

국내 가구구조 변화에 따른 온실가스 유발배출량 분석

양유경* · 임형우**†

*한국환경연구원 기후대기전략연구본부 전문연구원, **한국환경연구원 기후대기전략연구본부 부연구위원

Embodied GHG emissions based on household demographic changes in Korea

Yang, Yookyung* and Lim, Hyungwoo**†

*Researcher Specialist, Climate and Atmospheric Strategy Research Group, Korea Environment Institute, Sejong, Korea

**Research Fellow, Climate and Atmospheric Strategy Research Group, Korea Environment Institute, Sejong, Korea

ABSTRACT

This study analyzes the impact of demographic changes on greenhouse gas (GHG) emissions from household consumption in South Korea and projects these changes through 2050. Achieving carbon neutrality requires fundamental transformation across economic and social systems, including household consumption patterns, alongside production-side changes. South Korea's rapid demographic transition is expected to significantly alter household structures by 2050. Using data from Statistics Korea's Household Income and Expenditure Survey for 2019, we analyzed consumption patterns across 19 household types categorized by household head age and household size and constructed a hybrid input-output table to calculate GHG emission coefficients. The analysis incorporated household projection scenarios to forecast emission changes through 2050, comparing results with South Korea's 2030 NDC and 2050 carbon neutrality targets. Results show that aging households exhibit increased expenditure on carbon-intensive goods such as electricity and heating fuels, while single-person households demonstrate higher transportation-related emissions. Projections indicate that GHG emissions will peak around 2023—earlier than the peak in household numbers—and decrease by approximately 7% by 2050 due to combined aging and downsizing effects. However, this reduction is insufficient to meaningfully contribute to South Korea's climate targets, demonstrating that demographic transition provides only limited support as a “supplementary driver” rather than a “primary driver” of GHG reduction. The findings emphasize the need for aggressive additional reduction policies beyond natural demographic effects, along with targeted interventions involving energy efficiency measures for aging households and sustainable mobility solutions for single-person households.

Key words : Embodied GHG Emission, Household Demographics, Hybrid Input-Output Table, Household Income and Expenditure Survey

1. 서론

기후 위기는 이제 실생활 속에서 피부로 체감할 수 있는 이슈로 자리 잡았다. 전 세계적으로도 2024년은 지구 평균 기온이 산업화 이전 대비 1.55°C 초과한 첫해(WMO, 2025)로 매우 더운 한해로 기록되었으며, 만약 이처럼 1.5°C를

넘는 경향이 지속된다면 IPCC (2023) AR6 보고서에서 지적한 바와 같이 종 손실, 건강, 식량안보, 물 공급, 경제성장 등에 대한 리스크가 증가할 것이다. 이는 탄소중립이 더 이상 선택이 아닌 생존의 문제임을 시사하며, 탄소중립 달성을 위해서는 산업구조, 기술개발 등 생산 측면의 변화뿐만 아니라 저탄소 소비로의 소비 행태 변화를 포함

†Corresponding author : hwlim@kei.re.kr (Bldg B, National Research Complex, 370 Sicheong-daero, Sejong, 30147, Korea. Tel. +82-44-415-7817)

ORCID 양유경 0000-0002-1774-4642

임형우 0000-0002-7096-7845

한 경제·사회 시스템 전반의 대전환이 필수적이다.

온실가스 배출량은 산업활동, 에너지 생산·소비와 같은 다양한 경제적 요인에 의해 결정되지만, 인구학적 변화 또한 배출에 중대한 영향을 미친다. 인구증가는 지난 수십년간 온실가스 배출 증가의 주요 동력 중 하나였으며, 고령화, 가구규모 변화, 도시화와 같은 인구학적 변화는 에너지 사용과 배출에 영향을 미칠 수 있다(O'Neill et al., 2010).

우리나라 역시 급격한 인구구조 변화를 겪고 있다. 출생률 하락과 고령인구의 증가로 인해 1960년대 피라미드 모형에서 중형 구조로 변화하였으며, 평균 가구원 수는 2018년 기준 2.4명 수준으로 가구규모가 지속적으로 축소되어왔다(Hana Institute, 2019). 이러한 인구학적 변화는 가구별 소비패턴 차이를 통해 온실가스 배출에 영향을 미칠 것으로 예상된다.

보편적으로 경제학 문헌들은 고령화 인구가 가계의 에너지소비를 증가시킬 것이라 예상하였다(Pais-Magalhães et al., 2022). Estiri and Zagheni (2019)는 주거용 에너지 사용이 50대 중반에 정점을 달하고 55세~64세 사이에 다소 완화되다 70세 이후 급격히 증가함을 보여주었다. Kim and Park (2014)은 이산화탄소 유발배출량 관점에서 고령화가 미치는 영향을 분석하였는데, 인구 고령화 속에 우리나라의 2035년까지 이산화탄소 배출량은 지속적으로 상승세를 보일 것으로 전망하였다. Zheng et al. (2022)은 2005~2015년 기간 동안 선진국의 연령별 가계소비 기반 온실가스 발자국을 고려한 결과, 고령층이 온실가스 배출 증가를 주도하여 왔으며, 앞으로도 배출량 증가요인으로 작용될 수 있다 지적하였다. Li et al. (2024)은 고령화 후기에 고령층이 에너지 집약적 제품을 선호하는 경향이 강화됨을 지적하였고, 고령사회로의 전환 속에서 소비구조 변화에 적응하는 정책이 필요함을 강조하였다. 다만, 고령층 소비가 탄소 감축에 미치는 영향은 충분히 이해되고 있지 못함에 따라(Zheng et al., 2022), 이에 대한 다양한 측면의 실증분석이 필요한 실정이다.

그러나 기존 연구들은 몇 가지 한계를 가지고 있다. 첫째, 대부분의 연구가 에너지 연소에 따른 이산화탄소 배출에만 초점을 맞추고 있어, 비에너지 배출을 포괄적으로 고려하지 못하였다. 둘째, 우리나라와 같이 급속한 고령화와 가구규모 감소가 동시에 진행되는 인구학적 상황에 대한 실증분석이 제한적이었다. 셋째, 가구 구조 변화에 따

른 중장기적 온실가스 배출 측면의 영향을 분석하는 연구가 부족하였다.

따라서 본 연구는 가구주 연령(20대 이하, 30대, 40대, 50대, 60세 이상)과 가구원 수(1인, 2인, 3인, 4인 이상)를 기준으로 가구유형을 구분하고, 통계청의 가계동향조사데이터를 활용하여 2019년 기준 각 가구 유형별 소비패턴을 분석하였다. 또한 산업연관표 및 에너지 밸런스, 온실가스 인벤토리간의 연계를 통해 하이브리드 산업연관표를 구축하고 이를 기반으로 가구 소비로 인한 온실가스 유발배출계수 및 유발배출량을 산정하였다. 아울러 가구전망 시나리오에 기반하여 2050년까지의 유발배출량 변화를 전망하였다. 이를 통해 향후 고령화 및 가구 소형화가 진행될 때 온실가스 배출에 미칠 영향을 분석하고 정책적 시사점을 도출하고자 한다.

본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. 제2절에서는 가계동향조사와 하이브리드 산업연관표에 대해 살펴보고, 온실가스 배출 유발계수와 가구구조 변화에 따른 직간접 온실가스 배출 유발효과 분석 방법론에 대해 설명한다. 제3절에서는 가구 유형별 소비패턴, 온실가스 배출 유발계수 및 2050년까지의 유발배출량 변화 전망 결과를 제시하였다. 제4절에서는 주요 결과를 요약하고 시사점 및 한계점을 제시한다.

2. 데이터 및 방법론

2.1. 데이터

2.1.1. 가계동향조사

본 연구는 가구 유형별 소비패턴을 파악하기 위하여 통계청의 「가계동향조사」를 활용하였다. 가계동향조사는 국민의 소득 및 소비 수준 변화를 측정·분석하는 데 필요한 기초자료를 제공하기 위하여 매월 실시 되는 조사로, 조사원의 면접조사와 응답자의 전자가계부 작성을 통해 이루어진다(Statistics Korea, 2024a). 표본은 전국 27개 설계층에서 Cube Method를 활용하여 균형표본추출하며, 약 7,200가구가 참여한다(Statistics Korea, 2024a). 다만, '6-6-6 연동표본체계1)'를 사용함에 따라 12개월 연속으로 자료가 확보되지 않아 편향 가능성이 존재하며(Kim, 2022), 본 연구에서는 이러한 한계를 인지하였으나 현 표

1) 표본으로 선정된 가구가 6개월 연속으로 조사에 참여한 후, 6개월 간의 휴식 기간을 두고 다시 6개월 동안 조사에 참여하는 형태를 지칭한다.

Table 1. Sample distribution of the 2019 household expenditure survey by household type

Age of household head	Household size				total
	1	2	3	4~	
~29	831	171	111	-	1,113
30~39	620	464	644	746	2,474
40~49	610	643	921	1,658	3,832
50~59	1,071	1,705	1,296	819	4,891
60~	3,048	4,337	937	252	8,574
계	6,180	7,320	3,909	3,475	20,884

Note: Due to the very small sample size for household heads aged 29 or younger with four or more household members, data extraction was restricted under Statistics Korea's internal regulations. Therefore, for this age group, household size was categorized into three groups.

Source: Statistics Korea (2024c), Household Expenditure Survey (10.23333/RN.50150276.V2.2)

본체계에서는 보정에 한계가 존재함에 따라(Kim, 2022) 별도의 보정은 거치지 않았다. 가계동향조사 자료는 가중값을 적용하여 평균을 추정한다. 본 연구에서는 가계동향조사에서 제공하는 가중값을 이용하여 가구유형별 평균값을 계산하였다.²⁾

소비패턴 분석에 있어 가구유형은 1) 가구의 연령, 2) 가구원 수에 따라 구분하였다. 가구의 연령은 가구의 고령화 정도를 반영하는 지표로, 본 연구에서는 가계동향조사의 가구주 연령 범주값을 이용하여 29세 이하, 30~39세, 40~49세, 50~59세, 60세 이상으로 5개의 그룹으로 구분하였다. 또한 가구원 수는 소규모화 되어가는 가구규모를 반영하는 지표로, 1인, 2인, 3인, 4인 이상으로 구분하였다. 다만 가구주 연령이 29세 이하인 경우에는 표본 수가 제한적이므로 1인, 2인, 3인 이상으로 구분하였다³⁾. 2019년 자료의 가구유형별 가계동향조사 표본 분포는 Table 1에 제시하였다.

2.1.2. 하이브리드 산업연관표

하이브리드 산업연관표는 산업 간의 투입과 산출에서 나타나는 재화와 용역의 흐름에 더하여 에너지 및 오염물질 배출 경로를 표현한 것으로, 경제주체들의 행동이 타부문의 에너지 이용 및 환경오염물질 배출에 미치는 영향 관계를 파악할 수 있도록 한다(Kim, 2011). 하이브리드 산업연관표는 일반적으로 기존의 화폐 단위 산업연관표

에 더해 에너지사용량 및 오염물질 배출량 등 물리적 단위의 환경 데이터를 결합하여 경제-환경 시스템에 대한 통합적 분석틀을 제공한다.

본 연구에서는 2019년 산업연관표(기본분류)를 토대로 에너지경제연구원에서 제공하는 개정 확장 에너지밸런스 및 IPCC 2006 지침에 기반한 온실가스 인벤토리를 결합하여 하이브리드 산업연관표를 구축하였다. 먼저 산업연관표의 경우 381개의 상품 분류를 가계소비행태와의 연관성 및 특징을 고려하여 60개 상품으로 통합하였다.⁴⁾ 이를 위해 가계동향조사 자료를 통해 주요 소비재의 종류 및 소비 비중 등을 고려하여 분석 대상 상품을 재편하였다.

개정 확장 에너지밸런스는 국가 내 에너지 수급현황을 58개 에너지상품 및 88개의 에너지 흐름으로 구분하여 정리하며, 상품흐름은 공급, 전환공정, 에너지산업 자체 소비, 최종소비 형태로 세부 구분된다(Korea Energy Economics Institute, 2025). 본 연구에서는 확장 에너지밸런스의 연료원과 산업연관표 내 60개 주요 상품을 일치시키는 형태로 연계 작업을 수행하였다. 에너지밸런스 상의 전기는 단일 상품으로 구분되나, 산업연관표 상에서는 수력, 화력, 원자력, 자가발전으로 구분되기에 발전량에 기반하여 4개 부문에 할당 배분하였다.⁵⁾

온실가스 배출량의 경우 환경부 온실가스종합정보센터에서 발간하는 온실가스 인벤토리 자료를 활용하였다 (Ministry of Environment, Greenhouse Gas Inventory and

2) 가계동향조사에서 제시하는 가중값을 가구유형별 가중값 총계로 나누어주면 가구 유형 내 가구별 가중치를 얻을 수 있으며, 이를 지출액 원자료에 곱해주면 가구 유형별 평균을 산출할 수 있다.
 3) 이는 통계청의 마이크로데이터 반출지침에 따른 것으로, 통계청은 개인정보보호를 위하여 가구유형 내에 표본가구가 일정 값 이하이면 특정화 등의 위험이 존재하여 분석값 반출을 불허한다. 이에 가구주 연령이 29세 이하이고 가구원 수가 4인 이상인 경우는 샘플이 매우 적어 데이터 반출이 어려움에 따라 가구주 연령이 29세 이하인 경우에만 한하여 가구원 수를 1인, 2인, 3인 이상으로 구분하였다.
 4) 세부 연계결과는 Appendix Table 1 참고
 5) 신재생에너지의 경우 확장에너지밸런스 상에서 세분화되어 구분되기 때문에, 산업연관표의 신재생에너지와 연계하였다.

Research Center of Korea, 2025). 에너지밸런스의 에너지 사용에 기반한 온실가스 배출량(에너지 배출량)과 공정 배출량(비에너지 배출량)을 구분하여 하이브리드 산업연관표를 구성하였다. 에너지밸런스와의 CRF 코드 비교를 통해 연료소비량과 배출계수의 곱셈 형태로 연료 연소 배출량을 계산하였으며, 부문 통합과정에서 발생하는 오차는 온실가스 인벤토리 보고서 내 연료연소배출량 합계와 비교하여 세부 조정을 수행하였다. 이외의 비에너지 배출량의 경우 인벤토리 보고서의 비에너지배출 부문을 산업연관표와 연계하여 구분하였다. 세부적으로 산업연관표의 중분류(2-digit) 단위와 연계 후 세부 산출액 비중에 따라 비에너지 배출량을 산업연관표와 연계하여 분배하였다.

2.2. 방법론

최종 재화에 대한 소비는 해당 재화 생산을 위한 직접적인 온실가스 배출뿐 아니라, 해당 재화의 중간투입재로서의 타 산업에 대한 수요를 유발하기에 간접적인 온실가스 배출 증가가 야기된다. 이에 따라 가계소비형태 변화에 따른 재화 소비구조의 변화는 국내 온실가스 배출 측면에서도 직간접적으로 다양한 경로를 통해 영향을 미치게 된다.

직접 온실가스 배출효과의 경우 각 상품의 온실가스 배출 원단위로 측정할 수 있다. 배출 원단위는 특정 상품의 1단위 생산 과정에서 발생하는 직접적인 온실가스 배출량으로 다음 식 (1)과 같은 형태로 표현한다.

$$e_i^D = \frac{G_i}{O_i} \tag{1}$$

e_i^D : I상품 한단위 생산에 따른 직접 온실가스 배출 원단위 (tCO₂eq/백만원)

G_i : I상품 생산에 따른 총 온실가스 배출량(tCO₂eq)

O_i : I상품 총 산출액(백만원)

다만 배출 원단위만으로는 상품들간의 연관관계 및 배출 연관성을 충분히 설명하기 어렵다. 이런 문제를 보완하기 위해 유발 온실가스 발생량을 통해 직·간접 온실가

스 배출유발효과를 산출할 수 있다. 본 연구에서는 60개 상품에 대해 다음 식 (2)를 적용하여 직간접적 유발효과를 산출하였다. 즉, 배출 원단위를 기반으로 생산유발계수를 활용하여 상품의 간접적인 배출효과를 추가적으로 포착하는 방식을 취하였다.

$$E_i = e^D(I - A)^{-1} X_i \quad (i = 1, \dots, 60) \tag{2}$$

E_i : I상품 한 단위 생산에 따라 발생하는 온실가스 직간접 유발 배출계수

e^D : 각 상품의 직접 온실가스 배출 원단위(e_i^D)로 구성된 행벡터(1×60)

I : 단위행렬(60×60)

A : 투입계수행렬(60×60)

X_i : I상품의 생산물 1단위를 표시하는 열벡터로, 나머지 상품의 최종생산물은 0으로 표시(76×1)

이상의 직간접 유발효과를 바탕으로, 2050년까지의 가구 구조변화 시나리오에 따른 유발배출량의 변화를 비교하고자 하였다. 이를 위해 통계청에서 제시한 2050년까지의 연간 가구전망 자료(Statistics Korea, 2024b)를 이용하되, 가구 유형에 따른 소비 패턴 및 직간접 유발 배출계수, 가구 유형별 지출 수준 등은 기준연도인 2019년과 동일하다고 가정하였다.⁶⁾

즉, 2050년까지의 가구 수 변화에 따른 온실가스 유발 배출량의 변화를 분석하고자 하였다. 이는 다음 식 (3)과 같이 계산할 수 있다.

$$GHG_t = \sum_{h=1}^{19} \left(HHNUM_{h,t} \times \sum_{i=1}^{60} (EXPD_h \times CONPAT_{h,i} \times E_{h,i}) \right) \tag{3}$$

(h : 가구 유형, i : 상품)

GHG_t : t시점 온실가스 유발배출량(톤)

$HHNUM_{h,t}$: t시점 h가구 유형의 가구 수(가구)

$EXPD_h$: h가구 유형의 총 지출액(2019년 기준)(백만원/가구)

6) 다만 본 연구의 방법론은 다음의 한계점이 존재한다. 첫째, 장기간에 걸친 소비패턴 불변을 가정하여, 2050년까지 유발배출량을 전망함에 있어 기술 발전, 에너지 가격 변화, 에너지 전환 정책 등을 반영하지 못한다. 둘째, 1인 가구 급증, 고령화 심화 등의 가구구조 변화의 세부적 특성을 상세히 고려하지 못했다. 셋째, 통계청 자료 반출정책에 따라 가구원 수 및 가구주 연령에 한하여 가구특성을 구분하였으나, 소득, 거주지역(도시, 농촌) 등 추가적인 가구 특성 요인을 반영하지 못하여 분석결과 해석에 한계가 존재한다.

Table 2. Top 5 spending on goods and services by household type

Household head age	~ 29				30 ~ 39			
Household size	1	2	3		1	2	3	4
1	Housing Services	Restaurants and Bars	Housing Services		Housing Services	Housing Services	Restaurants and Bars	Restaurants and Bars
2	Restaurants and Bars	Housing Services	Restaurants and Bars		Restaurants and Bars	Restaurants and Bars	Finance and Insurance	Housing Services
3	Road transport service	Transport Equipment	Social Welfare		Finance and Insurance	Finance and Insurance	Housing Services	Education
4	Transport Equipment	Finance and Insurance	Transport Equipment		Transport Equipment	Textile and Leather Products	Social welfare	Finance and Insurance
5	Textile and Leather Products	Textile and Leather Products	Education		Textile and Leather Products	Other	Other	Social welfare
Household head age	40 ~ 49				50 ~ 59			
Household size	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Housing Services	Housing Services	Education	Education	Housing Services	Housing Services	Restaurants and Bars	Education
2	Restaurants and Bars	Restaurants and Bars	Housing Services	Restaurants and Bars	Restaurants and Bars	Restaurants and Bars	Housing Services	Restaurants and Bars
3	Finance and Insurance	Finance and Insurance	Restaurants and Bars	Finance and Insurance	Finance and Insurance	Finance and Insurance	Finance and Insurance	Housing Services
4	Transport Equipment	Education	Finance and Insurance	Housing Services	Transport Equipment	Other	Transport Equipment	Finance and Insurance
5	Sports and Recreation	Medical and Health Services	Textile and Leather Products	Others	Other Real Estate Services	Medical and Health Services	Education	Sports and Entertainment
Household head age	60 ~							
Household size	1	2	3	4				
1	Housing Services	Housing Services	Housing Services	Restaurants and Bars				
2	Medical and Health Services	Medical and Health Services	Restaurants and Bars	Housing Services				
3	Restaurants and Bars	Restaurants and Bars	Finance and Insurance	Finance and Insurance				
4	Others	Others	Medical and Health Services	Medical and Health Services				
5	Finance and Insurance	Finance and Insurance	Others	Others				

Source: Statistics Korea (2024c), Household Expenditure Survey (10.23333/RN.50150276.V2.2)

$CONPAT_{h,i}$: h가구 유형의 i상품에 대한 소비 비중(%)

$E_{h,i}$: h가구 유형의 i상품에 대한 온실가스 직간접 유발 배출계수(톤/백만원)

3. 분석결과

3.1. 가구 유형별 소비패턴 분석

가구유형별 소비패턴 분석을 위하여 가구주 연령별·가구원 수별로 총 19개 그룹의 항목별 평균 지출액을 계산하였다.⁷⁾ 분석연도는 뒤에 이어지는 산업연관표와의 연계를 위하여 2019년으로 설정하였다. 가계동향조사는 총 358개 재화 및 서비스 항목을 산업연관표와의 연계를 위해 60개 재화 및 서비스에 대해 항목 재분류 후 지출 비중으로 계산하였으며, 이 중 55개 재화에 대한 각 가구 유형별 상위 5개 재화 및 서비스 항목은 Table 2와 같다.⁸⁾ 모든 가구 유형에서 주거 서비스와 음식점 및 주점 관련 지출 비중이 상위 5개 항목에 포함되었다, 또한 12개 항목으로 구분된 음식료품을 하나의 품목으로 고려한다면 지출 비중이 29세 이하 1인 가구를 제외하고는 상위 10개 항목 내에 들어가는 것으로 분석되었다.

가구주 연령 변화에 따른 지출 비중 변화를 살펴보면, 가구주 연령이 높아질수록 의료 및 보건, 식자재, 전기, 수도, 폐기물 및 재활용, 원유정제처리제품의 지출 비중이 증가하고, 음식점 및 주점, 숙박서비스, 섬유 및 가죽제품(의류)의 지출 비중이 하락하였다. 가구주 연령이 고령화됨에 따라 탄소·에너지 집약적 재화의 지출 비중이 증가하는 경향을 보였다. 지출액 측면에서도 유사한 경향을 보였다.

가구가 소형화에 따른 지출변화를 살펴보면, 1인 가구의 경우 전문과학 및 기술, 사업지원서비스와 음식점 및 주점, 주거서비스, 육상운송의 지출 비중이 증가하였고 2인 가구의 경우 전기, 원유정제처리제품, 가스, 증기 및 온수, 의료 등의 재화의 지출 비중이 증가하였다. 교육, 문화 및 여행, 스포츠 및 오락은 가구원 수가 소형화될수록 지출 비중이 감소되었다. 특히 교육의 경우 지출액 측면에

서도 소형화될수록 지출 비중이 급격히 하락하는 것을 확인할 수 있었다.

온실가스 배출과 가장 연관성이 높은 에너지 관련 재화(석유 및 석탄제품, 전기)의 지출 비중은 Table 3과 같다. 전기에 대한 지출 비중은 가구주의 연령대가 높아질수록 높아지는 경향성을 보였다. 통계청 가계동향조사 월별자료를 통해 확인해 본 결과, 가구주 연령이 높은 경우 겨울철에 전기 지출 비중이 다른 계절 대비 증가하는 경향을 보였다. 이는 고령층이 겨울철에 전기매트, 전기히터 등 전기를 동력원으로 사용하는 난방 가전제품을 사용하여 전기수요가 높아지는 것에 기인한 것으로 유추할 수 있다. 이러한 경향성은 향후 우리나라 인구구조가 고령화될수록 겨울철 전기수요가 높아질 수 있음을 시사한다.

원유정제처리제품의 경우 대부분의 지출이 수송용 연료에 대한 지출로 구성되어 있다. 29세 이하 가구의 경우 가구 규모가 커질수록 원유정제처리제품의 지출 비중이 확대되었다. 다만 30대 이상 가구에서는 가구원 수와 상관없이 비슷한 수준의 수송용 연료에 대한 수요가 존재하는 것으로 파악되었다.

가스, 증기 및 온수의 경우 1% 내외의 지출 비중을 보였는데, 60세 이상은 다른 연령대 대비 상대적으로 높은 지출 비중이 계산되었다. 이는 이들 연령대의 높은 난방 수요에 따른 것으로 파악된다.

3.2. 온실가스 배출 유발계수

2절에서 산정한 산업연관표 상의 각 항목별 온실가스 배출 유발계수를 토대로, 본 절에서는 2019년 기준 가구 유형별 지출액, 유발배출계수, 유발배출량⁹⁾ 간의 관계를 Fig. 1, Fig. 2와 같이 나타냈다. 각 그림에서 X축은 가계 유형별 평균 지출액(백만 원)이고, 2Y축은 유발배출계수(tonCO₂e/원)을 의미하며, 버블의 크기는 유발배출량(백만톤CO₂e)을 나타낸다.

Fig. 1은 가구주 연령별 지출액과 온실가스 배출유발계수 및 유발량과의 관계를 보여준다. 색상은 가구주 연령

7) 앞장에서 설명한바와 같이 통계청 가계동향조사에서 제시한 가중치를 이용하여 가중평균하여 계산하였다. 가계동향조사의 경우 연간자료 보다 분기별 자료가 품목이 보다 상세히 구분되어 있어 분기별 자료를 이용하였다. 이때 단순히 분기별 자료의 합계로 연간결과를 산출할 경우 통계청에서 발표하는 연간자료와 불일치하는 문제점이 발생할 수 있어, 분기별 가중평균값을 계산한 후, 분기별 평균값을 더하여 4로 나누는 방식으로 연평균자료를 계산하였다.

8) 가계동향조사와 산업연관표를 매칭하는 과정에서, ‘도소매 및 상품중개’의 경우 생산자가격표 기준 산업연관표에는 존재하나 가계동향조사에는 존재하지 않는 항목임에 따라 이에 대한 추가적 할당을 진행하였다. 다만 이는 유발배출량 계산의 편의를 위한 조정으로 실제 가구유형별 소비패턴 파악과는 관련성이 낮음에 따라 해당항목을 제외하여 분석을 수행하였다. 또한 산업연관표 상에서 민간소비지출액이 없는 농림어업서비스, 석탄, 원유 및 천연가스, 건물도 분석대상에서 제외하였다.

9) 2019년 에너지 관련 재화 소비로 인한 유발배출량은 15.8%, 비에너지 재화 소비에 따른 유발 배출량은 84.2%에 달한다.

Table 3. Energy-related goods expenditure share by household type

Household head age	Household size	Electricity	Refined Petroleum Products	Gas, Steam and Hot Water
~ 29	1	0.46%	0.57%	0.69%
	2	0.67%	1.46%	0.91%
	3	0.63%	2.08%	1.17%
30 ~ 39	1	0.55%	1.28%	0.82%
	2	0.63%	1.70%	0.99%
	3	0.71%	1.92%	1.20%
	4	0.74%	1.76%	1.02%
40 ~ 49	1	0.66%	2.09%	0.98%
	2	0.73%	1.71%	1.03%
	3	0.69%	1.50%	0.95%
	4	0.74%	1.59%	0.94%
50 ~ 59	1	0.94%	1.64%	1.04%
	2	1.02%	2.25%	1.07%
	3	0.95%	1.94%	0.96%
	4	0.79%	1.61%	0.90%
60 ~	1	1.44%	1.32%	1.19%
	2	1.55%	1.97%	1.20%
	3	1.12%	1.94%	1.00%
	4	1.09%	2.28%	1.18%

Source: Statistics Korea (2024c), Household Expenditure Survey (10.23333/RN.50150276.V2.2)

대를 구분하며, 초록색은 29세 이하, 파란색은 30대, 노란색은 40대, 주황색은 50대, 빨간색은 60세 이상을 의미한다. 유발배출계수가 5.22톤 CO₂eq/원으로 높은 화력발전의 경우, 가구주의 연령이 높을수록 유발배출량이 증가하는 경향을 보였다. 가스 증기 및 온수(2.10톤 CO₂eq/원), 육상운송(1.43톤 CO₂eq/원) 또한 상대적으로 높은 유발배출계수를 보이는 항목으로, 이들 항목에서도 가구주 연령 상승에 따라 지출액이 증가하는 패턴이 공통적으로 관찰되었다.

이러한 결과는 Zheng et al. (2022)의 논의와 일맥상통한다. 이들은 고령인구가 탄소집약적 생활양식을 보유하고 있어 탈탄소화 노력에 있어 중요한 도전 과제가 된다고 지적한 바 있다. 본 분석 결과 역시 우리나라의 경우 향후 고령화 심화에 따라 가계부문의 온실가스 배출이 구조적으로 증가할 가능성을 시사한다.

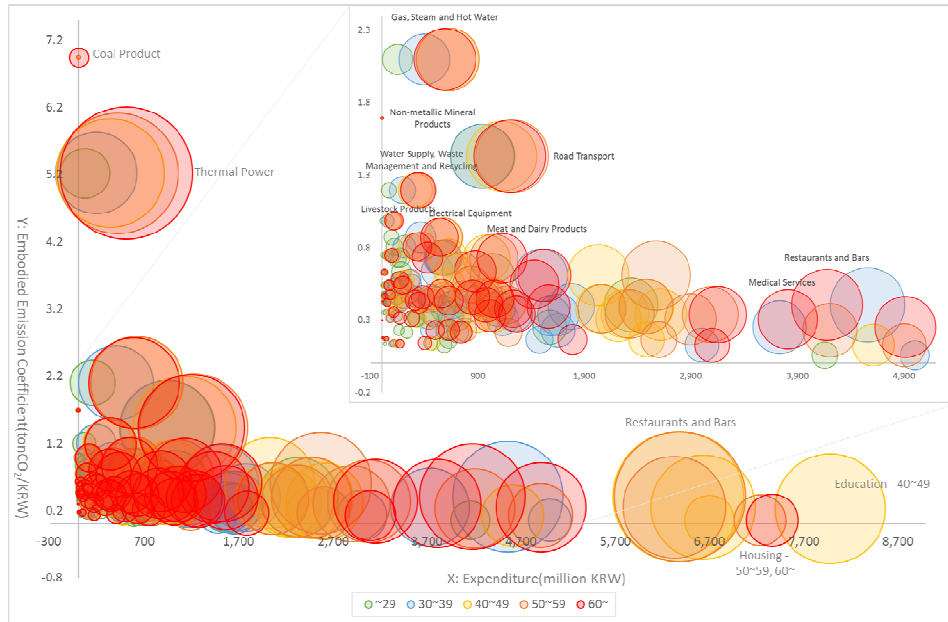
Fig. 2는 가구 규모별 지출액과 온실가스 배출 유발계수 및 유발량과의 관계를 나타낸다. 색상은 가구 규모를 구분하며, 1인 가구는 파란색, 2인 가구는 주황색, 3인 가구는 회색, 4인 이상 가구는 노란색으로 표시하였다. 유발배출량은 지출액과 유발계수에 의해 결정되는데, 대부분의 항

목에서 가구 규모가 커질수록 지출액이 증가하여 4인 이상 가구의 유발배출량이 크게 나타나는 경향을 보였다.

예외적으로 육상운송 부문에서는 1인 가구의 유발배출량이 가장 높았으며, 2인 가구는 오히려 가장 낮은 수준을 기록하였다. 가구 규모별 전체 가계지출액과 전체 유발배출량에서 차지하는 비중을 비교하면, 모든 가구 규모가 유사한 수준을 보여 특정 가구 규모가 탄소집약적인 소비를 한다고 보기는 어렵다. 다만, 유발계수 자체는 가구 규모 간 차이가 크지 않지만, 1인 가구는 다인 가구보다 1인당 지출규모가 커서 동일한 인구수 조건에서 1인 가구의 비중이 확대될 경우 전체 지출액 증가하고, 이에 따라 총 유발배출량도 늘어날 가능성이 있음을 고려할 필요가 있다.

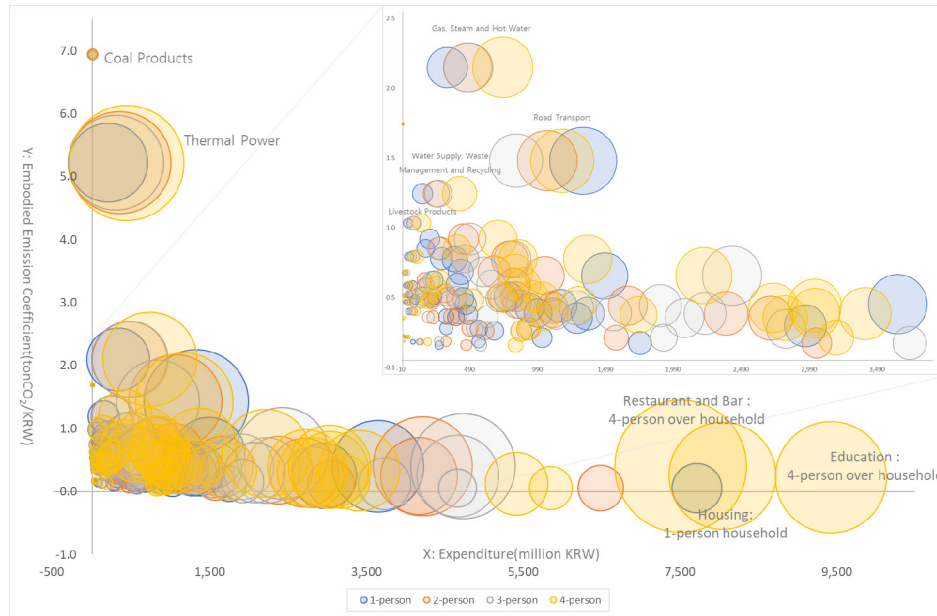
3.3. 온실가스 유발배출량 변화 전망

앞의 유발계수 결과를 바탕으로 2050년까지의 가구 구조 변화를 고려하여 가구 소비구조 변화에 따른 온실가스 유발배출량의 변화를 전망하였다. 먼저 Fig. 3은 통계청의 장래가구추계(Statistics Korea, 2024b)를 통해 산출한 가



Note: The size of each bubble indicates the embodied emissions (million tonCO₂e)

Fig. 1. Average household expenditure and embodied emission by household head age in 2019

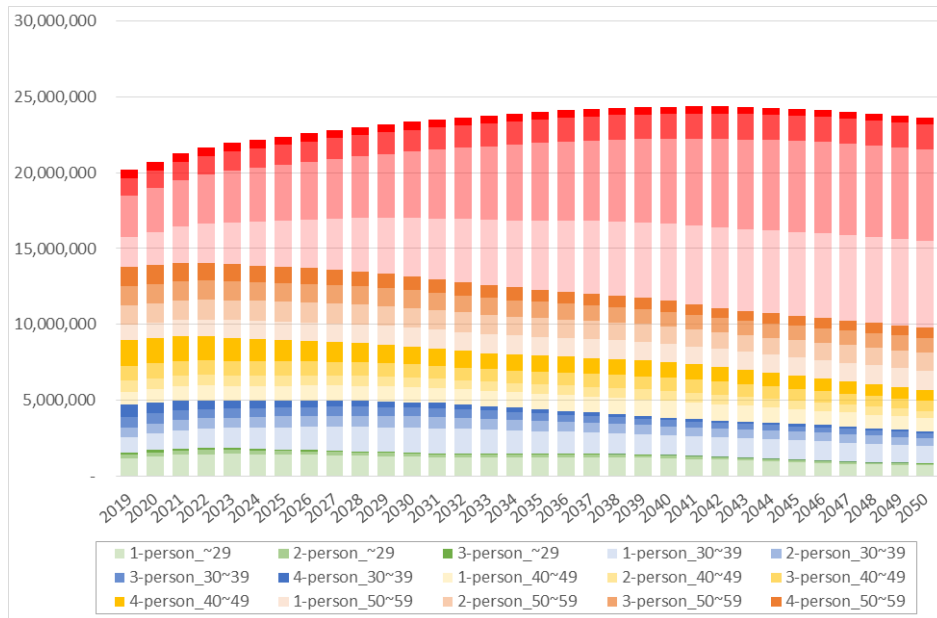


Note: The size of each bubble indicates the embodied emissions (million tonCO₂e)

Fig. 2. Average household expenditure and embodied emission by household size in 2019

구 유형별 가구수 전망이다. 통계청에 따르면 국내 가구는 2041년 2,437만 가구를 정점으로 감소 추세로 전환될 것으로 전망된다(Statistics Korea, 2024b). 또한 가구 유형별로 살펴보면 29세 이하-3인 이상 가구 및 30대-4인

이상 가구의 감소율이 2019년 대비 각각 89%, 83%로 가장 컸다. 반면 30대-1인 가구, 50대-1인 가구, 60세 이상-1인 가구, 60세 이상-2인 가구 및 60세 이상-3인 가구의 수는 2019년 대비 증가하는 모습이 나타났다. 특히 60세 이



Source: Statistics Korea (2024b)

Fig. 3. Household projections by household type

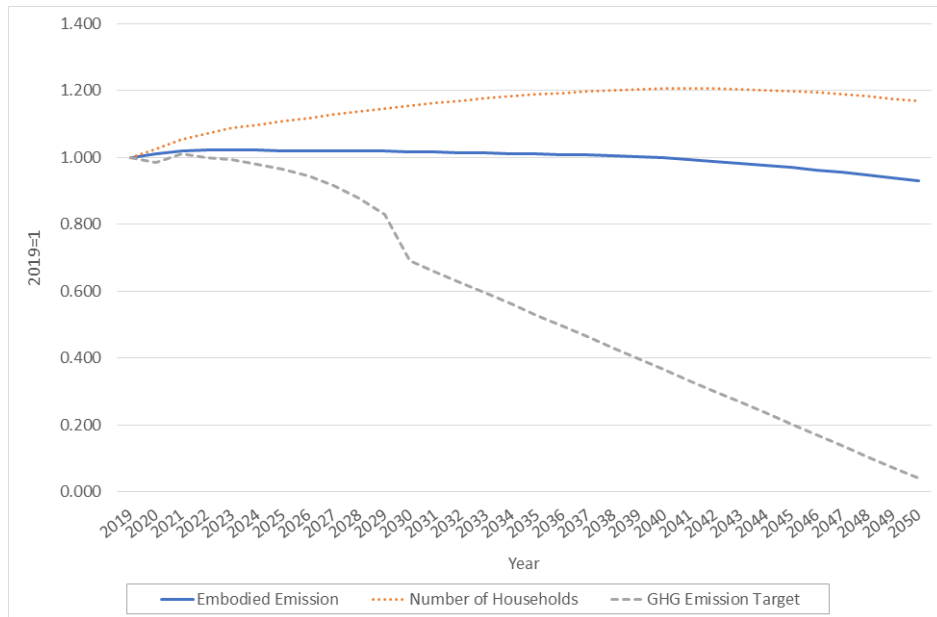


Fig. 4. Projection of embodied emissions until 2050

상-1인 가구 및 60세 이상-2인 가구의 가구 수는 2019년 대비 각각 183%, 123% 증가하였다.

가구 수 전망에 기반한 온실가스 유발배출량 추세는 다음 Fig. 4와 같다. Fig. 4는 2019년의 값을 기준점(1)으로 설정하여, 유발배출량의 변화(파란 실선), 가구 수 변화(빨

간 점선), 2030 NDC 및 탄소중립 시나리오 하에서의 온실가스 배출 목표(회색 점선)를 비교한 그래프이다.

온실가스 유발배출량 측면의 정점은 가구 수와 달리 2023년경 달성될 것으로 예상된다. 이는 가구 수가 지속적으로 증가함에도 불구하고 고령화-소형화의 추세로 인

해 온실가스 유발배출량은 가구 수의 증가와 달리 감소하는 추세로 전환되는 모습이 발견된다. 2050년 기준으로 가구 구조 변화에 따른 온실가스 유발배출량은 약 7% 감소할 것으로 전망된다. 이는 본 연구의 결과가 고령화뿐 아니라 소형화에 따른 영향을 함께 고려하기 때문으로 해석된다. 한국의 가구 구조 전망 상에서 고령화-소형화 현상이 동시에 발생되고 있기 때문에 가구 구조 변화에 따른 온실가스 유발배출량 감소 효과는 제한적임을 확인할 수 있다. 특히 2030년 NDC 및 2050년 탄소중립 시나리오 상에서 제시하고 있는 온실가스 감축목표와 비교할 때, 가구 구조 변화는 유의적으로 온실가스 감축에 기여하지 못하는 것으로 나타났다.

4. 결론 및 시사점

2050 탄소중립을 달성하기 위해서는 산업 구조와 기술 개발 등 생산 측면의 변화뿐만 아니라, 가계 소비 행태를 포함한 경제 및 사회 시스템 전반의 근본적인 대전환이 요구된다. 특히 우리나라의 경우 급격한 인구 구조 변화로 인해 2050년 가구 구조 형태가 현재와 상당히 다른 형태가 될 것으로 예상된다. 본 연구는 이러한 가구 구조 변화에 따른 소비 패턴 변화가 온실가스 유발배출량에 미치는 영향을 분석하고, 2050년까지의 변화를 전망함으로써 정책적 시사점을 도출하고자 하였다. 이를 위해 가계동향조사 자료를 바탕으로 가구주 연령 및 가구원 수에 따른 가구 유형별 소비 패턴을 분석하였으며, 하이브리드 산업 연관표 구축을 통해 가구 소비로 인한 온실가스 유발 배출계수를 산정하였다. 또한, 통계청의 장래가구추계 시나리오를 반영하여 2050년까지의 유발배출량 변화를 전망하고 그 결과를 2030 NDC(국가온실가스감축목표) 및 2050 탄소중립 시나리오와 비교 분석하였다.

본 연구의 결과는 정책적 측면에서 인구구조 변화의 감축기여 한계를 보여준다. 가구 수 증가가 통상 온실가스 배출 증가의 자연스러운 동력임에도 불구하고 배출량 정점이 가구 수 정점에 비해 더 일찍 나타났다는 것은, 가구 소형화 및 고령화와 같은 구조적 변화가 배출량 증가 추세를 억제하는 상쇄 요인으로 작용하고 있음을 시사한다. 다만, 그 효과는 2050년까지 7% 감소라는 제한적인 수준에 불과하다. 이는 인구 구조 변화가 온실가스 감축의 "주요 동력"이 될 수 없으며, 단지 "제한적인 보조 동력"에 불과하다는 것을 명확히 보여준다. 따라서, 정부는 인구 구조 변화에 따른 자연적 감축 효과에 기대기보다는,

NDC 및 탄소중립 시나리오 목표 달성을 위한 과감하고 추가적인 감축 정책을 반드시 마련해야 한다.

본 연구에서 가구주 연령이 60세 이상인 가구의 전기 지출 비중이 다른 연령대 대비 상대적으로 높게 나타났으며, 특히 겨울철 전기 수요가 증가하는 것을 확인하였다. 이는 난방수요에 따른 것으로 판단된다. 또한 가스·증기 및 온수에 대한 지출 비중 역시 60세 이상 가구에서 상대적으로 높게 나타났다. 이에 대응하여 다음의 정책 방안을 고려할 수 있다. 첫째, 고령 가구 대상 에너지 고효율 가전제품 교체 지원 프로그램 확대하고, 둘째, 주거용 건물 단열 개선 지원 사업에서 고령 가구 우선 지원하며, 셋째, 고령층 특성을 고려한 간소화된 에너지 사용 정보 제공 방안을 고려할 수 있다.

육상운송 부문에서 1인 가구의 유발배출량이 가장 높았으며, 1인 가구의 경우 1인당 지출 규모가 다인 가구보다 커 향후 1인 가구 비중 증가 시 전체 유발배출량이 증가할 가능성이 존재한다. 이에 대응하기 위하여 첫째, 공유 모빌리티 서비스 이용 인센티브 제공, 둘째, 1인 가구 밀집 지역 중심 대중교통 접근성 개선 방안을 고려할 수 있다. 다만, 이러한 정책들은 본 연구의 분석 결과에 기반한 것으로, 실제 정책 시행을 위해서는 추가적인 타당성 검토가 필요하다.

다만 본 연구는 몇 가지 중요한 한계를 지닌다. 첫째, 소비패턴 및 기술 불변 가정의 한계이다. 본 연구는 2050년까지 소비패턴 및 지출 수준이 2019년과 동일하다는 전제를 바탕으로 분석되었다. 그러나 실제로는 에너지 전환 정책(친환경차 및 재생에너지 보급 확대 등), 기술 발전(에너지 효율개선, 디지털화 등), 그리고 가격 구조 변화 등이 소비 패턴과 배출계수를 크게 변화시킬 것으로 예상된다. 둘째, 가구 내 이질성 반영의 한계이다. 동일 가구 유형 내에서도 소득계층이나 거주지역(도시, 농촌)에 따라 소비 행태와 배출 강도가 다를 수 있다. 그러나 본 연구는 고령화와 가구 소규모화에 초점을 맞추어 가구주 연령과 가구원 수에 따라서만 가구유형을 구분하고 통계청 가계동향조사 데이터를 통해 자료를 추출하였다. 소득계층과 지역구분에 따라 추가적 가구유형을 구분할 경우 통계청의 자료반출 기준에 부합하지 않음에 따라 가구내 이질성 반영에 제한적일 수밖에 없었다는 한계점이 존재한다.

따라서 본 연구의 결과는 미래에 대한 엄밀한 전망이라기 보다는 다른 조건이 동일할 때 가구 구조 변화만의 순효과를 보여주는 제한적 시나리오로 해석되어야 한다. 향후 연구에서는 이러한 한계점을 보완하여 보다 현실적인

전망 및 정책적 대응 연구를 수행할 필요가 있다.

사사

본 연구는 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 신기후체제대응 환경기술개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다(RS-2022-KE002489).

Reference

- Estiri H, Zagheni E. 2019. Age matters: ageing and household energy demand in the United States. *Energy Res Soc Sci* 55: 62-70. doi: 10.1016/j.erss.2019.05.006
- Hana Institute. 2019. Changes in consumer trends driven by domestic demographic shifts.
- IPCC. 2023. AR6 synthesis report: Climate change 2023.
- Kim DK, Park S. 2014. The impact of population aging on energy use and carbon emissions in Korea (in Korean with English abstract). *J Environ Policy* 13(2): 99-129.
- Kim NN. 2022. Redistributive effect of taxes on production and import in Korea (in Korean with English abstract). *Korean J Public Finance* 15(1): 1-46.
- Kim YK. 2011. CO2 emission structure analysis of industrial sector with environmental input-output table 2005. *Environ Resour Econ Rev* 20(1): 1-31.
- Korea Energy Economics Institute (KEEI). 2025. Energy supply and demand statistics.
- Li S, Wang Q, Li R. 2024. How aging impacts environmental sustainability—insights from the effects of social consumption and labor supply. *Humanit Soc Sci Commun* 11: 387. doi: 10.1057/s41599-024-02914-9
- Ministry of Environment, Greenhouse Gas Inventory and Research Center of Korea (GIR). 2025. National Greenhouse Gas Inventory Report of Korea.
- O'Neill BC, Dalton M, Fuchs R, Jiang L, Pachauri S, Zigova K. 2010. Global demographic trends and future carbon emissions. *Proc Natl Acad Sci USA* 107(41): 17521-17526. doi: 10.1073/pnas.1004581107
- Pais-Magalhães V, Moutinho V, Robaina M. 2022. Is an ageing population impacting energy use in the European Union? Drivers, lifestyles, and consumption patterns of elderly households. *Energy Res Soc Sci* 85: 102443. doi: 10.1016/j.erss.2021.102443
- Statistics Korea. 2024a. Household Income and Expenditure Survey Manual.
- Statistics Korea. 2024b. 2022 ~ 2052 Household Projections.
- Statistics Korea. 2024c. Household Expenditure Survey. doi: 10.23333/RN.50150276.V2.2
- WMO (World Meteorological Organization). 2025. Global Annual to Decadal Climate Update (2025-2029)
- Zheng H, Long Y, Wood R, Moran D, Zhang Z, Meng J, Feng K, Hertwich E, Guan D. 2022. Ageing society in developed countries challenges carbon mitigation. *Nat Clim Change* 12: 241-248. doi: 10.1038/s41558-022-01302-y

부록

Table A1. Product classification

Study Product Classification (60)		I-O Table Basic Sector Code (381)
A_CRP	Crops	0111, 0112, 0113, 0114, 0121, 0122, 0191, 0192, 0193, 0194, 0195, 0196, 0199
A_LSP	Livestock Products	0211, 0212, 0291, 0292, 0299
A_FRP	Forest Products	0301, 0302, 0303, 0309
A_FHP	Marine Products	0401, 0402
A_AFS	Agricultural, Forestry & Fishery Services	0500
B_CL	Coal	0611, 0612
B_CONG	Crude Oil and Natural Gas	0621, 0622
B_MMN	Metal and Non-metal Minerals	0711, 0719, 0721, 0722, 0729
C01_MDY	Meat and Dairy Products	0811, 0812, 0813, 0814
C01_PFP	Processed Marine Products	0821, 0822
C01_GML	Milled Rice and Flour	0831, 0832
C01_SSG	Sugar and Starch	0841, 0842, 0843
C01_RSN	Rice Cakes, Confectionery and Noodles	0851, 0852
C01_SNO	Seasonings and Oils	0861, 0862
C01_OFD	Other Food Products	0871, 0872, 0873, 0879
C01_AF	Animal Feed	0880
C01_BVT	Beverages and Tobacco	0911, 0912, 0913, 0919, 0920, 1000
C02_TLP	Textile and Leather Products	1111, 1119, 1121, 1122, 1123, 1130, 1141, 1142, 1149, 1151, 1152, 1153, 1154, 1155, 1201, 1202, 1203, 1204, 1209
C03_WPP	Wood, Paper and Printing	1311, 1312, 1313, 1321, 1322, 1329, 1410, 1421, 1429, 1431, 1432, 1433, 1434, 1439, 1500
C04_CLP	Coal Products	1611, 1612
C04_ORP	Refined Petroleum Products	1621, 1622, 1623, 1624, 1625, 1626, 1627, 1628
C04_LPP	Lubricants and Other Petroleum Products	1631, 1639
C05_CHP	Chemical Products	1711, 1712, 1713, 1719, 1721, 1722, 1723, 1801, 1802, 1900, 2000, 2101, 2102, 2211, 2212, 2221, 2222, 2291, 2292, 2299, 2310, 2391, 2392, 2393, 2399, 2410, 2491, 2499
C06_NMM	Non-metallic Mineral Products	2501, 2502, 2503, 2509, 2611, 2612, 2613, 2614, 2620, 2631, 2632, 2691, 2692, 2693, 2694, 2699
C07_PMP	Primary Metal Products	2711, 2712, 2713, 2721, 2722, 2723, 2724, 2725, 2726, 2727, 2730, 2791, 2799, 2811, 2812, 2813, 2814, 2819, 2821, 2822, 2829, 2900
C08_MPP	Fabricated Metal Products	3011, 3012, 3013, 3014, 3021, 3022, 3031, 3032, 3091, 3092, 3093, 3094, 3095, 3099
C09_COM	Computers and Electronic Equipment	3101, 3102, 3201, 3209, 3310, 3391, 3399, 3401, 3402, 3409, 3511, 3512, 3519, 3521, 3522, 3523, 3611, 3612, 3613, 3691, 3692, 3693
C10_EEQ	Electrical Equipment	3710, 3721, 3722, 3723, 3724, 3730, 3740, 3751, 3752, 3759, 3791, 3792, 3799
C11_MAC	Machinery and Equipment	3810, 3820, 3831, 3832, 3840, 3851, 3852, 3891, 3899, 3911, 3912, 3920, 3930, 3941, 3942, 3991, 3992, 3993, 3994, 3995, 3999
C12_TRE	Transport Equipment	4011, 4012, 4013, 4021, 4022, 4031, 4032, 4101, 4102, 4103, 4210, 4220, 4291, 4299

Study Product Classification (60)		I-O Table Basic Sector Code (381)
C13_OMP	Other Manufacturing Products	4311, 4312, 4319, 4391, 4392, 4393, 4394, 4395, 4396, 4399
C14_MIR	Manufacturing Services and Equipment Repair	4401, 4402
D_HYP	Hydroelectric Power	4501
D_THP	Thermal Power	4502, 4504
D_NUC	Nuclear Power	4503
D_REN	Renewable Energy	4505
D_GST	Gas, Steam and Hot Water	4610, 4620
E_WWM	Water Supply, Waste Treatment and Recycling	4700, 4801, 4802, 4911, 4912, 4920
F_CNS	Construction	5010, 5020, 5030, 5111, 5112, 5113, 5121, 5122, 5123, 5124, 5131, 5132, 5133, 5134, 5190
G_WRS	Wholesale, Retail and Trade Brokerage	5200
H_LTS	Road Transport	5310, 5321, 5322
H_WTS	Maritime Transport	5401, 5402
H_ATS	Air Transport	5500
H_STS	Other Transport Support Services	5611, 5612, 5613, 5620, 5630, 5690, 5710, 5720
I_RES	Restaurants and Bars	5811, 5812, 5813, 5814
I_ACS	Accommodation Services	5820
J_ICS	Information, Communication and Broadcasting	5911, 5912, 5991, 5999, 6001, 6002, 6100, 6211, 6212, 6290, 6300, 6401, 6402
K_FNS	Finance and Insurance	6510, 6591, 6599, 6601, 6602, 6603
K_AFS	Financial Support Services	6700
L_HGS	Housing Services	6800
L_RES	Other Real Estate Services	6911, 6912, 6920
M_PST	Professional, Scientific and Technical Services	7001, 7002, 7003, 7004, 7111, 7112, 7120, 7210, 7291, 7292, 7299
N_BSS	Business Support Services	7300, 7410, 7420, 7490
O_PAD	Public Administration	7511, 7512, 7520
P_EDU	Education	7601, 7602, 7603
Q_MED	Medical and Health Services	7701, 7702, 7703
Q_WEL	Social Welfare	7801, 7802
R_CUL	Culture and Travel	7901, 7902, 7903, 7904
R_SPE	Sports and Recreation	8001, 8002
ST_OSS	Others	8101, 8109, 8211, 8212, 8221, 8222, 8223, 8229, 8300