 몇 가지 연구를 소개해보면, 먼저 이현정·김모윤(2019)은 청년층 1인 가구의 주거수준을 파악하고자 시기와 지역으로 구분하여 사회경제적 특성, 주택특성, 주거 및 전체적인 만족도를 비교하였고, 주거 및 전체적인 만족도 평가의 영향요인을 분석하였다. 분석결과, 1인 가구의 수는 8년간 큰 폭으로 감소하였고, 지역간 성비 분포의 불균형이 심화되었다. 특히 청년층 1인 가구는 대체로 대졸이상의 고학력 20대 후반 남성의 200만원 미만 임금근로자였으며, 지난 8년 간 연령층과 소득구간의 지역 간 비대칭적 분포가 심화되었다. 또한 청년층 1인 가구는 주로 중소형 규모의 아파트 외 주택(다가구 또는 다세대 주택)에 거주하는 임차인이었으며, 8년 사이 평균 주택규모는 7% 축소된 반면 평균 임차보증금은 68% 가량 상승하였다. 다음으로 김선주(2020)의 연구에서는 1인 가구의 특성과 그들의 주거만족도의 요인을 분석하였다. 분석 결과, 1인 가구의 특성은 고령 층은 여성 비율이 74.8%로 높고, 청년층과 중장년층은 미혼 비율이 높았다. 주택 유형은 청년층은 기타 주택, 고령층은 단독주택이 많았고, 거주유형에서는 청년층과 중장년층은 월세비중이 많았다. 재무적 특성은 주거비용 부담률과 부동산자산의 평균금액은 고령층이 가장 높았고, 금융자산 평균금액은 중장년층이 많았다. 1인 가구의 주거만족도에 영향을 미치는 요인은 청년층은 부동산 자산비중이 높을수록 주거만족도가 높았다. 또한 나이, 학력, 소득, 가계수지는 주거만족도와 부의 관계였다.

청년층 주거문제와 관련된 해외연구의 경우, 소득 및 주거비용이 가구형성에 미치는 영향에 대한 연구들이 일부 발표되고 있다. 미국의 청년층 패널자료(National Longitudinal Survey of Youth) 중 22-29세

까지의 청년가구 표본을 이용한 Haurin et al.(1993)에서는 청년가구의 실질 임금은 가구형성에 양(+)의 유의한 영향을 주었으며, 실질임대료는 음(-)의 유의한 영향을 보인 것으로 나타났다. 호주의 1988년 패널자료(Australian Longitudinal Survey) 중 19-28세의 청년 가구를 표본으로 한 Haurin et al.(1997)의 연구에서도 실질임금은 가구형성에 양(+)의 통계적으로 유의한 영향을 보였다. 다음으로 영국의 아동발달조사(National Child Study) 자료를 이용한 Ermisch and Di Salvo(1997)의 연구는 청년 가구가 아닌 개인(가구원)을 관찰단위로 하여 남성과 여성으로 나누어 추정하였는데, 주택매매가격은 남성 청년 가구원의 가구형성에는 유의하지 않았으나 여성 청년 가구원의 경우에는 주택매매가격이 높을수록 부모로부터 독립하여 배우자 또는 동거인과 같이 거주할 확률이 낮아지는 것으로 나타났다. 한편, 1991~1995년 영국의 가구패널자료(British Household Panel Study)를 이용하여 16-30세 청년 가구원을 분석대상으로 한 Ermisch(1999)의 연구에서는 주택가격이 높을수록 청년 가구원이 부모로부터 독립할 확률이 낮았으며, 청년 가구원의 소득이 높을수록, 그리고 부모의 소득이 낮을수록 부모로부터 분가할 확률이 높은 것으로 추정되었다.

본 연구는 이상의 선행연구에 대하여 다음과 같은 차별점을 갖는다. 먼저 본 연구는 한국고용정보원에서 제공하는 청년패널(YP2007) 4~14차 자료를 사용한다. 청년패널은 2007년 기준 만15~29세를 대표하는 표본에 대해 매년 추적조사하는 종단면조사(longitudinal survey)로 모든 청년층을 포괄할 수 있는 청년층 특화 자료이다. 본 연구의 목적을 위해 10여년 간의 자료를 합동(pooled)하여 표본 수를 확보한다. 또한 주거특성과 관련이 있는 부모와의 동거 여부(경제적독립 여부), 거주지역, 가구주 여부, 입주형태(자가, 전세, 월세), 주택종류(단독주택, 아파트, 연립주택, 다세대, 오피스텔 등) 등 다양한 변

수들을 확보하였으며, 취업자와 경제적으로 독립한 집단을 별도로 대상화하여 실증분석을 추가적으로 실시하였다. 또한 패널자료의 특성을 고려하여 패널 로짓모형을 이용하여 고정효과와 임의효과의 추정 결과도 함께 제시하고자 한다.

3. 자료 및 분석모형

3.1 이용자료 및 측정변수

본 논문에서는 청년패널조사(YP2007) 4~14차 전 체자료로 이용하여 수도권과 비수도권 청년층¹⁾의 주거특성 현황과 분포를 살펴보고, 주거형태의 특성에 미치는 영향요인들이 무엇이고 어느 정도의 영향력을 가지고 있는지 추정한다. 4~14차 조사까지 조사에 응답한 표본을 대상으로 성별, 연령, 학력, 거주 지역 등 기본적인 인적속성 정보를 추출하고, 입주 형태 및 주택종류, 경제적 독립 여부 등 주거특성과 연관이 있는 변수들과 함께 경제활동상태, 경제적 지원 여부 등의 정보도 추출한다. 또한 취업자의 경우 종사상 지위, 기업체 규모, 임금 등의 정보도 수집하여 데이터에 포함시켰다. 최종적으로 총 11개년 자료의 90,851명의 전체자료와 50,856명의 취업자 자료로 구성된 패널자료 형태의 Pooling data를 구축하였다.

3.2 분석방법

수도권과 비수도권 청년층의 주거형태의 특성에 미치는 영향을 분석하기 위해 합동로짓모형과 패널 로짓모형을 이용한다. 합동로짓모형은 $y^* = X\beta + \epsilon$ 로 나타낼 수 있는데, 여기에서 주거형태의 특성(자가 여부, 아파트 거주 여부)을 나타내는 y 는 두 개

(binary)의 값을 갖는 이항변수로

$$y = \begin{cases} 1, & y^* = X\beta + \epsilon \geq 0 \text{ 인 경우(입주형태: 자가)} \\ 0, & y^* = X\beta + \epsilon < 0 \text{ 인 경우(입주형태: 자가 아님} \\ & \text{(전/월세))} \end{cases}$$

$$y = \begin{cases} 1, & y^* = X\beta + \epsilon \geq 0 \text{ 인 경우(주택종류: 아파트)} \\ 0, & y^* = X\beta + \epsilon < 0 \text{ 인 경우(주택종류: 아파트 아님)} \end{cases}$$

로 정의된다. 여기에서 X 는 주거형태의 특성(자가 여부, 아파트 거주 여부)을 결정하는 요인들의 벡터, β 는 추정될 계수, ϵ 는 오차항으로 ϵ 의 분포에 대한 가정에 따라 로짓모형(logit model), 프로빗모형(Probit model) 또는 극한값모형(extreme value model) 등으로 구분된다. 여기에서 주거 형태의 특성을 결정하는 설명변수에는 인적자본의 대변수인 성별, 연령, 학력, 거주지역, 경제활동상태, 경제적 지원을 받는지 여부 등이 포함된다. 마지막으로 주거 특성과 관련이 있는 가구주 여부, 부모와의 동거 여부 등이 포함된다.

추가적으로 패널자료의 특성을 고려하여 패널로짓모형을 이용하여 고정효과와 임의효과의 추정 결과도 함께 제시하고자 한다. 패널자료의 경우 횡단면데이터와 시계열데이터의 특성을 동시에 가짐으로 인해 오차항의 동분산성 가정을 위배하거나 오차항의 자기상관이 존재할 가능성이 높다. 따라서 병합된(merge) 패널데이터를 합동(pooled) 프로빗 또는 합동로짓 모형으로 추정할 경우 일치추정량이 되지 못하는 문제가 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 오차항에 패널 개체특성을 추가적으로 고려하여 추정해야 한다.

$$y_{it}^* = \alpha_0 + \beta x_{it} + u_i + e_{it}$$

1) 우리나라의 공식통계상 청년의 연령기준은 15~29세로 국제노동기구(ILO) 기준에 따른 것이다. 경제협력개발기구(OECD)의 연령기준인 15~24세보다 넓은 범위를 사용하는 것은 높은 대학진학률, 남성의 군복무 의무, 자녀독립이 늦은 문화적 차이 등에서 기인한다. 본 연구에서는 청년패널조사 표본이 2007년 기준 만15~29세로 구축된 패널자료를 사용함에 따라 ILO 기준에 따라 분석한다.

위 식에서 오차항이 2개로 구성되어 있는데 u_i 는 패널개체에 따라 변하는 이질성(heterogeneity)을 나타내지만 하나의 패널개체 내에서는 시간에 따라 변하지 않는 특성을 나타내고, e_{it} 는 시간과 패널개체에 따라 변하는 순수한 오차항이다. 여기서는 패널로짓모형²⁾을 사용하여 추정하도록 한다.

4. 수도권 및 비수도권 청년층의 주거형태 특성 분포

본 장에서는 청년패널조사 4~14차년도 자료를 이용하여 청년층의 주거형태 특성 분포를 살펴보고 록 한다. 먼저 인구학적 특성에 따른 입주 형태의 분포(Table 1)를 살펴보면, 2020년 결과를 기준으로

Table 1. Distribution of Residential Types by Demographic Characteristics (Residence Type)

(Unit: Persons, %)

		All	Own House	Jeonse	Monthly Rent	Etc	
2010	All	7,350	72.3	21.1	4.6	2.0	
	Gender	Male	3,316	73.7	19.1	5.1	2.1
		Female	4,034	71.2	22.7	4.1	2.0
	Age	Under 25	3,797	77.9	16.4	4.3	1.3
		25-29 Years Old	2,346	70.9	21.5	5.2	2.4
		30-34 Years Old	1,207	57.7	34.9	4.0	3.5
		35+	-	-	-	-	-
	Residence	Metropolitan Area	3,768	66.7	25.8	5.8	1.7
		Non-metropolitan Area	3,582	78.3	16.1	3.3	2.4
	Living with Parents	Living with Parents	5,725	82.0	14.0	3.0	1.0
Temporary Independence		1,625	38.3	45.8	10.2	5.7	
Economic Independence		-	-	-	-	-	
2020	All	9,219	62.1	27.2	8.3	2.4	
	Gender	Male	4,478	62.9	25.6	8.7	2.8
		Female	4,741	61.5	28.7	7.9	1.9
	Age	Under 25	2,030	75.9	16.4	6.4	1.4
		25-29 Years Old	1,997	63.2	21.8	11.9	3.0
		30-34 Years Old	2,213	56.8	30.4	10.0	2.8
		35+	2,979	56.0	35.8	5.9	2.3
	Residence	Metropolitan Area	4,744	56.2	32.7	9.0	2.0
		Non-metropolitan Area	4,475	68.4	21.3	7.6	2.7
	Living with Parents	Living with Parents	4,522	75.9	17.2	5.4	1.5
Temporary Independence		633	70.0	16.7	11.8	1.4	
Economic Independence		4,064	45.6	40.0	11.0	3.4	

Source: Youth Panel (YP2007), Korea Employment Information Service (in Korean)

2) 패널로짓모형은 패널회귀모형 중 종속변수가 이항변수이며, 오차항이 정규분포가 아니라 로지스틱 분포(평균 0, 분산 $\pi^2/3$, 0을 중심으로 대칭적 분포)를 따른다고 가정할 때 사용된다. 고정효과와 임의효과 추정 방법은 오차항을 어느 것으로 가정하느냐에 따라 추정 방법이 달라지는데, 고정효과 모형(fixed effect model)은 오차항이 추정해야 할 모수(parameter)로 간주하는 것이며, 상수항이 패널 개체별로 서로 다르면서 고정되어(fixed) 있다고 가정하는 것이며, 임의효과 모형(random effect model)은 오차항을 확률변수(random variable)로 가정하는 것이다.

자가 형태의 주거 형태가 가장 높은 비율을 차지하고 있다. 남녀 모두 자가의 비율이 70% 이상이며, 전세는 19-23%, 월세는 4-5%를 차지하고 있다. 연령 별³⁾로 보더라도 자가의 비율이 가장 높게 나타나고 있는 가운데, 연령이 증가할수록 자가의 비율은 감소하고 있는 반면, 전세의 비율이 증가하는 경향을 보이고 있다. 이는 저연령 계층은 아직 학생이거나 경제적으로 독립하지 않은 상태에서 부모와 동거하기 때문에 자가의 비율이 높게 나타난 것으로 추정된다. 또한 연령이 높아질수록 취업자로 노동시장에 진입하여 경제적으로 독립한 청년층이 상당수 발생하기 때문에 자가는 아니어도 전세 또는 월세의 입주형태를 가지고 있는 것으로 추정된다. 거주지역 분포에 따라서는 수도권에 비해 비수도권에서 자가의 비율이 높게 나타나고, 수도권의 경우 전세의 비율이 높게 나타나고 있다. 부모님과 동거 여부에

따라서는 앞서 기술하였듯이 부모와 동거상태인 청년층보다는 경제적으로 독립한 청년층이 전세 및 월세의 비율이 상대적으로 높게 나타나고 있다.

또한 2010년과 비교하여 자가의 비율은 감소하고 전/월세의 비율은 증가한 것으로 나타나고 있다. 즉 청년층의 연령이 증가하면서 부모로부터 경제적으로 독립하게 되고, 노동시장에 진입하면서 취업자로 전환됨에 따라 경제적 부담이 큰 자가형태의 입주형태보다는 전/월세 형태의 입주형태로 진입한다고 볼 수 있다.

지역별 청년층의 입주형태(Table 2)를 성별로 구분하여 살펴보면, 전체적으로 수도권은 전세 및 월세의 비율이 비수도권에 비해 높게 나타난 반면, 비수도권은 자가형태의 입주 비율이 높은 것으로 확인되고 있다. 특히, 서울의 경우 청년층의 전세 비율이 35.9%, 월세 9.9%를 차지하고 있는 반면, 서울 및

Table 2. Distribution of Residential Types (Resident Type) by Gender by Region: 2020

(unit: %)

		Own House	Jeonse	Monthly Rent	Etc
Metropolitan Area	All	56.2	32.7	9.0	2.0
	Male	56.6	31.3	9.8	2.4
	Female	55.9	34.1	8.3	1.6
Non-Metropolitan Area	All	68.4	21.3	7.6	2.7
	Male	69.6	19.6	7.6	3.3
	Female	67.3	23.0	7.5	2.2
Seoul	All	52.3	35.9	9.9	2.0
	Male	53.0	35.2	9.3	2.5
	Female	51.6	36.5	10.4	1.5
Metropolitan	All	67.5	23.8	6.7	1.9
	Male	69.4	21.1	7.3	2.3
	Female	65.8	26.5	6.0	1.7
Others (Other than Seoul and Metropolitan Cities)	All	62.3	26.0	8.9	2.8
	Male	62.0	25.0	9.6	3.4
	Female	62.5	26.9	8.3	2.3

Source: Youth Panel (YP2007), Korea Employment Information Service (in Korean)

3) 연령은 조사 시점 당시의 연령이다.

광역시 이외 지역의 경우 전세 및 월세 비율이 각각 26%, 8.9%로 나타났다. 수도권 중에서는 서울은 자가형태로의 주거진입이 매우 어려운 상황이라 볼 수 있다. 특히 청년층의 경우 경제적 재정상황, 재정적 자립도 등이 불안정하기 때문에 상당수가 전/월세 형태의 주거특성을 유지하고 있는 것으로 추정된다. 또한 성별로 집단을 분리하여 보더라도 남녀 모두 비슷한 분포와 경향을 보이고 있다.

지역별 청년층의 경제활동상태에 따른 입주형태 (Table 3)를 보면, 수도권은 학생유형에서는 자가 72.6%, 전세 21.3%, 월세 5.4%이고, 취업자는 자가 53.5%, 전세 34.1%, 월세 9.9%, 미취업자는 자가 53.7%, 전세 36.2%, 월세 8.7%로 나타났다. 반면, 비수도권 지역에서는 학생유형에서는 자가 83.0%, 전세 10.6%, 월세 5.0%이고, 취업자는 자가 65.0%, 전세 23.2%, 월세 8.7%, 미취업자는 자가 66.9%, 전세 24.4%, 월세 6.1%로 나타났다. 전반적으로 학생

은 부모와 동거중인 경우가 대다수이기 때문에 자가의 형태를 유지하고 있다. 반면 취업자의 경우 수도권 지역 청년층의 자가 비율(53.5%)이 비수도권 청년층의 자가 비율(65.0%)보다 매우 낮은 상태이며, 전/월세 비율은 높은 것으로 나타나고 있어 수도권과 비수도권간의 청년층의 주거특성이 큰 격차를 보이고 있다.

5. 청년층의 주거특성에 미치는 영향요인 분석

5.1 기초통계

분석에 사용된 표본의 특징을 요약하면 다음과 같다(Table 4). 첫째, 입주형태가 자가 비율은 66%이고, 주택종류가 아파트 비율인 경우는 59%로 나타났다. 그리고 남성의 비율은 47%로 여성의 비율보다 6%p 낮게 나타났다. 최종학력은 고졸이하 41%, 전문대졸 20%, 대졸이상 39%로 나타났고, 경제활동

Table 3. Distribution of Housing Types (Resident Type) by Region and Economic Activity Status: 2020

(unit: %)

		Own House	Jeonse	Monthly Rent	Etc
Metropolitan Area	Student	72.6	21.3	5.4	0.7
	Employed	53.5	34.1	9.9	2.4
	Unemployed	53.7	36.2	8.7	1.5
Non-metropolitan Area	Student	83.0	10.6	5.0	1.3
	Employed	65.0	23.2	8.7	3.1
	Unemployed	66.9	24.4	6.1	2.6
Seoul	Student	69.8	25.1	3.6	1.5
	Employed	49.7	36.8	11.3	2.2
	Unemployed	47.6	41.0	9.7	1.7
Metropolitan	Student	82.7	12.1	4.2	1.1
	Employed	64.7	25.4	7.7	2.2
	Unemployed	66.2	26.8	5.2	1.8
Others (Other than Seoul and Metropolitan Cities)	Student	78.4	14.2	6.5	0.9
	Employed	58.5	28.2	9.8	3.5
	Unemployed	60.4	29.0	8.3	2.3

Source: Youth Panel (YP2007), Korea Employment Information Service (in Korean)

Table 4. Basic Statistics

Variable	All (N=90,851)		Employed (N=50,856)		
	Average	Standard Deviation	Average	Standard Deviation	
Wwn House	0.66	0.47	0.63	0.48	
Apartment	0.59	0.49	0.56	0.50	
Male	0.47	0.50	0.51	0.50	
Age	27.79	5.91	30.10	4.88	
Education	Less than High School	0.41	0.49	0.21	0.41
	College Graduate	0.20	0.40	0.26	0.44
	College Graduate or Higher	0.39	0.49	0.52	0.50
Economic Activity Status	Student	0.25	0.43	-	-
	Employed	0.56	0.50	-	-
	Unemployed	0.19	0.39	-	-
Head of Household	0.19	0.39	0.30	0.46	
Living with Parents	Living with Parents	0.62	0.48	0.55	0.50
	Temporary Independence	0.08	0.28	0.07	0.26
	Economic Independence	0.29	0.45	0.38	0.48
Residential Area 1: Metropolitan Area	0.52	0.50	0.52	0.50	
Residential Area 2	Seoul	0.21	0.41	0.21	0.41
	Metropolitan	0.37	0.48	0.38	0.48
	Others	0.42	0.49	0.41	0.49
Received Financial Support	0.27	0.44	0.02	0.13	
Employment Type	Full-Time Employee	-	-	0.80	0.40
	Temporary/Daily Work	-	-	0.12	0.32
	Non-Wage Worker	-	-	0.08	0.27
Enterprise Scale	Small Business	-	-	0.47	0.50
	Medium Enterprise	-	-	0.18	0.38
	Major Company	-	-	0.35	0.48
Wage Distribution	Less than 2 Million Won	-	-	0.30	0.46
	Less than 2 to 3 Million Won	-	-	0.40	0.49
	Less than 3-4 Million Won	-	-	0.18	0.39
	Over 4 Million Won	-	-	0.09	0.29

동상태에서는 학생비율이 25%, 취업자 56%, 미취업자 19%로 나타났다. 가구주인 경우가 19%이고, 부모와의 동거 상태인 청년층의 비율은 62%, 경제

적으로 독립한 경우는 29%로 나타났다. 거주지역이 수도권인 경우가 52%로 나타났다. 부모를 포함한 가족으로부터 경제적 지원을 받고 있는 경우가

27%로 나타났다. 취업자만을 대상으로 취업 특성을 살펴보면, 고용형태에서는 상용직 80%, 임시/일용직 12%, 비임금근로자 8%를 차지하고 있으며, 기업 규모에서는 소기업 47%, 중기업 18%, 대기업 35%의 비율을 보이고 있다. 마지막으로 임금분포에서는 '200만원 미만' 30%, '200-300만원 미만' 40%, '300-400만원 미만' 18%, '400만원 이상' 9%를 차지하고 있다.

5.2 실증분석 결과

Table 5는 전체 청년층을 대상으로 수도권 및 비수도권 지역으로 구분하여 주거특성(자가 여부)에 미치는 영향요인을 추정한 결과이다. 주요 분석결과를 요약하면 다음과 같다.

먼저 다른 조건이 일정한 상태에서 남성은 여성보다 자가의 주거 형태일 가능성이 높고, 연령은 높아질수록 자가의 가능성은 낮아진다. 학력에 따라서는 고졸이하 집단을 기준으로 학력이 높아질수록 주거의 특성이 자가일 확률이 높은 것으로 추정된다. 다음으로 경제활동상태를 기준으로 보면 학생과 취업자의 자가 가능성이 높게 나타났다. 가구주의 경우는 가구원에 비해 자가일 가능성이 낮은 것으로 나타났으며, 경제적으로 독립한 청년층은 독립하지 못하고 부모와 동거 상태인 청년층에 비해 자가일 가능성이 매우 높은 것으로 추정된다. 또한 지역별로는 수도권이 비수도권에 비해 자가일 가능성이 낮은 것으로 나타났으며, 경제적 지원을 받는 청년층의 자가 가능성이 높은 것으로 나타났다. 수도권과 비

Table 5. Analysis of Factors Affecting Residential Characteristics (Own House or Not) of Young People in the Metropolitan Area and Non-Metropolitan Areas (Logit Model): All Young People

	All		Metropolitan Area		Non-Metropolitan Area		
	Estimate	Standard Error	Estimate	Standard Error	Estimate	Standard Error	
Constant	2.157***	0.203	1.069***	0.260	2.800***	0.328	
Male (Standard: Female)	0.239***	0.017	0.158***	0.023	0.348***	0.027	
Age	-0.107***	0.014	-0.072***	0.018	-0.154***	0.022	
Age Squared	0.002***	0.000	0.002***	0.000	0.003***	0.000	
Education (Standard: High School Graduate or Lower)	College Graduate	0.243***	0.024	0.252***	0.032	0.228***	0.036
	College Graduate or Higher	0.442***	0.022	0.459***	0.029	0.414***	0.033
Economic activity status (standard: unemployed)	Student	0.447***	0.032	0.438***	0.040	0.430***	0.052
	Employed	0.214***	0.022	0.135***	0.030	0.297***	0.034
Head of Household (Standard: Member of the Household)	-0.942***	0.024	-0.769***	0.034	-1.130***	0.035	
Living with Parents (Standard: Living with Parents)	Temporary Independence	-0.646***	0.028	-0.701***	0.041	-0.617***	0.039
	Economic Independence	-1.394***	0.024	-1.434***	0.032	-1.339***	0.035
Metropolitan (Standard: Non-Metropolitan)	-0.644***	0.016	-	-	-	-	
Received Financial Support (Standard: None)	0.273***	0.026	0.199***	0.033	0.362***	0.042	
-2 LogL	116,039.28		62,855.48		51,835.72		
LR Test Statistic	14,836.01***		6,559.34***		7,045.54***		
N	90,851		46,935		43,916		

Note: * is statistically significant at 10%, ** at 5%, and *** at 1%.

수도권 지역을 구분하여 추정한 결과에서도 전체와 마찬가지로 추정계수값의 크기만 차이가 있을 뿐 추정결과의 경향은 유사하게 나타나고 있다.

Table 6은 취업한 청년층을 대상으로 수도권 및 비수도권 지역으로 구분하여 주거특성(자가 여부)에 미치는 영향요인을 추정한 결과이다. 다른 조건이 일정한 상태에서 남성은 여성보다 자가의 주거형태일 가능성이 높고, 연령은 높아질수록 자가의

가능성은 낮아진다. 학력에 따라서는 고졸이하 집단을 기준으로 학력이 높아질수록 주거의 특성이 자가일 확률이 높은 것으로 추정된다. 또한 가구주의 경우는 가구원에 비해 자가일 가능성이 낮은 것으로 나타났으며, 경제적으로 독립한 청년층은 부모와 동거 상태인 청년층에 비해 자가일 가능성이 매우 높은 것으로 추정된다. 또한 지역별로는 수도권이 비수도권에 비해 자가일 가능성이 낮은 것으로 나타났

Table 6. Analysis of Factors Affecting the Residential Characteristics (Own House or Not) of Young People in Metropolitan and Non-Metropolitan Areas (Logit Model): Young Workers

	All		Metropolitan Area		Non-Metropolitan Area		
	Estimate	Standard Error	Estimate	Standard Error	Estimate	Standard Error	
Constant	2.614***	0.344	1.393***	0.456	3.291***	0.529	
Male (Standard: Female)	0.271***	0.024	0.184***	0.031	0.384***	0.037	
Age	-0.119***	0.023	-0.079***	0.030	-0.164***	0.035	
Age Squared	0.003***	0.000	0.002***	0.000	0.003***	0.001	
Education (Standard: High School Graduate or Lower)	College Graduate	0.318***	0.030	0.326***	0.040	0.304***	0.045
	College Graduate or Higher	0.496***	0.028	0.499***	0.037	0.493***	0.042
Head of Household (Standard: Member of the Household)	-0.998***	0.029	-0.791***	0.040	-1.231***	0.042	
Living with Parents (Standard: Living with Parents)	Temporary Independence	-0.780***	0.040	-0.843***	0.058	-0.757***	0.055
	Economic Independence	-1.440***	0.029	-1.458***	0.039	-1.428***	0.042
Metropolitan (Standard: Non-Metropolitan)	-0.637***	0.021	-	-	-	-	
Received Financial Support (Standard: None)	0.021	0.078	0.039	0.106	-0.003	0.116	
Employment Type (Standard: Non-Wage Worker)	Full-Time employee	-0.113***	0.040	-0.123**	0.056	-0.091	0.058
	Temporary/Daily Work	-0.254***	0.049	-0.187***	0.066	-0.339***	0.073
Enterprise Scale (Standard: Small Business)	Medium Enterprise	0.136***	0.030	0.123***	0.040	0.156***	0.045
	Major Company	0.054**	0.025	0.075*	0.034	0.033	0.038
Wage Distribution (Standard: Less than 2 Million Won)	Less than 2 to 3 Million Won	0.071***	0.026	0.064*	0.035	0.081**	0.039
	Less than 3-4 Million Won	0.140***	0.034	0.050	0.045	0.258***	0.053
	Over 4 Million Won	0.297***	0.044	0.225***	0.056	0.380***	0.069
-2 LogL	67,270.50		36,200.10		30,433.56		
LR Test Statistic	9,708.67***		4,451.52***		4,709.03***		
N	50,856		26,529		24,327		

Note: * is statistically significant at 10%, ** at 5%, and *** at 1%.

으며, 경제적 지원을 받는 청년층의 자가 가능성이 높은 것으로 나타났다. 취업특성에서는 상용직 및 임시/일용직이 비임금근로자에 비해 자가일 가능성이 낮고, 소기업 종사자보다 중기업 대기업 종사자의 자가가능성이 높은 것으로 나타났다. 마지막으로 임금수준이 높아질수록 자가일 가능성이 높은 것으로 추정된다.

종합적으로 보면 남성, 고학력층, 비수도권, 고소득 청년층이 자가형태의 주거특성을 가지고 있는 것으로 확인된다. 하지만, 이들 중 상당수는 부모와 동거 중인 청년층인 것으로 보인다. 즉, 취업상태이고, 높은 수준의 소득을 얻고 있지만, 경제적으로 독립하지 않고 부모가 소유한 주택에 동거하고 있는 것이다. 반면, 경제적으로 독립한 경우는 자가일 가

능성이 낮고, 전세 또는 월세 형태의 주거를 가지고 있는 것으로 보인다. 즉, 경제적으로 독립하였지만, 노동시장에 진입하여 소득을 획득한 기간이 짧기 때문에 경제적 비용이 많이 드는 자가 형태보다는 전/월세 중심으로 주거형태를 가지고 있는 것으로 판단된다. 특히 수도권 지역의 주택가격이 비수도권에 비해 월등히 높기 때문에 수도권보다는 비수도권에 거주하는 청년층의 자가 가능성이 높게 나타나고 있다.

Table 7은 전체 청년층을 대상으로 수도권 및 비수도권 지역으로 구분하여 주거특성(아파트 거주 여부)에 미치는 영향요인을 추정한 결과이다. 주요 분석결과를 요약하면 다음과 같다.

먼저 다른 조건이 일정한 상태에서 연령이 높아질

Table 7. Analysis of Factors Affecting the Residential Characteristics (Apartment Residence or Not) of Young People in Metropolitan and Non-Metropolitan Areas (Logit Model): All Young People

	All		Metropolitan Area		Non-Metropolitan Area		
	Estimate	Standard Error	Estimate	Standard Error	Estimate	Standard Error	
Constant	1.093***	0.179	0.798***	0.246	1.447***	0.264	
Male (Standard: Female)	0.017	0.015	0.016	0.021	0.010	0.022	
Age	-0.104***	0.012	-0.095***	0.017	-0.117***	0.018	
Age Squared	0.002***	0.000	0.002***	0.000	0.002***	0.000	
Education (Standard: High School Graduate or Lower)	College Graduate	0.253***	0.022	0.324***	0.030	0.147***	0.032
	College Graduate or Higher	0.595***	0.020	0.811***	0.027	0.361***	0.029
Economic Activity Status (Standard: Unemployed)	Student	0.479***	0.028	0.526***	0.038	0.386***	0.042
	Employed	-0.066***	0.021	-0.045	0.029	-0.109***	0.031
Head of Household (Standard: Member of the Household)	-0.565***	0.023	-0.519***	0.033	-0.608***	0.033	
Living with Parents (Standard: Living with Parents)	Temporary Independence	-0.203***	0.026	-0.394***	0.040	-0.039	0.033
	Economic Independence	0.213***	0.022	-0.097***	0.031	0.528***	0.032
Metropolitan (Standard: Non-Metropolitan)	-0.052***	0.014	-	-	-	-	
Received Financial Support (Standard: None)	0.157***	0.023	0.236***	0.031	0.087**	0.034	
-2 LogL	123,177.03		63,863.72		59,292.39		
LR Test Statistic	2,613.61***		1,919.92***		1,153.40***		
N	90,851		46,935		43,916		

Note: * is statistically significant at 10%, ** at 5%, and *** at 1%.

수록 아파트 거주 가능성은 낮아진다. 학력에 따라서는 고졸이하 집단을 기준으로 학력이 높아질수록 주거의 특성이 아파트일 확률이 높은 것으로 추정된다. 다음으로 경제활동상태를 기준으로 보면 학생은 아파트일 가능성이 높은 반면, 취업자는 아파트 거주 가능성이 낮게 나타났다. 가구주의 경우는 가구원에 비해 아파트 거주 가능성이 낮은 것으로 나타났다. 경제적으로 독립한 청년층은 부모와 동거

상태인 청년층에 비해 아파트 거주 가능성이 높은 것으로 추정된다. 또한 지역별로는 수도권권이 비수도권에 비해 아파트 거주 가능성이 낮은 것으로 나타났다. 경제적 지원을 받는 청년층의 아파트 거주 가능성이 높은 것으로 나타났다. 수도권과 비수도권 지역을 구분하여 추정한 결과에서도 전체와 마찬가지로 추정계수값의 크기만 차이가 있을 뿐 추정결과의 경향은 유사하게 나타나고 있다.

Table 8. Analysis of Factors Affecting the Residential Characteristics (Apartment Residence or Not) of Young People in Metropolitan and Non-Metropolitan Areas (Logit Model): Young Workers

	All		Metropolitan Area		Non-Metropolitan Area		
	Estimate	Standard Error	Estimate	Standard Error	Estimate	Standard Error	
Constant	0.986***	0.318	1.339***	0.441	0.490***	0.462	
Male (Standard: Female)	-0.019	0.021	-0.017	0.029	-0.044	0.030	
Age	-0.121***	0.021	-0.147***	0.030	-0.089***	0.031	
Age Squared	0.003***	0.000	0.003***	0.000	0.002***	0.001	
Education (Standard: High School Graduate or Lower)	College Graduate	0.319***	0.027	0.425***	0.037	0.179***	0.039
	College Graduate or Higher	0.621***	0.025	0.857***	0.035	0.365***	0.037
Head of Household (Standard: Member of the Household)	-0.599***	0.028	-0.525***	0.039	-0.661***	0.039	
Living with Parents (Standard: Living with Parents)	Temporary Independence	-0.239***	0.037	-0.542***	0.059	0.021	0.049
	Economic Independence	0.146***	0.027	-0.193***	0.038	0.485***	0.039
Metropolitan (Standard: Non-Metropolitan)	-0.062***	0.019	-	-	-	-	
Received Financial Support (Standard: None)	0.102	0.072	0.208**	0.102	0.017	0.101	
Employment Type (Standard: Non-Wage Worker)	Full-Time Employee	0.194***	0.036	0.131**	0.052	0.268***	0.051
	Temporary/Daily Work	0.183***	0.044	0.094	0.062	0.278***	0.064
Enterprise Scale (Standard: Small Business)	Medium Enterprise	0.025	0.026	-0.017	0.037	0.053	0.038
	Major Company	0.131***	0.023	0.188***	0.032	0.047	0.032
Wage Distribution (Standard: Less than 2 Million Won)	Less than 2 to 3 Million Won	0.047**	0.023	-0.023	0.033	0.123***	0.033
	Less than 3-4 Million Won	0.200***	0.031	0.135***	0.043	0.265***	0.045
	Over 4 Million Won	0.600***	0.041	0.560***	0.055	0.637***	0.064
-2 LogL	69,691.30		36,411.81		33,275.08		
LR Test Statistic	2,324.27***		1,759.78***		929.67***		
N	50,856		26,529		24,327		

Note: * is statistically significant at 10%, ** at 5%, and *** at 1%.

Table 8은 취업한 청년층을 대상으로 수도권 및 비수도권 지역으로 구분하여 주거특성(아파트 거주 여부)에 미치는 영향요인을 추정한 결과이다. 다른 조건이 일정한 상태에서 연령은 높아질수록 아파트 거주 가능성은 낮아지고, 학력에 따라서는 고졸이하 집단을 기준으로 학력이 높아질수록 아파트 거주 확률이 높은 것으로 추정된다. 또한 가구주의 경우는 가구에 비해 거주공간이 아파트일 가능성이 낮은 것으로 나타났으며, 경제적으로 독립한 청년층은 부모와 동거 상태인 청년층에 비해 거주공간이 아파트일 가능성이 높은 것으로 추정된다. 또한 수도권 거주 청년층이 비수도권에 비해 아파트 거주 가능성이 낮은 것으로 나타났다. 취업특성에서는 상용직 및 임시/일용직이 비임금근로자에 비해 주거환경이 아파트일 가능성이 낮고, 소기업 종사자보다 대기업 종사자의 아파트 거주 가능성이 높은 것으로 나타났다. 마지막으로 임금수준이 높아질수록 자가일 가능

성이 높은 것으로 추정된다.

종합적으로 보면 고학력층, 경제적으로 독립, 비수도권 임금근로자, 대기업 종사자, 고소득 청년층이 아파트 거주 가능성이 높은 것으로 확인된다. 하지만, 이들 중 상당수는 전세 및 월세 형태의 입주형태일 가능성이 높다. 특히 부모로부터 경제적으로 독립한 청년층의 경우는 아파트를 자가 형태로 소유하기에는 아직까지 경제적으로 재정상태가 여유롭거나 축적되지 못했기 때문에 전세 또는 월세로 아파트에 거주하는 것으로 보인다. 또한 수도권의 경우 경제적으로 독립한 청년층의 아파트 거주 가능성은 낮은 것으로 나타나고 있다.

Table 9는 패널로짓모형을 적용하여 고정효과모형과 임의효과모형의 추정 결과를 제시한 표이다.

합동로짓모형을 이용한 추정은 개인의 관찰되지 않은 특성을 통제하지 않은 것이라는 점을 고려할 필요가 있기 때문에 이를 통제한 패널로짓 모형의

Table 9. Analysis of Factors Affecting Residential Characteristics (Own house or Not) of Young People (Panel Logit Model): All Young People

	Fixed Effects		Random Effects		
	Estimate	Standard Error	Estimate	Standard Error	
Male (Standard: Female)	-	-	0.592***	0.104	
Age	-0.511***	0.040	-0.494***	0.037	
Age Squared	0.009***	0.001	0.009***	0.001	
Education (Standard: High School Graduate or Lower)	College Graduate	0.225	0.147	0.379***	0.114
	College Graduate or Higher	-0.126	0.120	0.466***	0.095
Economic Activity Status (Standard: Unemployed)	Student	0.110	0.106	0.539***	0.090
	Employed	0.269***	0.054	0.320***	0.053
Head of Household (Standard: Member of the Household)	-1.509***	0.059	-2.028***	0.063	
Living with Parents (standard: Living with Parents)	Temporary Independence	-1.686***	0.069	-1.897***	0.068
	Economic Independence	-2.650***	0.059	-3.270***	0.062
Metropolitan (Standard: Non-Metropolitan)	-0.440***	0.116	-1.444***	0.082	
Received Financial Support (Standard: None)	0.178***	0.065	0.317***	0.060	
Constant	-	-	10.989***	0.548	
LR-chi2/Wald-Test	8,153.32		6,803.36		
Number of Obs	33,012		90,851		

Note: * is statistically significant at 10%, ** at 5%, and *** at 1%.

추정결과에서는 다소 다른 결과를 보인다. 하우스만 검증 결과⁴⁾는 개인의 미관측 이질성과 설명변수들이 독립이라는 귀무가설이 기각되는 것으로 나타나 임의효과모형 보다는 고정효과모형이 더 좋은 모형이라고 판단된다.

주요 분석결과를 살펴보면, 전체 표본을 대상으로 분석한 결과, 고정효과모형에서는 다른 조건이 일정한 상태에서 연령이 증가할수록 주거특성이 자가일 가능성이 낮고, 미취업자를 기준으로 취업자의 자가 가능성이 높은 것으로 나타났다. 가구주의 경우는 자가 가능성이 낮고, 부모와의 동거 여부서는 일시적으로 독립한 청년층 및 경제적으로 독립한 청년층의 경우가 기준집단인 부모와 동거중인 청년층에 비해 자가 거주가능성이 높은 것으로 확인된다. 또한 경제적 지원을 받는 경우 자가 가능성이 높은 것으로 추정된다. 임의효과모형에서는 다른 조건이 일정한 상태에서 남성이 여성보다 자가 거주 가능성이 높고, 연령이 증가할수록 자가일 가능성이 낮고, 학력이 높아질수록 주거형태가 자가일 확률이 높은 것으로 확인된다. 또한 미취업자를 기준으로 학생과 취업자의 자가가능성이 높은 것으로 나타났으며, 거주지역에서는 수도권이 비수도권에 비해 자가일 가능성이 낮다. 마지막으로 경제적 지원을 받는 경우 자가 가능성이 높은 것으로 추정된다.

6. 요약 및 시사점

본 연구에서는 청년층의 주거 관련 특성 현황들을 정리해보고, 보다 심층적으로 주거의 특성들(자가 여부, 아파트 거주 여부)에 미치는 영향요인을 추정하였다. 또한 취업한 청년층의 경우 취업특성을 고려하여 주거 특성에 미치는 영향을 함께 관찰하였다.

분석자료는 한국고용정보원이 현재 기준으로 공개하고 있는 청년패널조사(YP2007) 4-14차(2010~2020년) 자료이다.

주요 분석 결과를 요약 및 정리하면 다음과 같다.

첫째, 2020년 결과를 기준으로 자가 형태의 주거 형태가 가장 높은 비율을 차지하고 있다. 남녀 모두 자가의 비율이 60% 이상이며, 전세는 25-28%, 월세는 7-8%를 차지하고 있다. 연령별로 보더라도 자가의 비율이 가장 높게 나타나고 있는 가운데, 연령이 증가할수록 자가의 비율은 감소하고 있는 반면, 전세 및 월세의 비율이 증가하는 경향을 보이고 있다. 거주지역 분포에 따라서는 수도권에 비해 비수도권에서 자가의 비율이 높게 나타나고, 수도권의 경우 전세의 비율이 높게 나타나고 있다.

둘째, 전체적으로 수도권은 전세 및 월세의 비율이 비수도권에 비해 높게 나타난 반면, 비수도권은 자가형태의 입주 비율이 높은 것으로 확인되고 있다. 특히, 서울의 경우 청년층의 전세 비율이 35.9%, 월세 9.9%를 차지하고 있는 반면, 서울 및 광역시 이외 지역의 경우 전세 및 월세 비율이 각각 26%, 8.9%로 나타났다. 수도권 중에서는 서울은 자가형태로의 주거진입이 매우 어려운 상황이라 볼 수 있다. 특히 청년층의 경우 경제적 재정상황, 재정적 자립도 등이 불안정하기 때문에 상당수가 전/월세 형태의 주거 특성을 유지하고 있는 것으로 추정된다.

셋째, 주거특성(자가 여부)에 미치는 영향요인을 실증적으로 추정한 결과, 남성, 고학력층, 비수도권, 고소득 청년층이 자가형태의 주거특성을 가지고 있는 것으로 확인된다. 하지만, 이들 중 상당수는 부모와 동거 중인 청년층인 것으로 보인다. 즉, 취업상태이고, 높은 수준의 소득을 얻고 있지만, 경제적으로 독립하지 않고 부모가 소유한 주택에 동거하고 있는

4) 하우스만 검증 결과(Hausman Test for Random Effects)

DF	m Value	Pr > m
11	-1,327.22	<.0001

것이다. 반면, 경제적으로 독립한 경우는 자가일 가능성이 낮고, 전세 또는 월세 형태의 주거를 가지고 있는 것으로 보인다. 즉, 경제적으로 독립하였지만, 노동시장에 진입하여 소득을 획득한 기간이 짧기 때문에 경제적 비용이 많이 드는 자가 형태보다는 전/월세 중심으로 주거형태를 가지고 있는 것으로 판단된다. 특히 수도권에 거주하는 비수도권에 비해 월세 비중이 높기 때문에 수도권보다는 비수도권에 거주하는 청년층의 자가 가능성이 높게 나타나고 있다.

넷째, 고학력층, 경제적으로 독립, 비수도권, 임금근로자, 대기업 종사자, 고소득 청년층이 아파트 거주 가능성이 높은 것으로 확인된다. 하지만, 이들 중 상당수는 전세 및 월세 형태의 입주형태일 가능성이 높다. 특히 부모로부터 경제적으로 독립한 청년층의 경우는 아파트를 자가 형태로 소유하기에는 아직까지 경제적으로 재정상태가 여유롭거나 축적되지 못했기 때문에 전세 또는 월세로 아파트에 거주하는 것으로 보인다. 또한 수도권의 경우 경제적으로 독립한 청년층의 아파트 거주 가능성은 낮은 것으로 나타나고 있다.

종합해서 보면 남성, 고학력층, 취업한 청년층은 자가 및 아파트 거주가능성이 높지만, 이들 중 상당수는 부모와 동거중인 경우로 보인다. 반면, 노동시장에 진입하여 취업에 성공한지 얼마되지 않은 사회초년생, 또는 경제적으로 독립한 가구주인 청년층의 경우 전/월세의 입주형태와 아파트가 아닌 다세대, 빌라, 오피스텔 등의 주택에 거주하는 경우가 많은 것으로 추정된다. 경제적으로 재정상태가 좋은 일부 청년층 또는 임금수준이 높은 양질의 일자리에 진입한 청년층을 제외하고는 임시/일용직, 중소기업, 저임금의 고용상태가 취약한 청년층은 열악한 주거환경에 노출되어 있을 것으로 추정된다.

청년들이 겪고 있는 주거 문제는 크게 세 가지 양상으로 전개되어 나타나는데, 첫째는 과도한 주거비 부담, 둘째는 열악한 주거 환경, 마지막으로 공공

의 역할 부재이다. 특히, 한국사회의 자산불평등의 핵심인 부동산은 전 세대에게 영향을 미치는데 심각한 주거 문제를 겪고 있는 청년들은 정책 대상에서 지속적으로 소외 및 배제되어왔다. 이러한 환경속에서 청년층은 공공임대주택을 포함한 주거지원에 대한 경험이 매우 적을 수밖에 없다. 따라서 자연스럽게 관련 주거지원 정책에 대하여 관심이 떨어지게 되며 주거지원 정책에 대한 접촉을 저하시키게 된다. 따라서 입주 가능한 주택이 나왔다 하더라도 정보에 대한 관심과 접근이 어려운 청년들은 지원을 하지 않거나 포기해 버리는 악순환이 일어날 수밖에 없는 상황이다. 미래 사회의 중요한 인적자원이자 자산인 청년층이 주거, 일자리, 결혼 등의 문제로부터 벗어나 제 역할을 할 수 있는 여건을 마련하기 위해서는 주택 마련 및 임대 등에 소요되는 비용이 청년층의 경제적 상황과 수준 등 청년층의 눈높이에 맞추어서 이루어져야 한다. 청년층의 일자리 문제에 대한 개선과 지원정책을 강화함과 동시에 주거문제의 개선 및 대책도 충분히 검토되어야 한다.

소득 대비 주거비 부담(RIR)이 20~30%가 되면 주택바우처 등 주거지원 대상으로 삼는 미국·독일 등 해외의 정책사례들을 참고할 필요가 있다. 특히, 고용상태가 취약하거나 실업상태인 미취업 청년층의 경우 주거비 부담이 점차 가중되고 있기 때문에 이들에 대해 신속히 주거지원 프로그램을 제공해야 한다. 또한 경과형 임대주택이나 셰어하우스 등도 여러 대안 중 하나로 제안되고 있기 때문에 청년 주거문제에 대한 획기적 발상을 통한 종합적 정책 마련이 시급하다. 또한 기존 주택을 매입 또는 리모델링하여 활용하는 방법도 가능하다. 공공-민간 협업 방식을 도입하여 토지는 공공이 저렴하게 대여하고 건축 및 운영은 민간에게 맡기는 방안도 충분히 고려할만 하다.

현재 행복주택 및 임대주택 등 주택공급은 청년층 사이에 수요가 높은 정책이지만 경쟁률이 매우 높아

입주대상으로 선정되기가 어려운 실정이다. 특히, 공공임대주택은 입주자의 주거비 부담을 경감시키고 주거 환경을 개선시킬 뿐만 아니라 민간 임대 시장을 간접적으로 규제하는 효과도 가진다. 공공임대주택이 충분히 공급되면 임차인들은 선택할 수 있는 대안이 생기고 이는 민간임대주택의 임대료 상승을 억제하는 장치가 될 수 있다. 가장 소득이 낮은 계층이 소득과 지출에서 가장 높은 비율을 주거비로 지출하고 있지만, 민간이 제공하는 임대주택 외에는 다른 선택의 여지가 없기 때문에 불균형한 임대차 관계가 유지되고 있다. 따라서 청년층이 공공임대주택에 충분히 입주할 수 있도록 공급량을 확대하는 등 정책적 노력이 제고되어야 한다. 또한 향후 청년층을 위한 원활한 임대주택 공급을 위해서는 양적 측면과 더불어 질적인 측면에서 청년층의 주거수요를 반영한 임대주택 공급이 필요하다. 특히, 1인 가구, 신혼부부 등 가구 형태의 변화에 따라 세분화하여 가구 형태별 주거수요에 적합한 적정 주거 면적 등 주거환경의 임대주택을 설계하여 공급해야 한다. 또한, 학교나 직장과의 거리, 교통 편의성, 주거비 부담 수준 등 청년의 다양한 주거수요 요인을 충분히 파악하여 설계해야 한다.

대학생, 취업 및 창업준비생, 사회초년생과 같은 청년층은 우리사회의 미래를 짊어질 세대들이다. 하지만 다른 연령대에 비해 취약한 고용 및 주거환경으로 인한 절대빈곤에 시달리는 현상이 쉽게 해소되기는 어려울 수 있다. 소위 '삼포세대'의 암울한 현실 이면에는 스스로 해결하기 어려운 저성장, 인구고령화 등 사회구조적 변화가 자리 잡고 있기 때문이다. 주거문제는 청년층의 이런 고단한 삶을 더욱 힘들게 하며 이것이 그들의 정상적 사회 진입을 어렵게 하고, 삶의 질을 저하시키는 악순환을 반복시킬 것이다. 하루빨리 미래를 이끌어갈 우리사회의 자산이자 미래사회의 주역인 청년들의 주거문제가 개선 및 해결되기를 기대한다.

본 연구는 청년층 전체를 중심으로 분석하였기 때문에 청년층 내에서의 집단별 특징을 정확히 분석하는 데는 일부 한계가 존재하고 있다. 후속 연구에서는 청년층을 다양한 집단별로 세분화시켜 심층적으로 분석하도록 노력하겠다.

참고문헌

1. 김동원·배민경·박승훈(2016), "수도권과 광역권의 청년 임차가구 주거비 부담 실태에 관한 연구", 「한국주거학회 2016 추계학술발표대회 논문집」, 28(2): 210~215.
2. 김선주(2020), "1인가구의 연령대별 특성과 주거만족도", 「주택도시연구」, 10(1): 39~62.
3. 김형균(2019), "1인 가구 증가에 대한 세계의 대응", 「국제사회보장리뷰」, 11: 5~15.
4. 배병우·남진(2013), "서울시 거주 대학생의 주거비 부담능력 분석", 「서울도시연구」, 14(1): 23~38.
5. 변수정(2018), 「청년층의 주거특성과 결혼 간의 연관성 연구」, 세종: 한국보건사회연구원.
6. 이무선(2017), "다항 로짓모형을 이용한 청년 1인가구의 주거 점유형태 영향요인 분석", 「한국산학기술학회논문지」, 17(6): 469~481.
7. 이태진·김태완·정의철·최은영·임덕영·윤여선·최준영·우선희(2016), 「청년 빈곤 해소를 위한 맞춤형 주거지원 정책방안」, 세종: 한국보건사회연구원.
8. 이현정(2015a), "2012년 주거실태조사에 나타난 청년 임차가구의 지역별 주거 실태 비교", 「한국주거학회논문집」, 26(1): 81~90.
9. 이현정(2015b), "수도권 사회진출초기 임차자의 주거비 실태", 「한국주거학회논문집」, 26(1): 71~79.
10. 이현정·김모운(2019), "청년층 1인 가구의 사회경제적 지위 및 주거수준 변화에 관한 중단적 연구", 「한국주거학회논문집」, 30(4): 55~64.
11. 정희주·오동훈(2014), "청년세대 1·2인 가구 주택점유형태에 영향을 미치는 요인에 관한 연구", 「국토계획」, 49(2): 95~113.
12. 한국고용정보원 「청년패널조사」, 2010~2020년.
13. Ermisch, J. (1999), "Prices, Parents and Young People's Household Formation", *Journal of Urban*

- Economics*, 45(1): 47~71.
14. Ermisch, J. and P. Di Salvo (1997), "The Economic Determinants of Young People's Household Formation", *Economica*, 64(256): 627~644.
15. Haurin, D., P. Hendershott and D. Kim (1993), "The Impacts of Real Rents and Wages on Household Formation", *Review of Economics and Statistics*, 76(2): 284.
16. Haurin, D., P. Hendershott and S. Bourassa (1997), "Home or Alone: The Costs of Independent Living for Youth", *Social Science Research*, 26(2): 135.
17. Korea Employment Information Service, "Youth Panel", 2010-2020. (in Korean)

요약

본 연구에서는 한국고용정보원의 청년패널조사(YP2007) 4-14차(2010~2020년) 자료를 이용하여 청년층의 주거 관련 특성 현황들을 정리해보고, 심층적으로 주거의 특성들(자가 여부, 아파트 거주 여부)에 미치는 영향요인을 추정하였다. 분석 결과, 남성, 고학력층, 취업한 청년층은 자가 및 아파트에 거주할 가능성이 높지만, 이들 중 상당수는 부모와 동거중인 것으로 보인다. 반면, 경제적으로 독립한 청년층의 경우, 전/월세 형태의 입주형태와 다세대, 빌라, 오피스텔 등의 주택에 거주하는 경우가 많은 것으로 추정된다. 청년층이 주거, 일자리, 결혼 등의 문제로부터 벗어나 제 역할을 할 수 있는 여건을 마련하기 위해서는 주택마련 및 임대 등에 소요되는 비용이 청년층의 경제적 상황과 수준 등에 맞게 맞추어져야 하겠다.

주제어 : 주거, 합동로짓, 고정효과모형, 임의효과모형

패널자료를 이용한 신혼가구의 주택점유형태와 출산 관계 연구*

Analysis of Relationship between Housing Tenure and Birth in Newlywed Couples by Using Panel Data

신형섭**

Hyungsub Shin**

Abstract

In this study, we investigate the interrelationship between housing tenure and childbirth by exploiting the correlation probability effect method that accounts for household heterogeneity. Using the newlywed household panel from 2011 to 2022, we find that home ownership has a positive impact on childbirth in newlyweds. Specifically, newlywed households with housing tenure show a 6.2%p higher birth rate and a 5.7%p higher second childbirth than newlywed households living in rented houses. For the case of first childbirth, we employ the probability effect probit model since the endogeneity was not detected between housing tenure and birth rate. We document the differential effects of housing tenure on childbirth in that the first childbirth rate is higher for households without housing tenures. The negative effects on first childbirth could be attributed to the economic burden due to initial housing ownership, while housing tenure could eventually provide housing stability, leading to positive effects on more than one childbirth. Finally, we identify that households with childbirth over the last year show a 4.2%p and 3.9%p lower probabilities of housing tenure in the total sample and second childbirth sample, respectively. This suggests that the increased living cost due to childbirth could delay home ownership.

Keywords : Newly-Married Households, Birth, Housing Tenure, Correlated Random Effect

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

저출산 문제가 해마다 심각해지고 있다. 관계부처 합동(2021)에 따르면 출산률 하락은 심화되고 있으며 합계출산율이 2019년에는 0.92명까지 하락하고, 같은 해 출생아 수도 30만명 초반 수준으로 급격히 감소하였다. 통계청(2021)의 2020년 기준 신혼부부통계 결과에 따르면, 결혼 5년 이내 신혼부부는

118.4만쌍으로 전년 대비 6.1% 감소했으며 초혼 신혼부부 중에서 유자녀 비중은 55.5%로 전년 대비 2.0%p 하락하였고 평균 출생아수도 0.68명으로 전년도의 0.71명보다 감소하였다.

통계청(2021)에 따르면 주택을 소유한 부부가 자녀를 출산한 비중은 61.4%로 무주택 부부보다 10%p 가량 높았으며, 주택을 보유한 부부의 평균 출생아 수는 0.76명으로 무주택 부부보다 0.14명 많았다. 한편 신혼부부의 2019년 대출잔액(중양값)은 1억

*본 논문은 신형섭(2022)의 박사학위 논문 내용 중 일부를 수정·보완하여 작성하였음.

**LH 토지주택연구원 주거복지연구실 책임연구원(hsshin@lh.or.kr)

1,208만 원으로 전년보다 12.1% 증가하였음에도 주택소유율은 42.9%로 2015년 관련 통계가 집계된 이후 처음으로 전년 대비 1%p 가량 낮아졌다.

정부는 신혼부부를 주거약자계층으로 인식하고 많은 주택정책을 추진해 왔고, 최근에는 신혼부부를 대상으로 하는 정책대출상품의 금리를 추가로 인하하는 등 지원을 강화하는 추세이다. 또한 정부는 장기간 지속되어 온 저출산을 해결하기 위해 영아기 보육료 지원을 중심으로 2025년까지 196조원을 투입할 계획이다. 하지만 그러한 대책의 효과가 그다지 크지 않았고 정부가 발표한 향후 출산 대책 또한 실효성에 대한 의문이 계속 제기되고 있는 실정이다. 최근 국내에서는 주택가격 상승에 따른 자가보유가 어려워지는 상황 등을 반영하여 자가와 임차 간 주택점유형태를 중심으로 출산에 미치는 영향에 관한 연구가 이루어졌다. 그런데 이러한 자가점유가 세대에 주거안정성 확보 등으로 인한 긍정적효과와 구매비용 과다지출 등의 부정적 효과 중 어떠한 영향이 큰지에 따라 자가점유의 출산에의 영향이 다르게 평가될 수 있다. 그동안의 출산에 대한 연구에서는 자가점유와 출산간의 내생성 문제를 고려하지 못하거나 패널분석 방법론을 적용하지 않아 가구의 관찰되지 않는 이질성을 통제하지 못하였다(신형섭·정의철, 2021; 천현숙 외, 2016; 천현숙 외, 2013; 이삼식, 2013)

또한 대부분의 연구가 신혼가구의 주택점유형태가 미치는 영향만을 분석하여 출산이 주택점유형태에 미치는 영향은 대체로 고려하지 않아 출산이 주거에 미치는 연구는 극히 제한적으로 이루어졌다(박천규·이영, 2010; Ermisch and Pevalin, 2004; Feijten and Mudler, 2002).

선진국가에서 자가보유를 포함한 주거 환경과 출산 변화는 항상 연관되어 있음(Vignoli et al., 2013)을 볼 때 신혼부부의 출산율과 주택보유율은 연관되어 살펴볼 필요가 있다. 출산과 자가보유비중은 여

러 가지 다양한 영향을 동시에 받고 있으며 상호 연관성을 복합적으로 가지고 있다.

이에 본 연구에서는 신혼가구의 주택점유형태와 출산간의 상호간의 영향을 살펴보고 영향력의 정도가 얼마나 차이가 나는지도 살펴보고자 한다. 이는 신혼가구의 주거안정성 확보와 출산문제 해결을 위한 정책적 시사점을 제공할 수 있다는 데에서 중요한 의미를 가질 것이다. 또한 출산으로 인한 영향은 생애전반에 걸쳐 발생하므로 결혼을 하는 단계부터 첫 자녀 출산, 추가자녀 출산에 따른 정책적 고려가 필요하다. 출산은 생애주기에 걸쳐 일어나는 과정이므로 자녀가 1명인 가구는 2자녀를 출산하도록, 2자녀가구는 3자녀를 출산하는데 도움이 되어야 출산지원정책으로서 효과를 거둘 수 있다(천현숙 외, 2013). 이를 위해 본 연구에서는 첫 출산과 추가 출산을 구분하여 모형을 설정함으로써 이들의 출산지원정책이 어떻게 차별적으로 이루어져야 하는지를 제시하였다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 선행연구와 비교하여 다음과 같은 측면에서 차별점을 가지고 있다. 첫째, 자가점유여부는 출산에 대한 추정방정식의 오차항과 상관성을 가질 가능성이 높다. 따라서 설명변수의 내생성을 통제하여 모형을 추정하여 일관적인 추정계수를 산출하였다.

둘째, 그동안의 연구는 대부분 한 시점만을 대상으로 분석하여 시간에 따라 변하지 않는 가구의 이질성을 통제하지 못하였는데 본 연구에서는 상관확률효과(Correlated Random Effect) 이변량 프로빗 모형을 사용하여 이를 고려하였고, 가구의 이질성을 통제하지 못한 기존의 방법과의 결과 차이를 분석하였다.

셋째, 기존의 연구에서 자가점유가 출산에 미치는 영향은 다수 분석이 되었으나 그 역의 관계인 출산

이 자가점유에 미치는 영향에 대한 분석은 활발하지 못하였다. 본 연구에서는 출산이 자가점유의 영향을 미치는 영향을 자가점유가 출산에 미치는 영향을 분석한 방법론과 동일하게 분석하여 차이점을 제시하였다.

본 연구는 다음과 같이 구성된다. 먼저 제II장에서는 자가점유와 출산 간의 관계를 중심으로 선행연구를 검토하였다. 제III장에서는 실증분석 모형을 제시하고 자료 및 변수측정에 대하여 제시하였다. 제IV장에서는 추정된 결과를 해석하였고, 제V장에서는 본 연구의 결론과 시사점을 제시하였다.

2. 선행연구 검토

신혼가구의 주거선택과 관련된 국내 연구들은 자가 또는 임차로 구분되는 주택점유형태의 결정 요인들을 분석하였다.

정관석·이재우(2018)는 결혼 5년 이내이고, 40세 미만인 최초로 주택에 입주한 신혼가구를 대상으로 실시한 설문을 기반으로 신혼가구의 주택점유형태에 미치는 결정요인들을 분석하였다. 분석 결과, 주택구입을 위한 부모의 경제적 지원을 받지 않은 가구보다 경제적 지원을 받을수록, 부모의 경제적 지원 규모가 클수록 신혼부부의 자가점유 선택 확률이 높아지는 것으로 나타났다.

장지영·정의철(2019)은 주거실태조사 자료로 가구주 연령이 39세 이하인 청년가구 중 혼인기간 5년 이내인 가구를 신혼가구로 정의하여 신혼가구가 주택점유형태 결정 시 주택자금대출 제약조건의 영향을 추정하였으며, 혼인기간이 6년 이상인 청년부부가구와 부부가구가 아닌 기타 청년가구 집단에 대해서도 동일하게 추정하여 결과를 비교하였다. 분석 결과, DTI규제와 같은 소득제약은 신혼가구 주택구입에 큰 제약이 되지 않으나 LTV규제와 같은 자산제약은 자가점유 선택에 부정적인 영향을 주는 것을

밝혀 냈다.

출산은 신혼시기에 많이 이루어지므로 주택점유형태에 미치는 요인들에 대한 연구도 주로 결혼 5년 이내 신혼부부로 한정하였다. 그동안의 출산에 미치는 영향에 대한 연구는 주로 사회복지적 측면에서 인구학적, 사회·경제적 요인들이 연구되었다. 최근에는 주거요소가 출산에 미치는 영향에 관한 연구도 다양하게 이루어지고 있다.

송헌재(2012)는 노동패널자료를 이용하여 출산 가구와 비출산가구를 비교하여 가구의 출산의사결정에 영향을 미치는 경제사회적 변수들이 무엇인지 분석하였다. 그 결과 기존 자녀에 대한 사교육비 지출이 추가 자녀 출산을 감소시키는 데에 영향을 준다고 분석하였다.

이삼식(2013)은 “결혼 및 출산 관련 주거행태에 관한 국민인식조사” 데이터를 바탕으로 주거환경이 출산에 미치는 영향을 회귀분석하였다. 분석 결과 자가소유인 경우에 비해 전세인 경우 출산에 부정적인 영향을 미치는 것을 확인하였다. 또한 월세, 무상이 자가보다 출생아수가 많은 것으로 나타났는데 그는 이를 자가구입 비용부담이 커서 출산이 억제되고 있기 때문이라고 보았다.

박준오(2014)는 2010년 인구주택총조사를 이용하여 주택점유형태를 포함한 주거실태 관련 변수가 총출생아수에 미치는 영향력을 파악하기 위해 다중회귀분석을 실시하였다. 그 결과, 전세나 월·사글세로 거주하는 경우 자가에 비해 총출생아수에 부정적 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

천현숙 외(2016)의 연구에서는 국토교통부의 ‘2014년도 신혼부부가구 주거실태조사’ 자료를 이용하여 주택점유형태가 현재 자녀수와 출산 연기 여부에 미치는 영향을 이항로짓모형으로 분석하였다. 표본을 자녀가 없는 가구와 자녀가 있는 가구로 나누어 주택점유형태가 출산 연기 결정에 미치는 영향을 분석한 결과, 자녀가 없는 가구 표본에서는 자가점유가

출산 연기 결정에 영향을 주지 않지만 자녀가 있는 표본에서는 자가점유가 출산 연기 결정에 유의미한 음(-)의 영향을 주는 것으로 나타났다. 그들은 이 결과를 통해 자가점유와 같이 결혼 이후 주거안정성이 지속적으로 유지되는 경우에는 추가적인 자녀 출산 가능성이 높은 것으로 보았다.

유진성(2020)은 한국노동패널의 7~21차년도 데이터를 활용하여 주택을 거주하는 유형이 출산에 미치는 영향을 패널 선형모형으로 분석하였다. 분석 결과 전세 거주 시 첫 출산 가능성은 자가 거주에 비해 약 10.1%p 감소하고 월세 거주 시 첫 출산 가능성은 자가 거주에 비해 약 19.5%p 감소하는 것으로 나타났다.

한편 출산이 자가점유에 미치는 영향을 분석한 박천규·이영(2010)은 결혼 후 3년 이내 유자녀 가구의 주택소비가 다른 가구에 비해 상대적으로 불리한 여건에 처해 있는지를 2008년 주거실태조사를 통해 프로빗으로 실증분석하였다. 분석 결과, 결혼 후 3년 이내의 자녀 출산은 자가점유 선택 확률을 감소시키고 최초 및 현재 주택소비를 모두 줄이는 것으로 나타났다.

해외에서는 주택점유형태와 출산의 관계에 대해서 비교적 장시간 이루어져 왔으며 주로 가구의 주택특성과 자가보유성향 및 자가마련시기 등의 출산에 영향을 미치는 요인들이 중점적으로 분석되었다.

Lauster and Fransson(2006)은 스웨덴에서 결혼과 자가소유와의 관계의 변화에 대하여 분석하였는데 그 결과, 결혼을 한 가구가 주택을 소유하고자 하는 경향이 동거커플이나 결혼을 하지 않은 독신자들에 비하여 이전보다 감소한데 비해, 부가적인 수입의 영향력은 남성을 중심으로 상승하였다는 것을 발견하였다.

Murphy and Sullivan(1985)은 전후 영국에서 출산율을 관찰했는데, 자가 소유자는 임차인보다 첫째 자녀를 늦게 출생하며 전체적으로 가족 구성원도 더

작게 유지하는 것을 확인하였다. 이는 자가소유자가 보증금에 대한 충분한 자금이 형성되고 주택담보대출을 지불하기 충분한 만한 소득이 형성될 때까지 출산을 미루기 때문인 것으로 보았다.

Feijten and Mudler(2002)는 20세기 후반 네덜란드에서 결혼과 출산 등이 장기거주 주택 마련에 미치는 영향을 연구하였는데, 분석 결과, 결혼을 하지 않은 독신가구는 충분한 자산을 확보할 때까지 주택소유를 연기하는데 비해, 결혼한 부부나 처음으로 출산한 부부들은 이후에 자가소유를 하는 경향을 보이는 것으로 나타났다.

Ermisch and Pevalin(2004)은 1991~2000년 영국 가구패널 조사 데이터를 사용하여 조기출산이 주택소비에 미치는 영향을 주택소비함수로 분석하였다. 분석결과, 조기출산은 자가소유확률을 낮추고 주택소비를 줄이는 영향이 있음이 확인되었다.

Öst(2012)는 자가소유와 출산의 잠재적 동시성을 고려하여 스웨덴의 출생코호트별로 자가소유와 출산의 관계를 축약형 이변량 프로빗 모형으로 추정하였다. 자가점유와 출산방정식의 오차항의 상관계수 추정치가 통계적으로 유의하게 나타나 상호간의 의사결정이 동시에 이루어지고 있음을 보여 주었다. 또한 분석에서 가장 어린 1974년 출생코호트는 가구소득이 출산 확률에 음의 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 이는 미래의 경쟁력을 위해 출산을 지연시키는 것으로 해석되었다.

Vignoli et al.(2013)은 이탈리아의 'Family and Social Subjects' 조사를 이용하여 무자녀 여성들이 현재 자가의 주거환경에서 가지는 안정성의 정도가 출산의향 정도에 미치는 영향을 자가와 출산간의 내생성을 고려한 이변량-순위(bivariate-ordered) 프로빗 모형으로 분석하였다. 분석 결과 자가 안정성 확보가 첫째 아이의 출산 확률을 높임을 보여주었다.

대부분의 연구에서는 자가가 출산에 양(+)의 영향을 주는 것으로 나타났고 출산이 주택점유형태

에 미치는 영향은 조기출산을 중심으로 자가점유 선택 확률을 낮추는 음(-)의 영향을 주는 것으로 나타났다.

이상의 선행연구에서 살펴본 것과 같이 주택점유 형태와 출산간에는 서로 밀접한 관계를 가지고 있으나 두 관계에 대하여 상호분석한 연구는 많지 않다. 또한 자가점유와 출산간의 내생성이 통제되지 않고 결과가 산출되었으며, 대체로 한 시점만을 분석하여 가구의 미관찰 이질성이 고려되지 않았다. 이에 본 연구에서는 선행연구의 이러한 한계점을 보완하기 위해 주택점유형태와 출산과의 내생성을 통제하고 가구의 미관찰 이질성을 고려한 분석방법을 사용하였다. 주택점유형태와 출산과의 긴밀한 연관성을 고려할 수 있는 패널데이터와 분석방법론을 적용하여 보다 면밀한 분석이 이루어졌다고 할 수 있다.

3. 분석모형 및 자료

3.1 분석모형

신형성·정의철(2021)에서는 축차형 이변량 프로빗 모형을 통하여 자가점유와 출산간의 내생성 문제를 고려하여 출산결정요인을 분석하였으나, 가구별 시간의 변화를 고려하지 않은 합동(pooled) 자료를 통하여 분석하였고 패널분석 방법론을 적용하지 않아 가구의 관찰되지 않는 이질성을 통제하지 못한 한계가 존재하였다.

합동(pooled)데이터를 통한 분석에 비하여 패널 분석에서는 가구가 반복되어 관찰되기 때문에 동적 관계를 추정할 수 있으며, 가구별 이질성을 반영시키므로 모형설정 오류를 줄일 수 있으며, 패널 분석을 통해 더 많은 정보와 변동성을 제공하여 결과적으로 효율적인 추정량을 얻을 수 있다.

이에 본 연구에서는 이변량 프로빗 모형에서 출산과 자가점유의 동시적 내생성을 고려할 뿐만 아니라, 가구의 관찰되지 않는 이질성을 고려할 수 있도록 상

관확률효과(Correlated Random Effect)로 분석하고자 한다. 이 방법론은 Mundlak(1978), Chamberlain(1980)이 제안하였는데 본 분석에서는 이를 발전시킨 Wooldridge(2010)의 방법론을 적용하고자 한다. 상관 확률효과모형은 확률효과 모형에서 필요한 오차항과 설명변수 간의 독립가정을 가정하지 않고 추정하지만, 고정효과 모형과 동일한 추정치를 산출할 수 있다. 또한 관측치 수가 많고 시계열이 길지 않을 때 고정효과에서 발생할 수 있는 incidental parameters problem도 발생하지 않는다(Wooldridge, 2010). 이러한 특성을 이용하고 내생설명변수가 조건적인 정규분포를 가지는 것과 그 내생설명변수는 축약형 프로빗을 따른다는 데 초점을 맞추어 모형을 추정하며 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$y_{it1} = 1[z_{it1}\delta_1 + \alpha_1 y_{it2} + c_{i1} + u_{it1} \geq 0], \quad (1)$$

$$u_{it1} \mid z_i, c_{i1} \sim Normal(0,1)$$

y_{it1} 은 이항변수이고 y_{it2} 은 내생적인 설명변수이며 c_{i1} 은 관찰되지 않는 이질성이며, u_{it1} 은 가구특유의 오차이고, z_{it1} 는 c_{i1} 에 조건적인 엄격한 외생변수이다. u_{it1} 는 (z_i, c_{i1}) 에 독립적임을 가정하며 z_{it} 에서 기간 더미를 포함한다.

여기서 조건부분포 $D(cLSUBi1 \mid z_i)$ 에 대한 모형을 단지 엄격하게 외생적인 설명변수에 대한 조건부분포로 특정할 수 있다.

$$c_{i1} = \psi_1 + z_i \xi_1 + a_{i1}, \quad (2)$$

$$a_{i1} \mid z_i \sim Normal(0, \sigma_{a1}^2)$$

\bar{z}_i 는 엄격하게 외생적인 모든 변수들의 시간 평균을 포함한다.

그리하여,

$$y_{it1} = 1[z_{it1}\delta_1 + \alpha_1 y_{it2} + \psi_1 + \bar{z}_i \xi_1 + a_{i1} + u_{it1} \geq 0],$$

$$\equiv 1[z_{it1}\delta_1 + \alpha_1 y_{it2} + \psi_{a1} + z_i \xi_{a1} + e_{it1} \geq 0] \quad (3)$$

여기서 e_{it1} 은 z_i 에 조건적인 표준정규분포를 가지고 있으며, 내생설명변수의 축약형 모형은 식 (4)와 같이 나타낼 수 있으며, 다음의 식에서 Wooldridge (2010)방법론에 따르면 $z_{it} = (z_{it1}, z_{it2})$ 인데 반하여, Greene(2018) 방법론에 따르면 $z_{it} = z_{it2}$ 로 출산에 미치는 영향인 z_{it1} 이 포함되지 않는 차이를 가지고 있다.

$$y_{it2} = 1[z_{it}\delta_2 + \psi_2 + \bar{z}_i\xi_2 + v_{it2} \geq 0], \quad (4)$$

$$v_{it2} | z_i \sim Normal(0,1), t = 1, \dots, T$$

두 식의 u_{it1}, v_{it2} 는 관찰되지 않은 가구들의 이질성(unobserved heterogeneity)을 나타내는데 이를 설명변수와의 독립을 강하게 가정하지 않고 추정한다.

y_{it2} 에 대한 도구변수¹⁾는 내생설명변수에는 영향을 주나 가구의 미관측 이질성과는 상관관계가 없는 제외제약조건(exclusion restrictions) 조건을 만족하는 변수인 z_{it2} 이며 두 방정식에 대한 Pooled MLE를 사용한다. 이러한 합동 이변량 프로빗 방법론은 무시된 시간 의존성을 고려한 패널데이터에서도 적용할 수 있으며 강건한 표준오차와 검정통계량을 제공한다. 또한 모형에서는 최근의 주택가격 상승 등으로 인하여 자가점유여부와 출산간의 영향력이 과거와 다른 양상을 보일수도 있으므로 전체적인 시간 효과도 고려하기 위해 시간더미를 추가하였고, 불균형 패널에서는 이러한 시간더미가 일정하지 않기 때문에 가구별 관측치수 변수를 추가하여 보정하였다.

그리고 패널방법론을 적용한 본 분석 결과와 그렇지 않은 결과와의 비교를 위하여 합동(pooled)데이터를 이용한 Greene(2018)의 축차형 이변량 모형(Recursive Bivariate Probit, 이하 RBP)과 이 주택점

유형태 모형에서 자가점유에 영향을 미치는 변수뿐만 아니라 출산에 영향을 미치는 영향까지 독립변수로 활용하여 추정된 Wooldridge(2010)의 Correlated Random Effect, 이하 CRE)방법론을 적용한 결과와 비교하였다.

3.2 분석자료

본 연구에서 이용한 자료는 한국노동연구원의 ‘한국노동패널조사(Korean Labor and Income Panel Study: KLIPS)’ 자료이다. KLIPS 자료는 노동관련 변수뿐만 아니라 가구의 주거선택이나 출산시기 및 양육과 관련한 변수들을 포함하고 있다. 또한 한국에서 가장 오랜 기간(1998~2020년) 패널자료가구 축되어 원가구로부터 결혼을 하여 분가한 가구 및 출산한 가구들의 표본이 충분히 축적되어 있다. 본 연구에서는 2011년(14차 년도)부터 2020년(23차 년도)까지 총 10개 년도의 가구자료에 소득과 건강 상태 및 출산관련 자료 등 분석에 필요한 가구원 자료를 병합하여 사용하였다. 최종적으로 총 808가구에 대한 2,903 관찰치를 추정에 이용하였다.

3.3 변수 측정

모형에 사용되는 변수들은 신형섭·정의철(2021)과 동일한 방식으로 측정되었다. KLIPS에서는 출산 여부 변수인 y_{it} 가 지난 1년 동안에 출산을 하였는지 여부로 관찰되므로 출산에 영향을 주는 변수 벡터($x_{2it}, y_{2it}, x_{1it}$)는 직전 년도($t-1$)값으로 측정하여 패널자료를 구축할 필요가 있다. 이를 위해 인접한 두 연도($t-1$ 년도와 t 년도)가 모두 관찰되는 가구만 분석에 이용하였다.

식 (3)의 종속변수인 출산은 이항(binary) 변수로서 출산이 기준 연도로부터 1년 이내에 발생하였으

1) 축약된 주택점유형태모형에서는 가구주 연령, 로그항상소득, 상대주거비용, 대도시거주(대도시=1) 변수가, 출산 모형에서는 여성가구주 연령, 배우자 건강상태(좋은=1), 결혼기간이 사용되었다.

면 1, 그렇지 않으면 0의 값을 갖는다. 기준으로 설정한 년도와 이전 년도 사이의 출산여부는 KLIPS의 가구 자료 중 기존 가구에 추가된 가구의 추가 이유가 '출생'인 경우로 판단하였다.

설명변수로는 출산 직전 연도의 주택점유형태, 여성 배우자의 연령 및 건강상태, 기존 자녀수, 혼인 기간 등과 같은 인구학적 요인들을 고려하였다. 또한 가구 순자산과 여성 배우자를 제외한 가구소득 같은 경제적 요인, 그리고 가구주나 배우자의 부모 동거 여부, 거주지역의 전세가격 및 전세가격 상승률을 이용하였다. 특히 가구소득은 가구 총소득에서 헤크

만 2단계 표본 선택모형으로 추정한 여성배우자의 근로소득을 제외하여 측정하였고(부표 1 참조), 주택점유형태모형을 추정하기 위해 도구변수로 사용된 항상소득은 Goodman and Kawai(1982)의 방법론을 응용하여 추정(부표 2 참조)하였다.²⁾

4. 추정 결과 및 해석

4.1 기초통계량

Table 1은 추정에 이용되는 신혼가구 표본의 기초 통계량이다. 2012년부터 2020년까지 9년 동안 출

Table 1. Results of Descriptive Statistics

Dependent Variables: (Birth=1, No Birth=0)	Total		Birth		No Birth	
	Avg.	S.D.	Avg.	S.D.	Avg.	S.D.
Housing Tenure (Own=1, Lease=0)	0.55	0.50	0.51	0.50	0.56	0.50
Children Number	1.18	0.76	0.68	0.62	1.27	0.74
Female Spouse Age	33.15	3.59	32.01	3.30	33.35	3.69
Female Spouse Health Conditon (Good=1)	0.75	0.43	0.80	0.40	0.75	0.44
Marrige Period (Yr.)	4.33	1.92	3.38	1.85	4.49	1.89
Household Net Asset (Ten Million Won)	17.45	15.81	16.11	13.04	17.69	17.24
Household Year Income (Female Spouse Earned Income Excluded) (Ten Million Won)	4.35	2.49	4.31	2.63	4.35	2.48
Parents Coliving (Coliving=1)	0.005	0.07	0.007	0.08	0.004	0.07
Chonsei Price Rate of Change (%)	4.40	3.36	4.56	3.74	4.37	3.57
Chonsei Price (Per Square Meter, Million Won)	2.07	0.81	2.02	0.84	2.08	0.85
Sample Size	2,903		431		2,472	
Dependent Variables: (Own=1, Lease=0)	Total		Own		Lease	
	Avg.	S.D.	Avg.	S.D.	Avg.	S.D.
Household Age	34.99	3.87	35.30	3.79	34.61	3.93
Children Number	1.18	0.76	1.27	0.74	1.08	0.77
Household Net Asset (Ten Million Won)	17.45	16.69	21.60	18.65	12.38	12.12
Relative Housing Cost (Own/Lease)	5.08	36.26	3.07	4.94	7.55	53.72
Household Permanent Income (Million Won)	51.11	10.55	53.65	10.57	48.00	9.65
Metro City (Metropolitan Area=1)	0.76	0.43	0.70	0.46	0.84	0.37
Sample Size	2,903		1,598		1,305	

2) 자세한 변수 측정방법은 신형섭·정의철(2021)을 참조할 것.

산이 관찰된 개수는 432개로 전체 관찰치(2,903)의 약 15%에 해당된다.

출산(과거 1년 동안 출산을 경험한)가구(397) 중 자가점유 가구(209) 비율은 52.6%로, 비출산(과거 1년 동안 출산이 없는)가구(2,250)의 자가점유 가구(1,261) 비율(56.0%)보다 약간 낮게 나타났다.

여성 배우자의 평균연령은 출산가구(32.01세)가 비출산가구(33.35세)보다 약간 낮았으며, 비출산가구의 평균 기존 자녀수는 1.27명으로 출산가구의 평균인 0.68명보다 2배가량 많았다. 출산가구 중 여성 배우자의 건강상태를 좋음으로 응답한 가구 비율은 0.80로 비출산가구의 0.75보다 약간 높게 나타났고, 혼인 기간은 출산가구(3.38년)가 비출산가구(4.49년)보다 짧았다.

평균 가구 순자산은 출산가구가 약 16.11천만원으로 비출산가구(17.69천만원)보다 다소 낮았으며, 여성 배우자의 근로소득을 제외한 가구연소득의 평균도 출산가구가 약 4.31천만원으로 비출산가구의 4.35천만원보다 약간 낮았다. 출산가구 중 가구주나 배우자의 부모와 동거하는 가구 비율은 0.7%로 비출산가구(0.4%)에 비해 높았다. 거주하는 지역의 전세가격 상승률 평균은 출산가구에서 4.56%로 비출산가구의 4.37%보다 약간 높았고, 단위면적(m²)당 전세가격 평균은 출산 여부와 관계없이 큰 차이를 보이지 않았다.

한편 주택점유형태 결정에 이용한 변수들을 살펴보면 가구주 연령의 평균은 자가점유 가구(35.30세)와 임차 가구(34.61세) 사이에 큰 차이가 없었으며, 기존 자녀수의 평균은 자가점유 가구(1.27명)가 임차 가구(1.08명)에 비해 높았다. 가구 순자산의 평균은 자가인 경우 21.60천만원으로 임차의 12.38만원보다 훨씬 높게 나타나며, 가구 향상소득 평균 또한 자가가구(53.65백만원)이 임차 가구(48.00백만원)에 비해 높게 나타났다. 다만 상대주거비용(자가 점유비용/임차비용)의 평균은 임차 가구(7.55)에

비해 자가점유 가구(3.07)가 낮았다. 대도시 거주 비율은 자가점유 가구(70%)가 임차 가구(84%)에 비해 낮았다.

4.2 추정 결과

Table 2는 전체 표본을 대상으로 주택점유형태의 내생성은 고려하였으나, 가구의 미관찰 이질성을 고려하지 않고 합동(pooled)데이터를 이용하여 추정된 자가점유 모형에서 주택점유형태 관련 외생변수만을 독립변수로 갖는 Greene(2018)방법론을 이용한 모형(이하 모형 1)과 모든 외생변수를 독립변수로 취급하는 Wooldridge(2010)방법론(이하 모형 2)의 결과를 제시하였다. 모형1과 모형2는 내생성 문제 해결을 위하여 하나의 모형의 종속변수가 다른 모형의 독립변수로 사용되는 축차형 이변량 프로빗(RBP)모형이다. 가구의 미관찰 이질성까지 고려한 상관 확률효과(Correlated Random Effect, 이하(CRE) 모형 방법론(이하 모형 3)을 적용한 결과를 비교하였다. 추정 결과에 대한 우도비 χ^2 검정통계량은 모든 모형 모두 유의수준 1%의 임계치($\chi_{0.01}^2$)를 초과하므로 모형의 적합성은 양호한 것으로 판단된다.

출산을 추정된 식에서 주택점유형태 변수가 내생적인 설명변수이며, 출산에 미치는 영향이 유의하기 위해서는 축차형 이변량 프로빗모형 추정 결과 $\rho=0$ 이라는 귀무가설이 기각돼야 한다. 그리고 출산 추정식에서 자가점유 변수의 추정계수가 통계적으로 유의해야 한다. 추정 결과를 보면 $\rho=0$ 이라는 귀무가설은 모두 유의수준 10%에서 기각되므로 자가점유는 출산 추정식에서 내생적 설명변수임을 보여준다. 또한 주택점유형태의 변수의 추정계수는 양(+)으로 역시 유의수준 10%하에서 유의하여 자가를 점유한 신혼가구는 임차하고 있는 가구에 비해 자녀를 출산한 확률이 높은 것으로 해석할 수 있다. 특히 가구의 미관찰 이질성을 고려한 모형 3에서 $\rho=0$ 이라는 귀

무가설이 유의수준 1%하에서 기각되었고, 자가점유의 추정계수 유의성도 가장 높게 나타났다.

축차형 이변량 프로빗모형에서 상관계수(ρ)는 출산 추정식과 주택점유형태 추정식의 오차항의 상관관계를 의미하는데(Filippini and Greene, 2018), ρ 의 값이 0이면 두 추정식의 오차항은 상관되어 있지 않으므로 두 추정식은 독립적이며 동시에 추정할 필요가 없다. 이러한 경우 출산에 대한 일변량 프로빗모형과 축차형 이변량 추정 결과는 유사할 것이다. 가구의 이질성의 고려하는 모형에서도 마찬가지로

다. Table 2의 모형 3에서는 ρ 의 값이 0으로 나타났지만 모형 1에서는 10% 유의수준 하에서, 모형 2에서는 5% 유의수준하에서 ρ 의 값이 0이 아닌 것으로 나타났다.

모형 1과 모형 2에서 통제변수로 이용된 설명변수들이 자녀 출산 확률에 미치는 방향(부호)은 모두 동일하였으나 모형 1, 2와 모형 3 사이에서는 통계적으로 유의한 변수 중에서 여성배우자 연령이 출산에 미치는 영향의 방향이 반대로 나타났다. 그리고 모형 1, 2에서는 여성배우자 건강상태가 10% 유의수

Table 2. Results of Birth Model (Total Sample, Endogeneity Considered)

	Model1		Model2		Model3	
	Estimation parameter	t-value	Estimation parameter	t-value	Estimation parameter	t-value
Constant	0.1	1.13	0.313	0.84	-2.054	-2.31
Housing Tenure (Own=1, Lease=0)	0.542**	2.02	0.707**	2.46	0.474	0.87
Children Number	-0.593***	-11.17	-0.564***	-10.58	-3.844***	-13.34
Female Spouse Age	-0.032***	-3.41	-0.035***	-3.61	0.638***	7.13
Female Spouse Health Conditon (Good=1)	0.127*	1.82	0.115*	1.65	0.021	0.17
Marrige Period (Yr.)	-0.031	-1.57	-0.046**	-2.32	-0.123***	-2.75
Household Net Asset (Ten Million Won)	-0.006	-1.59	-0.008**	-2.01	0.005	0.64
Household Year Income (Female Spouse Earned Income Excluded) (Ten Million Won)	0.004	0.32	0.0011	0.82	0.0015	0.75
Parents Coliving (Coliving=1)	0.274	0.91	0.062	0.21	-0.464	-0.66
Chonsej Price Rate of Change (%)	-0.019	-1.1	-0.015	-0.9	-0.028	-1.08
Chonsej Price (Per Square Meter, Million Won)	-0.002	-0.04	0.083	1.08	0.030	0.13
ρ	-0.322*	-1.87	-0.420**	-2.14	-0.273	-0.77
Endogeneity Test ($H_0 : \rho = 0$) Stat. (χ^2)	3.48(p-val.=0.062)		4.59(p-val.=0.032)		0.59(p-val.=0.443)	
Log-L	-2,798.96		-2,701.06		-2,295.95	
LR Stat.	377.99 ($\chi^2_{0.01,30} = 50.89$)		3,501.04 ($\chi^2_{0.01,37} = 57.34$)		3,952.11 ($\chi^2_{0.01,75} = 100.43$)	
Sample Size	2,903 person (808 household)					

Note: 1) * p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01.

2) t-value is calculated by robust standard error clustering household number.

3) Year dummy included estimating all models and in model3, household average and observation number of all exogeneous variables are included.

준하에서 유의하게 나타났으나 모형 3에서는 유의하지 않게 나타났다, 하지만 모형 1에서 유의하지 않게 나타난 혼인 기간 변수가 모형 2와 3에서는 5% 유의수준 하에서 유의하게 나타났다. 반면에 혼인 기간은 모형 2와 모형 3에서만 5% 유의수준하에서 유의하였으며 모형 1과 모형 2에서만 여성배우자의 건강상태가 좋을수록 자녀를 출산할 확률이 유의하게 높게 나타났다. 모든 모형에서 기존 자녀수가 많을수록 자녀를 출산할 확률이 낮은 것으로 추정된 반면, 가구소득, 부모 동거 여부, 전세가격 상승률 및 제곱미터당 전세가격 등이 출산에 미치는 영향은 유의하지 않게 나타났다.

신혼가구의 첫출산에 대한 추정 결과를 제시하지는 않았지만 모든 모형에서 두 추정식의 상관계수인 ρ 값이 0이라는 귀무가설이 기각되지 않았다.

이러한 결과를 통해 자녀 출산 추정식에서 자가 점유 변수가 내생적 설명변수가 아닌 것으로 나타났으므로 내생성을 고려하지 않고 외생변수로 취급한 모형으로 분석할 수 있다. 이 경우 모형 1과 모형 2는 일변량 프로빗모형으로 모형 3은 내생성을 고려하지 않은 고정효과(Fixed effect) 로짓모형이나 확률효과(Random effects)로짓 또는 프로빗모형을 적용하여 추정할 수 있다. 그런데 고정효과 로짓모형에서는 종속변수가 변화될 때만 관측이 되어 결과가 산출되지 않는 것으로 보이며, 확률효과 로짓모형에서는 균집한 강건표준오차가 산출되지 않는 문제가 발생한다. 따라서 확률효과 프로빗모형으로 분석하여 Table 3의 결과가 나타났다. 일변량 프로빗모형과 확률효과 프로빗모형 추정결과에 기초하여 자녀 출산 결정요인을 해석해 보면 일변량 프로빗모형에

Table 3. Results of Birth Model (First Birth Sample, Endogeneity Not Considered)

	Probit Model		Random Effect Probit Model	
	Estimation parameter	t-value	Estimation parameter	t-value
Constant	0.872	1.21	0.913	1.21
Housing Tenure (Own=1,Lease=0)	-0.220*	-1.66	-0.235	-1.63
Female Spouse Age	-0.025	-1.2	-0.025	-1.16
Female Spouse Health Conditon (Good=1)	0.132	0.97	0.140	0.97
Marrige Period (Yr.)	-0.129***	-3.21	-0.114**	-2.05
Household Net Asset (Ten Million Won)	0.002	0.38	0.002	0.3
Household Year Income (Female Spouse Earned Income Excluded) (Ten Million Won)	-0.032*	-1.81	-0.034*	-1.79
Parents Coliving (Coliving=1)	1.314***	2.75	1.415***	2.69
Chonsei Price Rate of Change (%)	0.793	0.23	0.691	0.19
Chonsei Price (Per Square Meter, Million Won)	-0.194**	-2.51	-0.206**	-2.39
Log-L	-322.34		-322.18	
LR Stat.	56.82 ($\chi^2_{0.01,16} = 32.00$)		52.21 ($\chi^2_{0.01,16} = 32.00$)	
Sample Size	556 person (273 household)			

Note: 1) * p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01.

2) t-value is calculated by robust standard error clustering household number.

3) Year dummy included estimating all models and in model3, household average and observation number of all exogeneous variables are included.

서만 자가점유 변수가 출산에 10% 유의수준하에서 유의하게 나타났다. 그런데 특이할 점은 첫째 자녀 출산인 경우 자가점유가 출산에 미치는 영향은 전체 샘플 모형과는 반대로 자가점유가 출산에 음(-)의 효과를 주는 것으로 나타난다는 것이다. 이는 유의한 결과는 아니었지만 가구의 미관찰 이질성을 고려한 확률효과 프로빗 모형에서도 동일하게 나타났다. 이는 자가구입을 위한 비용부담으로 인하여 첫 출산을 연기할 확률이 높음을 보여주며, 이 경향은 둘째 이상 출산과는 차별적으로 나타남을 보여준다. 특히 전체샘플에서 유의하지 않게 나타났던 단위면적당 전세가격이 높을수록 출산에 1% 유의수준하에서

음(-)의 영향을 주는 것으로 나타나 주거비용의 증가로 인해 출산에 부정적 영향을 주는 것으로 판단된다. 그리고 여성배우자 근로소득을 제외한 가구소득이 증가할수록 5% 유의수준 하에서 부정적 영향을 준 것으로 나타났다.

또한 전체샘플에서는 유의하지 않았던 단위면적당 전세가격이 높을수록 출산에 5% 유의수준하에서 음(-)의 영향을 주는 것으로 나타나 특히 첫출산에서 과도한 주거비용은 출산에 부정적 영향을 주는 것으로 판단된다.

그리고 소득의 증가는 오히려 출산에 부(-)의 영향을 보여주었는데 이는 대부분의 선진국에서 소득이

Table 4. Results of Birth Model (Second Birth Sample, Endogeneity Considered)

	Model1		Model2		Model3	
	Estimation parameter	t-value	Estimation parameter	t-value	Estimation parameter	t-value
Constant	-0.147	-0.31	-0.231	-0.48	-5.249	-3.20
Housing Tenure (Own=1, Lease=0)	0.542*	1.67	0.804**	2.27	0.705	0.75
Female Spouse Age	-0.037***	-2.79	-0.039***	-2.86	0.838***	5.9
Female Spouse Health Condition (Good=1)	0.203**	2.15	0.191**	1.97	0.225	1.36
Marriage Period (Yr.)	-0.012	-0.49	-0.034	-1.25	-0.229***	-3.34
Household Net Asset (Ten Million Won)	-0.005	-1.08	-0.007	-1.52	0.006	0.56
Household Year Income (Female Spouse Earned Income Excluded) (Ten Million Won)	0.025	1.29	0.027	1.39	0.029	0.72
Parents Coliving (Coliving=1)	-0.326	-0.54	-0.569	-0.92	-0.791	-0.33
Chonseil Price Rate of Change (%)	-0.051**	-2.11	-0.049**	-2.08	-0.044	-1.27
Chonseil Price (Per Square Meter, Million Won)	0.041	0.61	0.128	1.41	0.074	0.22
ρ	-0.259	-1.24	-0.422	-1.68	-0.394	-0.61
Endogeneity Test ($H_0: \rho = 0$) Stat. (χ^2)	1.54(p-val.=0.214)		2.82(p-val.=0.093)		0.37(p-val.=0.544)	
Log-L	-1,377.70		-1,335.47		-1,098.67	
LR Stat.	129.93 ($\chi^2_{0.01,30} = 50.89$)		2,442.59 ($\chi^2_{0.01,37} = 57.34$)		3,275.87 ($\chi^2_{0.01,75} = 100.43$)	
Sample Size	1,308 person (496 household)					

Note: 1) *, **, and *** indicate significance at the 10%, 5%, and 1% levels, respectively.
 2) t-value is calculated by robust standard error clustering household number
 3) Year dummy included estimating all models and in model3, household average and observation number of all exogeneous variables are included

증가함에 따라 나타난 현상으로 자녀의 수와 같은 양적인 측면보다는 자녀보육의 질적인 측면을 중요시한 현상의 결과로 보여진다.

Table 4는 기존 자녀가 1명 이상 있는 신혼가구를 대상으로 둘째 이상 자녀 출산에 대하여 추정한 결과이다. 신혼부부의 두 자녀 이상 출산을 증가는 우리나라의 저출산문제를 해결해 주는 중요한 요소이므로 의미를 살펴볼 필요가 있다. 추정 결과, 모형2에서 ρ 값이 10% 유의수준하에서 유의하여 자가점유가 내생적 설명변수로 나타났고, 모형1과 모형3에서는 ρ 값이 유의하지 않게 나타났다.

자가점유의 추정계수는 모형1과 모형2에서 양(+)의 값을 보이며 자가에 점유하고 있는 가구의 출산 확률은 임차가구보다 높은 것으로 추정되었다.

통제변수들을 추정한 결과는 전체 표본을 이용한 Table 2와 대체로 비슷하였다. 다만 모형1과 모형2에서 전세가격 상승률 변수가 유의하게 산출되었다. 이는 둘째 출산으로 인한 양육비용이 과다한 상황에서 전세가격 상승으로 인하여 주거비용도 상승한다면 출산에 부정적인 영향을 미칠 수 있음을 보여준다. 그리고 Table 3의 첫 출산에서는 유의하지 않게 나타났던 여성 배우자 건강상태가 둘째 이상 자녀 출산에서는 양(+)의 방향으로 나타나 추가 출산을 위해서는 산모의 건강이 더 중요하다는 것을 나타냈다. 그리고 첫째자녀 출산과는 다르게 소득의 변화는 출산에 유의하지 않은 영향을 나타냈다.

지금까지는 자가점유가 출산에 미치는 영향을 살펴보았는데 저출산 및 주거문제의 동시적 해결을 위해서는 그 역의 관계인 출산이 자가점유에 미치는 영향도 살펴볼 필요가 있다. 분석결과를 살펴보면 출산모형과는 다르게 모형 1과 모형 2에서 ρ 값이 양(+)으로 유의하게 산출되었고, 모형 3에서는 유의하지 않게 나타났다. 또한 모형 1과 모형 2에서 출산은 자가점유에 음의 영향을 미치는 것으로 산출되었는데 이는 출산으로 인한 경제적 여건 등으로 인하여 자가점유에 어려움을 겪는 것으로 해석할 수 있다. 모형 3에서는 출산변수의 내생성이 존재하지 않아 내생성을 고려하지 않는 확률효과 프로빗으로 추정한 결과, 출산이 자가점유에 미치는 영향은 유의하지 않은 것으로 나타났다(부표 3 참조).

4.3 한계효과 분석

프로빗모형은 선형 모형이 아니므로 설명변수들이 출산에 미치는 영향력을 명확하게 파악하기 위해서는 효과를 직관적으로 보여줄 수 있는 한계효과를 측정할 필요성이 있다. 본 연구에서는 가구별 미관찰 이질성을 고려한 상관 확률효과모형에서 자가점유가 출산에 미치는 영향력 및 출산이 자가점유에 미치는 영향력을 중점적으로 보고자 한다. 한계효과를 측정할 때 각각의 가구별로 계산한 한계효과와 평균(average partial effect)으로 계산되었다.

모형 2를 기준의 한계효과 측정 결과, 전체 표본

Table 5. Results of Marginal Effects

Dependent Variables:	Model Sample		
	Total	First Birth	Second Birth
Housing Tenure => Birth	0.062	-0.075	0.057
Birth => Housing Tenure	-0.042	0.082	-0.039
Sample Size	2,903 person (808 household)	556 person (273 household)	1,308 person (496 household)

Note: *, **, and *** indicate significance at the 10%, 5%, and 1% levels, respectively.

에서는 자가점유 신혼가구의 출산 확률이 임차 신혼가구에 비해 6.2%p 높고, 둘째 자녀 출산에 대해서는 자가점유 가구가 임차가구에 비해 출산 확률이 5.7%p 높아 유사한 정도로 나타났다. 다만 첫째 자녀 출산에서는 자가점유 가구가 임차가구에 비해 출산 확률이 오히려 7.5%p 낮은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 자가점유가 첫 출산과 다자녀 출산인지에 따라 출산에 대한 영향력이 차별적으로 나타남을 시사한다. 첫째 출산에서는 자가마련을 위해 투입되는 비용부담 등으로 인하여 출산을 연기하는 확률이 높아지는 반면, 둘째 이상 자녀 출산은 추가 양육에 역력이 존재하는 가구에서 자가점유가 제공하는 주거안정과 향후 경제적 자산 축적 가능성이 다자녀 출산에 핵심적인 역할을 담당하는 것으로 판단된다.

그리고 출산을 최근 1년 이내에 한 가구가 그렇지 않은 가구에 비해 자가점유 확률이 전체표본에서는 4.2%p, 둘째 자녀 출산표본에서는 3.9%p 가량 낮은 것으로 나타나 출산으로 인한 양육비용으로 인해 자가보유를 미루는 것으로 나타났다.

5. 결론

우리나라의 출산율이 전세계적으로 최저치를 유지하고 있는 가운데, 계속하여 근본적인 해결방안을 찾지 못하고 있는 상황이다. 최근에는 주택가격 급등 등으로 인한 주거불안정이 저출산 문제의 핵심으로 부각되고 있다. 그동안의 출산결정요인 연구에서는 자가점유와 출산간의 내생성 문제를 고려하지 못하거나, 가구의 관찰되지 않는 이질성을 통제하지 못한 문제가 존재하였고 출산이 주택점유형태에 미치는 영향은 분석이 부족하였다.

본 연구는 2011년(14차 년도)부터 2020년(23차 년도)까지 총 10개년도의 '한국노동패널조사(KLIPS)' 자료를 활용하여 신혼가구에 대한 패널자료를 구축하고, 상관 확률효과 패널 방법론을 통하여 가구가

자가를 점유하고 있는지에 따라 출산에 어떻게 차별적으로 영향을 주는지와 반대로 출산이 자가점유여부에 주는 영향을 상관확률효과(CRE) 모형으로 분석하였다. 또한 그 결과를 이전연구에서 분석한 합동(pooled) 축차형 이변량 프로빗(RBP)모형의 추정 결과와 비교하였다.

본 연구의 결과는 신혼가구가 자가를 점유하는 경우 첫째 자녀 출산에는 음(-)의 유의미한 영향을 보이고, 둘째 이상 자녀 출산에는 양(+)의 유의미한 영향을 보이는 것으로 분석되었다. 이는 첫째 자녀 출산에는 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 보이지만, 둘째 자녀 출산에는 유의미한 영향을 보이지 않는 것으로 분석된 유진성(2020)의 연구결과와는 다르다. 이러한 분석 결과의 차이는 상이한 추정방법 및 종속변수와 독립변수의 시차 차이 등에 기반한 것으로 보여지는데 향후 추가검증이 필요할 것이다.

전체모형을 기준으로 살펴보면 자가보유로 인한 안정성 등으로 출산에 긍정적인 영향을 미칠 것이라는 기존 가설 및 대부분 선행연구 결과와 일치하였다. 다만 본 연구에서는 첫 출산과 추가 출산 시 자가점유가 미치는 영향이 상반됨을 보여줌으로써 두 집단의 지원정책이 상이해야 함을 보여주었다.

자가점유변수의 내생적 특징과 가구의 이질성을 고려하여 실증 분석한 결과, 전체적으로 신혼가구가 자가를 점유하면 출산에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 전체 표본에서 자가 거주 신혼가구는 임차 거주 신혼가구에 비해 출산 확률이 6.2%p, 둘째 자녀 출산에서는 5.7%p 높은 것으로 나타났다. 그런데 첫째 자녀 출산 모형에서는 자가점유와 출산 변수 사이에 내생적인 특징이 나타나지 않아 확률효과 프로빗 모형으로 분석하였고, 그 결과 오히려 자가점유 가구가 임차가구보다 출산 확률이 7.5%p 낮은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 자가점유가 출산회수에 따라 출산에 대한 영향력이 차별적으로 나타남을 시사한다. 첫째 자녀 출산에서는 주택을 구

입하여 발생한 부담 등의 부정적 영향이 자가 점유로 인한 긍정적 영향을 상회하였으며, 반대로 다자녀 출산에서는 자가점유가 제공하는 주거안정 등의 긍정적 효과가 부정적 효과보다 크게 나타났다. 이를 통해 첫 출산과 추가 출산을 위한 정책은 차별적으로 이루어져야 함을 확인할 수 있다.

그리고 출산이 자가점유에 미치는 영향을 살펴보면, 최근 1년 이내에 출산한 가구가 그렇지 않은 가구에 비해 자가를 점유할 확률이 전체표본에서는 4.2%p, 둘째자녀 출산표본에서는 3.9%p 가량 낮은 것으로 나타났다. 이를 통해 출산으로 인한 양육비용으로 인해 자가보유를 미루는 것으로 나타났다.

본 연구를 통하여 추가적으로 확인이 가능했던 사항은 가구의 미관찰 이질성을 고려한 분석은 그렇지 않은 분석과 대부분 유사한 결과를 나타냈으나 일부 변수의 유의성에서 차이가 났다는 것이다. 전체 모형에서는 여성배우자 연령이 출산에 미치는 영향의 방향이 가구의 이질성 고려 여부에 따라 반대로 나타났다. 둘째 이상 자녀출산 모형에서는 가구의 이질성을 고려한 모형에서는 혼인 기간이 길어질수록 출산확률이 낮아지는 것이 유의하게 나타났다.

본 연구의 의의는 출산과 주택점유형태의 상호관계를 설명변수의 내생성을 통제하고 시간에 따라 변하지 않는 가구의 이질성을 통제하여 일관적인 분석 결과를 도출하여 날로 심각해지고 있는 저출산문제 해결을 위한 근거를 제공했다는 데에 있다. 또한 출산과 자가점유와의 상호 관계에 대한 분석을 시도했다는 데 의의가 있다.

하지만 출산과 자가점유와의 오차항의 상관성을 고려하여 동시적인 영향은 분석하지 못하였다. 또한 연구에서 모형구축을 위한 변수의 시계열이 여전히 충분히 확보되지 못하였고, 패널자료 특성상 원가구에서 분가한 신흥가구만을 대상으로 하여 관측치가 풍부하지 못하여 보다 정교한 분석이 이루어지지 못한 측면은 한계라고 할 수 있다.

참고문헌

1. 관계부처합동(2021), “제4차 저출산·고령사회 기본 계획”, 세종.
2. 박준오(2014), “주거실태와 출산·혼인력 관계분석, 결혼차수를 중심으로”, 『2014년 상반기 연구보고서』, 제II권: 50~85.
3. 박천규·이영(2010), “결혼 후 3년 이내 출산이 주택소비에 미치는 영향”, 『주택연구』, 18(1): 27~39.
4. 송헌재(2012), “노동패널 자료를 이용한 우리나라 가구의 출산결정요인 분석”, 『응용경제』, 14(3): 51~78.
5. 신형섭(2022), “신흥가구의 주택점유형태 결정요인 변화와 주택점유형태가 출산에 미치는 영향에 관한연구”, 박사학위논문, 건국대학교.
6. 신형섭·정의철(2021), “주택점유형태가 신흥가구의 출산에 미치는 영향 분석”, 『주택연구』, 29(1): 5~32.
7. 유진성(2020), “거주유형이 결혼과 출산에 미치는 영향”, 『KERI Insight』, 20(10): 1~28.
8. 이삼식(2013), “주거환경이 출산에 미치는 영향과 정책과제”, 『보건·복지 Issue & Focus』, 183: 1~8.
9. 장지영·정의철(2019), “대출계약이 신흥가구의 주택점유형태 결정에 미치는 영향 분석”, 『부동산·도시연구』, 12(1): 89~112.
10. 정관석·이재우(2018), “부모의 경제적 지원과 주택자금대출이 신흥부부의 주택점유형태에 미치는 영향”, 『부동산연구』, 28(4): 7~22.
11. 천현숙·정희남·김혜승·하수정·오민준·장미혜·이택면·김난주·임진영·박태원·송향숙·한연오·유민태·박재민(2013), 『저출산에 대응한 주택 및 도시정책방향연구 II』, 세종: 국토연구원.
12. 천현숙·이길제·김준형·윤창원(2016), 『주택과 출산간의 연계성에 관한 거시·미시 접근』, 세종: 보건사회연구원.
13. 통계청(2021), “2020년 신흥부부 통계 결과”, 대전.
14. 한국노동연구원, 『한국노동패널조사』, 2011~2020년.
15. Chamberlain (1980), “Analysis of Covariance with Qualitative Data”, 『Review of Economic Studies』, 47(1): 225~238.
16. Ermisch, J. and D. J. Pevalin (2004), “Early Childbearing and Housing Choices”, 『Journal of Housing Economics』, 13: 170~194.

17. Feijten, P., C. H. Mulder, N. Kumar and A. Martinez-Cruz (2002), "The Timing of Household Events and Housing Events in The Netherlands: A Longitudinal Perspective", *Housing Studies*, 17(5): 773~792.
18. Filippini, M. and W. Greene (2018), "A Note on the Different Interpretation of the Correlation Parameters in the Bivariate Probit and the Recursive Bivariate Probit", *Economic Letters*, 167: 104~107.
19. Goodman, A. and M. Kawai (1982), "Permanent Income, Hedonic Prices and Demand for Housing: New Evidence", *Journal of Urban Economics*, 12(2): 214~237.
20. Greene, W. H. (2018), *Econometric Analysis, 8th Edition*, London: Pearson Education.
21. Lauster, N. T. and U. Fransson (2006), "Of Marriages and Mortgages: The Second Demographic Transition and the Relationship between Marriage and Homeownership in Sweden", *Housing Studies*, 21(6): 909~927.
22. Mundlak, Y. (1978), "On the Pooling of Time Series and Cross Section Data", *Econometrica*, 46(1): 69~85.
23. Murphy, M. and O. Sullivan (1985), "Housing Tenure and Family Formation in Contemporary Britain", *European Journal of Population*, 1(3): 230~243.
24. Öst, C. E. (2012), "Housing and Children: Simultaneous Decisions? A Cohort Study of Young Adults' Housing and Family Formation Decision", *Journal of Population Economics*, 25(1): 349~366.
25. Vignoli, D., F. Rinesi and E. Mussino (2013), "A Home to Plan the First Child? Fertility Intentions and Housing Conditions in Italy", *Population Space and Place*, 19(1): 60~71.
26. Wooldridge, J. M. (2010), *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, 2nd Edition, Cambridge: MIT Press.

요 약

본 연구에서는 한국노동연구원의 '한국노동패널조사(KLIPS)' 자료를 이용하여 2011년(14차년도)부터 2020년(23차년도)까지 총 9개 년도의 신혼가구에 대한 패널자료를 구축하고, 가구의 이질성을 통제한 상관 확률효과 방법론을 적용하여 자가점유여부가 출산에 미치는 영향과 출산이 자가점유여부의 영향을 분석하고, 그 분석 결과를 선행연구에서 시도한 합동(pooled) 축차형 이변량 프로비트(Recursive Bivariate Probit)모형의 추정 결과와 비교하였다. 자가점유의 내생성뿐만 아니라 가구의 이질성을 고려한 모형으로 실증 분석한 결과, 자가점유는 신혼가구의 출산에 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 전체 표본을 이용한 경우 자가점유 주택에 거주하는 신혼가구는 주택을 임차하여 거주하는 신혼가구에 비해 출산 확률이 6.2%p 높았으며, 둘째 자녀 출산에 대해서는 5.7%p 높은 것으로 분석되었다. 다만 첫째 자녀 출산에서는 자가점유와 출산변수간의 내생성이 확인되지 않아 확률효과 프로비트 모형으로 분석하였는데 이 경우 자가점유 가구가 임차가구에 비해 출산 확률이 오히려 7.5%p 낮은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 자가점유가 출산회수에 따라 출산에 대한 영향력이 차별적으로 나타남을 시사한다. 첫 출산에서는 주택구입으로 인한 부담 등의 부정적 영향이 긍정적 영향보다 높았으며, 다자녀 출산에서는 자가점유가 제공하는 주거안정 등의 긍정적 효과가 부정적 효과보다 크게 나타난 것으로 보인다. 그리고 출산이 자가점유에 미치는 영향을 살펴보면, 출산을 최근 1년 이내에 한 가구가 그렇지 않은 가구에 비해 자가점유 확률이 출산을 최근 1년 이내에 한 가구가 그렇지 않은 가구에 비해 자가점유 확률이 전체표본에서는 4.2%p, 둘째 자녀 출산표본에서는 3.9% 가량 낮은 것으로 나타나 다자녀 출산으로 인한 양육비용 부담은 자가보유를 미루는 데 영향을 미치는 것으로 나타났다.

주제어 : 신혼가구, 출산, 자가점유, 상관확률효과

부 록

Appendix Table 1. Female Spouse Earned Income Estimation Result

Variables	Work (Work=1)		log (Earned Income)	
	Estimation parameter	t-value	Estimation parameter	t-value
Female Spouse Age	0.006 **	2.85	0.097 ***	8.19
Female Spouse Age Square	-		-0.001 ***	-7.46
Children Number	-0.182 ***	-11.86		
Female Spouse Education Level (Colleague Above=1)	0.253 ***	8.93	0.262 ***	9.52
Female Spouse Health Condition (Bad=1)	-0.332 ***	-4.17		
Household Year Income (Female Spouse Earned Income Excluded) (Million Won)	-0.006 ***	-12.09		
λ			-0.341	-4.56
Sample Size	10,720		5,559	

Note: Year Dummy Variables (Criteria=2020 Year) are also included Estimating Model.

Appendix Table 2. Permanent Income Estimation Result (Dependent Variable: Household Total Income (Million Won))

	Estimation Parameter	t-value
Constant	-39.858	30.18
Household Sex (Male=1)	9.190 ***	36.40
Household Age	2.632 ***	56.36
Household Age Square	-0.026 ***	65.32
Education Level	High School=1	5.689 ***
	University=1	14.330 ***
	Graduate Above=1	27.608 ***
Net Asset	0.0352 ***	106.43
σ		29.175
Log Likelihood		-396,155
Sample Size		82,369

Note: 1) σ is Estimation parameter about Error Term's Standard Deviation in Tobit Model.

2) *, **, and *** indicate significance at the 10%, 5%, and 1% levels, respectively.

3) Region Dummy (Metropolitan Criteria=Seoul) and Year Dummy Variables (Criteria=2020 Year) are also included Estimating Model.

Appendix Table 3. Housing Tenure Model Estimation Result (Total Sample)

	Model 1		Model 2		Model 3		Random Effect Probit Model	
	Estimation parameter	t-value	Estimation parameter	t-value	Estimation parameter	t-value	Estimation parameter	t-value
Constant	-3.064	-3.07	-3.285	-3.40	0.278	0.21	-18.189	-3.66
Birth (Birth=1)	-1.259 **	-7.35	-1.350 ***	-10.66	0.249	1.35	0.100	0.54
Household Age	-0.008	-0.66	-0.009	-0.74	-0.093 *	-1.65	0.074	1.28
Children Number	-0.032	-0.52	-0.051	-0.89	0.339 **	2.52	0.637 ***	3.24
Household Net Asset (Ten Million Won)	0.023 ***	4.39	0.022 ***	4.27	0.010	1	0.0057 **	3.01
Comparative Living Cost	-0.072 ***	-3.37	-0.070 ***	-3.35	0.007	0.24	-0.039 **	-3.27
Log (Permanent Income) (Million Won)	0.831 ***	2.91	0.915 ***	3.23	2.698	3.3	3.913 **	2.93
Metropolitan City Living (Metropolitan=1)	-0.562 ***	-5.53	-0.602 ***	-6.18	-0.651 **	-2.08	-1.715 ***	-3.68
ρ	0.702 **	4.00	0.764 ***	5.51	-0.163	-	-	-
Endogeneity Test ($H_0 : \rho = 0$) Stat. (χ^2)	16.00 (p-val.=0.000)		30.35 (p-val.=0.000)		3.01 (p-val.=0.083)		-	
Log-L	-2,793.15		-2,785.31		-2,300.86		-1,099.02	
LR Stat.	727.30($\chi^2_{0.01,27} =$)		905.12($\chi^2_{0.01,33} =$)		698.52($\chi^2_{0.01,75} =$)		61.26($\chi^2_{0.01,14} =$)	
Sample Size	2,903 Person (808 Household)							

Note: 1) *, **, and *** indicate significance at the 10%, 5%, and 1% levels, respectively.

2) t-value is calculated by robust standard error clustering household number

3) Year dummy included estimating all models and in model 3, household average and observation number of all exogeneous variables are included

서울시 무주택 청년가구의 주거지원 정책이용 의사 영향요인 분석: 가구 및 정책특성을 고려하여

A Study on the Factors Influencing the Intention to Use the Housing Support Policy of 2030 Households in Seoul: Considering Characteristics of Household and Policy

성진욱* · 송기욱** · 정기성***

Jin Uk Sung* · Ki Wook Song** · Kiseong Jeong***

Abstract

This study investigates what influences the 2030 households' intention to utilize housing support policies for the younger generation. Using the logistic regression model, our empirical results show that the 'the recognition of youth housing support projects', 'the housing occupation', 'employment type', 'housing type', and 'age' factors have a significant effect on the intention to use the housing support policies. Specifically, the intention is positively associated with economic activity, one-room residence, monthly rent, employment status during the Covid-19 period, and policy recognition, while negatively related to age. In addition, willingness to use the housing support policies is greater when respondents lived in a studio, lived on a monthly rent, recognized the policy, and improved their employment status. The results suggest that housing support programs need to be expanded and improved. Moreover, information on housing support policies should be efficiently delivered to eligible households, and more sophisticated housing support policies should be provided for young people early in their careers.

Keywords : Seoul, 2030 Households, Intention to Housing Support Policy, Binary Logistic Regression, Household Characteristics

1. 서론

우리나라는 고질적인 저출산·고령화문제를 겪고 있으며, 그 기저에는 심각한 청년의 고용 및 주거불안정 문제가 전제되어 있다. 최근 통계에 따르면 우리나라의 합계출산율은 0.71명으로 OECD 국가들 뿐만 아니라 세계적으로 가장 낮은 수준이다. 혼인

을 하고 출산에 이르기에도 전인 청년의 시기에 복합적인 문제들로 인해 다음 생애단계로 넘어가지 못하는 상황인 것으로 보인다. 이러한 청년들의 문제가운데서도 주거불안정 문제는 2000년대 이후부터 꾸준히 제기되어 온 이슈이다. 도시화 현상과 서울로의 집중현상이 청년계층을 중심으로 심화되면서 주거문제는 가속화 되어 왔다. 2019년 이후로 국내 전

*SH도시연구원 책임연구원(주저자: sju762@i-sh.co.kr)

**LH 토지주택연구원 기획경영연구실 수석연구원

***LH 토지주택연구원 정책지원TF단 책임연구원(교신저자: jkseong@lh.or.kr)

체 인구의 50% 이상이 수도권에 거주하는 상황에서 청년들의 서울로의 집중은 꾸준히 높아지고 있는 상황이다. 일자리를 찾아서 모여든 청년들의 고용상황은 어떠한가? 청년들의 실업률은 2012년 7.5%에서 꾸준히 증가하여 2019년에는 10.2%를 나타내었다(김경진, 2019). 청년들의 고학력화와 이에 따른 양질의 일자리가 충분히 공급되지 못하는 미스매치(mismatch)현상이 상당시간 지속되고 있다. 또한 최봉·장윤희(2019)에 따르면 2020년 서울시민들의 가장 중요한 경제이슈 1위로 '청년실업 및 고용문제'를 꼽았으며, 응답자 대다수는 경제 이슈가 개선되기 어려울 것이라고 답하였다. 청년들의 경제적 기반 마련이 힘들어지는 반면 그들의 주거비 부담은 꾸준히 증가하는 모습이다. 2020년 주거실태조사 결과에 따르면 청년들의 월소득 대비 임대료 비율(RIR)은 16.8로 일반가구의 16.6에 비해 높은 수준이었으며, 특히 수도권에 거주하는 청년 가구의 RIR은 20.0으로 같은 수도권에 거주하는 일반가구(18.6)보다 높고 비수도권에 거주하는 청년 가구(15.1)에 비해 크게 높은 것으로 나타났다(국토교통부, 2021). 특히, 청년 1인 가구의 경우 그들의 30.8%가 RIR이 30을 넘어가는 주거비 과부담 가구인 것으로 나타났다(박미선·우지윤, 2021). 결과적으로 청년들의 주거 문제는 그들의 고용상황, 혼자 사는 가구의 특성, 소득 및 경제문제 등 가구특성에 영향을 받으며 꾸준히 악화되어 왔다.

더욱이, 청년가구의 주거불안의 문제는 2020년 시작된 코로나19로 인해 심화되고 있는 상황이다. 우리나라와 글로벌 주택시장은 코로나 19 시기를 거치면서 초저금리와 유동성 확대 등의 영향으로 급격한 주택 가격 상승을 경험하였다. 이러한 시장 변화는 사회적 경제적 기반이 부족하고 만성적인 고용난·실업난을 겪고 있던 청년계층에게 더 큰 충격이 되었다. 또한 전세가격의 급격한 상승은 청년들의 주거상황에 악영향을 미친 것으로 보인다. 주택 매

매가격의 상승과 전세가격의 상승으로 월세화가 빠르게 진행되었으며, 결과적으로 월세 임대료 가격 또한 크게 증가하게 되었다. 따라서, 코로나 19 시기 심화된 청년실업과 고용난 문제는 주거비 부담 악화를 야기하여 청년가구의 주거 불안을 심각한 수준에 이르게 하는 것으로 나타났다.

정부는 코로나 이전부터 청년계층의 주거문제 완화를 위한 여러 주거지원 정책들을 펼치고 있다. 대표적으로 대학생, 사회초년생 등 청년을 핵심 대상으로 공급하는 공공임대주택 유형인 '행복주택'이 있다. 또한 청년들의 통근통학이 편리한 역세권 지역에 주변 시세 대비 저렴한 임대주택을 공급하는 '역세권 청년주택'이 있다. 그리고 서울시에서 운영하는 청년들의 월 임대료의 일부분(20만원)을 10개월 동안 지원하는 '청년월세지원'이 있다. 이 외에도 청년을 포함하여 다양한 주거취약계층을 지원하기 위한 공공임대주택, 사회주택, 융자 지원 정책들이 시행되고 있다. 이러한 주거지원 정책들의 시행에도 불구하고 코로나 시기동안 청년들의 주거상황은 크게 나아지지 않는 모습으로 보인다. 그리고 이러한 주거불안정성은 대도시 지역, 특히 서울에서 두드러지게 나타난다(변금선, 2021).

그동안 청년 주거지원 정책에 관한 연구들은 많이 진행되었다(송보람 외, 2018; 김승수, 2018; 최주희, 2022). 또한 최근 코로나19로 인한 청년 주거불안 심화와 관련된 연구들도 활발히 진행 중에 있다. 성미애 외(2020)의 최근 연구에 따르면 코로나 19 상황에서 청년 1인가구의 일상생활의 변화와 스트레스에 대한 연구를 진행하며, 청년계층이 코로나19 시기에 상대적으로 큰 영향을 받았으며, 이를 극복하기 위해 사회적 지원과 가족관계성이 강조되어야 한다고 밝혔다. 김지선(2020)의 코로나 시기 서울시 청년주거에 관한 연구에 따르면 코로나19의 피해가 가장 큰 도시인 서울시에 거주하는 청년 가구들은 주거 문제를 해결하기 위해서는 공공의 주거지원

정책 강화를 주장하였다.

지금까지 많은 청년 주거환경에 대한 선행연구들에도 불구하고 청년들의 주거상황 개선을 위해 공공의 주거지원 정책에 대한 방향성, 청년 계층의 특성 및 수요와 그들의 정책에 대한 의사에 관해 구체적인 실증분석을 한 연구는 아직 부족한 상황이다. 정부는 청년 계층의 상황을 개선하기 위해 주거지원에 대한 계획을 세우고 있다. 정책의 효과를 높이기 위해 타겟 계층인 청년들의 정책 수요와 주거지원 이용 의지가 높아야 할 것이다. 따라서 서울시 청년 계층의 주거지원 정책에 대한 의사와 이에 영향을 미치는 요인들에 대한 분석은 정책의 효율적인 시행 측면에서 상당히 필요한 것으로 판단된다.

따라서 서울시 무주택 취약계층 청년가구를 대상으로 향후 청년주거지원 정책의 이용의사에 영향을 미치는 영향 요인의 중요도와 인과관계를 규명하고자 한다. 특히, 사회·경제·주거 및 코로나19 이슈를 포괄하는 가구특성과 청년 주거와 관련된 정책적 특성을 고려하여 주거지원 정책의 향후 이용의사의 영향요인 분석을 진행하고자 한다. 이를 위한 방법론으로 로지스틱 회귀분석 모델을 본 연구에서 적용하고자 한다. 이는 향후 청년 주거지원정책이 나아가야 할 방향과 청년들의 특성에 맞는 대응 정책 수립에 있어서 본 연구는 의미 있는 시사점을 제시할 수 있을 것이다.

2. 이론적 고찰 및 선행연구 검토

2.1 청년계층 주거불안 심화

우리나라 청년계층의 주거문제는 긴 시간동안 악화되고 있는 고질적 문제이자 국가적으로 해결해야 할 시급한 문제이다. 전현희(2018)에 따르면 청년 주거문제를 방치한다면 부모로부터 독립되는 시점에 주거빈곤에 빠질 가능성이 높으며, 이는 자산형성 실패, 결혼과 출산으로 이어지는 생애주기 단계

이전에 어려움을 겪으며, 나아가 장년층의 주거빈곤과 사회전체의 빈곤으로 번질 수 있다고 말하였다.

이러한 청년의 주거불안 문제는 서울과 같은 대도시 지역에서 더욱 심각하게 나타난다. 2020년 서울 청년 패널조사에 따르면 서울에 거주하는 청년들이 타 지역 청년들에 비해 상대적으로 높은 주거불안을 경험하고 있는 것으로 나타났다(변금선, 2021). 월세로 거주하는 서울시 청년가구 비중이 53%로 높게 나타났으며, 주택이 아닌 고시원, 쪽방촌에 거주하는 청년의 비중도 2015년 23.2%에서 2019년 27.7%로 증가하는 모습을 나타냈다(변금선, 2021). 서울 청년 가구의 주거비 부담과 주거의 질 저하문제가 복합적으로 나타나고 있는 모습이다.

청년계층의 복합적인 주거문제는 코로나19 시기를 거치면서 더욱 악화되는 모습을 보인다. 코로나19 시기 동안 청년들의 주거난과 고용불안은 심해지고 이는 그들의 경제적 기반과 주거불안정으로 이어졌다(Qian et al., 2021). 특히, 서울은 경제적 양극화의 심화, 급격한 주택 가격 상승으로 청년 주거취약계층의 주거상황은 크게 힘들어지고 있다. 서울시 청년활동 지원센터의 '코로나19와 청년 노동 현황조사'에 따르면 서울 청년 응답자의 11.3%가 코로나19로 인해 이사 경험이 있다고 말하였으며, 36.6%가 주거비 부담이 적은 곳으로 거주지를 이전하였고 응답하였다. 또한 코로나19 요인으로 인해 생활비 연체를 경험한 청년 응답자의 34.9%가 주거비(월세 및 관리비) 연체 경험을 하였다고 응답하였다(청년활동지원센터, 2020).

또한 대면 서비스업, 자영업의 침체는 청년계층의 실업난과 고용난을 야기하면서 경제적으로 부정적인 상황이 진행되고 있다(Lee et al., 2020; Kim et al., 2021). 주택 가격 급증과 청년과 저소득층을 중심으로 한 실질 소득 감소가 겹치면서 도시에서 주거비를 부담하기가 극도로 힘들어진 상황이 초래되었다(Tinson and Clair, 2020; Jones and Grigsby-

Toussaint, 2020). 이러한 상황에서 정부와 서울시는 청년 주거불안을 해소하고 주거비 부담을 완화하기 위한 정책적 노력이 요구된다. 김창선 외(2021)의 최근 연구에서도 코로나 19시기를 거치면서 청년들의 주거문제와 이를 극복하기 위한 공공임대주택 및 지원제도의 발전 방안에 대해서 논의하며 청년주거지원 정책의 필요성에 대해서 시사하였다. 또한 변금선 외(2021)은 전문가 포럼을 거쳐 2025 서울시 청년정책의 방향을 제시하였으며, '청년 주거 안심 지원 키트' 등 청년의 주거문제를 해결하기 위한 다양한 주거지원 정책과 공공의 노력을 강조하였다.

2.2 청년 주거지원 정책관련 연구

청년 주거문제는 2000년대 이후로 부상하기 시작하였고 2008년, 2012년 글로벌 경제위기를 거치면서 점차 심화되는 방향으로 진행되어 왔다. 더욱이 이번 코로나19를 거치면서 그 심각성이 심화된 모습이다. 그동안 행복주택, 청년 주거비 지원, 역세권청년주택 등 다양한 청년가구 주거지원정책들에 대한 연구와 평가들이 진행되어 왔다. 먼저 공공임대주택 유형의 가장 대표적인 청년 주거정책인 행복주택에 대한 다양한 연구들이 존재한다. 송보람 외(2018)는 인천 가좌지구의 청년 행복주택 거주자의 주거만족도를 연구하였다. 행복주택 호호 내 시설 및 시스템, 거주환경, 임대료에 대한 만족도 조사를 실시하였으며, 임대료에 대한 만족도가 가장 높게 나타났다. 세부적으로 외부소음에 대한 불만족이 높았으며, 녹지 환경 등 인프라에 대한 만족도가 높게 나타났다. 임경지(2015)는 청년들의 주거현황과 주거관련 문제들의 실태를 살펴보고 행복주택 등 청년들을 위한 공공임대주택 정책의 한계에 대해서 지적하였다.

서울시 청년들을 위한 저렴한 임대주택 유형인 역세권 청년주택에 대한 연구들도 다수 진행되었다. 김승수(2018)는 서울시 청년들의 주거빈곤 상황을

지적하며, 상생협력 차원에서 역세권 청년주택에 대한 필요성과 해당 지역 거주민들 간의 갈등 요소들을 시사하였다. 이우형·서충원(2020)은 서울시 송파구 잠실의 역세권 청년주택 공급을 위한 제도개선 방안 연구를 진행하였다. 청년 1인 가구가 높은 자치구의 경우 청년임대주택 공급 시 용적율 인센티브를 상향하는 등 공급활성화를 위한 대안을 제시하였다. 최주희(2022)는 최근 서울시의 '서울시 역세권 2030 청년주택 공급지원에 관한 조례' 발표 등 서울시 내 역세권을 중심으로 청년들을 위한 주택의 공급을 확대하는 기조에 맞추어 역세권 청년주택의 디자인 계획방향에 관한 연구를 진행하였다.

청년임대주택 등 저렴한 주택을 공급하는 지원뿐만 아니라 청년 월세지원 제도 등 재정 지원에 관한 연구들도 진행되었다. 김태완·강예은(2020)은 '청년층 생활실태 및 복지욕구 조사' 결과를 바탕으로 청년 가구의 상대적으로 열악한 경제 현황과 주거지원 방안의 필요성을 시사하였다. 특히, 청년들의 지출항목에서 주거비의 비중이 너무 크며, 주거비 부담을 낮출 수 있는 주거지원 정책의 필요성에 대해서 강조하였다. 이호일 외(2021)는 주거비 지원금이 청년가구 주거비 부담에 미치는 영향에 관한 연구를 진행하여 정부나 공공의 주거지원 프로그램이 이들의 주거비 부담에 긍정적인 영향을 미치는 결과를 도출하였다.

주거취약계층 가구들의 주거실태, 주거문제에 대응하는 다양한 주거지원 정책에 대해서 수요자들의 프로그램 이용 의사에 관련된 연구들도 진행되었다. 김영미(2018)는 2030 세대의 청년정책에 대하여 그들의 연령, 교육 등 가구특성과 주거형태 등의 주택특성, 그리고 고용특성을 변수로 하여 정책에 대한 태도와 이에 대한 영향요인 분석을 수행하였다. 권오규·강은택(2017)은 김천시 대학생의 행복주택 입주 의사에 영향을 미치는 요인을 규명하였다. 이를 위하여 인구 사회적 변수, 주택변수, 경제변수, 주거

환경 변수등을 고려하였으며, 주거환경 및 친밀도 변수가 행복주택 입주의향에 주요한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이창무 외(2009)는 도시의 역세권 공공임대주택 유형에 대한 입주자와 가구특성별 수요특성에 대한 사례 분석을 진행하였다. 역세권 임대주택에 대한 이용의사를 나타내는 입주의사에 대해서 규명한 연구이다. 문소희·이현정(2018)은 청년가구의 주거실태 및 문제를 진단하고 이들을 위한 주거지원 프로그램에 대한 요구도를 규명하는 연구를 진행하였다. 이를 위해 성별, 연령, 학력 등의 가구특성과 점유형태, 소득수준, 주거불안 경험 여부 등의 변수들을 고려하였다. 김진영·이현정(2020)은 주거비곤을 경험하는 청년1인 가구의 특성과 그들의 점유형태에 따른 주거지원 정책의 요구도에 대한 연구를 진행하였다. 분석의 독립변수로 성별, 학력, 거주지역, 주택 만족도와 주거만족도, 주거불안 경험, 점유형태 등이 포함되었다.

본 연구에서는 서울시 2030 가구의 청년주거정책의 향후 이용 의향을 규명하기 위하여 상기의 선행 연구들을 바탕으로 가구특성(인구·사회·경제·코로나 이슈) 및 정책 변수들을 적용하고자 한다. 본 연구는 코로나19 변수 포괄하는 가구특성과 주거지원 정책의 인지 및 적정성을 나타내는 정책적 특성 변수를 반영하여 향후 청년들의 주거정책 이용 의향을 분석하는 연구의 차별성을 가진다고 볼 수 있다.

3. 연구 설계

3.1 연구 범위 및 Data 구성

본 논문은 서울시 2030 가구의 청년주거지원 정책에 대한 향후 이용 의사에 영향을 미치는 요인들에 대해서 중요도 및 인과관계 분석을 하고자 한다. 이를 위하여 2020년 「서울주거복지실태조사」 데이

터를 사용하였으며, 연구의 시간적 범위는 해당 설문조사 기간인 2020년 11월부터 12월까지로 한다. 연구의 대상은 서울시에 거주하는 무주택 2030 가구이며, 행복주택 월소득 기준¹⁾ 이하를 충족하는 주거지원정책의 대상가구이다. 청년의 나이 기준은 청년기본법 상 19세 이상 34세 이하로 정하고 있지만 행복주택의 대상 청년 연령 기준인 19세 이상 39세 이하 기준을 적용하였다. 분석에 사용된 데이터 샘플수는 「서울주거복지실태조사」원시 데이터 3,027 샘플 가운데, 무주택 행복주택 소득기준으로 코딩과정을 거쳐 477개 2030 청년 가구 샘플 데이터를 추출하였다.

3.2 분석 모형 및 방법론

서울시 2030 가구의 청년주거지원 정책에 대해 향후 이용 의사에 영향을 미치는 요인분석을 위하여 이항로지스틱 회귀모형(Binary Logistic Regression model)을 사용하였다.

로지스틱 회귀분석은 확률선택모형(Probabilistic choice model)에 이론적 바탕 두며, 한 사건의 발생 확률을 예측하는 방법론이다. 본 연구에 사용된 이항로지스틱 회귀모형의 산식은 다음과 같다.

$$y^* = \ln\left[\frac{p}{1-p}\right] = \alpha + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_4X_4$$

$$= \sum_{k=1}^K \beta_k X_k$$

관계식이 의미하는 바는 다음과 같다. y^* 는 서울시 2030가구의 청년 주거지원정책에 대한 향후 이용 여부를 이분형(0,1) 변수로 나타낸 결과에 대한 확률 값을 의미한다. 예측된 공변량 x_1 은 가구특성, x_2 는 주택특성, x_3 은 정책특성, 마지막으로 x_4 는 코

1) 전년도 도시근로자 가구원수별 가구당 월평균소득의 100% 이하.

로나 영향 변수를 의미한다. 로짓모형은 시그모이드 활성화 함수를 적용하여 값 이상이나, 이하이냐에 따라 전자의 경우 사건이 발생할 확률이 높고 후자의 경우 확률이 낮은 것으로 간주한다. 로지스틱 회귀분석 모형의 적합성은 Hosmer&Lemeshow 검정, 우도값(-2LogL)을 확인하여 검증한다.

3.3 변수의 조작적 정의 및 구성

청년 주거지원정책과 정책 이용의향에 관련된 선행연구를 기반으로 서울시 2030 가구의 청년주거지원 정책에 대한 향후 이용 의사에 영향을 미치는 요인들을 Table 1과 같이 구성하였다. 먼저 본 연구에서 종속변수로 사용된 ‘청년주거지원 정책이용의사’

Table 1. Variables

	Type		Coding	
	Sub-type	Variables		Content
Independent variable	Household characteristics	Gender	Gender of respondent	1=Male, 0=Female (reference)
		Age	Age of respondent	Continuous variable
		Single person households	Whether Single person households or not	1=Yes, 0=No (reference)
		Average monthly income	Average monthly gross income for the 2019 (10 thousand won)	Continuous variable
		Employment status	Current employment status of the respondent	1=Full-time, 2=Temporary, 3=Self-employed, 4=Unemployment (reference)
		Housing type	Housing type where you live in	1=Apartment (reference), 2=detached, multi-family housing, 3=one room, 4=etc
		Occupation type	Occupation type of the housing you live in	1=Monthly rent, 0=Jeonse (reference)
	Housing size	Size of the dwelling exclusive area	Continuous variable	
	COVID-19 Employment improvement	Improving the quality of employment condition compared to before COVID-19	5-point Likert scale	
	COVID-19 Residential improvement	Improving the quality of residential condition compared to before COVID-19	5-point Likert scale	
	COVID-19 Negative employment change	Experiences of nagative employment change (job losing, leave of absence, difficulties of finding a job) due to COVID-19	1=Yes, 0=No (reference)	
	COVID-19 Income decreases	Experiences of income decreases due to COVID-19	1=Yes, 0=No (reference)	
	Policy characteristics	Recognition of 2030 housing support policies	Recognition of 2030 housing support policies (Youth housng in stationary areas, Hangbok housing, Youth monthly rent support)	1=Yes, 0=No (reference)
Appropriateness of housing support policies		Appropriateness of housing support policies	5-point Likert scale	
Dependent variable		Intention to use Youth housing support policies in the future	1=Yes, 0=No (reference)	

요인의 설정은 다음과 같다. 정부와 서울시의 대표적인 청년주거지원정책인 행복주택, 역세권청년주택, 서울시 청년월세지원 프로그램에 대하여 향후 이용 의사가 있는지 여부를 그렇다(1), 그렇지 않다(0) 이 분형 응답으로 코딩되어 종속변수로 구축되었다.

독립변수 구성은 앞서 살펴본 선행연구를 기반으로 인구·사회·경제적 특성 및 코로나19 영향을 포함하는 ‘가구특성’을 구성하였다. 여기에 더해 청년들의 주거분야 지원 정책에 대한 인지와 적정성 정도를 나타내는 ‘정책적 특성’변수를 추가하여 구성하였다.

첫 번째로 가구 특성을 나타내는 요인들로 성별, 연령, 1인 가구 여부, 월평균 가구 소득, 고용형태, 점유 형태, 주택면적 변수를 설정하였다. 추가로 코로나19로 인한 가구특성을 반영하기 위하여 코로나19 고용

개선, 코로나19 주거개선, 코로나19 부정적 고용변화 여부, 코로나19 시기 소득감소 여부 변수를 설정하였다. 두 번째로 정책 특성 부분의 변수들로 청년주거지원사업 인지여부와 주거 정책 지원 적정성 변수를 설정하였다. 코로나19 환경변화를 고려하는 가구특성과 정책특성 변수 구성 및 분석은 향후 무주택 주거취약계층은 청년들의 주거지원 정책의 수립과 주거문제 대응에 있어서 중요한 시사점을 제공해 줄 것이다.

4. 실증분석

4.1 기초통계량

서울시 무주택 청년 가구 응답자 데이터의 기초통계량은 Table 2와 같다. 응답자 성별은 여성이 69%

Table 2. Basic Statistics

Variables		Min	Max	Average	Std	N	
Household characteristics	Gender	1.0	2.0	1.31	0.46	-	
	Age	21.0	39.0	34.4	3.72	-	
	Single person households	0.0	1.0	0.49	0.50	235	
	Average monthly income	0.0	680.0	296.2	131.65	-	
	Employment status_full-time	0.0	1.0	0.761	0.42	363	
	Employment status_temporary	0.0	1.0	0.052	0.22	25	
	Employment status_self-employed	0.0	1.0	0.132	0.33	63	
	Employment status_unemployed	0.0	1.0	0.036	0.18	17	
	Housing type_Apartment	0.0	1.0	0.214	0.41	102	
	Housing type_detached, multi-family housing	0.0	1.0	0.570	0.49	272	
	Housing type_one room	0.0	1.0	0.187	0.39	89	
	Housing type_etc	0.0	1.0	0.029	0.16	14	
	Housing size	9.0	114.0	52.5	24.96	-	
	COVID-19 Employment improvement	1.0	5.0	3.77	0.80	-	
	COVID-19 Residential improvement	1.0	5.0	3.70	0.88	-	
	COVID-19 Negative employment change	0.0	1.0	0.20	0.39	94	
	COVID-19 Income decreases	0.0	1.0	0.17	0.37	80	
	Policy characteristics	Recognition of youth housing support policies	0.0	1.0	0.94	0.23	451
		Appropriateness of housing support policies	1.0	5.0	3.62	0.89	-
	Dependent variable	Intention to use Youth housing support policies in the future	0.0	1.0	0.78	0.40	376

남성이 31%로 나타났으며, 응답자 평균 연령은 34세이다. 응답자 중 1인 가구인 경우는 약 절반으로 나타났으며, 평균 월소득은 296만원으로 나타났다. 응답자의 고용형태로 상용직 근로자가 76.1%, 자영업자가 13.2% 순서로 나타났다. 주택 유형은 단독 다세대가 57%로 가장 높았으며, 평균 주택규모는 52.50m²로 나타났다. 코로나 19로 인한 부정적인 고용 변화 경험을 하였다고 응답한 비율은 20%로 나타났으며, 소득이 감소하였다고 응답한 비율은 16.8%로 나타났다. 청년 주거지원 사업에 대해서는 94%의 응답자가 인지하고 있다고 답했다. 서울시의 주거정책에 대한 충분도 평균은 3.62로 5점 만점에 중간 이상의 충분도를 보였다. 마지막으로 향후 청년 주거정책의 이용의사가 있다는 응답비율이 78%로 나타났다.

4.2 모형의 검증 및 분석 결과

본 연구의 분석 모형으로 사용된 로지스틱 회귀 모형의 검정력과 적합성을 검증하였다. 먼저 로지스틱 회귀모형의 적합도를 확인하기 위하여 Hosmer& Lemeshow 검정을 진행하였으며, 그 결과 유의도 값이 0.05보다 높은 0.985로 나타났다. 이는 예측 모형과 실측모형과의 차이가 유의미하게 없다는 의미므로 로지스틱 회귀모형의 적합성을 확보됨을 뜻한다. 또한 우도값(-2LogL)은 421.580, 우도비(Likelihood Ratio)의 유의확률(p)이 0.000 이하로 나타나 모형의 적합성이 확보되었다. 설명력을 나타내는 Cox&Snell R^2 값과 Nagelkerke R^2 값은 각각 0.138, 0.215로 나타났다.

로지스틱 회귀분석 결과는 Table 3과 같다. 가구 특성에서는 연령, 고용형태, 주택유형과 점유형태, 코로나19 고용개선 변수가 청년주거지원정책이용의사에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 정책특성 부문에서는 청년 주거지원사업 인지여부 변수가 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

변수 간 인과관계를 살펴보면, 연령이 낮을수록 주거지원정책에 향후 이용의사가 있을 확률이 높은 것으로 나타났다. 또한 상용근로자, 임시일용직, 자영업자 청년의 경우 비경제활동 청년에 비해 정책 이용의사가 있을 확률이 높은 것으로 나타났다. 이는 청년들의 경제적 주거적 독립의 전환시기와 연관이 있는 것으로 판단된다. 사회 초년생 청년들은 경제활동을 시작하면서 부모님과 거주독립, 경제적 독립을 하게 되는 경우가 많다. 경제적인 기반이 약한 상태로 부모님께 경제적 지원을 받지 못한다면 주거불안을 겪을 가능성이 크다(김준희, 2013; 김비오, 2019). 오히려 취업준비생 및 니트(NEET) 비경제활동 청년들은 부모님과 함께 거주하며 경제적 지원을 받을 확률이 크다. 따라서, 다양한 형태로 경제활동을 시작하게 되는 사회초년생 청년들은 주거비 부담을 완화하기 위해 공공의 주거지원 정책을 이용하고자 하는 수요가 커지게 된다.

한편, 월평균소득 변수는 유의미하게 나타나지 않았다. 다만, 본 연구의 대상인 서울시 무주택 2030 가구의 월소득 조건을 행복주택 소득기준 이하로 설정한 점과 대상 청년 응답자의 78%가 청년주거지원 정책 이용의사가 있는 점을 고려할 필요가 있어 보인다. 주택 변수와 관련하여 원룸에 거주하는 청년인 경우 아파트에 거주하는 청년보다 향후 주거지원 정책 이용의사가 있을 확률이 더 높은 것으로 나타났다. 또한 월세로 거주하는 청년의 경우 전세로 살고 있는 청년에 비해 향후 주거지원 정책 이용의사가 있을 확률이 더 높은 것으로 나타났다. 이론적 논의에서 확인하였듯이 청년들의 월소득대비 주거비 부담 비율(RIR)일반 가구보다 높고 특히 1인 청년 가구들의 경우 과부담가구(RIR 30 이상) 비율이 30%가 넘는 결과(박미선·우지윤, 2021)를 기반으로 상대적으로 안정적인 전세보다 월세로 사는 청년계층의 주거부담이 크며 이들의 주거지원에 대한 정책적 수요가 높게 반영된 결과라고 해석할 수 있다. 최근

Table 3. Result of the Logistic Regression Analysis

Variables		Estimate	S.E	Pr >Chisq	Exp (B)
Household characteristics	Gender_Male	-.251	.333	.451	.778
	Age	-.103**	.045	.023	.902
	Single person households	-.384	.368	.297	.681
	Employment status_full-time	2.070**	.879	.019	7.921
	Employment status_temporary	1.665*	.984	.091	5.286
	Employment status_self-employed	1.744*	.933	.062	5.721
	Average monthly income	-.002	.001	.104	.998
	Housing type_detached, multi-family housing	.118	.268	.659	1.126
	Housing type_one room	.817*	.449	.068	2.264
	Housing type_etc	9.713	2.023	.999	1.794
	Occupation type_monthly rent	.633**	.269	.018	1.884
	Housing size	-.010	.007	.175	.990
	COVID-19 Employment improvement	.347*	.185	.060	1.415
	COVID-19 Residential improvement	.062	.177	.726	1.064
	COVID-19 Negative employment change	.233	.454	.608	1.262
COVID-19 Income decreases	.036	.485	.941	1.037	
Policy characteristics	Recognition of youth housing support policies	1.691***	.449	.000	5.423
	Appropriateness of housing support policies	.014	.180	.938	1.014
Model Fit Statistics	Pseudo- R^2	Cox&Snell $R^2=0.138$, Nagelkerke $R^2=0.215$			
	Homer&Lemeshow	$p=0.985$			
	Model Chi-square (df), p	$\chi^2=63.987$ (21), $p=0.000$			
	-2LogL	421.580			

* $p<0.1$, ** $p<0.05$, *** $p<0.01$

금리 상승의 여파로 전세대출 이자부담이 커져 전세로 거주하는 청년층의 주거비 부담 및 깡통전세의 위험이 커지고 있는 것은 사실이다. 다만, 상대적으로 자산형성이 되어있지 않아 경제적 기반이 불안정한 월세청년들이 경험하는 주거불안은 상대적으로 큰 것이 사실이며 이에 대한 주거지원 정책 대응이 필요한 시점이다.

코로나19 영향과 관련된 가구특성의 결과, 코로나19 이전에 비해 고용 부문의 삶의 질이 개선되었다고 응답한 청년가구의 주거지원정책 이용의사가 있을 확률이 높은 것으로 나타났다. 고용 부문의 삶의

질이 개선되었다고 함은 코로나 19 전과 비교하여 미취업 상태에서 취업 성공으로 사회생활을 시작하게 되거나, 비정규직에서 안정적인 정규직으로 전환되는 상황을 말한다. 청년들의 고용이 안정되어 사회초년생으로 경제적 독립을 시작하게 되는 시기는 청년들이 역설적으로 부모님으로부터의 경제적 지원을 받지 못하게 되는 상황이 발생할 가능성 높다. 이는 주거비 부담과 주거불안정 상황에 이르는 요인이 되기도 한다(김비오, 2019). 따라서 코로나19 시기 취업 등 고용 상황의 삶의 질이 개선된 청년들은 경제적 주거적 독립의 가능성이 높아진 상황에서 주

거지원정책에 대한 이용의사가 높아질 가능성이 있다고 생각할 수 있다.

정책 특성부문에서 청년 주거지원정책에 대해 알고 있었던 청년 응답자들은 그렇지 않은 그룹에 비해 향후 정책이용의사가 있을 확률이 더 높은 것으로 나타났다. 기존에 다양한 주거지원 정책이 존재함에도 불구하고 주거취약계층은 정책에 대한 접근성 부족 문제로 인하여 주거지원의 혜택을 입지 못하는 경우가 높다는 연구(정기성, 2018)는 이러한 분석 결과를 뒷받침 해준다.

5. 결론 및 시사점

본 연구는 코로나19 서울시 무주택 취약계층 청년 가구를 대상으로 향후 청년주거지원 정책의 이용의사에 영향을 미치는 영향요인의 중요도와 인과관계를 규명하고자 한다. 이를 위한 연구방법으로 이항로지스틱 회귀 모형을 사용하였다.

연구 분석의 주요 결과는 다음과 같다. 첫째, 가구 특성의 경우 연령이 낮을수록, 상용근로자, 임시일용직, 자영업자 청년인 경우 향후 주거지원 정책 이용의사가 있을 확률이 높은 것으로 나타났다. 또한, 원룸에 거주하는 경우, 월세로 사는 경우, 코로나19 시기 고용부담 상황이 나아진 경우 향후 주거지원 정책이용의사가 있을 확률이 높은 것으로 나타났다. 둘째, 정책특성의 부문의 결과 청년주거지원정책을 인지하고 있던 경우 향후 주거지원정책에 이용의사가 있을 확률이 높은 것으로 나타났다.

종합 분석 결과 및 연구의 시사점은 다음과 같다. 첫째, 서울시 무주택 주거취약 청년가구를 위한 주거지원정책은 강화되어야 할 것이다. 이는 청년 응답자들의 주거지원정책 이용 의향이 78%로 높게 나타나 정책적 수요가 높은 것을 확인할 수 있다. 특히 원룸에 월세로 거주하는 주거불안정성이 높은 청년 응답자의 정책 이용 수요가 높은 것과 관련하여 청

년 주거취약계층에 대한 주거지원은 강화되어야 할 것이다. 특히, 과거부터 꾸준히 제기되어 왔던 청년 일자리 문제, 저렴한 주택 공급 문제 등 근본적인 문제해결의 접근방식으로 청년주거지원 정책을 시행해야 할 것이다.

둘째, 청년 주거지원 정책들에 대한 정보전달 체계를 효율화 하고 인지도를 높일 수 있는 방안수립이 필요할 것이다. 행복주택, 청년역세권주택, 청년월세지원 정책에 대해서 인지하고 있다는 응답자의 해당 정책 이용의사가 높다는 결과와 정책들에 대한 인지 여부가 가장 높은 중요도로 정책이용의사에 영향을 미친다는 것을 분석을 통해서 나타났다. 실제로 많은 청년들이 그들을 위한 주거지원정책을 몰라서 이용을 못하거나 신청절차 등이 복잡하여 이용하지 못하는 경우들이 적지 않게 발생한다. 기존에도 좋은 정책들이 많이 있으므로 이 같은 청년정책들에 대한 정보 전달체계를 고도화하고 마케팅 전문가 컨설팅, 소셜미디어, 온라인 등을 통해서 많은 청년들이 쉽게 정책을 인지하고 이해하고 신청할 수 있도록 하는 것이 필요하겠다.

셋째, 부모님으로부터 경제적 독립을 시작하는 사회초년 청년계층을 위한 정교한 주거지원정책이 필요하다. 분석 결과를 바탕으로 청년들이 상용근로자로 취직을 하거나, 아르바이트 등 단기 임시직으로 근로를 하거나, 청년 창업 등으로 경제활동을 시작하는 젊은 20대 청년들의 주거지원 수요가 높다는 의미이다. 이제 막 경제활동을 시작하는 이들은 경제적 기반이 제대로 갖춰지지 않을 확률이 높으나, 경제활동을 하기 때문에 부모님으로부터 경제적 독립을 하는 시기이기도 하다. 이 과도기적 시기에 서울시의 주택시장과 전월세 가격 수준은 사회초년 청년들이 감당하기엔 너무 높은 수준이다. 고용의 삶의 질이 개선된 경우 주거지원정책 이용의사가 높다는 결과에서도 확인할 수 있듯이, 비경제활동 상태에서 경제활동으로 전환된 청년들의 주거지원정책

이용의향이 높다는 결과는 사회초년 청년계층 주거 지원이 필요하다는 것을 나타낸다. 구체적으로 이들을 위한 청년임대주택, 특히 직주근접이 높은 역세권 지역에 공급하는 것이 필요할 것이다. 공공과 민간영역은 협력하여 사회초년청년계층의 주거수요를 충족하고 주거안정성을 높이는데 도움이 될 수 있는 부담가능한 주택유형을 공급하고 장기적으로 자가마련을 할 수 있는 현실적인 방안을 고민해야 할 것이다.

본 연구는 서울시 무주택 취약계층 청년가구를 대상으로 향후 청년주거지원 정책의 이용의사에 영향을 미치는 영향을 규명하기 위하여 청년계층의 가구 특성과 정책적 특성 변수를 적용하여 실증분석을 진행하였다. 서울시 취약 청년계층의 가구특성의 일환으로 기존의 사회 경제적, 주택관련 변수와 함께 코로나19 영향이 청년 가구에 미친 영향 변수를 함께 고려하여 연구를 진행하였다. 그러나 본 연구는 청년주거지원 정책의 수많은 유형 중 행복주택, 역세권청년주택, 서울시 청년월세지원 프로그램의 이용의사를 종속변수로 설정하여 대표성의 한계를 가진다. 향후 연구를 통하여 이러한 연구의 한계들을 극복하여 다양한 청년주거지원 정책을 아우르고 변화된 비대면 디지털 기술과 환경을 고려하는 방향으로 연구를 진행하고자 한다.

참고문헌

1. 국토교통부(2021), 「2020주거실태조사 특성가구 연구보고서」, 세종.
2. 권오규·강은택(2017), “대학생의 행복주택 입주의사에 영향을 미치는 요인: 김천시 사례를 중심으로”, 「대한부동산학회지」, 35: 161~176.
3. 김경진(2019.6.4), “‘청년 고용난인데’ VS ‘생산인구 주는데’... 정년 연장, 독인가 약인가”, 한국일보.
4. 김비오(2019), “청년가구의 주거빈곤에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”, 「보건사회연구」, 39(3): 408~436.
5. 김승수(2018), “역세권 청년주택: 상생협력을 모색하다”, 「공존협력연구」, 4(1): 5~8.
6. 김영미(2018), “한국 2030 세대의 청년정책에 대한 태도와 영향요인”, 「한국콘텐츠학회논문지」, 18(5): 386~396.
7. 김준희(2013), “고시원에 거주하는 청년층의 실태”, 「도시와 빈곤」, 102: 35~48.
8. 김지선(2020), “서울시 주거빈곤 청년 1인 가구의 건강 문제와 대응 전략에 관한 질적 연구”, 박사학위논문, 서울대학교 대학원.
9. 김진영·이현정(2020), “청년1인 주거빈곤가구의 특성과 점유유형에 따른 주거지원 정책 요구도 2017년도 주거실태조사의 마이크로데이터를 중심으로”, 「한국생활과학회 학술대회논문집」, 98~98.
10. 김창선·이주호·최현일(2021), “청년 주거지원제도과 공공임대주택의 발전방안에 관한 연구”, 「한국지방공기업학회보」, 17: 107~135.
11. 김태완·강예은(2020), “청년 가구의 경제 현황과 지원 방안”, 「보건복지포럼」, 2020(6): 47~58.
12. 문소희·이현정(2018), “2017년 주거실태조사에 나타난 청년가구의 주거문제와 주거상담 경험 및 주거지원 프로그램 요구도”, 「한국주거학회 학술대회논문집」, 30(2): 412~413.
13. 박미선·우지윤(2021), 「1인가구 연령대별 주거취약성 보완 방안」, 세종: 국토연구원.
14. 변금선(2021), 「서울 청년의 주거실태와 정책 과제」, 서울: 서울연구원.
15. 변금선·김승연·박민진·이혜림(2021), 「2025 서울시 청년정책 비전과 전략」, 서울: 서울연구원.
16. 성미애·진미정·장영은·손서희(2020), “코로나 19에 따른 1인 가구의 일상생활 변화 및 스트레스: 사회적 지원과 가족탄력성을 중심으로”, 「한국가족관계학회지」, 25(3): 3~20.
17. 송보람·권오정·김동숙(2018), “수요자 맞춤형 행복주택 거주자의 만족도 조사연구: 가좌지구 행복주택 청년거주자를 대상으로”, 「한국주거학회 학술대회논문집」, 30(2): 471~474.
18. 임경지(2015), “청년 주거문제 실태와 현 공공임대주택 정책의 한계”, 「월간 복지동향」, (196): 5~11.
19. 이우형·서충원(2020), “역세권 청년주택 공급활성화를 위한 제도개선 방안 연구-서울시 송파구 잠실동 역세권 청년주택 사례를 중심으로”, 「한국도시설계학회

- 지 도시설계, 21(2): 41~59.
20. 이창무·최소의·박한·박환용(2009), “도심형 (역세권) 공공임대주택의 수요특성 사례 분석”, 『서울도시연구』, 10(4): 191~207.
 21. 이호일·김지희·노승한(2021), “주거지원 프로그램이 주거비부담에 미치는 영향에 관한 연구”, 『부동산도시연구』, 14: 69~88.
 22. 전현희(2018), “청년 주거 문제 해결을 위한 제도 및 입법 동향과 과제”, 『도시문제』, 53: 36~39.
 23. 정기성(2018), “인공신경망 분석을 활용한 인천시 주거취약계층의 행복주택 입주의향에 미치는 요인 분석”, 『주택연구』, 26(3): 55~78.
 24. 청년활동지원센터, “코로나19와 청년 노동 현황”, 2020. 8.2. 읽음. <https://blog.naver.com/sygyouth/222139366788>.
 25. 최봉·장윤희(2019), “4/4분기 서울시 소비자 체감경기와 2020년 주요 경제 이슈”, 『정책리포트』, 290: 1~24.
 26. 최주희(2022), “서울시 역세권 2030 청년주택의 디자인 계획방향 연구”, 박사학위논문, 한양대학교.
 27. Jones, A. and D. S. Grigsby-Toussaint (2020), “Housing Stability and the Residential Context of the COVID-19 Pandemic”, *Cities & health*, 1~3.
 28. Kim, D., J. Yun, K. Kim and S. Lee (2021), “A Comparative Study of the Robustness and Resilience of Retail Areas in Seoul, Korea before and after the COVID-19 Outbreak”, *Using Big Data. Sustainability*, 13(6): 3302.
 29. Lee, J., M. Chin and M. Sung (2020), “How has COVID-19 Changed Family Life and Well-Being in Korea?”, *Journal of Comparative Family Studies*, 51(3~4): 301-313.
 30. Tinson, A. and A. Clair (2020), “Better Housing is Crucial for Our Health and the COVID-19 Recovery”, *The Health Foundation*, 1~25.
 31. Qian, X., S. Qiu and G. Zhang (2021), “The Impact of COVID-19 on Housing Price: Evidence from China”, *Finance Research Letters*, 43: 101944.

요 약

본 연구는 서울시 무주택 취약계층 2030가구를 대상으로 향후 청년주거지원 정책의 이용의사에 영향을 미치는 중요 요인과 그 인과관계를 규명하여 시사점 제시하고자 한다. 특히, 가구특성과 정책특성 변수를 포괄적으로 분석 모형에 적용하여 최근의 상황에서 청년계층의 주거불안 상황을 반영하고자 하였다. 연구의 방법으로 로지스틱 회귀 분석 모델을 사용하였으며, 주요 분석결과는 다음과 같다. 연령이 낮을수록, 경제활동을 하는 청년인 경우, 원룸에 거주하는 경우, 월세로 사는 경우, 코로나 시기 고용부담 상황이 나아진 경우, 청년주거지원정책을 인지하고 있던 경우 주거지원정책에 향후 이용의사가 있을 확률이 높은 것으로 나타났다. 연구의 시사점으로 기존의 청년 주거지원 사업에 대해서 더욱 강화하고 확대할 필요성이 있다. 또한 청년 주거지원 정책들에 대한 정보전달 체계를 효율화하고 사회초년 청년계층을 위한 정교한 주거지원정책이 필요하다.

주제어 : 서울시, 청년가구, 주거지원 정책, 로지스틱 회귀분석, 가구 특성

아산시 국지적 난개발 발생 가능지역 탐색 방안 실증연구*

Examination of Potential Unplanned Land Use in Asan City with a Spatial Analysis Method

이경주** · 임준홍***

Youngju Lee** · Jun-Hong Im***

Abstract

Unplanned land use, that is, unplanned development, causes various negative externalities.. In the past, Korea has experienced significant socio-economic costs due to reckless development centered on the boundary between urban and non-urban areas.. Unplanned land use can be viewed as a result of the interaction of various factors.. Therefore, it is difficult to develop in areas where unplanned land use occurs intensively. It is necessary to strengthen legal and institutional measures so that negative externalities do not persis. In this study, we present a spatial analysis methodology to effectively find spatial clusters where unplanned land use is concentrated. By demonstrating and applying this to individual development activities that occurred in Asan City, we examine the usefulness of information to support decision making when establishing mid-to-long-term growth management strategies at the local government level.

Keywords : Unplanned Land Use, Negative Externalities, Spatial Clusters, Spatial Analysis Method

1. 서 론

개발행위허가제도는 '선계획·후개발'이라는 원칙을 통하여 토지이용 과정에서 난개발을 억제함으로써 국토의 지속가능성을 제고하고 재산권이 정당한 행사가 상충하지 않도록 국토계획법에서 명시한 법·제도적 수단의 일환이다. 난개발은 주거, 상업, 공업 활동 등과 관련한 토지이용 과정에서 필수적인 기반시설을 적절한 수준으로 갖추지 못한 채 개발행위가 이루어지는 무계획적 토지이용 결과를 의미한다(조재성, 2002; 김재익, 2008). 이렇듯 무계획적

토지이용은 다양한 부정적 외부효과를 초래하여 효율적인 토지이용을 저해하는 요인으로도 지적되고 있다(이정전, 2015). 우리나라는 과거 도시와 비도시 경계를 중심으로 적용된 준농림지역 제도와 같은 규제 완화가 개별입지 공장 등의 무분별한 개발행위로 인한 난개발을 촉진하고 외부비용을 누적시키는 대표적인 제도적 요인이었던 것으로 지적된다(이경기, 2009; 이경주·권일, 2012). 이에 국토의 계획 및 이용에 관한 법률(이후 국토계획법) 제정을 통하여 도시와 농촌의 통합적 관리를 포함한 국토의 계획적 개발을 유도하기 위한 제도적 틀이 마련되었다.

*이 논문은 아산시 중장기계획 수립연구(충남연구원, 2022)의 원고 일부와 개발행위원 관련 원자료를 재분석하여 작성하였음.

**한국교통대학교 교수(주저자: lgjracer@ut.ac.kr)

***충남연구원 선임연구위원(교신저자: jhim0212@empas.com)

개별 개발행위를 조정함으로써 난개발을 억제하기 위한 다양한 제도적 수단(예: 연접개발제한제도, 기반시설 부담금제)을 국토계획법상에서 마련하는 등의 노력을 기울이고 있으나, 특히 개발압력이 높은 지역 경기도나 지방대도시권을 중심으로 난개발로 인한 문제는 여전히 현안으로 남아 있다(박세훈 외, 2013). 대표적으로 충남은 지리적으로 경기도와 접해 있으면서 수도권 지역의 강력한 규제를 적용받지 않아 개발압력이 높은 지역으로 자리매김하고 있다. 특히, 충남 북부의 4대 도시의 경우 이러한 이점으로 인하여 인구 및 산업이 지속적 유입이 이루어지고 있다. 이들 지역에서는 향후 중장기적으로 지속적인 성장이 예상되는 만큼 개별 개발행위로 인한 난개발을 억제하고 계획적 개발을 유도하기 위한 체계적인 관리방안을 갖출 필요가 있다(박세훈 외, 2013).

난개발이 다양한 환경적 피해와 사회경제적 외부 비용을 초래한다는 점은 대체적 합의가 이루어졌으나, 그 피해 정도와 지역적 범위와 관련해서는 의견이 분분하다(이경주·권일, 2012). 난개발을 억제하고 체계적인 관리방안을 수립하기 위해서는 우선 난개발이 만연하거나 향후 우려되는 지역을 파악하는 것이 필요하다. 선행 연구에서는 난개발의 수준을 정량적으로 측정하거나 이로 인한 잠재적인 문제 지역을 탐색하기 위한 실증적 분석방법론을 제시하고 있다. 이영재 외(2015)는 공장 개별입지 난개발이 만연한 계획관리지역에서의 난개발 수준을 측정하기 위하여 경관 지수를 적용한 난개발 지수를 제안하였다. 또한 관련 후속 연구를 통하여 이영재·성찬용(2016)은 주거와 공업 용도지역의 혼재 유형을 분류하고 유형별 혼재의 정도를 측정하는 방식으로 난개발 지수를 제시하고 정책적 활용성을 실증하였다. 국토교통부(2019)는 비시가화지역의 계획적 관리를 위한 성장관리방안의 불합리한 부분을 정비하기 위하여 다양한 법·제도에 명시된 규제내용을 체계화함으로써 난개발 수준을 측정하기 위한 공간분석

기준 등을 제시한 바 있다. 이경주·권일(2012)은 비도시지역 대상을 준농림지제도 이전과 이후의 공간적 군집도 간 비율차이를 공간난개발지수로 정의하고 실증분석을 수행하여 도출한 결과를 토대로 정책적 함의를 논의하였다. 유사한 맥락에서 이경주·권일(2013)은 비도시지역 내 공장 개별입지의 공간적 군집패턴의 시계열 변화상황을 모니터링하는 방법론을 제시하고, 준농림지제도와 관련된 변화 추이를 실증·분석하였다. 이경주·임준홍(2016)은 개발행위허가에 관한 지자체의 조례 변화에 따라 예상되는 난개발 취약지역을 탐색하기 위한 공간 시뮬레이션 방법론을 제시하고, 계룡시를 대상으로 실증분석 결과를 도출하여 성장관리방안을 마련하기 위한 의사결정 지원정보로서의 활용성을 살펴보았다.

앞서 살펴본 선행 연구에서는 개별 개발행위의 공간적 군집을 난개발의 핵심 특징으로 규정하고 이를 다양한 방식의 공간군집지표로 정의하였다. 공간군집지표는 실증자료에 적용하여 대상지의 전반적인 난개발 경향성을 가늠함과 동시에 지역적 편차를 파악하기 위한 수단으로 활용되었다. 이 연구의 목적은 잠재적으로 사회경제적 비용 발생이 우려되는 난개발 발생지역을 탐색적으로 찾아내는 분석방법론을 제안하고, 이를 개별 개발행위 실증자료에 적용하여 지자체 수준에서 중장기 성장관리전략을 수립할 때 의사결정 지원정보로서 활용성을 살펴보는 것이다. 2장에서는 실증자료 구축 및 분석방법론을 자세히 설명하고, 이어지는 3장에서는 실증분석 결과를 도출하고 이를 토대로 정책적 함의를 논의한다. 4장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 실증 분석자료 구축 및 현황진단

개별 개발행위 발생에 따른 난개발 지역 실증탐색을 위한 대상지는 아산시이다. 아산시에서 2003년 1월부터 2021년 9월까지 약 19년 기간 동안 발생한

개발행위 자료 전체를 공간자료로 구축하였다. 개발 행위 자료는 주소정보를 포함하고 있어서 지오코딩(geocoding)을 통하여 xy -좌표를 도출하였다. 개발 행위허가 자료에는 또한 국토계획법상 용도지역과 건축법상 건물용도에 관한 정보가 포함되어 있다. 아울러 개발행위가 발생한 시점 정보까지 일 단위로 포함되어 있다. 실증자료에 포함된 개발행위는 접수, 협의, 허가의 과정을 거친다. 즉, 개발행위허가 투명성과 효율적 사후관리를 위해 접수대상 및 관리대장을 작성하도록 하고 있다. 신청이 접수되면 산지, 농지, 도로 등 관련 협조부서의 의견을 취합한 후 심의를 통해 최종 허가 여부를 판단한다. 본 분석에서 수집한 데이터는 이러한 내용을 포함하고 있어 3가지 모두 분석대상에 포함하여 그 차이도 함께 분석한다.

Fig. 1은 과거 19년 기간 동안 발생한 유형별 개발행위의 지리적 위치를 시각화한 것이다. 이는 개발행위가 집중된 지역적 범위를 개략적으로 추정해보

기 위한 일종의 현황진단 정보이다. 그림의 왼쪽은 ‘허가’ 유형이고 가운데와 오른쪽은 각각 ‘협의’와 ‘접수’ 유형에 해당하는 개발행위의 공간적 분포패턴을 나타낸다.¹⁾ 개발행위 발생 위치의 공간적 분포패턴에 있어서 세 유형 간 뚜렷한 차이는 보이지 않는다. 다만, 전반적으로 둔포면, 음봉면, 탕정면 등 천안시와 인접한 지역을 중심으로 개발행위가 집중적으로 이루어져 왔음을 볼 수 있다. 또한 온양5동을 중심으로 아산시 내 다른 지역에 비하여 개발행위가 상대적으로 많이 이루어진 것으로 판단된다.

Fig. 2는 개발행위 유형별 발생 위치를 $250m \times 250m$ 크기의 정방형 격자 단위로 집계하여 단계구분도(coropleth map)로 나타낸 것이다. 단계구분도는 격자 내 개발행위 건수를 오름차순으로 정렬하여 하위 20%에서부터 상위 20%까지 다섯 단계의 등도수(quantile) 급간으로 구분하여 빨간색 색조의 색상을 점진적으로 진하게 표시하였다. 단, 개발행위 건수가 없는 격자는 제외하여 흰색으로 표시하였

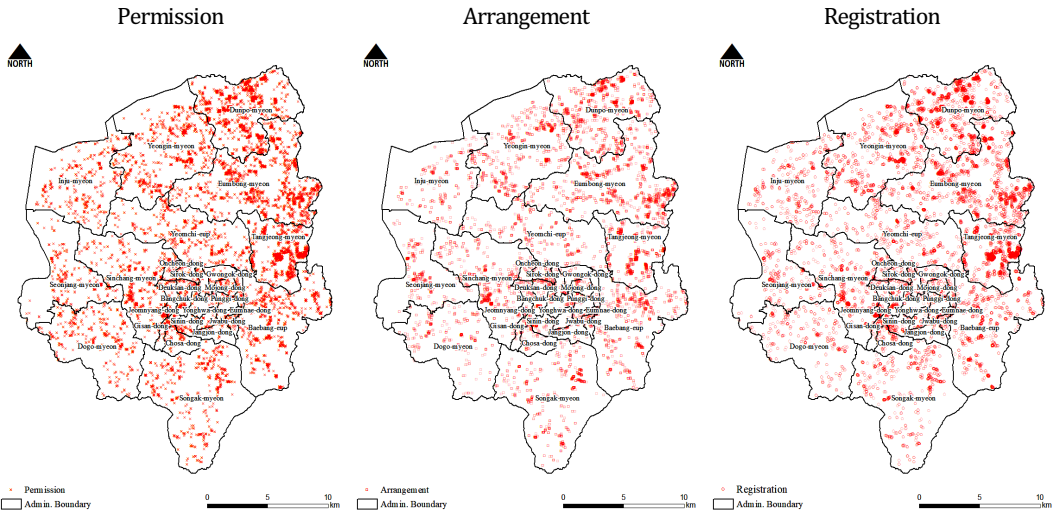


Fig. 1. Geographic Locations of Unplanned Land Uses by Development Type

1) 개발행위에 자료는 개발행위 주체가 서류(민원)를 ‘접수’하는 것에서 시작하여, 타 실과와 ‘협의’가 필요한 부분, 그리고 심의 등을 통해 ‘허가’를 득하는 과정별로 구분함.

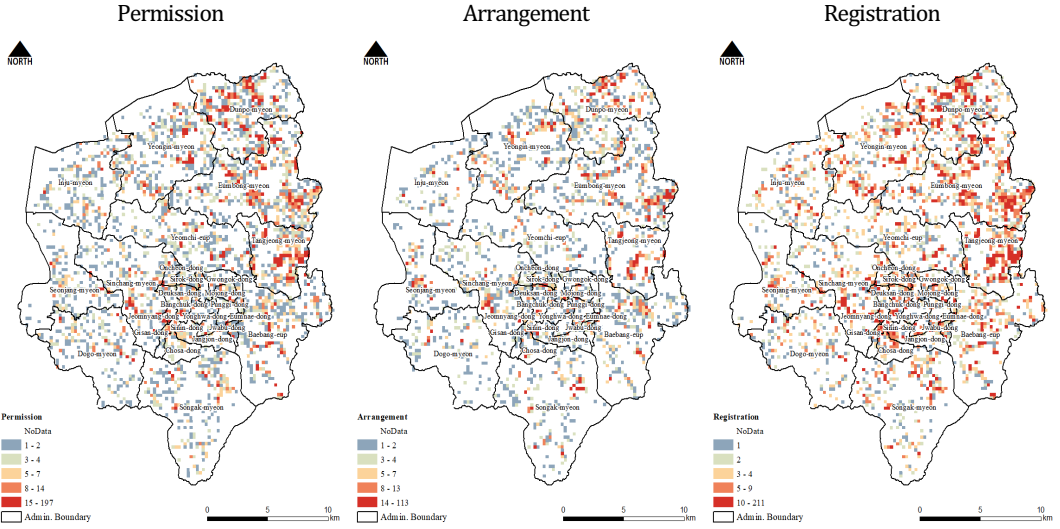


Fig. 2. Land Use Counts in 250m x 250m Grid by Development Type

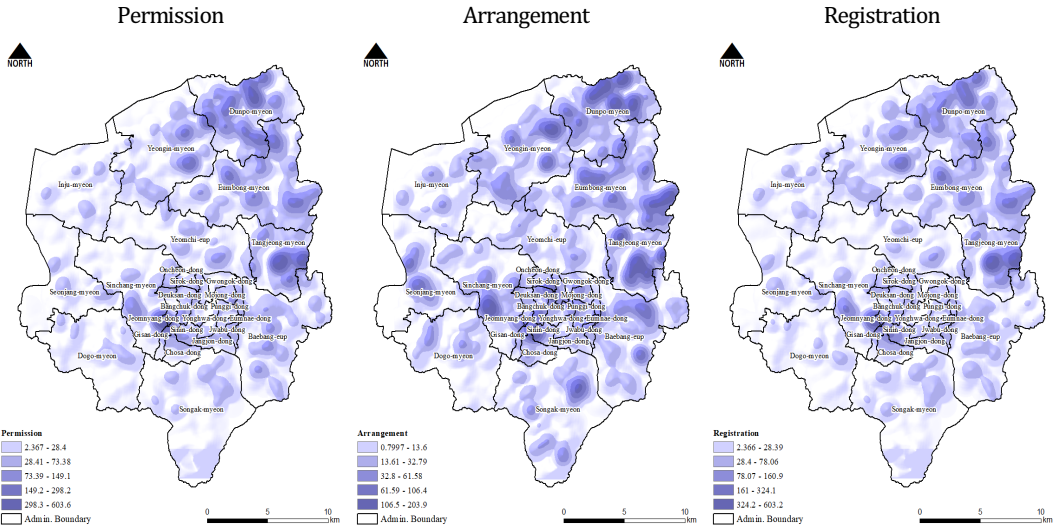


Fig. 3. Kernel Density of Land Uses Estimated by Development Type (count/m^2)

다. Fig. 2로 나타난 단계구분도는 개발행위 발생 위치를 일정한 크기의 공간단위로 집계함으로써 단순히 발생 위치를 표시하는 것보다 개발행위의 공간적 분포패턴을 더 명확하게 파악하기 위함이다. 그림에서 빨간색 색조가 진할수록 개발행위 건수가 많은 격자임을 의미하는데 세 유형 모두 동쪽의 천안시와

인접한 지역을 중심으로 개발행위가 집중적으로 분포해왔음을 명료하게 확인할 수 있다. 또한 온양5동과 같은 구도심 동 지역 역시 상대적으로 뚜렷한 공간적 군집 분포를 형성해오고 있음을 알 수 있다.

커널 밀도 단계구분도 생성을 위하여 적용한 탐색반경(bandwidth)은 1km이며, 시각화를 위한 급간

구분 방식은 'Natural Break'을 적용하였다.²⁾ 커널 밀도 단계구분도를 살펴보면 앞서 개발행위 위치표시, 단계구분도와 유사하게 천안과 인접한 지역을 중심으로 개발행위 밀도가 높게 나타나는 것을 볼 수 있다(Fig. 3). 다만, '허가' 유형의 경우 둔포면, 탕정면, 온양5동과 신창면 인접 지역을 중심으로 진한

파란색 색조가 분포하여 뚜렷한 공간적 군집이 나타남을 볼 수 있는데, 이는 위치표시나 단계구분도만으로는 파악하기 쉽지 않은 공간적 패턴 정보이다.

Table 1은 개별 개발행위 유형별 발생빈도를 1년 단위로 집계·요약한 것이고 Fig. 4는 발생빈도의 변화를 시계열 추세 그래프로 나타낸 것이다.

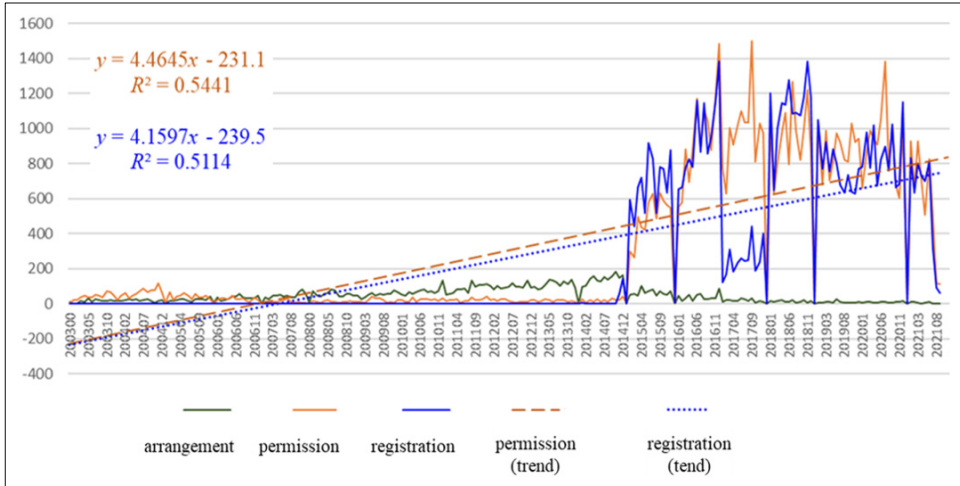


Fig. 4. Temporal Trends of Monthly Land Use Counts by Development Type from January, 2003 to September, 2021

Table 1. Yearly Land Use Counts by Development Type from 2003 to 2021

Year	Arrangement	Permission	Registration	Year	Arrangement	Permission	Registration
2003	189	510	0	2013	1,328	196	0
2004	244	818	0	2014	1,693	244	198
2005	274	500	0	2015	758	5,940	8,253
2006	417	312	0	2016	466	11,340	11,221
2007	556	146	0	2017	221	11,790	3,038
2008	680	128	0	2018	162	11,480	13,396
2009	636	208	0	2019	106	10,624	9,261
2010	838	260	0	2020	103	10,900	10,219
2011	1,030	260	0	2021	42	5,290	4,968
2012	1,186	196	0	Total	10,929	71,142	60,554

2) 이 방식은 급간이 구분된 계급(class) 내 편차는 최소화하고, 계급 간 편차는 최대화함으로써 유사성이 강한 것끼리 같은 계급에 묶이고, 계급 간 구분을 뚜렷하게 함. 탐색 반경인 1km 격자의 크기 즉, 250m의 네 배 크기에 해당하는 지리적 영역을 망라함으로써 인위적 격자 분할에 따른 들쭉날쭉한 시각화 패턴을 완화하여(smoothing) 일반적인 윤곽을 부각하고자 적용한 것임. 탐색 배경 설정을 위한 완전히 합의된 최적화된 기준은 없으나, 시각화 결과를 탐색적으로 관찰하여 적용한 배경임.

2003년 1월부터 2021년 9월까지 아산시에서는 총 142,625(10,929+71,142+60,554)건의 개별 개발행위가 발생하였다. 허가(주황색 실선)와 접수(파란색 실선)의 경우 2015년쯤에 이르러 발생빈도가 급격히 증가하여 등락을 반복하는 시계열 패턴을 보인다. 협의(초록색 실선)의 경우는 타 유형과 비교하면 급격한 변화는 관측되지 않는다. 그림에서 주황색 점선은 개발행위유형 증가가 가장 비중이 큰 허가유형을 예시로 시계열 추세를 나타낸다. 허가유형에 해당하는 개발행위는 전반적으로 우상향하는 시계열 패턴을 보인다. 파란색 점선으로 표시된 접수의 경우도 허가와 전반적인 등락 패턴이 유사하지만 2016년부터 2018년에 이르는 기간에는 빈도수에 있어서 많은 차이를 보인다. 시계열 변화추이를 종합하면 아산시의 경우 2003년을 기준으로 지난 19년 동안 개발행위 빈도에 있어서 뚜렷한 증가세를 확인할 수 있다. 시계열 추세를 나타내는 선형회귀식을 보면 허가($y = 4.4645x - 231.1$)의 경우 1년 단위로 평균 약 4.5건 정도의 빈도 증가를 확인할 수 있다. 접수($y = 4.1597x - 239.5$)의 경우 역시 허가의 경우를 약간 밑도는 4건 정도의 빈도 증가세를 보인다. 허가 와 접수 두 유형 모두 선형회귀식의 설명력은 0.5 이상으로 추정되었다.

3. 분석방법론

이 연구에서는 앞서 구축한 아산시 개발행위 발생이 공간적 군집을 이루는 지역을 잠재적 난개발 지역으로 규정하고 이를 탐색하기 위한 방법론을 제시한다.

잠재적 난개발 지역 탐색을 위한 방법론은 개발행위가 많이 발생하는 공간 단위에서는 이를 촉발하는 모종의 요인의 영향력이 강하게 작용한 결과임을 전

제한다. 개발행위가 많이 발생한다는 것은 예상보다 실제로 발생한 빈도가 높음을 의미한다. 개발행위의 실제 발생빈도와 기대빈도 간 비율 차이는 아래 식 (1)과 같이 정의한다.

$$RD(i) = \frac{O(i)}{E(i)} \quad (1)$$

식 (1)에서 $O(i)$ 와 $E(i)$ 는 각각 공간 단위 i 에서 개발행위의 실제 발생빈도(observed count)와 기대빈도(expected count)를 나타낸다. 발생빈도는 개발행위의 실증적 관측 건수를 의미한다.

위 식의 값이 1보다 클수록 개발행위가 예상보다 많이 발생한 것이다. 이는 개발행위를 촉발하는 모종의 공간적 요인이 강하게 작용한 결과이고, 이러한 추세가 계속되면 향후 무계획적 개발행위 잠재력 즉, 난개발 발생 가능성이 큰 것으로 해석한다.

이 연구에서는 아산형 산지관리체계³⁾에서 규정하는 아산시 산지 생태축의 토지피복 유형별로 공간 단위 i 에서의 실제 개발행위 발생빈도를 집계하고 기대빈도를 추정한다. 이에 대한 이해를 돕기 위하여 Fig. 5를 살펴본다. 이 그림 식 (2)에 대한 개념적 이해를 돕기 위하여 여러 유형의 토지피복으로 분할된 공간 단위(=250m 크기의 정방형 격자)를 예시한다.

위 그림은 아산형 산지관리체계에서 규정하는 다양한 위계의 토지피복이 혼재한 공간 단위 i 의 상황을 예시한다. 산지관리체계에서 규정한 바에 의하면 위계가 높을수록 허용되는 개발밀도가 증가한다. 즉, 위계의 숫자가 증가할수록 개발행위 관련 규제의 강도가 약해지는 것이다.

따라서 공간 단위 i 에 위계가 높은 토지피복이 차지하는 면적이 클수록 예상되는 개발행위 빈도 역시

3) 아산시는 2030 아산시 중장기 계획을 통해 환경부의 국가생태축, 광역자치체의 광역생태축, 아산시의 지역생태축의 다양한 방법론 등을 종합적으로 고려하여 '건강한 자연환경 지속을 위한 구조적·생태적 관리체계 정립을 제안하고 있음.

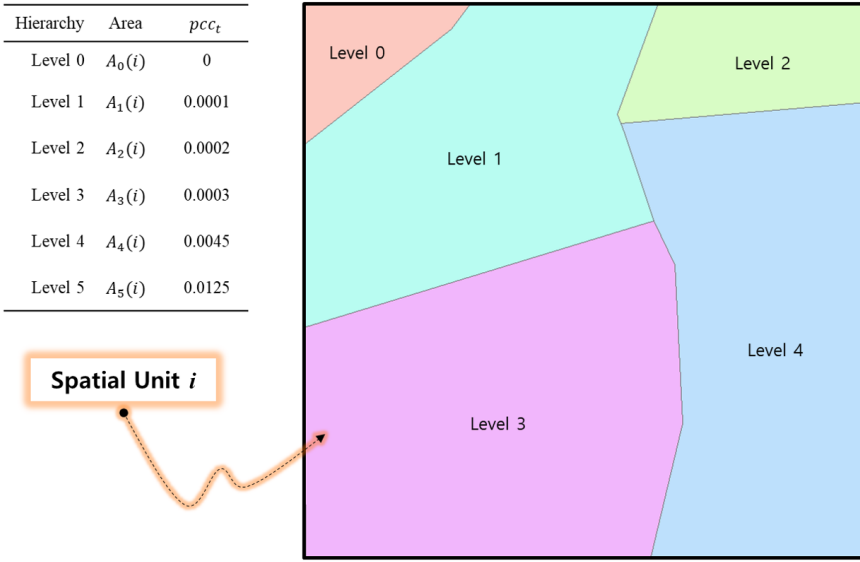


Fig. 5. Estimating Expected Land Use Counts by 250m × 250m Grid

높다고 볼 수 있다. 이 연구에서는 공간 단위 i 에서의 개발행위 기대빈도를 추정하기 위하여 아래 식 (2)를 적용한다.

$$E(i) = \sum_{t=1}^k A_t(i) \times pcc_t \quad (2)$$

식 (2)에서 $A_t(i)$ 는 공간 단위 i 를 구성하는 토지피복 유형 t 의 면적을 의미하고, pcc_t 는 분석대상지 전체의 토지피복 유형 t 의 단위 면적당 개발행위 발생빈도(=per capita count)를 의미한다. Fig. 5에서 가령 제5위계의 pcc_t 값은 0.0125이다. 이는 분석대상지 전체에서 제5위계 토지피복 유형의 면적으로 개발행위 발생빈도를 나눈 값이다. 토지피복 유형마다 pcc_t 가 다르므로, 공간 단위 i 의 위계별 토지피복의 면적이 어떤 조합을 가지는가에 따라 해당 공간 단위에서의 기대빈도 값이 달라진다. Fig. 5의 예시에 식 (2)를 적용하여 공간 단위 i 에서의 기대빈도를 계산하면 다음과 같다.

$$E(i) = A_0(i) \times 0 + A_1(i) \times 0.0001 + A_2(i) \times 0.0002 + A_3(i) \times 0.0003 + A_4(i) \times 0.0045 + A_5(i) \times 0.0125$$

위 계산식 예시가 의미하는 바는 격자를 구성하는 토지피복 유형의 면적이 클수록, 그리고 단위 면적당 발생빈도가 높을수록 기댓값은 커진다는 것이다. 면적과 단위 면적당 발생빈도가 0이 아니라면, 둘을 곱한 값은 항상 양(+)의 값을 가지므로, 두 변량 중 하나라도 증가하면 기대 빈도 역시 증가한다. 위 예시에서 제0위계에 해당하는 토지피복은 격자를 일부 구성하지만, 대상지 전체에서 해당 위계에는 개발행위가 일어나지 않아서 단위 면적당 발생빈도는 0이 된다. 달리 표현하면, 제0위계에 해당하는 면적만큼 기대 빈도는 감소한다. 위 예시에서는 제5위계에 해당하는 토지피복은 격자에 존재하지 않는다. 공간 단위 i 를 구성하는 토지피복 유형별 면적의 총합(= $A_0(i) + A_1(i) + A_2(i) + A_3(i) + A_4(i) + A_5(i)$)은 공간 단위 i 의 면적과 같다. $A_t(i)$ 와 pcc_t 의 단위는 각각 m^2 와 건/ m^2 이므로, 두 변량을 곱한 값의 단

위는 개발행위 건수가 된다. 이러한 방식으로 식 (2)는 토지피복 유형이라는 자연적 조건을 고려할 때 추정할 수 있는 공간 단위 i 에서 예상되는 개발행위 발생 건수 즉, 기대 빈도를 추정할 수 있다.

식 (1)의 값이 큰 공간 단위가 지리적으로 인접하여 공간적 군집을 형성하면, 이는 개발행위 발생 가능성이 큰 지역적 범위를 의미한다. 해당 지역은 무계획적 개별 개발행위의 난립으로 인하여 난개발로 인한 폐해가 우려되는 지역으로 해석할 수 있다. 이러한 관점에서 난개발 모니터링을 통한 계획적 토지 이용 가능성을 높이기 위한 정책 방안 적용에 있어서 우선순위를 가지는 난개발 우려 지역의 위치와 지리적 범위를 파악하기 위한 분석방법론의 필요성이 제기된다. 난개발 발생 지역에 대한 이러한 맥락적 의미를 반영하여 이 연구에서는 큰 값을 가지는 $RD(i)$ 의 공간적 군집도를 추정하기 위하여 아래 식 (3)과 같이 정의되는 $G_i^*(d)$ 통계량⁴⁾을 활용한다.

$$G_i^*(d) = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij}(d)RD(j)}{\sum_{j=1}^n RD(j)} \quad (3)$$

식 (3)의 분모는 대상지 내 모든 공간 단위에서의 RD 값을 합산한 값으로 정해진 상수이다. $w_{ij}(d)$ 는 공간 단위 i 와 공간 단위 j 간 거리가 임계거리 (critical distance) d 보다 작거나 같으면 1의 값을, 그렇지 않으면 0의 값을 가지는 지표함수(indicator function)를 의미한다. 따라서 $G_i^*(d)$ 의 분자 즉, $\sum_{j=1}^n w_{ij}(d)x_j$ 는 공간단위 i 를 기준으로 반경 d 내에 있는 공간 단위들만의 속성값 x_j 를 합산한 결과이다. 물론, 분석대상지는 총 n 개의 공간 단위로 구성된다. 따라서 식 (3)은 큰 값을 가지는 공간 단위들이 지리적으로 가까이 있을수록 값이 증가하는 방식으로 정의한 것이다. $G_i^*(d)$ 통계량은 분석 결과 해석의 편의를 위하여 표준정규분포 확률변수(standard normal random variable) 즉, $Z[G_i^*(d)]$ 로 변환하여 활용한다.⁵⁾ 아래 Table 2는 공간적 군집의 수준을 $Z[G_i^*(d)]$ 값을 기준으로 해석하는 기준을 제시한다.⁶⁾

예를 들어, $Z[G_i^*(d)]$ 값이 2.57보다 크다면 이는 유의수준 1%(=0.01) 하에서 통계적으로 매우 유의함을 의미하는데 이는, 그렇게 큰 값이 우연히 산출될 가능성이 작음을 반증하는 결과이다. 따라서

Table 2. Interpreting $Z[G_i^*(d)]$ Indicating the Level of Local Spatial Clustering

Critical value	Spatial clustering tendency	<i>p</i> -val.
$2.57 \leq Z[G_i^*(d)]$	Spatial clustering of large values: very high	0.01
$1.96 \leq Z[G_i^*(d)] < 2.57$	Spatial clustering of large values: high	0.05
$1.64 \leq Z[G_i^*(d)] < 1.96$	Spatial clustering of large values: moderate	0.1
$-1.64 \leq Z[G_i^*(d)] < 1.64$	Spatial random pattern	
$-1.96 \leq Z[G_i^*(d)] < -1.64$	Spatial clustering of small values: moderate	0.1
$-2.57 \leq Z[G_i^*(d)] < -1.96$	Spatial clustering of small values: high	0.05
$Z[G_i^*(d)] < -2.57$	Spatial clustering of small values: very high	0.01

4) 지리적 사상(geographic event)의 공간적 군집의 정도를 추정하기 위하여 Getis and Ord(1992)가 제안한 공간통계지수임.

5) 중심극한정리에 따라 $G_i^*(d)$ 는 정규분포 확률변수임. Getis and Ord(1992)는 $G_i^*(d)$ 의 평균과 분산을 도출하여 $Z[G_i^*(d)]$ 값으로 변환하는 방안을 제시하였음.

6) Lee and Lim(2009)은 Table 2와 같은 방식으로 $Z[G_i^*(d)]$ 값을 해석하는 방안을 제안한 바 있음.

$Z[G_i^*(d)]$ 값이 크다는 것은 공간 단위 i 를 중심으로 반경 d 이내에 위치하는 공간 단위의 속성값을 합산한 결과가 크음을 의미하는데, 그러한 큰 값들이 지리적으로 우연히 군집했을 가능성이 0.01보다 낮음을 의미한다. 따라서 큰 값들의 공간적 군집 형성은 모종의 공간적 요인이 작용한 결과로 볼 수 있음을 가리키는 통계적 반증이다. 즉, 개별 개발행위의 공간적 군집은 표고나 경사와 같은 지형적 조건, 토지용을 규제하는 법·제도적 제약, 개발을 통한 경제적 편익의 발생과 관련된 다양한 물리적 환경이나 경제적 여건(도로 접근성, 선호시설 접근성, 지가 등) 등이 복합적으로 작용하여 발생한 결과로 볼 수 있다. 따라서 개별 개발행위를 끌어들이는 요인의 영향력이 강할수록 개별 개발행위 건수는 증가하게 되고, 무계획적 개별 개발행위가 집중되는 지역을 중심으로 난개발이 우려될 수밖에 없다. $Z[G_i^*(d)]$ 값이 큰 지역적 범위는 개별 개발행위 발생 건수가 다른 지역에 비하여 두드러지게 많아서 해당 지역에서는 개별 개발행위를 초래하는 요인이 강하게 작용한 것으로 볼 수 있고, 무계획적 개발에 의한 난개발이 우려되는 지역으로 해석하는 것이다. 기본적으로 $Z[G_i^*(d)]$ 는 국지적 통계량이기 때문에 공간 단위 i 마다 계산한 뒤 Table 2의 기준을 적용하여 단계구분도로 시각화할 수 있다. $Z[G_i^*(d)]$ 값이 2.57보다 큰 공간 단

위는 가장 진한 빨간색으로 표시하고 값이 작아짐에 따라 빨간색 톤을 점진적으로 열게 함으로써, 공간적 군집의 지역적 편차를 점진적으로 파악하기에 효과적이다.

4. 실증분석

아산시에서 발생한 개발행위를 $250m \times 250m$ 격자로 집계하여 $RD(i)$ 값을 산출하고, 이를 대상으로 $Z[G_i^*(d)]$ 를 계산한 뒤 단계구분도로 시각화하는 방식으로 실증분석을 수행하였다. 단계구분도 상에서 $Z[G_i^*(d)]$ 값이 큰 지역 가령, 가장 진한 빨간색 톤으로 표시된 지역은 개발행위 발생잠재력이 크고 향후 난개발이 우려되는 지역으로 해석한다. 우선, $RD(i)$ 를 구성하는 $E(i)$ 를 계산하기 위하여 아래 Table 2와 같이 ‘충남형 산지 구분체계’에 따른 산지 유형별로 아산시 각 격자 내 포함되는 면적 정보와 산지 유형별 단위 면적당 발생빈도 정보를 집계하였다.

설명의 편의상 공간단위 i 가 모두 제5위계 유형으로 구성되어 있다고 가정하면 Table 3에서 제5위계 유형에서의 단위 면적(m^2)당 허가 건수는 0.0000462271건이므로 여기에 면적을 곱하면 해당 격자에서 예상되는 기대 빈도는 약 2.89건($\approx 0.0000462271 \times$

Table 3. Per Capita Land Use Counts by Hierarchy Type in Forest Classification System in Chungnam Province (count/ m^2)

Hierarchy	Permission	Arrangement	Registration	Total
Level 0	0.0000072878	0.0000028631	0.0000080686	0.0000182194
Level 1	0.0000000000	0.0000000000	0.0000000000	0.0000000000
Level 2	0.0000008074	0.0000000000	0.0000006056	0.0000014130
Level 3	0.0000061415	0.0000012835	0.0000057808	0.0000132058
Level 4	0.0000346375	0.0000112856	0.0000353472	0.0000812703
Level 5	0.0000462271	0.0000115303	0.0000423988	0.0001001562
Others	0.0000378845	0.0000274015	0.0000362367	0.0001015227

250 × 250)이 산출된다.

제1위계의 경우 관리체계 상 ‘절대보전’ 유형에 해당하여 한 건의 발생도 이루어지지 않음을 알 수 있다. 그러나 제0위계(법정보호지역 산림), 제2위계(광역산림생태축), 제3위계(지역산림생태축)의 경우 제1위계와 마찬가지로 ‘절대보전’ 유형에 해당하지만, 관리체계 적용 이전에 이루어진 개발행위로 인하여 단위 면적 당 건수가 0보다 큰 값으로 산출된 것으로 추정된다. 제4위계의 경우는 관리체계에서 ‘저밀도 개발’ 유형에 속하므로 단위 면적당 개발행위 건수가 대폭 증가하는 것을 알 수 있으며, ‘고밀도 개발’ 유형인 제5위계에서의 단위 면적당 개발행위 건수 역시 바로 이전 단계보다 대폭 상향된 것으로 판단된다.

Fig. 6은 아산시 산지 위계의 공간적 분포를 나타낸다. 왼쪽 그림은 대상지 전체이고 오른쪽은 대상지 일부를 확대한 것이다. 왼쪽 그림에서 제3위계

(노란색), 제4위계(엷은 파란색), 제5위계(진한 파란색)의 비중이 가장 큰 것으로 나타났고 대상지 일부 지역에 제0위계(진한 빨간색)가 산발적으로 분포하는 것으로 나타남. 또한, 제1위계와 제2위계는 아산시 남쪽 끝부분에 일부 분포한다. 오른쪽 그림을 보면 알 수 있듯이, 격자에 따라 특정 유형의 위계만을 포함하기도 하지만, 여러 유형이 복합적으로 파편화되어(fragmented) 격자를 구성하는 경우가 일반적이다.

앞서 예시한 바와 같이 격자마다 산지 위계별 면적을 구획한 뒤 위계별 단위 면적당 개발행위 건수를 곱하여 합산하면, 해당 격자에서의 기대 빈도가 산출된다. 기대 빈도로 실제 발생 빈도를 나눈 $RD(i)$ 는 격자 i 에서 예상보다 얼마나 많은 개발행위가 이루어졌는지를 판단할 수 있는 기준이다. $RD(i)$ 가 1이면 기대 빈도와 관측 빈도가 같아서 예상대로 개발행위가 이루어진 것으로 볼 수 있다. $RD(i)$ 가 1보

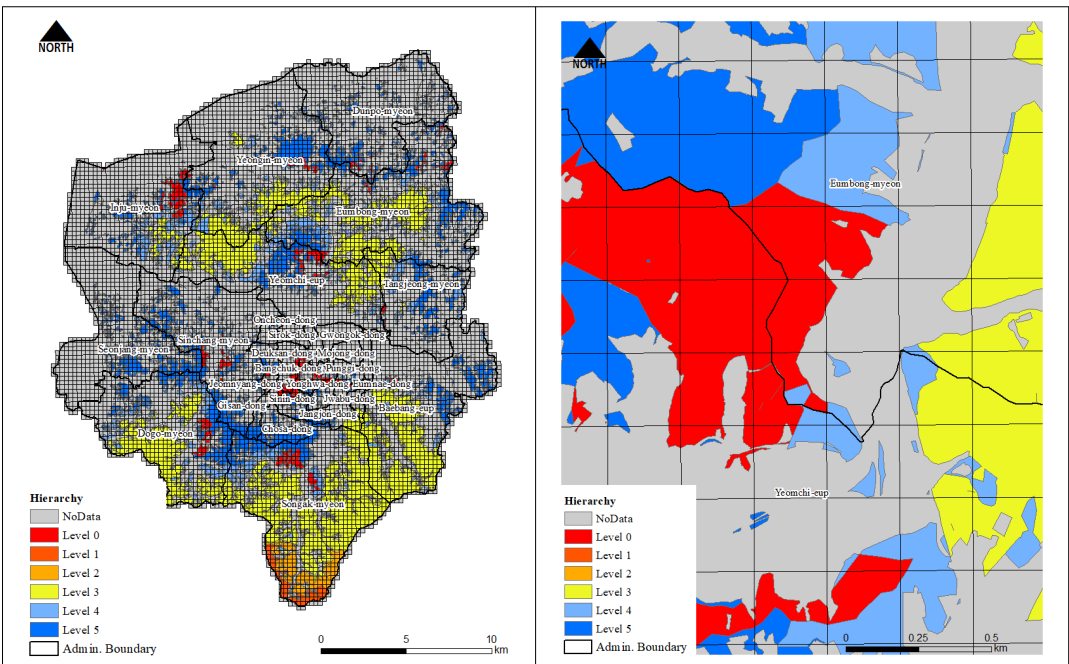


Fig. 6. Spatial Distribution of Forest-Land Use Hierarchy Types by 250m × 250m Grid (Left: Whole Region, Right: Partly Zoomed in)

다 크면 그 크기에 비례하여 예상보다 많은 개발행위가 이루어진 것으로 해석한다. 물론, 1보다 작으면 개발행위가 예상보다 적게 발생한 것이다.

Fig. 7은 개발행위 유형별 $RD(i)$ 값의 분포 즉, 공간단위 i 에서 기대 빈도 대비 관측 빈도의 비율을 단계구분도로 시각화한 것이다. 진한 빨간색 격자는 개발행위 관측 빈도가 기대 빈도보다 2배 이상 높은 지역을 의미하고 파란색 색조의 지역은 기대 빈도보다

낮은 실제 발생 빈도를 보이는 지역을 나타낸다. 빨간색 톤이 점진적으로 열어짐에 따라 기대 빈도 대비 실제 발생 빈도가 감소하는 것으로 해석한다. 파란색 톤으로 표시된 지역은 기대 빈도보다도 낮은 발생 빈도가 나타나는 지역을 의미한다. 파란색 톤이 진해질수록 해당 지역은 $RD(i)$ 값은 1보다 점점 작아진다.

Fig. 8은 $RD(i)$ 값의 국지적 공간군집도 $Z[G_i^*(d)]$ 를 계산한 결과를 Table 2의 기준으로 적용하여 단

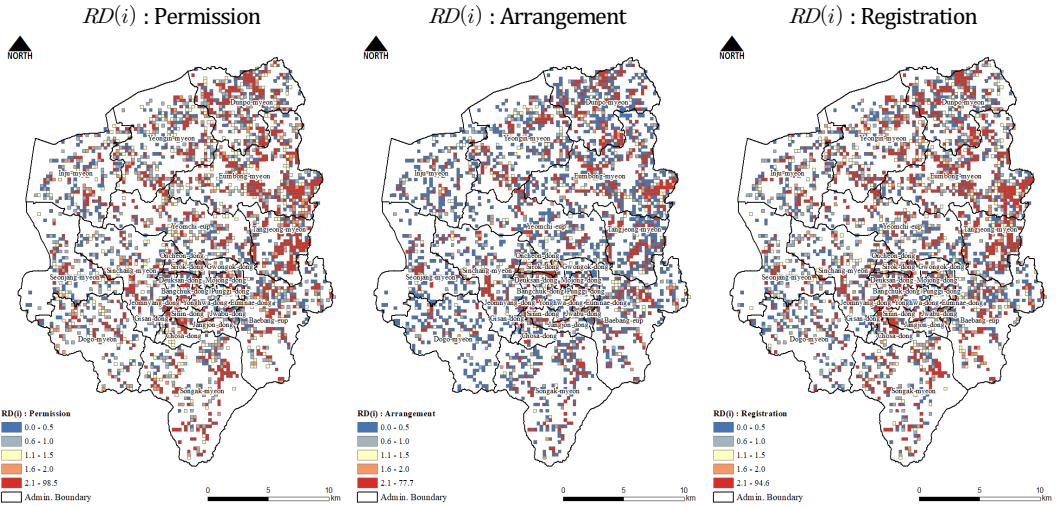


Fig. 7. Spatial Distribution of $RD(i)$

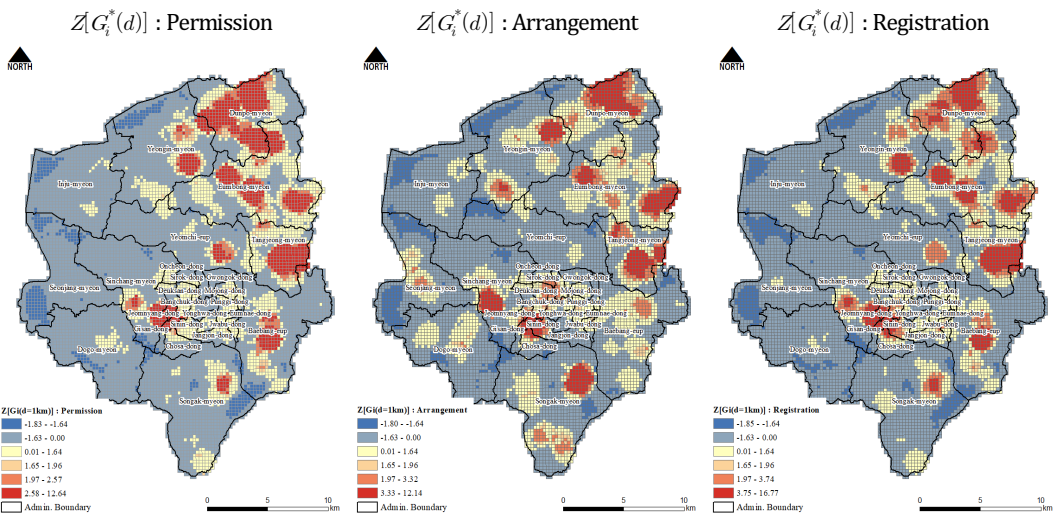


Fig. 8. Spatial Distribution of $Z[G_i^*(d)]$

계구분도로 시각화한 것이다. 주변 지역 탐색 반경 d 는 1km로 설정하였다. 그림을 보면 진한 빨간색 격자를 중심으로 열린 노란색 격자들이 점진적인 변화를 보이면서 아산시와 천안시가 연담화된 패턴을 나타내고 있음을 알 수 있다. 즉, 천안아산 KTX역의 성장 잠재력을 바탕으로 천안시와 아산시 특히, 지가 등의 요인으로 개발행위가 유리한 아산지역으로의 연담화현상이 강화되고 있음을 알 수 있다. 해당 지역들에서는 지가와 같은 개발행위 발생 추세가 계속된다고 가정할 때, 향후 집중적인 개발행위 발생으로 인하여 무계획적 난개발이 우려되는 지역으로 해석된다. 좀 더 구체적으로 살펴보면 난개발 집중분포 현상이 강한 지역은 천안시와 연결하고 있어 경계지역이며, 이는 수도권 인접효과와 교통접근성이 높은 두 지역의 특색이 그대로 반영된 도시연담화 현상으로 해석되며, 이러한 현상은 앞으로도 계속될 것으로 우려된다. 또 다른 난개발 집중분포 지역은 제조업 집단분포지역과 인접해있거나 귀농·귀촌이 많이 이루어진 지역으로 판단된다.

5. 결론 및 향후 연구

이 연구에서는 아산시를 대상으로 개발행위 유형별 공간적 분포현황을 살펴보고 이를 250m 크기의 정방형 격자로 합산(aggregate)한 뒤 등도수 단계구분도로 시각화하였다. 개발행위 발생 위치를 표시하거나 격자 단위 단계구분도 시각화 결과만으로는 개발행위 빈발 지역의 위치와 범위의 뚜렷한 윤곽을 파악하기 쉽지 않다. 이에 개발행위 발생 위치 정보를 이용하여 공간커널밀도(spatial kernel density)를 단계구분도로 생성하여 살펴봄으로써, 개발행위 발생의 공간적 군집지역의 전반적 위치 및 지리적 범위에 대한 대략적인 통찰 정보(insight information)를 도출할 수 있다.

격자별로 예상되는 개발행위 발생 건수를 기대 빈

도로 추정하고 실제 발생한 관측 빈도가 이로부터 얼마나 차이가 나는지를 정량적으로 계산함으로써 격자마다 현재 추세가 이어질 때 개발행위 발생 잠재력이 큰 지역을 추정하였다. 격자별 개발행위 발생 잠재력을 국지적 공간군집 통계량에 적용하여 공간적 군집지역의 위치와 지리적 범위를 명확하게 시각적으로 도출할 수 있었다.

이러한 일련의 분석 결과를 종합해보면, 아산시의 경우 천안시와 인접한 서쪽 지역을 중심으로 개발행위 발생이 공간적으로 군집하려는 경향성이 뚜렷하게 나타내는 것으로 해석된다. 또한 서쪽의 밀집 지역과는 지리적으로 분리된 아산시 내부의 주로 동 단위 지역을 중심으로 역시 공간적 군집 경향이 뚜렷하게 나타나는 패턴을 보이고 있다. 또한 아산시 산지 관리체계 상 '절대보전'이 필요한 제2위계 및 제3위계, 그리고 제0위계 지역에서의 개발행위가 일부 이루어진 것을 확인할 수 있었다. 이는 산지 관리체계 적용 전에 발생한 개발행위로 볼 수도 있지만, 향후 개발행위에 있어서 '절대보전' 지역에서의 개발행위가 억제될 수 있도록 상대적으로 철저한 감시와 관리가 필요할 것으로 판단된다. 또한 인접한 천안시와의 접경 지역을 중심으로 개발행위의 발생 잠재력이 큰 것으로 보아 해당 지역에서의 '저밀도 개발'과 '고밀도 개발'이 허용된 관리체계 산지를 중심으로 엄밀한 모니터링을 통하여 난개발 발생을 억제할 방안을 마련하여 적용할 필요가 있다. 천안시 역시 접경 지역을 중심으로 자연적 조건이나 사회경제적 여건을 공유함으로써 유사한 문제가 발생할 수 있으므로, 지자체 간 협력을 통하여 체계적인 개발행위 관리에 있어서 효율성 증진을 위해 협력적 거버넌스 구성 및 운용을 고려해볼 만한 것으로 기대된다.

본 연구는 아산시를 대상으로 무계획적 토지이용이 집중된 공간 군집지역을 도출하는 방법론을 제시한 것이다. 실증분석 결과 이들 지역은 아산시는 천

안시와 인접한 경계 지역에 집중 분포되어 있어, 인접 도시인 천안시와 통합적으로 분석하면 더 명확한 공간적 특성분석과 정책제언이 가능했을 것이다. 이는 향후 연구과제로 남겨둔다.

참고문헌

1. 국토교통부(2019), 「비시가화지역 계획적 관리를 위한 성장관리방안 제도개선 연구」, 세종.
2. 김재익(2008), “지역별 난개발 수준의 측정”, 「한국지역개발학회지」, 20(2): 127~148.
3. 박세훈·이경주·전성연(2013), “비시가화지역의 계획적 관리를 위한 도시성장관리계획 도입과 성장관리지역 설정에 관한 연구”, 「국토계획」, 48(2): 249~261.
4. 이경기(2009), 「난개발방지를 위한 제조업 개별입지 관리방안: 충북 음성지역을 중심으로」, 청주: 충북개발연구원.
5. 이경주·권일(2012), “비도시 지역의 공장 개별입지 난개발에 관한 실증적 분석”, 「한국지역개발학회지」, 24(5): 145~160.
6. 이경주·권일(2013), “공장 개별입지로 인한 난개발

의 공간통계학적 모니터링기법 개발: 비도시지역을 중심으로”, 「한국지역개발학회지」, 25(2): 89~114.

7. 이경주·임준홍(2016), “개발행위허가 잠재력 분석을 통한 난개발 우려지역 검토 시뮬레이션 실증연구: GWR과 확률적 중력모형 결합 방법론을 중심으로”, 「한국지역개발학회지」, 28(1): 67~88.
8. 이영재·박지현·성한용(2015), 「계획관리지역 토지이용 실태분석 및 환경관리 방안」, 세종: 한국환경정책·평가연구원.
9. 이영재·성한용(2016), 「비도시지역 주거-공장 혼재형 난개발 평가기준 개발 및 활용방안 마련」, 세종: 한국환경정책·평가연구원.
10. 이정전(2015), 「토지경제학」, 박영사.
11. 조재성(2002), “도시 난개발 현상에 관한 연구”, 「국토계획」, 37(2): 227~242.
12. Getis, A. and J. K. Ord (1992), “The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics”, *Geographical Analysis*, 24(3): 189~206.
13. Lee, G. and H. Lim (2009), “A Spatial Statistical Approach to Identifying Areas with Poor Access to Grocery Foods in the City of Buffalo”, *Urban Studies*, 46(7): 1299~1315.

요약

무계획적 토지이용 즉, 난개발은 다양한 부정적 외부효과를 초래한다. 우리나라는 과거 도시지역과 비도시지역 경계를 중심으로 난개발로 인한 상당한 사회경제적 비용을 경험한 바 있다. 무계획적 토지이용은 다양한 요인의 상호작용 결과로 볼 수 있다. 따라서 무계획적 토지이용이 집중적으로 발생하는 지역을 중심으로 난개발로 인한 부정적 외부효과가 지속되지 않도록 법·제도적 조치를 강화할 필요가 있다. 이 연구에서는 무계획적 토지이용이 집중된 공간 군집지역을 효과적으로 찾아내는 탐색하기 위한 공간분석 방법론을 제시한다. 이를 아산시에서 발생한 개별 개발행위에 실증 적용하여 난개발 발생지역을 찾아내고, 지자체 수준에서 중장기 성장관리전략을 수립할 때 의사결정 지원정보로서 활용성을 살펴본다.

주제어 : 난개발(무계획적 토지이용), 부정적 외부효과, 공간 군집지역, 공간분석 방법론

코어의 유형에 따른 필로티형 건축물의 내진보강방안*

Seismic Retrofit Method for Piloti Buildings According to Type of Core

김민준**

Minjun Kim**

Abstract

After the earthquake in South Korea (Gyeongju and Pohang), interest in securing the seismic performance of piloti buildings was increasing. In this paper, a study was conducted to propose a seismic retrofit method for piloti building of LH. The proposed seismic retrofit method considers the priority of seismic retrofit and the type of core. To verify the effectiveness of the proposed seismic retrofit method, computational analysis was performed according to the type of core. As a result, it was confirmed that the seismic performance was improved when the proposed seismic retrofit method was used.

Keywords : Piloti Building, Seismic Retrofit, Fiber Sheet Retrofit, Eccentricity, Type of Core

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

2016년 9월 국내 지진 관측 사상 최대 규모의 경주지진(규모 5.8)과 연이어 2017년 11월에 발생한 포항지진(규모 5.5)은 국민들에게 건축물의 안전에 대한 중요성을 일깨워 주었다.

경주·포항지진의 발생에 따라 일부 건축물에서 구조적 및 비구조적 피해가 발생하였으며, 특히 필로티형 건축물 중 주차장으로 사용중인 필로티층에 구조적인 피해가 크게 발생하였다.

필로티형 건축물은 필로티층과 상부층의 수직부재량의 차이로 인하여 수직비정형성이 발생하고, 계단실(코어)의 위치 및 필로티층의 수직부재 위치에

따라 평면비정형이 발생하여 지진하중 등 횡 하중에 구조적으로 취약하다.

따라서 필로티형 건축물의 내진성능을 확보하기 위하여 “필로티 건축물 구조설계 가이드라인”(국토교통부, 2018)등을 기초로 내진설계를 수행하고 있으나, 건설년도 및 건축물 규모에 따라 내진성능이 부족할 수 있다.

LH는 전국에 걸쳐 필로티형 건축물을 매입하여 임대주택으로 활용중이며, 경주·포항지진의 발생에 따라 필로티형 매입임대주택의 지진피해조사를 실시하고, 피해범위에 따른 보강 및 연구를 수행하였다(김상연, 2019; 김상연, 2020).

기존 LH연구는 지진이 발생한 경주·포항지역에만 국한된 연구로써, LH가 보유한 모든 필로티형 건

*이 논문은 2022년 LH 토지주택연구원 연구과제 “필로티형 매입임대주택의 유형별 내진보강방안” 보고서를 수정·보완하여 작성하였음.

**LH 토지주택연구원 공공주택연구실 책임연구원(minjunk@lh.or.kr)

축물의 효율적인 내진성능확보를 위해서는 전국단위로 연구를 확장할 필요성이 있다.

이에 이 연구에서는 전국단위의 필로티형 건축물의 내진성능을 효율적으로 확보하기 위하여 필로티 코어의 유형별로 내진보강방안을 제시하고 이를 검증하였다.

1.2 연구범위 및 내용

주된 연구대상은 LH에서 관리중인 전국단위의 필로티형 매입입대주택이며, 코어의 유형에 따라 내진보강방안을 제안하기 위하여 다음과 같은 연구를 수행하였다.

1. 필로티형 건축물의 내진보강우선순위 제안
2. 필로티형 건축물의 내진보강방안 제안
3. 제안된 내진보강방안의 유효성 검증

2. 필로티형 건축물의 내진특성

2.1 필로티형 건축물의 내진거동

필로티형 건축물은 기둥과 코어(계단실)로 구성된 주차장을 1층(이하 필로티층)에 배치하고 2층 이상 상부에 벽식구조로 주거 및 상업용 시설을 구성하는 형식이 일반적이다. 따라서 필로티형 건축물은 필로티층과 상부층의 강성 및 중량차이에 기인하여 외력, 특히 수평하중에 취약한 구조이다. 특히 Fig. 1



Fig. 1. Failure of Column in Piloti Building

Source: Kim, M.J. (2022) (in Korean)

과 같이 경주·포항 지진이후 필로티층의 기둥 및 코어벽체가 파괴된 것을 확인 할 수 있다.

필로티형 건축물의 기둥 및 벽체의 파괴형식은 연성적인 휨 파괴와 취성적인 전단 파괴로 나눌 수 있으며, 특히 필로티층의 코어에서 가장 먼쪽의 모서리 기둥은 Fig. 2와 같이 비틀림하중이 크게 발생하여 비틀림 파괴가 발생 할 수 있다.

이에 2018년 국토교통부에서는 ‘필로티 건축물 구조설계 가이드라인’(국토교통부, 2018)을 통하여 필로티형 건축물의 내진설계법과 내진보강을 수행토록 하고 있다.

2.2 필로티형 건축물의 내진보강방법

내진성능이 확보되지 않았거나 노후화된 철근콘크리트구조(이하 RC) 구조형식의 필로티형 건축물은 지진 및 외력에 대한 안정성을 확보하기 위하여 내진보강을 수행하여야 한다.

현재 국내·외에서 널리 사용되는 건축물의 내진보강방법은 Table 1에 나타난 바와 같이 내력(전단력)을 증가시키는 강성보강방법과 지진 및 외력의 에너지를 충분히 흡수할 수 있는 연성 보강방법이 사용되고 있다.

이외에도 특수목적으로 면진 및 제진보강방법이 사용되고 있으나, 일반적인 소규모 건축물에는 강성보강법이나 연성보강법이 적절하다.

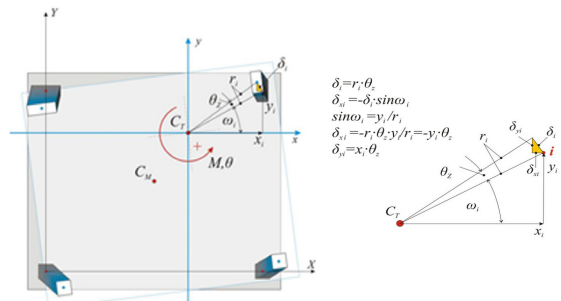


Fig. 2. Torsion in Piloti Building

Source: Kim, M.J. (2022) (in Korean)

Table 1. Characteristics of Seismic Retrofit Method

Characteristics	Strength (Rigid) Retrofit	Ductility Retrofit
Structural	<p>Advantage - Improve strength</p>	<p>- Improve strength and ductility - Improve durability - Unnecessary of foundation retrofit</p>
	<p>Disadvantage - Necessary of foundation retrofit - Durability requirements</p>	<p>- Fiber sheet peeling - Requirements for fire resistance - Slight increase in strength compared to ductility</p>
Economic	<p>Advantage - Lower material cost compared to fiber sheet</p>	<p>- Easy to install and shorten construction period - Parking lot of the building can be used during the construction period - Unnecessary of foundation retrofit</p>
	<p>Disadvantage - Overall construction costs increase with foundation retrofit - Increased construction period - Parking lot of the building cannot be used during the construction period</p>	<p>- Construction costs increase compared to strength (rigid) retrofit</p>
Usability	<p>Advantage - None</p>	<p>- No parking lot interference and visibility - Low dust and noise during construction</p>
	<p>Disadvantage - Parking lot and visibility interference - Lot of dust and noise during construction</p>	<p>- Odor problems caused by the use of adhesive bonds</p>

Source: Kim, M. J. (2022) (in Korean)

2.2.1 강성보강방법

강성보강방법은 구조체의 내력(전단력)을 증가시키는 방법으로 전단벽 신설, 날개벽 신설, 기둥단면의 증설 등을 보강하는 행위이다. 강성보강방법은 소수의 위치에 보강하여도 구조체의 내력 증진에 효과적이다.

그러나 기존 연구결과, 강성보강방법을 필로티형 건축물에 적용할 경우에는 공사기간이 길고, 주차장 공간이 훼손되어 입주민의 불편을 초래할 가능성이 있다(김상연, 2019; 김상연, 2020). 또한 강성보강을 위한 기초보강이 필요할 가능성이 있어, 시공성과 경제성이 저하될 우려가 있다.

2.2.2 연성보강방법

연성보강방법은 구조체의 변위를 증가시켜 연성적인 거동을 유도하는 방법으로, 섬유시트, 강판, 철근 등의 다양한 재료를 가지고 부재의 외피를 감싸는 공법이 널리 사용되고 있다. 연성보강방법은 강성보강방법에 비하여 공사기간이 빠르고, 기초보강이 불필요한 장점을 가지고 있다.

그러나 연성보강방법은 강성보강방법에 비하여 보강이 필요한 부재가 증가할 우려가 있으나, 필로티층의 수직부재에만 보강하여도 보강효과가 극대화될 수 있으므로, 경제성 및 시공성 측면에서 유리하다. 또한 수직부재 신설이 요구되지 않음으로 입

주민의 시야 확보와 주차장 간섭 문제로부터 자유롭다.

3. 필로티형 건축물의 내진보강방안

3.1 내진보강우선순위 선정

서론 및 Fig. 3과 같이 필로티형 건축물은 국내 건축물 내진설계 규정에 따라 내진성능이 미흡할 가능성이 있어, 건설년도 및 규모에 따라 내진보강을 우선적으로 수행해야 할 건축물을 구분할 필요가 있다.

이에 이 연구에서는 국토안전관리원(2021)의 '기존 시설물(건축물) 내진성능 평가요령'과 국내 내진설계 규정에 준하여 필로티형 건축물의 내진보강우

선순위를 다음과 같이 제안하였다.

1. 인구밀도가 높은 지역에 위치한 2005년 7월 이전에 건설된 5층 이하의 필로티형 건축물
2. 건축물의 위치에 관계없이 1번을 만족하는 전 국단위의 필로티형 건축물
3. 1 및 2를 제외한 필로티형 건축물

3.2 내진설계 목표

Fig. 4 및 Fig. 5는 LH가 관리중인 필로티형 건축물의 층수 및 연면적을 지역본부별로 분류한 것으로, 필로티형 건축물은 대부분 5층 이하의 중저층, 연면적 1000m²의 소규모이다. 이에 이 연구에서는 필로티형 건축물의 내진보강목표를 내진 2등급으로 설

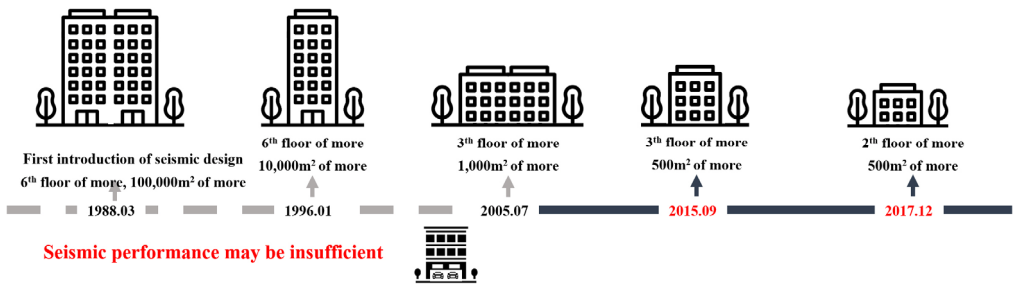


Fig. 3. Change of Seismic Design in South Korea

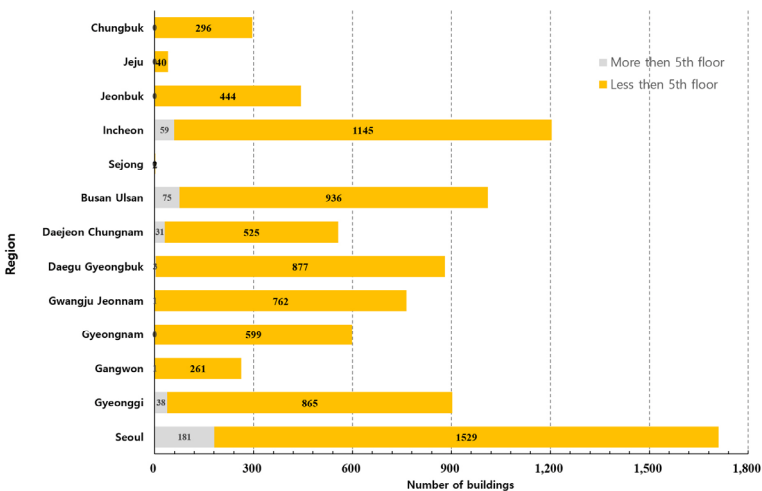


Fig. 4. Number of Floors in the Piloti Building

Source: Kim, M. J. (2022) (in Korean)

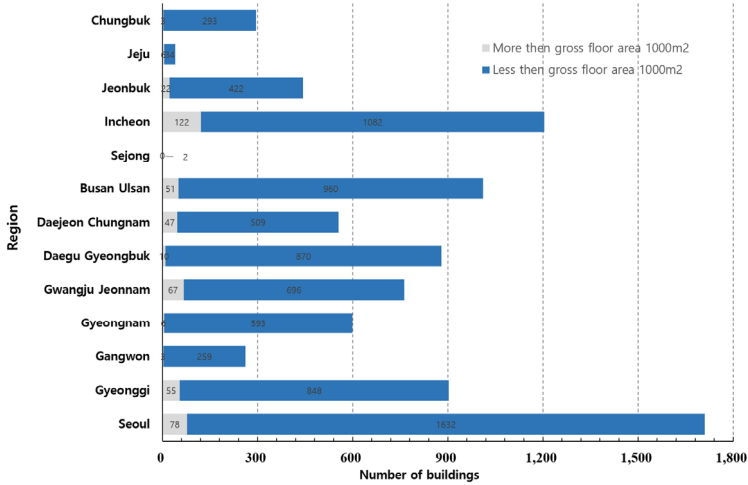


Fig. 5. Gross Floor Area of Piloti Building

Source: Kim, M. J. (2022) (in Korean)

정하였다.

내진 2등급은 국내내진설계기준에 따라 2400년 주기의 지진에 대한 붕괴방지와 1000년 주기의 지진에 대한 인명안전을 담보하는 수준이다.

3.3 내진보강공법

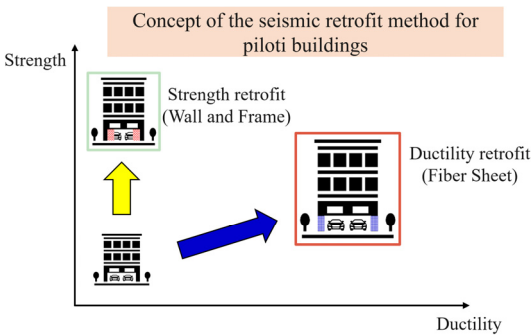
필로티형 건축물은 다가구의 공동주택으로 사용 중이므로, 필로티층의 협소한 주차공간을 최대한 확보하고, 공사기간을 단축시켜 생활민원을 최소화 할

수 있는 내진보강공법을 채택하여야 한다.

이에, 이 연구에서는 Fig. 6 (a) 및 (b)와 같이 필로티형 건축물에 거주하는 입주민의 생활민원을 최소화 하면서 내진성능을 확보할 수 있도록 섬유시트를 적용한 연성내진보강방안(이하 내진보강방안)을 도출하였다.

3.4 코어 유형별 분류

본문 2절에 기술한 바와 같이 필로티형 건축물은



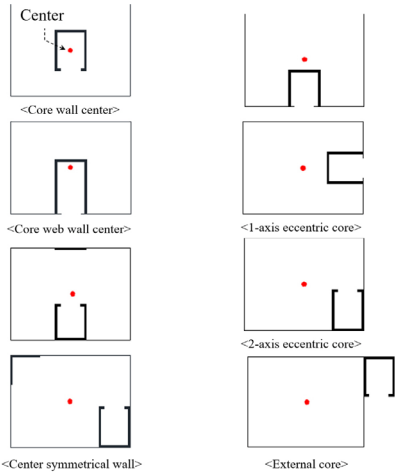
(a) Concept of Retrofit Method of Piloti Building



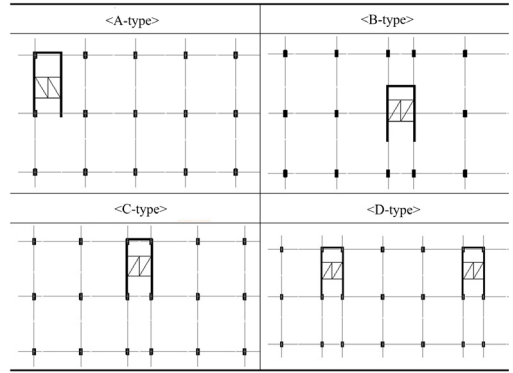
(b) Retrofit Method of Fiber Sheet

Fig. 6. Retrofit Method of Piloti Building

Source: Kim, M. J. (2022) (in Korean)



(a) Classification by Type of Core in Ministry of Land, Infrastructure and Transport



(b) Classification by Type of Core in LH

Fig. 7. Classification by Type of Core in Piloti Building

Source: Kim, M. J. (2022) (in Korean)

지진 발생 시 코어의 위치에 따라 편심율이 상이 하므로, 필로티형 건축물의 내진보강방안은 코어(계단실)의 유형을 고려해야한다.

이에, 이 연구에서는 국토교통부 가이드라인(2018)을 참고하여 Fig. 7에 나타난 바와 같이 필로티형 건축물의 코어의 위치를 유형별로 4가지로 분류하였다.

- A: 코어가 전면 좌우측과 후면 좌우측에 위치
- B: 코어가 정 중앙부에 위치
- C: 코어가 전후면 중간부 위치
- D: 코어가 2개

3.5 내진보강방안

기존 LH에 연구에 따르면 수직 및 수평 비정형성을 가진 필로티형 건축물의 내진 성능은 수직부재량(벽량비)과 코어의 위치에 따른 편심률에 따라 상이하다고 보고하였다.

이 연구에서는 기존 LH연구결과를 이용하여 필로티형 건축물의 벽량비 0.28%(건축물 도면상 X, Y 방향)와 편심률 15%를 기준으로 Table 2와 같이 필로

티형 건축물 코어의 유형에 따른 내진보강방안을 제시하였다.

제시된 내진보강방안은 필로티형 건축물의 내진 설계유무, 허용층간변형각 등을 고려하여 안전측으로 내진보강을 수행하도록 구성하였다.

4. 내진보강방안 검증

4.1 검증대상

제시된 내진보강방안의 유효성을 검증하기 위하여 Fig. 8과 같이 필로티형 건축물의 코어의 유형별로 각 1동씩 전산해석을 수행하였다. 검증대상 건축물의 규모는 지상 5층이며, 연면적은 600m² 미만이다. 또한 검증대상 건축물은 2005년 이전 건설된 건축물로, 내진설계가 미적용되었다.

4.2 내진보강위치 선정

검증대상 건축물의 내진보강위치는 Table 2의 내진보강방안을 이용하여 Fig. 9와 같이 선정하였다. 그 결과, 모든 필로티층의 기둥을 보강하는 보강안

Table 2. Seismic Retrofit Method by Type of Core in Piloti Building

Legend	Retrofit Method
A Minimum columns retrofit	- Seismic design was carried out according to seismic design standards, If both the X, Y-axes have an eccentric ratio from the core less than 15%, Only 4 outermost corner columns are retrofit
B Eccentric edge columns retrofit	- Seismic design was carried out according to seismic design standards, If the large value of the eccentric ratio in the core of the X, Y-axis is more than 15% and less than 30%, Retrofitting the edge columns of the X,Y-axis where eccentricity occurs significantly
C Eccentric side columns retrofit	- Seismic design was carried out according to seismic design standards, If the large value of the eccentric ratio from the core of the X, Y-axes is more than 30%, Retrofitting the side columns of the X,Y-axis where eccentricity occurs significantly
D All columns retrofit	- If the large value of the eccentric ratio from the core of the X, Y-axes is less than 30%, Seismic design was not carried out according to seismic design standards, If the rebar is not arrangement as drawing, All columns retrofit - Seismic design was not carried out according to seismic design standards, If the large value of the eccentric ratio from the core of the X, Y-axes is more than 30%, If the wall ratio is more than 0.28%, All columns retrofit
E Precision inspection	- If a structural defect is found during the site inspection, Ask the structural engineer for a precision inspection - If there is no wall in either direction of the X or Y-axes, If the story drift angle is not satisfied, Ask the structural engineer for a precision inspection (Story drift angle: No seismic design - 0.021, Seismic design - 0.03) - If the large value of the eccentric ratio from the core of the X, Y-axes is more than 30%, If the wall ratio is less than 0.28%, Ask the structural engineer for a precision inspection

Source: Kim, M. J. (2022) (in Korean)

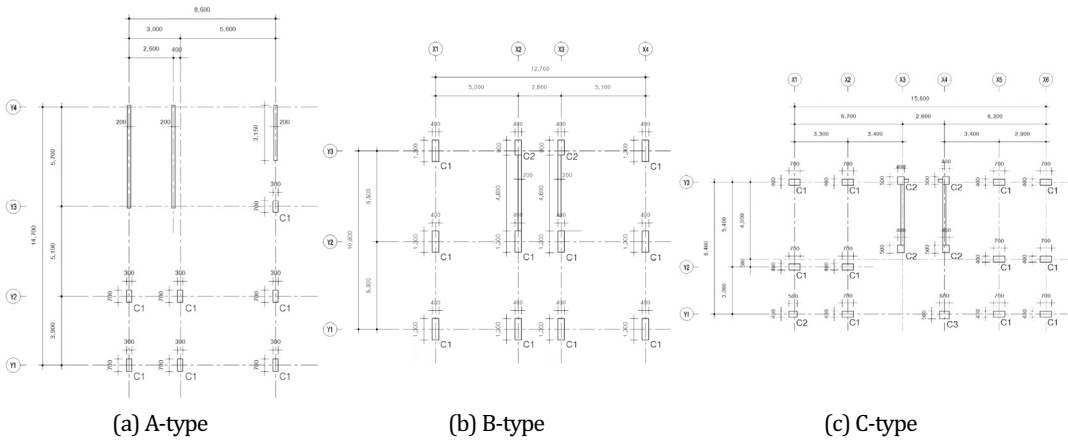


Fig. 8. Piloti Building for Verification

Source: Kim, M. J. (2022) (in Korean)

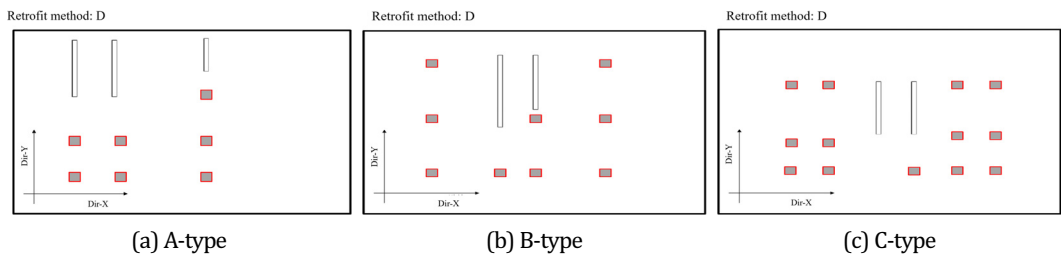


Fig. 9. Result of Seismic Retrofit Method

Source: Kim, M. J. (2022) (in Korean)

D로 선정되었다. 이는 검증대상 건축물이 내진설계가 이루어지지 않은 2005년 이전 건설된 건축물이고, 벽량비가 0.28%이상인 것으로부터 도출된 결과이다.

4.3 전산해석 모델

전산해석은 범용비선형해석 프로그램을 사용하였으며, 비선형해석 모델링은 ‘기존 시설물(건축물) 내진성능 평가요령’(국토안전원, 2021)을 따랐다. 모델링은 필로티층을 제외한 모든부분을 탄성으로 하였으며, 적용하중은 국내 내진설계기준(국토교통부, 2019)을 따랐다.

해석 시, 콘크리트는 미국콘크리트학회(ACI 440.2R-17, 2017)의 횡구속된 콘크리트의 물성치를 입력하였고, 철근은 압축 좌굴거동을 고려하여 미국토목학회(ASCE/SEI 41-06, 2007)의 지침을 참고하였다.

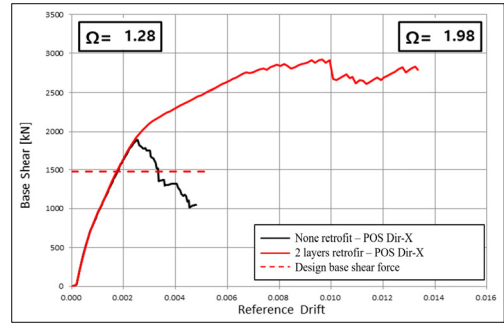
4.4 전산해석 결과

Fig. 10에 나타낸 전산해석의 결과에서와 같이 검증대상 건축물은 내진보강 전에 비하여 내진 보강 후의 검증대상 건축물은 내진보강 전에 비하여 내진 보강 후의 최대하중 및 변위가 증가한 것으로 나타났다.

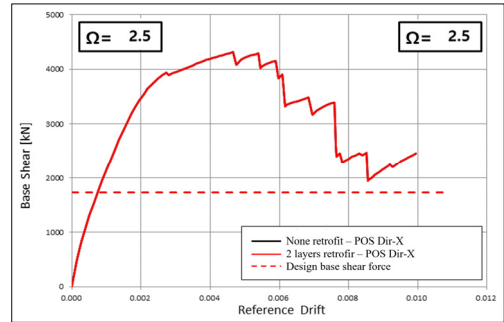
특히 건축물의 형상에 따라 벽체가 없는 방향의 경우에도 최대하중 및 변위가 증가하여 성능점이 형성된 것으로 나타났다.

5. 결론

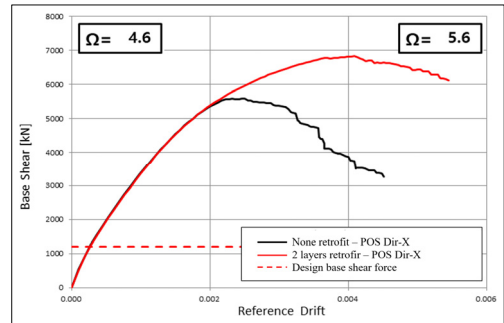
이 연구에서는 LH의 필로티형 건축물의 코어의 유형에 따른 내진보강방안을 도출하기 위하여 내진 보강우선순위, 내진보강방안 도출, 제안된 내진보강방안의 유효성 검증(내진성능평가) 등에 대한 연구를 수행하여 다음의 결과를 얻었다.



(a) A-type



(b) B-type



(c) C-type

Fig. 10. Analysis Results

Source: Kim, M. J. (2022) (in Korean)

1. 국내 내진설계규정 및 재료강도를 고려할 때, 필로티형 건축물의 내진보강우선대상은 2005년 7월 이전 건설된 5층이하 규모이다.
2. 필로티형 건축물의 코어의 위치에 따라 4개의 유형으로 분류하고, 필로티형 건축물의 벽량비 및 편심률에 따라 내진보강안을 A~E까지 5가지로 제시하였다.

3. 이 연구에서 제시한 내진보강방안을 검증하기 위하여 필로티형 건축물의 코어 유형별로 3등을 선정하여 전산해석을 수행하였다. 그 결과 제시한 내진보강방안을 통하여 내진보강할 경우, 보강전에 비하여 보강후의 최대하중 및 변위가 증가하여 내진성능을 만족하는 것으로 나타났다.

향후 필로티형 건축물의 벽량비, 편심율을 기초로 수직·수평 비정형성을 함께 고려한 내진보강방안에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 국토교통부(2018), 「필로티 건축물 구조설계 가이드 라인」, 세종.
2. 국토교통부(2019), 「국가건설기준 내진설계기준(KDS 17 10 00)」, 세종.
3. 국토안전관리원(2021), 「기존 시설물(건축물) 내진 성능 평가 및 향상 요령(개정)」, 진주.
4. 김민준(2022), 「필로티형 매입임대주택의 유형별 내진보강방안」, 대전: 토지주택연구원.
5. 김상연(2019), 「필로티형 다가구주택의 내진안전성 확보를 위한 구조보강방안 연구」, 대전: 토지주택연구원.
6. 김상연(2020), 「내진안전성 확보를 위한 필로티형 다가구주택의 구조 연성보강방안 연구」, 대전: 토지주택연구원.
7. American Concrete Institute (2017), "Design and Construction Externally Bond FRP Systems (ACI 440.2R-17)".
8. American Society of Civil Engineers (2007), "Seismic Rehabilitation of Existing Buildings (ASCE/SEI 41-06)".
9. Kim, M. J. (2022), "A study of Seismic Retrofit Method of pilot: Structure for the Purchased Rental Housing", Daejeon: Land and Housing Institute (in Korean).

요약

경주·포항 지진 이후 국내 건축물의 내진성능에 대한 국민들의 관심이 고조되고 있으며, 특히 지진하중에 취약한 필로티형 건축물의 내진성능확보에 대한 시의성이 높아지고 있다. 이 연구에서는 LH가 보유한 필로티형 건축물의 유형별 내진보강방안을 제시하였다. 내진보강방안에는 내진보강우선순위, 코어의 위치에 따른 내진보강방안이 제시되어있다. 제시된 내진보강방안의 유효성을 검증하기 위하여 필로티형 건축물의 코어의 유형에 따라 전산해석을 수행하였으며, 그 결과 제시된 내진보강방안으로 내진보강을 수행 할 경우, 내진성능이 향상됨을 확인하였다.

주제어 : 필로티형 건축물, 내진보강, 섬유보강, 편심율, 코어유형

실증실험을 통한 측정 위치에 따른 주거공간 환기성능 평가*

Evaluation of Ventilation Performance of a Residential Unit for Different Sampling Points through Actual Field Tests

곽병창** · 이수만*** · 김길태**** · 김종엽*****

Byung Chang Kwag** · Soo Man Lee*** · Gil Tae Kim**** · Jong Yeob Kim*****

Abstract

Ventilation plays an important role in controlling indoor air quality. Due to the recent spread of infectious diseases such as COVID-19 and with people spending more time indoors, there's been increased attention on the importance of ventilation performance. In many countries, ventilation is regulated by airflow rates and the number of air changes per hour (ACH). However, airflow rates and ACH alone do not provide an accurate account of actual indoor pollutant removal and ventilation uniformity in a space. This study looked into the ventilation performance of an actual residential unit using several sampling points instead of basing it off of airflow and air change rates. Literature review was used to derive relevant influencing factors and the tracer gas dilution method was used for the field test. The study measured air velocity, age of air, and ventilation efficiency at several locations and compared them to the average value at the center of the test space to determine the differences in ventilation performance at the selected measurement points. The study showed that different sampling locations resulted in different ventilation values. Findings of this study will be used to develop an experimental procedure for evaluating indoor ventilation performance of actual residential spaces.

Keywords : Ventilation Performance, Age of Air, Sampling Point, Ventilation Efficiency

1. 서 론

환기는 자연적 또는 기계적 수단을 이용해 실내외 공기를 교환함으로써 실내 공기를 쾌적하게 제어하는 행위이다(ASHRAE, 2010). 대부분 현대인들은 하루 일과 중 90% 이상을 실내에 머무는 것으로 나타나고 있으며, 그 중 약 14시간 정도를 주거공간에서 머무르는 것으로 나타났다(ASHRAE, 2010; 양원

호 외, 2010). 특히 최근 발생된 COVID-19 등과 같은 전염병의 확산으로 인해 재택근무, 자가격리, 비대면 수업 등이 증가되면서 집에 거주하는 시간이 증가하고 있는 것으로 나타났다(근거자료 추가). 실내 거주 시간이 증가함에 따라 거주자들의 안전하고 쾌적한 실내 공기환경 조성의 중요성이 높아졌으며, 이를 위한 실내 환기 성능에 대한 관심도 증가하고 있다(Sun and Zhai, 2020; 곽병창 외, 2021; Centers for Disease

*본 연구는 국토교통부 건설분야 성능기반 표준실험절차 개발사업의 연구비지원(21DPSC-C163230-01)에 의해 수행되었습니다.

**LH 토지주택연구원 연구정책부 수석연구원(주저자: byungchang.kwag@lh.or.kr)

***LH 토지주택연구원 건설안전연구실 연구원

****LH 토지주택연구원 건설안전연구실 수석연구원

*****LH 토지주택연구원 건설안전연구실 선임연구위원(교신저자: jykimgreen@lh.or.kr)

Control and Prevention, 2021; Schoen, 2020).

국내 주택 환기 관련 기준은 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」에 따라 시간당 환기횟수를 사용하고 있다. 30세대 이상의 공동주택은 0.5회 이상의 시간당 환기횟수를 확보해야 하며, 30세대 미만 공동주택 및 단독주택에 대해서는 시간당 환기횟수가 0.5회 이상이 되도록 권장하고 있다(국토교통부, 2021).

다양한 연구를 통해 환기장치 가동에 따른 정량적 실내 환기 성능 개선이 확인되었다. 김기철 외(2011)은 공동주택을 대상으로 계절별 자연환기 사용 여부에 따른 환기횟수를 비교한 결과 자연환기를 사용하였을 때 장치를 사용하지 않은 경우와 대비하여 여름철에는 약 2.14배, 겨울철 약 1.56배 정도 환기횟수가 증가한다고 밝혔다. 이용준 외(2004)은 공동주택을 대상으로 자연환기 장치 사용에 따라 냉방기에는 71% 오염도가 감소하였으며, 난방기에는 9% 오염도가 감소하며, 중간기에는 73% 오염도가 감소하는 것을 보여주었다.

한편 공간 내 다양한 변수로 인해 환기 성능이 달라질 수 있으며, 특히 급기구와 배기구의 위치가 실내 환기 성능에 큰 영향이 있는 것으로 나타났다. 김기철 외(2011)은 실험을 통해 자연환기, 기계환기를 이용한 계절별 환기량을 비교한 결과, 기계환기 시스템의 급기구와 배기구의 위치, 그리고 자연환기 장치의 위치가 중요하다는 것을 보여주었다. 노광철 외(2006) 역시 급기구와 배기구 위치의 중요성을 강조하며 최적의 급배기구의 위치를 파악하는 연구를 수행하였다. 현세훈·박철수(2006)은 시뮬레이션을 통해 급기구와 배기구의 위치에 따른 실내 CO2 농도를 조사한 결과, 급기구와 배기구의 위치가 실내 CO2 농도에 큰 영향을 미치는 것을 확인하였다. 특히 최연희·송두삼(2017)은 급기구와 배기구의 위치에 따른 환기 성능에 끼치는 영향을 보여주었다. 최연희·송두삼(2017)의 연구에서 동일한 공간을 대상으로 급기구와 배기구의 위치에 따라 국소 환기

효율이 다르게 나타나는 것을 보여주었으며, 실내 대표점을 기준으로 산출된 환기 효율이 여러 지점에서 산출된 국소 환기 효율과 다르다는 것을 보여주었다. 즉 대표점을 바탕으로 환기 성능을 산출하는 방식은 실내 공간의 국소 지점에서의 환기 효율을 제대로 평가하기 어렵다는 것을 의미한다. 따라서 최연희·송두삼(2017)의 연구에서는 실내 공간에서 환기 성능을 평가하기 위해 새로운 평가 지표가 필요하다는 것을 제시하였다.

권경우 외(2006)은 신축 공동주택의 환기 방식별 환기량, 국소 평균 공기 연령, 환기 효율 측정을 통해 설계 풍량에 비해 실제 풍량이 대부분 낮게 측정되고 있으며, 동일 주택의 실별로도 차이가 나타나고 있으며, 신선한 외부 공기가 각 실로 균등하게 배분되지 않는 문제를 확인하였다. 손원득 외(2013)은 시뮬레이션을 활용하여 자연환기와 3중 환기를 비교하였다. 손원득 외(2013)은 창문의 위치에 따른 실내 풍속, 공기 연령, 공기 교환 효율을 분석하였으며, 그 결과 각 실의 환기 성능을 고려하는 것이 중요함을 보여주었다. 남상운 외(2013)은 다연동 온실의 환기 성능 평가를 위해 측고, 연동수, 측장의 유무, 천장의 위치 등 다양한 변수를 고려한 환기 성능을 비교하였다. 이를 통해 측정 위치에 따라서 환기율에 큰 차이가 발생하는 것을 확인하였다.

이러한 선행 연구는 급·배기구의 위치, 창문 위치, 측정 위치 등 주거 공간의 공간적인 영향에 의해 환기 성능이 달라질 수 있음을 보여주는 것으로서 여러 영향 요소들을 고려한 공간의 환기 성능을 효과적으로 평가하는 것이 필요함을 의미한다. 즉 환기 횟수로 환기 성능을 평가하는 기존의 평가 방법과 함께 실 공간의 특성을 고려한 환기 성능 평가 방법 개발과 이를 위한 체계적인 실험 절차 개발이 필요함을 의미한다.

본 연구는 실환경 기반 환기 성능 평가 방법 및 실험 절차 개발을 위한 기초 연구로서, 문헌 조사를 통해 환기 횟수 방식 외에 실환경 환기 성능을 파악할 수

있는 방법을 조사하고 각각의 특징을 분석하며, 실 환경 환기 성능 평가에 영향을 미치는 인자들을 도출한다. 그리고 실험을 통해 여러 영향 인자 중 실제 환경에서 국소 부위별 환기 성능의 차이를 측정, 분석하여 실 공간의 특성을 고려한 환기성능 평가방안을 마련하고자 한다.

본 연구는 주거공간 환기성능과 관련된 국내외 선행연구 및 관련 표준과 기준 등 문헌조사를 통해 (1) 주거건물의 환기성능에 영향을 줄 수 있는 실내 공간 요소와 실내 환기 성능을 평가하기 위한 방법을 파악하고, (2) 현재 표준에서 제시한 방법과 선행 연구에서 사용한 평가 방법 등이 가지고 있는 한계성을 분석한다. 그리고 (3) 세종시에 위치한 실증주택을 대상으로 실험을 수행하여 동일 공간 안에서 측정 위치별 실내 환기 성능을 비교한다.

2. 실내 환기성능 평가 관련 기술동향

2.1 국내외 환기성능 평가관련 표준 현황

건물 환기와 관련된 환기성능평가 실험방식, 환

경조건 등을 파악하기 위하여 국내 KS 표준(한국 산업표준, 2020a; 2020b; 2020c; 2018; 2021a; 2021b; 2021c; 2022; 한국공기청정협회, 2021)과 국외 ISO, ASTM, ASHRAE, EN 등과 같은 표준 및 기준(ASM, 2017; 2018; International Organization for Standardization, 2014; 2017; 2019; European Standards, 2010; 2019)을 검토한 결과는 Table 1 및 Table 2와 같다. 국내 표준은 KS B 6879 등 총 9개 표준을 검토하였으며, 국외 표준은 ISO 16494:2014 등 총 7개 표준 및 기준을 검토하였다. Table 1과 Table 2에 나타난 것과 같이 검토된 건물 환기 관련된 표준 및 기준은 환기장치의 기계적, 물리적 성능을 평가하는 방법과 추적가스법 등을 이용한 건물의 실내 환기 성능 평가방법 등 크게 2가지로 구분할 수 있었다.

KS B 6879나 ISO 16494등과 같이 환기장치의 기계적, 물리적 성능을 평가하는 표준은 장치 성능을 다양한 항목을 대상으로 성능을 평가하는 절차 등과 관련 실험 장비에 대한 정보를 제공하고 있다. 하지만 기존 환기 관련 표준들은 대체로 실험실 공간의

Table 1. The Standards for Ventilation in South Korea

Standard	Title	Category
KS B 6879	Heat Recovery Ventilators	
KS F 2921	Standard Test Method for Airflow Rate of Natural Ventilation System	
KS F 2807	Standard Test Method for Measuring Air Volume Flow Rate of Ventilation and Air Conditioning System	Evaluation of mechanical performances of ventilators
KS C IEC 60665	AC Electric Ventilating Fans and Regulators for Household and Similar Purposes	
KS B 6141	Air Filter Units for Ventilation	
SPS-KACA016-0146	Testing Methods for Fine Dust Removal Efficiency of Range Hoods	
KS F 2603	Standard Test Method for Measuring Indoor Ventilation Rate (Carbon Dioxide Method)	Evaluation of indoor ventilation performances
KS I ISO 16000-8	Indoor Air – Part 8: Determination of Local Mean Ages of Air in Buildings for Characterizing Ventilation Conditions	
KS L ISO 12569	Thermal Performance of Buildings – Determination of Air Change in Buildings – Tracer Gas Dilution Method	

Table 2. The International Standards for Ventilation

Standard	Title	Category
ISO 16494:2014	Heat recovery ventilators and energy recovery ventilators- Method of test for performance	Evaluation of mechanical performances of ventilators
ISO 16494-2:2019	Heat recovery ventilators and energy recovery ventilators – Method of test for performance – Part 2: Assessment of measurement uncertainty of performance parameters	
EN 14134:2019	Ventilation for buildings – Performance measurement and checks for residential ventilation systems	
ASTM D6245-18	Standard Guide for Using Indoor Carbon Dioxide Concentrations to Evaluate Indoor Air Quality and Ventilation	Evaluation of indoor ventilation performances
ASTM E741-11(2017)	Standard Test Method for Determining Air Change in a Single Zone by Means of a Tracer Gas Dilution	
ISO 12569:2017	Thermal Performance of Buildings and Materials – Determination of Specific Airflow Rate in Buildings – Tracer Gas Dilution Method	
EN 15665:2009	Ventilation for buildings – Determining performance criteria for residential ventilation systems	

특정 환경 조건에서 장치를 설치한 후 환기장치의 성능을 평가하는 방식으로 진행이 되기 때문에, 환기 장치의 본연의 성능을 평가하고 파악하는 데에는 효과적이지만 실제 주거건물의 실내 환기 성능을 평가하는 데에는 충분한 정보를 제공하지 못한다. 실제 주거공간 안에서는 덕트 길이, 급·배기구의 위치 및 개수, 공간의 형태 등 다양한 공간적 변수들이 존재하고 있으나, 기존 환기 관련 표준들은 이런 변수들을 고려할 수 없는 것이다. 결국 기존 표준을 기반으로 장치의 성능이 검증될 수 있고 공간의 부피를 고려하여 법적 환기 기준에 맞는 환기량[m³/h, CMH]을 제공한다고 해도, 실내 공간 안에서 기류의 정체가 없거나 오염물질 희석률에서 차이가 없는 고른 환기 성능을 제공할 수 있는지를 보장할 수는 없는 것이다.

KS I ISO 16000, ISO 12569, ASTM D6245 등과 같이 건물의 실내 환기 상태를 평가하는 표준은 대체로 추적가스법을 이용하고 있으며, CO₂ 와 SF₆와 같은 추적가스의 농도를 파악하여 국소 평균 공기

체류시간을 계산하고 환기효율 등을 산출하여 단순 기계장치의 성능을 평가하는 것이 아닌 실내 공간의 환기 상태를 평가하는 것을 목적으로 한다. 그런데, 이러한 표준에서 국소 평균 공기 체류시간을 측정하기 위한 측정점의 구체적인 정보와 측정시간 등에 대한 구체적인 정보는 미흡한 것으로 나타나, 실제 환경에서 실내 환기 성능을 평가하기 위한 표준적인 방법을 개발하기 위해서는 명확한 측정점 및 측정시간 설정 등과 같은 추가 정보가 필요한 것으로 나타났다.

특히 국외의 기준 중 EN 15665은 국내외에서 건물의 환기상태를 보여주기 위해 일반적으로 사용하는 환기횟수 방식은 공간의 환기성능을 대변하기 위한 간단한 방법이지만, 환기에 의해 실내 환경에서 오염물질이 적절히 희석되는지, 공간별 또는 구역별로 고른 환기성능을 보여주는지 등 대상 공간의 환기성능을 실제로 보여주는 데에는 한계가 있으며, 따라서 공기연령 또는 오염물질 희석률 등과 같은 평가지표 도입의 필요성을 제시하였다.

2.2 국내외 환기관련 선행연구 조사

건물 실내 환기와 관련된 선행연구 26개 조사를 통해 연구동향과 함께 실내 환기 성능에 영향을 주는 인자를 파악하고자 하였다. 검토한 선행연구들은 대체로 상업건물, 공동주택, 단독주택 및 교실, 어린이집, 농업시설 및 축사 등 다양한 건물을 대상으로 환기구의 위치, 측정점의 위치 등 여러 영향 인자에 따른 건물 실내 환기 상태 평가와 관련된 연구를 진행하였으며, 주로 전산유체역학(Computational Fluid Dynamics, CFD) 시뮬레이션을 이용하여 여러 인자들의 영향을 파악하였다.

현세훈·박철수(2006) 등과 같은 선행연구는 건물의 실내 공간적 요소가 환기 성능에 끼치는 영향을 보여주었으며, 이를 위해 공기연령, 기류분포, 오염물질 농도 저감 등과 같은 지표를 사용하였다(현세훈·박철수, 2006; 최연희·송두삼, 2017; 권경우 외, 2006; 조우진 외, 1999; 이우원·한화택, 1999; 최선호 외, 2000; 강대호 외, 2001; 장재수 외, 2005; 박진철 외, 2005; 홍봉재, 2007; 권혁민 외, 2008; 김묘선 외, 2010; 구재현, 2012; 손원득 외, 2013; 이종은 외, 2015; 황해성, 2020; Sherman and Wilson, 1986; Meiss et al., 2013; Huifen et al., 2014; Merzkirch et al., 2016; You et al., 2017; Cho et al., 2018; Peng et al., 2019; Rabanillo-Herrero et al., 2020; Zhou et al., 2020; Zhao et al., 2021). 비록 대상 건물의 종류와 규모 등이 다르지만, 이와 같은 선행연구를 통해 공간 안에서 환기구의 위치, 창문의 위치, 측정 위치 등에 따라 국소 공기연령과 오염물질 농도 저감률이 다른 것을 확인할 수 있었다.

선행연구에서 건물의 실내 환기성능과 직접적인 연관이 있는 논문의 주요 평가지표는 공기연령, 기류분포, 오염물질 농도 등의 지표가 사용되었다. 이와 같은 지표를 실험을 통해 확인하기 위해서는 추적가스를 활용하여 실내의 환기성능을 측정하는 방식을 사용한다. 그런데 이러한 방식을 활용하는 대

부분의 연구는 측정점의 위치, 개수, 측정시간, 반복 횟수 등의 구체적인 정보가 제시되지 않거나 동일하지 않은 것을 확인하였다. 특히 선행 논문을 바탕으로 환기 성능 평가를 위해서는 측정 위치가 중요한 것으로 파악되었다(최연희·송두삼, 2017; 강대호 외, 2001; 장재수, 2005; 황해성 외, 2020). 즉 공간의 환기성능평가를 위해 단순히 하나의 대표 측정점을 이용하거나 몇 군데에서 측정된 값을 평균한 값을 이용하여 환기성능을 평가할 것이 아니라, 공간의 형태와 크기 등을 고려하여 측정구역을 구분하는 국소적 환기성능평가의 필요성을 확인했다.

2.3 실내 환기성능 영향 인자 도출

국내외 환기성능 평가관련 표준과 선행연구 조사를 통해 환기장치의 성능이 법적 기준을 만족하더라도 실내 환기성능을 보여주는 것에 한계가 있는 것을 확인하였으며, 환기 풍량, 측정위치, 급배기구의 위치 및 개수, 공간형태 등과 같은 인자들이 실내 공간의 환기 성능 및 평가에 영향을 주기 때문인 것으로 나타났다. 선행연구에서 검토되었던 영향 인자들을 Table 3과 같이 분류하였다. 공간 형상이나 환기

Table 3. Categorization of Parameters

Design Parameter	Operation Parameter
Floor Plan	Ventilation Airflow Rate
Space Size	Ventilation Time
Location of Vents	Operation Mode
Number of Vents	Maintenance Status
Air Tightness (Infiltration)	
Evaluation Parameter	
	Measurement Point
	Measurement Time
	Measuring Rate
	Contaminant Concentration
	Air Distribution

구의 위치, 환기풍량과 같은 요소들은 각각 디자인과 관련된 인자 및 환기시스템 운영과 관련된 인자로서 실내 환기 성능에 직접적인 영향을 주는 인자로 분류되었다. 그리고 측정 위치와 측정 기간, 그리고 측정 주기 등은 실내 환기성능 평가와 관련된 인자로 분류되었다. 실내 환기성능 평가를 위해서는 Table 3에 분류된 인자 중 성능평가와 관련된 인자를 중심으로 명확한 실험절차가 구성되어야 한다. 또한 공간의 규모와 형상에 따라 측정 위치가 달라질 수도 있기에 디자인 요소 및 운영 요소가 고려되어 실험절차가 개발되어야 할 것이다.

3. 측정 위치별 환기 성능 평가

3.1 실험 방법

본 연구는 실내 환기성능에 영향을 주는 인자 중 측정 위치에 따른 환기성능 차이를 파악하였다. 본 연구는 SF6(육불화유황가스, Sulfur hexafluoride) 추적가스를 이용하여 여러 측정 위치에서의 추적가스 농도 변화를 모니터링하고, 각 위치별 공기연령을 계산하여, 측정 위치별 환기성능 차이를 파악하

였다. 실험은 Fig. 1과 같이 세종시에 위치한 실증주택 1세대의 침실에서 진행되었다. Fig. 2와 같이 추적가스를 분사하는 튜브와 추적가스를 측정점에서 포집할 수 있도록 튜브를 설치하였고, 멀티가스모니터를 이용하여 각 측정점에서의 추적가스 농도를 모니터링 하였다. 본 실험에서 사용한 추적가스법은 감소법을 사용하였다. 측정 대상공간은 Fig. 1과 같이 세대의 침실3이며 실험 대상공간의 환경 정보는 Table 4와 같다.

정점의 위치는 Fig. 3과 같으며, 동일 측정 위치에서 측정 높이를 1.1m와 1.8m로 구분하여 측정하였다. 침실3을 대상으로 환기장치를 가동하였을 때 각 측정점에서의 풍속과 추적가스 농도 변화를 측정하였다. 측정된 추적가스 농도 변화를 토대로 각 측정점에서의 공기연령과 환기효율을 계산하였다. 실험에서 풍속, 추적가스 농도, 대상공간의 침기율 등을 측정하기 위해 3차원 풍향풍속계, 멀티가스모니터, 블로어도어 장비를 활용하였으며, 각 장비들의 사양은 Table 5와 같다.

측정점의 위치는 Fig. 3과 같으며, 동일 측정 위치

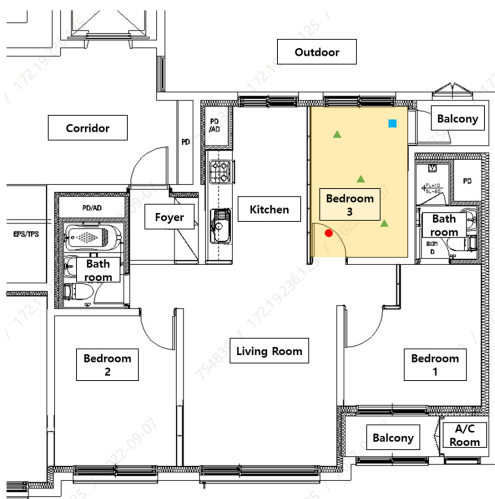


Fig. 1. The Floor Plan of the Residential Unit

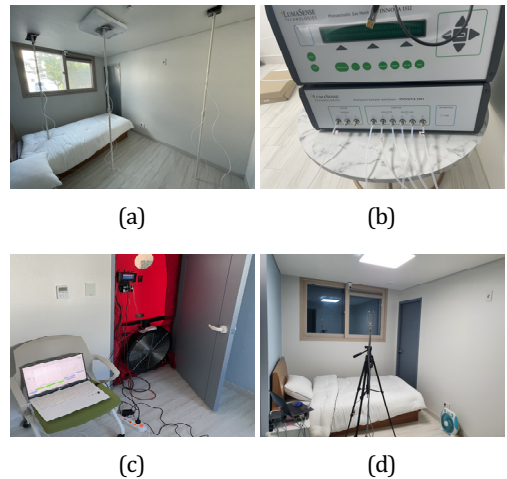


Fig. 2. The Images of the Field Tests; (a) Tracer-Gas Dilution Test, (b) Multi-Gas Monitor, (c) Infiltration Test, (d) Airflow Velocity Test

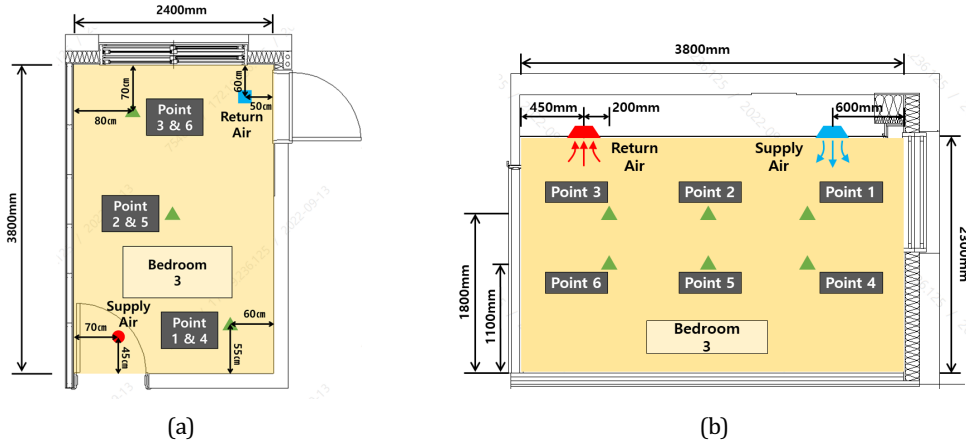


Fig. 3. The Tracer-Gas Sampling Points: (a) Floor Plan, (b) Side Section

Table 4. Descriptions of the Test Room

Category	Specification
Room Size	- Length 3.8m
	- Width 2.4m
	- Height 2.3m
Infiltration Rate	Air Change per Hour (ACH) = average 7.88
	- Depressurization 7.65
	- Pressurization 8.10
Ventilation Flow Rate	Supply Air 17m ³ /h
	Return Air 15m ³ /h
Ventilation Rate	Air Change per Hour (ACH) = 0.76

에서 측정 높이를 1.1m와 1.8m로 구분하여 측정하였다. 침실3을 대상으로 환기장치를 가동하였을 때 각 측정점에서의 풍속과 추적가스 농도 변화를 측정하였다. 측정된 추적가스 농도 변화를 토대로 각 측정점에서의 공기연령과 환기효율을 계산하였다. 실험에서 풍속, 추적가스 농도, 대상공간의 침기율 등을 측정하기 위해 3차원 풍향풍속계, 멀티가스모니터, 블로어도어 장비를 활용하였으며, 각 장비들의 사양은 Table 5와 같다.

실험 시간은 한국산업표준(KS I ISO 16000-8)에 따라 4시간 동안 농도 감소법으로 진행되었다(한국

Table 5. Description of the Test Equipment

Equipment	Specification
Multi-gas monitor	Model: INNOVA 1512 & 1403
	Type: Photo-acoustic Multi-gas Analyzer
	Repeatability: 1% of measured value
	Pumping Rate: 30cm ³ /s Volume Flow Rate: 1.4-17.5ml/s (SF6)
Blower Door System	Model: Minneapolis Blower Door System with DG-1000 Gauge
	Flow Accuracy: +/-3%
3D Anemometer	Model: WA-790
	Type: Ultrasonic 3D Anemometer
	Range: 0~10m/s
	Accuracy: ±2%+0.02m/s Resolution: 0.005m/s

산업표준, 2020c). 추적가스 분사장치와 팬을 이용하여 실험공간의 모든 측정점에서 추적가스의 농도를 3.5cm³/m³에 도달하도록 하였다. 실험을 통해 각 측정점에서 SF6의 농도 변화를 측정한 후 식 (1)과 식 (2)를 이용하여 측정 위치별 국소 평균 공기연령을 계산하고 식 (3)을 이용하여 각 측정 위치별 환기효율을 계산하였다(한국산업표준, 2020c). 또한 3

차원 풍향풍속계를 이용하여 각 추적가스 농도 측정 위치에서 실내 공기 이동속도를 측정하였다.

$$\bar{\tau} = \frac{\int_{t_0}^{\infty} \phi dt}{\phi_{t=t_0}} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \int_0^{\infty} \phi_t dt &= \int_{t_0}^{t_e} \phi_t dt + \int_{t_e}^{\infty} \phi_{t=t_e} e^{-\lambda_{tail}(t-t_e)} dt \\ &= \Delta t \left(\frac{\phi_{t_0}}{2} + \phi_{(t_0+1)\Delta t} + \dots + \phi_{(t_0+(n-1)\Delta t)} + \frac{\phi_{t_e}}{2} \right) \\ &\quad + \frac{\phi_{t=t_e}}{\lambda_{tail}} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\tau_n = \frac{V}{Q_0} \quad (3)$$

$$E_i = \frac{\tau_n}{\tau_i} \quad (4)$$

τ : 국소 평균 공기 체류시간(공기연령)

τ_n : 명목환기 시간 [h]

t : 시간 [h]

$\phi_{t=t_0} = t=t_0$ (지연 시작) 추적가스초기농도 (cm^3/m^3)

λ_{tail} : 시간에 대한 농도의 로그 그래프 기울기의 절댓값

V : 실내공간 체적 [m^3]

Q_0 : 환기량 [m^3/h]

E_i : 측정 위치 i에서의 환기 효율

3.2 실험 결과

Fig. 3과 같이 실험 대상 공간이 작고 직사각형의 단순한 형태임에도 불구하고 Fig. 4와 같이 측정 위치에 따라 추적가스의 농도 감소 형태가 다르며, 측정 위치별로 국소공기연령 값도 차이가 큰 것으로 나타났다.

실험결과 Fig. 4와 Table 6에 나타난 바와 같이 실내 중앙상단에서의 공기연령이 가장 낮게 나왔으며, 측정위치가 호흡선 높이 1.1m에서 방 모서리 쪽에 위치한 Point-4와 Point-6에서의 공기연령이 상대적으로 높게 나타난 것을 확인할 수 있었다. 또한 3차원 풍향풍속계를 이용하여 동일 위치에서 기류 속도

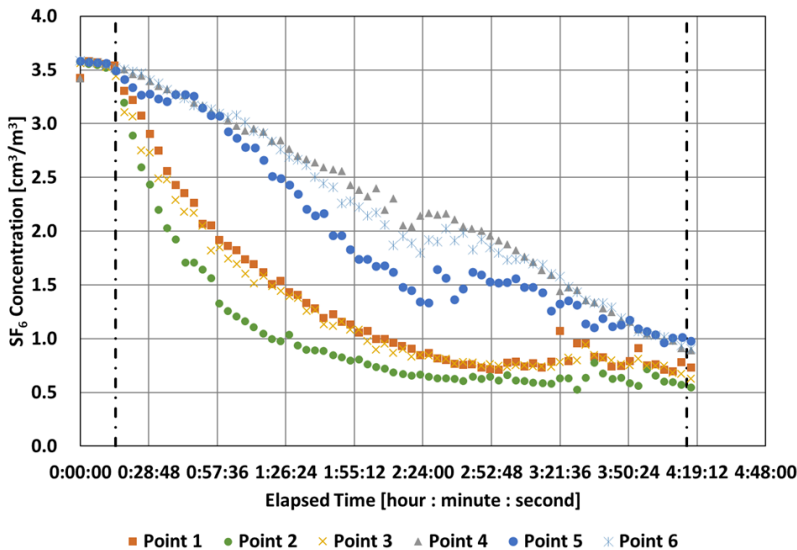


Fig. 4. The Tracer-Gas (SF_6) Concentration Changes at Different Sampling Points

를 측정한 결과 측정점 Point-2에서 3분 평균 속도가 가장 높게 나타났으며, Point-4와 Point-6에서 풍속이 상대적으로 낮게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 이와 같은 결과는 동일한 실내 공간에서 환기장치를 가동한 경우 높이 1.8m인 상층부에서의 공기 속도가 높이 1.1m에 비해 상대적으로 빠르고 이에 따라 환기성능이 더 높은 것을 의미하며, 또한 급기구와 배기구 사이의 거리가 가장 짧은 대각선 경로에서 환기가 잘 이루어지는 경로인 것을 보여주고 있다. 그리고 이 경로를 벗어나게 되면 상대적으로 환기 성능이 떨어지는 결과를 보여주고 있다. 본 실험에서는 동일 높이에서 공기연령의 차이가 약 1.2~1.3배 정도 차이가 나는 것을 확인하였다.

환기효율 측면에서도 Table 6에 나타난 것과 같이 공기연령이 낮은 측정점의 환기효율이 공기연령이 높은 측정점의 환기효율보다 높은 것으로 나타났다. 이는 실내 공간 안에서 측정위치에 따라 공기연령 및 환기효율이 다를 수 있기 때문에, 단순히 환기횟수를 이용하여 실내 환기 성능을 평가하는 환기횟수 방식과, 공간 안에서 명확한 기준 없이 추적가스의

농도를 측정하고 국소평균공기연령을 계산하는 방식으로는 실환경 기반 환기성능을 평가하는 것에 한계가 있음을 의미한다.

Table 7과 같이 공간의 중심점과 다양한 측정점 평균값과 비교한 결과, 측정점의 조합별 평균값과 중심점과의 공기연령 및 환기효율에서 차이가 있는 것을 확인할 수 있었다. 공간의 중심점인 Point 5에서의 공기연령은 8,036[s]인 반면, 높이 1.8m에 위치한 Point 1부터 Point 3의 평균값은 5,131[s]이었으며, Point 4부터 Point 6의 평균값은 9,021[s]로 나타났다. 이에 따라 Point 5 대비 각각 36%와 10% 정도 공기연령에서 차이가 나는 것으로 나타났다. 전체 측정점 평균값과의 차이는 약 19% 정도 발생되는 것으로 나타났다.

4. 결론

본 연구는 주거공간을 대상으로 실환경 기반 환기 성능 평가방법 및 실험절차를 개발하기 위한 기초연구로서 실환경 기반 환기성능 평가도입의 필요성과

Table 6. Test Results in Airflow Rate, Age of Air, and Ventilation Efficiency

Sampling Point	Height [m]	Air Velocity [cm/s]	Age of Air [s]	Ventilation Efficiency
Point 1	1.8	8	5,655	0.835
Point 2	1.8	9	4,278	1.103
Point 3	1.8	8.4	5,459	0.865
Point 4	1.1	6	9,578	0.493
Point 5	1.1	7.5	8,036	0.587
Point 6	1.1	6.5	9,448	0.500

Table 7. Comparison Analysis between the Center Point (Point 5) and Other Point Combinations

Sampling Point	Height [m]	Air Velocity [cm/s]	Age of Air [s]	Ventilation Efficiency
Center Point (Point 5)	1.1	7.5	8,036	0.587
Average (Point 1,2,3)	1.8	8.5	5,131	0.934
Average (Point 4,5,6)	1.1	6.7	9,021	0.527
Average (Point 1 - 6)	-	7.5	7,076	0.731

실험절차 개발을 위해 고려해야 할 요소 및 방법을 제시하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위해 환기관련 표준 및 선행연구 조사 등 문헌조사를 수행하고, 추적가스법을 이용한 실증 실험을 진행하였다. 주요 연구결과는 다음과 같다.

- (1) 환기 관련 국내외 표준을 조사한 결과, KS I ISO 16000, ISO 12569, ASTM D6245 등과 같이 건물의 실내 환기 상태를 평가하는 표준은 대체로 추적가스법을 이용하며 국소 평균 공기 체류시간을 계산하고 환기효율 등을 산출하는 방식으로 단순기계장치의 성능을 평가하는 것이 아닌 실내 공간의 환기 상태를 평가하는 것을 목적으로 한다. 그런데, 이러한 표준에서 국소 평균 공기 체류시간을 측정하기 위한 측정점의 구체적인 정보와 측정시간 등에 대한 구체적인 정보는 미흡한 것으로 나타나, 실제 환경에서 실내 환기 성능을 평가하기 위한 표준적인 방법을 개발하기 위해서는 공간의 크기 및 형태에 따른 측정점의 위치 및 측정시간 등과 같은 추가 정보가 필요한 것으로 나타났다.
- (2) 환기 관련 선행연구 조사 결과, 대체로 선행연구에서 CFD 전산유체역학 시뮬레이션을 활용하여 다양한 건물을 대상으로 환기구의 위치, 측정점의 위치 등 여러 영향 인자가 실내 환기 성능에 끼치는 영향을 파악하고자 하였다. 그리고 여러 영향 요소들로 인하여 측정 위치에 따라 국소 공기연령과 오염물질 농도 저감률 결과가 달라질 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 하지만, 선행연구에서 사용한 공기연령 측정 방식이 연구별로 동일하지 않은 것으로 나타났으며, 이와 같은 원인으로 환기 관련 국내외 표준에서 명확한 실험 절차를 제시하고 있지 않기 때문에 파악되었다.
- (3) 본 연구는 실증 실험을 통해 동일 공간 안에서

측정 위치별 공기연령 및 환기효율 등 환기 성능에 차이가 있음을 보여주었다. 해당 공간은 시간당 환기횟수가 0.76으로 법적 기준을 만족하고 있지만 실험 결과 국소 부위별 환기 성능이 다른 것으로 나타났다. 이와 같은 실험은 환기횟수를 통해 해당 공간의 환기성능을 간단하게 파악할 수 있는 지표로 활용할 수 있지만, 실제 실내 환경을 대상으로 구체적인 환기 성능을 파악하기에는 한계가 있을 수 있음을 의미한다.

- (4) 추적가스법을 이용하여 직사각형 형태의 소형 침실 공간을 대상으로 측정 위치별 추적가스 농도 변화를 측정하고 공기연령을 계산한 결과, 동일한 실내 공간에서 측정 위치에 따라 추적가스 농도 변화가 다른 것을 확인할 수 있었으며 공기연령에서 최대 2.24배 차이가 나타났다. 측정 위치가 1.8m 높이 실내 중앙에서 공기연령이 가장 낮게 나타났으며, 호흡선 높이인 1.1m에서 방 모서리 쪽에 위치한 측정점에서 공기연령이 상대적으로 높게 나타났다. 이로 인하여 공기연령이 낮은 측정점의 환기효율이 공기연령이 높은 측정점에서의 환기효율보다 상대적으로 높게 나타났다.

이와 같은 결과는 급기구와 배기구가 천장에 설치되어 있기 때문에 급기구를 통해 실내로 유입된 신선한 외부 공기가 배기구쪽으로 이동하는 과정에서 상층부(1.8m 높이)에서 이동속도가 호흡선(1.1m 높이)보다 상대적으로 빠르기 때문인 것으로 파악되었다. 즉, 급기구와 배기구 사이의 거리가 가장 짧은 1.8m 높이 두 환기구 사이의 대각선 경로에서 공기연령이 주변 측정점보다 상대적으로 낮고 환기가 잘 이루어지는 것을 의미하며, 이 경로에서 벗어난 측정 위치에서는 상대적으로 환기 성능이 낮은 것을 의미한다. 따라서 실내 환기 성능을 평가하기 위해 명확한 측정 위치 기준 없이 추적가스의 농도를 측

정하고 국소평균공기연령을 계산하는 방식은 실환경 기반 환기성능을 평가하는데 한계가 있을 수 있음을 의미한다.

- (5) 공간의 중심점에서의 측정 결과와 다양한 측정점 조합의 평균 측정값과 비교한 결과, 측정점의 조합별 평균값과 중심점과의 공기연령 및 환기효율에서 차이가 있는 것을 확인하였다. 공간의 중심점에서의 측정결과와 1.8m 측정점 평균값 및 1.1m 측정점 평균값과의 차이가 약 36%와 10% 정도인 것으로 나타났고, 전체 측정점 평균과의 차이는 약 19%인 것으로 나타났다. 즉, 이와 같은 실험 결과는 실내 환기성능 파악을 위한 측정점을 실내 공간 중심점으로 설정하는 경우 정확한 환기 성능 파악에 한계가 있을 수 있음을 의미하고, 정확한 환기성능 파악을 위한 체계적인 측정점 설정이 필요한 것을 의미한다.

참고문헌

- 강대호·함흥돈·박병윤·손장열(2001), “추적가스를 이용한 공조시스템의 환기성능 및 국소배기성능 평가에 관한 실험적 연구”, 「대한건축학회 학술발표대회 논문집」, 21(1): 685~688.
- 곽병창·김태민·김길태·지원길·박경용(2021), “공동주택 세대 습기 제어를 위한 환기 시스템 운영 전략 효과 연구”, 「한국건축환경설비학회 논문집」, 15(5): 572~585.
- 구재현(2012), “기계 환기시스템의 실내 환기성능 특성 해석에 관한 연구”, 「한국가스학회지」, 16(2): 31~37.
- 국토교통부(2021), “건축물의 설비기준 등에 관한 규칙, 국토교통부령 제882호, 시행 2021.08.27.”, 2022.09. 16 읽음. <https://www.law.go.kr>.
- 권경우·조시진·최의성·박준석(2006), “공동주택의 환기방식별 다수실 환기 성능에 관한 연구”, 「대한설비공학회 2006년도 하계학술발표대회 논문집」, 399~404.
- 권혁민·양정훈·석호태·이성재·양기영(2008), “CFD를 이용한 공동주택 천정플래넬 환기시스템 성능 평가”, 「한국건축환경설비학회 2008년 추계학술발표대회 논문집」, 301~304.
- 김기철·성상철·노광철·오명도(2011), “계절별 공동주택 환기성능평가”, 「대한설비공학회 2011년도 하계학술발표대회 논문집」, 751~756.
- 김묘선·김영일·정광섭(2010), “급·배기 위치에 따른 환기성능 연구”, 「대한설비공학회 2010년도 하계학술발표대회 논문집」, 317~323.
- 남상운·김영식·서동욱(2013), “다연동 플라스틱 온실의 자연환기성능 평가”, 「생물환경조절학회지」, 22(1): 7~12.
- 노광철·한창우·오명도(2006), “환기가 되는 강의실에서 천장형 에어컨의 풍량이 실내공기질에 미치는 영향”, 「대한설비공학회 2006년도 동계학술발표대회 논문집」, 24~24.
- 박진철·유형규·차진영(2005), “공동주택에서의 실외 급·배기구 위치에 따른 환기효율 향상 연구”, 「한국태양에너지학회 논문집」, 25(2): 71~79.
- 손원득·김도훈·임시내·이왕희·김정호·박경순(2013), “공동주택의 환기타입별 성능평가방법에 관한 연구”, 「대한설비공학회 2013년도 하계학술발표대회 논문집」, 567~570.
- 손원득·김도훈·임시내·이왕희·김정호·박경순(2013), “공동주택의 환기타입별 성능평가방법에 관한 연구”, 「대한설비공학회 2013년도 하계학술발표대회 논문집」, 567~570.
- 양원호·손부순·윤충식·이기영(2010), 「국민일일 시간활동 양상에 따른 개인노출 평가연구」, 국립환경과학원.
- 이용준·이승복·이경희(2004), “실내공기질을 고려한 공동주택의 하이브리드 환기시스템의 성능평가”, 「한국생태환경건축학회」, 4(3): 203~210.
- 이우원·한화택(1999), “배기구 위치 및 풍량변화에 따른 실내환기효율의 측정 실험”, 「대한설비공학회 1999년도 하계학술발표대회 논문집(I)」, 372~378.
- 이종은·강재식·김유민(2015), “하이브리드 환기시스템의 환기성능 평가분석”, 「한국생활환경학회지」, 22(3): 454~459.
- 장재수·노광철·오명도(2005), “냉방시 시스템에어컨과 환기유닛 적용 강의실에서 실내 CO2 농도와 국

- 소평균공기 연령 연구”, 「대한설비공학회 논문집」, 17(8): 36~746.
19. 조우진·윤동원·손장열·이승민(1999), “공기조화에
서 공기취출방식에 따른 실내공간의 환기효율 및 온
도분포 특성평가”, 「대한건축학회 논문집」, 15(4):
205~212.
 20. 최선호·한화택·정광섭·박영철·이정재(2000), “냉
방조건시의 개별공조시스템에 의한 환기특성”, 「대한
설비공학회 2000년도 동계학술발표회 논문집(I)」,
164~169.
 21. 최연희·송두삼(2017), “실험을 통한 환기시스템의
국소적 환기효율 분석”, 「대한설비공학회 논문집」,
29(2): 63~67.
 22. 한국공기청정협회(2021), 「SPS-KACA016-0146 가
정용 레인지 후드의 미세먼지 제거효율 시험방법」.
 23. 한국산업표준(2018), “KS F 2921, 자연환기설비의 환
기성능 시험방법”, 2022.09.15 읽음. [https://standard.
go.kr/](https://standard.go.kr/).
 24. 한국산업표준(2020a), “KS B 6141 환기용 공기 필터
유닛”, 2022.09.15 읽음. <https://standard.go.kr/>.
 25. 한국산업표준(2020b), “KS B 6879 열회수형 환기 장
치”, 2022.09.15 읽음. <https://standard.go.kr/>.
 26. 한국산업표준(2020c), “KS I ISO 16000-8 건물에서
의 환기상태 평가를 위한 국소 평균 공기 체류시간의
측정”, 2022.09.15 읽음. <https://standard.go.kr/>.
 27. 한국산업표준(2021a), “KS F 2603 실내 환기량 측
정방법(이산화탄소법)”, 2022.09.15 읽음. [https://
standard.go.kr/](https://standard.go.kr/).
 28. 한국산업표준(2021b), “KS F 2807, 공기조화 - 환기
설비의 풍량 측정방법”, 2022.09.15 읽음. [https://
standard.go.kr/](https://standard.go.kr/).
 29. 한국산업표준(2021c), “KS L ISO 12569 건물 열 성능
-건물 내 환기 측정 - 추적 가스 희석법”, 2022.09.15
읽음. <https://standard.go.kr/>.
 30. 한국산업표준(2022), “KS C IEC 60665 가정용 환풍
기 및 조절기의 성능 측정 방법”, 2022.09.15 읽음.
<https://standard.go.kr/>.
 31. 현세훈·박철수(2006), “취출구 위치에 따른 실내 CO2
농도 분석”, 「대한건축학회 2006년도 학술발표대회
논문집」, 653~656.
 32. 홍봉재(2007), “환기방식 및 급배기구의 위치에 의한
실내 환기특성 평가”, 「한국건축환경설비학회 논문
집」, 1(3): 38~43.
 33. 황해성·이성호·한승호(2020), “컨테이너형 스마트
팜의 재배 환경 개선을 위한 환기 효율 평가”, 「대한기
계학회 논문집」, 44(11): 873~879.
 34. American Society for Testing and Materials (2017),
ASTM E741-11 Standard Test Method for Determining
Air Change in a Single Zone by Means of a Tracer
Gas Dilution, Accessed September 15, 2022. [https://
www.astm.org/e0741-11r17.html](https://www.astm.org/e0741-11r17.html).
 35. American Society for Testing and Materials (2018),
ASTM D6245-18 Standard Guide for Using Indoor
Carbon Dioxide Concentrations to Evaluate Indoor
Air Quality and Ventilation, Accessed September
15, 2022. <https://www.astm.org/d6245-18.html>.
 36. ASHRAE (2010), *Guideline 10, Interactions Affecting
the Achievement of Acceptable Indoor Environments*,
American Society of Heating, Refrigerating and Air-
Conditioning Engineers.
 37. Centers for Disease Control and Prevention (2021),
Ventilation in Buildings, Accessed September 16,
2022. [https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/
community/ventilation.html](https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/ventilation.html).
 38. Cho, G. Y., M. S. Yeo and K. W. Kim (2018), “Design
Parameters of Double-Skin Façade for Improving
the Performance of Natural Ventilation in High-Rise
Residential Buildings”, *Journal of Asian Architecture
and Building Engineering*, 12(1): 125~132.
 39. European Standards (2010), EN 15665:2009 Ven-
tilation for Buildings. Determining Performance
Criteria for Residential Ventilation Systems, Accessed
September 15, 2022. [https://www.en-standard.eu/
bs-en-15665-2009-ventilation-for-buildings-deter-
mining-performance-criteria-for-residential-ventil-
ation-systems/](https://www.en-standard.eu/bs-en-15665-2009-ventilation-for-buildings-determining-performance-criteria-for-residential-ventilation-systems/).
 40. European Standards (2019), EN 14134:2019 Venti-
lation for Buildings. Performance Measurement and
Checks for Residential Ventilation Systems, Accessed
September 15, 2022. [https://www.en-standard.eu/
bs-en-14134-2019-ventilation-for-buildings-perfo-
rmance-measurement-and-checks-for-residential-
ventilation-systems/](https://www.en-standard.eu/bs-en-14134-2019-ventilation-for-buildings-performance-measurement-and-checks-for-residential-ventilation-systems/).
 41. Huifen, Z., Y. Fuhua and Z. Qian (2014), “Research
on the Impact of Wind Angles on the Residential

- Building Energy Consumption”, *Mathematical Problems in Engineering*, 2014: 1~15.
42. International Organization for Standardization (2014), ISO 16494:2014 Heat recovery ventilators and energy recovery ventilators — Method of test for performance, Accessed September 15, 2022. <https://www.iso.org/standard/56867.html>.
 43. International Organization for Standardization (2017), ISO 12569:2017 Thermal performance of buildings and materials — Determination of specific airflow rate in buildings — Tracer gas dilution method, Accessed September 15, 2022. <https://www.iso.org/standard/69817.html>.
 44. International Organization for Standardization (2019), ISO 16494-2:2019 Heat recovery ventilators and energy recovery ventilators – Method of test for performance – Part 2: Assessment of measurement uncertainty of performance parameters, Accessed September 15, 2022. <https://www.iso.org/standard/69574.html>.
 45. Meiss, A., J. Feijó-Muñoz and M. A. García-Fuentes (2013), “Age-of-the-air in Rooms According to the Environmental Condition of Temperature: A Case Study”, *Energy and Buildings*, 67: 88~96.
 46. Merzkirch, A., S. Maas, F. Scholzen and D. Waldmann (2016), “Field Tests of Centralized and Decentralized Ventilation Units in Residential Buildings - Specific Fan Power, Heat Recovery Efficiency, Shortcuts and Volume Flow Unbalances”, *Energy and Buildings*, 116: 376~383.
 47. Peng, Y., Z. Gao, R. Buccolieri, and W. Ding (2019), “An Investigation of the Quantitative Correlation between Urban Morphology Parameters and Outdoor Ventilation Efficiency Indices”, *Atmosphere*, 10(1): 1~17.
 48. Rabanillo-Herrero, M., M. Á. Padilla-Marcos, J. Feijó-Muñoz, R. Gil-Valverde and A. Meiss (2020), “Ventilation Efficiency Assessment According to the Variation of Opening Position in L-Shaped Rooms”, *Building Simulation*, 13: 213~221.
 49. Schoen, L. J. (2020), “Guidance for Building Operations During the COVID-19 Pandemic, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers”, *ASHRAE Journal*, May 2020, 72~74.
 50. Sherman, M. H. and D. J. Wilson (1986), “Relating Actual and Effective Ventilation in Determining Indoor Air Quality”, *Building and Environment*, 21(3~4): 135~144.
 51. Sun, C. and Zhai, Z. (2020), “The Efficacy of Social Distance and Ventilation Effectiveness in Preventing COVID-19 Transmission”, *Sustainable Cities and Society*, 62: 102390.
 52. You, W., J. Shen and W. Ding (2017), “Improving Wind Environment of Residential Neighborhoods by Understanding the Relationship between Building Layouts and Ventilation Efficiency”, *Energy Procedia*, 105: 4531~4536.
 53. Zhao, W., S. Kilpeläinen, R. Kosonen, J. Jokisalo, S. Lestinen and P. Mustakallio (2021), “Thermal Environment and Ventilation Efficiency in a Simulated Office Room with Personalized Micro-Environment and Fully Mixed Ventilation Systems”, *Building and Environment*, 188: 1~11.
 54. Zhou, J., Y. Hua, Y. Xiao, C. Ye and W. Yang (2020), “Analysis of Ventilation Efficiency and Effective Ventilation Flow Rate for Wind-driven Single-sided Ventilation Buildings”, *Aerosol and Air Quality Research*, 21(5): 1~21.

요 약

일반적으로 실내 공기질을 조절하기 위해서는 환기의 역할이 중요하다. 최근 코로나-19 등 감염병의 확산으로 거주자들의 실내에서 보내는 시간이 늘어남에 따라 환기의 중요성은 더욱 높아지고 있으며, 환기성능에 대한 관심도 더욱 높아지는 추세이다. 많은 국가에서 현재 환기 성능을 파악하는 지표로서 시간당 환기횟수를 사용하고 있으며, 국내에서도 공동주택을 대상으로 시간당 0.5회 이상의 환기횟수를 확보하도록 규제하고 있다. 하지만, 선행연구 및 국내의 환기성능 평가 관련 표준을 검토한 결과 시간당 환기횟수만을 통해 실내 환기 성능을 평가하는데에는 실질적 실내 환기 성능을 평가하는 데에는 한계가 있는 것으로 나타났으며, 실질적인 환기 성능을 평가하기 위해서는 실내 국소부위를 대상으로 오염물질 저감속도와 공간내 환기 성능 균일도 등을 고려하는 것이 필요할 것이다. 이에 대해 본 연구에서는 추적가스 희석법을 이용한 실증 실험을 통해 측정 위치별 유속, 공기연령 및 환기효율을 측정하고 비교하였으며, 측정점별 조합에 따른 평균값과 공간 내 중심점에서의 측정값을 비교하여 측정점 선정에 따른 환기 성능 차이를 비교 조사하였다. 본 연구 결과는 향후 실환경 기반의 주거공간 실내 환기성능을 평가하기 위한 실험절차 개발을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

주제어 : 환기성능, 공기연령, 측정위치, 환기효율

다기준 의사결정방법을 이용한 공동주택 내 환기장치 종류별 효과분석*

Analysis of Ventilation Impact in Multi-Family Residential Building Utilizing TOPSIS Method

박경용** · 김길태*** · 김태민**** · 지원길***** · 곽병창*****

Kyung-Yong Park** · Gil-Tae Kim*** · Tae-Min Kim**** · Won-Gil Ji***** · Byung-Chang Kwag*****

Abstract

With increasing airtight building construction aimed at reducing energy consumption, indoor relative humidity is increasing which can lead to condensation and moisture damage in multi-family residential buildings. This has led to increased implementation of mechanical ventilation to control indoor moisture. However mechanical ventilation systems consume additional energy and generate noise. As this leads to occupant discomfort, it is necessary to select a ventilation system that addresses the energy and noise issues. This research measured the ventilation performance, energy consumption, and noise level of mechanical ventilation devices in multi-family residential buildings. TOPSIS, a multi-criteria decision making technique was used to determine appropriate ventilation strategies in addition to occupant ventilation system operation preference.

Keywords : Ventilator, Multi-Criteria Decision Making, TOPSIS, Residential Building

1. 서 론

건축물의 에너지성능 향상을 위해 건물의 기밀성에 대한 요구성능이 향상됨에 따라, 실내외 기류의 교환이 줄어 실내 상대습도가 높아지고 있다(김길태 외, 2018). 건물 내 평균습도의 상승은 결로 및 곰팡이 발생으로 시설에 피해를 끼칠 뿐 아니라, 재실자의 쾌적 및 건강에도 악영향을 미친다(문현준,

2015; 송두삼, 2015). 높은 습도로 인한 결로를 방지하기 위해 단열보강, 열교차단 등 건축적(Passive) 개선방안과 더불어 건물에 설치되어 있는 기계환기장치를 활용하는 기계적(Active) 개선방안이 사용되고 있다. 국내 공동주택에서는 일반적으로 전열교환기(Energy Recovery Ventilator, ERV), 주방후드, 욕실 배기팬 등이 주요 기계환기장치로 사용되며(이병희·전주영, 2021), 습기제어 뿐 아니라 이산화

*본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호: 22SHTD-B157018-03).

**LH 토지주택연구원 건설안전연구실 연구원(주저자: kypark193@lh.or.kr)

***LH 토지주택연구원 건설안전연구실 수석연구원

****LH 토지주택연구원 지역균형발전센터 책임연구원

*****LH 토지주택연구원 건설안전연구실 연구원

*****LH 토지주택연구원 연구정책부 수석연구원(교신저자: byungchang.kwag@lh.or.kr)

탄소, 미세먼지 등 오염물질 제거에도 효과적이다 (Kaiser Ahmed et al., 2015).

그러나 이러한 기계환기장치는 기존의 자연환기 시스템에 비하여 추가적인 에너지를 소비하게 되고, 기계의 설비소음이 발생되어 실내 재실자에게 불쾌감을 유발하기도 한다(Wan et al., 2009). 국토교통부에서는 환기 시스템에서 발생하는 소음이 실내 중앙부에서 40dB 이하로 유지되도록 규정하고 있으며(국토교통부, 2021), 이에 따라, 적절한 실내공기질 유지와 소음 저감을 동시에 만족시키기 위하여 효과적인 환기전략의 선정이 필요하다.

일반적으로 건물 내 요구되는 환기량이 많을수록 더 큰 풍량의 팬을 사용하지만, 팬의 풍량이 커짐에 따라 에너지 소비와 설비소음이 함께 증가하기 때문에, 환기성과 에너지소비량 및 소음도는 상호간에 상충하는 의사결정 기준이 된다. 이러한 다기준 의사결정문제(Multi Criteria Decision Making, MCDM)의 합리적 의사결정을 위하여 본 연구에서는 TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) 기법을 사용하였다.

TOPSIS 기법은 서로 상충하는 의사결정 기준에 대하여 선호도와 우선순위를 계산하여 최적의 해를 선정하는 기법이며(Hwang and Yoon, 1981), 본 연구에서는 환기성능(환기소요시간), 에너지 소비량, 소음도의 최소화를 Positive Ideal Solution(PIS)로 설정하여 각 환기전략의 점수를 계산하였다. 계산된 TOPSIS 점수가 높은 전략일수록 부여된 가중치에 부합하는 최적의 환기전략이라고 판단할 수 있다 (김랑 외, 2020).

따라서 본 연구에서는 공동주택 내 설치되어있는 환기장치들(ERV, 주방후드, 욕실팬)의 환기성능과 에너지사용량 및 소음도를 측정하고, 다기준 의사결정 방법을 통해 사용자의 선호도별 환기전략의 효과를 도출하여 최적의 환기제어 방안을 도출하고자 한다.

2. 실험

2.1 실험개요

본 연구는 일반적인 84type의 공동주택을 모사한 토지주택연구원 주택성능연구개발센터 내 실증실험동에서 실험을 진행하였다. 환기성능을 평가하기 위하여 주방에서 일정량의 습기를 발생시키고 환기장치 별 환기성과 에너지 소비량 및 소음도를 측정하였다. 측정에 사용된 환기장치는 일반 가정에 설치되는 ERV, 주방후드, 욕실 배기장치이다. 실험 조건별 사용한 장치 조합과 환기장치별 성능은 각각 Table 1, Table 2와 같다. 환기장치별 작동 모드가 다양하지만, 동등한 비교를 위하여 기기별 최대풍량 모드로 설정하여 실험을 수행하였다.

2.2 환기성능 및 에너지 측정

동일한 조건 하에 실험을 수행하기 위하여 각 전략별 환기성능 실험 시 1L의 물을 가열하여 증발시켰고, 이때 발생하는 수증기의 배출효과를 평가하기

Table 1. Set up the Cases According to Ventilator

Ventilator	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5
ERV	X	O	X	O	O
Kitchen Hood	X	X	O	O	O
Bath Fan	X	X	X	X	O

Table 2. Description of the Ventilator

Category	ERV	Kitchen Hood	Bath Fan
Number of Fans	2	1	1
Speed Mode	High Speed (Max)	High Speed (Max)	Single Mode
Air Flow Rate [m ³ /h]	SA : 132.3 RA : 130.0	147.0	81.4
Power [W]	51	100	36

위해 절대습도의 변화량을 기준으로 환기장치 작동 시간을 측정했다. 본 연구에서는 선행연구에 따라, 결로방지 기준(9.92g/kg)과 공동주택의 겨울철 평균 절대습도(8g/kg)의 차이(1.92g/kg)를 목표 습도변화량으로 설정하고 습기 발생 후 변화량이 목표 점에 도달할때까지 소요된 시간을 측정하였다(곽병창 외, 2021). 또한, 각 환기장치의 소비전력(W)을 기반으로 해당 시간동안 각 전략별로 소요된 에너지 소비량(Wh)을 산정하였다.

2.3 소음도 측정

또 하나의 의사결정기준이 되는 소음도의 측정을 위하여 본 연구에서는 KS F ISO 16032에 따라 등가 소음도(L_{eq})를 사용하여 비교하였다(한국산업표준, 2021). 등가소음도는 환기장치 작동 시 측정공간의 5개의 마이크를 설치한 후 평균 소음도를 측정하고, Case 1의 소요 시간에 대하여 등가소음을 계산한 값이다. 소음도 계산 공식은 공식 (1)과 같다. 이때, T 는 소음 측정시간이며, P_0 는 기준 음압레벨이다.

$$L_{eq} = 10 \log_{10} \frac{1}{T} \int_0^T \frac{P^2(t)}{P_0^2} dt \quad (1)$$

2.4 TOPSIS 분석

본 연구에서는 환기장치 운영기준별 중요도를 분석하기위해 다기준 의사결정 방법인 TOPSIS 분석을 수행하였다. Fig. 1은 TOPSIS 분석 기법의 수행절차를 나타낸다. TOPSIS의 개념은 각 목적함수의 PIS와

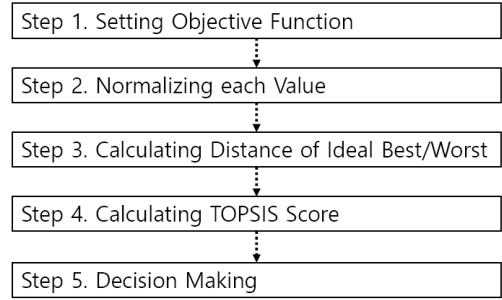


Fig. 1. Process of TOPSIS Method

유클리드 거리가 가장 가깝고, NIS(Negative Ideal Solution)와 가장 먼 거리의 대안을 찾는 기법이기 때문에, 본 연구에서는 환기성능의 최대(환기소요 시간 최소), 에너지 소비량의 최소, 등가소음도의 최소를 PIS로, 그 반대를 NIS로 설정하여 분석을 수행하였다. 이 과정에서 재실자의 선호도에 따라 각 기준의 가중치를 반영할 수 있는데, 동등한 가중치 (1:1:1)와 성능 중심관점(2:1:1), 에너지 절감관점 (1:2:1), 소음 저감관점(1:1:2)으로 가중치를 설정하여 비교하였다.

3. 결과 및 분석

3.1 측정결과

실험 결과는 Table 3과 같다. 환기성능 측면에서 봤을 때, 건물 내 침기로만 습기를 배출하는 Case 1은 약 3시간 후에 목표 습도변화량에 도달하였으나, 건물 내 모든 환기장치를 작동시킨 Case 5는 약 31분 후에 도달하여 본 연구에서 검토한 환기장치 운전

Table 3. Results of the measurement

Criterion \ Case	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5
Time [h:mm:ss]	2:58:20	1:25:40	0:51:50	0:39:30	0:31:10
Energy [Wh]	0	74.7	105	99.4	99.2
L_{eq} [dB(A)]	22	23	41	36	34

전략 중 가장 환기성능이 좋은 것으로 확인되었다.

에너지 소비량 관점에서는 환기장치를 작동시키지 않은 Case 1을 제외하고 Case 2가 74.7Wh로 가장 작은 에너지를 소비하였으며, 주방후드만 작동시킨 Case 3가 105Wh로 가장 많은 에너지를 소비하였다. Case 4-5 또한 주방후드를 작동시킨 전략이지만, 풍량의 증대로 환기장치 가동시간이 상대적으로 짧기 때문에 소요되는 에너지량은 더 적게 나타났다.

소음도 관점에서 또한 환기장치를 가동시키지 않은 Case 1에서는 배경소음인 22dB(A)만 측정되었으며, 이를 제외한 경우 ERV만 작동시킨 Case 2가 23dB(A)로 가장 작은 소음이 발생한 것으로 확인된

다. 에너지 소비량과 마찬가지로, Case 1의 시간에 대한 등가소음도 계산 결과 주방후드만 작동시킨 Case 3에 비해 Case 4-5는 설비 작동시간의 단축으로 더 작은 측정값이 나타났다.

3.2 분석결과

해당 결과를 바탕으로 기준별 가중치를 다르게 하여 TOPSIS 기법으로 분석하였다. 가중치는 시간, 에너지, 소음 순으로 입력하였고, 우선순위가 있다고 가정하는 가중치는 2로 설정하였으며, 각 가중치별 TOPSIS 분석 결과는 Table 4와 같다.

서로 동등한 가중치일 경우, Case 5가 TOPSIS 점수 0.56으로 가장 높게 나왔고, Case 1이 0.47로 가

Table 4. Results of the TOPSIS Analysis Depend on Weight Factor

Wight Factor (Time : Energy : Noise)	Rank	TOPSIS Score	
1 : 1 : 1	1	Case 5	0.56
	2	Case 4	0.54
	3	Case 2	0.53
	4	Case 3	0.49
	5	Case 1	0.47
Time Saving 2 : 1 : 1	1	Case 5	0.72
	2	Case 4	0.70
	3	Case 3	0.65
	4	Case 2	0.59
	5	Case 1	0.31
Energy Saving 1 : 2 : 1	1	Case 1	0.62
	2	Case 2	0.42
	3	Case 5	0.40
	4	Case 4	0.39
	5	Case 3	0.35
Noise Saving 1 : 1 : 2	1	Case 2	0.59
	2	Case 5	0.54
	3	Case 1	0.52
	4	Case 4	0.51
	5	Case 3	0.44

장 작게 나왔다. 이는, 환기성능·에너지·소음을 동등한 기준으로 봤을 때, 모든 환기장치를 작동하여 환기시간을 단축시키는 것이 가장 효과적인 전략임을 나타낸다. 특히, Case 2와 Case 3을 비교했을 때, Case 3이 환기성능은 2배 이상 좋게 나타났으나, 에너지와 소음 측면에서 ERV를 작동하는 Case 2가 목적함수에 더 가깝게 나왔기 때문에 Case 2가 상대적으로 더 적합한 환기전략으로 도출되었다.

환기성능 관점(Time Saving)과 에너지절약 관점(Energy Saving)의 경우 각각 측정된 기준값이 목적함수에 가까울수록 TOPSIS 점수가 높게 나타났다. 환기성능 기준으로는 모든 환기장치를 작동한 Case 5가, 에너지절약 기준으로는 침기로 습기를 배출한 Case 1이 가장 적합한 환기전략으로 도출되었다.

소음저감 관점(Noise Saving) 전략에서는 앞선 두 기준과 달리 ERV를 작동시키는 Case 2가 TOPSIS 점수 0.59로 가장 적합한 환기전략으로 나타났으며, 모든 환기장치를 작동한 Case 5가 0.54로 그 다음에 위치했다. 이는, 소음도 자체로는 Case 1이 약간 더 우위에 있으나, 환기성능 및 에너지 사용량의 기여도를 검토했을 때, ERV만 작동하여 에너지 절감 및 환기성능 향상 혹은 모든 장치를 작동하여 환기시간 자체를 줄이는 것이 더 유리한 전략임을 의미한다.

따라서, 실험 결과를 분석했을 때, 일반적인 경우 모든 환기장치를 작동하는 환기전략이 가장 효과적이지만, 사용자의 관점에 따라서 그 우선순위가 다소 달라짐을 확인했다. 환기성능의 관점에서는 모든 환기장치를 작동하는 것이 유리하며, 에너지 관점에서는 침기로서 배출하는 것과, 소음관점에서는 ERV를 작동하는 것이 가장 유리함을 분석을 통해 알 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 국내 공동주택에 설치된 환기장치 작동 시 서로 상충되는 운영기준인 환기성능, 에너지, 소음 등에 대한 적절한 환기전략 도출을 위해 실험 및 분석을 수행하였다.

공동주택 내 설치되어있는 ERV, 주방후드, 욕실 배기팬을 활용해 일정량의 습기를 제거하기 위한 환기성능, 에너지 소비량, 소음도를 측정하고 비교하였다. 실험 결과, 환기장치를 모두 작동한 Case 5에서 가장 양호한 환기성능이 나타났으나, 에너지 소비 및 소음도 측면에서는 환기장치를 아무것도 작동하지 않은 Case 1이 가장 양호하게 나타났다.

실험 결과를 바탕으로, 서로 상충되는 기준들 간 합리적인 환기전략을 찾기위해, 다기준 의사결정 기법인 TOPSIS 분석을 수행하였다. 그 과정에서 환기장치 사용자의 선호도를 가정하여 각 기준별로 가중치를 설정하고 함께 분석하였다. 결과적으로, 사용자 선호도가 동등할 경우 모든 환기장치를 작동하는 Case 5가 가장 적합한 환기전략으로 나타났으나, 환기성능·에너지 저감·소음 저감 측면에서 선호도를 다르게 설정하면 각 경우마다 서로 다른 적합한 환기전략이 도출되었다.

종합적으로, 본 연구의 의의는 크게 다음과 같다.

- (1) 서로 상충되는 환기장치 운영기준 중 우선도가 높은 전략에 대하여 정량화하였다. 그 결과, 동등한 가중치에서 Case 5가 TOPSIS Score 0.59로 가장 효과적인 환기전략으로 도출되었으며, 개인의 선호도를 반영하였을 때 환기성능(환기 소요시간) 기준 Case 5, 에너지저감 기준 Case 1, 소음저감 기준 Case 2가 각각 가장 효과적인 환기전략으로 도출되었다.
- (2) 서로 상충되는 환기장치 운영기준 중 우선도가 높은 전략에 대하여 정량화 하였다. 이로써 각

정성적인 환기전략의 적합성에 대하여 정량적 비교를 수행하여 환기장치 사용자의 선호도에 따라 적절한 환기전략을 제시할 수 있다. 환기장치의 사용자는 개인의 배경지식, 경제성, 건강 상태 등 다양한 이유로 환기장치 운영기준의 선호도가 상이하기 때문에, 개인마다 각자의 환경에 따라 선호하는 환기전략이 다르지만, 본 연구의 수행방법에 따라 개인별 최적화된 환기전략을 제시할 수 있다.

- (3) 반복되는 ON/OFF 제어 등 복잡한 환기전략에 대하여 정량화된 평가방법을 제시한다. 제어된 환경에서의 실험을 제외하면, 실제 환기장치는 ON/OFF가 반복되는 등 다양한 형태로 운영된다. 이때 제어 전반에 대하여 적정 환기전략이 무엇인지 찾기 위한 평가방법으로써 본 연구의 방법론이 효과적일 것으로 사료된다.

실험 및 분석 결과에서 나타나듯이, 개인별 선호도에 따라 제시되는 적정 환기전략이 서로 다르다. 본 연구에서는 각 기준별 선호도를 명확히 정의할 수 없는 한계로 인해, 주요 제어관점이 되는 기준의 가중치를 2로 설정하고 분석하였다. 그러나, 개인마다 선호하는 가중치는 단순히 2배 차이로 가정할 수 없기 때문에, 선호도를 정량화 할 수 있는 후속연구가 필요하다. 이를 통해 본 연구에서의 한계적인 기준별 가중치 설정에 대한 보완이 가능할 것으로 사료된다.

또한, 본 연구에서 수행한 실험들은 환기장치의 단일 운영에 국한되어있다. 그러나, 환기장치의 운전 방식, 환기장치의 복합가동 등 현실에서는 더 다양한 형태로 환기장치를 운영하기 때문에, 다양한 환

기전략에 대한 효과 및 우선순위 분석이 추가로 필요하다.

참고문헌

1. 곽병창·김태민·김길태·지원길·박경용(2021), "공동주택 세대 습기 제어를 위한 환기 시스템 운영 전략 효과 연구", 「한국건축환경설비학회 논문집」, 15(5): 572~585.
2. 국토교통부(2021), 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」.
3. 김길태·전주영·김선동·최기삼·박기영(2018), 「공동주택 공용 기계 루프팬 성능평가 및 적용방안 연구」, 토지주택연구원.
4. 김량·김선호·이예린·문현준(2020), "다기준 의사결정기법과 기계학습을 이용한 가변형 차양의 최적 형태 도출", 「대한생활환경학회」, 27(4): 511~521.
5. 문현준(2015), "건강환경 구현을 위한 건축물에서의 습도제어", 「대한건축학회 건축」, 59(2): 53~59.
6. 송두삼(2015), "공동주택에서 수증기 발생량 및 결로 방지를 위한 환기전략", 「대한건축학회 건축」, 59(9): 27~31.
7. 이병희·전주영(2021), "공동주택 환기설비시스템 기술 동향", 「대한설비공학회 설비저널」, 50(3): 36~43.
8. 한국산업표준(2021), 「건축설비 소음 측정 방법」.
9. Hwang, C. L. and K. Yoon (1981), *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, NY: Springer-Verlag.
10. Kaiser Ahmed, Jarek Kurnitski and Piia Sormunen (2015), "Demand Controlled Ventilation Indoor Climate and Energy Performance in a High Performance Building with Air Flow Rate Controlled Chilled Beams", *Energy and Buildings*, 109: 115~126.
11. Wan, J. W., W. J. Zhang and W. M. Zhang (2009), "An Energy-Efficient Air-Conditioning System with an Exhaust Fan Integrated with a Supply Fan", *Energy and Buildings*, 41(12): 1299~1305.

요 약

건축물의 에너지소비를 줄이기 위해 건물의 기밀도가 지속적으로 향상되고 있으며, 이로 인해 건물 내부의 평균적인 상대습도가 높아지고 있다. 평균 상대습도가 높아짐에 따라 단열 취약부 및 습기발생 행위 시 결로가 발생하며, 습기제어를 위하여 기계 환기장치의 중요성이 향상되고 있다. 그러나, 기계환기장치는 추가적인 에너지 소비 및 소음 발생으로 재실자의 불쾌감을 유발하기 때문에, 서로 상충되는 기준에 대한 적절한 환기전략 선정이 필요하다. 본 연구에서는 공동주택 내 기계환기장치의 환기성능, 에너지 소비량, 소음도를 측정하여, 서로 상충하는 운영기준 중 우선순위에 있는 환기전략을 찾기위해 다기준 의사결정기법인 TOPSIS를 이용하였다. 또한, 재실자의 환기장치 운영기준 선호도에 따라 달라지는 적절 환기전략을 도출하였으며, 향후 AI 기술을 활용한 재실자 맞춤형 환기전략 제시가 가능할 것으로 사료된다.

주제어 : 환기장치, 다기준 의사결정방법, TOPSIS, 공동주택

토목 분야 기본설계 단계 BIM 적용성 향상을 위한 BIM 적용 프로세스 제안

Proposal of BIM Application Process to Improve BIM Applicability of Basic Design in Heavy Civil Projects

송은솔* · 문소영**

EunSol Song* · SoYeong Moon**

Abstract

Recently, the adoption of BIM technology in domestic civil engineering projects has continually increased both in its numbers and scope. However, the BIM model was developed and used after the 2D design was developed instead of creating the BIM model from the conceptual design phase. BIM must be used throughout every phase of design and construction to use BIM for its original purpose. However, if BIM application is applied in heavy civil projects without a step-by-step guideline, it can confuse the market and face industry resistance to using BIM. Therefore, BIM is currently being used step by step in the civil engineering field by using BIM as a conversion design. However, the BIM conversion design method, currently being performed in the Preliminary design stage, has many difficulties due to low work efficiency. This paper analyzes the existing process of converting a 2D design into a 3D BIM model while addressing the issues related to its low work efficiency. To this end, a novel approach to 2D to BIM conversion for the design development stage is proposed.

Keywords : BIM (Building Information Modeling), BIM Conversion Design, Full Implementation of BIM, Design Development

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

주로 건축 분야에서 활용되던 BIM(Building Information Modeling)이 정부의 꾸준한 노력과 함께 토목 분야에서도 활용 범위를 점차 넓혀나가고 있다(김청운·구본상, 2014). 하지만 건축 중심으로 발전되어온 BIM이 토목에 적용되는 과정에서 많은 시행착오가 따르고 있다. 토목 분야에 BIM 적용을 위

한 정부의 선도적 움직임에도 불구하고 토목산업에 BIM 적용이 많은 시행착오가 따르고 전면 BIM 도입이 늦어지고 있는 이유는 BIM의 본래 목적에 맞지 않는 방법으로 토목 프로젝트에 활용됨으로써 BIM은 추가 업무를 발생시키고 업무를 복잡하게 만든다는 인식이 크기 때문이다(김범준 외, 2016b). 이에 토목 분야에서도 BIM 적용을 통한 설계 및 업무의 효율성을 증대시키기 위해 많은 연구를 수행하고 있다.

BIM을 적용하는 가장 대표적인 설계단계에서 BIM

*한울씨앤비 사원(주저자: eun20@hanulcnb.com)

**한울씨앤비 과장(교신저자: thdud456@hanulcnb.com)

을 적용하는 방법으로는 2D 설계 결과물을 기반으로 BIM 모델을 생성하는 전환설계 방법과 2D 설계와 BIM 설계를 동시에 진행하는 병행설계 방법, 그리고 처음부터 BIM 설계를 진행하는 전면설계 방법이 있다. BIM의 본래의 목적에 맞게 BIM 기술을 활용하여 업무의 효율성을 증대시키고 성과 수준을 향상시키기 위해서는 전면설계 방법으로써 BIM을 활용해야 한다. 하지만, 기존 설계 인력들의 BIM 교육 및 BIM에 대한 인식 부족과 기업들의 비용 및 시간 투자 부족 그리고 관련 규정 부족 등으로 인해 기존 업무환경을 BIM으로 전환하는 데에는 많은 어려움이 따르고 있다. 이에 현재 토목분야에서는 2D로 설계를 수행하고 이를 기반으로 BIM 모델링을 수행하여 BIM을 활용한 설계검토 및 보완, 시공 가능 여부 검토 및 공정, 원기관리에 활용하는 전환설계 방법으로써 BIM을 주로 활용하고 있다(김범준 외, 2016a). 전환설계로써의 BIM 활용은 2D 설계에서 놓칠 수 있는 설계 오류들을 3차원 기반의 BIM 모델을 통해 쉽게 발견함으로써 설계 품질을 높일 수 있고, BIM 성과품을 통해 작업 관계자들과의 이해도 및 협업 수준을 높일 수 있는 장점이 있다. 하지만 많은 시간과 인력 비용이 요구됨으로 BIM을 도입하는 가장 근본적인 목적 중 하나인 생산성 향상을 통해 비용 절감을 이루어내는 데에는 한계를 가지고 있다(최철호, 2012). 특히, 선형설계의 경우, 기본설계 단계에서 노선에 대한 설계변경이 자주 일어나고 BIM 모델링을 통한 검토 단계에서 노선변경이 발생하게 되면 기존 2D 설계업무부터 BIM 모델링까지 모든 업무가 다시 처음부터 진행되어야 하기 때문에 이에 대한 업무 피로감이 상당하다.

BIM을 본래의 목적 그대로 활용하기 위해서는 전면설계로써 BIM을 활용해야 하지만, 갑작스러운 변

화는 오히려 시장의 혼란을 야기시키고 작업자들의 BIM에 대한 거부감을 높일 수 있다. 때문에 전면설계로 가기 위해서는 단계적 BIM 적용이 필요하며, 그 과정에서 전환설계는 필수적인 단계이다. 때문에 연구에서는 전면설계가 아닌 전환설계 방법으로 토목 분야 기본설계 업무에 BIM 적용성을 높일 수 있도록 하는 BIM 적용 프로세스를 제안하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

기본설계 단계에서 여러 이해관계자의 이해를 돕고, 2D 설계 단계에서 놓칠 수 있는 설계 오류를 방지하기 위한 방법으로 BIM을 활용하고 있다. 특히, 여러 이해관계자의 이해를 돕기 위한 자료로는 2D보다는 3D의 효율이 월등히 높기 때문에 BIM 적용 기본설계에서는 Autodesk사의 Infracworks 등과 같은 비주얼 프로그램을 활용하여 설계내용을 시각화하고 이를 통해 협업한다. 하지만, 최종 결과물이 나오기까지 잦은 설계변경으로 인해 거쳐야 하는 과정들이 많고, Autodesk사의 Civil 3D¹⁾ 및 Revit²⁾과 같이 상세설계 단계에서 활용하는 시스템을 기본설계 단계에서도 활용함으로써 기본설계 단계에서의 BIM 모델링 작업이 본래의 목적에 맞지 않게 많은 시간을 투입하게 하고 업무 효율성을 떨어지게 한다.

이에 본 연구에서는 전환설계 기반의 BIM 적용성 향상을 위한 BIM 적용 프로세스를 제안하고 제안 프로세스의 검증을 수행한다. 연구의 범위는 토목 분야 중에서도 선형에 대한 기본설계를 범위로 한정하여 전환설계로써 BIM 적용 프로세스를 제안하였다.

제안 프로세스는 제조업에서 주로 활용하는 Autodesk사의 Inventor³⁾ 제품과 시각화로만 주로 활용하는 Infracworks⁴⁾를 활용하여 기본설계 단계에서 전환설계로 BIM 모델링을 수행하는 방법이다. 기존 BIM 모

1) Autodesk사의 Civil 3D 2022

2) Autodesk사의 Revit 2022

3) Autodesk사의 Inventor 2023

텔링에 주로 활용하였던 Autodesk 사의 Civil 3D와 Revit을 활용하지 않아도 기본설계 단계에서 BIM 모델링을 수행할 수 있도록 하였다. 연구에서 기존 업무 수행 방법 및 제안하는 업무 방법은 BIM에 주로 활용되는 Autodesk 사의 제품군을 기준으로 하였다.

본 연구의 수행 절차는 다음과 같다.

첫째, 기존 기본설계 단계에서의 전환설계 프로세스를 분석하고 BIM 활용 연구 동향을 조사하였다.

둘째, 기존 업무 조사 내용을 기반으로 기본설계 단계에서 업무 효율성을 높인 BIM 적용 프로세스를 제안하였다.

셋째, 제안한 프로세스의 성립을 위한 주요 기능 검증을 수행하였다.

마지막으로, 제안한 프로세스를 활용한 업무 활용 예시사례를 수행하여 본 연구에서 제안하는 BIM 적용 프로세스에 대한 활용성 검증을 수행하였다. 예시사례는 대표적 선형 구조물인 터널 구조물과 도로 설계를 대상으로 수행하였다.

2. 연구현황 고찰

2.1 선행연구 고찰

기본설계 단계에서 사용자 업무 효율을 고려한 전환설계 BIM 모델링 업무 프로세스를 제안하기에 앞서, 기존의 BIM을 활용한 전환설계 및 토목 분야 BIM 적용에 대하여 선행연구를 분석하였다.

먼저, 김범준 외(2016b)는 실시설계 단계에서 전환설계 프로세스를 적용한 프로젝트에서 설계 오류 이슈를 분석하여 이슈 발견에 대한 BIM의 기여도를 도출하고, 이를 통해 설계단계에서부터 근본적인 목적에 부합한 BIM 도입에 관한 전략을 도출하고자 하였다. 그 과정에서, 전환설계 방법은 2D 기반 프로세스상의 문제가 그대로 반복되는 것을 확인하여 전

환설계 방법에 한계가 있음을 규명하였다. 이 때문에 해당 연구에서는 전환설계 방법이 아닌 프로젝트 초기 단계에서부터 BIM 기반의 3D 설계 프로세스를 전면적으로 적용하는 방안을 제시하였다. 윤준희 외(2014)는, 건설기획 및 설계 단계에서 BIM/GIS 플랫폼을 활용하기 위한 시나리오를 제시하였다. 이를 위해 먼저 기획 단계 설계도서의 작성 기준을 분석하였으며, 분석 내용을 기반으로 기획 단계에서 통합플랫폼의 활용 시나리오를 도출하였다. 설계단계에서도 기획 단계와 마찬가지로 설계단계 설계도서 작성 기준을 먼저 분석하고 설계단계 통합플랫폼 활용 시나리오를 도출하였다. 연구 결과, 기획단계에서는 공간계획 및 3D 분석 기능 등을 위한 BIM/GIS 플랫폼의 활용이 가장 필요한 것으로 도출되었다. 최형규 외(2020)는 작업자, 기업, 발주처의 각기 다른 BIM에 대한 인식 및 이해의 차이와 실무자의 BIM 교육 기회 부족 등으로 인해 실제 업무에서 효율적인 BIM 활용이 어려운 실정임을 인지하였다. 이에 연구에서는 BIM을 활용한 업무 효율에 영향을 주는 요인 중, 정서적인 요인들을 도출하여 각 요인에 대한 적합성과 활용방안을 제시하였다. AHP 기법을 활용한 전문가 평가를 통해 정성적 요인의 중요도를 도출하였으며, 그 결과 프로젝트 수립단계에서의 BIM 조직 운영방안 계획, 실무자의 업무 수행 역량 등을 BIM을 업무에 효율적으로 활용하기 위한 중요 요인으로 도출하였다.

위와 같이 건설 현장에서 BIM을 효율적으로 활용하기 위한 연구가 꾸준히 수행되고 있지만, 필요성에 비해 관련 연구가 많이 부족하며, 특히나, 현재 토목 BIM 상황을 고려하여 업무 프로세스에 바로 적용이 가능한 연구가 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 전환설계 기반으로 기본설계 단계에서 BIM을 효율적으로 활용하지 못하는 문제점을 파악하고 문

4) Autodesk 사의 Infracore 2023

제점 해결을 위해 기본설계 단계에서 전환설계로써 BIM을 활용하는 프로세스를 제안하고자 한다. 연구 마지막에는 제안한 프로세스를 업무에 활용하기 위한 기술 검증 및 예시사례 적용을 통해 제안 프로세스를 검증하고자 한다.

2.2 기존 업무 분석

기존 전환설계 기반의 기본설계 단계 프로세스를 분석하여 기존 업무 프로세스상에서의 문제점을 파악하고 이를 보완할 수 있는 프로세스를 제시하고자 하였다.

기존의 전환설계 기반 기본설계 단계 프로세스에서는 2D 설계 이후 2D 설계정보값을 기반으로 Civil 3D와 Revit에서 BIM 모델을 생성하고 이를 Infracworks에서 시각화하여 설계검토를 수행하는 방법을 주로 활용하였다. 일반적인 기존 기본 설계단계에서의 전환설계 프로세스를 도식화하면 아래 Fig. 1과 같다.

먼저, 2D 설계단계에서 평면 및 종단에 대한 계획, 사면 계획, 구조물 계획을 수행하고 이에 대한 산출

물을 기반으로 BIM 모델링을 수행한다. BIM 모델링 단계에서는 전체 선형을 포함한 도로설계 정보는 주로 Civil 3D 프로그램을 활용하여 모델링하고, 터널 및 교량과 같은 구조물은 주로 Revit을 활용하여 모델링한다. 이후 Civil 3D와 Revit에서 생성한 모델을 Infracworks로 불러와서 시각화 검토를 수행한다. 여기서, Civil 3D에서 생성한 모델을 Infracworks로 불러오기 위해서는 Civil 3D에서 생성한 모델을 Solid화 하여 내보내는 작업이 필요하며, 이 작업은 상당한 시간을 필요로 한다. Infracworks로 불러온 BIM 모델을 통해 여러 이해관계자와 협업하고 설계 검토하는 과정에서 설계변경이 필요하다고 판단되는 경우, 2D 설계부터 일련의 과정을 다시 시작해야 한다. Infracworks에서 시각화 검토와 동시에 설계변경 사항을 바로 수행하고 시뮬레이션해 볼 수 있어야 BIM을 통한 설계검토의 효율성이 높아지지만, Civil 3D에서 작업한 모델을 Infracworks로 불러온 이후에는 Infracworks에서 모델의 직접 수정이 제한적이기 때문에 기존 업무 프로세스에서는 BIM을 통한 설계검토의 효율성이 높다고 볼 수 없다. 때문에, 기존의 전환설계 기반 기본설계 프로세스는 BIM 모델링을 통한 성과품 대비 BIM 본래의 본질에 맞는 업무 효율성 증대에는 부족한 부분이 있다.

3. 사용자 업무 효율을 고려한 선형 기본설계 프로세스 제안

3.1 선형 기본설계 프로세스 제안

기존 전환설계의 문제점을 파악하고 선형연구 고찰을 통해 선형의 기본설계 단계에서 2D 설계 이후 BIM 모델링을 수행하는 전환설계로써의 BIM 활용 방안에 대하여 다음의 Fig. 2와 같이 제안한다.

Fig. 2와 같이 제안하는 전환설계 프로세스에서 2D 설계 부분은 기존과 동일하다.

BIM 모델링 단계에서 2D 설계값을 기반으로 구

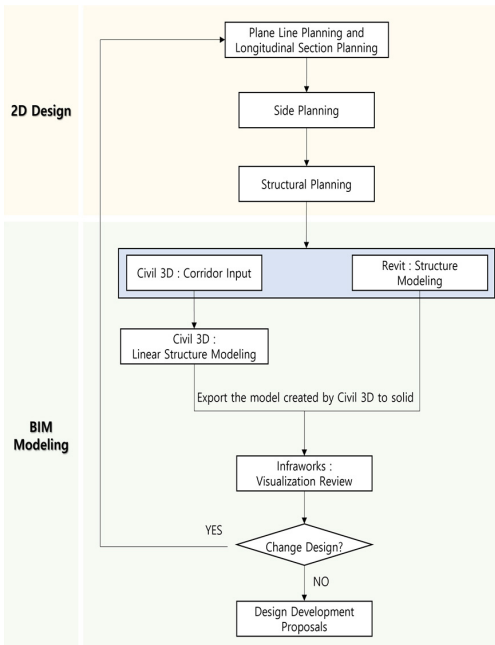


Fig. 1. Existing BIM Conversion Design Process

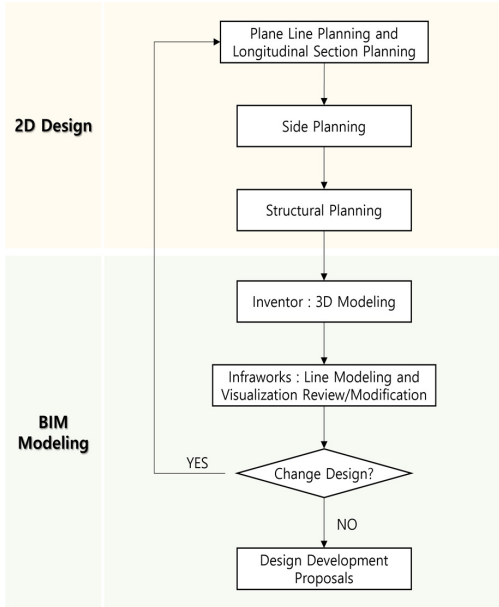


Fig. 2. Proposed BIM Conversion Design Process

조물의 모델링 수행 시 기존에는 Revit을 활용하였다. Revit에서 모델링 작성 시 2D 설계값을 활용하여 모델링을 수행하지만, 해당 작업은 3D 환경에서 모델을 처음부터 생성하는 것과 동일한 수준의 작업량을 필요로 한다. 하지만 제안하는 방법에서는 구조물의 모델링으로 Autodesk사의 Inventor를 사용하였다. Inventor는 주로 제조업에서 사용하는 3D 모델링 Tool로, 토목에서는 거의 사용하지 않는 프로그램이다. 하지만 검토 결과, 토목에서 활용하는 Infraworks와의 호환성이 높고 토목의 기본설계 단계에서 활용할 수 있는 수준의 모델링을 손쉽게 제작할 수 있도록 지원하는 것으로 확인하였다.

Inventor는 2D 설계 단계의 성과품인 2D 도면을 그대로 불러와, 3차원 모델로 자동 생성하는 기능을 지원한다. 때문에 2D 설계 성과품을 그대로 BIM 모델링 단계에서 활용함으로써 모델링에 필요한 작업자의 시간 및 수고를 덜 수 있다. 또한, Inventor에서 3D 모델 생성 시, 모델의 각 구속조건을 매개 변수화하여 해당 정보를 3D 모델과 함께 Infraworks로 보

낼 수 있다. Infraworks에서는 Inventor 파일로부터 받은 매개변수를 활용하여 3D 모델을 바로 수정하여 활용할 수 있다.

다음으로 기존 방법에서는 Civil 3D를 활용하여 선형 모델링 수행하였던 부분을, 제안하는 방법에서는 Infraworks에서 2D 설계정보를 기반으로 바로 선형 모델링을 수행하는 방법을 활용한다. Infraworks에서도 기본설계 단계 수준의 선형 설계는 가능하며, 생성 및 수정이 Civil 3D와 비교하여 쉽고 빠르기 때문에 변경 사항을 반영한 빠른 시각화 검토가 가능하다. 기존 방법에서 Civil 3D에서의 선형 모델링과 Civil 3D에서 작업한 모델을 Infraworks로 불러들이기 위해 Solid화 하는 과정을 생략할 수 있다.

제안하는 프로세스 기반의 업무에서는 터널과 같은 선형 구조물의 경우, Inventor에서 생성한 구조물의 3D 모델을 라이브러리화하여 Infraworks에서 바로 선형 구조물 모델링이 가능하다. 선형 구조물 또한 Inventor에서 생성한 매개변수 설정을 활용하여 Infraworks에서 수정하여 활용할 수 있다.

제안하는 전환설계의 프로세스는 제조업에서 주로 활용하는 Autodesk사의 Inventor라는 프로그램을 건설 분야의 기본설계 단계에 활용하여 작업 효율을 높일 수 있는 프로세스이다. 제안한 업무 프로세스에서는 선형설계값 변경 발생 시에 바로 2D 단계부터 일련의 작업을 시작하는 것이 아니라, Infraworks에서 선형 수정, 구조물 매개변수 변경을 통해 지장물 검토, 선형 및 구조물 시각화 검토를 즉각적으로 수행하고 적합한 설계 변경 값을 제안할 수 있다. 기존의 전환설계 프로세스와 비교하여 제안하는 전환설계 프로세스의 업무 개선점을 요약하면 다음과 같다.

1. 구조물 BIM 모델 생성 시간 단축
2. Civil 3D 작업 모델의 Solid화 생략 가능
3. 시각화 검토 단계에서 설계정보 수정 및 검토 가능

3.2 제안 프로세스 적용을 위한 기술검증

본 연구에서 제안한 기본설계 단계에서의 전환설계 프로세스를 실제 업무에 활용하기 위한 제안 방법의 기술 검증을 수행하였으며, 수행한 기술 검증 내용은 다음과 같다.

1. Revit에서 생성한 3D 모델 물량 값과 Inventor를 통해 생성한 3D 모델의 물량 값 비교
2. Inventor에서 생성한 모델의 매개변수값 Infra-works 연동 가능 여부
3. Inventor에서 생성한 토목 구조물의 3D 모델의 Infraowks 선형 구조물 모델 라이브러리로 활용 가능 여부

먼저, 동일한 구조물을 Revit과 Inventor를 통해 각각 생성하고 물량 값을 비교하였다.

Revit에서 생성한 구조물의 물량산출 값과 Inventor

를 통해 생성한 모델의 물량을 Infracworks에서 산출한 값은 각각 16.280m³, 16.282m³로 오차범위 1% 미만으로 확인되었다(Fig. 3, Fig. 4).

다음으로, Inventor에서 생성한 3D 모델에 설정한 매개변수값이 Infracworks에서 활용 가능한지에 대하여 검토하였다.

Inventor에서 먼저 2D 도면 기반으로 3D 모델을 생성하고, 생성한 3D 모델에 매개변수값을 포함하여 파일 저장한다(Fig. 5). 저장한 Inventor 파일을 Infracworks의 Style Palette를 활용하여 라이브러리로 등록한다. 등록된 라이브러리에 Inventor에서 설정하였던 매개변수값이 모두 호환되어 들어온 것을 확인하였다. 또한, 불러온 매개변수 값을 수정하여 Infracworks에서 구조물을 수정하여 활용할 수 있음을 확인하였다(Fig. 6).

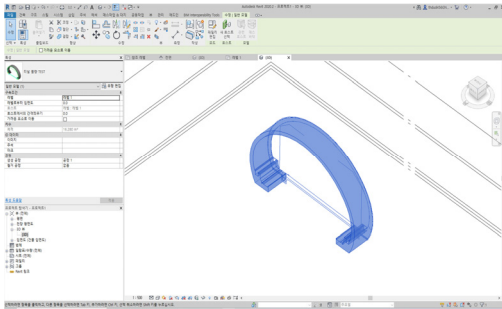


Fig. 3. Create 3D Model and Quantity Calculation by Revit (16.280 m³)

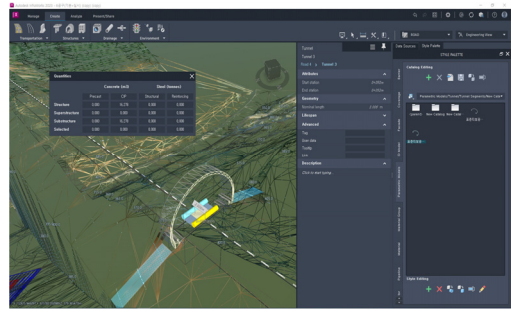


Fig. 4. Quantity Calculation of 3D Model Created by Inventor (Using Infracworks) (16.282 m³)

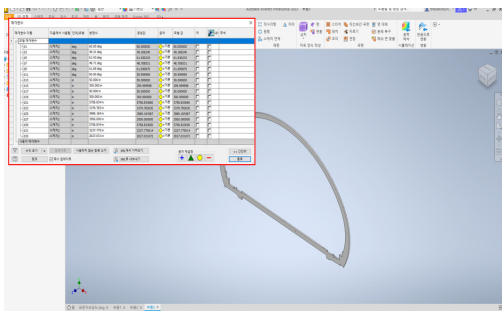


Fig. 5. Set Parameter Values in Inventor

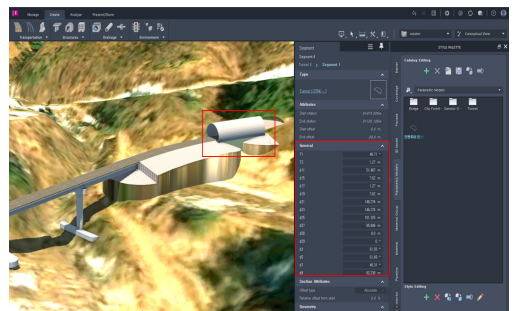


Fig. 6. Interworking of Structural Parameter Values of Inventor and Infracworks

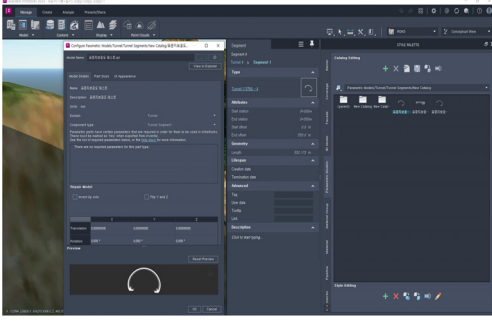


Fig. 7. Libraryization of 3D Models Created by Inventor

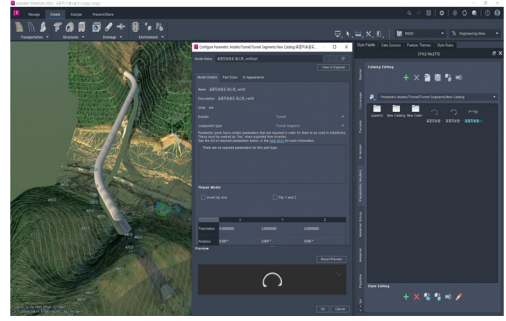


Fig. 8. Testing Linear Structure Creation Using Libraries

마지막으로, Inventor에서 생성한 토목 구조물의 3D 모델을 라이브러리화하여, InRoads에서 활용이 가능한지에 대해서 검토하였다. InRoads에서 기본으로 제공하는 선형 구조물 라이브러리 이외에 실제 설계에 맞는 모델을 선형 구조물로 활용할 수 있어야 더욱 정확한 설계검토가 가능하다. 기능 검토를 위해 먼저, 2D 도면을 기반으로 Inventor에서 앞서 생성한 3D 모델(Fig. 5)을 Fig. 7과 같이 InRoads로 불러와서 라이브러리화하고, Fig. 8과 같이 이를 활용하여 선형 구조물 생성 가능 여부를 테스트하였다.

이와 같이 Inventor와 InRoads를 활용한 기본 설계 프로세스가 성립하기 위한 기술 검증을 수행하였다.

4. 제안 프로세스 검증을 위한 예시사례 적용

연구에서 제안한 전환설계 프로세스가 성립하기 위한 기술 검증을 앞서 수행하고, 본 장에서는 제안 프로세스에 따른 예시사례를 수행하였다.

예시사례는 도로와 터널 구조물을 포함한 선형의 모델링을 대상으로 하였다. 예시사례의 적용을 위해 먼저, 2D 설계 성과물로 도출된 2D 도면을 기반으로 Inventor에서 구조물의 3D 모델을 생성한다(Fig. 9).

Inventor에서 생성한 3D 모델은 매개변수 값을

포함하도록 하였다. 그리고 InRoads에서 3D 모델을 라이브러리화하여, 선형 구조물에 대한 구조물 라이브러리로 활용할 수 있도록 하였다. 다음으로, 2D 설계 단계에서 산출된 설계 정보를 활용하여 InRoads에서 선형에 대한 모델링을 수행한다(Fig. 10). 생성된 선형모델에서 터널 구조물이 들어

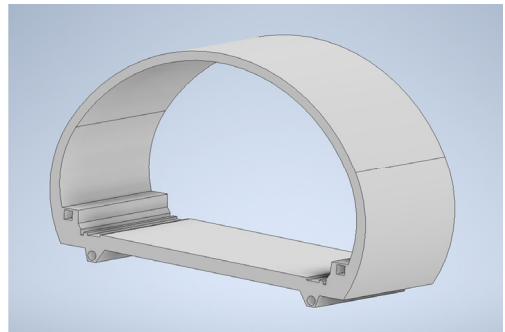


Fig. 9. 3D Model of the Structure Created by Inventor

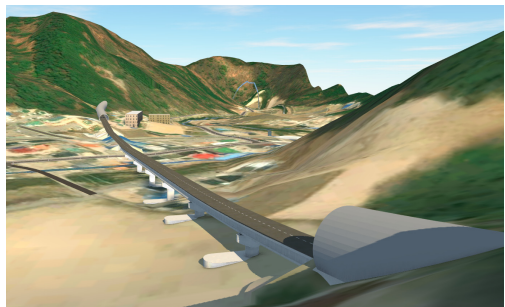


Fig. 10. BIM Modeling Using Inventor and InRoads

Asset Type	Group	Name	Length (m)	Area (m ²)	Volume (m ³)	Concrete-Precast (m ³)	Concrete-CP (m ³)	Steel-Structural (MT)	Steel-Reinforcing (MT)
Bridge	Bridge 2	Total				187.796	962.5	0	0
Bridge	Bridge 2	Superstructure				187.796	207.071	0	0
Bridge	Bridge 2	Substructure				0	755.429	0	0
Tunnel	Tunnel 6	Total				0	192.591	0	0
Tunnel	Tunnel 6	Superstructure				0	0	0	0
Tunnel	Tunnel 6	Substructure				0	192.591	0	0
Road Component	Lane	Surface Dark Grey Asphalt 1st 1h	229.429	1185.945	217	Calculation of volume information including structures			

Station (m)	Cut (m ³)	Fill (m ³)	Fill area (m ²)	Cumulative Cut (m ³)	Cumulative Fill (m ³)	Cumulative Net (m ³)	Note
0	0	11.28	0	6.571	0	0	
0.002	7.479	7.282	6.51	9.723	7.479	6.53	0.949 Start - bridge
96.968	0	0	254.765	7.479	6.53	0.949 End - bridge (components are partially calculated)	
100	0	0	1017.542	262.79	7.479	1024.072	
114.706	0	0	4040.859	266.762	7.479	5044.631	
125	0	0	1539.091	294.664	7.479	6604.022	
140	0	0	5235.725	228.889	7.479	11839.747	
142.133	0	0	1844.033	219.727	7.479	13204.48	
150.015	0	0	1019.693	0	7.479	13202.674	
160	0	0	0	0	7.479	13202.674	
164.554	7.149	3.284	31.675	14.551	14.628		
164.715	1.333	4.099	5.033	13.329	15.961		Calculation of earthworks information by road section

Fig. 11. Calculation of Earthwork Volume and Structural Volume through Infracworks

가는 부분은 미리 Inventor에서 생성하여 Infracworks에 라이브러리화해놓은 터널의 3D 모델을 활용하여 모델링한다. 마지막으로, 완성된 BIM 모델을 기반으로 Infracworks에서 토공량과 구조물의 물량산출을 수행한다(Fig. 11).

제안 프로세스 검증을 위한 예시사례 적용을 기존 프로세스로 진행 시, BIM Tool에 익숙한 작업자 기준으로 BIM 모델링까지 1일이 소요된다. 하지만 연구에서 제안한 프로세스로 BIM Tool에 익숙하지 않은 작업자 기준으로 2시간이 소요되었다. 이를 통해 BIM 모델링 업무를 기준으로 제안 프로세스가 75%의 업무시간 개선 효과를 내는 것을 확인하였다.

5. 결론

본 연구에서는 기존의 기본설계 단계에서 주로 활용하는 전환설계 프로세스를 분석하고 이를 기반으로 기본설계 단계에서 효율성을 높일 수 있는 전환설계 프로세스를 제시하였다. 연구의 범위는 전환설계 기반의 기본설계에서 잦은 설계변경으로 인해 업무 효율성이 떨어지는 선형 설계를 연구 범위로 하였다.

업무 효율성을 높일 수 있는 전환설계 프로세스를 제안하기에 앞서, 기존의 전환설계 프로세스를 분석하였다. 분석을 통해 BIM 모델 생성에 낮은 효율

성, 활용하는 BIM Tool 간의 연계성 부족, 설계변경에 유연하게 대응하기 어려운 점 등 기존 프로세스의 문제점을 파악하였다. 연구에서는 기존의 전환설계 문제점을 해결할 수 있는 기본설계 단계에서의 전환설계 프로세스를 제시하고자 하였다. 제안한 프로세스에서는 제조업에서 주로 사용하는 Inventor와 Infracworks만을 활용하여 전환설계 기반의 기본설계를 할 수 있도록 제안 하였다. 또한, 제안한 프로세스의 성립 여부를 검토하기 위하여 기술 검증을 수행하고 제안 프로세스에 따른 예시사례를 수행하였다. 예시사례 적용을 통해 기존 전환설계 방법 대비 제안하는 프로세스의 전환설계 방법을 통해 BIM 모델링 시간을 현저히 단축할 수 있음을 확인하였다. 또한, Infracworks에서 선형 수정 및 검토를 즉각적으로 수행하고 변경된 사항에 대한 시각화 검토를 바로 수행함으로 인해 업무효율을 높일 수 있음을 확인하였다.

제안하는 BIM 적용 프로세스는 BIM Tool에 익숙하지 않은 작업자도 충분히 활용이 가능한 Tool을 사용하여 BIM에 대한 작업자의 거부감을 덜어 비교적 쉽게 업무에 BIM을 도입할 수 있을 것으로 기대한다.

연구에서는 제안 전환설계 프로세스를 통해서 설계변경에 유연하게 대처할 수 있고 업무의 효율성을 높인, 기본설계 단계의 목적에 맞는 BIM 활용을 지원하고자 하였다.

하지만 기존 토목 분야 BIM Tool이 아닌, 제조업에서 활용하는 Tool 사용으로 인해, BIM Tool의 추가 구입이 필요한 점이 제안 프로세스를 실무에 적용하는 데에 한계를 불러올 것으로 예상된다. 또한, BIM 적용으로 인해 사용해야 하는 Tool의 종류가 늘어나면서 BIM 적용에 대한 작업자의 거부감이 우려된다.

향후에는 연구에서 제안한 프로세스를 다양한 프로젝트에 적용하여 프로세스를 보완하고 이를 기반

으로 전환설계 단계를 넘어 전면설계로 나아갈 수 있는 연구가 필요하다.

참고문헌

1. 김범준·정충원·김병주·김인재·오현준·진상윤(2016a), “BIM 전환설계 프로젝트의 이슈 유형에 관한 연구”, 「한국 BIM학회 정기학술대회 논문집」, 6(1): 89~92.
2. 김범준·주형우·장문석·김병주·진상윤(2016b), “사례 연구를 통한 BIM 전환설계 프로젝트의 설계오류 이슈 분석”, 「한국BIM학회 논문집」, 6(2): 47~57.
3. 김청운·구본상(2014), “국가 표준도를 이용한 토목 구조물 BIM 파라메트릭 라이브러리 구축에 관한 연구”, 「한국건설관리학회 논문집」, 15(4): 128~138.
4. 윤준희·강태욱·최현상·김창윤(2014), “건설 기획 및 설계 단계 BIM/GIS 통합 플랫폼 활용을 위한 시나리오 도출 및 상세기능 정의”, 「한국산학기술학회 논문지」, 15(12): 7340~7349.
5. 최철호(2012), “귀사는 어떤 BIM을 하십니까?”, 「CAD & Graphics」, 2012.04: 42~43.
6. 최형규·박종진·전한중(2020), “AHP 기법을 활용한 BIM 설계 업무 효율 향상을 위한 정성적 요인의 중요도 평가에 관한 연구”, 「대한건축학회 추계학술발표대회논문집」, 40(2): 129~132.

요약

최근 국내에서도 토목분야에 BIM을 활용하는 범위나 빈도가 점점 증가하고 있다. 하지만 전면설계로써 BIM을 적용하는 것이 아닌 2D 설계 이후 BIM 모델링을 수행하는 전환설계로써 BIM을 활용하고 있다. 본래 목적에 맞게 BIM을 활용하기 위해서는 전면설계로써 BIM을 활용해야 하지만, 갑작스러운 변화는 오히려 시장의 혼란과 BIM에 대한 거부감을 높일 수 있기 때문에 전환설계로써 BIM 활용을 통해 단계적 BIM 정착을 진행하고 있다. 하지만, 현재 기본설계단계에서 수행하고 있는 전환설계 방법은 낮은 업무 효율성으로 인해 실제 업무 적용에 많은 어려움이 따르고 있다.

따라서 본 연구에서는 현재 전환설계로써 BIM을 활용하는 기존의 프로세스를 분석하고 기존 프로세스에서 문제점을 보완할 수 있는 기본설계단계에서의 BIM 적용 프로세스를 제안하고자 한다.

주제어 : BIM, 전환설계, 전면설계, 기본설계

문헌고찰에 의한 도시 지역 도로퇴적물의 중금속 특성 및 적정 관리방안*

Heavy Metals in Road Deposited Sediments and Control of Them in Urban Areas: A Review

김도균**

Do Gun Kim**

Abstract

Road Deposited Sediment (RDS) is the solids formed from the wear of road, wear of vehicles, exhausts, and the input of the emissions from various sources out of the roads. RDS is seriously polluted by organic matter, nutrients, and metals. RDS plays an important role as the sink and the transport medium of the associated pollutants because RDS can be carried to the adjacent water system via stormwater runoff. In this regard, the heavy metals in RDS were investigated based on the publications. The contents of the metals in RDS were highly variable. The concentration of Cr, Ni, Cu, Fe, Zn, As, Cd, and Pb in urban RDS in various regions was in a range of 3.16-3,410, 1.15-1,382, 20.2-9,069, 2,980-124,853, 81-2,550, 2.3-214, 0.19-21.3, and 15.21-1,125 mg/kg, respectively. The anthropogenic enrichment of the metals in RDS was confirmed by the high concentration of Cu, Zn, Cd, and Pb. The contents of the metals were higher in industrial and traffic areas than in residential areas, while they were generally increased with decreasing particle size. It is believed that this study's results would contribute to quantifying the metals' load via RDS and establishing control strategies.

Keywords : Road Deposited Sediments, Heavy Metal, Urban Area, Non-Point Source Pollution

1. 서론

도로퇴적물(Road Deposited Sediments, RDS)은 (1) 도로와 도로에 설치된 시설물 마모, (2) 타이어, 브레이크 패드 등의 자동차 부품의 마모, (3) 자동차 배가스, 그리고 (4) 도로 외부의 산업시설 또는 타 배출원에서의 유입, 등에 의해 형성되어 도로 위에 축적되는 입자 물질들로 정의할 수 있다(Charlesworth and Lees, 1999; Seattle Public Utilities and Herrera

Environmental Consultants, 2009; Yuen et al., 2012).

RDS는 도시 지역의 다양한 오염물, 특히 비점오염물질의 축적과 이동에 중요한 역할을 한다. RDS는 다양한 오염물들을 포함하는 입자들이거나 이들에 오염물이 흡착되어, 오염물의 축적되는 요소(sink)로 작용하며, 주로 강우유출수와 함께 주변 수계로 유입되어, 오염물들을 이송하는 매개(transport medium)의 역할을 한다(Fig. 1; Charlesworth and Lees, 1999; Kim and Ko, 2021). 특히, RDS의 중금

*순천대학교 교연비 사업에 의하여 연구되었음.

**국립순천대학교 환경공학과 조교수(dgkim@scnu.ac.kr)

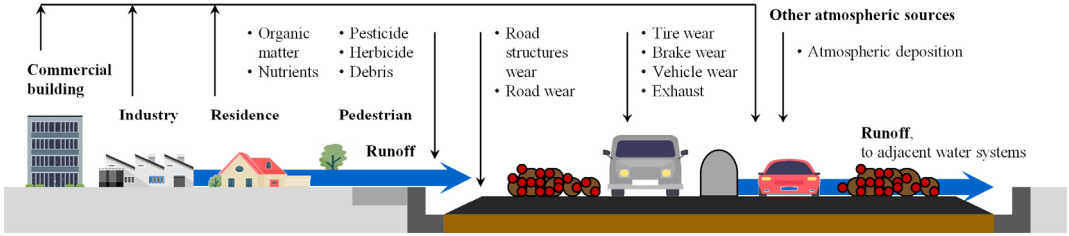


Fig. 1. Sources and Transport of RDS

속 농도는 대륙지각에 비해 상당히 높으며(Rudnick and Gao, 2003), 산업지역 및 상업지역의 RDS가 교외 또는 농촌 지역의 RDS에 비해 높아(Shabbaj et al., 2018; Shabanda et al., 2019), 인위적 요인에 의한 중금속 축적 및 이에 의한 위해 가능성이 높은 것으로 알려져 있다.

도시 지역에서 RDS에 의한 수계 중금속 오염은 강우유출수의 높은 금속류 농도로 확인되고 있다. 도시 지역 강우유출수의 Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Ni, 그리고 Zn 농도는 각각 0.15-4.9, 0.1-400, 0.056-1,900, 1-9,650, 0.0334- 162,000, 0.5-13,100, 5.5-19,100, 그리고 1-21,060 $\mu\text{g/L}$ 에 달한다(Baum et al., 2021; Wijeyawardana et al., 2022; Hwang and Weng, 2015; Kayhanian et al., 2003; Kayhanian et al., 2012; USDOT and FHWA, 2017).

그러므로, 도로에서 RDS의 제거는 다양한 비점오염물질을 제어하는 중요한 대책이 될 수 있다. 침투, 여과, 저류시설 등의 비점오염저감시설들은 변화가 심한 강우유출수 유량 및 수질에 의해 계획이 어렵고 유지관리의 어려움이 있으나(Siriwardene et al. 2007), 도로청소는 비구조적(non-constructive) 대책으로, 예방적 차원의 비점오염 저감이 가능하다는 장점이 있다. 도로에서의 RDS 제거는 주로 청소차에 의한 도로청소(road sweeping)에 의해 이루어져 왔으며, 이에 의한 강우유출수 오염부하 저감이 확인되고 있다(Martinelli et al., 2002; Kim et al., 2014; Kim et al., 2019).

RDS 제거에 의한 오염 부하 저감의 정량적 판단을 위해서는, RDS의 오염물 농도의 파악이 선행되어야 한다. 일반적으로 RDS는 유기물, 휘발성 고형물, 질소와 인 등 영양염류, 각종 금속류에 심각하게 오염되어 있으며, 지역에 따라 매우 큰 편차를 나타내고 있다(Seattle Public Utilities and Herrera Environmental Consultants, 2009; Wei and Yang, 2010; Shabbaj et al., 2018; Shabanda et al., 2019; Kim et al., 2019). 그러므로, RDS의 오염물에 대한 조사연구가 최근까지 이루어지고 있다(Gao et al., 2021).

특히, 중금속류는 자연계에 축적되고 일정 농도 이상에서 높은 악영향을 미치므로(Ma et al., 2017; Shi et al., 2011), RDS의 중금속 농도와 이송, 그리고 수계에 미치는 영향의 파악은 도시 지역의 중요한 중금속 오염원, 즉 RDS와 이에 관련된 중금속에 대한 이해를 크게 높일 수 있을 것으로 생각된다.

그러므로, 본 연구에서는 RDS의 중금속 농도를 문헌을 바탕으로 검토하여, RDS에 의한 수계의 중금속 부하의 산정과 저감 대책의 수립에 도움이 되고자 한다.

2. 도시지역 RDS의 중금속 농도

도시 지역 RDS의 중금속 농도에 대한 분석 연구는 주로 2000년대 초반에 여러 나라의 여러 도시에서 이루어졌다(Table 1). 그러나, RDS의 중금속 농도에

Table 1. The Concentration of Heavy Metals in Urban RDS (mg/kg)

City	Cr	Ni	Cu	Fe	Mn	Zn	Cd	Pb	Reference
Oslo, Norway	-	41	123	-	833	412	1.4	180	De Miguel et al., 1997
Madrid, Spain	61	44	188	-	362	476	-	1927	
Sydney, Australia	42	14	263	19645	567	6.5	0.2	165	Nguyen et al., 2015
Sydney, Australia	49-486	20-208	314-730	22,036-103,000	489-3,966	557-2,117	0.2-1.7	36-379	Mohammed et al., 2012
Sydney, Australia	34	27	160	-	-	850	-	880	Birch and Scollen, 2003
Birmingham, UK	-	41	467	-	-	534	1.6	48	Charlesworth et al., 2003
Coventry, UK	-	130	226	-	-	680	0.9	47	
Inner city, Manchester, UK	-	-	39-113	7664-17214	160-433	402-1,016	-	120-645	Robertson et al., 2003
Outer city, Manchester, UK	-	-	32-283	2492-15,000	49-411	172-2,183	-	25-260	
Avilés, Spain	42	28	183	42	1661	200	22.3	514	Ordenez et al., 2003
Amman, Jordan	-	88	177	7,132	-	358	1.7	236	Jiries, 2003
Istanbul, Turkey	-	32	208	-	398	521	1.9	212	Sezgin et al., 2004
Tokat, Turkey	41	128	38	-	415	98	5.4	266	Tüzen, 2003
Aqaba, Jordan	-	57	67	-	274	-	10.1	165.5	Al-Khashman, 2007
Tehran, Iran	33	35	225	47	1,215	935	10.7	257	Saeedi et al., 2012
Luanda, Angola	26	10	42	-	258	317	1.1	351	Ferreira-Baptista and De Miguel, 2005
Ottawa, Canada	43	15	66	-	431	113	0.4	39	Rasmussen et al., 2001
Hawaii, USA	273	177	167	-	-	434	-	106	Sutherland and Tolosa, 2000
Urumqui, China	54	43	95	-	926.6	294	1.2	54	Wei et al., 2010
Baoji, China	-	33.3-219.3	77.9-259.9	-	544.5-2,335.8	384.9-1,778.3	-	140.6-1,846.6	Lu et al., 2009
Hangzhou, China	60	28	212	-	-	709	3.6	194	Zhang and Wang, 2009
HongKong	-	-	173	-	-	1,450	3.8	181	Li et al., 2001
Taiwan	-	17	51	25	338	467	-	102	Kuo et al., 2009
Singapore	1245	186	9,069	-	-	1696	2.4	338	Joshi et al., 2009
Jilin, China (Highways)	19.6-96.8	11.1-48.1	9.4-53.1	-	-	167-272	0.04-0.11	35.6-68.7	Gao et al., 2021
USA	95	-	105	-	-	240	-	38	Apeyeyi et al., 2011
China	132	41	91	-	-	496	1.86	155	Cai and Li, 2019
Malaysia	28	-	98	-	-	230	-	70	Shabanda et al., 2019
Thailand	-	-	90	-	-	519	21.3	129	Srithawirat and Latif, 2015
India	149	36.4	192	-	-	284	2.65	121	Surayawanshi et al., 2016

영향을 미치는 인자들이 다양하므로(Yuen et al., 2012), 특이한 경향을 나타내지 않았으며, 매우 넓은 범위에서 불균일한 특성을 가진다.

De Miguel et al.(1997)은 RDS의 중금속 연구에서 주목할 만한 초기 연구들을 수행하였다. 이들은 1990년과 1992년 여름에 Spain의 Madrid에서, 그리고 1994년 여름에 Norway의 Oslo에서 RDS를 분석하여, 매우 높은 수준의 Ni, Cu, Zn, 그리고 Pb가 RDS에 함유되어 있음을 밝혔다. Australia의 Sydney에서는 2003년에서 2015년에 걸쳐, 조사가 진행되었으며, Cr, Ni, Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, 그리고 Pb의 농도는 각각 34-486, 14-208, 160-730, 22,036-103,000, 489-3,966, 6.5-2,117, 0.2-1.7, 그리고 36-880mg/kg으로, 지역과 조사의 시점에 따라 큰 편차를 나타내었다(Birch and Scollen, 2003; Mohammed et al., 2012; Nguyen et al., 2015). 특히, 인구집중지역에서 채취한 RDS(Nguyen et al., 2015)의 중금속 농도가 다른 지역에 비해(Birch and Scollen, 2003; Mohammed et al., 2012) 낮은 것으로 나타나, 인간의 일상적 활동이 RDS 중금속 농도에 미치는 영향이 불균일하거나 제한적임을 나타내었다.

Charlesworth et al.(2003)은 United Kingdom(UK)의 West Midlands에 속해 있는 Birmingham과 Coventry에서 채취한 각각 100 개와 49 개의 시료를 분석하였다. 조사 당시, Birmingham의 인구는 약 23,000,000 명으로, UK에서 London 다음으로 큰 규모이었으며, 산업, 주거, 녹지 지역 등으로 복합적으로 이루어져 있다. 반면, Coventry는 Birmingham 인구의 약 1/7 수준의 소도시이며, 대부분의 산업시설은 도시 외곽에 위치하고 있었다. 그러나, RDS의 Cu와 Cd는 Birmingham에서, 그리고 Zn와 Ni는 Coventry에서 더 높아, 도시의 규모와 토지 용도와 상관관계는 나타나지 않았다.

Robertson et al.(2003)은 UK North West England의 Manchester 시내와 외곽의 RDS를 분석하였는

데, 시내의 RDS가 외곽에 비해 중금속 농도가 높아, 도시에서 이루어지는 다양한 활동이 중금속 축적에 영향을 미칠 수 있음을 나타내었다.

Ordóñez et al.(2003)은 Spain 북부에 위치한 Avilés의 7km² 구역에서 채취한 112개의 RDS를 분석하였다. Avilés는 인구 약 80,000 명의 중규모 도시로, 산업 및 교통이 집중되어 중금속 농도가 높을 가능성이 있다. 분석 결과, 산업지역에 접근한 곳의 RDS에서, Zn, Cd, 그리고 Hg가 각각 4,892, 22.3, 그리고 2.56mg/kg으로, 평균(Table 1)에 비해 높게 나타났다.

도시 지역과 고속도로 RDS의 높은 Ni, Cu, Zn, 그리고 Pb 함량이 Jordan의 수도 Amman과(Jiries, 2003) Turkey(Türkiye)의 Istanbul에 위치한 E-5 highway의 18km 구간에서 확인되었다. E-5 highway는 교통량이 많고, 주변 100-1,000m 내에 거주하는 인구가 많으며, 자동차 수리소 등의 중소규모 사업장이 많다. 한편, Tüzün(2003)에 의하면, RDS의 중금속 농도가 교통량에 따라 변화하였다.

Al-Khashman(2007)은 Jordan의 Aqaba 만에 위치한 인구 약 120,000 명(2004년 현재)의 Aqaba 시의 RDS를 조사하였다. Aqaba시는 정유, 비료 등이 주요 산업이며 Red Sea 지역에서 중요한 상업용 항구의 역할을 하고 있다. RDS의 중금속 농도는 다른 연구에 비해 높지 않으나, Pb는 유사한 수준을 나타내었다.

Iran의 Tehran에서 채취된 RDS는 Cr, Ni, Cu, Mn, Zn, Cd, 그리고 Pb의 농도가 다른 연구의 RDS와 유사하였으나, Fe 농도는 낮았다(Saeedi et al., 2012). Tehran은 Iran에서 가장 오래된 도시 중 하나로, 당시 중동에서 가장 인구밀도가 높았다.

총 92개의 RDS 시료를 2002년 8월과 9월에 Angola의 수도 Luanda의 중심지와 일부 주거지역에서 채취하였다(Ferreira-Baptista and De Miguel, 2005). 대상지역을 0.25km² 단위로 구분하였고, 도로 등의

불투수 지역 중에서 반지름 5m의 원형 채취지점을 무작위로 선정하였다. RDS의 Cd와 Mn 농도는 다른 지역에 비해 낮았으나, 다른 금속류는 유사한 수준을 나타내었다.

Rasmussen et al.(2001)는 Canada의 Ottawa의 주거지역에서, 무작위로 선정된 10개 지역에서 각각 50 개의 RDS를 채취하였다. 금속류의 농도는 다른 연구에 비해 낮았는데, 이는 산업 및 교통에 의한 금속류 유입이 적은 때문으로 생각된다.

Hawaii의 Manoa basin의 13개 지역의 RDS의 금속류의 농도(Sutherland and Tolosa, 2000)는 다른 산업지역 및 교통밀집지역의 RDS와 유사하였다(Nguyen et al., 2015; Mohammed et al., 2012; Birch and Scollen, 2003; Charlesworth et al., 2003; Robertson et al., 2003; De Miguel et al., 1997). 이는 대상지역의 교통량이 <3200-45,200 대/일로 높은 때문으로 생각된다.

Wei et al. (2010)은 China 북서부 Xinjiang Uygur 자치구의 수도인 Urumqi에서, 2007년 8월에 총 169 개의 시료를 채취하였다. 이들 중, 24 개는 고속도로, 64 개는 간선도로, 65 개는 지선도로, 10 개는 주거지역 도로, 그리고 6 개는 주차장 도로에서 채취하였다. RDS의 평균 금속류 농도는 산업, 상업, 및 교통밀집 지역과 유사하였다.

Lu et al.(2009)은 China 북서부 Shaanxi 주에서 2 위 규모 도시인 Baoji에서 RDS를 채취하였다. 산업 지역, 교통밀집지역, 상업지역 및 주거지역에서 고루 시료를 채취하였는데, 이에 의해 RDS의 금속류 농도의 편차가 매우 컸다. 지역별 금속류 농도는 문헌에 별도로 제시되지 않았으나, Cu와 Zn의 최고 농도는 교통밀집지역의 RDS에서, 최소 농도는 산업 지역, 낮은 교통량 지역, 상업 및 주거지역에서 나타났다.

Zhang and Wang(2009)은 China의 Zhejiang 북부의 Hangzhou에서, 산업, 상업, 공원, 주거 및 교외

지역에서 25 개 시료를 채취하여 분석하였고, Li et al.(2001)은 Hong Kong의 도시 공원에서 45 개의 RDS 시료를 채취하였다. 이들 지역의 RDS는 유사한 금속류 함량을 나타내었다. 한편, Hong Kong의 도시 지역의 공원 토양의 평균 Cd, Cu, Pb, 그리고 Zn 농도는 각각 2.18, 24.8, 93.4, 그리고 168mg/kg, 그리고 외곽 지역 공원에서는 각각 0.15, 5.17, 8.66, 그리고 76.6mg/kg으로, RDS에 비해 매우 낮아(Li et al., 2001), 도시지역 RDS의 심각한 중금속 오염을 반증하였다.

한편, Kuo et al.(2009)은 산업시설 또는 대규모 식당이 없는 Nantou County의 Jiji, Shuili, 그리고 Shinyi에서 RDS를 채취하였다. RDS의 Fe, Al, Mn, As 등의 농도는 하천 토양과 유사하였으나, 교통과 관련된 Pb, Zn, Cu, Ni, 그리고 Mo의 농도는 하천 토양에 비해 높았다.

Gao et al.(2021)은 China의 Jilin 주의 4 개 고속도로(Ring expressway of Changchun city, Changchun-Siping, Jilin-Yanji, Changchun-Jilin, Ring Road of Changbai Mountain)의 RDS를 분석하였으며, 상당 수준의 Cr 및 Zn를 확인하였다.

그 외에도, United States of America(USA)의 주거지역(Apeayei et al., 2011), China의 교통지역(Cai and Li, 2019), Malaysia의 상업지역(Shabanda et al., 2019), 그리고 Thailand와 India의 주거지역(Srithawirat and Latif, 2015; Surayawanshi et al., 2016)의 RDS에 대한 조사가 이루어졌으며, 특히, Cr, C, Zn, 그리고 Pb 농도가 높았다.

Table 1에 정리된 대부분의 연구에서, Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, 그리고 Pb의 농도가 높게 나타났다. Fe와 Mn은 대륙 지각(Continental crust)의 주요 성분으로, RDS 뿐만 아니라, 일반 토양에서도 그 농도가 높다(Rudnick and Gao, 2003). 그러나, 높은 Cu, Pb, Zn 농도는 타이어와 도로의 마모, 금속류(Fe, Mg, Ca, Al, Zn 등) 함량이 높은 배가스의 연소 입자, 그리고

윤활유 등에 의한 것으로, 인위적 활동에 의해 RDS의 금속류 농도가 높아졌음을 의미한다(Kreider et al., 2010; Crosby et al., 2014; Agarwal et al., 2015; Kim et al., 2019).

3. 도시지역 용도에 따른 RDS의 중금속 농도

도시 지역은 일반적으로, 주거(residential), 상업(commercial), 산업(industrial), 교통(traffic, 주차장, 터미널 등), 녹지(park, 공원) 지역으로 구성되어 있으며, 이들은 해당 지역의 RDS에 서로 다른 중금속 배출원을 제공할 수 있다. 그러므로, 지역의 용도에 따라 RDS의 금속류 함량이 달라질 수 있으며, 이는 중금속의 원인 규명에 유용한 정보를 제공할 수 있다. 그러므로, 지역에 따른 RDS의 금속류 농도 특성을 검토하였다.

Ahmed et al.(2007)은 Bangladesh의 Dhaka 시에 축적된 RDS를 분석하였다. 채취 지역은 산업지역으로 Dhaka 북부와 중부, Tejgaon, 그리고 Old Dhaka, 상업지역으로 Motijheel과 교통량이 많은 간선도로(>1,500 대/시간), 그리고 주거지역으로는 그 외의 지역으로 교통량은 100-700 대/시간 이었다. 분석 결과, Cr, Ni, 그리고 Pb는 지역별로 유의미한 차이가 없었으나, Cu와 Zn는 산업 > 상업 > 주거 지역의 순이었다.

Gunawardana et al.(2012)은 Australia의 Southeast Queensland의 4개 지역에서 총 16 개의 RDS를 분석하였다. 대상지역 중, Clearview Estate는 주거지역을, Nerang은 산업지역을, Benowa는 주거/산업/상업 복합지역을, 그리고 Surfers Paradise는 주로 상업지역으로 이루어져 있다. 이 지역들에서 채취한 RDS의 중금속 농도는 특별한 차이가 없었으나, Cr, Ni, Cu, 그리고 Cd는 주변 토양에 비해 높았다. 주변 토양의 Cr, Ni, Cu, 그리고 Cd 농도는 각각 0.00, 0.00, 8.09±2.10, 그리고 0.11±0.08mg/kg 이었다. 단, Fe

와 Zn는 주거지역과 주거/산업/상업 복합지역이 산업지역과 상업지역에 비해 높았는데, 이는 Fe와 Zn가 산업활동과 자동차 등에 의함(Crosby et al., 2014; Agarwal et al., 2015; Kim et al., 2019) 배치되는 결과이다. 또한, 전 지역에서 Fe, Zn, 그리고 Pb의 농도가 주변 토양에 비해 높았다. 주변 토양의 Fe, Zn, 그리고 Pb 농도는 각각 61,200±20,000, 352.9±101, 그리고 272.1±98mg/kg 이었다. 이는 RDS의 Fe, Zn, 그리고 Pb가 주변 토양에 의함을 의미할 수 있다.

Jiries(2003)는 Jordan의 수도 Amman의 RDS를 연구하였다. 최소 4개월의 무강우 후, 2001년 8월에, 주거, 주차장, 상업 용도의 36 개 지역에서 RDS를 채취하여 분석하였다. Amman의 퇴적물의 주요 성분이 중금속 농도가 낮은 carbonate rock임을 고려할 때, 분석한 RDS는 심각한 중금속 오염을 나타내었다. Fe 농도는 세 지역이 유사하였으며, Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, 그리고 Pb 농도는 주차장과 상업지역의 RDS가 주거지역에 비해 높았다.

Singapore에서는 명확하게 구분되는 주거, 상업, 산업 지역에서, 2007년 5월에서 10월까지 6 개월 간, 매주 RDS를 채취하여 분석하였다(Joshi et al., 2009). 분석된 Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, 그리고 Pb의 전 항목에서 산업지역의 농도가 다른 지역에 비해 월등히 높았다. 주거지역은 상업지역에 비해 Cr, Ni, 그리고 Cu 농도는 높고, Zn 농도는 낮았다. 이는 상업지역의 교통 밀집도가 더 높아, Zn의 원인이 되는 타이어 마모와 윤활유의 사용이 더 많기 때문으로 생각된다. Sri Lanka에서도 상업지역 RDS의 금속류 농도가 주거지역에 비해 높은 것으로 나타났다(Herath et al., 2016).

USA에서 2 개 주거지역(West Seattle, Southeast Seattle)과 1 개의 산업지역(Duwamish Diagonal)의 RDS 분석 결과, Cr, Cu, Zn, Cd, 그리고 Pb 농도는 산업지역이 주거지역에 비해 높아, 산업 배출이

RDS의 중금속의 원인이 될 수 있음을 나타내었다 (Seattle Public Utilities and Herrera Environmental Consultants, 2009). 단, 전 지역에서, Hg 농도는 매우 낮았다.

Malaysia의 Petaling Jaya의 7개 지역의 RDS를 분석한 결과에서도, 주거 또는 상업 지역에서보다, 산업 및 교통 지역을 포함하는 지역에서 채취된 RDS의 중금속 함량이 전반적으로 더 높았다(Shabanda et al., 2019). 이는 도로, 도로시설물, 자동차 등과 산업시설에서의 배출이 RDS 중금속의 원인이 됨을 의미한다.

이는 Saudi Arabia의 Jeddah(Shabbaj et al., 2018)와 China의 Panzhuhua(Yang et al., 2016)에서 수행된 연구에서도 확인되었다. Jeddah는 Red Sea 해안에 위치하며, 교통량이 >1,400,000 대/일로, Saudi Arabia의 최대 도시이다. Jeddah의 주거, 교외, 상업/주거, 주차장, 교통, 그리고 농촌의 7개 지역의 RDS 분석 결과, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Cd, 그리고 Pb 농도는 교통 지역에서 가장 높고, 농촌 지역에서 가장 낮았다(Shabbaj et al., 2018). 특히, 농촌 지역 RDS의 중금속 농도는 다른 지역에 비해 크게 낮았다. Panzhuhua의 교통 지역 RDS의 Cr과 Cu 농도는 주거 지역에 비해 약간 높았으나, Zn와 Pb는 월등하게 높았다(Yang et al., 2016).

Singapore에서도 각각 15개의 시료를 산업지역과 주거지역에서 채취하였으며, Cr, Ni, Cu, Fe, 그리고 Pb 농도가 산업지역에서 더 높았다(Yuen et al., 2012). Zhang and Wang(2009)은 China의 Hangzhou의 여러 지역에서 채취한 25개의 RDS 시료를 분석하였다. Cr과 Ni는 산업지역이, Cu, Fe, Cd, 그리고 Zn는 상업과 산업지역이, Pb는 상업지역이 상대적으로 높았다.

Jeong et al.(2020a)은 우리나라 안산시와 시흥시의 22개 지점에서 RDS를 채취하여 분석하였다. 지점은 주거지역 5개, 교통지역 6개, 주차장 4개, 상업지역 3개, 산업/상업지역 4개이었다. 분석 결과, 산업/상업지역의 RDS의 Cr, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Pb, 그

리고 Hg 농도는 각각 3410, 1382, 2109, 2550, 214, 3.16, 551, 그리고 0.09mg/kg으로, 타 지역에 비해 월등하게 높았다. 상업지역의 RDS가 다음으로 높은 중금속 농도를 나타내었다. 교통지역은 종합버스터미널, 물류터미널, 버스 차고지 등으로 선정하였는데, 주거지역에 비해서는 중금속 농도가 높았으나, 주차장에 비해서는 낮았다.

4. 입자 크기에 따른 RDS의 중금속 농도

일반적으로, RDS의 제거에는 청소차에 의한 도로 청소를 이용하는데, 입자 크기가 작아짐에 따라 청소효율이 낮아진 반면, 오염물의 농도는 증가한다(Kim et al., 2014; Kim et al., 2019). 그러므로, 입도에 따른 중금속 농도의 파악은 청소에 의한 RDS 및 중금속 제거율 및 강우유출수 부하량 산정에 유용한 자료이다.

Jeong et al.(2020b)이 광양만의 RDS를 조사한 바에 의하면, Ni, Zn, As, Cd, Pb, 그리고 Hg는 입자 크기가 감소할수록 농도가 증가하였다. 입자의 크기가 감소함에 따라, 그 입자의 비표면적이 증가하므로, 이는 이들 중금속이 입자를 구성하는 성분으로 존재하는 양에 비해, 형성된 입자의 표면에 흡착되어 존재하는 양이 더 많음을 의미한다(Lau and Stenstrom, 2005; Kim et al., 2019). 그러나, Cr와 Cu의 농도는 >1,000 μ m와 <125 μ m에서, 다른 입자들에 비해 높았으며, 이는 Cr와 Cu를 포함하는 입자들이 RDS를 구성할 가능성이 있음을 의미한다.

Lee et al.(2020)은 우리나라 시화공단 RDS의 입도별 중금속 농도를 분석하였다. 조사된 Cr, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Pb, 그리고 Hg는 입도가 감소함에 따라, 그 농도가 증가하여, 이들이 RDS의 표면에 흡착되어 존재할 가능성이 높음을 나타내었다(Lau and Stenstrom, 2005; Kim et al., 2019).

Zafra et al.(2011)은 북부 Spain의 Torrelavega

에 위치한 주거지역인 Rufino Peon Boulevard의 RDS를 입도별로 분류하여 중금속 농도를 측정하였다. RDS의 중금속 농도는 입도가 감소함에 따라 감소하였다. 그러나, 그 농도는 산업지역(Jeong et al., 2022b; Lee et al., 2020)에 비해 낮았으며, 이는 중금속 배출원이 적은 때문으로 생각된다.

그러나, 우리나라 고속도로에서 채취한 RDS는 Jeong et al.(2022b) 와 Lee et al.(2020)에서와 같이 높은 중금속 농도를 나타내었다(Kim et al., 2019). 또한, 그 농도는 작은 입자(<63 μ m)에서 큰 입자(2,000-63 μ m)에 비해 더 높았다. Cr, Ni, Zn, 그리고 Pb는 산업지역에 비해 낮았으나, Cu 농도는 산업지역 RDS에 비해 높았다. 고속도로의 밀집된 교통량을 고려할 때, Cu는 자동차와 도로, 그리고 Cr, Ni, Zn, 그리고 Pb는 산업 배출에 의함을 추정할 수 있다.

5. 도로 퇴적물 중금속 오염의 심각성과 적정 관리방안 제언

5.1 도로 퇴적물 중금속 오염의 심각성

대륙지각의 Cr, Ni, Cu, Fe, Mn, Zn, 그리고 Pb 농도가 각각 92, 47, 28, 39176, 774.5, 67, 그리고 17mg/kg임을 고려한다면(Rudnick and Gao, 2003), 본고에서 조사된 대부분의 사례에서, RDS가 중금속에 심각하게 오염된 것으로 판단된다. Sydney (Mohammed et al., 2012), Manchester(Robertson et al., 2003), Hawaii(Sutherland and Tolosa, 2000), Baoji(Lu et al., 2009), 그리고 Singapore(Joshi et al., 2009)의 RDS는 Cu, Fe, Mn, Zn, As, Cd, 그리고 Pb 농도가지각에 비해 높았다(Table 1). 또한, 우리나라의 산업지역(Jeong et al., 2022a; Lee et al., 2020)과 고속도로(Kim et al., 2019)의 RDS는 대부

Table 2. The Concentration of Heavy Metals in RDS in Various Land Uses in Urban Area (mg/kg)

		Cr	Ni	Cu	Fe	Zn	As	Cd	Pb	Hg	Reference
Dhaka City,	Residential	100.4	22.9	22.2	-	95.9	-	-	34.3	-	Ahmed et al., 2007
Bangladesh	Commercial	107	25.4	47	-	151.7	-	-	75.2	-	
	Industrial	136.1	35.2	104.9	-	168.7	-	-	53.3	-	
Austalia	Residential	14.8± 8.70	7.92± 5.00	131.4± 26.0	7,220± 4,000	296.6± 78.0	-	0.51± 0.10	32.5± 12.2	-	Gunawardana et al., 2012
	Industrial	3.96± 0.40	6.11± 1.80	65.5± 20.0	4,230± 1,200	176.4± 100	-	0.19± 0.10	25.7± 11.0	-	
	Residential/ Industrial/ Commercial	9.37± 2.30	7.01± 1.60	98.4± 24.0	5,730± 1,900	236.5± 42.0	-	0.35± 0.10	29.1± 4.70	-	
	Commercial	3.16± 0.40	4.53± 0.70	70.8± 20.0	2,980± 100	90.4± 23.0	-	0.54± 0.10	38.4± 9.50	-	
	Soil	0.00	0.00	08.09± 2.10	61,200± 20,000	352.9± 101	-	0.11± 0.08	272.1± 98	-	
Sri Lanka	Residential	72	-	57	-	253	-	-	-	-	Herath et al., 2016
	Commercial	67	-	107	-	349	-	-	20	-	
Jordan	Residential	1.73- 5.43	0.96- 1.15	50- 110	5,075- 6,525	200- 285	-	0.15- 0.19	175- 305	-	Jiries, 2003
	Parking	19.13- 46.80	17.5- 42.5	150- 300	5,150- 6,650	550- 675	-	1.43- 1.73	1,000- 1,125	-	
	Commercial	3.73- 19.03	12.5- 25.0	175- 325	4,275- 9,125	250- 525	-	0.16- 1.66	950- 1,125	-	

Table 2. The Concentration of Heavy Metals in RDS in Various Land Uses in Urban Area (mg/kg) (Continued)

		Cr	Ni	Cu	Fe	Zn	As	Cd	Pb	Hg	Reference
Singapore	Residential	85.7± 11.4	53.1± 18.5	246.9± 53.5	-	274.7± 55.1	-	0.71± 0.3	68.6± 25.9	-	Joshi et al., 2009
	Commercial	73.2± 40.9	10.3± 7.7	97.7± 76.4	-	619.7± 185.9	-	0.3± 0.1	111.3± 15.0	-	
	Industrial	1245± 664	185.6± 118.7	9,069± 3742	-	1,696± 446.4	-	2.41± 1.0	338± 55.6	-	
West Seattle, USA	Residential	77	-	39.7	-	165	-	0.5	62.5	0.1	Seattle Public Utilities and Herrera Environmental Consultants, 2009
Southeast Seattle, USA	Residential	25.1	-	49.1	-	231	-	0.7	54.5	0.1	
Duwamish Diagonal, USA	Industrial	69.5	-	76.5	-	304	-	1.1	193	0.1	
Malaysia	Traffic/ Industrial	56.97± 1.36	-	201.52± 4.49	-	403.94± 9.37	-	-	144.53 ±10.20	-	Shabanda et al., 2019
	Traffic/ Commercial	31.88± 0.7	-	135.86± 3.22	-	315.56± 7.22	-	-	74.69 ±7.99	-	
	Traffic/ Industrial/ Commercial	43.34± 0.87	-	139.19± 3.18	-	403.42± 7.28	-	-	183.31 ±10.30	-	
	Congested traffic	59.36± 1.35	-	179.82± 1.36	-	596.60± 3.44	-	-	130.10 ±15.75	-	
	Residential by roadside	21.58± 0.36	-	39.62± 0.73	-	148.95± 4.90	-	-	52.22 ±7.91	-	
	Residential	18.11± 0.22	-	40.41± 1.90	-	169± 5.67	-	-	49.61 ±4.18	-	
	Commercial	25.05± 0.48	-	60.39± 2.30	-	145.09± 4.15	-	-	65.28 ±4.64	-	
Saudi Arabia	Residential	48.22± 4.5	38.2± 4.06	100.69± 12.32	13,543.06± 996.92	346.4± 31.6	15.7± 1.8	5.31± 0.53	100.0± 10.1	-	Shabbaj et al., 2018
	Suburban	59.9± 7.1	47.91± 5.65	127.7± 14.23	13,119± 11341	448.9± 42.0	20.1± 2.8	6.9± 0.87	129.7± 14.3	-	
	Residential/ Commercial	63.0± 7.6	50.04± 6.54	134.39± 15.14	11,900± 1123	472.5± 52.7	21± 2.5	7.2± 0.91	136.0± 15.7	-	
	Parking	71.3± 8.5	55± 7.07	152.11± 19.49	11,2004± 1091	534.6± 59.1	23.3± 2.9	8.2± 1.04	154.4± 20.6	-	
	Traffic	84.7± 10.6	65.3± 8.61	180.67± 23.1	12,4853± 1211	635.1± 72.5	27.7± 2.4	9.71± 1.22	183.5± 23.9	-	
	Rural	41.0± 3.8	22±1.9	20.2± 1.97	18,500± 965	81±7	2.3± 0.2	0.4± 0.04	15.21± 1.42	-	
China	Residential	196	46.6	98	-	289	-	0.98	73	-	Yang et al., 2016
	Traffic	232	46.5	101	-	345	-	0.87	111	-	
Singapore	Industrial	402± 115	204± 116	729± 265	73,020± 20,890	1,649± 807	-	-	280± 91.3	-	Yuen et al., 2012
	Residential	312± 103	75.5± 16.8	498± 129	51,700± 15,300	1,543± 425	-	-	201± 28.7	-	

Table 2. The Concentration of Heavy Metals in RDS in Various Land Uses in Urban Area (mg/kg) (Continued)

		Cr	Ni	Cu	Fe	Zn	As	Cd	Pb	Hg	Reference
Hangzhou, China	Residential	37.7± 5.5	19.3± 6.4	49.2± 17.5	25,200± 1,600	220.0± 76.6	-	1.02± 0.45	127.6± 48.8	-	Zhang and Wang, 2009
	Commercial	34.2± 6.7	16.6± 2.6	206.6± 75.1	19,000± 7,200	344.0± 154.8	-	2.12± 0.80	521.6± 244.8	-	
	Industrial	60.2± 18.6	28.4± 11.0	211.6± 47.2	35,800± 15,100	709.0± 309.4	-	3.62± 1.59	194.0± 33.1	-	
Korea	Residential	119	29.5	101	-	549	11.7	0.85	126	0.03	Jeong et al., 2020a
	Traffic	179	61.1	190	-	653	13.2	0.74	181	0.03	
	Commercial	302	115	404	-	866	10.2	1.09	182	0.08	
	Parking	161	44.5	93	-	530	13.3	0.69	140	0.04	
	Commercial/Industrial	3,410	1,382	2,109	-	2,550	214	3.16	551	0.09	
USA	Residential	95	-	105	-	240	-	-	38	-	Apeayei et al., 2011
China	Traffic	132	41	91	-	496	-	1.86	155	0.29	Cai and Li, 2019
Malaysia	Commercial	28	-	98	-	230	-	-	70	-	Shabanda et al., 2019
Thailand	Residential	-	-	90	-	519	-	21.3	129	-	Srithawirat and Latif, 2015
India	Residential	149	36.4	192	-	284	-	2.65	121	-	Surayawanshi et al., 2016

분의 중금속이 지각 농도에 비해 월등하게 높았다 (Table 2). 더욱 심각하게는, 주거지역과 상업지역에서 주로 Cu, Fe, 그리고 Mn의 농도가 높았으며 (Ahmed et al., 2007; Gunawardana et al., 2012; Herath et al., 2016; Joshi et al., 2009; Jiries, 2003), Cr가 Ni도 지각 농도를 초과하였다 (Joshi et al., 2009) (Table 3). USA (Apeayei et al., 2011), Malaysia (Shabanda et al., 2019), 그리고 India (Surayawanshi et al., 2016)에서의 조사에서도 주거지역과 상업지역에서 Cr, Cu, Mn, 그리고 Pb의 농도가 농도가 높았다. 우리나라에서는 도시 전 지역에서 Cr, Cu, Mn, 그리고 Pb의 농도가 높아 (Jeong et al., 2020a; Table 3), 더욱 심각한 상황으로 생각된다.

우리나라 토양환경보전법에 따르면, 본고에서 조사된 82개의 RDS 조사 사례중, Cr, Cu, Zn, 그리고 Pb 농도는 각각 21, 50, 40, 그리고 34 사례가 토양오염

우려기준을 초과하고 있으며, 각각 2, 14, 15, 그리고 10 개의 사례에서 토양오염 대책기준을 초과하였다 (1지역)(토양환경보전법, 법률 제16613호, 2019. 11. 26., 일부개정). 특히, 우리나라의 광양만 (Jeong et al., 2020b), 시화공단 (Lee et al., 2020), 그리고 고속도로의 RDS (Kim et al., 2019)는 대부분 토양오염 우려기준을 초과하였으며, 상당수는 Cu와 Zn 농도가 토양오염대책 기준을 초과하였다.

우리나라 하천수 Cd, As, Hg, Pb, 그리고 Cr⁶⁺의 수질환경기준이 각각 0.005 이하, 0.05 이하, 검출되어서는 안 됨(검출한계 0.001), 0.05 이하, 그리고 0.05 이하임을 고려하면, RSD의 수계 유입에 의한 중금속 부하 증가의 가능성은 상당한 것으로 생각된다 (물환경보전법, 법률 제18469호, 2021. 9. 24., 타법 개정).

Table 3. The Concentration of Heavy Metals in RDS of Different Sizes in Urban Area (mg/kg)

	Size (μm)	Cr	Ni	Cu	Fe	Mn	Zn	As	Cd	Pb	Hg	Reference
Industrial area												
Gwangyang,	>1,000	1,591	92.4	52.2	-	-	248	11.4	0.3	59.6	0.01	
Korea	500-1,000	405	82.1	126	-	-	455	13.7	0.7	87.5	0.03	
	250-500	368	63.3	227	-	-	782	13.7	0.5	76.4	0.06	Jeong et al., 2022b
	125-250	554	101	87.6	-	-	1,114	10.7	0.9	120	0.08	
	63-125	736	146	175	-	-	2,017	11.9	1.4	155	0.16	
	<63	841	246	193	-	-	2,982	16	2.1	221	0.21	
Shihwa,	>1,000	154	35	120	-	-	633	7.8	0.5	130	0.02	
Korea	500-1,000	287	96	251	-	-	1,797	20	0.8	283	0.02	
	250-500	539	145	484	-	-	1,167	16	0.8	147	0.03	Lee et al., 2020
	125-250	476	162	1,949	-	-	2,573	16	1.3	484	0.06	
	63-125	579	231	1,997	-	-	3,290	19	1.9	706	0.11	
	<63	769	312	1,810	-	-	3,605	24	3.5	1,438	0.24	
Urban area												
Spain	>1,000	-	-	36	-	-	83	-	8	154	-	
	500-1,000	-	-	47	-	-	139	-	11	210	-	
	250-500	-	-	141	-	-	268	-	22	297	-	Zafra et al., 2011
	125-250	-	-	104	-	-	309	-	19	273	-	
	63-125	-	-	91	-	-	399	-	23	280	-	
<63	-	-	124	-	-	630	-	38	350	-		
Traffic area (Expressway)												
Korea	63-2,000	96.8- 155.3	29.2- 212.4	250.6- 10,446.8	20,655.3- 37,674.4	264.6- 459.7	283.7- 694.1	-	-	22.8- 97.5	-	Kim et al., 2019
	<63	116.7- 215.8	46.7- 115	183- 6,286.1	29,163.5- 42,192.0	419.7- 640.5	714.1- 874.9	-	-	59.4- 93.4	-	

5.2 도로 청소에 의한 수계 중금속 부하 저감 방안 및 예상 효과

RDS의 강우유출수와 주변 수계의 중금속 부하에 영향을 미칠 수 있으므로, RDS의 중금속 오염 저감을 위해서는 중금속 발생원의 관리가 필요하다. 그러나, RDS의 중금속은 현대 생활에 필수적인 도로와 자동차 마모와 이들로부터의 배출이 그 원인임으로(Yuen et al., 2012; Nawrot et al., 2020), 교통량의 저감 등 발생원 관리는 매우 어려울 것으로 생각된다.

그러므로, 적절한 도로 청소의 수행이 RDS과 RDS에 의한 오염부하 저감을 위해, 현실적이고 적절한

방안으로 생각된다(Calvillo et al., 2015; Kim et al., 2019). 이를 위해서는 청소 주기의 최적화와 저감량 산정을 위한 조사 등이 선행되어야 할 것으로 생각된다. RDS 축적량은 청소 또는 강우 후 빠르게 증가하고, 이후 증가 속도가 감소하는데, 이는 RDS 발생량의 감소에 의한 것이 아니라, 비산에 의한 것임이 알려져 있으므로, 비산을 최소화하고 RDS 제거량을 최대화 할 수 있는 최적 시기의 선정이 필요하다(Kim et al., 2014). 또한, 도로청소에 의한 제거량 산정을 위해, 충분한 개수의 RDS 시료를 채취하여 오염물 함량을 분석하여야 한다. 특히, RDS의 축적량과 오염물 농도는 지역과 시간에 따라 큰 편차를 나

타내므로(Tables 1-3), 다양한 지역에서 조사가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

한편, RDS의 제거는 수계 오염부하 저감 외에도 다양한 장점이 있을 것으로 생각된다. RDS의 제거는 강우유출수의 고형물 농도를 감소시켜, 비점오염 저감시설, 특히, 많이 이용되는 여과형 시설의 폐색이 저감될 수 있다(Siriwardene et al., 2007; Calvillo et al., 2015; Kim et al., 2019). 또한, 도로청소에 의한 RDS의 저감은 RDS의 재비산양을 감소시킬 수 있다. 이와 관련하여, 서울특별시(2021)에서는 재비산 먼지 저감을 위해 도로청소를 강화하였다.

6. 결론

본 연구는 주변 수계의 중금속 부하에 큰 영향을 미칠 수 있는, 도로에 축적된 RDS의 중금속 농도를 문헌에 의해 검토하였다.

도시지역 RDS의 중금속 농도는 매우 넓은 범위로 불균일하였다. Norway, Spain, Australia, UK, Jordan, Turkey, Iran, Angola, Canada, USA, China, Taiwan, Malaysia, Thailand 그리고 India의 도시 지역 RDS의 Cr, Ni, Cu, Fe, Zn, As, Cd, 그리고 Pb 농도는 각각 3.16-3,410, 1.15-1,382, 20.2-9,069, 2980-124,853, 81-2,550, 2.3-214, 0.19-21.3, 그리고 15.21-1,125 mg/kg 이었다. 특히, Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, 그리고 Pb의 농도가 높아, 자동차, 도로 및 도로 시설물, 그리고 산업 등 인위적 요인에 의해 RDS의 중금속 함량이 높아졌음을 나타내었다.

RDS의 중금속 농도는 지역의 용도에 따라서 차이가 있었으며, 주거지역이나 공원 등 녹지지역에 비해, 교통지역이나 산업지역에서 Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, 그리고 Pb의 농도가 높았다. 또한, 조사된 사례 중 대부분에서, RDS 입도가 감소함에 따라 중금속 농도가 높아졌으며, 이는 중금속들이 작은 입자로, 또는 입장 표면에 흡착되어 존재함을 나타내었다.

본 연구 결과, RDS의 높은 중금속 오염이 확인되었다. 이는 RDS의 위해성이 높음을 나타내지만, 또한, RDS의 효과적 제어에 의해 강우유출수 비점오염 부하를 저감할 가능성이 높음을 의미한다. 그러므로, 개선된 도로청소 등 효율적인 RDS 저감대책과 함께, 정량적 부하의 산정 방법 등이 수립되면, 수계 비점오염 저감에 큰 도움이 될 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 서울특별시(2021), 「2021년 도로 청소 종합계획」, 서울.
2. Agarwal, A. K., T. Gupta, J. Lukose and A. P. Singh (2015), "Particulate Characterization and Size Distribution in the Exhaust of a Gasoline Homogeneous Charge Compression Ignition Engine", *Aerosol and Air Quality Research*, 15: 504~516.
3. Ahmed, F., M. H. Bibi and H. I. Ahmed (2007), "Environmental Assessment of Dhaka City (Bangladesh) based on Trace Metal Contents in Road Dusts", *Environmental Geology*, 51: 975~985.
4. Al-Khashman, O. A. (2007), "The Investigation of Metal Concentrations in Street Dust Samples in Aqaba City", *Jordan Environmental Geochemistry Health*, 29: 197~207.
5. Apeayei E., M. S. Bank and J. D. Spengler (2011), "Distribution of Heavy Metals in Road Dust along an Urban-Rural Gradient in Massachusetts", *Atmospheric Environment*, 45: 2310~2323.
6. Baum, P., B. Kuch and U. Dittmer (2021), "Adsorption of Metals to Particles in Urban Stormwater Runoff—Does Size Really Matter?", *Water (Basel)*, 13: 309.
7. Birch, G. F. and A. Scollen (2003), "Heavy Metals in Road Dust, Gully Pots and Parkland Soils in a Highly Urbanised Sub-Catchment of Port Jackson, Australia", *Australian Journal of Soil Research*, 41: 1329~1342.
8. Cai, K. and C. Li (2019), "Street Dust Heavy Metal Pollution Source Apportionment and Sustainable Management in a Typical City-Shijiazhuang, China",

- International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16: 2625~2639.
9. Charlesworth, S. M. and J. A. Lees (1999), "The Distribution of Heavy Metals in Deposited Urban Dusts and Sediments, Coventry, England", *Environmental Geochemistry and Health*, 21: 97~115.
 10. Charlesworth, S., M. Everett, R. McCarthy, A. Ordonez and E. De Miguel (2003), "A Comparative Study of Heavy Metal Concentration and Distribution in Deposited Street Dusts in a Large and a Small Urban Area: Birmingham and Coventry, West Midlands, UK", *Environment International*, 29: 563~573.
 11. Calvillo, S. J., E. S. Williams and B. W. Brooks, (2015), "Street Dust: Implications for Stormwater and Air Quality, and Environmental Management through Street Sweeping", In *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, (ed.) Whitacre, D. M., 233 (71~128), Berlin: Springer.
 12. Crosby, C. J., M. A. Fullen, C. A. Booth and D. E. Searle (2014), "A Dynamic Approach to Urban Road Deposited Sediment Pollution Monitoring (Marylebone Road, London, UK)", *Journal of Applied Geophysics*, 105: 10~20.
 13. De Miguel, E., J. F. Llamas, E. Chacon, T. Berg, S. Larssen, O. Royset and M. Vadset (1997), "Origin and Patterns of Distribution of Trace Elements in Street Dust: Unleaded Petrol and Urban Lead", *Atmospheric Environment*, 31: 2733~2740.
 14. Ferreira-Baptista, L. F. and E. De Miguel (2005), "Geochemistry and Risk Assessment of Street Dust in Luanda, Angola: A Tropical Urban Environment", *Atmospheric Environment*, 39: 4501~4512.
 15. Gao, S., X. Wang, H. Li, Y. Kong, J. Chen and Z. Chen (2021), "Heavy Metals in Road-Deposited Sediment and Runoff in Urban and Intercity Expressways", *Transportation Safety and Environment*, 4: tdab030.
 16. Gunawardana, C., A. Goonetilleke, P. Egodawatta, L. Dawes and S. Kokot (2012), "Source Characterisation of Road Dust based on Chemical and Mineralogical Composition", *Chemosphere*, 87: 163~170.
 17. Herath, D., A. Pitawala and J. Gunatilake (2016), "Heavy Metals in Road Deposited Sediments and Road Dusts of Colombo Capital, Sri Lanka", *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka*, 44: 193~202.
 18. Hwang, C.-C. and C.-H. Weng (2015), "Effects of Rainfall Patterns on Highway Runoff Pollution and Its Control", *Water and Environment Journal*, 29: 214~220.
 19. Jiries, A. (2003), "Vehicular Contamination of Dust in Amman, Jordan", *The Environmentalist*, 23: 205~210.
 20. Jeong, H., J. Y. Choi and K. Ra (2020a), "Characteristics of Heavy Metal Pollution in Road Dust from Urban Areas: Comparison by Land Use Types", *Journal of Environmental Analysis, Health and Toxicology*, 23: 101~111 (in Korean).
 21. Jeong, H., J. Y. Choi and K. Ra (2020b), "Assessment of Metal Pollution of Road-Deposited Sediments and Marine Sediments Around Gwangyang Bay, Korea", *Journal of Korean Society of Oceanography*, 25: 42~53 (in Korean).
 22. Joshi, U. M., K. Vijayaraghavan and R. Balasubramanian (2009), "Elemental Composition of Urban Street Dusts and their Dissolution Characteristics in Various Aqueous Media", *Chemosphere*, 77: 526~533.
 23. Kim, D-G., H-M. Kang and S-O Ko (2019), "Reduction of Non-Point Source Contaminants Associated with Road-Deposited Sediments by Sweeping", *Environmental Science and Pollution Research*, 26: 1192~1207.
 24. Kim, D. G., K. Jeong and S. O. Ko (2014), "Removal of Road Deposited Sediments by Sweeping and its Contribution to Highway Runoff Quality in Korea", *Environmental Technology*, 35: 2546-55.
 25. Kim, D. G. and S. O. Ko (2021), "Road-Deposited Sediments Mediating the Transfer of Anthropogenic Organic Matter to Stormwater Runoff", *Environmental Geochemistry and Health*, 43: 3287~3301.
 26. Kayhanian, M., A. Singh, C. Suverkropp and S. Borroum (2003), "Impact of Annual Average Daily Traffic on Highway Runoff Pollutant Concentrations", *Journal of Environmental Engineering*, 129: 975~990.
 27. Kayhanian, M., B. D. Fruchtman, J. S. Gulliver, C., Montanaro, E. Ranieri and S. Wuertz (2012), "Review of Highway Runoff Characteristics: Comparative Analysis and Universal Implications", *Water Research*,

- 46: 6609~6624.
28. Kreider, M. L., J. M. Panko, B. L. McAtee, L. I. Sweet and B. L. Finley (2010), "Physical and Chemical Characterization of Tire-Related Particles: Comparison of Particles Generated Using Different Methodologies", *Science of the Total Environment*, 408: 652~659.
 29. Kuo, C. Y., J. Y. Wang, S. H. Chang and M. C. Chen (2009), "Study of Metal Concentrations in the Environment Near Diesel Transport Routes", *Atmospheric Environment*, 43: 3070~3076.
 30. Lau, S. L. and M. K. Stenstrom (2005), "Metals and PAHs Adsorbed to Street Particles", *Water Research*, 39: 4083~4092.
 31. Lee, J., H. Jeong, K. Ra and J. Y. Choi (2020), "Assessment of Particle Size Distribution and Pollution Impact of Heavy Metals in Road-deposited Sediments (RDS) from Shihwa Industrial Complex", *Journal of Environmental Impact Assessment*, 29: 8~25 (in Korean).
 32. Li, X. D., C. S. Poon and P. S. Liu (2001), "Heavy Metals Contamination of Urban Soils and Street Dusts in Hongkong", *Applied Geochemistry*, 16: 1361~1368.
 33. Lu, Xl, L. Wang, K. Lei, J. Huang and Y. Zhai (2009), "Contamination Assessment of Copper, Lead, Zinc, Manganese and Nickel in Street Dust of Baoji, NW China", *Journal of Hazardous Materials*, 161: 1058~1062.
 34. Martinelli, T. J., R. Waschbusch, R. Bannerman and A. Wisner (2002), *Pollutant Loadings to Stormwater Run-Off from Expressways: The Impact of a Freeway Sweeping Program*, Madison: WISCONSIN DOT.
 35. Ma, Y., McGree, A. Liu, K. Deilami, P. Egodawatta and A. Goonetilleke (2017), "Catchment Scale Assessment of Risk Posed by Traffic Generated Heavy Metals and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons", *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 144: 593~600.
 36. Mohammed, T., P. Loganathan, A. Kinsela, S. Vigneswaran and J. Kandasamy (2012), "Enrichment, Inter-Relationship, and Fractionation of Heavy Metals in Road-Deposited Sediments of Sydney, Australia", *Australian Journal of Soil Research*, 50: 229~238.
 37. Nawrot, N., E. Wojciechowska, S. Rezania, J. Walkusz-Miotk and K. Pazdro (2020), "The Effects of Urban Vehicle Traffic on Heavy Metal Contamination in Road Sweeping Waste and Bottom Sediments of Retention Tanks", *Science of The Total Environment*, 749: 141511.
 38. Nguyen, T. C., P. Loganathan, T. V. Nguyen, T. T. N. Pham, J. Kandasamy, M. Wu, R. Naidu and S. Vigneswaran (2015), "Trace Elements in Road-deposited and Waterbed Sediments in Kogarah Bay, Sydney: Enrichment, Sources and Fractionation", *Soil Research*, 53: 401-411.
 39. Ordonez, A., J. Loreda, E. De Miguel and S. Charlesworth (2003), "Distribution of Heavy Metals in the Street Dusts and Soils of an Industrial City in Northern Spain", *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 44: 160~170.
 40. Rasmussen, P. E., K. S. Subramanian and B. J. Jessiman (2001), "A Multi-Element Profile of Housedust in Relation to Exterior Dust and Soils in the City of Ottawa, Canada", *The Science of the Total Environment*, 267: 125~140.
 41. Robertson, D. J., K. G. Taylor and S. R. Hoon (2003), "Geochemical and Mineral Magnetic Characterization of Urban Sediment Particulates, Manchester, UK", *Applied Geochemistry*, 18: 269~282.
 42. Rudnick, R. L. and S. Gao (2003), "Composition of the Continental Crust", In *The crust. Treatise on Geochemistry*, vol 3, (ed) Rudnick R. L., Elsevier-Pergamon, Oxford, pp. 1~64.
 43. Saeedi, M., Y. L. Loretta and M. Salmanzadeh (2012), "Heavy Metals and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: Pollution and Ecological Risk Assessment in Street Dust of Tehran", *Journal of Hazardous Materials*, 227, 228: 9~17.
 44. Seattle Public Utilities and Herrera Environmental Consultants (2009), "Seattle Street Sweeping Pilot Study: Monitoring Report".
 45. Sezgin, N., H. K. Ozcan, G. Demir, S. Nemlioglu and C. Bayat (2004), "Determination of Heavy Metal Concentrations in Street Dusts in Istanbul E-5 Highway", *Environment International*, 29: 979~985.
 46. Shabanda, I. S., I. B. Koki, K. H. Low, S. M. Zain, S. M.

- Khor and N. K. A. Bakar (2019), "Daily Exposure to Toxic Metals through Urban Road Dust from Industrial, Commercial, Heavy Traffic and Residential Areas in Petaling Jaya, Malaysia: A Health Risk Assessment", *Environmental Science and Pollution Research*, 26: 37193~37211.
47. Shabbaj, I. I., M. A. Alghmdi, M. Shamy, S. K. Hassan, M. M. Alsharif and M. I. Khoder (2018), "Risk Assessment and Implication of Human Exposure to Road Dust Heavy Metals in Jeddah, Saudi Arabia", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15: 36~57.
 48. Shi, G., Z. Chen, C. Bi, L. Wang, J. Teng, Y. Li and S. Xu (2011), "A Comprehensive Study of Health Risk of Potentially Toxic Metals in Urban and Suburban Road Dust in the Most Populated City of China", *Atmospheric Environment*, 43: 764~771.
 49. Siriwardene, N. R., A. Deletic and T. D. Fletcher (2007), "Clogging of Stormwater Gravel Infiltration Systems and Filters: Insights from a Laboratory Study", *Water Research*, 41: 1433~1440.
 50. Srithawirat, T. and M. T. Latif (2015), "Concentration of Selected Heavy Metals in the Surface Dust of Residential Building in Phitsanulok, Thailand", *Environmental Earth Science*, 74: 2701~2706.
 51. Sutherland, R. A. and C. A. Tolosa (2000), "Multi-Element Analysis of Road-Deposited Sediment in an Urban Drainage Basin, Honolulu, Hawaii", *Environmental Pollution*, 110: 483~495.
 52. Surayawanshi, P. V., B. S. Rajaram, A. D. Bhanakar and C. V. Charapatirao (2016), "Determining Heavy Metal Contamination of Road Dust in Delhi, India", *Atmosfera*, 29: 221~234.
 53. Tüzen, M. (2003), "Investigation of Heavy Metal Levels in Street Dust Samples in Tokat, Turkey", *Journal of Trace and Microprobe Techniques*, 21: 513~521.
 54. United States Department of Transportation (USDOT) and Federal Highway Administration (FHWA), Eisenhower Interstate Highway System Website. Accessed June 20, 2017. <http://www.Fhwa.Dot.Gov/Interstate/Homepage.Cfm>.
 55. Wei, B. and L. Yang (2010), "A Review of Heavy Metal Contaminations in Urban Soils, Urban Road Dusts and Agricultural Soils from China", *Microchemical Journal*, 94: 99~107.
 56. Wei, B., F. Jiang, X. Li and S. Mu (2010), "Heavy Metal Induced Ecological Risk in the City of Urumqi, NW China", *Environmental Monitoring and Assessment*, 160: 33~45.
 57. Wijewardana, P., N. Nanayakkara, C. Gunasekara, A. Karunarathna, D. Law and B. K. Pramanik (2022), "Removal of Cu, Pb and Zn from Stormwater Using an Industrially Manufactured Sawdust and Paddy Husk Derived Biochar", *Environmental Technology and Innovation*, 28: 102640.
 58. Yang, J., Y. Teng, L. Song and R. Zuo (2016), "Tracing Sources and Contamination Assessments of Heavy Metals in Road and Foliar Dusts in a Typical Mining City, China", *PLOS One*, 11: e0168528.
 59. Yuen, J. Q., P. H. Olin, H. S. Lim, S. G. Benner, R. A. Sutherland and A. D. Ziegler (2012), "Accumulation of Potentially Toxic Elements in Road Deposited Sediments in Residential and Light Industrial Neighborhoods of Singapore", *Journal of Environmental Management*, 101: 151~163.
 60. Zafra, C. A., J. Temprano and I. Tejero (2011), "Distribution of the Concentration of Heavy Metals Associated with the Sediment Particles Accumulated on Road Surface", *Environmental Technology*, 32: 997~1008.
 61. Zhang, M. K. and H. Wang (2009), "Concentrations and Chemical Forms of Potentially Toxic Metals in Road-Deposited Sediments from Different Zones of Hangzhou, China", *Journal of Environmental Sciences*, 21: 625~631.

요 약

도로퇴적물(Road Deposited Sediments, RDS)은 도로, 도로 시설물, 자동차 마모와 배가스, 그리고 도로 외부에서 유입에 의해 형성되어 도로에 축적되는 입자 물질이다. RDS는 유기물, 휘발성 고형물, 영양염류, 각종 금속류 등 다양한 오염물에 고농도로 오염되어 있고, 강우유출수와 함께 주변 수계로 유출되므로, 도시 지역 비점오염물질의 축적과 이동에 중요한 역할을 한다. 이에, 본 연구는 RDS의 중금속 농도를 문헌에 의해 검토하여, 관련 부하저감 대책수립에 도움이 되고자 하였다. 도시지역 RDS의 중금속 농도는 매우 편차가 컸다. Norway, Spain, Australia, UK, Jordan, Turkey, Iran, Angola, Canada, USA, China, Taiwan, Malaysia, Thailand 그리고 India의 도시 지역 RDS의 Cr, Ni, Cu, Fe, Zn, As, Cd, 그리고 Pb 농도는 각각 3.16-3,410, 1.15-1,382, 20.2-9,069, 2980-124,853, 81-2,550, 2.3-214, 0.19-21.3, 그리고 15.21-1,125mg/kg 이었다. 특히, Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, 그리고 Pb의 농도가 높아, 인위적 요인에 의한 RDS의 중금속 오염이 확인되었다. RDS의 Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, 그리고 Pb 농도는 주거지역이나 공원 등에 비해, 교통지역이나 산업지역에서 높았으며, 입도가 감소함에 따라 중금속 농도가 높아졌다. 본 연구결과는 RDS에 의한 수계의 중금속 부하의 산정과, RDS 제어에 의한 비점오염 저감대책의 수립에 도움이 될 것으로 생각된다.

주제어 : 도로퇴적물, 중금속, 도시 지역, 비점오염

「LHI Journal」 발간 및 편집규정

2010. 07. 23 제정
2012. 02. 27 수정
2016. 08. 01 개정
2020. 01. 17 개정
2020. 08. 04 개정
2020. 12. 04 개정
2021. 07. 22 개정
2022. 03. 25 개정

제 1 장 투 고

제 1 조 (원고의 대상 및 종류)

1. 「LHI Journal of Land, Housing and Urban Affairs」(이하 LHI Journal이라 함. 국문명 「토지주택도시 연구」)는 국토, 주택 및 도시관련 분야의 연구성과를 수록하는 전문 학술지로서, 논문을 게재하는 것을 원칙으로 한다. 논문은 창의적인 연구결과 및 일정한 주제에 관한 연구성과·동향·전망을 학술논문의 형식에 따라 기술한 것을 말한다.
2. 투고원고는 실무 및 정책에 적용할 수 있는 연구성과를 게재하도록 한다.

제 2 조 (원고의 분량)

1. 논문의 분량은 그림 및 표를 포함하여 A4 용지 2단 편집 10매 내외로 한다.
2. 원고분량이 본 규정보다 지나치게 초과 또는 미달하는 경우에는 본지 편집위원회가 투고자에게 조정을 요구할 수 있으며, 투고자는 이에 따라야 한다.

제 3 조 (원고의 작성)

1. 모든 원고는 본지의 원고작성방법에 따라 작성하여야 한다.
2. 원고의 작성언어는 국문 또는 영문을 원칙으로 한다.
3. 원고는 워드프로세서(한글 또는 word)를 이용하여 A4용지에 작성함을 원칙으로 한다.
4. 원고는 키워드까지는 1단으로, 본문부터는 2단으로 편집한다.

제 4 조 (원고의 접수)

1. 원고는 논문투고시스템을 통해 수시로 접수하며, 원고가 접수된 일자를 원고접수일자로 한다.
2. 논문 투고자는 논문투고시스템에 논문제목, 논문개요, 키워드, 저자, 참고문헌, 본문을 등록해야 한다.
3. 접수된 원고 중 투고규정 및 원고작성방법에 의거해 작성하지 않은 원고는 본지 편집위원회에서 저자에게 수정 및 보완을 요구할 수 있고, 투고자는 이에 따라야 한다.

제 5 조 (투고 논문)

1. 투고자는 투고시 저자 및 논문과 관련된 이해관계로 인하여 논문 결과 및 게재에 영향을 미칠 수 있는 이해상충 정보, 특수관계인(연구자가 미성년자(만 19세 이하인 자) 또는 가족(배우자, 자녀 등 4촌 이내)) 정보 등을 명기하여야 한다.
2. 투고자는 인권, 생명윤리, 환경보호에 대한 보편성을 확보하도록 투고원고를 기술해야 한다.
3. 투고자는 투고원고가 젠더혁신정책에서 추천하는 가이드라인을 준수하도록 하고, 연구주제와 기술 방법, 결과 등을 점검하여야 한다.

제 2 장 원고작성 방법

제 6 조 (논문의 구성)

1. 국문논문의 구성

- 가. 국문논문의 경우, 국문제목, 영문제목, 국문저자명, 영문저자명, 영문요약(Abstract), 영문주제어(Keywords), 본문(서론, 본론, 결론), 참고문헌, 국문요약, 국문주제어, 부록 등의 순서로 구성한다. 단, 부록은 필요한 경우에 한하여 작성한다.
- 나. 저자의 소속 및 직위는 논문 첫 페이지의 하단에 각주로 작성하되, 국문으로 작성한다.

2. 영문논문의 구성

- 가. 영문논문의 경우, 영문제목(Title), 영문저자명(Authors), 영문요약(Abstract), 영문 키워드(Keywords), 본문(Body), 참고문헌(References), 국문요약, 국문주제어, 부록(Appendix) 등의 순으로 구성한다.
- 나. 저자의 소속 및 직위는 논문 첫 페이지의 하단에 각주로 작성하되, 영문으로 작성한다.

제 7 조 (논문제목의 표기)

1. 논문제목은 연구내용을 간결하고 명확하게 표현할 수 있도록 기재한다.
 - 가. 국문논문의 경우, 국문제목을 먼저 작성하고, 아래에 영문제목을 작성한다. 한자 또는 영어로 표기하지 않으면 의미 전달이 곤란한 경우에는 괄호 안에 한자 또는 영어를 병기한다.
 - 나. 영문논문의 경우, 영문제목(부제목 포함)의 첫 글자는 대문자로 시작한다. 제목 내의 단어는 전치사와 접속사, 관사를 제외하고는 첫 글자를 대문자로 시작한다.
예: Schematic Layout Design Process for Apartment Dwelling
2. 논문에 부제목이 있는 경우, 국·영문 논문 공히 주제목 다음에 ‘:’을 표기하고 부제목을 기재한다.

제 8 조 (저자의 표기)

1. 논문 제목 아래에 저자명을 기재함을 원칙으로 한다.
 - 가. 국문논문의 경우, 저자의 국문이름을 먼저 기재하고, 아래에 영문이름을 기재한다.
 - 나. 영문논문의 경우, 저자의 영문이름을 기재한다.
2. 표기 방법
 - 가. 영문저자명은 이름, 성의 순서로 기재한다. (예: Gildong Hong, Gil-Dong Hong)

나. 저자가 복수일 경우, 주 저자(main author)가 맨 앞에 오도록 한다. 저자명의 오른쪽 어깨에 *, **, ***, ... 을 표기하고, 저자와 저자 사이에 가운뎃점(.)을 넣어 구분한다.

3. 최종적으로 게재가 확정된 이후에는 저자를 추가하거나 삭제할 수 없으며, 저자의 유형도 변경할 수 없다.

제 9 조 (저자의 소속 및 직위 표기)

1. 논문 첫 페이지 하단에 각주로 표기하며 *, **, ***, ... 을 표기하여 구분한다.

2. 모든 저자는 소속기관과 직위를 표기하고 주저자와 교신저자의 경우 연락처(E-mail주소)와 함께 표시한다.

3. 표기방법

가. 국문

1) 토지주택연구원 경영정책연구실 연구원(주저자: First Author@lh.or.kr)

2) 토지주택대학교 공공정책학과 교수(교신저자: Corresponding@lh.or.kr)

3) 토지주택연구원 건설환경연구실 연구위원

나. 영문

1) Research Fellow, Dept. of Administration & Policy Research, Land & Housing Institute (First Author: Main@lh.or.kr)

2) Professor, Dept. of Public Policy, Land & Housing College (Corresponding Author: Correspond@lh.or.kr)

3) Senior Research Fellow, Dept. of Civil & Environ. Research, Land & Housing Institute

제 10 조 (영문요약(Abstract) 및 국문요약 작성)

1. 영문요약(Abstract) 및 국문요약은 연구목적, 연구방법, 연구결과, 연구의 시사점, 향후 연구방향 등을 중심으로 작성한다.

2. 영문요약은 상단 좌측에 ‘Abstract’으로 기재하고 200단어 내외로 작성한다.

3. 국문요약은 상단 중앙에 ‘요약’으로 기재하고 700자 내외로 작성한다.

제 11 조 (주제어(Keywords) 표기)

1. 영문요약 하단에는 ‘Keywords’라고 기재하고 콜론(:)을 표기한 후 5개 내외의 영문주제어를 작성한다.

2. 국문요약 하단에는 ‘주제어’라고 기재하고 콜론(:)을 표기한 후 5개 내외의 국문주제어를 작성한다.

제 12 조 (본문 작성방법)

1. 본문은 학술논문의 통상적인 전개방식에 따라 작성한다.

2. 원고의 읽기와 교정이 용이하도록 용지의 상하좌우 및 행간에 여백을 두어야 한다.

3. 각주는 반드시 본문 해당면의 하단에 위치하도록 한다.

4. 본문의 단락 처음에는 들여쓰기(10pt)를 한다.

제 13 조 (표기 언어 및 표기 방법)

1. 국문원고의 경우, 의미전달 상 필요한 경우에 한하여 한자 및 외래어를 괄호 안에 표기할 수 있다.

2. 목차 및 본문의 장, 절, 항 등의 번호 전개는 1., 1.1, 1.1.1, 1), (1), ①의 순으로 한다.

3. 장 타이틀은 위와 아래 각각 1행씩을 비우고, 절 타이틀은 위만 1행을 띄우고, 항 타이틀은 행을 비우지 않는다.
4. 숫자는 아라비아 숫자를 사용하고, 모든 단위는 미터법을 사용한다.

제 14 조 (표 및 그림)

1. 표 및 그림의 제목과 내용은 영문으로 작성한다.
2. 표 번호는 Table 1, Table 2의 순으로 표 상단 좌측에 제목과 함께 명기한다.
3. 그림 또는 사진 번호는 Fig. 1, Fig. 2의 순으로 그림 하단의 중앙에 제목과 함께 명기한다.
4. 본문에 들어가는 도표 및 사진은 수정 없이 바로 인쇄할 수 있도록 작성하여 제출한다. 특별한 경우를 제외하고 컬러인쇄를 하지 않으므로 이에 유의하여 흑백으로 인쇄하여도 식별이 가능하도록 한다.
5. 인용한 도표 및 사진의 경우에는 자료의 출처를 영문으로 작성한다. 국문자료인 경우 영문으로 번역한 출처 마지막에 '(in Korean)'을 추가한다.
6. 국문논문은 참고문헌에 표, 그림 출처 문헌을 국문과 영문으로 각각 작성한다. 영문 전환 후 마지막에 '(in Korean)'을 추가한다. 영문논문은 영문만 작성한다.

제 15 조 (인용문헌, 각주 및 참고문헌 표기법)

1. 인용문헌

가. 본문 중에 인용문헌은 다음과 같이 저자와 발표년도를 기재한다. 단, 필요한 경우에는 인용한 쪽수 (page)를 밝힐 수 있다.

- ① 단독연구: 장병권(2000)에 의하면 ..., Smith(1992, 82~83)는 ..., 이들 연구(유승호, 1996; 임창호, 1998)에 의하면 ..., ... 라는 견해도 있다(황혜선, 1999: 25~27).
- ② 공동연구(2명인 경우): 김주찬·민병일(2003)에 의하면 ..., Getis and Ord(1992)는 ..., ... 라고 말하고 있다(Howe and Linaweaver, 1967; Weeks and McMahon, 1973).
- ③ 공동연구(3명 이상인 경우): 이동필 외(2001)는 ..., ... 라고 지적하였다(Maidment et al., 1985).

나. 국문 저자명은 성과 이름을 다 밝히고, 영문저자명은 성만 기재한다. 일본 저자명은 국문 저자명의 표기방법에 준한다.

2. 각주

가. 본문 중에 부연 설명을 필요로 하는 내용이 있을 경우, 해당 내용의 마지막 글자 오른쪽 어깨에 일련 번호(예: 1), 2), 3), ...)를 붙이고, 해당 페이지 하단에 각주로 처리한다.

나. 각주에서 자료 출처를 밝힐 경우, 표기방법은 인용문헌 작성방법에 준한다.

3. 참고문헌

가. 본문에 인용된 문헌만 참고문헌 목록에 표기한다.

나. 국문 참고문헌을 가나다순으로 먼저 열거한 후 동양문헌을 기재한다. 그 다음 서양문헌을 알파벳순으로 나열한 후, 인터넷 사이트를 기재한다.

다. 논문의 경우, 저자, 출판년도, 제목, 학술지명 및 페이지를 밝히고, 논문 제목은 “ ”안에 넣는다. 학술지명은 「 」(국문 및 동양문헌) 또는 이탤릭체(서양문헌)로 표시한다.

라. 단행본의 경우, 저자, 출판년도, 서명, 출판지:출판사의 순으로 기록하고, 서명은 「 」(국문 및 동양문헌) 또는 이탤릭체(서양문헌)로 표시한다.

- 마. 동일한 저자의 문헌은 연대순으로 나열하고, 동일한 연도의 문헌이 2개 이상 있을 경우에는 순서에 따라 연대 뒤에 a, b, c ...를 기입한다.
- 바. 서양문헌의 첫 번째 저자는 성, 이름순으로 표기하며 두 번째 저자부터는 이름, 성순으로 표기한다.
- 사. 저자가 복수일 경우, 모든 저자를 다 밝힌다.
- 아. 영어논문에서 참고문헌 중 국문학술지명을 표기할 때 학술지 고유의 영어명으로 표기하는 것을 원칙으로 한다. 만일, 고유한 영어학술지명이 없는 경우에는 한글 학술지명을 소리나는 대로 적고 괄호속에 학술지명을 영어로 번역하여 표기한다.
- 자. 한글논문 또는 국문단행본을 영어논문에서 표기할 경우 논문명·단행본명을 영어로 번역한 후 말미에 (in Korean)을 추가하여 한글로 된 참고문헌임을 표기한다.
- 차. 이상 참고문헌 작성요령의 예시는 아래와 같다.

[단행본]

- ① 국문단행본 : 저자(출판년도), 「도서명」, 출판지: 출판사.
- 노용희(1987), 「한국의 지방자치」, 서울: 녹원출판사.
- ② 영문단행본 : 저자(출판년도), 도서명(이탤릭체), 출판지: 출판사.
- McShane, W. (1990), *Traffic Engineering*, Englewood Cliffs: Prentice Hall.

[공저에서 특정 저자의 글(챕터)]

- ③ 국문 단행본 챕터 인용 : 저자(출판년도), “제목”, 「도서명」, 대표 편저자, 출판지: 출판사.
- 홍길동(2010), “지방화와 도시경쟁력”, 「지방자치단체 100년」, 박문수, 서울: 을지사.
- ④ 영문 단행본 챕터 인용 : 저자(출판년도), “제목”, in 도서명(이탤릭체), (ed) 대표 편저자, 인용페이지, 출판지: 출판사.
- Kelly, J. D. (2010), “Seeing red: Mao Fetishism, Pax Americana, and the Moral Economy of War.” in *Anthropology and Global Counterinsurgency*, (ed) Beatrice, J., 67~83, Chicago: University of Chicago Press.

[학회지 등 정기간행물]

- ⑤ 국문논문 : 저자(출판년도), “제목”, 「정기간행물명」, 권(호): 쪽 수.
- 최상철(1992), “동북아 연안역의 환경 및 생태계 보존을 위한 협력”, 「환경논총」, 30: 35~106.
- 박근석·박은규·권치홍·남원석(2011), “Social-mix 단지에서의 입주자참여 및 갈등이 주거만족에 미치는 영향에 대한 탐색적 연구”, 「LHI Journal」, 2(3): 239~247.
- 조은진·정창무(2007), “생태 및 유비쿼터스 기술과 거주자 특성의 상관성에 관한 연구”, 「대한 국토·도시계획학회 2007 추계학술대회 논문집」, 1105~1112.
- ⑥ 영문논문 : 저자(출판년도), “제목”, 정기간행물명(이탤릭체), 권(호): 쪽 수.
- Moss, M. L. (1987), “Telecommunications, World Cities, and Urban Policy”, *Urban Studies*, 24(6): 634~546.

- Nam, Y. and R. Ooka (2011), “Development of Potential Map for Ground and Groundwater Heat Pump Systems and Application to Tokyo”, *Energy and Buildings*, 43: 677~685.
- Sun, F. P., C. Liang and C. A. Rogers (1994), “Experimental Model Testing Using Piezoceramic Patches as Collocated Sensors - Actuators”, *Proceedings of the 1994 SEM Spring Conference and Exhibits*, Baltimore, MI.
- ⑦ 인쇄 중 또는 미발표 자료 : 저자(출판년도), “제목”, 「정기간행물명」(영문은 *이탈릭체*), (인쇄 중; 영문 in press).
- 김길동(2001), “역사환경 관련법이 농촌지역에 미친 영향”, 「국토계획」(인쇄 중).
- Gerloff, R. (2002), “Rediscovering the Village”, *Urban Planning* (in press).
- ⑧ 영어논문에서 국문 참고문헌 표기 : 저자명 (출판년도), “제목”, 정기간행물명(*이탈릭체*), 권(호): 쪽수 (in Korean).
- Hong, K. D. (2011), “A study on priorities~”, *Journal of Korea Planners Association*, 52: 3~14 (in Korean).

[학위논문]

- ⑨ 국문학위논문 : 저자(취득년도), “논문제목”, 학위명, 취득학교명.
- 홍길동(2011), “도시정비사업을 위한 주민참여적 거버넌스 구축에 관한 논문”, 박사학위논문, LH 토지주택대학.

[번역서]

- ⑩ 번역서 : 역저자명(역)(출판년도), 「도서명」, 출판지: 출판사(원저자명 (출판년도), 제목(*이탈릭체*), 에디션 번호, 출판지: 출판사).
- 송경현, 박용훈(역)(1994), 「교통과 도시계획」, 서울: 명보문화사(Blunden, W. R. and J. A. Black (1984), *The Land-use/Transport System*, 2nd ed., New York: Pergamon Press).

[정부, 기업 등의 간행물 및 보도자료, 법률 및 고시, 지침]

- ⑪ 정부 간행물 : 기관명(발행년도), 「간행물명」, 출판지.
- 서울특별시(1992), 「하수도 기본계획 재정비 보고서」, 서울.
- ⑫ 정부 보도자료 : 보도기관명(연도), “기사명”, 출판지.
- 국토교통부(2012), “행정중심복합도시 추진 계획”, 경기.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2012), “Multifunctional Administrative City”, Gyeonggi-Do.
- ⑬ 법률, 고시, 지침, 판결 : 작성기관명(공시 년. 월. 일), “법률명”(부제목).
- 국토교통부(2021. 5. 21), “공공임대주택 예비입주자 업무처리지침”.
- 경찰청(2021. 5. 13), “도로교통법” 제2조8항.

[신문기사]

- ⑭ 신문기사: 기자명(기사 년, 월, 일), “기사명”, 매체명.
- 고길동(2013. 5. 20), “박근혜 정부의 도시재생정책”, 동아일보.
 - Krugman, A. (2007, May 21), “Fear of Eating”, New York Times.

[인터넷 및 온라인 자료]

- ⑮ 인터넷 자료: 저자명(기관명), “글제목”, 읽은 날짜. (website이름,) URL.
- 서울특별시, “2003년 서울시 통계연보”, 2014.8.1 읽음. <http://www.metro.seoul.kr/kor2003/main/index.html>.
 - McDonald's Corporation, “McDonald's Hapy Meal Toy Safety Facts”, Accessed July 19, 2009. <http://www.mcdonalds.com/corp/about/factsheets.html>.

제 16 조 (기타 등 표기)

1. 연구비의 출처와 사사(謝辭, acknowledgement)는 논문 첫 페이지의 각주에 기재하되, 저자의 소속과 직위 앞에 오도록 한다.
2. 편집위원회는 게재 확정된 논문의 저자명 다음에 원고접수일, 수정원고 접수일과 심사완료일을 기재한다.
3. 게재가 확정된 논문은 저자에게 요청하여 해당논문이 가지는 실무 및 정책적 시사점을 작성하여 결론 부분에 포함시킬 수 있도록 한다.

제 3 장 발간 및 기타

제 17 조 (논문 교정)

1. 편집위원회는 심사자의 심사결과 및 수정 확인 결과 ‘게재가’로 최종 판정된 논문에 대해 최종 교정을 담당한다.
2. 편집위원회는 오타자, 비문(非文), 논리 전개의 오류, 논문의 편집 등을 교정하거나, 저자에게 수정을 요구할 수 있다.

제 18 조 (논문의 게재순서)

1. 논문의 게재순서는 원칙적으로 편집분과별 구성의 순서를 따른다.

제 19 조 (논문게재 편수 제한)

1. 동일한 호수의 논문집에 동일 투고자(주저자, 교신저자 및 공동저자)의 논문은 2편을 초과하여 게재할 수 없다.

제 20 조 (심사료 및 투고료의 지급)

1. 「LHI Journal」에 투고하여 심사가 진행된 논문의 모든 심사자에게는 소정의 심사비를 지급하며, 심사비는 LHI 원장이 정하는 별도의 기준에 따른다. 단, 심사료는 해당 논문의 게재여부가 최종 확정된 뒤에 지급한다.
2. 주저자가 외부인으로 「LHI Journal」에 투고하여 게재된 논문에 한하여 소정의 투고료를 지급하며, 투고료는 LHI 원장이 정하는 별도의 기준에 따른다. 단, 투고료는 해당 논문이 최종 발간된 뒤에 지급한다.

제 21 조 (발행 횟수와 시기)

1. 본지는 1년에 4회 발행하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 본지 편집위원회가 필요하다고 인정할 경우 발행횟수를 조정할 수 있다.
2. 본지 발행일은 4월 30일, 7월 30일, 10월 30일, 12월 30일로 한다. 다만, 발행횟수를 조정할 경우, 발행일은 본지 편집위원회에서 정한다.

제 22 조 (발행 부수)

1. 본지의 발행부수와 인쇄의 질 등은 편집위원회에서 정한다.

제 23 조 (논문게재 요청 및 저작권 이양 동의)

1. LHI 저널에 투고하는 논문의 대표저자는 LHI 저널 논문 저작권 이양 동의서에 서명하여 제출하여야 한다.

부 칙

제 1 조 (시행일)

이 규정은 2022년 3월 25일부터 시행한다.

「LHI Journal」 심사규정

2010. 07. 23 제정
2020. 01. 17 개정
2020. 08. 04 개정
2020. 12. 04 개정
2021. 07. 22 개정
2021. 12. 23 개정

제 1 조 (목적)

이 규정은 LHI Journal 편집위원회 규정 제4조에 규정된 「LHI Journal」 투고원고에 대한 심사기준 및 절차에 관한 지침을 정함을 목적으로 한다.

제 2 조 (원고모집 공고)

1. 편집위원회는 LHI와 관련 학회의 학술지 및 홈페이지 등에 원고모집에 관한 사항을 게시한다.
2. 원고모집을 공고함에 있어서는 투고절차, 논문작성 및 문헌인용방법, 심사기준 및 절차에 관한 기본적인 사항을 고지하여야 한다.

제 3 조 (원고접수)

1. 편집위원회 간사(이하 편집간사)는 원고를 접수하고, 각 투고자에게 접수결과를 통보한다.
2. 편집간사는 투고자의 인적사항, 논문제목, 접수일자, 분량 등을 기재한 접수결과표를 작성하여 편집위원장에게 송부한다.
3. 편집위원장은 원고가 편집위원회에서 정한 발간 및 편집규정에 현저히 위배된다고 판단하는 경우에는 투고자에게 수정을 요구할 수 있다.

제 4 조 (심사위원의 선정 및 심사원고 송부)

1. 편집위원장은 각 투고원고에 대해 3인의 심사위원을 선정하고, 각 심사위원에게 심사기한을 정해주고 심사원고를 송부한다. 논문 심사기간은 원칙적으로 2주 이내로 한다.
2. 심사위원을 선정함에 있어서는 해당분야에 대한 심사위원의 전문성을 고려하고 심사의 공정성을 기할 수 있도록 유의한다.
3. 심사원고에는 투고자의 인적사항이 기재되어서는 안 되며, 이미 기재되어 있거나 내용 가운데 인적사항을 추론할 수 있는 부분은 삭제한다.

제 5 조 (투고원고에 대한 심사)

1. 심사위원은 투고원고를 심사 후 심사평가서(심사의견, 판정결과)를 작성하여 심사기간 내에 온라인 저널투고시스템에 제출토록 한다.
2. 심사위원은 투고원고를 심사함에 있어서 주제의 창의성, 연구방법의 적절성, 내용의 완결성, 논문작성 및 문헌인용방법의 정확성, 연구결과의 학문적 기여도 등을 심사기준으로 한다.

제 6 조 (투고원고에 대한 게재여부의 결정)

1. 편집위원장은 심사위원의 심사평가가 완료된 후 투고원고에 대한 게재여부의 결정을 위한 편집회의를 개최한다.
2. 편집위원장은 심사결과표를 작성하여 편집회의에 보고하고, 편집회의에서는 이를 토대로 게재여부를 결정한다. 다만 투고원고의 게재여부에 대한 최종결정이 있을 때까지 투고자 및 심사위원의 인적사항이 공개되지 않도록 유의하여야 한다.
3. 투고원고에 대한 게재여부 판정은 다음 심사기준표의 기준에 의해 게재가, 수정후게재, 수정후재심, 게재불가를 판정한다.

심사위원1	심사위원2	심사위원3	심사결과
게재가	게재가	게재가	게재가
게재가	게재가	수정후게재	수정후게재
게재가	게재가	수정후재심	수정후게재
게재가	게재가	게재불가	수정후게재
게재가	수정후게재	수정후게재	수정후게재
게재가	수정후게재	수정후재심	수정후게재
게재가	수정후게재	게재불가	수정후게재
게재가	수정후재심	수정후재심	수정후재심
게재가	수정후재심	게재불가	수정후재심
게재가	게재불가	게재불가	게재불가
수정후게재	수정후게재	수정후게재	수정후게재
수정후게재	수정후게재	수정후재심	수정후게재
수정후게재	수정후게재	게재불가	수정후게재
수정후게재	수정후재심	수정후재심	수정후재심
수정후게재	수정후재심	게재불가	수정후재심
수정후게재	게재불가	게재불가	게재불가
수정후재심	수정후재심	수정후재심	수정후재심
수정후재심	수정후재심	게재불가	수정후재심
수정후재심	게재불가	게재불가	게재불가
게재불가	게재불가	게재불가	게재불가

※ 심사판정 기준

- ① 게재가: 현재 상태로 논문을 그대로 LHI저널에 게재해도 되는 경우
- ② 수정후게재: 경미한 수정을 한 후 추가 심사절차 없이 LHI저널에 게재해도 되는 경우(다만, 수정후 게재에 해당하는 판정에 대해서도 위원회에서 게재 전에 수정한 결과를 확인할 필요가 있을 경우 위원회에 알릴 수 있다.)
- ③ 수정후재심: 논문의 내용 및 방법론에 문제가 있으나, 수정이 가능하고 심사자가 수정결과를 확인하고자 다시 심사를 해야 하는 경우
- ④ 게재불가: 논문의 내용 및 방법론에 결정적인 문제가 있어 수정이 불가능하다고 여겨지는 경우

4. 게재불가로 판정받은 논문을 재투고할 경우는 게재불가 사유로 지적된 내용을 반영하여 재투고할 수 있다.
5. 재투고 논문의 제목과 내용은 기존논문과 달라야 하며 재투고가능여부는 편집위원회에서 결정한다. 다만, 이 경우 다른 원고와 동일한 조건에서 심사과정을 거치게 된다.
6. 편집위원장은 게재가 확정된 논문에 한해 표절검사를 실시하고, 그 결과를 바탕으로 저자에게 수정을 요구할 수 있다.

제 7 조 (심사결과 통보, 논문 수정기간 및 이의 신청)

1. 편집위원장은 편집회의 후 즉시 각 투고자에게 결정 결과 및 이유, 사후 절차를 내용으로 하는 공문을 발송한다.
2. 게재가 또는 수정후재제인 경우 투고자는 심사결과를 통보받은 후 6개월 이내에 최종본을 제출하여야 하며, 부득이한 경우 6개월을 연장할 수 있다.
3. 수정후재제인 경우 투고자는 심사결과를 통보받은 후 원칙적으로 3개월 이내에 수정논문을 제출하여야 하며, 그렇지 않은 경우 논문투고를 포기한 것으로 간주한다. 단, 수정논문을 3개월 이내에 제출할 수 없을 경우에는 사전에 사유서를 제출하여야 하고, 편집위원회가 사유를 인정하면 허용된다.
4. 게재불가 결정을 받은 투고자는 편집위원장에게 이의신청을 할 수 있으며, 편집위원장은 이의신청에 대해서 가결 또는 기각여부를 결정한다.
5. 편집위원장이 이의신청에 대해 가결을 결정한 때에는 심사위원을 다시 선정하고 심사를 의뢰하여 그 결과에 따라 게재가 또는 게재불가 결정을 한다.

제 8 조 (최종원고의 제출, 교정 및 편집)

1. 게재가의 결정을 통보 받은 투고자는 정해진 기간 내에 최종원고를 작성하여 편집간사에게 제출한다.
2. 최종원고에 대한 교정 및 편집에 관한 사항은 편집위원장이 결정하며, 필요한 때에는 최종원고를 투고자에게 송부하여 교정을 볼 수 있게 할 수 있다.

제 9 조 (논문게재예정증명서의 발급)

편집위원장은 학술지 발행 이전에 최종적으로 게재가 확정된 원고에 대하여 투고자의 신청이 있는 경우에는 ‘논문게재 예정증명서’를 발급한다.

제 10 조 (게재논문의 전자출판)

게재가 확정된 논문은 전자출판을 원칙으로 한다.

부 칙

제 1 조 (시행일)

이 규정은 2022년 1월 1일부터 시행한다.

「LHI Journal」 편집위원회 규정

2010. 07. 23 제정
 2016. 07. 29 개정
 2020. 01. 17 개정
 2020. 12. 04 개정

제 1 조 (목적)

이 규정은 한국토지주택공사 토지주택연구원(이하 ‘LHI’라 칭함)의 「토지·주택·도시와 관련된 정책·제도 및 건설·환경분야 학술지」(이하 ‘LHI Journal’ 이라 칭함) 발간을 위한 편집위원회의 구성과 운영에 관한 사항을 정함을 목적으로 한다.

제 2 조 (구성)

1. 편집위원의 구성은 LHI 및 국내외의 전문가로 위촉하며 외부위원의 수가 전체 편집위원회의 과반수가 넘도록 한다.
2. 편집위원장을 제외한 편집위원은 편집부위원장, 편집분과장, 외부편집위원(국내 및 국외), LHI 내부 편집위원으로 구성한다.
3. LHI Journal의 국제화를 위하여 영문초록 등의 질을 제고할 수 있도록 Abstract Editing Committee를 구성한다.

구분	인문·사회 분야			공학분야		계
	국토·주택정책 분과	경제·경영 분과	도시·생태환경 분과	건축·에너지 분과	토목·환경 분과	
외부편집위원(국내외)	5인	5인	5인	5인	5인	25인
Abstract Editing Committee	1인	1인	1인	1인	1인	5인
내부편집위원(LHI)	1인	1인	1인	1인	1인	5인
편집분과장	1인	1인	1인	1인	1인	5인
편집부위원장	1인					1인
편집위원장	1인					1인

제 3 조 (편집위원의 선임 및 임기)

1. 편집위원장은 LHI 원장이 선임한다.
2. 편집부위원장, 편집분과장과 편집위원은 편집위원장이 추천하고 LHI 원장이 선임한다.
3. 편집위원장은 위원회의 업무를 효율적으로 수행하기 위하여 LHI 내부 편집위원 중에서 2인 이내에서 간사를 선임할 수 있다.
4. 편집위원의 임기는 2년으로 하며, 연임할 수 있다.

제 4 조 (편집위원장의 업무)

편집위원장의 주요업무는 다음과 같다.

1. 편집위원 추천과 편집분과장회의와 편집위원회 소집 및 운영
2. 학술지 편집에 관한 내용 기획 및 총괄
3. 투고된 원고의 심사를 위한 심사위원 선임, 심사의뢰 및 심사내용 통보
4. 윤리위원회 구성, 연구윤리위반 사항 발생시 윤리위원회에 심의 의뢰 및 윤리위원회의 결정을 당해 투고자에 통보
5. 기타 편집위원회 운영에 필요한 업무

제 5 조 (편집부위원장 및 편집분과장의 업무)

편집부위원장과 편집분과장의 주요업무는 다음과 같다.

1. 편집위원장 주관 편집분과장회의 참석
2. 편집부위원장은 편집위원장 유고시의 업무대행
3. 해당분과 편집위원 추천과 분과위원회 소집 및 운영
4. 해당분과 학술활동 기획 및 건의
5. 해당분과 투고논문 심사위원 추천
6. 편집위원장 판정 해당논문의 게재여부 판정에 대한 지원
7. 기타 편집위원장이 요청한 사항과 편집분과의 운영에 필요한 업무

제 6 조 (편집위원회의 업무)

이 위원회의 주요업무는 다음과 같다.

1. 학술지의 편집 및 출판, 원고의 모집 및 게재여부 판정 등 학술지 편집에 관한 제반업무를 관장
2. 투고 및 심사 등 편집위원회의 업무와 관련된 지침의 제·개정
3. 기타 편집위원장이 필요하다고 판단하는 업무

제 7 조 (운영)

1. (정기회의) 편집위원회는 학술지 발행과 맞추어 연 4회 개최한다.
2. (임시회의) 편집위원장이나 편집위원 과반수의 요구가 있는 경우 편집위원장이 소집할 수 있다.
3. 본 위원회의 의결은 편집위원 1/3 이상의 출석과 출석위원 과반수의 찬성에 의한다.
4. 다만, 사전에 위임한 자는 출석한 것으로 간주한다.

제 8 조 (편집위원 회의비)

편집위원이 편집위원회와 관련된 회의에 참석하는 경우, LHI 원장이 정하는 별도의 기준에 따라 소정의 회의비가 지급된다.

부 칙

제 1 조 (시행일)

이 규정은 2020년 12월 4일부터 시행한다.

「LHI Journal」 윤리규정

2010. 07. 23 제정
2020. 01. 17 개정
2021. 05. 14 개정
2021. 07. 22 개정
2022. 07. 22 개정

제 1 장 총 칙

제 1 조 (목적)

이 규정은 「LHI Journal」의 연구활동과 관련하여 연구윤리를 확립하고 연구부정행위를 사전에 예방하며, 연구부정행위 발생시 공정하고 체계적인 진실성 검증과 처리를 위한 편집위원회 산하 연구윤리위원회 (이하 ‘윤리위원회’라 한다)의 운영에 관한 기본적인 사항과 연구윤리위반에 대한 조치, 그 절차 등 제반 사항을 규정함을 목적으로 한다.

제 2 조 (연구윤리규정 서약)

「LHI Journal」에 투고한 저자는 연구윤리규정(이하 ‘윤리규정’이라 한다)에 서약한 것으로 간주한다.

제 3 조 (연구윤리규정 위반 행위 범위)

연구윤리규정 위반행위는 다음의 연구부정행위와 명예침해 행위를 포함한다.

1. 연구의 부정행위는 다음 각호와 같이 연구의 제안·수행 및 연구결과의 발표과정에서 위조·변조·표절·부당한 저자표시·자료의 중복사용 등으로 연구의 진실성을 해치는 행위를 말한다.
 - 가. ‘위조’라 함은 자료나 연구결과를 허위로 만들고 이를 기록하거나 보고하는 행위를 한다.
 - 나. ‘변조’라 함은 연구와 관련된 자료·과정·결과를 사실과 다르게 변경하거나 누락시켜 연구가 진실에 부합하지 않도록 하는 행위를 말한다.
 - 다. ‘표절’이라 함은 원저자의 아이디어·논리·고유한 용어·데이터·연구과정·분석체계·연구 결과 등을 출처를 밝히지 않고 임의로 활용하는 경우와 출처를 밝혔지만 인용부호 없이 타인의 저술이나 논문의 문구와 아이디어 등을 원문 그대로 옮기는 경우를 말한다.
 - 라. ‘부당한 저자 표시’는 연구내용 또는 결과에 대하여 학술적 공헌 또는 기여를 한 사람에게 정당한 이유 없이 저자 자격을 부여하지 않거나, 학술적 공헌 또는 기여를 하지 않은 자에게 저자 자격을 부여하는 행위를 말한다.
2. 중복 게재와 관련된 사항은 다음을 따른다.
 - 가. 국내 한국연구재단 등재지, 등재후보지 또는 국외 학술지에 게재된 논문이나 이와 유사한 논문은 「LHI Journal」에 투고, 게재할 수 없다.

- 나. 교내학술지 등 한국연구재단 등재지나 등재후보지가 아닌 학술지에 게재된 논문은 수정·보완된 경우에 한하여 「LHI Journal」에 투고, 게재할 수 있으며, 이 경우 반드시 그 수정·보완 사실을 명시하여야 한다.
 - 다. 학술대회 등에서 발표된 논문이나 그 일부를 그대로 또는 수정·보완하여 「LHI Journal」에 투고하는 경우에는 반드시 그 사실을 명기하여야 한다.
 - 라. 연구보고서나 그 일부를 그대로 또는 수정·보완하여 「LHI Journal」에 투고하는 경우에는 반드시 그 사실을 명기하여야 한다.
3. 「LHI Journal」에 투고하는 논문은 국내 다른 한국연구재단 등재지, 등재후보지나 국외 학술지에 동시에 또는 선·후에 관계없이 중복 투고할 수 없으며, 그 대상은 심사과정 중에 있는 논문을 포함한다.
 4. 투고논문에 대한 심사를 의뢰 받은 심사자는 본 윤리규정을 준수하여 심사하여야 한다.
 5. 정당한 이유 없이 타인의 명예를 침해하는 표현을 사용하는 행위를 포함한다.
 6. 투고자는 이해상충, 특수관계인 정보제공, 생명윤리, 젠더혁신정책 등 윤리준수 사항을 준수하고, 편집위원회와 논문심사자는 공정한 심사를 위해 관련 규정을 준수하여야 한다.

제 4 조 (연구윤리규정 위반행위 판정 및 벌칙)

1. 연구윤리규정 위반에 대한 제보가 있으면, 편집위원장은 검증조사를 위한 필요한 조치를 취한다.
 - 가. 편집위원장은 위반내용을 확인하고 연구윤리위원회 심의안건으로 상정한다.
 - 나. 연구윤리위원장은 필요시 조사위원회를 선임하여 검증절차를 진행한다.
 - 다. 편집위원장은 윤리위원회의 판정결과와 사유를 당해 투고자에게 통보한다.
 - 라. 피조사자가 이의신청을 한 경우 윤리위원장은 재판정을 위하여 윤리위원회를 개최하고 조사위원회와 제보자, 피조사자의 진술을 듣는다.
2. 조사결과 위반행위가 인정된 경우 다음의 조치를 취한다.
 - 가. 편집위원장은 홈페이지와 LHI Journal에 연구윤리규정 위반행위에 대해 공시한다.
 - 나. 당해 투고논문은 게재 취소되며, 이미 게재된 논문에 대해서는 LHI Journal 논문목록에서 삭제한다.
 - 다. 당해 투고자는 향후 3년 동안 LHI Journal에 투고하는 것을 금지한다.

제 2 장 연구윤리위원회

제 5 조 (구성)

- 본 운영규정의 목적을 달성하기 위하여 연구윤리위원회를 설치하여 운영한다.
1. 제보 등으로 연구윤리위반의 의심이 드는 때에는 편집위원장이 윤리위원회를 구성한다.
 2. 윤리위원회 위원은 편집위원회 위원장이 선임한다.
 3. 윤리위원회는 편집위원장을 포함하여 7인 이내로 구성한다.
 4. 윤리위원회 위원장은 편집위원이 아닌 위원 중에서 호선으로 한다.
 5. 윤리위원회의 간사는 본 편집간사가 겸하며, 간사는 의결권을 가지지 아니한다.

제 6 조 (기능)

위원회는 「LHI Journal」의 연구윤리 확립과 관련된 다음 각호의 사항을 심의·의결한다.

1. 연구부정행위의 조사에 관한 사항
2. 연구부정행위 조사결과의 처리 및 후속조치에 관한 사항
3. 기타 연구윤리의 확립과 관련하여 위원장이 부의하는 사항

제 7 조 (심의 및 의결)

1. 위원회 회의는 위원 과반수의 출석과 출석위원 3분의 2이상의 찬성으로 의결한다.
2. 심의·의결의 공정을 기하기 어려운 사유가 있는 위원은 당해 심의·의결에 관여할 수 없다.
3. 연구윤리규정위반 심사대상자에게는 결정에 앞서 소명의 기회를 부여하여야 한다.
4. 필요한 경우 위원이 아닌 자를 회의에 참석시켜 의견을 들을 수 있다.
5. 회의는 비공개를 원칙으로 한다.
6. 기타 사항은 위원회에서 결정한다.

제 8 조 (위원회 및 위원의 준수사항)

1. 위원회 및 위원은 본 연구윤리 규정에 의거하여 심의·의결하여야 한다.
2. 위원회 및 위원은 제보자의 신원 등 위원회 직무와 관련하여 취득한 사항에 대하여 비밀을 유지하여야 한다.

제 9 조 (비밀유지의 의미 등)

1. 위원회는 제보자를 보호하고 피조사의 명예를 부당하게 침해하지 않도록 노력하여야 한다.
2. 제보·조사·심의·의결 및 건의 등과 관련된 일체의 사항은 비밀로 하되, 상당한 공개의 필요성이 있는 경우 위원회의에서 의결을 거쳐 공개할 수 있다.
3. 위원회에 참여한 위원은 심의·의결 등의 조사과정에서 취득한 정보를 누설해서는 안된다.

제 10 조 (경비)

LHI는 위원회의 운영에 필요한 경비가 발생할 경우 예산의 범위 내에서 지급할 수 있다.

부 칙

제 1 조 (시행일)

이 규정은 2022년 7월 22일부터 시행한다.

「LHI Journal」 논문을 모집합니다

한국토지주택공사 토지주택연구원은 토지·주택·도시 분야에서 정책과 기술을 망라하는 학술교류의 장을 마련하기 위해 「토지주택도시연구(LHI Journal of Land, Housing, and Urban Affairs)」를 발간하고 있습니다. “토지·주택·도시와 관련된 정책·제도 및 건설·환경분야”의 논문을 수시로 모집하고 있사오니 관심있는 분들의 많은 투고를 바랍니다.

- 원고매수 : A4 용지 2단 편집 10매 내외
- 논문분야 : 토지·주택·도시와 관련된 정책·제도 및 건설·환경 기술 분야

인문·사회 (Humanities & Social Science)	국토(도시행정, 지리, 토지, 지역계획 등), 주택(주택관리, 주거학 등)
	경제(토지·부동산시장분석, 금융, 주택경제 등), 경영(마케팅, 재무, 회계, 전략, 인사조직 등)
	도시(도시계획, 생태·환경계획, 조경·경관계획 등), 교통(교통계획, 스마트교통 등), 공간정보 등
공학·기술 (Engineering Science & Technology)	건축(주택단지계획, 건축구조, 건설·품질관리 등), 에너지(실내공기·음환경, 전기·기계설비, IT 등)
	토목(지반, 토질기초, 포장도로, 구조재료 등), 환경(수질, 수자원, 수질폐기물 등)

- 작성방법
 - 원고는 「LHI Journal」 논문작성방법에 따라 작성해야 합니다.
 - 「LHI Journal」의 논문작성방법 등 관련양식 및 규정은 토지주택연구원 홈페이지 ‘논문투고’ 메뉴를 참조하시기 바랍니다.
 - 논문접수 : 수시모집
 - 발간주기 : 계간(4월 30일, 7월 30일, 10월 30일, 12월 30일)
 - 제출처 및 문의
 - 제출처 : 토지주택연구원 홈페이지(<https://lhi.lh.or.kr>) 메인화면 ‘논문투고’
 - 문 의 : Tel) 042-866-8631, Fax) 042-866-8638, E-mail) whydnd@lh.or.kr
- ※ 「LHI Journal」은 토지·주택·도시와 관련된 정책·제도 및 건설·환경기술 관련 연구를 장려하기 위해 투고료 및 심사료를 받지 않습니다.