일반연구 2023-07

해양 지속가능성 평가체계 구축 연구

A Study on Sustainability Assessment System for the Ocean

최희정 · 김미주 · 김찬웅 · 임종서

KMI 한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

일반연구 2023-07

해양 지속가능성 평가체계 구축 연구

A Study on Sustainability Assessment System for the Ocean

최희정 · 김미주 · 김찬웅 · 임종서

KMI 한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

저자	**최희정, 김미주, 김찬웅, 임종서**
내부연구진	연구책임자 최희정 한국해양수산개발원 해양연구본부 연구위원 공동연구원 김미주 한국해양수산개발원 해양연구본부 전문연구원 공동연구원 김찬웅 한국해양수산개발원 해양연구본부 전문연구원
외부연구진	공동연구원 임종서 국가녹색기술연구소 선임연구원

연구기간	2023. 1. 1. ~ 2023. 10. 31.

보고서 집필내역

연구책임자	최희정 연구총괄, 제1장, 제2장 제1절~제4절, 제3장 제1절, 제4장, 제5장
내부연구진	김미주 제3장 제1절~제3절 김찬웅 제2장 제3절, 제3장 제1절~제3절
외부연구진	임종서 제2장 제1절, 제3장 제1절~제2절

발간사

지속가능성은 "미래 세대가 자신의 필요를 충족시킬 수 있는 능력을 손상시키지 않으면서 현재의 필요를 충족시키는 것"으로 정의된다. 지속가능성은 환경, 사회, 경제 문제를 통합하여 다양한 분야의 사람들 간 대화의 기회를 제공하며, 더 나은 미래를 위한 핵심 개념이다. 2015년 유엔은 지속가능한 발전을 위한 2030 의제를 채택했고, 가장 잘 알려진 것은 17개의 지속가능발전목표(SDGs)이다. SDGs는 우리의 진전을 평가하는 효과적인 방법이자 우리의 행동을 더 나은 수준으로 개선할 수 있는 수단이다. SDGs는 지속적으로 모니터링 되어 왔으며 국가 차원의 지속가능성에 대해 이해할 수 있는 정보를 제공한다.

해양 공간은 지구의 생명을 지탱하는 데 중요한 역할을 할 뿐만 아니라 인간 문명의 발전에 지대한 기여를 해왔다. 이는 UN이 SDGs에 해양(SDGs 14)을 포함시킨 이유일 것이다. 그러나 애석하게도 해양은 인류의 활동으로 인한 환경 오염과 생태계 파괴, 바다생물 서식지 감소 등으로 환경·생태적 가치가 크게 훼손되고 있다. 나아가 해양은 지구 온난화로 이전보다 더욱 강력한 폭염, 폭우, 폭풍 등 자연재해의 중심에 있게 되었다. 해양이 주는 혜택과 인간의 웰빙은 밀접한 관계에 있으나, 인류의 활동은 해양 생태계에 부정적 영향을 미치고 있다. 따라서 해양의 지속가능한 발전을 위해 해양의 지속가능성을 환경·사회·경제 측면에서 통합적으로 진단하는 것이 필요하다.

그동안 지속가능성을 측정하기 위한 도구와 방법이 전 세계적으로 다양하게 개발되었다. 해양을 대상으로 한 지속가능성 평가는 환경, 사회, 경제 영역을 독립적으로 또는 부분적으로 고려하였고, 3가지 요소를 통합적으로 다루는 지속가능성평가 도구는 거의 없었다. 이에 이 연구는 해양의 지속가능성에 대한 평가체계를 구축하기 위한 연구로, 국가 차원에서의 평가와 전 세계적인 고민을 함께 고려하여 해양의 지속가능성을 유지·강화하는 데 기반이 될 것으로 사료된다.

연구책임을 맡은 해양연구본부의 최희정 연구위원과 김미주 전문연구원, 김찬웅 전문연구원, 국가녹색기술연구소 임종서 선임연구원 등 연구진께 깊은 감사를 표한다. 아울러 이 보고서의 심사를 맡아 연구의 완성도를 높여 준 우리 원 최지연 해양연구본부장과 조언을 아끼지 않은 내외부 심의위원분들에게 필자를 대신하여 감사드린다.

2023년 12월
한국해양수산개발원
원장 김 종 덕

목차

정책 제안 _ i

요약 _iii

Executive Summary _ix

01 **서론 _1**

제1절 연구 배경 및 목적 1
1. 연구 배경 1
2. 연구 필요성 3
3. 연구 목적 5

제2절 연구 내용 및 방법 6
1. 연구 내용 6
2. 연구 방법 7

제3절 선행 연구 검토 10
1. 선행 연구 10
2. 선행 연구와 차별성 14

02 **이론적 배경 및 국내 현황 _17**

제1절 지속가능성 담론 18
1. 지속가능성 논의 배경 18
2. 지속가능한 경제 이론 24
3. 지속가능성 평가 30

제2절 해양의 지속가능성 37
1. 해양의 지속가능성 논의 동향 37
2. 해양의 건강성 46
3. 해양과 지구 위험 한계선 55

4. 해양-인간 상호작용 59
제3절 해양의 지속가능성 국내 정책 현황 66
1. 국내 지속가능발전 정책 66
2. 해양 지속가능발전 정책 71
제4절 소결 81

03 해양 지속가능성 평가 사례 _83
제1절 해양 지속가능성 평가 방법 개발 사례 84
1. 해양건강성지수 84
2. 참발전지표 89
3. 해양 생태계 서비스 지표 96
4. 녹색 성장 지표 107
제2절 해양 지속가능성 평가 활용·적용 사례 115
1. 발트해 해양 생태계 건강성 평가 115
2. 유럽 GES 평가 118
3. NOAA 지역사회취약성지표 128
4. Greenland 도넛 경제와 생태계 서비스 평가 131
제3절 해양 지속가능성 평가 시사점 134

04 해양 지속가능성 개념 및 평가체계 구축 _139
제1절 해양 지속가능성 개념 140
제2절 해양 지속가능성 평가체계 구축 방향 142
1. 해양 지속가능성 평가체계 개발 방향 142
2. 해양 지속가능성 평가체계 구축 144
제3절 해양 지속가능성 평가 지표 147
1. 해양 지속가능성 평가 지표 구조 및 지표 도출 방법 147
2. 해양 지속가능성 평가를 위한 지표 요건 150
3. 해양 지속가능성 평가 지표 구조 153

4. 해양 지속가능성 부문별 평가 지표 및 데이터 154

05 결론 및 제언 _167

제1절 연구 결과 요약 167

제2절 향후 계획 및 정책 제언 170

1. 후속 연구 170

2. 정책 제언 171

3. 추진 로드맵 및 기대 효과 174

참고문헌 _177

부록 _191

표 목차

〈표 1-1〉 주요 선행연구와 본 연구의 차별성 ····· 15
〈표 2-1〉 SDGs의 구성 요소 분류 ····· 20
〈표 2-2〉 약한 지속가능성과 강한 지속가능성 ····· 23
〈표 2-3〉 사회적 기초와 결핍지표·데이터 ····· 28
〈표 2-4〉 생태적 한계와 인간의 초과 수준 ····· 29
〈표 2-5〉 SD 지수별 표준화, 가중치, 집계와 관련된 방법 ····· 36
〈표 2-6〉 7단계 해양 건강성 관리 절차 ····· 54
〈표 2-7〉 지구 시스템을 유지하는 9가지 영역별 프로세스 ····· 56
〈표 2-8〉 해양을 고려한 지구 위험 한계와 변수 ····· 58
〈표 2-9〉 SDGs 세부 목표 간 상호 작용 ····· 60
〈표 2-10〉 SDGs 14와 타 목표 간 중요 상호 작용 ····· 61
〈표 2-11〉 SDGs 14 내 세부 지표와 상호 작용 ····· 65
〈표 2-12〉 지속가능발전 법제 변화 ····· 66
〈표 2-13〉「지속가능발전 기본법」의 구성 ····· 68
〈표 2-14〉 지속가능발전목표 체계 비교 ····· 70
〈표 2-15〉 지속가능발전목표 평가체계 개선 방향 ····· 71
〈표 2-16〉 UN SDGs 및 K-SDGs 목표 14와 정책 과제 ····· 73
〈표 2-17〉 국가기본전략과 관련된 해양 분야 행정 계획 ····· 76
〈표 2-18〉 K-SDGs 목표 14와 관련된 법령 ····· 78
〈표 2-19〉 K-SDGs 14 지표 ····· 79
〈표 3-1〉 OHI의 10가지 목표 ····· 84
〈표 3-2〉 OHI 평가에 사용한 지표와 자료 ····· 85
〈표 3-3〉 자연 자본 지속가능성 지수 지표 ····· 88
〈표 3-4〉 GPI 평가 항목 및 반영 방향 ····· 90
〈표 3-5〉 GPI Atlantic의 GPI 평가 항목 구성 ····· 93
〈표 3-6〉 GPI Atlantic의 어업 및 해양 환경 평가 지표의 항목 구성 ····· 94
〈표 3-7〉 GPI 2.0의 평가 항목과 지표 및 계산식 ····· 94
〈표 3-8〉 해양 생태계 서비스 항목 및 일반적인 지표 ····· 98
〈표 3-9〉 맹그로브 생태계 서비스와 SDGs 기여 ····· 102
〈표 3-10〉 해양 생태계 서비스 지표 선정 원칙 ····· 104

〈표 3-11〉 해양 생태계 서비스 지표(안) ····· 105
〈표 3-12〉 K-SDGs의 해양생태계 보전 세부 목표와 관련 생태계 서비스(안) ····· 106
〈표 3-13〉 OECD 녹색 성장 지표 세트 ····· 110
〈표 3-14〉 OECD 녹색 성장 대표 지표 ····· 113
〈표 3-15〉 해양 생태계 종합 평가 결과(Biscay만의 사례) ····· 119
〈표 3-16〉 EU 환경 상태 평가 지표 ····· 120
〈표 3-17〉 미국 NOAA의 지역사회취약성지표 구성 ····· 129
〈표 3-18〉 도넛 경제의 생태적 한계와 인간 욕구에 대한 생태계 서비스의 기여 ···· 132
〈표 3-19〉 해양 지속가능성 평가 사례 종합 고찰 ····· 135
〈표 4-1〉 해양 지속가능성 평가체계 개발 방향 ····· 143
〈표 4-2〉 평가체계 및 평가 항목 관련 전문가 검토 결과 ····· 148
〈표 4-3〉 평가지표 관련 전문가 검토 결과 ····· 149
〈표 4-4〉 해양 지속가능성 지표의 유형 ····· 151
〈표 4-5〉 지속가능성을 측정하기 위한 동적 지표 예시 ····· 152
〈표 4-6〉「건강한 해양 생태계와 해양 자원」 관련 지표 및 데이터 목록 ····· 156
〈표 4-7〉「해양의 사회 자본과 인적 자본」 관련 지표 및 데이터 목록 ····· 159
〈표 4-8〉「해양 정책과 해양 과학/기술 혁신」 관련 지표 및 데이터 목록 ····· 163
〈표 5-1〉 해양 지속가능성 관련 정부 및 국정 과제 현황 ····· 176

그림 목차

〈그림 1-1〉 인간과 해양의 상호 의존 관계 ····· 2
〈그림 1-2〉 연구 절차 및 방법 ····· 7
〈그림 2-1〉 이론 및 정책 검토 사항 ····· 17
〈그림 2-2〉 지속가능한 발전의 경제-사회-환경 개념도 ····· 21
〈그림 2-3〉 지속가능성 시각적 유형의 예시 ····· 22
〈그림 2-4〉 도넛 경제 이론의 개념도 ····· 26
〈그림 2-5〉 도넛에 기반한 현재 상태 ····· 27
〈그림 2-6〉 PSR 프레임워크 ····· 31
〈그림 2-7〉 DPSIR 프레임워크 ····· 31
〈그림 2-8〉 GRI 프레임워크의 핵심 계층 구조 ····· 32
〈그림 2-9〉 UNCSD 지표 체계 ····· 33
〈그림 2-10〉 부퍼탈(Wuppertal) 연구소의 SD 지표 체계 ····· 33
〈그림 2-11〉 지속가능성 평가 도구 유형 ····· 35
〈그림 2-12〉 해양 지속가능발전의 경제-사회-환경 개념 ····· 41
〈그림 2-13〉 해양 지속가능성의 4대(경제, 환경, 사회, 제도) 구성 요소 ····· 42
〈그림 2-14〉 사회적 측면에 주요 담론 ····· 43
〈그림 2-15〉 환경적 측면에 주요 담론 ····· 44
〈그림 2-16〉 전 세계 해양 관리 기구 및 기관 ····· 45
〈그림 2-17〉 해양 생태계 서비스와 위협을 강조한 인간-해양 상호 작용 개념도 ····· 47
〈그림 2-18〉 DAPSI(W)R(M) 개념도 ····· 48
〈그림 2-19〉 OHI Petal Plot와 의미 ····· 50
〈그림 2-20〉 OHI 구조도 ····· 51
〈그림 2-21〉 해양 건강성 관리 체계 ····· 53
〈그림 2-22〉 PB 내 해양 시스템 통합 개념도 ····· 56
〈그림 2-23〉 SDGs 14와 타 목표 간 연계 개념도 ····· 61
〈그림 2-24〉 SDGs 14와 타 목표 간 상호 작용 수준 ····· 63
〈그림 2-25〉 SDGs 14 내 세부 목표 간 상관관계 ····· 64
〈그림 2-26〉 제4차 지속가능발전 기본계획의 비전 및 전략 ····· 69
〈그림 3-1〉 우리나라의 GDP와 GPI의 변화(1997-2021) ····· 92
〈그림 3-2〉 해양 생태계 서비스와 인간 웰빙의 관계 ····· 97

〈그림 3-3〉 지속가능발전목표(세부 목표)와 관련된 생태계 서비스 ····· 101
〈그림 3-4〉 지속가능발전목표(세부 목표)와 생태계 서비스 관련성 ····· 103
〈그림 3-5〉 해양 생태계 서비스 지표(안) 개발 프로세스 ····· 104
〈그림 3-6〉 OECD 녹색 성장 측정 프레임워크 ····· 108
〈그림 3-7〉 OECD 녹색 성장 지표 프레임워크 ····· 109
〈그림 3-8〉 OECD GRI 2017 주요 결과 ····· 114
〈그림 3-9〉 HELCOM 생태계 건강성 평가 단계 ····· 116
〈그림 3-10〉 발트해 생태계 건강성 평가(2003-2007) ····· 117
〈그림 3-11〉 공간 평가 단위와 서식지 유형의 계층 구조 ····· 125
〈그림 3-12〉 NEAT 평가 대상지 ····· 126
〈그림 3-13〉 NEAT 평가 결과 ····· 127
〈그림 3-14〉 미국 NOAA의 지역사회취약성지표 온라인 시스템 ····· 130
〈그림 3-15〉 생태계 서비스 공급과 수요를 도넛 경제의 기반과 연결하는 개념적 프레임워크 ····· 132
〈그림 4-1〉 해양 지속가능성 평가체계 도출 절차 ····· 139
〈그림 4-2〉 해양 지속가능성 평가체계 개념적 프레임워크 ····· 146
〈그림 4-3〉 해양 지속가능성 지표 도출 절차 ····· 148
〈그림 4-4〉 해양 지속가능성 평가 지표 구조 ····· 154
〈그림 4-5〉 해양 과학과 정책의 역할 및 기능 ····· 162
〈그림 5-1〉 해양 지속가능성 평가체계 ····· 169
〈그림 5-2〉 해양 지속가능성 평가 연차별 주요 연구 내용 ····· 170

정책 제안

▌분석 내용 및 방법

1. 문헌 연구, 지속가능성 평가 관련 국내외 사례 분석, 세미나 및 설문 조사 등을 통한 전문가 의견 수렴 수행
2. 지속가능성 및 평가 이론, 연구 동향 파악, 국내외 해양 지속가능성 평가 사례 분석을 통해 해양 지속가능성 평가체계 구축의 시사점 도출
3. 해양수산부 담당자와 정책 협의회 개최 및 논의, 지속가능발전위원회 활동 및 관련 정책 지원 업무를 통한 현안 파악 및 이슈 대응에 참여
4. 국토연구원, 한국환경연구원 등 지속가능발전 전문가·자문 수행

▌정책제안

1. 국가·지역 차원의 해양 지속가능성 시범 평가 추진
2. 해양 지속가능성 평가 운영 및 활용 체계 구축
3. 「해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률」, 「해양환경 보전 및 활용에 관한 법률」, 「지속가능발전 기본법」 내 평가 시행 근거 마련
4. 해양 지속가능성 진단 및 예측을 위한 시스템 다이내믹스 모델 개발

요 약

해양 지속가능성 평가체계 구축 연구

최희정 · 김미주 · 김찬웅 · 임종서

1. 연구의 배경 및 목적

1) 연구의 배경

- **해양은 지구의 생명을 지탱하는 시스템이며, 인류의 발전에 크게 기여함.**
  - 해양은 태양열 에너지를 흡수, 대류 이동을 통해 기후를 조절, 오염물질을 분해·흡수하여 생태계의 안정을 유지함.
  - 동시에 해양은 인간에게 식량, 에너지, 광물뿐만 아니라 일자리와 휴양의 기회를 제공함.
- **인간은 지난 60년 동안 바다의 상태를 변화시키고, 복잡한 인간 활동은 해양의 지속가능성(사회, 경제, 환경)에 부정적 영향을 초래함.**
  - 해양의 지속가능성을 유지하는 것은 다양한 요소를 고려해야 하는 복잡한 문제임.
- **UN은 SDGs 채택 이후 각국이 자국의 여건에 맞는 목표 설정, 평가 방식을 통해 지속가능성을 모니터링할 것을 권고함.**

- 우리 정부는 현재 2년마다 “국가 지속가능성 평가(「지속가능발전 기본법」)”를 통해 목표를 점검 중임.

▪ **2030년까지 SDGs 14를 달성하려면 해양의 지속가능성 상태와 변화를 확인하고, 목표 달성 진행 상황을 주시해야 함.**

- 해양을 대상으로 한 지속가능성을 평가하는 데 필요한 항목, 방법에 대한 평가체계가 부족할 뿐만 아니라 이에 대한 연구와 관심이 부족한 상황임.

▪ **해양의 지속가능성 수준을 종합하여 진단하고, 그 결과를 지속가능한 정책과 전략을 개발하는 데 활용할 수 있는 해양의 지속가능성 평가가 필요함.**

2) 국정과제 연계

▪ **해양 영토 수호 및 지속가능한 해양 관리(41번), 풍요로운 어촌, 활기찬 해양(73번)을 지원하기 위한 과제임.**

- 지속가능한 해양 관리의 기초가 되는 것이 현재 해양 지속가능성(환경, 경제, 사회)을 진단하는 것이며 이 결과를 기반으로 적절한 조치가 가능함.
- 해양의 지속가능성 평가를 통해 환경뿐만 아니라 해양을 둘러싼 어촌 주민의 정주·생활 여건, 연안 경제 활동 수준을 종합적으로 진단 가능함.

▪ **해양은 지구의 기후조절에 있어서 중요한 역할을 한다는 점에서 이 과제는 “기후위기에 강한 물 환경과 자연생태계 조성(87번)”과도 밀접하게 관련되어 있음.**

3) 연구의 목적

▪ **기존 연구는 그동안 해양 지속가능성 평가가 지속가능성 요소와 관련**

한 단일 부문 혹은 해양 수산 분야의 기능을 중심으로 이루어져 해양의 지속가능성을 통합적으로 판단하기에는 한계가 있었음.

- 이에 본 연구는 국가 차원에서 환경, 경제, 사회 측면을 통합적으로 고려한 해양의 지속가능성 평가체계*를 개발하는 것을 목적으로 함.

* 평가체계란 평가를 위해 어떤 영역 혹은 어떤 분야를 포함할 것인지 범위를 정하고 평가를 위한 적절한 방법을 의미함.

2. 연구의 방법

1) 학술적 방법

- 본 연구에서는 문헌 연구, 지속가능성 평가 관련 국내외 사례 분석, 세미나 및 설문 조사 등을 통한 전문가 의견 수렴을 수행함.
  - 이를 통해 지속가능성 및 평가 이론 검토, 기존 연구 동향 파악, 국내외 해양 지속가능성 평가 사례 분석을 통해 해양 지속가능성 평가체계 구축의 시사점을 확인하고 개발 방향을 설정함.

2) 정책화 방법

- 해양수산부 담당자와 정책 협의회 개최 및 논의, 지속가능발전위원회 활동 및 관련 정책 지원 업무를 통한 현안 파악 및 이슈 대응에 참여함.
- 국토연구원, 한국환경연구원 등 지속가능발전 연구자 및 전문가와 세미나를 열어 자문을 구함.

3. 연구 결과

1) 연구 결과 요약

- **이 연구에서 해양의 지속가능성은 우리가 바라는 해양의 모습과 지속가능성의 요소를 고려하여 개념화하였음.**
  - 지속가능한 해양은 건강한 해양을 유지하여 해양 생명을 지원하고, 이를 통해 다양한 해양 생태계 서비스를 인간에게 제공하여 인간의 웰빙을 지원하는 것임.
- **연구의 주요 내용은 ① 지속가능성 및 해양 지속가능성과 관련한 이론, 동향, 담론 파악, ② 해양 지속가능성을 평가하는데 적용 가능한 국내·외 평가 방법 검토, ③ 해양 지속가능성 평가체계 개발 방향 및 지표 목록 제시, ④ 해양 지속가능성 평가체계 관련 정책 제언.**
- **해양 지속가능성 평가체계는 인간과 해양 생태계의 상호 작용을 포괄적으로 고려하는 지표 기반의 평가로 정하고, 핵심은 해양 생태계 수용력과 해양 이용 수준을 확인하고, 경제-사회-환경 가치를 반영하는 것임.**
  - 해양 지속가능성 평가체계 개발 방향은 해양의 지속가능성 이슈, 지속가능성 이론, 국내외 동향 등을 토대로 구성하였음.
- **지표를 도출하기 위해 평가체계를 기반으로 계층 구조를 생성하고, 해양 지속가능성 핵심 요소 3개 부문별 관련 지표(안)을 제시하였음.**
  - 해양의 지속가능성과 관련한 부문은 ① 건강한 해양 생태계와 해양 자원, ② 해양 관련 사회자본과 인적자본, ③ 해양 정책과 기술·혁신, ④ 인간의 웰빙이며, 이와 관련하여 3개 부문, 13개 하위 부문, 100여 개의 지표를 제시함.

2) 정책화 방안

- **해양 지속가능성 평가의 실효성과 정책 연계성을 갖추기 위한 실질적**

운영 가능성에 집중한 후속 연구 진행

- 해양 지속가능성 평가 결과를 국가 계획 및 정책 수립의 작성 자료로 활용하기 위한 시범 평가 수행
- 해양 지속가능성 평가를 위한 모니터링 체계 구축 및 활용 기반 마련을 위한 법적 근거 및 평가 지침 개발

4. 기대효과(예상 성과)

1) 정책적 기대효과

- 지속가능한 해양 정책 수립, 개발, 이행을 지원하기 위한 정책 의사결정 지원 수단 확보할 수 있음.
- 해양 지속가능성을 점검하기 위한 기초 데이터를 조사하고 생산하는 틀을 제공할 수 있음.
  - 지속적인 연구를 통해 궁극적으로 K-SDGs 내 해양 분야 지속가능발전목표 달성 수준 점검에 활용할 수 있음.

2) 사회·경제적 기대효과

- 궁극적으로 해양의 지속가능성 평가를 통해 환경뿐만 아니라 해양을 둘러싼 어촌 주민의 정주·생활 여건, 연안·해양 경제 활동 수준을 종합적으로 진단할 수 있음.
  - 지속가능한 발전이 이루어지는 해양 부분과 그렇지 않은 부분의 확인이 가능하며, 이를 통해 성장·발전할 수 있는 부분에 효과적으로 조치할 수 있음.

EXECUTIVE SUMMARY

A Study on Sustainability Assessment System for the Ocean

Hee-Jung Choi · Miju Kim · Chan Woong Kim · Jongseo Yim

1. Background and Purpose

1) Background

- Oceans sustain Earth's life systems and play a significant role in advancing human civilization.
  - Oceans are pivotal in solar energy absorption, influencing climate patterns through their currents, and upholding ecological balance by breaking down and assimilating pollutants.
  - Simultaneously, oceans provide humanity not only with food, energy, and minerals but also employment and recreational opportunities.
- Over the last 60 years, human activities have altered the state of the oceans, negatively impacting their sustainability

across social, economic, and environmental dimensions.

- Sustaining the oceans requires navigating complex issues involving various factors.

▪ Following the UN's adoption of the Sustainable Development Goals (SDGs), member states are advised to set targets and assess methodologies tailored to their conditions to monitor sustainability.

- The current Korean government periodically reviews its goals through the "National Sustainable Development Assessment (Framework Act on Sustainable Development)" every two years.

▪ Achieving SDG 14 by 2030 necessitates monitoring the state and changes in ocean sustainability and tracking progress toward the goal.

- There is a lack of assessment systems and research attention toward evaluating sustainability factors and methods specific to oceans.

▪ There is a pressing need for an ocean sustainability assessment that comprehensively diagnoses the state of ocean sustainability and utilizes the findings to develop sustainable policies and strategies.

2) Relevance to National Projects

▪ This study is aimed at safeguarding marine territories and promoting sustainable ocean management (National Project No.

14) and vibrant coastal communities (National Project No. 73).

- Assessing the current (environmental, economic, and social) sustainability of the oceans forms the foundation for sustainable ocean management. It enables appropriate actions based on the findings.
- Through an evaluation of ocean sustainability, not only environmental aspects but also the living conditions of coastal residents, their livelihoods, and the level of economic activities surrounding the oceans can be comprehensively assessed.

▪ Additionally, considering the crucial role of oceans in regulating the Earth's climate, this task is closely linked to "Creating Resilient Water Environments and Natural Ecosystems to Address Climate Crisis" (National Project No. 87).

3) Purpose

▪ This study acknowledges the limitations in holistically assessing the sustainability of oceans, as prior evaluations have predominantly focused on individual sectors or functionalities within the maritime and fisheries domain, concerning sustainability elements.

▪ Therefore, this study aims to develop a comprehensive nationwide assessment framework for the sustainability of oceans that integrates environmental, economic, and societal aspects.

- The sustainability assessment framework for oceans involves

defining the scope of areas or domains to be encompassed for the evaluation and selecting methodologies, which refers to determining what domains or sectors will be included for evaluation and choosing the methodologies to employ.

2. Methodology

1) Academic methodology

- This study involves i) a literature review, ii) an analysis of domestic and international cases related to sustainability assessment, iii) conducting seminars, and iv) surveys to gather expert opinions.
  - Through these efforts, it aims to review theories on sustainability and assessment, identify trends in existing research, analyze domestic and international cases on sustainable ocean evaluation, and determine implications for establishing a sustainable ocean evaluation system while setting directions for its development.

2) Policy-making methodology

- Participation in discussions and policy forums with officials from the Ministry of Oceans and Fisheries, addressing current issues and responding to concerns through policy coordination meetings and policy support tasks related to the activities of the Sustainable Development Committee.

- Conducting seminars and consulting sessions with sustainability researchers and experts from institutions such as the Korea Research Institute for Human Settlements and the Korea Environment Institute.

3. Result

1) Summary

- In this study, the sustainability of the ocean is conceptualized considering the ideal state of the ocean and its elements of sustainability.
  - Sustainable oceans support marine life to maintain a healthy marine environment, offering diverse marine ecosystem services to support human well-being.
- This study covers several key aspects: ① Understanding theories, trends, and discourse related to sustainability and ocean sustainability, ② Reviewing applicable domestic and international evaluation methods for assessing ocean sustainability, ③ Presenting the development direction and a list of indicators for the ocean sustainability evaluation system, and finally, suggesting policies related to the ocean sustainability evaluation system.
- The ocean sustainability evaluation system is defined as a comprehensive indicator-based assessment considering the

interaction between humans and marine ecosystems. Its core focus lies in assessing the capacity of marine ecosystems and the level of marine utilization while reflecting economic, social, and environmental values.

- The development direction of the ocean sustainability evaluation system is constructed based on issues regarding ocean sustainability, sustainability theories, domestic and international trends, etc.

▪ To derive indicators, a hierarchical structure was created based on the evaluation system, and three tentative relevant indicators per three main sectors of core elements of ocean sustainability were proposed.

- Regarding sectors related to ocean sustainability, they encompass ① Healthy marine ecosystems and marine resources, ② Ocean-related social capital and human capital, ③ Ocean policy and technology/innovation, ④ Human well-being. In connection with these, three main sectors, 13 sub-sectors, and over 110 indicators related to ocean sustainability were proposed.

2) Policy recommendations

▪ Subsequent research will focus on practical operability to ensure effective and policy-aligned to the ocean sustainability assessment.

▪ Conducting a pilot to utilize the outcomes of ocean sustainability assessments as foundational data for national

planning and policy formulation.

- Developing legal frameworks and guidelines for establishing a monitoring system and utilizing the foundation for ocean sustainability assessments.

4. Expected Outcomes

1) Policy effects

- Securing policy decision-making support tools to facilitate the establishment, development, and implementation of sustainable ocean policies.
- Providing a framework for investigating and generating fundamental data for assessing ocean sustainability.
  - Utilizing ongoing research to ultimately evaluate the level of achievement in the Sustainable Development Goals (K-SDGs) within the maritime sector.

2) Social and economic effects

- Ultimately, through the evaluation of ocean sustainability, it becomes feasible to comprehensively assess not just the environment but also the settlement and living conditions of coastal residents and the level of economic activities in coastal and marine sectors.

- It enables the identification of areas within the maritime domain where sustainable development is occurring and where it is not, allowing for effective measures to be implemented in areas conducive to growth and advancement.

01
서론

제1절 연구 배경 및 목적

1. 연구 배경

전 세계 인구가 80억 명을 돌파[1]한 가운데 인간 활동이 지구 생태계에 상당한 부담을 안겨주고 있다. UN 사무총장은 지구 온난화 시대가 끝나고 지구 열대화가 시작되었다고 경고하였다. 특히 기후변화로 생물 다양성이 훼손되고, 환경 문제나 식량 안보 등 사회·경제적 위협이 증가하고 있다. 지구 생태계 보호를 위한 국제적 관심과 세계 각국의 다양한 조치에도 불구하고 인간 활동이 야기하는 부정적 영향의 강도는 지속적으로 증가하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 자연 자본을 보전하고, 인간의 욕구는 자연환경의 수용력 내에서 충족시켜야 한다는 공감대가 형성되면서 "지속가능한 발전"이라는 개념이 등장하였다.

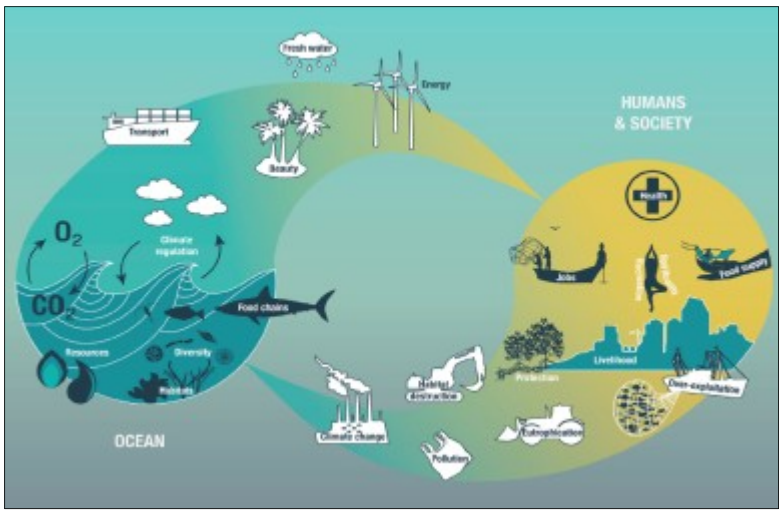
세계적으로 지속가능한 발전에 관한 논의가 본격화된 것은 2015년 UN 총회에서 지속가능발전목표(SDGs)가 채택되면서부터이다. 지속가능한 발

1) 한겨레(2022.11.15.), 세계 인구, 80억 명 넘었다..."2080년대 100억4천만명대 정점", https://www.hani.co.kr/arti/international/international_general/1067404.html(검색일: 2023.11.15.)

전은 미래 세대의 기회를 배제하거나 약화시키지 않으면서 현재 세대의 욕구를 충족하도록 경제 성장(economy), 환경 보전(environment), 사회 형평성(equity)을 통합적인 방식으로 다루는 것을 의미한다. 즉, 지속가능한 발전을 위해서는 자연 자본을 적정 수준으로 유지하고, 인간의 활동과 생태계의 균형을 유지하는 것이 필수적이다.

한편, 해양은 지구의 생명을 지탱하는 시스템이며 인류문명의 발전에 지대한 기여를 해왔다. 해양은 태양열 에너지를 흡수하고 대류 이동을 통해 기후를 조절하고, 각종 오염물질을 분해하고 흡수하는 과정에서 생태계의 안정을 유지한다. 동시에 인간은 해양으로부터 식량, 에너지, 광물 등을 얻을 뿐만 아니라 일자리와 휴양 등 다양한 기회를 얻는다. 해양이 주는 혜택은 해양을 직접 사용해서 발생하는 것뿐만 아니라 해양의 존재 자체에서 발생하기도 한다. 해양은 다른 자연 자본과 달리 기후조절 기능, 생명 유지 기능 등 다양한 유형의 생태계 서비스를 제공하고 있다.

〈그림 1-1〉 인간과 해양의 상호 의존 관계



자료: Franke et al.(2020), p. 558.

인류는 지난 60년 동안 그전 20만 년 동안 했던 것보다 더 많이 바다를 변화시켰다.[2] 단백질 공급원의 하나인 수산물을 섭취하는 인류는 수산 자원을 고갈시켰고, 쓰레기, 플라스틱 등으로 바다를 채우고 있다. 2050년이 되면 바닷속의 플라스틱 무게가 물고기의 무게를 초과할 것으로 추정된다.[3] 또한 바다는 온실가스를 흡수하여 탄소순환을 유지해왔으나, 이 과정은 바다를 산성화한다. 바다는 열을 흡수하는 역할을 하지만, 이로 인한 해류의 변화는 폭풍, 가뭄, 홍수, 폭염, 폭우 등 날씨에도 큰 영향을 미친다.

해양에서의 인간 활동이 증가하고 복잡해짐에 따라 해양 생태계에 미치는 영향 역시 크게 증가하고 있다. 특히 공유재인 해양에서 이루어지는 인간 활동의 비배타성, 경합성이 해양을 둘러싼 사회, 경제, 환경의 상호 작용을 진단하는 것을 어렵게 한다. 해양은 기후변화, 해수면 상승, 탄소 배출, 해양 쓰레기와 같은 전 지구적 문제와 밀접하게 관련되어 있다. 즉, 해양의 지속가능성을 유지하는 것은 다양한 요소를 고려해야 하는 복잡한 문제이다.

2. 연구 필요성

지난 2015년 채택된 2030 의제는 목표 간 상호연계성(interlinkages)을 고려하여 17개 SDGs가 균형 있고 통합적인 방법으로 달성되어야 함을 기본원칙으로 삼고 있다.[4] 지속가능성을 판단하기 위해서는 경제, 환경, 사회 세 측면을 통합적으로 고려해야 한다. 특히 세 가지 요소는 이질적이고, 내적 통일성을 담보하기 어려운 개념이다. 하지만 지속가능성을 달성하기 위한 경제, 환경, 사회 요소의 통합적 고려가 어느 때보다 중요한 상황이다.

2) Edith Widder(2021), p. 17.
3) WWF(2022.2.9.), WWF, "2050년까지 해양 플라스틱 오염 4배 증가"…생태적 위험 '한계치' 초과지역 늘어날 것, https://www.wwfkorea.or.kr/bbs/board.php?bo_table=press_release&wr_id=16(검색일 : 2023.8.19.)
4) UN 누리집, https://sdgs.un.org/2030agenda(검색일: 2023.4.20.); 김호석·김종호·조을생(2017), p. 1.

UN은 SDGs 채택 이후 각국이 자국의 여건에 맞는 목표, 평가 방식을 통해 지속가능성을 모니터링 할 것을 권고하였다. 이러한 모니터링 및 평가 결과는 목표의 달성 정도를 나타내는데, 목표를 위한 명확한 방향을 설정하고 적절한 조치를 취하는 데 도움을 준다. 2000년대 초반부터 각 국가는 자국의 여건에 맞는 지속가능성 지표를 개발해 왔다.

우리 정부는 현재 2년마다 국가 지속가능성 평가(「지속가능발전 기본법」)를 통해 목표를 점검하고 평가를 수행한다. 그러나 국가지속가능발전 목표(K-SDGs)를 이용한 단편적인 목표치 달성 여부 평가에 그쳐 정책적인 실효성이 낮은 상황이다.[5] 이에 정부는 K-SDGs 목표별 주요 정책 과제와 연계하여 중점 평가대상을 선정하는 등 지속가능성 평가체계 고도화를 위해 노력하고 있다.[6]

UN은 SDGs 중 해양과 관련된 목표 SDGs 14를 별도로 제시하고 있다. UN SDGs 14는 해양 오염 관리, 해양 생태계 관리 및 해양 산성화, 지속가능한 수산업 실현, 해양 기술 이전 등과 관련한 열 가지 세부 목표로 구성되어 있다. 이를 기반으로 우리 정부는 K-SDGs 내 해양과 관련한 목표로 SDGs 14를 정하고 이를 진단할 수 있는 지표를 확정하였다.

2030년까지 SDGs 14를 달성하려면 해양의 지속가능성 상태와 변화를 확인하고, 목표 달성까지 진행 상황을 주시해야 한다. 따라서, 해양의 지속가능성을 평가하는 과정에서 개별적인 요소와 기능만을 고려하는 것은 한계가 있다. 즉, 해양이 제공하는 다양한 유무형의 자원을 인간이 이용하는과정에 대해 사회, 경제, 환경 분야의 요소 아우르는 평가체계가 필요하다. 현재는 해양의 지속가능성을 평가하는 데 필요한 평가항목, 평가방법에 대한 평가체계가 부족할 뿐만 아니라, 이에 대한 연구와 관심이 부족한 상황이다.

이로 인해, 정부와 지자체가 해양의 지속가능성을 유지하고 강화할 때 무

5) 환경부·KEI(2022), p. 3.
6) 관계부처합동(2021b), p. 16.

엇이 문제이고 어떤 것이 우선되어야 하는지 판단하기 어려운 상황이다. 그 결과, 해양의 사회·경제·환경 관련 정책 시행 시 관련 부서 간 소모적 논쟁을 유발하는가 하면, 해양의 이용·개발과 보전의 정책·사업 간 우선순위를 명확하게 설정하기 힘든 실정이다. 따라서 해양의 지속가능성 수준을 종합하여 진단하고, 그 결과를 지속가능한 발전 전략과 정책을 수립하고 추진하는데 실효적으로 활용할 수 있는 해양의 지속가능성 평가체계가 필요하다.

3. 연구 목적

일반적으로 지속가능성 평가는 의사결정자들에게 환경과 사회의 전반적인 지속가능성 수준을 평가하여 사회를 지속가능하게 만들기 위해 취해야 할 조치와 취해서는 안 될 조치를 결정하는 데 도움을 준다.[7] 본 연구는 그동안 해양 지속가능성 평가가 지속가능성 요소와 관련한 단일 부문 혹은 해양 수산 분야의 기능을 중심으로 이루어져, 해양의 지속가능성을 통합적으로 판단하기에는 한계가 있다는 점을 주목하였다. 이에 본 연구는 국가 차원에서 환경, 경제, 사회 측면을 통합적으로 고려한 해양의 지속가능성 평가체계를 개발하는 것을 목적으로 한다. 해양의 지속가능성 평가체계는 평가를 위해 어떤 영역 혹은 어떤 분야를 포함할 것인지 범위를 설정하여 구성하는 것을 의미한다.

해양의 지속가능성 평가체계 개발을 위해 ① 지속가능성 및 해양 지속가능성과 관련한 문제의 담론과 논의 파악, ② 해양의 지속가능성을 평가하는데 적용 가능한 국내외 평가 사례 분석, ③ 해양의 지속가능성 평가체계 구축 방향을 제시하고자 한다.

이 연구는 ① 해양 지속가능성 평가에 관한 개념을 정립하고, ② 해양 수산

7) Ness et al.(2007), p. 499.; Singh et al.(2012), p. 281.

분야 정책 결정 지원을 위한 평가 수단을 마련하는 한편, ③ 향후 해양 SDGs 목표 달성 및 이행 효과를 판단하는 데 기여할 것으로 기대된다.

제2절 연구 내용 및 방법

1. 연구 내용

본 연구는 지속가능성 및 지속가능성 평가의 개요, 해양 지속가능성 논의 동향, 해양 지속가능성 국내외 평가 사례, 해양 지속가능성 평가체계 개발을 위한 방향 설정 및 해양 지속가능성 평가 항목 제시로 구성되어 있다.

제1장 서론에 이어, 제2장에서는 지속가능성과 해양을 보는 기본 구조와 틀을 이해하기 위해 해양 지속가능성 평가와 관련한 이론과 국내 현황을 살펴보았다. 이를 통해 해양 지속가능성 평가를 위한 주요 요소를 확인하였다. 이와 함께 우리나라 지속가능발전 정책 내 해양 분야의 지속가능성 평가 추진 현황을 살펴보았다. 이론적 배경과 국내 현황은 관련 문헌, 논문을 통해 조사하였다.

제3장에서는 해양 지속가능성 평가와 관련한 주요 평가 방법과 평가 활용 사례를 기술하였다. 선행연구에서도 알 수 있듯이, 국내에는 해외에 비해 지속가능성 평가와 관련하여 해양을 연구 대상으로 삼은 논문은 미미하다. 연구의 대부분이 지속가능성과 관련한 수산 자원, 연안 공동체, 해양 생태계 등을 대상으로 이루어졌다. 환경, 경제, 사회를 통합적으로 다루는 도구는 거의 없다. 이 연구는 해양의 환경, 경제, 사회를 통합적으로 고려한 평가체계를 개발하는 것을 목적으로 기존의 지속가능성 평가 도구 중 경제,

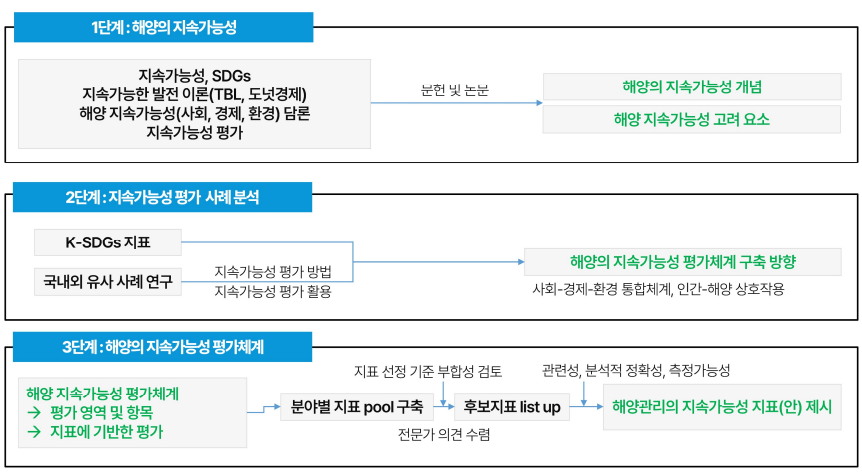
환경, 사회 영역을 독립적으로 또는 부분적으로라도 고려한 사례를 선정하여 분석하였다. 이와 함께 현장에 평가를 적용한 사례를 분석하고 국내 해양 지속가능성 평가체계 개발을 위한 시사점을 도출하였다.

제4장에서는 해양 지속가능성 개념과 해양 지속가능성 평가체계 구축 방향을 제안하였고, 이에 기반한 해양 지속가능성 평가 지표 목록을 제시하였다. 제5장에서 연구 요약과 함께 연구 결과에 따른 향후 계획과 정책 제언을 제시하면서 마무리하였다.

2. 연구 방법

본 연구는 지속가능성 평가와 관련한 이론 검토 및 기존 연구 동향 파악, 국내 해양 지속가능성 평가 현황 분석, 국내외 해양 지속가능성 평가 방법 및 활용 사례 분석, 해양지속가능성 평가체계 구축 방향 및 향후 계획으로 이루어졌다. 연구 절차에 따른 방법은 다음과 같다.

〈그림 1-2〉 연구 절차 및 방법



자료: 저자 작성

1) 문헌 연구

일반적으로 평가를 영어로 옮기면 assessment와 evaluation이다. 두 단어의 사전적 의미 차이를 구별하기 어려워 관련 논문 및 해외 사례를 종합했을 때, 결론은 evaluation이 assessment보다 정확한 판단을 내리는 심사(appraisal) 형태라고 할 수 있다. evaluation의 목적이 과거의 성과를 토대로 점수를 산출하는 가치판단이라면 assessment는 앞으로 어떻게 발전할 수 있을지 진단하는 것을 목적으로 한다. 지속가능성 평가와 관련된 용어로는 “sustainability assessment methodologies”, “sustainable development indicators”, “evaluation of sustainability”, “composite indicators for sustainability” 등이 다양하게 사용된다. 이러한 단어를 키워드로 보고 문헌을 검색하였다.

지속가능성을 평가하는 대표적인 방법 중 지표와 지수는 환경, 경제, 사회 또는 기술 개선과 같은 분야에서 활용되며, 국가와 기업의 지속가능성에 대한 정보를 제공한다. 지표와 지수는 정책 의사 결정과 대중 커뮤니케이션을 위한 강력한 도구로 인식되면서 점점 더 중요해지고 있다. 현상을 개념화하고 추세를 강조함으로써 지속가능성 지표는 복잡한 정보를 단순화하고 정량화하여 분석하고 전달한다. 이와 관련한 국내외 논문과 연구보고서 등을 수집 및 분석하고, 그 결과를 기반으로 연구의 방향의 적절성을 검토하였다.

2) 국내외 사례 분석

기존의 지속가능성 평가 도구 중 경제, 환경, 사회 영역을 독립적으로 또는 부분적으로라도 고려한 사례를 선정하여 분석하였다. 해양건강성지수, 참발전지표, 해양 생태계 서비스 평가, 녹색 성장 지표 등으로 관련 문헌과

보고서를 조사하였다. 이와 함께 특정 해역에 대한 해양 지속가능성 평가를 실시한 사례(유럽, 미국 등)를 조사하여 분석하였다. 국내외 해양 지속가능성 평가 수단의 개발 방향을 확인하고, 평가체계의 구축 방향을 도출하여 활용 가능성을 검토하였다.

3) 전문가 세미나 및 의견 수렴

국토연구원, 한국환경연구원 등 지속가능성 관련 전문가 세미나를 진행하여 타 분야 지속가능성 평가 추진 상황과 여건을 확인하였다. 본 연구에서 제안한 해양 지속가능성 평가체계(안)의 적절성을 검토하기 위해 전문가의 의견을 수렴하였다. 전문가 의견 수렴은 해양 환경, 해양 사회, 해양 경제, 지속가능 분야의 전문가를 대상으로 실시하였다. 전문가는 총 10명으로 지속가능성 개별 요소를 담당하거나 지속가능발전위원회 업무를 수행한 경험이 있는 연구기관과 학계 전문가이다. 해양의 지속가능성을 모두 파악하고 있는 전문가가 적은 관계로 전문가 대상이 제한적이었다. 서면 자문[8]을 통해 해양 지속가능성 평가체계, 평가항목, 지표 선정을 위한 전문가의 의견을 청취하고, 평가체계의 적절성 등을 검토하였다. 지표 목록은 본 연구에서 검토한 평가 및 지수에서 다루고 있는 지표 및 데이터, 「지속가능발전 기본법」에서 검토하고 있는 행정계획 내 지표 등을 기반으로 작성한 것이다. 이 지표 목록 내 개별 지표에 대한 검토는 관련성, 분석적 정확성, 측정 가능성 측면에서 전문가가 정량적으로 응답할 수 있도록 표를 만들어 진행하였다.

8) 자문기간은 2023.9월 ~ 10월 초로 10명의 전문가의 의견 수렴

제3절 선행 연구 검토

1. 선행 연구

국내외 문헌을 검토한 결과, 지속가능성과 관련한 연구는 상당히 많이 진행되었다. 국내외 연구 내용에 차이가 존재하는데, 국내 연구는 K-SDGs 지표 개발, 국가 지속가능성 평가의 필요성과 지표 기반 평가체계의 개선 방향을 제시한 연구가 주를 이룬다. 해양의 지속가능성과 관련해서는 해양 SDGs 관련 지표 소개 및 고찰 등의 이해를 높이기 위한 문헌이 존재한다. 주목할 만한 점은 해양 지속가능성과 그 개념을 같이하는 해양 건강성(ocean health), 해양 생태계 서비스(marine ecosystem service), 자연자본(natural capital) 관련 연구가 최근 이루어지고 있다.

국외 문헌에서 지속가능성 평가 연구는 평가 틀(framework)을 제시한 연구, 지속가능성 평가 지표·지수 개발(indicator, index, composite indicator 등)을 위한 기술적인 연구, 현장에서 평가 방법을 실제로 적용한 사례 연구, SDGs 이행 점검 및 문제점 등으로 구분된다. SDGs 14와 관련하여 목표를 향한 진척 및 이행 수준 진단 체계, SDGs 내 세부 목표 간 연계성 진단 및 상호 작용에 관한 연구 등이 있다.

도넛경제이론, Meadows(1998)은 인간의 활동이 지구에 부정적 영향을 미치는 현 상황에서 자본의 생산량과 이용량을 관리해야 하며, 현세대와 미래 세대를 고려해야 하기 때문에 지표의 측정이 시간과 비율을 제시할 수 있는 동적 지표로 구성돼야 함을 주장하였다. Meadows(1998)은 지속가능성 평가의 핵심 요소를 자연자본, 인적자본, 건설자본, 사회자본, 인간웰빙으로 구성하고, 관련한 지표 목록을 제시하였다.

본 절에서는 해양 지속가능성 개념 및 현안, 지속가능성 평가의 핵심 요소, 지속가능성 평가 방법에 관한 연구 등 이 연구의 중점 사항을 중심으로 선행 연구를 정리하였다.

해양 지속가능성 개념 및 현안과 관련한 문헌은 해양이 주는 혜택과 인간의 웰빙이 매우 밀접한 관계에 있으며, 인류의 활동이 해양 생태계에 부정적 영향을 초래하여 해양이 지속 불가능하게 활용되고 있음을 제시하였다. Jouffray et al.(2020)은 인류 발전의 원동력으로 해양의 역할이 중요함을 언급하면서, 해양 식량, 자원, 공간을 확보하려는 노력은 인류에게 새로운 것은 아니지만, 현 상태는 범위, 강도, 다양성의 측면에서 이해관계자 간 경쟁이 매우 가속화되고 있음을 청색 가속(Blue Acceleration)이라고 표현하였다. 이 새로운 현실이 전 세계 해양에 의미하는 바를 탐색하고, 지속가능하고 공평한 방식으로 해양을 관리하는 방법을 모색할 것을 제안하였다.

Halpern 등이 소개한 해양건강성 지수(Ocean Health Index, OHI)는 인간-해양 시스템에 가해지는 압력과 회복력의 평가를 기반으로 현재 상태뿐만 아니라 미래 상태를 포함한다. 따라서 저자들은 OHI가 인간-해양 시스템의 지속가능성에 대한 중요한 정보를 제공한다고 주장한다. 그럼에도 불구하고 OHI는 상충되는 목표에 대한 결과의 민감도와 같은 문제를 생략하였다는 지적을 받고 있다.[9] Franke et al.(2020), Halpern(2020) 등은 해양의 지속가능성과 관련한 상태와 과정을 측정하기 위한 지표가 필요함을 주장하였다.

Ness et al.(2007)은 그동안 지속가능성 평가 도구 개발 사례를 확인하고 지속가능성 평가를 세 가지 유형, 지표, 지수, 통합평가로 구분하였다. Hák et al.(2016)은 지속가능성 평가를 위한 적절한 지표가 필요함을 주장

9) Visbeck et al.(2014), p. 184.

하며, 지표의 특성 중에서도 지속가능성과 관련성을 중요한 요소로 검토하였다. Singh et al.(2012)는 다양한 지속가능성 지수를 소개하고 지속가능성 지수 공식화 전략, 스케일링, 정규화, 가중치, 집계 방법론을 소개하였다. 지속가능성을 평가할 때, 다양한 요소가 상호 연계되어 있는 것을 통합하는 것보다는, 지속가능성을 나타내는 지표 체계를 구성하여 통합적으로 보는 것이 더 바람직한 방법임을 논의하였다.

SDGs 14와 지속가능성에 관한 다수의 문헌을 검토한 결과, 현재 SDGs 14는 목표이고, 이 목표를 달성한다고 해서 해양의 지속가능성이 담보되는 것은 아니라는 논의가 주를 이루고 있었다. Armstrong(2020)은 "Ocean Justice: SDG 14 and beyond"에서 해양이 인류의 삶에 중요한 역할을 하지만, 해양의 현재 상태는 지속가능하지 못하며, 해양 자원 개발이 불평등함을 지적하였다. SDGs 14만으로는 해양의 지속가능성과 관련하여 다루지 못하는 주제들이 있음을 언급하였다. 그는 SDGs 14가 해양의 혜택과 부담의 공정한 분배와 해양 경제의 불평등을 다루지 않으며, 이것이 효과적인 정의 구현과 지속가능성을 유지하는 데 제약이 있음을 주장하였다. Armstrong은 지속가능한 해양을 위해서 SDGs 14 목표보다 더 높은 목표 설정이 필요함을 제안하였다.

Visbeck et al.(2014)는 해양 자원과 서비스의 개발과 이용이 바다에 부정적 영향을 미쳐 해양은 지속불가능한 상태라고 주장하면서, 지속가능한 해양 이용·관리를 위한 해양 지속가능성 측정 지표의 필요성을 제시하였다. 해양 지속가능성 지표는 인간-해양 시스템의 상호 관계와 인간의 개입으로 인한 결과를 포함해야 한다. 아직 인간과 해양 시스템의 관계와 관련된 완전한 이해와 자료가 부족하다는 점에서 안전한 최소 기준(safe minimum standards) 개념이 보완되어야 함을 제시하였다. Rockström et al.(2000, 2009, 2023), Nash et al.(2017) 등은 지구 및 해양의 건강이 한계를 넘어가고 있음을 우려하고 있다.

ICSU(2017)은 SDGs 간 상호 작용 이해를 위한 프레임워크를 개발하고, SDGs 간 상호 연결성을 탐색하였다. Blanc, Freire & Vierros(2017)은 SDGs 14의 10개 세부목표 간의 상호 관계, SDGs 14와 타 SDGs와 상호 관계를 진단하였다.

Pelke & Simonn(2023)은 인간과 해양의 지속가능한 관계를 유지하기 위해 해양사회과학(marine social science)의 역할이 중요하며 관심을 가져야 한다고 주장하였다. Visbeck(2018)도 인간 활동이 해양에 영향을 주는 상황에서 과학자들은 정책 입안자와 일반 대중과 긴밀하게 협력해야 함을 주장하였다. Rasheed(2020)은 해양보호구역과 인간의 웰빙과 관련한 문헌을 조사하였으나, 명시적인 연구가 제한적이라는 것을 확인하였다. 이 검토에서 향후 MPA 평가가 인간 웰빙에 기여하는 바를 보다 적절하게 포함할 수 있도록 통합적인 체계를 마련할 것을 주장하였다. 이 외 다수의 논문은 해양의 지속가능성과 관련하여 해양이 제공하는 인간의 혜택인 해양 생태계 서비스가 중요한 요소로 언급되고 있었다.

김경아·문태훈(2019, 2022)과 고동현·손종칠·이원재(2022) 등은 원론적인 수준의 개념 설명과 활용 가능성에 대한 평가를 넘어서, 우리나라 전체 또는 일부 지역을 대상으로 GPI(Genuine Progress Indicator)를 산정하였다. 이 가운데 김경아·문태훈(2019)은 GPI에 대한 기존의 사례 연구와 학계의 비판 등을 검토하여 우리나라 현실에 적합하게 수정한 GPI 모형을 설계하고, 이를 활용하여 2006~2014년 기간 동안 우리나라의 GPI를 산정하여 GDP와 대조하였다.[10] 김경아·문태훈(2022)은 국가 단위의 포괄적인 지수가 지역의 특성을 충분히 반영하지 못한다는 문제의식에 기반하여 지역 특성 및 자료 가용성 등을 반영한 지역 GPI를 개발하고 서울, 대구, 울산 등 국내 세 개 도시를 대상으로 사례 연구를 수행하였다.[11]

10) 김경아·문태훈(2019), pp. 8-13.
11) 김경아·문태훈(2022), pp. 5-19.

2. 선행 연구와 차별성

선행 연구를 살펴본 결과, 이 연구의 목표인 해양 지속가능성 평가체계를 개발하는 데 있어, 평가의 목적이나 방법론 측면에서 다양한 이슈가 존재하였다. 첫 번째 연구 이슈는 평가 목적과 관련하여 평가 목적이 해양의 지속가능성을 평가하는 것인지, 해양정책 계획의 지속가능성을 측정하는 것인지에 관한 것이다. 이 연구는 개별 정책의 지속가능성에 얼마나 기여하는지를 판단하는 것이 아니라, 해양의 지속가능성을 판단하기 위한 적절한 평가범위, 항목, 요소 등을 제안하는 평가체계를 개발하는 것이다.

두 번째 연구 이슈는 평가체계 개발을 위해 필수적인 해양 지속가능성 개념을 명확히 하는 것이다. 이미 많은 연구에서 지속가능성을 판단하기 위해서 환경, 사회, 경제의 통합을 강조하고 있다. 본 연구에서는 해양 분야의 경제, 환경, 사회 측면을 통합하여 지속가능성을 판단했던 방법과 사례를 검토하였다.

세 번째 연구 이슈는 SDGs 지표 체계와 지속가능성 평가와의 관계이다. UN SDGs 지표 체계는 국제적 차원에서 17개 분야별 목표의 달성 정도를 확인하는 것에 목적을 두고 있으므로, 개별 국가 차원의 지속가능성을 판단하는 데는 한계가 있다. SDGs에서 제시하고 있는 개별 지표는 해양의 지속가능성 평가를 위한 보완적 역할을 한다고 볼 수 있다.

네 번째 연구 이슈는 지속가능성의 사회-경제-환경 차원 간 구조적, 기능적 연결로 상호 작용, 상호 영향에 대한 고려가 평가 시에 필요하다는 점이다. 본 연구에서는 상호 작용이 일어나는 요소, 상호 연계를 보기 위한 방법과 기술에 대한 문서를 검토하였다.

본 연구의 차별성은 다음과 같다.

연구목표와 범위 측면에서 이 연구는 해양의 지속가능성 평가에 초점을 두고 해양 지속가능성 평가를 위한 해양 지속가능성 개념 정의 및 적절한 평가체계를 제안하는 것을 목표로 한다. 해양의 지속가능성 평가체계란 해양을 지속가능하게 보전, 이용, 개발하는 데 있어, 통합적 접근으로 해양의 지속가능성을 평가하는 프레임워크로, 이 체계는 다양한 차원에서 해양의 상태를 종합적으로 이해하고 평가함으로써 사회-경제-환경 측면에서의 지속가능성을 통합적으로 평가하는 데 활용된다. 연구 방법은 문헌 연구, 국내외 사례분석, 전문가 설문 조사 등이다.

〈표 1-1〉 주요 선행연구와 본 연구의 차별성

구분	선행연구와의 차별성		본 연구
	요약	참고문헌	
연구 목표	• K-SDGs 지표 개편 방향 설정 • 지표 프레임워크 개발 방향 제시 • 지속가능성 진단을 위한 지표와 복잡 지수 활용 필요성 제안	• 박영실(2016) • 강버들·장창익(2016) • 김태균·김보균·김예리(2016) • 김호석·김종호·조을생(2017) • 박정호·정소윤·김은주(2017) • 김웅서 외(2019) • 우창빈·김태균·김보경(2020) • 선인경 외(2021) • 김경아·문태훈(2019; 2022) • 고동현·손종칠·이원재(2022) • Singh et al.(2012) • Blanc, Freire & Vierros(2017) • ICSU(2017) • International Council For	• 해양 SDGs 목표 달성 및 이행 효과 제고를 위해 평가체계 개선(안) 마련 • 지속가능성 평가가 해양수산분야 정책 결정 과정에서 효과적으로 활용될 수 있는 기반 마련
연구 대상	• K-SDGs와 지표 • 지속가능성 평가 방법		• 해양 지속가능성 평가
연구 범위	• 국가 지속가능성 • 분야별 지속가능성		• 해양 지속가능성 평가 이론·방법 • 해양 지속가능성 평가체계 구축 • 해양 지속가능성 프레임워크와 관련한 영역별 지표 목록(안)제시
연구 방법	• 문헌 연구 • 국내외 사례 비교·분석 • 전문가 설문 조사		• 문헌 연구 • 국내외 사례 분석 • 전문가 세미나 및 서면 자문

구분	선행연구와의 차별성		본 연구
	요약	참고문헌	
		Science(2015) • Hák et al.(2016) • Armstrong(2020) • Visbeck et al.(2014) • Gissi et al.(2022)	

〈본 연구의 주요 차별성〉

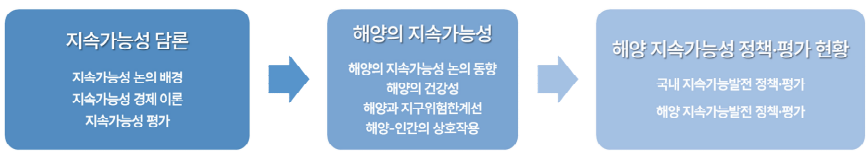
- 해양에 초점을 둔 지속가능성 평가의 필요성 제시
- 해양 지속가능성 및 지속가능성 평가 개념 정립
- 해양 지속가능성 평가체계 및 지표 기반의 평가 방안

02
이론적 배경 및 국내 현황

지속가능성은 현대 사회의 주요 현안 중 하나인 환경·생태계 관리와 밀접한 개념이다. 환경·생태계 관련 현안들은 주로 다양한 이해관계가 복잡하게 얽혀 있기 때문에, 지속가능성의 용어와 개념에 대하여 그 출발점과 논의 전개에 대한 인식 차이가 있으며, 관점에 따라 해석하는 방법도 다르다. 그동안 전문가들은 지속가능성이 실제로 무엇을 의미하는지 논의하고, 지속가능한 인간의 삶과 경제 활동에 대한 구체적인 지침을 주기 위해 많은 연구를 수행하였다.

본 장에서는 지속가능성 담론, 해양의 지속가능성 담론 및 동향을 확인한 후, 이와 함께 사회적, 경제적, 과학적 배경에 따라 개발된 지속가능성 평가의 정의, 특성, 쟁점에 대해서 분석하였다. 이와 함께 실제 국가의 지속가능발전 정책 내에서 해양 수산 분야의 지속가능발전 정책 추진 사항과 평가 현황도 확인하였다.

〈그림 2-1〉 이론 및 정책 검토 사항



제1절 지속가능성 담론

1. 지속가능성 논의 배경

1950년대 이후 런던 스모그, 미나마타병 등 환경문제가 조명을 받으며, 생태계 기반 접근방식과 이에 기반한 연구들이 주목을 받았다. 1970년대까지는 환경과 생태계에 대한 문제의식이 기업 및 저개발국의 반발로 인해 인류 통합적 방향성으로 발전하지는 못하였다. 이후 1972년에 스톡홀름에서 개최한 유엔환경개발회의(United Nations Conference on Environment and Development, UNCED)에서 유엔환경프로그램(UN Environmental Program, UNEP)을 설립한 것이 세계적으로 지속가능성에 대한 인식을 확산하는 데 큰 영향을 주었다고 평할 수 있다.

특히 1982년 UNEP 회의는 '환경과 개발에 관한 세계위원회(World Commission on Environment and Development, WCED)'의 설립을 결의하였고, 이듬해 설립된 위원회는 3년 간의 연구를 통해 『우리 공동의 미래(Our Common Future)』를 발간하면서 '환경적으로 건전하며 지속가능한 발전(Environmentally Sound and Sustainable Development, ESSD)', 즉 '지속가능발전'이란 용어를 공식화하였다.[12] 한편, ESSD를 바라보는 관점에 따라 국가와 학계별로 '환경적으로 건전한'과 '지속가능한 발전'의 중요성을 상이하게 평가하는 등 지속가능발전 및 지속가능성에 대한 세부 논쟁이 이어지기도 하였다.[13]

1992년 지속가능성에 대한 진일보한 담론은 전 세계 178개국 정상이 브라질 리우데자네이루에 모인 UNCED 20주년 회의(이하 리우회의)에서 이

12) Brundtland(1987). p. 13.
13) Dixon & Fallon(1989), pp. 73-74.

루어졌다. 이 회의는 지속가능발전목표 달성을 위한 실천지침인 의제 21를 설정하는 등 지속가능발전의 구체적인 개념과 달성 방법을 논의하였으며, 유엔지속가능발전위원회(UN Commission on Sustainable Development, UNCSD)의 창설도 합의하였다.

2000년 뉴욕에서 개최된 유엔총회에서 새천년개발목표(Millennium Development Goals, MDGs)를 의제로 채택하면서 지속가능발전 및 지속가능성에 대한 구체적인 목표와 방향성이 재확인되었다. 특히 2002년 요하네스버그에서 개최된 지속가능발전세계정상회의(World Summit on Sustainable Development, WSSD)에서 1992년 이후 각국의 지속가능성 확보를 위한 노력의 성과를 평가하고 이행과제를 설정하였다. 2012년 리우에서 다시 한번 개최된 UNCSD와 2015년 뉴욕에서 개최된 유엔총회를 거쳐 MDGs를 대체하는 지속가능발전목표(Sustainable Development Goals, SDGs)가 채택되는 등 지속가능성의 방향성, 지향점, 평가 수단 등이 점차 뚜렷해지고 이행 강제력도 높아지고 있다.[14]

우리나라는 1992년 리우회의에서 의제 21을 채택함에 따라 지자체를 중심으로 지방의제21을 수립하고, 2000년 유엔총회 이후 '새천년 국가환경비전'을 선언하면서 지속가능발전 및 지속가능성 논의를 확대해왔다. 특히 2002년에 대통령 직속 지속가능발전위원회가 출범하고 2007년에는 「지속가능발전 기본법」을 공포하였다. 「지속가능발전 기본법」은 정부 기조에 따라 2010년에 환경부 소관의 「지속가능발전법」으로 변경되었으나 2022년에 다시 국무조정실 소관의 「지속가능발전 기본법」으로 격상되었으며, 지속가능발전위원회 또한 환경부장관 소속으로 변경되었으나, 수차례에 걸쳐 대통령 직속으로의 격상 필요성이 논의되어왔다.[15]

14) 그 외에도 지속가능발전 및 지속가능성과 관련한 주요 개념, 배경 및 사건들은 국무조정실 및 국무총리비서실이 운영하는 지속가능발전포털(http://ncsd.go.kr/)에서 확인할 수 있다(검색일: 2023.4.27.).
15) 한겨레(2021.5.12.)(검색일: 2023.4.27.)

2023년 현재「지속가능발전 기본법」제2조는 지속가능성과 지속가능발전을 정의하면서 용어의 개념과 관계를 명확히 하였다. 이에 따르면, 지속가능성은 '현재 세대의 필요를 충족시키기 위하여 미래 세대가 사용할 경제 · 사회 · 환경 등의 자원을 낭비하거나 여건을 저하(低下)시키지 아니하고 이들이 서로 조화와 균형을 이루는 것'을 뜻하며, 지속가능발전은 '지속가능한 경제 성장과 포용적 사회, 깨끗하고 안정적인 환경이 지속가능성에 기초하여 조화와 균형을 이루는 발전'을 의미한다.

Parris & Kates(2003)은 지속가능한 발전과 관련하여 유지할 대상과 발전할 대상을 아래의 표와 같이 정리하였다. 유지할 대상은 자연, 삶, 지역사회, 발전할 대상은 인간, 경제, 사회로 구분하였다. 대다수의 지속가능발전과 관련한 문헌이 인간의 이익을 위해 자연이나 환경을 유지하는 것에 중점을 둔다. 그에 반해, 일부 문헌들은 자연의 내재적 특성과 생물 다양성을 인식하여 자연을 인간의 이익을 위한 것이 아니라, 그 자체로 가치 있는 것으로 본다. 그 외에 특색있고 위협받는 공동체를 이루는 문화 다양성, 장소를 지속시키기 위한 것에 중점을 두기도 하였다.

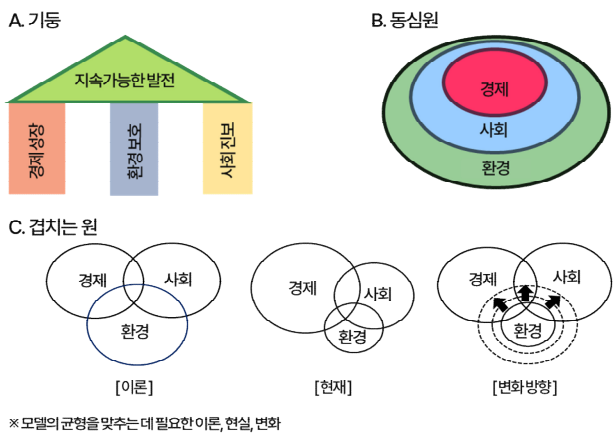
〈표 2-1〉 SDGs의 구성 요소 분류

무엇이 유지되어야 하는가?	무엇이 발전되어야 하는가?	
자연 • 지구 • 생물 다양성 • 생태계	인간 • 아동 생존 • 기대 수명 • 교육	• 공정 • 균등한 기회
삶 • 생태계 서비스 • 자원 • 환경	경제 • 재산 및 소득 • 생산자 • 소비	
지역 사회 • 문화 • 커뮤니티 • 장소	사회 • 제도 • 사회자본	• 국가 • 지역

자료: Parris & Kates(2003), p. 13.3.

지속가능성은 경제, 사회, 환경 세 가지 축을 모두 고려하는 개념이다. 세 가치 축은 상호 의존적인 요소로 서로 영향을 미치고 지속가능성을 결정하는 핵심적인 요소이다. 하나의 차원을 강조하거나 무시하면 전체적인 지속가능성을 훼손할 수 있다. 이러한 이유로 현재 많은 학자들이 이 구조를 인간의 복지와 환경의 보전을 모두 추구할 수 있는 방안을 모색하는 기초로 삼고 있다. 일반적으로 지속가능성의 세 가지 축은 세 개의 기둥(pillars), 동심원(concentric circle), 겹치는 원(overlapping Circles) 등으로 표현된다.[16]

〈그림 2-2〉 지속가능한 발전의 경제-사회-환경 개념도



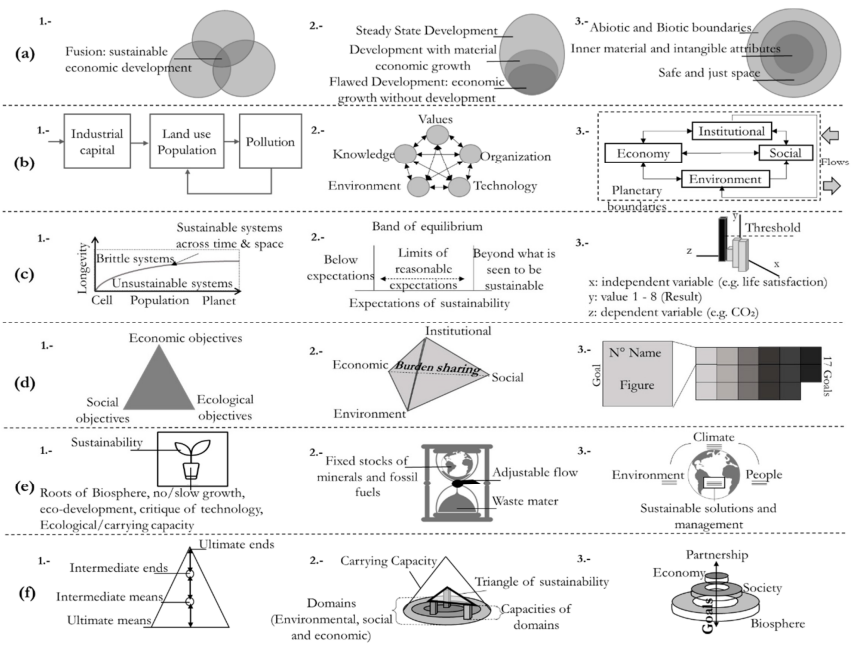
자료: Adams(2006), p. 2.

지속가능한 발전은 환경, 경제, 사회로 구분한 "세 기둥(three pillars)", "트리플 바텀 라인(triple bottom line)", "세 가지 Es"(ecology, economy, equity)라고도 한다. 이것은 지속가능한 발전 개념의 다차원성을 간단한 형식으로 보여주는 장점이 있지만, 환경, 경제, 사회 간 연결의 본질에 대해 적은 정보를 제공한다.[17] 경제, 사회, 환경은 상호 보완적이지만, 상호 교환될 수 없으며, 타 분야에 영향을 미칠 수 있다는 것이다.

16) Adams(2006), p. 2.
17) TOSCA website, https://tosca-life.info/sustainability/definitions/(검색일: 2023.8.13.)

지속가능성이라는 개념이 갖는 모호성, 추상성, 다양성, 복잡성 등으로 다양한 분야에서 이를 좀 더 구체화하려는 시도들이 있었다.[18] 특히 경제학자를 중심으로, 자본의 개념을 기준으로 삼는 약한 지속가능성(weak sustainability)과 강한 지속가능성(strong sustainability)에 대한 논쟁이 있었다. 이 두 가지 범주는 인간중심주의적 입장과 생태중심주의적 입장의 구별과 전반적으로 일치한다. 전자는 인간의 복지 또는 인간의 권리에 기초한 전통적 가치를 지지하고, 환경을 인간의 도구로 이해한다. 반면, 후자는 자연생태계가 인간의 필요와 상관없는 본질적인 가치를 지니고 있다고 주장한다.

〈그림 2-3〉 지속가능성 시각적 유형의 예시



주: (a) 벤다이어그램과 오일러 다이어그램, (b) 흐름 다이어그램, (c) 유클리드 및 직교 좌표, (d) 기하학적 형태, (e) 실체적 형태, (f) 혼합형태
자료: Barton & Gutiérrez-Antinopai(2020), p. 8.

18) 함태성(2012), pp. 71-72.

〈표 2-2〉 약한 지속가능성과 강한 지속가능성

지속가능성	약한 지속가능성 (weak sustainability)	강한 지속가능성 (strong sustainability)
접근 방법	• 국부적·미시적·소극적 • 현상유지적	• 종합적·거시적·적극적 • 사회전환적
기본 원리	• 인간중심주의 • 효율성 우선 • 예방의 원칙	• 생태중심주의 • 형평성 우선 • 사전 배려의 원칙
특징	• 국가 중심 • 비용·편익분석 기법의 활용	• 거버넌스 중심 • 비용·편익분석 기법의 제한 또는 배제
자연 자본에 대한 태도	• 자연이 인간에게 서비스를 제공하는 부분만이 자연 자본 • 총자본(인공 자본+자연 자본)이 일정 • 자연 자본은 인공자본과 대체가능	• 인간이 사용하지 않는 건전한 생태계 그 자체를 포함 • 자연 자본이 일정 • 자연 자본의 기능 중에는 인공자본이 쉽게 대체할 수 없는 것이 있음

자료: 함태성(2012), p. 75.

위 표는 약한 지속가능성과 강한 지속가능성의 접근 방법, 기본 원리, 특징, 자연 자본에 대한 태도를 나타낸 것이다.

약한 지속가능성은 인간이 만든 자원이 증가하면서 자연 자원이 그만큼 감소하여도 문제가 되지 않는다고 본다. 자연 자본[19]이 사라진다 하더라도, 인공자본이 그만큼의 양을 채우는 한 지속가능한 것이고 발전이 지속된다고 본다. 다만, 약한 지속가능성은 생태계의 고유한 불확실성과 비가역성의 문제를 무시하고, 인간이 자연환경을 의도적으로 통제할 수 있다는 가정을 전제로 하고 있다는 점에서 비판을 받는다.[20] 반면에 강한 지속가능성은 생태중심주의적 입장에서 자원은 서로 보완관계에 있지 대체관계가 아니라고 본다. 생태계의 변화는 불확실성과 비가역성이 있기 때문에 인공

19) 생태경제학의 입장에서 자연은 경제적으로 유용한 자원이 된다는 점에서 자연 자본으로 이러한 자연 자본이 인간의 노동과정을 통해 가공된 형태를 인공자본이라고 불린다. 자연 자본은 물질인 자원뿐만 아니라 유전적 정보, 생물다양성 등을 포함하여 자연적으로 나타나는 유기적 및 비유기적 자원 모두를 가리키고, 인공자본에는 공장, 도로 등과 같은 인간이 만든 자원, 지식과 기술 등과 같은 인적 자원, 문화·제도·규범 등 사회적 자원이 포함된다.

20) 최병두 외(2004), p. 81.

자원을 자연 자본으로 대체하는 것은 쉽지 않다고 본다. 자연 자원의 경우 식목이나 재활용과 같은 과정을 통해 충족되는 선에서만 그 사용을 허용하고, 오존층과 원시림, 습지와 갯벌 등 생태적으로 중요한 역할을 하는 특정 자연 자원은 감소되지 않고 그대로 유지되어야 한다는 입장이다. 따라서, 강한 지속가능성의 입장에 의하면 중요한 자연 자원은 적극적으로 보전하여 미래 세대에 남겨주어야 한다.

2. 지속가능한 경제 이론

최근 전문가들은 지속가능한 발전에 대한 이해를 높이기 위해 이론과 모델을 개발하는 데 노력하고 있다. 그중 지속가능성 분야에서 널리 받아들여지고 있는, 경제·사회·환경의 통합을 고려한 존 엘킹턴의 TBL 이론과 케이트 롤워스의 도넛 경제 이론을 살펴보았다.

(1) 트리플보텀라인(Triple Bottom Line, TBL) 이론

TBL은 Triple Bottom Line의 약자로 지속가능성 운동의 대부라 불리는 존 엘킹턴(John Elkington)이 1994년에 정립한 개념이다. TBL 접근법은 경제·사회·환경의 세 가지 영역을 모두 고려하여 조직이나 사회의 지속가능성을 평가하는 접근법이다. 이 접근법은 조직이나 사회가 이익 창출뿐만 아니라 사회적 책임과 환경 보호도 고려해야 한다는 개념에서 비롯되었다. 따라서 단순히 경제적 성과만을 평가하는 것이 아니라, 사회적, 환경적 성과를 모두 고려하여 지속가능한 경영을 추구하려는 노력의 일환으로 사용된다. TBL은 지속가능경영을 수행하기 위한 전략적 개념이다.[21]

21) 시지태테크놀러지 ESG 블로그, 존 엘킹턴의 TBL 개념 살펴보기, https://blog.cgtae.com/?p=1137(검색일: 2023.6.1.); Bickie, https://fancy-a-cuppa.com/8(검색일: 2023.6.1.)

TBL을 구성하는 요소로 경제적 지표인 이익(profit), 사회적 지표인 사람(people), 환경적 지표인 지구(planet)를 합쳐서 3P라고 부른다. Profit은 기업의 경제 활동으로 창출한 경제적 가치를 나타내며, 이는 기업 내부 인원뿐만 아니라 사회 전체의 이익을 포함한다. People은 기업의 활동에 직·간접적으로 영향을 받는 사회를 구성하는 모든 이해관계자를 말한다. People에 속하는 지표로는 직원의 평균 통근시간, 여성 노동 참여율부터 상대적 빈곤과 기대수명까지 사람과 관련된 다양한 영역이 포함될 수 있다. 마지막으로 Planet은 지구 환경과 관련된 것을 의미하며, 관련한 지표는 전기 사용량, 화석연료 사용량, 폐기물량 등이 있다.[22)]

TBL 이론은 GRI(Global Reporting Initiative, GRI)와 다우존스 지속가능성 지수의 형성에 큰 영향을 미쳤다. 중요한 것은 TBL을 사용할 때 전 세계적으로 고정된 기준이 없어, 경제·사회·환경 카테고리 내 요소가 기업과 단체에 유연하게 적용될 수 있다.

(2) 도넛 경제 이론

도넛 경제 이론은 케이트 레이워스(Kate Raworth)가 성장 중심의 경제 모델을 대체하기 위해 제시한 새로운 경제 모델이다. 경제 활동의 성장과 지속가능성을 조화시키는 새로운 접근 방식이다. 도넛 경제 이론은 인간의 기본적인 생존 필요 조건과 지구 환경을 고려한 새로운 경제 모델로 경제 성장과 지속가능성을 조화시키는 방식의 경제 모델이다. 이 모델은 경제 활동이 인간의 기본적인 생존 필요 조건을 충족시키는 데 초점을 맞추며, 동시에 지구 환경을 파괴하지 않아야 함을 설명한다. 이는 지속가능한 성장을 추구하는 데 중요한 역할을 할 수 있을 것이다. 이 모델은 기업이 사회적 책임을 다하고 지속가능한 비즈니스 모델을 채택하도록 유도하며, 정

22) 시지태테크놀러지 ESG 블로그, 존 엘킹턴의 TBL 개념 살펴보기, https://blog.cgtae.com/?p=1137 (검색일: 2023.6.1.)

부는 정책 개혁을 통해 사회적 평등과 환경 보호를 추구할 것을 강조한다.

도넛 경제 모델은 인간의 기본적인 생존 필요 조건(식량, 건강, 교육, 소득과 노동, 물과 위생, 에너지, 네트워크, 주택, 성평등, 정치적 발언권, 평화와 정의)와 지구 환경의 한계(기후 변화, 해양산성화, 화학 오염, 질소와 인의 축적, 물 부족, 토지 개간, 생물 다양성 감소, 대기 오염, 오존층 파괴)를 나타낸다. 사회적 경계선과 생태적 경계선이라는 두 가지 선으로 그려진 도넛은 인간의 웰빙을 지지하는 사회와 생태라는 두 조건을 시각화한 것이다. 안쪽 경계선은 사회적 경계선으로 사회적 기초로 모든 이에게 보장되어야 하는 최소한의 것들이다. 바깥쪽 경계선은 생태적 경계선으로 인간이 지구에 가하는 스트레스가 지구의 생명 유지 시스템들이 감당할 수 있는 수준을 넘어서면 위험한 상황에 놓이게 됨을 보여준다. 두 경계선 사이에 생태적, 사회적으로 안전한 공간이 존재하며 여기서 인류가 번성할 수 있다는 것이다. '인간에게 안전하고 공정한 공간'은 임계점을 초과하지 않는 초록색 영역이다.

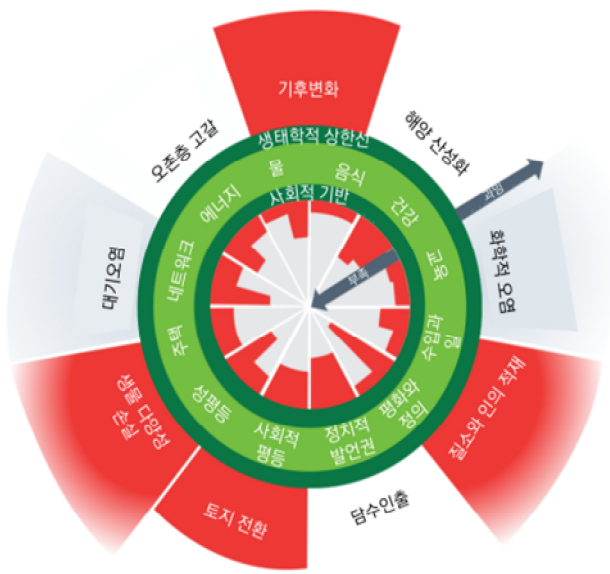
〈그림 2-4〉 도넛 경제 이론의 개념도



자료: Kate Raworth(2017), p. 59.

아래 그림은 인간이 도넛의 두 경계선을 모두 침범한 상태를 보여준다. 사회적 기초의 원 안으로 뻗어나간 짙은 쐐기는 전 세계적으로 삶의 기본 요소가 부족한 사람들의 비율을 보여준다. 생태적 한계의 바깥으로 뻗어나간 짙은 쐐기는 여러 경계선을 과도하게 넘어선 경우다. 과학자들은 인간이 이미 세 개 분야의 생태적 한계를 넘겼고, 다른 분야의 경계에도 빠르게 접근하고 있다고 말한다. 2022년 과학자들이 생태적 상황을 재평가한 결과, 인간은 특히 담수와 환경 오염 물질과 관련한 경계를 넘겼다는 결론을 내렸다.[23]

〈그림 2-5〉 도넛에 기반한 현재 상태



자료: Kate Raworth(2017), p. 59.; KATE RAWORTH 누리집(https://www.kateraworth.com/doughnut/)(검색일: 2023.4.28.)

23) https://earth.org/what-is-sustainability/(검색일: 2023.6.1.)

사회적 기초는 UN의 2015년 지속가능발전목표에 명시된 사회적 우선순위에서 도출된 열두 개의 사회적 차원으로 구성된다. 아래 표는 각 영역에서 인간의 부족 정도를 측정하고 설명하는 데 사용되는 변수와 데이터이다.

〈표 2-3〉 사회적 기초와 결핍지표·데이터

영역	예시적 지표 (특별히 명시되지 않은 한 전체 인구에서의 비율)	%	년도
식량	영양실조 인구	11	'14–'16
보건 (건강)	5세 이하 사망률이 1,000명당 25명이 넘는 나라에 사는 인구	46	2015
	출생 시 기대수명이 70세 미만인 나라에 사는 인구	39	2013
교육	성인(15+세) 문맹 인구	15	2013
	12~15세 미취학 아동	17	2013
소득과 노동	국제 빈곤선인 하루 3달러 10센트 미만으로 생활하는 인구	29	2012
	구직 중이지만 실업 청년(15–24세)의 비율	13	2014
물과 위생	개선된 식수 접근권이 없는 인구	9	2015
	개선된 위생 접근권이 없는 인구	32	2015
에너지	전기에 접근할 수 없는 인구	17	2013
	깨끗한 요리 시설에 접근할 수 없는 인구	38	2013
네트워크	위기 시 도움을 요청할 사람이 없는 인구	24	2015
	인터넷에 접근하지 못하는 인구	57	2015
주택	개발도상국의 도시 빈민가에 사는 인구	24	2012
성평등	국회에서 여성과 남성의 의원 격차	56	2014
	세계 여성과 남성의 소득 격차	23	2009
사회적 평등	팔마율(Palma Ratio: 하위 40퍼센트의 소득에 대한 상위 10퍼센트의 소득)이 2를 넘는 나라에 사는 인구	39	'95–'12
정치적 발언권	시민들의 능동적 참여지수(Voice and Accountability Index)가 1을 기준으로 0.5 이하인 나라에 사는 인구	52	2013
평화와 정의	부패 인식 지수(Corruption Perception Index)가 100을 기준으로 50 이하인 나라에 사는 인구	85	2014
	10만 명당 살인율이 10명 이상인 국가에 거주하는 인구	13	'08–'13

자료: Kate Raworth(2017), p. 338. 재인용

또한 생태적 한계는 Steffen et al.(2015) 제안한 9가지 차원으로 이루어진다. 다음의 표는 현재 지구가 지구적 경계선을 얼마나 넘어섰는지 수치와 지표로 나타낸다.

〈표 2-4〉 생태적 한계와 인간의 초과 수준

지구 압력 Earth-system pressure	제어 변수 Control Variable	지구적 경계 Planetary Boundary	현재의 값과 추세 Current Value and Trend
기후 변화	대기 중 이산화탄소 농도 (ppm)	최대 350ppm	400ppm 이상(악화)
해양 산성화	해수면(탄산칼슘)의 평균 포화도를 산업화 이전 수준과 비교한 백분율	산업화 이전의 포화도의 최소 80%	약 84%에서 감소 중(심해짐)
화학 오염	지구적 차원의 제어 변수가 아직 정해지지 않음.	–	–
질소와 인의 축적	토지에 비료로 투입된 인의 양(연간 100만 톤)	연간 최대 620만 톤	연간 약 1,400만 톤에서 상승 중(악화)
	토지에 비료로 투입된 반응성 질소(연간 100만 톤)	연간 최대 6,200만 톤	연간 약 1억 5천만 톤에서 상승 중(악화)
담수 고갈	연간 담수 소비량(연간 1㎦)	연 4,000㎦ 이하	연간 약 2,600㎦ 및 상승 중(심해짐)
토지 개간	인간이 바꾸기 이전 삼림 면적에 대한 현재 삼림 면적 비율	최소 75%	62% 및 감소 중(악화)
생물 다양성 손실	연간 100만 종당 멸종 생물 종의 비율	10종 이하	약 100-1,000종에서 상승 중(악화)
대기 오염	(전 지구) 에어로졸 광학깊이(AOD) (지역) 계절별 평균 AOD	–	0.3 AOD(남아시아)
오존층 파괴	성층권의 오존 농도(돕슨 단위 DU)	275DU 이상	283 DU 및 상승(개선)

자료: Steffen et al.(2015), pp. 4-5.; Kate Raworth(2017), p. 341. 재인용

3. 지속가능성 평가

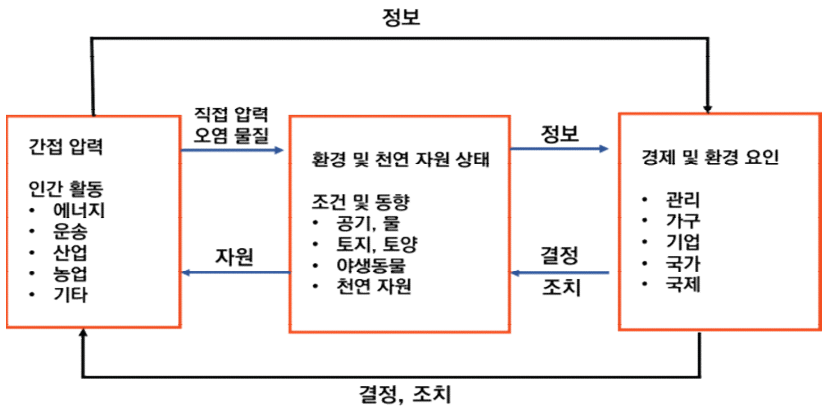
지속가능성 측정을 위한 다양한 평가 도구와 기술이 있다. 그러나 이러한 도구들은 종종 지속가능성의 복잡성을 반영하지 못하고 통합적인 지속가능성 영역을 고려하지 못하고 있다는 평가를 받고 있다.[24] 이에 점차 국가와 기업에서 지속가능성의 모든 중요한 측면을 측정할 수 있는 강력한 방법론을 개발하기 시작하였고, 지표 정의 및 측정에 대한 전체론적 접근(holistic approach) 방법을 채택하였다.

일반적으로 알려진 지속가능성 측정을 위한 접근법은 지속가능발전지표(Sustainable development indicators, SDI)이다. 이것은 개별적으로 측정된 다양한 영역을 집계하여, 전반적인 지속가능성을 평가하는 것이다. 이때 지표의 목푯값이 중요한데, 임곗값과 같은 기준값 혹은 목푯값이 주어지지 않는 지표는 지속가능성에 대해 적절한 의미를 제시할 수 없다.[25] SDI를 개발하는 방법은 두 가지로 구분된다. 첫 번째는 전문가와 연구자가 지속가능성을 달성하기 위한 전체 구조를 정의하고, 일련의 지표로 세분화할 수 있는 '하향식' 접근 방식이다. 두 번째는 주요 지속가능발전지표 뿐만 아니라 프레임워크를 이해하기 위해 다양한 이해관계자의 참여하는 '상향식' 접근 방식이다.

OECD가 제안한 압력-상태-반응(Pressure State Response, PSR) 프레임워크는 지속가능성 평가에서 중요한 발전으로 평가받고 있다. 이 프레임워크는 환경에 '압력'을 가하고, 환경 '상태'의 질과 양에 변화를 초래하는 인간 활동의 영향을 정의한다. 사회는 부문별 정책을 통해 변화에 적응한다. 사회의 반응은 인간 활동을 통한 '압력'에 대한 피드백으로 작용한다. 아래 그림은 OECD가 제안한 PSR 프레임워크를 보여준다.

24) Singh et al.(2012), p. 286.
25) Lancker & Nijkamp(2000), p. 114.; Singh et al.(2012), p. 282.

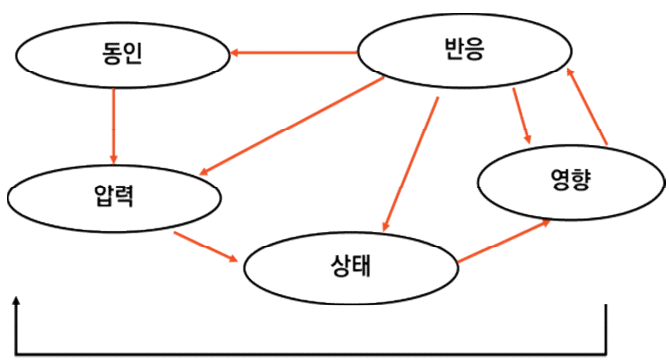
〈그림 2-6〉 PSR 프레임워크



자료: Singh et al.(2012), p. 282.

동인-압력-상태-영향-반응(Driving Force Pressure State Impact Response, DPSIR) 프레임워크는 PSR 프레임워크의 확장된 형태로, 1997년 유럽 환경청(EEA)과 유럽 통계청에 의해 채택되었다. 다음의 그림은 DPSIR 프레임워크의 다섯 가지 측면과 그 연관성을 보여준다.

〈그림 2-7〉 DPSIR 프레임워크

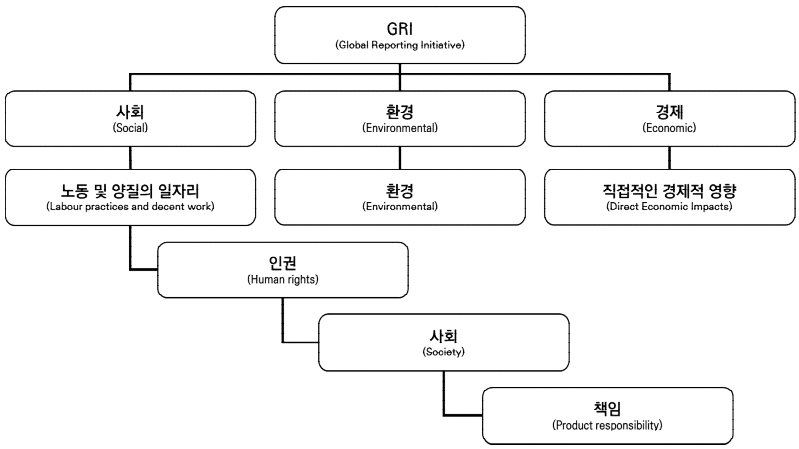


자료: Singh et al.(2012), p. 282.

지속가능성의 추세를 체계적으로 모니터링, 측정, 정량화·공간화·시각화하고, 이를 정확하게 해석하기 위한 연구가 이루어지고 있다. 환경 및 사회적 측면의 통합에 초점을 맞춘 지속가능성 측정을 위해 지속가능성의 바로미터(a barometer of sustainability)가 개발되었다.[26] 이것은 환경적 측면의 생태계 웰빙과 사회적 측면의 인간 웰빙으로 구성된다.

1997년 UNEP은 미국의 비정부기구인 환경책임경제연합(CERES)과 공동으로 지속가능성 보고의 품질, 구조 및 적용 범위를 개선하기 위한 GRI를 발표했다.[27]

〈그림 2-8〉 GRI 프레임워크의 핵심 계층 구조



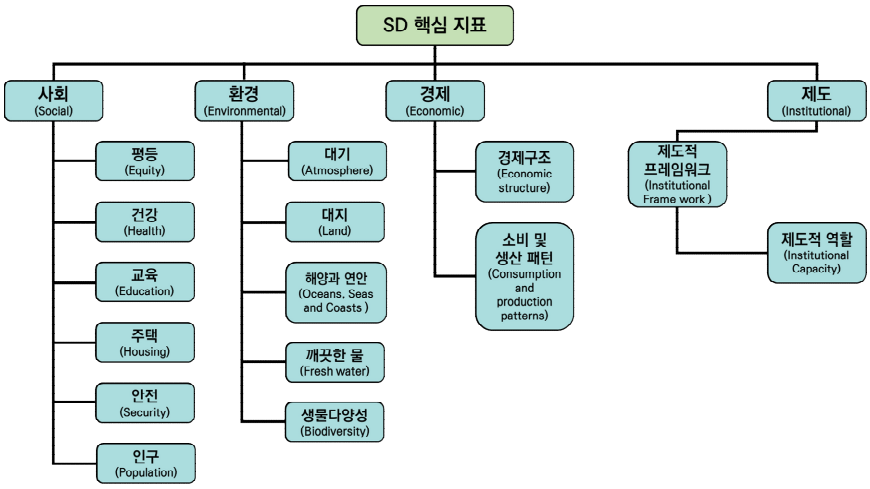
자료: Singh et al.(2012), p. 284.

지속가능성 평가를 위한 방법론으로 화폐 통합 방법과 물리적 지표 활용 방법이 있다. 화폐 통합 방법은 주로 경제학자들이 사용하는 반면, 물리적 지표들은 과학자들과 연구자들이 사용한다.[28] 또한 부퍼탈(Wuppertal) 연구소도 UNCSD가 정의한 지속가능한 발전의 네 가지 차원을 다루면서,

26) Prescott-Allen(1996), p. 2.
27) Labuschagnea, Brent, & Van Erck(2005), p. 374.
28) Singh et al.(2012), p. 283.

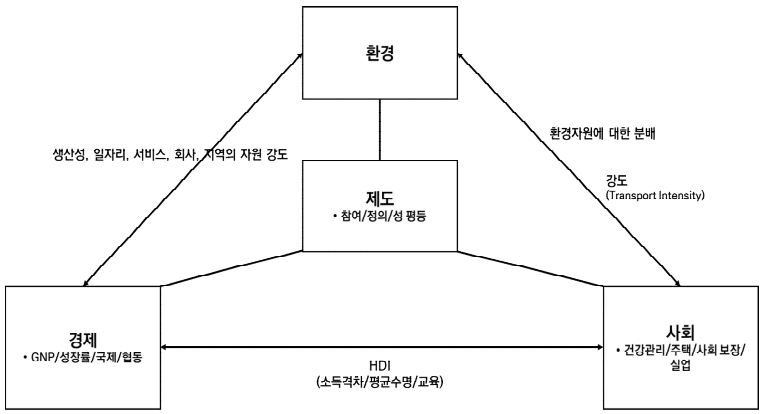
지속가능성의 프레임워크를 개발했다. 이러한 네 가지 측면은 다양한 지표 세트를 통해 구성된다.[29]

〈그림 2-9〉 UNCSD 지표 체계



자료: Labuschagnea, Brent, & Van Erck(2005), p. 375.

〈그림 2-10〉 부퍼탈(Wuppertal) 연구소의 SD 지표 체계



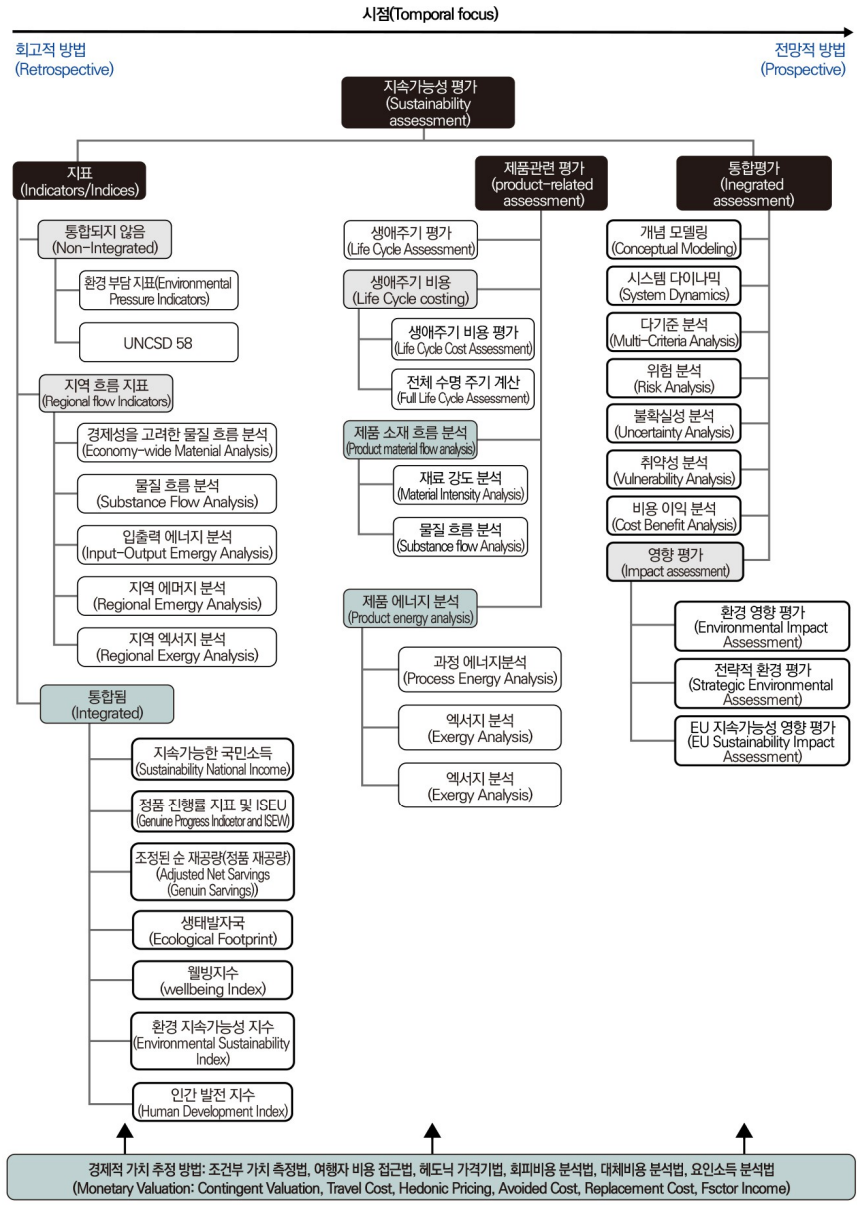
자료: Labuschagnea, C. et al.(2005), p. 376.

29) Labuschagnea, Brent, & Van Erck(2005), p. 374., p. 13.

Ness et al.(2007)과 Singh et al.(2012)는 지속가능성 평가에 사용되는 도구를 조사하고, 유형에 따라 체계적으로 정리하였다.[30] 여기에서는 지속가능성 평가 도구를 ① 지표와 지수, ② 제품 관련 평가 도구, ③ 통합 평가의 세 가지 영역으로 분류하였고, 방법은 회고적(Retrospective) 방법과 전망적(Prospective) 방법으로 구분하였다. 회고적 방법은 이미 발생한 과거 사건을 평가하는 방법으로 평가 대상이 되는 과거 데이터와 경험의 결과와 영향, 실행 과정을 평가한다. 반면에 전망적 방법은 아직 실행되지 않은 프로젝트나 정책 등에 대한 지속가능성을 예측하는 방법이다. 불확실성이 높은 상황에서, 예측 모델, 시나리오 분석 등을 통해 미래에 대한 예방적이고 대응적인 지속가능성 대책을 마련하는 데 사용된다. 예를 들어 전망적 방법은 신제품 및 서비스 개발, 새로운 정책의 시행, 혹은 기업의 신규 시장 진출 등에 사용된다. 두 방법 모두 지속가능성 평가를 위한 중요한 도구로 사용되며, 회고적 방법은 지난 시행착오를 바탕으로 더 나은 결정을 내릴 수 있도록 돕고, 전망적 방법은 미래 지속가능성에 대한 적극적인 개선 방안을 모색하는 데 사용된다.

30) Ness et al.(2007), p. 500.; Singh et al.(2012), p. 286.

〈그림 2-11〉 지속가능성 평가 도구 유형



자료: Ness et al.(2007), p. 500.; Singh et al.(2012), p. 286.

국가 차원의 지속가능성 지수는 한 국가의 발전을 측정하고 국가 간 비교를 수행할 수 있는 명확한 잣대가 된다. 각국의 정부는 경제적 부, 환경적 질, 사회적 일관성을 통합함으로써 지속가능한 발전을 이루기 위해 노력 중이다. 경제, 환경, 사회, 제도 등 다양한 조건의 변화에 대한 평가가 중요하며, 이러한 변화를 명확하게 측정할 수 없는 현안들은 개선하기 어려울 것이다. 그동안 개발된 SD 지수와 지수별 정규화, 가중치, 집계와 관련된 방법은 다음의 표와 같다. 하지만 이러한 지수들이 기본적인 과학적 요구를 충족시키지 못한다면, 정책 활용 시 오해를 불러올 여지가 있으므로, 신중한 접근이 필요하다.[31]

〈표 2-5〉 SD 지수별 표준화, 가중치, 집계와 관련된 방법

Index	표준화	가중치	집계
지구생명지수 (Living Planet Index)	$(\frac{x_{i,t}}{x_{i,t-1}})$	Equal	$\sqrt[N]{\prod_{i=1}^{N}\frac{x_{i,t}}{x_{i,t-1}}}$
생태발자국 (Ecological Footprint)	Transformation in square km	Equal	$\sum_{i=1}^{N} x_i$
도시개발지수 (City Development Index)	$\frac{x_i - \underline{x}}{\overline{x} - \underline{x}}$	2 steps PCA/experts	$\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} w_i x_i$
인간개발지수 (Human Development Index)	$\frac{x_i - \underline{x}}{\overline{x} - \underline{x}}$	Equal	$\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i$
환경 지속가능성 지수 (Environmental Sustainability Index 2005)	Standard deviation	Equal/experts	$\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i$
환경 성과 지수 (Environmental Performance Index)	Best = 100 worst = 0	PCA and experts	$\sum_{i=1}^{N} w_i x_i$
환경 취약성 지수 (Environmental Vulnerability Index)	Aim = 1 worst = 7	Equal	$\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i$

31) Böhringer & Jochem(2007), p. 8.

Index	표준화	가중치	집계
지속가능한 경제 복지 지수 (Index of Sustainable Economic Welfare)	Monetarized	Equal	$\sum_{i=1}^{N} x_i$
웰빙지수 (Well Being Index)	Best = 100 worst = 0	Subjective(not derived)	$\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(w_i)x_i$
순 저축 지수 (Genuine Savings Index)	Monetarized	Equal	$\sum_{i=1}^{N} x_i$
Environmentally Adjusted Domestic Product (EDP)	Monetarized	Equal	$\sum_{i=1}^{N} x_i$

주: 변수는 xi, 가중치는 wi, 국가는 i, 연도는 t임.
자료: Böhringer & Jochem(2007), p. 6.

제2절 해양의 지속가능성

1. 해양의 지속가능성 논의 동향[32)]

해양 생태계는 우리가 생각하는 것보다 더 높은 수준의 위험에 직면해 있다. 이러한 위험 중 가장 중요한 것은 이산화탄소와 인간의 다양한 활동의 영향이다. 빙하 융해, 해양 산성화, 온난화 현상이 발생하고 있는데, 이 현상은 해양 생태계에 심각한 영향을 미친다. 이로 인해 해양 생물 다양성이 감소하고, 해양 생태계의 기능이 약화되고 있다. 이는 인간 활동에 따른 해양 생태계의 영향에 관한 연구가 필요한 이유이다. 이러한 연구를 통해 인류는 해양 생태계의 보호와 회복을 위한 필요한 조치를 취할 수 있다. 해양은 넓고 복잡한 공유지이며, 식량과 에너지 생산을 포함하는 경제 활동을 지원한다. 그러나 데이터 부족과 열악한 거버넌스는 지속가능한 해양

32) Kronfeld-Goharani(2015) 제2장 내용을 토대로 작성

이용과 개발을 제한할 수 있다.[33]

해양의 지속가능성과 관련하여 초기에는 해양 환경 오염과 수산 자원 남획에 초점을 두었다.[34] 1950년대 말과 1960년대 초부터 문제가 되었던 해양 오염은 스톡홀름에서 열린 유엔인간환경회의(UN Conference on the Human Environment, UNCHE)에서 논의된 주제 중 하나였다. 의제에는 원자력 회사의 방사성 폐기물 투기와 유류 유출 관련 주제가 포함되었다. 그 후 몇 년 동안 '폐기물 및 그밖의 물질의 투기에 의한 해양오염방지에 관한 협약(1972)'과 '선박으로부터 오염방지를 위한 국제협약(1973)' 등 여러 해양 협약이 채택되었다. 환경 악화, 천연자원 고갈, 선진국과 개발도상국 간의 불평등한 분배는 1980년대 초에 발표된 보고서에 나타났다. 이 시기부터 해양의 지속가능발전에 관심이 높아지기 시작했다.[35]

지속가능발전의 개념은 다자주의와 국가 간 상호 의존을 중요하게 다룬다. 이는 국제적 관심을 이끌었고 1992년 리우데자네이루에서 열린 UNCED에서 채택되었다. 특히 환경과 개발에 관한 리우 선언과 의제 21에 포함되었으며, 17장에서 해양 문제가 다루어졌다. 2002년 WSSD에서 '환경 문제에서 벗어나 사회 및 경제 발전을 지향'하는 것으로 인식의 큰 변화가 있었다.[36]

그 이후로 개념을 구체화하기 위한 다양한 모델이 등장했다. 가장 널리 알려진 것은 환경, 경제, 사회 차원의 개발을 목표로 하는 '3가지 기둥(Three-pillar)' 모델이다. 이에 비해 '프리즘' 모델은 경제, 환경, 사회, 제도 차원에 기초하여 구성된다.[37] 일부 비평가들은 상대적으로 단순한 모델이 지속가능성 개념의 모호함과 용어의 혼란을 가중시켰다고 언급하기도 하였다.[38]

33) National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine(2016), p. 43.
34) National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine(2016), p. 43.
35) World Commission on Environment and Development(WCED)(1987), p. 43.
36) Drexhage & Murphy(2010), p. 8.
37) Spangenberg(2002), pp. 305-306.

인간의 웰빙은 연안과 해양 자원에 크게 좌우되기 때문에, 인간의 웰빙이 미래에 어떻게 유지될 수 있는지, 어떻게 공정하고 공평한 방식으로 분배될 수 있는지, 자연 자본의 보전 수준이 어느 정도 필요한지에 대한 의문이 제기된다. 이에, 지속가능성을 개념화하는 또 다른 접근 방식이 나타났는데, 바로 "강한 지속가능성"과 "약한 지속가능성"이다. 인간의 복지가 다양한 유형의 자본(사회자본(예: 정치 제도), 인적자본(예: 기술, 교육), 지식자본)[39]에 의존한다는 가정 하에, 강한 지속가능성은 자연 자본을 인적자본이 대체하는 것을 허용하지 않는 반면, 약한 지속가능성은 자연재와 서비스를 인간이 만든 재화와 서비스로 충분히 대체할 수 있다고 본다.[40]

자연 자본의 유지에 대한 논쟁을 떠나서 바다는 여전히 많은 부분이 잘 알려지지 않은 공간이다. 해양은 지구의 다른 활동과 복잡한 상호작용을 하고 있다. 인간에 의한 해양생태계 압력이 커지고 있으며, 이에 따라 미래의 해양생태계에 대한 이해가 더 복잡하고 불확실해지고 있다.

Kronfeld-Goharani(2015)는 해양 지속가능성의 담론을 조사하기 이전에 해양과 관련된 담론의 요소를 확인하였다. 그는 이 연구에서 지난 10년 동안의 문헌을 검색한 결과 “관리(management)”가 가장 중심되는 용어로 나타났고, 관리는 해양에서의 인간 활동의 유지 및 증진, 연안·해양 자원 보전, 오염 방지, 해양 보호 수단, 지식·정보 관리가 밀접하게 연계되어 있었다.

산업의 급격한 성장으로 해양에서 인간 활동의 형태가 변화하고 있고, 특히, 해상 교통, 해상 풍력, 양식, 항만 개발 등의 기술 변화에 따라 신규 해양 이용과 공간 경쟁이 나타난다. 인간 활동은 생물 다양성 손실과 생태계 기능 훼손에 상당한 영향을 미치므로, 연안·해양 자원 보전이 필요하다.

38) Parris & Kates(2003), p. 560.
39) Schultz et al.(2008), p. 468.
40) Kronfeld-Goharani(2015), p. 308.

예를 들면, 산호초는 지구 온난화, 해양 산성화, 자원 남획과 같은 인간의 영향으로 심각하게 감소하고 있다. 또한, 해양 생물은 플라스틱으로 인해 멸종 위기에 처해 있다. 해양 생물 다양성의 감소 또는 손실은 사회·경제에 장기적인 손실을 초래한다. 연안·해양 자원의 보전을 위해 생물 다양성의 전반적인 상태가 어떤지, 어디에서 손실되고 있는지, 손실의 원인은 무엇인지, 보전 조치가 원하는 결과를 달성하고 있는지, 투자와 노력을 집중할 분야가 어디인지 등에 관한 데이터가 중요하다.

해양 오염 문제는 끊임없이 발생하며, 문제를 해결하기 위한 새로운 대책과 결정이 필요하다. 과거에는 유조선 사고를 예방하기 위해 개선된 선박 설계 IMO 규정이 있었다면, 현재는 운송(평형수, 외래 침입종, 기름 유출) 및 화학 물질에 의한 오염, 산업 및 농업 폐수, 쓰레기, 플라스틱, 소음과 같은 오염에 초점을 두고 있다.

많은 국가들이 감소하는 어족의 위기와 생물 다양성 손실에 대응하기 위한 목표를 설정하고 이를 달성하기 위해 합의하고 있다. 국제법, 특히 유엔 해양법협약(UNCLOS), 생물다양성협약(CBD), FAO의 책임 있는 수산업 행동규범 등이 이에 해당한다. 이 문제에 대한 논의는 보호 조치가 무엇인지, 어떤 영역에 보호 조치가 필요한지, 누가 책임을 져야 하는지에 초점을 둔다. 최근에는 해양보호구역(MPA) 지정과 관련하여 2022년 생물다양성협약 제15차 당사국총회(COP 15)에서 당사국들은 2030년까지 육상, 하천·호수·저수지 등 내수, 연안, 해양의 최소 30%를 보호구역으로 지정해 보존될 수 있도록 하는 '30×30' 목표에 합의했다.

마지막으로 해양의 지속가능성은 관리 역량이 없으면 달성될 수 없다. 따라서, 해양 정보, 교육, 훈련, 경험 공유를 통해 역량을 쌓는 방법에 대한 논의가 점점 중요한 주제가 되고 있다. 역량 강화는 계획자, 관리자, 의사결정자가 연안·해양·섬 지역 계획, 이행 수준을 높이는 데 필수적이다.[41]

Kronfeld-Goharani(2015)에 따르면, 해양은 경제적 측면이 환경과 사회보다 더욱 중요한 역할을 하며, 해양 자원(자원량, 어류, 다양성)과 해양 생태계서비스의 중요성이 특징으로 나타났다. 해양에서 환경적 측면은 해양 생태계, 해양 생물 다양성, 해양 오염 등을 다루고, 경제적 측면은 해양 자원의 이용, 관광, 수산업 등을 포함하며, 사회적 측면에서는 해양 문화유산, 연안 지역 주민의 삶 등을 다룬다. 특히, 해양 생태계는 생태계 서비스를 통해 사회와 경제에 큰 영향을 미치기 때문에 해양의 환경·생태 상태가 중요한 역할을 한다. 따라서 해양의 지속가능성은 경제, 사회, 환경을 포괄하는 구조로 접근하는 것이 중요하다.

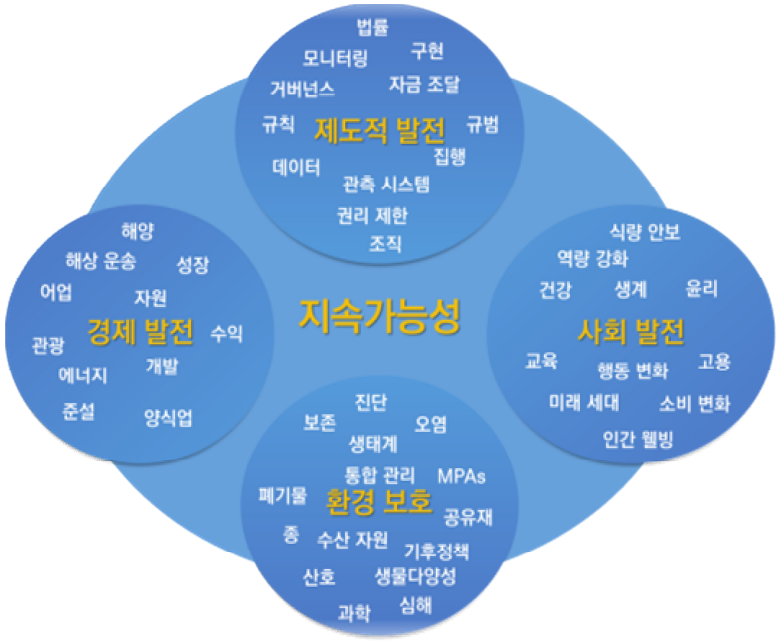
〈그림 2-12〉 해양 지속가능발전의 경제-사회-환경 개념



자료: Kronfeld-Goharani(2015), p. 317.

41) Global Forum on Oceans, Coasts, and Islands(2008), pp. 1-2.

〈그림 2-13〉 해양 지속가능성의 4대(경제, 환경, 사회, 제도) 구성 요소

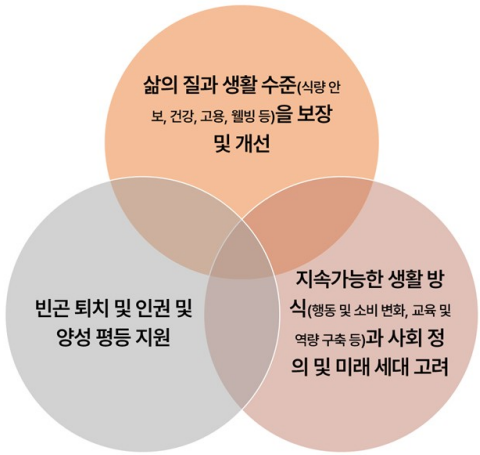


자료: Kronfeld-Goharani(2015), p. 317.

(1) 사회 발전에 관한 담론

1980년대 중반 이후 지속가능한 발전과 빈곤 완화, 인권 및 양성 평등이 강조되기 시작했다. 특히, 요하네스버그 선언과 Rio+20 에서 수산업을 정의하였고, 수산업을 이해하는 방식에서 양성 평등이 강조되었다. 국가 전체의 교육과 역량 강화가 중요시되며 현재와 미래 세대의 권리를 고려한 사회적 책임에 대한 담론도 형성되었다.

〈그림 2-14〉 사회적 측면에 주요 담론



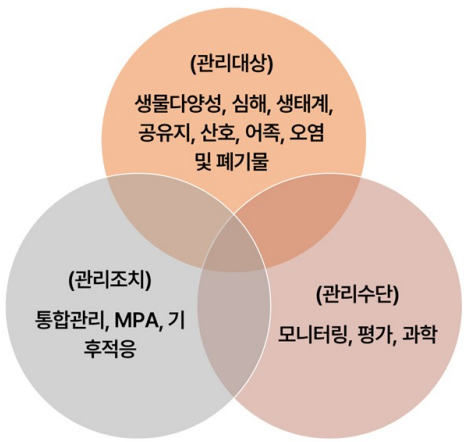
자료: 저자 작성

(2) 환경 보호에 관한 담론

해양 환경 보호의 필요성에 대한 첫 번째 담론은 1902년 발트해와 북대서양의 어족 감소가 우려되었을 때 국제해양탐사협의회(International Council for the Exploration of the Sea, ICES)가 설립되면서 시작되었다. 그 이후 생물 다양성 감소, 수산 자원의 남획, 해양 및 연안의 오염, 기후 변화가 해양에 미치는 영향, 특히 산성화 문제와 같은 광범위한 자원 및 환경 문제가 발생했을 때 해양 환경 보호의 필요성은 더욱 강조되었다. 이와 관련한 새로운 담론은 문제를 해결하기 위한 과학적 방법이다. 연안·해양 프로세스와 자원에 대한 이해는 해양 관리 및 지속가능한 개발을 위한 필수 요구사항으로 여겨진다. UNEP가 2009년에 '평가에 대한 평가(Assessment of Assessment, AoA)'를 발표한 후 UN이 주도하는 '세계해양평가(World Ocean Assessment, WOA)'는 해양 보전과 지속가능한 해양 이용을 위한 핵심적인 자료이다. 이 보고서는 해양 환경과 생태계의 변화 등을 감시하고, 지속가능한 해양 관리와 보전에 대한 대책을 마련하는 데 중요한 역할

을 한다. 최근 ICZM, MPA, MSP 등의 방법론이 해양 관리를 위한 중요 수단으로 인식되고 있다. 이 방법론은 해양 보호를 위한 다양한 형태의 관리를 가능하게 하며, 다양한 이해관계자들 간에 의사소통과 협력을 촉진하는 중요한 역할을 한다.

〈그림 2-15〉 환경적 측면에 주요 담론



자료: 저자 작성

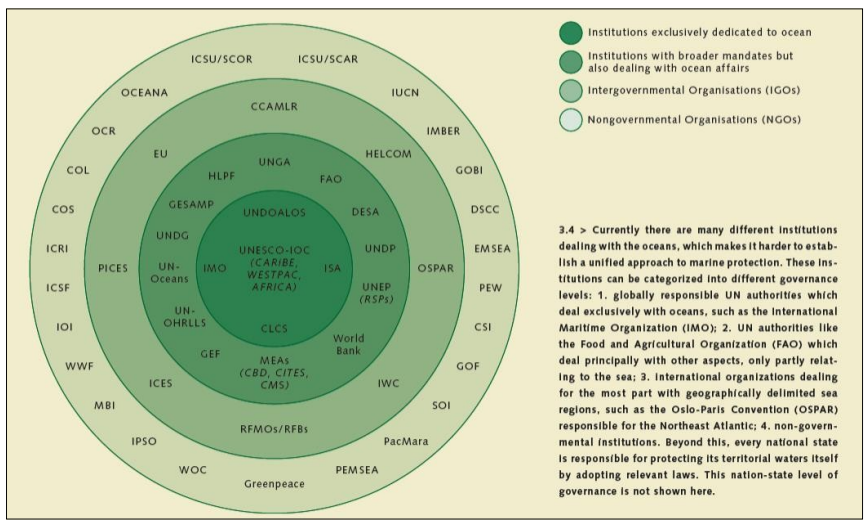
(3) 경제 발전에 관한 담론

바다는 인간의 부에 상당 부분 기여하고 있다. 오늘날 세계 경제의 상당 부분은 해양의 자원, 서비스, 공간에 의존하고 있다. 경제 성장의 전제 조건은 자원의 흐름이다. 증가하는 인구로 육상 자원이 점점 부족해지는 반면에 해양 자원의 이용과 개발 중요성은 점점 더 커지고 있다. 이것은 해양의 과학과 기술을 통해서만 가능하기 때문에 경제 발전의 중요한 요소이다. 해양 자원의 이용과 해양공간의 경쟁이 증가하는 것은 갈등의 원인이 될 것이다.

(4) 제도 발전에 관한 담론

해양을 관리하는 다양한 기관들이 존재하고 있어 해양의 통합적 접근은 점점 더 어려워지고 있다. 이러한 기관의 유형은 국제해사기구(IMO)와 같이 해양을 관리 대상으로 하는 UN 기관들, 주로 타 분야를 다루며 부분적으로만 해양을 다루는 FAO와 같은 기관들, 지리적으로 한정된 일부 해양을 대상으로 하는 Oslo-Paris 협약(OSPAR)과 같은 기구, WWF 등 비정부 기구 등으로 구분된다.

〈그림 2-16〉 전 세계 해양 관리 기구 및 기관



자료: maribus(2015), p. 80.

해양의 지속가능한 발전을 위해서는 국제법과 협약을 지키는 해양 거버넌스가 필요하며, 다양한 기관들이 협력해야 한다. 특히 국가 관할권을 넘어선 영역에서는 해양의 지속가능한 발전을 이루기 위한 국제법 및 협정이 존재한다. UNCLOS와 기존 규정에는 20년 이상 동안 국제 사회가 인간의 복지를 위한 건강한 바다의 중요성을 인식하고 해양 거버넌스를 지원하고

강화하기 위한 기술적·조직적 조치가 포함되어 있지만, 집행 및 이행은 부족하다. 많은 기관과 이니셔티브가 해양 활동에 관여하고 있지만, 병렬적이고 조정되지 못한 채 활동이 이루어지고 있다.

2. 해양의 건강성

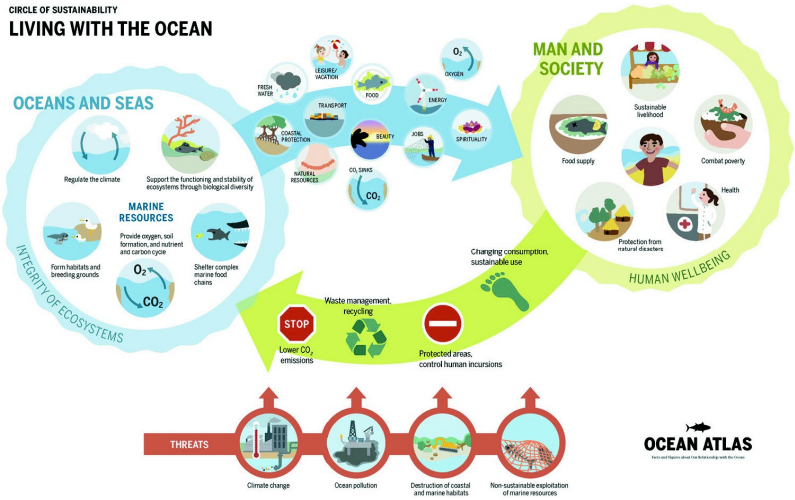
1) 해양 건강성

건강한 해양은 다양한 가치 있는 생태계 서비스를 제공하며, 식량 공급, 원료, 에너지, 여가·관광 활동을 통해 사회적 편익을 창출한다. 인간은 해양이 제공하는 수많은 서비스의 혜택을 받고 있으며, 결국 인간의 건강, 복지, 부는 건강한 해양에 크게 의존하는 것이다. 그러나 다양한 인간 활동은 해양 환경에 악영향을 미치면 장단기적으로 해양의 생태계 서비스 제공을 저해할 수 있다. 따라서, 해양의 혜택을 지속가능하게 제공받기 위한 적절한 대응이 필요하다. 해양의 혜택이 해양 생태계의 다양한 부분과 어떻게 상호 연결되며, 그에 따라 인간에게 어떠한 영향을 미치는지에 대한 과학적인 이해가 우선되어야 한다.

해양 환경에 영향을 미치는 인간의 활동을 관리하는 것은 과학 기반의 통합 생태계 접근법으로 가능하다.[42] 해양의 관리를 위한 진정한 "생태계 접근 방식"에는 ① 활동에서 발생하는 압력의 원인 정의, ② 각 위험에 대한 위험 평가 및 위험 관리 프레임워크, ③ 지역에서 세계로 거버넌스 구조의 수직적 통합, ④ 이해관계자 참여의 틀, ⑤ 생태계 서비스 및 사회적 혜택 제공 등의 요소가 필요하다.[43]

42) UNEP(2011), p. 13.
43) Borja et al.(2016), p. 2.

〈그림 2-17〉 해양 생태계 서비스와 위협을 강조한 인간-해양 상호 작용 개념도



자료: Visbeck(2018), p. 2.; Bahr, Kronfeld-Goharani, & Wiebe(2017), pp. 42-43.

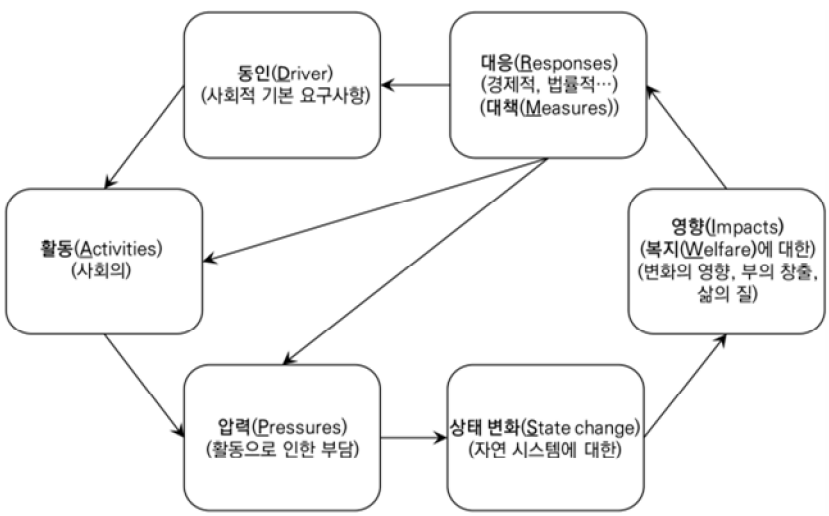
해양의 건강성을 평가하는 것은 2가지 목적이 있다. 첫째는 지나치게 이상적이거나 제대로 작동하지 않는 특성을 식별하고 조치를 취하여, 해양의 건강을 개선할 수 있도록 도와주는 것이다. 둘째는 생태계가 변화에 얼마나 잘 적응하는지를 평가하는 것이다. 이 평가는 내성(Resistance)[44]과 회복력(Resilience)[45]을 고려해야 한다.[46] 해양 관리는 인간-해양 생태계의 주요 프로세스와 구조적 특성을 분석하고 스트레스 요인을 식별하는 해양의 건강성 평가 프로그램이 필요하다. 스트레스 요인이 생태계에 어떻게 영향을 미칠 수 있는지에 대한 가설을 개발하고, 가설을 테스트하기 위한 해양 상태 및 건강을 측정해야 한다. 이러한 이유에서 ① 해양 생태계의 상태, ② 생태계에 가해지는 압력, ③ 그 상태나 변화에 대한 반응을 설명할 수 있는 지표가 필요하다.

44) 내성은 생태계가 변화에 얼마나 잘 저항하는지를 나타낸다. 즉, 생태계가 외부 요인이나 스트레스에 노출되었을 때 얼마나 빠르게 변화를 막거나 완화할 수 있는지를 의미한다.
45) 회복력은 생태계가 스트레스에 노출된 후 얼마나 빨리 이전의 상태로 회복할 수 있는지를 나타낸다. 회복력이 높은 생태계는 변화 후에도 빠르게 정상적인 상태로 돌아갈 수 있다.
46) Borja et al.(2016), p. 3.

2) 인간의 압력에 따른 해양 영향 측정

해양에서 인간의 활동과 그에 따른 압력에 대한 반응을 이해하려면 변화의 원인과 결과를 연결하는 것이 필요하다. 이것을 체계화한 것이 DPSIR 프레임워크, DAPSI(W)R(M) 프레임워크 등이다.[47] 이것은 동인, 활동, 압력, 상태 변화, 영향(인간 웰빙에 대한 영향), 대응으로 구성된다. 동인은 생리적 욕구, 안전과 보호에 대한 욕구, 고용, 문화적 만족, 자원·에너지에 대한 수요를 포함한 인간의 기본적인 욕구와 관련이 있다. 인간 복지에 미치는 영향은 생태계 서비스, 고용의 손실과 위험, 위험의 심리적 영향을 포함한다. 이 프레임워크는 인간 복지에 대한 압박, 상태 변화 및 영향을 정량화하고 평가하면서 대응과 조치로 동인과 활동을 관리하는 것까지 이해할 수 있다는 장점이 있다.

〈그림 2-18〉 DAPSI(W)R(M) 개념도



자료: Borja et al.(2016), p. 3.

47) Borja et al.(2016), p. 3.

국가 또는 지역 차원의 법률은 해양에서 인간 활동의 잠재적 악영향을 통제하는 것을 목표로 한다. 따라서 해양 관리 패러다임을 개별적으로 연구하고 관리하는 것에서 전체적인 생태계 기반 관리에 접근하는 방식으로, 누적(cumulative) 및 결합(in-combination) 활동과 그들의 압력을 관리하는 방향으로 전환하여야 한다.[48] 이 과정에서 인간 활동에 따른 누적 영향이 평가에서 중요한 역할을 하는데, 그것을 정책화한 사례로 유럽 해양전략 프레임워크 지침(MSFD)이 있다. 여기에서는 회원국에게 좋은 환경상태(Good Environmental Status, GES) 평가에 주요한 누적 및 상생적 영향을 포함하도록 요구하고 있다. 그동안 과학적 연구는 단일 압력이 해양 환경에 미치는 영향에 대해 다루었지만, Halpern et al.(2008)에서는 높은 공간 해상도에서 누적된 인간 활동과 잠재적 영향을 최초로 평가하였다. 누적 영향 평가 방법은 평가 셀(그리드)을 통해 압력과 생태계 구성 요소를 연결하고 전문가 기반 가중치를 사용하여 각 압력이 특정 생태계 구성 요소(종, 서식지, 생태계)에 미치는 영향을 추정하는 것이다.[49]

3) OHI

인간 활동이 해양의 건강성을 위협함에 따라 해양 보호에 국제적 관심이 높아지고 있다. WOA, 세계 해양 파트너십과 같은 다양한 프로젝트가 추진 중이다. 그동안 바다를 보호하려는 노력에는 사회생태학적 경로가 적절하게 고려되지 않았고, 아직 인간-해양 시스템 상호작용을 포괄적으로 다루지는 못하고 있다. 이것은 해양 생태계와 인간 사회를 위한 중요한 기능이

48) Borja et al.(2016), p. 2. BOX1 참고

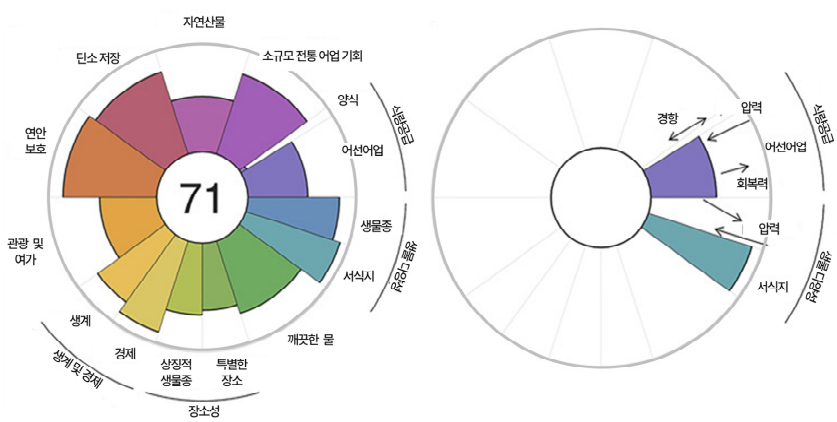
49) 공식은 다음과 같다. 여기서 Pi는 평가 단위 i에서 인위적 압력의 로그 변환 및 정규화된 값이고, Ej는 생태계 구성 요소 j(즉, 개체군, 종, 서식지 또는 대규모 서식지)의 존재 또는 부재이며, μi,j는 Piin Ej에 대한 가중치 점수이다.

$$I = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} P_i \times E_j \times \mu_{i,j}$$

어떻게 보호되고 복원될 수 있는지에 대한 적절한 사회적 대응을 제약할 수 있다.

OHI 시도는 주목할 만한데, Halpern et al.(2012)는 인간-해양 시스템의 건강과 이점을 평가하기 위한 지수로 OHI를 개발하였고, 열 개의 세부 목표(Goal)를 측정하였다. 이 평가는 현재 상태뿐만 아니라 인간-해양 시스템에 가해지는 압력과 회복력의 평가를 기반으로 한 미래 상태도 포함한다. Halpern et al.(2012)는 이러한 과정을 통해 나온 지표가 인간-해양 시스템의 지속가능성에 대한 중요한 정보를 제공할 것이라고 언급하였다. 그러나 그들은 상충할 수 있는 세부 목표의 통합을 고려하지 못하였다. 따라서 현재의 OHI는 지속가능성 개념을 충족시키지 못한다는 지적을 받는다.[50] Franke et al.(2020)에서는 그동안의 "해양 건강성" 개념을 재정립하고, 강한 지속가능성의 개념에 따라 운영되는 해양 건강성 운영 프레임워크를 제안하였다.[51]

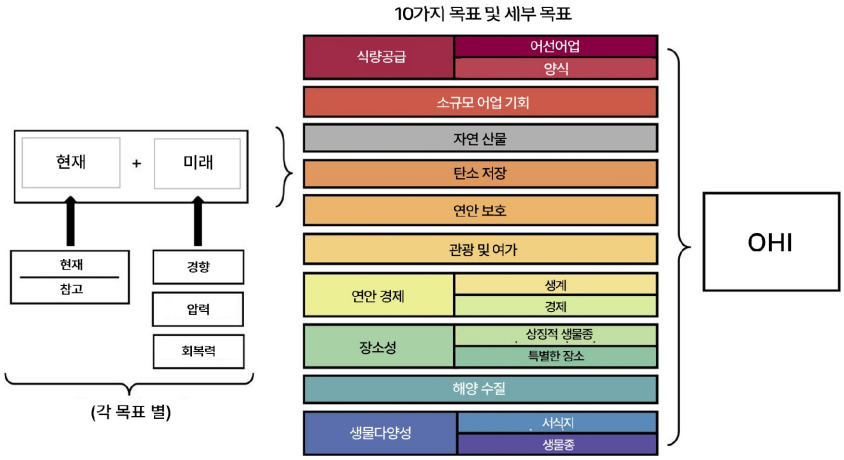
〈그림 2-19〉 OHI Petal Plot와 의미



자료: Halpern(2020), p. 31.

50) Rickels, Quaas, & Visbeck(2014), p. 1.
51) Franke et al.(2020), p. 557.

〈그림 2-20〉 OHI 구조도



자료: Halpern et al.(2014), p. 2.

4) 해양 건강성 관리 체계

인간-해양 시스템의 지속가능성을 측정하기 위한 종합 지표를 개발하려면 지속가능성이라는 용어가 해양의 맥락에서 무엇이 어떻게 다루어지는지야 하는지 확인해야 한다. 메도즈(Meadows)는 지구라는 한정된 공간에 유한한 자원이 존재하는 상황에서 기하급수적인 성장을 무한대로 계속할 수 없음을 인지하면서, 성장과 부의 관계를 강조하였다. 경제적인 관점에서 지속가능한 발전은 미래 세대의 부가 감소하지 않도록 경제의 생산 능력이 유지되는지 또는 증가하는지를 측정함으로써 측정될 수 있다. 그러나 이러한 전 지구 생산 능력에 대한 해양의 역할과 가치는 아직까지 제대로 고려되지 않았다.[52]

최근 다양한 과학자들이 해양의 건강성을 회복하기 위한 광범위한 조치가 필요함을 주장하고 있다.[53] 우리가 해양의 건강과 인간의 건강 및 복지

52) Visbeck et al.(2014), p. 188.

에 대한 이점을 평가하고 어떻게 개선할 수 있는지에 대한 질문을 적절하게 다루기 위해서는 "해양 건강성"이라는 용어를 개념화하는 것이 필요하다. 가장 널리 사용되는 OHI는 사람들이 건강한 해양이 제공할 것으로 기대하는 혜택과 서비스를 대표하는 일련의 주요 사회 목표를 향한 진전을 평가한다. OHI가 전 세계적으로 널리 유용하게 사용되고 있지만, 사람들이 윤리적이고 미적인 이유로 자연의 고유한 가치를 소중히 여긴다는 것을 강조하기 위해, 해양 건강에 대한 더 포괄적인 측정 기준을 제공할 여지가 있다. 그러나 현재의 체제는 바다와의 상호 관계에 대한 광범위한 사회적 요소를 부분적으로만 고려하고 있다. 해양의 지속적인 악화에 대응하는 실현 가능한 해결책을 찾기 위해서는 운영 가능한 해양 건강 체제를 개발하기 위해 명확한 해양 건강 개념이 필요하다.

"해양 건강"이라는 용어는 다양한 이해관계자들에 의해 널리 사용되지만, 그 구체적인 의미는 다를 수 있다. '해양 건강성'이라는 비유를 "좋은" 해양 상태에 대한 사전적 의미로 본다. 이러한 좋은 상태는 과학적, 윤리적으로 명시되어야 하며, 경험적 측면과 규범적 측면을 통합한 해양 관리를 통해 이루어져야 한다. 강한 지속가능성의 개념하에, 다양한 규모에서 자연 자본의 보전과 회복을 의무화하는 "지속적인 자연 자본[54] 원칙(constant natural capital rule)", "안전한 최소기준", "예방원칙" 등을 고려해야 한다.

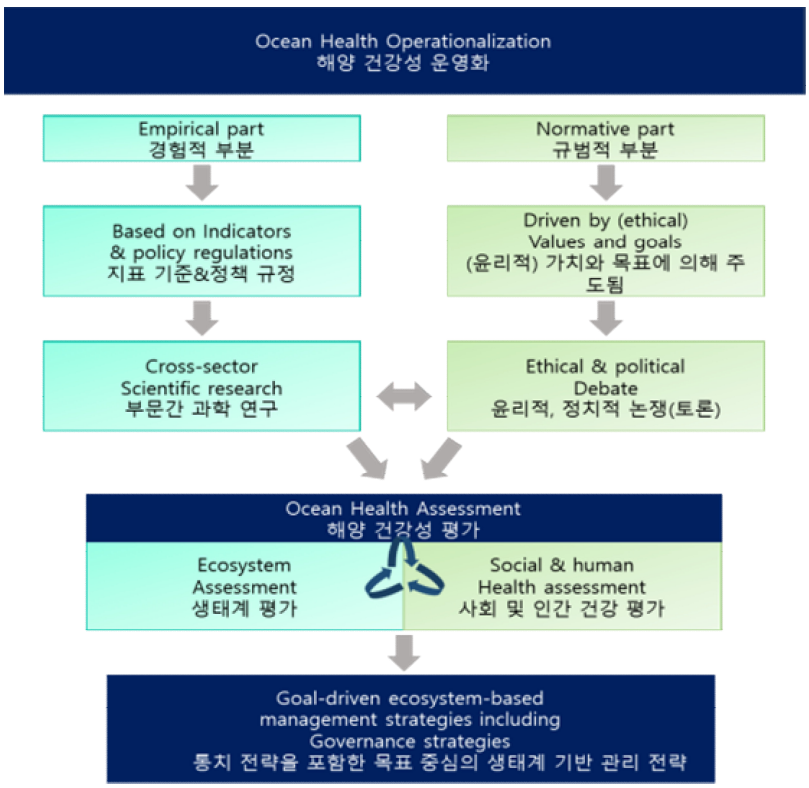
Frank et al.(2020)은 건강한 해양의 필수 요건을 회복력(resilience), 생산성(productivity), 다양성(diversity)으로 재구성하였다. 이 요소들은 해양을 통합적으로 평가하고, 해양 생태계 서비스와 사회적 가치를 지원하는 기반이 된다. 회복력, 생산성, 다양성은 과학적인 조사로 측정 가능하다.

53) Franke et al.(2020), p. 557.

54) 자연 자본을 사용하되, 그 한계를 인식하고 그 한계를 넘어서지 않도록 하는 것을 강조한 개념이다. 이는 환경 보전과 경제 발전을 균형 있게 조화시키는 데 중점을 두며, 장기적으로 지속가능한 사회 및 경제 구조를 구축하는 것을 목표로 한다. 자연 환경을 유지하면서도 인간의 삶의 질을 향상시키는 방안을 모색하는 데 도움을 주는 원칙이다.

Frank et al.(2020)이 제안한 해양 건강성 관리체계(Ocean health operationalization)는 강한 지속가능성뿐만 아니라 사회-생태학적 개념을 기반으로 한다. 해양 건강성의 관리 체계는 추상적인 개념과 목표를 실제로 측정 가능하고 조작 가능한 변수나 지표로 변환하는 과정을 말한다. 해양 건강성은 물리, 화학, 생물학적 지표 외에도 인간·사회 지표가 필요하다. 이러한 변수나 지표들은 해양 건강성을 유지하고 관리하기 위한 명확한 지식을 제공한다. 해양 건강성 관리 체계는 7단계로 이루어진다.

〈그림 2-21〉 해양 건강성 관리 체계



자료: Franke et al.(2020), p. 560.

〈표 2-6〉 7단계 해양 건강성 관리 절차

단계	내용	설명
Ⅰ	규범적 가치와 목표 (Normative values & goals)	• 규범적 가치와 목표를 통합하는 것은 중요하며 윤리적, 정치적 논쟁과 연결. 특정한 목표, 의무 및 임계값으로 정의
Ⅱ	지표 기반 경험적 측정 (Indicator-based empirical measurements)	• 경계 내에서 적합한 사회생태학적, 운영적인 해양 건강성과 인간 건강 지표(임계값 포함)의 집합
Ⅲ	진단 도구 및 소통 (Diagnostic tools and communication)	• 투명하고 개방적인 생태계 모니터링 및 평가 도구, 합의 형성을 위한 윤리적이고 정치적인 대화
Ⅳ	해양 건강성 평가 (Ocean health assessment)	• 해양생태계와 인간 사회의 복잡한 상호 의존성에 대한 전체론적 이해.
Ⅳ a	사회 및 인간 건강 평가 (Social & human health assessments)	• 공중 보건 및 웰빙, 회복탄력성, 정책, 권력 구조, 인간-연안 및 해양 이용 관행에 관한 질적인 사회 및 생물 의학 연구(Qualitative social and biomedical research)
Ⅳ b	생태계 평가 (Ecosystem assessment)	• 기본적인 환경 변수와 건강 관리에 대한 장기 데이터 관리 기반 방식으로 적극적인 개입 고려
Ⅴ	생태계 기반 관리 전략 (Ecosystem-based management strategies)	• 해양 건강성 관리를 위한 경험적 및 규범적 조치 • 관리 기반 방식으로 적극적인 개입 고려
Ⅵ	거버넌스 전략 (Governance strategies)	• 거버넌스 구조를 평가하고, 잠재적인 거버넌스 전략을 수립 • EBM 계획을 정치적 안건으로 실현
Ⅶ	지속적인 조율 및 적응 (Continuous adaptation)	• Ⅰ 단계부터 Ⅵ 단계까지 환경 및 사회 변화에 대응하여 지속적으로 조정 및 적응

자료: Franke et al.(2020), p. 560.

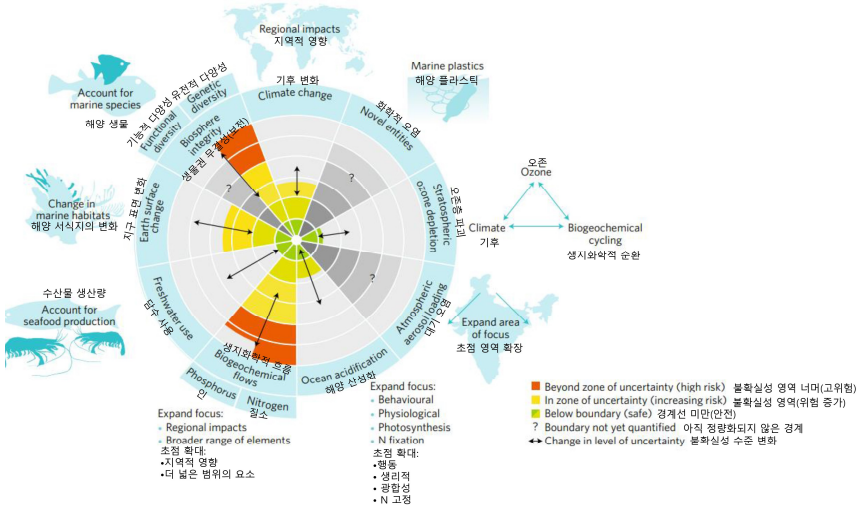
3. 해양과 지구 위험 한계선

인간 활동의 증가[55]는 지구에 부정적 영향을 준다. 지구 위험 한계선(Planetary Boundaries, PB)은 인간의 삶을 안전하게 유지하고, 지속가능한 발전을 위해 반드시 보존해야 하는 영역들을 제시한 개념이다. PB는 지구의 환경적 변화와 인간 활동 간의 상호작용을 이해하고 관리하기 위한 이론으로, 지난 10년 간 지속가능성 관련 문헌에서 언급되었다.[56] 지구 안전을 위한 기준인 PB를 넘어서면 환경과 인류에 심각한 영향을 미칠 수 있다는 것이다. 과학자들은 인간 생존에 필수적인 지구의 아홉 개 영역을 제시하였다. 이 중 세 개 영역, 기후 변화, 생물 다양성 손실, 생물·지질학적 흐름이 이미 한계선을 벗어난 것으로 추정하였다.[57]

그동안 PB 연구는 육상 환경에 초점을 두었다. PB 개념은 지구 시스템의 기능 유지와 사회 복지에 기여하는 해양의 역할을 간과하였다. 이로 인해 PB 접근 방식의 효과가 제한되며, 결국 지구를 지속가능하게 유지하는 데 어려움을 초래할 수 있으므로, 해양 생태계를 고려한 PB 접근이 필요하다. 즉, PB와 관련하여 토지 변화(Land-system change), 생지화학적 흐름(Biogeochemical flows), 생물권 온전성(Biosphere integrity), 인간이 점유한 순 일차 생산력(human-appropriated net primary production, HANPP[58])의 한계 설정 시 해양의 영향을 고려할 필요가 있다.[59]

55) 1950~2010년까지 지구의 인구는 거의 세 배 증가했으며, 전 세계 실질 GDP는 7배로 늘었다(Raworth (2022), 홍기빈 역, p. 61.).
56) EARTH·ORG, https://earth.org/what-is-sustainability/(검색일: 2023.5.30.)
57) Rockström et al.(2009), p. 472.
58) 인간에 의해 소비되는 육상에서의 1차 생산량이다. 일반적으로 인간 활동으로 변형되거나 사용되는 자연환경이나 생태계를 설명하는 데 사용된다. 지속가능성과 자원관리에 중요한 역할을 한다; Running (2012), p. 1458.
59) Nash et al.(2017), p. 1632.

〈그림 2-22〉 PB 내 해양 시스템 통합 개념도



자료: Nash et al.(2017), p. 1627.

〈표 2-7〉 지구 시스템을 유지하는 9가지 영역별 프로세스

영역	설명	비고
기후변화	• 온실가스가 대기권에 퍼지면 지구의 자연적인 온실효과를 증폭시켜 대기에 더 많은 열을 잡아둠. • 지구 온난화로 기온 상승, 극한 이상기후, 해수면 상승 등을 일으킴	
해양 산성화	• 이산화탄소 배출량의 1/4은 해양에 녹아드는데 여기서 탄산이 발생하고 해수면의 산성도가 올라감. • 해양이 산성화되면 해양생물의 껍질과 골격을 형성하는 탄산칼슘이 부족. 이에 따라 산호, 패류, 플랑크톤 등 생물이 생존하고 성장하기 어려워지며 해양생태계와 먹이 사슬이 위협에 빠지게 됨.	
화학적 오염	• 합성 유기 오염물질과 중금속 등 독성 화합물이 생물권에 배출되면 오랜 기간 잔존하면서 돌이킬 수 없는 결과를 초래 • 생명체의 몸에 축적될 경우 번식률이 낮아지고 유전자 손상이 일어나며, 육지와 해양생태계에 부정적 영향	
질소와 인 축적	• 반응성 질소와 인은 비료에 폭넓게 사용되지만, 농작물이 흡수하는 양은 아주 적음.	해양

영역	설명	비고
	• 그 양을 넘어서는 질소와 인은 대부분 강, 호수, 해양으로 흘러가며 녹조류를 발생. 녹조류에는 독성이 있으며 용존 산소량을 줄여 해양 생명체를 죽일 수 있음.	
담수 고갈	• 물은 생명의 필수 요소로 물이 고갈될 경우 호수, 강, 지하 대수층 등까지 손상되거나 말라버릴 수 있으며, 생태계를 파괴하고 물 순환과 기후를 변화시킴	
토지 개간	• 삼림과 습지를 개간하면 지구의 탄소 흡수원이 망가지고, 야생 생물 서식지가 파괴되며, 물, 질소, 인 순환 기능 저하	해양
생물 다양성 손실	• 생물 종 수와 다양성이 감소할 경우 생태계가 크게 손상되고 이는 다른 생물 종의 멸종을 가속화 • 자연 회복 능력도 줄게 되며 식량, 연료, 섬유소를 공급하고 생명을 지탱해주는 역량에 부정적 영향	해양
대기 오염	• 미세먼지는 연기, 먼지, 공해성 기체 등과 같이 공기 중에 배출되어 생명체에 손상을 입힘.	
오존층 파괴	• 지구 성층권의 오존층은 태양에서 오는 자외선을 흡수 • 프레온 가스와 같은 인공물질이 배출될 경우 성층권으로 들어가 오존층을 파괴하며 생물은 태양으로부터 오는 해로운 자외선에 그대로 노출	

자료: Kate Raworth(2022), pp. 339-340.을 토대로 저자 재작성

Nash et al.(2017)에서는 지구 경계의 특성을 확인하고, 해양을 통합할 수 있는 방법을 제시하였다. 아홉 가지 영역은 육지-담수-해양의 관계에 따라 세 가지 유형(시스템 간 통합 영역, 특정 시스템에 해당 되지만 다른 시스템에서 유사한 경계가 있는 영역, 유사한 경계가 없는 영역)으로 구분되며, 이 유형별 아홉 가지 영역 내에서 해양을 연계·통합하는 방법을 제안하였다(부록 3 참고). PB의 아홉 개 영역을 진단하기 위해 반응 변수와 제어 변수를 활용하였다. 이때, 반응 변수는 지구의 환경적 상태를 나타내며, 제어 변수는 이러한 상태를 관리하거나 개선하기 위해 조절할 수 있는 요소들을 나타낸다.

〈표 2-8〉 해양을 고려한 지구 위험 한계와 변수

경계 특성	반응 변수	제어 변수
❶ 육지, 담수, 해양 전반에 걸쳐 통합되는 영역		
생지화학 흐름	부영양화와 대규모 무산소 현상을 일으키는 생지화학적 흐름에 대한 인간의 영향	• N(질소) : 인간에 의한 N 고정 • P(인) : (전 지구) 담수에서 해양 시스템으로의 흐름, (지역) 적용된 비료에서 침식 가능한 토양으로의 흐름
화학적 오염	지구 시스템 구조와 기능에 미치는 영향은 완전히 이해되지 않았으며, 영향이 발생한 후에 이를 원상태로 돌리기 어려움	• 정의되지 않음
기후 변화	극지방 얼음과 빙하 담수 자원의 손실. 지역 기후의 변화와 탄소 흡수원으로의 흐름	• 대기 중 이산화탄소 농도 • CO_2: 상층 대기에서의 복사강제력
성층권 오존층 파괴	인간의 건강과 생태계에 대한 심각한 자외선 영향	• O_3 농도
대기 오염	전 세계 몬순 시스템에 대한 간섭; 인체 건강에 심각한 영향	• (전 지구) 에어로졸 광학 깊이 (aerosol optical depth, AOD) • (지역) 계절별 평균 AOD
생물권 온전성	생태계 기능과 서비스의 손실	• 유전적 다양성 : 멸종 속도 (Extinction rate) • 기능적 다양성 : 생물 다양성 온전 지수(BII)
❷ 다른 시스템의 유사한 영역		
토지 시스템 변화	기후를 조절하는 생지구물리적 과정에 대한 육상 생물군계의 기여도	• 전 지구 및 지역 규모에 남아 있는 산림 면적 • 3대 산림 생물군계는 열대, 온대, 한대 수림
❸ 유사점이 없는 영역(특정 영역에서만 적용되는 독특한 영역)		
해양 산성화	조개/산호 껍질/골격을 형성하기 위해 탄산칼슘을 만드는 해양생물종의 멸종 해양의 탄소 저장에 대한 변화	• 아라고나이트 포화 상태
담수 이용	지역 기후 수분 균형/생산성/생물 다양성/기후 변화	• (전 지구) 블루워터 소비 • (분지) 블루워터 제거

자료: Nash et al.(2017), pp. 1628-1629. 재정리.

인간 생존에 필수적인 지구의 아홉 개 영역은 구조적인 변화(예, 기후에 영향을 미치는 토지 변화)를 나타내는 반면, 일부는 과정 자체를 나타낸다(예, 기후).[60] 영역들은 서로 영향을 주며 지구 환경 변화에 대한 불확실성을 야기한다. 영역 간 상호 작용과 불확실성을 탐색하는 것은 생물·물리학적 과정, 인간의 피드백을 확인하는 시스템 모델링 방법을 활용하는 것이 적절하다. 생태계 모델은 다양한 생물학적 프로세스와 비선형적 상호작용을 규명하는 방법을 제공한다. 인간의 대응과 조치는 이러한 역학을 변경할 수 있는 방법이다. 앞으로의 가장 큰 현안은 이 과정에서 인간의 영향을 포함하고, 이로 인한 영역 간의 상호 연결성과 상호 의존성을 고려하는 것이다.

4. 해양-인간 상호작용

UN SDGs 간 상호 연계성을 분석하기 위한 연구는 꾸준히 진행되어 왔다.[61] Coopman et al.(2016)은 SDGs의 상호 연계성을 지원(supporting), 허용(enabling/disenabling), 의존(relying)으로 범주화하고, 각 분류 당 유형을 정의하는 분석 프레임워크를 제안해 범주 당 0~3점의 점수를 부여하였고, Nilsson, Griggs, & Visbeck(2016)은 SDGs간 상호작용을 총 7단계, 즉 분리 불가, 강화, 허용, 중립, 제약, 훼방, 상쇄로 구분하였다.

60) Nash et al.(2017), p. 1630.
61) 환경부 지속가능발전위원회(2020), p. 246.

〈표 2-9〉 SDGs 세부 목표 간 상호 작용

점수	명칭	설명
+3	분리불가 (INDIVISIBLE)	• 하나의 목표가 다른 목표의 달성과 불가분의 관계 • 강력한 긍정적 상호 작용
+2	강화 (REINFORCING)	• 하나의 목표는 직접적으로 다른 목표 달성에 기여
+1	허용 (ENABLING)	• 다른 목표의 달성에 긍정적인 조건 제공 • 하나의 목표를 추구하는 것이 다른 목표의 달성을 가능하게 함
0	중립 (CONSISTENT)	• 유의미한 상호작용 없음. • 하나의 목표가 다른 목표와 상호 작용하지 않는 중립적 관계
−1	제약 (CONSTRAINING)	• 다른 목표 달성에 제한 조건 제공 • 하나의 목표 추구가 다른 목표의 달성에 약한 부정적 상호 작용
−2	훼방 (COUNTERACTING)	• 다른 목표와 충돌 • 하나의 목표를 추구하는 것은 다른 목표를 상쇄함
−3	상쇄 (CANCELLING)	• 다른 목표의 달성을 불가능하게 함 • 강한 부정적 상호 작용으로 하나의 목표 달성이 다른 목표 달성을 불가능하게 함.

자료: ICSU(2017). p. 23.; Nilsson, Griggs, & Visbeck(2016), p. 321.

해양에서 인간 활동은 다른 분야와 서로 영향을 주고 받으며 상호 의존하고 있다. 따라서 SDGs 14의 내부 및 외부 목표 간 상호 작용을 조사하여 시너지와 상충 효과를 분석하는 연구가 이루어져 왔다.다. ICSU(2017)은 과학적 문헌과 전문가 지식에 기반하여 SDGs 14와 다른 16개의 SDGs 중 6개 SDGs(SDGs 1, 2, 8, 11, 12, 13)간의 상호작용을 조사하였다. SDGs 14는 해양생태계가 인류에게 제공하는 다양한 혜택을 바탕으로 빈곤퇴치(SDGs 1), 기아종식(SDGs 2), 양질의 일자리와 경제성장(SDGs 8), 지속가능한 도시와 공동체(SDGs 11), 지속가능한 소비와 생산 양식의 보장(SDGs 12), 기후 변화 대응(SDGs 13)과 긍정·부정적 영향을 주고받는 것으로 나타났다.

〈그림 2-23〉 SDGs 14와 타 목표 간 연계 개념도



자료: ICSU(2017), p. 176.

〈표 2-10〉 SDGs 14와 타 목표 간 중요 상호 작용

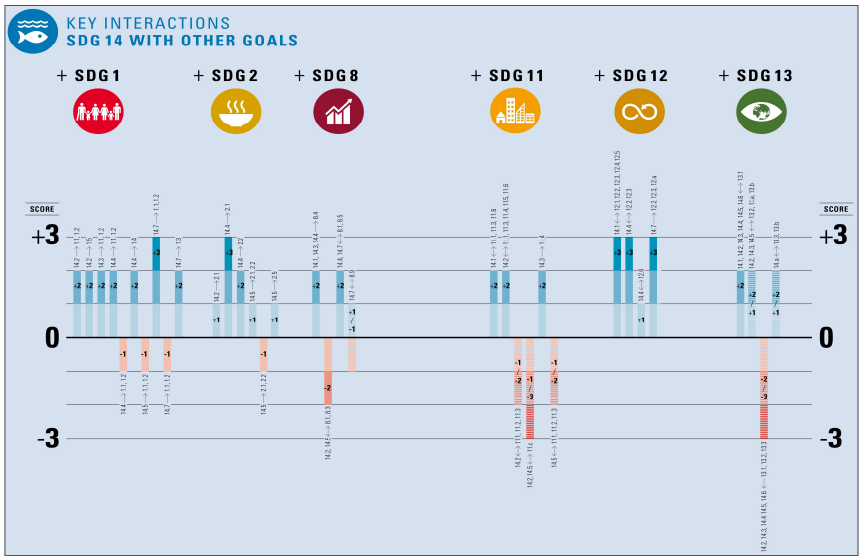
구분	상호작용
14 + 1 (빈곤 퇴치)	• 건강하고 생산적이며 회복력 있는 바다는 연안 지역사회의 빈곤 악화, 경제 성장, 인간 복지를 지원 • 빈곤 완화를 위한 활동이 해양 자원과 생태계 서비스를 제한할 수 있음. • 즉 급속한 경제 성장 추구 시, 해양 건강 손상 및 수산 자원 남획 조장 : 어업, 양식, 관광의 지속적인 수입과 경제적 이익과 연안·해양의 건강은 상호 의존적
14 + 2 (기아 종식)	• 바다는 음식의 안전과 영양 공급에 필수적 • 해양 보호와 자원 활용의 균형이 중요 : 해양보호구역을 설정하면 식품 및 영양과 관련한 해양 자원에 대한 접근이 제한. 반면에 지속가능한 관리와 균형 잡힌 보전 조치의 혜택을 받을 수 있음. • 농업 생산의 증가는 영양분 유출과 관련 오염을 통해 해양 건강을 훼손할 수 있음.
14 + 8 (양질의 일자리와 경제 성장)	• 해양의 지속가능한 성장은 고용 및 경제 성장 지원 • 해양 생태계 및 수산 자원의 보호와 단기적인 경제 성장, 생산성, 일자리 창출 정책에 대한 선택권은 서로를 제약

구분	상호작용
	• 해양 관광은 지역 고용, 문화 및 상품의 추진 요인으로 지속가능한 관광 촉진의 핵심적 요소
14 + 11 (지속가능한 도시와 공동체)	• 연안은 경제 활동의 기회와 해양 자원의 접근성으로 도시 개발에 매력적 • 연안 개발은 해안선을 따라 환경 압력을 증가시키는 요인 • 연안 보전이 주택 및 기반 시설, 교통 개선을 위한 대안 제안 시 분쟁 혹은 충돌 발생 가능 • 회복력이 강한 연안은 지속가능한 정주 환경 조성 지원
14 + 12 (지속가능한 소비와 생산의 보장)	• 지속가능한 소비와 생산은 해양 기반 산업과 지역사회에 혜택을 제공, 해양 생태계를 보호 • 남획 중단, 해양 생태계 관리, 해양 오염 감소는 자원 효율성과 식량 손실 감소를 지원하며, 지속가능한 소비와 생산은 해양 오염을 줄이고 자원을 지속가능하게 사용하게 함. 이 두 목표 간 상호작용은 양방향으로 밀접하게 연결
14 + 13 (기후 변화 대응)	• 연안·해양은 기후 변화와 관련 위험 완화 및 적응 조치와 밀접하게 관련 • 따라서 SDGs 14와 SDGs 13을 달성하는 것은 블루 카본 흡수원 역할을 하는 해양 생태계의 보전을 통해 시너지를 높일 수 있음.

자료: ICSU(2017), pp. 15-16, pp 178-182.

SDGs 14와 다른 목표 간 상호작용의 성격과 강도는 목표별로 차이가 있다. 다음의 그림은 상호 연계 수준을 점수로 부여한 구체적인 결과이다. 건강하고 생산적이며 회복력 있는 바다는 연안 지역사회의 빈곤 약화, 경제 성장, 인간 복지를 지원하지만, 어업, 양식, 관광 등을 통한 경제 성장은 수산 자원의 고갈 등으로 이어져 다양한 해양 생태계 서비스를 제한할 수 있다. 특히 빈곤 퇴치(SDGs 1), 기아 종식(SDGs 2), 지속가능한 소비와 생산의 보장(SDGs 12)과 SDGs 14 목표 간 상호작용은 양방향으로 밀접하게 연결되어 있다. 수산 자원 남획 중단, 해양 생태계 관리, 해양 오염 감소는 자원 효율성과 식량 손실 감소를 지원하며, 지속가능한 소비와 생산은 해양 오염을 줄이고 해양 자원을 지속가능하게 사용하게 한다.

〈그림 2-24〉 SDGs 14와 타 목표 간 상호 작용 수준



자료: ICSU(2017), pp. 210-212.

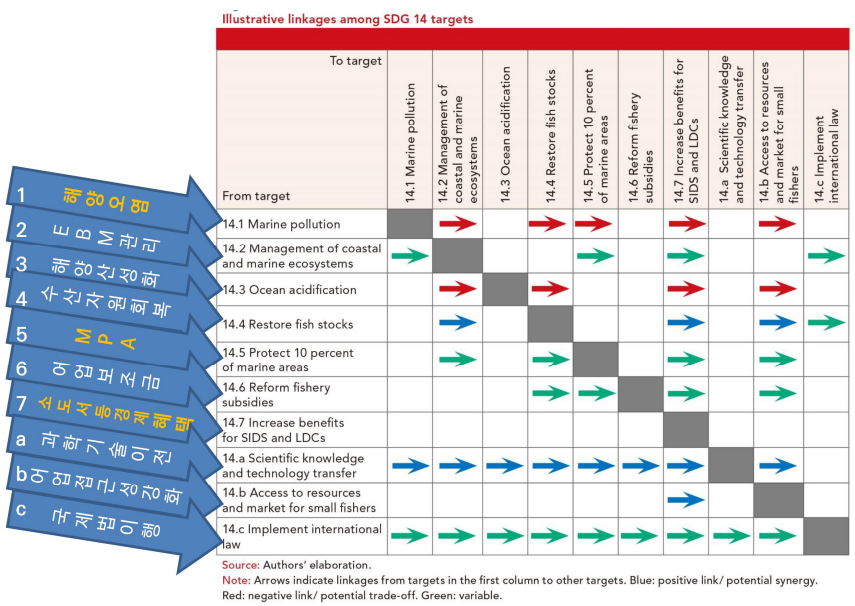
ICSU & ISSC(2015)[62]의 조사 결과에서도 SDGs 14는 SDGs 6 및 15와 강력한 시너지를 갖지만, 동시에 SDGs 2와는 잠재적 트레이드오프가 있다. 빈곤 완화, 물과 에너지 접근, 지속가능한 도시 및 산업 발전 촉진은 의도하지 않은 부정적 영향을 초래할 수 있다. 해양이 제공하는 생태계 서비스(식량 공급 및 기후 조절 등 SDGs 2, 3, 6, 7, 11, 12, 13, 15)별로 SDGs 목표 간 연계되어 있음을 확인하였다. 또한 사회적 제도 마련과 인식 개선(제도, 자금, 역량 구축 및 투명성 등 SDGs 1, 8, 9, 12, 16, 17)은 해양의 지속가능한 발전을 지원한다.

Blanc, Freire, & Vierros(2017)은 SDGs 14 내 세부 목표 간 상호의존의 형태를 부정, 긍정, 가변(정책의 설계와 거버넌스에 의존적)으로 구분하였다.[63] 상호 의존성은 SDGs 14 발전에 가장 중요한 가능성이 있는 연

62) ICSU & ISSC(2015), p. 69.

결고리를 찾아서, 정책과 과학의 소통의 도구로 활용할 수 있다. 예를 들어, 해양 오염은 해양 보전과 소도서국 혹은 최빈개도국 경제적 이익에 부정적 영향을 미칠 수 있다. MPA 지정 및 관리 세부 목표는 MPA를 관리하는 방식에 따라 소도서국 혹은 최빈개도국의 이익에 가변적 영향을 미칠 수 있다. MPA의 생태관광 사업을 추진할 경우, 관광 수입과 지역 경제 파급 효과로 긍정적 영향을 미칠 수 있다. 하지만 MPA의 강한 규제는 오히려 어획량 감소로 이어질 수도 있다. SDGs 목표 내 세부 목표 간 관계를 대체로 긍정적이지만, 부정적 혹은 중립적인 관계는 다음과 같다. 해양오염과 어류 자원량은 반비례 관계이고, 해양 산성화 및 해양 오염이 개발도상국의 자원 개발에 부정적 영향을 미치며, 생물 다양성과 경제적 손실을 발생시킬 수 있다.

〈그림 2-25〉 SDGs 14 내 세부 목표 간 상관관계



자료: Blanc, Freire, & Vierros(2017), p. 7.

63) Blanc, Freire, & Vierros(2017), p. 9.

〈표 2-11〉 SDGs 14 내 세부 지표와 상호 작용

구분	상호작용
14.1 (모든 형태의 해양 오염 방지 및 감소)	• 연안·해양 자원의 보전 및 지속가능성에 매우 중요 • 수산 자원량은 오염에 의해 부정적인 영향을 받으며, 극단적인 경우 해양생물이 없는 데드존으로 이어질 수 있음(14.2)
14.3 (해양 산성화 최소화 및 그 영향 대응)	• 오염 및 해양 산성화는 자원 개발로 인한 소도서개발도상국(SIDS) 및 최빈개도국(LDC)의 혜택에 부정적 영향(14.7) • 해양 산성화는 해양 생물 및 산호초 같은 생태계와 상호 작용하고 이는 생물 다양성과 경제적 손실을 가져올 수 있음(14.2)
14.5 (연안 및 해양의 10% 보호)	• 부실하게 설계된 MPA는 전통적인 생계를 방해하고, 접근권 및 일자리 재분배 등을 통해 기존의 경제·사회 구조를 변화시킬 수 있음. • 영세 어업인의 접근과 관련된 SDGs 14.5와 14.b 간의 연계는 정책에 따라 긍정적일 수도 부정적일 수도 있음. • 해양 보전(14.1, 14.5)과 SIDS·LDC(14.7)에 대한 경제적 이익 간의 연계는 MPA 설계 및 관리에 크게 의존 • MPA는 관광 수입과 어획량 증가(14.7)로 지역 사회에 혜택 제공
14.6(특정 형태의 어업 보조금 지급과 신규 보조금 도입 자제)	• 어업 보조금은 의도한 효과와 보조금의 설계에 따라 긍정적일 수도 부정적일 수도 있음.
14.7(SIDS 및 LDC의 경제적 이익 증가)	• 어업과 같은 해양 기반 활동은 자원 개발, 오염 발생, 종 구성을 변경하여 14.2와 14.4 달성에 영향을 줌
14.b(소규모 영세어업인의 자원 및 시장 접근성 제공)	• 소규모 어업 공동체는 오염, 기후 변화, 자연재해를 포함하여 해양 관련 위협에 매우 취약 • 영세 어민은 폐기물 등을 생성하는데, 이는 생태계 접근 내에서 지속가능한 관행을 장려(14.c)하는 중일 수 있음.
14.c(UNCLOS에 반영된 국제법 이행)	• 법·제도적 체계는 14.2(해양 생태계 보호 및 복원), 14.4(어류 포획 규제), 14.5(MPA 지정)에 영향을 줌 • 14.1(해양 오염, 특히 육상 활동에 의한 오염 예방), 14.2(해양 생태계 복원), 14.4(어류 포획 제한 및 지속가능한 최대 생산량 복원)와 관련됨. • UNCLOS는 해양 과학 연구와 해양 기술 개발·이전을 위한 체계를 제공 : 14.a에 영향을 주며 동시에 국가의 해양과학과 기술 역량을 촉진한다는 측면에서 14.7에 영향

자료: Blanc, Freire, & Vierros(2017) 내용을 토대로 저자 작성

제3절 해양의 지속가능성 국내 정책 현황

1. 국내 지속가능발전 정책

1) 법률 및 제도

(1) 변천사

우리나라 지속가능발전에 관한 제도는 복잡한 변천사를 보인다. 먼저 김대중 정부 당시 대통령령 제19646호에서 지속가능발전위원회를 규정한 것이 시초이다. 이후 2007년 노무현 정부 당시 「지속가능발전 기본법」을 제정하였으나, 2010년에 폐지되었다.

〈표 2-12〉 지속가능발전 법제 변화

<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="2">김대중 정부</th><th colspan="2">노무현 정부</th></tr>
<tr><td rowspan="2">법적근거</td><td colspan="4">지속가능발전위원회규정(대통령령: 2000.8.-2007.8.)</td></tr>
<tr><td colspan="4">지속가능발전 기본법(2007.8.-2010.1.)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">조직명칭</td><td colspan="4">대통령자문 지속가능발전위원회(PCSD: 2000.9)</td></tr>
<tr><td colspan="4">국가지속가능발전위원회(NCSD: 2007.8)</td></tr>
<tr><th>구분</th><th>이명박 정부</th><th>박근혜 정부</th><th>문재인 정부</th><th>윤석열 정부</th></tr>
<tr><td rowspan="2">법적근거</td><td colspan="2">저탄소녹색성장기본법, 녹색성장위원회 규정 (2010.1-2022.3)</td><td colspan="2">탄소중립, 녹색성장기본법 (2021.8.)</td></tr>
<tr><td colspan="3">지속가능발전법(2010.1-2022.1)</td><td>지속가능발전 기본법 (2022.4.)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">조직명칭</td><td>대통령직속 녹색성장위원회</td><td>-</td><td colspan="2">2050탄소중립위원회</td></tr>
<tr><td>-</td><td colspan="2">국무총리소속 녹색성장위원회</td><td rowspan="2">대통령 소속 지속가능발전위원회</td></tr>
<tr><td colspan="3">환경부 소속 지속가능발전위원회</td></tr>
</table>

자료: 저자 작성

이명박 정부는 「저탄소 녹색성장 기본법」을 제정하면서, 지속가능발전을 녹색 성장의 하위 개념으로 받아들이고 「지속가능발전 기본법」을 일반법으로 격하시켰다. 이후 문재인 정부에서는 「지속가능발전법」을 기본법의 위치로 격상시켰으며, 정부에서 환경부 소속 지속가능발전위원회를 대통령 소속으로 격상시켰다.[64] 이처럼 지속가능발전에 대한 정권의 시각 차이, 탄소 중립 및 녹색 성장과의 관련성 등이 지속가능발전 제도에 큰 영향을 미쳐왔다.

(2) 지속가능발전 기본법

「지속가능발전 기본법」은 2022년 1월 4일 제정된 신법으로, 2022년 7월 5일부터 시행되었다. 법의 목적은 "경제 · 사회 · 환경의 균형과 조화를 통하여 지속가능한 경제 성장, 포용적 사회 및 기후 · 환경 위기 극복을 추구함으로써 현재 세대는 물론 미래 세대가 보다 나은 삶을 누릴 수 있도록 하고 국가와 지방 나아가 인류사회의 지속가능발전을 실현하는 것"이다. 경제, 사회, 기후, 환경을 모두 포괄하는 개념으로, 발전과 보전에 조화와 균형을 추구한다.

「지속가능발전 기본법」 이전에 존재하던 「지속가능발전법」의 목적에는 경제 성장, 포용적 사회, 기후 · 환경 위기 극복과 같은 내용들이 포함되어 있지 않았다. 또한, 지방 추진체계가 포함되지 않는 등의 한계가 존재하였다. 「지속가능발전 기본법」에서는 지속가능발전 국가기본전략과 함께 지속가능발전 지방기본전략을 자세하게 포함하고 있으며, 추진체계, 거버넌스 등을 모두 포함하고 있다.

「지속가능발전 기본법」은 크게 지속가능발전 기본전략, 지속가능성 평가,

64) 법이 시행된 것은 윤석열 정부이나, 제정된 것이 문재인 정부이기 때문에, 문재인 정부로 표현함.

지속가능발전 위원회, 지속가능발전 시책으로 구성되어 있다. 지속가능발전 기본전략은 20년 단위로 수립하는 국가 전략으로, 지속 불가능한 방식을 배제하고 지속가능한 발전 방향을 설정한다. 일자리, 사회기반시설, 빈곤, 불평등, 기후 위기, 물 관리, 지속가능한 해양, 국제협력 등 모든 분야를 아우른다.

지속가능성 평가는 지속가능발전지표에 따라 2년마다 시행하는 평가를 의미한다. 지속가능발전목표를 반영하여 지속가능발전지표를 개발하는데, 평가에는 지표의 달성 정도와 투입된 행정비용 대비 산출된 행정효과의 적정성이 포함된다.

〈표 2-13〉「지속가능발전 기본법」의 구성

구분	주요 내용	세부 내용
2장	지속가능발전 기본전략 및 추진계획	제7조 지속가능발전 국가기본전략 제8조 지속가능발전 지방기본전략 제9조 추진계획의 수립 · 이행 제10조 추진계획의 협의 · 조정 제11조 추진상황의 점검 제12조 정책에 관한 의견의 제시 제13조 다른 법령에 따른 계획과의 연계 제14조 법령 제 · 개정에 따른 통보 등
3장	지속가능성 평가	제15조 지속가능발전지표 및 지속가능성 평가 제16조 지속가능발전 보고서
4장	지속가능발전 위원회	제17조 지속가능발전 국가위원회의 설치 제18조 국가위원회의 구성 등 제19조 국가위원회의 기능 제20조 지속가능발전 지방위원회의 구성 등 제21조 공무원 또는 임직원의 파견 요청 등 제22조 지속가능발전 책임관의 지정
5장	지속가능발전 시책	제23조 지속가능한 경제 성장 제24조 포용적 사회 구현 제25조 생태 · 환경 및 기후 위기 대응 제26조 이해관계자 협력 등

자료:「지속가능발전 기본법」(법률 제18708호, 2022. 1. 4.)

(3) 국가기본전략(지속가능발전 기본계획)

「지속가능발전 기본법」 제7조에서는 지속가능발전 기본전략을 20년 단위로 수립하도록 규정하고 있다. 현재 국가단위의 지속가능발전 기본전략은 제4차 지속가능발전 기본계획으로, 종전 저탄소 녹색 성장 기본법에 의해 수립되었다.[65] 현재 제4차 계획은 기존 K-SDGs 세부 목표 및 지표에 대한 보완과 K-SDGs 이행을 위한 정책 과제 발굴에 초점을 맞추고 있다.[66] 제4차 계획의 비전은 포용과 혁신을 통한 지속가능 국가 실현으로, 4대 전략에는 사람, 번영, 환경, 평화·협력이 키워드로 포함된다.

〈그림 2-26〉 제4차 지속가능발전 기본계획의 비전 및 전략

비전	포용과 혁신을 통한 지속가능 국가 실현			
전략	사람 사람이 사람답게 살 수 있는 포용사회	번영 혁신적 성장을 통한 국민의 삶의 질 향상	환경 미래 세대가 함께 누리는 깨끗한 환경	평화·협력 지구촌 평화와 협력 강화
K-SDGs 17개 목표	[목표1] 빈곤층 감소와 사회안전망 강화 [목표2] 식량안보 및 지속가능한 농업 강화 [목표3] 건강하고 행복한 삶 보장 [목표4] 모두를 위한 양질의 교육 [목표5] 성평등 보장 [목표11] 지속가능한 도시와 주거지	[목표8] 좋은 일자리 확대와 경제성장 [목표9] 산업의 성장과 혁신 활성화 및 사회 기반시설 구축 [목표10] 모든 종류의 불평등 해소 [목표12] 지속가능한 생산과 소비	[목표6] 건강하고 안전한 물관리 [목표7] 에너지의 친환경적 생산과 소비 [목표13] 기후변화와 대응 [목표14] 해양생태계 보전 [목표15] 육상생태계 보전	[목표16] 평화·정의·포용 [목표17] 지구촌 협력 강화

자료: 관계부처 합동(2021b), p. 21.

65) 종전 저탄소 녹색성장기본법에 의해 수립된 지속가능발전 기본계획을, 새로운 국가기본전략이 수립될 때까지 국가기본전략으로 본다(지속가능발전 기본법 부칙 제3조)

66) 관계부처 합동(2021b), p. 5.

2) 지속가능성 평가 : K-SDGs(국가 지속가능발전목표)

UN의 SDGs 채택에 대응하여 우리나라도 K-SDGs를 수립하였다. SDGs는 17대 목표로 구성되며, 구성의 세 가지 축은 사회 발전, 경제 성장, 환경 보존이다. 목표 1부터 목표 6은 사회, 목표 7, 12, 13, 14, 15는 환경, 목표 8-11은 경제, 목표 16, 17은 인프라로 구성되어 있다.

2018년 제안된 K-SDGs는 제3차 계획이 UN 2030의제의 구성과 다르고 목표가 제시되지 않은 점을 보완하기 위한 목적으로 수립된 체계이다.[67] 처음 수립 당시부터 정부에서 민간으로 전해지는 하향식 방법이 아닌, 192명의 민간 작업반이 참여하는 상향식 방법으로 수립되었다. 큰 틀에서 UN-SDGs를 따르지만, 세부 목표는 우리나라 특성에 맞게 구성되어 있다. 그러나 세부 목표에 대한 정책 과제 제안 없이 지표로 연결되며, 의미가 명확하지 않은 점과 새로운 이슈를 담지 못한 점 등이 한계로 지적되었다.[68] 이후 제4차 기본계획에서 세부 목표 및 지표 체계를 보완하였다. 기존 K-SDGs 체계의 한계를 극복하고자 세부 목표에 대한 정책 과제 제안 이후 지표를 제시하였다. 불명확한 의미를 명료하게 보완하고, 시의성 및 정책 부합성을 고려하여 지표를 신설하였다. 예를 들면 고용보험 가입률, 기후변화 대응 개발 품종 수, 유역별 물 순환율 등을 새로운 지표로 신설하였다.[69] 또한, 기존의 평가는 평가위원회가 일방적으로 평가하는 개념이었다면, 위원회와 관련 기관들이 협력하고 상호 교류를 통해 정책 환류로 연계되는 개념으로 변화하였다.

〈표 2-14〉 지속가능발전목표 체계 비교

구분	목표연도	목표	세부 목표	지표
K-SDGs(2018)	`30	17개	122개	214개
K-SDGs(2020)	`30/`40	17개	119개	236개

자료: 관계부처 합동(2021b), p. 23.

67) 환경부(2019)
68) 관계부처 합동(2021b)
69) 관계부처 합동(2021b), p. 22.

〈표 2-15〉 지속가능발전목표 평가체계 개선 방향

구분	기존	개선
평가 및 환류 체계	목표 → 지표 → 환류	목표 → 정책 과제 지표 → 지표→ 환류
국가지속가능성 보고서	목표치 대비 지표의 순항 정도 평가	소수의 선별된 목표에 대한 심층 평가 및 개선 방안 목표치 대비 지표의 순항 정도 평가
평가 개념	목표 → (평가) → 관련 기관	목표 ⇆ (협력) ⇆ 관련 기관 ↓ 정책 환류(개선 방안, 예산 등)

자료: 관계부처 합동(2021b), p. 16, 이승준(2023), p. 7.의 자료를 기반하여 저자 작성

2. 해양 지속가능발전 정책

K-SDGs 목표 중 해양과 관련된 것은 14이다. 목표 14는 '사람, 경제, 환경이 상생하는 우리의 지속가능한 바다'로, 추진 전략 9개 및 13개의 평가 지표로 구성되어 있다. UN SDGs 14와 일치하지 않는 내용은 세부 목표 14-6이다. UN SDGs에서는 개도국에 대한 특별 대우의 필요성과 불법·비보고·비규제 어업에 기여하는 특정 형태의 어업 보조금 금지를 다루고 있지만, K-SDGs 14에서는 해양 자원의 지속가능한 이용을 통한 경제적 이익 확보로 수산 활동이 많은 우리나라 특성을 고려한 것으로 판단된다.[70]

1) 지속가능발전 기본계획 내 해양 지속가능발전 정책

K-SDGs 목표 14를 달성하기 위한 관련 정책 과제는 총 17개로 표 2-16에 제시되어 있다. 육상 오염물질 유입 차단은 점·비점 오염원관리, 육상기인 해양 쓰레기, 연안오염총량관리 제도에 초점을 맞추고 있다. 해양 플라스틱 저감에는 해양 발생원 저감으로 어구 보증금, 기준미달 어구 금지,

70) 최희정 외(2022), p. 67.

친환경 부표 지원이 포함되며, 그 외 육상 발생원 예방, 외국 발생원 예방, 수거·운반 체계 개선 등이 포함되어 있다. 특히, 관리 기반 강화와 국민 인식 제고를 강조하며, 인식의 전환에 초점을 맞춘다.[71]

해양 생태계 서식지 보호의 핵심 정책은 갯벌 등 해양 생태계 복원이며, 해양 생물 보호는 외해 해양 생물 피해 최소화, 기후 변화 대응 해양 생물 관리 등이 포함된다. 과학기술 협력 강화는 해양 산성화와 국제협력 강화에 초점을 맞추고 있으며, 수산 자원의 지속가능성에 대해서는 TAC 기반 자원 관리 체계의 강화 및 내실화, 어선 현대화, 불법 어업 단속 및 처벌 강화 등이 포함된다. 특히, 중국어선 불법 어업 근절을 위한 한·중 간의 협력이 주요 과제이다.

해양보호구역은 지속적 확대, 관리 내실화가 핵심이며, 세부 목표 14-6은 수산 관련 경제 활성화, 어촌 관광 활성화, 해양 신산업 육성으로 구성된다. 특히, 해양 신산업 육성은 해양 수산 생명 자원 확보 및 관리, 해양 바이오 신소재 개발, 관상어 산업 육성, 해양 장비 산업 육성, 해양 치유 산업 육성, 친환경 선박 산업 육성, 해양 에너지 산업 육성 등 다양한 기술을 총망라하고 있다.

해양 과학 연구 역량과 기술 이전 확대에서는 해양 수산 과학 기술 생태계 조성, ODA 중 해양수산 분야 무상원조 확대가 포함된다. 영세 어업인에 대해서는 보험 가입, 복지 지원, 어촌 뉴딜 사업, 어업권 거래 은행 설립 등을 포함하며, 그 외 목표로 UN BBNJ 협약과 같은 국제법의 수용에 초점을 맞추고 있다.

71) 관계부처 합동(2021b), pp. 271-272.

〈표 2-16〉 UN SDGs 및 K-SDGs 목표 14와 정책 과제

UN SDGs 14	K-SDGs 세부 목표 14	정책 과제
2025년까지 해양 폐기물과 영양분 오염을 포함하여, 모든 형태의 해양 오염 방지 및 감소	세부 목표 14-1. 육상과 해상의 오염물질로부터 해양 환경 보전을 위한 관리 체계를 확립한다.	① 육상 오염 물질 유입 차단 ② 해양 플라스틱 저감
2020년까지 회복력 및 복원 활동을 강화하여 해양 및 연안 생태계를 지속가능하게 관리하고 보호 조치 실행	세부 목표 14-2. 바다의 생태환경과 수산자원의 서식처를 적극적으로 관리한다.	① 해양 생태계 서식지 보호 ② 해양 생물 보호
모든 수준에서의 과학 협력을 포함하여 해양 산성화 최소화 및 그 영향에 대응	세부 목표 14-3. 과학기술 협력 강화 등을 통한 해양 산성화에 의한 영향을 최소화한다.	① 과학 기술 협력 강화
2020년까지 효과적인 어업 규제, 불법·비보고·비규제 어업, 남획, 파괴적인 어업 방법 금지 최단시간에 어획량을 복원하기 위한 과학적 관리 계획 이행	세부 목표 14-4. 수산자원을 지속가능하게 관리하고 과도한 어업을 지양한다.	① TAC 기반 자원관리형 어업구조 정착 ② 고질적 불법 어업 근절 및 어린 물고기 보호
2020년까지 가용한 과학적 정보 및 국가법·국제법과 일관되게 최소 연안 및 해양 지역의 10% 보호	세부 목표 14-5. 해양 생태계의 체계적인 보전과 현명한 이용을 위해 해양보호구역 지정 면적을 확대한다.	① 해양보호구역 확대 및 관리 강화
WTO 어업 보조금 협상에 개도국 및 최빈개도국 및 군소도서 개발국에 대한 효과적인 특별 대우가 중요함을 인정하고 2020년까지 생산과잉 및 남획, 불법·비보고·비규제어업에 기여하는 특정 형태의 어업 보조금 금지 그리고 이와 유사한 신규 보조금 도입 자제	세부 목표 14-6. "해양 자원의 지속가능한 이용을 통해 경제적 이익을 확보한다."	① 수산업 혁신 ② 해양·어촌관광 활성화 ③ 해양 신산업 육성
2030년까지 해양자원의 지속가능한 사용 및 관리를 통하여 최빈개도국 및 군소도서 개발국의 경제적 이익 증가	세부 목표 14-7. "해양과학 연구역량 제고와 해양과학기술 이전을 확대한다."	① 해양 과학 연구 역량 제고 ② 해양과학기술 이전 확대

UN SDGs 14	K-SDGs 세부 목표 14	정책 과제
해양건강개선 및 해양 다양성 강화를 통해 개도국가, 특히 군소도서개발국과 최빈개도국들의 개발에 기여하도록 연구 역량 증대 및 과학지식, 선진 해양기술 이전 * 정부 간 해양학위원회의 해양 기술 이전에 대한 기준과 지침을 고려	세부 목표 14-8. "소규모 영세 어업인의 안정적 어업 행위를 지원한다."	① 어업인 어업·복지 여건 개선 ② 어촌·어항·연안 지역 정주 여건 개선
소규모 영세 어업자들에 해양 자원 및 시장 접근성 제공	세부 목표 14-9. (신규) "해양과 해양 자원의 보전과 지속가능한 이용에 대한 국제법을 국내법적으로 수용함으로써 해양과 해양 자원의 보전 및 지속가능한 이용을 강화한다."	① 해양 생태계 보전을 위한 국제법의 국내적 수용

자료: 최희정 외(2022), pp. 66-67.

2) 지속가능발전 국가기본전략과 관련된 해양 분야 행정 계획

「지속가능발전 기본법」 제14조에는 “국가기본전략과 관련이 있는 중·장기 행정계획을 수립 · 변경하려는 때에는 국가위원회에 그 내용을 통보”하여야 함이 제시되어 있다. 관련하여 동법 시행령 제9조 제2항과 관련된 중·장기 행정계획의 범위는 시행령 별표에 제시되어 있다. 총 198개의 행정계획이 제시되어 있는데, 그중 해양과 관련된 기관(해양수산부, 해양경찰청)과 관련된 계획은 총 25개이고, 인명 구조 등과 관련된 해양경찰청 소관 계획이 2개이다.

그중 환경과 관련된 세부 목표 14-1, 14-2, 14-5와 관련된 법령에는 해양생태계법, 해양폐기물관리법, 해양환경보전법, 해양환경관리법, 갯벌법, 공유수면법, 습지보전법, 연안관리법 등이 있다. 수산업 및 수산자원과 관련된 목표인 14-4, 14-8과 관련된 법령에는 수산물유통법, 수산부산물법, 수산업기본법, 수산자원관리법, 양식산업발전법, 어장관리법, 어촌·어항법, 친환경선박법 등이 있다. 과학기술과 관련된 14-3, 14-7은 해양수산과학기술법, 해양수산발전기본법, 해양조사정보법 등과 관련되며, 수산업, 관광, 신산업 등을 모두 포함하는 14-6은 수산물유통법, 수산부산물법, 수산업기본법, 수산자원관리법, 양식산업발전법, 어장관리법, 어촌·어항법, 친환경선박법, 해양치유자원법, 해양심층수법 등과 관련된다. 총 23개의 법령이 다양하게 세부 목표와 관련되어 있다.

해양 분야 중·장기 행정계획 중 해양공간 기본계획과 해양공간관리 계획은 해양 공간의 지속가능성을 다루는 것으로, 특히 K-SDGs 14-2, 14-4, 14-5와 밀접하게 관련되어 있다.

〈표 2-17〉 국가기본전략과 관련된 해양 분야 행정 계획

법률명	해당 조문	기본계획명	관련 기관
「갯벌 및 그 주변지역의 지속가능한 관리와 복원에 관한 법률」	제7조제1항	갯벌 등의 관리 및 복원에 관한 기본계획	해양수산부
「공유수면 관리 및 매립에 관한 법률」	제22조제1항	공유수면매립 기본계획	해양수산부
「수산물 유통의 관리 및 지원에 관한 법률」	제5조제1항	수산물 유통발전 기본계획	해양수산부
「수산부산물 재활용 촉진에 관한 법률」	제5조제1항	수산부산물 재활용 기본계획	해양수산부
「수산업 · 어촌 발전 기본법」	제7조제1항	수산업 · 어촌 발전 기본계획	해양수산부
「수산자원관리법」	제7조제1항	수산자원관리기본계획	해양수산부
「수상에서의 수색 · 구조 등에 관한 법률」	제4조제1항	수난대비기본계획	해양경찰청
「습지보전법」	제5조제1항	습지보전 기본계획	환경부, 해양수산부
「양식산업발전법」	제6조제1항	양식산업발전기본계획	해양수산부
「어장관리법」	제3조제1항	어장관리 기본계획	해양수산부
「어촌 · 어항법」	제4조제1항	어촌 · 어항발전기본계획	해양수산부
「연안관리법」	제21조제1항	연안정비기본계획	해양수산부
「연안사고 예방에 관한 법률」	제5조제1항	연안사고 예방 기본계획	해양경찰청
「항만법」	제5조제1항	항만기본계획	해양수산부
「해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률」	제9조제1항	해양생태계보전 · 관리기본계획	해양수산부
「해양수산과학기술 육성법」	제5조제1항	해양수산과학기술 육성 기본계획	해양수산부

법률명	해당 조문	기본계획명	관련 기관
「해양수산발전 기본법」	제6조제1항	해양수산발전기본계획	해양수산부
「해양수산생명자원의 확보 · 관리 및 이용 등에 관한 법률」	제8조제1항	해양수산생명자원관리기본계획	해양수산부
「해양심층수의 개발 및 관리에 관한 법률」	제4조제1항	해양심층수기본계획	해양수산부
「해양조사와 해양정보 활용에 관한 법률」	제7조제1항	해양조사기본계획	해양수산부
「해양치유자원의 관리 및 활용에 관한 법률」	제5조제1항	해양치유자원의 관리 및 활용에 관한 기본계획	해양수산부
「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」	제5조제1항	해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리 기본계획	해양수산부
「해양환경 보전 및 활용에 관한 법률」	제10조제1항	해양환경종합계획	해양수산부
「해양환경관리법」	제16조제1항	환경관리해역기본계획	해양수산부
「환경친화적 선박의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」	제3조제1항	환경친화적 선박의 개발 및 보급을 촉진하기 위한 기본계획	해양수산부, 산업통상자원부

자료: 저자 작성

〈표 2-18〉 K-SDGs 목표 14와 관련된 법령

세부목표	관련 법령
세부 목표 14-1. 육상과 해상의 오염 물질로부터 해양 환경 보전을 위한 관리 체계를 확립한다.	해양생태계법, 해양폐기물관리법, 해양환경보전법, 해양환경관리법
세부 목표 14-2. 바다의 생태 환경과 수산 자원의 서식처를 적극적으로 관리한다.	해양생태계법, 갯벌법, 공유수면법, 습지보전법, 연안관리법
세부 목표 14-3. 과학기술 협력 강화 등을 통해 해양 산성화에 의한 영향을 최소화한다.	해양수산과학기술법, 해양수산발전기본법, 해양조사정보법
세부 목표 14-4. 수산 자원을 지속가능하게 관리하고 과도한 어업을 지양한다.	수산물유통법, 수산부산물법, 수산업기본법, 수산자원관리법, 양식산업발전법, 어장관리법, 어촌·어항법
세부 목표 14-5. 해양 생태계의 체계적인 보전과 현명한 이용을 위해 해양보호구역 지정 면적을 확대한다.	해양생태계법, 습지보전법
세부 목표 14-6. 해양 자원의 지속가능한 이용을 통해 경제적 이익을 확보한다.	수산물유통법, 수산부산물법, 수산업기본법, 수산자원관리법, 양식산업발전법, 어장관리법, 어촌·어항법, 친환경선박법, 해양치유자원법, 해양심층수법
세부 목표 14-7. 해양 과학 연구 역량 제고와 해양과학기술 이전을 확대한다.	해양수산과학기술법, 해양수산발전기본법, 해양조사정보법
세부 목표 14-8. 소규모 영세어업인의 안정적 어업 행위를 지원한다.	수산물유통법, 수산부산물법, 수산업기본법, 수산자원관리법, 양식산업발전법, 어장관리법, 어촌·어항법, 친환경선박법
세부 목표 14-9. (신규) 해양과 해양 자원의 보전과 지속가능한 이용에 대한 국제법을 국내법적으로 수용함으로써 해양과 해양 자원의 보전 및 지속가능한 이용을 강화한다.	–

자료: 저자 작성

3) K-SDGs 14와 지표

현재 K-SDGs 목표 14에 대한 세부 지표는 총 13개가 존재한다. 그중 UN과 동일한 지표는 한 개만 존재하며, 그 외의 지표는 우리나라의 특성에 맞게 변형하여 반영하고 있다.

2018년과 2022년 제시된 K-SDGs의 주요 차이점은 다음과 같다. 2018년에는 세부 목표 14-4에서 연근해 어획량 대신 총허용어획량(TAC)(%)과

감척어선 수를 지표로 하였다면, 변경된 지표에서는 총허용어획량(TAC) 할당 비율 확대를 살펴본다. 또한 14-6의 어가 소득, 14-8의 조건불리수산직불제 수급율, 조건불리수산직불제 지급 단가가 삭제되었다. 반면, 14-7에서 국내 해양수산과학 기술이전 건수와 정부의 ODA 중 해양 수산분야 무상 원조 규모, 14-8에서 국내 3톤 이상 4톤 미만 어선의 어선원 보험 가입률, 14-9에서 관련 협약 국내적 수용을 위한 국내 입법 진행률을 신설하였다.[72)]

〈표 2-19〉 K-SDGs 14 지표

UN 글로벌 지표 번호 및 지표명		우리나라	평가결과 (2022)
14.1.1	(a) 연안해역 부영양화지수 (b) 부유성 플라스틱 잔해 밀도	(1) 수질평가 지수값(WQI)을 이용한 생태 기반 해역별 해수 수질 기준 달성률	악화
		(2) 해양 쓰레기 수거량	정체
14.2.1	생태계 기반의 접근방식으로 해양 지역을 관리하는 국가 수	(1) 갯벌 복원 면적	-
		(2) 바다숲 조성 누적 면적	순항
14.3.1	합의된 대표 표본 추출 지점들에서 측정되는 평균 해양산도	(1) 외해 평균 pH 농도 적정 범위 (8.0~8.2) 유지	순항
14.4.1	생물학적으로 지속 가능한 수준에서의 어족자원 비율	(1) 총허용어획량(TAC) 할당 비율 확대	-
14.5.1	해양 면적 대비 보호지역 비율	(1) 해양보호구역 지정 면적	순항
14.6.1	불법·비보고·비규제어업을 근절하기 위한 국제적 수단 이행 정도	(1) 어가 소득/도시근로자 가구 소득	악화
14.7.1	군소도서개발국, 최빈개도국 그리고 모든 국가의 GDP 중 지속가능한 어업 비율		
14.a.1	총 연구 예산 중 해양기술 부문 연구에 할당된 예산 비율	(1) 정부 연구 개발 예산 대비 해양수산 연구개발 투자 비중	악화
		(2) 국내 해양수산과학 기술 이전 건수	순항
		(3) 정부의 ODA 중 해양수산분야 무상 원조 규모	순항

72) 환경부(2022)

UN 글로벌 지표 번호 및 지표명		우리나라	평가결과 (2022)
14.b.1	소규모 영세 어민을 위해 해양자원에 대한 접근을 인정하고 보호하는 법, 규제, 정책, 제도 프레임워크의 국가별 적용 단계에서의 진척도	(1) 국내 3톤 이상 4톤 미만 어선의 어선원 보험 가입률	순항
14.c.1	해양 자원의 보존 및 지속가능한 이용을 위해 법, 정책, 제도를 통해 유엔해양법협약에 반영되어 있는 것과 같이 국제법을 이행하기 위한 해양 관련 장치를 비준, 적용하고 이행하는 과정에서 진전을 보이는 국가의 수	(1) 관련 협약 국내적 수용을 위한 국내 입법 진행률	–

자료: 환경부(2022); 최희정 등(2022), pp. 68-69를 바탕으로 저자 작성

2022년 국가지속가능성 보고서에서는 13개 지표 중 5개 지표가 순항 중이며, 4개 지표는 악화되고 있다고 제시하였다. 14-2 중 바다숲 조성, 14-3의 pH 농도, 14-5의 해양보호구역 지정 면적, 14-7의 해양 수산과학기술 이전 건수 및 정부의 ODA 중 해양 수산 분야 무상 원조 규모, 14-8의 어선원 보험 가입률은 2040 목표를 향해 순항 중이다. 그러나 14-1의 WQI와 해양 쓰레기 수거량, 14-6의 가구 소득, 14-7의 해양수산 연구개발 투자 비중은 악화되고 있다.[73]

지표별 현황을 살펴보면, 2017년에 0.9%였던 수질평가지수의 '나쁨' 비율은 2020년 4.5%로 증가한 뒤, 2021년 4.2%로 소폭 감소했다. 해양 쓰레기 수거량은 증가하고 있지만, 목표값에는 미치지 못하며, 어가 소득은 2017년 이후 감소하고 있다. 해양 수산 과학 연구 개발 투자 비중은 줄어들고는 있지만, 전체 투자 규모는 2019년 6,362억 원에서 2021년 7,825억 원으로 계속해서 증가하고 있다.[74]

73) 환경부·한국환경연구원(2022), pp. 74-75.
74) 환경부·한국환경연구원(2022), pp. 74-75.

제4절 소결

지속가능발전과 관련하여 경제 성장과 더불어 사회적 발전과 환경 보호가 함께 고려해야 함이 강조되고 있다. 특히 도넛 경제 이론은 인간의 기본적인 생존 필요 조건과 지구 환경을 고려한 새로운 경제 모델로, 경제 성장과 지속가능성을 조화시키는 방식의 경제 모델이다. 이 모델은 경제 활동이 인간의 생존 필요 조건을 충족시키는 데 초점을 두고 동시에 지구 환경을 파괴하지 않아야 함을 설명한다. 이 과정에서 지구 위험 한계선을 확인하는 것이 중요하다. 지구 위험 한계는 9개 영역별 반응 변수와 제어 변수를 통해 지구의 위험 수준을 설명한다.

지속가능성 이론이 발전하면서, 동시에 지속가능성 평가 방법이 다양하게 개발되고 활용되었다. 이 과정에서 지속가능성을 판단하는 요소 간 이질성으로 인해, 하나의 지수보다는 다양한 측면을 고려할 수 있는 지표 체계가 평가 방법으로 선호되어왔다. 특히 지속가능발전지표가 일반적이고 보편화된 방식이다. 최근 들어, SDGs 내 17개 세부 목표 달성 과정에서 나타나는 상호작용을 통해 시너지 효과와 트레이드오프가 있을 수 있음을 확인하고, 상호 연계성을 밝혀내기 위한 연구가 진행되고 있다. 강력한 상호 연결성은 개별 목표뿐만 아니라 시스템 접근과 차별화된 사고 방식이 필요함을 강조하며, 이는 모든 SDGs를 효과적으로 달성하기 위한 필수적인 접근 방법으로 제안되었다.

해양의 지속가능성과 관련하여 해양에서의 인간 활동의 유지와 증진, 연안·해양 자원의 보전과 오염 관리, 지식 및 정보 관리가 중요한 요소로 논의되고 있다. 해양의 지속가능성과 관련한 유사한 개념으로 해양 건강성이 있다. '해양 건강성'은 좋은 해양의 상태가 과학적, 윤리적으로 명시되어야 하며, 경험적 측면과 규범적 측면을 통합한 해양 관리가 이루어져야 함을

강조하였다. 최근 Frank et al.(2020)은 건강한 해양의 필수 요건을 회복력(resilience), 생산성(productivity), 다양성(diversity)으로 재구성하기도 하였다. 해양의 건강성 평가의 목적은 해양 건강을 개선하는 것을 지원하고, 해양생태계가 변화에 잘 적응하는지 평가하는 것이다.

마지막으로 우리나라 지속가능발전 정책에서의 지속가능성 평가 추진 현황을 알아보았다. 우리나라의 경우, 지속가능발전을 목표로 한 국가 차원의 법·제도적, 정책적 수단은 잘 갖추어져 있다고 판단되지만, 해양의 지속가능성을 평가하고 관리하는 통합 관리 체계는 미흡하다. K-SDGs 목표 14에 대한 세부 지표는 13개 존재하는데, 국가지속가능보고서(2022)에 따르면 13개 지표 중 5개 지표는 순항 중이고, 4개 지표는 악화 중이라고 제시하였다. 이 결과를 통해 목표를 향해 다가가고 있는 우리의 상황은 파악할 수 있더라도, 해양의 지속가능성을 판단하여 우리가 취해야 할 조치를 확인하는 데는 부족한 실정이다. 또한 미래에 K-SDGs 14의 목표 달성이 해양이 지속가능하다는 것을 의미하지는 않는다. 해양의 지속가능성을 유지·향상시키기 위해서는 해양의 지속가능성을 통합적으로 진단하기 위한 별도의 평가 방법이 필요하다.

03
해양 지속가능성 평가 사례

지속가능성 평가는 구체적인 문제 분석과 의사 결정 상황에서 추상적이고 모호한 지속가능성 개념을 실제로 활용할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다. 즉, 지속가능성 개념을 실제 상황에서 적용하고, 의사 결정 지원을 위한 정보를 제공하며, 지속가능한 발전을 위한 전략적 방향성 제시한다. 그러나 현재의 지속가능성 평가는 엄격하게 정의된 방법론이 아니라, 지표, 프레임워크, 복잡지수 등 다양한 형태 혹은 방법으로 나타난다.

이 장에서는 먼저 문헌 검토를 토대로 그동안의 사회적, 경제적, 과학적 다양한 배경과 목적에 따라 개발되어 활용된 지속가능성 평가를 확인한 다음, 그 정의, 특성, 한계에 대해 알아보았다.

이것은 해양 지속가능성 평가체계 구성 시에 필요한 개념, 요소, 항목을 종합적으로 파악하기 위한 것이다. 이 과정을 통해 해양 지속가능성 평가체계 내 핵심 요소를 이해하고, 해양 지속가능성 평가체계 구축 방향을 설정하는 데 활용하였다.

제1절 해양 지속가능성 평가 방법 개발 사례

1. 해양건강성지수

1) 개요

OHI는 Halpern et al.(2012)가 개발한 지수로 해양의 건강을 종합적이며 정량적으로 평가한다. OHI는 '건강한 해양'을 '현재뿐만 아니라 미래에도 지속적으로 다양한 혜택을 인간에게 제공할 수 있는 해양'으로 정의한다. 해양이 제공하는 혜택을 10가지 목표(public goals)로 설정하였으며, 해양과 연관된 생물·물리, 경제·사회의 모든 요소를 고려하고 통합하는 평가 수단이다.

OHI의 10가지 목표는 생태계 서비스와 연결할 수 있다. 공급 서비스(식량 공급, 자연 산물), 조절 서비스(탄소 저장, 재해 방지), 문화 서비스(관광 및 여가, 장소성, 해양 수질, 생물 다양성)와 생태계 서비스에서 파생하는 인간 복지(전통 어업 기회, 연안 생계 및 경제)와 직접적으로 연관된다.

〈표 3-1〉 OHI의 10가지 목표

1. 지속가능한 어획이나 양식을 통한 식량 공급
2. 지속가능한 방식으로 이루어지는 지역 사회 전통 어업
3. 지속가능한 방식으로 채취한 의약품 및 장식용 물질을 포함한 자연 산물
4. 연안 서식지의 탄소 저장
5. 범람 및 침식으로부터 연안 보호
6. 문화적 가치가 높은 상징적 생물종, 서식지, 경관에 바탕을 둔 장소성
7. 연안·해양에 의존하는 지역사회의 생계 및 경제
8. 관광 및 여가 기회
9. 심미적·건강적 가치가 있는 해양 수질과 해변
10. 생물종 및 서식지 다양성

자료: OHI·한국해양수산개발원(2015), p. 1.

OHI 평가 방법의 특징은 현재 상태와 미래 상태를 동시에 반영한다는 것이다. 현재 점수는 기준(또는 참조, reference) 상태 대비 현재의 상태로 계산한다. 기준 상태란 과거의 어느 시점, 다른 지역의 상태, 정책 목표 상태, 지속가능한 상태 등으로 설정할 수 있다. 미래 상태는 최근 5년 간의 변화 추세, 누적 압력, 회복력(resilience), 세 가지 점수로 결정한다.

OHI는 점수를 0에서 100점 사이로 제시하기 때문에 직관적으로 이해하기 쉽다. 전 지구, 지역 해, 국가, 국가 내 지역 등 다양한 공간 범위에 적용할 수 있다. 또한, 계산 과정을 깃허브(github)에 오픈 소스로 공개하기 때문에, 정보의 투명성과 계산의 재현성을 확보하였다는 장점도 있다.

2) OHI 활용 사례

(1) 전 지구 평가

전 지구 OHI 평가는 220개의 연안 국가(EEZ 포함)와 자치령을 대상으로 평가하고, 각 지역의 면적 가중 평균을 전 지구 OHI 점수로 계산한다. 2012년에 시작하여 2022년까지 결과를 꾸준히 누리집에 공개하고 있다. 2022년 기준 전 지구 OHI 점수는 100점 만점에 69점, 우리나라는 67점이다. 전 지구 평가를 위해 사용한 (대리)지표와 자료는 다음 표와 같다. 공식 통계, 전 지구 모델 결과 등을 지표를 산정하는 자료로 활용하였다.

〈표 3-2〉 OHI 평가에 사용한 지표와 자료

목표		지표	자료
식량 공급	어선어업	일반 해면어업 어획량	어획량 통계
		다수종 최대지속가능 생산량	모델 자료
	양식	양식 생산량	생산량 통계
		양식 지속가능성 지수	학술 논문 결과

목표		지표	자료
소규모 어업 기회		소규모 어업 수요	국가 구매력평가 기준 일인당 국내 총생산
		소규모 어업 접근성	소규모 어업 기회
자연산물		어유, 비식용 해조류(양식 지속가능성 지수), 관상어	생산량 및 생산가격 통계, 관상어 채취 위험성
		암초 서식지	면적과 관상어 채취 면적 비율
탄소 저장		맹그로브, 염습지, 해초류, 조간대	면적과 상태
해안 보호		맹그로브, 염습지, 연안 해빙, 산호초, 해초류, 켈프	면적과 상태
관광 및 여가		관광산업 직접 종사자 비율	통계
		관광 지속가능성 지수	세계 경제 포럼 자료
연안 경제	생계	해양 관련 기업 일자리와 임금	일자리와 임금 자료
	경제	해양 관련 기업 총수입	총수입 자료
장소성	특별한 장소	해양보호구역	연안 내륙 1km, 영해에 설정된 해양보호구역 면적
	상징적 생물종	멸종위기종	IUCN 멸종 위기 분류
해양 수질		부영양화	FAO 비료 자료 기반 모델 결과
		화학 오염	육상기인 유·무기 오염물질, 해상기인 오염물질 모델
		병원균	위생시설 접근하기 어려운 인구 비율
		해양 쓰레기	전 지구 해양 플라스틱 오염
생물 다양성	서식지	해초류, 산호초, 맹그로브, 염습지, 해빙 가장자리, 연성 조하대, 조간대	면적 또는 파괴 비율
	생물종	생물종 상태	IUCN
압력		(오염) 화학 오염, 영양염, 병원균, 해양 쓰레기 (기후변화) 해양 산성화, 표층 수온, 해수면 상승, 자외선 복사량 (어업) 상업/소규모 높은/낮은 부수어획 (서식지) 조간대, 조하대 연성/경성 저질 파괴 (생물종) 외래종, 유전자 유출	
회복력		(어업) 해양보호구역, 양식, 어업관리의 효과성, 양식지속성지수 (서식지) CITES 인준 여부 (사회) 국가관리지수, 사회진보지수, 국제경쟁력지수 (생태) 생태적 온전성, 생물 다양성협약 설문(양식, 외래종, 관광, 수질, 서식지)	

자료: OHI 누리집(검색일: 2023.8.26.)

(2) 국내 평가

국내에서는 일부 목표(식량 공급, 연안 경제)를 광역시도별로 평가하고, 광역시도 지역 구분 지리 정보 파일과 평가 과정을 OHI 깃허브에[75] 게시하였다.[76] 식량 공급 목표는 일반 해면 어업과 양식 두 하위 목표로 구분되는데, 어업 하위 목표는 지속가능한 최대 어획량을 산출하기 어려워 보유 어선 수를 기준 상태의 대리 지표로 사용하고, 상태 자료는 어획량 자료를 활용하였다. 양식 하위 목표는 양식 면적 통계의 불완정성으로 인하여 전 지구 평가에서 사용한 연안 인구를 기준 상태의 대리 지표로 선정하고, 상태 자료는 양식 생산량에 지속가능성 지수를 곱한 값을 활용하였다. 연안 경제 목표는 생계와 경제 두 하위 목표로 구성된다. 평가 당시에는 국내 해양 산업 통계가 개발된 지 얼마 되지 않아 한국은행 산업연관표의 경제활동인구, 실업률, 소비자물가지수, 지역내총생산 자료 등을 사용하여 평가하였다.

김충기 외(2017)은 일본이 개발한 육상건강성지수(Land Health Index)와 OHI를 결합하여 자연 자본 지속가능성지수를 개발하였고 이를 아래 〈표 3-3〉처럼 나타내었다. 그밖에 김충기 외(2017)은 가로림만을 대상으로 OHI를 적용하여 평가하였다.

75) 깃허브, https://github.com/OHI-Science/kor(검색일: 2023.6.1.)
76) 해양수산부(2016); 한국해양수산개발원(2017)

〈표 3-3〉 자연 자본 지속가능성 지수 지표

구분	안전한 식량	유용한 자원·에너지	깨끗한 물	쾌적한 대기·기후	풍부한 생물 다양성	친환경 여가 활동
상태						
–	(양) 작물, 가축, 임산물 생산	(자원) 광산물, 임산물 생산	(양) 이용가능한 수자원	(대기) 대기질	(양) 자연환경 보전지역	(양) 지역주민 대비 방문객
–	(질) 친환경 농산물 재배	(에너지) 1차 에너지 생산	(질) 하천 수질	(기후) 기온, 강수량 변화	(질) 국토 환경성 1등급 지역	여행 만족도
압력						
인구	생산자 감소	인구 밀도	인구 밀도	인구 밀도, 취약 계층	인구 밀도	인구 밀도, 관광객 밀도
개발	생산지 감소	생산지 감소	수공간 감소	조절지 감소	서식지 감소	친환경 여가지 감소
이용			물 사용량	석유·석탄, 에너지 소비	토석, 에너지, 물 소비	
오염	농약·화학비료 사용	대기, 수질, 토양오염	오염배출원, 배출량	오염배출원, 배출량	대기, 수질, 토양오염	대기, 수질, 토양오염
훼손				자원 훼손	자원 훼손	자원 훼손
질병	병해충 감염	병해충 감염				
외래종					생태계 교란 생물	생태계 교란 생물
재해	자연재해 피해	자연재해 피해				
기후 변화	극한기후 피해	기상요소 변화	기상요소 변화		기상 요소 변화	기상 요소 변화
대응						
제도	조례, 보호지역, 기타	조례, 보호지역	조례, 보호지역	조례, 보호지역	조례, 기타	조례, 기타
재정	지역 예산, 기타	지역 예산, 기타	지역 예산, 기타	지역 예산, 기타	지역 예산, 기타	지역 예산, 기타
사업	정비, 지원	정비, 생산, 설비, 지원	보급, 정화, 정비, 이용	관리, 감축, 적응	보전, 이용, 교육, 정보	조성, 운영, 프로그램
거버넌스	조직, 참여	조직, 참여	조직, 참여	조직, 참여	조직, 참여	조직, 참여

자료: 김충기 외(2017), p. 17.

2. 참발전지표

국내 연구들이 주로 참발전지표(지수), 참진보지표(지수), 또는 참성장지표(지수) 등으로 번역하는 GPI의 개념을 살펴보고, 국내외 적용 사례를 조사하여 해양을 대상으로 한 지속가능성 평가에 활용할 수 있는 방안을 검토하였다.

1) GPI 개요

전 세계에서 가장 보편적으로 활용하는 경제지수인 GDP는 일정 기간에 만들어진 최종 생산물의 가치를 모두 합산하는 지표 체계의 특성상 직관적으로 거시경제 특성을 파악할 수 있다는 것이 장점이다. 그러나 과거 2005년 허리케인 카트리나 내습 당시 상당히 많은 인명과 재산 및 일자리의 손실과 환경의 파괴가 발생했음에도 불구하고 피해복구 과정에서 투입된 자본과 건설 및 제조 분야의 생산량 증가로 인해 GDP 성장률이 큰 폭으로 상승했던 사례와 같이, 생산량 증대가 실질적 발전과 괴리가 있는 경우 적정하게 측정하지 못한다는 단점이 있다.[77]

GPI는 전술한 문제 인식을 기반으로 Cobb et al.(1995)에서 제안한 지수로,[78] 경제적 측면뿐만 아니라 환경 오염이나 자원 고갈 등에 따른 사회적 비용과 이것이 현재나 미래의 삶에 미치는 악영향 등을 종합적으로 고려하는 등, 비경제적인 성장과 가치 있는 성장을 구분하여 사회의 발전 수준을 측정하는 것에 주안점을 둔다.[79] 따라서, GPI는 경제 활동에 따른 결과물이 현재뿐만 아니라 지속가능성(미래 시점)에 미치는 영향을 반영하기

77) Talberth, Cobb & Slattery(2007), p. 1.
78) GPI의 전신은 Daly & Cobb(1989)이 제안한 지속가능경제복지지수(Index of Sustainable Economic Welfare)로, GDP에 대한 문제의식 및 대안지수에 대한 접근방향이 동일하다.
79) Cobb, Halstead, & Rowe(1995), pp. 9-12.

위해, 평가 항목에 범죄 비용, 여가 시간 손실, 통근 비용 등 현재의 비용과 수질 오염 비용, 대기 오염 비용, 습지 및 산림 손실, 자원 고갈 등 미래의 비용을 포함한다.

〈표 3-4〉 GPI 평가 항목 및 반영 방향

평가 항목	반영 방향	평가 항목	반영 방향
개인 소비	+	가계 오염 제거 비용	-
소득 불평등	(-)	교통사고 비용	-
소득분배 대비 개인소비*	+	수질 오염 비용	-
가사노동의 가치	+	대기 오염 비용	-
봉사활동의 가치	+	소음 공해 비용	-
소비자 내구재 서비스	+	습지 감소	-
도로교통 서비스	+	농지 감소	-
범죄 비용	-	산림 감소	--
가정해체 비용	-	에너지 자원 고갈	-
여가 시간 손실	-	장기적 환경 피해	-
불완전 고용 비용	-	오존 파괴	-
소비자 내구재 비용	-	순 자본투자	+
통근 비용	-	순 외채	+

주: * 소득 불평등을 개인 소비의 가중치로 활용하므로 불평등도가 낮을수록(분배 수준이 높을수록) GPI가 높음
자료: Cobb, Halstead, & Rowe(1995), pp. 9-38.

GPI는 기본적으로 GDP를 보완하는 도구로서 경제적 발전 수준을 화폐가치로 환산하는 지수라는 점에서 지속가능성 자체를 평가하는 여타 지수와는 차이가 있으며, 고전경제학과 달리 사회와 환경을 통합한 접근 방법을 채택하고, 자본의 개념을 환경, 경제, 사회, 인문, 문화 등으로 확장했다는 점에서 환경경제학 등의 대안 경제학들과 관점을 공유한다고 볼 수 있다.[80] GPI는 GDP와 달리 경제 활동의 과정으로 발생한 오염 등의 외부요인을 합산한다는 점에서, 보다 엄밀한 의미에서 사회의 발전 수준을 평가할 수 있는 지수로 볼 수 있으나, 일부 항목은 연구자의 주관을 반영할

80) 이희길(2012), p. 5.

수 있기 때문에 지수의 활용에 대한 다양한 의견이 존재한다.[81]

초기의 GPI는 26종의 항목을 통해 상기한 바와 같이 사회의 다양한 측면을 종합적으로 평가하였으나, 항목별 분석 방법과 자료의 형태 및 표준화 방법 등이 구체적이지 않아 활용 사례 간의 통일성 확보 및 상호 비교가 어렵다는 제약이 있었다.[82] 따라서 관련 연구자들이 GPI를 개선하고 미국과 캐나다 등지를 대상으로 활용성을 검증하기 위한 사례 연구를 진행하였다.[83] 따라서 주요 국내외 사례 연구에서 GPI 산정에 활용한 자료와 방법 및 연구 대상을 비교함으로써 해양에 대한 GPI의 적용 가능성을 검토하였다.

2) GPI 활용 사례

(1) 대한민국

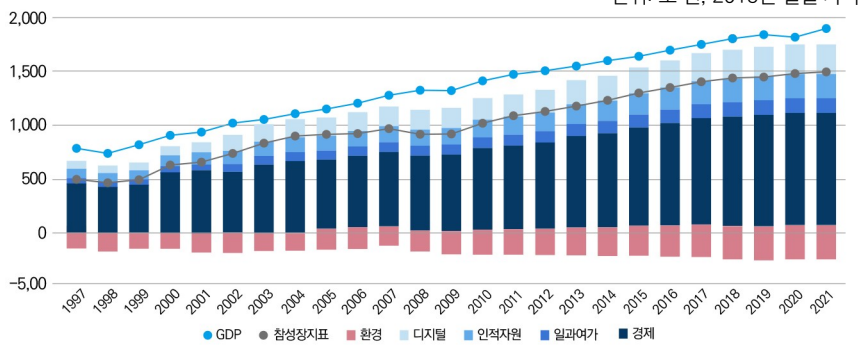
국내 학계는 GPI 개발 초기부터 그 개념과 유용성을 주목한 바 있으며, 사례 연구를 통해 활용 가능성을 검토한 사례도 비교적 풍부하다. 접근할 수 있는 문헌 자료 가운데 국내에서 최초로 GPI를 소개한 연구는 한성덕(1995)으로, 국민의 복지 수준을 계량하기 위한 수단을 탐색하는 과정에서 다양한 지수들을 비교하면서, GPI의 토대인 지속가능한 경제복지지표(Index of Sustainable Economic Welfare, ISEW)를 중점적으로 다루었으며, GPI와의 유사성도 지적하였다.[84] 해양 수산 분야에서는 해양수산부(2002)[85] 및 강대석·남정호·정용현(2005)[86] 등이 국외 지속가능발전지표 개발 동향을 정리하면서 활용 가능성을 시사한 바 있다.

81) Genuine Progress Indicator (GPI): Definition, Formula, Vs. GDP, Investopedia, https://www.investopedia.com/terms/g/gpi.asp(검색일: 2023.4.20.)
82) Talberth & Weisdorf(2017), pp. 2-3.
83) Talberth & Weisdorf(2017), pp. 1-11.
84) 한성덕(1996), p. 5.
85) 해양수산부(2002), p. 111.
86) 강대석·남정호·정용현(2005), p. 168.

고동현·손종칠·이원재(2022)에서는 GPI의 평가 항목들을 환경, 디지털, 인적자본, 일과 여가, 경제 등 다섯 가지 분류로 군집화한 뒤, 1997년부터 2021년까지 비교적 긴 기간 동안 우리나라의 GDP와 GPI의 시계열 변화를 비교하였으며, GPI의 군집별 변화와 코로나바이러스감염증-19의 영향 등을 해석하였다.[87]

〈그림 3-1〉 우리나라의 GDP와 GPI의 변화(1997-2021)

단위: 조 원, 2015년 실질 가격



자료: 고동현·손종칠·이원재(2022), p. 8.

(2) 캐나다

캐나다의 비영리기구인 GPI Atlantic은 1997년 설립 이후 대서양 지역의 지속가능발전을 위해 GPI의 활용 방안에 대한 다양한 연구를 수행하고 있으며, 전 세계의 GPI 기구 네트워크의 일환으로 GPI를 활용하도록 교육·훈련 및 홍보 활동도 수행하고 있다.[88] GPI Atlantic은 Nova Scotia 지역을 대상으로 GPI 사례 연구를 수행하고 있으며, GPI 산출에 활용한 평가 항목은[89] 일상 활동, 생활 수준, 자연 자본, 인간이 환경에 미치는 영향, 인적 자본 및 사회적 자본으로 분류한 20개 항목이다. GPI Atlantic의

87) 고동현·손종칠·이원재(2022), pp. 7-53.
88) GPI Atlantic 누리집, About Us(검색일: 2023.4.23.)
89) 최근의 연구들은 GPI를 경제 및 회계 분야의 접근방향을 따라, 지수를 구성하는 요소들을 Cobb et al.(1995)이 명명한 항목(component) 대신 계정(account)으로 명명하기도 한다.

주요 활동은 GPI를 구성하는 각 평가 항목들을 산출하는 데 적절한 자료와 방법론을 설정하고, 사례 연구를 통해 실제 분석 결과를 제시하는 것으로, 누리집을 통해 전체 연구 결과를 대중에 공개하였다.[90]

〈표 3-5〉 GPI Atlantic의 GPI 평가 항목 구성

분류	평가항목	분류	평가항목
일상 활동	시민 사회 및 봉사 활동의 가치	자연 자본	토양 및 농업
	가사 노동 및 육아의 가치		산림
	여가 시간의 가치		어업 및 해양 환경
	근로 시간의 가치		에너지
생활 수준	소득 및 분배		대기
	금융안정(부채와 자본)		수질
	경제안정지수	인간이 환경에 미치는 영향	폐기물
인적·사회적 자본	국민 후생		생태발자국
	범죄 비용		온실가스 배출
	교육 수준		교통

자료: GPI Atlantic 누리집, About Us(검색일: 2023.4.23.)

특히 GPI Atlantic은 자연 자본 중 어업 및 해양 환경 평가 항목에 대한 연구를 완료하여 Charles et al.(2009)에 소개하였다. 전술한 연구는 어업 및 해양 환경을 생태적, 사회경제적, 제도적 측면에서 종합적으로 분석하기 위해 9종의 세부 평가 지표를 통해 지수를 계산하였다.[91] 평가 지표 중 생태계 항목은 목표(주요) 어종과 비목표(기타) 어종의 상태, 어업 및 해양 생태계의 먹이그물 간의 관계, 해양 환경의 상태 등으로 구성하였으며, 사회경제 지표는 GDP 및 고용과 같은 전통적인 측정과 함께 어업인의 연령 분포와 같이 공동체 회복력에 밀접한 관련이 있는 지표를 포함하였고, 관리 제도 지표는 어업 및 해양 환경 관리 노력을 단순하지만 직접적으로 평가할 수 있는 정부 부처의 지출로 설정하였다.[92]

90) GPI Atlantic 누리집, History(검색일: 2023.4.23.)
91) Charles et al.(2009), p. 3.
92) Charles et al.(2009), pp. 45-46.

〈표 3-6〉 GPI Atlantic의 어업 및 해양 환경 평가 지표의 항목 구성

분류	평가 지표	분류	평가 지표
생태	주요 어종의 생물량 변화	생태	멸종위기종의 개체수
	주요 어종의 가치 변화		(오염에 따른) 패류 서식지 폐쇄
	랍스터 생산량 변화	사회경제	수산업의 고용 추세
	주요 어종의 평균 생체량(크기)		수산업 GDP
	어획종의 평균 먹이그물 위치 (mean trophic level)		어업 종사자의 연령 분포
		관리제도	정부 부처 지출

자료: Charles et al.(2009), pp. 45-46.

(3) 미국

Cobb et al.(1995)에서 제안된 이후, 다양한 연구자가 GPI를 GDP의 대안으로 주목해왔으나, 연구자의 주관이 개입될 수 있는 지표 구성과 20여 년이 지나면서 새로 등장한 가치 평가 방법, 자료의 활용 방안에 대한 지침 미비 등 기존 GPI의 한계점에 대한 개선 수요가 증가함에 따라 Talberth & Weisdorf(2017)은 미국 매릴랜드주와 볼티모어시를 대상으로 GPI 2.0의 개발 사례 연구를 수행하였다.[93] 이 연구는 GPI 2.0 초안을 구성하는 평가 항목을 (1)소비 및 시장 기반 재화 및 서비스 기능과 (2)필수 자본의 서비스 기능, (3)바람직하지 않은 조건, 추세 및 외부성의 역기능으로 분류하고, 총 13종의 평가 지표와 계산식을 설정하였다.

〈표 3-7〉 GPI 2.0의 평가 항목과 지표 및 계산식

평가항목	지표	데이터	계산식
소비 및 시장 기반 재화 및 서비스 기능	HBE(가계 예산 지출)	가계 예산 지출	(HBE-DEFR-HI) *INQ+PP
	DEFR(방어 및 재건 비용)	의료비용, 법률서비스 비용, 음식 및 에너지 폐기 비용, 가계 오염 저감비용, 보험료, 복지 중립재, 가계 안전, 가족 관	

93) Talberth & Weisdorf(2017), p. 1.

평가항목	지표	데이터	계산식
		련 지출	
	HI(가계 투자 지출)	내구재 소비, 가계 보수 및 유지, 자택 개선, 고등 및 직업 교육, 저축·투자 및 은퇴 비용, 기부금	
	INQ(불평등 조정)	소득 불균형 비용	
	PP(공공기여의 상품 및 서비스)	방어와 무관한 중앙정부, 주 및 지방정부, 비영리단체	
필수 자본의 서비스 기능	KH(인적 자본의 서비스)	고등 교육의 외부 편익, 제조업의 외부 편익, 녹색 산업의 외부 편익	KH+KS+KB+KN
	KS(사회 자본의 서비스)	여가 시간의 가치, 비급여 노동의 가치, 인터넷 서비스	
	KB(건설 등 시장 자본의 서비스)	교통 기반 시설의 가치, 물 기반 시설의 가치, 가계 금융 기인 서비스	
	KN(자연 자본의 서비스)	해양·호소·습지 및 하천, 사막·사구·해빈, 활엽수림, 상록수림, 혼효림, 관목림, 초원·툰드라, 내륙습지	
바람직하지 않은 조건, 추세 및 외부성의 역기능	DKN(자연 자본의 손실)	토지 전환 비용, 재생불가능한 에너지의 대체, 지하수 고갈의 대체, 토양침식 관련 생산량 손실	DKN+POL+SC+RU
	POL(오염)	대기오염기준, 온실기체 방출, 소음공해, 수공해, 고체폐기물	
	SC(경제 활동의 사회적 비용)	노숙, 실업, 범죄, 통근, 교통사고	
	RU(위험 및 불확도에 따른 복지 감소)	위험 및 불확도에 따른 복지 감소	

자료: Talberth & Weisdorf(2017), pp. 5-7.

한편, GPI가 제안된 20세기 말 이후로 학계에서는 GPI가 지속가능성, 현재의 복지수준, 또는 전술한 두 가지를 모두 대표할 수 있는 지수인지에 대한 논란이 존재해왔다.[94] 지속적인 논의 결과, GPI가 지속가능성과 현재의 복지 수준을 모두 지시하는 지수로서는 대표성이 결여되어 있으며, GDP에 누락된 현재의 복지 수준을 나타내는 보완재로서의 활용 가치가 더 높다는 관점이 대두되었다.[95] 그 결과, 관련 연구진이 2014년에 새로 제안한 GPI 2.0의 지표 체계 및 계산식은 GPI를 현재의 복지 수준에 대한 평가에 활용하고 GDP의 보완재로서의 활용성을 높이는 형태로 조정되었다.[96] 종합적으로 판단할 때, 향후 GPI는 지속가능성 평가 지수 개발 시 주요 사례로 참고할 만한 시사점이 높으나, 관련 선행 연구가 제시한 대표성의 제약 등을 고려할 필요가 있다고 판단된다.

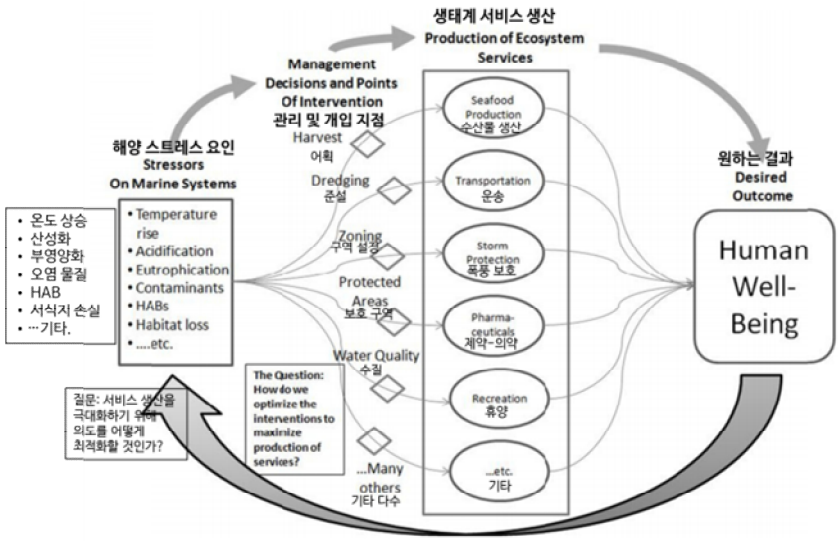
3. 해양 생태계 서비스 지표

1) 해양 지속가능성과 생태계서비스

자연이 인간 사회에 제공하는 다양한 혜택을 의미하는 생태계 서비스의 개념은 지속가능발전의 개념과 연계되어 발전되어 왔다. 생태계서비스를 고려한 해양의 지속가능성 평가는 생태계의 현황 평가뿐 아니라, 생태계가 인간 사회에 제공하는 실제적인 편익을 정량적으로 평가할 수 있다. 생태계서비스지표는 생태계가 제공하는 다양한 생태계서비스를 정량적 또는 정성적으로 평가하고, 지푯값의 변화를 토대로 생태계 서비스와 관련된 정책을 마련하는 데 활용된다.

94) Talberth & Weisdorf(2017), pp. 1-2.
95) Talberth & Weisdorf(2017), p. 2.
96) Talberth & Weisdorf(2017), p. 10.

〈그림 3-2〉 해양 생태계 서비스와 인간 웰빙의 관계



자료: Institute of Medicine(2014), p. 34.

생태계 서비스를 평가하는 지표를 통해 생태계 서비스의 현황뿐 아니라 시·공간적인 변화를 파악할 수 있다. 생태계 서비스의 시계열적인 변화를 통해 생태계 서비스의 증감 수준도 파악할 수 있다. 또한 생태계 서비스 공간 평가를 통해서 생태계 서비스 공급 수준이 높은 지점과 낮은 지점을 파악하여, 취약 지역을 발굴하고 이들 지역에서의 생태계 서비스 증진 방안을 마련함으로써, 해양 생태계의 지속가능발전뿐 아니라 다른 SDG 목표 달성에도 기여할 수 있다. 예를 들어, 물 공급 서비스가 낮은 지역에서 물 공급 서비스를 향상시키는 방안을 통해, SDGs 6(물과 위생의 보장 및 지속가능한 관리), SDGs 10(국가 내, 국가 간의 불평등 해소)에도 기여할 수 있다.

특정한 생태적 공간은 복수의 기능을 동시에 제공하는 다기능성(multifunctionality)에 기초하여, 다양한 항목들의 생태계 서비스를 동시에 제공한다. 이와 함께 생태계 서비스 항목들 사이에서는 특정한 생태계

서비스의 증가가 다른 생태계서비스의 증가 또는 감소와 동시에 나타나는 시너지(synergies)와 트레이드오프(trade-offs) 관계가 나타난다. 이에 따라 특정한 생태계 서비스를 증진시키는 정책이 다른 생태계 서비스의 감소로 이어지기도 한다. 이러한 생태계 서비스의 특징을 고려하면 생태계 서비스 평가 지표는 정책 의사 결정에서 갈등 조정의 도구로 활용될 수 있다.

2) 해양 생태계 서비스 평가 지표 사례

해양 생태계 서비스 연구 사례에서는 해양 또는 연안 지역이 제공하는 다양한 생태계 서비스 항목을 정리하고, 이를 평가하기 위해 적합한 지표들을 선정하였다.

Hattan et al.(2015)는 생태계 변화를 현실적으로 파악하기 위해 생태기능과 서비스를 함께 고려하여, 18개 생태계 서비스 항목들의 지표를 검토하고, 다양한 해양 공간에서 일반적으로 적용할 수 있는 일반 지표들을 제시하였다. 해당 사례에서 생태계 서비스의 평가는 집계자료와 같은 통계자료를 이용하거나, 분석 도구(간단한 공간분석부터 정교한 모델링까지 포함)를 적용하여 추출된 값을 활용하는 지표들이 제안되었다.

〈표 3-8〉 해양 생태계 서비스 항목 및 일반적인 지표

생태계서비스	일반적 지표	측정 방법
식량 공급	• 어패류와 해조류 수량 또는 품질	• 바이오매스 양
생물 원자재	• 일반 생물 원자재 대상종의 출연 여부 또는 숫자, 품질	• 적합종 수, 유무
대기(정화) 조절	• 오염물질의 대기-해양 흐름(flux)	• 대기-해양흐름비율과 방향
기후 조절	• 탄소와 CO2의 대기-해양 및 수층-퇴적층 흐름(flux) • 영속적인 탄소흡수	• 탄소와 CO2 흐름량 • 침전물에서의 연간 탄소 전환 비율

생태계서비스	일반적 지표	측정 방법
재해예방 및 완화	• 서식지의 물저장 용량 • 연안에 의한 파랑에너지 저감	• 물 저장 용량 • 파랑에너지 변화량
물 흐름 조절	• 염분/담수 유입	• 염분, 조수 및 담수 유량 변화
폐기물 처리 및 흡수	• 수주(water column)내 폐기물의 절대 레벨 • 민감종의 해저 생물 다양성	• 화학 및 시각적 분석 • 생물 다양성 지수
연안 침식 방지	• 해빈 단면	• 해빈단면(경사 및 너비) 변화
생물학적 조절	• 질병의 발생 유무 또는 빈도	• 집계자료
이동 및 양육서식처	• 유기 서식처의 밀도 또는 면적	• 해초(잘피), 모래 퇴적물, 또는 켈프숲 범위
유전자 풀(pool) 보호	• 유전적 다양성	• 생물 다양성 지수
여가, 휴양 및 여행	• 여가를 위한 바다 공간 • 해변의 수와 수준	• 여가에 적합한 안전한 수질이 확보된 바다 면적 • 블루 플래그 해변의 수와 규모
심미적 경험	• 장소의 독창성 • 개인적으로 흥미를 가지는 핵심종의 풍부함	• 1/유사한 장소의 수 • 집계자료
문화, 예술과 디자인을 위한 영감	• 작품에 영감을 주는 종, 서식처 또는 생태계	• 지표 정의를 위한 정보 필요
문화유산	• 문화 활동에 기여하는 종, 서식처 또는 생태계	• 지표 정의를 위한 정보 필요
문화적 다양성	• 없음	• 지표 정의를 위한 정보 필요
영적 경험	• 종교적 믿음과 관련된 종, 서식처 또는 생태계	• 지표 정의를 위한 정보 필요
인지발달을 위한 정보	• 과학 지식 증대에 기여하는 종, 서식처 또는 생태계	• 관련 종, 서식처 또는 생태계 수

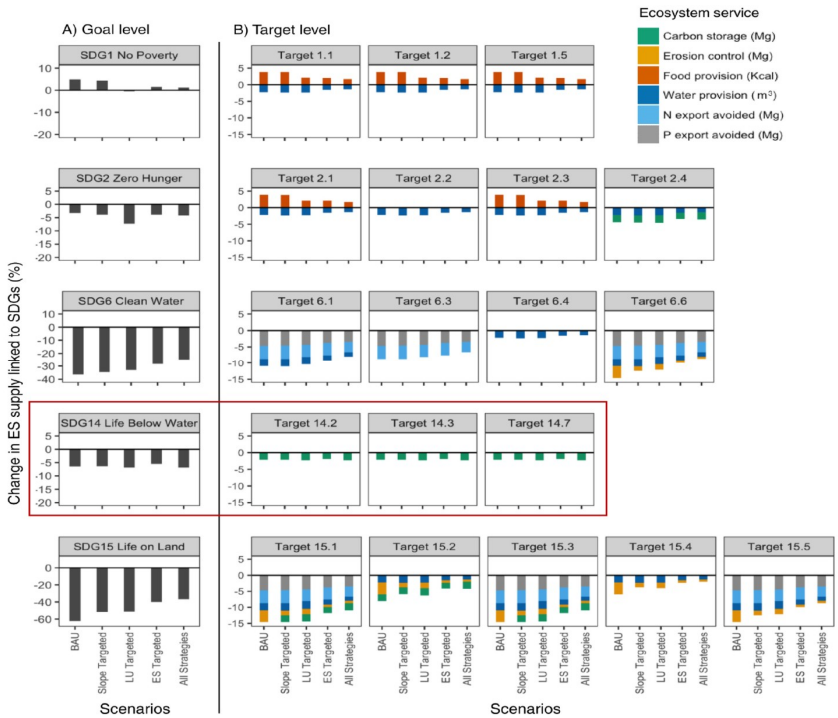
자료: Hattam et al.(2015), p. 65.에서 일부 수정

EU의 MAES 프로젝트는 생태계 서비스를 평가하고 이를 지도화하는 사업이다. 이 사업은 해양 생태계의 공간적인 영역을 4개 유형(하구역, 연안, 대륙붕, 외해)으로 구분하고, 유형별로 생태계 서비스 지표를 제시하였다. 이 지표를 토대로 EU 지역의 해양 생태계 서비스 평가 및 공간화를 수행하였다.[97] 해양이 제공하는 다양한 생태계 서비스를 평가하기 위해 문헌 연구, 전문가 인터뷰 등의 방법을 활용하여 지표를 선정하였고, 이를 토대로 해양 생태계 서비스의 현황을 정량적이고 공간적으로 평가하였다.

앞서 기술한 바와 같이 생태계 서비스의 개념과 지속가능발전의 연관성이 높은 상황에서, 일부 연구들은 생태계 서비스 항목들과 SDGs를 연관시켜 지속가능성을 평가하는 항목으로 생태계 서비스 지표들을 활용하기 시작하였다. Johnson et al.(2019)는 가나의 Volta 유역과 연안 지역을 대상으로 SDGs의 1, 2, 6, 14, 15번 목표를 평가하는 지표로 6개의 생태계 서비스 지표를 선정하고, 보전 정책 시나리오별 생태계 서비스의 정량적인 변화 값을 이용하여 SDGs 목표에 미치는 영향을 평가하였다. 또한, SDGs 14번(해양 생태계) 목표의 3개 세부 목표(14.2, 14.3, 14.7)를 평가하는 지표로 탄소 저장량을 선정하고, 보전 정책 시나리오에 따른 탄소 저장량의 변화를 비교하여 해당 정책이 해양의 지속가능성에 미치는 영향을 평가하였다. 다만 해당 연구는 SDGs의 세부 목표 평가에 6개의 생태계 서비스를 활용하면서 다양한 항목들의 생태계 서비스들이 충분하게 고려되지 못한 한계가 있다.

97) EC(2016), pp. 5-6.

〈그림 3-3〉 지속가능발전목표(세부 목표)와 관련된 생태계 서비스



자료: Johnson et al.(2019), p. 5.

Friess et al.(2019)은 맹그로브와 같은 연안림이 제공하는 다양한 생태계 서비스를 SDGs 14 목표와 연결시켜서 지속가능한 이용과 편익 제공을 위해 필요한 방안을 도출하기도 하였다. 이 연구는 맹그로브의 생태계서비스 항목들이 SDGs에 기여하는 부분을 기술적으로 정리하여, 향후 SDG와 관련된 활용성이 높은 반면, 제시된 생태계 서비스를 평가할 수 있는 생태계 서비스 지표들을 제시하지 않았다는 한계점이 있다.

〈표 3-9〉 맹그로브 생태계 서비스와 SDGs 기여

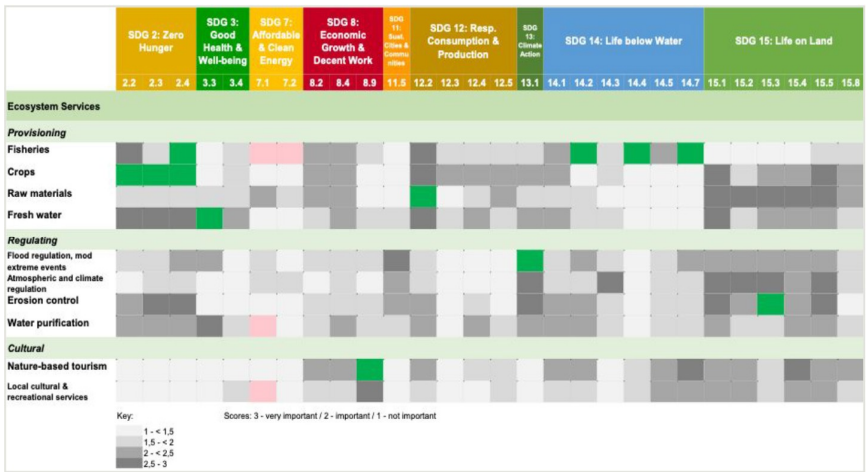
생태계서비스	기여	SDG 목표
어업생산	• 맹그로브 범위와 어업생산의 긍정적 관계	다양함
연료(목재, 숯)	• 맹그로브 나무를 사용한 목재와 숯	14.2, 14.7
비목재 산림 생산물	• 지속가능 관리를 통해서 다양한 공급 서비스 제공	14.2, 14.7
탄소 저장 및 흡수	• 맹그로브숲을 관리하면서 안정적으로 탄소 저장에 기여	14.2, 14.5, 14.7
연안 보호	• 파랑에너지 감소, 해안 보호를 통한 맹그로브 복원	14.2
폐기물 처리	• 맹그로브 토양과 바이오매스에 의한 오염물 정화	14.1
해양 산성화 저감	• 물의 알칼리성 증대(다만, 국지 단위의 pH에 영향)	14.3
여행	• 맹그로브 관광으로 보전에 대한 경제적 인센티브 제공	14.1, 14.5
여가	• 보전을 통한 여가 공간 마련에 대한 경제적 인센티브 제공	14.1, 14.5
교육	• 전통생태 교육을 통한 과학적 지식 보완	14.A

자료: Friess et al..(2019), pp. 448-449.에서 수정

Palacios et al.(2021)은 Aruba 섬에 대한 연구를 진행하면서 전문가와 지역 이해당사자를 대상으로 설문조사를 수행하여 SDGs의 목표 달성과 관련된 연안 및 해양 생태계 서비스 항목을 파악하고, Aruba지역의 지속가능발전을 위한 로드맵 수립과 정책 결정을 위한 기초 정보를 제공하였다. 전문가 설문 조사에서 SDGs 14번의 세부 목표와 관련한 어업 생산(공급서비스)이 SDG 14.2, 14.4, 14.7과 관련성이 높은 생태계 서비스로 평가되었다. 이 외에 조절 서비스에서는 대기 및 기후 조절이 14.3 목표와 관련성이 높았으며, 재해(홍수) 조절은 14.2, 14.7 목표, 침식 조절은 14.2, 물정화는 14.2 목표와 관련성이 있는 것으로 나타났다. 문화 서비스의 경우 자연 기반 관광이 14.1, 14.2, 14.5, 14.7 목표와 관련이 있으며, 지역적 문화 및 여가는 14.5, 14.7 목표와 관련된 것으로 나타났다. 해당 연구는

생태계 서비스 항목들이 SDGs 14 목표뿐 아니라, 다른 SDGs 목표와도 연관성이 있음을 보여준다. 다만, 생태계 서비스 항목별 관계성에 중점을 둔 만큼, 해양 생태계 서비스와 관련된 지표들을 제시하지는 않았다.

〈그림 3-4〉 지속가능발전목표(세부 목표)와 생태계 서비스 관련성



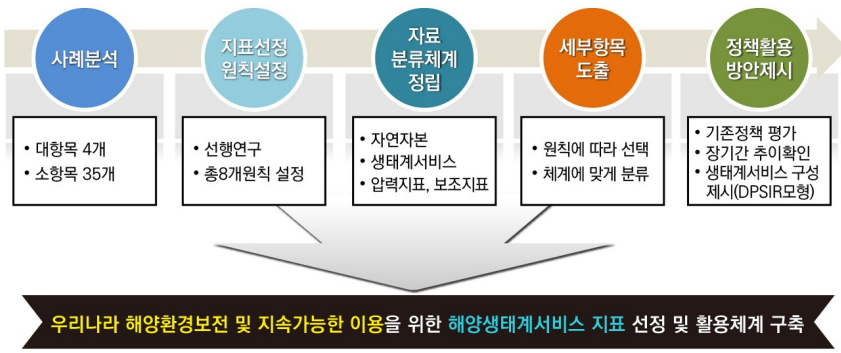
자료: Palacios et al.(2021), p. 11.

국내에서는 해양수산부가 '생태계 기반 해양 공간 분석 및 활용 기술 개발' 연구를 수행하였다.[98] 해당 연구의 목적은 해양생태계 기능에 기초한 생태계 서비스 평가 결과를 해양 공간 분석과 공간 관리에 활용하는 지원 기술을 개발하는 것으로, 내용 중 해양 생태계 서비스 평가 지표를 포함하고 있다. 해양 생태계 서비스 평가 지표를 개발한 목적은 연구 사업이 종료된 이후에도 해양 생태계 서비스를 지속적으로 파악하고 추적하기 위함이다. 해당 연구는 국내외 주요 문헌조사를 통해 평가 지표 후보군을 선정하고, 지표 선정의 원칙을 설정하여 객관성을 확보하였다. 지표 선정의 원칙은 대표성, 특수성, 합리성, 정량성, 민감성, 연계성, 현실성, 실효성으로 총 8가지로 구성된다. 이후, 자료 분류(생태계 서비스, 자연 자본, 미래 지표, 보조

98) KIMST(2022) 참고

지표)를 통해 지표 간 위상과 성격을 일치시키고, 최종적으로 분류체계를 평가 지표 후보군에 적용하여 평가 지표(안)를 도출하였다.

〈그림 3-5〉 해양 생태계 서비스 지표(안) 개발 프로세스



자료: KIMST(2022), p. 230.

〈표 3-10〉 해양 생태계 서비스 지표 선정 원칙

성격	내용	성격	내용
대표성	지표가 해양(환경)을 포괄하고 있는가?	민감성	변화, 추이의 확인이 가능한가?
특수성	우리나라 해양의 특수성을 반영하고 있는가?	연계성	정책 및 계획과 연계성이 있는가?
합리성	과학적 근거가 있는가?	현실성	자료가 구축되어 있는가?
정량성	정량 수치로 표현 가능한가?	실효성	해양 이용 및 개발의 상황을 보여줄 수 있는가?

자료: KIMST(2022), p. 234.

연구 결과, 공급 서비스 5개, 조절 서비스 1개, 문화 서비스 4개, 지원 서비스 2개, 총 12개의 해양 생태계 서비스 지표(안)를 제시하였다. 미래 지표에는 서비스별 3개의 지표[99]가 포함되며, 보조 지표는 지원 서비스에서만 5개[100] 제시하였다. 해당 연구 결과는 우리나라 해양생태계서비스지

99) 공급 : 해상 풍력 보급 용량, 바이오 의약품&산업 원료 특허권 수, 해수 담수화 전환 용량 / 조절 : 염생식물 점유 면적, 탄소 저장량, 해빈 면적(자연 해안선 길이) / 문화 : 해양 관광객 수, 경관 가치(존재 가치, 장소성, 영감, 현장감), 관광지 지정 수 / 지원 : 서식지(피난처), 생물 다양성, 일차 생산력

100) PH, COD, TP, TN, WQI

표에 대해 연구한 구체적인 사례로서 의미가 있지만, 서비스별 지표 편차가 존재하며, 다양한 해양 생태계 서비스를 모두 포괄하지는 못했다는 문제가 있다. 이는 근본적으로 우리나라 해양에 대한 정보 생산에 한계가 존재하기 때문이다. 예를 들어, 조절 서비스 지표인 갯벌 면적의 경우 염습지와 분리되지 않고 정보가 생산되고 있으나, 비식생 갯벌과 식생 갯벌은 생태계 다양성과 재해 저감 능력에 차이가 있다.

〈표 3-11〉 해양 생태계 서비스 지표(안)

대항목	소항목	평가 지표(안)	내용	관련 자연자본
공급	수산	일반 해면 어업 생산량	어업 활동으로 획득 가능한 생산량	어류, 패류 등
		천해양식 생산량	양식 활동으로 획득 가능한 생산량	어류, 패류 등
	에너지	해양 에너지 생산량	파력, 조력, 해수 온도차 발전 생산량	파랑, 조석, 해수
	원료	바다 골재 공급 실적	건설 등의 활동을 위해 사용되는 바다 골재 공급 실적	골재
		천일염 생산량	생산 활동을 위해 사용되는 천일염 생산량	소금
조절	정화	갯벌 면적	오염물을 정화하는 능력	갯벌
	재해 조절		재해 피해를 경감하는 능력	
	기후 조절		블루 카본을 흡수하는 능력	
문화	해양 관광 활동	해수욕장 방문객 수	해수욕장 방문으로 관광산업에 기여하는 정도	생태계 전반, 자연경관
		낚시어선 이용객 수	낚시 활동으로 관광산업에 기여하는 정도	생태계 전반, 자연경관
		레저 선박 등록 현황	레저 선박 활동의 활동량	생태계 전반, 자연경관
	교육적 효과	어촌 체험 휴양 마을 방문객 수	생태 체험 등을 통한 교육적 효과	생태계 전반, 자연경관
지원	생태계	해양보호구역 수	보호구역으로 지정되어 보전되는 해양의 면적	생물, 지형 등
	생물 다양성	보호 생물종 수	보호종으로 지정되어 보호되는 생물종의 수	생물

자료: KIMST(2022), p. 238. 수정

앞서 살펴본 사례를 토대로 SDGs 14와 관련한 해양 생태계 서비스 항목을 검토하였다. 항목을 추출한 이후에 국내에서 수행된 생태계서비스 연구 문헌을 통해서 정량 또는 정성적으로 평가가 가능한 생태계서비스 항목들로 선정하였는데, 주로 수질(오염물질) 조절, 서식지 및 생물 다양성, 식량 공급 서비스, 여가 및 휴양 서비스, 교육 및 문화 서비스 등이 이에 해당한다.

〈표 3-12〉 K-SDGs의 해양생태계 보전 세부 목표와 관련 생태계 서비스(안)

번호	세부 목표	지표	해양 생태계 서비스
14-1	육상과 해상의 오염물질로부터 해양 환경 보전을 위한 관리체계 확립	수질평가지수값(WQI)을 이용한 생태 기반 해역별 해수 수질 기준 달성률	• 수질(오염물질)조절 • 영양염 조절
		해양 쓰레기 수거량	-
14-2	바다의 생태환경과 수산자원의 서식처 적극적 관리	갯벌 복원 면적	• 서식지 및 생물 다양성
		바다숲 조성 누적 면적	• 서식지 및 생물 다양성 • 식량 생산 서비스
14-3	과학기술 협력 강화 등을 통한 해양의 산성화에 의한 영향 최소화	외해 평균 pH 농도 적정 범위(8.0~8.2) 유지	• 수질 조절 서비스
14-4	수산자원을 지속가능하게 관리하고 과도한 어업을 지양	총허용어획량(TAC) 할당 비율 확대	• 식량 생산 서비스
14-5	해양생태계의 체계적인 보전과 현명한 이용을 위해 해양보호구역 지정 면적 확대	해양보호구역 지정 면적	• 서식지 가치 및 생물 다양성 • 여가, 휴양 서비스
14-6	해양자원의 지속가능한 이용을 통해 경제적 이익 확보	어가 소득/도시근로자 가구 소득	• 식량 생산 서비스 • 여가, 휴양 서비스
14-7	해양과학 연구 역량 제공과 해양과학기술 이전 확대	정부 연구 개발 예산 대비 해양수산 연구개발 투자 비중	-
		국내 해양수산과학 기술 이전 건수	• 생물 다양성 • 교육 서비스
		정부의 ODA 중 해양수산 분야 무상원조 규모	-
14-8	소규모 영세어업인의 안정적 어업 행위 지원	국내 3톤 이상 4톤 미만 어선의 어선원 보험 가입률	-

번호	세부 목표	지표	해양 생태계 서비스
14-9 (신설)	해양과 해양 자원의 보전과 지속가능한 이용에 대한 국제법을 국내법적으로 수용하여 해양과 해양자원의 보전 및 지속가능한 이용을 강화	관련 협약 국내적 수용을 위한 국내 입법 진행률	• 서식지 가치

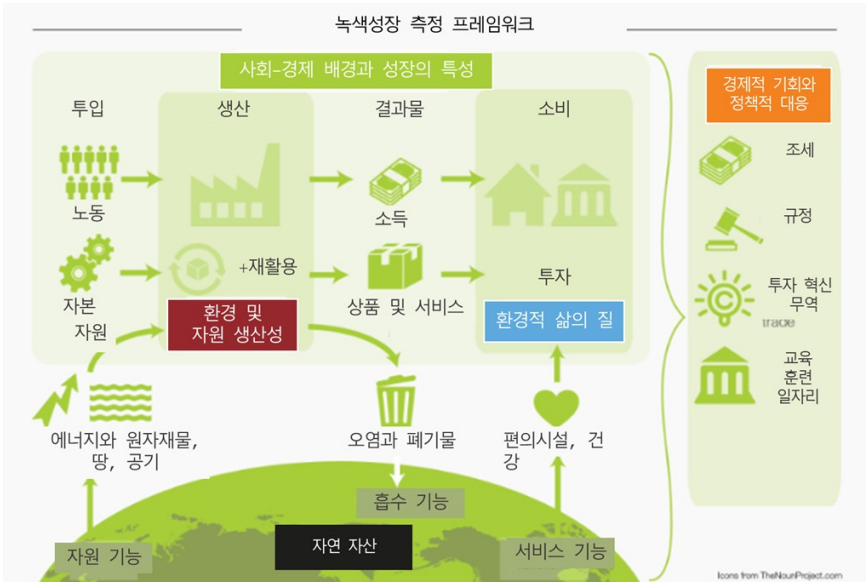
자료: 저자 작성

4. 녹색 성장 지표

OECD 환경국과 통계국은 국제적으로 비교가능한 녹색 성장 이행 측정을 위해 GRI 체계를 개발하였다.[101] 녹색 성장 지표 체계는 복합 지수가 아니고, 국제적 비교가 용이하게 만들어졌다. OECD는 녹색 성장의 진전 여부에 관한 모니터링을 위해 녹색 성장의 주요 특징과 압력-상태-대응의 PSR 모델이 결합된 개념적인 측정 체계를 구성하였다. OECD는 녹색 성장의 개념을 인간의 복지에 영향을 미치는 자연자산이 제공하는 자원과 환경 서비스를 보장하면서 경제 성장과 발전을 촉진하는 것으로 정의하고, 이를 위한 투자와 혁신이 필요하다고 하였다.[102] 이에 OECD의 녹색 성장 측정 프레임워크는 자원 효율적인 경제, 자연 자산 기반 유지, 삶의 질 향상, 녹색 성장의 실현을 위한 정책 수단 이행이라는 목표[103]와 관련된 4개의 범주(환경과 자원 생산성 지표, 자연자산 지표, 환경질 지표, 경제기회와 정책대응 지표)로 구분된다. 녹색 성장 지표에는 녹색 성장의 전반적 이해를 돕기 위한 "사회-경제 배경과 성장의 특성"에 관한 지표도 포함된다.

101) 김종호·김호석·이현지(2016), pp. 5-9.
102) https://www.oecd.org/greengrowth/green-growth-indicators/(검색일: 2023.6.10.)
103) https://www.oecd-ilibrary.org/sites/9789264268586-en/1/1/4/index.html?itemId=/content/publication/9789264268586-en&_csp_=1bd5f93f7590ee2f79714abc1ddfe7b6&itemIGO=oecd&itemContentType=book#intro-d7e258(검색일: 2023.6.10.)

〈그림 3-6〉 OECD 녹색 성장 측정 프레임워크

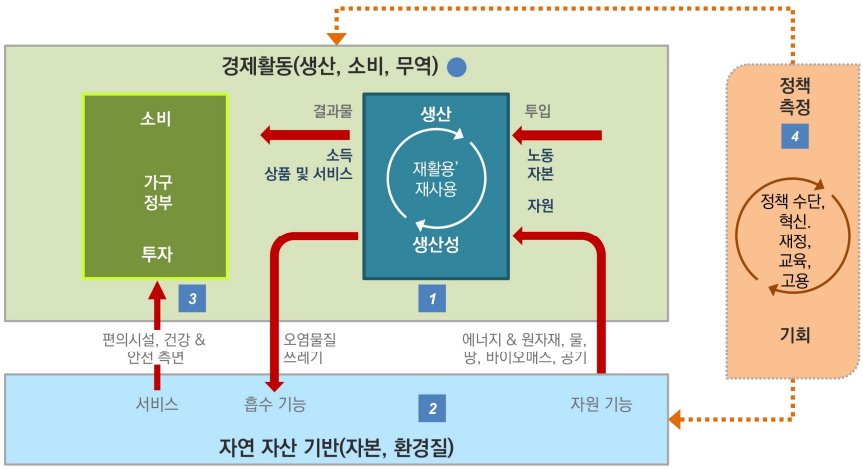


자료: https://www.oecd.org/greengrowth/green-growth-indicators/(검색일: 2023.6.10.)

"환경·자원 생산성"은 자연 자본으로부터 에너지, 천연 자원, 환경 서비스를 사용하는 활동의 효율성을 파악하며, 탄소·에너지 생산성, 자원 생산성, 다중 요소 생산성을 지표로 포함한다.[104] "자연자산 기반"은 경제 활동 유지를 위한 자연자산을 측정하며, 물·산림·수산자원 등 재생가능 자원, 광물 등 재생불가능 자원, 생물 다양성 및 생태계 등의 지표를 포함한다. "환경적 삶의 질"은 환경 보건 및 환경 위험이 삶의 질이나 웰빙과 상호작용하는 정도와 자연 자본의 어메니티 서비스가 웰빙을 지원하고 있는 정도를 반영하며, 대기 오염 등 환경 보건 및 위험, 환경 서비스 및 어메니티 등의 지표를 포함한다. "경제적 기회 및 정책적 대응"은 녹색 성장으로의 변화, 녹색 성장과 관련한 경제적 기회 등을 촉진시키는 데 도움이 되는 기술 혁신 정도, 환경재화·서비스, 국제 금융 흐름, 가격 및 변동 등의 지표를 포함한다.

104) 김종호·김호석·이현지(2016), pp. 6-7.

〈그림 3-7〉 OECD 녹색 성장 지표 프레임워크



주: 1 환경과 자원 생산성 지표, 2 자연자산 지표, 3 환경질 지표, 4 경제기회와 정책대응 지표, ● 사회-경제 배경과 성장의 특성

자료: https://unece.org/fileadmin/DAM/timber/Green_Economy/20161021/6._OECD.pdf(검색일: 2023.6.10.)

〈표 3-13〉 OECD 녹색 성장 지표 세트

구분	주제	지표	세부지표
사회-경제 배경과 성장의 특성	경제 성장, 생산성 및 경쟁력	경제 성장과 구조	GDP 성장 및 구조, 순 처분 가능 소득(또는 순 국민 소득)
		생산성과 무역	노동 생산성, 다요소 생산성, 무역 가중 단위 노동 비용, 무역의 상대적 중요성: (수출 + 수입) / GDP
		인플레이션과 상품 가격	소비자 물가 지수, 식품 가격·원유 가격·광물, 광석 및 금속 가격
	노동시장, 교육 및 소득	노동시장	노동 인구 참여율, 실업률
		사회인구학적 패턴	인구 성장· 구조· 밀도, 기대수명(출생 시 건강한 삶의 기대 연수), 소득 불평등(지니계수), 교육 수준 및 접근성(교육 수준 및 접근성)
환경·자원생산성	이산화탄소·에너지 생산성	1. CO_2 생산성	1.1. 생산 기반 CO_2 생산성(에너지 관련 CO_2 배출량 당 GDP)
			1.2. 수요 기반 CO_2 생산성(에너지 관련 CO_2 배출량 대비 실질소득)
		2. 에너지 생산성	2.1. 1차 에너지 총공급량(TPES) 대비 GDP
			2.2. 부문별 에너지 집약도(제조업, 교통, 가정, 서비스)
			2.3. 재생에너지 비율(1차 에너지 총공급량, 전력 생산)
	자원 생산성	3. 물질 생산성(비에너지)	3.1. 수요 기반 물질 생산성(생물자원, 비생물 자원)
			3.2. 폐기물 발생 집약도(부문별, GDP 또는 부가가치 대비, 1인당)
			3.3. 쓰레기 발생 강도 및 회수율
			3.4. 영양물질 흐름 및 규형(N, P)
		4. 물 생산성	물 소비량 대비 부가가치(부문별)
	다중 요소 생산성	5. 환경 서비스를 반영한 다중생산성	종합적 측정 수단

구분	주제	지표	세부지표
자연자산 기반	자연 자원	6. 자연자본지수	종합적 측정 수단
	재생가능자원	7. 수자원	이용가능한 재생자원(지하수, 지표수) 및 관련 취수율
		8. 산림 자원	산림 면적 및 부피, 스톡의 변화
		9. 수산 자원	안전한 생물학적 한계 내에 있는 수산자원 비율
	재생불능자원	10. 광물 자원	특정 광물의 이용가능한 부존량(금속광물, 산업 광물, 화석연료, 핵심 원료) 및 관련 채취율
	생물다양성·생태계	11. 토지 자원	토지피복 유형, 전화 및 변화 토지이용 상태 및 변화
		12. 토양 자원	농지 및 기타 용지에서 표토의 침식 정도
		13. 야생 생물 자원	조류 개체수 추세, 위협받는 종 상태(포유류, 조류, 어류, 관속식물), 종 풍부도 추세
환경적 삶의 질	환경 보건·위험	14. 환경 보건 문제 및 비용	대기오염 노출 인구
		15. 자연적 또는 산업적 위험 요소 노출 및 관련한 경제적 손실	-
	환경 서비스·어메니티	16. 하수처리 접근 및 식수	16.1. 하수처리 수혜 인구(2차 처리 이상)
			16.2. 안전한 식수를 지속적으로 얻을 수 있는 인구
경제적 기회·정책적 대응	기술·혁신	17. 녹색성장에 중요한 R&D 지출	재생 가능 에너지원(에너지 관련 R&D의 %) 환경 기술(R&D 총액 대비 %, 유형별) 일반적인 비즈니스 R&D(총 R&D 대비 %)
		18. 녹색성장에 중요한 특허	환경 관련 특허 및 총 특허 환경 관련 특허 구조

구분	주제	지표	세부지표
		19. 모든 산업 분야의 환경 관련 혁신	
	환경 재화·서비스	20. 환경 재화 및 서비스 생산(environmental goods and services: EGS)	EGS 산업의 총부가가치(GDP 대비 %) EGS 산업의 고용 인원수 (총 고용 인원수 대비 %) 환경관련 지출(수준 및 구조) 보완
	국제 금융 흐름	21. 녹색성장에 중요한 국제 재정 흐름(GNI 대비)	21.1. 공적개발원조(ODA)
			21.2. 탄소시장 자금
			21.3. 해외직접투자(DFI)
	가격·변동	22. 환경 관련 조세	전체 조세 수입 대비 환경 관련 조세 수입 비율 환경 관련 조세의 구조(과세표준 유형별)
		23. 에너지 가격	(최종 사용자 가격 중 조세 비중)
		24. 물 가격 및 원가 회수	
	규정·관리 접근	25. 개발예정지표	
	교육·기술 개발	26. 개발예정지표	

자료: https://www.oecd-ilibrary.org/sites/9789264268586-en/1/3/1/index.html?itemId=/content/publication/9789264268586-en&_csp_=1bd5f93f7590ee2f79714abc1ddfe7b6&itemIGO=oecd&itemContentType=book#An4.A(검색일: 2023.4.8.)

〈표 3-14〉 OECD 녹색 성장 대표 지표

환경·자원 생산성	
탄소 생산성	1. CO_2 생산성
자원 생산성	2. 비에너지 물질 생산성
다중 요소 생산성	3. 요소 생산성(환경서비스 포함)
자연자산 기반	
재생가능 및 재생 불능 자산	4. 자연 자원 지수
생물 다양성 및 생태계	5. 토지 이용 및 피복의 변화
환경적 삶의 질	
환경 보전 및 위험 요소	6. 대기 오염($PM_{2.5}$ 노출 인구)
경제적 기회 및 정책적 대응	
기술 및 혁신, 환경 재화 및 서비스, 가격 및 변동 등	특정 지표 없음.

주: $PM_{2.5}$는 미세먼지 중에서 지름 2.5마이크로미터 이하인 입자를 가리키는 용어. 이 입자는 자동차, 공장, 발전소 등에서 발생하는 연기, 먼지, 화학 물질 등이 포함되어 있음.

자료: https://www.oecd-ilibrary.org/sites/9789264268586-en/1/1/4/index.html?itemId=/content/publication/9789264268586-en&_csp_=1bd5f93f7590ee2f79714abc1ddfe7b6&itemIGO=oecd&itemContentType=book#intro-d7e258(검색일: 2023.4.8.); 김종호·김호석·이현지(2016), p. 9.

OECD는 녹색 성장 지표 세트에서 환경과 경제 사이의 관계를 이해하고, 다양한 이용자가 소통, 국제 비교가 가능한 총 6개의 대표 지표를 제시하였다. 환경·자원 생산성에서 3개 지표(탄소생산성, 자원생산성, 다중요소생산성), 자연자산 기반에서 2개 지표(자연자원 지수, 토지이용 및 피복의 변화), 환경적 삶의 질 차원에서 1개 지표(대기오염)가 이에 해당한다.[105]

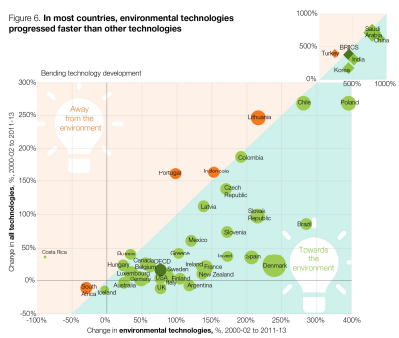
GRI는 1990년대 이후 OECD와 G20 국가들의 진행 상황을 보여주며, 2014년과 2017년 두 차례 발표되었다. 2017년 OECD는 46개국을 대상으로 1990년~2015년 사이 경제 성장과 환경 오염 간의 균형, 즉 녹색 성장에 대한 성취도를 조사하였다. 2017년 결과는 다음의 핵심 질문에 대한 답을 제시하였다.[106]

105) 김종호·김호석·이현지(2016), p. 8.

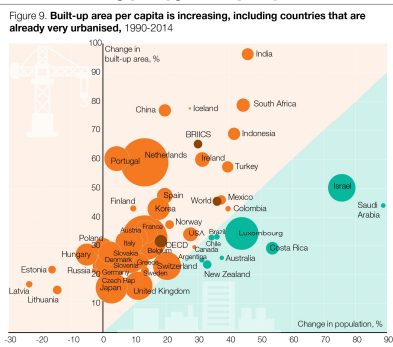
〈그림 3-8〉 OECD GRI 2017 주요 결과



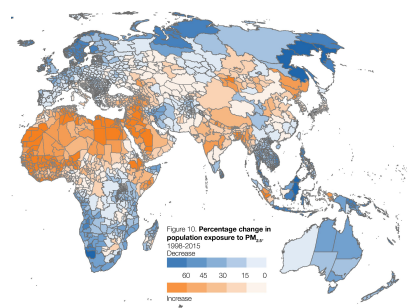
[생산성] 탄소 생산성



[정책] 모든 기술 및 환경 기술의 특허 출헌 변화



[자연자본 기반] 건축물 면적과 인구변화
*거품은 도시화 수준



[삶의 질] 대기오염 수준

- (생산성) 자연 자원과 환경 서비스가 효율적으로 사용되고 있나요?
  ⇒ OECD 회원국은 탄소, 에너지, 자원 측면에서의 환경 생산성이 개선되었지만, 국가와 산업 간에 큰 차이가 존재함.
- (정책) 경제를 녹색으로 전환하는 것이 성장과 발전의 기회를 어떻게 창출하나요? 녹색 경제 기조로 전환 중인지?
  ⇒ 녹색 성장으로 전환 노력이 충분하지 않아서 자연 자본의 지속가능성 문제가 있을 수 있음.
- (자연자본) 자연자본이 유지되고 있는가요?
  ⇒ 자연자본에 대한 위험은 여전히 높은 수준이 유지됨.
- (삶의 질) 녹색 성장은 사람들에게 혜택을 제공하나요?
  ⇒ 대기오염은 전 세계적으로 큰 환경적 건강 위험임. 대기 중 미세 먼지(PM2.5)에 대한 인간의 노출은 1990년 이후 개선되었으나, 대부분의 OECD 회원국에서 여전히 위험함.

자료: OECD(2017), pp. 8-15.

106) OECD(2017), p. 3.

제2절 해양 지속가능성 평가 활용·적용 사례

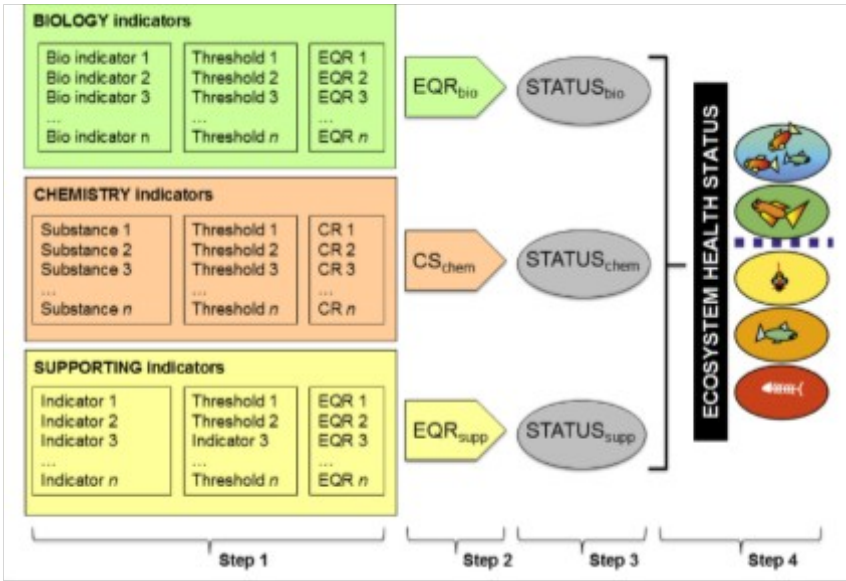
1. 발트해 해양 생태계 건강성 평가

해양 생태계 건강성 평가는 HELCOM(발트해 해양 환경 보호 위원회)에서 발트해의 생태계 건강을 복원 및 유지하기 위해 시작되었다.[107] HELCOM 생태계 건강성 평가 도구(Ecosystem Health Assessment Tool)[108]는 부영양화 상태, 생물 다양성 상태, 화학적 상태를 포함한다.

HELCOM 생태계 건강성 평가는 4단계로 구성된다. 1단계는 지표를 세 범주(부영양화 상태, 생물 다양성 상태, 화학적 상태)로 구분하는 것이다. 지표, 임계, 지표의 EQR(Ecological Quality Ratio)을 각각 정리한다. 2단계에서는 범주에 따라 수치를 계산한다. 부영양화 상태는 EQRbio, 생물 다양성 상태는 CSchen, 화학적 상태는 EQRsupp를 계산한다. EQR은 기준 조건과 관측 결과의 수치에 따라 결정되는 수치이다. EQR은 0에서 1까지의 수로 도출되며, 1에 가까울수록 기준 조건에 비해 개선된 상태로 해석할 수 있다. CS는 개별 지표의 임계와 오염 농도를 비교한 것으로, 수치가 높을수록 오염이 심함을 의미한다. 3단계는 세 범주의 결과를 점수에 기반하여 분류하는 것으로, 0.0-0.5는 높음, 0.5-1.0은 좋음, 1.0-5.0은 보통, 5.0-10.0은 불량, 10.0보다 큰 경우는 나쁨으로 분류한다. 마지막 4단계에서는 최종 등급을 판정한다. 이 때 유럽 수자원 기본 지침(European Commission, WFD)에서 채택된 “one out, all out” 원칙에 의거하여, 평가 결과 중 최악의 결과를 해당 수역의 전반적인 생태계 건강성으로 규정하는 방식을 취한다.

107) Helsinki Commission(2010)
108) HOLAS라고도 지칭

〈그림 3-13〉 HELCOM 생태계 건강성 평가 단계

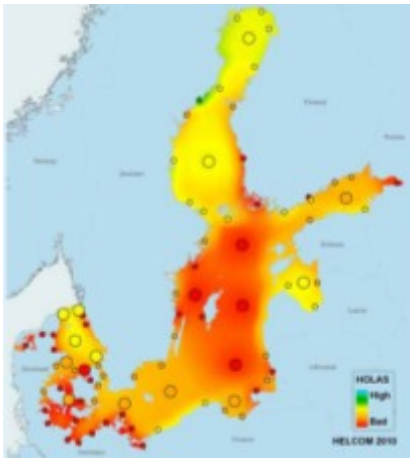


자료: Borja et al,(2016), p. 7.의 그림 3

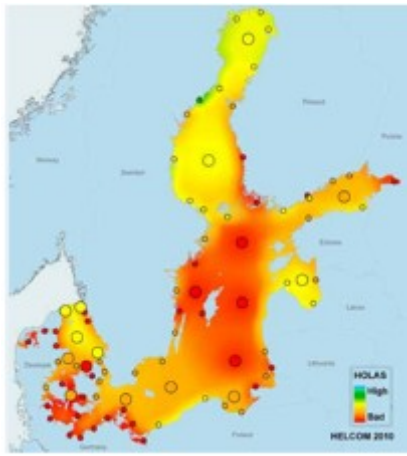
HELCOM 생태계 건강성 평가 도구를 이용하여 발트해를 평가한 결과(2003-2007년), 대부분의 해역이 보통 이하 등급이었다.[109] 발트해 중앙인 스톡홀롬과 리투아니아 사이의 해역에서 주로 낮은 평가 결과가 도출되었으며, 북쪽 해역으로 갈수록 건강성이 높았다.

109) Helsinki Commission(2010)

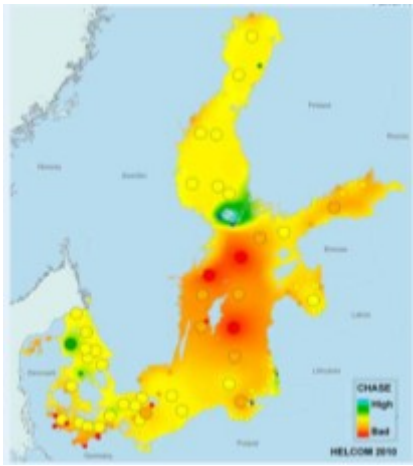
〈그림 3-14〉 발트해 생태계 건강성 평가(2003-2007)



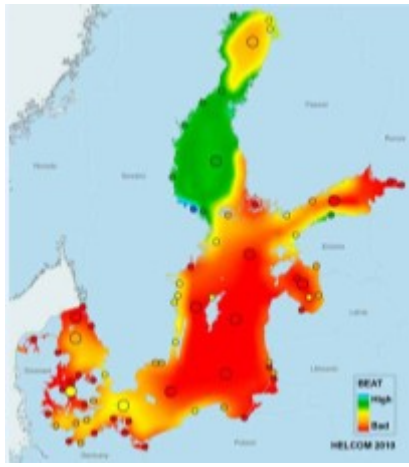
〈생태계 건강성〉



〈부영양화 상태〉



〈화학적 상태〉



〈생물 다양성 상태〉

자료: Helsinki Commission(2010), p. 15, 17, 18, 23

2. 유럽 GES 평가[110]

EU의 해양 전략 프레임워크 지침(Marine Strategy Framework Directive, MSFD)의 목적은 해양 생태계와 생물 다양성을 보호하고 지속가능한 해양 이용을 촉진하기 위해 GES를 달성하는 것이다.[111] 이 목표 달성 여부는 판단하기 위해 해양 생태계 통합 평가를 수행하고 있는데, 해양 생태계 통합 평가는 해양 생태계 구성 요소를 1) 해양 물리, 해양 화학, 퇴적물, 오염 물질 등, 2) 식물성 플랑크톤, 동물성 플랑크톤, 3) 이동성 조류(어류, 해양 포유류, 바닷새 등), 4) 저서 종 및 서식지로 구분한다. 이러한 생태계 구성 요소는 인간의 압력에 영향을 받으며, 11개의 소주제(MSFD descriptor)로 구성된다. 각각의 소주제를 대표하는 지표가 존재하는데, 각 지표에 대해 평가를 진행한 뒤, 환경 상태와 신뢰도를 계산한다. 이때 평가에 활용되는 지표로 EQR을 활용한다. 최종 평가 결과는 GES 미만의 값을 갖는 소주제를 식별할 수 있게 하며, 해당 영역에 대한 관리의 필요성을 확인할 수 있게 한다. 이러한 평가를 위해서는 신뢰성 있는 자료 취득을 위한 노력이 필요하다.

MSFD와 관련된 통합 평가 사례로 Biscay만의 사례가 존재한다. Biscay만은 프랑스와 스페인이 인접한 대서양에 개방된 만에 해당한다. 평가 결과 어류 및 패류, 해양 먹이사슬을 제외한 전 영역에서 좋은(Good) 등급을 받았으며, 최종 평가 결과 또한 좋은(Good) 등급에 해당하였다.

110) Borja et al.(2016), pp. 1-20.

111) European Commission, EU Marine Strategy Framework Directive, https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/environment/oceans-and -seas/eu-marine-strategy-framework-directive_en(검색일: 2023.4.8.)

〈표 3-15〉 해양 생태계 종합 평가 결과(Biscay만의 사례)

소주제	가중치	EQR	환경 상태	신뢰도
생물다양성	15	0.51	0.08	10.35
외래종	10	0.98	0.10	8
건강한 어류	15	0.48	0.07	15
해양 먹이사슬	10	0.40	0.04	7
부영양화	10	0.96	0.10	9.4
해저 무결성	10	0.89	0.09	10
영구적인 변화	2	1.0	0.02	2
오염 물질	9	0.8	0.07	9
수산자원 내 오염	9	0.60	0.05	2.7
해양 쓰레기	5	0.57	0.03	1.5
수중 소음	5	0.70	0.04	0.5
최종 평가	–	–	0.68 (Good)	75.5 (high)

자료: Borja et al.(2016), p. 9.를 저자 재작성

GES를 평가하기 위해 11개 지표를 사용하여 전체 생태계 기능을 나타내는데, 여기에는 생물 다양성, 외래종, 어업, 먹이사슬, 부영양화, 해저 무결성, 수문학, 오염 물질, 쓰레기, 소음과 같은 다양한 측면이 포함된다. EU가 제시한 56개 지표는 다음의 표와 같은데, 이러한 접근은 해양 생태계 평가와 관리에 있어서 인간 활동의 누적적 영향과 생태계 다양한 측면을 살펴보는 중요한 정책 수단의 역할을 한다.

〈표 3-16〉 EU 환경 상태 평가 지표

구분	대분류			소분류	
1 생물 다양성	종	1.1	종 분포	1.1.1	분포 범위
				1.1.2	분포 패턴
				1.1.3	종의 분포 지역(고착성/저서성 종의 경우)
		1.2	개체군 규모	1.2.1	개체군 풍부도 또는 biomass
		1.3	개체군 상태	1.3.1	개체군의 통계학적 특성(예: 신체 크기 또는 연령대 구조, 성비, 출산율, 생존율/사망률)
				1.3.2	개체군의 유전적 구조
	서식지	1.4	서식지 분포	1.4.1	분포 범위
				1.4.2	분포 패턴
		1.5	서식지 범위	1.5.1	서식지 면적
				1.5.2	서식지 부피(해당되는 경우)
		1.6	서식지 상태	1.6.1	전형적인 종과 군집의 상태
				1.6.2	상대적 풍부도 또는 바이오매스(적절한 경우)
				1.6.3	물리적, 수리학적, 화학적 조건
	생태계	1.7	생태계 구조	1.7.1	생태계 구성 요소(서식지 및 종)의 구성 및 상대적 비율
2 외래종	2.1		외래종, 특히 침입종의 풍부도 및 상태 특성화	2.1.1	특히 야생에서 외래종의 주요 매개체 및 확산 경로와 관련하여 야생에서 외래종 서식량, 시간적 발생 및 공간적 분포 경향
	2.2		침입 외래종의 환경적 영향	2.2.1	종 구성의 변화(예: 토착종의 대체)를 측정할 수 있는 잘 연구된 일부 분류군(예: 어류, 대형 조류, 연체 동물)

구분	대분류		소분류	
				※ 침입 외래종과 토착종 사이의 비율 변화를 측정할 수 있는 지표
			2.2.2	종, 서식지 및 생태계 수준에서 비토착 외래 침입종의 영향(가능한 경우)
3 건강한 어류	3.1	어획 활동의 강도 수준	3.1.1	어획 사망률
			3.1.2	어획량과 바이오매스 지수 간의 비율(이하 '어획량/바이오매스 비율')
	3.2	자원의 번식 능력	3.2.1	어종의 번식이나 산란 활동을 위한 성어의 총량(Spawning Stock Biomass, SSB[112])
			3.2.2	바이오매스 지표
	3.3	인구 연령 및 규모 분포	3.3.1	어종 내에서 생식 활동을 시작한 물고기들의 평균 크기보다 큰 물고기의 비율
			3.3.2	연구 선박 조사에서 발견된 모든 어류들의 최대 길이 평균값
			3.3.3	조사선 조사에서 관찰된 어류 길이 분포의 95% 백분위수
			3.3.4	생식 활동을 시작한 물고기 크기(보조 지표)
4 해양 먹이사슬	4.1	주요 종 또는 먹이 그룹의 생산성	4.1.1	단위 바이오매스당 생산량을 사용한 주요 포식자 종의 성과(생산성)
	4.2	먹이 그물 상단에 있는 특정 종의 비율	4.2.1	대형 어류(무게)
	4.3	주요 먹이 그룹/종의 풍부도/분포	4.3.1	기능적으로 중요한 선별된 그룹/종의 풍부도 추세

구분	대분류		소분류	
5 부영양화	5.1	영양 수준	5.1.1	수중의 영양분 농도
			5.1.2	수중의 영양분 비율(실리카, 질소 및 인)
	5.2	영양염류 농축의 직접 영향	5.2.1	수중의 엽록소(Chlorophyll) 농도
			5.2.2	부유 조류의 증가와 관련된 수질 투명도(해당되는 경우)
			5.2.3	기회주의적* 대형 해조류의 풍부도 * 환경 조건이 유리한 상황에서 빠르게 번식하고 번성하는 종을 의미
			5.2.4	인간 활동에 의해 유발된 유해한 해조류 꽃(cyanobacteria)등 으로 화학 조성의 변화, 종의 이동, diatom과 flagellate 비율과 같은 꽃종 조성에서 나타나는 종의 이동
	5.3	영양염류 농축의 간접 영향	5.3.1	투명도
			5.3.2	용존산소(즉 유기물 분해 및 해당 지역의 크기 증가로 인한 변화)
6 해저 무결성	6.1	기질 특성을 고려한 물리적 훼손	6.1.1	관련 생물 기질*의 유형, 풍부도, 바이오매스 및 면적 범위 * 생물 기질은 환경에서 생물들의 서식지나 먹이원이 될 수 있는 다양한 물질을 의미(예를 들어 바위, 모래, 해초 등)
			6.1.2	다양한 기질 유형에 대해 인간 활동에 크게 영향을 받는 해저의 범위
	6.2	저서생물 군집 상태	6.2.1	특히 민감하거나 내성이 강한 종의 존재
			6.2.2	종 다양성과 같은 저서 생태계 상태 및 기능을 평가하는 다중 측정 지표 및 풍부성, 기회주의적 종과 민감성 종의 비율
			6.2.3	특정 길이/크기 이상의 대형 저서생물에서 바이오매스의 비율 또는 개체 수
			6.2.4	저서생물 군집의 크기 스펙트럼의 특성(모양, 기울기 및 절편)을 설명하는 매개 변수

구분	대분류		소분류	
7 영구적인 변화	7.1	영구적 변화의 공간적 특성	7.1.1	영구적 변화의 영향을 받는 영역의 범위
	7.2	영구적인 수문학적 변화의 영향	7.2.1	영구적 수문학적 변화에 영향을 받는 서식지 공간적 범위
			7.2.2	변경된 수문 조건으로 인한 서식지, 특히 서식지가 제공하는 기능(예: 어류, 조류 및 포유류의 산란, 번식 및 먹이 지역 및 이동 경로)의 변화
8 오염 물질	8.1	오염 물질의 농도	8.1.1	지침 2000/60/EC에 따른 평가와 비교 가능성을 보장하기 위해 관련 지표(예: 생물군, 퇴적물 및 물)에서 측정된 위에 언급된 오염 물질의 농도
	8.2	오염 물질의 영향	8.2.1	인과관계가 확립되어 모니터링이 필요한 선택된 생물학적 과정 및 분류군을 고려한 해당 생태계 구성 요소에 대한 오염 영향 수준
			8.2.2	발생, 기원(가능한 경우), 중대한 급성 오염 사건 (예: 석유 및 석유 제품에서 발생하는 유막)의 정도 및 이 오염으로 물리적 영향을 받는 생물군에 미치는 영향
9 수산 자원 내 오염 물질	9.1	오염 물질의 수준, 수 및 빈도	9.1.1	실제 검출된 오염 물질 수준 및 최대 규제 수준을 초과한 오염 물질의 수
			9.1.2	규정 수준을 초과하는 빈도
10 해양 쓰레기	10.1	해양 및 연안의 쓰레기 특성	10.1.1	쓰레기의 구성, 공간적 분포 및 가능한 경우 원천 분석을 포함하여 해안으로 떠밀려 오거나 해안선에 퇴적된 쓰레기 양에 대한 추세
			10.1.2	수중(수면에 떠다니는 것 포함) 및 해저에 퇴적된 쓰레기의 양(구성 성분 분석, 공간 분포 및 가능한 경우 원천 분석을 포함)
			10.1.3	미세 입자(특히 미세 플라스틱)의 양, 분포 및 가능한 경우 구성의 경향
	10.2	쓰레기가 해양	10.2.1	해양 동물이 섭취하는 쓰레기의 양과 구성 경향(예: 위 내용 분석)

구분	대분류		소분류	
		생물에 미치는 영향		
11 수중 소음	11.1	시간과 장소에 따른 시끄러운 소리, 저주파 및 중주파 충격음의 분포	11.1.1	인위적인 음원이 해양 동물에게 중대한 영향을 미칠 수 있는 수준을 초과하는 일수 비율과 일정 수면 영역에 대한 1년 내 분포 및 공간적 분포로 * 주파수 대역 10Hz ~ 10kHz에서 측정된 1미터에서 소음 노출 수준(dB re 1μPa2.s) 또는 최고 음압 수준(dB re 1μPapeak)으로 측정
	11.2	지속적인 저주파 사운드	11.2.1	1/3 옥타브 대역 63 및 125Hz(중심 주파수) 내의 주변 소음 수준 추세(re 1μPa RMS; 관측소에서 측정하거나 적절한 경우 모델을 사용하여 측정한 1년간 이 옥타브 대역의 평균 소음 수준)(11.2.1)

자료: EC(2010), pp. 16-24. 재정리

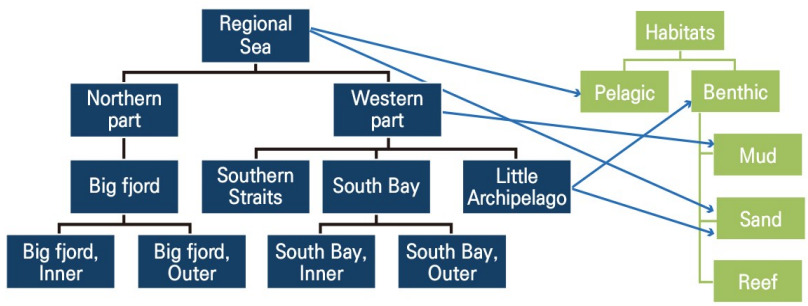
112) SSB는 이러한 번식 활동을 지원하기 위한 성어의 양을 나타낸다. 즉, 어떤 어종의 번식 기간에 해당하는 성어들의 총 질량이나 부피를 의미한다. 이 값은 어종의 번성과 지속가능성을 평가하고 관리하기 위한 중요한 지표 중 하나이다. 어종의 SSB가 적절한 수준을 유지하는 것은 과잉 어획과 과도한 어종 감소를 방지하며, 어종의 자원을 보호하고 지속 가능한 어업을 유지하기 위해 필요하다.

EU의 해양 전략 프레임워크 지침과 관련된 또 다른 통합 평가 사례로 NEAT(Nested Environmental Status Assessment Tool)를 확인하였다.

(1) 평가 목적 및 방법

EU의 MSFD에 따라 유럽 해역의 생물 다양성 상태를 평가하기 위해 NEAT를 개발하였다. NEAT는 대상지를 계층 공간 평가 단위(spatial assessment units)와 서식지 유형(habitat types)으로 나눈다. 예를 들어, 공간 평가 단위는 북해, 북쪽 지방, 빅 피오르드로 나누고, 서식지는 표영과 저서 나누고, 저서는 다시 뻘, 모래, 암초로 나눌 수 있다.

〈그림 3-15〉 공간 평가 단위와 서식지 유형의 계층 구조



자료: NEAT 설명 유튜브 화면 갈무리[113]

하나의 공간 평가 단위에 여러 서식지가 있다면, 각 서식지를 평가한 후 각 서식지에 가중치를 부여하고 평균을 내어 그 공간 평가 단위의 값을 도출한다. 각 지표는 공간 평가 단위와 서식지, 생태계 구성 요소와 연결되어야 하며, 값을 내지만 가중치를 두지는 않는다. 모든 값은 0과 1사이 값으로 변환된다. 최종 평가는 가중 평균을 계산하는 것이다. 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0을 경계로 나쁨(bad), 부족(poor), 보통(moderate), 좋음(good),

113) https://www.youtube.com/watch?v=J8pkncBzy9w(검색일: 2023.4.27.)

높음(high)의 다섯 단계로 나눈다. 값을 입력할 때에는 표준 에러 값도 입력하게 되어있고 이 값은 불확실성 평가, 민감성 평가에 활용 가능하다.

(2) 평가 적용 사례

Uusitalo et al.(2016)는 유럽 지역해 네 곳(지중해, 대서양, 흑해, 발트해)에 분포한 10개 지역의 해양 생태계를 NEAT로 평가하였다. 대상지는 아열대 수역에서 온대 및 북극에 이르며, 15개국이 인접해 있다. 또한, MSFD의 6개 생물학적 소주제(descriptor)를[114] 가장 잘 나타낼 수 있는 지표를 선정하였다. 생태계 구성 요소는 식물성 플랑크톤부터 해양 포유류에 이르기까지 12개이다.

〈그림 3-16〉 NEAT 평가 대상지



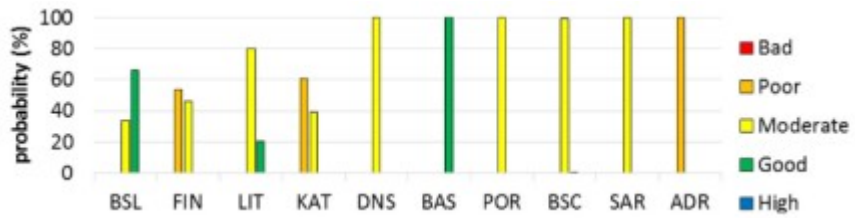
주: 연구대상지 10개소(괄호 안은 지도에 표기된 약자) : 노르웨이 바렌츠해-로포텐(BSL), 핀란드 만(FIN), 리투아니아 해역(LIT), Kattegat(KAT), 네덜란드 북해(DNS), 바스크 해안(BAS), 포르투갈 대륙 재분(POR), 흑해 연안(BSC), 사로니코스 만(SAR), 아드리아해(ADR)
자료: Uusitalo et al.(2016), p. 3.

각 지역의 평가 결과는 〈그림 3-13〉과 같이 5단계 상태 등급의 누적 확률로 나타난다. '좋음'과 '높음'을 합한 확률이 '나쁨', '부족', '보통'을 합한

114) 생물 다양성, 비토착종, 상업적으로 중요한 종, 먹이그물, 부영양화, 해저 무결성

확률보다 클 때 GES를 달성하는 것으로 간주한다. 평가 결과 바스크 해안과 바렌츠해-로포텐은 GES를 달성하나, 나머지 8곳은 달성하지 못하는 것으로 나타났다. 리투아니아 해역은 일부 '좋음' 평가를 받았지만, GES를 달성할 확률이 낮고, 다른 지역은 '보통' 또는 '부족'의 상태이다.

〈그림 3-17〉 NEAT 평가 결과



자료: Uusitalo et al.(2016), p. 10. 약자는 〈그림 3-12〉의 주 참고

(3) 평가 한계

유럽 10개 지역을 NEAT로 평가할 때, 각 지역에서 최적으로 가용할 수 있는 공간 단위, 서식지, 지표를 활용하였다. 여러 지역이 공통으로 포함할 수 있는 생물 다양성 요소를 지표로 연관 짓고자 하였지만, 여러 지역의 공간 단위와 서식지의 해상도, 지표의 정의는 다를 수밖에 없다. 따라서 결과는 절대적인(definitive) 것이 아니라 참고하기(indicative) 위한 것으로 간주해야 한다.

예를 들어, 평가 결과가 "좋음"이라는 것은 그 지역에 따라 조정된 값이다. 평가 지역의 생물 다양성이 본래 낮다면, 본래 생물 다양성이 높은 지역에 비해 낮은 생물 다양성도 "좋음"으로 나타날 수 있다. 지역 상태를 반영한다는 면은 지역의 본래 상태를 기준점으로 본다는 점에서 장점이라 할 수 있지만, 절대적인 평가 값으로 사용할 수 없다는 것은 한계점이다. 두 번째 한계점은 지표의 부족이다. 모니터링 자료의 부족, 지표 개발 노력의 부족, 장기간 기준점 자료의 부재에서 오는 목표 수준 설정에 필요한 지식

의 불충분으로 대부분의 평가 지역에서 몇몇 생물 다양성 또는 서식지 요소를 대표하는 지표가 부족하였다. 지표의 부족은 전체 결과에 잠재적으로 영향을 미칠 것이기 때문에 격차를 채우는 연구가 진행되어야 한다.

3. NOAA 지역사회취약성지표

(1) 평가 목적 및 방법

미국 해양대기청(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)은 2013년에 어촌 및 수산 공동체의 취약성과 회복 탄력성을 정량적으로 분석하는 지수를 개발하여, 연안 주를 평가하였다.[115] 이 지수는 국가와 같이 거시적인 공간적 규모에서 산출하는 기존의 평가 체계를 적용할 수 없는 미시적 규모(지자체 및 지역 사회 등)에 대한 활용을 목표로 하며, 특히 수산업 분야의 사회영향평가(Social Impact Assessment, SIA)에 활용하는 것을 전제로 한다.[116]

NOAA의 지역사회취약성지표(Community Social Vulnerability Indicators, CSVIs)는 크게 사회적 취약성, 젠트리피케이션 취약성, 어업 의존성 취약성 등 세 가지 지수로 구성된다.[117] 사회적 취약성 지수는 여섯 가지 세분류에 따라 각각 3~4개의 항목을 통해 산출되며, 이와 유사하게 젠트리피케이션 취약성은 세 가지 세분류로 구성된 12개 항목, 어업 의존성 취약성은 네 가지 세분류로 구성된 14개 항목을 통해 산출된다.[118] 그 외에도 기후 변화와 해양 환경에 따른 영향을 별도의 지수로 구성하였으며, 여기에는 해수면 상승

115) https://www.fisheries.noaa.gov/national/socioeconomics/social-indicators-coastal-communities(검색일: 2023.8.25.)
116) Jepson & Colburn(2013), p. v.
117) Jepson & Colburn(2013), p. 12.
118) Jepson & Colburn(2013), pp. 13-21.

위험과 폭풍 해일 위험 등이 포함되었다. 지수별 세분류 및 평가 항목 구성은 아래와 같다.

〈표 3-17〉 미국 NOAA의 지역사회취약성지표 구성

지수	세분류	항목
사회적 취약성	개인 실패	실업률, 범죄지수, 중퇴율, 빈곤율, 여성이혼율
	인구구성	백인인구비율, 여성1인가구비율, 0-5세 인구비율, 언어 구사능력 저조자 비율
	빈곤	지원수급자비율, 빈곤계층가정비율, 노년빈곤인구비율, 미성년빈곤인구비율
	노동구조	여성고용률, 노동인구비율, 자영업자비율, 사회보장수급 인구비율
	가정 특성	주택임대료중위값, 주택담보대출금중위값, 주택내침실 수중위값, 이동식주택비율
	가계 실패	주택담보대출변화율, 주택가치변화율, 가계수입 중 35% 이상 주택에 소비하는 소유자 비율
젠트리피케이션 취약성	은퇴 후 이주	노령인구 포함 가구, 사회보장수급인구비율, 연금수급인 구비율, 노동인구비율
	도시확산	인구밀도, 도시접근성, 생계비용지수, 주택가치중위값
	자연 어메니티	임대공실률, 주택공실률, 1000명당 선박건조율, 수역 (water cover) 비율
어업 의존성 취약성	레저 어업 의존도	1인당 선박 레저어업 요금 최빈값, 1인당 단독형 선박 레저어업 요금 최빈값 1인당 연안 레저어업 요금 최빈값
	레저 어업 활동	선박 레저어업 경쟁률, 단독형 선박 레저어업 경쟁률, 연안 레저어업 경쟁률
	상업 어업 의존도	1인당 조업생산량, 1인당 상업어업허가수, 1인당 조업생산량 대비 구매자, 농업·임업·어업비율
	상업 어업 활동	조업생산액, 상업어업허가 수, 생산량 대비 구매자, 조업생산량
기후 변화	해수면 상승 위험	해수면 상승
	폭풍 해일 위험	폭풍 해일 지수

자료: Jepson & Colburn(2013), pp. 13-21. 재정리

(2) 평가 적용 사례

NOAA는 2010년대 중반을 기준으로 미국의 24개 연안 주 4,600개 이상의 연안 지역 사회를 대상으로 CSVIs를 산정하였다.[119] 산정 결과는 세분류 및 항목별로 2009년부터 2019년까지 존재하며, 웹지도 형태의 온라인 시스템을 통해 일반인도 확인할 수 있다.[120] 학술 연구 등을 목적으로 추가적인 분석을 원하는 경우, 원본 자료도 제공받을 수 있게 되어있어 활용성이 높은 것으로 평가된다.

〈그림 3-18〉 미국 NOAA의 지역사회취약성지표 온라인 시스템



자료: https://www.st.nmfs.noaa.gov/data-and-tools/social-indicators/(검색일: 2023.8.25.)

(3) 평가 한계

CSVIs는 비교적 수집하기 용이한 사회·경제적 지표를 활용함으로써 지역 사회 규모에서 취약성을 평가하고 취약성의 공간적 분포를 파악하는 데

119) https://www.fisheries.noaa.gov/national/socioeconomics/social-indicators-coastal-communities(검색일: 2023.8.25.)
120) https://www.st.nmfs.noaa.gov/data-and-tools/social-indicators/(검색일: 2023.8.25.)

효과적이다. 한편, 평가의 대상이 사회적 취약성에 초점을 맞추었기 때문에 해수면 상승 및 폭풍 해일 지수 등 일부 지표 외에는 자연 환경 및 생태계 관련 지표가 부족하여 환경 생태계와 사회·경제의 균형 정도를 파악하기에는 제약이 있다. 또한, 취약성이 지역 사회의 지속가능성을 가늠할 수 있는 대표적인 주요 요소들 가운데 하나이긴 하나, 레질리언스나 위험도(노출도) 등 요소를 배제하고 취약성만을 활용하여 지속가능성을 명확히 평가하기에는 부족하다는 점에서도 CSVIs의 한계를 찾을 수 있다.

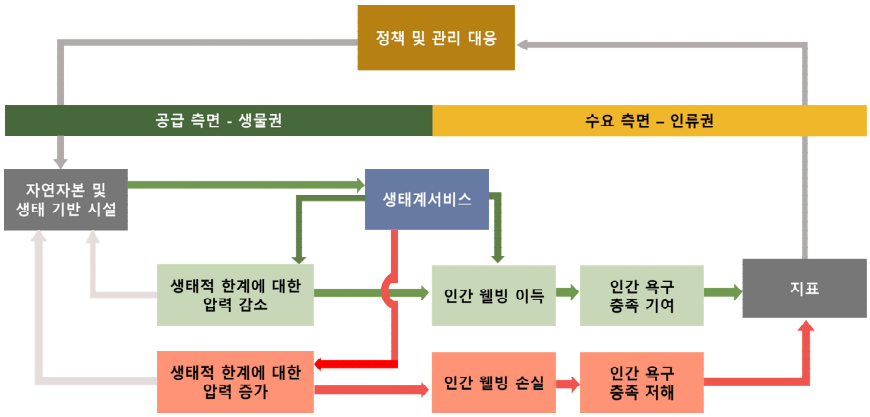
4. Greenland 도넛 경제와 생태계 서비스 평가[121)]

(1) 평가 목적 및 방법

Cook et al.(2023)은 '도넛 경제'와 '생태계 서비스'를 접합하는 이론적인 프레임워크를 제시하였다. 사회와 환경을 중시하는 도넛 경제와 생태계의 공급과 인간의 수요를 담은 생태계 서비스의 개념이 상당 부분 겹치기 때문이다. 개념적 프레임워크를 나타낸 〈그림 3-15〉는 생물권의 자연 자본에서 생태계 서비스가 생산되고, 이는 생태적 한계에 영향을 주는 압력 변화시켜 자연 자본으로 피드백 루프가 형성됨을 보여준다. 생태적 한계에 압력이 감소하면 인간이 혜택을 받고 인간 욕구 충족에 기여하지만, 압력이 증가하면 반대 효과가 난다. 따라서 생태와 인간 욕구의 지속가능한 한계를 포함하는 성과 지표를 작성하여 정책과 관리가 적절하게 개입할 수 있는 정보를 제공하는 것이 중요하다. 〈표 3-18〉은 생태계 서비스의 생태적 한계와 인간 욕구로의 연결과 직·간접적인 효과를 설명하였다.

121) Cook et al.(2023)의 내용을 바탕으로 작성

〈그림 3-19〉 생태계 서비스 공급과 수요를 도넛 경제의 기반과 연결하는 개념적 프레임워크



자료: Cook et al. (2023), p. 3.

〈표 3-18〉 도넛 경제의 생태적 한계와 인간 욕구에 대한 생태계 서비스의 기여

생태계 서비스 (인간의 편익)	생태적 한계에 대한 압력 감소	생태적 한계에 대한 압력 증가	인간 욕구
공급(생물학적)			
재배작물		(직) 생물 다양성 손실, 토지 개간 (간) 기후변화, 대기 오염	(직) 식량, 소득과 일자리 (간) 건강, 사회적 공평함, 네트워크
공급(비생물학적)			
식수용 지표수 (surface water)		(직) 생물 다양성 손실, 토지 개간	(직) 물, 소득과 일자리 (간) 건강, 사회적 공평함
에너지용 지표수 (surface water)	(직) 기후 변화, 대기 오염 (간) 해양 산성화	(직) 생물 다양성 손실, 토지 개간	(직) 에너지, 소득과 일자리 (간) 건강, 사회적 공평함
조절 및 유지(생물학적)			
미생물, 조류, 식물, 동물에 의한 생물학적 정화	(직) 화학적 오염 (간) 토지 개간, 생물 다양성 손실		(간) 건강, 식량, 물
미생물 및 조류에 의한 여과/격리/저장/축적	(직) 기후 변화, 화학적 오염, 대기 오염 (간) 오존층 파괴, 해양 산성화		(간) 건강, 식량, 물

생태계 서비스 (인간의 편익)	생태적 한계에 대한 압력 감소	생태적 한계에 대한 압력 증가	인간 욕구
폭풍 방지	(간) 생물 다양성 손실		(간) 주거, 사회적 공평함
수분 및 종자 분산	(직) 생물 다양성 손실		(직) 식량 (간) 건강
미시적 및 지역적 기후 조절	(직) 기후 변화 (간) 해양 산성화		(간) 식량, 에너지, 건강, 사회적 공평함
영양염 순환	(직) 생물 다양성 손실, 질소 및 인의 부하	(직) 생물 다양성 손실, 화학적 오염	(직) 식량 (간) 건강, 사회적 공평함
문화(생물학적)			
과학, 교육	(직) 생물 다양성 손실, 기후 변화, 해양 산성화, 화학적 오염, 질소 및 인의 부하, 담수 고갈, 토지 개간(교육만 해당), 대기 오염, 오존층 파괴		(직) 교육, 소득과 일자리 (간) 네트워크, 성평등, 사회적 공평함, 정치적 발언권
심미, 상징, 종교, 존재, 유산	(간) 생물 다양성 손실		(간) 평화와 정의

주: (직)은 직접, (간)은 간접을 의미
자료: Cook et al.(2023), p. 4.

(2) 평가 적용 사례

앞서 설명한 도넛 경제와 생태계 서비스의 개념 프레임워크를 디스코 만(Disco Bay)에 적용하였다.[122] 그린란드 서편에 위치한 디스코 만은 고래 관광이 유명하고 토착민 고래 사냥이 허용되어 지역 경제가 고래 중심으로 이루어지는 곳이다. 고래는 고기 및 지방 등 공급 서비스, 영양염 순환과 탄소 제거의 조절 서비스, 고래 관광, 교육, 정체성, 존재 가치 등의 문화 서비스를 제공하며, 이는 식량, 건강, 소득, 일자리, 사회적 공평함과 같은 도넛 경제의 인간의 기본 욕구와 연관된다. 하지만 긍정적인 효과뿐만 아니라 부정적인 효과도 존재하며, 이는 생태적 한계에 대한 압력으로 작용

122) Cook et al.(2023), p. 4.

한다. 예를 들어, 고래 관광은 소득과 일자리에는 긍정적인 영향을 미치지만, 생물 다양성을 감소시키고, 선박 이용에 따른 화석 연료 사용으로 기후 변화와 대기 오염의 압력으로 작용한다.

디스코 만 평가는 도넛 경제와 생태계 서비스 개념을 실제 사례에 적용하여 환경과 사회 간의 균형을 강조한 평가로, 현재 사회와 생태가 직면한 한계와 상충 관계를 파악하게 하여, 관리와 정책으로 조정해야 하는 압력에 대한 통찰력을 제공한다.

(3) 평가 한계

선진국과 저개발국 평가의 맥락이 다를 수 있다. 대부분의 인간 욕구가 충족된 선진국은 생태적 한계가 더 중요할 것이고, 최소한의 사회적 욕구 충족을 위한 경제 개발이 중요한 저개발국은 경제 개발과 이에 수반되는 생태계 파괴가 상충하는 상황이 발생할 것이다.

제3절 해양 지속가능성 평가 시사점

국제기구, 선진국은 해양의 건강성, 좋은 해양 상태 등을 이루기 위한 전략과 계획을 마련함과 동시에, 해양 상태를 점검하기 위한 다양한 평가를 수행하고 있다. 본 연구에서는 해양 지속가능성과 관련한 대표적인 평가 방법인 OHI, 해양 생태계 서비스 평가, 해양 생태계 건강성 평가와 경제 성장 지표의 대안으로 지속가능발전 개념을 포함한 지표인 GPI, 녹색 성장 지표의 평가 방법과 그 활용 사례를 살펴보았다.

〈표 3-19〉 해양 지속가능성 평가 사례 종합 고찰

구분	해양 지속가능성			경제 성장 대안 지표	
	OHI	ES	GES	GPI	GRI
형태 (단일 지수, 지표 체계)	지수 (10개 지표)	지표	지표 (56개 지표)	지수 (약 20종 지표)	약 30개 지표
평가대상	해양 건강성	해양의 혜택	좋은 환경 상태	참발전 상태	녹색 성장
평가범위(항목)	○ 식량 공급 ○ 지역 사회 전통 어업 ○ 자연 산물 ○ 탄소 저장 ○ 연안 재해 보호 ○ 장소성 ○ 연안 생계 및 경제 ○ 관광 및 여가 ○ 해양 수질 ○ 생물종 다양성	○ 공급 ○ 문화 ○ 조절 ○ 지원	○ 생물다양성 ○ 외래종 ○ 건강한 어류 ○ 해양 먹이사슬 ○ 부영양화 ○ 해저 무결성 ○ 영구적인 변화 ○ 오염 물질 ○ 수산자원 내 오염 ○ 해양 쓰레기 ○ 수중 소음	○ 일상 활동 ○ 생활 수준 ○ 인적사회 자본 ○ 자연 자본 ○ 인간이 환경에 미치는 영향	○ 사회-경제 배경과 성장의 특성 ○ 환경·자원 생산성 ○ 자연자산 기반 ○ 환경적 삶의 질 ○ 경제적 기회·정책적 대응
지리적 범위	국가/지역 국내/국외	국가 지역	국가	국가 지역	국가
시간적 범위	현재/미래	현재	현재	현재	현재
지속가능성 핵심 요소	환경/경제/사회	환경 생태	환경	사회	생산성/자연자본/환경질
인간-해양 상호 작용	압력/대응	상태/압력	상태/압력	상태	상태
안전한 최소 기준 (임계치, 복원력 등)	회복력	-	-	-	-
한계	목표 간 트레이드오프 고려 미흡	사회 분야 고려 미흡	해양 생태만 평가	사회 분야에 초점	해양 분야 고려 미흡

자료: 저자 작성

전반적으로 평가 사례는 지속가능성의 핵심 요소를 포괄하는 대신 지속가능성 요소 중 하나를 주로 평가하는 것을 목적으로 하고 있다. 이 연구의 목적과 관련하여 해양 지속가능성 평가 방법으로 적용하기 어려울 수 있지

만, 각 사례의 주요 특징을 고려하여 해양 지속가능성 평가체계 개발 방향 설정 시 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있었다.

첫째, 지속가능성 평가는 지수, 지표 등 다양한 형태로 개발되었다. OHI는 해양 건강성을 평가하기 위한 것으로 10개 세부 목표를 기반으로 한 통합 지수이다. 이것은 현재 상태뿐만 아니라 인간-해양 시스템에 가해지는 압력과 회복력 평가를 기반으로 한 미래 상태를 포함한다. 해양 건강성이 하나의 지수로 표현되지만, 이와 관련한 10개 지표는 인간-해양 시스템의 지속가능성에 대한 중요한 정보를 제공한다. 다만, 지수로 통합하는 과정에서 세부 목표의 통합을 고려하지 못한 것이 한계로 지적되었다.

EU는 유럽의 GES를 진단하기 위해 56개 지표를 활용하였다. 이는 해양생태계의 무결성 혹은 온전성을 확인하기 위한 것이다. EU 해양생태계 통합 평가 사례는 최종 결과를 통합하여 지수로 제시하고 있다. 하나의 지수로 통합하는 과정에 지표 간 상호 작용을 고려한 가중치, 기준 설정이 어려웠다. 이처럼 다양한 기능과 가치가 존재하는 해양의 특성을 단일 지수로 표현하는 데는 한계가 있었다. 따라서 해양 지속가능성 평가체계를 구축할 때, 단일 지수 형태보다는 해양이 인간의 웰빙을 지원하는 과정에서 사회·경제의 핵심 요소와 요소 간 상호 작용을 확인할 수 있는 포괄적인 지표 세트로 정리되어야 할 것으로 판단된다.

둘째, 해양 생태계 건강성 평가 사례에서는 지속가능성의 핵심 요소 중 해양 생태계의 온전성에 관한 평가에 초점을 두었다. 그 결과, 해양 생태계 생물 다양성, 종 풍부도, 생산성 등의 지표, 지수가 존재하였다. 특히 해양생태계 건강성 평가 도구 활용 사례에서 지수값 해석 측면의 몇 가지 한계가 지적되었다. 먼저, 소수의 지표를 이용하거나, 다수 지표의 평균을 이용하는 경우, 잠재적으로 상태를 '상향' 평가할 수 있는 여지가 존재한다. 두 번째로, "one out, all out" 원칙은 잠재적으로 상태를 '하향' 평가할 수

있는 여지가 존재한다. 마지막으로, 여전히 해양의 적절한 지표와 목표가 존재하지 않는다는 점이다.[123]

셋째, GPI와 GRI 등은 GDP의 대안 혹은 보완을 목적으로 지속가능발전을 나타내는 평가 방법이다. 최근의 GPI 지수는 사회의 현재 복지 수준과 지속가능성을 동시에 평가하는 것에 대한 한계가 지적되었다.[124] 이로 인해 전문가들은 지속가능성 평가가 아닌 복지수준에 대한 평가에 있음을 명확히 하였다.[125] 캐나다의 GPI Atlantic 사례는 해양이라는 공간을 대상으로 GPI를 분석하였으나, 수산업의 지속가능성 평가에 초점을 맞춘 것이기 때문에 해양의 포괄적인 지속가능성을 평가한 사례로 판단하기엔 한계가 있었다. 따라서 해양 분야 GPI 적용 시 해양이 인간에게 제공하는 유형의 편익과 그 생산 과정과 이후에 발생하는 사회·경제·문화적 비용 요소들에 대한 목록 작성이 선행되어야 할 것이다.

넷째, 국내외 사례를 살펴본 결과, 인간의 웰빙과 해양의 혜택을 포괄적으로 평가하는 작업은 여전히 초기 단계에 있다. 즉 해양의 혜택을 인간의 웰빙으로 전환하는 과정에서, 사회, 경제, 문화, 제도적인 요소를 통합적으로 평가하는 노력이 미흡하였다. 지속가능성의 핵심은 인간의 성장을 지원하는 자연 자본을 훼손하지 않는다는 것을 전제로 하며, 인간과 해양 사이의 상호 작용과 그에 따른 해양의 지속가능성 변화를 확인하는 것이 필요하다. CSVIs, GPI, GRI 등은 해양에서 활용 가능한 사회·경제적 지표와 데이터를 확인하는 데 참고할 수 있을 것으로 판단된다.

다섯째, 해양 생태계 서비스의 개념이 지속가능발전의 개념과 연계되어 평가에 활용되고 있다. 경제 성장을 추진하는 과정에서 지속가능발전 개념이 자연 자본의 오남용을 최소화하면서 사람들에게 제공하는 생태계 서비

123) Borja et al.(2016), p. 7.
124) Talberth & Weisdorf(2017), p. 2.
125) Talberth & Weisdorf(2017), p. 10.

스를 유지 또는 증진키는 방향으로 생태계 서비스와 지속가능발전의 개념이 연계되어 왔다. Cook et al.(2023)의 연구는 도넛 경제와 생태계 서비스를 결합하는 이론적인 프레임워크를 제시하였다. 생태계 서비스는 자연자본에서 생산되는 것이며, 생태계 서비스가 생태적 한계에 대한 압력 변화로 이어져 결국 인간의 혜택과 욕구에 영향을 주는 루프가 형성된다. 이러한 과정의 지표는 관련 정책이 적절하게 개입할 수 있는 정보를 제공할 것이다. 그러나 국내에서는 해양 생태계 서비스의 개념 발전과는 별도로 생태계 서비스의 가치가 지속가능발전을 이루는 데 있어 충분하게 검토되지 못한 상황이다.[126] 해양의 지속가능성을 평가하는 수단으로 생태계 서비스 개념과 지표를 활용하는 방안이 고려되어야 할 것이다.

여섯째, 해양 지속가능성 평가의 운영 체계를 갖추는 것이 필요하다. 평가의 관리 체계는 실제 추상적인 개념이나 목표를 실제로 측정 가능하고 조작 가능한 변수나 지표로 변환하는 과정을 말한다. 대부분의 사례에서 국가 및 국제기구가 해양 건강 상태를 평가하고 문제를 식별하는 것뿐만 아니라 적절한 대응을 위한 행동을 지원할 목적으로 평가를 수행하고 있다. 하지만 여전히 해양 건강성, 좋은 상태, 참발전, 해양 지속가능성은 상대적으로 추상적이고 다양한 요소로 이루어진 개념이다. 이 개념을 운영하기 위해서는 물리, 화학, 생물학적 지표 외에도 인간·사회·경제 지표가 다양하게 필요하다.

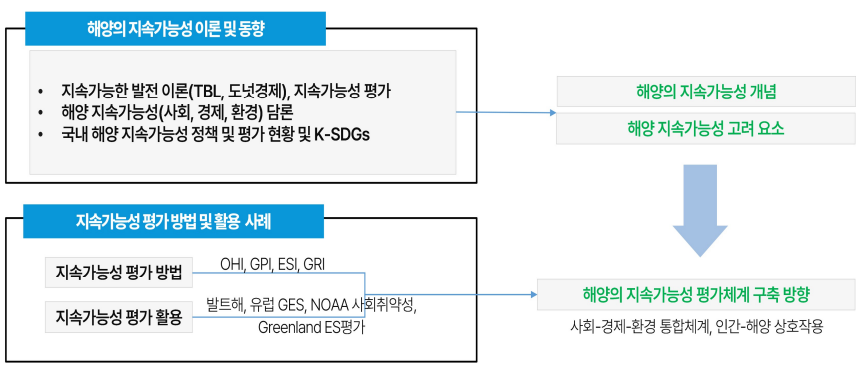
마지막으로 국제 사회와 선진국에서는 관련 지수 혹은 지표를 주기적으로 평가하여 결과를 공개하고 있다. 평가 결과는 지속가능성에 관한 대중의 이해와 관심을 높이기 위한 시각화 혹은 지도화 도구를 활용하여 제공되고 있다. 동시에 현세대와 미래 세대를 아우르는 지속가능성을 평가하기 위해서는 단순한 지표뿐만 아니라 정보시스템과 다양한 동적 모델이 필요하다.[127]

126) 윤익준(2022), p. 33.
127) Meadows(1998), p. 72.

04
해양 지속가능성 개념 및 평가체계 구축

일반적인 지속가능성 평가를 위한 절차는 대상 정의, 이해관계자 참여, 지표 개발, 데이터 분석, 평가 및 등급화, 결과 보고서 작성, 피드백 수렴 및 개선, 그리고 지속적인 관리 및 갱신 단계로 이뤄진다. 본 연구에서는 해양 지속가능성 평가 방법을 개발하는 데 있어서 평가 항목과 구조를 나타내는 평가체계를 제안하려고 한다. 이 장에서는 제2장과 제3장에서 검토한 해양 지속가능성 이론과 동향, 지속가능성 평가 방법 및 활용 사례를 기반으로, 평가체계를 구축하기 위한 방향, 평가 구조, 그리고 평가 지표를 제시하였다.

〈그림 4-1〉 해양 지속가능성 평가체계 도출 절차



자료: 저자 작성

제1절 해양 지속가능성 개념

바다와 인간은 서로 밀접하게 연결되어 있다. 인간은 해양이 제공하는 수많은 서비스의 혜택을 받고 있으며, 인간의 건강, 복지, 부는 건강한 해양에 크게 의존한다. 그러나 다양한 인간 활동이 해양을 변화시키고 있다. 해양의 환경 오염, 해양 생물 서식지 감소 등으로 해양의 가치가 훼손되고 있다. 가속화되는 지구 온난화로 이전보다 더욱 강력한 폭염, 폭우, 폭풍 등 자연재해가 나타나고 있다. 이것은 UN이 국제사회가 풀어야 할 최대의 공동목표인 17개의 SDGs에 해양을 포함시킨 이유일 것이다. SDGs 14는 "연안과 해양 생태계를 지속적으로 관리하고 보호하여 복원력을 강화하는 등 중대한 악영향을 방지하고, 건강하고 생산적인 해양을 달성하기 위한 조치를 취하는 것"과 "해양의 건강을 개선하기 위해 과학적 지식을 증진"을 주요 내용으로 한다.[128)]

궁극적으로 SDGs 14는 해양의 상태를 현재의 인간의 압력과 생태계의 훼손으로부터 건강한 상태로 되돌리는 것을 목표로 한다. 현재 해양의 상태를 유지하고 보호하는 것만으로는 이 목표를 달성하는 것이 현실적으로 어려울 뿐만 아니라, 설사 목표를 달성한다 하더라도 그것이 해양의 지속가능성을 유지한다고 단언할 수 없다. 변화에 직면한 해양을 지속가능하게 이용하기 위해서는 지구의 핵심적인 과정에 대한 인위적인 간섭의 경계인 지구 위험 한계선[129)]을 인지하고, 인간 활동의 결과가 그 경계를 넘어가지 않도록 해야 한다.

하지만 그동안 해양을 관리할 때, 인간 사회-해양 생태적인 관점이 충분

128) UN은 '지속가능한 발전을 위한 해양과학 10년(Decade of Ocean Science for Sustainable Development)'과 '생태계 복원 10년(Decade on Ecosystem Restoration)'(2021 ~2030년)을 선포하여 건강한 해양과 자연환경 복원을 위한 과학 기반 정책 대응을 강조하였다.

129) 지구의 위험을 초래하는 인류의 활동이 지구에 거주하기 어려운 상태로 이끌 수 있는 위험

히 고려되지 않았고, 해양을 대상으로 한 지속가능성에 관한 개념도 명확히 정의되지 않았다. 이러한 이유로 인간의 웰빙에 중요한 역할을 하는 해양의 기능을 보호하고 복원하는 데 사회적·정책적 대응이 종합적으로 이루어지지 못하였다. 해양 환경과 생태계에 대한 과학적 조사와 그 결과를 담은 보고서는 많다. 하지만, 이 결과만으로 해양 지속가능성을 평가하기는 어려운 상황이다.

해양 지속가능성을 평가하기 위해서는 인간의 웰빙에 기여하는 해양의 상태를 포함해야 한다. 해양의 지속가능성은 궁극적으로 인간의 웰빙과 관련된 것이다. 해양에 다양한 가치가 있다는 것을 고려할 때, 해양의 지속가능성에 대한 포괄적인 접근이 필요하다. 그러나 현재의 체계는 인간과 바다의 상호 관계에 대한 고려가 미흡하다. 해양을 지속가능하게 이용하려면 해양생태계와 인간 사회의 복잡한 상호 의존성에 관한 이해가 필요하다.

지속가능성의 정의는 "현재 세대의 필요를 충족시키기 위하여 미래 세대가 사용할 경제 · 사회 · 환경 등의 자원을 낭비하거나 여건을 저하시키지 아니하고 이들이 서로 조화와 균형을 이루는 것"이다.[130] 해양의 지속가능성은 우리가 바라는 해양의 모습과 지속가능성의 요소를 고려하여 개념화할 수 있다. 본 연구에서는 해양의 지속가능성을 해양을 통한 인간의 잠재력을 실현하고 삶의 질을 향상시킬 수 있도록 하는 것과 동시에 인간이 해양을 보호하고 발전시키는 역동적인 과정으로 설명할 것이다. 해양의 지속가능성은 해양생태계 수용력과 해양 이용 수준에서 조화와 균형이 이룬 상태라고 할 수 있다. 지속가능한 해양은 건강한 해양을 유지하여 해양 생명을 지원하고, 이를 통해 다양한 해양생태계 서비스를 인간에게 제공하여, 지구·해양의 위험 경계 내에서 인간의 건강과 복지를 지원하는 것이다.

130) 「지속가능발전 기본법」제2조제1호(법률 제18708호, 2022.1.4., 제정)

제2절 해양 지속가능성 평가체계 구축 방향

1. 해양 지속가능성 평가체계 개발 방향

평가체계는 특정 대상 또는 프로세스를 평가하고 분석하기 위한 체계적이고 조직화된 구조를 말한다. 이는 대상을 효과적으로 평가하기 위한 기준, 지표, 방법, 절차의 집합으로 구성된다. 평가체계는 평가 대상과 평가 목적에 맞게 설계되어 대상의 성과, 품질 등을 측정하고 평가함으로써 개선점을 도출하거나 의사 결정을 하는 데 도움을 준다. 이러한 체계는 주로 목표의 명확한 이해, 일관된 기준 및 측정 방법의 사용, 데이터 수집 및 분석의 체계적인 프로세스를 통해 신뢰성 있고 유의미한 결과를 도출하도록 구성된다.

이 연구는 해양 지속가능성 평가를 위한 평가체계를 제시하는 것이 목적이다. 그동안 지속가능성을 다루었던 학문 분야의 지식, 이론, 접근 방식 등을 고려하여 해양 지속가능성 평가체계를 구축하고자 한다. 해양의 지속가능성 평가 방법은 인간 사회와 해양 생태계의 상호 작용을 포괄적으로 고려하는 지표 기반 접근 방식을 제안하고자 한다.

그동안 해양 지속가능성 평가는 해양 환경 및 생태계의 특정 부문을 대상으로 이루어져, 해양을 둘러싼 사회, 경제를 포괄하지 못하였다. 또한 해양의 경제, 사회, 환경을 동시에 측정, 반영할 수 있는 지표는 부재하였다. 이와 함께 해양이 인간에게 주는 혜택, 즉 생태계 서비스에 대한 고려가 부족하였다. 일부 해양의 지속가능성 측면의 평가 결과가 공개되고 있으나, 그 결과의 실질적 활용과 영향력은 미미하다.

앞서 살펴본 바와 같이, 국제 사회는 해양의 특성을 고려하여 압력, 상

태, 대응을 포괄하여 트레이드오프와 시너지를 확인할 수 있고, 계량화가 가능한 평가 기법을 개발하기 위해 노력하고 있다. 이를 위해서 인간과 해양의 연결성과 상호 작용을 확인하는 연구가 병행되고 있다.

이 연구는 해양의 지속가능성을 평가하기 위해 해양 생태계 수용력, 해양 이용 수준, 경제-사회-환경 가치를 통합적으로 고려한 평가체계를 개발하는 것을 목표로 한다. 연구는 해당 분야의 이론과 동향을 중점적으로 고려하며, 이를 기반으로 개발 방향을 설정하였다.

〈표 4-1〉 해양 지속가능성 평가체계 개발 방향

이론 및 동향		개발 방향
• 지속가능성 평가 방법 매우 다양 • 지속가능성 다의적 개념 • 하나의 지수는 다양한 가치를 제공하는 해양의 지속가능성을 판단하는데 한계 • 목표와 관련된 지식을 공유할 수 있는 공식 플랫폼은 없음	⇨	단일 지수가 아닌 “지표 기반의 평가체계”
• 도넛 경제 이론 – 인간의 기본적인 생존 필요조건과 지구 환경을 고려한 새로운 경제 모델로 경제 성장과 지속가능성을 조화시키는 방식의 경제 모델 • PB 이론 – PB는 인간의 삶을 안전하게 유지하고, 지속가능한 발전을 위해 반드시 보존해야 하는 영역들을 제시한 개념	⇨	인간-해양 상호 작용 고려 (압력, 상태, 대응, 영향) 해양 생태계 수용력 – 해양 이용 수준 (해양 자원량 – 해양 이용량)
• 해양이 인간 웰빙에 기여하는 요소	⇨	자연 자본, 인적 자본, 사회 자본 해양 생태계 서비스 및 흐름(ES flow) 인간의 웰빙
• 해양 지속가능성 운영 실현 • 정책 의사 결정 시 활용할 수 있는 평가 수단 개발	⇨	계층 구조화/시스템 다이내믹스(SD) 온라인 대시보드

자료: 저자 작성

2. 해양 지속가능성 평가체계 구축

해양 지속가능성 평가체계는 해양의 지속가능성 이슈, 지속가능성 이론, 국내외 동향 등을 토대로 제안하였다.

국제기구 및 각국 정부가 활용하고 있는 지속가능발전지표의 경우, 각 지표가 해양 수산 분야의 특정 분야에 대한 지속가능성 여부를 판단할 수 있게 한다는 점에서 의의가 있지만, 이들 지표를 통해 해양 지속가능성을 종합적으로 판단하기에는 무리가 있다.[131] 앞에서도 언급했지만, 일부 지표의 경우 그 자체만으로는 해양 수산 분야의 지속가능발전 여부를 판단할 수 없으며, 서로 다른 분야의 지표들이 해양 수산 분야 지속가능발전에 대해 상반된 정보를 제공하고 있기 때문이다. 또한 대부분의 지표들이 자료의 접근 가능성이라는 기준을 통해 선정되었기 때문에, 해양 지속가능성의 다양한 요소들을 포괄하기에는 부족하다. 국내외 사례에서 보았듯이 기존 지표와 지수들은 해양수산 분야 지속가능성의 개별 요소를 평가하는 데 활용될 수 있기 때문에, 해양 지속가능성을 판단하기 위한 하나의 지수보다는 3개 요소를 고려할 수 있도록 지표 기반 접근법을 통해 평가체계를 구축하는 것이 필요하다.[132]

본 연구에서 제안한 해양 지속가능성 평가체계는 도넛 경제 이론에 기반하여 해양의 건강성과 인간의 복지를 환경, 경제, 사회(제도·기술 포함)를 통해 연결한 통합 구조이다(〈그림 4-2〉 참고). 도넛 경제 이론은 경제의 성장과 지속가능성을 조화시키는 새로운 방식으로 경제 활동이 인간의 기본적인 생존 필요조건을 충족시키는 데 초점을 맞추고, 동시에 지구 환경을 파괴하지 않아야 함을 설명한다. 해양의 지속가능성 평가체계는 해양을 통한 성장을 포함하면서, 해양 환경을 저해하지 않고 인간의 웰빙까지 계층 구조로

131) 해양수산부(2002), p. 112.
132) 해양수산부(2002), p. 113.

구성하였다. 이 구조는 해양 지속가능성과 관련한 요소를 연결하고 조직화하여 해양 지속가능성을 통합적으로 판단할 수 있는 다차원적인 분석적 개념이 적용된 체계이다. 이 통합된 접근 체계는 향후 관련 정책 통합, 조율, 조정에 활용할 수 있을 것이다.

해양은 해양 생태계 서비스를 제공하고, 인간이 그것을 이용하는 과정에서 해양의 압력으로 작용하고 결국 해양 생태계 서비스에 영향을 미치게 된다. 지속가능한 해양은 해양 생태계가 인간의 웰빙을 지원하고 사회가 요구하는 사회·경제 편익을 원활히 제공하며, 그러한 인간 활동이 해양 생태계를 훼손하지 않아야 한다는 것을 의미한다. 이상적으로 해양의 지속가능성은 해양의 한계 내에서 자원량과 이용량의 균형 상태를 이루는 것이라고 할 수 있다. 하지만 해양에서 이루어지는 인간의 활동과 그 영향은 원인과 결과의 관계가 아니라 복잡한 상호 종속성과 피드백 루프를 가지고 있어서 변화와 예측이 어렵다. 본 연구에서 제시한 지표에 기반한 해양 지속가능성 평가체계는 인간의 활동과 해양의 상호작용이 어떻게 변화하고 발전하는지를 이해하려는 시작점이 될 것이다.

〈그림 4-2〉 해양 지속가능성 평가체계 개념적 프레임워크

환경	경제	사회
해양-인간의 조화와 균형	해양 생태계 서비스	사회·인적 자본

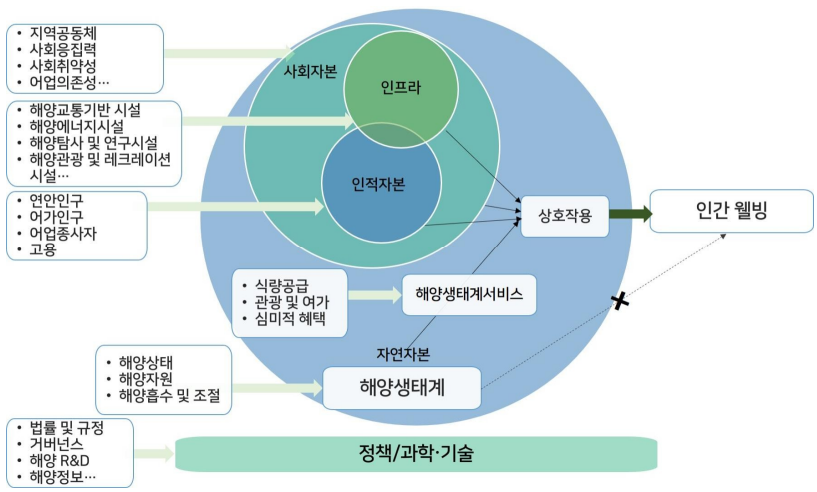
◦ 해양 생태계·자원의 상태는 어떠한지?

◦ 해양 생태계 서비스(해양이 제공하는 혜택)는 어느 정도인지?

◦ 해양 생태계·자원의 건강성·생산성 유지 노력(정책·투자 노력, 사회·인적자본 구축 정도)은 어떤 수준에 있는지? 해양 이용의 형평성은 어떠한지?

· 정책·투자: 관리(복원 포함), 기술 개발, 인력 양성, 교육·역량·인식 강화

· 사회·인적자본: 현재 상태 및 사회·인적자본 구축 노력



[해양 지속가능성 평가체계]

인간·사회와 해양 생태계의 상호 작용을 포괄하는 지표 기반 평가

자료: 저자 작성

제3절 해양 지속가능성 평가 지표

1. 해양 지속가능성 평가 지표 구조 및 지표 도출 방법

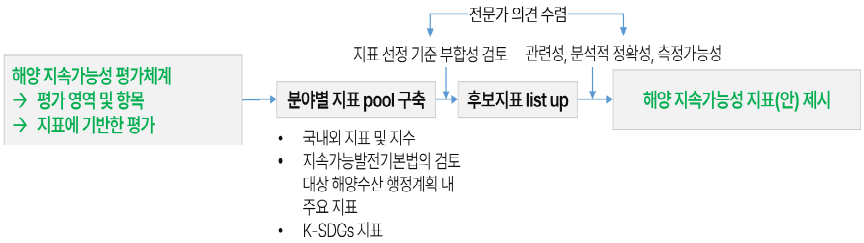
본 연구에서 해양 지속가능성 평가체계를 구축하고자 하였다. 평가체계는 평가에 필요한 항목과 구조를 의미한다. 해양 지속가능성 평가를 위해서는 해양의 환경, 경제, 사회를 고려하며, 해양의 한계 내에서 인간의 웰빙을 지원하는 해양의 다양한 항목을 포함해야 한다. 해양 지속가능성을 정량적으로 평가하기 위해 지표 기반 접근 방식을 채택하여 해양 지속가능성을 평가할 수 있는 지표를 제시하였다.

앞서 제2절에서 제시한 평가체계 개발 방향과 개념적 프레임워크에 따라 해양 지속가능성 핵심 요소를 3개 부문별로 구분하고, 각 부문별 평가 항목(안)을 제시하였다. 해양의 지속가능성과 관련한 3개 부문은 ① 건강한 해양 생태계와 해양자원, ② 해양 관련 사회자본과 인적자본, ③ 해양정책과 기술·혁신이다.

연구진은 문헌 고찰을 토대로 3개 평가 항목별 기존 지표 및 지수를 수집하였다. 문헌 고찰에 활용한 자료는 국내외 지표 및 지수 관련 문헌, 「지속가능발전 기본법」의 검토 대상 중·장기 행정계획[133] 내 주요 지표, K-SDGs, 해양 SDGs14 목표와 타 SDGs 목표 간의 관계 보고서 등이다. 수집된 지표는 활용 가능성(관련성, 대표성), 데이터 여건(분석적 정확성, 측정 가능성)을 검토하였다.

133) 「지속가능발전 기본법 시행령」 별표(중 · 장기 행정계획의 범위(제9조제2항 관련)) 참고

〈그림 4-3〉 해양 지속가능성 지표 도출 절차



자료: 저자 작성

해양 지속가능성 평가체계, 평가 항목, 평가지표 도출을 위해 해양 환경, 해양 사회, 해양 경제, 지속가능 분야 전문가의 의견을 청취하고, 이를 통해 해양 지속가능성 평가체계의 적절성 등을 검토하였다. 전문가 주요 의견은 다음의 표와 같다.

〈표 4-2〉 평가체계 및 평가 항목 관련 전문가 검토 결과

구분	전문가 의견 종합
지표의 방향성·명확성	• 각 평가 항목이 지속가능성 목표와 명확히 일치하는지를 면밀히 검토
사회 및 인적 자본	• 현재 어업과 관련된 지표에 중점을 둔 것에 대한 의견을 제시 • 사회 및 인적 자본을 포괄적으로 고려할 필요성을 강조
정책 및 기술혁신	• 해양 생태계 정책 포함 필요 • 해양 과학 및 기술의 폭넓은 지표 사용을 권고.
인간 웰빙	• 인간의 웰빙에 대한 별도 평가를 제안하며, 지속가능성 지표와 주관적 웰빙 사이의 차이를 분석하고 향후 평가체계 시스템을 향상 모색 언급

자료: 저자 작성

〈표 4-3〉 평가지표 관련 전문가 검토 결과

구분	전문가 의견 종합
해양 상태	• 현재의 수산생물 자원 평가는 해양자원의 적절성을 반영하는 데 한계가 있을 수 있음. • 수질평가지표 검토: 수질평가지수가 저층산소포화도, 엽록소-a 농도, 투명도, 용존무기질소 농도, 용존무기인 농도의 함수이므로, 개별 지표는 불필요함. • 미개척 해양 공간의 존재 여부: 미개척 해양 공간에 대한 명확한 정의 필요 • 화학 오염 다양성: 유류 오염 이외에 중금속, 유해화학물질 오염에 대한 고려함.
해양 자원	• 어업 중심의 평가 한계: 생산량과 가격이 자원의 상태를 나타내는 데 한계가 있을 수 있음. • 해양흡수 및 조절 : rate(예, 격리율)와 storage(예, 면적)가 혼재함.
사회 자본/인적 자본	• 인적자본의 정의 모호성: 해양 분야에서 필요한 인적자본의 정의 모호 ※ 해양 생태계/자원을 이용하는 데 필요한 인적자본인지, 아니면 해양 생태계·자원의 지속가능한 이용을 실현하기 위한 인적자본인지? • 사회자본의 지속가능성과 연결성 모호: 사회자본 지표와 해양 분야의 지속가능성 간의 관계를 명확히 정의하고 구체적인 지표가 필요
해양 정책 및 해양 과학/기술 혁신	• 경제적 측면 강조의 한계 ※ 해양 분야의 경제 성과를 높이기 위한 정책/과학/기술 지표가 아니라 지속가능성(단순히 경제적 이익을 최대로 만드는 것이 아님)을 판단할 수 있는(또는 지속가능성을 높일 수 있는) 지표로 구성 필요 • 해양생태계 분야, 생태계·자원 복원 관련 지표 등 다양한 해양 분야 관련 지표 포함 필요
인간 웰빙	• 다른 세 범주의 지표들을 이용해 종합적으로 판단한 해양 분야 지속가능성이 높아지면 인간의 웰빙도 증가하는 것으로 간주할 수 있도록 평가체계 구성 필요함. • 향후 1~3번 범주의 지표들로 평가한 지속가능성과 사람들이 느끼는 웰빙 사이의 관계를 비교하는 것은 의미 있을 것으로 판단됨. • 설문조사를 통해 자료 수집이 가능하다면, 삶의 만족도 접근법(life satisfaction approach: LSA) 적용도 고려함.
지표 선별	• 측정이 어려운 지표, 목표치를 명확하게 설정할 수 없거나 목표치 자체가 의미를 갖지 않는 지표, 중복되거나 비슷한 의미를 갖는 지표, 상충되는 지표 등을 검토하여 지표 수를 최소화하고 핵심 지표 위주로 정리 필요

자료: 저자 작성

이와 같은 전문가 의견 수렴을 통해 해양 상태, 사회 자본, 인적 자본, 해양 정책과 과학의 측면에서 핵심(대표) 지표를 중심으로 선택하고, 불필요하거나 중복된 지표를 제거하는 노력을 진행하였다.

2. 해양 지속가능성 평가를 위한 지표 요건

지표는 방향이나 목적, 기준 따위를 나타내는 표지이다. 지표는 특정 현상에 대한 인식된 상태를 나타낸다.[134] 지표를 도출하기에 앞서 지속가능성 지표의 필요성과 지속가능성 지표의 특성을 확인하였다.

1) 해양 지속가능성 지표의 필요

1992년 리우 정상회의에서 "환경적으로 건전하고 지속가능한 발전"을 주장하면서 지속가능한 발전을 측정할 수 있는 지표에 관한 관심이 높아졌다. 이 지표는 지속가능한 발전의 진행 상황을 파악하고, 문제점을 식별하며, 어떤 방향으로 나아가야 하는지에 대한 정보를 제공하기 위한 것이다.[135] 그동안 다양한 지표가 경제, 사회, 환경 분야에서 지속가능한 발전의 성과와 도전을 측정하기 위해 개발되었다. 글로벌 단위에서 만들어진 지표들은 모호성, 지역 특성 미반영 등의 이유로 각국의 여건에 맞게 조정되어 활용되기도 하였다. SDGs 지표는 목표에 관한 지표로 최대한 쉽게 함축적으로 표현한 것이 맞지만, 그 과정에서 필요한 정보나 의미를 간과할 수 있다.

해양 산성화, 수산 자원 고갈에서 보듯이 세계 경제 성장과 인류의 빠른 증가는 무한할 것 같았던 바다를 훼손시키고 있다. 인류의 생활과 발전을 위한 자원 소모가 해양에 부담을 주고 있다. 지속가능한 발전을 위해서 성장과 환경 보호가 균형을 이루어야 한다. 해양의 지속가능성 지표가 필요한 이유는 물리적 지구·해양 한계 초과(환경 지표)와 지속가능하지 않은 인간의 활동(발전 지표)을 진단하고 개선하기 위함이다. 해양과 조화로운 인

134) Meadows(1998), p. 3.
135) Mccool & Stankey(2004), p. 294.

간의 웰빙을 위해서는 해양 지속가능성을 진단하는 새로운 접근 방식과 평가를 위한 지표의 활용이 필요하다.

〈표 4-4〉 해양 지속가능성 지표의 유형

◈ 환경지표 ⇒ 생물·물리 환경의 한계 내에서 어떻게 살 수 있을까?
◈ 발전지표 ⇒ 모든 사람들에게 충분한, 안전한, 좋은 삶을 어떻게 제공할 수 있을까?

자료: 저자 작성

지속가능성의 핵심 질문은 다음과 같다. 즉 해양(지구)의 한계에서 우리는 어디에 위치하고 있을까? 더 나아가 해양에서 인간 활동(혹은 상태)은 얼마 동안 지속될 수 있을까? 등이다. 지속가능성 지표는 목표, 수용력, 위험 임계치 등을 고려해야 한다. 이상적으로 지속가능성 지표는 시간 단위로 표현되어야 하며, 시간과 한계에 관한 개념을 포함하고 있어야 한다. 이와 동시에 발전 지표가 함께 제시되어야 하는데, 효율성, 공정성, 삶의 질 등을 반영해야 한다.[136]

2) 해양 지속가능성 지표의 현안

좋은 지표의 기준은 명확한 가치 및 내용(대표성), 분석적 정확성[137], 측정가능성[138](실현 가능성), 신뢰성 등이 있다. 하지만 이러한 기준을 모두 충족하는 지표를 찾는 것은 쉽지 않다. 예를 들어, 회원국 간의 합의에 의존하는 국제기구는 논쟁의 여지가 있는 이슈에 대한 데이터를 생략하고, 논쟁의 여지가 없는 문제를 측정하는 지표를 우선 개발할 수도 있다. 수백

136) Meadows(1998), p. 3.
137) 분석적 정확성 : 지표의 신뢰성과 유형성을 나타냄, 데이터가 정확하고 일관되며 분석에 적합한지를 판단
138) 측정가능성 기준 S(단기) : 현재 적용 가능/M(중기) : 기존 데이터 일부만 사용 가능하지만 품질(일관성, 비교가능성, 적시성)과 지리적 범위(국가 및 지역)를 적용하기 위해 추가 노력이 필요/L(장기) : 가용 데이터가 부족하며, 지속적인 데이터 수집과 개념적 노력이 필요

개의 지표 목록을 사용하거나 이상적인 지표를 나열하게 된다. 특히 해양에 관한 정보와 지식이 육상에 비해 미미한 상황에서, 복잡한 해양을 나타내는 하나의 지표를 개발하는 것은 쉽지 않은 작업이다.

해양 시스템은 시간에 따라 변화하기 때문에, 특히 해양 지속가능성 평가에서 지표는 시스템의 동적인 현상에 대한 정보를 제공해야 한다. 연안·해양에 의존하는 인구나 경제가 얼마나 빠르게 성장하고 있는지, 바닷속에 수산물을 얼마나 오랫동안 잡을 수 있으며, 어획량을 얼마 동안 유지할 수 있을지, 동적인 현상을 나타낼 수 있는 해양 지속가능성 지표의 구성이 필요하다. 아래 표는 Meadows(1998)가 제안한 지속가능성을 측정하기 위한 동적 지표의 예시이다. 지속가능성을 측정하기 위한 동적 지표는 자산과 흐름을 구분되며, 자산은 상태와 반응 시간을 나타내는 지표이고, 흐름은 변화를 나타내는 지표이다.

〈표 4-5〉 지속가능성을 측정하기 위한 동적 지표 예시

구분	지표 이름	정의 및 설명	예시
자산 (stocks)	전환 시간 (Turnover Time)	• 재고 크기 대비 재고 변화율 • 지하수나 대기에서 오염을 제거하는 데 걸리는 시간, 산업 자본 재고(자동차 등)가 교체되는 데 걸리는 시간을 이해하는 데 유용	지하수 오염을 제거하는 데 필요한 시간, 자동차 편대의 교체에 걸리는 시간 등.
	보유 시간 (Coverage Time)	• 재고 크기 대비 재고 감소율 • 식량 비축량 대비 식량 소비 (현재 공급이 소비를 충당할 수 있는 일 수) 또는 재고 대비 판매율 등으로 공급의 적절성을 계산하는데 유용	화석 연료 비축량 대비 소비율, 식량 비축량 대비 소비율 등.
흐름 (flows)	수확/재생 (Harvest/Regeneration)	• 재생 가능한 자원의 지속가능한 이용을 나타내는 핵심 지표 • 어류, 물, 숲, 토양 등에 적용 가능. 수확/재생이 1.0을 초과하면 수확이 지	수확/재생 〉 1.0: 지속불가능 수확/재생 ≤ 1.0: 지속가능

구분	지표 이름	정의 및 설명	예시
		속가능하지 않음을 의미.	
	배출/흡수 (Emission/Absorption)	• 흡수는 오염 물질을 제거하는 자연적 또는 인간 개입 과정을 의미 • 모든 폐기물 흐름의 지속가능성을 나타내는 필수 지표. 배출/흡수가 1.0을 초과하면 지속가능하지 않음을 의미	배출/흡수 〉 1.0: 지속 불가능 배출/흡수 ≤ 1.0: 지속 가능

자료: Meadows(1998), pp. 28-30. 내용을 토대로 저자 재작성

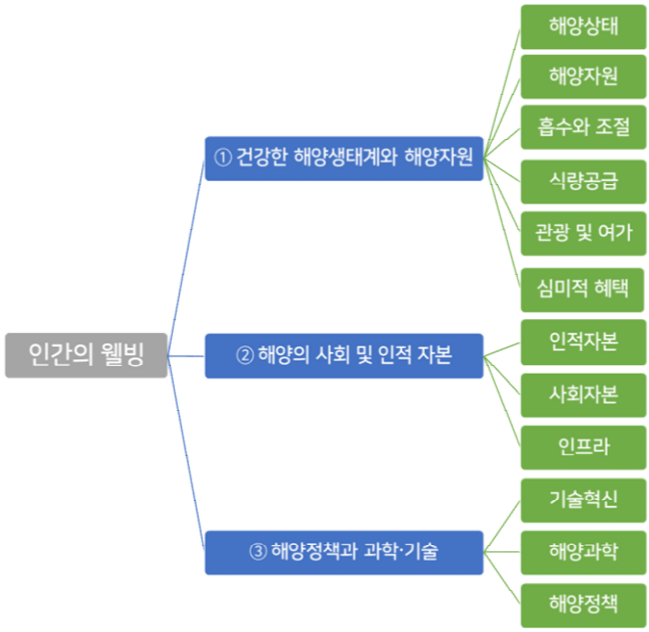
3. 해양 지속가능성 평가 지표 구조

해양 지속가능성 핵심 요소 3개 부문별 관련 지표 및 데이터(안)을 제시하였다. 해양 지속가능성 핵심 요소를 이론과 연구 고찰을 통해 3개 부문별로 구분하고, 각 부문별 평가 항목을 제시하였다. 해양의 지속가능성과 관련한 3개 부문은 ① 건강한 해양 생태계와 해양 자원, ② 해양 관련 사회자본과 인적 자본, ③ 해양정책과 기술·혁신이다.

3가지 부문에 대한 평가 항목별로 기존 연구와 데이터를 토대로 지표를 제시하였고, 최종적으로 전문가 의견을 토대로 지표 목록을 선정하였다. 해양 지속가능성 평가를 위한 3가지 핵심 부문별 평가 항목은 다음과 같다. “건강한 해양 생태계와 해양자원 부문”은 해양 상태, 해양자원, 흡수와 조절, 식량 공급, 관광 및 여가, 심미적 혜택, “해양의 사회자본과 인적 자본 부문”은 인적 자본, 사회 자본, 인프라, “해양 정책과 기술·혁신 부분”은 기술 혁신, 해양 과학, 해양 정책으로 구분하였다. 인간의 웰빙과 관련하여 개인 삶의 만족과 사회적 행복을 나타내는 지표를 선택하였다.

총 3개 부문, 13개 하위 부문, 110여 개의 지표를 제시하였다.

〈그림 4-4〉 해양 지속가능성 평가 지표 구조



자료: 저자 작성

4. 해양 지속가능성 부문별 평가 지표 및 데이터

1) 건강한 해양 생태계와 해양자원

생태경제학적인 관점에서 인간의 활동은 생태 한계 내에서 이루어져야 한다. 허먼 데일리(Herman Daly)는 지속가능한 상태를 이루기 위한 3가지 요건을 제안하였는데, 첫째, 재생 가능한 자원의 이용 한도는 해당 자원의 재생 한도는 초과할 수 없고, 둘째, 장기적으로 재생 불가능한 자원은 활용하지 말아야 하며, 셋째, 폐기물 발생은 폐기물을 처리하는 생태계 정화 능력을 넘지 않는다.[139] 예를 들어, 수산 자원이 지속가능하게 유지되려면 수산물을 잡아먹는 양(혹은 속도)보다 수산 자원의 생산량을 많게 해

야 한다는 것이다. 따라서 이상적으로는 수산자원의 지속가능성은 어획량보다 수산 자원량이 더 많은 상태에 대한 지표를 통해 알 수 있을 것이다.

건강한 해양은 인간에게 자원을 제공하는 원천이며, 인간 활동에 따른 폐기물을 정화하는 흡수 공간이다. 지속가능성과 관련한 해양자원의 재고와 흐름이 중요하다. 건강한 해양이 제공하는 자원이 감소하거나, 흡수가 해양 생태계의 수용력을 넘어선다면 해양의 지속가능성은 저해될 것이다.

따라서, 건강한 해양 생태계와 해양자원과 관련한 지표는 해양 상태, 해양 자원, 해양 흡수 및 조절, 해양 생태계 서비스(식량 공급, 관광 및 여가)로 구분된다. 해양 상태와 해양 자원에 해당하는 지표는 해양 상태와 해양 자원의 변화율을 나타낼 수 있어야 할 것이다. 다만, 해양의 폐기물 흡수와 관련한 지원 및 조절 시스템에 대한 해양 지식의 한계로 추정치 혹은 모델의 결과값을 활용하는 것도 필요하다.

해양 생태계 서비스는 해양 생태계는 생물 다양성 유지, 자원 제공, 기후 조절, 경제적 가치, 자연재해 완화, 문화와 여가 활동 등을 제공한다. 일반적으로 해양 생태계 서비스는 공급, 문화, 조절, 지원으로 구분되지만, 지표 구성 시에 조절과 지원에 해당하는 평가 항목은 해양 흡수와 조절에서 다루어지기 때문에 제외하였다.

첫째, 해양 생태계는 다양한 생물종들이 서로 연결된 상호작용으로 이루어져 있다. 이러한 생물 다양성은 생태적 균형을 유지하고, 다양한 해양 생물의 생태적 기반을 제공한다. 이것이 해양 생태계를 유지하는 데 있어서 중요한 역할을 한다. 둘째, 해양 생태계는 우리가 많은 자원을 얻을 수 있는 중요한 공간이다. 해양 생태계는 인간의 단백질 공급원인 수산물을 제공하며, 어류, 패류, 해조류 등을 양식하여 얻을 수 있다. 해양 생태계는 약품, 화장품, 식품 첨가제 등 다양한 산업에서 사용되는 자원을 제공한다. 셋째, 해양 생태계는

139) 유네스코한국위원회(2013), p. 19.

지구의 기후를 조절하는 데 중요한 역할을 한다. 해양은 이산화탄소와 열의 흡수, 해류를 통한 기온 조절 등을 통해 지구의 기후 안정성에 영향을 미친다. 건강한 해양 생태계는 지구의 기후 안정성을 유지시키는 데 도움을 준다. 다섯째, 해양 생태계는 자연재해 완화 기능을 가지고 있다. 갯벌, 해초류 등은 파도와 조류의 영향을 완화시키고, 특히 해빈, 사주 등 연안 생태계는 태풍과 해일로부터 인명과 재산을 보호하는 데 도움을 준다. 마지막으로 해양 생태계는 과거 인류의 문화와 역사에 뿌리를 두고 있으며 많은 사람들이 즐기는 해양 관광과 다양한 여가·레저 활동을 제공한다. 이러한 이유로 해양 생태계 서비스는 지속가능성과 밀접한 관계에 있다. 건강한 해양생태계와 해양자원 관련한 지표 목록은 다음의 표와 같다.

〈표 4-6〉「건강한 해양 생태계와 해양 자원」 관련 지표 및 데이터 목록

대분류	중분류	지표 및 데이터(안)
해양 상태	생물종	• 해양 생물종 수, 생물 다양성 지수
		• 멸종위기종 수 또는 개체수
		• 보호 대상 해양 생물종 수 또는 개체수
	수산생물	• 수산 자원량(생물량), 평균 생체량(크기)
	일차생산량	• 일차 생산량
	서식지(분포, 범위, 상태)	• 갯벌 면적
		• 갯벌 등 복원 면적 14-2(SDGs 지표)
		• 조간대/조하대 면적
		• 해초류 면적 • 바다숲 조성 면적 14-3(SDGs 지표)
		• 인공 해안선/자연 해안선 비율
		• 연안 해양 보호 구역 지정 면적 14-5(SDGs 지표)
		• 주요 어종의 산란 및 번식지 면적 및 위치
	부영양화	• WQI을 이용한 생태 기반 해역별 해수 수질 기준 달성률 (%) 14-1(SDGs 지표)
		• 질소(N), 인(P) 농도
		• 엽록소(클로로필) 농도

대분류	중분류	지표 및 데이터(안)
		• 투명도
		• 저층 용존산소 포화도
		• 적조 발생 빈도와 기간
	화학 오염	• 유류 유출 사고 건수, 유출량
	해양 쓰레기(플라스틱)	• 해수 내 미세 플라스틱 농도
		• 연안 및 해양 쓰레기 수거량 및 구성 14-2(SDGs 지표)
	해양 산성화	• 수소이온농도(pH) 14-3(SDGs 지표)
	접근하지 않은 공간	• 미개척 해양 공간(자연 고유 상태 유지)과 변화율
해양 자원	수산	• (수산 자원)연근해 어업 생산량, 가격
		• (수산 자원)주요 어종의 생산량 변화
	양식	• (수산 자원)천해 양식 생산량, 가격
		• (수산 자원)고수온으로 인한 양식생물 피해 추정
	에너지	• 조력/파력/풍력/해수 온도차 발전 생산량, 가격
	광물	• 바다 골재 채취량/가격 • 광물 자원 채취량
		• 천일염 생산량, 가격
해양 흡수 및 조절	CO2-기후 조절	• 특정 해양 생태계(식생)가 흡수한 이산화탄소 양
		• 퇴적물에서 탄소 격리율
	영양염(N, P)	• 영양염 순환을 통해 흡수하는 영양염의 양
	재해예방 및 완화	• 갯벌, 사주, 사구 면적 및 분포
		• 남아 있는 자연 해안선 비율 혹은 자연 해안선 소실률
		• 해빈 단면 기울기 및 폭의 변화
	폐기물 처리 및 흡수	• 해양폐기물(해안, 부유, 침적, 해양 배출 폐기물) 발생량 • 해양 오염 퇴적물 현존량
식량 공급	(일반해면)어패류, 해조류	• 어패류 바이오매스, 해조류 면적 또는 톤, 종구성 • MSY와 총생산량
		• 단위 노력당 어획량
	(양식)어패류, 해조류	• 어패류 바이오매스, 해조류 면적 또는 톤, 종 구성 • 양식 생산량
		• 양식 지속성 지수(MSI)

대분류	중분류	지표 및 데이터(안)
관광 및 여가	관광 및 여가 공간	• 관광 대상 종 수, 관광 대상 면적(해초 등)
		• 해변의 수와 질
		• 해변의 방문객 수 * 해수욕장 방문으로 관광산업에 기여하는 정도
		• 낚시어선 이용객 수 * 낚시 활동으로 관광산업에 기여하는 정도
		• 레저 선박 수, 레저 선박 활동량
		• 어촌 체험 휴양 마을 방문객 수
심미적 혜택	문화, 예술과 디자인을 위한 영감	• 바다 풍경 및 아름다운 장소의 수와 크기
		• 작품에 영감을 주는 종, 서식처 또는 생태계
		• 문화 활동에 기여하는 종, 서식처 또는 생태계
		• 종교적 믿음과 관련된 종, 서식처 또는 생태계/토템폴(Totem Pole) 등 해양 유물
참고 자료	– Halpern et al. (2012), Charles et al.(2009), Hattam et al.(2015), UN SDG, 홍장원 외(2015), 최일선 외(2019), KIMST(2021), 이현우·김충기·홍현정(2016), 김충기 외(2016), EC (2010), Chalkiadakis, Drakou & Kraak(2022), Nash et al.(2017) – 해양수산부(2021), 제5차 해양환경종합계획('21~'30) – 해양수산부(2021), 제3차 해양수산발전기본계획('21~'30) – 해양수산부(2021), 제1차 갯벌 등의 관리 및 복원 기본계획 – 해양수산부(2019), 제3차 환경관리해역 기본계획 ('19~'23) – 관계부처 합동(2021a), 제1차 해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리 기본계획('21~'30) – 해양수산부(2019), 제3차 어촌 · 어항 발전기본계획 ('20~'24)	

2) 해양의 사회 및 인적 자본

인간의 웰빙에 영향을 미치는 자본은 자연 자본, 사회 자본, 인적 자본으로 구성된다. 사회 자본과 인적 자본은 지속가능성을 유지하는 데 필요한 요소 간 연계와 통합을 위한 기반이 될 것이다. 해양의 사회 자본과 인적 자본은 해양을 활용하는 생산 능력을 높이는 역할을 한다. 즉 해양의 사회 자본과 인적 자본은 해양 생태계·자본의 지속가능한 이용을 실현하기 위한

것을 의미한다.[140]

인적 자본은 사회를 유지하는 데 필요한 생산요소이다. 인적 자본의 기반은 인구로, 연령과 성별 구조를 포함하며, 인간의 건강과 교육 등과 같은 속성을 통해서 확인할 수 있을 것이다. 사회 자본은 한 개인이 아닌 집단에 내재된 사회적 관계, 신뢰, 협력 등과 같은 특성을 통해 나타낼 수 있다. 이것은 보통 인간 관계의 밀도나 강도와 같은 인자로 측정된다. 인적 자본과 사회 자본은 해양에서 인간의 웰빙을 위한 궁극적 목표를 이루는 과정에서 영향을 미치는 중요한 요소이다.

이와 함께 제안한 인프라는 인간의 경제 활동이 이루어지는 공장, 도구, 기계 등의 물리적 능력을 나타내며, 인적 자본과 자연 자본과 상호 작용을 통해 경제 성장과 지속가능성을 지원한다. 인프라는 자연 자본과 인적자본의 효율적 사용을 보장하며 생산성을 높여 지속가능한 발전을 지원한다.

해양의 인적자본, 사회자본, 인프라와 관련한 지표 목록은 다음의 표와 같다.

〈표 4-7〉「해양의 사회 자본과 인적 자본」 관련 지표 및 데이터 목록

대분류	중분류	지표 및 데이터(안)
인적	연안 인구	• 연안 인구 비중/연령 및 성별 구조
		• 어가 인구 교육 수준
		• 개인 당 여가 시간 비중
	어가 인구	• 어가 인구 비중/연령 및 성별 구조
	어업 종사자	• 어업 종사자 비중/연령 및 성별 구조
	고용	• 해양 산업별 고용 추세
		• 수산업 고용 추세
	연안 경제(생계)	• 해양산업 부문별 일자리, 임금, 수입의 변화율

140) 인적자본은 경제적인 측면에서 교육, 기술 등을 통한 근로자의 능력과 지식을 나타내며, 국가 전반에 영향을 미침. 반면, 인적자원은 기업의 관점에서 특정 사원의 기술과 경험이 회사의 부(wealth)로 작용하며, 기업 내에서의 가치를 갖게 됨.

대분류	중분류	지표 및 데이터(안)
사회	어업 방식	• 친환경 수산물 생산량, 유기 양식 생산량/총 양식 생산량 • 친환경 인증 수산 품목 • 친환경 수산물 인증 업체 수
	연안회복력	• 연안 회복력 지수(coastal resilience index, CRI)
	지역 공동체	• 어촌 계원수
		• 40세 이하 계원수/어촌 계원수
		• 귀어지수
	사회 응집력	• 대인 신뢰 수준
		• 성평등에 관한 인식 수준
	사회적 취약성	• 실업률, 범죄지수, 중퇴율, 빈곤율, 이혼율
		• 여성 1인가구비율, 0-5세 인구비율
		• 지원수급자비율, 빈곤계층가정비율, 노년빈곤인구비율, 미성년빈곤인구비율
		• 여성고용율, 노동인구비율, 자영업자비율, 사회보장수급인구비율
	어업 의존성	• 1인당 조업생산량, 1인당 조업생산량 대비 구매자, 농업·임업 및 어업비율 • 조건불리수산직불제수급율, • 조건불리수산직불제지급단가 14-8(SDGs 지표)
		• 조업생산액, 어업허가 건수, 생산량 대비 구매자, 조업생산량
		• 상위 10% 어가 소득/하위 10% 어가 소득 비율 • 어가소득/도시근로자가구소득 비율 14-5(SDGs 지표)
		• 1인당 선박 레저어업 요금
	어촌 생산-산업 기반	• 어촌계 공동시설 보유 수(회관, 공동창고 등)
		• 어항시설(국가, 지방, 정주, 마을, 소규모 및 포구) 현황
인프라	해상 교통 기반 시설	• 항만, 어항 지정 면적, 선박 등록 현황
	해양 에너지 시설	• 파력, 조력. 조류 등 해양에너지 시설 수 및 분포
	해양 탐사 및 연구시설	• 해양과학기지 등 시설 수 및 분포
	해양 관광 및 레크레이션 시설	• 스노클링, 다이빙, 서핑 시설 및 공간

대분류	중분류	지표 및 데이터(안)
	해양 보전 및 관리(교육 기관 포함) 시설	• 인공어초, 해양 학교 등 시설 수
참고 자료	– Halpern et al. (2012), Charles et al.(2009), Hattam et al.(2015), UN SDG, 황재희 외(2022), 표희동·장학봉(2000), 최지연 외(2007), 이헌동·홍현표(2013), 박상우·이상규(2016), 장정인 외(2021), 한광석(2017), 황재희·최지연(2019), Rasheed(2020), OECD(2020), 유네스코(2019), GRI, GPI 2.0 – 해양수산부(2021), 제2차 수산업 · 어촌 발전 기본계획 ('21~'25) – 해양수산부(2019), 제3차 어촌 · 어항 발전 기본계획 ('20~'24) – 해양수산부(2021), 제3차 해양 수산 발전 기본계획('21~'30) – 해양수산부(2019), 제3차 해양 심층수 기본계획 ('19~'23) – 해양수산부(2020), 제4차 전국 항만기본계획('21~'30)	

3) 해양 정책과 과학·기술

지속가능발전에 있어서 과학·기술·혁신(Science·Technology·Innovation, STI)는 지속적인 경제 성장과 경쟁력 증대에 있어서 중요한 요인이다.[141] STI for SDGs는 STI를 핵심수단으로 이용하여 SDGs를 달성하려는 국제사회의 논의 및 관련된 모든 활동을 의미한다.[142] 해양 에너지, 수산 자원, 생물 지구 화학 순환, 해양 생물종 및 서식지 등은 인간이 만든 것은 아니지만, 이것을 기반으로 생산, 소비가 이루어진다. 해양에서 인간의 활동은 과학적인 연구가 필요하며, 기술을 통해 인간의 웰빙을 유지할 수 있는 다양한 상품과 수단으로 변환될 수 있다. 과학은 자연 현상을 이해하고 설명하기 위한 연구의 분야로 기본적으로 지식을 쌓는 과정으로 이를 통해 사회와 자연을 이해할 수 있다. 특히 해양과학(Oceanography)은 해양 지질학, 해양 생물학, 해양 화학, 해양 물리학, 해양 기상학 등으로 구분된다. 해양 과학은 해양 환경, 해양 생물, 해양 대기, 해양 기술 및 탐사, 환경 보호와 지속가능성 등 분야에서 수행되는 연구를 통해 해양을 이해하고,

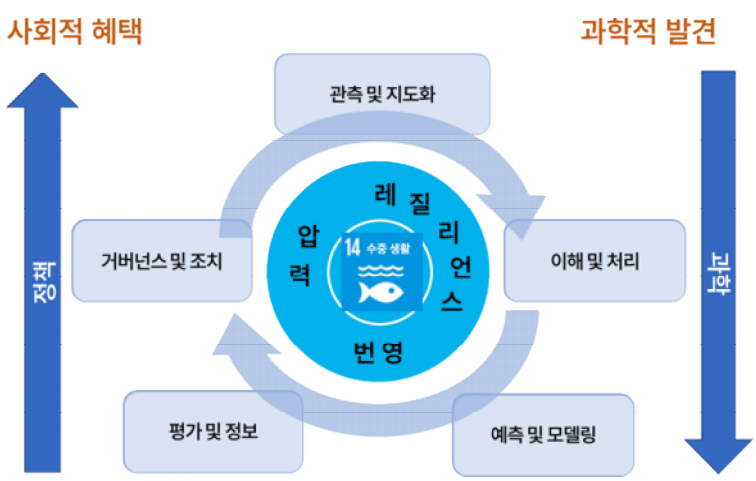
141) 민경서·이계영·오채운(2020), p. 4.
142) 선인경 외(2021), p. 3.

지속가능한 이용에 도움을 준다.

이와 함께 기술은 과학적 지식을 활용하여 실제적인 문제를 해결하거나 인간의 삶을 향상시키기 위해 개발된 제품, 시스템, 프로세스 등을 의미한다. 기술은 과학적 원리와 원칙을 활용하여 제품을 디자인, 개발, 생산하고 사용함으로써 현실 세계에서 결과물을 만들게 된다. 기술은 과학적 지식을 활용하여 문제를 해결하고 혁신을 이끌어 낸다.

혁신은 새로운 아이디어, 제품, 서비스, 프로세스, 시스템 또는 비즈니스 모델을 개발하고 도입하는 과정을 말하는데, 이전에 없던 것을 창조하거나 기존의 것을 개선하여 새로운 가치를 창출하는 것이다. 이 과정은 기술을 사용하여 이루어지며, 새로운 방식으로 문제를 해결하거나 산업과 사회를 변화시키는 역할을 한다. 즉 과학은 기술의 기반이 되며, 기술은 혁신을 위한 수단으로 사용된다. 혁신은 과학과 기술의 결과물을 효과적으로 활용하여 새로운 가치를 창출하고 사회나 산업을 발전시키는 과정이다.

〈그림 4-5〉 해양 과학과 정책의 역할 및 기능



자료: Visbeck(2018), p. 2.

해양 정책과 해양 과학/기술 혁신과 관련한 지표 목록은 다음의 표와 같다.

〈표 4-8〉「해양 정책과 해양 과학/기술 혁신」 관련 지표 및 데이터 목록

대분류	중분류	지표 및 데이터(안)
해양 정책	법률 및 규정	• 해양 생태계 관련 법률, 지침 제정 실적 • 해양 생태계 관리 정책 및 수단
	거버넌스	• 위원회 구성 및 개최 건수, 연안 및 해양 담당 공무원 수 및 근무 기간 • MSP 및 ICZM 등 정책 시행 • 연안거버넌스지수(CGI)
	의사 결정 참여 및 협력	• 의사 결정 참여 수준 • 연안 및 해양 NGO 활동
	해양 지식과 교육	• 해양 교육 프로그램 운영 현황 • 해양 교육 및 인식확산 노력 측정 • 해양 지속가능성에 대한 대중의 이해와 참여 정도
	수산 자원 관리	• (양식) 어패류, 해조류 양식 어장 관련 규제, 친환경 어업 정책 시행 • (수산 자원)연근해 어획량 대비 TAC(총허용 어획량) 14-4SDGs 지표) • (수산 자원)TAC 대상 어종 수 • (수산 자원) 감척 어선 수
	해양 환경 관리	• 해양 오염 저감 노력의 효과
해양과학	해양 정보	• 해양 위성 데이터 및 해양 데이터 보유 수준
	해양 장비 및 조사	• AIS 및 VPASS 시스템 보유 현황
	해양 지식 플랫폼	• 보유 및 활용 현황
기술혁신	해양 R&D	• 정부 연구 개발 예산 대시 해양수산과학 연구 개발 투자 비율 14-7(SDGs 지표)
	해양 수산 과학 기술 및 혁신	• 해양 기술 이전 실적 • 해양 수산 과학 기술 수준 • 해양 수산 과학 연간 전문 인력 양성 현황(명) • 해양 기술 혁신 수준
참고 자료	– Halpern et al. (2012), Charles et al.(2009), Hattam et al.(2015), UN SDG, The Economist Intelligence Unit(2019) – 해양수산부(2018), 제1차 해양 수산 과학 기술 육성 기본계획('18~'22) – 해양수산부(2021), 제5차 해양 환경 종합 계획('21~'30) – 해양수산부(2022), 제4차 어장 관리 기본계획('22~'26)	

대분류	중분류	지표 및 데이터(안)
		- 해양수산부(2021), 제3차 수산 자원 관리 기본계획 - 관계부처 합동(2021a), 제1차 해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리 기본계획 ('21~'30)

4) 인간의 웰빙[143]

웰빙은 사전적 의미로는 정신적, 육체적인 건강과 행복, 복지와 안녕을 의미하고, 사회적 의미로는 물질적 부가 아니라 삶의 질을 강조하는 생활 방식을 가리킨다.[144] 1990년대에 들어서면서 정신적 풍요와 행복, 자기만족이 삶의 중요한 척도로 부상하기 시작하면서, 이러한 의식과 행동 방식을 총체적으로 가리키는 말이 바로 웰빙이다. 웰빙은 개인과 사회의 상태에 대한 포괄적인 개념이다. 이 개념은 특히 밀레니엄 생태계 평가 이후에 정책 개발과 연구 분야에서 많은 관심을 받았고, 이후 인간과 환경 간의 관계를 고려한 인간의 성장을 진단하는 핵심 요소로 인식되고 있다. 인간 웰빙 평가는 소득과 같은 관행적이고 통화 기반의 지표부터 시작하여 인간의 주관적인 측정치도 포함하는데, 환경에 대한 사람의 인식 및 감정, 자원 및 경제적 기회, 공동체의 협력 등을 포함한다. 국제기구, 국가 등은 개인과 사회의 삶의 질, 삶의 만족도 및 행복을 정량화 작업을 하고 있다.[145]

OECD는 웰빙 프레임워크에 기반하여 현재의 웰빙(11개 영역: 소득과 부, 주거, 일과 일자리의 질, 건강, 지식과 역량, 환경의 질, 주관적 웰빙, 안전, 일과 삶의 균형, 사회적 연계, 시민 참여), 미래의 웰빙 자원(4개 영역) 등에 관한 15개 영역별 지표를 개발하여 국가의 웰빙 수준을 조사하고 있다. 인간의 웰빙을 측정하는 창의적인 지표로는 "거리 사람들의 미소",

143) Well-being은 순우리말로는 참살이라고 하지만, 이 보고서에서는 웰빙이라는 말을 사용
144) 웰빙, 대중문화사전, https://terms.naver.com/entry.naver?docId=371161&cid=42028&categoryId=42028(검색일: 2023.10.31.)
145) McCrea et al.(2014), Kubiszewski et al.(2018), OECD(2020) 참고

“하루에 포옹하는 횟수”, “인구 당 광대의 수” 등이 있는데[146], 미소를 통해 사람들의 긍정적인 감정, 사람들 간의 유대감과 사랑을 통해 개인의 삶의 질을 알 수 있고, 유머와 웃음을 통해 사회적 상호 작용의 유지 상태를 확인할 수 있다. 인간의 웰빙은 물질이 아닌 무언가를 나타내지만, 해양의 지속가능성 평가와 관련하여 웰빙을 이루는 다양한 요인과 해양의 기여 및 역할에 대한 상호 연계성에 관한 연구가 이루어져야 할 것이다.

146) Meadows(1998) 참고

05
결론 및 제언

제1절 연구 결과 요약

이 연구에서는 해양의 지속가능성은 우리가 바라는 해양의 모습과 지속가능성의 요소를 고려하여 개념화하였다. 지속가능한 해양은 건강한 해양을 유지하여 해양 생명을 지원하고, 이를 통해 다양한 해양 생태계 서비스를 인간에게 제공하여 인간의 웰빙을 지원하는 것이다. 해양의 지속가능성은 해양 생태계의 중요성을 강조하지만, 인간의 관점에서 해양 생태계가 보살핌을 받아야 하는 이유는 해양이 인간 웰빙에 필수적인 해양 생태계 서비스를 제공하기 때문이다.

2030년까지 SDGs 14를 달성하려면 해양의 지속가능성 변화를 확인하고, 목표 달성 진행 상황을 주시해야 한다. 그러나 통합적 진단 체계 부재로 해양의 지속가능성을 명확히 판단하는 데는 한계가 있다. 따라서 해양 지속가능성 수준을 진단하고, 이 결과를 해양 지속가능한 발전 전략 및 정책을 수립하는 데 활용할 수 있는 해양 지속가능성 평가가 필요하다.

이에 본 연구는 국가 차원에서 환경, 경제, 사회 측면을 통합적으로 고려한 해양의 지속가능성 평가체계를 개발하는 것을 목적으로 하였다. 연구의

주요 내용은 ① 지속가능성 및 해양 지속가능성과 관련한 이론, 동향, 담론 파악, ② 해양 지속가능성을 평가하는데 적용 가능한 국내·외 평가 방법 검토, ③ 해양 지속가능성 평가체계 개발 방향 및 지표 목록 제시, 마지막으로 ④ 해양 지속가능성 평가체계 관련 정책 제언을 포함하였다.

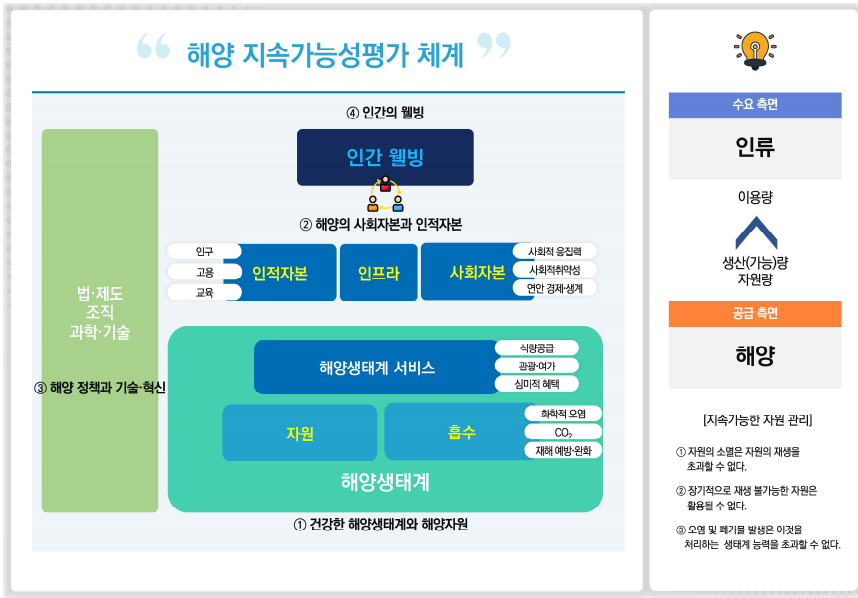
이 연구에서는 해양 지속가능성 평가체계를 인간과 해양 생태계의 상호작용을 포괄적으로 고려하는 지표 기반의 평가로 정하고, 핵심은 해양 생태계 수용력과 해양 이용 수준을 확인하고, 경제-사회-환경 가치를 반영하였다. 해양 지속가능성 평가체계 개발 방향은 해양의 지속가능성 이슈, 지속가능성 이론, 국내외 동향 등을 토대로 구성하였다.

해양 지속가능성 평가체계는 도넛 경제 이론에 기반하여 해양의 건강성과 인간의 복지를 사회, 경제, 제도(기술, 윤리 포함)를 통해 연결한 통합 구조이다. 도넛 경제 이론은 경제의 성장과 지속가능성을 조화시키는 새로운 방식으로 경제 활동이 인간의 기본적인 생존 필요조건을 충족시키는 데 초점을 맞추고 동시에 지구 환경을 파괴하지 않아야 함을 설명한다. 본 연구의 해양의 지속가능성 평가체계는 해양을 통한 성장을 포함하면서 해양 환경을 저해하지 않고 인간의 웰빙까지 계층 구조로 구성하였다. 이 구조는 해양 지속가능성과 관련한 요소를 연결하고 조직화하여 해양 지속가능성을 통합적으로 판단할 수 있는 다차원적인 분석적 개념이 적용된 체계이다. 이 통합된 접근 체계는 향후 관련 정책 통합, 조율, 조정에 활용할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 지표를 도출하기 위해 앞 절에서 제시한 평가체계를 기반으로 계층 구조를 생성하고, 해양 지속가능성 핵심 요소 3개 부문별 관련 지표(안)을 제시하였다. 해양 지속가능성 핵심 요소를 이론과 연구 고찰을 통해 3개 부문별로 구분하고, 각 부문별 평가 항목을 정하였다. 해양의 지속가능성과 관련한 3개 부문은 ① 건강한 해양 생태계와 해양 자원, ② 해

양 관련 사회자본과 인적 자본, ③ 해양정책과 기술·혁신이다. 다음으로 그룹별 평가 항목의 적절성을 검토하고, 평가 항목별 관련 지표의 존재 여부를 조사하였다. 마지막으로 ,지표에 해당하는 데이터 여건 및 활용 가능성을 파악하여 지표 목록을 제시하였다. 총 3개 부문, 13개 하위 부문, 100여 개의 지표를 제시하였다.

〈그림 5-1〉 해양 지속가능성 평가체계



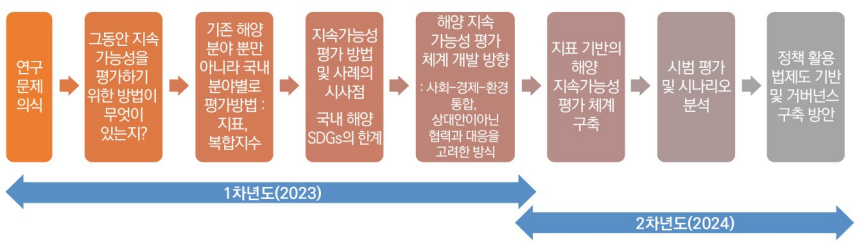
자료: 저자 작성

제2절 향후 계획 및 정책 제언

1. 후속 연구

1차 년도 연구에서는 해양 지속가능성 평가체계 구축 방향과 평가를 위한 부문별 지표 목록을 제시하였다. 해양 지속가능성 평가 결과는 궁극적으로 계획 및 정책 수립과 개선, 계획과 사업의 세부 이행 및 성과 평가 등의 자료로 활용될 수 있어야 한다.

〈그림 5-2〉 해양 지속가능성 평가 연차별 주요 연구 내용



자료: 저자 작성

2차 년도 연구에서는 1차 년도 연구에서 제안한 해양 지속가능성 평가의 실효성, 정책 연계성을 갖추기 위한 실질적 운영 가능성에 집중하여 다음과 같은 연구의 수행 과제를 제안하고자 한다. 첫째, 지속가능성 관련 문헌과 연구에서는 지속가능성 지수의 기초를 이루는 적절한 지속가능성 지표를 선택하기 위한 기준이 논의되고 있다. 주요한 요구사항은 사회-생태학적 시스템(Social-Ecological System, SES) 측면에서 의미 있는 지표의 선택, 장기적 범위에 걸친 정량화를 위한 데이터의 신뢰성 및 가용성, 프로세스(과정) 지향하는 동적 지표 선택 등이다. 1차 년도 연구에서 제시한 해양 지속가능성 평가 관련 평가 항목 및 지표 목록과 관련하여, 평가 항목 및 지표의 적절성 및 개별 지표의 활용 가능성에 대해 정부, 이해관계자, 전문가 검토

를 통해 해양 지속가능성 평가를 위한 지표를 선정하는 것이 필요하다. 둘째, 선정된 지표의 측정을 위한 방법을 마련하고 국내 해양 지속가능성 점수를 도출하고자 한다. 셋째, 해양 지속가능성 평가의 정책적 활용 사례를 고찰하여 연계 및 활용이 대상이 되는 해양 정책 및 제도를 확인하고 대상 정책에 활용 가능한 정책 의사 결정 지원 방안을 제시하고자 한다.

2. 정책 제언

1) 온라인 대시 보드 및 정보 시스템

대시 보드는 다양한 정보를 중앙 집중적으로 관리하고 확인할 수 있는 인터페이스를 제공한다. 온라인 대시 보드는 웹 기반에서 다양한 콘텐츠를 한 화면에서 관리하고 자료의 이해를 높일 수 있도록 시각화 콘텐츠를 체계화하여 보여준다. 국제기구는 지속가능성과 관련한 다양한 지표와 지수의 측정치를 온라인 대시 보드로 제공하고 있다.

해양의 지속가능성 관련 다양한 지표와 관련한 정보를 한눈에 볼 수 있게 할 수 있는 온라인 대시보드를 구축이 필요하다. 해양 지속가능성 온라인 대시보드는 선장이 선박을 안전하게 조정할 수 있게 도와주는 계기판과 유사한 기능을 한다.

- (목표) 도착지를 향해 가는 방향과 거리의 척도
- (현재) 선박의 위치, 속도, 항적 등 각종 표시판
- (미래) 전방의 장애물이나 위험 경고 게이지(연료 잔량, 엔진 온도 등)
- (인간) 승객의 편안함과 안전 지표

해양 지속가능성 온라인 대시 보드는 지표의 결과를 시각화하여 인식할 수 있게 할 뿐만 아니라, 자료의 특이치 및 상관관계의 빠른 식별, 동향 파

악 및 예측 등의 기능을 제공한다. 이를 위해서 해양의 각종 데이터 특징, 형태(시·공간 해상도), 항목 간 비교·분석 등을 검토하여 지표 항목(영역)별 효과적인 시각화 방안을 탐색해야 한다. 동시에 기존의 모니터링 체계를 기반으로 해양 지속가능성 모니터링 체계는 더욱 발전시켜야 하며 조화롭게 연계·강화되어야 한다. 이러한 모니터링 체계는 해양의 지속가능성을 평가하기 위한 기초적인 데이터를 제공하기 때문이다. 최근 과학 기술을 토대로 혁신적이고 비용 효율적인 해양 지속가능성 모니터링 기술이 뒷받침되어야 할 것이다.

이 과정에서 기존의 해양 환경, 지역 사회, 해양 경제 상태와 조건을 모니터링하고 보고하는 데이터가 해양 지속가능성 평가체계에 효율적으로 통합·연계될 수 있는 방안을 고민해야 할 것이다.

2) 해양 지속가능성 진단 및 예측을 위한 SD 개발

개념적으로 해양의 지속가능성은 해양 자원량과 이용량의 균형을 유지하는 것인데, 결국 해양 지속가능성 평가에서는 개별 요소의 상호 관계가 중요하다. 해양은 해양 생태계 서비스를 생성하고, 이는 생태적 한계 내에서 자연, 인적, 사회자본과 상호 작용을 한다. 압력이 감소하면 인간이 혜택을 받고, 증가하면 반대 효과가 나타나게 된다. 해양은 원인과 결과의 단순한 관계가 아니라, 복잡한 상호 종속성과 피드백 루프를 가지며 예측이 어려운 공간이다. 해양에서 이루어지는 활동의 상호관계를 규명하는 과정은 해양 지속가능성 평가 내 지표 간의 연관성을 파악하고 예측하는데 도움이 될 것이다. 하지만 원인을 찾는 것은 어려운 일이며, 인과 관계는 다양한 요소의 복합적인 영향으로 형성된다.

예를 들어, 양식장 생산량은 여러 요소(일차 생산량, 영양염 순환, 서식지 상태, 질병 및 기후 등)의 조합으로 결정되므로, 완벽한 인과관계를 찾

는 것은 쉽지 않다. 탐색적 과정을 통해 여러 개의 독립지표를 찾을 수 있고, 이 각각의 지표는 종속 지표가 왜 그렇게 움직이는지 부분적으로 설명해 줄 것이다. 이러한 과정이 지속가능성 평가에 기여할 수 있다. 인과관계를 입증하기 위해서는 상관관계를 찾고 변수를 통제하는 다양한 실험과 노력이 필요하다.

SD는 복잡한 시스템의 동적인 행동을 모델링하고 예측하는 데 사용되는 수학적인 도구와 방법론이다. 이 접근 방식은 동적 시스템을 구성하는 요소들의 상호 작용과 피드백 루프를 중심으로 진행된다. SD는 시간 지연, 피드백 루프, 구조적인 관점을 구현할 수 있는 특징을 가지고 있다. SD는 복잡한 시스템의 동적 상호 작용을 모델링하고 시뮬레이션하는 접근 방법으로, 해양 지속가능성 평가에서 생태, 경제, 사회 시스템의 복잡하고 다양한 상호 작용을 모델링할 수 있는 장점이 있다. 시간 및 다양한 시나리오를 기반으로 동적 변화를 고려한 실험을 진행할 수 있으며, 피드백 루프의 영향을 분석하여 어떤 변화가 시스템에 큰 영향을 미치는지 이해할 수 있다. 하지만 모델링에 필요한 데이터의 수집과 파라미터 설정에 일반적으로 긴 시간이 필요하며, 결과의 해석이 종종 복잡할 수 있다.

해양 지속가능성을 시뮬레이션하기 위해서는 생태, 경제 및 사회 등 다양한 영역의 영향과 상호 작용을 고려해야 하고, 시간에 따른 동적인 변화를 고려하여 장기적인 예측을 진행해야 한다. 이를 위해서는 지속가능성에 영향을 미치는 다양한 요소들의 변화량이 상호 간에 어떤 영향을 미치는지 나타내야 하며, 결국 다차원적인 시나리오를 통해 실험을 진행해야 한다. SD는 복잡한 상호 작용과 동적 변화를 고려하여 다양한 차원의 시스템 분석을 제공하므로, 해양 지속가능성 시뮬레이션에 적합한 도구라고 생각된다. 특히 SD의 피드백 루프 분석을 통해 해양 시스템 내의 원인과 결과의 복잡한 관계를 이해할 수 있으며, 다양한 정책 시나리오를 시뮬레이션 할 수 있을 것이다.

3) 해양 지속가능성 평가 운영·활용 체계 구축

최근 지속가능성은 다양한 분야에서 적용되는 일반적인 개념이긴 하지만, 이것을 실체적으로 운영하는 것은 많은 어려움이 있다. 이 연구의 목적은 해양과 인간 웰빙 사이의 관계를 통합적으로 판단하는 해양 지속가능성 평가체계를 제안하는 것이지만, 동시에 운영 가능한 해양 지속가능성 평가를 위한 운영 체계를 갖추는 것도 필요하다.

3. 추진 로드맵 및 기대 효과

1) 추진 로드맵

본 연구에서는 해양 지속가능성 평가를 위한 개념 정립, 평가체계, 지표 목록(안)을 제안하였고, 단기적으로는 전술한 후속 연구를 수행하여 시범 평가 및 정책적 활용 방안을 제시할 예정이다. 향후 해양 지속가능성 평가 결과는 해양 정책 및 계획의 수립, 세부 계획의 이행 및 성과 평가 등의 자료로 활용될 수 있어야 한다. 중장기적으로는 해양 지속가능성 평가를 전국 혹은 광역지자체를 대상으로 시범적으로 평가를 수행하며, 법·제도적 기반을 구축하여 평가와 활용이 지속 가능하게 해야 한다. 시범 평가는 시행 전 검증을 통해 실행 가능성을 확인하고, 개선을 필요한 사항을 수정할 수 있는 기회를 제공한다.

현재 「해양환경보전법」제5조, 「갯벌법」제8조, 「해양생태계법」제9조 등에 해양 건강성 혹은 해양 생태계 서비스 평가를 수행하도록 규정하고 있지만, 선언적일 뿐, 시행이 미흡하다. 따라서, 해양 건강성 혹은 해양 생태계 서비스 평가가 이루어져야 하며, 이 결과를 해양 지속가능성 관련 지표로 활용할 법적 기반을 마련하여야 한다. 즉, 궁극적으로 국가 계획 및 정

책 수립의 작성 자료로 활용될 수 있기 위해 우선적으로 기반 구축 차원의 법적 근거 및 평가 지침(지표 개발) 마련이 필요하다.

해양 지속가능성 평가하기 위해 필요한 것은 평가체계를 구성하는 지표 뿐만 아니라 지표의 측정을 지원하는 정보시스템이다. 즉, 선박의 계기판에 비유하자면, 정부와 국민은 배를 조종하고 장애물을 피하기 위한 각종 계기판을 설계한 후 정보를 수집하고 분류하여 해당 정보를 계기판의 패널에 전달해야 한다. 정보시스템은 계기판의 패널에 정보를 효율적으로 제공하는 기능을 할 것이다. 이를 위해서 다음의 과제가 필요하다. 첫째, 해양 지속가능성 평가 관련 지표 측정을 위한 각종 데이터의 연계와 프로세스가 필요하다. 둘째, 해양 지속가능성 평가와 관련한 요소 간 관련성을 확인하고 그 수준을 규명하는 연구가 뒷받침되어야 한다.

2) 기대효과

이 연구는 해양 지속가능성을 평가하기 위해 관련 국내외 연구 동향과 이론을 토대로, 해양 지속가능성을 진단할 수 있는 지표 기반의 평가체계를 제시하였다. 궁극적으로 K-SDGs 내 해양 분야 지속가능발전목표 달성 수준 점검에 활용할 수 있을 것이다. 해양 지속가능성을 점검하기 위한 각종 기초 데이터를 조사하고 생산하는 틀을 제공할 것이다. 해양 지속가능성 평가는 국무조정실, 외교부, 국가지속가능발전위원회, 해수부의 해양 정책 및 국정 과제 추진에 있어서 의사 결정을 지원할 수 있는 하나의 의사결정 지원 수단이 될 것으로 기대한다.

〈표 5-1〉 해양 지속가능성 관련 정부 및 국정 과제 현황

구 분		주요 관련성
관련 부처	해양수산부 (해양정책과, 해양공간정책과, 해양생태과, 해양환경정책과 등)	• 해양 건강성, 해양 생태계 서비스, 해양 활동 갈등 수준을 파악하는 기초 데이터 확보 * 「해양환경 보전 및 활용에 관한 법률」 제5조(해양건강성 평가) • 해양생태계 보전·관리를 통한 해양생태계서비스 유지·증진을 통한 혜택 향유
	지속가능발전위원회	• 국가 정책이 해양 SDGs에 미치는 영향을 사전적으로 검토하여 방향을 보완하고, 정책 추진에 따른 SDGs 달성 여부를 점검·평가하는 기초 데이터 확보 • 해양 SDGs 이행 지원을 위한 인식 증진 및 역량 강화 * 제4차 지속가능발전기본계획(관계 부처합동, 2021)의 체계적 이행 지원
	국무조정실 및 외교부	• 국제적으로 합의된 지속가능발전과 관련된 목표(2015년 9월 유엔 개발정상회의에서 채택된 2030 지속가능개발의제 등)의 달성에 대한 기여
국정 과제	41_해양영토 수호 및 지속 가능한 해양 관리	
	73_풍요로운 어촌, 활기찬 해양	
	87_기후 위기에 강한 물 환경과 자연 생태계 조성	

자료: 저자 작성

지속가능한 발전은 다양한 측면을 고려해야 하는 복잡한 주제이지만, 해양 생태적 한계를 넘어서는 상황에서 매우 중요한 주제이다. 따라서 해양의 지속가능성을 위한 새로운 진단 프레임워크의 필요성이 제시되며, 이는 해양 생태계와 인간의 웰빙에 도움이 될 것이다.

이 연구의 해양지속가능성 평가체계는 단순한 결론이 아니라 논의의 시작점이며, 국가, 지자체, 국민들에게 선택과 고민을 유도할 것으로 기대된다. 만약 우리가 해양의 지속가능성을 모니터링하여 해양 생태계에 해를 끼치지 않으면서 인간의 웰빙과 미래를 생각할 수 있는 해답을 얻을 수 있는 피드백 체계를 갖춘다면, 인간이 통제할 수 없는 지구와 해양의 상태에 대한 불안함을 해소할 수 있을 것이다.

참고문헌

국내 문헌

Croll, Alistair & Yoskovitz, Benjamin(2023), 린 분석: 성공을 예측하는 31가지 사례와 13가지 패턴, 위선주 역, 한빛미디어.

Edith Widder(2021), 아무도 본 적 없던 바다, 김보영 역, 타인의 사유.

KIMST(2022), 생태계기반 해양공간분석 및 활용기술 개발 상세 보고서.

OECD(2020), How's Life?2020: Measuring Wellbeing, OECD KOREA Policy Center 번역.

OHI·한국해양수산개발원(2015), 해양건강성지수 기본 지침서: 원리 및 평가체계, 한국해양수산개발원.

Raworth, K.(2022), 도넛 경제학(Doughnut Economics), 홍기빈 역, 학고재.

강대석·남정호·정용현(2005), 경기만 한강하구역의 지속가능발전지표 개발과 적용, 수산해양교육연구, 17(2), pp. 155-169.

강버들·장창익(2016), 유엔 지속가능발전목표(SDG)를 위한 수산연구 현황과 대응방향, 수산해양교육연구, 30(2), pp. 556-572.

고동현·손종칠·이원재(2022), 참성장지표로 보는 21세기 한국 사회: 코로나 전후의 변화와 전망, 인사이트 2050-12, LAB 2050.

관계부처 합동(2021a), 제1차 해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리 기본계획('21~'30)

관계부처 합동(2021b), 제4차 지속가능발전 기본계획 2021-2040.

김경아·문태훈(2019), 참발전지수(GPI)의 개발 및 적용에 관한 연구, 2019년도 한국지역개발학회·한국행정연구원 공동 국제학술대회, pp. 1-16.

김경아·문태훈(2022), 한국 대도시의 참발전지수 연구, 한국지역개발학회지, 34(2), pp. 1-26.

김웅서 외(2019), 우리의 지속가능한 해양, 유네스코한국위원회·한국해양학위원회

김종호·김호석·이현지(2016), 녹색경제 평가를 위한 지표체계 개발, 한국환경정책·평가연구원.

김충기 외(2017), 생태계서비스 기반의 자연자본 지속가능성 지수 개발 연구(II), 한국환경정책·평가연구원.

김충기 외(2017), 자연혜택 평가를 통한 지역경제 활성화 방안(II), 한국환경정책·평가연구원.

김태균·김보경·심예리(2016), 국제개발 규범의 국내화 과정에 관한 연구: 지속가능발전목표(SDGs)와 한국의 국내이행 정책수립에 관하여, 국제지역연구, 25(1), pp. 81-125.

김호석·김종호·조을생(2017), 국가 정책·계획 지속가능성 평가체계 개발, 한국환경정책·평가연구원.

민경서·이계영·오채운(2020), 지속가능발전목표 달성을 위한 과학·기술·혁신(STI for SDGs) 로드맵의 국제적 논의 동향 및 시사점, GTC FOCUS, Vo.1, No.5., 녹색기술센터.

박상우·이상규(2016), 어항개발사업의 지표개발에 관한 연구, 한국해양수산개발원.

박영실(2016), 지속가능발전목표(SDGs) 이행점검을 위한 모니터링 체계 모색, 국제개발협력, 제2호, pp. 45-76.

박정호·정소윤·김은주(2017), 지속가능발전목표(SDGs) 이행 실태 분석 및 개선 방안 연구, 한국행정연구원.

선인경 외(2021), STI for SDGs 역량분석 및 글로벌 협력전략 -국가연구개발사업 분석 중심으로-, 과학기술정책연구원.

우창빈·김태균·김보경(2020), 지속가능발전목표 이행의 글로벌 경향성 분석 UN 자발적국별리뷰(VNR)를 중심으로, 국정관리연구, 15(2), pp. 65-108.

유네스코(2019), 문화 2030지표, 유네스코한국위원회.

유네스코한국위원회(2013), 지속가능발전교육 길잡이.

윤익준 (2022), 자연환경 보전 법제의 개정 동향 및 함의-생물다양성 보전과 생태계서

비스 논의를 중심으로, 환경법연구, 44(1), pp, 33-59.

이승준(2023), 본 연구 자문회의 발표자료: 국가지속가능발전목표평가체계개선방안연구

이헌동·홍현표(2013), 중단기 주요 수산지표 전망에 관한 연구, 한국해양수산개발원.

이현우·김충기·홍현정(2016), 생태계서비스 기반의 자연자본 지속가능성 지수 개발 연구(I), 한국환경정책·평가연구원.

이희길(2012), 웰빙과 사회발전 측정 개관, 행복연구회 제2차 워크숍 발표자료, 충남연구원.

장정인 외(2021), 2022 해양수산지표 전망, 한국해양수산개발원.

최병두 외(2004), 지속가능한 발전과 새로운 도시화-개념적 고찰-, 대한지리학회지, 39(1), pp. 70-87.

최일선·홍장원·이정아(2019), 해양관광 경쟁력 지수 개발 연구, 한국해양수산개발원.

최지연 외(2007), 연안조사 지표체계 개발연구, 한국해양수산개발원.

최희정 외(2022), 주요국 해양 SDGs 지표와 이행, 한국해양수산개발원.

통계청 통계개발원(2023), 국민의 삶의 질 2022.

표희동·장학봉(2000), 수산부문의 지속가능성 지표개발에 관한 연구, 한국해양수산개발원.

한광석(2017), 어촌지역 고용지표 통계생산을 위한 기초연구, 한국해양수산개발원.

한성덕(1996), 국민복지계정체계 개발에 관한 연구, 정책연구자료 1996-11, 한국보건사회연구원.

함태성(2012), 지속가능성과 해양환경보전에 관한 법적 고찰- 우리나라의 조력발전소 건설과 관련한 문제를 중심으로-, 환경법연구, 34(2), pp. 57-88.

해양수산부(2002), 해양수산분야 지속가능발전 전략수립 연구.

해양수산부(2016), 한국형 해양건강성지수 개발 및 정책 활용방안 연구, 한국해양수산개발원.

해양수산부(2018), 제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획('18~'22).

해양수산부(2019), 제3차 어촌·어항 발전기본계획('20~'24).

해양수산부(2019), 제3차 해양심층수 기본계획('19~'23).

해양수산부(2019), 제3차 환경관리해역 기본계획 ('19~'23).

해양수산부(2020), 제4차 전국 항만기본계획('21~'30).

해양수산부(2021), 제1차 갯벌 등의 관리 및 복원 기본계획.

해양수산부(2021), 제2차 수산업・어촌 발전 기본계획('21~'25).

해양수산부(2021), 제3차 수산자원관리기본계획('21~'25).

해양수산부(2021), 제3차 해양수산발전기본계획('21~'30).

해양수산부(2021), 제5차 해양환경종합계획('21~'30).

해양수산부(2022), 제4차 어장관리 기본계획('22~'26).

홍장원 외(2015), 해양레저·관광의 사회 경제적 파급효과와 지표 개발에 관한 연구, 한국해양수산개발원.

환경부 지속가능발전위원회(2020), 2020 국가지속가능성 보고서(국가지속가능발전목표(K-SDGs) 점검 및 지표평가 결과).

환경부(2018), 국가 지속가능발전목표 수립 보고서.

환경부(2019), 국가 지속가능발전목표 수립 보고서 2019, 환경부 지속가능발전위원회

환경부(2022), 국가지속가능발전목표 평가체계 개선방안 연구, 한국환경연구원.

환경부·한국환경연구원(2022), 2022 국가지속가능성 보고서(국가지속가능발전목표(K-SDGs) 점검 및 지표평가 결과).

황재희 외(2022), 연안지역발전지수(CoDI)개발 연구, 한국해양수산개발원.

황재희·최지연(2019), 지역 해양수산 산업역량 지표 개발을 위한 기초 연구, 한국해양수산개발원.

「지속가능발전 기본법」(법률 제18708호, 2022. 1. 4.)

국외 문헌

Adams, W. M. (2006), The future of sustainability : re-thinking environment and development in the twenty-first century, The World Conservation Union.

Agarwala, M. et al. (2014), Assessing the Relationship Between Human Well-being

and Ecosystem Services: A Review of Frameworks. Conservation and Society, 12(4), pp. 437–449.

Armstrong, C. (2020), Ocean justice: SDG 14 and beyond, Journal of Global Ethics, 16:2, pp. 239–255.

Bahr, U., Kronfeld-Goharani, U., & Wiebe, P. (2017), Ocean Atlas: facts and figures on the threats to our marine ecosystem, Heinrich Bl Foundation Schleswig-Holstein, the Heinrich Bl Foundation (national foundation), and the Univers ity of Kiel's Future Ocean Cluster of Excellence.

Barton, J.R., & Gutiérrez-Antinopai, F.(2020), Towards a Visual Typology of Sustain ability and Sustainable Development, Sustainability 12, no. 19: 7935.

Behnam, A.(2012), From UNCLOS to Rio + 20 and the Oceans Compact. Internation al Ocean Institute, http://ioinst.org.

Blanc, D. L., Freire, C., & Vierros, M.(2017), Mapping the linkages between oceans and other Sustainable Development Goals: A preliminary exploration, Dep artment of Economic & Social Affairs.

Böhringer, C., & Jochem, P.E.P.(2007), Measuring the immeasurable — A survey of sustainability indices, Ecological Economics, Volume 63, Issue 1.

Bonn, A. et al.(2015), Mapping and assessment of marine ecosystem services and link to good envrionmental status (phase 1)-Background document to the roadmap for an integrated approach to a marine MAES.

Borja et al.(2016), Overview of Integrative Assessment of Marine Systems: The Ecosy stem Approach in Practice. Frontiers in Marine Science, Volume 3, Article 20, pp. 1–20.

Brundtland, G.H.(1987), Report of the World Commission on environment and deve lopment:" our common future.", UN.

Chalkiadakis, C., & Drakou, E.G. Kraak, M.J.(2022), Ecosystem service flows: A syste matic literature review of marine systems, Ecosystem Services, Volume 54.

Charles, A., Burbidge, C., Boyd, H., & Lavers, A.(2009), Fisheries and the Marine Environment in Nova Scotia: Searching for Sustainability an Resilience, GPI Atlantic.

Cobb, C., Halstead, T., & Rowe, J.(1995), The Genuine Progress Indicator: Summary of data and methodology, Redefining Progress.

Cook, D., Daví ð sdóttir, B., & Malinauskaite, L.(2023), The role of ecosystem service s in the doughnut economy – The example of whale ecosystem services in Disko Bay, Greenland, Ecosystem Services, Volume 63.

Coopman et al.(2016), See the Whole: Implementing the SDGs in the an Integrated and Coherent Way, A Research Pilot by stakeholder forum, Biregional and Newcastle University.

Coulthard, S.(2012), What does the debate around social wellbeing have to offer sustainable fisheries?, Current Opinion in Environmental Sustainability, Vo lume 4, Issue 3, pp. 358-363.

Dahl, A. L.(2012), Achievements and gaps in indicators for sustainability, Ecological Indicators, 17, pp. 14-19.

Daly, H.E., & Cobb, J.B.(1989), For the Common Good : Redirecting the Economy Toward Community, the Environment, and a Sustainable Future, Beacon Pr ess.

Dixon, J.A., & Fallon, L.A.(1989), The concept of sustainability: origins, extensions, and usefulness for policy. Society & Natural Resources, 2(1), pp.73-84.

Drexhage, J., & Murphy, D.(2010), Sustainable Development: From Brundtland to Rio 2012, Background Paper Prepared for Consideration by the High Level Panel on Global Sustainability at Its First Meeting, 19 September 2010, UN Head quarters, New York.

EC(2010), Commission decision of 1 September 2010 on criteria and methodologic al standards on good environmental status of marine waters. off. j. Eur. Com mun. 232/14.

EC(2016), Mapping and assessment of ecosystems and their services – Mapping and assessing the condition of Europe's ecosystems – Progress and challenges – 3rd report - final, Publications Office.

Economist Intelligence Unit(2019), Coastal Governance Index 2019.

Fehling, M., Nelson, B. D., & Venkatapuram, S.(2013), Limitations of the Millennium

Development Goals: a literature review. Global public health, 8(10), pp.1109-1122.

Flour, S., Olivier, P., & Bokhoree, C.(2021), Sustainability Assessment Methodologies: Implications and Challenges for SIDS, Ecologies 2, no. 3, pp. 285-304.

Franke, A. et al.(2020), Operationalizing Ocean Health: Toward Integrated Research on Ocean Health and Recovery to Achieve Ocean Sustainability, One Earth 2, pp. 557-565.

Friess, D. A. et al.(2019), SDG 14: Life below water-impacts on mangroves, In Katila, P. et al. Eds., Sustainable Development Goals: Their Impacts on Forests and People (pp. 445-481), Cambridge University Press.

Gibson, R. B.(2006), Beyond the pillars_Sustainability assessment as a framework for effective integration of social, economic and ecological considerations in significant decision-making, Journal of Environmental Assessment Policy and Management, Vol. 8, No. 3, pp. 259-280.

Global Forum on Oceans, Coasts, and Islands (2008), Policy Brief: Strategic Interventions for Developing Capacity to Improve Governance of Oceans, Coasts, and Small Island Developing States over the Period 2008 to 2018. https://globaloceanforumdotcom.files.wordpress.com/2013/05/capacity-building-pb-april21.pdf.

Hák, T., Janoušková, S., & Moldan, B.(2016), Sustainable Development Goals: A need for relevant indicators, Ecological Indicators, Volume 60, pp 565-573,

Halla, P., & Binder, C.(2020), Sustainability Assessment of Urban Systems, pp. 7-29.

Halpern, B. S.(2020), Building on a Decade of the Ocean Health Index, One Earth, Volume 2, Issue 1, pp. 30-33.

Halpern, B.S. et al.(2012), An index to assess the health and benefits of the global ocean, Nature 488, pp. 615–620.

Halpern, B.S. et al.(2014), Assessing the health of the U.S. west coast with a regional-scale application of the Ocean Health Index, PLoS One.

Halpern, B.S. et al.(2015), Patterns and Emerging Trends in Global Ocean Health, PLoS ONE 10(3).

Hattam, C. et al.(2015), Marine ecosystem services: linking indicators to their classif iciation, Ecological Indicators, 49, pp. 61-75.

Helsinki Commission(2010), Ecosystem health of the Baltic Sea. HELCOM initial hol istic assessment 2003-2007.

ICSU & ISSC(2015), Review of the Sustainable Development Goals: The Science Pers pective, Paris: International Council for Science(ICSU).

ICSU(2017), A GUIDE TO SDG INTERACTIONS: FROM SCIENCE TO IMPLEMENTAT ION.

Jepson, M., & Colburn, L.L.(2013), Development of Social Indicators of Fishing Com munity Vulnerability and Resilience in the U.S. Southeast and Northeast Reg ions. U.S. Dept. of Commerce., NOAA Technical Memorandum NMFS-F/SP O-129.

Johnson, J. A. et al.(2019), Mapping ecosystem services to human well-being, Ecolog ical Applications, 29(8), pp. 1-14.

Jouffray, J. et al.(2020), The blue acceleration: the trajectory of human expansion into the ocean, One Earth 2.

King, E. et al.(2015), Trade-offs in ecosystem services and varying stakeholder prefe rences: evaluating conflicts, obstacles, and opportunities, Ecology and Soci ety, 20(3), 25.

Kronfeld-Goharani, Ulrike(2015), The Discursive Constitution of Ocean Sustainabi lity, Advances in Applied Sociology, Vol.5, No.12, pp. 306-330.

Kubiszewski, I., Zakariyya, N., & Costanza, R.(2018), Objective and Subjective Indic ators of Life Satisfaction in Australia: How Well Do People Perceive What Supports a Good Life?, Ecological Economics, Volume 154, pp. 361-372.

Labuschagnea, C. Brent, A.C., & Van Erck, R.P.G.(2005), Assessing the sustainability performances of industries, Journal of Cleaner Production, Volume 13, Issue 4, pp. 373-385.

Lancker, E. & Nijkamp, P.(2000), A policy scenario analysis of sustainable agricultur al development options: a case study for Nepal. Impact Assessment and Proj ect Appraisal, 18 (2), pp. 111-124.

Maribus(2015), 'Sustainable Use of Our Oceans – Making Ideas Work' 4 world ocean review 2015 Living with the oceans, https://worldoceanreview.com/wp-content/downloads/wor4/WOR4_en.pdf.

Mccool, S., & Stankey, G.(2004), Indicators of Sustainability: Challenges and Opportunities at the Interface of Science and Policy, Environmental Management, 33, 294–305. https://doi.org/10.1007/s00267-003-0084-4.

McCrea, R., Walton, A., & Leonard, R.(2014), A conceptual framework for investigating community wellbeing and resilience, Rural Society, 23:3, pp. 270-282.

Meadows, D.(1998), Indicators and Information Systems for Sustainable Development, The Sustainability Institute.

Meadows, D.H. et al.(1972). The limits to growth. New York.

Morgera, E., & Ntona, M.(2017), Connecting SDG 14 with the other sustainable development goals through marine spatial planning.

Nash, K. L. et al.(2017), Planetary boundaries for a blue planet, Nature Ecology & Evolution 1, pp. 1625–1634.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine(2016), Transitioning Toward Sustainability: Advancing the Scientific Foundation: Proceedings of a Workshop. Washington, DC: The National Academies Press.

Ness, B. et al.(2007), Categorising tools for sustainability assessment, Ecological Economics, Volume 60, Issue 3, pp. 498-508,

Neugarten et al.(2021), 생태계서비스 측정, 모델링, 가치평가 도구: 종요생물다양성 지역, 세계유산지역, 보호지역을 위한 가이드라인(번역서). 스위스 pp. 70.

Nilsson, M., Griggs, D., & Visbeck, M.(2016), Map the Interactions among the Sustainable Devleopment Goals, Nature, 534, pp. 320-322.

OECD (2017), Green Growth Indicators 2017, OECD Green Growth Studies, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/9789264268586-en.

OECD(2011), Towards Green Growth: Monitoring Progress, pp.9-10, p.17.

OECD(2014), Green Growth Indicator 2014: OECD Green Growth Studies.

OECD(2017), Green Growth Indicator 2017(Highlights)

Palacios, E., et al.(2021), Linking ecosystem services and the sustainable developme nt goals in small island developing states: the case of Aruba, One Ecosystem 6, e71033.

Parris, T. M., & Kates, R. W.(2003), Characterizing and measuring sustainable devel opment, Annual Review of Environment and Resources, 28, pp. 559-586.

Parris, T., & Kates, R.(2003), Characterising and Measuring Sustainable Developme nt, Annual Review of Environment and Resources , 2813, 1-1328.

Pelke, N., & Simonn, F.C. (2023) Ocean-human relations in the Anthropocene: map ping trends in sustainability-related marine social sciences articles, Frontie rs in Marine Science.

Prescott-Allen, R.(1996), Barometer of Sustainability What it's for and how to use it, IUCN.

Rasheed, A.R.(2020) Marine protected areas and human well-being – A systematic review and recommendations, Ecosystem Services, Volume 41.

Reyers, B., & Selig, E. R.(2020), Global targets that reveal the social–ecological inter dependencies of sustainable development, Nature Ecology and Evolution, 4, pp. 1011-1019.

Rickels, W., Quaas, M.F., & Visbeck, M.(2014), How healthy is the human-ocean system?, Environmental Research Letters, Volume 9, Number 4, pp. 1-15.

Rockström, J. et al.(2009), A safe operating space for humanity, Nature 461, pp. 472-475.

Rockström, J. et al.(2023), Safe and just earth system boundaries, Nature, Vol 619

Roundtable on Environmental Health Sciences, Research, and Medicine; Board on Population Health and Public Health Practice; Institute of Medicine(2014), Understanding the Connections Between Coastal Waters and Ocean Ecosyst em Services and Human Health: Workshop Summary, Washington (DC), Nat ional Academies Press (US).

Running, S.W.(2012), A Measurable Planetary Boundary for the Biosphere, Science 337, pp. 1458-1459.

Schultz, J., Brand, F., Kopfmler, J., & Ott, K.(2008). Building a Theory of Sustainable

Development Two Salient Conceptions within the German Discourse. International Journal of Environment and Sustainable Development, 7, pp. 465-482.

Singh, R.K. et al.(2012), An overview of sustainability assessment methodologies, Ecological Indicators, 15, pp. 281-299.

Spangenberg, J. H.(2002). Environmental Space and the Prism of Sustainability: Frameworks for Indicators Measuring Sustainable Development, Ecological Indicators, 2, pp. 295-309.

Spangenberg, J.H., & Bonniot, O.(1998) : Sustainability indicators: A compass on the road towards sustainability, Wuppertal Papers, No. 81, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Wuppertal, https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:wup4-opus-7218

Steffen, Will et al.(2015), Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet, Science, pp. 736.

Talberth, J., & Weisdorf, M.(2017), Genuine Progress Indicator 2.0: Pilot Accounts for the US, Maryland, and City of Baltimore 2012-2014, Ecological Economics, 142, pp.1-11.

Talberth, J., Cobb, C., & Slattery, N.(2007), The genuine progress indicator 2006, Redefining Progress.

UNEP(2011), Taking Steps toward Marine and Coastal Ecosystem-Based Management- An Introductory Guide.

United Nations(2002), Report of the World Summit on Sustainable Development, Johannesburg, South Africa, 26 August-4 September 2002, New York.

Uusitalo, Laura. et al.(2016), Indicator-based assessment of marine biological diversity–lessons from 10 case studies across the European seas, Frontiers in Marine Science, 3, doi: 10.3389/fmars.2016.00159.

Visbeck, M. et al.(2014), Securing blue wealth: The need for a special sustainable development goal for the ocean and coasts, Marine Policy 48, pp. 184-191.

Visbeck, M. et al.(2014), Securing bluewealth: The need for a special sustainable development goal for the ocean and coasts, Marine Policy, 48, pp. 184-191.

Visbeck, M.(2018), Ocean science research is key for a sustainable future, nature communications, 690.

Warhurst, A.(2002), Sustainability Indicators and Sustainability Performance Management. Report to the Project, Mining, Minerals and Sustainable Development(MMSD). International Institute for Environment and Development (IIED)

White, S.C.(2010), Analysing wellbeing: a framework for development practice, Development in Practice, 20:2, pp. 158-172.

Williams, C. C., & Millington, A. C. (2004), The Diverse and Contested Meanings of Sustainable Development, The Geographical Journal, 170, 99-104.

Wood, S. L. R. et al.(2017), Distilling the role of ecosystem services in the Sustainable Development Goals, Ecosystem Services, 29, pp. 70-82.

World Bank Institute(2004). Capacity Enhancement for Social Development: Building on Local Context and Process.

World Commission on Environment and Development(1987), Our Common Future, Oxford, New York: Oxford University Press.

Yin, C., Zhao, W., Cherubini, F., Pereira, P.(2021), Integrate ecosystem services into socio-economic development to enhance achievement of sustainable development goals in the post-pandemic era. Geography and Sustainability 2(1), 68-73. https://doi.org/10.1016/j.geosus.2021.03.002.

인터넷 자료

깃허브, https://github.com/OHI-Science/kor/(검색일: 2023.6.1.)

대중문화사전, 웰빙, https://terms.naver.com/entry.naver?docId=371161&cid=42028&categoryId=42028(검색일: 2023.10.31.)

시지태테크놀러지 ESG 블로그, https://blog.cgtae.com/?p=1137(검색일: 2023.6.1.)

Bickie, https://fancy-a-cuppa.com/8(검색일: 2023.6.1.)

지속가능발전포털, http://ncsd.go.kr(검색일: 2023.4.27.)

한겨레(2021.5.12.), '지속가능발전위' 대통령 직속으로 격상 추진, https://www.hani.co.kr/arti/politics/assembly/994902.html(검색일: 2023.4.27.)

한겨레(2022.11.15.), 세계 인구, 80억 명 넘었다…"2080년대 100억4천만명대 정점", https://www.hani.co.kr/arti/international/international_general/1067404.html(검색일: 2023.11.15.)

EARTH·ORG, https://earth.org/what-is-sustainability(검색일: 2023.5.30.)

European Commission, EU Marine Strategy Framework Directive, https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/environment/oceans-and-seas/eu-marine-strategy-framework-directive_en(검색일: 2023.4.8.)

Genuine Progress Indicator (GPI): Definition, Formula, Vs. GDP, Investopedia, https://www.investopedia.com/terms/g/gpi.asp(검색일: 2023.4.20.)

GPI Atlantic 누리집, About Us, http://www.gpiatlantic.org/about.htm(검색일: 2023.4.23.)

KATE RAWORTH 누리집, https://www.kateraworth.com/doughnut(검색일 : 2023.4.28.)

NEAT 설명 유튜브 화면 갈무리, https://www.youtube.com/watch?v=J8pkncBzy9w(검색일: 2023.4.27.)

NOAA FISERIES, https://www.fisheries.noaa.gov(검색일: 2023.8.25.)

OECD library, https://www.oecd-ilibrary.org/sites/9789264268586-en/1/1/4/index.html?itemId=/content/publication/9789264268586-en&_csp_=1bd5f93f7590ee2f79714abc1ddfe7b6&itemIGO=oecd&itemContentType=book#intro-d7e258(검색일: 2023.6.10.)

OECD, https://www.oecd.org/greengrowth/green-growth-indicators(검색일: 2023.6.10.)

OHI 누리집, https://oceanhealthindex.org/global-scores(검색일: 2023.4.28.)

TOSCA, https://tosca-life.info/sustainability/definitions(검색일: 2023.8.13.)

UN 누리집, Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development, https://sdgs.un.org/2030agenda(검색일: 2023.4.20.)

UNECE, https://unece.org/fileadmin/DAM/timber/Green_Economy/20161021/6._OECD.pdf(검색일: 2023.6.10.)

WWF(2022.2.9.), WWF, "2050년까지 해양 플라스틱 오염 4배 증가"…생태적 위험 '한계치' 초과지역 늘어날 것, https://www.wwfkorea.or.kr/bbs/board.php?bo_table=press_release&wr_id=16(검색일: 2023.8.19.)

부 록

1. 지표의 유형과 특성

구분	특성
정성적 지표 정량적 지표	• 정성적 지표들은 체계적인 실험이 아닌 관찰이나 경험에 바탕을 두며 현상을 보여주지만 비구조적이고 통합하기 어려움. • 정량적 지표는 숫자와 통계의 형태를 띠며 구체적인 수치를 제공하지만 배경 정보가 부족
허상 지표 실질 지표	• 허상 지표로 잠깐 동안 기분이 좋을 수는 있지만 행동을 바꿀 수는 없음. • 실질 지표는 행동 방침을 선택할 때 도움을 줌으로 행동을 바꾸게 함.
탐색 지표 보고 지표	• 탐색 지표는 추론에 기반을 두고 있으며 아직 알려지지 않은 내용을 찾는데 목적이 있음. • 보고 지표는 정상적이고 일상적인 현황을 빠짐없이 알 수 있도록 만드는데 목적이 있음.
선행 지표 후행 지표	• 선행 지표는 미래를 예측할 수 있게 도와주고 후행 지표는 과거를 설명 • 선행 지표는 조치를 취할 수 있기 때문에 후행 지표보다 더 유용
상관 지표 인과 지표	• 두 지표 값이 함께 움직이면 이 두 지표 사이에는 상관관계가 있다고 봄. • 반면에 한 지표가 다른 지표를 변하게 하면 이 두 지표 사이에는 인과관계가 있다고 판단. 예) 원하는 것(예, 매출)과 통제할 수 있는 것(예, 어떤 광고를 보여줄지) 사이에 인과관계를 찾을 수 있다면 미래를 예측할 수 있음.

자료: Croll & Yoskoviz(2023), pp. 41-65.를 토대로 재작성

2. 해양 SDGs14 목표와 타 SDGs 목표 간의 상관관계 종합

- SDG1 목표, 빈곤퇴치와는 대체로 긍정적이나 해양환경 보호를 위한 정책과 상충됨. 보호구역 설정(MPA)과 일자리 및 빈곤 간의 관계, 경제활동 증가로 인한 해양환경의 영향이 서로 충돌
- SDG2 목표, 기아종식과는 해양 건강과 어류 자원량이 비례 관계이기 때문에 대체로 긍정적. 하지만 기아 종식을 위한 영양 측면에서는 해양 보호구역(MPA)이 부정적인 영향을 미침
- SDG3 목표, 건강과 웰빙은 긍정적인 관계를 가짐. 해양 자원을 통한 의약품 개발 및 식량 안보 제공 등에서 건강에 기여하며, 해양 오염 문제를 해결하여 해양 오염을 통한 인간의 오염 물질 섭취를 방지할 수 있어 긍정적인 영향을 미침
- SDG4 목표, 양질의 교육은 긍정적인 관계를 가짐. 해양 SDG14 목표가 SDG4 목표에 종속적이며, 교육을 통해 해양 관리에 대한 이해도와 기술 함양이 가능하다는 점이 긍정적으로 비춰짐
- SDG5 목표, 성평등은 대체로 긍정적임. 해양 문제를 해결하기 위한 시장의 변화나 혁신을 통한 참여 기회 확대는 성평등 기회를 제공하여 긍정적인 효과를 제공
- SDG6 목표, 물과 위생은 긍정적인 관계. 수질 오염 방지를 통해 해양에 유출되는 오염 물질을 감소시켜 해양 SDG14 목표에 긍정적인 효과를 제공
- SDG7 목표, 깨끗한 에너지는 대체로 부정적임. 신재생 에너지 생성을 위한 부지 설정 등은 생태계 균형에 부정적인 영향을 미칠 수 있음. 하지만 해양 연구 및 기술 이전을 통해 해양 기반 신재생 에너지에 대한 정보를 제공할 수 있다는 점에서 긍정적인 측면도 존재
- SDG8 목표, 양질의 일자리와 경제성장은 약간 긍정적임. 해양 보호는 지속

가능한 소비와 관광업과 관련하여 일자리를 창출할 수 있지만, 보호구역에 의해 활동 범위 제한이 발생하여 부정적 영향을 미칠 수 있음

- SDG9 목표, 산업, 혁신과 사회기반시설은 대체로 긍정적임. 지속 가능한 산업화를 통해 청정· 친환경 기술을 도입해 해양 환경에 긍정적인 영향을 미칠 수 있음
- SDG10 목표, 불평등 완화는 중립적인 관계. 해양 지역의 보호 및 보조금 폐지와 같은 제도는 불평등을 강화시키나, 개발도상국이나 소규모 어업인을 위한 노력을 통해 불평등을 완화시킴
- SDG11 목표, 지속 가능한 도시와 공동체는 약간 부정적임. 해양 보호에 따라 도시 개발에 제약이 발생할 수 있다는 점에서 부정적 영향을 끼침
- SDG12 목표, 책임감 있는 소비와 생산은 긍정적인 관계를 가짐. 지속 가능한 어업과 지속 가능한 소비는 서로 상호 보완적인 관계를 보임
- SDG13 목표, 기후 변화 대응은 대체로 긍정적임. 건강한 해양 환경을 통해 기후 적응력 및 블루카본과 같은 생태계 활성화의 결과를 야기해 긍정적인 관계를 가질 수 있도록 함
- SDG15 목표, 육상 생태계는 중립적인 태도를 보임. 육지 생태계 관리를 통해 해양 생태계에 긍정적, 부정적 영향을 모두 끼칠 수 있음
- SDG16 목표, 평화, 정의와 제도는 긍정적인 관계를 가짐. 제도를 통한 해양 오염 감소 기대
- SDG17 목표, SDGs를 위한 파트너십은 중립적인 관계를 가짐. 무역 규칙 및 정책이 어업에 긴밀한 연결을 제공한다는 점에서 긍정적이지도 부정적이지도 않은 관계를 가짐.

3. 지구 위험 한계 내 해양을 통합

1 시스템 간 통합 경계는 육지, 담수, 해양 시스템을 모두 포함하여 통합적으로 평가된다. 이 경계는 이러한 시스템 간의 상호작용과 영향을 고려하여 정의되며, 서로 다른 시스템 간의 관계를 파악하고 이해하는데 도움이 된다.

2 특정 시스템에 해당되지만 다른 시스템에서 유사한 경계가 있는 경계는 특정 시스템에서만 적용되지만, 다른 시스템에서 유사한 경계가 있을 수 있다. 예를 들어, 담수 시스템의 특정 경계가 육지나 해양 시스템에서도 유사하게 적용될 수 있다. 이러한 경계는 유사한 상황을 비교하고 유용한 시사점을 얻을 수 있게 해준다.

3 유사한 경계가 없는 경계는 특정 시스템에서만 적용되며, 다른 시스템에서는 유사한 경계가 존재하지 않는다. 이 경계는 특정 시스템의 고유한 특성과 영향을 반영한다.

현재 경계 특성	제안된 통합	통합을 지원하는 데이터	경계 특성에 대한 해양 통합의 영향
1 육지, 담수, 해양 전반에 걸쳐 통합되는 경계			
생지화학 흐름(Biogeochemical flows)			
반응 변수 : 부영양화와 대규모 무산소 현상을 일으키는 생지화학적 흐름에 대한 인간의 영향 **제어 변수** — N(질소) : 인간에 의한 N 고정 **제어 변수** — P(인) : (전 지구) 담수에서 해양 시스템으로의 흐름, (지역) 적용된 비료에서 침식 가능한 토양으로의	• 다음을 고려하여 범위 확장 (1) 육지에서 해양으로 생지화학적 흐름 변화로 인한 지역적 영향: 연안 생태계 복원력 감소. 예, 산호초, 빈산소, 해양 먹이그물 변화 (2) 영양염 범위 확대. 예, 철 (3) 개발 및 퇴적물 재부	• 강에서 바다로 영양염의 이동과 일차생산에 미치는 영향 • 변화한 영양염에 따른 생태계 구조와 기능 모델링	• 경계는 생지화학 순환과 해양 먹이그물의 지역적 변화에 더 민감 • 해양의 생지화학 순환, 기후와 생물다양성 간의 밀접한 연결 때문에 경계 민감성의 증가는 기후와 생물 온전성의 변화를 동시에 제한하는데 도움이 될 수 있음.

현재 경계 특성	제안된 통합	통합을 지원하는 데이터	경계 특성에 대한 해양 통합의 영향
흐름	유를 통한 하향식 인위적 영향		
화학적 오염 및 신규 물질(Novel entities)			
반응 변수 : 지구 시스템 구조와 기능에 미치는 영향은 완전히 이해되지 않았으며, 영향이 발생한 후에 이를 원상태로 돌리기 어려움 **제어 변수** : 정의되지 않음	(1) 10만 개 이상의 인공 화학물질을 포함하는 접근법이 적어 경계는 정의되지 않은 상태로 남아 있음 (2) 그러나 해양에 있는 플라스틱과 같은 많은 새로운 물질들이 있는데, 이 경계를 특징짓는 데 초점을 맞춘 노력의 중심이 될 것	• 플라스틱: 전 세계 플라스틱의 해양 유입. 전 세계 및 지역 규모의 플라스틱 쓰레기 분포 • 유기 및 무기 오염 물질: 연안 해역으로 유입되는 유기 및 무기 오염 물질의 전 세계 흐름. 세계 해양의 오염물질 분포	• 지구 시스템 구조 및 기능에 대한 새로운 물질의 광범위한 영향을 나타내는 지구 경계를 정의하는 데 도움이 됨
기후변화(Climate change)			
반응 변수 극지방 얼음과 빙하 담수 자원의 손실. 지역 기후의 변화와 탄소 흡수원으로의 흐름. **제어 변수** 대기 중 이산화탄소 농도 CO_2: 상층 대기에서의 복사강제력	• 경계는 이미 해양에 대한 정보를 통합. 그러나, 지역적 기후 변화는 지구 평균 변화를 초과할 수 있고, 현재 정의된 경계 내에서 체제 변화를 보여줄 가능성이 있는 산호초와 같이 인간 웰빙에 취약하거나 특히 중요한 영역에 영향을 미칠 수 있기에 고려 필요	• 산호초 및 북극 생물권과 같이 다양한 기후 시나리오에서 특정 취약 지역의 반응 모델링	• 기후 시스템의 상태와 현재 경계 내의 대규모 유해한 변화 가능성에 대한 보다 포괄적인 그림을 제공 • 이러한 변화를 설명하기 위해 경계를 이동하면 현재 경계 값내에서 발생할 수 있는 열대 지역의 해수면 상승 및 농작물 생산성 저하와 관련된 예상 비용을 상쇄하는 데 도움
성층권 오존층 파괴(Stratospheric ozone depletion)			
반응 변수 인간의 건강과 생태계에 대한 심각한 자외선 영향 **제어 변수** O_3 농도	• 경계는 이미 해양에 대한 지식을 통합. 그러나 오존층 파괴, 기후, 해양의 생지화학적 순환 사이의 상호작용을 더 명확하게 이해할 필	• 경계 상호작용 모델링.	다른 경계와 마찬가지로 생물물리학적 과정 사이의 상호작용에 대한 더 나은 이해는 성층권 오존 고갈 경계를 위한 움직이는 창

현재 경계 특성	제안된 통합	통합을 지원하는 데이터	경계 특성에 대한 해양 통합의 영향
	요가 있음.		의 개발을 촉진.
대기오염(Atmospheric aerosol loading)			
반응 변수 전 세계 몬순 시스템에 대한 간섭; 인체 건강에 심각한 영향 **제어 변수** : (전 지구) 에어로졸 광학깊이(aerosol optical depth, AOD), (지역) 계절별 평균 AOD	• 경계는 이미 해양과 대기의 상호작용에 초점을 맞추고 있지만, 현재는 남아시아 몬순 지역에 대해서만 정의되어 있음	• 남아시아 몬순 지역 이외의 지역에 대한 이 경계를 특성화하기 위해서는 추가 연구가 필요	• 추가 사항의 의미를 이해하려면 추가 연구가 필요
생물권 무결성(생물다양성 손실)(Biosphere integrity)			
반응 변수 생태계 기능과 서비스의 손실 **제어 변수-유전적 다양성** 멸종속도(Extinction rate) **제어 변수-기능적 다양성** 생물다양성 온전 지수(BII)	• 초기에는 현재 정의된 제어 변수또는 유사한 지표의 추정치에서 해양을 고려할 필요가 있음. • 그러나, 생태계 기능이 생물다양성 온전 지수 에서 사용되는 종 다양성과 밀접하게 관련되지 않을 수 있는 등 관심 있는 근본적인 과정을 더 잘 반영하기 위해 제어 변수를 수정하려는 노력도 필요	• 공동체 구성의 기준값은 야생 지역이나 생태계 모델링을 기반으로 하는 해양에서 활용할 수 있으며 이를 통해 BII를 계산할 수 있음 • 크기 기반(size-based) 모델링 및 통합 생태계 평가에서 파생된 지수를 사용하여 기능적 다양성의 추세를 탐색할 수 있음	• 단기적으로 BII를 이용한 통합은 생물권 온전성의 현재 상태에 대한 우리의 이해에 상당한 영향을 미칠 것으로 보임 • 더 중요한 것은 기능적 다양성에 대한 제어 변수의 변경이 인간의 영향을 탐색하는 것보다 강력한 방법을 제공하고 지구 시스템 기능에 대한 잠재적으로 극단적인 변화를 예측할 가능성이 높다는 점
2 다른 시스템의 유사한 경계(Boundaries with analogues in different systems)			
토지 시스템 변화(Land-system change)			
반응 변수 기후 조절하는 생지구물리적 과정에 대한 육상 생물군계의 기여도	• 해양 서식지 변화를 고려하기 위해 경계 범위를 확장하여 '지표면 변화'를 초래하는 해양 서식지 변화를 고려한	• 대규모 기후 규제 및 탄소 예산에 대한 해양 바이오매스의 기여에 대한 지식.	• 경계를 더 잘 이해함으로 기후를 규제하는데 중요한 과정들에 대한 영향을 더 정확하게 파악할

현재 경계 특성	제안된 통합	통합을 지원하는 데이터	경계 특성에 대한 해양 통합의 영향
제어 변수 전 지구 및 지역 규모에 남아 있는 산림 면적 3대 산림 생물군계는 열대, 온대, 한대 수림	경계 범위 확장 필요 • 삼림 면적과 함께 특정 생태구역에 따른 여러 생태계 제어 변수들이 도입될 수 있음. 예를 들어, 연안정비나 어업방식과 같은 같은 인간 활동에 의해 변화되지 않은 해저 면적 또는 해저 온전성 지수와 같은 변수들이 있음.	• 서식지 변화 정량(Quantification of habitat change)화는 구조물의 손실을 유발하고, 탁도를 증가시키며, 기후에 영향을 미치는 생물 지구 화학적 흐름을 변화시킴. • 해양 서식지에 대한 인위적 교란의 정도 및 분포.	수 있음. • 이러한 변화는 기후에 영향을 미치는 서식지 변화의 현재와 미래의 위험에 대한 우리의 견해를 바꿀 수도 있음.
3 유사점이 없는 경계(특정 영역에서만 적용되는 독특한 한계)(Boundaries with no analogues)			
해양 산성화(Ocean acidification)			
반응 변수 조개/산호 껍질/골격을 형성하기 위해 탄산칼슘을 만드는 해양생물종의 멸종 해양의 탄소 저장에 대한 변화 **제어 변수** 아라고나이트 포화 상태	• 이 경계의 초점은 해양이지만, 현재의 특성은 아라고나이트 포화 상태와 탄산칼슘 분비에 초점을 좁게 두고 있음. 이러한 선택은 '가장 약한 고리'에 초점을 맞춘 것으로 정당화됨. • 그러나 이 경계에 대한 특성화는 해양 산성화가 해양에 미치는 다른 영향, 즉 단백질 합성과 같은 생리학적 영향과 포식자 회피와 같은 행동적 영향, 광합성 및 질소 고정에 대한 문헌의 확장을 통해 더 좋은 정보를 얻을 수 있음.	• 해양 산성화의 생물학적(유기체), 군집 및 생태계 영향에 대한 심층적이고 종합적인 이해가 있으며, 이는 이 경계의 범위의 확장을 지원할 것임	• 해양 산성화가 탄소 흡수원을 통한 기후 변화 및 생리적, 행동적, 광합성 효과에서 발생하는 먹이 그물에 대한 변화를 통한 생물권 온전성(보전)을 포함한 다른 경계와 어떻게 상호 작용하는지에 대해 이해하는 것이 핵심 결과임.
담수 이용(Freshwater use)			
반응 변수 지역 기후	• 담수 공급에 대한 수산물 생산 수요를 고려하	• 수산물 생산에서 담수 사용을 정량	• 경계는 육상과 해양 부문 간의 식량 생

현재 경계 특성	제안된 통합	통합을 지원하는 데이터	경계 특성에 대한 해양 통합의 영향
수분 균형/생산성/생물 다양성/기후 변화 **제어 변수** (전 지구) 블루워터 소비, (분지) 블루워터 제거	여 경계의 현재 상태를 평가하는 것이 필요 • 현재 평가는 농업, 산업, 가정용수 사용량을 기준으로 하며 양식업은 고려하지 않음.	화한 연구는 거의 없음. 연구가 수행된 곳에서의 방법론이 연구 간에 일관성이 없어 투명성이 떨어지는 경우가 많음. 그럼에도 불구하고, 기존의 연구는 담수 사용이 양식 시스템에 걸쳐 상당하고 매우 다양할 수 있음을 시사. • 양식 분야의 성장에 비추어 볼 때, 담수 사용에 대한 수산물 생산의 기여를 이해하기 위해서는 추가적인 작업이 필요.	산 균형의 변화를 더 잘 반영할 것임. 어류 생산량은 지난 50년 동안 3배로 증가했는데, 주로 양식 생산량의 증가에 의해 주도되었고, 가축 생산량의 증가를 초과하였음. • 이러한 추세가 계속된다면, 수산물 생산에 담수 사용의 규모를 설명하는 것이 담수 사용 경계를 넘는 위험 증가를 이해하는 데 점점 더 중요해질 것임.

주: 반응 변수: 시스템의 상태를 나타내는 변수; 제어 변수: 시스템 상태에 영향을 주는 변수, 인간활동에 의해 변화 가능한 요인을 의미함(driver); 블루워터: 지상수와 지하수
자료: Nash et al.(2017), pp. 1628-1629.

기본연구보고서 발간목록

2023

01	자율운항선박 운항을 위한 해상교통관제 대응방안 연구	박상원
02	인공지능(AI)을 활용한 무역규범의 해양수산분야 영향 분석 연구	임병호
03	공급망 안정화를 위한 항만의 대응방안 연구	이나영
04	연안재해 정보 활용 개선 방안 연구	김찬웅
05	항만의 생활물류 기능 활성화 방안 연구	최석우
06	마을어장 이용·관리 개선방안 연구	마창모
07	해양생태계 복원정책 개선방안 연구 - 사회·생태복원 중심으로 -	최석문
08	주민행태기반 해양정책 수용성 제고 설계 방안 연구	이슬기
09	항만연관산업 고도화 방안 연구	김세원
10	탄소배출권 거래제가 해운선사에 미치는 영향 분석 연구	조아현
11	물류 연계 효율화를 위한 스마트항만 구축방안 연구 - 항만물류 데이터 공유 플랫폼을 중심으로 -	서정용
12	어업분야 중대재해처벌법 대응방안 연구	고동훈
13	수산물의 디지털 수출 활성화 방안 연구	이상건
14	항만개발사업의 정책영향평가 연구	이수영
15	해운산업의 미래 변화 예측과 국내 대응 전략 연구	이호춘
16	어선현대화 촉진을 위한 금융제도 개선방안 연구	엄선희
17	연안도시의 쇠퇴와 대응방안 연구	강창우
18	해양범죄 실태 진단을 통한 대응체계 개선방안 연구	민영훈
19	민간기업의 해양환경분야 ESG 활성화 방안 연구	김지윤
20	식량안보를 고려한 수산물 수급관리 방안 연구	허수진
21	지방분권시대의 수산업·어촌분야 대응전략 연구	이호림
22	해운산업 고도화를 위한 선박투자 활성화 방안 연구	김한나
23	글로벌 공급망 리스크 대응 물류망 최적화 방안 연구 : 한국-북미 물류공급망 중심	이성우

2022년

01	선박투자 가치평가 및 위험관리 모형 연구	박성화
02	항만 컨테이너 반출입 예약시스템 가격결정 모형 연구	서정용
03	연안재해 대응을 위한 그린인프라 구축방안 연구	정지호
04	탄소중립이 해양수산업에 미치는 경제적 영향분석 연구	권장한
05	수산물 안전성 관리체계 개선방안 연구	조헌주
06	준해양사고 통보제도 개선방안 연구	박상원
07	MZ세대 소비트렌드를 반영한 해양관광 추진방안 연구	최일선
08	연근해 어종별 어획쿼터제도 도입방안 연구	심성현
09	행위자기반 해양공간계획 시뮬레이션 개발 연구	조성진
10	항만분야 탄소중립 관리체계 개선방안 연구	안승현
11	탄소중립 시대 양식산업 대응전략 연구 - 육상 어류양식을 중심으로 -	마창모
12	수산식품산업의 탄소중립 대응방안 연구 - 가공업을 중심으로 -	김지연
13	해양환경보건정책 도입방안 연구	박수진
14	포스트 코로나 시대의 컨테이너 해운산업 대응방안 연구 - 디지털 플랫폼을 중심으로 -	최건우
15	항만분야 공공갈등 관리방안 연구	김세원
16	글로벌 가치사슬 변화와 국제물류 분야 대응방안 연구 - 전기자동차 산업을 중심으로 -	권보배
17	항만개발제도 개선방안 연구	이수영
18	클러스터 혁신을 통한 선박관리업 발전방안 연구	허성례
19	수입수산물 예방적 관리체계 도입방안 연구 - IUU 수산물을 중심으로 -	안지은
20	양식수산물 유통 빅데이터 구축방안 연구	이기영
21	글로벌 혁신성장을 위한 신남방·신북방 정책 연구 - 신남방 지역 ICT산업 가치사슬 변화에 따른 물류 공급사슬 대응방안	최나영환

수시연구보고서 발간목록

2023년

01	양식어업 비과세 합리화 방안 연구	이정필
02	복합해양레저관광도시 개념정립 및 추진방안에 관한 연구	최일선
03	항만기술산업 육성을 위한 법제도 마련 연구	안승현
04	블루푸드테크 전문기관의 도입 필요성에 대한 연구	이동림
05	지방자치단체의 해양관할구역 설정 요인 연구	이혜영
06	양식장 내 어류 복지 기준 마련을 위한 연구	오서연
07	해양플라스틱 재활용산업 공급사슬 기반 조성 연구	이윤정
08	중소·중견 물류기업의 ESG경영 가이드라인 구축 연구	이재호
09	신항만건설사업의 민간투자 확대를 위한 제도개선 연구	김보경
10	해수욕장 이용객 집계·관리체계 개선방안 연구	이정아
11	유엔 플라스틱 협약의 주요쟁점 분석 및 대응방향 연구	박수진
12	어촌 활력 제고를 위한 제도 개선방안 연구	문지원
13	어선의 친환경에너지 전환방안 연구	고동훈

2022년

01	항만의 탄소중립 이행·관리 표준안 연구	안용성
02	매립지 소유권 분리 제도화의 이해관계 분석과 관리방안	윤성순
03	글로벌 공급망 리스크별 영향분석 및 대응방안 연구 - 에너지·곡물을 중심으로	조지성
04	대북제재 강화와 코로나 팬데믹 이후 북한 해양수산 이슈와 대응 방안	윤인주
05	남극환경보호의정서 제6부속서의 국내 이행을 위한 법제 정비방안 연구	박예나
06	해양바이오산업 육성을 위한 해양생명자원법 정비 방안 연구	좌미라
07	우리나라 수산종자 관리체계 개선방안 연구	조헌주
08	2050 신해양강국 미래비전 수립 연구	김민수

일반연구보고서 발간목록

2023년

01	해양수산업 조기경보지수 개발 - 컨테이너 해운시장을 중심으로	권장한
02	AIS 기반 글로벌 선박 배기가스 배출량 분석 연구(II) - 우리나라 주요 항만을 중심으로	강무홍
03	우리나라 수산식품 소비 활성화 방안 마련 연구	한기욱
04	비컨테이너 항만물동량 예측모형 고도화 방안 연구(Ⅱ) - 유류, 철재, 모래, 목재, 양곡을 중심으로	이화섭
05	대기행렬모형을 활용한 선박대기비용 절감 편익 산정 연구	조아현
06	항만개발사업 정책효과 세부항목별 효과산정 방법 연구	이종필
07	해양 지속가능성 평가체계 구축 연구	최희정
08	국내 해운기업의 ESG 경영 확산 방안 연구	황진회
09	해운 경기순환 분석 및 예측 연구	황수진
10	수산물 공급 안정을 위한 수입수산물 전략품목 관리 방안 연구	박혜진
11	항만산업 여성인력 확대방안 연구	이지원
12	선사공동행위의 규제 및 행동 변화에 따른 영향 분석과 정책방안 연구	류희영

2022년

01	건화물선 시장 비용분석을 통한 해운시장 위험관리지표체계 구축	류희영
02	해상운임 예측모형 고도화 연구(Ⅰ)	황수진
03	IMO 시장기반조치 도입이 국내 해운기업에 미치는 영향	김한나
04	연안지역발전지수(CoDI) 개발 연구	황재희
05	CGE 기반 국제통상환경 변화의 해양수산부문 파급효과 분석	임병호
06	글로벌 수산부문 이머징 이슈 분석 모델 개발 연구	한기욱
07	양식 수산물 중장기 수급전망모형 구축 연구 - 굴을 중심으로 -	김철현
08	Network DEA를 이용한 물류기업 경쟁력 비교 분석 연구	황선일
09	해양수산 사업체 성과 및 효율성 분석 연구	김주현
10	베이지안 방법을 이용한 양식 멍게 단수 추정방안 연구	천성훈
11	수입수산물과 국산 간의 대체관계 분석 연구 - 활·신선냉장품을 중심으로 -	박혜진
12	국내 컨테이너 해운기업의 디지털 전환 활성화 방안 연구	전서연
13	비컨테이너 항만물동량 예측모형 고도화 방안 연구(Ⅰ) - 자동차, 석탄, 고철, 시멘트를 중심으로 -	최석우
14	해양수산 분야 미래 리스크 발굴 및 파급효과 분석 연구(Ⅱ)	김찬호
15	항만개발사업의 정책효과 적용방안 연구	이종필
16	국가 해양전략 기본구상 연구	정현욱
17	선박대기시간 예측모형 개발을 위한 방법론 연구	조아현
18	안전항만 구축을 위한 비용 산정 및 지원체계 마련을 위한 연구	최상균

일반연구 2023-07

해양 지속가능성 평가체계 구축 연구

인 쇄 2023년 12월 29일
발 행 2023년 12월 31일

발 행 인 김 종 덕
발 행 처 한국해양수산개발원
주 소 49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)
연 락 처 051-797-4800 (FAX 051-797-4810)
등 록 1984년 8월 6일 제313-1984-1호

조판·인쇄 ㈜디자인월드 (051-916-1533)

판매 및 보급: 정부간행물판매센터 Tel: 02-394-0337
정가 6,000원

해양 지속가능성 평가체계 구축 연구

A Study on Sustainability Assessment System for the Ocean

KMI 한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

49111 부산광역시 영도구 해양로 301번길 26 (동삼동)
TEL. 051-797-4800 FAX. 051-797-4810

값 6,000원
93300
9 791168 661578
ISBN 979-11-6866-157-8