

지속가능발전목표(SDGs)의 상호작용에 관한 연구

A study on the interaction of Sustainable Development Goals (SDGs)

안대한*

Daehan An

요약: 지속가능발전목표(SDGs)는 전 세계 모든 국가의 지속가능발전을 위해 맞춤형 목표와 지표를 제시함으로써 사회·경제·환경적 차원의 균형 잡힌 발전을 도모한다. 본 연구는 한국 SDGs의 다양한 지표 데이터로 상관관계 및 네트워크 분석을 수행함으로써 SDGs 간의 복잡한 상호작용 관계와 연결성을 평가한다. 이를 통해 특정 목표가 다른 목표의 달성에 미치는 영향을 분석하고 전체 SDGs의 달성을 위해 어떠한 정책이 도입되어야 하는지를 제시한다. 분석 결과, SDGs 간에는 대부분 긍정적인 시너지 효과가 발견되었으나, 기후변화 대응(SDG 13)과 같은 일부 목표는 다른 목표와 상충관계를 형성하여 단기적인 경제적 이익이 장기적인 지속가능성에 부정적 영향을 미칠 가능성이 있음을 확인했다. 이는 한국의 SDGs 달성을 위한 정책 설계 시 목표 간의 시너지와 상충관계를 종합적으로 고려할 필요성을 강조하며, 특히 상충관계를 최소화하고 시너지 효과를 극대화하는 통합적 접근의 중요성을 제시한다.

핵심주제어: 지속가능발전, 지속가능발전목표, 상호작용, 상관관계 분석, 네트워크 분석

Abstract: The Sustainable Development Goals (SDGs) provide tailored targets and indicators for all countries to foster balanced development across social, economic, and environmental dimensions. This study focuses on South Korea, employing correlation and network analyses on various SDG indicators to evaluate the complex interactions and linkages between the goals. This study analyzes the influence of certain goals on the achievement of others, proposing the types of policies required to achieve the overall SDGs. The results reveal that while most SDGs exhibit positive synergies, certain goals, such as climate action (SDG 13), form trade-offs with others, potentially undermining long-term sustainability in favor of short-term economic gains. This underscores the necessity for policy formulation in South Korea to comprehensively consider both synergies and trade-offs between goals, stressing the importance of an integrated approach that minimizes conflicts and maximizes synergies.

Key Words: Sustainable Development, Sustainable Development Goals (SDGs), Interaction, Correlation Analysis, Network Analysis

I. 서론

지속가능발전목표(Sustainable Development Goals, SDGs)는 2015년 유엔총회에서 192개 회원국들의 만장일치로 결의된 인류의 지속가능발전을 위한 2030 의제이다(United Nations General Assembly, 2015). 이는 2016년부터 2030년까지 달성하기로 합의한 17개 목표와 169개의 세부 목표로 구성되어 환경·사회·경제적 측면의 연결을 강조한다(Schleicher, Schaafsma and Vira, 2018). 목표가 매우 다양하지만 '지속가능성'을 핵심 요소로 삼고 있으며, 대부분의 국제기구와 국가 및 많은 기업들이 SDGs 달성을 위해 노력 중이다. 하지만 The sustainable development goals report 2024는 전 세계 SDGs 목표의 17%만이 정상 궤도에 올랐고, 거의 절반이 최소 또는 중간 수준의 진전을 보이고 있으며, 1/3 이상은 진전이 정체되거나 심지어 후퇴했음을 밝혔다(United Nations, 2024).

통계개발원(2024)은 한국이 최근 10년간 여러 SDGs 지표에서 향상된 모습을 보이고 있으나, 성별, 연령, 지역 등에 따른 격차를 발견했다. 또한, 한국의 SDGs 성적표는 2023년을 기준으로 77/100점 및 33/166위를 기록했다. 17개 목표 중에서 완벽하게 달성한 목표가 하나도 없으며, OECD 회원국 중에서는 성평등, 기후 및 생태계 분야 지표 달성에서 하위권을 기록했다(Sachs, Lafortune and Fuller, 2024). 이는 한국이 SDGs 달성을 위해 효율적인 전략을 수립해야 하는 상황임을 나타낸다.

2015년에 SDGs가 공표된 이후, 수많은 선행연구들이 수행되었다. 하지만 다음과 같은 한계점이 있다. 첫째, 특정 목표 중심의 연구가 대부분이었고, 전체 SDGs 목표를 고려한 연구가 부족하다(이창언·차영주, 2023). 둘째, 복잡하게 얽혀 있는 SDGs를 달성하는 과정에서 발생하는 상호작용(시너지 및 상충관계)을 분석한 문헌이 미흡하고(Aly, Elsawah and Ryan, 2022), 이는 SDGs의 효과적인 이행을 방해한다(Allen, Metternicht and Wiedmann, 2018). 셋째, 정부 차원에서 데이터베이스를 제공하고 있음에도 불구하고, SDGs 지표 데이터를 기반으로 한 정량적인 연구가 미흡하다. 지표 모니터링

을 통한 이행 점검만으로는 SDGs 달성에 한계가 있다(홍한음·김호석·강선아·강지은, 2021).

이러한 한계점을 극복하고자 본 연구에서는 다음과 같은 연구 목적을 설정한다. 첫째, SDGs 세부 목표의 지표 데이터와 상관관계 분석을 이용하여 한 지표가 다른 지표에 어떤 영향을 끼치는지, 즉 전체 SDGs 사이의 상호작용을 파악한다. 둘째, 도출된 상호작용을 기반으로 네트워크 분석을 실시하여, 어떤 목표 및 지표가 가장 영향력 있는지 분석한다. 셋째, 앞선 두 분석의 결과를 기반으로 전체 SDGs 달성에 발생하는 시너지를 극대화하고 상충관계를 최소화하는 정책 및 전략을 파악한다. 이러한 연구 목적에 따른 연구 결과를 도출함으로써 한국의 효율적인 SDGs 달성에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

II. 선행연구

1. 해외 선행연구

Pradhan, Costa, Rybski, Lucht and Kropp(2017)은 스피어만 순위 상관 분석을 사용하여 전 세계 국가의 SDGs 데이터에 대한 상호작용을 체계화했다. 다른 목표에 가장 많은 상호작용을 보인 목표는 시너지 부분에서 SDGs 1번, 상충관계 부분에서 SDGs 12번으로 나타났다.

Kroll, Warchold and Pradhan(2019)은 Pradhan et al.(2017)과 똑같은 접근 방식과 대상을 적용하여 2030년까지의 SDGs 추세를 전망했다. SDGs 1번, 3번, 7번, 8번, 9번에서 주요한 시너지 효과를, SDGs 11번, 13번, 14번, 16번, 17번에서 주목할 만한 상충관계를 예측했다. 이로 인해 유발될 일부 SDGs의 악화는 2030 의제의 달성을 심각하게 위협할 수 있다고 분석했다.

Zhou and Moinuddin(2019)은 아시아 9개 국가의 SDGs 지표 데이터(51개)를 대상으로 상관관계 및 네트워크 분석을 수행했다. 이를 통해 각 나라의 SDGs 지표 데이터 사이의 시너지와 상충관계를 분석했으며, 웹 페이지¹⁾에

서 시각화된 결과를 볼 수 있도록 구축했다.

Kostetckaia and Hametner(2022)는 종단 평가(Longitudinal assessment)를 사용하여 유럽연합 국가들이 SDGs를 향해 적절한 속도로 나아가고 있는지와 SDGs가 전체적으로 달성될 수 있는지를 분석했다. 그 결과, 유럽연합 국가들의 SDGs 달성에 있어서 시너지보다 상충관계가 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

2. 국내 선행연구

홍한음 등(2021)은 『제3차 국가지속가능발전 기본계획(2016~2035)』을 대상으로 정성분석을 수행하여 연관관계를 파악하고, 이를 기반으로 한 네트워크 분석을 통해 SDGs 및 세부 목표 간의 연관관계를 파악했다.

고영진 등(2020)은 주요 산림정책 및 계획과 한국형 지속가능발전목표(K-SDGs) 간의 연계성을 분석했다. 산림과 타 부문의 정책을 중심으로 키워드의 연계성을 통해 시너지 및 상충관계를 파악하고, 국내 산림정책을 통한 지속가능발전 이행 방안을 제시했다.

서혜윤·최은호(2022)는 K-SDGs에서 목표 15의 지표와 타 목표 지표와의 연계성 분석을 수행했다. 이를 통해 정책 및 부처 간 상충관계를 축소시키고 시너지를 강화하여 전체 K-SDGs 달성에 기여할 수 있는 산림정책을 제안했다.

이창연·차영주(2023)는 2015년부터 2023년 7월까지 게재된 국내 SDGs 관련 논문에 대한 체계적 고찰을 통해 연구 동향을 분석했다. 주제 분류는 사회과학, 연구 방법은 질적연구가 가장 많이 진행된 것으로 밝혀졌다.

이다선·지성태(2023)는 계층화 분석법을 실시하여 신홍안보의 전이효과를 식량안보 중심으로 분석했다. 신홍안보와 SDGs가 병행된다는 가정 하에 신홍안보와 SDGs 간의 연계성을 평가하고, 식량안보와 연계성을 지닌 SDGs 별 세부 목표의 중요도 및 순위를 도출했다.

1) IGES, SDG Interlinkages Analysis & Visualisation Tool, <https://sdginterlinkages.iges.jp>.

3. 선행연구의 한계점

해외 선행연구들은 전 세계, 아시아, 유럽 등 연구 대상지의 범위가 넓었다. 이는 대상지별 비교가 용이하다는 장점이 있지만 각 나라의 상태를 구체적으로 분석하지 못하고 분석의 정확도가 떨어진다는 단점이 있다. 예를 들어, Pradhan et al.(2017)과 Kostetckaia and Hametner(2022)는 데이터의 가용성 문제로 인해 선진국과 개발도상국에서 수집한 데이터 개수의 편차가 매우 크다. Kroll et al.(2019)은 상관관계 분석에 적용하기에 다소 부족한 6개년(2010~2015) 데이터를 사용했다.

국내 선행연구들은 주로 특정 SDGs에 제한된 접근을 함으로써 전체 SDGs 사이의 연계성을 파악하는 시도가 미흡했다. 또한, 데이터를 활용한 양적연구가 부족한 상황이다(이창언·차영주, 2023).

2024년 10월에는 대통령 소속 지속가능발전 국가위원회가 출범하여, 지표 체계를 지속가능기본법 취지에 맞게 개편하고 이를 반영해 내년도 지속가능발전 국가기본전략을 수립할 계획이다.²⁾ 하지만 여기서도 SDGs의 상호작용을 파악하려는 움직임은 전무하다.

본 연구는 선행연구인 Zhou and Moinuddin(2019)의 체계를 상당 부분 따르지만, 다음과 같은 차별성이 있다. 첫째, 선행연구가 51개의 지표 데이터를 사용했던 것에 비해 저자는 약 2배인 96개의 지표 데이터를 활용함으로써 더 포괄적인 분석이 가능하다. 둘째, 선행연구는 9개 국가를 비교·분석하는데 중점을 뒀지만, 본 연구는 한 국가를 중점적으로 분석함에 따라 더욱 심층적인 고찰을 수행한다. 셋째, 선행연구는 네트워크 분석에 초점을 맞춰서 상관관계 분석의 해석을 소홀히 했다. 하지만 저자는 네트워크 분석뿐만 아니라 상관관계 분석의 해석도 충분히 고려한다. 이러한 두 가지 분석법을 동시에 사용하고 그 결과를 비교함으로써 서로의 단점을 보완하는 시너지 효과를 낼 수 있다.

2) 임경주, 2024.10.10., “지속가능발전 국가위원회 출범... 민간위원 26명 위촉,” 한국임업신문, <https://www.kfnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=1461>

Ⅲ. 자료 및 방법론

1. 연구 자료

SDGs는 ‘어느 누구도 소외되지 않는다(Leave No One Behind)’ 라는 원칙 하에 모든 지표가 성, 연령, 소득, 장애, 이주상태, 지역 등에 따라 세분화되어 제공할 것을 강조한다(UNSDG, 2024). 이에 기반하여 SDGs는 17개의 목표, 169개의 세부 목표, 247개의 지표로 구성된다.

통계청(2024)은 SDGs 247개 지표³⁾에 대한 국내 데이터를 시계열 형태로 제공함으로써 한국의 SDGs 추진 방향성에 대한 평가 기회를 제공한다. 본 연구에서는 통계청의 데이터를 활용하되, 상관관계 분석을 수행하기 위해 다음과 같은 두 가지 기준을 적용한 데이터 선별 작업을 수행했다.

- (1) 10개년 이상의 연속된 최신 데이터(격년 혹은 다년을 주기로 수집되는 데이터와 연간 데이터는 서로 비교분석 될 수 없음)
- (2) 적절한 데이터 분포(데이터가 같은 값으로 수년간 꾸준히 유지되거나 결측치가 많은 경우 상관관계가 발생하지 않음)

이를 고려하여, 96개 지표에 대한 13개년(2008~2020) 데이터를 선정한다 <표 1>. 그리고 각 지표 데이터가 지속가능성에 미치는 영향에 따라 양(+) 혹은 음(-)의 값을 부여한다.

<표 1> 선정된 SDGs 지표 데이터

지표	지표 내용	부호	지표	지표 내용	부호
1.3.1	사회보호제도 보장인구 비율	+	8.4.2	1인당 국내물질소비량	-
1.4.1	기초 식수 및 위생시설 보급률	+	8.5.1	근로자의 평균 시간당 임금	+
1.5.1	자연재난으로 인한 인명 피해	-	8.5.2	실업률	-
1.5.2	자연재난으로 인한 재산 피해	-	8.8.1	산업 재해 건수	-

3) 2024년 7월 16일 기준, 247개의 지표 데이터는 이용 가능한 데이터 195개와 수집 중인 데이터 52개로 구성되어 있다 (<https://www.index.go.kr/sdg>).

1.a.1	수원국 GNI 대비 빈곤감소 ODA 총액 비율	+	8.10.1	시중은행 지점 수	+
2.1.1	영양부족인구 비율	-	8.a.1	무역원조 지불	+
2.1.2	식품안정성 확보가구 비율	+	9.1.2	승객 및 화물 운송량	+
2.2.1	5세 미만 발육부진 아동 비율	-	9.2.1	GDP 대비 제조업 부가가치 비율	+
2.2.2	5세 미만 영양불량 아동 비율	-	9.2.2	총 고용 대비 제조업 고용 비율	+
2.2.3	15-49세 여성 빈혈 유병률	-	9.4.1	부가가치 단위당 탄소 배출량	-
2.3.1	노동 단위당 생산량	+	9.5.1	GDP 대비 연구개발비 비율	+
2.3.2	소규모 식량생산자 평균소득	+	9.5.2	연구원 수	+
2.5.2	멸종위험 지역 품종의 비율	-	9.b.1	총 부가가치 대비 중고급기술산업 부가가치 비율	+
2.a.1	농업지향지수	+	10.4.1	GDP 대비 노동소득 비율	+
2.b.1	농업수출보조금	+	10.5.1	금융건전성지표	+
2.c.1	식품가격이상지표	+	10.7.4	난민 인정자	+
3.1.1	모성사망비	-	10.b.1	공여국별 개발재원 총액	+
3.2.1	5세 미만 사망률	-	11.5.1	재난의 직접적 피해를 입은 인구	-
3.2.2	신생아 사망률	-	11.5.2	재난으로 인한 글로벌 GDP 대비 직접적인 경제적 손실	-
3.3.1	HIV 신규 감염자수	-	11.6.1	폐기물 처리량	-
3.3.2	인구 10만 명당 결핵 발생	-	11.6.2	주요 도시의 미세먼지 농도	-
3.3.3	인구 1,000명당 말라리아 발생	-	11.7.1	공공 공간 면적	+
3.3.5	소외열대질환 발생	-	12.2.2	GDP당 국내물질소비량	-
3.4.1	심혈관계질환, 암, 당뇨, 만성호흡기 질환 사망률	-	12.3.1	음식물류 폐기물 발생량	-
3.4.2	자살률	-	12.5.1	재활용 비율	+
3.5.2	15세 이상 인구당 알코올 소비량	-	12.6.1	지속가능성 보고서 발간 기업 수	+
3.6.1	도로교통사고 사망자수	-	12.a.1	재생에너지 설비 용량	+
3.7.2	여성 청소년의 출산율	-	13.1.1	재난으로 인한 사망과 실종자 수	-
3.9.2	안전하지 않은 물과 하수처리, 부족한 위생시설로 인한 사망률	-	13.2.2	연간 온실가스 총 배출량	-
3.9.3	비의도적 중독 사망률	-	14.1.1	해양쓰레기 수거량	-
3.a.1	성인 흡연률	-	14.4.1	지속 가능한 어족자원 비율	+
3.c.1	보건의료인력수	+	14.5.1	해양 면적 대비 보호구역의 비율	+
4.2.2	유아교육 취원율	+	15.1.1	산림 면적	+
4.3.1	평생학습 참여율	+	15.1.2	보호지역이 적용되는 육상 및 담수 생물다양성 중요 지역 비율	+
5.2	여성과 여아에 대한 폭력	-	15.5.1	적색목록지수	+
5.5.1	국회의 여성 의석 비율	+	15.a.1	생물 다양성의 보존과 지속가능한 이용을 위한 ODA	+
5.5.2	여성 관리자 비율	+	16.1.1	고의에 의한 살인범죄 피해자수	-

6.1.1	안전한 식수 이용 인구	+	16.3.2	교정시설 수용자 중 형 미선고자	+
6.2.1	안전한 위생서비스 이용 인구	+	16.5.2	공무원에게 뇌물 요구를 받은 기업의 비율	-
6.3.1	안전하게 처리되는 가정 및 산업용 하·폐수 비율	+	17.1.1	GDP 중 정부 총수입 비율	+
6.4.1	물 이용 효율성 변화	+	17.1.2	정부예산 중 국내 세금으로 충당되는 비율	+
6.4.2	물 스트레스 수준	-	17.2.1	GNI 대비 ODA 비율	+
6.6.1	물 관련 생태계 규모의 변화	+	17.3.1	GNI 대비 해외직접투자 비율	+
7.2.1	최종 에너지 소비 중 재생에너지 비율	+	17.3.2	총 GDP 중 송금액 비율	+
7.3.1	에너지 집약도	-	17.6.1	초고속인터넷 가입률	+
7.b.1	재생에너지 설비 용량	+	17.8.1	인터넷 이용자 비율	+
8.1.1	1인당 실질 GDP 성장률	+	17.11.1	전 세계 수출에서 개도국 및 최빈개도국 비중	+
8.2.1	취업자 1인당 실질 GDP 성장률	+	17.13.1	거시경제 지표	+

2. 상호작용(상관관계) 분석

본 연구에서 언급되는 상호작용은 시너지와 상충관계를 의미한다. 이를 파악하기 위한 상관관계 분석으로는 주로 피어슨 상관분석(Pearson's correlation analysis)과 스피어만 순위 상관분석(Spearman's rank correlation analysis)이 사용된다. 피어슨 상관분석과 달리 스피어만 순위 상관분석은 비선형 관계에 대한 상관관계를 식별할 수 있으며 데이터의 순위를 매길 수 있는 경우 이산형 및 정렬된 데이터에 적용할 수 있다(Spearman, 1904; Hauke and Kossowski, 2011). 또한, 스피어만 순위 상관분석은 계산에 실제 데이터 값이 아닌 순위를 활용하여 상관계수를 도출한다. 그래서 이상치에 덜 민감하고 단조로운 관계의 강도를 포착할 수 있기에 피어슨 상관분석의 대안으로 사용된다(Conover, 1999).

이를 활용하여, 선행연구들은 WEF security(Putra, Pradhan and Kropp, 2020), 바이오경제 전략과 SDGs(Ronzon and Sanjuan, 2020), SDGs(Kostetckaia and Hametner, 2022) 사이의 상관관계를 분석한 바 있다.

본 연구에서도 스피어만 순위 상관분석을 이용하여 SDGs 지표 데이터들의 상관관계를 분석한다. 상관계수는 다음과 같은 방정식에 의해 산출된다.

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

r_s 는 스피어만 순위 상관 계수, d_i 는 짝 지어진 항목 사이의 순위 차이, n 은 데이터의 개수, s 와 i 는 각 데이터 쌍(Pair)이다.

계산된 상관계수의 범위는 -1에서 1 사이이며, 1에 가까울수록 긍정적인 상관관계(시너지), -1에 근접할수록 부정적인 상관관계(상충관계), 0에 인접할수록 상관관계가 없음을 의미한다(Myers, Well and Lorch Jr, 2013). 이를 구분하는 정확한 수치는 연구마다 다양하며, 본 연구에서는 선행연구(Pradhan et al., 2017; Kroll et al., 2019)의 기준처럼 다음과 같은 상관계수 기준을 따른다. 0.6 ~ 1: 시너지, -0.6 ~ -1: 상충관계, -0.6 ~ 0.6: 의미 없음. 게다가 P-value가 0.05 미만인 통계적으로 유의한 상관관계만 고려한다.

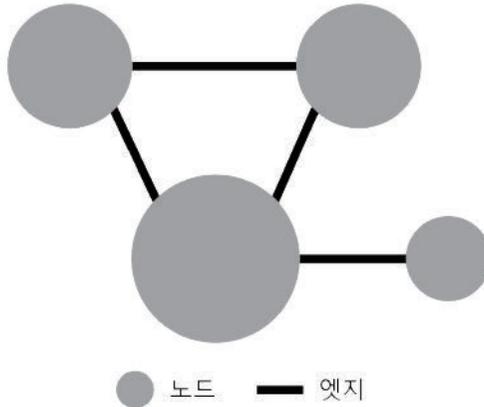
3. 네트워크 분석

네트워크 분석은 물체 사이의 관계, 그리고 이러한 관계의 해석과 패턴을 분석하는데 최적화된 방법론이다(Wasserman and Faust, 1994). 선행연구들은 약물 연구 프로그램의 공동체 개선 방법 논의(Cross, Laseter, Parker and Velasquez, 2006), 관광 명소에 대한 특성 분석(Liu, Huang and Fu, 2017), SDGs 사이의 상호작용 식별(Swain and Ranganathan, 2021), 건설 사업 관리(Zheng, Le, Chan, Hu and Li, 2016) 등 다양한 분야에서 이를 활용한 바 있다. 본 연구에서는 상관관계 분석으로 파악된 상호작용들의 연결 중심성을 분석하고자 네트워크 분석을 활용했다.

일반적으로 네트워크는 물체를 나타내는 노드(Node)와 한 쌍의 노드를 상호연결하는 엣지(Edge)로 구성된다. 엣지가 많이 연결된 만큼 노드의 크기가 거대해지며, 그만큼 그 노드의 영향력이 크다는 것을 의미한다(그림 1). 노드는 <표 1>에 있는 SDGs 지표 데이터를 의미하며, 엣지는 상관관계 분석으로 도출된 상호작용을 나타낸다. 네트워크 분석 결과는 시너지와 상충관계

를 구분하여 도출한다.

〈그림 1〉 네트워크 분석의 예시



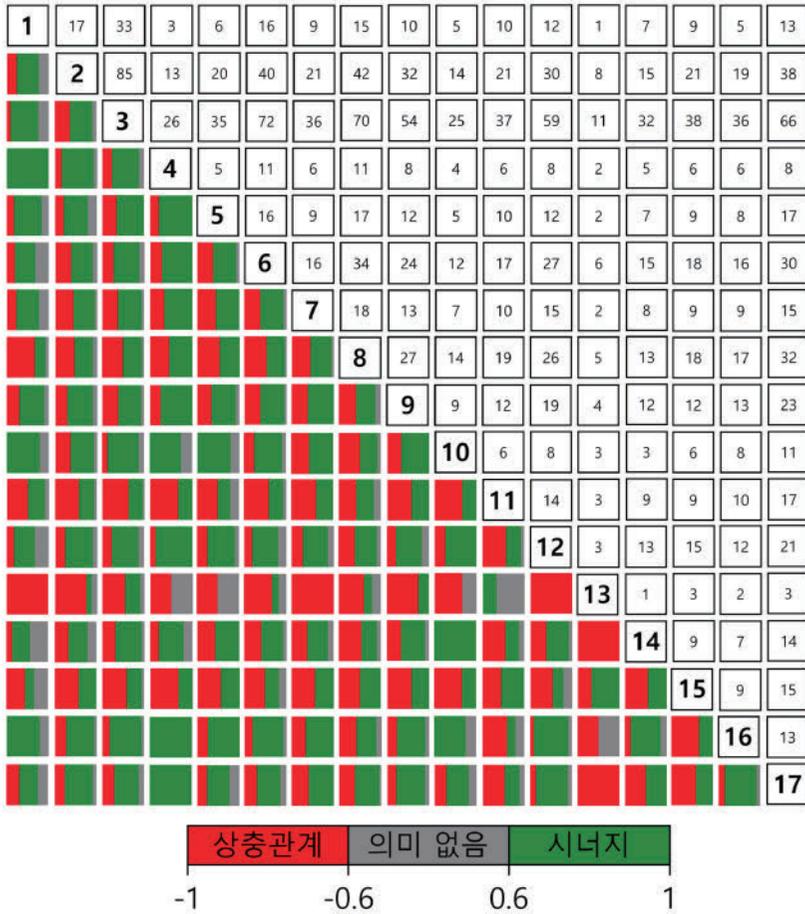
자료: Putra et al.(2020) 참고하여 재구성

IV. 분석 결과 및 논의

1. 상관관계 분석 결과

〈그림 2〉는 SDGs 지표 데이터 사이의 상관관계 분석 결과를 나타낸다. 대각선의 굵은 숫자는 17개의 SDGs이다. 이를 기준으로 대칭 구조를 이루고 있다. 아래쪽은 각 목표 사이의 상관관계(상충관계, 의미 없음, 시너지) 비중, 위쪽은 상관관계의 개수를 의미한다. 예를 들어, SDGs 1번과 4번의 상관관계는 3개이며 모두 시너지를 나타낸다.

〈그림 2〉 SDGs 사이의 상호작용



총 상관관계 계수는 2,240개이며 시너지 54.7%(1,226개), 상충관계 36.1%(809개), 의미 없음 9.2%(205개)의 비중을 보였다. 시너지 및 상충관계가 전체 상관관계의 90% 이상을 차지했는데, 이는 한국 SDGs가 서로 상호 연결되어 있음을 시사한다. 특히, 시너지가 과반수 이상을 점유하는 것은 각 SDGs 달성을 위한 노력이 전체 SDGs 달성에 긍정적인 영향을 끼칠 수 있음을 의미한다.

〈그림 3〉은 SDGs 사이의 상호작용 비중을 상충관계와 시너지로 구분하

여, 데이터 쌍 사이의 상관관계 비중이 높은 순서대로 순위를 매긴 것이다.

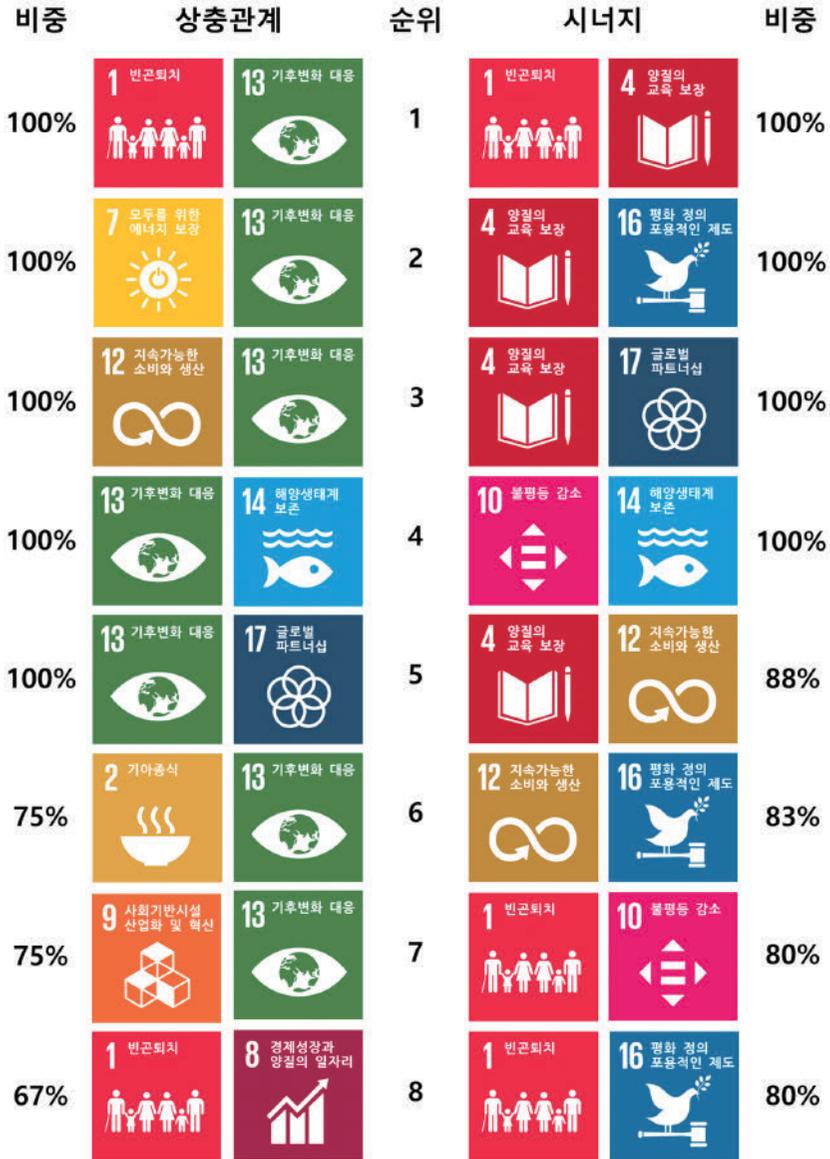
상충관계를 기준으로 SDGs 13번(기후변화 대응)이 상위 8개의 데이터 쌍 목록에서 7번 등장하는데, SDGs 1번(빈곤퇴치), 7번(모두를 위한 에너지 보장), 12번(지속가능한 소비와 생산), 14번(해양생태계 보존), 17번(글로벌 파트너십), 2번(기아종식), 9번(사회기반시설 산업화 및 혁신)과 통계적으로 75~100% 연관되어 있다. 이는 기후변화 대응 정책의 추진이 다른 SDGs 목표에 부정적인 영향을 미칠 수 있음을 시사한다.

예를 들어, 전기차의 상용화는 온실가스 및 오염물질 감축에 효과적이지만 배터리 폐기, 높은 비용, 원자재 수급 등으로 인해 환경 및 경제에 부정적인 영향을 초래할 수 있다(Halsnæs, Some and Pathak, 2024). ‘순환경제’와 관련된 정책의 도입 및 R&D 확대는 전기차 보급 확대에 의한 상충관계를 최소화할 수 있을 것이며(박성호·문무희, 2022), 기후변화 대응 정책의 도입 시 이러한 관점의 통합적 접근을 고려해야 한다.

시너지 측면에서는 SDGs 4번(양질의 교육 보장)이 상위 8개의 데이터 쌍 목록에서 4번 등장하며, 1번(빈곤퇴치), 12번(지속가능한 소비와 생산), 16번(평화 정의 포용적인 제도), 17번(글로벌 파트너십)의 개선과 통계적으로 88~100% 관련되어 있다. 양질의 교육을 보장함으로써 다른 SDGs 목표에 긍정적인 영향을 끼칠 수 있는 것이다.

교육은 전체 SDGs 달성을 위한 중요한 도구로 작용하며, 시민들의 역량 및 인식 강화를 통해 건강, 경제적 기회, 환경 개선 등 다양한 분야에서 긍정적인 영향을 미친다(Tonegawa, 2022). 특히 이는 12번(지속가능한 소비와 생산)에 중요한 역할을 하는데, 교육을 통해 환경 인식이 증진되고 지속 가능한 행동이 촉진되기 때문이다(Saini, Sengupta, Singh, Singh and Singh, 2023).

〈그림 3〉 SDGs 상호작용에 따른 비중 순위

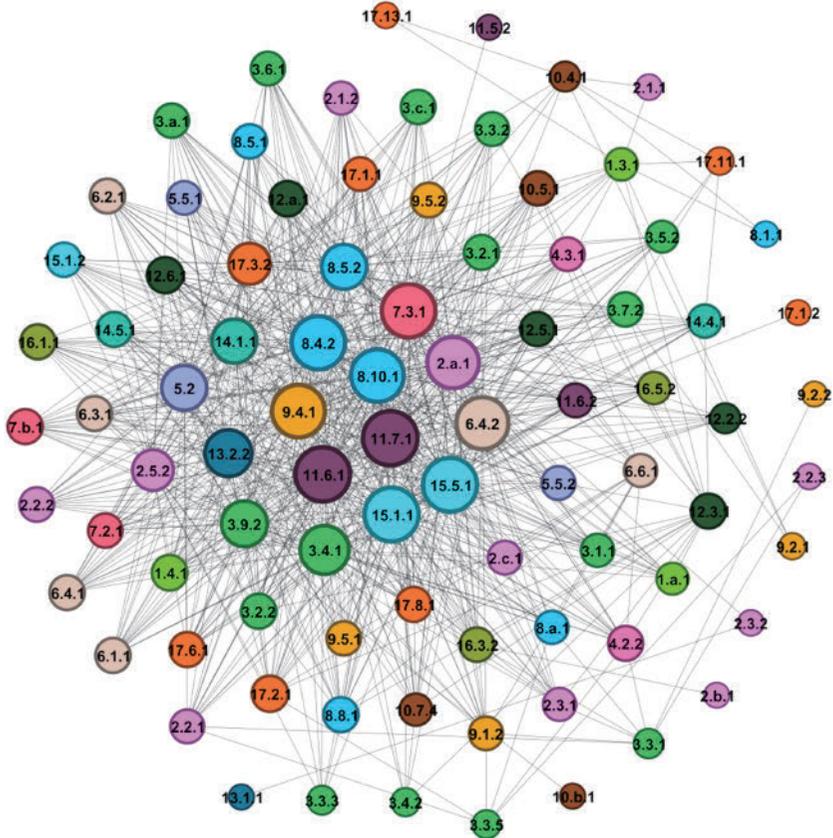


2. 네트워크 분석 결과

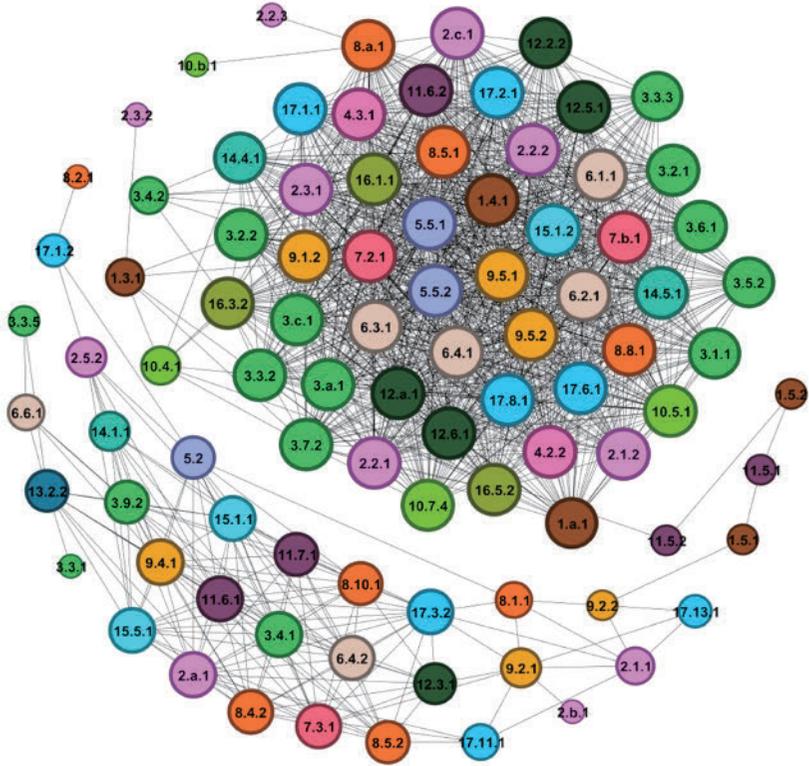
〈그림 4〉와 〈그림 5〉는 각각 상충관계와 시너지의 네트워크 분석 결과를 나

타낸다. SDGs의 개수에 따라 각 노드의 색상을 17개로 구분했으며, 연결된 엣지가 많을수록 노드의 크기가 크다. 즉, 노드의 크기와 영향력은 비례하는 관계에 있다. 상관관계 분석의 결과를 반영하듯 상충관계 네트워크보다 시너지 네트워크의 연결망이 더 촘촘했고, 크기가 큰 노드의 개수도 더 많았다.

〈그림 4〉 상충관계 네트워크



〈그림 5〉 시너지 네트워크



상호작용 네트워크에서 영향력이 가장 높은(엣지가 많이 연결된) 상위 11개 지표는 <표 2>와 같다. 상충관계와 시너지를 통틀어서 7번(모두를 위한 에너지 보장), 8번(경제성장과 양질의 일자리), 9번(사회기반시설 산업화 및 혁신), 15번(육상생태계 보호)에 해당하는 지표들이 가장 영향력 있는 것으로 분석됐다.

SDGs 7번(모두를 위한 에너지 보장)의 신재생에너지 관련 지표인 7.2.1(재생에너지 비중) 및 7.b.1(재생에너지 용량)의 증가가 다른 SDGs에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 재생에너지의 확대가 온실가스 배출 감소로 기후변화 완화(SDGs 13번; Jacobson et al., 2017), 화석 연료 사용의 축소로 생태계 및 생물다양성 보호(SDGs 15번; IRENA, 2019), 안정적이고

지속 가능한 에너지 공급으로 경제 발전에 기여(SDGs 8번; Chen et al., 2022), 신재생에너지 기술 혁신으로 새로운 산업과 일자리 창출(SDGs 9번; Nerini et al., 2018) 등의 효과가 있기 때문이다. Ember(2024)에 따르면, 2023년을 기준으로 전 세계 전력 발전원에서 재생에너지는 30.3%, 태양광 및 풍력은 13.4%를 차지했다. 하지만 같은 시기에 태양광 및 풍력은 한국의 전력 생산 비중에서 5% 미만을 차지했다. 이는 세계 평균의 절반에도 못 미치며 일본(12%)과 중국(16%)보다도 못한 수준이다. 또한, 주요 20개국(G20) 중에서 러시아를 제외하고 2030년까지 계획한 재생에너지 발전 목표가 가장 낮았다. 따라서 한국은 정부와 기업이 협력하여 재생에너지 확대를 위한 정책·기술적 노력을 강화해야 한다.

〈표 2〉 상호작용 네트워크의 상위 11개 지표

상충관계			시너지		
목표	지표	옛지 개수	목표	지표	옛지 개수
11	11.6.1	50	15	15.1.2	49
11	11.7.1	50	5	5.5.1	49
15	15.1.1	49	5	5.5.2	49
15	15.5.1	49	7	7.2.1	49
7	7.3.1	48	7	7.b.1	48
8	8.4.2	48	14	14.5.1	48
8	8.10.1	47	16	16.1.1	48
9	9.4.1	47	1	1.4.1	48
6	6.4.2	46	8	8.8.1	47
2	2.a.1	45	9	9.5.1	47
3	3.4.1	40	9	9.5.2	47

SDGs 8번(경제성장과 양질의 일자리)의 지표인 8.4.2(1인당 국내물질소비량)의 감소가 다른 SDGs와 긍정적인 관계에 있는 것으로 분석됐다. 이는 자원 효율성 증가로 온실가스 배출 감소(SDGs 13번; Caglar, Daştan and Rej, 2024; Namahoro, Qiaosheng and Hui, 2024), 자원 낭비를 줄임으로써 지속 가능한 소비와 생산 패턴 촉진(SDGs, 12번; Dong, Hochman, Zhang,

Sun, Li and Liao, 2018), 자원 채취와 소비 감소로 생태계 보존 및 생물 다양성 보호(SDGs 15번; Ceballos, Ehrlich, Barnosky, García, Pringle and Palmer, 2015), 해양 유입 오염물질을 줄여 해양 생태계 보호에 기여(SDGs 14번; Willis et al., 2022) 등의 요인에서 기인한다. 한국의 총 국내물질소비량과 1인당 국내물질소비량은 꾸준히 증가하는 추세이며, 코로나19와 러-우 전쟁의 여파로 저성장 기조가 이어짐에 따라 효율적인 자원 사용의 중요성은 더욱 주목받는다.

SDGs 9번(경제성장과 양질의 일자리)의 R&D 관련 지표인 9.5.1(GDP 대비 연구개발비 비율)과 9.5.2(연구원 수)이 증가함으로써 다른 SDGs에 긍정적인 효과를 보이는 것으로 나타났다. 이는 R&D 투자에 대한 증가가 고용 창출·노동생산성·제조업 생산성 향상(SDGs 8번; 김명규·임병인·김성태, 2023; 박승규·김의준, 2012; 주남균·홍우형, 2019), 수질 및 위생 환경 개선(SDGs 6번; Amin, Alazba and Manzoor, 2014), 신재생에너지 발전으로 기후변화 완화(SDGs 13번; 김성태·조경엽·이상돈·임병인, 2011), 생태계 복원 및 보전 기술 개발로 생물다양성 보호(SDGs 15번; Martinez et al., 2020) 등의 효과가 있기 때문이다. 이런 효과에도 불구하고 정부는 2024년 R&D 예산을 약 15% 삭감한 바 있다.⁴⁾ 이로 인해 대학, 정부 출연 연구기관, 기업 등 연구 현장에 엄청난 혼란을 일으켰고 많은 연구자들에게 큰 피해를 입혔다. 2025년 R&D 예산은 2023년 수준으로 되돌려 2024년에 비해 증액했지만 물가상승률을 감안하면 사실상 2023년 보다 감소된 금액이다. 또한, 이러한 여파를 겪은터라 학생 및 연구자들의 불안감을 키우고 있다. 효율·안정적인 예산 편성과 R&D 발전이 균형을 이룰 때 우리나라 과학기술의 발전을 기대할 수 있을 것이며, SDGs 달성에도 도움이 될 수 있을 것이다.

SDGs 15번(육상 생태계 보호)의 지표인 15.1.2(생물다양성 지역 비율)의 향상이 다른 SDGs와 긍정적인 관계에 있는 것으로 분석됐다. 생물다양성의 증가는 건강한 생태계의 자원(식량, 물, 연료 등) 제공으로 빈곤 감소(SDGs 1

4) 박해평, 2023.12.22., “출연연협의회, “R&D예산 15% 삭감…심각한 우려”, KBS뉴스, <https://news.kbs.co.kr/news/pc/view/view.do?ncd=7849114>

변; Mace, Norris and Fitter, 2012), 유전적 다양성으로 병충해와 기후 변화에 대한 저항력 강화 및 농업 생산성·회복력 상승(SDGs 2번; Tilman, Balzer, Hill and Befort, 2011), 다양한 생물 종에서 얻는 천연 성분으로 의약품 개발에 중요한 자원 제공(SDGs 3번; Newman and Cragg, 2016), 습지 및 산림의 자연적인 수질 정화 시스템 작용(SDGs 6번; Dudgeon et al., 2006) 등의 영향을 미치기 때문이다.

특이하게도, 생태계 측면의 중요 요소인 15.1.1(산림 면적)과 15.5.1(적색 목록지수)이 다른 SDGs와 부정적인 관계에 있는 것으로 나타났다. 산림 면적과 적색목록지수(종의 멸종 위험성)의 감소가 경제 활동을 위한 토지를 제공하고(Nguyen, Nguyen and Tran, 2023), 농업 용지를 확대하여 식량 생산을 증가시킬 수 있기 때문이다(Gibbs et al., 2010). 하지만 이는 단기적인 관점에서 경제성장과 빈곤 감소에 기여하는 것이며(Kumar, Kumar and Saikia, 2022), 장기적으로는 지속 가능한 발전을 저해하고, 기후 변화, 생태계 서비스 손실, 생물다양성 감소 등 심각한 환경 문제를 초래할 수 있다(Kunte and Bhat, 2024). 이러한 상충관계를 해결하기 위해서는 지속 가능한 자원 관리와 환경 보호를 고려한 제도, 그리고 장기적 안목의 환경정책이 필요하다.

V. 결론

통계개발원(2024)이 분석한 한국의 SDGs 이행 현황에 따르면, 코로나19, 지역 분쟁, 기후 변화 등 글로벌 위기가 한국 사회에 직간접적이고 중장기적으로 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 정부, 기업, 시민사회, 국제기구 등 다양한 차원에서 대응 노력이 이루어지고 있으나, 성별, 연령별, 지역별 격차가 여전히 존재하며, 기후 위기 대응과 생물다양성 보전을 위한 노력이 충분치 않다. 최근 10년간 한국은 다양한 SDGs 지표에서 개선된 성과를 보였지만, OECD 회원국과 비교했을 때, 성평등, 기후, 생태계 관련 지표에서 여

전히 낮은 순위를 기록하고 있어, 글로벌 SDGs 목표 달성을 위해 더욱 신속하고 강력한 노력이 필요한 상황이다.

본 연구에서는 한국의 SDGs 이행 과정에서 나타나는 지표 간 상호작용을 분석하여, 각 지표가 서로 어떻게 연관되어 있는지를 체계적으로 평가했다. 상관관계 및 네트워크 분석 결과, SDGs 간에는 긍정적 시너지 효과가 주를 이루었으나, 일부 목표에서는 상충관계가 발생하여 목표 달성에 부정적인 영향을 미칠 가능성도 확인되었다.

특히, 기후변화 대응(SDGs 13번) 같은 특정 목표가 다른 목표와 상충관계를 형성하고 있음을 발견했으며, 이는 단기적인 경제적 이익이 장기적인 지속가능성에 부정적 영향을 미칠 수 있음을 시사한다. 반면, 양질의 교육 보장(SDG 4)과 같은 목표는 다른 여러 목표에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 교육이 SDGs 달성에 중요한 역할을 한다는 점을 강조한다.

이러한 분석 결과는 SDGs 달성을 위한 정책 설계 시, 목표 간의 상호작용을 종합적으로 고려해야 함을 시사한다. 본 연구에서 도출된 SDGs 사이의 상충관계를 최소화하고 시너지 효과를 극대화하는 통합적 접근이 필요하며, 이를 통해 한국이 SDGs 목표 달성을 보다 효율적으로 달성할 수 있을 것이다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 첫 번째, 상관관계 기반의 분석을 적용하여 지표들 간의 인과관계를 파악하지 못했다. 추후 연구에서는 연립방정식 혹은 구조방정식 모형 등의 방법론을 통해 지표 사이의 인과관계를 분석한다면 더욱 논리적인 분석이 가능할 것이다. 두 번째, 데이터의 가용성 문제로 모든 SDGs 지표를 고려하지 못했다. 후속 연구에서는 미고려 지표를 데이터가 충분히 구축된 비슷한 지표 혹은 비슷한 의미를 나타낸 지표로 대체함으로써 이 문제를 보완해야 한다.

결론적으로, 한국이 지속 가능한 발전을 이루기 위해서는 개별 목표에 대한 집중적인 노력뿐만 아니라, 목표 간 상호작용을 고려한 정책적 통합과 협력이 필수적임을 본 연구는 강조한다. 이를 통해 한국은 글로벌 SDGs 달성에 기여하고, 국내에서도 보다 균형 잡힌 지속 가능한 발전을 이룰 수 있을 것이다.

■ 참고문헌 ■

- 고영진·홍민아·김지원·송철호·박수경·김래현·최은호·이우균, 2020, “주요 산림정책 및 계획과 국가 지속가능발전목표 간의 연계성 분석,” 『한국기후변화학회지』, 11(6-1), pp.583-596.
- 김명규·임병인·김성태, 2023, “정부 R&D투자의 고용 창출 및 노동생산성 효과 분석,” 『한국경제연구』, 41(2), pp.35-66.
- 김성태·조경엽·이상돈·임병인, 2011, “녹색성장전략 달성을 위한 산업별 R&D 투자의 경제적 성과분석,” 『한국경제연구』, 29(2), pp.5-50.
- 박성호·문무희, 2022, “폐배터리를 재활용한 자원순환형 제품의 표준화 및 순환경제 기반 조성,” 『환경경영연구』, 14, pp.31-49.
- 박승규·김의준, 2012, “제조업 성장에 대한 R&D 투자의 경제적 기여도 분석,” 『지역연구』, 28(1), pp.81-95.
- 박해평, 2023.12.22., “출연연명의회, “R&D예산 15% 삭감…심각한 우려,” KBS뉴스, <https://news.kbs.co.kr/news/pc/view/view.do?ncd=7849114>
- 서혜윤·최은호, 2022, “국가 지속가능발전목표(K-SDGs)의 시너지 및 상충 관계 분석: 목표 15(육상 생태계 보전)를 중심으로,” 『한국기후변화학회지』, 13(2), pp.189-200.
- 이다선·지성태, 2023, “식량안보 중심의 신흥안보와 지속가능발전목표(SDGs) 간 연계성 분석,” 『국가안보와 전략』, 23(2), pp.37-71.
- 이창언·차영주, 2023, “한국 SDGs 연구 동향에 대한 체계적 고찰,” 『로컬리티 인문학』, 30, pp.207-242.
- 임경주, 2024.10.10., “지속가능발전 국가위원회 출범...민간위원 26명 위촉,” 한국임업신문, <https://www.kfnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=1461>
- 주남균·홍우형, 2019, “국내 상장기업 R&D 투자의 고용효과에 관한 실증연구,” 『응용경제』, 21(3), pp.97-123.
- 통계개발원, 2024, 『한국의 SDG 이행보고서 2024』, 대전: 통계청.
- 통계청, 2024, <https://www.index.go.kr/sdg>.
- 홍한움·김호석·강선아·강지은, 2021, “지속가능발전목표 이행 방안 마련 연구,” 세종: 한국환경연구원.
- Allen, C., G. Metternicht, and T. Wiedmann, 2018, “Initial progress in implementing the Sustainable Development Goals (SDGs): A review of evidence from countries,” *Sustainability science*, 13, pp.1453-1467.
- Aly, E., S. Elsawah, and M.J. Ryan, 2022, “A review and catalogue to the use of models in enabling the achievement of sustainable development goals (SDG),” *Journal of cleaner production*, 340, p.130803.
- Amin, M.T., A.A. Alazba, and U. Manzoor, 2014, “A review of removal of pollutants

- from water/wastewater using different types of nanomaterials," *Advances in materials science and engineering*, 2014(1), p.825910.
- Caglar, A.E., M. Daştan, and S. Rej, 2024. "A new look at China's environmental quality: how does environmental sustainability respond to the asymmetrical behavior of the competitive industrial sector?," *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 31(1), pp.16-28.
- Ceballos, G., P.R. Ehrlich, A.D. Barnosky, A. García, R.M. Pringle, and T.M. Palmer, 2015, "Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction," *Science advances*, 1(5), p.1400253.
- Chen, J., F. Su, V. Jain, A. Salman, M.I. Tabash, A.M. Haddad, E. Zabalawi, A.A. Abdalla, and M.S. Shabbir, 2022, "Does renewable energy matter to achieve sustainable development goals? The impact of renewable energy strategies on sustainable economic growth," *Frontiers in Energy Research*, 10, p.829252.
- Conover, W. J., 1999, *Practical Non-parametric Statistics*, New York: John Wiley & Sons.
- Cross, R., T. Laseter, A. Parker, and G. Velasquez, 2006, "Using social network analysis to improve communities of practice," *California Management Review*, 49(1), pp.32-60.
- Dong, K., G. Hochman, Y. Zhang, R. Sun, H. Li, and H. Liao, 2018, "CO2 emissions, economic and population growth, and renewable energy: empirical evidence across regions," *Energy Economics*, 75, pp.180-192.
- Dudgeon, D., A.H. Arthington, M.O. Gessner, Z.I. Kawabata, D.J. Knowler, C. Lévêque, R.J. Naiman, A.H. Prieur-Richard, D. Soto, M.L. Stiassny, and C.A. Sullivan, 2006, "Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges," *Biological reviews*, 81(2), pp.163-182.
- Ember, 2024, *Global Electricity Review 2024*, Ember: London.
- Gibbs, H.K., A.S. Ruesch, F. Achard, M.K. Clayton, P. Holmgren, N. Ramankutty, and J.A. Foley, 2010, "Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(38), pp.16732-16737.
- Halsnæs, K., S. Some, and M. Pathak, 2024, "Beyond synergies: understanding SDG trade-offs, equity and implementation challenges of sectoral climate change mitigation options," *Sustainability Science*, 19(1), pp.35-49.
- Hauke, J. and T. Kossowski, 2011, "Comparison of values of Pearson's and Spearman's correlation coefficients on the same sets of data," *Quaestiones*

geographicae, 30(2), pp.87-93.

- IGES, SDG Interlinkages Analysis & Visualisation Tool, <https://sdginterlinkages.iges.jp>.
- IRENA, 2019, *Global Energy Transformation: A Roadmap to 2050*, IRENA: Abu Dhabi.
- Jacobson, M.Z., M.A. Delucchi, Z.A. Bauer, S.C. Goodman, W.E. Chapman, M.A. Cameron, C. Bozonnat, L. Chobadi, H.A. Clonts, P. Enevoldsen, and J.R. Erwin, 2017, "100% clean and renewable wind, water, and sunlight all-sector energy roadmaps for 139 countries of the world," *Joule*, 1(1), pp.108-121.
- Kostetckaia, M. and M. Hametner, 2022, "How sustainable development goals interlinkages influence European Union countries' progress towards the 2030 agenda," *Sustainable Development*, 30(5), pp.916-926.
- Kroll, C., A. Warchold, and P. Pradhan, 2019, "Sustainable Development Goals (SDGs): Are we successful in turning trade-offs into synergies?," *Palgrave Communications*, 5(1).
- Kumar, R., A. Kumar, and P. Saikia, 2022, "Deforestation and forests degradation impacts on the environment," In *Environmental Degradation: Challenges and Strategies for Mitigation*, pp.19-46, Cham: Springer International Publishing.
- Kunte, G. and V. Bhat, 2024, "Deforestation, climate change and the sustainability of agriculture: A review," *Journal of Resources and Ecology*, 15(1), pp.140-150.
- Liu, B., S.S. Huang, and H. Fu, 2017, "An application of network analysis on tourist attractions: The case of Xinjiang, China," *Tourism Management*, 58, pp.132-141.
- Mace, G.M., K. Norris, and A.H. Fitter, 2012, "Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship," *Trends in ecology & evolution*, 27(1), pp.19-26.
- Martinez, B., J.K. Reaser, A. Dehgan, B. Zamft, D. Baisch, C. McCormick, A.J. Giordano, R. Aicher, and S. Selbe, 2020, "Technology innovation: advancing capacities for the early detection of and rapid response to invasive species," *Biological Invasions*, 22(1), pp.75-100.
- Myers, J. L., A.D. Well, and R.F. Lorch Jr, 2013, *Research Design and Statistical Analysis*, 3rd Edn. New York: Routledge.
- Namahoro, J.P., W. Qiaosheng, and S. Hui, 2024, "The impact of domestic materials and renewable energy consumption towards environmental sustainability: evidence from green growth policy across regional and global levels," *Environment, Development and Sustainability*, pp.1-23.
- Nerini, F., J. Tomei, L.S. To, I. Bisaga, P. Parikh, M. Black, A. Borrion, C. Spataru, V.

- Castán Broto, G. Anandarajah, and B. Milligan, 2018, "Mapping synergies and trade-offs between energy and the Sustainable Development Goals," *Nature Energy*, 3(1), pp.10-15.
- Newman, D.J. and G.M. Cragg, 2016, "Natural products as sources of new drugs from 1981 to 2014," *Journal of natural products*, 79(3), pp.629-661.
- Nguyen, C.P., B.Q. Nguyen, and D.T.L. Tran, 2023, "Over two decades of severe deforestation: an economic perspective of tourism development," *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 13(1), pp.83-104.
- Pradhan, P., L. Costa, D. Rybski, W. Lucht, and J.P. Kropp, 2017, "A systematic study of sustainable development goal (SDG) interactions," *Earth's Future*, 5(11), pp.1169-1179.
- Putra, M.P.I.F., P. Pradhan, and J.P. Kropp, 2020, "A systematic analysis of Water-Energy-Food security nexus: A South Asian case study," *Science of The Total Environment*, 728, pp.138451.
- Ronzon, T. and A.I. Sanjuán, 2020, "Friends or foes? A compatibility assessment of bioeconomy-related Sustainable Development Goals for European policy coherence," *Journal of Cleaner Production*, 254, pp.119832.
- Sachs, J. D., G. Lafortune, and G. Fuller, 2024, "The SDGs and the UN Summit of the Future. Sustainable Development Report 2024," Paris: SDSN, Dublin: Dublin University Press.
- Saini, M., E. Sengupta, M. Singh, H. Singh, and J. Singh, 2023, "Sustainable Development Goal for Quality Education (SDG 4): A study on SDG 4 to extract the pattern of association among the indicators of SDG 4 employing a genetic algorithm," *Education and Information Technologies*, 28(2), pp.2031-2069.
- Schleicher, J., M. Schaafsma, and B. Vira, 2018, "Will the Sustainable Development Goals address the links between poverty and the natural environment?," *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 34, pp.43-47.
- Spearman, C., 1904, "The proof and measurement of association between two things," *American Journal of Psychology*, 15, pp.72-101.
- Swain, R.B. and S. Ranganathan, 2021, "Modeling interlinkages between sustainable development goals using network analysis," *World Development*, 138, p.105136.
- Tilman, D., C. Balzer, J. Hill, and B.L. Befort, 2011, "Global food demand and the sustainable intensification of agriculture," *Proceedings of the national academy of sciences*, 108(50), pp.20260-20264.

- Tonegawa, Y., 2022, "Education in SDGs: What is Inclusive and Equitable Quality Education?," *Sustainable Development Disciplines for Humanity: Breaking Down the 5Ps—People, Planet, Prosperity, Peace, and Partnerships* (pp. 55-70), Singapore: Springer Nature Singapore.
- United Nations, 2024, *The sustainable development goals report 2024*, New York: author.
- United Nations General Assembly, 2015, "Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development, outcome document of the United Nations summit for the adoption of the post-2015 agenda," RES/A/70/L.1, United Nations, New York.
- UNSDG, 2024, <https://unsdg.un.org>.
- Wasserman, S., and K. Faust, 1994, *Social Network Analysis: Methods and Applications*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Willis, K.A., C. Serra-Gonçalves, K. Richardson, Q.A. Schuyler, H. Pedersen, K. Anderson, J.S. Stark, J. Vince, B.D. Hardesty, C. Wilcox, and B.F. Nowak, 2022, "Cleaner seas: reducing marine pollution," *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 32(1), pp.145-160.
- Zheng, X., Y. Le, A.P. Chan, Y. Hu, and Y. Li, 2016, "Review of the application of social network analysis (SNA) in construction project management research," *International journal of project management*, 34(7), pp.1214-1225.
- Zhou, X. and M. Moinuddin, 2019, *Sustainable Development Goals Interlinkages and Network Analysis: A Practical Tool for SDG Integration and Policy Coherence*, Hayama: IGES.

안대환: 일본 교토대학교에서 환경정책학 박사학위를 취득하고, 현재 강원연구원 미래 산업팀에서 연구원으로 재직 중이다. 관심 연구 분야는 WEF nexus, 기후변화, 지속가능발전 등이다(zzank1900@naver.com).

투 고 일: 2024년 08월 14일
심 사 일: 2024년 10월 23일
게재확정일: 2025년 03월 19일