

글로벌가치사슬(GVC) 분석을 위한 녹색산업 핵심업종 선정에 관한 연구*

Study on the Selection of Target Business for Global Value Chain(GVC) Analysis in Green Industry

이준형** · 정재원*** · 김태용**** · 유영훈***** · 김형수*****

Junhyeong Lee · Jaewon Jung · Tae-Yong Kim · Younghoon Yoo · Hung Soo Kim

요약: 최근 기후위기 극복 및 산업계의 녹색전환을 위한 친환경 경제성장 전략으로서 녹색산업의 성장이 대두되고 있다. 현재 녹색산업의 산업적 범위 및 정의는 불명확하지만 선택적이고 전략적인 육성전략이 필요한 시점이다. 따라서 집중육성이 필요한 산업에 대한 글로벌가치사슬(GVC) 분석을 하여 산업 생태계를 파악하고 육성전략을 도출할 필요가 있다. 본 연구에서는 녹색산업 관련 선행 연구 및 통계자료, 국내·외 주요 정책 등을 수집하여 녹색산업의 매체별 정의 및 범위를 제시하였다. 또한 통계자료 기반의 정량적 분석과 전문가 설문 등을 통한 정성적 분석을 통해 GVC분석을 위한 녹색산업 핵심업종으로 태양광산업 및 폐패널 재활용업, 전기차 배터리 제조업 및 폐배터리 재활용업, 스마트 상수관망 운영관리업을 도출하였다. **핵심주제어:** 녹색전환, 녹색산업, 글로벌가치사슬(GVC)

Abstract: The “green industry” has emerged as an eco-friendly economic growth strategy to overcome the climate crisis and facilitate the transition of industries to more sustainable practices. The definition and scope of the green industry are unclear, however, it is a time that the selective and strategic industries strategy should be needed. This may require global value chain (GVC) analysis to understand the ecosystem and promotion strategy of green industry. In this study, previous research, statistical data, and domestic and foreign policies related to the green industry were collected and analyzed to suggest the definition and scope of the green industry. In addition, statistical data-based quantitative analysis and qualitative analysis through expert surveys were performed. Based on these analyses, several target businesses were selected for GVC analysis. These businesses included the solar photovoltaic industry and end-of-life panel recycling industry; the electric vehicle battery manufacturing industry and end-of-life battery recycling industry; and the Smart Water Network operation management industry.

Key Words: Green Transition, Green Industry, Global Value Chain(GVC)

* 본 논문은 한국환경산업기술원 보고서인 ‘녹색산업 글로벌가치사슬 분석 및 발전 과제 도출 연구’의 일부분을 학술논문 형태로 재구성한 글임을 밝힌다.

** 주저자, 인하대학교 스마트시티공학전공 박사과정

*** 공동저자, 인하대학교 수자원시스템연구소 선임연구원

**** 공동저자, ㈜에코파이 대표

***** 교신저자, 인하대학교 스마트시티공학전공 박사과정

***** 공동저자, 인하대학교 사회인프라공학과 교수

I. 서론

산업과 경제의 녹색전환(Green Transition)이 강조됨에 따라, 전(全) 산업 혹은 경제의 녹색화가 신성장 동력으로 조명을 받게 되었다. 이에 따라 유럽연합(EU) 등 주요 선진국을 중심으로 기후·환경위기와 산업 경쟁력 둔화의 동시 극복을 위해, 녹색경제, 순환경제, 바이오경제 등 다양한 정책으로 경제 활성화를 도모하고 있다. 결과로 그린뉴딜(Green New Deal), 그린딜(Green Deal) 등의 개념에 기반을 둔 경제 정책이 강화되면서 친환경 저탄소 경제성장 전략으로서 녹색산업¹⁾의 육성이 필요하게 되었다. 또한 최근 COVID-19 사태 등 급변하는 대내·외 상황에 안정적으로 대응하기 위해서 녹색산업 공급망 및 가치사슬에 대한 이해를 통해, 비용절감, 공급효율화 등의 부가가치 창출을 위한 기반이 필요한 실정이다. 현재 국내의 녹색산업은 「저탄소 녹색성장기본법」에 정의되어 있고 육성·지원하도록 되어 있으나, 기본적인 공급망 및 가치사슬 등의 분석이 이루어지지 않고 있는 실정이다. 따라서 녹색산업의 글로벌가치사슬(Global Value Chain, GVC) 현황 및 단계별 역량분석을 통해 산업생태계 현황을 입체적으로 분석하고, 전통적 공급망의 변화와 중간재 수출 비중이 높은 한국산업의 특성, 국내·외 녹색산업 현황 등을 고려한 육성전략을 마련할 필요가 있다.

GVC란 두 개 이상의 국가가 참여하는 생산 네트워크를 의미하며(한국 무역협회, 2020), 20세기에 들어 제조 선진국의 대형 제조기업의 주도로 진행되었으며, 생산품의 수송비용, 제조비용 등 국제거래 비용의 수지에 따라 두 개 이상의 국가가 참여하는 제품생산 네트워크가 형성되면서 급속히 진행되었다. 기술, 자본, 정책 등을 고려하여 생산품의 국제 분업구조가 정착함에 따라 부가가치의 발생을 파악하기 어려워 졌으며, 산업 발전을 위해서는 부가가치에 대한 정보 파악이 대단히 중요하기 때문에

1) 녹색산업이란 경제·금융·건설·교통물류·농림수산·관광 등 경제활동 전반에 걸쳐 에너지와 자원의 효율을 높이고 환경을 개선할 수 있는 재화(財貨)의 생산 및 서비스의 제공 등을 통하여 저탄소 녹색성장을 이루기 위한 모든 산업을 의미함(저탄소 녹색성장기본법).

GVC분석의 중요성이 강조되고 있다. Greffi(1994)는 GVC분석을 통해 GVC의 생산제품을 무역수지 개념이 아닌, 부가가치의 발생 관점에서 분석을 수행하였으며, 박순찬 등(2019)은 GVC분석을 통해 다국형 GVC에 참여한 국가들의 참여 형태에 따른 부가가치 창출 효과 분석을 수행하였다. 이처럼 산업의 세계화에 있어 수출·입 흐름뿐만 아니라 부가가치의 흐름 파악을 위해 GVC분석이 사용되고 있다. 녹색산업에 대한 GVC 분석을 통해 산업 단계별 기업의 역량을 진단하고, 고부가가치화를 위한 지원 방안의 도출이 필요하다. 이를 위해 우선 녹색산업의 분야 및 관련 업종을 정의하고, 녹색산업에 해당하는 업종 중 정성적·정량적으로 평가하여 GVC분석 대상업종을 선정하는 연구가 선행되어야 한다.

본 연구에서는 녹색산업 매체별 현황을 정량적으로 분석하여 집중육성 분야를 선정하였고, 정성적 분석을 통해 최종적으로 GVC 분석을 위한 핵심업종을 ① 태양광산업 및 폐패널 재활용업, ② 전기차 배터리 제조업 및 폐배터리 재활용업, ③ 스마트 상수관망 운영관리업으로 도출하였다.

II. 선행연구

본 연구는 국내 녹색산업의 현황 및 단계별 역량분석을 위해 녹색산업의 GVC 구조 및 단계별 주요 활동을 분석하기 위한 사전단계의 연구이다. 본 연구에서는 국내·외 녹색산업의 정의 및 범위를 조사하고 국내 녹색산업 관련 주요 정책을 참고하여 국내 실정에 맞는 녹색산업 범위를 정의하여, 최종적으로 GVC 분석 대상 업종까지 선정하였다.

국내의 녹색산업 정의 및 산업적 범위는 기존 산업의 녹색전환, 신규 녹색산업의 도출 등의 이유로 그 경계가 불명확하므로 국내·외 주요기관의 녹색산업 범위를 조사하여 국내 실정에 맞는 녹색산업의 범위를 규명하고자 하였다. 미국 환경컨설팅기업인 Environmental Business International(EBI)(1997)은 환경산업을 크게 환경서비스, 환경설비, 환경자원의 3대 대분류로 구분하고 하위 14개 분야로 세분화하였다. 국제 경제협력개발기구(OECD)(1998)는 환경

산업을 대기, 수질, 토양, 폐기물, 소음, 진동 등과 관련된 피해를 측정, 예방, 제어 또는 복원하기 위한 재화나 서비스를 생산하는 산업으로 정의하였다. 영국 정부기구인 Joint Environmental Markets Unit(JEMU)(2002)은 환경산업을 물, 대기, 토양오염을 측정 및 예방하고, 폐기물, 소음, 생태계와 관련된 문제들을 처리하기 위한 산업으로 정의하였다.

우리나라의 경우 환경산업통계조사와 환경보호지출계정에서 환경산업의 분류를 다르게 정의하고 있다. 환경산업통계에서는 환경산업 분류방식의 대분류는 OECD의 기준을 따르며, 중분류는 우리나라 특성을 반영하여 구분하고 있다. 또한 환경보호지출계정에서는 환경보호서비스 생산 및 환경보호지출을 경제주체별, 환경영역별로 구분하여 9가지 영역을 제시하고 있다. 이외에도 산업연구원(2008), 지식경제부(2009), 통계청(2012) 등 관련 기관에서 녹색산업의 범위를 제시하였으며, 산업연구원(2020)은 환경산업특수분류체계, 기후기술 분류체계를 종합적으로 반영한 분류체계를 제시하였다.

또한 산업분야의 GVC분석 적용을 위한 분석대상 선정에 관한 연구는 미흡한 실정이며, 환경산업 혹은 녹색산업 분야를 대상으로 한 연구는 전무한 실정이다. 최수호 등(2016)은 국내 자동차 관련 산업의 성장 전략을 도출하기 위해 자동차산업의 GVC구조를 분석하고, 국내 사업체 중 자동차산업 GVC내로 진입하기 위한 자동차관련 산업 유형을 분석 및 제시하였다. 해당 연구에서 GVC구조에서 완성차업체와 부품생산 중소기업체 사이의 품질관리가 가장 중요한 요소임을 밝히고, 국내 자동차 부품생산 중소기업의 GVC내로 진입하기 위한 전략을 제시하였다. 한국국제협력단(2017)은 농업분야의 발전 전략 수립 및 경쟁력 강화를 위해 가치사슬분석이 필요하며, 가치사슬분석 대상 선정시 기준과 선정방법을 제안하였다. 해당 연구에서 식량, 자원, 규모 등 농산물의 특성을 반영한 기준 13종을 제시하였고, 기준별 가중치에 근거한 평가를 통해 가치사슬분석 우선순위 및 최종 대상을 선정하였다. 이우형 등(2019)은 일본의 수출규제 영향을 파악하고 대응하기 위해 GVC분석이 필요하며, 소재·부품·장비산업을 대상으로 통계기반의 정량적 분석, 전문가 평가 기반의 정성적 분석을 수행하여 최종적으로 GVC분석 대상업종 6개를 도출하였다.

III. 연구방법

본 연구에서는 먼저 녹색산업을 매체별로 정의하고 범위(업종), 규모 등의 현황을 파악하기 위해 선행 연구 등 문헌조사, 환경산업통계, 신·재생 에너지산업통계 등의 자료조사, 통계청이 매년 실시하는 전국 산업체 조사 자료 등을 수집하여 분석하였다. 또한 녹색산업 관련 국내·외 주요 현안 및 미래 이슈, 관련 규제·육성정책 등에서 주요하게 언급되는 업종을 추가로 반영하였다. 이후 통계자료 기반의 정량적 분석, 전문가 설문을 통한 정성적분석 등을 통해, 최종 GVC 분석 대상 업종을 선정하였다.

1. 녹색산업 매체별 범위 정의²⁾

본 연구에서는 먼저 녹색산업을 매체별로 정의하고 범위(업종), 규모 등의 현황을 파악하기 위해 2014~2018년의 환경부 환경산업통계, 산업통상자원부의 신·재생에너지산업통계를 수집하여 분석하였다. 녹색산업 매체별 범위는 환경산업특수분류 및 신·재생에너지산업통계 범위³⁾를 고려하여 공통된 최소 단위를 기준으로 구성하였다. 또한 국내 주요 정책적 이슈로 환경부 업무계획, 청와대 그린뉴딜 정책 관련 보도자료, 친환경 수열에너지 활성화 방안 등에서 신규 제시된 녹색산업을 신규 업종으로 범위에 추가하였다. 이를 통해 본 연구에서는 녹색산업 분류체계를 다음 <표 1>과 같이 7개 매체와 63개 중분류로 구성하였다.

2) 본 연구에서는 환경산업통계(2014~2018년), 신·재생에너지산업통계(2014~2018) 통계자료를 활용함.

3) 환경산업 통계 분류 8매체: 자원순환관리, 물관리, 환경복원 및 복구, 기후대응, 대기관리, 환경안전·보건, 지속가능 환경·자원, 환경지식·정보·감시.

신·재생에너지산업 통계분류 9에너지원: 태양에너지, 풍력에너지, 연료전지, 지열에너지, 수열에너지, 수력에너지, 바이오에너지, 폐기물에너지, 수소에너지.

〈표 1〉 본 연구의 녹색산업 범위

녹색산업 분류체계	
매체	폐기물(자원순환), 물, 토양·지하수, 기후·에너지, 대기, 환경안전·보건, 자원·생태계
중분류	환경산업특수분류 중분류 54종 신·재생에너지산업 통계 중분류 9종

2. 통계자료 기반의 정량적 분석

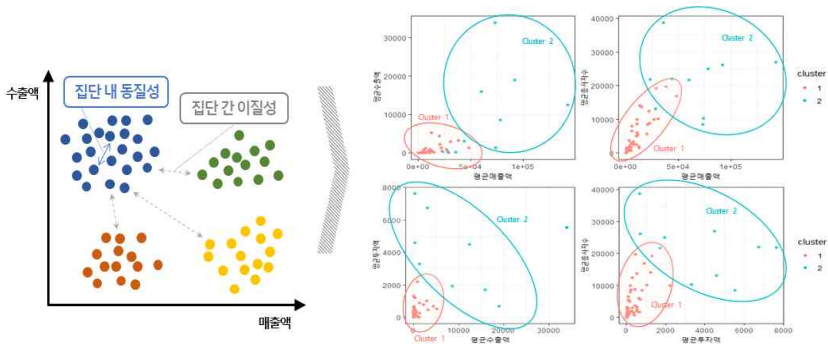
1) Z-score 표준화를 통한 순위 산정

녹색산업의 규모를 파악하기 위한 대표 통계지표로는 기업체 수, 고용 인원, 매출액, 투자액을 선정하여 조사하였다. 4개의 평가지표 값은 각각 Z-Score 표준화 방법으로 표준화하여 사용하였다. Z-Score 표준화는 평균 0, 표준편차 1인 표준정규분포로 표준화하는 방법이다. 정량적 평가지표로 사용한 4개의 지표가 각각 규모와 속성이 다르기 때문에, 이를 복합적으로 고려하기 위해 각 평가지표별로 Z-Score 표준화를 적용하였다.

2) K-means 군집분석을 통한 상위그룹 분류

총 63개의 중분류(후보 집중육성분야)를 대상으로 4개의 평가지표를 이용하여 군집분석을 통해 상위그룹 중분류를 채택하였다. 군집분석이란 미리 그룹을 결정하지 않고 유동적으로 분류하는 비지도학습 방법으로 데이터의 유사도를 판별하여 비슷한 특성을 가지는 데이터를 모아 클러스터로 묶어서 분류하는 방법이다. 군집분석 중 비계층적 군집화의 방법인 K-means 군집분석을 사용하였으며, K-means 군집분석은 사전에 설정한 K개의 군집 수에 기초하여 전체 데이터를 상대적으로 유사한 K개의 군집으로 구분하는 방법이다(〈그림 1〉). 2개의 군집(K=2)으로 군집화하였을 때 첫 번째 군집(Cluster 1)은 53개, 두 번째 군집(Cluster 2)은 10개의 중분류를 포함하는 그룹으로 구분되었다. 그룹의 특징을 보면 두 번째 군집이 정량적 지표 기준 상위그룹에 해당하므로 두 번째 군집 내 10개 중분류를 집중육성분야로 채택하였다.

〈그림 1〉 군집분석 개념도



3. 전문가 대상 설문조사 개요⁴⁾

통계자료 기반의 정량적 분석 결과 도출된 10개 녹색산업 중분류의 관련업종과 국내 녹색산업관련 정책에서 주요하게 언급하고 있는 산업을 추가로 고려하여 총 78개 업종을 후보 핵심업종으로 구성하였다. 후보 핵심업종 중 GVC분석 적용 대상이 될 핵심업종을 선정하는 과정은 정형 자료 기반의 정량적인 분석이 아닌 정책성, 시장성, 기술성 등 정성적인 분석을 위한 전문가 그룹 설문을 수행하였다. 전문가 설문은 매체별 전문가를 특정하여 해당 매체와 관련 업종에 대한 심층설문을 진행하는 1차 전문가 설문과, 1차 설문의 결과를 토대로 실제 GVC분석 적용 대상을 선정하고 적용에 대한 의견을 수렴하는 2차 전문가 설문으로 구성되어 진행하였다.

1차 전문가 설문은 정책성, 시장성, 기술성과 관련된 평가항목에 대한 점수를 양극 척도 방법인 리커트 5점 척도(Likert Scale)로 구분하여 기재하도록 구성하였고, 가장 우호적인 반응을 5점으로 부여하고, 비우호적일수록 1점씩 차감하여 가장 비우호적인 반응을 1점으로 부여하였다. 또한 1차 전문가 설문은 매체별 전문가 30인을 특정하여 일대일 설명 후 정해진 기한 내에 설문지를 작성하는 전문가 그룹과, 국내 녹색산업 관련 불특

4) 본 연구에서는 설문문항이 비교적 많은 점을 감안하여 일관성을 설문문항별로 계산하였는데 종합적인 유효 응답율은 평균 80% 이상을 상회하였다.

정 기업 종사자를 대상으로 진행한 기업그룹 설문으로 나누어 진행하였다. 이때 전문가 그룹 설문은 산·학·연·관 각 기관의 전문가를 대상으로 6개 매체에 대하여 5명 내외로 전문가그룹을 구성하였으며, 녹색산업 생태계 현황을 입체적으로 조망하고, 부가가치 창출을 위한 발전 방향 도출을 위해 정책성 3문항, 시장성 4문항, 기술성 3문항으로 구성하였다. 기업그룹 설문은 녹색산업 관련 제조업, 시공업, 연구개발업, 서비스업 등의 기업 종사자가 참여하였으며, 정책성을 제외한 시장성 4문항과 기술성 3문항으로 구성하여 설문을 실시하였다.

2차 전문가 설문은 1차 전문가 설문을 통해 도출된 후보 핵심업종(78종)의 우선순위 선정 결과를 기반으로, GVC분석 적용의 가능성, 필요성, 시의성 등을 복합적으로 고려하여 분석대상 업종을 선정하는 것을 목적으로 설문을 진행하였다. 녹색산업 관련 기업체 연구원, 대학교 교수, 연구소 연구위원, 공공기관 연구원, 공무원 등 산·학·연·관 각 기관의 전문가 14인을 대상으로 1차 전문가 설문의 개요 및 설문 평가 과정, 분석결과를 설명하고, 이를 참고하여 주어진 시간 안에 2차 전문가 설문에 응답하는 방식으로 진행하였다. 응답자 별 전문분야가 다른 특성을 고려하여 1차 전문가 설문 결과에서 상위권에 해당하는 15개 업종과 업종에 대한 설명을 함께 참고하여 설문에 응답할 수 있도록 하였으며, 상위 15개 업종에 해당하지 않는 업종이나 업종 간 통합 GVC 분석 적용 등이 필요한 경우에도 자유롭게 응답할 수 있도록 진행하였다.

IV. 분석 결과

1. 녹색산업 중분류별 정량적 분석을 통한 집중육성분야 도출

녹색산업 63개 중분류를 후보 집중육성분야로 설정하고 정량적 분석을 통하여 집중육성분야를 도출하였다. 환경부 환경산업통계 및 산업통상자원부 신·재생에너지산업통계에서 제공하는 최근 5개년(2014~2018년) 평

균 매출액, 수출액, 투자액, 종사자 수를 정량적 평가지표로 사용하였다.⁵⁾ 환경산업통계는 환경산업특수분류의 중분류 기준으로 통계치를 제공하고 신·재생에너지산업통계는 세부 에너지원 하위품목 기준의 통계치를 제공하므로 본 연구에서는 세부 에너지원 하위품목 기준의 통계치를 중분류 기준의 통계치로 재산정하여 활용하였다.

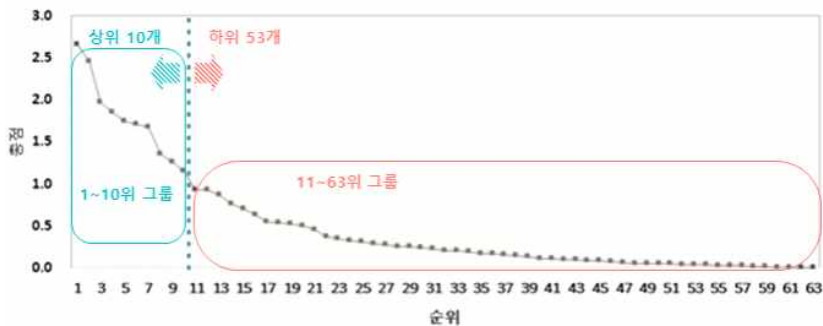
평균 매출액, 수출액, 투자액의 경우 통계청에서 제공하는 소비자물가지수를 이용하여 2018년 기준 화폐 가치로 환산하여 사용하였다. 본 분석에서는 소비자물가지수를 이용하여, 분석에 사용된 금액 형태의 통계자료를 2018년 시점의 금액 가치로 환산하여 분석에 적용하였다. 이때 통계청에서 제공하고 있는 2014~2017년의 화폐가치를 2018년 가치로 환산하는 소비자물가지수를 이용하였다(〈표 2〉 참조).

〈표 2〉 국내 소비자물가지수 및 2018년 환산계수

연도	2014	2015	2016	2017	2018
소비자물가지수	99.30	100	100.97	102.93	104.45
2018년 환산계수	1.052	1.045	1.034	1.015	1

자료: 통계청

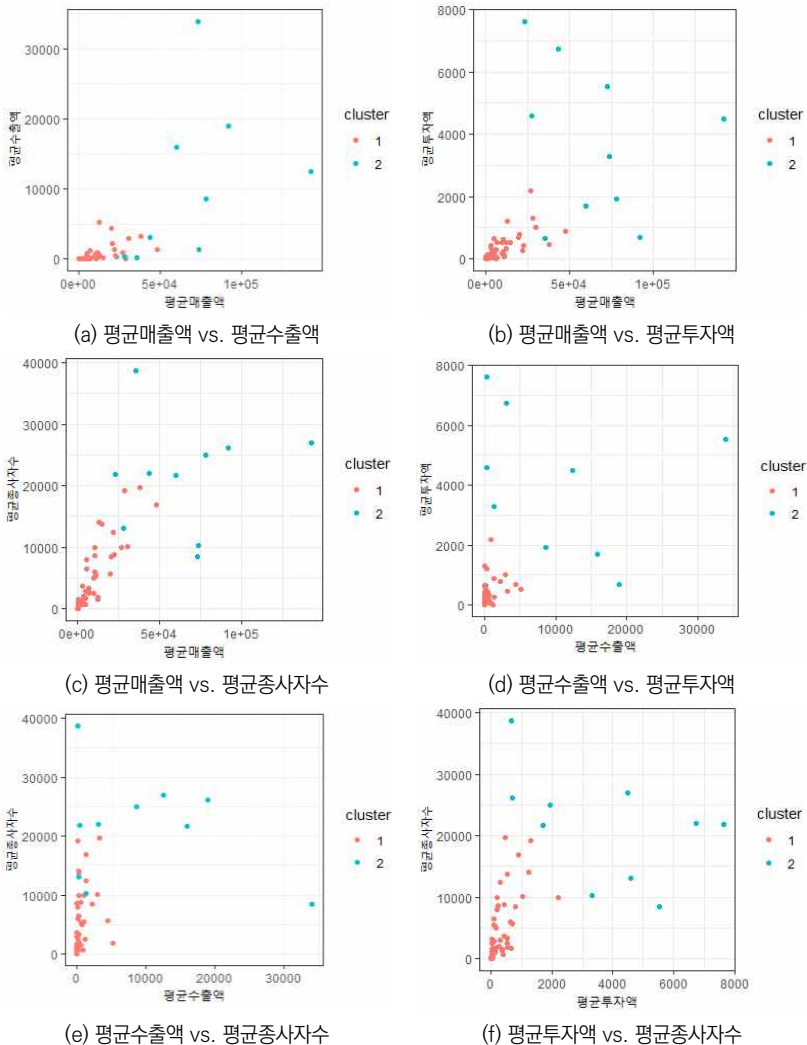
〈그림 2〉 후보 집중육성분야 대상 평가지표 합산 점수(내림차순)



5) 2014~2018년 기준 환경산업통계조사 보고서(환경부 등, 2015~2019), 2014~2018년 신·재생에너지산업통계(산업통상자원부, 2015~2019) 참고.

총점을 내림차순으로 정렬하여 그래프로 도시하였을 때 유의한 점수 차이를 보이는 구간을 나누어보면 총점 기준 1~2위, 3~7위, 8~10위, 11~63위로 나눌 수 있다. 크게 두 그룹으로 구분해 보면 상위 10개 그룹과 이하 그룹으로 구분할 수 있으며, 11~63위 그룹의 경우 상위 그룹과 차이가 크고 총점이 1점 이하이므로 정량적 지표 기준에서 볼 때 집중육성분야에서 제외하였다.

〈그림 3〉 군집분석 결과 그래프



결과를 검증하기 위해 4개의 평가지표 값을 표준화하여 합산한 점수를 기준으로 상위 그룹을 도출하고 군집분석을 통해 도출된 결과와 비교하였다. 상위 그룹에 속하는 10개의 중분류가 군집분석을 통해 도출한 상위그룹과 동일하므로 집중육성분야 선택이 적절한 것으로 나타났다(〈그림 3〉). 최종적으로 총 63개 중분류(후보 집중육성분야) 중 상위 그룹에 속하는 10개 중분류를 집중육성분야로 선정하였고 선정된 상위 분야는 〈표 3〉에서 음영으로 표시하였다.

매체별로 보면 폐기물(자원순환)에서 2개, 물 3개, 기후·에너지 2개, 대기 1개, 환경안전·보건 및 지식·정보 1개, 자원·생태계 1개의 중분류가 집중육성분야로 선정되었다.

〈표 3〉 녹색산업 중분류별 정량적 평가 결과

(단위: 억 원, 명)

매체	중분류	5개년 평균값(2014~2018)			
		매출액	수출액	투자액	종사자수
폐기물 (자원 순환)	폐기물관리 기기 제조업	29,275	2,886	992	10,125
	폐기물관리 관련시설 건설업	10,633	892	85	5,434
	폐기물관리 관련 서비스업	27,539	65	1,259	19,283
	폐자원 에너지화 기기 제조업	9,346	623	158	5,064
	폐자원 에너지화 관련 시설 건설업	10,904	570	111	5,407
	폐자원 에너지화 관련 서비스업 및 공급업	34,230	143	648	38,785
	재생용 가공원료 및 재활용제품 제조업	138,043	12,084	4,367	27,028
	재활용제품 유통업	36,694	3,121	448	19,647
	자원순환 관련 분석, 자료수집 및 평가 서비스업	2,846	0	344	1,319
물	오·폐수관리 기기 및 제품 제조업	58,163	15,429	1,663	21,639
	오·폐수 관련 광업	1,041	0	75	1,048
	오·폐수 및 상수도 관리 관련 건설업	89,393	18,379	661	26,145
	오·폐수관리 관련 서비스업	26,128	911	2,137	9,986
	수도사업 관련업	71,238	1,291	3,222	10,340
	물 관련 분석, 자료수집 및 평가 서비스업	9,421	121	499	2,588
토양· 지하수	토양, 지표수, 지하수 개선 및 정화기기 제조업	3,829	49	177	1,809
	토양, 지표수, 지하수 개선 및 정화관련 서비스업	5,455	203	98	6,524
	환경복원 및 복구 관련 분석, 자료수집 및 평가 서비스업	362	0	21	847

기후·에너지*	기후변화 대응 관련 제조업	18,968	4,299	659	5,640
	기후변화 대응 관련 건설업	2,368	0	33	665
	기후변화 대응 관련 서비스업	12,355	266	1,191	14,164
	기후대응 관련 분석, 자료수집 및 평가 서비스업	247	0	9	313
	열·에너지 절약 및 회수 기기 제조업	75,751	8,308	1,875	25,005
	열·에너지 절약 및 회수 관련 건설업	21,260	1,245	272	12,381
	열·에너지 절약 및 회수 관련 서비스업	14,419	159	511	13,772
	태양광 관련업**	70,711	32,972	5,343	8,510
	태양열 관련업	242	4	2	213
	풍력 관련업	11,832	5,018	499	1,823
	연료전지 관련업	2,880	18	362	757
	지열에너지 관련업	0	0	0	0
	수열에너지 관련업	37	0	1	33
	수력 관련업	131	17	10	88
	바이오에너지 관련업	12,092	542	334	1,554
	폐기물에너지 관련업	4,648	82	639	1,711
대기	대기오염 통제기기 제조업	42,297	2,983	6,555	22,053
	대기오염 통제 관련 광업	2,387	1	144	1,244
	대기오염 통제 관련 건설업	6,192	1,174	20	2,540
	대기오염 통제 관련 서비스업	1,963	65	50	1,051
	실내공기질 통제기기 제조업	3,556	160	232	1,955
	실내공기질 통제 서비스업	1,267	0	7	1,345
	대기 관련 분석, 자료수집 및 평가 서비스업	1,090	2	121	1,254
환경안전·보건 및 지식정보	소음 및 진동 저감장치 제조업	46,508	1,293	874	16,837
	소음 및 진동 저감시설 건설업	6,693	120	29	3,159
	환경보건 대응 제조업	19,853	2,128	756	8,389
	환경보건 대응 서비스업	5,026	152	169	8,040
	환경안전·보건 관련 분석, 자료수집 및 평가 서비스업	387	78	25	1,549
	환경감시, 분석 및 측정장치 제조업	21,941	463	427	8,757
	환경연구개발 관련 서비스업	27,054	303	4,464	13,098
	환경관련 계약 및 엔지니어링 서비스업	9,951	46	593	5,962
	법무, 교육 서비스업	2,690	0	112	1,100
자원·생태계	환경 지식·정보·감시 관련 분석, 자료수집 및 평가 서비스업	4,749	23	658	6,524
	생물자원 관리·보전기기 제조업	4,434	62	84	2,765
	생물자원 관리·보전 관련 건설업	1,135	0	28	793
	생물자원 관리·보전 관련 서비스업	2,925	2	411	3,700

산림 관리 기기 제조업	6,479	190	523	3,331
산림 관리 관련 건설업	10,121	0	213	8,551
산림 관리 관련 서비스업	10,295	233	195	9,949
산림 관리 및 유지 서비스업	3,710	0	38	1,665
생물다양성 및 경관 보호기기 제조업	4,683	784	67	763
생물다양성 및 경관 보호 관련 서비스업	6,310	11	277	2,938
생물다양성 및 경관 보호 관련 건설업	2,087	0	47	957
생물다양성 및 바이오관련 생산·제조·서비스업	22,397	382	7,414	21,846
지속가능 환경·자원 관련 분석, 자료수집 및 평가 서비스업	236	0	55	326

주) * 기후·에너지 매체에 환경산업 중분류 중 '기후대응'과 '지속가능환경자원' 중 열·에너지 관련 업종, 신·재생에너지산업의 중분류가 포함됨

** 태양에너지 관련업을 태양광 관련업과 태양열 관련업으로 구분하고 수소에너지 관련업은 통계 미비로 제외함

2. 정성적 분석을 통한 녹색산업 핵심업종 도출

1) 집중육성분야 관련 후보 핵심업종 도출

정량적 분석을 통해 채택된 10개 집중육성분야의 관련 업종인 63개 후보 핵심업종을 도출하고, 국내 그린뉴딜 관련 보고자료, 환경부 2020년 업무계획, 친환경 수열에너지 활성화 방안 등 정책자료를 근거로 신규 15개 업종을 후보 핵심업종으로 정성분석 대상에 추가하였다.

- 정책자료를 근거로 채택된 신규 15개 후보 핵심업종: 전기차 폐배터리 재활용업, 태양광 폐패널 재활용업, 수열에너지 설비 제조업(히트펌프), 정수처리 부품 및 시스템 제조업(멤브레인), 정수처리장 운영관리업, 스마트 상수관망 운영관리업, 고성능 필터 제조업(기체여과필터 제조업), 바이오가스/바이오연료 생산업, 생태탐방 서비스업, 생태복원 건설업, 생태모방 기술 및 제품 개발업, 생물소재 바이오 물질 제조업, 스마트 화학물질 탐지기기 제조업, 녹색 데이터 제공 서비스업, 의료 폐기물 소각로 제조업

2) 녹색산업 핵심업종 도출을 위한 1차 전문가 그룹 및 기업 대상 설문조사

녹색산업 매체별 전문가를 특정하여 해당 매체에 대한 심층설문을 진행하는 ① 1차 전문가 그룹 대상 설문, 녹색산업 관련 기업의 종사자를 대상으로 모든 매체에 대하여 진행하는 ② 기업 대상 설문을 진행하였다. 정책성(1차 전문가 그룹 설문만 해당), 시장성, 기술성의 세부분항을 선정하여 5점 척도로 설문을 구성하였다. 설문을 통해 78개 후보 핵심업종에 대한 GVC 분석 우선순위를 선정하였고, 그 중 상위 15개 후보 핵심업종은 <표 4>와 같다.

<표 4> GVC 분석 우선순위 상위 15개 후보 핵심업종 목록

순위	관련 업종	순위	관련 업종
1	스마트 상수관망 운영관리업	9	상수도 및 배수관 건설업
2	친환경 자동차 제조업	10	재생 고무 및 플라스틱 제품 제조업
3	에너지 절약형 냉방기기, 발전기기, 전력 저장 제품 제조업	11	에너지 절약형 전구, 램프, 펌프, 압축기 및 송풍기 제조업
4	전기차 폐배터리 재활용업	12	생물소재 바이오 물질 제조업
5	태양광 셀-모듈 제조업	13	태양광 관련 연구개발업
6	태양광 폐패널 재활용업	14	태양광 소재 제조업
7	폐자원 에너지 활용 증기, 전기 공급업	15	생물종자, 종묘 관련 연구개발업
8	정수처리장 운영관리업		

3) GVC 분석 대상 업종 도출을 위한 2차 전문가 그룹 설문조사

1차 전문가 그룹 설문조사를 통해 도출된 78개 후보 핵심업종의 우선순위 선정 결과를 기반으로, 녹색산업의 핵심업종을 도출하여 글로벌가치사슬 분석 적용 대상을 선정하고 전략적 산업육성 방안을 수립하는 목적으로 2차 전문가 그룹 설문을 수행하였다. 2차 전문가 그룹 설문에 참여한 전문가들은 산·학·연·관 분야의 전문가 총 14명으로 구성하였다. 1차 전문가 그룹 설문조사의 개요 및 설문평가 과정, 분석결과를 설명하고, 이를 참고하여 GVC 단계별 구조, 활동, 참여기업 현황분석, 핵심유망 기업특성

도출 등의 심층적인 설문을 통해 본 연구의 목적에 맞는 GVC 분석 대상 업종을 선정하도록 하였다. GVC 분석 가능성, 필요성, 적합성 등을 복합적으로 고려하여 응답자가 GVC 분석 대상 업종 5개를 선택 및 관련 의견을 응답하도록 하였다.

GVC 분석 대상 업종 선정 설문 결과는 14인의 응답자가 선정한 5개 업종을 선정 횟수를 기준으로 취합하였으며, 2개 이상의 업종을 통합하여 선정한 경우 관련 업종에 각각 선정 횟수를 부여하였다. 가장 많이 선정된 업종은 ‘스마트 상수관망 운영관리업’으로 총 11회 선정하였으며, 다음으로 전기차 폐배터리 재활용업 및 태양광 폐패널 재활용업은 각각 9회, 8회 선정되었다(〈표 5〉).

〈표 5〉 2차 전문가 그룹 대상 GVC 분석 업종 선정 설문 결과

구분	후보 핵심업종	선정 횟수
1	스마트 상수관망 운영관리업	11
2	전기차 폐배터리 재활용업	9
3	태양광 폐패널 재활용업	8
4	친환경 자동차 제조업	7
5	재생 고무 및 플라스틱 제품 제조업	7
6	생물소재 바이오 물질 제조업	7
7	폐자원 에너지 활용 증기, 전기 공급업	7
8	에너지 절약형 냉방기기, 발전기기, 전력 저장 제품 제조업	3
9	정수처리장 운영관리업	3
10	태양광 셀-모듈 제조업	2
11	상수도 및 배수관 건설업	2
12	태양광 소재 제조업	2
13	태양광 관련 연구개발업	2
14	에너지 절약형 전구, 램프, 펌프, 압축기 및 송풍기 제조업	1
15	생물종자, 종묘 관련 연구개발업	1

응답자 중 다수가 선택한 산업은 주로 향후 정책적인 지원이 클 것으로 기대되거나, 연관 분야와의 연계 등으로 시장 확대가 기대되는 산업이기 때문에 선정된 것으로 나타났으며, 선정 횟수가 많은 핵심업종에 대한 선

정 이유를 <표 6>과 같이 정리하였다.

〈표 6〉 다수에 의해 선정된 핵심업종 및 선정 이유

후보 핵심업종	선정 횡수
스마트 상수관망 운영관리업	· 디지털 뉴딜 등 정책으로 정보통신기술(ICT)과의 접목으로 인한 시장 확대, 노후화된 상수도 교체시기 도래, 기후변화로 인한 물부족 대응 기술개발 투자 등이 기대됨. · 상수관망 노후화로 인한 출수불량, 적수 등의 위험 요소가 이슈이며, 이를 체계적으로 관리 및 운영하기 위해 센서 제조업, 수질 및 수량 측정업 등의 가치사슬과 연계가 수월함.
전기차 폐배터리 재활용업 / 태양광 폐패널 재활용업	· 전기차/태양광 설비의 국내 보급은 급증하고 있으며, 이에 따라 폐자원 재활용업도 크게 증가할 것으로 예상됨. · 정부정책상 공급된 초기 배터리/패널의 교체시기가 도래하여 체계적인 재활용업 구조 형성이 필요하며, 폐배터리/폐패널 재활용업, 전기차 배터리/태양광 패널 제조업과의 가치사슬 연계가 수월함.
친환경 자동차 제조업	· 온실가스 배출 저감을 위한 친환경 자동차 보급은 전 세계적으로 수요가 형성되어 있으며, 세계시장이 이미 성숙하여 경쟁 및 생태계 검토 및 육성 방안 검토가 필요. · 제품 생산 단계가 복잡·다양하여 전방위 산업 연관성이 높아 가치사슬 분석으로 인한 기술 및 시장 선점효과가 클 것으로 기대됨.
재생 고무 및 플라스틱 제품 제조업	· 폐플라스틱 처리는 환경부의 중점 정책이며, 비대면 사회로 인한 제품 유통형태 변화로 인한 폐플라스틱 처리에 대한 수요가 증가하고 있음. · 건자재 제조업, 화학물질 제조업, 포장업 등과 가치사슬 연계가 수월함.
생물소재 바이오 물질 제조업	· 그린 뉴딜 등 정책으로 육성될 가능성이 높으며, 석유, 광물질 등 기존 자원의 고갈로 인해 신소재 물질 개발 및 제조업의 수요가 확보되어 있기 때문에 시장 성장이 기대됨. · 신규 미생물 발굴 등으로 환경오염 정화업, 신규 먹거리 개발 등으로 식료품 및 의약품 산업과의 가치사슬 연계가 수월함.
폐자원 에너지 활용 증기, 전기 공급업	· 재생에너지 분야에서 큰 비중을 차지하고 있고, 온실가스 배출 저감 정책 등으로 사업 확대가 기대됨.

GVC 분석의 적용은 산업간 연관관계 분석(산업별 투입산출 분석, 교역 자료 분석 등)을 선행하여 연계된 업종을 종합적으로 분석할 필요가 있으나, 선정된 업종의 범위는 다소 세부산업만 포함하는 문제가 있다. 따라서 GVC 분석의 가능성 및 필요성, 분석 결과의 실효성 등을 고려하여, 전문가 그룹 설문에서 선정된 업종을 통합 및 재구성하여 최종 GVC 분석을 적용할 업종을 채택하였다. 최종적으로 GVC 분석 대상 업종으로 ① 태양광산업 및 폐패널 재활용업, ② 전기차 배터리 제조업 및 폐배터리 재활용업, ③ 스마트 상수관망 운영관리업을 선정하였다.

V. 결론

본 연구에서는 팬데믹 사태 등 급변하는 대내·외 상황에서 안정적으로 대응하기 위한 녹색산업의 공급망 및 가치사슬 관리의 필요성을 인지하고, 이를 위해 정량적·정성적 분석을 통한 GVC분석 대상 녹색산업 업종을 선정하였다. 정량적 분석에서는 녹색산업의 매체 및 매체별 산업분류를 정의하고, 환경부 및 산업통상자원부에서 제공하는 통계자료를 이용해 통계지표를 산정 및 군집분석을 통해 집중육성분야를 선정하였다. 정성적 분석에서는 집중육성분야의 관련업종과 녹색산업 관련 정책과 관련된 업종을 추가하여 구성한 후보 핵심업종에 대하여 전문가 집단을 대상으로 한 설문을 수행하였다. 두 단계에 대한 전문가 설문을 통해 정책성, 시장성, 기술성에 따른 후보 핵심업종의 육성 우선순위를 선정하였고, GVC분석 적용의 가능성, 필요성, 시의성 등을 복합적으로 평가하여 최종 GVC분석 대상 업종을 선정하였다.

태양광산업 및 폐패널 재활용업, 전기차 배터리 제조업 및 폐배터리 재활용업, 스마트 상수관망 운영관리업이 최종 도출되었다. 특히 태양광산업 및 폐패널 재활용업의 경우 신·재생에너지 확대정책 등으로 산업 성장이 기대되며, 태양광산업과 폐패널 재활용업을 통합하여 태양광산업 공급망의 환경성 및 순환성을 제고할 필요가 있다. 전기차 배터리 제조업 및 폐배터리 재활용업의 온실가스 배출 저감 정책 등으로 업종 성장이 기대되며, 비교적 업종의 공급단계가 다양하여 GVC분석으로 인한 기술 및 시장 선점 등 효과가 클 것으로 예상된다. 스마트 상수관망 운영관리업은 취수, 정수, 상수공급 등 물공급 산업의 전반적인 운영과정을 포함하며, 한국판 뉴딜 정책 및 수자원 정책 등으로 업종 성장이 기대되고 기후변화로 인한 물부족 대응, 상수공급 운영관리 효율성 제고가 필요하다.

최종 선정된 GVC분석 대상 업종은 국내 그린뉴딜 관련 정책자료를 근거로 채택된 신규 15개 후보 핵심업종에 해당 및 일부 포함되며, 향후 정책적 지원이 클 것으로 예상되는 점에서 GVC분석의 필요성이 크게 작용

한 것으로 분석된다. 다만 신규 15개 후보 핵심업종 중 수열에너지 설비 제조업, 생태관련 서비스업, 의료 폐기물 소각로 산업 등은 GVC 구조가 명확히 형성되어 있지 않거나 연관 산업과의 연계 등으로 인한 시장 확보 불분명 등의 의견으로 선정되지 않았다.

본 연구를 통해 국내 녹색산업의 범위 및 정의를 명확히 규정하였으며, GVC분석을 위한 녹색산업을 선정하는 객관적인 분석방법을 제시하였다. 본 연구 결과를 통해 녹색산업의 GVC 구조 및 단계별 주요 활동, 이해관계자 등을 분석하여 제시할 수 있으며, GVC 단계별 기업현황 및 역량진단, GVC 고부가가치화를 위한 해외 우수사례 등의 분석을 통해 국내 녹색산업의 집중 지원군 및 지원방안을 도출하는데 활용할 수 있다. 또한 녹색산업 GVC)분석을 통한 발전과제 도출로 국내 기후·환경위기와 저성장 경제 기조를 돌파하고 일자리 창출에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

〈그림 4〉 녹색산업 집중육성분야 및 핵심업종 도출과 GVC 분석 업종 선정 과정 흐름도

“ 녹색산업 범위 정의(7개 매체, 63개 중분류) ”

선행연구 조사	한국환경산업기술원(2019), 녹색경제 활성화를 위한 녹색산업 육성 방안
	산업연구원(2020), 녹색산업 현황조사 및 활성화 방안 연구
	국내 주요 정책적 이슈 산업 조사
자료 수집	최근 5개년 환경산업통계(2014~2018) : 중분류 54종
	최근 5개년 신·재생에너지산업통계(2014~2018) : 중분류 9종
	환경부 업무계획(2020), 청와대 정책 보도자료 등

“ 집중육성분야 도출을 위한 정량적 분석 ”

녹색산업 중분류별(63개) 자료수집	정량적 지표(매출액, 수출액, 투자액, 종사자수) 선정
	환경산업통계 중분류 54종에 대한 매출액, 수출액, 투자액, 종사자 수 수집 및 화폐가치 변환
	신·재생에너지산업통계 중분류 9종에 대한 매출액, 수출액, 투자액, 종사자 수 수집 및 화폐가치 변환
정량적 분석	정량적 지표별 표준화 점수 산정 및 군집분석을 통한 상위 10개를 집중육성분야로 선정

“ 후보 핵심업종 선정 및 우선순위 도출을 위한 전문가 설문조사 ”

정성적 분석	신규 녹색산업 포함한 후보 핵심업종 관련 78개 업종 도출 (10개 집중육성분야(중분류)의 하위분류에 속하는 63개 관련 업종과 정책 자료를 근거로 도출한 신규 녹색산업 관련 15개 업종)
	정성적 지표(정책성, 시장성, 기술성) 선정
전문가 설문조사	전문가 설문조사를 통한 78개 후보 핵심업종의 GVC 분석 우선순위 도출

“ GVC 분석 대상 업종 선정을 위한 전문가 설문조사 ”

정성적 분석	유관분야 경력(5~20년 이상)과 소속 기관(산/학/연/관) 별로 구성된 전문가 집단을 활용
	78개 후보 핵심업종의 분석 우선순위 도출 과정을 설명하고, 이를 참고하여 본 과업의 목적에 맞는 GVC 분석 대상 업종을 선정하도록 설문
전문가 설문조사	각 전문가는 GVC 분석 가능성 및 필요성 등을 복합적으로 고려하여 GVC 분석 대상 업종 5개를 선택
	다수의 전문가에 의해 선정된 업종 중 분석 결과의 실효성 등을 고려하여 통합 및 재구성하여 최종 GVC 분석 대상 업종 선정개수를 도출

■ 참고문헌 ■

- 박순찬·박창귀·배준성, 2019, “글로벌 가치사슬 참여와 비교우위,” 『국제통상연구』, 24(2), pp.77-102, DOI: 10.23030/katis.2019.24.2.004.
- 산업연구원, 2008, 『중소기업의 글로벌 역량 평가 지표 개발 연구』, 서울: 산업연구원.
- _____, 2020, 『녹색산업 현황 조사 및 활성화 방안 연구』, 세종: 산업연구원.
- 산업통상자원부, 2015, 『2014년 신·재생에너지 산업통계』, 용인: 한국에너지공단 신·재

- 생에너지센터.
- _____, 2016, 『2015년 신·재생에너지 산업통계』, 용인: 한국에너지공단 신·재생에너지센터.
- _____, 2017, 『2016년 신·재생에너지 산업통계』, 용인: 한국에너지공단 신·재생에너지센터.
- _____, 2018, 『2017년 신·재생에너지 산업통계』, 용인: 한국에너지공단 신·재생에너지센터.
- _____, 2019, 『2018년 신·재생에너지 산업통계』, 울산: 한국에너지공단 신·재생에너지센터.
- 이우형·이희준·최민규, 2019, “글로벌 밸류체인(GVC) 분석 대상 선정에 관한 연구: 소재·부품산업을 중심으로,” 『한국기술혁신학회 학술대회』, 제주한화리조트, pp.678-704.
- 저탄소 녹색성장기본법, 2020, 법률 제16646호.
- 지식경제부, 2009, 『녹색성장을 위한 IT 사업전략(Green IT)』, 대한민국: 지식경제부.
- 최수호·최정일, 2016, “자동차산업의 B2B와 글로벌가치사슬 정책방향,” 『한국콘텐츠학회논문지』, 16(12), pp.399-409, DOI: 10.5392/JKCA.2016.16.12.399.
- 통계청, 2012, 『환경산업통계조사 보고서』, 대한민국: 통계청.
- 한국국제협력단, 2017, 『KOICA 농산물 가치사슬 확대 전략 수립에 관한 연구』, (연구자료 경제개발; 2017-06-105), 성남: 한국국제협력단.
- 한국무역협회, 2020, 『글로벌 가치사슬(GVC)의 패러다임 변화와 한국무역의 미래』, 서울: 한국무역협회.
- 환경부·한국환경공단, 2015, 『2014년 기준 환경산업통계조사 보고서』, 세종: 환경부.
- _____, 2016, 『2015년 기준 환경산업통계조사 보고서』, 세종: 환경부.
- 환경부·한국환경산업기술원, 2017, 『2016년 기준 환경산업통계조사 보고서』, 세종: 환경부.
- _____, 2018, 『2017년 기준 환경산업통계조사 보고서』, 세종: 환경부.
- _____, 2019, 『2018년 기준 환경산업통계조사 보고서』, 세종: 환경부.
- EBI, 1997, *EBI market and industry research methods*, San Diego, CA: EBI, Inc.
- Gereffi, G., 1994, The organization of buyer-driven global commodity chains: How US retailers shape overseas production networks, In G. Gereffi and M. Korzeniewicz (Eds.), *Commodity chains and global capitalism*, (pp.95-122), Westport, CT: Praeger.
- Joint Environmental Markets Unit, 2002, *Global environmental markets and the UK environmental industry: Opportunities to 2010*, London: JEMU.
- OECD/Eurostat, 1998, *The environmental goods and services industry manual*, Paris: OECD Publications Service.

이준형: 인하대학교 대학원 수자원분야 박사과정으로 재학 중이며, 동 대학원 토목공학 석사학위를 취득하였다. 기후변화, 수자원 이용, 수문 빅데이터 분석이 주요 관심 분야이며, 통계기반 시계열 자료처리, 머신러닝 등을 이용한 분석 연구를 수행하고 있다(lee_junhyeong@naver.com).

정재원: 인하대학교에서 수자원분야 박사학위를 취득하였고, 현재 수자원시스템연구소에서 재직 중이다. 기후변화 및 기후변동, 수자원 이용, 수문 빅데이터 분석이 주요 관심 분야이며, 통계기반 시계열 자료처리, 머신러닝 등을 이용한 분석 연구를 수행하고 있다(jungjw89@gmail.com).

김태용: 서울시립대에서 공학박사학위를 취득하였고 현재 환경연구개발업체인 (주)에코파이를 운영하고 있다. 주로 기후변화, 자연환경 등에 대한 연구사업을 하고 있으며 주요 연구로는 “파리기후변화협약을 준수하는 환경정책 수립 연구(2019)”, “습지생태계 보존 및 가치증진 기술개발사업 기획연구(2020)” 등을 수행하였다(kty2@unitel.co.kr).

유영훈: 인하대학교 대학원 수자원분야 박사과정으로 재학 중이며, 동 대학원 토목공학 석사학위를 취득하였다. 기후변화, 지속가능한 수자원 관리, 최적 관리 방안이 주요 관심 분야이며, 홍수예경보, 단기 및 장기유출 등의 연구를 수행하고 있다(dudgns5971@naver.com).

김형수: 미국 Colorado State University에서 공학 박사학위를 취득하고 현재 인하대학교 사회인프라공학과에서 재직 중이다. 주요 관심분야는 수문분석, 카오스, 수재해, 습지 등이다(sookim@inha.ac.kr).

투 고 일: 2021년 06월 25일
심 사 일: 2021년 06월 28일
게재확정일: 2021년 07월 22일