

IHP

Intergovernmental Hydrological Programme

기획보고서

UNESCO-IHP 9단계 (2022~2029년, 8개년) 사업계획 수립

UNESCO-IHP IX Operational Implementation Plan



사단
법인 한국수자원학회
KOREA WATER RESOURCES ASSOCIATION

UNESCO-IHP 9단계 (2022~2029년, 8개년) 사업계획 수립

최 종 보 고 서

2022. 4.

제 출 문

(사)한국수자원학회 회장 귀하

본 보고서를 「UNESCO-IHP 9단계 (2022~2029년, 8개년) 사업계획 수립」 영역의 최종보고서로 제출합니다.

2022. 4. 30.

책임연구원	:	경희대학교	교수	강두선
연구원	:	고려대학교	교수	정동휘
연구원	:	서울과학기술대학교	교수	박인환
연구원	:	서울시립대학교	교수	서승범
연구원	:	경북대학교	교수	정영훈
연구보조원	:	고려대학교	연구원	김현정

목 차

1. 서 론	2
1.1 국제수문개발계획정부간수문학사업(International Hydrological Programme Intergovernmental Hydrological Programme, IHP) 개요	2
1.2 UNESCO-IHP 9단계 개요 및 특이점	10
1.2.1 과학적 연구 및 혁신	10
1.2.2 지속가능성을 고려한 4차 산업혁명시대의 물 교육	10
1.2.3 데이터-지식 격차 해소	10
1.2.4 전 지구적 변화에 따른 통합수자원관리	10
1.2.5 완화, 적응, 회복탄력성을 위한 과학 기반 물 거버넌스	11
2. IHP 8단계 연구평가	13
2.1 IHP 정책방향 반영 평가	13
2.2 국가 물관리 정책방향(조사 및 연구사업) 반영 평가	15
2.3 IHP 8단계 연구실적	17
2.4 IHP 8단계 연구내용	18
2.4.1 기후변화의 적응을 위한 풍수해 위험도 관리	18
2.4.2 극한 수문사상에 대한 도시지역 홍수 위험도 산정	19
2.4.3 극한수문사상에 대비한 과학적 이해증진과 수리설계기준 개선	20
2.4.4 지하수자원 관리에 있어서 지속가능성 제고 방안	21
2.4.5 물부족 해결 및 미래 수자원가용성 확보 방안 제시	22
2.4.6 통합수자원모니터링을 통한 수자원관리시스템 개선	23
2.4.7 유역단위 물관리를 위한 최적 물 배분 메커니즘 연구	24
2.4.8 개도국 도시개발과 물문제 해결방안	25
2.4.9 지속가능 개발을 위한 유역의 생태수문학적 위험요소 규명	26
2.4.10 지속가능한 개발계획 수립을 위한 잠재적 위협 및 기회요인 규명	27
2.4.11 지속가능한 도시 생태수문시스템 구축을 통한 도시물순환 전력 도출	28
2.4.12 IHP 연구사업의 전략 및 국제화 방안 수립	29
2.4.13 IHP 연구사업에 대한 전자출판 보급	30

2.4.14 생태하천 특성 조사를 위한 시험유역(청미천) 운영	31
2.4.15 도시하천 특성 조사를 위한 시험유역(대동천) 운영	32
2.4.16 HP 대표시험유역 특성 분석 및 운영 전략	33
2.5 8단계 평가 정리	34

3. IHP 9단계 사업 주제 35

3.1 과학적 연구 및 혁신	37
3.1.1 과학분야 국제협력 증진, 수문한 난제의 해결 추진, 유역과 대수층 물순환의 과학적 이해도 개선	38
3.1.2 유네스코 지정 지역에 대한 생태수문학 연구 와 혁신 공유, 통합수자원관리와 모든 규모의 유역관리를 포함한 생태수문학 및 자연기반솔루션(NBS)이 물순환에 미치는 영향평가	38
3.1.3 기후 시나리오, 수문 전망, 물 이용 시나리오의 불확실성에 대한 연구 수행, 의사결정권자와 일반 대중들에게 적응형 물관리 전략 개선을 위한 권고사항(recommendations) 전달	39
3.1.4 새로운 사업 모델, 수도시설의 역할, 참여 및 파트너십 확대, 물 부문 순환경제 가속화를 위한 과학 커뮤니티 기반 과학적 연구 수행	39
3.1.5 물관리를 위한 적응경로, 시나리오와 전략 수립을 지원하는 (과학 커뮤니티의) 사회수문학 관점에서의 인간과 물 사이의 상호 작용 평가 연구 수행 및 공유	40
3.1.6 홍수와 가뭄과 같은 수재해를 다루는 과학적 지식과 방법론의 정교화 및 개선을 통한 수재해 예측력 증대	41
3.1.7 하천, 호수, 대수층 시스템, 연안 지역, 빙하권 및 인류 거주지에 대한 전 지구적 변화와 인간의 인위적 활동의 영향에 대한 과학 커뮤니티의 지식 공유	41
3.1.8 과학기반 의사결정 지원과 지식 서비스 개선 및 건강 관련 리스크 저감을 위한 (과학 커뮤니티의) 수질 개선과 수질오염 저감에 대한 지식 및 혁신적인 솔루션 개발 및 공유	42
3.1.9 (과학 커뮤니티에 의한) 지구관측, 인공지능과 IoT를 사용하는 새로운 기술의 개발 및 공유를 통해 모니터링과 수자원 계획 및 평가 관련 이해당사자 역량 강화	42
3.1.10 과학 기반 의사결정과 물 순환 이해도 향상을 위한 (과학 커뮤니티와 기타 이해관계자 중심의) 수문학 분야의 시민과학 통합에 관한 연구 수행 및 공유	43
3.2 지속가능성을 고려한 4차 산업혁명에서의 물 교육	43
3.2.1 물의 중요한 다기능에 대한 그들의 기여를 이해하기 위한 대중의 인식 상승	44
3.2.2 참여 전체론적 실천을 강화하기 위해 추진된 유네스코 물 가족의 학제 간 연구 협력 및 교육적 접근 방식의 개발 및 구현	45

3.2.3	삶과 지역 사회에서 물의 중요성의 이해를 돕기 위한 모든 수준의 공식, 비공식 및 일상적인 교육을 위한 물 관련 교육 및 학습 자료	45
3.2.4	과학 정보를 교육, 의사 결정 및 정책 수립을 용이하게 하는 형식으로 변환하기 위해 지원되는 과학 커뮤니티의 새로운 관행에 기반한 방법과 도구 개발 및 공유	46
3.2.5	격차와 의제 2030 목표 해결을 위해 정부와 사회에 적절한 도구를 제공하기 위한 지속가능한 물관리의 주요 격차를 식별하는 물 관련 고등 직업교육 전문인력 및 기술인력	46
3.2.6	의사결정권자, 물관리자와 주요 물 부문 기관의 역량 강화는 통합적이고 효율적인 물 정책의 더 나은 결정, 설계 및 시행을 위한 신기술과 연구의 이득을 취할 수 있게 함	47
3.3	데이터-지식 격차 해소	48
3.3.1	데이터의 정확한 수집, 분석, 해석, 교환을 위한 학계의 과학적 연구기법 개발 및 사용	48
3.3.2	수문데이터 수집, 수자원관리 및 연구를 위한 회원국, 학계에 의한 시험유역 설립	49
3.3.3	수량, 수질, 사용에 관한 오픈 액세스 데이터의 비교와 검증, 지속가능한 물관리를 위한 학계의 공유	49
3.3.4	데이터 처리를 위한 기술(자료동화, 시각화, 기존 DB와 연계하기 위한 데이터 품질 확보 및 지원 규약)개발, 공유, 적용을 위한 학계 역량 강화	50
3.4	전 지구적 변화에 따른 통합수자원관리	50
3.4.1	모든 이해 관계자가 물관리 프로세스의 일부가 될 수 있도록 지원하는 지역 및 토착 커뮤니티인 청년들의 개방적이고 능동적이며 의미 있는 성평등적인 참여를 보장하기 위해 학계의 포용적이고 참여적인 접근 방식에 대한 연구의 수행 및 공유	51
3.4.2	사회 경제적, 생태학적 결과를 최소화하기 위해 학계와 유네스코 물 구성원에 의해 수행 및 공유되는 수력발전, 항해, 어업, 레저 활동, 물 공급, 가뭄 위험 관리 및 홍수 위험 관리를 위한 상·하류 하천 이용에 관한 연구	51
3.4.3	지역, 지방 및 국가 의사 결정자의 역량 강화, 대중의 수용 강화, 물 순환 관리(WCM) 개선을 지원하기 위해 학계의 폐수 재사용, 담수화, 빗물 집수 및 대수층 함양 관리(MAR)와 같은 비전통 수자원(NCWR)에 대한 연구의 수행 및 공유	52
3.4.4	접경 유역을 포함한 모든 유역에 대한 통합수자원관리를 개선하기 위해 강화되는 역량과 지원되는 학계에 의한 수원-바다(source to sea) 및 넥서스 접근에 관한 지식의 개발 및 공유	52
3.4.5	수질오염 예방 및 감소, 수자원관리 전략을 수립하기 위한 학계와 UNESCO 물 구성원에 의해 개선될 수 있는 지표수(하천, 호수, 습지) 및 지하수를 포함한 담수 시스템에서의 오염원, 거동 및 이동에 대한 지식 및 이해	53
3.4.6	통합수자원관리를 개선하기 위해 학계가 지원하는 생태수문학 시범지역에서 생태계 서비스 및 환경 흐름에 대한 평가 수행 및 공유	54

3.4.7	모든 수준의 의사 결정권자에게 정보를 제공하기 위한 잠재적 사용에 대한 이해 향상을 지원하기 위해 학계에 의한 빙권 시스템(눈, 빙하 및 영구 동토층), 용해 빙하 침식 및 유사이송으로부터의 유출형성, 산악 호수와 같은 빙하 공급 저수지, 대추층에서의 변화를 모니터링하기 위한 방법의 개발, 공유 및 평가 수행	54
3.4.8	모든 수준의 의사결정자들이 계획을 개선할 수 있도록 지원하는 학계의 물관리 내에서 주류하는 전 세계적인 변화에서의 방법론과 도구의 개발 및 공유	55
3.4.9	UN-Water 및 UNECE와 협력하여 SDG 목표 6.5를 달성하기 위해 지원되는 회원국의 적절한 국가 간 협력을 통해 모든 수준에서 통합수자원관리 구현	55
3.5	완화, 적응, 회복탄력성을 위한 과학 기반 물 거버넌스	56
3.5.1	전 지구적 변화(global change)에 대한 지역사회의 회복탄력성 향상을 위한 수자원 관리 분야 의사결정자(UNESCO Water Family)들의 경각심 제고	56
3.5.2	기후변화 적응 및 지표수와 지하수를 포함한 IWRM을 반영하여 개선된 물 거버넌스 수단에 올바른 과학기술 적용	57
3.5.3	물 관련 정책(기후변화 적응과 저감 관련 정책 강화를 위한 온실가스감축계획(NDC)와 국가 적응 계획(NAP)) 강화를 위해 과학기술 기반의 가이드라인 개발 및 평가	57
3.5.4	적응형 물관리의 새로운 접근 방식에 대한 연구수행 및 공유/ 건전한 물 거버넌스를 위한 Member State의 역량 강화	58
3.5.5	물 거버넌스와 회복탄력성 구축 지원을 위한 새로운 프레임워크 및 기술에 대한 학계와 의사결정권자의 역량 강화	59
3.6	9단계 운영을 위한 주제별 워킹그룹(Thematic Working Group) 구성	60
3.7	9단계 내용 정리	61
4.	IHP 9단계 연구주제 선정	62
4.1	IHP 9단계 의제 중 연구주제 선호도 조사	62
4.2	IHP 9단계 연구주제 선정 및 추진계획	65
4.3	IHP 9단계 RFP	73
5.	IHP 국제협력 방안	107
5.1	IHP 국제협력 필요성	107
5.2	UNESCO 자연과학 프로그램	107
5.3	UNESCO-IHP 조직체계 및 운영	108
5.4	IHP 한국위원회	110
5.5	IHP 사업 국제협력의 한계점 및 개선방안	115

5.5.1 IHP 국제협력의 한계점	115
5.5.2 국제협력 증진을 위한 IHP 한국위원회의 역할	115
5.5.3 UNESCO-IHP 국제협력 방안	117
6. 결 론	119
부 록	121
참 고 문 헌	137

<표 차례>

표 1.1 UNESCO-IHP 사업 연혁 및 사업 주제	3
표 1.2 국내 IHP 도입기(1단계, 1975년 ~ 3단계, 1989년)	4
표 1.3 국내 IHP 발전기(4단계, 1990년 ~ 5단계, 2001년)	5
표 1.4 국내 IHP 성숙기(6단계, 2002년 ~ 8단계, 2021년)	7
표 1.5 UNESCO-IHP 8단계 사업 주제	9
표 1.6 IHP 8단계와 9단계 비교표	12
표 2.1 UNESCO-IHP 의제에 대한 우리나라 IHP 연구 주제 반영 검토	13
표 2.2 국가 물관리 정책방향에 따른 국내 IHP 8단계 연구성과의 부합성	15
표 2.3 IHP 8단계 연구실적	17
표 2.4 기후변화의 적응을 위한 풍수해 위험도 관리	18
표 2.5 극한 수문사상에 대한 도시지역 홍수 위험도 산정	19
표 2.6 극한수문사상에 대비한 과학적 이해증진과 수리설계기준 개선	20
표 2.7 지하수자원 관리에 있어서 지속가능성 제고 방안	21
표 2.8 물부족 해결 및 미래 수자원가용성 확보 방안 제시	22
표 2.9 통합수자원모니터링을 통한 수자원관리시스템 개선	23
표 2.10 유역단위 물관리를 위한 최적 물 배분 메커니즘 연구	24
표 2.11 개도국 도시개발과 물문제 해결방안	25
표 2.12 지속가능 개발을 위한 유역의 생태수문학적 위험요소 규명	26
표 2.13 지속가능한 개발계획 수립을 위한 잠재적 위협 및 기회요인 규명	27
표 2.14 지속가능한 도시 생태수문시스템 구축을 통한 도시물순환 전력 도출	28
표 2.15 IHP 연구사업의 전략 및 국제화 방안 수립	29
표 2.16 IHP 연구사업에 대한 전자출판 보급	30
표 2.17 생태하천 특성 조사를 위한 시험유역(청미천) 운영	31
표 2.18 도시하천 특성 조사를 위한 시험유역(대동천) 운영	32
표 2.19 IHP 대표시험유역 특성 분석 및 운영 전략	33
표 3.1 UNESCO-IHP 9단계 사업 주제 및 세부 의제	35
표 3.2 UNESCO-IHP 9단계 주제별 워킹그룹 구성 및 관련 세부 의제	60

표 4.1 IHP 9단계 연차별 연구추진 계획	68
표 5.1 UNESCO 과학프로그램 한국위원회 현황	108
표 5.2 IHP 한국위원회 규정(환경부 훈령 제1406호, 2019.6.28., 일부개정)	111
표 5.3 UNESCO-IHP 국제협력 프로그램	116
표 5.4 수자원학회 국제교류 단체	118

<그림 차례>

그림 1.1 UNESCO-IHP 9단계 대주제 및 세부주제(의제) 현황	10
그림 1.2 IHP 9단계 사업 OIP 기획 회의 일정	11
그림 3.1 IHP 9단계 주제별 워킹그룹의 운영 체계	61
그림 4.1 IHP 대주제별 적합도에 대한 설문결과	62
그림 4.2 IHP 대주제별 중요도에 대한 설문결과	62
그림 4.3 IHP 대주제1의 세부주제에 대한 설문결과	63
그림 4.4 IHP 대주제2의 세부주제에 대한 설문결과	63
그림 4.5 IHP 대주제3의 세부주제에 대한 설문결과	64
그림 4.6 IHP 대주제4의 세부주제에 대한 설문결과	64
그림 4.7 IHP 대주제5의 세부주제에 대한 설문결과	65
그림 4.8 IHP 9단계 연구 추진계획	67
그림 5.1 UNESCO 과학프로그램 한국위원회 구성도	108
그림 5.2 UNESCO-IHP 조직도	109
그림 5.3 IHP 전략보고서 및 국가보고서	109
그림 5.4 UNESCO IHP 홈페이지(https://en.unesco.org/themes/water-security/hydrology)	110
그림 5.5 IHP 한국위원회 홈페이지 (IHP 한국위원회 홈페이지, www.ihpkorea.or.kr)	111
그림 5.6 IHP 한국위원회 활동	114

UNESCO-IHP 9단계 (2022~2029년, 8개년) 사업계획 수립

UNESCO-IHP IX (2022~2029, 8 years) Operational Implementation Plan

강두선* / 정동휘** / 박인환*** / 서승범**** / 정영훈***** / 김현정*****

Kang, Doosun / Jung, Donghwi / Park, Inhwan /
Seo, Seung Beom / Jung, Young-Hoon / Kim, Hyunjung

요 지

정부간수문학사업(Intergovernmental Hydrological Programme, IHP)은 범세계적으로 야기되고 있는 물 문제를 공동으로 해결하고자 UNESCO가 주관하는 프로그램이다. 본 기획보고서는 UNESCO-IHP 8단계 사업의 성과물을 정리 및 평가하고, 새로운 방식으로 진행되고 있는 9단계 사업의 연구 계획을 수립한다. UNESCO는 제9단계 사업의 세부주제 구성에서부터 참여국의 적극적인 참여를 유도하였으며, 5개 대주제 34개 세부주제(의제)로 구성된 그룹별로 각 참여국의 Lead(선도)/Co-Lead(공동선도)/Contribute(기여) 중 역할을 결정, 국제교류 성격에 중점을 둔 사업 추진을 요구하고 있다. 국내에서는 환경부로의 물관리 일원화가 완성에 진입함에 따라, IHP 사업에 대한 물환경 관련 다양한 기관들의 참여 의지가 확인되고 있다. 따라서, 본 기획보고서는 수자원학회가 오랫동안 수행해 온 IHP 사업의 성과를 최대한 계승하는 한편, 상기한 국내외 상황 속에서 성공적으로 9단계 사업을 수행하기 위한 사업계획을 도출하고자 한다.

핵심용어 : IHP 기존단계(1~8단계) 평가, IHP 9단계 사업계획, IHP 국제협력 방안

* 경희대학교 사회기반시스템공학과 교수

Professor, Dept. of Civil Engineering, Kyung Hee University, Yongin, Korea
(e-mail: doosunkang@khu.ac.kr)

** 고려대학교 건축사회환경공학부 교수

Professor, School of Civil, Environmental and Architectural Engineering, Korea University, Seoul, Korea

*** 서울과학기술대학교 건설시스템공학과 교수

Professor, Dept. of Civil Engineering, Seoul National University of Science and Technology, Seoul, Korea

**** 서울시립대학교 국제도시과학대학원 교수

Professor, International School of Urban Sciences, The University of Seoul, Seoul, Korea

***** 경북대학교 건설방재공학부 교수

Professor, Dept. of Construction and Disaster Prevention Engineering, Kyungpook National University, Sangju, Korea

***** 고려대학교 건축사회환경공학부 박사과정

PhD. Student, School of Civil, Environmental and Architectural Engineering, Korea University, Seoul, Korea

1. 서 론

1.1 정부간수문학사업(Intergovernmental Hydrological Programme, IHP) 개요

UNESCO IHP (Intergovernmental Hydrological Programme)은 전 세계적인 물문제를 해결하기 위해 1964년 UNESCO 제13회 총회에서 제안되어 진행되고 있는 국제협력 프로젝트이다. 그 시작은 1965년부터 1974년까지 수행된 국제수문개발 10개년계획(International Hydrological Decade, IHD) 사업으로, 인구증가 및 산업화 등에 따른 지속적인 물 수요 증가에 대비하기 위한, 수문/수자원에 대한 연구, 전문가 및 기술자 양성을 위한 교육 및 훈련을 위한 국제적 협력 방안을 논의하였다. IHD 사업 시작 당시 총 131개 UN 회원국 중 108개 회원국이 사업에 참가하였는데, 공동 연구를 위한 시험유역을 조사하는 형태로 수행되었다.

1974년 UNESCO 파리 총회에서 IHD 사업의 확장에 대한 필요성이 제기되었고, 이에 중장기 계획으로 국제수문개발계획(International Hydrological Programme, IHP)을 수립하였다. UN은 1977년 Mar del Plata UN 컨퍼런스에서 IHP 사업을 지속적인 사업으로 인정하고 공식적인 UNESCO 프로그램으로 포함시켰다. UNESCO IHP는 현재 UNESCO에서 운영하고 있는 4개의 자연과학 프로그램(IHP 외 정부간 해양학위원회(Intergovernmental Oceanographic Commission, IOC), 인간과생물권계획(Man and the Biosphere (MAB) Programme), 국제지구과학계획(International Geoscience Programme, IGCP)) 중 하나로 지속가능한 수문학적 순환과 수자원관리에 있어 전 세계적 공동 협력에 기반한 전략 및 정책 제안을 목표로 한다. 현재 참가국은 총 190여 UN 회원국 중 총 188개국으로, 명실상부 범세계적 수자원계획 프로그램으로 성장하였다. 1975년에 시작된 IHP 사업은 1단계(1975~1980년), 2단계(1981~1983년), 3단계(1984~1989년), 4단계(1990~1995년), 5단계(1996~2001년), 6단계(2002~2007년), 7단계(2008~2013년), 8단계(2014~2021년) 사업을 거쳐, 9단계 사업이 2022~2029년에 진행될 예정이다.

1단계에서 8단계까지의 UNESCO-IHP 사업은 그 연구내용과 우리나라의 해당 사업의 추진 내용 및 참여 위상에 따라 크게 도입기(1~3단계 1975~1989년), 발전기(4~5단계 1990~2001년), 성숙기(6~8단계 2002년~2021년)로 나눌 수 있다. 9단계는 성숙기를 지나 선도기의 초입에 있다고 판단할 수 있다.

IHP 1단계 사업은 IHD에서 수행한 시험유역조사 사업을 중심으로 수행되었는데, 2단계에서는 참여국 간의 공동 협력을 강화하기 위해서 단순 시험유역 조사에 대한 연구를 넘어 수문 및 수자원의 실용적 측면을 강조하였다. 3단계 사업은 시험유역에서의 수문자료 수집 및 분석에 더해 분석 방법의 표준화, 모형 개발 등에 대한 노력을 기울였다. 따라서, 도입기인 1~3단계에서는 국제공동연구 및 협력에 필요한 저변을 확립하고, 국제연구에 필수적인 시험유역자료 수집, 표준화 등이 수행되었다.

4단계에서는 '환경적인 변화에서 수문·수자원의 지속가능한 개발'이라는 주제로 사업을 수행하였으며, 5단계에서는 '취약한 환경에서의 수문·수자원 개발'이란 주제로 사업이 진행되었다. 수문·수자원의 지속가능한 개발이 강조되었던 4~5단계 10여년 동안은, 연구내용 측면의 양적, 질적 팽창이 이뤄진 발전기라고 할 수 있다. 수문, 수자원, 지하수 등 물과 관련된 거의 모든 주제들이 IHP 연구내용으로 포함되기 시작하였으며, 이를 기반으로 수준 높은 연구성과가 도출되었다.

6단계부터는 '물의 상호작용', '물 의존', '물 안보 강화' 등 기후변화 및 변화하는 국제상황에 대응하기 위한 연구내용이 다뤄졌다. 이 시기 파리에서 열린 UNESCO 제19차 IHP 정부간이사회 (2010년 7월 5~9일)에서 이순탁 교수가 2년 임기로 의장에 선출, 이후 전임의장으로 2년간 부의장으로 봉직하였다. 또한, 우리나라가 2002년 최초로 임기 4년의 이사국(이사국 수 36개국)으로 선임되는 등 우리나라 국제수문학프로그램의 국제적 위상이 높아졌다. 연구내용 상으로는 기존 단계에서 다루지 못했지만 새롭게 대두되는 물문제 및 교육에 대한 내용, 즉 기후변화와 대규모 지하수 의존, 생태수문학적 평가, 염수의 이용 및 지하수의 재이용, 인터넷 물 교육 홍보 등이 연구되었다.

성숙기를 지나, 선도기의 시작이 될 9단계는 2022년부터 2029년까지 8년 동안 수행될 예정이다. 9단

계의 아젠다는 ‘변화하는 환경에서의 물 안보 세계를 위한 과학’으로, 학문/연구적 성격을 가졌던 기존 1~8단계의 사업들과는 상이하게 실질적 국제 상호협력을 위한 국제교류 위주의 사업으로 구성될 예정이다. 또한 국내에서는 환경부로의 물관리 일원화가 완성기에 진입함에 따라, 세부 주제별로 다양한 학회 및 기관이 참여할 수 있다. 9단계에 대한 보다 상세한 내용은 1.2절에서 살펴본다.

표 1.1 UNESCO-IHP 사업 연혁 및 사업 주제

단계	사업 주제
1단계 (1975 ~ 1980)	<ul style="list-style-type: none"> • 시험유역조사, 세계 물 균형, 지구의 수자원 문제 해결
2단계 (1981 ~ 1983)	<ul style="list-style-type: none"> • 수문 및 수자원의 실용적인 측면을 포함하기 위한 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 수문학적 과정에 대한 이해 향상 - 수자원 평가 및 개발, 관리 능력 향상 - 사회·경제적 발전을 위한 합리적인 수자원관리에 대한 중요성 인식
3단계 (1984 ~ 1989)	<ul style="list-style-type: none"> • 경제 및 사회발전을 위한 합리적인 수자원관리를 위한 수문학적 및 과학적 기초 <ul style="list-style-type: none"> - 과학적인 학문으로의 수문학의 역할 - 환경관리의 분야에서 인간의 개입으로 인한 자연적인 과정에서 미래와의 상호작용
4단계 (1990 ~ 1995)	<ul style="list-style-type: none"> • 환경적인 변화에서의 수문·수자원의 지속가능한 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 환경변화에 따른 수문학적 조사 연구 - 지속적인 개발을 위한 수자원계획 및 관리 - 교육, 훈련, 기술 전파 및 대중홍보
5단계 (1996 ~ 2001)	<ul style="list-style-type: none"> • 취약한 환경에서의 수문·수자원 지속가능한 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 환경과 사회적 영향 - 토양 및 물의 결합 - 상호경쟁적인 사용과 사용자 간의 물의 분배 - 효율적인 일의 수행
6단계 (2002 ~ 2007)	<ul style="list-style-type: none"> • 물의 상호작용 : 위험과 사회적 문제의 시스템 <ul style="list-style-type: none"> - 지구환경의 변화와 수자원 - 통합유역 및 대수층 - 지역특성에 따른 수자원 - 물과 사회 - 물 관련 교육과 훈련
7단계 (2008 ~ 2013)	<ul style="list-style-type: none"> • 물 의존 : 압박과 사회적 대응에 대한 시스템 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 기후변화, 유역과 대수층 - 거버넌스, 사회경제학 - 생태수문학과 환경지속성 - 수질, 건강과 식품안전
8단계 (2014 ~ 2021)	<ul style="list-style-type: none"> • 물 안보 강화 : 지역, 국가 및 국제적 난제에 대한 대응 <ul style="list-style-type: none"> - 물 관련 재해 및 수문학적 변화 - 환경변화로 인한 지하수의 중요성 - 물 부족과 수질 문제 - 미래의 물과 인간 활동 - 지속가능한 생태수문과 공학의 조화 - 미래의 물과 인간의 활동

9단계 (2022~2029)	<ul style="list-style-type: none"> • 변화하는 환경에서의 물 안보 세계를 위한 과학 <ul style="list-style-type: none"> - 과학적 연구 및 혁신 - 지속가능성을 고려한 4차 산업혁명에서의 물 교육 - 데이터-지식 격차 해소 - 기후변화에 따른 통합수자원관리 - 완화, 적응, 회복탄력성을 위한 과학 기반 물 거버넌스
--------------------	--

1975년부터 진행된 1단계 사업은 IHP 국내 위원회가 기존에 운영해오던 한강 경안천 및 금강 무심천 대표 시험유역에 추가로 낙동강 유역의 신천 대표유역을 설정하여 유역의 정밀계측 및 수문분석 방법의 표준화 사업을 추진하였다. 2, 3단계 사업에서는, 기존 대표시험유역의 규모가 너무 작다고 판단하여 신규로 한강의 평창강, 금강의 보청천, 낙동강의 위천 상류부에 중규모 크기의 자연하천 유역을 대표유역으로 선정하여 정밀계측을 실시하였다. 또한 수집된 수문자료의 분석 방안에 대한 연구조사를 시행하였으며(표 1.2 참고), 이 단계까지 국내 IHP 사업의 도입기라고 할 수 있다.

표 1.2 국내 IHP 도입기(1단계, 1975년 ~ 3단계, 1989년)

1단계 (1975 ~1980)	시험유역조사, 세계 물 균형, 지구의 수자원 문제 해결
연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 주요 수문자료의 수집분석 및 기초 해석 보완 • 시험유역의 조사 분석 • 제2단계 사업 실시계획 조사
대표시험유역	경안천, 무심천, 신천, 반월유역
연구 성과	<ul style="list-style-type: none"> • 유역의 수문자료 정밀계측 및 수문분석방법의 표준화 사업 추진 • 도시개발이 유역에 미치는 수문학적 영향을 구명하는 연구 시도 • 물수지 계산방법 및 극대 홍수량 산정 방법 개발 • 수문관측업무규정 제정(건설부훈령 제454호, 1979. 9. 18) • 건설부(1975~1980), 국제수문개발계획(IHP) 대표시험유역연구조사보고서(경안천, 무심천, 신천)
2단계 (1981 ~ 1983)	수문 및 수자원의 실용적인 측면을 포함하기 위한 연구
연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 반월 시험유역의 정밀 특성 분석 • 지표수 유출 특성 분석 및 토사 유출량의 측정 및 분석 • 수문자료의 수집 및 기초수문분석 • 유역의 도시화에 따른 제 수문량의 변화에 대한 연구 • 수문순환과정 및 유출해석 방법의 표준화 • 물수지 및 제 수문계수 결정을 위한 기초조사 분석
대표시험유역	평창강, 보청천, 위천, 반월유역
연구 성과	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 하천 유역특성에 맞는 유출해석방법 및 유출량산정공식 개발 및 단위도 검증 • 체계적인 수문자료 수집을 통한 국내 고유 수문자료 획득 • 도시화에 따른 제 수문량 조사 • 건설부(1981~1983), 국제수문개발계획(IHP) 대표시험유역연구조사보고서(반월유역, 평창강, 보청천, 위천)

3단계 (1984 ~ 1989)	경제 및 사회발전을 위한 합리적인 수자원관리를 위한 수문학적 및 과학적 기초
연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> 관측자료 분석 및 기초 수문분석 보완 수문순환과정 및 유출 해석 방법의 표준화 유출량, 홍수량 산정 방법 및 유출 Simulation 모델의 표준화 수문량 산정식의 모형화 확률수문량 해석 방법, 강우 및 물수지 분석 방법의 표준화 유출해석 및 홍수 유출량 산정 방법의 표준화 저수유출량 특성의 조사 분석 IHP 대표유역의 주요 수문자료의 종합정리 IHP 4단계 사업계획안 제시
대표시험유역	평창강, 보청천, 위천, 반월유역
연구 성과	<ul style="list-style-type: none"> 홍수량 산정공식(IHP 공식) 개발 및 표준화 홍수량 추정 MONOGRAM 작성 합성단위유량도에 모형에 대한 개발 수집된 수문자료를 통해 강우-유출 모형을 분석하기 위한 모형 선정 유철상 등(1989), 해석적 확산모형을 이용한 하도홍수추적, 한국수자원학회 논문집 건설부(1984~1989), 국제수문개발계획(IHP) 대표시험유역연구조사보고서(평창강, 보청천, 위천)

4, 5단계 사업은 국내 IHP 사업이 발전하기 시작한 시기로 4단계 사업은 1990년부터 1995년, 5단계 사업은 1996년부터 2001년까지 진행되었으며, 2001년에는 IHP 이사회 이사국으로 처음 진출했다. 4단계 사업부터는 그 전과 달리 환경변화에 따른 수문학적 조사 연구가 시작되어 기후변화와 관련한 연구가 진행되었다. 또한 지속적인 국토개발을 위한 수자원 계획 및 관리, 수공 관련 교육훈련과 수공기술을 전파 하고 대중에게 홍보하는 사업을 수행하였다. 5단계 사업에서는 범지구적으로 수문학과 기후의 관계, 생태 수문학적 변화 등을 중점으로 기후변화에 따른 수자원 평가 및 관리정책, 토지의 침식과정, 환경과 생태를 고려한 저수지 조작 및 설계 연구가 진행되었다. 또한 지하수 오염 및 수질 문제에 관한 연구와 이상 홍수나 이상가뭄과 같은 극한 재해가 발생하였을 때 수자원을 관리하기 위한 전략을 수립하는 등의 연구를 수행하였다(표 1.3 참고).

표 1.3 국내 IHP 발전기(4단계, 1990년 ~ 5단계, 2001년)

4단계 (1990 ~1995)	환경적인 변화에서의 수문·수자원의 지속가능한 개발
연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> 이상 홍수에 대응을 위한 하천 시스템에서의 홍수파 해석 모형 연구 수자원 개발의 환경영향평가 방법에 대한 연구 이상 강우에 의한 하천 유출변화 특성에 관한 연구 대규모 지하수 개발에 의한 물 환경 변화에 관한 연구 하천 수질 변동의 예측을 위한 추계학적 수질해석 모형의 개발 토지이용 변화에 따른 수질 특성 변화 및 하상변동 예측기법 연구 인공호수에서의 부영양화 방지대책 연구 제방의 파괴 또는 월류로 인한 홍수 범람 모형에 관한 연구

	<ul style="list-style-type: none"> • 하천 수질 관측망의 최적 설계 · River Catalogue • 인공 호수에서의 수질관리 대책에 관한 조사 연구
대표 시험유역	평창강, 보청천, 위천
연구 성과	<ul style="list-style-type: none"> • 남선우 등(1990), 산지유역의 초과우량 추정모형, 한국수자원학회논문집 • 윤용남 등(1991), 미계측 중소유역의 월 유출량 산정을 위한 다중회귀 모형 연구, 한국수자원학회논문집 • 우효섭 등(1991), 청미천에서의 하천유사 측정 및 분석 II - 유사의 광물특성 및 오염도-, 한국수자원학회논문집 • 윤태훈(1992), SCS 곡선번호에 의한 유출고 및 첨두유량의 산정과 곡선번호의 시변성, 한국수자원학회논문집 • 우효섭 등(1993), 하천유사량 산정기법의 개발 -'93 IHP 연구, 한국수자원학회 학회지 • 전시영(1994), 국내기존 합성단위유량도 비교분석, 한국수자원학회논문집 • 한건연 등(1995), 하천 수질 변동의 예측을 위한 추계학적 수질해석 모형의 개발, 한국수자원학회논문집 • 성기원 등(1995), 규모문제를 고려한 수문 응답의 해석 : II. 적용 및 분석, 한국수자원학회논문집 • 이정식 등(1997), 중소 하천유역에서 강우-유출관계의 개념적 모형 비교연구 - 위천 유역을 중심으로 -, 한국수자원학회논문집 • 건설부(1990~1993), 국제수문개발계획(IHP) 연구보고서 • 건설교통부(1994~1995), 국제수문개발계획(IHP) 연구보고서
5단계 (1996~2001)	취약한 환경에서의 수문·수자원 지속가능한 개발
연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 도시 환경에서의 지표수 및 지하수 관리 • 가뭄 기간의 수자원관리 및 운영을 위한 위험도 분석과 의사결정기구 • 지하수 수질문제 발견을 위한 감시 방법론 • 범지구적 환경의 변화에 따른 한반도 내 갈수 및 홍수의 발생빈도 변화예측 및 그에 따른 수자원관리 정책 연구 • 엘리뇨/라니냐의 한반도 홍수/가뭄에의 영향 분석 • 수자원 관련 각급 학교의 교육 및 계속 교육에 관한 연구 • 중소하천에서의 돌발홍수특성과 방어 대책에 관한 연구 • 수공 구조물이 하천 생태계에 미치는 영향 분석 • 남방진동지수(SOI)와 우리나라 강수량에 대한 Mutual Information System 알고리즘 개발
대표 시험유역	평창강, 보청천, 위천
연구 성과	<ul style="list-style-type: none"> • 비상시 및 갈등상태에서의 수자원관리를 위한 도시 수자원 통합관리방안 마련 • 환경변화에 따른 지하수자원 보호방법 제시 • 우리나라 수문, 수자원에 관한 각종 계획 수립 반영 및 실무 적용방안 제시 • 민병형 등(1996), 강우의 시간 분포모형 산정에 의한 강우-유출 해석, 한국수자원학회논문집 • 안상진 등(1997), 수위변화에 따른 교각주위에서의 세굴현상연구, 한국

	<p>수자원학회논문집</p> <ul style="list-style-type: none"> • 고영찬 등(1998), 이목정 소유역의 하천차수를 고려한 프랙탈 차원의 산정, 한국수자원학회논문집 • 김상현 등(1999), 공간적 포화면적의 공간적 연결을 고려한 TOPMODEL의 개선과 적용, 한국수자원학회논문집 • 이동률 등(2000), 강우량과 지하수위를 이용한 지하수 함양특성 분석, 한국수자원학회논문집 • 김성준 등(2000), 격자기반의 토양수분추적에 의한 지하수함양량 추정 기법 개발, 한국수자원학회논문집 • 안상진 등(2000), 신경망 알고리즘을 적용한 유출수문곡선의 예측, 한국수자원학회논문집 • 이정규 등(2000), 홍수예보를 위한 통합저류함수모형의 퍼지제어 II - 이론 및 모형의 수립 -, 한국수자원학회논문집 • 정성원 등(2001), 국내 수문특성에 적합한 합성단위도의 개발, 한국수자원학회논문집 • 임대식 등(2001), 물수지 개념을 이용한 월유출량 산정방법에 관한 연구, 한국수자원학회논문집 • 건설교통부(1996~2001), 국제수문개발계획(IHP) 연구보고서
--	--

국내 IHP 6, 7, 8단계 사업은 2002년 6단계 사업을 시작으로 2021년에 8단계 사업이 마무리 되었다. 이 세 단계의 시기는 국내 IHP 사업의 성숙기로 볼 수 있으며 영남대학교 이순탁 교수가 2010년 2년 임기의 의장으로 선출되었다. 6단계 사업은 지구환경의 변화와 수자원, 통합유역 및 대수층 관리, 그리고 사회 문제와 물의 관계 등에 관한 연구들이 수행되었다. 특히 국내 수자원장기종합계획과 물관리 정책에 기여할 수 있는 연구들을 많이 수행하였다. 7단계 사업은 2008년부터 2013년까지 진행되었으며 기후변화, 극치사상, 물의 이용과 관리방안, 물 분쟁에 대한 해결방안과 같은 연구들이 진행되었다.

표 1.4 국내 IHP 성숙기(6단계, 2002년 ~ 8단계, 2021년)

6단계 (2002~2007)	물의 상호작용 : 위험과 사회적 문제의 시스템
연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 수문 및 수질자료의 전자출판 보급 • 산지유역에서의 수문유출과정 연구 • 인터넷 물 교육 홍보프로그램 개발 • 산지유역에서의 수문유출과정 및 돌발홍수 특성 연구 • 도시화가 자연하천 및 하수처리 수질에 미치는 영향 • 우리나라 하천유역에서 물 분쟁 요인 및 해결 방안 • 지구온난화에 따른 미래 이·치수 안전도 평가에 관한 연구 • 미래토지이용 및 기후변화에 따른 하천유역의 유출특성 분석 • 참여와 협력에 의한 하천관리를 위한 유역관리 매뉴얼 작성에 관한 연구 • 유역권에서 하천과 문화/문명과의 관계 • 국제하천관리 사례 조사 및 남북 공유하천 관리 전략 개발 • 수자원 교육훈련 강화를 위한 가상교육 시스템 구축 방안
대표 시험유역	평창강, 보청천, 위천
연구 성과	<ul style="list-style-type: none"> • 수문·수질자료의 전자출판 보급으로 인한 IHP 사업성과 홍보효과 증대

	<ul style="list-style-type: none"> • 수요관리계획의 추진방안 연구를 통해 2001년과 2006년 수자원 장기 종합계획에 제시된 수요 관리량에 대한 평가 및 제시 • 토지이용변화에 따른 유출저감시설 증대 및 종합적인 대책수립 제안 • 물관리 정책의 노력을 극대화하기 위한 유역관리 매뉴얼 개발 • 국내 미래 수자원 개발방향 제시 • 김진훈 등(2002), TOPMODEL의 토양수분 변동성 모의에 관한 연구, 한국수자원학회논문집 • 허창환 등(2002), 하천유역에서 GIS를 이용한 GIUH 모형의 해석, 한국수자원학회논문집 • 안상진 등(2005), ModClark 모형을 이용한 유출 해석, 한국수자원학회 논문집 • 장석환 등(2005), 위험도를 고려한 최소비용 도시우수관망 설계의 최적화 모형개발 I : 모형의 개발과 시험유역의 적용, 한국수자원학회논문집 • 박상덕(2003), 자연하천의 무차원 유황곡선, 한국수자원학회논문집 • 건설교통부(2002~2007), 국제수문개발계획(IHP) 연구보고서
7단계 (2008~2013)	물 의존 : 압박과 사회적 대응에 대한 시스템 분석
연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 지역특성에 따른 기후변화가 증발에 미치는 영향분석 • 수생환경에서의 역학변화 연구 • 기후변화와 관련된 대규모 지하수 의존상황 연구 • 효율적 통합수자원관리를 위한 재원확보- 수자원 공유와 분쟁 연구 • 물 분쟁 해결을 위한 거버넌스 구축과 이해관계자 참여 및 인적자원 개발 방안 연구 • 오염물질을 배출하는 수자원의 보전 방안 수립
대표시험유역	청미천, 대동천
연구 성과	<ul style="list-style-type: none"> • 지운 등(2009), 청미천 구하도 복원설계를 위한 하도형성 유량 산정, 한국수자원학회논문집 • 지운 등(2010), 평형하상 이론을 이용한 청미천 구하도 복원, 대상구간의 안정하도 평가 및 설계, 한국수자원학회논문집 • 전민우 등(2010), IHP 대표유역의 지형학적 특성 비교평가, 충북대학교 건설기술연구소논문집 • APHW(Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources Conference) 국제학술대회 8편 연구 성과 발표 • 백종진 등(2012), 중소규모 (WRF-ARW) 기후모형을 이용한 지역유출 모의 평가 : 청미천 지역을 중심으로, 대한토목학회논문집 • 이주현 등(2012), 시험유역 운영을 통한 강우-유출수의 비점오염물질 유출특성 분석, 한국습지학회지 • 최흥식 (2013), 섬강시험유역에서 SWAT-CUP을 이용한 SWAT모형 매개변수 추정, 대한토목학회논문집 • 변규현 등(2013), 에디공분산 방법 기반의 플럭스 타워 순 복사에너지 검증 : 설마천, 청미천 유역, 한국수자원학회논문집 • 김다은 등(2013), 플럭스 타워 관측 자료 및 통합수문모형을 이용한 순 복사량 산정 : 설마천, 청미천 유역을 대상으로, 한국수자원학회논문집

8단계 사업은 “물 안보 강화” 라는 큰 주제 아래 ‘물 관련 재해 및 수문학적 변화’, ‘환경변화로 인한 지하수의 중요성’, ‘물 부족과 수질평가’, ‘미래의 물과 인간활동’, ‘지속가능한 생태수문과 공학의 조화’, ‘물 안보를 위한 교육’ 등의 주제로 2014년부터 2021년까지 8년간 연구가 진행되었다. 8단계 사업은 30개의 의제가 제시되었으며 이에 대한 국내 연구과제는 총 16건이 수행되었다. IHP 8단계 사업의 세부 연구주제는 표 1.5에 제시하였으며, 8단계 사업의 자세한 내용은 2장에 수록하였다.

표 1.5 UNESCO-IHP 8단계 사업 주제

8단계 (2014~2021)	물 안보 강화 : 지역, 국가 및 국제적 난제에 대한 대응
I. 물 관련 재해 및 수문학적 변화	I-1 세계적인 변화의 적응에 관한 위험관리
	I-2 인간과 자연의 결합된 프로세스 이해
	I-3 지역 및 세계적인 지구 관측시스템을 통한 혜택
	I-4 불확실성 해결 및 의사소통 향상
	I-5 극한적인 수문 사상에 대한 수문학적, 과학적 근거 개선
II. 환경변화로 인한 지하수의 중요성	II-1 지속가능한 지하수 관리 강화
	II-2 대수층의 함양 관리를 위한 전략 수립
	II-3 대수층에서 기후변화 영향의 적응
	II-4 지하수 수질 보호의 장려
	II-5 국경지역 대수층의 관리 증대
III. 물 부족과 수질 평가	III-1 수자원의 효율적인 사용, 할당, 관리, 계획, 관리 방식을 개선
	III-2 현재 물 부족에 대처하고 바람직한 수자원관리 계획전략 수립
	III-3 수자원 기관들 간의 갈등 해결을 위한 도구 개발 촉진
	III-4 IWRM 프레임워크 내에서 수질 및 오염 문제를 해결 - 법, 정책, 제도, 인간의 능력을 향상
	III-5 상수도의 안전을 위한 혁신적인 기술 개발 및 수자원 오염 관리
IV. 미래의 물과 인간 활동	IV-1 혁신적인 전략 및 기술
	IV-2 통합 관리 방법에 대한 시스템 변경
	IV-3 도시 물관리 통합을 위한 기관과 리더십
	IV-4 개발도상국의 신생 도시화의 기회
	IV-5 농촌 정착의 통합 개발
V. 지속 가능한 생태수문과 공학의 조화	V-1 유역의 수문학적 특성 - 잠재적인 위협을 식별 및 지속가능 개발을 위한 기회
	V-2 생태계 가능성 향상을 위한 유역 생태 구조 형성 : 생물의 생산성과 다양성
	V-3 생태 수문학계의 해결책과 물, 생태계 회복과 생태계 서비스의 향상을 위한 생태공학
	V-4 도시 생태수문학 - 잠재적으로 삶의 건강과 질적 향상을 위한 도시경관에서의 우수의 정확 및 유지관리
	V-5 해안 연결 및 생태계 기능을 유지하고 회복하기 위한 생태수문학의 규정
VI. 물 안보를 위한 교육	VI-1 물 부분에서 제3차 물 교육 및 전문 능력 향상
	VI-2 물 교육자의 직업 교육 및 훈련 접근
	VI-3 어린이와 청소년을 위한 물 교육
	VI-4 비공식 물 교육을 통한 물 문제의 인식 증진
	VI-5 국가 간 물 협력을 위한 교육

1.2 UNESCO-IHP 9단계 개요 및 특이점

UNESCO-IHP에서 제시한 IHP 9단계 사업계획은 다음과 같다.

- 사업 기간 : 2022년~2029년 (8개년 사업, 2개년씩 총 4차에 걸쳐 수행)
- 단계 아젠다: 변화하는 환경에서의 물 안보 세계를 위한 과학 (Science for a Water Secure World in a Changing Environment)
- 사업 주제

IHP 9단계는 5개 대주제, 34개의 세부주제(의제)를 포함한다(그림 1.1). 5개 대주제는 ‘과학적 연구 및 혁신’, ‘지속가능성을 고려한 4차 산업혁명에서의 물 교육’, ‘데이터-지식 격차 해소’, ‘전 지구적 변화에 따른 통합수자원관리’, ‘완화, 적응, 회복탄력성을 위한 과학 기반 물 거버넌스’이며 주요 내용은 다음과 같다.



그림 1.1 UNESCO-IHP 9단계 대주제 및 세부주제(의제) 현황

1.2.1 과학적 연구 및 혁신

회원국과 이해관계자들의 수자원 공학 및 연구에 관한 지식수준을 향상시키고 관련된 위험을 관리할 수 있도록 역량을 강화하는 것을 목표로 하며, 수재해를 다루는 과학적 지식과 방법론 정교화, 인공지능과 IoT를 이용한 수자원 계획기술 개발 등에 관한 방안을 모색한다.

1.2.2 지속가능성을 고려한 4차 산업혁명시대의 물 교육

회원국들의 공식적, 비공식적, 비형식적인 모든 수준에서의 수자원 관련 교육 방안을 향상시키는 것을 그 목표로 하며, 수자원 관련 교육자료 개발, 교육을 위한 통합 온라인 플랫폼 개발 등의 사업 주제를 모색한다.

1.2.3 데이터-지식 격차 해소

각국의 수자원을 보다 효율적으로 관리하기 위해 과학적 데이터와 지식을 사용하여 상호 간의 격차를 줄이는 것을 목표로, 데이터의 정확한 수집, 분석 및 해석을 위한 학계의 과학적 연구기법 개발, 데이터 수집을 위한 시험유역 설립 등의 사업을 제안한다.

1.2.4 전 지구적 변화에 따른 통합수자원관리

각국이 기후변화라는 전 지구적 난제에 대한 문제를 해결하기 위해 실행하고 있는 수자원 관리방안

을 향상시키는 것을 목표로 한다. 모든 이해관계자가 수자원 관리의 일부가 될 수 있도록 지원하고 수재해 관리를 위한 하천의 이용, 수질오염 예방, 담수계에서 오염원의 이동 등에 대한 연구를 모색한다.

1.2.5 완화, 적응, 회복탄력성을 위한 과학 기반 물 거버넌스

완화, 적응, 회복탄력성을 위한 물 거버넌스를 강화하기 위한 과학을 바탕으로 메커니즘과 정책을 구현하고 실현시키기 위함으로 수자원관리 분야 의사결정자들의 경각심을 높이고 물 관련 정책 강화를 위한 과학기술 기반 가이드라인 개발 등의 방안을 모색한다.

2022년부터 2029년까지 8년 동안 수행 예정인 9단계 사업은, 학문/연구적 성격을 가졌던 기존 1~8단계의 사업들과는 상이하게 실질적 국제 상호협력을 위한 국제교류 위주의 사업으로 구성될 예정이다. 또한 9단계 사업부터는 국내에서 수자원학회가 독자적으로 IHP 사업을 수행하는 것이 아니고, 세부 주제별로 수행기관이 상이할 수 있다(1국 다기관 참여 방식).

UNESCO는 이러한 변화된 방식을 참여국에게 제대로 알리고 효과적인 성과를 이끌어내기 위해 9단계 사업의 세부주제(의제) 구성에서부터 일련의 Open-Ended Working Group 회의를 통해(그림 1.2) 참여국의 적극적인 참여를 유도하였으며, 5개 대주제 내 34개 의제로 구성된 그룹별로 각 참여국의 Lead(선도)/Co-Lead(공동선도)/Contribute(기여) 중 역할을 결정하도록 방식을 변경하였으며, 최종적으로는 9단계 사업 주제와 세부주제의 원활한 추진 및 운영을 위한 총 8개의 주제별 워킹그룹을 구성하였다. 따라서, 본 기획과제를 통하여 9단계 특성에 알맞은 사업계획 수립과 수자원학회가 세부주제를 선점할 수 있도록 전략 수립이 필요하다.

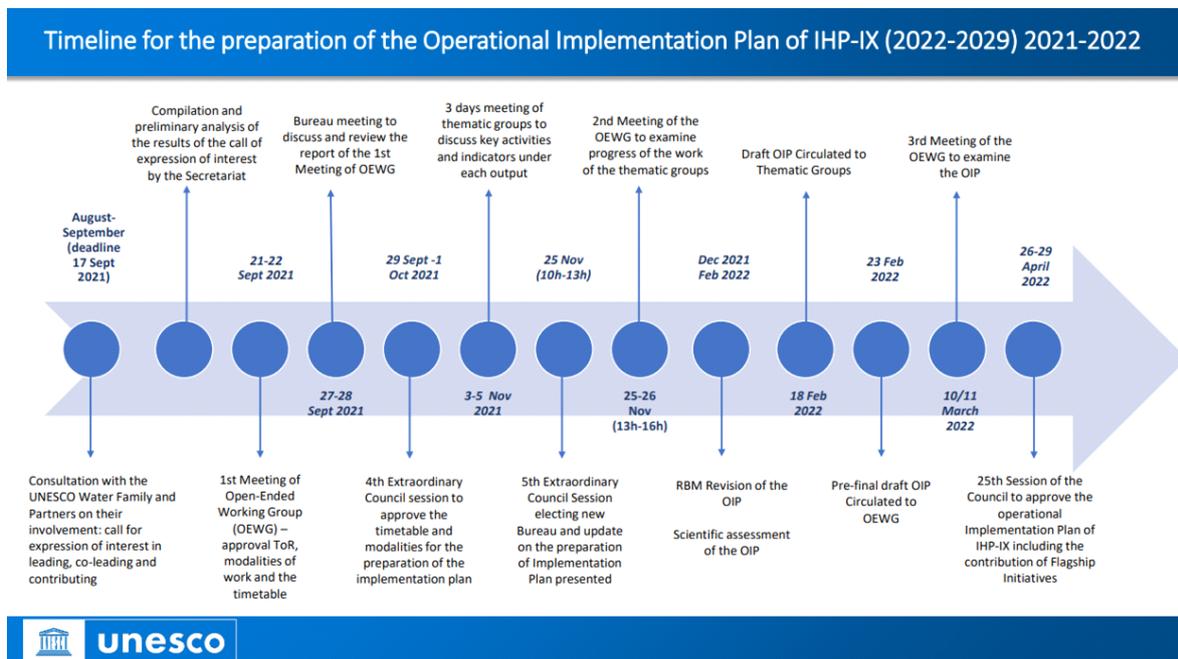


그림 1.2 IHP 9단계 사업 OIP 기획 회의 일정

표 1.9 IHP 8단계와 9단계 비교표

비교 대상	IHP 8단계	IHP 9단계
아젠다	“물 안보 강화: 지역, 국가 및 국제적 난제에 대한 대응”	“변화하는 환경에서의 물 안보 세계를 위한 과학”
주제 개수	6개 대주제 30개 세부주제	5개 대주제 34개 세부주제(의제) (8개 주제 워킹그룹)
세부주제 선정 방식	Top-Down	Bottom-Up
사업 성격	학술/연구적	국제교류 위주 사업
참여 방식	1국 1대표기관	1국 다기관 참여
참여 형태	단순 참여	그룹별 Lead(선도)/Co-Lead(공동선도)/Contribute(기여) 역할 중 택 1
주요 내용 차이	지하수, 수질, 생태수문을 단독으로 다루는 개별 대주제 포함 지속가능성 강조	AI, IoT 등이 세부주제에 포함 4차산업혁명시대 물교육 강조 지속가능성 + 회복탄력성 강조
공통 기초	MDG	SDG6
주요 글로벌 이슈	깨끗한 물과 위생	팬데믹 등 변화하는 세계
수자원학회 위상에 따른 단계	성숙기 마지막 단계	선도기 초기 단계

2. IHP 8단계 연구평가

우리나라는 1965년부터 유네스코의 국제 수문 10개년 계획에 참여해 왔으며, 1975년부터 IHP사업의 1단계부터 8단계까지 연구에 참여하고 있다. 우리나라는 2001년 제31회 유네스코 총회(2001)에서 유네스코 IHP 이사회 이사국으로 활동했으며, 2009년 제35회 유네스코 총회(2009년)부터 지금까지 이사회 이사국을 역임하고 있어 유네스코 IHP에서 중추적인 역할을 하고 있다. 본 장에서는 우리나라에서 2014년부터 2021년까지 수행한 IHP 8단계 사업에 대한 전반적인 평가를 수행하였다.

2012년 6월 4일부터 7일까지 개최된 제20차 UNESCO-IHP 위원회에서 배포된 IHP 8단계 IHP 전략 계획(IHP-VIII, 2014-2021)은 총 30개의 의제로 제시되었으며, ‘물 관련 재해 및 수문학적 변화’, ‘환경변화로 인한 지하수의 중요성’, ‘물 부족과 수질평가’, ‘미래의 물과 인간활동’, ‘지속가능한 생태수문과 공학의 조화’, ‘물 안보를 위한 교육’이라는 연구주제를 제시하였다. 이에 대한 국내 IHP 연구과제는 총 16건이 수행되었고, 1단계(2014년), 2단계(2015년-2017년), 3단계(2018년-2021년)로 총 8년 동안 국내 IHP 8단계 사업이 수행되었다.

IHP 8단계 기간 동안 연구사업에 영향을 줄 수 있는 국내외 환경변화가 있었다. 2019년 COVID-19가 전 세계적으로 창궐하면서 국제협력 연구 및 국내 연구 활동을 위축시켜 현재까지 이어지고 있으며 국내 IHP 8단계 사업 연구성과 도출에 영향을 준 것으로 판단된다. 국내에서는 최근 물관리 일원화로 인하여 모든 물관리가 환경부로 이관되었으며 2021년 국가물관리기본계획이 수립되었다. 이에 2011년 국토교통부 수자원종합계획과 2021년 관계부처 합동 국가물관리기본계획의 정책적인 측면에서 국내 IHP 8단계 사업을 평가하기 위하여 UNESCO-IHP에서 제시한 정책방향과 국내 수자원계획의 정책방향에 대해 비교·분석을 실시하였다. 본 장에서는 먼저 국내 IHP 8단계 연구과제의 IHP 및 국가 물관리 정책방향에 대한 부합성을 평가했고, IHP 8단계(2014~2021) 기간 동안 수행되었던 연구 성과를 정리하였다.

2.1 IHP 정책방향 반영 평가

IHP 8단계 사업은 총 30개의 의제로 제시되었으며, ‘물 관련 재해 및 수문학적 변화’, ‘환경변화로 인한 지하수의 중요성’, ‘물 부족과 수질평가’, ‘미래의 물과 인간활동’, ‘지속가능한 생태수문과 공학의 조화’, ‘물 안보를 위한 교육’이라는 연구주제를 제시하였다. 우리나라 IHP 8단계의 연구성과 중 총 11개의 의제가 UNESCO-IHP 8단계 사업의 내용과 부합하였다. IHP 8단계 주제와는 부합되지 않지만, IHP 연구에 필요한 주제 2개와 IHP 대표시험유역에 대한 3개의 주제를 포함하여 총 16개의 주제를 수행하였다(표 2.1 참고).

표 2.1 UNESCO-IHP 의제에 대한 우리나라 IHP 연구 주제 반영 검토

IHP 8단계 의제	해당 연구주제	해당 연구내용	해당 여부
I-1 세계적인 변화의 적응에 관한 위험관리	기후변화의 적응을 위한 풍수해 위험도 관리	환경 변화에 대한 가뭄 위험도 정량화 (2018-2021)	○
I-5 극한 수문 사상에 대한 수문학적, 과학적 근거 개선	극한 수문사상에 대한 도시 지역 홍수 위험도 산정	홍수 모의에 있어 위험도 분석 방법론을 제시 (2014)	○
	극한수문사상에 대비한 과학적 이해증진과 수리설계 기준 개선	기후변화 시나리오에 근거한 목표연도 기준 홍수량 산정의 필요성에 대한 법적, 제도적, 실무적, 이론적 필요성과 근거 검토 (2015-2017)	○

II-1 지속가능한 지하수 관리 강화	지하수자원 관리에 있어서 지속가능성 제고 방안	지속가능한 지하수자원 관리계획 수립을 위한 가이드라인 제시 (2015-2017)	○
II-3 대수층에서 기후변화 영향의 적응			
III-2 현재 물 부족에 대처하고 바람직한 수자원관리 계획전략 수립	물부족 해결 및 미래 수자원가용성 확보 방안 제시	통합수자원을 고려한 지역 맞춤형 최적 수자원 이용 시나리오를 제시 (2018-2021)	○
III-3 수자원 기관들 간의 갈등 해결을 위한 도구 개발 촉진	통합수자원모니터링을 통한 수자원관리시스템 개선	실시간 모니터링 기반의 통합수자원 의사결정지원 시스템 구축방안 제시 (2015-2017)	○
IV-1 혁신적인 전략 및 기술	유역단위 물관리를 위한 최적 물 배분 매커니즘 연구	수자원-경제 통합 모형의 경제적 분석 및 경제성을 고려한 물 배분 수행 (2015-2017)	○
IV-2 통합 관리 방법에 대한 시스템 변경			
IV-4 개발도상국의 신생 도시화의 기회	개도국 도시개발과 물문제 해결방안	기후변화 시나리오 기반 개도국 홍수유출량 및 하천 흐름 분석 (2018-2021)	○
V-1 유역의 수문학적 특성-잠재적인 위협을 식별 및 지속가능 개발을 위한 기회	지속가능 개발을 위한 생태수문학적 위험요소 규명	위험요인의 저감대책 수립 (2014)	○
	지속가능한 개발계획 수립을 위한 잠재적 위협 및 기회 요인 규명	기후변화를 고려하기 위한 하천기본계획의 수립 절차 제시 (2015-2017)	○
V-4 도시 생태수문학 - 잠재적으로 삶의 건강과 질적 향상을 위한 도시경관에서의 우수의 정화 및 유지관리	지속가능한 도시 생태수문 시스템 구축을 통한 도시물 순환 전략 도출	전통적인 도시홍수 저감 대안과 그린인프라 대안을 시나리오별로 적용한 경제성 평가를 통한 최적대안 도출 (2018-2021)	○
기타-1 IHP 연구	IHP 연구사업의 전략 및 국제화 방안 수립	IHP 8단계 연구사업을 위한 전략 수정 및 보완 (2014)	-
	IHP 연구사업에 대한 전자출판 보급	IHP 8단계 연구에 대한 정보 접근성 개선 (2014)	-
기타-2 IHP 대표시험유역	생태하천 특성 조사를 위한 시험유역(청미천) 운영	생태하천 특성 분석을 위한 자료 수집 및 분석 (2014)	-
	생태하천 특성 조사를 위한 시험유역(대동천) 운영	도시하천 특성 분석을 위한 자료 수집 및 분석 (2014)	-
	IHP 대표시험유역 특성 분석 및 운영 전략	수문자료 수집 및 분석을 통한 체계적인 수문정보 축적 (2018-2021)	- -

2.2 국가 물관리 정책방향(조사 및 연구사업) 반영 평가

국토교통부는 2001년 수자원장기종합계획을 수립한 이후, 5년을 주기로 수정계획을 수립하고 있다. 2011년에는 ‘물이용의 안정성, 형평성 및 효율성 향상’, ‘국가 물 안보(Water Security)의 확보’, ‘홍수재해로부터 안전한 국민생활 보장’, ‘홍수위험 극복 지역사회 기반 구축’, ‘자연형 하천복원 및 관리기술 개발’, ‘수자원 정보화 혁신기술 개발’, ‘통합수자원관리체제구축’이란 주제로 수자원장기종합계획을 수립하였으며, 국내 수자원 정책방향에 대하여 제시하였다. 또한, 2021년에는 관계부처 합동으로 국가물관리기본계획을 수립하여 ‘물환경의 자연성회복’, ‘지속가능한 물이용 체계확립’, ‘물재해 안전체계 구축’, ‘미래인력양성 및 물 정보 선진화’, ‘물기반 시설 관리 효율화’, ‘물산업 육성 및 국제협력 강화’의 6개 주제로 2021년부터 2030년까지의 물관리 정책 방향을 제시하였다.

국내 IHP 8단계(2014~2021) 사업에 수행된 내용과 국내 물관리 정책방향 사이의 부합성을 검토하기 위해 2011년 수립된 수자원장기종합계획(국토교통부)과 2021년 수립된 국가물관리기본계획(관계부처 합동)의 추진 내용을 평가 지표로 활용하였다. IHP 8단계 사업의 기간은 수자원장기종합계획의 7년(2014-2020)과 국가물관리기본계획의 1년(2021)이 겹치기 때문에, 수자원장기종합계획의 틀에서 국가물관리기본계획을 반영하여 국내 IHP 8단계 연구성과의 부합성을 정리하였다(표 2.2 참고). IHP 8단계 연구과제에서 IHP 연구와 대표시험유역에 대한 주제를 제외한 총 11개의 연구주제 모두 수자원장기종합계획과 국가물관리기본계획의 정책 방향에 부합한 것으로 확인되었으며, 전반적으로 국가 물관리 정책방향을 반영한 것으로 확인되었다(표 2.2 참고).

표 2.2 국가 물관리 정책방향에 따른 국내 IHP 8단계 연구성과의 부합성

국가 정책방향 추진 주제*	국가 정책방향 추진 내용	IHP 8단계 연구 성과
1. 물이용 종합계획	(수자원장기종합계획) - 물 부족 대비 신규 수자원의 차질 없는 확보 - 수자원 공급 안정성 강화 및 효율적 활용 - 건전하고 다면적인 물이용 체계 확대 - 기후변화에 따른 극한가뭄 대처능력 제고	- 지하수자원 관리에 있어서 지속가능성 제고 방안 (2015-2017) - 통합수자원모니터링을 통한 수자원관리 시스템 개선 (2015-2017)
	(국가물관리기본계획) - 미래 물부족 대비를 위한 수요관리 강화기반 조성 - 공급시설 효율화 및 수원 다변화를 통한 수자원 확보 - 서로 배려하는 합리적 물 배분 기반 마련 - 국민이 믿고 마시는 수돗물 공급 - 물 복지 사각지대에 있는 취약지역의 물 기본권 보장	- 지속가능한 개발계획 수립을 위한 잠재적 위협 및 기회요인 규명 (2015-2017) - 유역단위 물관리를 위한 최적 물 배분 메커니즘 연구 (2015-2017) - 물부족 해결 및 미래 수자원가용성 확보 방안 제시 (2018-2021)
2. 치수 종합계획	(수자원장기종합계획) - 저류공간 확대 등 유역차원의 대규모 홍수 대처능력 확보 - 하천의 홍수방어능력 증대 및 관리체계 개선 - 도시침수방지 시스템 강화로 돌발홍수에 대비	- 극한 수문사상에 대한 도시지역 홍수 위험도 산정 (2014) - 통합수자원모니터링을 통한 수자원관리 시스템 개선 (2015-2017) - 극한수문사상에 대비한 과학적 이해증진과 수리설계기준 개선 (2015-2017)

	<ul style="list-style-type: none"> - 다목적댐 등 기존시설의 안전도 확보 - 미래지향적 첨단 홍수예경보시스템 구축 <p>(국가물관리기본계획)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 가뭄관리체계 선진화 및 극한가뭄 대응 체계 구축 - 기반시설 홍수안전 강화 및 예방 투자 확대 - 기후변화에 따른 극한 홍수 대응체계 구축 - 홍수 예보체계 고도화 - 도시 침수 관리체계 강화 	<ul style="list-style-type: none"> - 기후변화의 적응을 위한 풍수해 위험도 관리 (2018-2021)
<p>3. 하천환경 종합계획</p>	<p>(수자원장기종합계획)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 하천환경 평가체계 구축·활용 - 4대강 사업 등 하천정비사업을 통해 하천환경 개선 - 4대강 사업의 성과를 체계적으로 유지·확산 - 지역과 함께하는 하천관리 체계 구축 - 기후변화 대응능력 강화 - 하천환경 개선을 위한 제도적 기반 구축 <p>(국가물관리기본계획)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 오염원 관리 강화를 통한 목표수질 달성 - 안전하고 깨끗한 상수원 확보 및 지하수 보전관리 - 하천유역의 자연성 회복 및 수생태계 건강성 확보 - 수변공간 관리체계의 정비 및 강 문화 활성화 - 물환경 관리 기준 및 관리체계 개선 	<ul style="list-style-type: none"> - 극한 수문사상에 대한 도시지역 홍수 위험도 산정 (2014) - 지속가능 개발을 위한 유역의 생태수문학적 위험요소 규명 (2014) - 지하수자원 관리에 있어서 지속가능성 제고 방안 (2015-2017) - 통합수자원모니터링을 통한 수자원관리 시스템 개선 (2015-2017) - 지속가능한 개발계획 수립을 위한 잠재적 위협 및 기회요인 규명 (2015-2017) - 지속가능한 개발계획 수립을 위한 잠재적 위협 및 기회요인 규명 (2015-2017) - 기후변화의 적응을 위한 풍수해 위험도 관리 (2018-2021) - 지속가능한 도시 생태수문시스템 구축을 통한 도시물순환 전략 도출 (2018-2021)
<p>4. 수자원 조사·연구 및 기술 개발 계획</p>	<p>(수자원장기종합계획)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 안전한 물의 이용과 접근성 향상 기술 개발 - 개발과 기후변화로 인한 사회·경제적 문제의 해결 기술 개발 - 건강한 수자원 환경 조성 및 관리 기술 개발 - 경제발전 및 해외진출을 위한 생산적 물이용 기술 개발 <p>(국가물관리기본계획)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 물 관련 조사·분석·정보화 관리 체계 지능화 - 세계 최고 수준의 물관리 기술 확보 - 재해예방 위한 선제적 유지관리 체계 	<ul style="list-style-type: none"> - 극한 수문사상에 대한 도시지역 홍수 위험도 산정 (2014) - 생태하천 특성 조사를 위한 시험유역 (청미천) 운영 (2014) - 도시하천 특성 조사를 위한 시험유역 (대동천) 운영 (2014) - 지속가능 개발을 위한 유역의 생태수문학적 위험요소 규명 (2014) - 지하수자원 관리에 있어서 지속가능성 제고 방안 (2015-2017) - 통합수자원모니터링을 통한 수자원관리 시스템 개선 (2015-2017) - 유역단위 물관리를 위한 최적 물 배분 메커니즘 연구 (2015-2017) - 기후변화의 적응을 위한 풍수해 위험

	마린 - 생활안전 관리수준 향상 - 스마트 기술을 통한 유지관리 성능 고도화	도 관리 (2018-2021)
5. 수자원 미래과제 대응전략 수립	(수자원장기종합계획) - 기후변화 대응계획 - 수자원분야 국제협력 전략 - 물산업 해외진출 전략 - 남북 공유하천 관리계획 - 수자원 법령 및 제도정비 방안	- IHP 연구사업의 전략 및 국제화 방안 수립 (2014) - IHP 연구사업에 대한 전자출판 보급 (2014) - 극한 수문사상에 대한 도시지역 홍수 위험도 산정 (2014) - 지속가능한 개발계획 수립을 위한 잠재적 위협 및 기회요인 규명 (2015-2017)
	(국가물관리기본계획) - 물관리 전문인력 양성 및 일자리 창출 - 물 관련 글로벌 선도국가 도약을 통한 국제 위상 제고 - 물산업 육성 생태계 조성 및 활력 제고 - 국내기업 해외 진출 활성화 - 남북 공유하천 관리 및 북한 수자원조사 분석체계 구축	- 지속가능한 개발계획 수립을 위한 잠재적 위협 및 기회요인 규명 (2015-2017) - 기후변화의 적응을 위한 풍수해 위험도 관리 (2018-2021) - 개도국 도시개발과 물문제 해결방안 (2018-2021) - IHP 대표시험유역 특성 분석 및 운영 전략 (2018-2021)

*국가 정책방향 추진 주제는 수자원장기종합계획(2011-2020)의 추진전략을 참고함

2.3 IHP 8단계 연구실적

IHP 사업 실적은 매년 보고서로 발간되어, 8단계 사업기간 동안 총 8건의 보고서가 발간되었다. 이와 더불어, 국내 학술발표대회 논문 8건이 발표되었으며, IHP 회원국과의 교류를 확대하기 위하여 국제 학술발표대회에서 학술 논문 9건의 연구 성과를 발표하였다(표 2.3 참고). 또한, 2015부터 수자원학회에서는 학술발표회의 IHP 특별 세션을 기획하여 각 연차별 IHP 연구 성과를 발표하고 있다.

표 2.3 IHP 8단계 연구실적

연도	보고서 발간	논문 발표	국내 IHP 세션 발표
2014	• 국제수문개발계획(IHP) 8단계 1차년도 보고서	-	-
2015	• 국제수문개발계획(IHP) 8단계 2차년도 보고서	국제학술발표 1편	5편 연구성과 발표
2016	• 국제수문개발계획(IHP) 8단계 3차년도 보고서	국제학술발표 4편, 국내학술발표 6편	6편 연구성과 발표
2017	• 국제수문개발계획(IHP) 8단계 4차년도 보고서	국제학술발표 4편, 국내 1편	6편 연구성과 발표

2018	• 국제수문개발계획(IHP) 5단계 5차년도 보고서	-	6편 연구성과 발표
2019	• 국제수문개발계획(IHP) 8단계 6차년도 보고서	-	5편 연구성과 발표
2020	• 국제수문개발계획(IHP) 8단계 7차년도 보고서	-	5편 연구성과 발표
2021	• 국제수문개발계획(IHP) 8단계 8차년도 보고서	-	5편 연구성과 발표

2.4 IHP 8단계 연구내용

2.4.1 기후변화의 적응을 위한 풍수해 위험도 관리

8단계 연구주제 중 ‘I. 물관련 재해 및 수문학적 변화’의 세부주제인 ‘I-1 세계적인 변화의 적응에 관한 위험관리’를 4년(2018~2021)에 걸쳐 수행하였으며, IPCC가 제안한 재난 위험 체계에 따라 위해성(Hazard), 노출도(Exposure), 취약성(Vulnerability)을 기반으로 가뭄 위험도(Risk)를 정량화하였다. 강수, 온도를 기반으로 한 Standardized Precipitation Evapotranspiration Index(SPEI)를 이용하여 위해성을 나타내었으며, 인구 및 인구 밀도를 기반으로 한 노출도 산정을 목적으로 수행하였다(표 2.4 참고).

표 2.4 기후변화의 적응을 위한 풍수해 위험도 관리

연구기간	구분	요지 및 성과
2018년 ~ 2021년	요지	가뭄은 강수 혹은 가용 수자원 등이 평균적인 수준에 비해 지속적으로 적게 유지되는 현상으로 지속적인 가뭄은 수문 및 기상, 농업, 사회, 경제 등 다양한 분야에 영향을 줌. 가뭄은 홍수, 태풍 등 다른 자연재해와는 달리 느리게 진행하며 발발하기 전까지 잠복성을 지니기 때문에 그 시작을 정의하기가 어렵고 진행속도가 느리므로 시간적, 공간적으로 정확한 판단이 어려움. 가뭄 영향을 받은 지역 내에서의 인구 특성, 기반시설 특성과 같은 사회경제적 조건에 따라 가뭄 영향으로 인한 피해 정도가 달라질 수 있으며 이에 사회경제적 요소를 포함한 가뭄 영향 및 위험도 평가의 중요성 대두. 본 연구에서는 IPCC가 제안한 재난 위험 체계에 따라 위해성(Hazard), 노출도(Exposure), 취약성(Vulnerability)을 기반으로 가뭄 위험도(Risk)를 정량화함. 강수, 온도를 기반으로 한 Standardized Precipitation Evapotranspiration Index(SPEI)를 이용하여 위해성을 나타내었으며, 인구 및 인구 밀도를 기반으로 하여 노출도 산정함.
	성과	본 연구에서는 기존에 개발된 물리적 가뭄지수 SRI와 사회경제적 요소들을 포함시켜 IPCC가 권고하고 UNISDR이 채택한 가뭄 위험도 평가체계에 따라 한반도의 가뭄 위험도를 중권역 단위로 정량화 수행. 5차년도에는 선행 연구 및 관련 이론 검토를 통해 연구방법론을 정립 하였고, 6차년도에는 관측 등의 과거 자료를 기반으로 하여 가뭄 위험도 정량화 체계를 구축하고 방법론을 검증하였고, 7차년도

	와 8차년도에는 2종의 기후 시나리오 (RCP2.6, RCP8.5)와 3종의 사회·경제 시나리오(SSP1, SSP2, SSP3)를 조합한 6개의 미래 시나리오를 각각 근미래(2030-2050)와 먼미래(2080-2099)에 적용함. RCP와 SSP 시나리오 조합에 따라 변화할 수 있는 유출량을 물리기반 지표수문해석모형(WRF-Hydro)을 기반으로 모의하는 등 시나리오에 따른 가뭄 위험도 관련 주요 지표를 기존 연구 및 본 연구의 결과를 활용하여 구축하고 이를 활용하여 가뭄 위험도 산정. 산정된 가뭄 위험도를 각 평가요소인 가뭄 위해성, 가뭄 노출도 그리고 가뭄 취약성과 함께 순위 분석과 기여도 분석을 수행하였고, 이를 기반으로 유역별 시나리오에 따른 가뭄 위험도 전망과 해결 방안을 제시함.
--	---

2.4.2 극한 수문사상에 대한 도시지역 홍수 위험도 산정

8단계 연구주제 중 '1. 물관련 재해 및 수문학적 변화'의 세부주제인 'I-1 극한 수문 사상에 대한 수문학적, 과학적 근거 개선'을 1년(2014)에 걸쳐 수행하였으며, 기후변화에 따른 강우특성 변화의 지역적 변동성을 알아보고 포아송 클러스터 강우생성모형의 도시홍수 모의에 있어 적용성을 평가하는 것을 목적으로 수행하였다(표 2.5 참고).

표 2.5 극한 수문사상에 대한 도시지역 홍수 위험도 산정

연구기간	구분	요지 및 성과
2014년	요지	본 연구에서는 기후변화에 따른 강우특성 변화의 지역적 변동성을 알아보고자 우리나라의 지난 30년간의 강우 관측자료의 각종 통계값의 변화율 분석. 여름철 강우 통계값의 변화율 추세를 Mann-Kendall 테스트를 이용하여 검증한 결과 관측치의 1년 통계값은 전체 관측소의 7.5%(평균), 11.5%(분산), 1.5%(자기상관계수), 2.5%(무강우확률)에 해당하는 관측소에서 시간에 따른 추세가 있는 것으로 분석되었으나, 20년 통계값은 83%(평균), 70%(분산), 61%(자기상관계수), 63%(무강우확률)의 값을 가져, 장기적인 측면에서 볼 때 시간 변화율의 추세가 더욱 뚜렷하게 나타남. 도시유역에서의 홍수 모의에 있어 위험도 분석을 가능케 하는 방법론을 제시하고 그 적용성 및 한계점을 제시함.
	성과	본 연구에서는 우리나라 전역에 위치한 65개 강우관측소의 점강우관측 자료 및 레이더강우자료를 이용하여 강우 통계값의 시간에 따른 변화 추세를 밝히고, 그 변화 추세의 공간적인 경향성 확인. 또한 본 연구는 포아송 클러스터 강우생성모형의 도시홍수에의 적용성을 평가하기 위해 포아송클러스터 기반의 강우생성모형의 일종인 MBLRP 모형으로부터 생성한 가상강우와 5, 10, 20, 50, 100, 200년 빈도 설계강우의 침수면적 비교. 본 연구는 단일 설계 강우사상으로는 산정할 수 없는 침수면적의 불확실성을 산정하기 위하여 MBLRP 모형을 적용하는 경우 발생할 수 있는 편차를 정량화 하였다는 점에서 가장 큰 의미를 찾을 수 있음. 본 연구의 결과는 단일 도시유역에 대한 결과이므로, 좀 더 일반적인 결론을 얻기 위해서는 다양한 지형학적 특성을 갖춘 도시유역에 대한 연구를 수행하여야 할 것으로 사료됨.

2.4.3 극한수문사상에 대비한 과학적 이해증진과 수리설계기준 개선

8단계 연구주제 중 ‘1. 물관련 재해 및 수문학적 변화’의 세부주제인 ‘1-1 극한 수문 사상에 대한 수문학적, 과학적 근거 개선’에 대하여 총 3차년(2015-2017)에 걸쳐 극한수문사상에 대비한 과학적 이해증진과 수리설계기준을 개선을 목표로 연구를 수행하였다(표 2.6 참고).

표 2.6 극한수문사상에 대비한 과학적 이해증진과 수리설계기준 개선

연구기간	구분	요지 및 성과
	요지	본 연구에서는 총 3차년(2차-4차년도)에 걸쳐 극한수문사상에 대비한 과학적 이해증진과 수리설계기준 개선을 목표로 연구를 수행함. 2차년도에서는 극한수문사상을 정의하고 과거 강우자료를 이용하여 시공간적 극한수문사상의 변동성 검토. 3차년도에서는 주요 극한수문사상을 선정하여 지속시간을 기준으로 발생원인별 분석 수행함. 또한 미래 극한수문사상의 변동성 예측을 위한 기초조사로서 RCP에 기반한 미래 대상 시점별 설계강우 등을 산정, 분석하였고, 극한 수문사상을 포함한 강우확률분포형의 매개변수 추정법을 제안하여 실무에서 제외되고 있는 이상치를 포함한 확률강우량을 추정할 수 있는 MDPDE 제안. 4차년도에서는 목표연도 지역별 확률강우량을 산정하고, 지역별 확률강우량의 변동특성을 분석. 또한 목표연도 대상 설계기준 개선의 절차와 방법을 검토하고 목표연도 기준 구조물적 대응과 비구조물적 대응의 분담 가능성 검토. 이상치를 감안한 확률강우분포의 매개변수 추정방법(MDPDE)의 적용성을 검토함.
2015년 ~ 2017년	성과	국내의 모든 관측소에서 일괄적으로 적용하기보다는 극한수문사상으로 분류할 수 있는 이상치를 포함한 관측소에 대해 선택적으로 적용할 필요성 제기. 미래 수문량의 변화를 검토함에 있어 기후변화 시나리오에 근거한 목표연도 기준 홍수량 산정의 필요성에 대한 법적, 제도적, 실무적, 이론적 필요성과 근거 확인. 또한 지역에 따른 편차는 있으나 목표연도 기준의 급격한 설계홍수량(설계강우량)의 증가에 따른 구조물적 대책 및 비구조물적 대책의 대응분담의 필요성을 제기하였으며, 홍수터 복원 등 기존의 대책과 차별되는 새로운 대안 필요. 또한 본 연구는 국제협력과제로서 홍강을 대상유역으로 극한강우의 변동성 추세를 검토하였으며, 베트남 설계기준과 기법 검토. 본 연구에서는 베트남 Thuyloi 대학(베트남 수자원 대학, Water Resources University)와 공동연구 수행. 베트남 Thuyloi 대학에서는 홍강 유역을 대상지역으로 선정하여, 하이 두옹, 남딘, 하이퐁, 타이 빈 지방의 기후 동향을 평가하고 기후 변화가 홍수량의 빈도에 미치는 영향 평가. 베트남의 경우 설계기준 불명확, 임시방편적 구조물 건설 등, 홍수방어 대안의 수립 시 기술적 근거와 기준이 매우 부족한 것을 알 수 있었으며, 많은 구조물적 대책의 유지관리에 어려움이 있는 것으로 나타남. 향후 베트남 측과의 긴밀한 협조와 상호교류를 통해 베트남과 국내 설계기준을 면밀히 검토하여 기후변화로 인한 극한수문사상의 변동성을 반영할 수 있는 설계기준의 개선안 마련에 더욱 집중할 필요가 있을 것으로 사료됨.

2.4.4 지하수자원 관리에 있어서 지속가능성 제고 방안

8단계 연구주제 중 'II 환경변화로 인한 지하수의 중요성'의 세부주제인 'II-1 지속가능한 지하수 관리 강화' 및 'II-3 대수층에서 기후변화 영향의 적응'에 대하여 총 3차년(2015-2017)에 걸쳐 국내 지하수자원 현황 자료를 수집하고 관리 현황을 파악함으로써 지하수자원의 사용량을 파악하였으며 이를 바탕으로 경제성 및 효과의 최적화를 위한 지하수 관리 방안의 우선순위를 평가하여 지속가능한 지하수 자원 관리 계획 수립을 위한 가이드라인을 제시하였다(표 2.7 참고).

표 2.7 지하수자원 관리에 있어서 지속가능성 제고 방안

연구기간	구분	요지 및 성과
2015년 ~ 2017년	요지	<p>본 연구에서는 국내에 적용할 수 있는 지속가능한 지하수자원 관리 계획 수립을 위한 가이드라인 제시를 목적으로 함. 3개년에 걸쳐 연구를 수행하여 2차년도에는 국외의 지속가능한 지하수자원 관리방안 및 현황에 대해서 파악하고, 현재 우리나라에 적용된 사례 등을 검토하여 앞으로 적용할 수 있는 방안 모색. 우리나라의 지하수자원 현황을 파악하기 위해 수자원 현황 자료를 수집하여 각 지역별 지표수자원 관리 현황을 파악하고, 그와 비교하여 지하수자원의 사용량 및 현황을 파악. 3차년도에는 수집된 자료들을 통해 지속가능한 지하수자원 관리 관련 지표, 지수 및 주제도 개발. 미래의 상황에도 유동적으로 바뀔 수 있는 모니터링 개념을 포함한 지표 개발. 수집된 자료, 개발된 지표 등을 활용하여 전국단위 지역별 지하수자원에 대한 주제도를 개발하여 가시화된 성과 도출. 4차년도에는 지역특성에 맞춰 지하수관리 방안을 적용하고, 각 관리 방안의 경제성 및 효과의 최적화를 위해 관리 방안의 우선순위 평가. 최종적으로 지속가능한 지하수자원 관리 계획 수립을 위한 가이드라인을 제시. 우리나라 지하수자원의 현재 상황을 나타내며, 지역적 특성을 고려한 지하수자원 관리 취약성 평가 실시. 취약한 지역을 대상으로 지하수관리 방안을 적용하여 경제성 및 효과의 최적화를 진행하여 관리 방안에 대해서 우선순위를 결정함.</p>
	성과	<p>낙동강 유역을 대상으로 지하수자원 관리 취약성 평가 결과 가장 취약한 지역은 상주시로 나타남. 지하수위를 유지할 수 있는 함양량이 가장 큰 폭으로 하강하고 있으며, 지하수 이용량도 안동에 이어 두 번째로 크게 증가함. 또한 지하수위와 하천수위도 하강하고 있어 지하수자원 관리가 시급한 지역으로 나타남 뒤를 이어 예천군은 지하수위 하강이 급속도로 진행되고, 하천수위 또한 크게 하강하고 있어 2순위로 나타남.</p> <p>2015년 현재 해수 침투 면적은 태안 전체 면적 385.75km² 중 76.89km²로 약 19.93%를 차지하고 있으며, 현재 상태에 대한 태안의 전체적인 해수 침투 면적의 양상은 일반 해안선이 있는 부분보다 소하천이 존재하는 영역에서 해수의 유입으로 더욱 넓은 해수 침투 면적을 보임. 해수면 상승 시나리오인 RCP 4.5와 8.5에 대한 영향보다는 지하수 이용량의 증가에 따른 양수량 증가가 해수 침투 영역에 미치는 영향이 더욱 큰 결과를 보임. 지하수 이용량 규제 또한 위치 및 시간 단계를 더욱 세분화하여 정밀한 규제 방안을 마련한다면 더욱 효과적인 해수 침투 방지 대책 우선순위를 산출할 수 있을 것으로 예상됨</p>

2.4.5 물부족 해결 및 미래 수자원가용성 확보 방안 제시

8단계 연구주제 중 ‘Ⅲ. 물 부족과 수질 평가’의 세부주제인 ‘Ⅲ-2 현재 물 부족에 대처하고 바람직한 수자원관리 계획전략 수립’을 바탕으로 국내 IHP 8단계 연구에서는 ‘물부족 해결 및 미래 수자원가용성 확보 방안 제시’가 4년(2018~2021)에 걸쳐 수행되었다. 미래 수자원 이용 취약 지역을 선정하고, 수자원 관리 방안 선정 및 적용하여 수자원 확보 방안의 국외 지역 적용을 통해 수자원 이용이 취약할 것으로 예상되는 국외 지역의 통합수자원을 고려한 지역 맞춤형 최적 수자원 이용 시나리오를 제시하였다. 또한, 가뭄 및 홍수 등 수재해에 대비하고, 물순환 건전성 확보를 위하여 지하수자원 기반의 물관리를 통해 유역 전반의 수자원 확보 및 물순환 건전성 개선 목적으로 지역 맞춤형 최적 수자원 운영 기술 개발에 대한 연구를 수행하였다(표 2.8 참고).

표 2.8 물부족 해결 및 미래 수자원가용성 확보 방안 제시

연구기간	구분	요지 및 성과
2018년 ~ 2021년	요지	가뭄 및 홍수 등 수재해에 대비하고, 물순환 건전성 확보를 위하여 지하수자원 기반의 물관리를 통해 유역 전반의 수자원 확보 및 물순환 건전성 개선 목적의 지역 맞춤형 최적 수자원 운영 기술 개발 연구 수행. 물 부족이 심화될 것으로 예상되는 국내 연구지역에 대한 가용 수자원 확보 방안 적용 및 적용 효과 검증 연구를 수행하여 국외 연구 지역에 적용 가능한 종합 수자원 대책을 마련하였고, 국외 연구 대상 국가인 Benin의 행정구역(주)에 대하여 가용 수자원 확보 취약성 평가 기법을 적용하여 Benin 내 Atlantique 주를 주요 연구 대상 지역으로 선정. 국내 연구지역을 대상으로 수자원 가용성 확보 방안 수립의 매커니즘에 따라 국내 연구지역을 대상으로 지하수자원 관리를 통한 수자원 확보방안 수립 절차에 따라 MODFLOW 구성 및 해수침투 저감과 물순환 건전성을 확보할 수 있는 수자원관리 방안을 도출함.
	성과	연구 목표는 국외 연구 지역의 지역 특성을 고려한 최적 물 부족 종합 대책 제안. 연구 목표 달성을 위하여 1단계로 미래 수자원 이용 취약 지역을 선정하고, 2단계로 수자원관리 방안 선정 및 적용 연구를 진행하며, 마지막 3단계로 수자원 확보 방안의 국외 지역 적용을 통해 수자원 이용이 취약할 것으로 예상되는 국외 지역의 통합수자원을 고려한 지역 맞춤형 최적 수자원 이용 시나리오 제시. 연구 진행에서 가장 중요한 부분이 현지의 신뢰도 있는 자료의 확보 부분이었으나 기관 간 연구 수행이 아닌 현지의 자료 확보에 도움을 줄 수 있는 인원을 확보하여 자료를 수집하였기 때문에 추후 베냉에 대한 연구를 수행할 때에는 위의 기관과의 교류가 필수적일 것으로 판단. 또한, 본 연구에서 적용한 지하수 관리 방안은 인공 함양관정, 함양지, 지하저류지 등 구조적 방안들을 적용하였는데, 실제로 예산상의 이유로 이번 연구에서 제안한 구조적인 방안들을 적용하기 어렵기 때문에 연구지역의 경우 과도한 지하수 의존에 따라 지하수위의 회복 또는 상승을 위하여 효율적인 지하수 이용이 가능한 규제나 관리 방안의 적용이 더욱 필요한 것으로 판단됨.

2.4.6 통합수자원모니터링을 통한 수자원관리시스템 개선

8단계 연구주제 중 ‘Ⅲ. 물 부족과 수질 평가’의 세부주제인 ‘Ⅲ-3 수자원 기관들 간의 갈등 해결을 위한 도구 개발 촉진’을 바탕으로 국내 IHP 8단계 연구에서는 ‘통합수자원모니터링을 통한 수자원관리시스템 개선’으로 3년(2015~2018)에 걸쳐 수행되었다. 물수지 검토 및 보완을 통한 물수지 예보모형으로 수자원관리에 유연하게 대처할 수 있는 의사결정지원시스템 구축방안을 마련하기 위해 통합수자원모니터링을 위한 수자원관리시스템 개선 방안을 제시하였다(표 2.9 참고).

표 2.9 통합수자원모니터링을 통한 수자원관리시스템 개선

연구기간	구분	요지 및 성과
2015년 ~ 2017년	요지	최근 지속적인 물수요의 증가와 정보통신기술의 발전에 따라 안정적인 물공급을 위하여 ICT 기술을 활용한 통합수자원관리의 필요성이 증가하고 있으며, 수자원의 다양한 환경의 변화와 사회적인 변동성에 대한 불확실성을 대응하기 위하여 현실적인 수자원관리시스템의 개선에 대한 요구 증대. 이러한 변화에 대응하기 위해 수자원 모니터링을 통한 물수지 평가 및 수요공급량을 예측할 수 있는 물수지 예보모형의 중요한 요소로 물수지의 변동성을 실시간이고 과학적으로 예측하는 것이 중요. 또한 최신의 ICT 기술을 활용하여 의사결정지원을 할 수 있는 방안에 대한 연구 대두. 이러한 연구를 위해 통합수자원관리를 위해 물수지평가를 위한 용수구분 요소별 모니터링 방안을 제시하고 미공급 지역에 대한 통합모니터링 방안을 제시하였으며, 물수지 예보에 대한 인자를 도출하여 실시간 모니터링을 기반으로 하는 물수지 예보모형을 수립하여 통합수자원모니터링과 물수지를 결합한 최적 방안 제시. 마지막으로 이러한 방안을 수자원관리에 유연하게 대처할 수 있는 실시간 모니터링 기반의 통합수자원 의사결정지원 시스템 구축방안 제시. 본 연구를 통해 ICT 기술과 센서기술을 활용한 실시간 모니터링 기반으로 효율적이고 안정적인 통합수자원 의사결정지원 및 수자원관리의 실행방안으로 활용될 것으로 기대됨.
	성과	2015년도에서는 물수지 평가를 위한 통합수자원 모니터링 방안으로 용수 구분별로 수요량 추정에 많은 가정이 이용된다는 점을 개선하여 정보통신분야의 센서기술과 USN 기술을 활용하여 시스템 미공급 지역에서의 수요량 모니터링 방안 제시. 2016년도에서는 기존의 물수지 산정방법의 한계점을 개선하여 통합수자원관리 기반의 수자원 확보를 위한 방안으로 실시간 용수 모니터링 기술을 적용한 개선된 물수지 모형을 통해 하천의 형상 및 하천의 수문학적 특성을 반영할 수 있도록 하여 실시간 물부족 산정에 대한 가능성 확인. 2017년도에서는 물수지평가 기법을 조사·분석함으로써 우리나라 현실에 적합한 지역별, 계절별, 섹터(생·공·농·하천유지), 시간별 물수지 평가를 위한 통합수자원모니터링기법을 제시하고, 통합수자원모니터링을 활용한 수자원관리의 개선방안을 제시. 최종적으로는 물수지 검토 및 보완을 통한 물수지 예보모형으로 수자원관리에 유연하게 대처할 수 있는 의사결정지원시스템 구축방안을 마련하기위해 통합수자원모니터링을 위한 수자원관리시스템 개선 방안을 제시함.

2.4.7 유역단위 물관리를 위한 최적 물 배분 메커니즘 연구

8단계 연구주제 중 ‘IV. 미래의 물과 인간 활동’의 세부주제인 ‘IV-1 혁신적인 전략 및 기술’ 및 ‘IV-2 통합 관리 방법에 대한 시스템 변경’을 바탕으로 국내 IHP 8단계 연구에서는 ‘한반도의 극치사상 및 특성 분석’을 3년(2015~2017)에 걸쳐 수행하였다. 수자원-경제 통합 모형의 경제적 분석 및 경제성을 고려한 물 배분을 수행하기 위해, 각 수요지로 공급되는 용수에 대한 정량적 가치평가 방법을 조사 및 분석하여 본 개발 모형에 적용하기 위한 국내 용수의 경제적 가치를 산정하였다(표 2.10 참고).

표 2.10 유역단위 물관리를 위한 최적 물 배분 메커니즘 연구

연구기간	구분	요지 및 성과
2015년 ~ 2017년	요지	최적화된 물 공급 계획이란 다양한 이해관계와 사회-경제-환경적 요구사항을 충족시킬 수 있는 합리적인 수자원의 배분 및 활용 방안을 의미. 현재 전 세계적으로 기후변화에 의해 물 부족현상이 심화되고 있으며, 최근 수자원 개발에 따른 환경영향 등 부정적 인식 등을 고려하여 최근의 수자원 공급 계획은 수요 관리 및 물이용 효율을 높이는 방향으로 변화하고 있는 추세. 본 연구에서는 물이용 효율을 높이고, 물 부족에 따른 분쟁을 해소하기 위해 기존 물 배분 모형을 개선한 최적 물 배분 모형을 개발하여, 유역단위의 수자원계획 수립 지원. 본 연구에서는 수자원의 용도에 따른 경제적 가치를 산정하였으며, 개선된 물 배분 알고리즘과 함께 이를 확장된 국내 유역에 적용함으로써 수자원의 공급 안정성과 경제적 편익 극대화에 따른 물 배분 효과를 비교, 분석 수행. 또한, 용수 배분에 따른 다양한 이해관계자의 용수 공급 이해도를 돕고, 수자원 계획의 참여를 고취시키고자 물 공급 네트워크의 단순화 및 객체지향분석 기능 등을 도입하여 개발모형의 시각적 효과 개선. 개발모형은 향후 다양한 공급 환경 변화에 따른 물 배분 시, 개선된 물 배분 알고리즘 및 시각적 분석을 통해 효율적이고 합리적인 물 배분 전략 구축을 위한 정책결정지원 도구로서 활용될 것으로 기대됨
	성과	본 연구에서는 다년도에 걸쳐, 다양한 수자원계획 수립 의사결정도구를 조사 및 분석하였으며, 수자원-경제 통합 모형의 경제적 분석 및 경제성을 고려한 물 배분을 수행하기 위해, 각 수요지로 공급되는 용수에 대한 정량적 가치평가 방법을 조사하여 본 개발 모형에 적용하기 위한 국내 용수의 경제적 가치 산정. 또한, 용수 미공급에 따른 페널티(Penalty), 즉 경제적 손실을 함께 고려하였으며, 이를 적용할 경우, 개발 모형은 동일한 공급안정성을 보이더라도 발생된 경제적 편익 및 손실에 의해 서로 다른 용수 공급 방안 제시. 수자원의 경제적 가치 산정 결과는 최종적으로 본 연구에서 개발하고자 하는 최적 물 배분 모형에 반영함으로써 개발 모형이 국내 물 공급 과정을 모의함에 있어 수자원이 보유하고 있는 경제적인 가치 반영. 본 연구에서 개발한 최적 물 배분 모형(WAMM)으로 인한 최적 물 배분 수행 과정은 데이터베이스 구성, 구축된 네트워크 요소의 검토, 구체적인 물 배분 알고리즘과 목표 설정 및 수행, 물 배분을 포함한 결과 분석 수행 등 총 네 단계의 절차를 통해 이루어짐. 본 연구의 분석 결과 농업용수를 감소함으로써 기존에 발생하였던 생·공 용수의 물 부족이 모두 해소됨. 생·공 용수로부터 증가된 경제적 편익과 농업용수로부터 감소된 경제적 편익을 모두 고려할 경우, 최적 물 배분 시 기존의 공급 결과에 비해 향상된 경제적 효과를 갖는 것으로 나타남.

2.4.8 개도국 도시개발과 물문제 해결방안

8단계 연구주제 중 ‘IV. 미래의 물과 인간 활동’의 세부주제인 ‘IV-4 개발도상국의 신생 도시화의 기회’를 바탕으로 국내 IHP 8단계 연구에서는 ‘개도국 도시개발과 물문제 해결방안’을 4년(2018~2021)에 걸쳐 수행하였다. 캄보디아 수자원 및 수재해 현황분석 및 유역개발에 따른 대응전략 수립을 목적으로 GCM의 일 단위 강수를 RRI 모델의 입력자료로 연 최대 홍수 유출량 및 하천의 흐름 해석 능력을 분석하였다 (표 2.11 참고).

표 2.11 개도국 도시개발과 물문제 해결방안

연구기간	구분	요지 및 성과
	요지	본 연구는 캄보디아 수자원 및 수재해 현황분석 및 유역개발에 따른 대응전략 수립을 목적으로 5차년에서 8차년까지 총 4차년도에 걸쳐 진행. 7차년도 (2020)에는 메콩강 기후변화 시나리오에 따른 캄보디아 톤레삽 지역 수자원 변동성 분석을 수행하고, 기후변화가 톤레삽 지역의 수재해에 미치는 영향을 분석하였으며, 글로벌 수문정보를 활용한 캄보디아 수문해석을 위해 수문해석기법 정립. 대상지역의 기후변화시나리오 기반의 수리·수문 분석을 위해 편의 보정 과정을 거쳐 기후변화시나리오를 구축하고 물리적 모형과 인공신경망 모형을 이용하여 메콩강 하류 캄보디아 Kratie 지점에서의 유출분석을 수행하고 유출변화 및 유황변화 분석. 이후 Kratie 지점의 미래 유출변화 예측결과를 이용하여 캄보디아 Tonle Sap 유역의 홍수범람변화 모의함.
2018년 ~ 2021년	성과	본 연구에 사용된 모든 GCM의 일 단위 강수는 RRI 모델의 입력자료로 연 최대 홍수 유출량 및 하천의 흐름 해석 능력 분석을 위해 사용됨. 6월부터 11월까지의 홍수 시즌 동안 CMIP5는 평균적으로 하천 유출량을 과소평가했고, 특히 오차 범위(즉, 평균 ± 표준 편차)에도 불구하고 관측 유출량(특히 7월과 8월)은 CMIP5의 오차 막대 범위를 벗어남. 그러나 평균 결과는 10~12월의 낮은 홍수 기간에 관측 값에 가까워지는 결과 보임. CMIP6의 전반적인 성능은 CMIP5에 비해 홍수 시즌에 향상되었으며, 특히 9월의 침투 홍수기간 동안 CMIP6의 평균은 관측치에 가까웠고 CMIP5의 평균은 과소추정 되었음을 확인함. 본 연구는 편향 보정이나 지역 기후에 대한 축소 없이 CMIP6의 원시 GCM을 사용했으며 모델 불확실성이 결과 분석에 포함될 수 있음. 주로 기후 데이터 세트의 역사적 시뮬레이션 평가와 기후 변화 영향에 따른 미래 예측에 중점을 두기에 보다 현실적이기 위해서는 다른 출처로부터의 누적 영향도 고려 필요. 토지 이용은 기준기간에서 미래 기간까지 일정하다고 가정했으며 토양 침식 및 퇴적물로 인한 지형 변화는 고려되지 않았다고 가정. 또한, 수력발전과 관개용 저수지는 계절적 수문변화와 강 유역의 하천 흐름에 영향을 미치지만 홍수의 미래 예측은 연간 최대 유출량에만 초점을 맞추었다는 한계존재. 따라서 추후 토지 이용 변화 및 물 기반 시설 개발 영향과 관련된 기후 변화의 누적 영향을 평가하기 위한 연구가 필요할 것으로 판단함.

2.4.9 지속가능 개발을 위한 유역의 생태수문학적 위험요소 규명

8단계 연구주제 중 ‘V. 지속 가능한 생태수문과 공학의 조화’의 세부주제인 ‘V-1 유역의 수문학적 특성 - 잠재적인 위협을 식별 및 지속가능 개발을 위한 기회’를 바탕으로 국내 IHP 8단계 연구에서는 ‘지속가능 개발을 위한 유역의 생태수문학적 위험요소 규명’을 1년(2014)에 걸쳐 수행하였다. 청미천 유역에서의 무생물적 요인의 변동성을 분석한 이후, 위협요인의 저감대책 수립을 위하여 VFSSMOD 모형을 이용한 하안완충지대의 설치를 위한 최적설계 요인을 검토하였다 (표 2.12 참고).

표 2.12 지속가능 개발을 위한 유역의 생태수문학적 위험요소 규명

연구기간	구분	요지 및 성과
	요지	본 연구에서는 UNESCO IHP-VIII 프로그램에서 제시하고 있는 바와 같이 청미천 유역에 대하여 기상학적 요인, 수문학적 요인, 환경적 요인의 변동성에 대한 세 가지 위협요인 분석. 기상학적 요인은 급진적 요인과 점진적 요인으로 구분하였으며, 각각의 위협요인은 회귀분석, Mann-Kendall 경향성 검정 및 Bayesian 변동점 분석과 같은 통계적 기법을 이용하여 정량화 수행. 또한 SWAT 모형을 청미천 유역에 적용하여 수문학적 요인과 환경적 요인의 변동성을 정량화하여 제시. 이와 같은 방법으로 청미천 유역에서의 무생물적 요인의 변동성을 분석한 이후, 위협요인의 저감대책 수립을 위하여 VFSSMOD 모형을 이용한 하안완충지대의 설치를 위한 최적설계 요인을 검토. 생태수문학적 조기경보체계의 구축을 위한 초보적 제안들도 함께 제시되었으며 이와 같은 연구를 통해 향후 유역 내 생태수문학적 과정의 이해증진 및 수문학과 생태학간의 연계성을 도모하고자 함.
2014년	성과	기상학적 위협요인을 점진적 요인과 급진적 요인으로 구분하여 분석한 결과, 청미천 유역에서는 과거 강우총량 및 평균온도에 의해서는 대부분의 기간자료에서 크게 위협적인 요인이 발생되지 않았다고 추정. 미래 평균온도의 경우 RCP4.5 및 8.5 모두 강우보다 높은 점진적 위협요인과 급진적 위협요인으로 발현될 수 있는 가능성 있음. 또한 증발산의 경우에 있어서도 특정 기간에 대해 생태시스템에 점진적 및 급진적 위협요인이 될 수 있음. SWAT 모형의 수행 결과 RCP 시나리오에 관계없이 특정 초과확률의 유량들이 대체로 미래로 갈수록 증가하리라 전망되었으며, 극적인 증가 경향이 확인하여 27% 증가, RCP8.5는 50% 증가하리라 전망. 유량전망과 같이 대표농도경로와 관계없이 유량이 많아지는 기간인 여름철에 부하량이 많은 편이며, 그중에서도 7월의 부하량이 많았음. 또한 유량 전망과 같이 미래로 갈수록 부하량이 많아지는 전반적인 추세를 보이지만 RCP8.5의 여름철 전 기간 전망에서 21세기 중반의 부하량이 21세기 후반보다 많은 역전 현상 발견. 식생대의 길이의 최댓값이 정해져 있고 식생대의 폭이 일정할 때, 토사 저감 효율에 있어 식물체의 파종 간격과 식생대의 길이가 가장 지배적인 역할을 하는 것으로 나타남. 제안된 생태수문학적 조기 시스템의 구축을 위해서는 단시간적인 접근 방법보다는 장기적인 계획을 가지고 한 단계씩 시스템을 마련하여 발전시킬 필요가 있으며, 이를 위해서는 중앙정부와 지방자치단체의 많은 관심과 함께 수문학자 및 생태학자 간의 다학제적인 연구도 반드시 수반되어야 할 사안으로 판단됨.

2.4.10 지속가능한 개발계획 수립을 위한 잠재적 위협 및 기회요인 규명

8단계 연구주제 중 ‘V. 지속 가능한 생태수문과 공학의 조화’의 세부주제인 ‘V-1 유역의 수문학적 특성 - 잠재적인 위협을 식별 및 지속가능 개발을 위한 기회’를 바탕으로 국내 IHP 8단계 연구에서는 ‘지속가능한 개발계획 수립을 위한 잠재적 위협 및 기회요인 규명’을 3년(2015-2017)에 걸쳐 수행하였다. 하천기본계획의 수립 절차에 있어 기후변화를 고려하기 위한 하천기본계획의 수립절차를 제시함으로써 향후 관련 계획의 변경에 있어 고려해야 하는 다양한 요소들을 제공하였다는 측면에서 기여하였다(표 2.13 참고).

표 2.13 지속가능한 개발계획 수립을 위한 잠재적 위협 및 기회요인 규명

연구기간	구분	요지 및 성과
2015년 ~ 2017년	요지	본 연구에서는 청미천 유역에서의 지속가능성을 심각하게 저하시킬 수 있는 강우, 온도, 수질 등과 같은 무생물적 요인이 미래에 어떻게 발현될 수 있는지에 대한 잠재적 상황을 파악하여, 이를 바탕으로 미래에 고려될 수 있는 적절한 계획을 수립하는 것을 목적으로 수행. 이를 위하여 본 연구는 과거 관측 자료(강우, 온도, 증발산)와 미래 기후변화 시나리오 자료(RCP 4.5 및 8.5 강우, 온도, 증발산)를 청미천 유역에 대해 수집하여 D/B화하고 연구에 활용된 SWAT모형을 구축하여 보정 및 검증. 또한, 수집된 D/B를 대상으로 치수적 측면에서 강우의 변화양상을 파악하고 관측자료를 활용한 이수적 측면에서 지속시간별 가뭄지수의 분석과 환경적 측면에서 과거 수질의 변동성 분석. 치수부문에서는 기후변화 시나리오 및 비정상성 고려 유무에 따라 12개 모형을 구축하여 빈도별 확률홍수량을 산정하였고, 이수부문과 환경부문에서는 미래 기후변화 시나리오에 따른 지속기간별 가뭄지수 및 미래 수질의 변동성을 분석함으로써 미래 기후변화 시나리오에 따른 변화가능성 탐색. 본 연구의 4차년도 치수부문에서는 확률홍수위를 산정함으로써 기후변화로 인해 고려되어야 하는 추가적인 치수대책을 제시하였으며, 이수부문에서는 유지유량 만족일수를 극대화시킬 수 있는 최적선택을 통해 적용가능한 농업용수 공급사업을 검토하였고, 환경부문에서는 비점오염원을 최소화시킬 수 있는 경작지 변경 대책을 고려하고 SWAT모듈로 분석 수행함.
	성과	특정 유역에 대한 지속적인 수자원관리 계획을 위한 미래 기후변화 시나리오에 기반한 치수, 이수 및 수질 양상을 정량적으로 파악하고 이에 대한 새로운 패러다임의 수자원계획의 도입이 필요한 실정. 본 연구는 미래 기후변화 시나리오를 고려한 청미천 유역에서의 치수, 이수 및 환경적 측면의 계획수립 절차는 향후 하천기본계획의 수립 절차에 있어 기후변화를 고려하기 위한 하천기본계획의 수립절차를 제시함으로써 향후 관련 계획의 변경에 있어 고려해야 하는 다양한 요소들을 제공하였다는 측면에서 연구 결과의 활용가능성이 있을 것으로 판단. (1) 사용자 중심의 맞춤형 정보 표출 시스템 구현, (2) 수자원에서 이동되는 모든 물을 추적하는 지능형 모니터링(Intelligent Monitoring System)을 구축하면 소비자와 공급자간 양방향 상호정보교환을 가능하도록 설계, (3) 물수지 예보 모형을 활용한 시스템 구축, (4) 통신망, 데이터 및 계측기, 외부 연계, 통합 데이터베이스의 표준화, (5) 첨단센서, 네트워크를 이용한 수자원망의 실시간 모니터링, (6) 효율적인 데이터 구축을 위한 통합수자원 데이터베이스 표준화 등은 미래 기후변화 시나리오를 이용한 청미천 유역에서의 치수, 이수 및 환경 대책들로 제시함.

2.4.11 지속가능한 도시 생태수문시스템 구축을 통한 도시물순환 전략 도출

8단계 연구주제 중 ‘V. 지속 가능한 생태수문과 공학의 조화’의 세부주제인 ‘V-1 지역의 수문학적 특성 - 잠재적인 위협을 식별 및 지속가능 개발을 위한 기회’를 바탕으로 국내 IHP 8단계 연구에서는 ‘지속가능한 도시 생태수문시스템 구축을 통한 도시물순환 전략 도출’을 4년(2018-2021)에 걸쳐 수행하였다. 전통적인 도시홍수 저감 대안과 그린인프라 대안을 시나리오별로 적용하여 각 대안 조합 시나리오의 홍수 저감 편익과 도입 비용을 산정하였고, 경제성 평가를 통한 최적화된 대안을 도출하였다는 측면에서 기여하였다(표 2.14 참고).

표 2.14 지속가능한 도시 생태수문시스템 구축을 통한 도시물순환 전략 도출

연구기간	구분	요지 및 성과
2018년 ~ 2021년	요지	기후변화와 도시화로 인하여 증가하는 도시지역의 홍수위험 저감을 목적으로 국내외 그린인프라에 대한 적극적인 고려와 도입 이루어짐. 기존의 도시 수문모형은 식생의 동적 변화를 고려하지 못하여 그린인프라에 대한 장기적인 정량평가가 어렵다는 단점 존재. 이에 본 연구에서는 지속가능한 도시 생태수문 시스템 구축을 위하여 도시 유역에 적용되고 있는 그린인프라의 수문학적 영향을 보다 정량적으로 평가하기 위한 생태수문모형 검토. 그 결과 도시 유역에 적용 가능한 생태수문모형으로 RHESSys를 검토하였으며 모형의 이론적 배경과 적용 사례 검토. 또한 이와는 반대로 그린인프라의 도입에 따른 직접 연결 불투수 면적(DCIA) 변화 개념을 적용할 수 있는 폭함수기반단위도법(WFIUH)을 소개하고 실제 유역에 시범 적용하여 그 적용성 파악. 적용 대상 유역으로는 서울 신일배수분구를 시범 유역을 선정하였으며, 그린인프라 도입 시나리오에 따른 유출변화 모의함.
	성과	그린인프라가 직접 유출에 미치는 영향에 대한 정량적 평가를 위해 본 연구에서는 그린인프라 도입에 따른 직접 연결 불투수 면적(DCIA) 감소에 주목하여, 이를 이용한 유출곡선지수(CN)의 산정 방법을 체계적으로 제시. 또한 이러한 개념을 적용할 수 있는 폭함수기반단위도법(WFIUH)을 소개하고 서울의 신일지구를 대상으로 시범 적용. 또한, 시범유역을 대상으로 실질적으로 적용이 가능한 그린인프라 대안을 검토하고, 이 중 불투수면적 직접유출의 투수지역 전환, 투수포장 등을 적용하여 이의 영향을 정량적으로 고려하여 대상 유역에서의 침투유출 감소 효과 분석. 이를 토대로 펌프장 증설, 관망 개선과 같은 전통적인 도시홍수 저감 대안과 그린인프라 대안을 시나리오별로 적용하여 각 대안 조합 시나리오의 홍수 저감 편익과 도입 비용을 산정하였고, 경제성 평가를 통한 최적화된 대안 도출. 기후변화로 인한 극한 강우의 증가가 예측되는 상황에서 기존의 도시홍수 저감 대안의 한계를 극복하고 지속가능한 도시 생태수문 시스템 구축을 위한 다양한 저감 대안의 제시 필요. 본 연구의 성과를 바탕으로 장기 로드맵 작성에 있어 제시된 대안의 우선순위 결정에 있어 홍수저감 효과 및 경제성을 고려한 정량적 우선순위 및 사회 경제적 평가를 통한 정성적 우선순위를 모두 고려 필요함.

2.4.12 IHP 연구사업의 전략 및 국제화 방안 수립

본 과제는 8단계 연구주제에는 포함되지 않지만 8단계 연구사업을 위한 전략을 수정 및 보완하기 위한 작업과 UNESCO-IHP에서 제시하는 사업방향에 적합하며 우리나라의 기상 및 수문특성에 맞는 연구사업 전략을 수립하고, 이를 통해 향후 지속적이고 체계적인 연구계획을 수립하고 국제기구 및 학술단체와의 연계 및 협력 방안을 제시하기 위한 목적으로 수행되었다(표 2.15 참고).

표 2.15 IHP 연구사업의 전략 및 국제화 방안 수립

연구기간	구분	요지 및 성과
2014년	요지	IHP 사업은 1975년 IHP 국가위원회가 설립되어 IHP 1단계사업을 시작한 이래로 2011년 IHP 한국위원회로 재설립된 이후 국내 수문, 수자원 기술 발전을 도모하고, 국제적인 정보 및 기술 교류 주도. 하지만 예산 및 전담지원인력의 부족 등으로 말미암아 부여된 역할을 충실히 수행하기에는 미흡한 점이 많았던 것이 사실이고, 또한 그간 정부의 적극적인 R&D투자로 말미암아 국내 수공학분야의 기술수준 및 시험유역에서의 각종 계측기법들의 비약적인 발전, 개도국을 중심으로 하는 해외사업 수요 증가 등의 대내외적인 여건변화로 말미암아 지금까지 수행해오던 IHP 연구사업의 혁신적 변화가 불가피한 시점이 되었다는 지적이 지속됨. 따라서 본 연구에서는 기존단계 연구사업에 대한 분석과 검토를 수행하고, 이를 토대로 8단계 연구사업을 위한 전략을 수정 및 보완하기 위한 작업 수행. 주된 목적은 UNESCO-IHP에서 제시하는 사업방향에 적합하며 우리나라의 기상 및 수문특성에 맞는 연구사업 전략을 수립하고, 이를 통해 향후 지속적이고 체계적인 연구계획을 수립하고 국제기구 및 학술단체와의 연계 및 협력 방안을 제시하기 위함. 이를 위하여 연구과제의 선택과 집중투자를 통해 내실을 꾀하고, 특히 타 회원국과 공동 연구의 기회를 확대시킬 수 있도록 방향의 재설정 시도. 국제협력 및 지원 강화방안, 시험유역 운영방향 재설정, 8단계 기획과제에서 제시한 세부주제의 재검토 등이 제시함.
	성과	8단계 2년차인 2015년부터 2021년까지 7년간의 IHP 연구과제의 추진계획 제시. 후보과제는 UNESCO본부에서 제시하는 IHP 6개 대주제의 핵심영역(Focal Area)이 각 단위과제가 되도록 구성하고, 중요도 설문조사와 국내기술성숙도, 국내와 국제과제의 성격을 고려하여 최종과제 선정. IHP 6개 대주제는 당초 수해 및 수문학적 변화, 변화하는 환경에서의 지하수, 물부족과 수질관리, 미래의 물과 인간거주, 생태수문, 지속가능한 세계에서의 공학적 조화, 물교육, 물안보의 핵심으로 구성. 이 중에 물교육분야는 현재 K-water 수자원교육원내에 UNESCO 카테고리-II 국제물교육센터(i-WSSM)를 건립할 계획이 있기 때문에 IHP 과제대상에서 제외함. 기본적으로 6개 대주제에서 중요도를 감안한 상위 2개씩의 핵심영역을 후보과제로 선정. 다만 국내에서 증가하고 있는 재난안전분야의 중요성을 감안하여 지하수주제에서 1개 과제만을 선정하고 '수해 및 수문학적 변화'주제에서 1개를 추가하여 3개의 과제로 구성. 결과적으로 크게는 3개의 일반과제, 2개의 국제협력과제, 1개의 시험유역과제, 최종차년도에 수행될 9단계 기획과제로 구성함.

2.4.13 IHP 연구사업에 대한 전자출판 보급

정부간수문학사업(IHP) 홈페이지에서는 한국위원회의 활동을 소개하고, IHP 사업을 통해 이룬 연구 성과를 체계적으로 정리하고 있다. 또한 청미천과 대동천과 같은 대표 시험유역에 대한 현황과 유역정보 및 수문자료를 제공하여 시험유역과 관련된 연구논문을 국내·외 이용자가 쉽게 검색하고 이용할 수 있도록 하였다. IHP 사업의 연구성과와 대표 시험유역에 대한 수문자료의 지속적인 자료 갱신을 통해 구축된 웹 사이트에 대한 사용자들의 편의성과 활용성을 높이고자 수행되었다(표 2.16 참고).

표 2.16 IHP 연구사업에 대한 전자출판 보급

연구기간	구분	요지 및 성과
2014년	요지	UNESCO에서 운영하는 4개의 자연과학 프로그램 중의 하나인 정부간수문학사업은 우리나라에 적합한 수문해석 기법을 연구 조사하여 다른 회원국과 정보 교환을 토대로 수자원 기술발전과 국제기술협력 증진을 주요 목적으로 함. 이를 위해 1975년부터 IHP 1단계 사업을 통해 대표 시험유역을 선정하여 운영하면서 각종 수문 자료를 관측, 조사 및 분석을 실시하고 있으며, 2014년부터 8단계 1차년도 사업이 시작됨. 본 연구에서는 정부간수문학사업(IHP) 홈페이지를 통해 한국위원회의 활동을 소개하고, IHP 사업을 통해 이룬 연구 성과를 체계적으로 정리하고, 청미천과 대동천과 같은 대표 시험유역에 대한 현황과 유역정보 및 수문자료를 제공하여 시험유역과 관련된 연구논문을 국내·외 이용자가 쉽게 검색하고 이용할 수 있도록 함. IHP 사업의 연구성과와 대표 시험유역에 대한 수문자료의 지속적인 자료 갱신을 통해 구축된 웹 사이트에 대한 사용자들의 편의성과 활용성을 높이고자 함.
	성과	1975년부터 국내에서 시작된 정부간수문학사업에 대한 사업 현황과 연구 성과를 체계적으로 정리하고, 온라인을 통한 자료 공개를 위해 인터넷 웹 사이트(www.ihpkorea.or.kr)를 구축하여 운영 중. 연구 성과로는 IHP 한국위원회의 활동을 소개하고, 청미천과 대동천과 같은 대표 시험유역에 대한 현황과 정보 및 수문자료를 추가하여 제공하고, 시험유역과 관련된 연구논문을 국내·외 이용자가 쉽게 검색하고 이용할 수 있도록 개선. IHP 사업의 연구성과와 대표 시험유역 수문자료의 지속적인 자료 갱신을 통해 구축된 웹 사이트에 대한 사용자들의 편의성과 활용성을 높이고자 함.

2.4.14 생태하천 특성 조사를 위한 시험유역(청미천) 운영

8단계 사업에서 시험유역은 기존 7단계 사업에서 생태적 특성을 조사하기 위해 운영된 청미천 유역을 지속적으로 운영하였으며, 유역과 하천의 특성자료 외에도 기온, 풍속, 기일, 상대습도, 일조시간, 강우, 증발과 같은 기상자료, 수위-유량곡선, 수위자료, 유수량 자료와 같은 수문자료, 수변환경, 식생, 어류와 같은 자연생태자료를 관측, 조사. 또한 주요 호우사상 현황과 강우의 시공간적 분석을 통해 주요 호우사상별 유출특성 분석을 수행하였다(표 2.17 참고).

표 2.17 생태하천 특성 조사를 위한 시험유역(청미천) 운영

연구기간	구분	요지 및 성과
2014년	요지	최근 IHP 7단계 사업에서 강조하는 생태적 특성을 조사할 수 있는 시험유역 선정의 필요성 대두. 청미천 시험유역에서 유역과 하천의 특성자료 외에도 기온, 풍속, 기일, 상대습도, 일조시간, 강우, 증발과 같은 기상자료, 수위-유량곡선, 수위자료, 유수량자료와 같은 수문자료, 수변환경, 식생, 어류와 같은 자연생태자료를 관측, 조사. 또한 주요 호우사상 현황과 강우의 시공간적 분석을 통해 주요 호우사상별 유출특성 분석 수행. 총천, 장호원 관측소의 경우 2014년 6월~9월 동안 측정된 성과를 토대로 작성하였고, 청미 관측소의 경우 유량조사 사업단의 유량측정 성과를 바탕으로 작성. 청미천 유역의 유량-유수량 관계곡선을 구하기 위해 백암교 지점과 원부교 지점에서 총 6회 유량과 유수량을 측정하였고 하상토 채취를 통해 입도분석 실시. 2014년에는 큰 호우가 발생되지 않아 충분한 유수량측정이 이루어질 수 없었으며, 유량-유수량 관계 곡선식은 매년 실시되는 유수량 조사를 통해 지속적으로 보완 및 개선될 필요성 있음. 자연생태 조사는 수변환경 조사, 식생 조사 및 어류 조사로 구분하여 각각 2회에 걸쳐 실시되었으며 조사 지점은 하천 생태환경이 훼손된 지점과 잘 보전된 지점 선정함.
	성과	2007년부터 2014년 현재까지 청미천 유역의 수문 자료들을 수집, 분석 및 정리 수행. 2014년에는 청미천 시험유역의 특성 분석을 위해 유역의 수문, 수리, 하천, 생태자료 수집. 주요 호우사상 현황과 강우의 시공간적 분석을 통해 주요 호우사상별 유출특성 분석을 수행하였으며, 이에 따른 시간적 분포와 첨두유량 그리고 유출수문곡선의 양상을 표와 그림으로 제시. 수위-유량 자료의 측정 및 그 성과로부터 수위-유량 관계곡선을 조사 및 분석. 청미 지점의 경우 하도가 모래로 이루어져 있어 주 하도에서 단면변화가 발생하고 총천과 장호원에 비하여 수위-유량의 관계가 수위별, 기간별로 다양하게 나타남. 백암교 지점과 원부교 지점에서 비슷한 유량일 경우 백암교 지점의 총유수량이 2배 이상 크게 산정. 산천의 경우 주변에 주거지와 상가가 형성되어 오염원 유입 및 하천 생태환경 훼손의 가능성이 있어 관리 요구. 전반적인 소규모 하천으로서 하천의 미소서식 환경이 부족하여, 서식환경의 다양성은 낮은 것으로 확인. 어종의 경우 2013년 우안 수변에 공공하수처리시설 공사를 하면서 붕어와 참붕어, 얼룩동사리의 개체수가 줄어들었고, 이는 2014년에도 공사가 계속되면서 훼손되는 양상을 보임.

2.4.15 도시하천 특성 조사를 위한 시험유역(대동천) 운영

8단계 사업에서 시험유역은 기존 7단계 사업에서 토지이용변화로 인한 도시지역의 하천 특성을 조사하기 위해 운영된 대동천 유역을 지속적으로 운영하였으며, 전형적인 도시하천으로서 도시/방재 시험유역으로서의 모니터링 계획이 수립되어 강수량, 유출량 및 수질 등과 같은 수문 기초자료를 수집하여 제공하는데 그 목적을 두고 수행하였다(표 2.18 참고).

표 2.18 도시하천 특성 조사를 위한 시험유역(대동천) 운영

연구기간	구분	요지 및 성과
2014년	요지	대동천 유역은 2007년부터 IHP의 대표시험 유역으로 새롭게 선정되어 운영 중. 대동천은 대전광역시에 위치하고 있으며 유역면적이 21.18 km ² 인 전형적인 도시하천으로서 도시/방재 시험유역으로서의 모니터링 계획이 수립되어 강수량, 유출량 및 수질 등과 같은 수문 기초자료를 수집하여 제공하는데 그 목적이 있음. 2007년도에는 시험유역의 설계가 이루어졌으며, 2008년도에는 2개의 수위 관측소와 1개의 수질관측소가 설치되어 시험유역 운영 기반을 조성. 2009년도에서 2013년도는 설치된 관측소 지점을 중심으로 본격적인 수문 및 수질 모니터링이 수행되었으며 판암2교 및 철갑교 수위관측소에서 유량측정이 이루어짐. 2014년 수문 및 수질 모니터링에 의해 관측된 자료를 분석 및 보완하였으며, 각종 수문 및 수질자료는 향후 도시수문 관련 연구에 유용한 자료가 될 것으로 예상됨.
	성과	2014년의 대동천에 대한 IHP 도시하천 시험유역을 지속적으로 운영하였으며 시험유역에 대한 수문자료의 축적 및 수질 측정자료의 축적을 통하여 향후 도시하천에 대한 수문, 수질 자료 제공이 가능할 것으로 예상됨. 지속적인 강우 및 유출자료의 제공을 위하여 2014년에도 여러 차례의 유량측정을 실시하였으며, 판암교 지점에서 총 19회의 철갑교 지점에서 21회 등 총 40회의 측정 수행. 측정된 유량자료와 수집된 수위자료를 활용하여 판암교와 철갑교 지점의 수위유량 관계곡선을 유도하여 제시. 강우유출특성에 따른 도시하천 유역에서의 비점오염원 유출특성을 규명하기 위하여 홍수 시 11개의 수질항목에 대한 수질조사를 실시하였음.

2.4.16 HP 대표시험유역 특성 분석 및 운영 전략

국내 IHP 사업의 대표시험 유역으로 2019년도에 선정된 홍천강의 제1지류인 중방대천에 대한 유출해석을 위해 수문자료를 지속적으로 수집하고 제공하고자 하였으며, 이를 위해 중방대천 하류부에 위치한 모곡교 지점에서 유량측정을 실시하여, 수위-유량관계곡선 개발하였다(표 2.19 참고).

표 2.19 IHP 대표시험유역 특성 분석 및 운영 전략

연구기간	구분	요지 및 성과
	요지	IHP의 대표시험 유역으로 2019년도에 선정된 홍천강 유역은 강원도 홍천군에서 발원하여 유역면적 1,566.09 km ² 를 이루고 있으며, 도시화의 비중이 1.73%인 전형적인 자연하천 유역임. 홍천강 유역에는 9개의 수위관측소와 12개의 강우관측소 그리고 토양수분량과 증발산량을 측정하는 관측소가 각 1개씩 구성되어 있어 다양한 수문자료의 측정이 이루어지고 있으며, 이를 통해 수문해석에 대한 양질의 검증이 가능할 것으로 예상. 본 연구에서는 홍천강의 제1지류인 중방대천에 대한 유출해석을 위해 수문자료를 지속적으로 수집하고 제공하고자 함. 이를 위해 중방대천 하류부에 위치한 모곡교 지점에서 유량측정을 실시하였으며, 수위-유량관계곡선 개발. 평·갈수시에는 표면유속에 대한 직접적인 측정을 통해 평균유속과의 관계를 규명 시도. IHP 대표시험유역인 홍천강에서 측정되고 있는 모든 수문자료들을 수집하고 분석하여 체계적인 수문자료를 축적.
2018년 ~ 2021년	성과	IHP 대표시험유역으로 신규 선정된 홍천강 유역에 대한 현장조사 및 강우량, 수위 등의 수문자료를 수집·검토하였으며, 유량조사 유역으로 선정된 중방대천 모곡교 지점에서 평·갈수기에는 프라이스 유속계를 이용한 도섭법, 홍수기에는 부자법을 통해 유량측정을 수행. 유량조사에 따른 현장사진, 야장, 유량 자료 등 유역 내에서 수집된 관련 자료들은 체계적으로 분류하여 DB로 관리하였으며, 성과 분포도, 불확실도, 축선 수, 수위변동, 수위-유량관계, 수위-평균유속관계, 수위-단면적관계, 구간유량비 등의 항목으로 성과 자료 분석. 유량측정 시 측정자의 안전을 고려하여 0.80 m를 저수위와 고수위를 분류하는 기준 수위로 선정하였으며, 하상단면의 변화를 고려하여 기간분리와 구간분리를 통해 모곡교 지점의 저수위 및 고수위에 대한 수위-유량관계곡선식 개발. 홍천강 본류의 홍수위 상승 시 발생하는 중방대천의 배수위 영향을 규명하기 위해 홍천강 반곡교와 중방대천 모곡교 수위를 비교하였으며, 홍천강의 반곡교 수위가 5.5 m 이상이 되었을 경우 중방대천 모곡교 지점에서 배수위 영향 확인. 표면유속에 대한 평균유속 환산계수(관계식)의 개발을 위하여 평·갈수기 도섭법을 통한 유량측정 시 표면유속을 함께 측정하였으며, 통계학적 방법(정규분포 상자도표, 표준화 잔차 등)을 이용하여 실측자료에 대한 이상자료를 제거함으로써 높은 정확도의 환산계수(관계식) 개발. 2019년부터 IHP 대표시험유역으로 선정된 홍천강 유역은 도시화율이 매우 낮은 전형적인 자연하천 유역으로 지속적인 수문조사가 이루어져야 할 것이며, 본 연구를 통해 축적된 수문자료는 우리나라의 자연유역에 대한 수문특성을 연구하고자 하는 많은 연구자들에게 제공되어 활용될 것으로 기대.

2.5 8단계 평가 정리

2장에서는 2014년부터 2021년까지 수행된 IHP 8단계에서 수행된 국내 연구과제들에 대하여 연구내용과 연구성과를 정리하였다. IHP 8단계에서는 ‘물 관련 재해 및 수문학적 변화’, ‘환경변화로 인한 지하수의 중요성’, ‘물 부족과 수질평가’, ‘미래의 물과 인간활동’, ‘지속가능한 생태수문과 공학의 조화’, ‘물 안보를 위한 교육’의 주제로 총 30개의 의제가 제시되었다. 그 가운데 국내 IHP 8단계 사업은 국내 연구환경 및 실정을 고려하여 총 16개의 연구과제를 도출하였으며, 이 중 3개의 연구과제는 IHP 대표시범유역의 방향, 운영, 자료수집 등 대표시범유역이 지속적으로 물 문제를 해결하는데 기여할 수 있도록 수행되었다. 또한, IHP 연구사업에 대한 전자출판 보급과 IHP 사업의 전략 및 국제화 방안 수립에 대한 2개의 연구과제를 수행하였다. 이를 제외한 총 11개의 연구과제는 국가 물관리 정책방향이 반영될 수 있는 주제로 선정되었다.

국내 IHP 8단계 사업은 수자원학회 학술발표회 IHP 특별세션을 매년 운영하여 지속적으로 연구결과를 발표하고 그 결과를 국내외 연구자들과 공유하였다. IHP 8단계 초기에는 국내 학회뿐만 아니라 국제 학회 및 워크숍에도 적극적으로 참여했지만, 전 세계적인 COVID-19 창궐로 2020년부터는 국제적인 학술 교류와 같은 활동이 위축되었던 것도 사실이다. 또한, 국내 물관리가 기존 국토교통부에서 환경부로 이관됨에 따라 국가물관리기본계획이 발표되어 사업환경에 변화가 발생하였다. 따라서 앞으로 시행될 IHP 9단계 사업은 환경부의 정책방향과 국가물관리기본계획에 부합되는 과제를 선정하여 보다 심도 있는 연구를 수행해야 한다. 또한, 학회참여, 워크숍, 논문게재 등 적극적인 국내·외 학술 교류를 통해 IHP 9단계 사업을 성공적으로 완료해야 할 것이다.

3. IHP 9단계 사업 주제

본 장에서는 UNESCO-IHP 9단계 전략 계획(Strategic Plan) 보고서(Science for a Water Secure World in a Changing Environment)(UNESCO, 2021)와 운영-실행 계획(Operational-Implementation Plan, OIP)을 참조하여 IHP 9단계 사업 주제를 정리하였다. 전략계획은 지역 전문가들, IHP 사무국 및 평의회 회원, 유네스코 물 가족, 파트너 조직 및 UN 기관 간의 지속적인 참여와 협의 과정을 통해 다양한 의견을 수집하여 작성되었다. 본 장은 2022년 3월 10일~11일 양일간 개최된 3차 워킹 그룹(Open-Ended Working Group, OEWG) 회의 이후 수정·보완된 전략계획 보고서와 OIP를 반영하여 작성하였다. 완성된 OIP 매트릭스의 전체 번역내용은 부록 A에 수록하였다.

IHP 9단계 전략보고서는 지속가능발전목표(SDGs) 달성을 위한 ‘Agenda 2030’, 특히 물 관련 SDG 목표와 글로벌 의제를 달성하기 위한 핵심 사업 주제(대주제, Priority Area)를 선정하였다. IHP 9단계 사업은 총 5개의 사업 주제(Priority Area)와 34개의 의제(Expected Output)로 제시되었으며, 각 의제별 목표 달성을 위한 주요활동(Key Activities)과 평가지표(Performance Indicators)들이 제안되었다. 표 3.1은 IHP 9단계 사업의 사업 주제와 관련된 세부 의제를 보여준다.

표 3.1 UNESCO-IHP 9단계 사업 주제 및 세부 의제

대주제/핵심 사업 주제 (Priority Area)	세부 주제/의제 (Expected Outputs)
1. 과학적 연구 및 혁신	1.1 과학분야 국제협력 증진, 수문한 난제의 해결 추진, 유역과 대수층 물순환의 과학적 이해도 개선
	1.2 유네스코 지정 지역에 대한 생태수문학 연구 와 혁신 공유, 통합수자원관리와 모든 규모의 유역관리를 포함한 생태수문학 및 자연기반솔루션(NBS)이 물순환에 미치는 영향평가
	1.3 기후 시나리오, 수문 전망, 물 이용 시나리오의 불확실성에 대한 연구 수행, 의사결정권자와 일반 대중들에게 적응형 물관리 전략 개선을 위한 권고사항 (recommendations) 전달
	1.4 새로운 사업 모델, 수도시설의 역할, 참여 및 파트너십 확대, 물 부문 순환경제 가속화를 위한 과학 커뮤니티 기반 과학적 연구 수행
	1.5 물관리를 위한 적응경로, 시나리오와 전략 수립을 지원하는 (과학 커뮤니티의) 사회수문학 관점에서의 인간과 물 사이의 상호 작용 평가 연구 수행 및 공유
	1.6 홍수와 가뭄과 같은 수재해를 다루는 과학적 지식과 방법론의 정교화 및 개선을 통한 수재해 예측력 증대
	1.7 하천, 호수, 대수층 시스템, 연안 지역, 빙하권 및 인류 거주지에 대한 전 지구적 변화와 인간의 인위적 활동의 영향에 대한 과학 커뮤니티의 지식 공유
	1.8 과학기반 의사결정 지원과 지식 서비스 개선 및 건강 관련 리스크 저감을 위한 (과학 커뮤니티의) 수질 개선과 수질오염 저감에 대한 지식 및 혁신적인 솔루션 개발 및 공유
	1.9 (과학 커뮤니티에 의한) 지구관측, 인공지능과 IoT를 사용하는 새로운 기술의 개발 및 공유를 통해 모니터링과 수자원 계획 및 평가 관련 이해당사자 역량 강화

	1.10 과학 기반 의사결정과 물 순환 이해도 향상을 위한 (과학 커뮤니티와 기타 이해관계자 중심의) 수문학 분야의 시민과학 통합에 관한 연구 수행 및 공유
2. 지속가능성을 고려한 4차 산업혁명에서의 물 교육	2.1 물의 중요한 다기능에 대한 그들의 기여를 이해하기 위한 대중의 인식 상승
	2.2 참여 전체론적 실천을 강화하기 위해 추진된 유네스코 물 가족의 학제 간 연구 협력 및 교육적 접근 방식의 개발 및 구현
	2.3 삶과 지역 사회에서 물의 중요성에 대한 이해를 위한 모든 수준의 공식, 비공식, 일상적 물 관련 교육 및 학습 자료
	2.4 교육, 의사결정 및 정책 수립 지원을 위한 과학 커뮤니티의 과학정보 전달 방법과 도구 개발 및 공유 지원
	2.5 격차와 의제 2030 목표 해결을 위해 정부와 사회에 적절한 도구를 제공하기 위한 지속가능한 물관리의 주요 격차를 식별하는 물 관련 고등 직업교육 전문인력 및 기술인력
	2.6 통합적이고 효율적인 물 정책을 위한 의사결정 개선, 설계 및 시행을 위한 신기술, 연구를 통한 의사결정권자, 물관리자와 주요 물 부문 기관의 역량 강화
3. 데이터-지식 격차 해소	3.1 데이터의 정확한 수집, 분석, 해석, 교환을 위한 학계의 과학적 연구기법 개발 및 사용
	3.2. 수문데이터 수집, 수자원관리 및 연구를 위한 회원국, 학계에 의한 시험유역 설립
	3.3. 수량, 수질, 사용에 관한 오픈 액세스 데이터의 비교와 검증, 지속가능한 물관리를 위한 학계의 공유.
	3.4 데이터 처리를 위한 기술(자료동화, 시각화, 기존 DB와 연계하기 위한 데이터 품질 확보 및 지원 규약)개발, 공유, 적용을 위한 학계 역량 강화
4. 전 지구적 변화에 따른 통합수자원관리	4.1. 모든 이해 관계자가 물관리 프로세스의 일부가 될 수 있도록 지원하는 지역 및 토착 커뮤니티인 청년들의 개방적이고 능동적이며 의미 있는 성평등적인 참여를 보장하기 위해 학계의 포용적이고 참여적인 접근 방식에 대한 연구의 수행 및 공유
	4.2. 사회 경제적, 생태학적 결과를 최소화하기 위해 학계와 유네스코 물 구성원에 의해 수행 및 공유되는 수력발전, 항해, 어업, 레저 활동, 물 공급, 가뭄 위험관리 및 홍수 위험 관리를 위한 상·하류 하천 이용에 관한 연구
	4.3. 지역, 지방 및 국가 의사 결정자의 역량 강화, 대중의 수용 강화, 물 순환 관리(WCM) 개선을 지원하기 위해 학계의 폐수 재사용, 담수화, 빗물 집수 및 대수층 함양 관리(MAR)와 같은 비전통 수자원(NCWR)에 대한 연구의 수행 및 공유
	4.4. 접경 유역을 포함한 모든 유역에 대한 통합수자원관리를 개선하기 위해 강화되는 역량과 지원되는 학계에 의한 수원-바다(source to sea) 및 넥서스 접근에 관한 지식의 개발 및 공유
	4.5. 수질오염 예방 및 감소, 수자원관리 전략을 수립하기 위한 학계와 UNESCO 물 구성원에 의해 개선될 수 있는 지표수(하천, 호수, 습지) 및 지하수를 포함한 담수 시스템에서의 오염원, 거동 및 이동에 대한 지식 및 이해
	4.6. 통합수자원관리를 개선하기 위해 학계가 지원하는 생태수문학 시범지역에서

	<p>생태계 서비스 및 환경 흐름에 대한 평가 수행 및 공유</p> <p>4.7. 모든 수준의 의사 결정권자에게 정보를 제공하기 위한 잠재적 사용에 대한 이해 향상을 지원하기 위해 학계에 의한 빙권 시스템(눈, 빙하 및 영구 동토층), 용해 빙하 침식 및 유사이송으로부터의 유출형성, 산악 호수와 같은 빙하 공급 저수지, 대추층에서의 변화를 모니터링하기 위한 방법의 개발, 공유 및 평가 수행</p> <p>4.8. 모든 수준의 의사결정자들이 계획을 개선할 수 있도록 지원하는 학계의 물관리 내에서 주류하는 전 세계적인 변화에서의 방법론과 도구의 개발 및 공유.</p> <p>4.9 UN-Water 및 UNECE와 협력하여 SDG 목표 6.5를 달성하기 위해 지원되는 회원국의 적절한 국가 간 협력을 통해 모든 수준에서 통합수자원관리 구현</p>
5. 완화, 적응, 회복탄력성을 위한 과학 기반 물 거버넌스	<p>5.1 전 지구적 변화(Global Change)에 대한 지역사회의 회복탄력성 향상을 위한 수자원관리 분야 의사결정자(UNESCO Water Family)들의 경각심 제고</p> <p>5.2. 기후변화 적응 및 지표수와 지하수를 포함한 IWRM을 반영하여 개선된 물 거버넌스 수단에 올바른 과학기술 적용.</p> <p>5.3. 물 관련 정책(기후변화 적응과 저감 관련 정책 강화를 위한 온실가스감축계획(NDC)와 국가 적응 계획(NAP)) 강화를 위해 과학기술 기반의 가이드라인 개발 및 평가</p> <p>5.4 적응형 물관리의 새로운 접근 방식에 대한 연구수행 및 공유/ 건전한 물 거버넌스를 위한 Member State의 역량 강화.</p> <p>5.5 물 거버넌스와 회복탄력성 구축 지원을 위한 새로운 프레임워크 및 기술에 대한 학계와 의사결정권자의 역량 강화</p>

IHP 9단계 전략계획의 목적은 2022-2029년 기간 동안 글로벌 물 안보 확보를 위한 해결방안을 제시하고 초학문적 방법론을 제안하는데 있다. 제시된 사업 주제는 과학 및 교육 분야에 대한 유네스코의 주요 임무와 일치하며, 회원국이 물과 관련된 문제에 직면할 때 발전된 과학기술의 활용 지원을 위해 선정되었다. SDGs 및 기타 물 관련 국제 의제를 충족시키기 위하여, ‘과학적 연구 및 혁신(Scientific research and innovation)’, ‘지속가능성을 고려한 4차 산업혁명에서의 물 교육(Water education in the fourth industrial revolution)’, ‘데이터-지식 격차 해소(Bridging the data-knowledge gap)’, ‘전 지구적 변화에 따른 통합수자원관리(Inclusive water management under conditions of global change)’, ‘완화, 적응, 회복탄력성을 위한 과학 기반 물 거버넌스(Water governance based on science for mitigation, adaptation and resilience)’ 등 총 5개의 사업 주제(대주제)를 제시하였다.

5개의 핵심 사업 주제의 구현은 각 주제별 세부의제 달성을 위한 회원국 간 상호교류와 시너지로부터 지속가능 물관리를 실현, 발전시키는 것을 의미하며, 이는 곧 ‘Agenda 2030’ 및 17개의 SDG 목표 달성에 기여하는 것이다. 이어서 3.1절부터는 각 대주제에 대한 소개와 세부 의제의 필요성 및 주요 활동 사항을 소개하였다.

3.1 (대주제) 과학적 연구 및 혁신

수문학 및 관련 연구의 발전은 물 순환, 이동, 및 수자원관리에 대한 실용적인 지식과 정보를 제공해 왔지만, 최근의 급격한 환경 변화 및 불확실한 미래로 인해 연구 혁신과 적용에 대한 지속적인 노력을 필요로 하는 상황이다. 점점 복잡해지는 수자원 이용 및 관리의 측면에서 자연과 인간의 상호 작용을 통합하는 과학적 연구는 새로운 도구, 방법론 및 기술의 적용과 함께 수자원 관리에 대한 근본적인 피드백을

제공해 줄 수 있다.

‘과학적 연구 및 혁신’ 대주제에서는 2029년까지 새로운 지식, 건전한 과학 및 연구 역량, 최첨단 기술, 그리고 지속 가능한 개발의 측면에서 회원국들이 인간에게 유용한 수자원을 확보하고 수생태계의 균형을 유지할 수 있도록 하는 관리 기술을 갖추게 하는데 그 목적이 있다.

‘Agenda 2030’과의 연결성

‘과학적 연구 및 혁신’ 주제는 과학 혁신이 기후 변화(SDG13 Climate Action)를 해결하고 생명을 유지하는 자원(SDG6 Clean Water and Sanitation, SDG7 Affordable and Clean Energy, and SDG9 Industry, Innovation and Infrastructure)의 활용에 대한 불평등을 해소하는데 필수적이다. 또한 지속 가능한 소비(SDG12 Sustainable Consumption and Production)를 통해 물 사용의 효율성을 높이고 오염을 줄이는데 기여할 수 있다. 근본적인 과학과 문제, 특히 물과 관련된 철저한 이해 없이는 빈곤(SDG1 No Poverty) 과 기아(SDG2 Zero Hunger)를 해결하기 어렵다.

3.1.1 과학분야 국제협력 증진, 수문한 난제의 해결 추진, 유역과 대수층 물순환의 과학적 이해도 개선

물과 관련된 사회학적 문제가 점점 복잡해짐에 따라 지역 사회의 과학 의제를 합리화하는 것은 매우 중요하다. IHP의 역할은 과학 기관, 수자원 전문가와 협력하여 수문학 난제(Unsolved Problems in Hydrology, UPH)를 해결하기 위해 과학 플랫폼과 과학 협력을 촉진시키는 것이다. 또한 UPH를 해결하려면 인간과 물의 상호작용과 수문 과정 및 시나리오의 공진과정에 대한 근본적인 이해가 필요하다.

수십 년간 과학자 사이에 열린 토론을 불러온 것은 수문학적 과정의 규모 및 이질성(Heterogeneity)에 대한 연구이다. 다양한 물리적 요인과 수문학적 요소에 대한 공간적 균질성 및 이질성 간 관계, 수문학적 원리와 시공간적 규모의 관련성과 자료의 연계 또한 미해결 문제라 볼 수 있다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동(Key Activities)은 다음과 같다.

주요 활동

1. IAHS, IAH, 물 관련 과학협회와의 협력을 통한 수문지질학/지리수문학 포함 풀리지 않는 수문학 난제 관련 유네스코 과학 네트워크 설립
2. 수문학 난제 연구를 위한 유네스코 water family와 partners 간 협력체계 구축
3. 수문학 난제 해결을 위한 박사학위 연구 대상 격년제 유네스코 award 설립
4. IAHS 와 기타 물 관련 과학협회와의 협력을 통한 수문학 난제 관련 격년 학술대회 개최

3.1.2 유네스코 지정 지역에 대한 생태수문학 연구 와 혁신 공유, 통합수자원관리와 모든 규모의 유역 관리를 포함한 생태수문학 및 자연기반솔루션(NBS)이 물순환에 미치는 영향평가

자연기반솔루션은 하수 처리와 홍수 완화를 위한 습지 또는 파도, 해일 및 해안 침식의 영향을 줄이기 위한 맹그로브 숲과 같은 중요한 서비스를 제공함으로써 물관리 개선은 물론 생태학적으로 민감한 환경 보호에 기여한다. 생태수문학의 원리는 생태계 과정을 유역의 물관리 도구로 사용하기 위한 과학적인 틀을 제공할 수 있지만 아직 충분한 연구가 수행되지 못하고 있다.

생태수문학의 세 가지 주요 원칙, i) 수문학적 및 생물학적 과정의 정량화, ii) 위협의 특성화, iii) 통합수자원관리(IWRM)와 밀접하게 관련된 생태계의 지속가능성을 달성하기 위해서는 희식 및 녹색 기반 시설의 조화를 통해 복잡한 물순환에 대한 더 깊은 이해와 고찰이 필요하다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. 생태수문학과 자연기반솔루션에 대한 교육 및 대화, 학제 간 생태수문학 연구를 위한 국제적 최고 수준의 네트워크 개발
2. 도시를 포함 지속가능한 수자원관리 수단으로의 생태수문학과 자연기반솔루션의 실증을 위한 유네스코 생태수문학 대상지 확장
3. 지속가능성과 회복탄력성을 위한 생물권 보호구역, 지질공원, 자연유산을 포함한 유네스코 물 관련 지정지역에서의 생태수문학적 접근법 적용
4. 논문, 사례연구, 사례연구 개요서를 통한 유네스코 지정지역에서의 혁신적인 연구의 출간, 공유 및 홍보
5. 물, 순환경제, 생태수문학, 자연기반솔루션에 관한 세 차례 국제 심포지엄 개최 (2022, 2024, 2026).
6. 생태수문학 원칙, UNSC SEEA 생태계 평가, IUCN 자연기반솔루션 국제표준, FAO/TNC 및 세계은행의 지침의 이행을 위한 과학적 지원과 역량 구축
7. 생태수문학 웹 플랫폼(<http://ecohydrology-ihp.org/demosites/>)의 개선 및 홍보와 관련한 다양한 교육 활동 구성

3.1.3 기후 시나리오, 수문 전망, 물 이용 시나리오의 불확실성에 대한 연구 수행, 의사결정권자와 일반 대중들에게 적응형 물관리 전략 개선을 위한 권고사항(recommendations) 전달

수자원관리 및 계획의 의사 결정에 있어 신뢰할 수 있는 수문 예측 정보를 활용하기 위해서는 기후자료의 정상성을 분석하고 수문기후학적 불확실성의 원인과 영향에 대한 적절한 이해가 선행되어야 한다. 최근에는 사회경제적 및 비환경적 요인이 수자원에 미치는 영향을 고려하는 불확실성에 대한 고려도 필수적이다. 또한 적응형 물관리 전략을 개발하기 위해서는 이해관계자 참여를 포함한 위험도 평가를 통해 기후 및 비기후 요인에 의한 불확실성을 모두 고려해야 한다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. 기후 시나리오, 수문 전망, 물 이용 시나리오 등에 내재된 불확실성 분석 연구 및 최신 논문 게재, 연구팀 간 협업을 통한 미래 수문 전망 보고서 출간
2. 기후변화 불확실성을 고려한 물관리 측면에서 의사결정권자와 일반 대중에 대한 가이드라인과 “물-에너지-식량-생태계 넥서스”에 대한 개념, 용어, 관점 등에 대한 개요서 준비
3. 기후변화 적응을 위한 물관리 측면에서 지역간/국가간 대화 및 역량 강화
4. 미래의 물-에너지-식량-생태계 넥서스에 관한 국제 학술대회 개최
5. Climate Risk Informed Decision Analysis (CRIDA) 시범(예비) 연구 수행 및 다양한 지역 및 시공간적 규모를 고려한 상향식 CRIDA 연구 수행

3.1.4 새로운 사업 모델, 수도시설의 역할, 참여 및 파트너십 확대, 물 부문 순환경제 가속화를 위한 과학 커뮤니티 기반 과학적 연구 수행

사용 후 배출(Take-Use-Discharge)식 물관리는 대부분의 유역에서 일반적으로 적용되고 있으며 전 세계적으로 지속가능하지 않은 물 순환 경로를 대표한다. 이러한 관점에서 순환 경제는 기존의 행정적, 정치적, 지리적 경계를 초월하고 유역 간 상호 연결 및 도시 수계를 고려하는 접근을 필요로 한다.

순환 경제로의 전환은 자원의 소비와 생산을 고려하여 공정하고 효율적인 통합 물관리를 위한 물 순환

으로의 시너지를 창출해야 한다. 물 순환적 접근 방식 차원에서 자연기반솔루션의 사용과 통합 생태계 서비스의 적절한 고려를 통해 체계적이고 통합된 물관리를 촉진하고 자연계 물순환과 인간을 더욱 잘 연결할 수 있다. 특히 기후 완화와 적응 문제 해결을 위해 자원을 강화하고 보호할 수 있는 물 순환을 기반으로 순환 경제로의 전환이 필요하다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. 새로운 사업 모델, 수도시설의 역할, 참여 및 파트너십 확대, 공개된 관습, 물 부문 순환경제 가속화를 위한 시설 및 기타 산업 부문에 관한 최신 출판물 준비
2. 수자원과 기타 산업 부문의 순환경제 전환 및 모범 사례 확대를 촉진하기 위한 공공 및 민간 이해당사자 상호 간 대화 추진
3. “Water Management, Dollars and Sense, Going beyond Corporate Social Responsibility”의 주제로 국제 컨퍼런스 개최와 프로시딩 출간 (2024.)
4. 보험업, 연기금, 투자회사 참여를 위한 백서 준비; 과학기반 좋은 사업관행에 관한 사례연구; 물 부문 순환경제 및 기타 산업 부문으로의 전환 사례 연구 개요서

3.1.5 물관리를 위한 적응경로, 시나리오와 전략 수립을 지원하는 (과학 커뮤니티의) 사회수문학 관점에서의 인간과 물 사이의 상호 작용 평가 연구 수행 및 공유

수자원에 대한 인간의 인위적 활동이 미치는 영향을 고려하기 위해서 물과 인간의 상호작용에 대한 고려가 필수적이다. 복잡한 물관리 문제에 있어 인간과 물의 상호 작용에 대한 이해는 수문학 분야 과학자만으로는 해결할 수 없는 다양한 질문에 마주치게 된다. 사회 과학은 공동 혁신(Co-innovation)과 공동 설계(Co-design)를 포함하는 기술 및 방법의 효과적인 배치를 위하여 점점 중요한 역할을 하고 있으며, 규모가 작거나 미개발 지역에 효율적으로 적용될 수 있음이 입증되고 있다.

사회수문학은 인간과 수계 사이에 양방향 피드백을 제공하여 전 세계 다양한 장소와 맥락에서 발생하는 광범위한 현상을 다룬다. 사회 과학과 자연 과학의 중첩을 통해 수문 순환의 변동성과 변화와 같은 복잡한 문제를 해결하기 위한 더 나은 조건을 고려할 수 있게 된다. 이는 수문학적 재해에 적응하기 위한 의사 결정, 물-에너지-식량-생태계 넥서스, 도시-지역 간 물 이동, 물 부족 및 접경수역 관리에 대한 더 나은 기반을 제공할 수 있다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. 2021년 9월 Delft에서 개최된 제1회 사회수문학 컨퍼런스에서의 결론과 제안사항을 고려한 사회수문학 IHP 백서 및 사회수문학에 대한 IHP 성명서 작성과 후속 출간물에 대한 기여
2. 수문학, 사회 및 기후 과학자, 농업경제학자, 연구자 및 지역 사회 이해당사자 간 사회수문학적 대화 계획 수립 및 공식화, 사례연구 수행
3. 홍수, 가뭄, 산사태와 기후 탄력적인 물관리, 재해 위험 감소 등에 대한 공동 훈련/교육 자료의 준비, 보급 및 역량 구축에 활용
4. 도시/농촌 환경에서의 사회수문학 기반 인간과 물 사이의 상호작용을 평가하고 물관리를 위한 적응 경로, 시나리오 및 전략을 개발하기 위한 과학적 연구의 수행 및 지원
5. 사회수문지질학 개념의 증진과 대수층 관리의 개선, 지구의 환경변화의 영향에 적절히 대응하기 위한 활동의 홍보

3.1.6 홍수와 가뭄과 같은 수재해를 다루는 과학적 지식과 방법론의 정교화 및 개선을 통한 수재해 예측력 증대

2019년 UN 보고서에 따르면 1990년 이후 발생한 가장 심각한 재해 1,000건 중 90%가 물 관련 재해로 보고되었다. 더불어 재난으로 인한 경제적 손실의 비율이 높아질수록 빈곤 퇴치에 어려움이 가중되며, 이러한 격차에 대응하기 위한 모든 위험 관리 조치는 인간 중심적이어야 하고 사회 전체적인 접근이 필요하다. 수재해 관련 수문학적 과정의 변화를 더 잘 이해하고 예측력을 높이기 위해서는 진보된 기술의 적용은 물론 다학문적인 접근이 필요하다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. 모범 사례와 지식을 포함한 홍수, 가뭄, 산사태와 같은 물 관련 재해 해결을 위한 과학적 발전에 대한 최신 출판물 준비
2. 물관리와 극한 수문사상(홍수, 가뭄)에 대한 과학-정책의 대화 및 역량 구축
3. 홍수, 가뭄, 산사태와 기후 탄력적인 물관리, 재해 위험 감소 등에 대한 공동 훈련/교육 자료의 준비, 보급 및 역량 구축에 활용
4. 재난, 기후변화와 지속가능한 개발에 관한 국제 물 컨퍼런스 조직 및 프로시딩 출판
5. 조기경보시스템(EWS), 홍수 및 가뭄지도, 위험지도의 구축 등을 통한 수재해 해결을 위해 (국가 및 유역 단위의) 다양한 지역에서의 과거 프로젝트 평가, 지식의 검토, 새로운 프로젝트의 구성과 실행
6. 기후변화 예측 및 조기경보의 활용과 모범 사례 및 성공/실패 사례의 모국어 공유를 통해 수재해로부터의 회복탄력성과 지속가능성을 증대시키기 위한 온라인통합시스템 개발
7. 온라인통합시스템의 활용을 통해 이해당사자가 과학 기술을 효율적으로 적용하고, 생명과 자산을 보호하며, 생계와 사업을 지속할 수 있도록 돕는 조력자(Facilitator)의 역량 개발

3.1.7 하천, 호수, 대수층 시스템, 연안 지역, 빙하권 및 인류 거주지에 대한 전 지구적 변화와 인간의 인위적 활동의 영향에 대한 과학 커뮤니티의 지식 공유

강과 대수층은 자연의 생명선 역할을 하며 물-에너지-식량-넥서스의 중심 기능을 하고 사람들에게 식수, 재생 에너지 또는 운송 수단을 공급하지만, 홍수 및 가뭄과 관련한 위험과도 매우 중요하게 연결되어 있다. 이 들은 생물다양성의 주요 위치이면서 기후와 토지이용 변화에 즉각적으로 영향을 받는다. 전 지구적 변화와 인간의 인위적 활동은 이러한 자원의 양과 질에 영향을 미친다. 눈과 빙하의 변화는 빙하권의 유출과 계절적 변동성에 영향을 미치고 생물다양성과 생태계에 광범위한 결과를 가져오게 된다.

자연적 변화 또는 인간 활동에 의한 침식 및 퇴적 작용과 퇴적물의 이동은 특히 수자원의 지속 가능한 개발 및 관리 측면에 매우 큰 영향을 미친다. 해수면 상승은 지하수 품질에 영향을 미치고 식수원을 오염시키고 비옥한 토지의 사막화로 이어지는 해안 대수층에 대한 염수 침입으로 이어진다. 이러한 광범위한 영향에 대한 과학 커뮤니티의 지식 공유가 필수적이다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. “Water in the Anthropocene”의 주제로 일련의 워크숍 개최 (예를 들어, 연안지역 물관리, 저지대 삼각주의 물 및 토지 관리, 대수층 시스템, 수권-빙하권-기후변화 넥서스)
2. 대하천 현황 보고서 (예를 들어, 세계은행, 유네스코 통합 하천 연구 및 관리 의장, 기타 회원 및 파트너와의 협력을 통한 세계 대하천 이니셔티브 및 관련 행사 개최)
3. 눈, 빙하, 수자원에 대한 지속적인 영향평가; 빙하 모니터링; 퇴적물 모니터링; 수자원 부존량 시나리오; 관련 교육 및 역량 강화
4. 글로벌 수준에서 지역 수준까지의 지반 침하의 규모와 위험도 평가; 사례 연구 수행
5. 평가 보고서 및 최신 기술과 사례 연구에 대한 교육 자료의 개발 및 편집; 국가 차원의 역량 구축
6. (소규모 섬 개발도상국에 중점을 둔) 오염수 및 염수 침입 등을 포함한 다양한 리스크와 생태계 서

3.1.8 과학기반 의사결정 지원과 지식 서비스 개선 및 건강 관련 리스크 저감을 위한 (과학 커뮤니티의) 수질 개선과 수질오염 저감에 대한 지식 및 혁신적인 솔루션 개발 및 공유

전 지구 수자원 현황에 대한 지식 기반을 강화하고 수질 개선 및 생태계 복원을 위한 관리 및 정책 우선 순위를 선정하기 위해서는 유역, 지역, 및 국가 수준의 포괄적인 수질 평가가 필요하다. 수질 관련 데이터와 과학적인 정보가 부족한 상황에서 기후변화의 영향에 대한 과학적 이해와 지식을 향상시키기 위해서는 혁신적인 연구가 선행되어야 한다. 또한 수질 모니터링과 수질오염 저감 전략을 수립하기 위한 표준 및 수질 규정 기준에 대한 과학적인 기반이 필요하다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. 주요 수질 및 오염 문제를 식별하기 위한 유역/도시/국가/지역/글로벌 규모의 수질 문제에 대한 주제별 평가
2. 최고의 기술 솔루션과 정책의 확보 및 보급을 통해 수질 및 오염 관리를 위한 혁신적인 기술과 정책 촉진
3. 자연기반솔루션 및 Grey-green 하이브리드 등 교차 솔루션을 참조하여 수질 관리를 위한 생태수문 및 생태계 기반 접근법 관련 과학기반 의사결정 가이드라인 개발
4. 다양한 이해관계자 대상 '수질 개선 및 오염 감소를 위한 혁신적인 솔루션'에 대한 역량 구축
5. UNEP 및 기타 파트너와 협력하여, 강, 호수 및 저수지 유역, 지하수 및 해안 유역 수질의 전 지구적 변화의 영향에 대한 컨퍼런스 및 정책 브리핑을 통한 지식 공유와 과학기반 조연 기반 의사결정 지원

3.1.9 (과학 커뮤니티에 의한) 지구관측, 인공지능과 IoT를 사용하는 새로운 기술의 개발 및 공유를 통해 모니터링과 수자원 계획 및 평가 관련 이해당사자 역량 강화

수자원의 효율적인 이용과 식수, 위생 및 재난 완화와 관련된 SDGs를 실현하기 위해서는 수많은 ICT 혁신 및 AI 관련 기술이 필요하다. 예를 들어, 개인용 모바일기기 및 IoT에 센서를 연결하여 글로벌 데이터의 수집과 모니터링, 공유 플랫폼 등을 개발하고 구현할 수 있다. 재난 예경보, 지하수 거버넌스, 나노 위성, (글로벌) 수자원 모니터링, 최적 수자원 의사결정 시스템 등과 같은 다양한 물 관련 문제들을 새로운 기술 개발과 공유를 통해 해결할 수 있으며 이를 위한 이해당사자의 역량 강화가 필요하다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. 수자원 평가 및 모니터링을 위한 지구관측, 인공지능, 기계학습 기반 도구 및 방법론 개발과 빗물 수집, 관측, 홍수 및 가뭄 모니터링 소프트웨어 사용 촉진
2. 국가별 적용가능성, 채택/확장에 대한 제약조건 등을 조사하고, WMO 등 기타 파트너와 협력을 통해 신기술의 효과적이고 안전한 사용에 대한 가이드라인 출판과 파일럿 프로젝트와 프로그램 운영
3. AMCOW(The African Ministers' Council on Water) 및 NEPAD Water CoE 와 함께 아프리카 워터 비전 2025와 의제 2063을 지원하는 기술 및 혁신에 대한 과학 활동 및 역량 강화 프로그램 공동 개발
4. 물관리 분야 ICT에 관한 국제 컨퍼런스 및 기술박람회 개최
5. UNEP, 세계수질연합 및 기타 파트너와 협력하여 유네스코 세계 수질 포털 개발 및 다양한 지역의

유역에 적용하기 위한 지구 관측, 위성원격탐사 및 UAV 기술을 통한 새로운 수질 모니터링 시스템 개발

6. 스마트 물관리 시스템에 대한 새로운 지식의 개발

3.1.10 과학 기반 의사결정과 물 순환 이해도 향상을 위한 (과학 커뮤니티와 기타 이해관계자 중심의) 수문학 분야의 시민과학 통합에 관한 연구 수행 및 공유

수자원관리를 위한 전통적인 데이터 수집 및 과학적 지식 축적 방식을 보완하기 위해서 시민 과학의 통합을 고려할 필요가 있다. 이러한 방식은 물 순환에 대한 인간의 영향의 특성화와 관련하여 새로운 수문학적 지식을 생성할 수 있는 상당한 잠재력이 있다고 볼 수 있다. 예를 들어, 시민 과학자들이 SNS에서 교환하는 웹 기반 매핑 도구 및 지구 위치 시스템이 내장된 스마트폰과 센서를 통해 생성되는 물 관련 정보의 수집 및 구성을 위한 효과적인 도구가 개발된다면 수자원관리에 혁신적인 기여를 할 수 있다. IoT, 원격 탐사, 개인 관측을 통한 다양한 데이터 소스를 통합할 수 있는 AI 기술의 개발과 적용이 시급하다.

시민 과학은 수문학 연구를 위한 중요한 도구가 되어 과학자와 대중의 공동 노력을 통해 의사 결정을 위한 데이터를 수집하고 해석하며 가상 기술을 포함한 사용자 친화적 기술의 발전을 이끌어 오고 있다. 또한 커뮤니케이션, 교육 및 온라인 데이터 시각화 및 데이터 수집을 용이하게 하며 과학 관점에서의 시민 과학은 특히 지역 규모에서 시공간 데이터의 수집 가능성을 확장 시킬 수 있다. 그럼에도 불구하고 아직 시민 과학 데이터의 품질의 불확실성으로 인해 그 적용성이 낮은 수준이다. 따라서 수문학 분야의 과학 커뮤니티와 이해당사자 중심의 시민과학 통합을 위한 연구가 지속적으로 수행되어야 한다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. 수자원 모니터링 및 지역 이해관계자의 클라우드소싱을 위한 다양한 지역의 시민 과학 파일럿 연구 수행
2. 물 회복탄력성 증진을 위한 시민 및 개방 과학 방법론을 통해 물 및 토지 관리에 대한 고유지식을 통합하는 국가 및 지역사회 수준의 프로젝트 이행
3. AMCOW(The African Ministers' Council on Water) 및 NEPAD Water CoE 와 함께 클라우드 소싱과 시민 과학 기반 수질 모니터링과 물관리 개선 프로젝트 시범 운영
4. 교육 프로그램을 통한 홍보와 시민단체와의 협력을 통해 시민 과학 도구의 개발을 포함한 지속적인 연구와 역량 강화 프로그램 운영

3.2 (대주제) 지속가능성을 고려한 4차 산업혁명에서의 물 교육

지속 가능한 개발을 위한 Agenda 2030과 물 관련 SDGs 달성은 인간 가치의 근본적인 변화를 가져 오며, 결과적으로 인간 행동에 의해 결정된다. 이러한 목적의 달성은 천연자원의 중요성과 한계에 대해 이해하고 인간과 자연의 통합의 필요성을 인식할 때 가능할 수 있다.

전 지구적 변화의 측면에서 물의 중요성에 대한 대중적 인식을 위한 모든 수준에서의 물 교육은 회원국이 회복탄력성을 갖춘 지속 가능한 사회로 나아가기 위해 포괄적인 물 거버넌스의 이행과 관리를 위해 필수적이다. 또한 생태계의 재생 속도와 조화를 이루는 생산 및 소비 패턴을 갖출 수 있도록 사회 모든 부문의 참여를 장려할 수 있는 도구가 된다.

따라서, 물 교육은 삶의 초기 단계에서 시작해야 하며 모든 지역사회와 모든 연령대를 대상으로 다양한 방식으로 제공되어야 한다. 이를 위해 4차 산업혁명 환경에서 물 교육을 이끌어갈 새로운 과학자 및

실무자를 양성하고 보유해야 한다.

2029년까지 전 세계 주요 의사결정자, 교육자와 시민은 지속 가능한 물관리 및 거버넌스를 촉진하기 위해 과학과 연구 정보를 기반으로 한 물 관련 문제에 대한 교육을 받음으로써 물관리 인식을 제고하고 관련 지식을 강화하게 될 것이다. 과학사회 네트워크를 강화하고 관련 자료를 개발 및 보급함과 함께 교육 세션을 함께 수행하게 된다.

‘Agenda 2030’과의 연결성

‘지속가능성을 고려한 4차 산업혁명에서의 물 교육’ 주제는 SDG6(Clean water and sanitation for all)와 관련된 모든 목표 및 기타 모든 물 관련 SDG의 목표와 연결되어 있다. 지속 가능한 개발을 위한 교육은 모든 인간이 지속 가능한 미래를 위해 필요한 지식, 기술, 태도 및 가치를 습득할 수 있도록 한다. 또한 모든 학습자의 관련 지식과 기술의 습득을 보장하기 위해 모든 사람, 특히 SDG 목표 4.7을 위한 포괄적이고 평등한 양질의 교육을 보장하고 평생 학습기회를 촉진하는 SDG4와 직접 연결되어 있다.

더불어, 물 교육 주제는 SDG9(industry, innovation and infrastructure)의 다양한 목표와 관련이 있으며, 모든 SDG의 물 관련 목표뿐만 아니라 SDG12(responsible consumption and production)와 관련 목표의 행동 및 제조 혁신 측면과도 연결된다.

3.2.1 물의 중요한 다기능에 대한 그들의 기여를 이해하기 위한 대중의 인식 상승

많은 사람들은 일상생활과 물의 가용성 간의 관계에 대하여 막연한 이해만 하고 있으며 때로는 물 이용을 당연하게 생각한다. 따라서 효과적인 교육을 통해 대중이 새로운 지식을 더 잘 이해할 수 있도록 해야 한다. 혁신적인 과학 프로그램의 개발과 대중의 참여를 통해 삶에 있어서 물의 중요성을 이해하도록 함은 물론 물관리 거버넌스를 개선하기 위한 여성, 청년 및 젊은 전문가의 기여가 필요하다. 더불어 물과 관련된 의사결정 과정에서 청소년들의 의견도 수렴할 수 있어야 한다.

따라서 물 교육은 대중의 인식을 확장하고 자연과 상호 작용하고 물에 대한 정서적 건강을 개선하기 위한 보다 나은 관행을 채택할 수 있도록 지원하는 전략과 기술을 수용해야 한다. 이를 통해 물의 가치를 인식하는 사람들은 지속 가능한 관리 및 물 거버넌스에 기여할 수 있는 물과 생태계의 보전을 위해 힘쓰게 될 것이다.

평생학습, 지역 사회 스토리텔링, 현장 워크숍, 교환 프로그램, 재교육 과정, 계절학교, 대학원 학위 및 SNS를 포함하여 물 관련 지식을 교육하고 학습할 수 있는 방법은 매우 다양하다. IHP는 수자원에 대한 의존도와 관계에 대한 더 깊은 이해를 제공하기 위해 도시와 농촌을 막론하고 모든 사람들에게 혜택을 제공하기 위한 다양한 방식을 활용할 것이다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. 세계 물의 날, 세계 화장실의 날과 같은 특별한 날과 행사를 통해 국가 차원의 인식을 높이고, 대중 매체를 참여시켜 대상 청중에게 적절한 메시지를 전달할 수 있는 전문가 참여. (회원국의 후원을 받을 경우)
2. 청소년, 여성 및 토착(지역) 사회에 중점을 두고 다양한 물 관련 주제에 대한 워크숍과 웨비나를 포함시켜 국가 차원에서 교육자와 정책 입안자의 역량 증진
3. 범세계적, 지역적, 국가적 차원에서 물을 더 널리 인식시키는 활동(지속 가능한 개발, 환경, 기후 변화, 사막화, 도시, 공중 보건 문제에 대한 대응, 전염병 등)을 통해 물의 중요성 강조
4. 네트워크 및 파트너십을 활용하여 물 주제에 대한 언론인과의 협력, 이해하기 쉬운 사실, 통계, 인포그래픽 및 공인의 비디오 클립을 비롯하여 대중 및 소셜 미디어의 보도 범위의 확대. 또한 글로벌 물 박물관 네트워크(WAMU-NET)의 활용.

5. "Seal of Excellence for Urban Water Management" 사업(2022년 2회 시범 연구(pilot study) 부터 전 지역 적용까지)의 시행

3.2.2 참여 전체론적 실천을 강화하기 위해 추진된 유네스코 물 가족의 학제 간 연구 협력 및 교육적 접근 방식의 개발 및 구현

연구와 교육 이니셔티브의 연결은 연구 역량을 강화하고 수자원 과학에 대한 대중의 이해도를 증진시킬 수 있다. 공공 부문에서의 수자원 과학 증진은 본질적으로 다양한 계층의 이해관계자를 포함하는 협력적 사업의 일환이다. 더욱이 점점 더 세계화되는 사회에서 기술 개발, 지도자 교육, 대중 인식 제고 등에 수자원 과학을 투입하는 것은 지속 가능한 미래를 달성하는 데 매우 중요한 것이다. 전시회, 대중을 위한 출판물, 온라인 플랫폼 및 기타 공개 행사와 같은 모든 활동은 수자원 과학의 영향력을 확대하고 강화하는 중요한 수단을 제공한다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. 다양한 분야의 과학자와 교육자 간의 협력을 촉진(기존 방법론 및 플랫폼과 프로세스의 사용과 지역적 맥락의 다양성을 통해 촉진); 학제 간 수문학 연구와 교육에 대한 국제심포지엄을 포함
2. 유네스코 물 가족(water family), 우수 물 센터, PAVEU(Pan African Virtual and E-University) 및 기타 파트너 간의 연구 및 교육 협업
3. 초기 경력 연구자들을 위한 가상 주제 세션으로 유네스코 물 가족 멤버들이 주최하는 참여형, 다학제 간 및 전체론적 연구 협력에 대한 논의
4. 유한한 자원과 tipping 포인트에 대한 인식을 높이기 위한 참여의 기회, 학제 간 및 전체론적 연구와 물 과학 교육의 차이를 조사하는 협력기반 과학 연구
5. WAMU-NET 등의 운용을 통해 생계와 지역사회를 위한 물의 중요성의 이해를 높이기 위한 모든 수준의 공식 및 비공식적 교육의 강화

3.2.3 삶과 지역사회에서 물의 중요성에 대한 이해를 위한 모든 수준의 공식, 비공식 및 일상적인 물 관련 교육 및 학습 자료

모든 교육과정에 있어 기본이 되는 것은 양질의 과학, 신뢰할 수 있는 자료와 기술과의 연결, 정보 전달자 및 교육자의 능력이다. 또한 교육은 가장 관련성이 높은 기술을 사용하고 결과의 품질을 보장할 수 있어야 한다. 따라서 최첨단 과학적 기반을 갖춘 광범위한 물 교육 전략은 모두를 위한 물에 대한 중요성을 형성하기 위한 결정적인 요소가 된다.

물의 중요성에 대한 이해를 돕기 위한 가장 효율적인 방법은 사회의 모든 부문에 대한 교육을 통해 모든 개인의 삶에서 물이 하는 역할에 대한 더 큰 이해를 이끌어내는 것이다. 이러한 변화와 함께 우리는 생명 공학, 빅데이터, 드론, 인공 지능과 같은 기술을 사용하여 전문가와 기술자가 최상의 결정을 내리고 필요한 연구 및 역량 개발 활동에 집중할 수 있도록 준비해야 한다. 이를 위한 핵심 과제는 새로운 기술과 혁신적인 학습 프로세스를 사용하여 최신 교육 프로그램과 자료를 개발하는 것이다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. 생활, 지역사회 및 생태계 과정에서 물의 상호작용의 중요성과 관련된 유네스코 물 가족의 교육 자료를 대학 도서관을 포함하여 편집, 수정 및 보급
2. 이용 가능한 자료를 사용하고 회원국과 파트너의 우선순위와 요구에 맞는 새로운 학습 자료와 도구

- 를 개발하는 일련의 모듈 개발. 물에 관한 다국어 용어집 개발
3. PAVEU(Pan African Virtual and E-University) 와 함께 또는 PAVEU 에서 사용할 수 있도록 모듈 맞춤 제작
 4. 미취학, 초등 및 중등 교육을 위한 툴킷(tool-kit)의 편집, 개정 및 화합을 통해 후속 보급 및 사용을 지원
 5. 3차 교육에서 물 안보 개념의 촉진을 위한 "Guest lecturer on demand series"를 시작하여 회원국 및 이해관계 기관들이 이용할 수 있도록 함

3.2.4 교육, 의사결정 및 정책 수립 지원을 위한 과학 커뮤니티의 과학정보 전달 방법과 도구 개발 및 공유 지원

과학 정보의 접근성과 가시성은 ‘오픈 사이언스’의 전제 조건이다. 데이터가 과학 정보로 처리되고 저널에 게재되면 시민, 전문가, 과학자 및 정부기관에서 사용할 수 있도록 공유 및 보급되어야 한다. 과학적 정보는 지역 지식과 결합되어야 하며 과학 저널, 교육 출처 및 기타 널리 전파되는 미디어 및 디지털 매체를 통해 널리 보급되어야 한다.

과학적 정보를 의사 결정 및 정책 공식화 등을 위한 로드맵과 같은 형식으로 변환하는 방법은 현재 부족하다. 따라서 새로운 아이디어를 개발하고 다양한 매체를 통해 새로운 방법을 전파하며 유역 내 모든 이해 관계자를 참여시킬 수 있도록 시각화된 자료를 통해 다양한 시나리오에 대한 함의를 제공할 수 있어야 한다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. UNESCO 물 가족 핵심 그룹이 작성한 3차 및 직업교육 요원(전문가, 교사, 기술자 등)의 역량 격차 및 요구 파악을 위한 방법론 및 실무 지침 수립
2. 신규 및 중견 과학자를 위한 "정책을 위한 물 과학" 툴킷 및 e-러닝 모듈(현재 유네스코 포용 정책 연구소와 유사하지만 물에 한정됨)
3. 중상급 공무원, 관리자, 전문가 및 고문을 위한 "증거 기반 물 정책 수립" 툴킷 및 e-러닝 모듈
4. 3차 및 직업 교육의 교육자 및 숙련 전문가와 기술자를 위한 "포용적 결과와 지속 가능한 개발을 위한 물 교육" 툴킷과 e-러닝 모듈
5. 물관리에 대한 이해 관계자의 신뢰와 참여를 보장하기 위한 역량 구축 모듈, 교육 자료 및 커뮤니케이션 도구
6. 보다 효율적인 지식 및 정보 공유를 보장하고 교류를 촉진하기 위해 과학자, 정책 및 의사 결정자를 위한 실무 커뮤니티를 구축

3.2.5 격차와 의제 2030 목표 해결을 위해 정부와 사회에 적절한 도구를 제공하기 위한 지속가능한 물관리의 주요 격차를 식별하는 물 관련 고등 직업교육 전문인력 및 기술인력

사회가 직면한 물 관련 문제의 복잡성을 감안할 때, 물 프로그램과 훈련자의 능력과 수를 높이는 것은 모든 수준에서 최우선 순위가 되어야 한다. ‘Agenda 2030’의 맥락에서 현장, 실험실 및 교실에서 능력을 향상시키고 작업을 보다 효과적인 방식으로 수행할 수 있도록 하는 현장 교육이 필요하다. 이러한 현장 교육은 물 기술자 및 전문가, 젊은 층의 교사 및 교수 들을 대상으로 수행되어야 한다.

물 기술자를 양성하기 위한 물 관련 직업 프로그램이 꾸준히 감소되어 왔으며 기술의 급격한 변화와 혁신을 따라가기 위한 기존 인력의 교육이 절실하다. 유네스코 물 가족, 그리고 다른 UN 시스템 기관 및 프로그램과의 협력을 통해 물 관련 분야(예를 들어, 수문기상 모니터링, 관개 시스템, 위생, 물 공급 시스

템)의 기술자 훈련을 유지하고 확장하기 위한 노력이 필요하다. SDG6 등 다양한 물 관련 SDG의 이행을 가속화하기 위해 회원국은 수자원 과학을 더욱 발전시키고 다음 세대를 교육하기 위한 물관리 교육을 강화해야 한다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. SDG6의 새로운 물 교육 지표 개발 및 홍보
2. 정부 부처, 교육자 및 IHP 국가 위원회와 함께 국가 차원의 부문 간 대화 및 협의를 통해 역량 격차와 요구를 파악; 강사 교육
3. "포용적 결과와 지속 가능한 개발을 위한 물 교육" 툴킷 및 e-러닝 모듈의 국가차원의 적용
4. 교육 정책 격차를 해소하기 위한 역량 강화 - 전문가와 기술자에게 관련 도구와 지식을 제공함으로써 지속 가능한 개발
5. 회원국과 파트너에게 개방된 UNESCO 물 가족 교육 플랫폼을 구축하여 우수 사례와 교훈을 공유하고 생태수리학 시범 구역, MAB 생물권 보전지역 및 기타 유네스코 지정 유적지를 활용
6. 아프리카의 NEPAD/EU 인적 역량 개발 프로젝트 부흥 및 확장

3.2.6 통합적이고 효율적인 물 정책을 위한 의사결정 개선, 설계 및 시행을 위한 신기술, 연구를 통한 의사결정권자, 물관리자와 주요 물 부문 기관의 역량 강화

상향식 접근 방식은 사람들의 인식 제고를 위해 매우 중요하며, 지역사회 의사결정 과정 내에서 모든 부문의 요구와 관심을 고려하기 위해서 몇 가지 다른 전략을 구현할 수 있다. 좋은 정책에는 정보에 입각한 시민의식이 필요하지만 올바른 의사 결정에는 건전한 과학이 필요하며 이를 위해서는 자연, 기술 및 사회과학 분야의 지식을 갖춘 전문가가 필요하다. 의사결정자가 효율적이고 지속 가능한 물 정책을 설계하고 구현하는데 필요한 사회적 신뢰를 받기 위해서는 필요한 정보와 지식이 환경에 미칠 수 있는 영향에 대한 전문 교육이 선행되어야 한다.

이러한 접근 방식은 의사 결정자들에게 소비 기반의 경제에서 관리 및 보전에 기반한 경제로의 전환을 촉진하는데 필요한 도구를 제공할 수 있다. 이를 통해 의사 결정자는 경제적 성공을 수자원을 포함한 천연 자원 기반의 관리와 연관시키는 정책을 설계하고 구현하는데 필요한 사회적 지원을 받을 수 있게 된다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. UN DESA와 함께 SDG6 달성을 위한 능력을 구축하기 위한 UN-Water initiative의 조정
2. 중·상급 공무원, 물관리자, 전문가들을 위한 의사결정에서 주요 연구 권고사항 및 관련 기술의 습득
3. 국가 및 지역의 과학-정책 대화(과학-정책 격차 해소, 물 및 지속가능한 개발의 제도적 역량 강화 워크숍 포함)
4. 새로운 기술, 데이터 및 정보, 모범 사례의 효과적인 사용과 적용 가능성의 기회 및 장벽을 공동으로 평가하기 위한 실무 워크숍을 포함한 역량 구축

3.3 (대주제) 데이터-지식 격차 해소

데이터의 투명성과 접근성은 유네스코의 향후 공약인 ‘오픈 사이언스’의 발전을 유지하는데 필요한 주요 요소 중 하나이다. 물의 양 및 분포, 수질, 접근성, 수재해 위험, 물 이용 등에 대한 포괄적이고 장기적인 데이터의 부재 또는 비접근성은 비효율적인 물관리 및 투자로 이어진다. 따라서, 수문관측은 물관리의 의사결정과 지속 가능한 수자원관리에 필수적이다.

수자원 데이터는 다양한 출처를 통해 제공되며 원시 데이터를 수집하고 이해한 다음 이를 의사결정 측면에서 수문 시스템에 적용하는 것은 실제로 매우 복잡하다. 또한 데이터와 지식 사이의 격차는 데이터가 투명하고 이해하기 쉬운 방식으로 수집되고 정책 입안자가 요구하는 세부 수준까지 확장될 수 있어야만 해소될 수 있다. 따라서 데이터 수집을 촉진하는 것 외에도 데이터 품질을 보장하고 지역 간 격차를 줄이고 물 정보에 가치를 더하는 일이 중요하다.

2029년까지 물 데이터의 투명성과 접근성이 크게 향상시키고 특히 접경지역의 수자원의 경우 개방형 과학 플랫폼의 추가 개발을 가능하게 하고 통합 유역 관리를 위한 촉진 도구를 생성할 수 있도록 한다.

‘Agenda 2030’과의 연결성

충분하고 신뢰할 수 있는 데이터는 통합수자원관리와 모든 종류의 과학 및 정책 결정에 절대적으로 필요하다. 따라서 데이터의 접근성을 개선하는 것은 모든 물 관련 SDG를 간접적으로 지원한다. 특히 모든 SDG6(Clean Water and Sanitation) 목표는 다양한 관련 지표 모니터링을 통해 달성될 것이며 이행을 가속화하기 위해 취해야 할 조치에 대한 의사결정을 지원할 것이다. 과학 데이터의 더 나은 가용성과 이해도는 SDG17(Partnerships for the Goals), 특히 개선된 접경지역 협력을 통해서만 달성될 수 있다.

3.3.1 데이터의 정확한 수집, 분석, 해석, 교환을 위한 학계의 과학적 연구기법 개발 및 사용

신뢰할 수 있는 데이터는 수자원관리에 가장 중요한 요소이며, 데이터가 없으면 의사 결정을 내리는데 심각한 어려움을 가져오게 된다. 모든 수문 분석과 모델링은 데이터의 양과 품질, 적용 범위 및 접근성에 따라 달라진다. 현재 감소하고 있는 관측지점의 수와 표집 빈도를 다시 늘려서 충분한 데이터 양을 유지해야 한다. 데이터 품질은 과학적 연구 결과의 품질을 결정하며 더 크고 완전한 데이터 세트를 기반으로 하여 연구 결과의 신뢰 수준을 높일 수 있다. 더불어 과학적 정보는 가능한 경우 해당 지역의 특성과 결합되어야 한다.

물 데이터는 물의 양과 수질 매개변수에만 국한되어서는 안 된다. 오히려 물 이용 경향과 지표수 및 지하수와 인간 간의 상호 작용도 모니터링 해야 한다. 또한 메타데이터는 데이터 유효성 검사에 필수적인 부분을 구성해야 한다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. 원격탐사프로그램을 위한 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터와 통합유역관리 지원을 위한 공간데이터 인프라를 포함한 데이터 관련 연구 및 적용 진보를 위한 International Open Water Symposium 개최 / peer-review저널에 논문게재 및 special issue 발행
2. 수집, 검증, 분석, 평가 및 보고를 위한 모니터링 시스템 및 데이터 관리자, 수집자료 전반의 지적 생산물에 대한 편집 및 연계
3. 기존 및 새로운 표준과 프로토콜에 대한 과학적 검토를 수행하고 방법, 표준, 권장된 실행방법에 대한 개요서 작성
4. 모니터링 및 데이터베이스 시스템 관련 요구사항과 첨단 연구의 촉진을 위한 시스템 관리자와 학계 간 의견교환 및 데이터서비스의 개선

3.3.2 수문데이터 수집, 수자원관리 및 연구를 위한 회원국, 학계에 의한 시험유역 설립

다양한 환경 조건(삼각주, 건조기후, 열대기후 등)에서의 수문 변화를 이해하고 통합할 필요가 있다. 소규모 유역에서의 실험적 현장 및 수문학적 연구는 하천 유역의 수문기상학적 및 생화학적 과정을 계산하고 예측하기 위한 과학적 지식 및 방법 개발에 필수적이다. 또한 기후변화를 포함한 수문 기상 특성 및 체제의 자연적 및 인위적 변화의 모니터링은 소규모 유역 연구를 통해 이루어진다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. 지역 및 글로벌 네트워크를 통한 시험유역 설계, 확장 및 기존 시험유역과 다양한 수자원 관점과 시험유역에 적용된 관리기술에 대한 연계
2. 기존 IHP 위원회 및 기타 활동을 통한 시험유역의 글로벌 네트워크 구축(대수층 시스템을 네트워크 활동에 포함시키기 위한 노력).
3. 시험유역의 데이터 관리를 위해 표준화된 자료구조 및 용어집 개발 목적의 상호 비교 프로그램 수립
4. 국제적 수자원관리를 위한 주요성과 공유를 위해 기존 및 신규 시험유역, 상호학습을 위한 데이터 네트워크를 포함한 교류활동 수행

3.3.3 수량, 수질, 사용에 관한 오픈 액세스 데이터의 비교와 검증, 지속가능한 물관리를 위한 학계의 공유

수자원 계획 및 관리를 위한 적절한 규모의 데이터 가용성은 더 나은 의사 결정 지원 시스템을 개발하고, 물 거버넌스를 개선하고, 물 교육 발전과 수자원의 지속 가능한 관리를 달성하는 데 아주 중요하다. 더불어 데이터의 가용성 이외에도 정확성과 신뢰도 및 접근성 등을 모두 고려할 필요가 있다.

데이터에 대한 글로벌 접근성은 접경지역 수자원의 연구 및 의사 결정에 기본적인 요소이다. 전문가는 비교 목적으로 수집된 데이터의 유효성을 확인하고 이러한 데이터를 정책 맥락에서 적용할 수 있는 방법을 포함하여 필요한 데이터에 접근할 수 있어야 한다. 데이터 수집 방법에 대한 이해와 데이터 접근을 용이하게 하기 위한 기존 웹 데이터베이스 연결, 데이터 접근 API(Application Programming Interface) 개발 및 웹 기반 플랫폼 개선에 중점을 두어야 한다. 이러한 기술 데이터는 국가 자원 간의 차이와 접경 지역 수자원의 잘못된 관리를 완화하기 위해 전 세계적으로 접근 가능한 포털에 배치되어야 한다.

시민 과학 이니셔티브는 노력의 범위가 제한적이고 정치적 관할 구역에서 수집된 데이터의 호환성으로 인해 완전히 실현되지 못 하는 경우가 있다. 이러한 문제의 해결을 통해 더 나은 과학과 더 큰 규모의 건전한 정책으로 이어져야 한다. 시민 과학 데이터의 정확한 해석을 가능하게 더 효과적으로 참여하는 방법에 대해 NGO 및 기타 시민 그룹을 대상으로 사용자 친화적인 플랫폼, 지원 프로토콜 및 역량 구축 프로그램을 개발해야 한다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. 새로운 회원 및 데이터, 회원국의 참여 확장을 포함한 IHP-WINS의 사용편의성 향상
2. 주요 수역 및 관련 데이터베이스 전반의 접근성 조정, 검증된 데이터, 메타데이터 및 정보에 대한 접근성 강화를 위한 지원
3. 지하수 관련 데이터에 여러 이해관계자가 접근할 수 있도록 데이터베이스와 플랫폼의 개발과 개선
4. UN-Water, FAO, UNEP, UNICEF, WMO, WHO, GEO, 기타 기관, 프로그램, 파트너, 수도 사업

자와 함께한 수문데이터 서비스 조정에 참여 및 지원

5. 다학제 및 팀 간 호환성과 조화를 향상시키기 위해 학계의 활용성 향상 및 도메인 전반에 걸친 데이터 비교 및 상호검증

3.3.4 데이터 처리를 위한 기술(자료동화, 시각화, 기존 DB와 연계하기 위한 데이터 품질 확보 및 지원 규약)개발, 공유, 적용을 위한 학계 역량 강화

UN-water SDG6 종합 보고서는 원격 기술 및 시민 과학의 데이터 사용을 가능하게 하는 혁신적인 과학적 방법의 필요성을 소개한다. 데이터 처리를 위한 새로운 과학적 방법을 개발하고 다른 부문의 첨단 기술을 활용하는 것도 필요하며 이 과정에서 인공지능과 빅데이터 기술이 핵심적인 역할을 할 것이다.

사용 가능한 데이터를 올바르게 수집, 분석 및 해석하려면 모델링, 예측, 자료동화, 데이터 시각화와 같은 과학적 개념을 철저하게 이해하고 실행해야 한다. 과학 커뮤니티에서 이해할 수 있는 방식으로 데이터를 해석하려면 선택된 방법론의 올바른 사용법을 아는 것이 중요하다. 또한 물 프로젝트의 계획 및 구현과 물 안보 달성을 위해서는 시민, 전문가 및 국가기관에서 데이터 처리 기술을 잘 이해할 수 있는 역량을 갖추게 하는 것이 무엇보다 중요하다. 다양한 매체를 통해 새로운 아이디어를 개발하고 새로운 방법의 전파가 필요하다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. FREEWAT 국제심포지엄과 같은 활동을 통해 오픈소스와 공용 도메인 환경을 포함한 연구와 기술의 홍보 및 IT 형식 연구결과의 상호호환을 위한 정규화, 표준화, 상호 운용성을 전제로 하는 온톨로지 원칙 구현
2. 지표수, 지하수 데이터 수집, 검증, 해석과 공유뿐 아니라 데이터 입력, 저장, 활용에 대한 공공, 시민사회 이해관계자의 역량 강화
3. 정보의 융합, 통합, 자료동화, 가시화를 포함한 데이터 분석방법의 개발 및 공유. 예) MAWAC (Megacities Alliance for Water and Climate)와 같은 UNESCO의 도시 간 네트워크 활용
4. 지상 네트워크 관측, 위성관측능력, 물순환 통합 관측능력의 향상과 데이터 통합 및 분석능력의 향상. (예) 교육프로그램, 여름학교 등

3.4 (대주제) 전 지구적 변화에 따른 통합수자원관리

강, 호수, 습지, 대수층, 빙하 등은 단지 안전한 식수를 공급하고 지구의 모든 생태계의 생존뿐 아니라 농업, 수력 발전, 산업, 레저, 통신 및 운송 등을 지원하는 역할을 한다. 이처럼 물은 지속 가능한 사회 발전의 핵심으로 여겨지지만 투자 측면에서는 많은 관심을 받지 못한다. 또한 물관리는 통합적이고 포괄적인 방식으로 운용되지 않고 있으며, 많은 물 관련 문제는 여러 정부 기관 간에 공동 책임으로 간주되고 있다.

전 지구적 변화는 포괄적인 물관리에 대한 위협이자 기회가 될 수 있다. 통합적 관점으로 모든 물 이해 관계자의 참여를 가능하게 하는 모든 메커니즘을 생성하고 강화하는 방향으로 포괄적인 물관리를 달성할 수 있다. 이것은 다양한 수원, 모든 이해관계, 모든 수준의 정부 및 가능한 모든 관련 분야에 걸쳐 담수, 수질, 환경 흐름 및 생태계 서비스를 보호하면서 물 안보를 달성하는 것을 의미한다.

2029년까지 대부분의 사회는 기후 변화와 글로벌 전염병과 같은 인적 요인에서 파생된 위험을 완하시키거나 적응하는 방향으로 더 나은 지구의 미래를 위해 새로운 기회를 창출해야 한다.

‘Agenda 2030’과의 연결성

‘전 지구적 변화에 따른 통합수자원관리’ 주제는 음용수 및 위생(SDG6.1 & SDG6.2)에 대한 보편적이고 평등한 접근, 수질 개선(SDG6.3), 모든 수준에서의 통합 자원 관리 구현(SDG6.5.1)과 관련된 ‘Agenda 2030’ 목표를 보완한다. 또한 접경 협력(SDG6.5.2)과 산, 숲, 습지, 강, 대수층 및 호수를 포함한 물 관련 생태계 보호 및 복원(SDG6.6 & SDG15.1)을 포함한다.

또 다른 목표는 사막화 퇴치, 가뭄과 홍수의 영향을 받은 황폐화된 토지 및 토양 복원(SDG15.3), 물 관련 재해로 인한 사망자 수를 크게 줄이는 것(SDG11.B)과 관련이 있다. 또한 지속 가능한 개발을 위한 글로벌 파트너십을 강화한다(SDG17).

3.4.1 모든 이해 관계자가 물관리 프로세스의 일부가 될 수 있도록 지원하는 지역 및 토착 커뮤니티인 청년들의 개방적이고 능동적이며 의미 있는 성평등적인 참여를 보장하기 위해 학계의 포용적이고 참여적인 접근 방식에 대한 연구의 수행 및 공유

통합물관리와의 격차는 일상생활에서 수자원에 관련된 의사 결정 과정에서 여성, 청소년, 원주민, 인종 또는 문화적 소수자, 저소득층 또는 이민자의 목소리가 포함되지 않을 때 더욱 커진다.

사회적 참여는 물에 대한 책임을 개선하는 수단이며, 적절하게 달성될 경우 포괄적인 자원관리로 이어질 수 있다. 모든 의사 결정은 양성 평등이어야 하며, 이러한 참여 관리에는 시민 과학, 사용자 중심 디자인, 청소년 및 지역사회 참여의 활성화도 포함된다. 최종적으로 물관리 의사결정 및 관행을 처리하는 실무자 그룹의 참여도 중요하며 파트너십 등을 통해 협력함으로써 보다 광범위한 참여를 이끌어 낼 수 있다. 더불어 물과 관련된 많은 불평등은 권력 관계에서 비롯된다는 것을 조심해야 한다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. 청소년, 지역 및 원주민 커뮤니티(예: 생태수리학 데모 사이트 및 유네스코 지정 사이트)의 성평등 강조와 참여를 통해 포괄적 및 참여적 물관리에 대한 과학적 연구 수행 및 공유
2. 국가 수준의 현황을 포함한 과학적 연구는 모든 수준의 물관리에 대한 참여와 국가 시범 사업의 양상과 이점을 보여줌
3. 모든 수준 및 부문에 걸쳐 국가, 지역 및 글로벌 차원의 대화를 통해 지역사회, 청소년 및 여성을 물관리에 참여시킬 수 있는 모범 사례와 혁신적인 솔루션을 개발 및 보급
4. 2024년 제10회 세계 물 포럼의 준비 행사로 사상 최초의 IHP 청소년 포럼을 조직
5. 포괄적 결과와 지속 가능한 개발을 위한 물관리 및 물 교육에 대한 이해관계자의 신뢰와 참여를 보장하는 역량 구축

3.4.2 사회 경제적, 생태학적 결과를 최소화하기 위해 학계와 유네스코 물 구성원에 의해 수행 및 공유되는 수력발전, 항해, 어업, 레저 활동, 물 공급, 가뭄 위험 관리 및 홍수 위험 관리를 위한 상·하류 하천 이용에 관한 연구

회원국은 물 안보를 목표로 하고 물 순환 관리(Water Cycle Management, WCM) 방법에 대한 연구를 통해 지속 가능한 방식으로 인간과 환경 측면의 목표를 모두 충족시킬 수 있다. WCM을 효과적으로 시행하기 위해서는 유역의 수문순환 과정을 평가할 수 있는 시스템이 구축되어야 한다. 또한 상하류 하천 이용을 개선하고, 전 지구적 변화의 영향을 최소화하고, 하천의 생태계 서비스를 개선하기 위해서는 통합 하천 연구 및 관리(Integrated River Research and Management, IRM)가 필요하다.

수력 발전, 항해 또는 홍수 위험 관리와 관련하여 하천수 사용의 상하류 통합 관리 및 사회경제적, 생태학적 결과의 관점에서 물관리를 반영하는 전체론적인 접근이 중요하다. 상하류 통합에는 하천수 이용에

의해 영향을 받는 물과 퇴적물 및 생태학적 연속성에 관한 연구 및 개선된 하천 관리 및 변화 궤적에 대한 더 나은 이해가 필요하다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. 상류-하류간 수력 발전, 항해, 어업, 레저 활동, 급수 및 위험 관리를 위한 우수한 포용적 관행을 바탕으로 간행물과 역량 구축
2. 강 이용의 상류-하류 효과와 이들의 상호작용을 조사하고, 경쟁적인 목표의 균형을 맞추고, 국경을 넘는 환경 위험을 관리하기 위한 연구 프로젝트
3. 선택된 분지에서 하천 지하수 흐름과 지하수 의존 생태계를 중심으로 지하수 양수와 오염이 상류-하류 역학에 미치는 영향을 평가
4. 다양한 강 유역의 홍수와 가뭄을 모니터링하고 하천 관리 의사결정을 알리기 위해 홍수 및 가뭄 조기 경보 시스템(FEWS)을 시행

3.4.3 지역, 지방 및 국가 의사 결정자의 역량 강화, 대중의 수용 강화, 물 순환 관리(WCM) 개선을 지원하기 위해 학계의 폐수 재사용, 담수화, 빗물 집수 및 대수층 함양 관리(MAR)와 같은 비전통 수자원(NCWR)에 대한 연구의 수행 및 공유

비전통 수자원(Non-conventional Water Resources, NCWR)은 폐수 재사용, 담수화, 빗물 집수 등과 같은 물 순환 관리(WCM)의 중요한 토대가 된다. 가장 널리 사용되는 NCWR은 농업 관개를 위해 처리된 폐수를 재사용 하는 것이다. 처리 및 미처리 폐수의 안전한 사용은 수질 오염을 줄이고 영양소 및 에너지와 같은 유용한 부산물의 회수를 가능하게 하는 대안이 된다. 하지만 오염 물질의 건강 및 환경에 대한 위험과 관련해서 안전한 재사용을 위한 지식과 관리 관행의 개선은 필수적이다.

담수화는 풍부한 해수에 접근할 수 있는 물 공급원을 제공할 수 있는 장점이 있지만, 큰 에너지를 필요로 하고 염수 처리 등 환경에 부정적인 영향을 미치는 2차 효과를 유발하므로 3E(Ecosystem/Environment, Energy, and Economics)를 고려하는 혁신 과학이 필요한 실정이다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. 물순환 관리(WCM)를 개선하고 공공 및 민간 투자의 효율성과 효과성을 향상시키기 위한 협력 활동[민간 부문, NGO, 시민 사회] 및 비전통 수자원(NCWR) 및 순환 경제의 최신 기술 편집을 포함한 연구 프로젝트 수행. 또한 도시 및 도시 근교 거주지, 그리고 MAWAC(거대 도시, 물 및 기후)와도 연계
2. 대상 대수층에서 지하수 함양 관리의 지속적인 구현 및 유지관리를 위한 지식과 정책 개발을 지원하고 통합수자원관리(IWRM) 계획에 포함
3. 지역 및 세계 수상 이벤트, COPs 및 기타 포럼에서의 세션과 이벤트를 통해 더 나은 WCM을 위한 NCWRs 홍보
4. 자연 기반 솔루션에 대한 인식과 역량 보급 및 제고. 지역사회 활동을 포함한 폐수의 안전한 재사용에 대한 모범 사례와 대중적 수용을 제공
5. 유네스코-IGRAC가 주최하는 글로벌 MAR 포털의 대수층 커버리지를 확대하고 기능을 개선

3.4.4 접경 유역을 포함한 모든 유역에 대한 통합수자원관리를 개선하기 위해 강화되는 역량과 지원되는 학계에 의한 수원-바다(source to sea) 및 넥서스 접근에 관한 지식의 개발 및 공유

물은 산 정상으로부터 하천과 대수층을 통해 바다로 흐른다. 수원부터 바다로의 접근법(the source-to-sea approach)은 연안 경관의 관리에 기여하고, 홍수 위험을 줄여주며, 지하수 함양지역을 보호하고, 건강한 생태계와 하구 지역 보존 역할을 한다. 또한 하천 흐름, 지표수-지하수 사이의 관계에 대한 이해를 향상시키며, 이는 지표수가 고갈되거나 경제적인 수질 관리가 어려워짐에 따라 더욱 중요해지고 있다.

물, 식품, 에너지 및 생태계는 별개의 실체가 아니라 상호 연결된 자원이므로 넥서스 접근을 통해 이해당사자의 요구사항을 고려하는 방법을 포괄하는 방식으로 물관리 관행을 수립해야 한다. 넥서스 접근 방식의 과학 혁신 및 연구 부문과 관련하여 글로벌 개발과 물 안보 문제를 해결하고 다양한 SDG 목표의 이행을 위해 상호 의존적인 자원 간의 시너지와 균형을 유지하기 위한 노력이 필요하다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. 생물다양성 연계, 경계선 횡단 지표 및 지하수 자원, 생태계를 포함한 부문에 걸친 통합적 연계 및 해양 접근과 협력 기회에 대해 분야 간 과학-정책 대화와 지식 창출
2. 수질, 생태계, 생물다양성 연계에 대한 source-to-sea 및 nexus 접근의 촉진; 과학 기반 지침의 개발
3. 순환 경제 맥락에서 폐수 재사용 및 부산물(영양소, 에너지)을 포함한 물-식품-에너지-생태계 연계 우수 관리 기준의 편집 및 보급(심포지엄/워크숍 포함)
4. 도시 환경 및 대수층에서의 source-to-sea 및 연계 접근법의 구현을 위한 지식의 개발, 통합 및 공유; 파일럿 연구
5. 담수 및 해양 건강을 위한 토지 및 수질 오염(플라스틱/미세플라스틱 오염 포함)을 줄이기 위해 source-to-sea 접근에 대한 지식의 개발 및 보급

3.4.5 수질오염 예방 및 감소, 수자원관리 전략을 수립하기 위한 학계와 UNESCO 물 구성원에 의해 개선될 수 있는 지표수(하천, 호수, 습지) 및 지하수를 포함한 담수 시스템에서의 오염원, 거동 및 이동에 대한 지식 및 이해

전세계적으로 수질오염 문제는 매우 심각하고 인간의 건강은 물론 수생태계의 안정성에도 큰 위협이 된다. 이렇듯 수질오염은 생태계 파괴와 생물다양성 손실을 유발하는 직접적인 요인 중 하나이며, 의약품 및 미세 플라스틱과 같은 새로운 오염물질은 건강 및 생태계에 미치는 잠재적인 영향력과 독성에 대한 지식 부족으로 매우 우려가 되는 실정이다. 따라서 이러한 오염 물질들의 거동 및 이동에 대한 연구와 지식의 공유가 필요하다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. 새로운 오염 물질에 대한 지식 생성 및 연구, 또한 담수 시스템의 항생제 및 항생제 내성, 의약품과 생태계에 미치는 영향, 오염 방지, 제어 및 완화를 위한 솔루션 고려
2. 국제 포럼의 지표수 및 지하수 시스템의 오염원, 관련 규정의 격차 등에 대한 세션 개최; 예를 들어, IWRA와 공동으로 조직된 관리 대응에 대한 컨퍼런스
3. 사례 연구, 모범 관리 사례 및 정책 지침을 통해 물과 폐수 시스템에서 SARS-CoV-2의 최신 기술과 경험 공유
4. 담수 미세플라스틱에 대한 지식 창출 및 보급; 유네스코 담수 미세플라스틱 국제회의(2023년)와 같은 프로젝트, 원탁회의 및 회의를 포함한 이해당사자 참여 및 과학적 인식 제고
5. 표면 및 지하수 오염을 줄이기 위한 모범 사례와 적절한 솔루션 식별 및 홍보

3.4.6 통합수자원관리를 개선하기 위해 학계가 지원하는 생태수문학 시범지역에서 생태계 서비스 및 환경 흐름에 대한 평가 수행 및 공유

담수 자원을 성공적으로 관리하려면 생태계 서비스에 대한 평가와 개선이 필요하며 이 접근 방식을 완벽히 구현하기 위해 환경 흐름에 더욱 중점을 두어야 한다. 생태수문학은 수생태계의 지속 가능한 관리를 위한 솔루션을 제공해 주며, 수문학, 생물군 및 수질 안보를 위한 공학적 지식을 결합하여 수량과 수질을 함께 개선시킨다. 생태수문학적 자연기반솔루션과 유역 단위의 수공학 기반 시설의 통합과 조화를 통해 더 낮은 비용으로 효율성을 개선하고 수자원관리 및 물 배분의 분쟁을 방지하는데 도움을 줄 수 있다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. 회원국들이 IWRM 관행을 알리고 SDG6의 모니터링 및 달성을 개선하기 위해 환경 흐름 및 생태계 서비스를 평가할 수 있도록 지원
2. 물-생태계-인간 상호작용에 대한 이해를 개선하고 생태-NBS 시너지를 강조하기 위해 현재 생태수문학적 현장의 사례 연구를 개발 및 보급
3. 범주 II 센터 또는 국제 연구소를 통한 생태계 서비스 및 환경 흐름 평가에 기반한 인터넷 기반 플랫폼 구축
4. 생태계 프로세스 간의 관계에 대한 과학적 연구를 촉진하여 IWRM 맥락에서 유역 환경을 더 잘 관리하고 생태계 상태를 유지
5. UN-Water, IUCN, UNEP, FAO, 세계은행, UN DESA 및 유네스코 물 가족, MAB 및 세계 문화유산 센터와 협력하는 국제 회의; 저명한 저널의 특별호 발간

3.4.7 모든 수준의 의사결정권자에게 정보를 제공하기 위한 잠재적 사용에 대한 이해 향상을 지원하기 위해 학계에 의한 빙권 시스템(눈, 빙하 및 영구 동토층), 융해 빙하 침식 및 유사이송으로부터의 유출형성, 산악 호수와 같은 빙하 공급 저수지, 대추층에서의 변화를 모니터링하기 위한 방법의 개발, 공유 및 평가 수행

지난 수십 년 동안 지구 온난화로 인한 빙하의 대량 손실, 적설량 감소 및 영구 동토층 온도 증가와 함께 빙권의 광범위한 축소로 인해 수자원을 빙권에 의존하는 지역에 큰 사회적 위험을 초래하였다. 더불어 대수층에 식수를 의존하는 지역은 지나친 양수로 인해 지하수 고갈과 수질 악화의 문제를 초래하고 있다. 따라서 이러한 환경 변화에 대한 모니터링 기법의 개선과 연구가 필요하다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. Glacial Lake Outburst Floods (GLOFS) 조기 경보 시스템의 인벤토리 구축 및 각 지역의 수용할 수 있는 필요성 파악
2. 선택된 지역의 눈, 빙하 및 수자원 평가; 기후 변화 시나리오/예측 하에서 GLOFS로 인한 취약성을 줄이기 위한 권고사항
3. 현재와 미래의 물 가용성과 빙하로 인한 위험에 대한 과학적 이해에 대한 국제 심포지엄; IHP 포지션 페이퍼로 향후 연구 안내
4. 저온권 시스템 평가 및 취약성 감소를 지원하는 역량 구축
5. 세계 빙하 모니터링 시스템(WGMS)과 협력하여 빙하 및 눈(snow) 모니터링 시스템을 지원하고 평

가 및 변경 모니터링 방법을 공유하는 웹 기반 데이터 뱅크의 가능성을 포함

3.4.8 모든 수준의 의사결정자들이 계획을 개선할 수 있도록 지원하는 학계의 물관리 내에서 주류하는 전 세계적인 변화에서의 방법론과 도구의 개발 및 공유

전 지구적 변화가 수자원관리에 미치는 영향은 쉽게 인지되지 않기 때문에, 지구가 직면한 미래 대응하기 위해 수자원관리의 이론과 실천은 지속적으로 개발되어야 한다. 특히 SIDS, 건조기후대, 해안 배후지, 산악 지역과 같은 위험에 취약한 지역을 대상으로 기후변화 완화 및 그에 대한 적응 및 회복탄력성 증대를 위한 노력이 집중되어야 한다. 새로운 방법론과 도구의 개발 및 공유를 통해 모든 수준의 의사결정자들이 올바른 정책을 이행할 수 있도록 지원을 해야 한다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. 기후변화, 생물다양성 손실, 저감(Degradation) 및 사막화, 오염에 대한 최근 평가 하에서 물관리 관련 세계적 변화를 주도하는 방법론과 도구에 대한 부문 간 대화 및 연구
2. 수문기상 모델링의 불확실성을 해결하고 지역 요구에 맞춘 물관리 및 계획을 개선하기 위한 상향식 접근 방식 촉진
3. 적응형 의사결정(Adaptive decision-making)을 지원하기 위한 수자원의 세계적인 변화와 물관리의 역할에 대한 과학적 연구
4. 글로벌 변화에 따른 물의 계획 및 관리에 대한 방법과 도구를 사용하는 데 있어 전문가, 의사결정자 및 커뮤니티의 인식과 구축 능력의 제고
5. 도시 청사진 프레임워크를 새로운 대도시 및 관련 역량 증대에 확대 적용하는 것을 포함하여 도시 물관리의 세계적 변화를 주류화하는 방법론과 도구의 개발·사용의 지원 및 촉진
6. 참여적인 접근법 및 포괄적인 도구의 홍보. 불확실성과 글로벌 변화 속에서 지속 가능한 물 소비에 대한 인식 증대

3.4.9 UN-Water 및 UNECE와 협력하여 SDG 목표 6.5를 달성하기 위해 지원되는 회원국의 적절한 국가 간 협력을 통해 모든 수준에서 통합수자원관리 구현

현재 접경유역은 263개, 접경 대수층은 600개 이상으로 확인되고 있으며, 공유자원인 수자원은 모든 수변 국가에서 상호 이익이 되는 방식으로 관리되어야 한다. Agenda 2030은 SDG 목표 6.5를 통해 국가 간 협력의 중요성을 강조하고 있다. 국가 간 협력에 대한 모니터링은 주변 국가와의 협력 현황을 평가하고 개선된 조정방안을 목표로 하는 동인이 될 수 있다.

유네스코는 SDG6.5.2(Proportion of transboundary basin area with an operational arrangement for water cooperation) 지표의 공동 관리 기관으로서 UNECE와 함께 회원국이 특히 지하수 자원과 관련하여 국가 역량의 격차를 해소하고 국가 간 협력의 모니터링과 협력 현황의 개선과 평가를 지원할 것이다. 이를 통해 국가들이 부족한 현재의 협력 협정의 개선안을 협상하는데 도움이 될 것으로 기대된다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. 국경을 넘는 환경에서 모든 수준에 통합수자원관리를 구현하는 기술적, 정치적 전문가 들을 지원하기 위한 국경을 넘는(transboundary) 협력 역량 구축
2. 공유와 대화를 통해 다중 트랙 접근 방식을 통해 경계를 넘는 물관리자를 연결하고 상호 신뢰와 이

해의 증진

3. SDG6.5 목표를 홍보하고 SDG6.5.2 지표에 대한 적절한 모니터링 및 보고를 위한 역량을 강화
4. SDG6.5.2 지표를 UNSD 데이터베이스(2023, 2026, 2029)에 세계적으로 발표; UNECE와 함께 UN-Water에 대한 경계 간 물 협력 현황 및 SDG 지표에 대한 주기적인 진행 상황 보고
5. 국경을 초월한 협력 증진에 관한 지속적인 협력; 국경을 초월한 협력에 관한 UN-Water 정책 브리핑의 발간 및 홍보. UNECE와 UNESCO 물 가족의 기부금과 함께
6. 권장 사항, 지침 및 모범 사례를 포함하여 지식 생성, 국가 및 물 협력 동향의 편집 및 출판을 통해 국가에 지원 및 역량 구축을 제공하고 협력을 촉진하기 위한 기반으로 모니터링 사용

3.5 (대주제) 완화, 적응, 회복탄력성을 위한 과학 기반 물 거버넌스

물 거버넌스는 수자원 취수와 이용, 오염으로부터의 보호, 일반적인 물관리에 영향을 미치는 정치적·사회적·경제적·법적·행정적 시스템을 의미한다. 수자원 및 물 관련 서비스 분배의 형평성과 효율성을 결정하고 사회경제적 활동과 생태계 보존을 통해 제공되는 재화 및 서비스 간의 물 사용 균형을 결정한다. 여기에는 수자원 윤리, 법률 및 제도, 그리고 모든 이해관계자의 역할과 책임을 포함하고 과학에 기반한 명확하고 실용적인 표준과 함께 수자원 정책 입안, 수립 및 구현이 포함된다.

2029년까지 회원국은 물 거버넌스 격차를 크게 줄이고 수자원 배분 및 보존에서 더 큰 형평성과 효율성을 창출하고 과학에 기반한 표준을 사용하고 보다 참여적인 방식으로 물 정책을 설계 및 구현하고 기후 변화에 대한 적응 및 완화를 위한 노력을 하게 된다.

‘Agenda 2030’과의 연결성

좋은 물 거버넌스는 SDG와 같은 글로벌 목표를 설정하며 SDG6(Clean Water and Sanitation), 물 사용 효율성, 국가간 협력(SDG6.5.2)을 포함한 통합수자원관리(SDG6.5.1), 국제 협력 및 물 역량 강화 지원(SDG6A) 등과 연결된다. 거버넌스의 발전은 빈곤(SDG1 No Poverty) 및 기아 퇴치(SDG2 Zero Hunger)에도 영향을 미친다. 또한 기후변화에 적응할 수 있는 능력을 강화하는 회복탄력성 있는 실행을 추구한다(SDG1.4, 1.5, 2.1, 2.3, 2.4)

물 거버넌스는 SDG3(Good Health and Well-being) 특히 유해 화학 물질, 공기와 물, 오염으로 인한 사망 및 질병 수 감소와 관련된 SDG 목표 3.9와 중요한 연관성이 있다. 또한 SDG4(Quality Education), 특히 SDG 목표 4.1 및 4.5와도 연결되며 동일한 논리로 SDG5(Gender Equality)와의 연결을 통해 모든 형태의 성차별을 종식하고 여성의 권한 부여를 촉진하는 기술의 사용을 강화하기 위한 목표를 강조한다. 더불어 SDG8(Decent Work and Economic Growth)과도 연결되며, 특히 다양화, 기술 개선 및 혁신을 통해 더 높은 수준의 경제 생산성을 달성하고 환경 악화로부터 경제 성장을 이끌어 내고자 한다.

본 주제는 SDG10(Reduce Inequality within and among Countries), SDG11(Sustainable Cities and Communities) 및 SDG13(Climate Action)과도 연계되며, 건전한 거버넌스는 SDG16(Peace, Justice and Strong Institutions)을 뒷받침하며 국가 간 물 협력(SDG6.5) 및 SDG17(Partnerships for the Goals)과 관련이 높다.

3.5.1 전 지구적 변화(global change)에 대한 지역사회의 회복탄력성 향상을 위한 수자원관리 분야의 사결정자(UNESCO Water Family)들의 경각심 제고

물 거버넌스는 수문학적 순환(강수, 증발산, 침투 및 유출 흐름)과 생태계의 주요 흐름이 어디서 어떻게 발생하는지에 대해 모든 유역 및 관련 대수층의 현상에 대하여 이해하는 능력이 필요하다. 또한 이러한 주요 현상(인간의 정착, 농업 이용, 산업 활동 등)이 발생시키는 문제를 해결하고 수자원 이용에 있어

원치 않는 변칙이나 생태계의 훼손으로부터 적절한 상태로 재건하기 위해 개입하게 된다. 지하수의 경우 그 고유한 특성으로 인해 효과적인 거버넌스 측면에서 여전히 지표수 보다 적용성이 떨어지므로 많은 노력이 필요하다.

물 거버넌스는 생태수문학을 통해 과학적 사실에 기반한 인적 요소에 의해 변경된 생태계의 수문 및 영양분의 순환의 규제를 포함하여 적응, 완화 및 복원 과정을 촉진시켜야 한다. 궁극적으로 적절한 물 거버넌스는 모두를 위한 지속 가능한 물 안보를 보장하는 기본적인 기능을 가진다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. 회복탄력성 향상을 위한 관련 메시지, 과학기반 정책 권장사항 논의를 위한 정부 간 회의, UN 플랫폼 및 프로세스, 국제 및 지역행사 내 소회의 개최
2. 전 지구적 변화에 대한 회복탄력성에 있어서 과학 기반 물 거버넌스(water governance) 역할 증진을 위한 국제 및 지역 캠페인/프로세스에 대한 적극적 참여
3. 시험유역 연계, UNESCO Water Family와 협력에 따른 과학 기반 물 거버넌스의 이점을 의사결정자와 공유하고 이러한 거버넌스가 갖는 이점에 대한 공감대 형성
4. 과학적 지식에 근거한 계획수립, 전염병과 재난대응, 기후변화 적응/감소를 위한 의사결정자와 참여

3.5.2 기후변화 적응 및 지표수와 지하수를 포함한 IWRM을 반영하여 개선된 물 거버넌스 수단에 올바른 과학기술 적용

거버넌스는 여러 부문에 걸쳐 수평적으로 물 관련 의사결정에 관여하는 조직과 사회 그룹 간의 관계 및 역할을 다룬다. 따라서 거버넌스는 민간 부문, 시민 사회, 물 이용 및 관리에 이해관계가 있는 광범위한 대상을 포함하게 된다.

도시 인구의 급속한 증가와 대형 도시로의 이주는 SDG6(Clean water and sanitation for all) 달성에 대한 도전이 되며, 따라서 좋은 거버넌스를 수립하는데 어려움을 준다. 또한 잘못된 자원 관리, 부정부패, 부적절한 법제도적 장치, 유역경계와 행정구역 경계의 불일치, 관료적 사회, 불충분한 인적 역량, 투자 자금 부족 등은 모두 효과적인 물 거버넌스에 장애가 되는 요소들이다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. 지표수-지하수의 관리, 기후변화적응과 IWRM의 측면에서 과학정보에 근거한 물 거버넌스 사례연구에 대한 출판 및 보급. 또한 시험유역과 UNESCO Water Family와의 연계
2. 기후변화에 대한 회복탄력성 향상과 IWRM의 구현을 위한 물 거버넌스 수단 관련 최신 연구 및 출판물
3. Megacities Alliance for Water and Climate(MAWAC)의 설립 및 IHP-WINS에 기초한 협력 플랫폼을 포함한 도시 수자원관리 활동 및 해결책의 수행
4. 기후변화와 수재해에 초점을 맞춘 지방, 국가, 탈국경의 건전하고 적응력 있는 물 거버넌스 실시에 대한 이해관계자의 역량 개발
5. IWRM, 넥서스와 같은 통합적 접근을 통한 지방, 국가, 탈국경의 지표수 및 지하수의 지속가능한 관리를 위한 지원

3.5.3 물 관련 정책(기후변화 적응과 저감 관련 정책 강화를 위한 온실가스감축계획(NDC)와 국가 적응 계획(NAP)) 강화를 위해 과학기술 기반의 가이드라인 개발 및 평가

물 거버넌스가 기후 거버넌스에 필수적인 것처럼, 기후 거버넌스 역시 물 거버넌스에 필수적이다. 기후 변화에 관한 정부간 패널(IPCC)은 과학 기술과 사회의 끊임없는 변화를 기반으로 기후변화에 대한 해결책을 제시하기 위해 기후 거버넌스의 개념을 보다 광범위하게 이해할 필요가 있음을 제안했다. 2020년 세계 물 개발 보고서(World Water Development Report 2020)는 수자원이 기후변화 적응과 완화를 위한 솔루션의 일부임을 분명히 보여주었다.

따라서 기후변화 완화 및 적응 정책은 물관리 정책과 시너지 효과를 내야 한다. 물관리 개선을 통해 국가가 기후변화 적응 능력을 강화할 수 있다는 체계적인 분석 내용은 여전히 NDC(Nationally Determined Contributions) 보고서 및 국가 적응 계획에 미흡하게 반영되고 있다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. 군소도서국(SIDS)을 중심으로 한 기후변화 적응에 대한 수문기상학적 위험, 전략에 대한 취약성 평가 프레임워크의 개발 및 적용
2. 유엔기후변화협약(UNFCCC)과 긴밀히 협력하여 NDC와 NAP에 대한 교육 및 역량 강화 관련 공공/민간 자금 동원과 투자를 목적으로 Member State의 조정지원 서비스 구축
3. NDC와 NAP에 지표수/지하수 관련 내용을 포함하고 평가하기 위한 과학 기반 가이드라인, 프레임워크 개발
4. 국가 간 NDC와 NAP에 대한 공동평가와 적응 및 저감 대책에 물 관련 내용을 포함하기 위한 제안 사항

3.5.4 적응형 물관리의 새로운 접근 방식에 대한 연구수행 및 공유/ 건전한 물 거버넌스를 위한 Member State의 역량 강화

수자원관리의 회복탄력성 증대를 위한 적응 대책은 통합수자원관리의 실현을 넘어 지속 가능한 도시 물관리를 달성하기 위한 새로운 계획을 필요로 한다. 또한 여러 이해당사자의 참여, 정치적 의지, 전략적/전술적/운영적인 결정을 포함한 건전한 과학적 체계가 필요하다. 이러한 적응 대책은 전략, 실행 및 모니터링 계획의 개발을 포함한다.

적응 정책은 자원과 유역의 보존을 보장하고, 물 이용 저감에 대한 인식 제고와 법률 준수를 보장하고, 대수층 함양과 우수와 폐수 재이용을 관리하고, 특히 대형 도시에서 순환 경제 인센티브를 제공할 필요가 있다. 이를 위해서 중앙 정부, 지방 정부, 비정부 기구, 기타 공공 및 민간 이해 관계자의 협력이 필요하다.

우수한 물 거버넌스는 기후 및 기타 글로벌 변화에 대한 완화와 적응 문제를 해소하고 모두에게 솔루션을 제공하기 위한 경제적인 기술을 개발하는 추가적인 연구 역시 필요로 한다. 또한 다학문적 접근을 고려하여 물, 환경, 생물다양성과 인간을 위한 이익을 함께 추구해야 한다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. 적응형 도시 수자원관리, 연구결과의 확장, 관련 전문가(공무원, 수자원관리자, 실무자 등)에 대한 교육 프로그램을 포함한 적응형 수자원관리를 위한 새로운 접근 방식에 대한 지원 및 촉진
2. Groundwater Summit (2022년 12월) 조직을 통한 우수한 지하수 거버넌스의 촉진과 과학 기반의 기술, 방법론을 우수 지하수 거버넌스 원칙에 포함하고 지역사회에 적용하기 위한 가이드라인의 개발 및 시험적용
3. Member State의 정책과 실행에 건전한 물 거버넌스와 적응형 수자원관리 접근법을 포함하기 위한

과학정책 회담

4. 프로젝트 및 활동의 개발 및 구현을 전문으로 하는 단체와의 협력 (예: AMCOW, NEPAD Water Center of Excellence와 함께 적응형 수자원관리에 대한 새로운 접근)

3.5.5 물 거버넌스와 회복탄력성 구축 지원을 위한 새로운 프레임워크 및 기술에 대한 학계와 의사결정권자의 역량 강화

UN-Water SDG-6 종합 보고서는 여러 이해당사자와 함께 상향식 프레임워크에 초점을 둔 지속 가능한 물관리를 위해서 좋은 거버넌스가 필수적이며 대중의 참여를 통한 의사결정 과정의 개선이 필요하다고 말한다.

수자원 문제를 다루는 의사 결정 과정에는 물 관련 불확실성의 모든 측면을 다루기 위한 총체적이고 일관성 있는 부문 간 비전과 과학 기반 정책이 더 필요하다. 불확실성과 미래 위험에 대한 회복탄력성을 구축하려면 법적, 과학적, 제도적 틀 안에서 회원국의 모든 이해관계자 간의 지속적인 파트너십이 필요하다.

다학제 간 과학적 접근 방식(수문학, 사회경제학, 사회과학 등)은 모든 수준에서 물 거버넌스를 위한 새로운 전체론적 체계를 제공해 줄 수 있다. 유역 내 도시 지역과 농촌 지역의 모든 이해관계자와 물 문제에 대한 과학적 지식과 이해를 공유함으로써 공통의 비전을 개발하고 과학 기반 솔루션을 구현할 수 있게 된다. 본 세부 의제에 대한 주요 활동은 다음과 같다.

주요 활동

1. 아프리카 연합의 Agenda 2063 활성화를 포함한 물 거버넌스 및 회복탄력성 구축 지원을 위한 새로운 프레임워크 및 기술에 대한 역량 강화, 첨단연구 및 출판을 위한 학계와 정부의 참여
2. 물 거버넌스 강화 및 회복탄력성 구축, 긍정적 행동 변화를 장려하기 위한 확장 가능한 다목적 프로젝트의 개발 및 구현
3. African Development Bank Water Strategy 2021-2025 “Towards a Water Secure Africa” 지원을 위한 AWCO와 NEPAD Water CoE와 같은 전략적 지역 프레임워크와의 협력
4. 재해, 기후변화에 대한 회복탄력성, IWRM과 같은 목표와 프레임워크를 중심으로 효율성, 이해관계자 신뢰 및 참여를 강화하기 위한 프로젝트의 개발 및 구현

3.6 9단계 운영을 위한 주제별 워킹그룹(Thematic Working Group) 구성

3차 워킹그룹 회의를 통해 9단계 사업 주제와 세부 의제의 원활한 추진 및 운영을 위한 총 8개의 주제별 워킹그룹을 구성하였다. 제안된 총 5개의 사업 주제를 포괄하여 새롭게 구성된 8개의 워킹그룹은 아래 표 3.2와 같다. 각각의 주제와 관련된 9단계 세부 의제가 포함되며 주력 프로그램(Flagship) 관련 주요 기관 등을 명시하여 9단계 사업 의제의 효율적인 달성을 위한 운영 체계를 구성하였다.

표 3.2 UNESCO-IHP 9단계 주제별 워킹그룹 구성 및 관련 세부 의제

Thematic Team/Group (주제별 워킹그룹)	IHP-IX relevant outputs (관련 세부의제)	Flagships (주력 프로그램)	Main Partners (주요 기관)
Eco-hydrology, experimental basins and designated site	1.2, 4.6, 3.2, 4.1, 1.10	FRIEND	IAHR, UNEP, FAO
Water quality, pollution, source to sea including non-conventional water	1.8, 4.3, 4.4, 4.5, 1.10	IIWQ	UNEP, IAHR
Groundwater sustainability	1.7, 1.3, 4.7, 4.8, 5.3, 1.10	ISARM, MAR, GRAPHIC, WHYMAP	IAH, UNDP, FAO
Urban/rural water including transition to circular economy and related changes	1.4, 1.5, 1.9, 1.10	IUWM	UN-Habitat, WHO
Hydrological processes, scarcity and extremes, erosion and sediment, and cryosphere	1.6, 4.2, 1.1, 1.10	IFI, IDI, FRIEND	IAHS, WMO
Climate change, risk analysis, decision making, and adaptation on river basins	1.7, 1.3, 4.7, 4.8, 5.3, 1.10	FRIEND, HELP, ISI	IAHS, WMO
Water management, governance and cooperation	4.9, 5.2, 5.4	PCCP, HELP, ISARM	IWRA, OECD, UNECE, UNDP, GWP
Water education including support to the Global acceleration framework	All outputs PA2	ALL	UN-Water and 36 Partners

※ UNESCO IHP Flagships (주력 프로그램)

- Flow Regimes from International Experimental and Network Data Programme (FRIEND)
- International Initiative on Water Quality (IIWQ)
- Shared Aquifers (ISARM)
- Managed Aquifer Recharge (MAR)
- Groundwater Resources and Climate (GRAPHIC)
- Hydrogeological Mapping (WHYMAP)
- Integrated Urban Waters Management (IUWM)
- Floods (IFI)
- Droughts (IDI)
- Hydrology for the Environment Life and Policy (HELP)
- Sedimentation (ISI)
- Water Cooperation (PCCP)

주제별 워킹그룹은 유사한 주제를 가진 세부 의제들을 새롭게 조합함으로써 세부 의제 간 시너지를 최대한 할 수 있도록 구성되었다. 각 주제별 워킹그룹은 IHP 사무국 출신의 그룹 리더(Theme leader)를 선정하고 대상국으로부터 두 명의 공동 의장과 한 명의 보고관을 선정하여 운영한다. 주제별 워킹그룹은 관련된 세부 의제의 성공적인 달성을 위해 함께 노력한다. 아래 그림 3.1는 본 절에서 설명한 주제별 워킹그룹의 운영체계를 모식도로 보여준다.

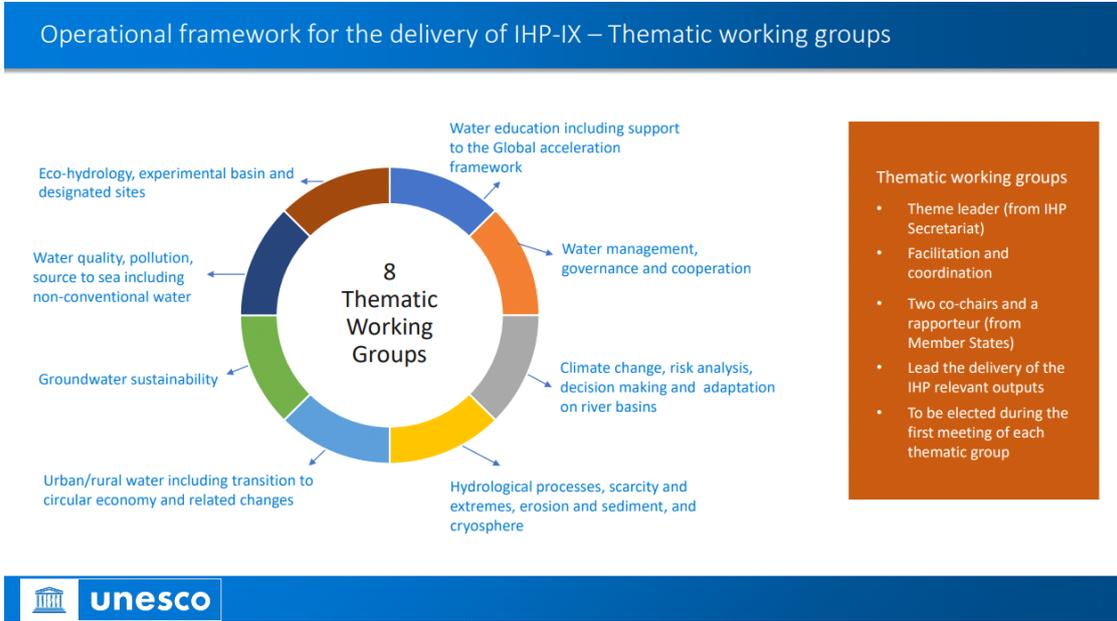


그림 3.1 IHP 9단계 주제별 워킹그룹의 운영 체계

3.7 9단계 사업내용 정리

3장에서는 9단계 사업 주제와 세부 의제를 정리하였다. 또한, 세부주제별 운영-실행 계획 (Operational-Implementation Plan, OIP)에 명시된 주요활동(Key Activities)을 정리하였다. 이러한 활동은 국제협력 성격의 상세한 수행사항들을 제시하고 있으며, 수행 활동을 평가할 정량적인 지표 (Performance Indicators)도 포함(부록 A)하고 있다. 9단계에서는 총 34개 세부주제의 원활한 추진 및 운영을 위해 총 8개의 워킹그룹을 구성하였는데, 3.6절에서 해당 워킹그룹의 구성 및 운영 체계에 대해 기술하였다. 5개의 대주제는 과학적 연구 및 혁신, 4차 산업혁명에서의 물 교육, 데이터-지식 격차 해소, 전 지구적 변화에 따른 통합수자원 관리, 완화·적응·회복탄력성을 위한 물 거버넌스에 대해 이야기하고 있다. 대주제별 주요 활동의 성격이 다소 상이하며, 성과 지표가 관련 활동에 참여하는 회원국 수, 출판물 수 등으로 구체적으로 제시되어 있어 과제 수행에 있어 주의가 필요할 것으로 판단된다.

4. IHP 9단계 연구주제 선정

4.1 IHP 9단계 의제 중 연구주제 선호도 조사

UNESCO-IHP 9단계 사업에서 제시된 5개 대주제와 각 대주제에 할당된 총 34개 세부주제의 중요도에 대해 수자원 분야 전문가들의 의견을 수렴하기 위해 설문조사를 실시하였다. 조사기간은 2022년 3월 21일부터 25일까지 5일간 Google 설문으로 진행되었고, 설문대상은 수자원학회 관련 분야 전문가를 대상으로 하였다. 세부주제를 5개 포함하고 있는 주제3과 주제5를 제외한 나머지 대주제 항목에서는 중요 주제의 중복 선택이 가능하도록 하여, 주제에 따라 많게는 10개의 세부주제 간의 중요도를 적절히 반영할 수 있도록 하였다. 본 장에서는 대주제와 세부주제의 구분 없이 주제 번호로만 기술하였다.

그림 4.1은 IHP 9단계 사업의 대표 주제인 “변화하는 환경에서의 물 안보 세계를 위한 과학” 및 국제적 상호협력을 지향하는 9단계 사업의 새로운 취지에 5개의 대주제 중 가장 적합하다고 판단되는 주제에 대해 의견을 수렴한 결과이다. 주제4 ‘전 지구적 변화에 따른 통합수자원관리’는 약 35%의 선택을 받으면서 가장 대표 주제 및 취지에 적합하다고 나타났으며, 다른 주제5, 2, 1, 3의 순으로 적합도가 높다고 나타났다. 주제3의 경우 10%의 선택을 받으며 가장 적합도가 높다고 나타난 주제4의 1/3도 안되는 선택을 받았다.

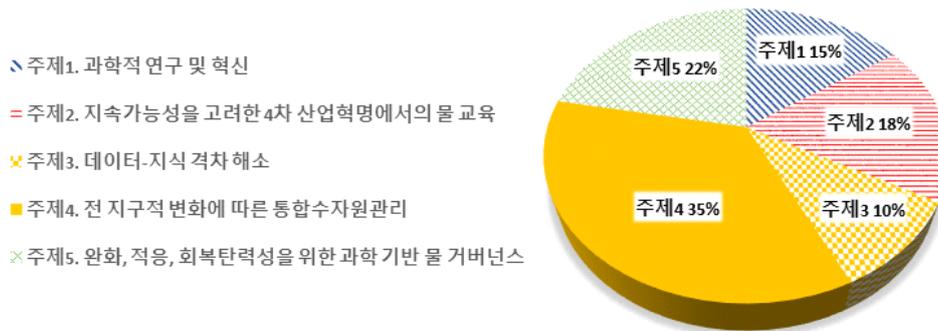


그림 4.1 IHP 대주제별 적합도에 대한 설문결과

대주제 중요도 설문은 그림 4.2와 같이 상기 적합도와 유사한 결과를 얻었다. 주제4가 약 34%의 중요도를 나타냈고, 다른 주제는 주제2, 1, 5, 3의 순서로 중요도가 높다고 조사되었다. 대주제 중요도 결과에서는 적합도 결과와 비교하였을 때, 주제4를 제외한 나머지 주제 사이의 큰 중요도 차이는 없는 것으로 조사되었다. 두 설문조사(적합도와 중요도 설문)에서 주제3의 적합도와 중요도가 5개의 대주제 중 가장 낮은 것으로 나타났다.

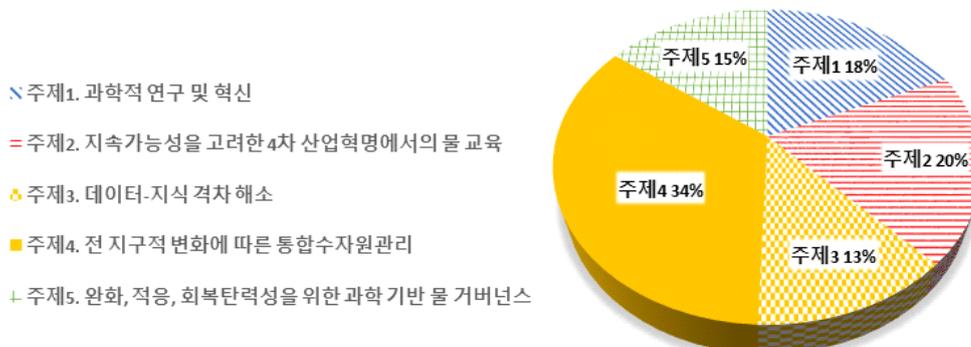


그림 4.2 IHP 대주제별 중요도에 대한 설문결과

그림 4.3은 주제1 “과학적 연구 및 혁신”에 포함된 세부주제 사이의 중요도를 조사한 결과이다. 주제 1.6 “홍수와 가뭄과 같은 수재해를 다루는 과학적 지식과 방법론의 정교화 및 개선을 통한 수재해 예측력 증대”가 약 19%의 선택을 받아 가장 중요한 세부주제로 확인되었다. 그 다음으로는 주제1.3 “기후 시나리오, 수문 전망, 물 이용 시나리오의 불확실성”에 대한 연구주제가 중요한 것으로 조사(약 16%) 되었다. 주제1.2 “생태수문학 및 지역기반 솔루션(NBS) 연구 혁신”과 주제1.9 “첨단 기술을 활용한 수자원 모니터링 및 계획 기술 개발”이 약 14%로 비슷한 중요도를 나타내었다. 주제1 내 나머지 세부주제는 모두 중요도 10% 이하이며, 주제1.4 “물 부분 순환경제 및 산업 전환 가속화를 위한 과학적 연구 추진”이 2%로 중요도가 가장 낮은 것으로 조사되었다.

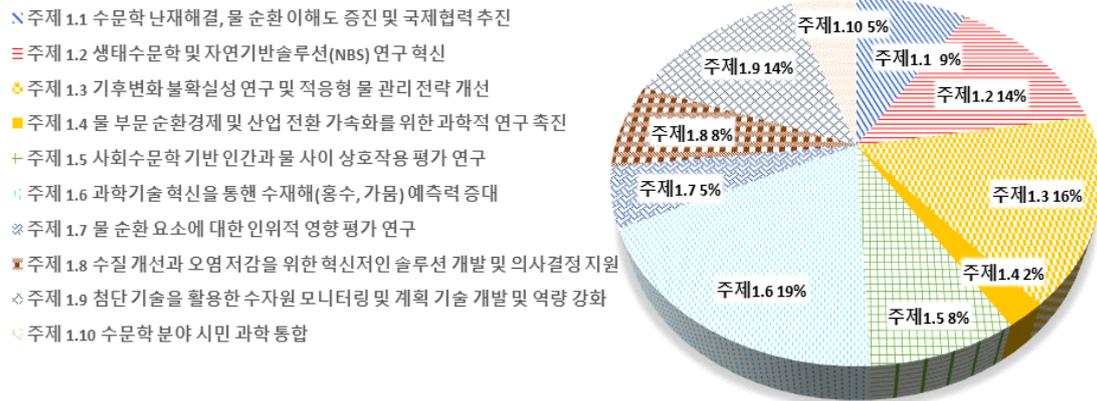


그림 4.3 IHP 대주제1의 세부주제에 대한 설문결과

그림 4.4는 주제2 “지속가능성을 고려한 4차 산업혁명에서의 물 교육”에 포함된 세부주제 사이의 중요도를 조사한 결과이다. 주제2.3 “물 관련 교육 및 학습자료 개발”이 약 23%의 선택을 받아 가장 중요한 세부주제로 확인되었다. 그 다음으로는 주제2.4 “과학적 집단의 새 관행에 기반한 방법과 툴 개발 및 공유”가 중요한 것으로 조사(약 21%) 되었다. 나머지 세부주제 간의 중요도 순서는 주제2.6 > 주제2.1 > 주제2.5 > 주제2.2 순이나 모든 세부주제가 10~19%로 거의 유사한 중요도를 가진다고 볼 수 있다.

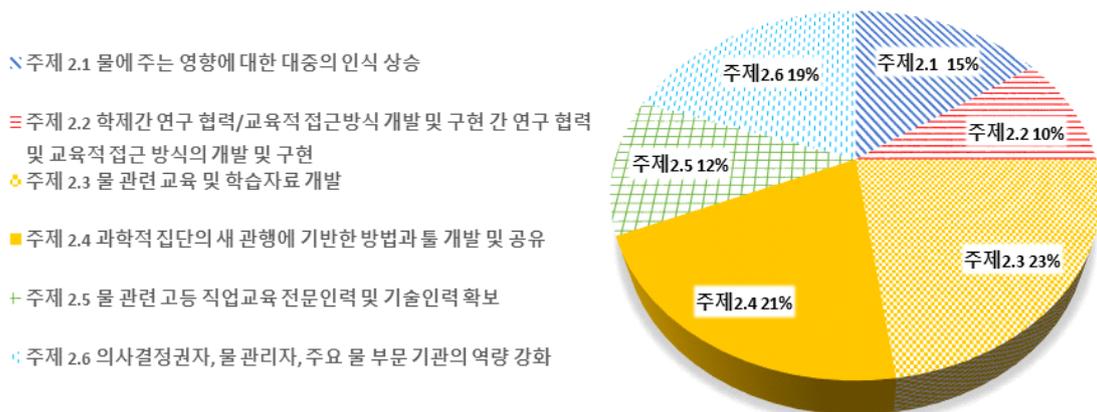


그림 4.4 IHP 대주제2의 세부주제에 대한 설문결과

그림 4.5는 주제3 “데이터-지식 격차 해소”에 포함된 세부주제 사이의 중요도를 조사한 결과이다. 주제3.3 “지속가능한 물관리를 위한 수문데이터 검증 및 활용성 증대”가 약 33%로 가장 중요한 주제로 조사되었다. 주제3.1과 주제3.2가 23%로 동일한 중요도를 나타내었고, 주제3.4가 가장 낮은 21%의 중요도

를 나타내었다. 최근 수자원 연구분야에서 데이터의 검증과 활용의 중요성이 강조되고 있는 것(주제3.3)과 다른 주제들이 선행 연구된 이후에 진행되어야 하는 주제 성격(주제3.4)을 반영한 결과라고 볼 수 있다.

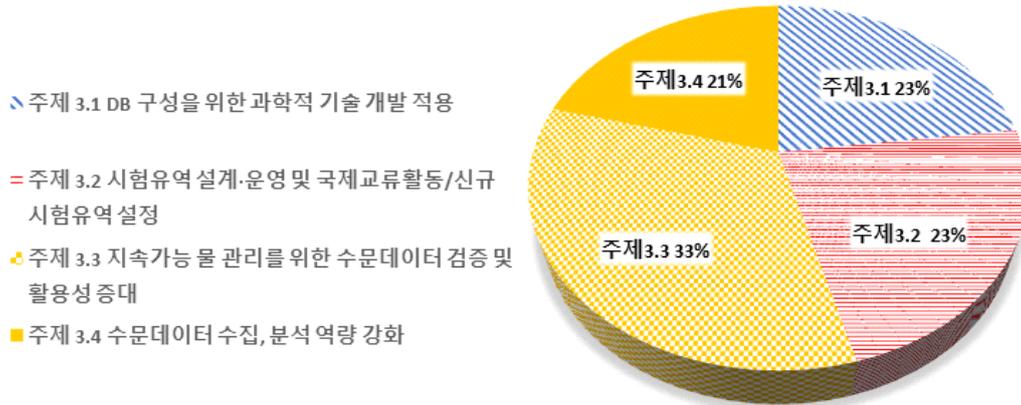


그림 4.5 IHP 대주제3의 세부주제에 대한 설문결과

그림 4.6은 가장 중요도가 높은 주제4 “전 지구적 변화에 따른 통합수자원 관리”에 포함된 세부주제 사이의 중요도를 조사한 결과이다. 조사 결과를 보면, 주제4.2 “상하류 저영향 하천이용 연구”가 약 24%로 가장 중요한 주제로 조사되었다. 다음으로 주제4.3 “대체수자원 개발을 통한 의사결정자 역량 강화 및 물순환 관리 개선”이 약 16%, 주제4.5와 4.6이 약 14%로 유사한 중요도를 나타낸 것으로 확인되었다. 주제4 내의 다른 세부주제는 약 8% 미만의 중요도를 가졌다. 주제4에 대한 중요도 조사 결과를 종합하면, 최근 이슈가 되고 있는 연구주제, 즉 “저영향 하천이용”, “대체 수자원 개발”, “생태서비스” 등의 내용을 포함한 세부주제에 대한 전반적인 관심도가 높은 것을 알 수 있다.

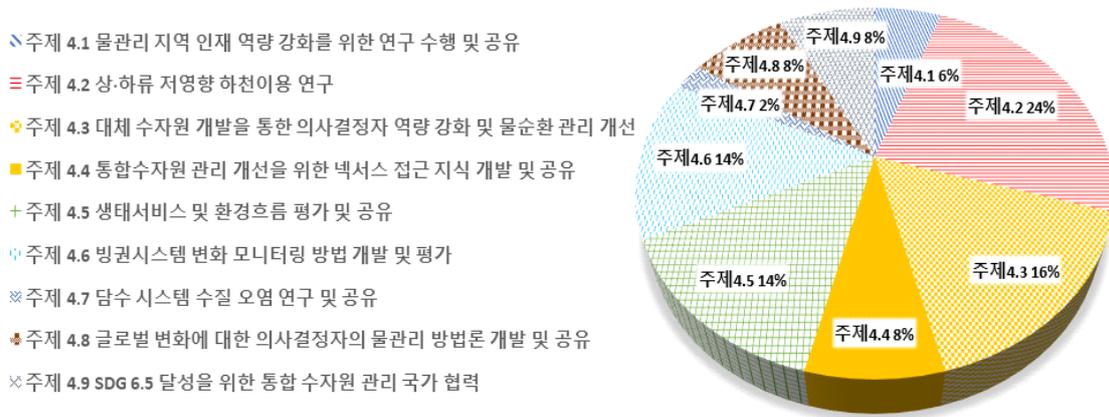


그림 4.6 IHP 대주제4의 세부주제에 대한 설문결과

그림 4.7은 주제5 “안화, 적응, 회복탄력성을 위한 과학 기반 물 거버넌스”에 포함된 세부주제 사이의 중요도를 조사한 결과이다. 조사 결과를 보면, 주제5.2 “기후변화 적응, IWRM에 의한 물 거버넌스 시행”이 약 29%로 가장 중요한 주제로 조사되었다. 다음으로 주제5.1 “전 지구적 변화에 대한 경각심 제고”가 약 23%, 주제5.3과 5.4가 약 19%로 유사한 중요도를 나타낸 것으로 확인되었다. 주제5.5 “물 거버넌스, 복원력 향상 지원을 위한 역량 강화”는 약 10%의 가장 낮은 중요도를 가졌다.

- ▣ 주제5.1 전지구적 변화에 대한 경각심 제고
- ▣ 주제5.2 기후변화 적응, IWRM에 의한 물 거버넌스 시행
- ▣ 주제5.3 NDC와 NAP 강화를 위한 가이드라인 개발 및 평가
- ▣ 주제5.4 적응형 수자원관리를 위한 연구수행 및 공유
- ▣ 주제5.5 물 거버넌스, 복원력 향상 지원을 위한 역량 강화

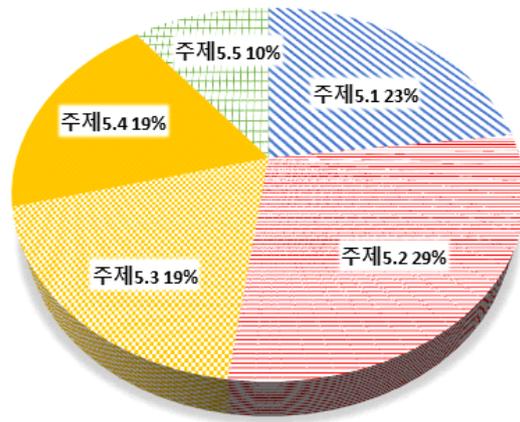


그림 4.7 IHP 대주제5의 세부주제에 대한 설문결과

이번 설문조사에서는 주제별 중요도 조사 이외에도 IHP 사업에 관련된 기타 의견도 수렴되었다. 주요 기타의견으로는, “시험유역 운영으로 수집된 자료의 국가 간 공유”, “과학기술 공여국 차원이 아닌 수혜국 차원에서의 국제교류 주제발굴의 중요성” 등에 대한 내용이 제출되었다.

4.2 IHP 9단계 연구주제 선정 및 추진계획

본 절에서는 이상의 설문 결과와 IHP 9단계의 특징을 고려하여 차수별 연구주제를 선정하고 추진계획을 제시한다. IHP 9단계는 총 8년으로, 2년을 1차로 총 4차에 걸쳐 추진된다. IHP 9단계 사업을 성공적으로 수행하기 위해서는 차수별 연구주제와 추진계획을 수립하기에 앞서 다음 세 가지 측면을 고려해야 한다. 첫 번째는, IHP 9단계부터는 각 대주제 및 대주제 내 세부주제가 8년의 전 기간에 걸쳐 빠짐없이 골고루 수행되어야 한다는 점이다. 두 번째 사항은 각 대주제별로 세부주제 개수가 다르다는 점이다. 대주제1과 대주제4가 각각 10개와 9개로 많은 편이고, 대주제2는 6개, 대주제3과 대주제5는 5개의 세부주제를 포함한다. 대주제 내 세부주제는 연관성이 있지만, 일부분 독립적으로 수행해야 하는 성격을 지닌다. 따라서, 마지막으로 대주제 내 세부주제 간의 연관성과 선후 관계를 고려하여 차수별 배치를 하는 것이 바람직하며, 여기에 설문조사의 결과를 적절히 반영하는 과정이 필요하다.

대주제별 적합도 및 중요도 두 가지의 설문에서 대주제4 “전 지구적 변화에 따른 통합수자원 관리”가 가장 우선순위에, 대주제3이 가장 낮은 순위에 위치하였다. 이외 대주제 1, 2, 5 사이의 중요도는 거의 유사하다고 볼 수 있다. 따라서, 대주제4의 경우 차수별로 약 2개의 세부주제 사업이 진행되는 것이 적합하겠고, 대주제3은 세부주제 개수(5개)를 고려하면 대부분 차수당 1개의 세부주제를 구성하는 것이 적합한 것으로 판단된다.

다음으로, 각 대주제별로 상세히 살펴보면, 대주제1의 경우 전체 세부주제 개수가 10개로, 차수별 2~3개의 세부주제가 수행될 수 있도록 구성해야 한다. 설문조사 결과를 보면, 세부주제1.6(“홍수와 가뭄과 같은 수재해”), 세부주제1.3(“기후 시나리오, 수문 전망, 물 이용 시나리오”), 세부주제1.2(“생태수문학 및 자연기반솔루션(NBS)”), 세부주제1.9(“첨단 기술을 활용한 수자원 모니터링”)이 중요도 상 상위에 포진하였다. 모니터링 기반으로 홍수, 가뭄과 같은 수재해에 대한 예측력을 증대시킬 수 있다는 점과 기후 및 물 이용 시나리오가 설정되고 그에 대한 솔루션이 도출될 수 있다는 점을 고려하여 그림 4.8과 같이 대주제1의 추진체계를 수립하였다.

대주제2는 설문조사 결과 중요도가 높은 세부주제2.3(“물 관련 교육 및 학습자료 개발”)과 2.4(“새 관행에 기반한 방법과 툴 개발 및 공유”)를 단계 초반에 배치하여 우수성과 도출을 위한 동력을 부여할 수 있도록 하였다. 세부주제의 내용 상 세부주제2.2는 교육에 중점을 둔 다학제간 연구 협력을 강조하고 있기 때문에 1, 2차에 걸쳐 중요도가 높은 두 세부주제와 병행해서 추진될 수 있도록 구성하였다(그림 4.8).

대주제3과 5는 가장 중요도가 높게 조사된 세부주제를 단계 중반기에 배치하였다. 대주제3은 물 교육, 대주제 5는 물 거버넌스에 대한 내용으로 공학적 정량적 내용보다 정성적, 정책 관련 성격이 짙기 때문에 단계 초기에 충분한 사전 연구가 필요하기 때문이다. 따라서, 대주제3의 경우 시험유역과 관련된 국제교류에 대한 세부주제3.2를 단계 초기에 배치하였고, 대주제5의 경우 중요도 2순위였던 세부주제5.1 “전 지구적 변화에 대한 경각심 제고”를 1차에 수행하도록 하였다. 나머지 세부주제는 과제의 원활한 흐름에 맞게 추진계획을 수립하였고, 신규 시험유역 선정과 그와 관련된 국제활동은 9단계 동안 지속적으로 추진될 수 있도록 하였다.

대주제 4는 중요도가 가장 높게 조사된 주제이다. 상기한 것과 같이 전체 세부주제의 개수를 고려하면 차수별로 2개 정도의 사업이 추진되어야 한다. 이와 함께 설문결과를 반영하여, 세부주제의 선호도에 따라, 세부주제4.2(1순위) “상하류 저영향 하천이용 연구”, 세부주제4.3(2순위) “대체수자원 개발을 통한 의사결정자 역량 강화 및 물순환 관리 개선”가 1차에 수행하고, 세부주제4.5와 4.6(각각 3, 4순위)를 2차에 수행하도록 추진체계를 수립하였다(그림 4.8). 또한, 주요 기타의견 내용을 RFP 등에 반영하였다.

상기한 내용에 기반한 IHP 9단계 전체 추진체계는 그림 4.8과 같이 정리되었다. 수자원학회의 전문성과 중요도 설문결과를 기반으로 대주제 1, 2, 4는 단계 초기부터 수행하고, 대주제 3과 5는 단계 중반부터 실질적인 연구성과가 도출될 수 있도록 설계하였다.

최종적으로 IHP 9단계의 세부연구 주제별 연구비 및 연차별 연구비를 포함한 연차별 추진계획을 표 4.1와 같이 수립하였다. 9단계 마지막 연도인 2029년에는 IHP 10단계 준비를 위한 기획 연구과제를 포함하였고, 각 차수별 사업 수행결과를 종합적으로 요약하여 UNESCO-IHP에 제출할 영문 국가보고서(2년 주기) 작성에 대한 사항도 포함하였다.



그림 4.8 IHP 9단계 연구 추진계획

표 4.1 IHP 9단계 연차별 연구추진 계획

주제	22'	23'	24'	25'	26'	27'	28'	29'	연구비 (천원)
1.1. 과학분야 국제협력 증진, 수문한 난제의 해결 추진, 유역과 대수층 물순환의 과학적 이해도 개선									100,000
1.2. 유네스코 지정 지역에 대한 생태수문학 연구와 혁신 공유, 통합수자원관리와 모든 규모의 유역관리를 포함한 생태수문학 및 자연기반솔루션(NBS)이 물 순환에 미치는 영향평가									100,000
1.3. 기후 시나리오, 수문 전망, 물 이용 시나리오의 불확실성에 대한 연구 수행, 의사결정권자와 일반 대중들에게 적응형 물관리 전략 개선을 위한 권고사항 (recommendations) 전달									100,000
1.4. 새로운 사업 모델, 수도시설의 역할, 참여 및 파트너십 확대, 물 부문 순환경제 가속화를 위한 과학 커뮤니티 기반 과학적 연구 수행									80,000
1.5. 물관리를 위한 적응경로, 시나리오와 전략 수립을 지원하는 (과학 커뮤니티의) 사회수문학 관점에서 의 인간과 물 사이의 상호 작용 평가 연구 수행 및 공유									80,000
1.6. 홍수와 가뭄과 같은 수재해를 다루는 과학적 지식과 방법론의 정교화 및 개선을 통한 수재해 예측력 증대									80,000
1.7. 하천, 호수, 대수층 시스템, 연안 지역, 빙하권 및 인류 거주지에 대한 전 지구적 변화와 인간의 인위적 활동의 영향에 대한 과학 커뮤니티의 지식 공유									100,000
1.8. 과학기반 의사결정 지원과 지식 서비스 개선 및 건강 관련 리스크 저감을 위한 (과학 커뮤니티의) 수									80,000

5.1 전 지구적 변화(global change)에 대한 지역사회의 회복탄력성 향상을 위한 수자원관리분야 의사결정자(UNESCO Water Family)들의 경각심 제고																				80,000
5.2. 기후변화 적응 및 지표수와 지하수를 포함한 IWRM을 반영하여 개선된 물 거버넌스 수단에 올바른 과학기술 적용.																				100,000
5.3. 물 관련 정책(기후변화 적응과 저감 관련 정책 강화)를 위한 온실가스감축계획(NDC)와 국가 적응 계획(NAP)) 강화를 위해 과학기술 기반의 가이드라인 개발 및 평가																				100,000
5.4 적응형 물관리의 새로운 접근 방식에 대한 연구 수행 및 공유/ 건설한 물 거버넌스를 위한 Member State의 역량 강화.																				80,000
5.5 물 거버넌스와 회복탄력성 구축 지원을 위한 새로운 프레임워크 및 기술에 대한 학계와 의사결정권자의 역량 강화																				80,000
9단계 사업관리 및 국가보고서(2년 주기) 작성																				240,000
10단계 사업 기획																				30,000
연차별 연구비	420,000	420,000	420,000	530,000	530,000	530,000	510,000	510,000	510,000	470,000	500,000	3,890,000								

4.3 IHP 9단계 RFP

9단계 34개 세부주제에 대한 세부 과제명과 과제 기간, 연구비, 과제 목표 및 세부 추진내용 등은 다음과 같이 제시하였다. 과제번호는 대주제 순으로 동일 대주제 내에서는 세부주제 번호 순으로 순차적으로 부여하였다. 과제별 수행 시기는 4.2절에 제시된 표 4.1의 9단계 연차별 연구추진 계획에 따른다.

과제명	기후 및 환경 변화에 따른 물 순환 변동성 분석 기술 개발				
과제번호	1	과제기간	2028-2029	연구비	5,000만원/년
IHP 주제	대주제: 1. 과학적 연구 및 기술 혁신 세부주제: 1.1 수문학 난제 해결, 물 순환 이해도 증진 및 국제협력 추진				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인간의 인위적 활동이 확장됨에 따라 물관리 문제가 점차 복잡해짐 ○ 물 순환 피드백과 인간 상호작용과 연관성에 관한 질문이 강조되어 옴 ○ 자연적/인공적 물 순환 과정에 대한 더 많은 과학적 발견이 필요함 ○ 수문학의 전통적인 연구 분야인 수문순환 과정에 대한 지속적 연구 필요 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후 및 환경 변화가 수문순환에 미치는 영향평가 ○ 수문순환 변화 관점에서 돌이킬 수 없는 tipping points 분석 ○ 기후 및 환경 변화에 대한 적응 방안 분석 ○ 수문학 난제 연구를 위한 국제 협력체계 구축 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인간의 인위적 활동에 따른 물 순환 영향 평가 사례 분석 ○ 자연적인 원인과 인간 활동에 의한 물 순환 변화의 정량적 분석 기법 개발 ○ 기후 및 환경 변화에 따른 수문학적 tipping points의 시공간적 변동성 분석 ○ 기후 및 환경 변화에 대한 적응 방안 도출 및 가이드라인 작성 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인간의 인위적 활동에 따른 물 순환 영향 평가 연구의 학술논문 게재 ○ 물 순환 변화의 정량적 분석 연구성과의 국제학회 발표 ○ 기후변화 적응 국제 협력 가이드라인 				

과제명	생태수문순환 개선을 위한 자연기반해법 도입 가이드라인 작성				
과제번호	2	과제기간	2024-2025	연구비	5,000만원/년
IHP 주제	대주제: 1. 과학적 연구 및 기술 혁신 세부주제: 1.2 생태수문학 및 자연기반해법(Nature-based solutions) 연구 혁신				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화 문제해결 및 생물다양성 보존을 위한 자연기반 접근방식의 중요성이 강조됨 ○ 지속가능한 수자원관리 수단으로서 생태수문학과 자연기반해법의 실증연구 중요성 증대 ○ 유네스코 물관련 지정지역에서의 생태수문학적 접근을 통한 혁신적인 연구 필요 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대상지역의 식생·수생태계 분석 ○ 생태수문순환 건전성 지표 선정 및 영향 평가 기법 개발 ○ 자연기반해법의 생태보전 개선효과 평가 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대상지역의 식생수생태계(종, 개체수, 분포 등) 자료 수집 및 분석 ○ 생태수문학적 건전성 평가 사례 분석 및 건전성 지표 선정 ○ 생태수문순환을 고려한 건전성 평가 기법 개발 ○ 자연기반해법 도입을 통한 생태수문순환 개선 효과 평가 ○ 자연기반해법 기술 도입 가이드라인 작성 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생태수문순환을 고려한 건전성 평가 기법 연구의 학술논문 게재 ○ 자연기반해법 기술 도입 가이드라인 ○ 생태수문학 관련 국제 심포지엄/컨퍼런스 참가/발표 				

과제명	개도국 기후변화 적응을 위한 물관리 역량 강화 지원				
과제번호	3	과제기간	2022-2023	연구비	5,000만원/년
IHP 주제	대주제: 1. 과학적 연구 및 기술 혁신 세부주제: 1.3 기후변화 불확실성 연구 및 적응형 물관리 전략 개선				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 피할 수 없는 기후변화에 의한 수재해에 효율적으로 대응하기 위한 기후변화 적응계획이 필요 ○ 개도국의 경우 물관리 기술 및 역량의 강화를 통한 기후변화 적응력 증대가 시급함 ○ 개도국의 기후변화 적응을 위한 미래 중장기 기후변화 전망 및 적응전략 수립을 위한 국제협력이 필요 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 개도국의 중장기 기후변화 영향평가 수행 ○ 개도국의 지속가능 발전을 위한 기후변화 적응 역량 강화 컨설팅 ○ 한국의 기후변화 적응 연구 및 물관리 정책 공유를 통한 기술협력 ○ 한국과 협력국 간의 기후변화 적응 및 물관리 정책 토론 및 네트워크 구축 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대상국의 기후변화 적응 정책 동향 및 기술 수요 조사 ○ 대상국의 기후변화 취약성 분석 및 미래 기후변화 영향평가 ○ 기후변화 정책 실무자 및 전문가 대상 워크숍/토론회 개최 ○ 대상국과의 상호협력을 통한 후속 지속공유 사업 및 기술지원과 연계 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대상국의 기후변화 취약성 평가 ○ 대상국의 기후변화 전망 보고서 및 정책적/기술적 시사점 ○ 기후변화 적응 정책 세미나/토론회 개최 				

과제명	물 부문 순환경제 전환 방안				
과제번호	4	과제기간	2026-2027	연구비	4,000만원/년
IHP 주제	<p>대주제: 1. 과학적 연구 및 혁신</p> <p>세부주제: 1.4. 부문 간 파트너십 및 새로운 비즈니스 모델의 추진을 통한 물 부문의 순환 경제 전환 가속화를 위한 연구.</p>				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인구 증가에 따른 도시의 물 수요 증가 ○ 도시 물사용의 증가는 수질 오염을 증가시켜 담수에 대한 스트레스 가중 요인 ○ 기후변화는 도시-물 순환의 교란을 악화시켜 이용 가능한 물의 양, 분포, 시기 및 질 변화 ○ 순환경제(CE) 개념을 채택하여 물 부문에서 “take-make-dispose”의 선형적 접근으로 인한 현재의 물 부족 문제를 해결 필요 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 물 부문 및 기타 관련 산업의 순환 경제 전환을 촉진하기 위해 물 유틸리티를 통합하는 새로운 비즈니스 모델에 대한 출판 준비 ○ 물 부문에서 CE 전환을 달성하기 위한 모범 사례 촉진을 위한 공공, 민간 및 민간 물 이해 관계자의 협력 ○ 물분야 CE 관련 주제로 국제회의 실시 ○ 물 부문의 CE 전환 촉진을 위한 기타 사업 관행을 지원하기 위한 기술 문서 작성 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대상 지역의 기존 수도 시설 평가 및 물 부문의 CE 전환 시나리오 결정. ○ 물 이용 지속가능성에 직접적인 영향을 미치는 다양한 비즈니스 모델에 대한 평가 ○ 거버넌스 기반 산업체 및 시민들을 위한 역량 구축 프로그램을 통해 물 부문에서 CE 접근 방식(감소, 재사용, 재활용, 재생, 복구, 복원) 촉진 ○ 물 부문에서 CE를 구현하기 위한 도전과 기회에 대한 지식 공유 컨퍼런스 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 물 분야 순환경제 파트너십 및 비즈니스 모델 ○ 물부문 순환 경제 가속화를 위한 국제협력 				

과제명	사회수문학 기반 수재해 리스크 영향 평가				
과제번호	5	과제기간	2024-2025	연구비	4,000만원/년
IHP 주제	대주제: 1. 과학적 연구 및 기술 혁신 세부주제: 1.5 사회수문학 기반 인간과 물 사이 상호작용 평가 연구				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인간과 물이 연계된 시스템의 동태성(dynamics) 분석을 통한 물관리 필요성 대두 ○ 기존 수문모형으로 모의할 수 없는 사회수문학적 상호작용 및 환류과정의 이해 및 평가가 필요 ○ 수재해에 의한 사회적 인식과 지역사회의 대응을 고려한 수문사회학적 수재해 리스크 관리가 필요 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사회-수문 요소 간 상호작용 및 인과관계 해석 기술 개발 ○ 사회-수문 요소 간 인과순환 다이어그램 도출 ○ 사회수문학 기반 수재해 리스크 분석 모듈 개발 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시스템 다이내믹스 기반 사회-수문 요소의 상호작용 분석 모델링 ○ 수재해 발생과 지역사회 대응 정책과의 환류과정(feedback) 분석 ○ 다양한 기후변화 및 사회경제학적 시나리오에 따른 사회수문학적 리스크 관리 방안 분석 ○ 사회수문학 기반 중장기 수재해 적응 경로 도출 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사회수문학적 수재해 관리 연구 사례집 ○ 사회수문학적 리스크 관리 연구의 학술논문 게재 ○ 중장기 수재해 관리 정책제안 				

과제명	기후변화에 대비한 수재해 예측 및 대처 방안 개발				
과제번호	6	과제기간	2024-2025	연구비	4,000만원/년
IHP 주제	<p>대주제: 1. 과학적 연구와 혁신</p> <p>세부주제: 1.6 홍수와 가뭄과 같은 수재해를 다루는 과학적 지식과 방법론의 정교화 및 개선을 통한 수재해 예측력 증대</p>				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화 등에 따른 극한 재해에 대비할 새로운 국가 및 유역 차원의 대안이 필요함 ○ 기후변화는 국제적 문제인 만큼 그로 인한 수재해 대비 방안이나 재해 경보 활용 등의 실패/성공 사례를 국가간 공유하고 논의할 수 있는 방안 및 시스템 구축이 필요함 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수자원관리 및 극한재해 대비 합동훈련자료 개발 및 보급 ○ 수재해, 기후변화 및 지속가능발전에 관한 국제 컨퍼런스 개최 ○ 수재해 이해관계자들의 사업 및 생계 지속을 위한 역량 강화 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수재해 관련 실용적인 기술 등을 다룬 최신 출판물 조사 ○ 수자원관리 및 극한 재해에 대한 과학정책 대화 및 역량 강화 방안 수립 ○ 홍수/가뭄위험지도, 경보 방송 시스템 등을 통한 수재해 대처에 관한 국가 및 유역 차원의 과거 사업 영향 평가 ○ 수재해 대처에 관한 새로운 사업 구현 ○ 기후변화 예측 및 재해 조기 경보 활용 사례 공유를 위한 온라인 통합시스템 개발 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수자원관리 및 극한 수재해에 대비하는 합동훈련자료 ○ 국가간 재해대비 정보 공유를 위한 온라인 통합시스템 ○ 국제 컨퍼런스 연 1회 개최 				

과제명	전 지구적 변화에 대비한 수자원 과학 커뮤니티 개발				
과제번호	7	과제기간	2026-2027	연구비	5,000만원/년
IHP 주제	<p>대주제: 1. 과학적 연구와 혁신</p> <p>세부주제: 1.7 하천, 호수, 대수층 시스템, 연안 지역, 빙하권 및 인류 거주지에 대한 전 지구적 변화와 인간의 인위적 활동의 영향에 대한 과학 커뮤니티의 지식 공유</p>				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 새로운 지질시대 개념인 ‘인류세’ 시대에서 인류의 자연환경 파괴로 인해 급격하게 변화된 지구의 환경체계 내에 존재하는 수자원의 현 상태를 파악할 필요가 있음 ○ 전지구적으로 환경과 지질이 변화함에 따른 수자원과 연안지대의 현 상태를 파악하고 변화에 대비해야 할 필요가 있음 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국제 수자원 상태에 관한 보고서 발간 ○ “인류세의 물”에 관한 일련의 과학적 주제를 다루는 워크숍 개최 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해안지역의 물관리 및 저지대 사주 지역의 물 및 토지 관리에 관한 연구 수립 ○ 국제적으로 대표적인 큰 강들에 대한 상태 보고서 작성 ○ 눈, 빙하 및 유사에 관한 지속적인 모니터링과 그에 대한 평가 ○ 전 지구적 수준에서 지역 수준에 이르기까지 지반침하와 관련된 규모/위험도 평가 및 연구 전략 수립 ○ 최신기술 및 사례연구/모범사례에 관한 정보 공유 방안 연구 수립 ○ 해수침투 및 각종 오염을 포함한 다양한 위험도 분석 및 생태계 보존을 위한 연안대수층 평가 연구 수립 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 세계의 대표적 강 상태보고서 ○ 국제 워크숍 연 1회 개최 				

과제명	NBS 기반 수질오염 관리 기술 개발				
과제번호	8	과제기간	2026-2027	연구비	4,000만원/년
IHP 주제	<p>대주제: 1. 과학적연구 및 혁신</p> <p>세부주제: 1.8 수질개선 및 오염감소를 위한 과학기반 의사결정 지원, 혁신적 솔루션 개발 및 공유</p>				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 수도 취수원 중 하천표류수와 댐 및 호소수가 90%의 비중(환경부, 2020)을 차지함에 따라 지표수 수질보호는 물 안보에 있어서 매우 중요 ○ 매년 반복되어 나타나는 조류발생과 같은 자연현상에 의한 수질오염은 전체 수질 오염사고 중 약 9%, 공장, 가정, 차량 등 관리부주의 및 사고로 인한 사고는 약 52%에 해당(물정보포털, 2022)하여 예측하지 못한 사고에 대한 대응체계가 필요 ○ 일상적 수질관리를 위한 수질오염총량제의 경우 목표수질 설정에 있어서 유량, 수질 동시 모니터링 문제, 유역 전체 관리 따른 지역적 불균형 문제 등 한계점이 지적된 바 있어 이에 대한 개선이 필요 ○ 전 세계적으로 과거 건설인프라 위주의 수질개선 해법에서 나아가 하천생태계를 고려한 자연기반 해법에 대한 요구가 증가함에 따라 이에 대한 기술 개발 및 실무적용이 필요 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 수질오염 대응 체계 개선안 도출 ○ 자연기반해법(Natural Based Solution, NBS)에 기초한 수질개선안 도출 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 수질오염사고 현황 및 대응체계 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 수계 별 수질오염사고 유형 및 발생빈도 분석 - 해외 수질오염사고 대응 시스템 조사 및 국내 시스템 차이점 분석 - 국내 수질오염사고대응 시스템 및 수질오염총량제의 해석엔진, 시스템 운영 등 과학기술 측면의 개선안 도출 ○ 그린인프라, NBS 기반의 수질개선 기술 개발 및 공유 <ul style="list-style-type: none"> - 수질의 종합적 관리 및 개선을 위한 NBS 기반 수질개선기술 개발 - 머신러닝, AI 기술 등을 활용한 수질 모니터링 및 관리 기술 개발 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내외 학술논문 ○ NBS 기반 수질관리 기술 ○ 국내 수질오염 관리 기술 개선안 				

과제명	AI-수자원공학 온라인 융합지식교육콘텐츠 플랫폼 개발				
과제번호	9	과제기간	2022-2023	연구비	5,000만원/년
IHP 주제	<p>대주제: 1. 과학적 연구와 혁신</p> <p>세부주제: 1.9 수자원 이해관계자들의 역량 강화를 위한 AI, IoT 등을 이용한 신기술 개발 및 공유</p>				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 데이터 시대를 맞이하여 빅데이터 분야는 가파른 상승세를 나타내고 있고 이와 관련한 다학제간 융합이 증가하고 있어, 수자원 분야에서도 AI와의 융합적 역량을 길러야 할 필요성 대두 ○ Early-Career의 대학원생, 신진연구자에게 AI와 수자원공학을 아우르는 다학제간 융합 교육의 필요성 대두 ○ 수자원공학 전문가에게 AI Re-Education에 대한 필요성 대두 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ AI+수자원 온라인 교육콘텐츠 구성을 위한 국제 워크숍 개최 ○ AI+수자원 분야 교육을 제공하기 위한 온라인 교육콘텐츠 플랫폼 개발 ○ 온라인 교육콘텐츠 플랫폼 수혜국 중심의 수요 콘텐츠 구성 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ AI+수자원 분야에 대해서 소외되는 계층(국가/지역/그룹 수준)에 대한 수요 조사 ○ Early-Career 대학원생, 신진연구자, 수자원공학 전문가 등 콘텐츠 플랫폼 소비 대상자들에게 알맞은 니즈 조사 ○ 국내·외 기존 온라인 교육 플랫폼 내 콘텐츠, 커리큘럼 및 제공방식 등 콘텐츠 플랫폼 구성에 필요한 사전조사 ○ 조사된 내용을 바탕으로 콘텐츠 및 커리큘럼을 구성하고, 시간과 장소에 구애받지 않고 언제 어디서나 접근할 수 있는 온라인 On-Demand 교육콘텐츠 플랫폼 개발 ○ 플랫폼은 개인이 선택할 수 있는 맞춤형 무료 교육콘텐츠를 제공하고, 나아가 융합 지식을 공유하고 논의할 수 있는 off-line 커뮤니티를 구성 및 운영 ○ 환경부 등 정부 범부처 교육 시스템과 연계하여 일련의 온라인 강의를 수강하면 기본적인 AI+수자원 연구에 필요한 소양을 구축할 수 있도록 방향성을 제시하고, 더불어 정부 부처의 관련 교육 시스템 지원을 위한 방안 제시 ○ 개발된 플랫폼에 제시된 여러 교육콘텐츠와 관련해 향후 AI+수자원 분야의 융합 연구 주제 제안 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 교육콘텐츠 구성을 위한 AI 및 수자원공학 관련 국제 워크숍 연 1회 개최 ○ AI-수자원공학 온라인 융합지식교육콘텐츠 플랫폼 개발 및 운영 				

과제명	수자원 정보 오픈 사이언스 플랫폼 개발				
과제번호	10	과제기간	2028-2029	연구비	4,000만원/년
IHP 주제	<p>대주제: 1. 과학적 연구와 혁신</p> <p>세부주제: 1.10 과학 기반 의사결정과 물 순환 이해도 향상을 위한 (과학 커뮤니티와 기타 이해관계자 중심의) 수문학 분야의 시민과학 통합에 관한 연구 수행 및 공유</p>				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 많은 이용자가 정보에 접근성을 가지고(open access) 연구 관련 핵심데이터를 외부에 공개하는(open data) 오픈 사이언스 방법론을 수자원 학문 분야에도 적용할 필요가 있음 ○ 시민 참여를 통해 수자원관리 및 수재해 위험에 대한 시민 인식과 문제 해결 능력을 높일 필요가 있으며, 이를 정책 수립의 과학적 근거 및 기반으로 이용할 수 있음 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수자원 과학 역량 강화를 위한 토착지식 공유 시민과학 플랫폼 개발 ○ 오픈 사이언스를 통한 수자원 정보 공유 확대 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수자원 모니터링과 이해관계자들의 클라우드소싱 평가를 위한 다양한 지역에서의 시민과학 시범연구 방안 수립 ○ 수자원 회복탄력성 구축을 위해 시민들과 오픈 사이언스 방법론을 이용하여 수자원과 토지관리에 관한 토착지식을 통합하는 사업 개발 ○ AMCOW 및/또는 NEPAD Water CoE와의 수자원관리 개선을 위한 협력방안 수립 및 추진 ○ 클라우드소싱 및 시민과학 기반 수질모니터링 사업 개발 ○ 시민과학 구축을 위한 비정부기구와의 협력 방안 수립 ○ 시민과학 툴박스 개발을 위한 연수 프로그램 개발 및 추진 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수자원 과학 분야 시민과학 통합 플랫폼 ○ 시민과학 연수프로그램 				

과제명	범분야 수자원 교육 개선 연구				
과제번호	11	과제기간	2028-2029	연구비	5,000만원/년
IHP 주제	대주제: 2. 지속가능성을 고려한 4차 산업혁명에서의 물 교육 세부주제: 2.1 물의 중요한 다기능에 대한 그들의 기여를 이해하기 위한 대중의 인식상승				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수자원 교육에 있어서도 소외되어 왔던 환경, 젠더 혹은 거버넌스와 같이 국가 장기 발전에 결정적 역할을 하는 이슈에 주목할 필요가 있음 ○ 더 많은 대중에게 좀 더 광범위한 분야의 수자원 문제에 대해 인지시키고 경각심을 고취시킬 필요가 있음 ○ 수자원 문제에 대한 대중화를 위해 매스 미디어나 소셜 미디어 등의 취재를 활용하고 협력할 필요가 있음 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 범분야 이슈에 중점을 둔 다양한 물 관련 주제의 워크숍 개최 ○ 수자원 문제에 대한 대중화를 위한 네트워크 구성 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 개인이 수자원에 미치는 영향력의 중요성에 대한 국가 차원의 인식 고취 방안 수립 ○ 청소년, 여성 및 토착 공동체 등 범분야에 중점을 둔 물 관련 주제에 관하여 교육자 및 정책입안자들의 이해 역량 강화 방안 수립 ○ 지속가능한 개발, 기후변화, 사막화, 공중보건 문제에 대한 대응 등의 좀 더 광범위한 분야에서 수자원의 중요성에 대한 인식 제고 방안 수립 ○ 수자원의 중요성을 알리기 위한 미디어와의 협력방안 수립 및 추진 ○ 수자원의 다양한 기능 및 중요성에 대한 대중의 인식 제고를 위한 네트워크 및 협력 라인 구성 방안 수립 ○ “도시 수자원관리를 위한 우수성 인증” 사업 방안 구상 및 수행 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수자원 정보공유 네트워크 ○ 국제 워크숍 연 1회 개최 				

과제명	다학제간 연구성과 창출을 위한 새로운 교육적 접근방식의 개발				
과제번호	12	과제기간	2022-2025	연구비	4,000만원/년
IHP 주제	<p>대주제: 2. 지속가능성을 고려한 4차 산업혁명에서의 물 교육</p> <p>세부주제: 2.2 학제간 연구협력/교육적 접근방식 개발 및 구현</p>				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 4차 산업혁명, 팬데믹 등 변화하는 국제적 상황에 알맞은 다학제간 연구 협력이 필요함 ○ 기후변화 등 복잡한 수자원 문제해결을 위해 융합기술 개발을 활용한 다학제 연구가 강조되고 있지만 실질적인 다전공간 연구협력이 미비함 ○ 물리적 결합을 넘어 화학적 결합을 통한 다학제 연구성과 창출을 위해서는 교육에서부터의 새로운 접근방식의 개발이 필요함 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ UNESCO 전략 및 비전에 적합한 교육 접근방식 개발 ○ 다학제 연구성과 공유를 위한 국제 심포지엄 개최 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ UNESCO Water Centres of Excellence 전략, 비전, 성과 분석 ○ UNESCO Water Centres of Excellence 전략 및 비전에 적합한 국내 수자원 교육 전략 수립 ○ Pan African Virtual and E-University(PAVEU)와 협력방안 수립 및 추진 ○ 국제적 니즈에도 적합한 다학제 융합 교육 접근방식 개발방안 수립 ○ 다학제 융합연구를 위한 연구주제 선정 ○ 다학제 융합연구를 위한 국제적 연구 컨소시엄 구성 ○ 연구 수행 및 다학제 연구성과 검토 및 공유 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 온라인 포함 융합연구를 위한 다학제 교육 접근방식 개발 ○ 국제 심포지엄 연 1회 개최(신진연구자 virtual session 포함) 				

과제명	모든 유형의 교육에 적합한 새로운 융합 교육자료 개발				
과제번호	13	과제기간	2022-2023	연구비	4,000만원/년
IHP 주제	<p>대주제: 2. 지속가능성을 고려한 4차 산업혁명에서의 물 교육 세부주제: 2.3 물 관련 교육 및 학습자료 개발</p>				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 4차 산업혁명, 팬데믹 등 변화하는 전 지구적 상황에 필요한 대응기술 개발을 위해 교육에서부터의 변화가 필요함 ○ 이를 위해 공식적, 비공식적, 비형식적 모든 유형의 교육에 적합한 새로운 교육자료 개발이 필요함 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ UNESCO Category 2 Centre의 2019 전략 및 비전에 적합한 교육자료 및 도구 개발 ○ 다양한 유형의 교육자료 개발 성과 교류를 위한 국제 워크숍 개최 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ UNESCO Category 2 Centre의 2019 전략 및 비전 분석 ○ UNESCO Category 2 Centre의 2019 전략 및 비전에 적합한 국내 수자원 교육 전략 수립 ○ 교육 수요자 유형별, 시기별(early, primary, secondary, and tertiary education) 교육프로그램 개발 ○ 국제적 니즈에도 적합한 다학제 융합 교육자료 및 도구 개발방안 수립 ○ 기존 교육자료 통합 및 정리, 교육자료 개발, 배포(재교육 포함) 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 온라인 자료 포함 융합연구를 위한 다학제 교육자료 개발 및 배포 ○ 국제 워크숍 연 1회 개최 				

과제명	3차 교육 및 직업교육자들을 위한 교육 콘텐츠 개발				
과제번호	14	과제기간	2024-2025	연구비	3,000만원/년
IHP 주제	<p>대주제: 2. 지속가능성을 고려한 4차 산업혁명에서의 물 교육 세부주제: 2.4 과학 정보를 교육, 의사 결정 및 정책 수립을 용이하게 하는 형식으로 변환하기 위해 지원되는 과학 커뮤니티의 새로운 관행에 기반한 방법과 도구 개발 및 공유</p>				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 4차 산업혁명을 맞아 3차 교육 및 직업교육을 진행하는 교육자 및 기술자들의 역량 점검 및 각 역량 격차에 알맞은 격차 해소 틀이 필요함 ○ 수자원관리의 시작부터 끝까지 각 위치에 있는 관계자들 및 교육자들에게 각자 알맞은 교육 과정 및 소통 커뮤니티가 필요함 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 각 수자원관리 관계자 및 교육자들을 위한 교육과정 개발 ○ 효율적인 수자원 정보 및 지식 공유와 교류 촉진을 위한 실무 커뮤니티 구축 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ UNESCO Water Family 핵심 그룹의 3차 교육 및 직업교육자들의 역량 격차 및 요구사항 파악을 위한 방법론 및 실무지침 개발 ○ 3차 교육 및 직업교육자 및 전문가들을 위한 “포괄적 결과물과 지속가능한 개발을 위한 물 교육” 툴킷 및 e-러닝 과정 개발 ○ 초기에서 중기 경력자들을 위한 “정책을 위한 물 과학” 툴킷 및 e-러닝 과정 개발 ○ 중상위 공무원, 관리자, 전문가, 자문관을 위한 “증거기반 수자원 정책 수립” 툴킷 및 e-러닝 과정 개발 ○ 수자원관리 이해관계자들을 위한 역량 강화 과정 및 교육자료 개발 ○ 수자원관리 이해관계자들의 정보 공유 및 의견 교류를 위한 커뮤니케이션 도구 개발 ○ 수자원 정보 및 지식 공유를 위한 실무자 커뮤니티 구축 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다양한 수자원관리 관계자들을 위한 툴킷 및 교육과정 ○ 수자원관리 실무자 커뮤니티 				

과제명	지속가능한 물관리를 위한 수자원 교육 플랫폼 개발				
과제번호	15	과제기간	2026-2024	연구비	3,000만원/년
IHP 주제	<p>대주제: 2. 지속가능성을 고려한 4차 산업혁명에서의 물 교육</p> <p>세부주제: 2.5 지속가능한 물관리를 위한 정부와 사회의 주요 격차를 파악하고, 이러한 격차와 의제 2030 목표 해결을 위한 물 관련 3차 교육 및 직업교육 전문가 및 기술자 역량 강화</p>				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2030년까지 모두에게 안전하고 저렴한 식수를 보장하자는 의제 2030 목표 해결을 위해 국가 차원의 수자원관리 및 위생교육 역량 강화가 시급함 ○ 기후변화와 인구증가의 결합으로 전세계에 닥친 물위기를 극복하기 위해 정부 차원의 새로운 물관리 재교육이 필요함 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지속가능한 개발을 위한 새로운 수자원 분야의 교육지표 개발 ○ 학습 기회를 개선하고 우수사례를 공유하기 위한 open 교육 플랫폼 개발 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지속가능개발목표 6 (SDG 6) “물과 위생”을 위한 새로운 수자원 교육지표 개발 및 추진 ○ 국가 차원의 부문 간 대화 및 협의를 통한 역량 격차 및 요구사항 파악 ○ 국가 차원의 “포괄적 결과물과 지속가능한 개발을 위한 물 교육” 툴킷 개발 및 e-러닝 교육과정(2.4와 연계) ○ 수자원과 지속가능개발의 교육-정책 격차 해소를 위한 역량 강화 방안 수립 ○ 회원국들에게 제공할 UNESCO Water Family 교육 플랫폼 구축 ○ 아프리카의 NEPAD/EU 인적 역량 개발 사업 확대 및 상향 조정 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 새로운 수자원 분야 교육지표 ○ UNESCO Water Family 교육 플랫폼 				

과제명	4차 산업혁명 기술 기반 물관리 의사 결정 역량 강화				
과제번호	16	과제기간	2026-2027	연구비	4,000만원/년
IHP 주제	<p>대주제: 2. 지속가능성을 고려한 4차 산업혁명에서의 물 교육 세부주제: 2.6 의사결정권자, 물관리자, 주요 물 부문 기관의 역량 강화</p>				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지역사회 의사결정 과정에는 다양한 부문의 요구와 관심이 고려되어야 함 ○ 올바른 의사결정에는 관련 분야 지식을 갖춘 전문가가 필요 ○ 사회적 신뢰를 받는 의사결정을 내리기 위해서는 관련 정보와 지식이 환경에 미치는 영향에 대한 전문 교육이 선행되어야 함 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주요 물 부문 기관 담당자의 의사결정 실무 교육 ○ 물 부문 과학과 정책의 격차 해소 ○ 첨단 과학 기반의 의사결정 기술 적용 역량 구축 ○ 올바른 의사결정을 위한 가이드라인 작성 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중상급 공무원, 물관리자, 전문가를 대상으로 한 의사결정 기술 교육 ○ 과학과 정책의 격차를 해소하기 위한 산학연 합동 컨퍼런스 개최 ○ 4차 산업혁명을 통한 새로운 기술, 데이터 구축 등 모범 사례의 공유 및 적용 역량 구축을 위한 실무워크숍 개최 ○ 상향식 접근 방식 기반 의사결정 지원 가이드라인 작성 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 의사결정 기술 교육 교재 ○ 의사결정 기술 관련 물 전문가 역량 구축 ○ 상향식 기반 의사결정 지원 가이드라인 				

과제명	물사용 개선을 위한 효율적 데이터 수집 분석 방법 개발				
과제번호	17	과제기간	2024-2025	연구비	4,000만원/년
IHP 주제	<p>대주제: 3. 데이터 지식 격차 해소</p> <p>세부주제: 3.1 물 사용 개선을 위하여 효율적으로 데이터를 수집하고 분석하기 위한 과학적 연구 방법 개발</p>				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 물 매개변수(수량, 수질, 물사용)에 대한 포괄적인 데이터의 부재 또는 접근 불가능성은 부분적 또는 비효율적인 의사 결정 초래 ○ 데이터의 투명성과 접근성은 오픈사이언스 발전의 주축 ○ 다양한 데이터 이용자들의 데이터 컴파일 및 해석에서의 오류 발생 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 데이터 관련 과학 연구 및 응용 고도화를 위한 국제 오픈워터 심포지엄 개최 ○ 데이터 관련 연구와 관련된 과학 논문을 보급하기 위해 심사된 과학 저널 특집 개발 ○ 수집, 검증, 분석, 평가 및 보고 관점에서 다양한 소스의 지식 동기화 ○ 기존 표준 및 프로토콜 검토 ○ 데이터 서비스 활성화 및 향상을 위한 요구사항 및 최신 기술 논의 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 데이터 관리에 중점을 둔 역량 강화 워크숍 ○ 전문가간 아이디어 교환을 위한 세미나 및 컨퍼런스 ○ 데이터 수집 및 관리에 대한 기존 정책 및 방법론에 대한 토론 시리즈. ○ 관련 부문 전반에 걸쳐 검증된 데이터에 액세스할 수 있는 정부, 민간 및 공공 기관(데이터 수집 및 관리를 담당) 간의 조정 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 물 데이터의 양, 품질 및 유효성을 개선할 수 있는 국제협력 ○ 오픈 액세스 데이터를 위한 역량 구축 ○ 지역, 지방 및 글로벌 차원에서 기존 역량과 협력 강화 				

과제명	시험유역 설계·운영 및 수문데이터 국제적 활용도 증진				
과제번호	18	과제기간	2022-2025 (1단계)	연구비	6,000만원/년
IHP 주제	대주제: 3. 수문데이터의 지식격차 해소 세부주제: 3.2 수문데이터 수집, 수자원관리 및 연구를 위한 시험유역 운영				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 수문데이터 수집기술의 양적·질적 성장이 이뤄짐에 따라 수문데이터의 국내 외적 활용도 증진을 위한 토대가 마련 ○ 기후변화에 의해 전 지구적 수자원관리 불확실성이 증가하고 있으며, 전세계적인 통합수자원관리를 위한 국가 간 협력관계 구축 요구 증대 ○ 국내 수문데이터에 대한 신뢰도 검증 및 국제협력관계 구축을 통한 학문적, 정책적 활용도를 증진시키기 위한 시험유역 운영 계획 수립이 필요 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시험유역 설계·운영 및 시험유역 내 수량·수질 데이터 활용도 증진 방안 수립 ○ 국제표준 플랫폼을 활용한 시험유역 수문데이터의 자료구조 결정 ○ IHP-WINS 플랫폼을 중심으로 한 시험유역에 대한 글로벌 네트워크 구축 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시험유역 설계 및 수문데이터 수집 <ul style="list-style-type: none"> - 시험유역 후보지 조사 및 적절성 분석 - 시험유역 수문데이터(수량, 수질, 하천단면 등) DB현황, 수집방법 조사 - 시험유역의 장기적 운영방안 제시 ○ 시험유역 내 수량·수질 데이터 활용도 증진을 위한 DB 개선 <ul style="list-style-type: none"> - 수문데이터의 연구 활용도 증진을 위한 자료구조 개선방안 도출 - 시험유역 수문데이터의 머신러닝, 수치해석 활용도 증진을 위한 국내 수문데이터 플랫폼 DB구성 개선방안 제시 - GIS기반 수문자료, 하천단면 정보제공을 위한 DB 구성안 개발 ○ 시험유역 간 국제네트워크 구축 <ul style="list-style-type: none"> - UNESCO IHP를 중심으로 한 시험유역 국제 네트워크 활동 추진 - 시험유역 수문데이터의 IHP-WINS 등록 및 수문데이터 수집 현황·분석 결과에 대한 자료집 작성 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시험유역 설계·운영 보고서 ○ 수문데이터 DB구축 개선안 ○ UNESCO IHP 회원국 시험유역 간 네트워크 구축 ○ IHP-WINS 내 시험유역 수문데이터 등록 				

과제명	접근 가능 공개 물 자료의 비교, 검증 및 공유 방안 수립				
과제번호	19	과제기간	2026-2027	연구비	4,000만원/년
IHP 주제	<p>대주제: 3. 데이터 지식 격차 해소</p> <p>세부주제: 3.3 물의 양, 품질 및 사용에 대한 공개 접근가능 데이터의 비교, 검증 및 공유</p>				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 물의 양, 수질, 사용에 대한 포괄적인 데이터의 부재 또는 접근 불가능은부분적 또는 비효율적인 의사결정 초래 ○ 물 데이터 수집(양/질/이용) 방법 및 지표는 장기 시계열 데이터 및 시간 경과에 따른 추세 파악을 용이하게 하기 위해 표준화 필요 ○ 의사 결정 측면에서 수문 시스템에 데이터를 적용하기 위해 적절한 비교 및 검증 필요 ○ 데이터 출처의 다양화로 과학적 연구 결과에 대한 신뢰도 향상 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ IHP-WINS 홍보 및 신규 데이터 포함한 신규 회원의 기여 ○ 주요 수자원 및 관련 부문에 걸쳐 검증된 데이터, 메타데이터 및 정보에 대한 접근 강화 ○ 다양한 이해관계자가 지하수 관련 데이터에 접근할 수 있도록 플랫폼 및 데이터 베이스 강화 ○ 기관, 파트너 및 물 운영자 간의 물 데이터 서비스 조정에 대한 참여 및 지원 - 다양한 영역에서 수집된 데이터의 표준화 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존의 접근 가능한 데이터 및 물 관련 개방형 데이터 접근을 위한 가능한 방법에 대한 문헌 검토 ○ IHP-WINS 사용자 역량 강화를 위한 기술 세션 실시 ○ 물 관련 부문 전반에 걸쳐 검증된 데이터에 액세스할 수 있는 정부, 민간 및 공공 기관(데이터 수집 및 관리를 담당) 간의 조정 ○ 물 부문의 다양한 기관, 프로그램 및 파트너의 물 데이터 서비스 분석 -과학적 데이터 비교 및 검증을 기반으로 표준화된 데이터 사용 권장 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 오픈 액세스 데이터를 위한 역량 구축 ○ IHP-WINS 사용자 역량 강화를 위한 기술 세션 개최 ○ 물 부문의 다양한 기관, 프로그램 및 파트너의 물 데이터 표준화 방안 				

과제명	수문데이터 활용도 증진을 위한 데이터 처리기법 공유 네트워크 구성				
과제번호	20	과제기간	2028-2029	연구비	5,000만원/년
IHP 주제	대주제: 3. 수문데이터의 지식격차 해소 세부주제: 3.4 수문데이터 처리기술 개발 및 역량 강화				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 수문데이터 수집 기술력의 향상에 따라 수자원관리, 계획을 위한 웹 기반 DB 활용도 증진 ○ 수문데이터 활용도 증진을 위해 데이터 처리기법(자료동화, 융합, 가시화 등)의 적용 필요 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수문데이터 활용도 증진을 위한 데이터 처리 기법 적용 ○ 수문데이터 처리기법에 대한 교육자료 개발 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수문데이터 활용도 증진을 위한 데이터 처리 기법 활용 <ul style="list-style-type: none"> - 수질, 수문데이터 활용 증진을 위한 개선방안 도출 - 물 문제(홍수, 가뭄, 녹조 등) 대응을 위한 의사결정 지원에 필요한 데이터 전/후처리 기법 개발 ○ 수문데이터 처리기법에 대한 교육자료 개발 및 국제협력 <ul style="list-style-type: none"> - 실무자, 정책결정자의 실무활용을 위한 데이터 처리 개선기법 가이드라인 개발 - UNESCO 내 기구(MAWAC 등)을 활용한 개도국 기술지원 활동 수행 및 국제협력 네트워크 구성 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내/외 학술논문 ○ 수문데이터 전/후처리 가이드라인 ○ 수문데이터 기술지원 국제 네트워크 				

과제명	수자원관리 분야 참여확대를 위한 프로그램 개발				
과제번호	21	과제기간	2028-2029	연구비	3,000만원/년
IHP 주제	대주제: 4. 기후변화에 따른 통합수자원관리 세부주제: 4.1 이해관계자 및 지역사회의 수자원관리 참여 지원 방안 연구				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화로 인해 홍수, 가뭄, 수질 변화 등 수자원관리 변동성이 증가할 것으로 예상되며, 전세계적으로 탄소배출저감을 위한 국제사회의 노력이 강조되고 있음 ○ 기후변화의 영향 저감을 위한 탄소중립 사회로 나아가기 위해 국가의 정책적 노력을 넘어선 전국민적 관심과 참여 필요 ○ 수자원관리의 중요성에 대한 대국민 인식 제고를 위한 교육, 연구활동 필요 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수자원관리 연구 확산을 위한 참여프로그램 운영 ○ 수자원관리에 대한 교육 프로그램 개발 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수자원관리 연구성과의 지역사회 확산을 위한 참여프로그램 운영 <ul style="list-style-type: none"> - 수자원관리에 대한 지역사회, 청년층 참여 증진을 위한 프로그램 제작 - 수자원관리를 위한 연구 필요성, 효율성에 대한 인식 확산을 위한 테스트베드(파일럿) 선정 및 수요자 참여 프로그램 운영 - 대학생, 대학원생을 중심으로 한 소규모 연구그룹 구성 및 수자원관리를 위한 연구프로젝트 수행 지도 ○ 기후변화 상황의 수자원관리에 대한 교육 프로그램 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 수자원관리 교육에 대한 지역 수요자(대학, 고등학교 등) 조사 및 교육프로그램 구성 - 비전문가를 대상으로 한 국내 수자원관리 업무에 대한 교육자료 제작 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시민사회 참여 프로그램 ○ 수자원관리에 대한 지역사회 네트워크 ○ 수자원관리 업무 교육자료 				

과제명	상·하류 저영향 다목적 하천 이용 기술 개발				
과제번호	22	과제기간	2022-2023	연구비	7,000만원/년
IHP 주제	<p>대주제: 4. 글로벌 변화에 대한 통합수자원관리</p> <p>세부주제: 4.2 사회경제적 생태학적 측면에서 상·하류 저영향 다목적 하천 이용 기술 개발</p>				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화 및 환경변화로 인하여 전 세계적인 물확보 경쟁 심화 ○ 국가간 지역간 물 확보의 경쟁으로 인한 상하류 물분쟁 발생 ○ 상하류 물분쟁 해결을 위한 사회경제적 및 생태학적 저영향 하천 이용 기술 개발 필요 ○ 국제 협력을 통한 상·하류 저영향 다목적 하천이용 역량 강화 필요 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다목적 하천이용 저영향 기술 개발 ○ 상·하류 하천이용의 공동 환경위험요소 분석 ○ 상·하류 공동 환경위험요소에 대한 다목적 하천이용의 해결방안 도출 ○ 상·하류 저영향 다목적 하천이용의 정책방향 도출 ○ 국제협력을 통한 저영향 하천 이용 역량 강화 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 상·하류 수력발전, 항해, 어업, 친수활동, 물 공급 및 위험관리와 같은 다목적 하천이용에 대한 저영향 기술 개발 ○ 상·하류 공동 환경위험에 대한 물분쟁 요소 조사 및 분석 ○ 상·하류 공동 환경위험에 대한 상·하류 수자원관리 및 물분쟁 해결방안에 대한 정책 조사 ○ 시나리오 기반 상·하류의 다양한 토지이용변화에 따른 생태계 영향평가 ○ 국제협력을 위한 국외 테스트베드 선정 및 연구수행 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 상하류 하천이용 저영향 기술적용 Case Study ○ 상·하류 공동 환경위험에 대한 상·하류 수자원관리 및 물분쟁 해결방안 ○ 국외 테스트베드 선정 및 적용을 통한 국제협력 ○ 상·하류 다목적 하천이용에 대한 저영향 기술 개발 국제세미나 개최 				

과제명	물 순환 관리 개선을 위한 비전통 수자원 연구				
과제번호	23	과제기간	2022-2023	연구비	4,000만원/년
IHP 주제	대주제: 4. 통합수자원관리(IWRM) 세부주제: 4.3. 물 순환 관리(WCM) 개선 및 역량 강화를 지원하기 위한 비전통 수자원(NCWR)에 대한 연구				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인구 증가로 인한 전 세계적인 물 스트레스 증가 ○ NCWR의 사용은 담수 가용성과 물 수요 사이의 격차를 좁히는 지속 가능하고 비용 효율적인 방법 ○ NCWR의 접근(MAR-대수층 함양 관리 등)은 급격히 고갈되는 지하수에 대처하는 데 기여 <ul style="list-style-type: none"> - NCWR의 채택은 기후 변화 회복탄력성 향상(가뭄, 홍수, 식량 불안정 등) ○ NCWR 사용에 대한 수용의 필요성이 매우 높음에도 불구하고 대중적 수용 및 정책이 잘 정의되어 있지 않음 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ WCM 개선을 위한 NCWR 사용 및 순환 경제에 대한 협력 및 투자 촉진을 위한 연구 ○ MAR에 대한 지속 가능한 정책 개발 지원 및 IWRM에 포함 ○ WCM 개선을 위한 NCWR 사용 촉진을 위한 역량 강화 ○ 자연기반 솔루션과 지역사회 참여의 통합을 위한 역량 강화 <ul style="list-style-type: none"> - UNESCO-IGRAC에서 주최하는 글로벌 MAR 포털 개선 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 접근 방식과 순환 경제 정책을 사용한 NCWR에 대한 평가 ○ WCM을 개선하기 위한 물 부문에서 CE 접근법(감소, 재사용, 재활용, 재생, 복구, 복원) 촉진 ○ 비전통 수자원(NCWR)에서 물을 회수하고 재생하기 위한 적절한 방법론에 대한 연구 ○ 기술 세션, 글로벌 물 이벤트, 공공 및 거버넌스 기관의 역량 구축을 위한 증거 기반 사례 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 자연 기반 솔루션에 대한 인식 및 커뮤니티 수준에서 NCWR의 안전한 재사용 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 물순환관리 개선을 위한 비전통 수자원 사용 촉진을 위한 역량 강화 ○ 자연 기반 솔루션 역량 구축을 위한 국제협력 ○ WCM 개선을 위한 NCWR 사용 및 순환 경제에 대한 국제세미나 개최 				

과제명	통합수자원관리를 위한 넥서스 기반 물관리 역량 구축				
과제번호	24	과제기간	2026-2027	연구비	4,000만원/년
IHP 주제	대주제: 4. 전 지구적 변화에 따른 통합수자원관리 세부주제: 4.4 통합수자원관리 개선을 위한 넥서스 접근 지식 개발 및 공유				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ ‘the source-to-sea approach’는 통합수자원관리의 새로운 매커니즘으로 대두되고 있음 ○ ‘수량-수질-생태계’는 상호 연결된 시스템으로 넥서스 접근 방식을 통해 물관리 정책이 구현되어야 함 ○ 상호 의존적인 자원 및 에너지 간의 시너지 및 균형 유지를 위한 물관리 정책이 필요 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수량, 수질, 생태계 통합관리를 위한 지식 창출 ○ 통합수자원관리 개선을 위한 과학 기반 지식 창출 ○ 넥서스 접근법 파일럿 연구 ○ 넥서스 접근 방식에 대한 지식 개발 및 공유 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수량, 수질, 생태계 연계를 위한 데이터 구축 현황 평가 ○ 수량, 수질, 생태계의 통합적 연계를 위한 과학 기반 지침 개발 ○ 물 환경 개선을 위한 ‘the source-to-sea approach’ 및 넥서스 접근법 구현을 위한 파일럿 연구 ○ 수량, 수질, 생태계 넥서스 연계 분석 역량 구축을 위한 워크숍 개최 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 넥서스 기반 통합물관리 적용 연구사례집 ○ 수량, 수질, 생태계 넥서스 연구 관련 학술논문 게재 ○ 통합물관리 역량 강화 				

과제명		지표수 내 미세플라스틱 관리 정책 제안 및 국제연구협력 강화			
과제번호	25	과제기간	2024-2025	연구비	5,000만원/년
IHP 주제	<p>대주제: 4. 기후변화에 따른 통합수자원관리 세부주제: 4.5 수질오염 저감 및 수질관리전략 수립을 위한 담수수계(지표수 및 지하수) 내 오염물질의 발생원, 거동에 대한 이해</p>				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산업활동 증진에 따라 플라스틱 생산량이 매년 증가하는 추세이며, 이에 따라 수환경 내 5 mm 크기 이하의 미세플라스틱이 전세계적으로 다량 발견되어 인체 및 수생태 위해성이 우려되는 상황 ○ 환경부의 미세플라스틱 전주기 관리 정책의 정착('24)을 위해 과학적 분석결과에 기반한 관리 시스템 구축 필요 ○ 미세플라스틱은 신종 유해오염물질로서 전세계적으로 활발한 연구가 진행되고 있으며 국제적 연구공동체 수립을 통한 국내 전문가 역량 향상이 필요 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지표수 내 미세플라스틱 유입원 및 분포 조사 ○ 담수수계 내 미세플라스틱에 대한 연구 공유를 위한 국제 세미나 개최 ○ 미세플라스틱 관리를 위한 하천수 관리 방안 제시 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미세플라스틱 유입원 및 분포 조사 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 IHP 시험유역 내 미세플라스틱 분포 조사 - 하천수 내 주요 미세플라스틱 종류 및 분포특성 분석 - 미세플라스틱 주요 유입원 조사 ○ 미세플라스틱 연구 국제네트워크 구성 <ul style="list-style-type: none"> - UNESCO-IHP IIWQ (International Initiative on Water Quality)를 중심으로 한 국제연구 네트워크 구성 - 미세플라스틱 연구 관련 국제 공동 세미나 개최 ○ 하천수 활용을 위한 미세플라스틱 관리 방안 제안 <ul style="list-style-type: none"> - 국외 미세플라스틱 관리정책 조사 - 국내 미세플라스틱 하천수 유입 관리를 위한 정책방향 제시 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시험유역 내 미세플라스틱 DB ○ 미세플라스틱 국외 연구그룹 네트워크 ○ 미세플라스틱 관리정책안 				

과제명	IWRM을 개선하기 위한 생태계 서비스 및 환경 흐름 평가				
과제번호	26	과제기간	2024-2025	연구비	10,000만원/년
IHP 주제	대주제: 4. 통합수자원관리(IWRM) 세부주제: 4.6 IWRM을 개선하기 위한 생태계 서비스 및 환경 흐름 평가				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유역 내 생태계 서비스가 전체적으로 급격히 감소 추세 ○ 인위적 활동으로 인한 담수 가용성 저하 (대기오염, 수질오염, 지하수 고갈, LULC 변화 등) ○ 지속적인 물 수요 증가는 유역의 수문 시스템에 큰 부담으로 작용 ○ 서비스 관리를 위한 생태계 서비스 맵핑 필요 <ul style="list-style-type: none"> - IWRM의 일부로 생태수문학 원리 적용은 다양한 인위적 및 기후 변화 영향에 대한 집수의 회복탄력성을 증가시킬 수 있는 잠재력을 지님 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ SDG6 달성으로 이어지는 IWRM 실행을 위한 환경 흐름 및 생태계 서비스 평가 지원 ○ 생태수문학-NBS 시너지를 우선시하는 물-생태계-인간 상호작용 사례연구 준비 ○ 인터넷 기반 생태계 서비스 평가 플랫폼 구축 ○ 최적의 유역 경관 및 생태계 건강성 관리를 위한 생태계 과정에 초점을 맞춘 과학적 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 컨퍼런스 및 세미나 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구 지역의 수문 생태계 서비스에 대한 인간 활동의 영향에 대한 문헌 검토 ○ 토지이용 및 기후변화의 다양한 시나리오에서 수문생태계 서비스 제공 모의 ○ 물 부족, 홍수, 기후 변화 적응과 같은 기존 물 관련 문제를 해결하기 위해 가능한 자연 기반 솔루션(NBS) 평가 ○ 데이터 관리를 위한 온라인 플랫폼 개발을 위한 국제 연구 기관과의 조정 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생태계서비스 평가를 위한 Case study ○ 인터넷 기반 생태계 서비스 평가 플랫폼 구축 ○ 데이터 관리를 위한 온라인 플랫폼 개발을 위한 국제협력 				

과제명	빙권시스템 변화 모니터링 방법 개발				
과제번호	27	과제기간	2026-2027	연구비	5,000만원/년
IHP 주제	대주제: 4. 통합수자원관리 세부주제: 4.7 의사 결정에 정보를 제공하기 위한 빙권 시스템 및 관련 빙하 수문학의 변화 모니터링 방법 평가				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 빙하는 전 세계적으로 감소하고 있으며, 관개, 하천 흐름, GLOFS와 같은 수문 순환 및 관련 문제의 불균형 초래 ○ 빙하 모니터링은 빙하화된 분지에서 지속 가능한 적응 전략 개발에 필수적 요소임 ○ 기후변화 영향은 빙권 시스템에 더욱 영향을 미칠 것으로 예상되므로 위험 감소 및 회복탄력성 강화를 위한 의사 결정을 알리기 위해 다중 시나리오 분석 필요 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ Glacial Lake Outburst Floods(GLOFs) 조기 경보 시스템 설계 ○ 지역 수문학 평가 및 기후 변화 시나리오 예측에서 GLOF에 대한 회복탄력성 향상(또는 취약성 감소)을 위한 시사점 및 제언 ○ 고도로 빙하화된 분지의 현재 및 미래의 물 가용성 및 위험에 대한 심포지엄 ○ 빙권 시스템 평가 및 취약성 감소를 통한 역량 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 빙하 및 눈 모니터링 시스템 및 데이터 공유 촉진 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ GLOF의 위험 지역 목록을 작성하기 위한 문헌 검토, 원격 감지 접근 및 현장 방문 ○ 현재 및 기후 변화 시나리오에서 GLOFs 위험을 결정하기 위한 지역 수문학적 매개변수 모의 ○ 빙하 분지의 물 가용성 및 미래 위험에 대한 지식 공유 심포지엄을 위해 전문가(국내/국제), 실무자 및 민간과의 협력 ○ 위험 결정 및 취약성 감소를 위한 거버넌스 분야의 일반 시민들을 대상으로 하는 기술 세션 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ GLOF의 위험 지역 목록 ○ 기후 변화 시나리오 기반 GLOFs 위험 결정을 위한 모델링 ○ 빙하 분지의 물 가용성 및 미래 위험에 대한 지식 공유 심포지엄 개최 				

과제명	세계적인 변화를 반영한 물관리 의사결정자들의 계획 개선 방안				
과제번호	28	과제기간	2028-2029	연구비	5,000만원/년
IHP 주제	<p>대주제: 4. 통합수자원관리(IWRM)</p> <p>세부주제: 4.8 의사 결정자의 계획을 개선하기 위한 물관리 내에서 세계적인 변화를 주류화하기 위한 방법론 개발</p>				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화, 공해, 생물다양성 상실 등 전 지구적 변화는 다양한 방식으로 물관리 강조 추세 ○ 물관리자가 성장하는 커뮤니티의 요구를 동시에 충족하고 민감한 생태계를 유지하기 위해서 물관리의 세계적인 변화 반영 필요 ○ 물 재난에 대한 지역사회의 회복탄력성을 증가시키기 위한 세계적인 환경변화 적응 필요 ○ 지속가능한 물 사용에 대한 인식 부족으로 물 부족 지역의 물관리가 어려움 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 물관리 분야의 글로벌 변화를 주류화하기 위한 방법론에 대한 다 학제간 연구 ○ 지역 물관리 및 계획을 개선하기 위한 수문 기후 모델링의 불확실성 평가 ○ 물관리의 세계적 변화에 따른 적응적 의사결정 평가 ○ 지속가능한 물 소비에 대한 참여적 접근 및 인식 증대 <ul style="list-style-type: none"> - 글로벌 변화에서 의사 결정을 위한 시나리오 개발과 공통적인 평가를 위한 의사 결정자 및 커뮤니티의 역량 구축 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화, 생물다양성 상실, 사막화 및 오염이 물관리에 미치는 영향 평가를 위한 문헌 검토 ○ 수문-기후 모델링 불확실성을 결정하기 위한 상향식 시나리오 분석 ○ 극한 조건의 결정, 완화 조치 및 전 지구적 변화에 따른 물관리를 위한 대응 접근법 <ul style="list-style-type: none"> - 의사 결정자 및 커뮤니티의 역량 구축을 강화하기 위해 글로벌 변화에 따라 시나리오 기반 평가 ○ 지속 가능한 물 사용을 주류화하기 위한 아이디어 공유, 인식 제고 및 부문 간 대화를 위한 국제 세션, 세미나 및 회의 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수문-기후 모델링 불확실성 해석을 위한 시나리오 개발 ○ 지속 가능한 물 사용을 주류화하기 위한 국제 심포지엄 개최 ○ 물관리 분야의 글로벌 변화를 주류화하기 위한 방법론에 대한 국제협력 				

과제명	접경지역 국가 협력을 통한 통합수자원관리 역량 강화				
과제번호	29	과제기간	2028-2029	연구비	7,000만원/년
IHP 주제	대주제: 4. 전 지구적 변화에 따른 통합수자원관리 세부주제: 4.9 SDG 목표 6.5 달성을 위한 통합수자원관리 국가 협력				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전 세계 약 260여개의 접경유역 물관리는 다양한 분쟁을 초래하고 있음 ○ 지속 가능한 개발 'Agenda 2030'은 국가 간 협력의 중요성을 강조 (SDG 6.5) ○ 국가 협력을 통한 접경유역 물관리 협정의 평가 및 개선이 필요함 ○ 통합수자원관리 측면의 국가 간 격차 해소가 필요함 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ SDG 목표 6.5 지표의 평가 방안 마련 ○ 접경유역 국가 간의 협력 현황 모니터링 ○ 국경을 넘는 통합수자원관리 협력 역량 구축 ○ 접경유역 국가 간 협력 협정의 조정방안 수립 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ SDG 목표 6.5.2 지표에 대한 모니터링 및 평가를 위한 문헌 검토 ○ 접경유역 국가 간 협력 현황의 개선 모범 사례 조사 및 협력 증진 방안 보고 ○ 접경유역 국가 간 협력 현황 평가 파일럿 연구 수행 ○ 국경을 넘는 환경에서 통합수자원관리를 구현하는 기술적, 정치적 전문가를 대상으로 하는 역량 강화 프로그램 구축 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 접경유역 국가 간 협력 현황 사례집 ○ 접경유역 국가 간 협력 현황 평가 파일럿 연구 보고서 ○ 국경을 넘는 환경에서의 국가 간 협력 및 통합수자원관리 역량 강화 				

과제명	기후변화 회복탄력성 향상을 위한 물 거버넌스 구축				
과제번호	30	과제기간	2022-2023	연구비	4,000만원/년
IHP 주제	<p>대주제: 5. 완화, 적응, 회복탄력성을 위한 과학 기반 물 거버넌스</p> <p>세부주제: 5.1 전 지구적 변화에 대한 지역사회 회복탄력성 향상을 위한 수자원관리 분야 의사결정자들의 경각심 제고</p>				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ IPCC AR6에 따르면 최근 전 세계는 전례 없는 기후변화위기를 겪고 있으며, 이에 따라 2031~2040년 기상재해가 급증할 것으로 예측 ○ 기후변화에 의한 재해위험경감을 위해 회복탄력성을 갖춘 물 거버넌스 구축 필요 ○ 정부 및 민간영역 전체에서 기후위기를 인식하고 재해위험 완화 및 적응을 위한 물 거버넌스 구축에 대한 인식 제고 필요 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화에 대한 회복탄력성을 갖춘 물 거버넌스 방안 도출 ○ 국내 IHP 시험유역을 대상으로 한 개선된 물 거버넌스 적용 ○ UNESCO Water Family와 물 거버넌스에 대한 국제협력 네트워크 구축 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화에 대한 회복탄력성 향상을 위한 물 거버넌스 방안 제안 <ul style="list-style-type: none"> - 기후변화에 대응을 위한 해외 물 거버넌스 사례 분석 - 기후변화에 의한 국내 물 거버넌스 평가 및 한계점 분석 - 기후변화 시나리오 대응을 위한 물 거버넌스 개선점 제안 ○ 국내 IHP 시험유역에 대한 물 거버넌스 방안 적용 <ul style="list-style-type: none"> - 시험유역의 물 거버넌스에 대한 건전성 평가 및 개선점 도출 - 시험유역 연계 개선된 물 거버넌스 방안의 적용 ○ 기후변화 회복탄력성 향상을 위한 물 거버넌스 관련 국제 워크숍 개최 <ul style="list-style-type: none"> - UNESCO-IHP 위원회를 통한 기후변화 관련 물 거버넌스에 대한 국제 워크숍 개최 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 물 거버넌스 개선안 ○ 시험유역 물 거버넌스 실행 보고서 ○ 국제 워크숍 개최 				

과제명	통합수자원관리를 위한 기후변화 적응 거버넌스 운영 방안 마련				
과제번호	31	과제기간	2026-2027	연구비	5,000만원/년
IHP 주제	<p>대주제: 5. 완화, 적응, 회복탄력성을 위한 과학 기반 물 거버넌스</p> <p>세부주제: 5.2 기후변화 적응, IWRM에 의한 물 거버넌스 시행</p>				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 거버넌스는 광범위한 이해당사자 간 수평적 의사결정 과정을 지원함 ○ 기후변화에 의한 불확실한 미래에 대한 물관리 정책은 물 거버넌스를 통해 수립되어야 함 ○ 물 거버넌스 운영을 위한 전문가 수 및 인적 역량이 아직 부족함 ○ 도시화 및 복잡해진 물 수요공급 시스템으로 인해 효율적인 물 거버넌스 운영에 큰 어려움이 가중됨 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화 적응을 위한 물 거버넌스 운영 사례 연구 ○ 통합수자원관리의 구현을 위한 과학 기반 의사 결정 사례 분석 ○ 물 거버넌스 운영을 위한 이해관계자 역량 강화 ○ 통합적 접근 기반 물 거버넌스 시행 가이드라인 작성 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화에 대한 적응 및 회복탄력성 향상과 관련된 물 거버넌스 문헌 조사 및 사례 연구 ○ 통합수자원관리 측면에서 과학정보에 근거한 의사결정 지원 방법론 연구 및 사례집 작성 ○ 민간, 공공 분야 전문가 및 시민 사회 등 물 이용 및 관리 이해관계자 대상 의사결정 역량 강화 워크숍 등 프로그램 운영 ○ 통합수자원관리 측면의 효율적인 의사결정 과정을 위한 법제도 개선 등 물 거버넌스 운영 가이드라인 작성 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 의사결정 지원 기반 물 거버넌스 운영 사례집 ○ 과학정보에 근거한 의사결정 지원 방법론 학술발표 ○ 물 거버넌스 운영 역량 강화 ○ 물 거버넌스 운영 가이드라인 				

과제명	물 산업 분야 탄소중립 정책 제안 및 평가 가이드라인 개발				
과제번호	32	과제기간	2024-2025	연구비	5,000만원/년
IHP 주제	<p>대주제: 5. 완화, 적응, 회복탄력성을 위한 과학 기반 물 거버넌스</p> <p>세부주제: 5.3 수자원관리 정책(NDC, NAP) 강화를 위한 과학기술 기반 가이드라인 개발 및 평가</p>				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2021년 글래스고 기후합의에 따라 탄소중립을 위한 전세계적 노력이 필요한 상황이며, 국내에서도 NDC, NAP 계획수립을 통한 재해위험경감을 위한 노력 중 ○ 국내 NDC, NAP 이행을 위해 물산업 분야가 차지하는 온실가스 배출량에 대해 검토할 필요가 있으며, 이에 따라 온실가스 배출 저감을 위한 정책방향 결정이 필요 ○ 온실가스 배출 저감 정책의 건전성 평가를 위한 가이드라인 개발을 통해 정책이행 효과에 대한 평가 필요 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 물 산업 관련 분야의 NDC 및 NAP 정책 수립 ○ 물 산업 분야에서 NDC 및 NAP 이행을 위한 정책방향 제안 ○ 물 산업 분야의 NDC, NAP 이행 수준 평가를 위한 가이드라인 개발 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 물 산업 관련 분야의 온실가스배출저감 및 회복탄력성 향상을 위한 NDC 및 NAP 정책 제안 <ul style="list-style-type: none"> - 국외 물 산업 분야의 NAP, NDC 정책 우수사례 조사 - 물 산업 세부분야 별 온실가스배출량 변동 조사 및 분석 - 국가 정책에 부합하는 물 산업 분야 NDC, NAP 정책 제안 ○ 물 산업 관련 분야의 NDC 및 NAP 이행을 위한 제도적 개선 방안 제안 <ul style="list-style-type: none"> - 물 산업 분야의 온실가스배출 저감 정책 이행을 위한 제도적 한계점 분석 - 민간 영역에서 물 산업 분야 NDC, NAP 이행 촉진을 위한 제도적 개선방안 도출 ○ 물 산업 분야 NDC 및 NAP 이행 성과 평가를 위한 과학기술 기반 가이드라인 개발 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 물 산업 분야 NDC 및 NAP 정책 ○ 물 산업 분야 온실가스배출저감을 위한 제도개선안 ○ 물 산업 분야 NDC, NAP 이행 평가 가이드라인 				

과제명	적응형 도시 물순환 기술 개발 및 국제협력 네트워크 구축				
과제번호	33	과제기간	2026-2027	연구비	4,000만원/년
IHP 주제	<p>대주제: 5. 완화, 적응, 회복탄력성을 위한 과학 기반 물 거버넌스</p> <p>세부주제: 5.4. 적응형 수자원관리의 새로운 접근 방식에 대한 연구 수행 및 건전한 물 거버넌스를 위한 역량 강화</p>				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전세계적 기후변화 위기에 대응하기 위한 적응형 물관리 기술 개발 및 거버넌스 구축 필요 ○ 학계 및 민간영역에서 개발된 적응형 수자원관리 방안의 실현을 위해 관련 실무자 및 의사결정자와의 교류, 협력이 필요 ○ 국내 수자원관리 기술 역량 향상에 따라 개도국 지원을 위한 국제협력 및 지원 필요 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화 대응 적응형 도시 물순환 관리 방안 개발 ○ 적응형 수자원관리 기술 정책 반영 ○ 적응형 물관리 기술 지원을 위한 국제 네트워크 구성 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화 대응 적응형 도시 물순환 관리 방안 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 NDC, NAP 정책을 고려한 도시 물순환 관리 방안 도출 - 기후변화 영향을 고려한 도시 물순환 건전성 회복 방안 도출 ○ 적응형 수자원관리 기술의 정책 반영 <ul style="list-style-type: none"> - 기후변화 대응 관점에서 현 수자원관리 정책의 개선점 분석 - SDG6.5 목표 달성을 위한 적응형 물 순환 기술 실행 방안 제시 ○ 적응형 물관리 기술 지원을 위한 국제 네트워크 구성 <ul style="list-style-type: none"> - UNESCO HELP 등을 통한 적응형 물관리 기술력 증진을 위한 국제 네트워크 구성 - 개도국 지원을 위한 적응형 물관리 교육자료 개발 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내/외 학술논문 ○ 적응형 물관리 정책 및 보고서 				

과제명	기후변화 대응 물 거버넌스 평가 프레임워크 개발				
과제번호	34	과제기간	2028-2029	연구비	4,000만원/년
IHP 주제	<p>대주제: 5. 완화, 적응, 회복탄력성을 위한 과학 기반 물 거버넌스</p> <p>세부주제: 5.5 새로운 프레임워크 및 기술을 통한 학계와 의사결정권자의 물 거버넌스 및 회복탄력성 구축 역량 향상</p>				
과제필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화로 인한 수자원 환경 변화와 탄소중립에 대한 전세계적 수자원관리 방향의 전환으로 인해 새로운 물관리 프레임워크 개발이 필요 ○ 국제사회의 합의에 부합하는 정부의 수자원관리 정책 이행을 위한 물 거버넌스 방향, 평가체계 제시가 필요 ○ 변화된 수자원환경에 대한 이해도 제고 및 수자원관리 정책 반영을 위한 국내 역량 향상 필요 				
과제목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화로 인한 수재해 회복탄력성 향상을 위한 평가 프레임워크 개발 ○ 새로운 물 거버넌스 평가 프레임워크 이행을 위한 정책 반영 				
세부추진내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화로 인한 수재해 회복탄력성 구축을 위한 물 거버넌스 평가 프레임워크 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 탄소중립 정책에 따른 국외 물 거버넌스 사례 조사 - 국내 NDC, NAP 정책방향과 부합하는 물 거버넌스 방향 제시 - 물 거버넌스 이행을 위한 평가 프레임워크 개발 ○ 물 거버넌스 평가 프레임워크 이행을 위한 정책 반영 <ul style="list-style-type: none"> - 이해관계자, 수자원 전문가, 공공기관 등을 포함하는 회의, 워크숍, 설문 등을 통한 물 거버넌스 평가 프레임워크에 대한 사회적 합의 도출 - 물 거버넌스 평가 프레임워크 정책 반영을 위한 제도 개선 및 가이드라인 작성 				
예상성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내/외 학술논문 ○ 물 거버넌스 평가 프레임워크 정책 ○ 물 거버넌스 평가 가이드라인 				

5. IHP 국제협력 방안

5.1 IHP 국제협력 필요성

UNESCO는 IHP(Intergovernmental Hydrological Programme) 사업을 통해 전 세계적 물 문제 해결을 위한 국제협력 필요성을 강조하고 있다. 특히 기후변화로 인해 발생하는 수문·수질·수자원 환경 변화 및 물 문제에 대한 인식공유를 위한 국제협력 강화에 많은 노력을 기울이고 있다. 또한, 2년마다 개최되는 UNESCO-IHP 정부 간 이사회를 통해 국제사회의 물 문제 해결을 위한 회원국들 간 협력 증진방안을 모색하고 있다. 우리나라는 2001년 31차 UNESCO 총회에서 이사국으로 선출되어 국제협력 활동을 시작했고 이후 2021년까지 3회 연속 이사국으로 활동하며, 전 지구적 차원의 수자원 문제 해결 및 국제협력 증진을 위한 중추적 역할을 수행하고 있다.

우리나라는 1967년~1974년 IHD(International Hydrological Decade) 사업기간 동안 대통령령에 의해 수문조사위원회와 IHD 국가위원회를 구성하여 UNESCO 사업에 참여했다. 이후 1975년에 IHP(당시 명칭: International Hydrological Program) 사업으로 전환됨에 따라 IHP 국가위원회를 설립하여 국제협력 사업에 참여하였으며, 오늘날에는 IHP 한국위원회가 설립되어 사업을 주도하고 있다. 국내 수자원 분야의 국제협력 중요성은 2000년 초반부터 대두되어 국제지구와의 수자원 분야 협력관계 형성을 위한 노력을 기울이고 있다. 이에 따라 국내 수자원 분야 연구 및 기술 역량 향상과 함께 국제적 위상 제고를 위한 로드맵 구성과 전략계획 수립에 대한 필요성이 강조되고 있다.

국내 IHP 사업은 주로 국내 관련 분야 문제점 해결에 집중하여 시험유역 운영 및 연구과제 성격의 사업수행에 집중되어 진행되어 왔다. 하지만 국내 수문·수자원 기술 수준의 향상에 의해 개발도상국 기술지원이 가능해짐에 따라 국제적 협력과 지원, 교육에 집중된 활동 체계 확립이 필요한 상황이다. 특히 2021년 11월에 개최된 제41차 UNESCO 총회에서 우리나라가 IHP 정부간이사회 이사국으로 선출됨에 따라 IHP 한국위원회의 9단계 전략기여 및 2030 Agenda 달성을 위한 국제적 협력 및 거버넌스 활동에 대한 기여가 기대되고 있다. 따라서 국내 IHP 사업을 통해 국내·외 수자원 분야에 대한 기술 개발 및 정보공유, 전문가 양성, 국제적인 기여 및 위상 제고를 통해 국제협력에 대한 체계 확립을 도모할 필요가 있다.

5.2 UNESCO 자연과학 프로그램

1954년 UNESCO 한국위원회 설립 이래로 UNESCO 한국위원회 내 자연과학 프로그램은 정부간해양학위원회(IOC), 정부간수문학프로그램(IHP), 인간과생물권사업(MAB), 국제지구과학프로그램(IGCP) 등 4개의 프로그램으로 구성·운영되고 있다(그림 5.1, 표 5.1 참고). 4개의 자연과학 프로그램을 통해 국가 간 협력이 필요한 분야에서 국제협력을 통한 과제해결에 노력을 기울이고 있다. 특히 과학 분야의 지속가능발전목표(SDGs)의 국내 이행 촉진을 위한 과학 네트워크 기관들과 공동연구를 추진하고 있으며, UNESCO 과학분야에서 한국의 기여도를 높이기 위한 이사국으로서의 활동을 수행하고 있다. 이를 위해, 국내 기관, 단체, 전문가들의 적극적 활동을 지원하고 있다.

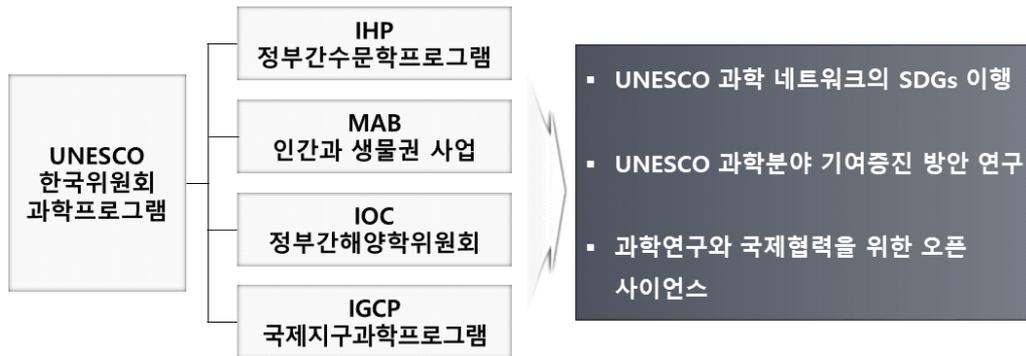


그림 5.1 UNESCO 과학프로그램 한국위원회 구성도

우리나라는 1975년 IHP 국가위원회로서 UNESCO-IHP 1단계 사업에 참여한 이후, 2011년 국토해양부 훈령 제정에 따라 IHP 한국위원회로 재설립되어 IHP 사업에 참여하고 있다. 이후 정부조직법에 따라 주무부처가 환경부로 변경됨에 따라 IHP 한국위원회는 환경부 훈령에 의거 운영되고 있다.

표 5.1 UNESCO 과학프로그램 한국위원회 현황

UNESCO 과학프로그램	정부간 수문학프로그램 (IHP)	정부간해양학 위원회 (IOC)	인간과생물권 계획(MAB)	국제지구과학 프로그램(IGCP)
UNESCO 과학프로그램 국내위원회 명칭	IHP 한국위원회	한국해양학 위원회 (KOC)	MAB 한국위원회	IGCP 한국위원회
설립 근거	환경부 훈령	해양수산부 훈령	UNESCO 한국위원회내 특별위원회	한국지질학회 관계자의 참여
설립년도	2011년	1965년	1980년	1980년대
관련 규정	IHP 한국위원회 규정 (2019년 개정)	한국해양학위원회 규정 (2018년 개정)	UNESCO 인간과 생물권 계획 한국위원회 규정 (2007년 제정)	없음
위원 구성	25명 당연직 14인 위촉직 11인	25명 당연직 11명 위촉직 14명	25명 당연직 7인 위촉직 18인	고정 위원 없음 (연구사업에 따라 참여자 바뀜)
사무국 소재	환경부	해양수산부	국립공원공단	없음
위원	환경부	해양수산부	환경부	없음

5.3 UNESCO-IHP 조직체계 및 운영

IHP는 1975년 국제수문학프로그램(IHP, International Hydrological Program)으로 시작하여 2018년 국제협력 강화를 위한 정부간수문학프로그램(IHP, Intergovernmental Hydrological Programme)으로 명칭이 변경되어 운영되고 있다. IHP 프로그램은 국가위원회(National Committee), 정부간이사회(Intergovernmental Council), 지역사무소(UNESCO Regional Offices), 사무국(Secretariat)로 조직체계를 갖추고 있다(그림 5.2 참고). 국가위원회는 각 정부별로 독자적으로 설립하여 운영하고 있으며, 정부간이사회는 36개국(한국, 일본, 스웨덴, 스위스 등)의 이사국으로 구성되어 있다. 정부간이사회는 IHP 사업의 계획수립, 사업 우선순위 결정, 실행 감독의 역할을 담당하며, 단계별 계획수립 전략보고서 및 사업

활동 국가보고서(그림 5.3 참고)를 발간하는 업무를 수행하고 있다. 이사국은 4년 임기로 운영되며, 우리나라는 2021년 회의에서 이사국으로 선출되었다. 지역사무소 및 사무국에서는 지역 차원의 IHP 사업수행, 지역 및 해당 국가 관련 사업의 연락을 담당하고 있다.

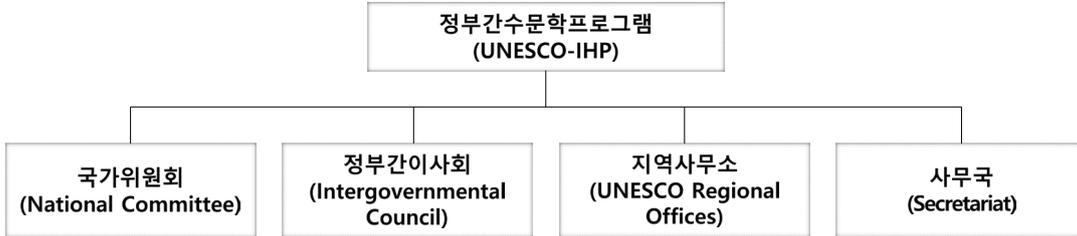
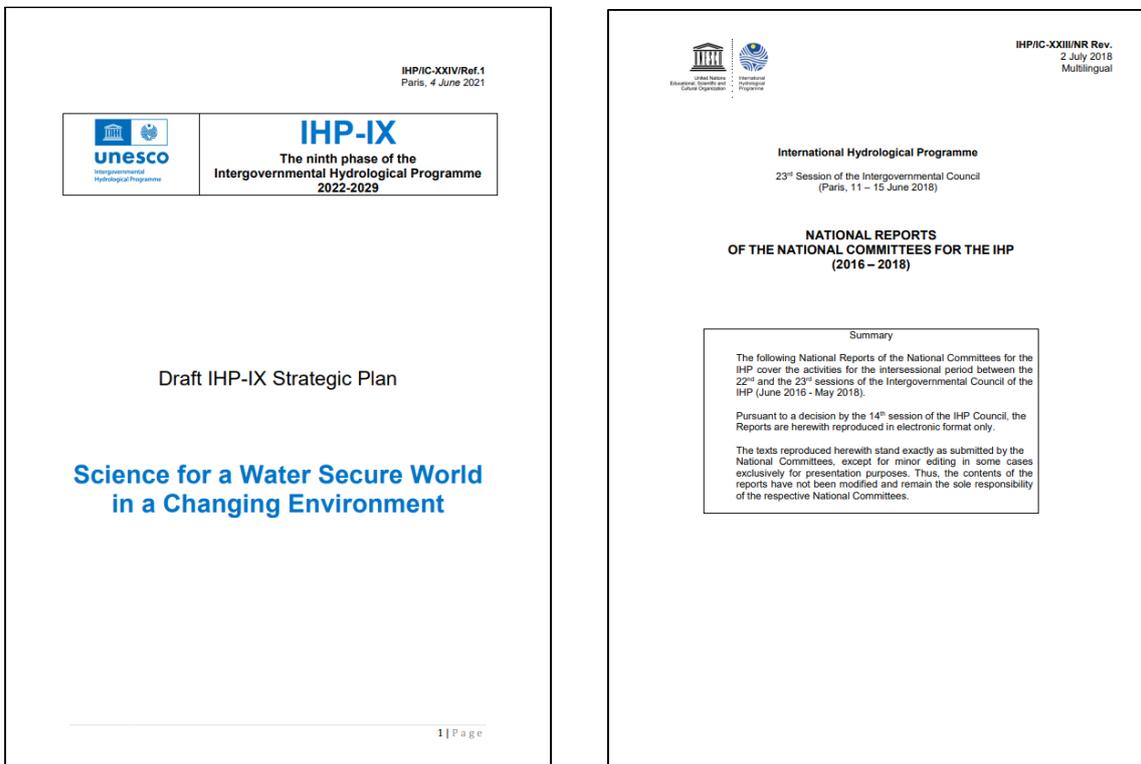


그림 5.2 UNESCO-IHP 조직도

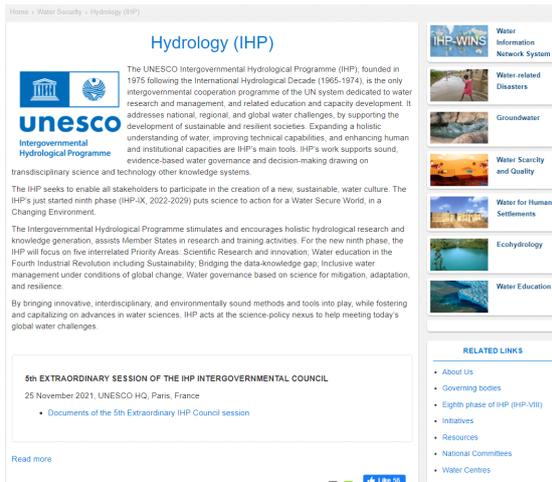


(a) IHP 전략보고서(UNESCO, 2021)

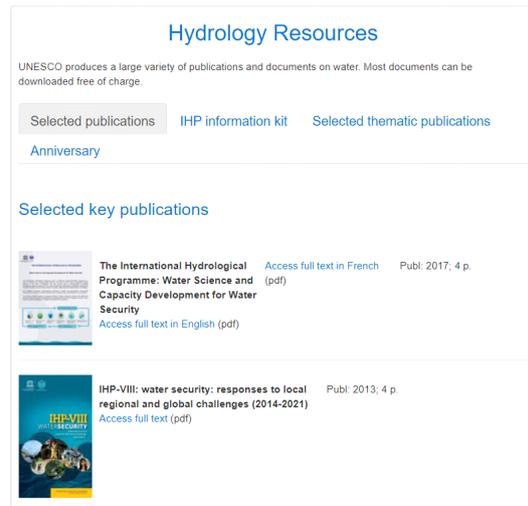
(b) IHP 국가보고서(UNESCO, 2018)

그림 5.3 IHP 전략보고서 및 국가보고서

UNESCO-IHP는 홈페이지 운영(그림 5.4 참고)을 통해 전략보고서 및 사업 활동 국가보고서 등 주요 출판물들을 공개하고 있다. 또한 브로셔, 주제별 보고서 등을 통해 UNESCO-IHP 사업활동에 대한 홍보 자료를 제공하고 있다. IHP 프로그램에 참여하는 이사국들은 각국의 홈페이지 운영을 통해 UNESCO-IHP 사업목표 및 활동에 대해 소개하고 있다.



(a) 메인페이지



(b) 보고서 및 출판물

그림 5.4 UNESCO IHP 홈페이지(<https://en.unesco.org/themes/water-security/hydrology>)

5.4 IHP 한국위원회

IHP 한국위원회는 2011년 국토해양부 훈령 제696호(제정 2011. 4. 11)에 따라 ‘IHP 한국위원회’로 재 설립 된 후, 2018년 6월 정부조직법 개편에 의해 환경부로 주무부처가 변경되었다. 2020년 5월 IHP 한국 위원회 규정 개정에 따라 사무국은 기존 수자원정보센터에서 한국물포럼으로 변경되었다. 이후 2022년 3 월부터 IHP 한국위원회는 독립된 법인설립을 통해 기존 운영 중인 기구가 업무를 분담하는 형태가 아닌 독자적 기구로 운영되고 있다. IHP 한국위원회는 단계별 IHP 사업을 통한 국제교류 및 협력증진, 국내 협 의 및 조정, 제반 의제 검토와 IHP 관련 연구, 교육훈련 및 정부대표단 추천, 정부의 수문 및 수자원 관련 정책 수립과 이행에 대한 건의 및 자문 등의 역할을 수행해왔다. IHP 한국위원회는 당연직 14명, 위촉직 11명의 25명으로 구성되어 있으며, 위원장의 경우 정부관계자 1명, 민간관계자 1명으로 구성되어 있다. 이 외에도 환경부 및 수문·수자원 관련 전문 기관, 수자원학회 등이 IHP 한국위원회에 참여하고 있으며, 운영 및 활동에 대해 체계를 확립하고자 노력하고 있다.

IHP 한국위원회의 공식 홈페이지는 6단계 사업 이후 개설되어 기존 IHP 사업성과를 비롯한 IHP 한국 위원회의 역할 및 활동 등에 관한 자료를 공개하고 하고 있다(그림 5.5 참고). 수자원전문기관으로서 수자 원학회는 1980년 이후 IHP사업 참여를 통해 사업성과에 대한 체계적 확산과 IHP사업의 홍보 및 인식 제 고를 위해 2010년부터 매년 수자원학회 학술발표회의 특별 세션(IHP 세션)을 운영하고 있으며, IHP 사업 의 활성화를 위한 많은 노력을 기울이고 있다. IHP 9단계 사업에는 수자원학회를 비롯한 K-water, 한국 수자원조사기술원, 한국건설기술연구원 등 다양한 기관이 참여하여 적극적 국제협력 활동을 수행할 예정 이다. IHP 한국위원회는 IHP 사업의 단계별 연구사업 기획 및 수행과정에 참여하여 사업의 원활한 수행 을 위한 중추적 역할을 담당하고 있다. 또한 9단계 사업에 대한 국내 의견을 수렴하여 UNESCO-IHP 사 무국에 전달하고 IHP 사업 내 다양한 활동(연구, 정책 결정, 사업 수행 등)을 지원하고 있다. IHP 한국위 원회 규정은 환경부 훈령 제1406호(일부개정 2019. 6. 28.)를 통해 표 5.3과 같이 제시하였다.



(a) 메인페이지



(b) 사업 성과물

그림 5.5 IHP 한국위원회 홈페이지 (IHP 한국위원회 홈페이지, www.ihpkorea.or.kr)

표 5.2 IHP 한국위원회 규정(환경부 훈령 제1406호, 2019.6.28., 일부개정)

제1조(목적)

이 규정은 국제수문학프로그램에 효율적으로 참여하고 본 프로그램을 통해 국내 수문·수자원 기술 발전을 도모하기 위해 환경부에 설치하는 국제수문학프로그램 한국위원회의 구성 및 운영에 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.

제2조(기능)

국제수문학프로그램 한국위원회(이하 "위원회"라 한다)는 그 목적의 업무를 효과적으로 수행하기 위해 다음 각 호의 기능을 갖는다.

1. 국제수문학프로그램(이하 "IHP"라 한다) 관련 국내외 프로그램과의 국제교류 및 협력 증진
2. 제1호와 관련된 국내 협의 및 조정, 제반 의제 검토, 정부대표단 추천, 관련 자료 및 정보 관리
3. IHP 관련 연구·교육·훈련 및 인식향상사업 촉진
4. 정부의 수문·수자원 관련 정책 수립과 이행에 대한 건의 및 자문
5. 그 밖에 환경부장관이 필요하다고 인정한 사항의 수행

제3조(구성)

- ① 위원회는 공동위원장 2명, 부위원장 1명을 포함한 30명 이내의 위원으로 구성한다.
- ② 공동위원장 중 정부측 위원장은 환경부 수자원정책국장이 되고, 민간측 위원장은 위촉직 위원 중에서 환경부장관이 지명한다.
- ③ 부위원장은 위촉직 위원 중에서 공동위원장이 지명한다.
- ④ 위원회의 위원은 다음 각 호의 사람이 된다. 이 경우, 제9호에 따른 위촉직 위원은 12명 이내로 한다.
 1. 환경부 수자원정책국장
 2. 환경부 물산업협력과장
 - 2의2. 환경부 물환경정책과장
 - 2의3. 외교부 유네스코과장
 3. 환경부 한강홍수통제소 수자원정보센터장
 4. K-water 물순환연구소장

-
5. 유네스코한국위원회 과학청년팀장
 6. 한국건설기술연구원 국토보전연구본부 본부장
 7. 국립재난안전연구원 방재연구실장
 8. 한국수자원학회 국제기구협력분과위원장
 - 8의2. 한국수자원조사기술원장
 - 8의3. i-WSSM 사무총장
 - 8의4. 한국물포럼 사무총장
 - 8의5. 국립산림과학원 산림보전·복원연구과장
 9. 수문·수자원 분야에 학식과 경험이 풍부한 사람 중 관련기관의 추천을 받아 환경부장관이 위촉한 사람

제4조 (공동위원장의 직무 등)

- ① 공동위원장은 위원회를 대표하고 위원회의 업무를 총괄한다.
- ② 정부측 위원장은 위원회를 주관한다. 다만, 정부측 위원장이 회의에 참석하지 못 하는 때에는 민간측 위원장 이 주관한다.
- ③ 부위원장은 위원회 운영 및 국제업무의 실무를 관장하며 공동위원장 유고 시에는 그 직무를 대행한다.

제4조의2 (명예위원장의 위촉)

환경부장관은 국제수문학프로그램 한국위원회의 발전에 기여한 전임 위원장을 명예위원장으로 위촉할 수 있다.

제5조(임기)

- ① 위촉직 위원의 임기는 2년으로 하되, 연임할 수 있다.
- ② 위촉직 위원이 부득이한 사유로 임기를 채우지 못할 때에는 지체 없이 후임 위원을 다시 위촉하여야 한다. 이 경우 새로 위촉된 위원의 임기는 전 위원의 잔여기간으로 한다.

제6조(회의 운영)

- ① 위촉직 위원의 임기는 2년으로 하되, 연임할 수 있다.
- ② 위촉직 위원이 부득이한 사유로 임기를 채우지 못할 때에는 지체 없이 후임 위원을 다시 위촉하여야 한다. 이 경우 새로 위촉된 위원의 임기는 전 위원의 잔여기간으로 한다.

제7조(의결)

- ① 위원회 회의는 재적위원 과반수의 출석으로 개의하고 출석위원 과반수의 찬성으로 의결한다.
- ② 공동위원장은 필요시 총회 의결을 서면의결로 대체할 수 있다.

제8조 (사무국)

- ① 위원회는 다음 각 호의 사무를 수행하기 위하여 환경부 한강홍수통제소 수자원정보센터에 사무국을 설치, 운영한다.
 1. IHP관련 문서처리지원
 2. 위원회 총회 개최 준비 및 결과보고
 3. IHP 회의 참가 결과보고
-

4. 수문학 국제기구 및 프로그램 정보수집

5. 위원회 홈페이지 구축 및 운영

6. 유네스코한국위원회 관련업무 처리

7. 연차 운영보고서 발간

② 사무국은 제1항 각 호의 업무를 수행함에 있어 정부측 위원장의 지휘를 받는다.

③ 사무국에는 업무처리를 위하여 1명 이상의 전담직원을 둔다.

제9조(소위원회)

① 위원회는 제2조의 기능을 효율적으로 수행하기 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 소위원회를 둘 수 있다.

② 소위원회 위원은 위원 중에서 공동위원장이 지명한다.

③ 소위원회는 위원회로부터 위임받은 사항을 수행하며, 그 결과를 위원회에 보고하여야 한다.

제10조(여비 및 수당)

위원회 및 소위원회의 기능을 수행하기 위하여 참석 등하는 위원(제4조의2의 명예위원장을 포함한다) 및 관계 전문가에게는 예산의 범위에서 여비·수당 및 그 밖에 필요한 경비를 지급할 수 있다.

제11조 (운영세칙)

이 규정에서 정한 사항 이외에 위원회의 운영에 필요한 사항은 위원회의 의결을 거쳐 공동위원장이 정할 수 있다.

부칙 <1406호, 2019. 6. 28.> : 이 규정은 발령한 날부터 시행한다.

IHP 한국위원회는 2001년 UNESCO-IHP 이사국으로 선출된 이래로 국제협력을 도모하기 위해 다양한 활동을 추진해왔으며, UNESCO-IHP 정부간이사회 참석, 사업 활동 국가보고서 작성 및 제출, UNESCO 과학프로그램 국가위원회 워크숍, 포럼, 국제학회 등을 참가함으로써 국제협력활동을 수행하고 있다. 최근 5년 동안 국제협력 활동 현황을 살펴보면, 2018년 6월 11일 ~ 15일 프랑스 파리 UNESCO 본부에서 제23차 UNESCO IHP 정부간위원회가 개최되어 IHP 주요 사업현황 보고, IHP 8단계 사업이행 현황 검토, 9단계 로드맵 준비 등에 대한 논의가 이뤄졌다(그림 5.6 참고). 이 회의에서 IHP의 명칭을 국제(International) 수문프로그램에서 정부간(Intergovernmental) 수문프로그램으로 변경하였으며, 수돗물 인증사업에 대한 논의가 이뤄졌다. 또한 아시아지역 그룹회의를 통해 당시 IHP 한국위원회의 이주현 부위원장이 재정위원회 위원으로 임명되었다. 이후 2018~2020년 동안 매년 아태 지역별 운영위원회가 개최되었으며, 각 국의 수재해 분석 및 예방 시스템, 홍수위험지도 작성 현황 및 경험 공유 등에 대한 논의가 이루어졌다. 특히 2020년은 코로나확산에 따른 비대면 회의가 개최되어 각국의 코로나 대응 현황, 물 관련 SDGs 평가에 대한 정책 토의 및 수재해 및 물부족 대응을 위한 댐 운영 현황에 대한 주제로 CHA (Catalogue of Hydrologic Analysis) Workshop을 개최하였다. 2021년 11월, 2022년 3월에는 9단계 IHP 사업의 실행계획에 대한 논의를 위한 비대면 회의가 개최되어 '변화하는 환경 속 물 안보를 위한 과학'에 대한 주제로 5개의 대주제(Priority Area), 34개 세부주제(Activities)에 대한 검토 및 논의가 이루어졌다.



(a) 제23차 IHP 정부간위원회 ('18.6.11-15)



(b) 제26차 IHP 아태 지역별 운영위원회 ('18.11.2-5)



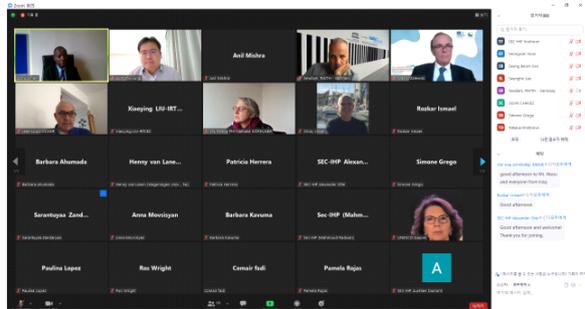
(c) 제27차 IHP 아태 지역별 운영위원회 ('19.10.28-11.1)



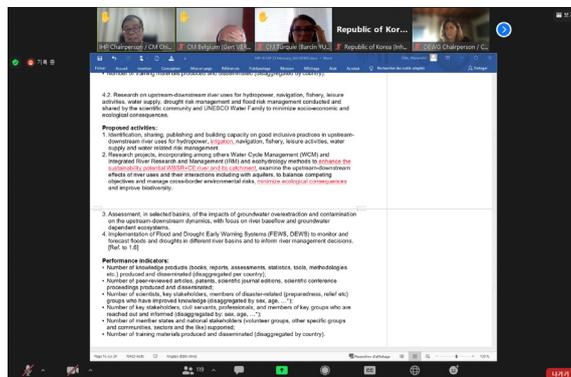
(d) IHP 아태지역회의(RSC) ('20.10.26-27)



(e) IHP 한국위원회 총회('20.11.18)



(f) IHP 9단계 전략계획 회의('21.11.3-5)



(g) IHP 9단계 전략계획 회의('22.3.10)

그림 5.6 IHP 한국위원회 활동

5.5 IHP 사업 국제협력의 한계점 및 개선방안

5.5.1 IHP 국제협력의 한계점

UNESCO-IHP 사업은 주로 환경부, IHP 한국위원회, 수자원학회(IHP 국제기구협력분과위원회)를 중심으로 이뤄져왔다. 이전의 국내 IHP 사업 활동은 IHP 8단계 사업계획 수립 보고서(김태웅 등, 2014)에서도 지적된 바와 같이 연구사업 중심으로 이뤄져 왔으며, IHP 사업의 주요 목적 중 하나인 국제협력 활동 실적은 미흡했다. 또한, UNESCO에 제출된 우리나라의 국가보고서에는 국내 IHP 사업성과가 충분히 서술되지 않았으며, 국외 포럼, 학회 등을 통한 국내 IHP 사업 성과물에 대한 홍보도 충분히 이뤄지지 않았다. 수자원학회에서는 2010년부터 학술발표회 시 IHP 세션을 기획하는 등 국제협력을 위한 저변확대를 위한 적극적인 활동을 수행해왔다. 또한, UNESCO-IHP의 주요 직책에 IHP 한국위원회 구성원이 위촉되는 등 국제적 위상이 높아지고 있다. 하지만 IHP 사업을 통한 국제협력 활동의 실행, 개발도상국가와의 기술이전 및 피드백을 통한 국내 수문·수자원 기술 확산 및 홍보 성과 등은 부족한 상황이다. 따라서 9단계 사업에는 교육, 지식교류, 기술지원 등 과거 IHP 사업을 통해 이뤄낸 국내의 우수한 연구성과들을 다른 IHP 회원국과 교류하는 활동이 중심이 되어야 한다.

5.5.2 국제협력 증진을 위한 IHP 한국위원회의 역할

UNESCO-IHP 사업 참여그룹의 국제협력활동 증진을 위해서는 IHP 한국위원회의 역할이 중요하다. IHP 한국위원회는 우리나라를 대표하여 국제적인 수문·수자원 문제를 해결하고자 UNESCO-IHP 정부간 이사회에서의 의장국 활동 및 참석, IHP 관련 행사 개최 등의 활동에 기여해 왔다. 하지만 과거 국내 IHP 사업 성과물에 대한 국제적 인지도 및 활용도가 미진하여 국제협력 증진을 통한 사업성과물의 활용도 제고가 필요하며 이에 대한 IHP 한국위원회의 역할 개선이 필요한 상황이다.

1) IHP 한국위원회 사무국의 국제협력 네트워크 허브 역할 :

IHP 한국위원회 사무국은 UNESCO-IHP 회원국 간의 네트워크를 구축하여 국제협력을 도모할 수 있는 허브역할을 수행할 수 있어야 한다. IHP의 국제협력 프로그램은 표 5.4와 같이 다양하며, 국제협력 활동 증진을 위한 여러 주제의 활동이 제시되어 있다. 하지만 8단계 사업 결과물에서는 이러한 국제 네트워크 프로그램이 활용되진 못했다. 일부 9단계 IHP 사업 활동에서도 기존 IHP의 국제협력프로그램을 활용하는 것을 제안하고 있기 때문에 IHP 사업 참여자가 기존 운영 중인 국제협력 프로그램을 충분히 활용할 수 있도록 소통 창구 역할을 해줄 필요가 있다.

2) 사업성과물의 국제적 활용도 제고 및 홍보 :

한국물포럼 등 국제협력활동을 활발히 수행하고 있는 국내기관과의 협력을 통해 국제협력 활동 증진을 위한 IHP 사업성과 홍보 전략 구성이 필요하다. 한국물포럼의 기존 활동성과를 통해 이뤄낸 국제적 네트워크(세계물위원회, 아시아-태평양 물포럼, 델카 코얼리션 등)를 활용하여 IHP 한국위원회의 사업성과를 홍보할 수 있을 것으로 기대하며, IHP 한국위원회가 국내 기관과 IHP 사업 성과물 홍보를 위한 교두보 역할을 할 수 있을 것으로 예상된다. 이를 위해 IHP 사업목적에 부합된 국가보고서 작성이 필요하며, IHP 사업성과를 통해 도출된 수문·수자원 기술 및 정책 홍보·교육자료 또한 효율적으로 제시되어야 할 것이다.

3) 국내 수자원 분야 전문가그룹의 참여 독려 :

8단계 IHP 사업은 주로 학계를 중심으로 이뤄져 국제 네트워크 활동에 한계가 있었다. 9단계 사업

에서는 IHP 한국위원회를 중심으로 다양한 수자원 분야 전문가그룹 참여 독려를 통해 학술활동을 넘어선 국제 네트워크 구축 및 연구성과 확산의 동력을 마련해야 한다. 이에 따라 9단계에서는 수자원학회 뿐만 아니라 K-water, 한국지질자원연구원, 한국수자원조사기술원, 국토연구원, 한국건설기술연구원, 한강홍수통제소, i-WSSM이 참여할 예정이므로 여러 기관의 연구성과 및 국제협력활동 공유를 통한 사업성과의 우수성 증진의 초석을 마련해야 한다.

표 5.3 UNESCO-IHP 국제협력 프로그램

프로그램	내용
FRIEND (Flow Regimes from International Experimental and Network Data)	- 수문분석을 위한 지역 네트워크 구축 - 국가적 차원의 지식, 기술, 정보교환을 통한 수문학적 변동성 및 유사성을 시공간적으로 분석
GRAPHIC (Groundwater Resources Assessment under the Pressures of Humanity and Climate Change)	- 글로벌 물순환 과정에서 지하수의 역할 - 산업활동과 기후변화 등의 복합적 영향에 대한 지하수의 보호
G-WADI (Global Network on Water and Development Information for Arid Lands)	- 국제 및 지역 협력 네트워크를 통해 건조 및 반건조 지역의 수자원관리를 위한 국제 역량을 강화 - 건조 및 반건조 지역에서의 국제 협력촉진 및 네트워크, 센터, 단체, 개인으로부터 수집된 정보의 통합을 통해 효과적 국제 커뮤니티 구축
HELP (Hydrology for the Environment, Life and Policy)	- 5가지 핵심주제(Water and climate, Water and food, Water quality and human health, Water and the environment, Water and conflict)에 대한 국제 네트워크 수행 - 물의 지속적 사용을 위한 연구 수행 및 지역사회에 혜택 제공
IFI (International Flood Initiative)	- 수재해 대응을 위한 피해 및 사망자를 절반으로 줄이기 위한 협력체 - 일본 건설성 토목연구소의 ICHRAM에 기반을 두고 있음
ISARM (Internationally Shared Aquifer Resources Management Programme)	- 대수층 관리 관련 과학적, 사회-경제적, 법적, 제도적 환경 문제에 대한 국가 간 이해 개선
ISI (International Sediment Initiative)	- 지표수 보전에 대한 과학적 접근을 목적으로 하며, 해양, 호수, 저수지 내 부유사 거동에 대한 평가
JIIHP (Joint International Isotopes in Hydrology Program)	- 물순환 평가개선 및 수자원관리 발전을 위한 도구 개발 - 물자원의 동위 원소 기술을 사용하여 국가 및 지역의 국제 프로그램 지원 - 국가 수문 데이터베이스의 동위 원소 데이터 통합
PCCP (from Potential Conflict to Cooperation Potential)	- 국가 간 수자원관리와 관련된 평화, 협력 및 개발 촉진을 위한 다양한 수준의 학제 간 대화 - 세계 물 분쟁 문제 해결을 위한 협력

5.5.3 UNESCO-IHP 국제협력 방안

IHP 사업을 통한 UNESCO 회원국 간 국제협력은 국제적으로 제기되고 있는 수문·수자원 문제해결, 수문·수자원 기술의 국제적 경쟁력 확보, 국제사회의 중추적 역할 수행을 통한 국내 IHP 사업에 대한 위상 제고 등이 있다. 이러한 목표 달성을 위해 UNESCO-IHP 사업에서 요구하는 국제협력활동에 적극적으로 임할 필요가 있다. 특히, 2년 마다 개최되는 UNESCO-IHP 정부간이사회, UNESCO 정기총회 등에서 제시한 단계별 사업목표와 주제 분석이 면밀히 수행되어야 하며, 이에 따른 사업계획을 수립할 수 있어야 한다. 또한, 지난 IHP 단계보고서 분석결과로부터 국제협력활동에 대한 개선점을 분석하여 9단계 사업계획 수립에 반영할 필요가 있다. IHP 사업 참여 시 국제협력활동을 강조하고 국내 IHP 사업 성과물에 대한 홍보를 위한 전력수립 또한 필요하다. IHP 이사국으로서 국내 수문·수자원 기술의 경쟁력을 제고하고 장기적인 국제협력 로드맵을 수립하기 위해 IHP 한국위원회 활성화를 통한 국제협력에 대한 목표 및 전략이 제시되어야 한다.

앞 절에서 논의한 IHP 국제협력의 한계점을 극복하기 위해 다음과 같은 추진전략을 제시하고자 한다.

1) 국제협력활동 중심의 세부사업내용 구성, 2) IHP 사업성과 대외 홍보 활성화, 3) UNESCO-IHP 세부사업 내 중심역할 수행

1) 국제협력 중심의 세부사업내용 구성 및 성과도출

국내 IHP 사업은 국내의 변화하는 수자원관리 환경 변화로 인해 발생하는 다양한 물 문제 해결 및 기술진보를 위해 연구중심의 사업성과물을 도출해왔다. 또한 사업 초기부터 지속적으로 운영해온 시험유역 사업을 통해 수문조사기술 및 DB 구성의 국내역량이 향상되어 수량, 수질, 기상 등 다양한 수자원 데이터 수집, 분석을 위한 시스템이 운영되고 있다. 국내 수자원기술이 기술을 지원받던 시기에서 기술을 선도할 수 있는 수준으로 발전해감에 따라 국내 연구역량 증진에서 나아가 국외 개도국 기술지원, 국제협력 관계 구성 등 국내성과를 국외로 전파할 수 있는 사업활동이 수행될 필요가 있다. 따라서 9단계 사업 RFP에서 사업성격에 맞는 국제협력활동 내용을 포함한 국제협력 중심의 세부사업내용 구성을 하고자 한다.

2) IHP 사업성과 대외 홍보 활성화

국내 IHP 사업 홍보 및 다른 IHP 회원국의 사업수행 현황, 네트워크 구성 등을 위해 국제 물 관련 학회, 세미나, 포럼 등의 행사를 적극적으로 활용할 필요가 있다. 특히 수자원학회는 일본, 중국, 미국 등의 수문·수자원 학회와 국제협력 활동을 수행하고 있으며(표 5.4 참고), 이를 통해 IHP 사업 홍보 및 국제협력 네트워크 구성이 가능하다. 또한 Water Forum, IPCC 등의 수자원 주제의 국제회의, UNEP, FAO, OECD 등의 국제기구, IAHR, IWRA 등의 국제학술회의 단체 등을 통해 국내 IHP 사업성과에 대해 홍보할 필요가 있다. 이 외에도 UNESCO-IHP에서는 FRIEND, IIWQ, HELP 등의 위원회를 구성하여 참여 회원국의 적극적인 국제협력활동을 장려하고 있다. 상기 서술한 바와 같이 참여 가능한 다양한 국제 네트워크를 통해 사업성과의 홍보 및 국제협력활동이 가능하다. 이러한 국제협력 네트워크를 중심으로 국내 IHP 사업성과의 국내외 홍보를 위해 사업 성과물의 문서화(국문, 영문), 국제교류 현황 정리 또한 필요하다.

3) UNESCO-IHP 세부사업 내 중심역할 수행

지난 UNESCO-IHP에서 우리나라는 정부 간 이사회의 이사국으로 선출되는 등 국제적 위상이 높아진 반면, 사업참여자의 활동에 대한 국제적 파급력은 크지 않은 실정이다. 국제협력활동 증진과 국내 사업성과물의 홍보 및 공유를 위해 IHP 주요사업별 국내 참여기관이 단순 참여가 아닌 중심역할을 수행할 필요가 있다. 9단계 IHP 사업에서는 Key Activities를 8개의 세부주제로 그룹화한 Thematic Working Group을 편성하였으며, 이를 중심으로 한 회원국 간 국제협력 활동을 추진하고 있다. 또한 Thematic Working Group 내에서 참여 회원국의 자발적 Lead, Co-lead, Contribute 역할 수행을 요청하고 있다.

따라서 국내 IHP 사업 참여진은 Thematic Group 내 주도적 참여를 통해 적극적 국제협력관계를 형성하고 사업 내 아젠다를 이끌어갈 수 있어야 한다. 이를 통해 국내 수자원 관련 전문가그룹의 역량을 제고하고 사업성과 확산에 기여할 수 있을 것으로 예상된다.

표 5.4 수자원학회 국제교류 단체

교류단체명	홈페이지
Japan Society of Hydrology and Water Resources (JSHWR)	
Chinese Hydraulic Engineering Society (CHES)	
American Water Resources Association (AWRA)	
Vietnamese Water Resources Development Association (VIWARDA)	
World Water Council	
World Meteorological Organization (WMO)	

6. 결 론

UNESCO-IHP는 제9단계부터 국제교류 성격에 중점을 둔 사업의 추진을 요구하고 있다. 이를 위해, 세부주제 구성에서부터 참여국의 적극적인 참여를 유도하였으며, 주제별 그룹을 나누어 각 참여국의 Lead(선도)/Co-Lead(공동선도)/Contribute(기여) 중 역할을 결정하게 하였다. 이러한 외부로의 변화에 더해 국내의 IHP 사업 관련 상황도 변화하고 있다. 환경부로의 물관리 일원화가 완성기에 진입함에 따라, IHP 사업에 대한 물환경 관련 다양한 학회 및 기관들의 참여 의지가 확인되고 있는 것이다. 본 기획과제는 수자원학회가 오랫동안 수행해 온 IHP 사업의 성과를 최대한 계승하는 한편, 상기한 국내외 상황 속에서 성공적으로 9단계 사업을 수행하기 위한 사업 계획을 도출하고자 하였다.

먼저 1장에서 IHP 사업의 개요를 정리하고, 9단계의 내용과 특이점을 간략히 정리하였다. 2장에서는 8단계(2014~2021년) 기간 동안 수행되었던 연구 성과를 정리하고, IHP 주제 적합성, 정부정책 반영여부 등 다양한 측면에서 평가하였으며, 3장에서는 9단계 사업의 대주제 및 세부의제에 대하여 상세히 정리하고 UNESCO에 의해 설정된 주요 활동에 대해 제시하였다. 9단계에 제시된 주제에 대한 수자원학회 회원들의 의견을 수렴하기 위해서 설문조사를 수행하였고, 4장에 설문조사의 결과, 차수별 연구주제 및 추진 계획, 각 세부주제별 연구제안요청서(RFP)를 정리하였다. 마지막으로 5장에서는 IHP 국제협력의 한계점을 파악하고 개선방향을 제시하였다. 부록에는 9단계 5개 대주제 34개 세부주제별 운영-실행 계획(Operational-Implementation Plan, OIP)을 포함하였다.

각 장별 내용을 좀 더 상세히 정리하면 다음과 같다. 2장에서는 IHP 8단계(2014~2021) 실제 수행내용과 IHP 주제 및 국가 정책방향에 대한 부합성을 평가하고, 8단계의 연구 성과를 정리하였다. 상기 내용을 검토한 결과, 8단계 기간 동안 총 16개의 연구주제가 수행되었는데, 이 중 5개의 주제를 제외한 총 11개의 과제가 IHP 세부주제 내용과 부합하는 것으로 확인되었다. 또한, 수행내용 대부분이 국가 물관리 정책방향을 반영하는 것으로 확인되었다. 연구 성과의 경우, 수자원학회 학술발표회 IHP 특별세션은 지속적으로 운영되어 연차별 성과 발표가 이루어졌다는 점을 주목할 필요가 있다. 종합하면, UNESCO에서 해당 단계를 위해 제시된 의제 중 미처 연구되지 못한 일부 의제가 존재하였고, 국제학회, 워크숍 등 국제적 학술교류 성격의 실적이 미비하였다. 이는 8단계 후반기에 발생한 코로나 팬데믹의 영향으로 풀이된다.

3장에서는 9단계 사업 주제와 세부 의제를 정리하였고, 세부주제별 운영-실행 계획(Operational-Implementation Plan, OIP)에 명시된 주요 활동(Key Activities)을 제시하였다. 해당 주요 활동은 대부분 국제협력 성격의 구체적인 수행사항을 제시하고 있으며, 수행 활동을 평가할 정량적인 지표(Performance Indicators)도 포함하고 있는데 이는 부록 A에 보다 상세히 정리되었다. 9단계에서는 총 34개 세부주제의 원활한 추진 및 운영을 위해 총 8개의 워킹그룹을 구성하였는데, 3장 마지막 부분에서 해당 워킹그룹의 구성 및 운영 체계에 대해 기술하였다.

4장에서는 3장에서 정리된 내용을 기반으로 각 세부주제 내용에 적합한 연구주제를 선정하였다. 이를 위해 먼저 수자원학회 회원을 대상으로 한 설문조사를 수행하여, 대주제별, 대주제 내 세부주제별 선호도를 조사하고 기타 의견을 수렴하였다. 다음으로 설문조사 결과를 토대로 연차별 연구추진계획을 수립하였다. 즉, 각 대주제 내 세부주제가 갖는 연구내용 및 성격과 설문조사 결과를 고려하여, 9단계 8개년 동안 시간순서와 연계성을 토대로 세부사업의 수행절차를 제시하였다. 마지막으로, 각 세부주제 별 연구제안요청서(RFP)를 작성하였다. 각 연구제안요청서는 관련 IHP 주제, 과제필요성, 과제목표, 세부추진내용, 예상 성과물 등을 포함함으로써 각 사업별 수행해야 하는 내용을 명확하게 제시하였다.

마지막으로 5장에서는 IHP 국제협력 방안을 제시하였다. 먼저 IHP가 속한 UNESCO 자연과학 프로그램의 내용을 분석하였으며, UNESCO-IHP의 조직체계 및 운영, IHP 한국위원회에 대해서 조사하였다. 다음은 기존 단계사업의 한계점을 파악하고, 9단계 사업에서의 국제협력 방안을 제시하였다. 기존에는 IHP 사업성과의 국제적 홍보 및 교류/활용이 부족했다는 것이 한계점으로 지적되었고, 9단계 사업에서는 국내

의 우수한 연구성과들을 IHP 회원국과 교류하는 활동이 중심이 되어야 한다는 점을 강조하였다. 또한, 국제협력 네트워크 허브화 및 사업성과물의 국제적 활용과 관련된 IHP 한국위원회의 역할을 제시하였다.

기후변화, 팬데믹 등 우리를 둘러싼 국내외 수자원 환경이 변화하고 있다. 우리나라 내부적으로도 물 관리 일원화에 따른 물 관련 학회의 구성, 조직, 제도, 법체계의 변화가 있었고 또 당분간은 이러한 변화가 지속될 예정이다. 수자원학회의 IHP 사업 내 국내외 위상을 유지하기 위해서는, 이러한 국내외 변화를 제대로 인지하고 UNESCO에서 제시하는 방식에 적합한 IHP 사업수행이 필수적이다. 본 기획보고서에서 도출한 9단계 연구내용, 수행방식과 로드맵, 국제협력 개선방안들을 충실히 반영하여 성공적인 IHP 9단계 사업이 수행되기를 기대한다.

부록 A UNESCO-IHP 9단계 운영-실행 계획(Operational-Implementation Plan, OIP)

대주제 (Priority Area) 1: 과학적 연구 및 혁신 (Scientific research and innovation)

세부 의제 (Expected outputs)	주요 활동 (Key activities)	성과 지표 (Performance Indicators)
<p>1.1. 과학분야 국제협력 증진, 수문 분야 난제의 해결 추진, 유역과 대수층 물순환의 과학적 이해도 개선</p>	<ol style="list-style-type: none"> IAHS, IAH, 물 관련 과학협회의 협력을 통한 수문지질학/지리수문학 포함 풀리지 않는 수문학 난제 관련 유네스코 과학 네트워크 설립 수문학 난제 연구를 위한 유네스코 water family 와 partners 간 협력체계 구축 수문학 난제 해결을 위한 박사학위 연구 대상 격년제 유네스코 award 설립 IAHS와 기타 물 관련 과학협회와의 협력을 통한 수문학 난제 관련 격년 학술대회 개최 	<ol style="list-style-type: none"> 협력체계 구축 (격년으로 열리는) 국제 유수학회 초록 및 특집호 출간 수문학 난제 관련 저널/논문 게재수 교류협력 또는 수상을 받는 과학자 수
<p>1.2. 유네스코 지정 지역에 대한 생태수문학 연구와 혁신 공유, 통합수 자원관리와 모든 규모의 유역관리를 포함한 생태수문학 및 자연기반솔루션(NBS)이 물순환에 미치는 영향평가</p>	<ol style="list-style-type: none"> 생태수문학의 자연기반솔루션에 대한 교육 및 대화, 학제간 생태수문학 연구를 위한 국제적 최고수준의 네트워크 개발 도시를 포함 지속가능한 수자원관리 수단으로의 생태수문학과 자연기반솔루션의 실증을 위한 유네스코 생태수문학 대상지 확장 지속가능성과 회복탄력성을 위한 생물권 보호구역, 지질공원, 자연유산을 포함한 유네스코 물 관련 지정지역에서의 생태수문학적 접근법 적용 논문, 사례연구, 사례연구 개요서를 통한 유네스코 지정지역에서의 혁신적인 연구의 출간, 공유 및 홍보 물, 순환경제, 생태수문학, 자연기반솔루션에 관한 세 차례 국제 심포지엄 개최 (2022, 2024, 2026) 생태수문학 원칙, UNSC SEEA 생태계 평가, IUCN 자연기반솔루션 국제표준, FAO/TNC 및 세계은행 지침의 이행을 위한 과학적 지원과 역량 구축 생태수문학 웹 플랫폼(http://ecohydrology-ihp.org/demosites/)의 개선 및 홍보와 관련한 다양한 교육 활동 구성 	<ol style="list-style-type: none"> 과학자, 전문가, 정책입안자 수 (35세 이하 남성과 여성) 역량 강화 및 심포지엄을 통해 지원되는 회원국 수 게재된 논문과 지식 창출 수 생태수문학과 수문생물학 관련 저널의 심포지엄에 세 개의 Open Access 특집호 운영 교육 및 훈련 이수인원 수 (35세 이하 남성과 여성) 생태수문학 대상지 수 지속가능성과 회복탄력성을 위한 생태수문학 적용을 위한 유네스코 지정지역의 수
<p>1.3. 기후 시나리오, 수문 전망, 물 이용 시나리오의 불확실성에 대한 연구 수행, 의사결정권자와 일반 대</p>	<ol style="list-style-type: none"> 기후 시나리오, 수문 전망, 물 이용 시나리오 등에 내제된 불확실성 분석 연구 및 최신 논문 게재, 연구팀 간 협업을 통한 미래 수문 전망 보고서 출간. 	<ol style="list-style-type: none"> 대화와 역량 강화의 혜택을 받는 전문가, 정책입안자, 과학자 수(35세 이하 남성과 여성)

세부 의제 (Expected outputs)	주요 활동 (Key activities)	성과 지표 (Performance Indicators)
중들에게 적용형 물관리 전략 개선 을 위한 권고사항 (recommendations) 전달	<ol style="list-style-type: none"> 기후변화 불확실성을 고려한 물관리 측면에서 의사결정권자와 일반 대중에 대한 가이드라인과 “물-에너지-식량-생태계 넥서스”에 대한 개념, 용어, 관점 등에 대한 개요서 준비 기후변화 적응을 위한 물관리 측면에서 지역간/국가간 대화 및 역량 강화 미래의 물-에너지-식량-생태계 넥서스에 관한 국제 학술대회 개최 Climate Risk Informed Decision Analysis (CRIDA) 시범(예비) 연구 수행 및 다양한 지역 및 시공간적 규모를 고려한 상황식 CRIDA 연구 수행 	<ol style="list-style-type: none"> 참여 회원국 수 기후 시나리오, 수문 전망, 물 이용 시나리오의 불확실성에 대한 최신 연구 출간 CRIDA 적용, 상황식 접근법, 대화와 역량 구축의 수혜국 수 출간된 국제학회의 프로시딩 제작 및 교류되는 주요 권고사항 (recommendations)과 기타 간행물
<ol style="list-style-type: none"> 1. 새로운 사업 모델, 수도시설의 역할, 참여 및 파트너십 확대, 물 부문 순환경제 가속화를 위한 과학 커뮤니티 기반 과학적 연구 수행 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 새로운 사업 모델, 수도시설의 역할, 참여 및 파트너십 확대, 공개된 관습, 물 부문 순환경제 가속화를 위한 시설 및 기타 산업 부문에 관한 최신 출판물 준비 2. 수자원과 기타 산업 부문의 순환경제 전환 및 모범 사례 확대를 촉진하기 위한 공공 및 민간 이해당사자 상호간 대화 추진 3. “Water Management, Dollars and Sense, Going beyond Corporate Social Responsibility”의 주제로 국제 컨퍼런스 개최와 프로시딩 출간 (2024.) 4. 보험업, 연기금, 투자회사 참여를 위한 백서 준비; 과학 기반 좋은 사업관행에 관한 사례연구; 물 부문 순환경제 및 기타 산업 부문으로의 전환 사례연구 개요서 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 대화와 역량 강화의 혜택을 받는 전문성과 여성 2. 참여 그룹 수 3. 참여 회원국 수 4. 출판물 수
<ol style="list-style-type: none"> 1.5. 물관리를 위한 적응경로, 시나리오와 전략 수립을 지원하는 (과학 커뮤니티의) 사회수문학 관점에서의 인간과 물 사이의 상호 작용 평가 연구 수행 및 공유 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2021년 9월 Delft에서 개최된 제1회 사회수문학 컨퍼런스에서의 결론과 제언사항을 고려한 사회수문학 IHP 백서 및 사회수문학에 대한 IHP 성명서 작성과 후속 출간물에 대한 기여 2. 수문학, 사회 및 기후 과학자, 농업경제학자, 연구자 및 지역 사회 이해당사자 간 사회수문학 적 대화 계획 수립 공식화 및 사례연구 수행 3. 홍수, 가뭄, 산사태와 기후 탄력적인 물관리, 재해 위험 감소 등에 대한 공동 훈련/교육 자료의 준비, 보급 및 역량 구축에 활용 4. 도시/농촌 환경에서의 사회수문학 기반 인간과 물 사이의 상호작용을 평가하고 물관리를 위한 적응 경로, 시나리오 및 전략을 개발하기 위한 과학적 연구의 수행 및 지원 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 대화와 역량 강화의 혜택을 받는 전문가, 정책입안자, 과학자 수(35세 이하 남성과 여성) 수혜국 수; 2. 사회수문학적 물관리 적용 국가 수

세부 의제 (Expected outputs)	주요 활동 (Key activities)	성과 지표 (Performance Indicators)
<p>1.6. 홍수와 가뭄과 같은 수재해를 다루는 과학적 지식과 방법론의 정교화 및 개선을 통한 수재해 예측력 증대</p> <p>1.7. 하천, 호수, 대수층 시스템, 연안 지역, 빙하권 및 인류 거주지에 대한 전 지구적 변화와 인간의 인위적 활동의 영향에 대한 과학 커뮤니티의 지식 공유</p>	<p>5. 사회수문지질학 개념의 증진과 대수층 관리의 개선, 지구의 환경변화 영향에 적절히 대응하기 위한 활동의 홍보</p> <p>1. 모범 사례와 지식을 포함한 홍수, 가뭄, 산사태와 같은 물 관련 재해 해결을 위한 과학적 발전에 대한 최신 출판물 준비</p> <p>2. 물관리와 극한 수문사상(홍수, 가뭄)에 대한 과학-정책의 대화 및 역량 구축</p> <p>3. 홍수, 가뭄, 산사태와 기후 탄력적인 물관리, 재해 위험 감소 등에 대한 공동 훈련/교육 자료의 준비, 보급 및 역량 구축에 활용</p> <p>4. 재난, 기후변화와 지속가능한 개발에 관한 국제 물 컨퍼런스 조직 및 프로시딩 출판</p> <p>5. 조기경보시스템(EWS), 홍수 및 가뭄지도, 위험지도의 구축 등을 통한 수재해 해결을 위해 (국가 및 지역 단위의) 다양한 지역에서의 과거 프로젝트 평가, 지식의 검토, 새로운 프로젝트의 구성과 실행</p> <p>6. 기후변화 예측 및 조기경보의 활용과 모범 사례 및 성공/실패 사례의 모국어 공유를 통해 수재해로부터의 회복탄력성과 지속가능성을 증대시키기 위한 온라인통합시스템 개발</p> <p>7. 온라인통합시스템의 활용을 통해 이해당사자가 과학 기술을 효율적으로 적용하고, 생명과 자산을 보호하며, 생계와 사업을 지속할 수 있도록 돕는 조력자(facilitator)의 역할 개발</p> <p>1. “Water in the Anthropocene”의 주제로 일련의 워크숍 개최 (예를 들어, 연안지역 물관리, 저지대 삼각주의 물 및 토지 관리, 대수층 시스템, 수권-빙하권-기후변화 넥시스)</p> <p>2. 대화전 현황 보고서 (예를 들어, 세계은행, 유네스코 통합 하천 연구 및 관리 의장, 기타 회원 및 파트너와의 협력을 통한 세계 대화전 이니셔티브 및 관련 행사 개최)</p> <p>3. 논, 빙하, 수자원에 대한 지속적인 영향평가; 빙하 모니터링; 퇴적물 모니터링; 수자원 부존량 시나리오; 관련 교육 및 역량 강화</p> <p>4. 글로벌 수준에서 지역 수준까지의 지반 침하의 규모와 위험도 평가; 사례연구 수행</p>	<p>1. 활동에 참여하고 교육을 받는 전문가, 정책입안자, 과학자 수(35세 이하 남성 과 여성)</p> <p>2. 관련된 국가 및 유역위원회 수</p> <p>3. 출판물 수</p> <p>4. 사용가능한 시스템 수와 성능 및 적용범위</p> <p>5. 역량 강화 과정 수준 및 참가자의 수</p> <p>1. 역량 강화의 혜택을 받는 전문가와 정책입안자 수(35세 이하 남성과 여성)</p> <p>2. 학제간 대화의 수혜를 받는 과학자 수</p> <p>3. 수혜국가 수</p> <p>4. 출판된 논문 수</p> <p>5. 영향평가 사례 수</p>

세부 의제 (Expected outputs)	주요 활동 (Key activities)	성과 지표 (Performance Indicators)
	5. 평가 보고서 및 최신 기술과 사례연구에 대한 교육 자료의 개발 및 편집; 국가 차원의 역량 구축 6. (소규모 섬 개발도상국에 중점을 둔) 오염수 및 염수 침입 등을 포함한 다양한 리스크와 생태계 서비스 보존을 고려한 연안 대수층 평가	
1.8. 과학기반 의사결정 지원과 지식 서비스 개선 및 건강 관련 리스크 저감을 위한 (과학 커뮤니티의) 수질 개선과 수질오염 저감에 대한 지식 및 혁신적인 솔루션 개발 및 공유	1. 주요 수질 및 오염 문제를 식별하기 위한 지역/도시/국가/지역/글로벌 규모의 수질 문제에 대한 주제별 평가 2. 최고의 기술 솔루션과 정책의 확보 및 보급을 통해 수질 및 오염 관리를 위한 혁신적인 기술과 정책 촉진 3. 자연기반-솔루션 및 grey-green 하이브리드 등 교차 솔루션을 참조하여 수질 관리를 위한 생태수문 및 생태계 기반 접근법 관련 과학기반 의사결정 가이드라인 개발 4. 다양한 이해관계자 대상 '수질 개선 및 오염 감소를 위한 혁신적인 솔루션'에 대한 역량 구축 5. UNEP 및 기타 파트너와 협력하여, 강, 호수 및 저수지 유역, 지하수 및 해안 유역 수질의 진지구조 변화의 영향에 대한 컨퍼런스 및 정책 브리핑을 통한 지식 공유와 과학 기반, 조언 기반 의사결정 지원	1. 참여 전문가와 정책입안자 수(35세 이하 남성과 여성) 2. 교육 대상 과학자 수 3. 수혜국 수 4. 지식 정보와 개발된 틀 갯수 (예를 들어, 영향평가와 사례연구)
1.9 (과학 커뮤니티에 의한) 지구관측, 인공지능과 IoT를 사용하는 새로운 기술의 개발 및 공유를 통해 모니터링과 수자원 계획 및 평가 관련 이해당사자 역량 강화	1. 수자원 평가 및 모니터링을 위한 지구관측, 인공지능, 기계학습 기반 도구 및 방법론 개발과 빗물 수집, 관측, 홍수 및 가뭄 모니터링 소프트웨어 사용 촉진 2. 국가별 적용가능성, 채택/확장에 대한 제약조건 등을 조사하고, WMO 등 기타 파트너와 협력을 통해 신기술의 효과적이고 안전한 사용에 대한 가이드라인 출판과 파일럿 프로젝트와 프로그램 운영 3. AMCOW(The African Ministers' Council on Water) 및 NEPAD Water CoE 와 함께 아프리카 워터 비전 2025와 의제 2063을 지원하는 기술 및 혁신에 대한 과학 활동 및 역량 강화 프로그램 공동 개발 4. 물관리 분야 ICT에 관한 국제 컨퍼런스 및 기술박람회 개최	1. 기술 혁신 관련 역량 강화 수혜국 수 2. 기술 개발 및 혁신 사례 수 3. 이행된 프로젝트, 프로그램, 사례연구 수 4. 참여 전문가와 정책입안자 수(35세 이하 남성과 여성) 5. 발행된 출판물 수

세부 의제 (Expected outputs)	주요 활동 (Key activities)	성과 지표 (Performance Indicators)
1.10 과학 기반 의사결정과 물 순환 이해도 향상을 위한 (과학 커뮤니티와 기타 이해관계자 중심의) 수문학 분야의 시민과학 통합에 관한 연구 수행 및 공유	<p>5. UNEP, 세계수질연합 및 기타 파트너와 협력하여 유네스코 세계 수질 포털 개발 및 다양한 지역의 유역에 적용하기 위한 지구 관측, 위성원격탐사 및 UAV 기술을 통한 새로운 수질 모니터링 시스템 개발</p> <p>6. 스마트 물관리 시스템에 대한 새로운 지식의 개발</p> <p>1. 수자원 모니터링 및 지역 이해관계자의 크라우드소싱을 위한 다양한 지역의 시민 과학 파일럿 연구 수행</p> <p>2. 물 회복탄력성 증진을 위한 시민 및 개방 과학 방법론을 통해 물 및 토지 관리에 대한 고유 지식을 통합하는 국가 및 지역사회 수준의 프로젝트 이행</p> <p>3. AMCOW(The African Ministers' Council on Water) 및 NEPAD Water CoE 와 함께 크라우드소싱과 시민 과학 기반 수질 모니터링과 물관리 개선 프로젝트 시범 운영</p> <p>4. 교육 프로그램을 통한 홍보와 시민단체와의 협력을 통해 시민 과학 도구의 개발을 포함한 지속적인 연구와 역량 강화 프로그램 운영</p>	<p>1. 모니터링과 영향평가 역량 강화 수혜국 수</p> <p>2. 교육 및 역량 강화 수혜 전문가와 정책 입안자 수(35세 이하 남성과 여성)</p> <p>3. 수행된/수행중인 프로젝트와 사례 수</p> <p>4. 개발된 지식 및 도구 수</p> <p>5. 시민과학 시범사업으로 채택한 학교의 수</p>

대주제 (Priority Area) 2: 지속가능성을 고려한 4차 산업혁명에서의 물 교육 (Water Education in the Fourth Industrial Revolution including Sustainability)

세부 의제 (Expected outputs)	주요 활동 (Key activities)	성과 지표 (Performance Indicators)
<p>2.1 물의 중요한 다기능에 대한 그들의 기여를 이해하기 위한 대중의 인식 상승</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 세계 물의 날, 세계 화장실의 날과 같은 특별한 날과 행사를 통해 국가 차원의 인식을 높이고, 대중 매체를 참여시켜 대상 청중에게 적절한 메시지를 전달할 수 있는 전문가 참여 (회원국의 후원을 받을 경우) 2. 청소년, 여성 및 토착(지역) 사회에 중점을 두고 다양한 물 관련 주제에 대한 워크숍과 웨비나를 포함시켜 국가 차원에서 교육자와 정책 입안자의 역량 증진 [2.3 참조] 3. 범세계적, 지역적, 국가적 차원에서 물을 더 널리 인식시키는 활동(지속 가능한 개발, 환경, 기후 변화, 사막화, 도시, 공중 보건 문제)에 대한 대응, 전염병 등)을 통해 물의 중요성 강조 4. 네트워크 및 파트너십을 활용하여 물 주제에 대한 언론인과의 협력, 이해하기 쉬운 사실, 통계, 인포그래픽 및 공인의 비디오 클립을 비롯하여 대중 및 소셜 미디어의 보도 범위 확대, 그리고 글로벌 물 박물관 네트워크(WAMU-NET)의 활용 5. "Seal of Excellence for Urban Water Management" 사업(2022년 2회 시범 연구(pilot study)부터 전 지역 적용까지)의 시행 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 인지도가 높은 회원국의 수 2. 참여자 수(35세 이하 남성과 여성) 3. 매스 미디어 언급 개수 4. 소셜 미디어 좋아요,RT(re-tweet) 수 5. 역량 강화의 혜택을 받는 교육자, 공무원 및 전문가 수(35세 이하 남성 및 여성) 6. 관련된 교육 기관(즉, 학교, 대학교 등)의 수
<p>2.2. 참여 전체론적 실천을 강화하기 위해 추진된 유네스코 물 가족의 학제 간 연구 협력 및 교육적 접근 방식의 개발 및 구현</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 다양한 분야의 과학자와 교육자 간의 협력을 촉진(기존 방법론 및 플랫폼과 프로세스의 사용과 지역적 맥락의 다양성을 통해 촉진); 학제 간 수문학 연구와 교육에 대한 국제심포지엄을 포함 2. 유네스코 물 가족(water family), 우수 물 센터, PAVEU(Pan African Virtual and E-University) 및 기타 파트너 간의 연구 및 교육 협업 3. 초기 경력 연구자들을 위한 가상 주제 세션으로 유네스코 물 가족 멤버들이 주최하는 참여형, 다학제간 및 전체론적 연구 협력에 대한 논의 4. 유한한 자원과 tipping 포인트에 대한 인식을 높이기 위한 참여의 기회, 학제간 및 전체론적 연구와 물 과학 교육의 gap과 기회를 조사하는 협력기반 과학 연구 5. WAMU-NET 등의 운용을 통해 생계와 지역사회를 위한 물의 중요성의 이해를 높이기 위한 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 참여 과학자 수 2. 초기 경력 연구자 수 3. 혜택을 받는 회원국의 수 4. 협력적 합의/조치가 이루어진 횟수 5. 지원되는 교육 단위 수

세부 의제 (Expected outputs)	주요 활동 (Key activities)	성과 지표 (Performance Indicators)
<p>모든 수준의 공식 및 비공식적 교육의 강화</p> <p>2.3. 삶과 지역 사회에서 물의 중요성에 대한 이해를 위한 모든 수준의 공식, 비공식, 일상적 물 관련 교육 및 학습 자료</p>	<p>모든 수준의 공식 및 비공식적 교육의 강화</p> <p>1. 생활, 지역사회 및 생태계 과정에서 물의 상호작용의 중요성과 관련된 유네스코 물 가족의 교육 자료를 대학 도서관에 포함하여 편집, 수정 및 보급</p> <p>2. 이용 가능한 자료를 사용하고 회원국과 파트너의 우선순위와 요구에 맞는 새로운 학습 자료와 도구를 개발하는 일련의 모듈 개발 및 물에 관한 다국어 용어집 개발</p> <p>3. PAVEU와 함께 또는 PAVEU에서 사용할 수 있도록 모듈 맞춤 제작</p> <p>4. 미취학, 초등 및 중등 교육을 위한 툴킷(tool-kit)의 편집, 개정 및 회합을 통해 후속 보급 및 사용을 지원</p> <p>5. 3차 교육에서 물 안보 개념의 촉진을 위한 "Guest lecturer on demand series"를 시작하여 회원국 및 이해관계 기관들이 이용할 수 있도록 함</p>	<p>1. 공동으로 준비된 모듈, 툴킷, 학습 자료 및 강의의 수</p> <p>2. 자료의 혜택을 받는 회원국의 수.</p> <p>3. 학습자 수(35세 이하 남성과 여성)</p> <p>4. 혜택을 받는 도서관의 수</p>
<p>2.4 교육, 의사결정 및 정책 수립 지원을 위한 과학 커뮤니티의 과학 정보 전달 방법과 도구 개발 및 공유 지원</p>	<p>1. UNESCO 물 가족 핵심 그룹이 작성한 3차 및 직업교육 요원(전문가, 교사, 기술자 등)의 역량 격차 및 요구 파악을 위한 방법론 및 실무 지침 수립</p> <p>2. 초기 및 중간 경력 과학자를 위한 "정책을 위한 물 과학" 툴킷 및 e-러닝 모듈(현재 유네스코 포용 정책 연구소와 유사하지만 물에 한정됨)</p> <p>3. 중상급 공무원, 관리자, 전문가 및 고문을 위한 "증거 기반 물 정책 수립" 툴킷 및 e-러닝 모듈</p> <p>4. 3차 및 직업 교육의 교육자 및 숙련 전문가와 기술자를 위한 "포용적 결과와 지속가능한 개발을 위한 물 교육" 툴킷과 e-러닝 모듈</p> <p>5. 물관리에 대한 이해 관계자의 신뢰와 참여를 보장하기 위한 역량 구축 모듈, 교육 자료 및 커뮤니케이션 도구</p>	<p>1. 개발된 모듈, 툴킷 및 홍보물의 수</p> <p>2. 혜택을 받는 회원국의 수</p> <p>3. 개발된 방법과 도구의 혜택을 받는 학습자 수(남성 여성)</p> <p>4. 교육자, 전문가 및 기술자의 수(35세 이하 남성과 여성)</p> <p>5. 실천공동체에 참여하는 회원 수(35세 이하 남성과 여성)입니다.</p>

세부 의제 (Expected outputs)	주요 활동 (Key activities)	성과 지표 (Performance Indicators)
<p>2.5 격차와 의제 2030 목표 해결을 위해 정부와 사회에 적절한 도구를 제공하기 위한 지속가능한 물관리의 주요 격차를 식별하는 물 관련 고등 직업교육 전문인력 및 기술인력</p>	<p>6. 보다 효율적인 지식 및 정보 공유를 보장하고 교류를 촉진하기 위해 과학자, 정책 및 의사 결정을 위한 실무 커뮤니티를 구축</p> <p>1. SDG 6의 새로운 물 교육 지표 개발 및 홍보</p> <p>2. 정부 부처, 교육자 및 IHP 국가 위원회와 함께 국가 차원의 부문 간 대화 및 협의를 통해 역량 격차와 요구를 파악; 강사 교육.</p> <p>3. "포용적 결과와 지속 가능한 개발을 위한 물 교육" 톨킷 및 e-러닝 모듈의 국가차원의 적용 [2.4 참조]</p> <p>4. 교육 정책 격차를 해소하기 위한 역량 강화 - 전문가와 기술자에게 관련 도구와 지식을 제공함으로써 지속 가능한 개발</p> <p>5. 회원국과 파트너에게 개발된 UNESCO 물 가족 플랫폼을 구축하여 우수 사례와 교훈을 공유하고 생애수리학 시범 구역, MAB 생물권 보전지역 및 기타 유네스코 지정 유적지를 활용</p> <p>6. 아프리카의 NEPAD/EU 인적 역량 개발 프로젝트 부흥 및 확장</p>	<p>1. 지원되는 회원국의 수</p> <p>2. 전문가 및 기술자(35세 이하 남성과 여성)의 교육/교습자 수</p> <p>3. 플랫폼 구축 및 운영</p> <p>4. 교육 과정 수 (판타라이 학교 및 유사한 서비스 단위)</p>
<p>2.6 통합적이고 효율적인 물 정책을 위한 의사결정 개선, 설계 및 시행을 위한 신기술, 연구를 통한 의사결정권자, 물관리자와 주요 물 부문 기관의 역량 강화</p>	<p>1. UN DESA와 함께 SDG 6 달성을 위한 능력을 구축하기 위한 UN-Water initiative의 조정</p> <p>2. 중·상급 공무원, 물관리자, 전문가들을 위한 의사결정에서 주요 연구 권고사항 및 관련 기술의 습득</p> <p>3. 국가 및 지역의 과학-정책 대화(과학-정책 격차 해소, 물 및 지속가능한 개발의 제도적 역량 강화 워크숍 포함)</p> <p>4. 새로운 기술, 데이터 및 정보, 모범 사례의 효과적인 사용과 적용 가능성의 기회 및 장벽을 공동으로 평가하기 위한 실무 워크숍을 포함한 역량 구축</p>	<p>1. 지원되는 회원국의 수</p> <p>2. 전문가, 의사결정자 및 물관리자 수(남녀, 젊은 전문가 35세 이하)</p> <p>3. 수행된 워크숍 및 기타 학습 이벤트 수</p>

대주제 (Priority Area) 3: 데이터 격차 해소 (Bridging the data-knowledge gap)

세부 의제 (Expected outputs)	주요 활동 (Key activities)	성과 지표 (Performance Indicators)
<p>3.1 데이터의 정확한 수집, 분석, 해석, 교환을 위한 학계의 과학적 연구 방법 개발 및 사용</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 원격탐사프로그램을 위한 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터와 통합유역관리 지원을 위한 공간데이터 인프라를 포함한 데이터 관련 연구 및 적용 진보를 위한 International Open Water 심포지엄 개최/peer-review저널에 논문게재 및 special issue 발행 2. 수집, 검증, 분석, 평가 및 보고를 위한 모니터링 시스템 및 데이터 관리자, 수집자로 전반의 지식생산물에 대한 편집 및 연계 3. 기존 및 새로운 표준과 프로토콜에 대한 과학적 검토를 수행하고 방법, 표준, 권장된 실행방법에 대한 개요서 작성 4. 모니터링 및 데이터베이스 시스템 관련 요구사항과 첨단 연구의 촉진을 위한 시스템 관리자와 학계간 의견교환 및 데이터서비스의 개선 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 전문가, 정책결정자, 학계(35세 이하 남성과 여성)의 수 2. 참여회원국의 수 3. 출판물/성과물의 수 4. 데이터 및 관련 모니터링 시스템의 수
<p>3.2. 수문데이터 수집, 수자원관리 및 연구를 위한 회원국, 학계에 의한 시험유역 설립</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 지역 및 글로벌 네트워크를 통한 시험유역 설계, 확장 및 기존 시험유역과 다양한 수자원 관점과 시험유역에 적용된 관리기술에 대한 연계 2. 기존 IHP 위원회 및 기타 활동을 통한 시험유역의 글로벌 네트워크 구축(대수층 시스템을 내트워크 활동에 포함시키기 위한 노력) 3. 시험유역의 데이터 관리를 위해 표준화된 자료구조 및 용어집 개발 목적의 상호 비교 프로그램 수립 4. 국제적 수자원관리를 위한 주요성과 공유를 위해 기존 및 신규 시험유역, 상호학습을 위한 데이터 네트워크를 포함한 교류활동 수행 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 수혜국가 2. 신규 시험유역(대수층) 3. 국제교류 4. 출판물(논문 등) 5. 수문데이터 유형 및 기술 확대
<p>3.3. 수량, 수질, 사용에 관한 오픈 액세스 데이터의 비교와 검증, 지속 가능한 물관리를 위한 학계의 공유</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 새로운 회원 및 데이터, 회원국의 새로운 참여 확장을 포함한 IHP-WINS의 사용편의성 향상 2. 주요 수역 및 관련 데이터베이스 전반의 접근성 조정, 검증된 데이터, 메타데이터 및 정보에 대한 접근성 강화를 위한 지원 3. 지하수 관련 데이터에 여러 이해관계자가 접근할 수 있도록 데이터베이스와 플랫폼의 개발과 개선 4. UN-Water, FAO, UNEP, UNICEF, WMO, WHO, GEO, 기타 기관, 프로그램, 파트너, 수도 	<ol style="list-style-type: none"> 1. DB의 수 2. 향상 또는 개선된 플랫폼 및 서비스 3. 데이터 이용자 수(데이터 개선으로 인해 접근성 및 활용성이 개선된 사용자 범위) 4. 신규회원 수, 신규 데이터 및 IHP-WINS에 대한 기여

세부 의제 (Expected outputs)	주요 활동 (Key activities)	성과 지표 (Performance Indicators)
	<p>사업자와 함께한 수문데이터 서비스 조정에 참여 및 지원</p> <p>5. 다학제 및 팀 간 호환성과 조화를 향상시키기 위해 학계의 활용성 향상 및 도메인 전반에 걸친 데이터 비교 및 상호검증</p>	
<p>3.4 데이터 처리를 위한 기술(자료 동화, 시각화, 기존 DB와 연계하기 위한 데이터 퀄리티 확보 및 지원 규약)개발, 공유, 적용을 위한 학계 역량 강화</p>	<p>1. FREEWAT 국제심포지엄과 같은 활동을 통해 오픈소스와 공용 도메인 환경을 포함한 연구와 기술의 홍보 및 IT 형식 연구결과와 상호호환을 위한 정규화, 표준화, 상호 운용성을 전제로 하는 온톨로지 원칙 구현</p> <p>2. 지표수, 지하수 데이터 수집, 검증, 해석과 공유뿐 아니라 데이터 입력, 저장, 활용에 대한 공공, 시민사회 이해관계자의 역량 강화</p> <p>3. 정보의 융합, 통합, 자료동화, 가시화를 포함한 데이터 분석방법의 개발 및 공유. 예) MAWAC (Megacities Alliance for Water and Climate)와 같은 UNESCO의 도시간 네트워크 활용</p> <p>4. 지상 네트워크 관측, 위성관측능력, 물순환 통합 관측능력의 향상과 데이터 통합 및 분석능력의 향상. 예) 교육프로그램, 여름학교 등</p>	<p>1. 전문가, 정책결정자, 학계(35세 이하 남성과 여성)의 수</p> <p>2. 참여회원국의 수</p> <p>3. 개선된 시스템 및 방법의 수</p> <p>4. 온라인으로 제공되는 데이터의 양과 품질</p>

대주제 (Priority Area) 4: 전 지구적 변화에 따른 통합수자원관리 (Integrated water resources management under conditions of global change)

세부 의제 (Expected outputs)	주요 활동 (Key activities)	성과 지표 (Performance Indicators)
<p>4.1. 모든 이해 관계자가 물관리 프로세스의 일부가 될 수 있도록 지원하는 지역 및 토착 커뮤니티인 청년들의 개방적이고 능동적이며 의미 있는 성평등적인 참여를 보장하기 위해 학계의 포용적이고 참여적인 접근 방식에 대한 연구의 수행 및 공유</p>	<p>1. 청소년, 지역 및 원주민 커뮤니티(예: 생태수리학 데모 사이트 및 유네스코 지정 사이트)의 성 평등 강조와 참여를 통해 포괄적 및 참여적 물관리에 대한 과학적 연구 수행 및 공유</p> <p>2. 국가 수준의 현장을 포함한 과학적 연구는 모든 수준의 물관리에 대한 참여와 국가 시범 사업의 양상과 이점을 보여줌</p> <p>3. 모든 수준 및 부문에 걸쳐 국가, 지역 및 글로벌 차원의 대화를 통해 지역사회, 청소년 및 여성을 물관리에 참여시킬 수 있는 모범 사례와 혁신적인 솔루션을 개발 및 보급</p> <p>4. 2024년 제10회 세계 물 포럼의 준비 행사로 사상 최초의 IHP 청소년 포럼을 조직</p> <p>5. 포괄적 결과와 지속 가능한 개발을 위한 물관리 및 물 교육에 대한 이해관계자의 신뢰와 참여를 보장하는 역량 구축</p>	<p>1. 전문가, 정책 입안자, 과학자, 지역 및 원주민(35세 이하 남성과 여성)의 수</p> <p>2. 지원되는 회원국의 수</p> <p>3. 각 지역사회/단체가 개발하고 사용하는 모범 사례의 수</p> <p>4. 수행된 연구의 수</p> <p>5. 제작된 출판물의 수</p>
<p>4.2. 사회 경제적, 생태학적 결과물을 최소화하기 위해 학계와 유네스코 물 구성원에 의해 수행 및 공유되는 수력발전, 항해, 어업, 레저 활동, 물 공급, 가뭄 위험 관리 및 홍수 위험 관리를 위한 상·하류 하천 이용에 관한 연구</p>	<p>1. 상류-하류간 수력 발전, 항해, 어업, 레저 활동, 급수 및 위험 관리를 위한 우수한 포용적 관행을 바탕으로 간행물과 역량 구축</p> <p>2. 강 이용의 상류-하류 효과와 이들의 상호작용을 조사하고, 경쟁적인 목표의 균형을 맞추고, 국경을 넘는 환경 위험을 관리하기 위한 연구 프로젝트</p> <p>3. 선택된 분지에서 하천 지하수 흐름과 지하수 의존 생태계를 중심으로 지하수 양수와 오염이 상류-하류 역할에 미치는 영향을 평가</p> <p>4. 다양한 강 지역의 홍수와 가뭄을 모니터링하고 하천 관리 의사결정을 알리기 위해 홍수 및 가뭄 조기 경보 시스템(EFWS)을 시행[1.6 참조]</p>	<p>1. 혜택을 받는 전문가, 정책 입안자 및 수도 관리자(35세 이하 남성과 여성)의 수</p> <p>2. 혜택을 받는 지역사회의 수</p> <p>3. 지원되는 회원국의 수</p> <p>4. 출판물의 개수</p> <p>5. 회원국을 지원하기 위해 개발된 시스템과 플랫폼의 수</p>
<p>4.3. 지역, 지방 및 국가 의사 결정자의 역량 강화, 대중의 수용 강화, 물 순환 관리(WCM) 개선을 지원하기 위해 학계의 폐수 재사용, 담수화, 빗물 집수 및 대수층 함양 관리(MAR)와 같은 비전통 수자원(NCWR)에 대한 연구의 수행 및 공유</p>	<p>1. 물순환 관리(WCM)를 개선하고 공공 및 민간 투자자의 효율성과 효과성을 향상시키기 위한 협력 활동[민간 부문, NGO, 시민 사회], 비전통 수자원(NCWR) 및 순환 경제의 최신 기술 편집을 포함한 연구 프로젝트 수행. 또한 도시 및 도시 근교 거주지, 그리고 MAWAC(거대 도시, 물 및 기후)와도 연계</p> <p>2. 대상 대수층에서 지하수 함양 관리의 지속적인 구현 및 유지관리를 위한 지식과 정책 개발을 지원하고 통합수자원관리(IWRM) 계획에 포함</p>	<p>1. 능력 있는 전문가 및 정책 입안자(35세 이하 남성과 여성)의 수</p> <p>2. MAR 포털에 추가된 신규 대수 및 신규 국가의 수</p> <p>3. 출판물의 개수</p> <p>4. 혜택을 받는 회원국의 수</p> <p>5. 글로벌 프로세스 및 이벤트를 수</p>

세부 의제 (Expected outputs)	주요 활동 (Key activities)	성과 지표 (Performance Indicators)
	3. 지역 및 세계 수생 이벤트, COPs 및 기타 포럼에서의 세션과 이벤트를 통해 더 나은 WCM을 위한 NCWRs 홍보 4. 자연기반솔루션에 대한 인식과 역량 보급 및 제고, 지역사회 활동을 포함한 폐수의 안전한 제 사용에 대한 모범 사례와 대중적 수용을 제공 5. 유네스코-IGRAC가 주최하는 글로벌 MAR 포털의 대수층 커버리지를 확대하고 기능을 개선	
4.4. 접경 영역을 포함한 모든 유역에 대한 통합수자원관리를 개선하기 위해 강화되는 역량과 지원되는 학계에 의한 수원-바다(source to sea) 및 넥서스 접근에 관한 지식의 개발 및 공유	1. 생물다양성 연계, 경계선 횡단 지표 및 지하수 자원, 생태계를 포함한 부문에 걸친 통합적 연계 및 해양 접근과 협력 기회에 대해 분야 간 과학-정책 대화와 지식 창출 2. 수질, 생태계, 생물다양성 연계에 대한 source-to-sea 및 nexus 접근의 촉진: 과학 기반 지침의 개발 3. 순환 경제 맥락에서 폐수 재사용 및 부산물(영양소, 에너지)을 포함한 물-식품-에너지-생태계 연계 우수 관리 기준의 편집 및 보급(심포지엄/워크숍 포함) 4. 도시 환경 및 대수층에서의 source-to-sea 및 연계 접근법의 구현을 위한 지식의 개발, 통합 및 공유; 파일럿 연구 5. 담수 및 해양 건강을 위한 토지 및 수질 오염(플라스틱/미세플라스틱 오염 포함)을 줄이기 위해 source-to-sea 접근에 대한 지식의 개발 및 보급	1. 지원되는 국가의 수 2. 전문가 및 정책 입안자 수(35세 이하 남성과 여성) 3. 개발된 지식 제품의 수 4. 부문 간 통합적 접근법의 통합 용어집 및 학술지에 특별 호를 발행
4.5. 수질오염 예방 및 감소, 수자원 관리 전략을 수립하기 위한 학계와 UNESCO 물 구성원에 의해 개선될 수 있는 지표수(하천, 호수, 습지) 및 지하수를 포함한 담수 시스템에서의 오염원, 거동 및 이동에 대한 지식 및 이해	1. 새로운 오염 물질에 대한 지식 생성 및 연구, 또한 담수 시스템의 항생제 및 항생제 내성, 의약품과 생태계에 미치는 영향, 오염 방지, 제어 및 완화를 위한 솔루션 고려 2. 국제 포럼의 지표수 및 지하수 시스템의 오염원, 관련 규정의 격차 등에 대한 세션 개최: 예를 들어, IWRA와 공동으로 조직된 관리 대응에 대한 컨퍼런스 3. 사례연구, 모범 관리사례 및 정책 지침을 통해 물과 폐수 시스템에서 SARS-CoV-2의 최신 기술과 경험 공유 4. 담수 미세플라스틱에 대한 지식 창출 및 보급; 유네스코 담수 미세플라스틱 국제회의(2023년)와 같은 프로젝트, 원탁회의 및 회의를 포함한 이해당사자 참여 및 과학적 인식 제고	1. 전문가, 물관리자, 의사결정자 수(35세 이하 남성과 여성) 2. 개발된 지식 제품의 수 3. 출판물의 개수 4. 전용 회의/회의의 수

세부 의제 (Expected outputs)	주요 활동 (Key activities)	성과 지표 (Performance Indicators)
<p>4.6. 통합수자원관리를 개선하기 위해 학계가 지원하는 생태수문학 시범지역에서 생태계 서비스 및 환경 흐름에 대한 평가 수행 및 공유</p> <p>4.7. 모든 수준의 의사 결정권자에게 정보를 제공하기 위한 잠재적 사용에 대한 이해 향상을 지원하기 위해 학계에 의한 빙권 시스템(눈, 빙하 및 영구 동토층), 융해 빙하 침식 및 유사이송으로부터의 유출형성, 산악 호수와 같은 빙하 공급 저수지, 대추층에서의 변화를 모니터링하기 위한 방법의 개발, 공유 및 평가 수행</p> <p>4.8. 모든 수준의 의사결정자들이 계획을 개선할 수 있도록 지원하는 학계의 물관리 내에서 주류하는 전</p>	<p>5. 표면 및 지하수 오염을 줄이기 위한 모범 사례와 적절한 솔루션 식별 및 홍보</p> <p>1. 회원국들이 IWRM 관행을 알리고 SDG 6의 모니터링 및 달성을 개선하기 위해 환경 흐름 및 생태계 서비스를 평가할 수 있도록 지원</p> <p>2. 물-생태계-인간 상호작용에 대한 이해를 개선하고 생태-NBS 시너지를 강조하기 위해 현재 생태수학적 현장의 사례 연구를 개발 및 보급</p> <p>3. 범주 II 센터 또는 국제 연구소를 통한 생태계 서비스 및 환경 흐름 평가에 기반한 인터넷 기반 플랫폼 구축</p> <p>4. 생태계 프로세스 간의 관계에 대한 과학적 연구를 촉진하여 IWRM 맥락에서 유역 환경을 더 잘 관리하고 생태계 상태를 유지</p> <p>5. UN-Water, IUCN, UNEP, FAO, 세계은행, UN DESA 및 유네스코 물 가족, MAB 및 세계 문화 유산 센터와 협력하는 국제 회의; 저명한 저널의 특별호 발간</p> <p>1. Glacial Lake Outburst Floods (GLOFS) 조기 경보 시스템의 인벤토리 구축 및 각 지역의 수용할 수 있는 필요성 파악</p> <p>2. 선택된 지역의 눈, 빙하 및 수자원 평가; 기후 변화 시나리오/예측 하에서 GLOFS로 인한 취약성을 줄이기 위한 권고사항</p> <p>3. 현재와 미래의 물 가용성과 빙하로 인한 위험에 대한 과학적 이해에 대한 국제 심포지엄: IHP 포지션 페이퍼로 향후 연구 안내</p> <p>4. 저온권 시스템 평가 및 취약성 감소를 지원하는 역량 구축</p> <p>5. 세계 빙하 모니터링 시스템(WGMS)과 협력하여 빙하 및 눈(ice/snow) 모니터링 시스템을 지원하고 평가 및 변경 모니터링 방법을 공유하는 웹 기반 데이터 뱅크의 가능성을 포함</p> <p>1. 기후 변화, 생물다양성 손실, degradation 및 사막화, 오염에 대한 최근 평가 하에서 물관리 관련 세계적 변화를 주도하는 방법론과 도구에 대한 부문 간 대화 및 연구</p>	<p>1. 지원되는 회원국의 수; 그리고 전문가와 물관리자 수(35세 이하 남성과 여성)</p> <p>2. 제작된 출판물의 수</p> <p>3. 모범 사례 연구 및 부록</p> <p>4. 총회에 기여하는 회원국의 수</p> <p>1. 지원되는 회원국의 수</p> <p>2. 전문가 및 의사 결정자(35세 이하 남성과 여성)의 수</p> <p>3. 지식 제품, 개발된 시스템의 수</p> <p>4. 출판물의 수</p> <p>5. 빙하 의존적 지역사회 관련 대표지의 수</p> <p>6. 수행된 평가의 수</p> <p>1. 지원되는 회원국의 수</p> <p>2. 전문성과 물관리자(35세 이하 남성과 여성)의 수</p>

세부 의제 (Expected outputs)	주요 활동 (Key activities)	성과 지표 (Performance Indicators)
세계적 인 변화에서의 방법론과 도구 의 개발 및 공유.	2. 수문기상 모델링의 불확실성을 해결하고 지역 요구에 맞춘 물관리 및 계획을 개선하기 위한 상향식 접근 방식 촉진	3. 혜택을 받는 지역사회의 수 4. 개발된 지식 제품, 도구 및 방법론의 수
	3. adaptive decision-making을 지원하기 위한 수자원의 세계적 인 변화와 물관리의 역할에 대 한 과학적 연구	
	4. 글로벌 변화에 따른 물의 계획 및 관리에 대한 방법과 도구를 사용하는 데 있어 전문가, 의사 결정자 및 커뮤니티의 인식과 구축 능력의 제고	
	5. 도시 청사진 프레임워크를 새로운 대도시 및 관련 역량 증대에 확대 적용하는 것을 포함하여 도시 물관리의 세계적 변화를 주류화하는 방법론과 도구의 개발 사용의 지원 및 촉진	
	6. 참여적 인 접근법 및 포괄적 인 도구의 홍보. 불확실성과 글로벌 변화 속에서 지속 가능한 물 소비에 대한 인식 증대	
	1. 국경을 넘는 환경에서 모든 수준에 통합수자원관리를 구현하는 기술적, 정치적 전문가 들을 지원하기 위한 국경을 넘는(transboundary) 협력 역량 구축	
4.9 UN-Water 및 UNECE와 협력 하여 SDG 목표 6.5를 달성하기 위 해 지원되는 회원국의 적절 한 국가 간 협력을 통해 모든 수준에서 통합 수자원관리 구현	2. 공유와 대화를 통해 다중 트랙 접근 방식을 통해 경계를 넘는 물관리를 연결하고 상호 신 의와 이해의 증진	1. 지원되는 회원국의 수 2. 전문지과 물관리자(35세 이하 남성 과 여 성)의 수 3. 개발된 지식 제품의 수 4. 작성된 출판물, 모니터링 보고서 및 업 데이트의 수
	3. SDG 6.5 목표를 홍보하고 SDG 6.5.2 지표에 대한 적절한 모니터링 및 보고를 위한 역량을 강화	
	4. SDG 6.5.2 지표를 UNSD 데이터베이스(2023, 2026, 2029)에 세계적으로 발표: UNECE와 함 께 UN-Water에 대한 경계 간 물 협력 현황 및 SDG 지표에 대한 주기적 인 진행 상황 보고	
	5. 국경을 초월한 협력 증진에 관한 지속적 인 협력; 국경을 초월한 협력에 관한 UN-Water 정책 브리핑의 발간 및 홍보(UNECE와 UNESCO 물 가족의 기부금과 함께)	
	6. 권장 사항, 지침 및 모범 사례를 포함하여 지식 생산, 국가 및 물 협력 동향의 편집 및 출판 사 용을 통해 국가에 지원 및 역량 구축을 제공하고 협력을 촉진하기 위한 기반 으로 모니터링 사 용	

대주제 (Priority Area) 5: 완화, 적응, 회복탄력성을 위한 과학 기반 물 거버넌스 (Water Governance based on science for mitigation, adaptation, and resilience)

세부 의제 (Expected outputs)	주요 활동 (Key activities)	성과 지표 (Performance Indicators)
<p>5.1 전 지구적 변화(global change)에 대한 지역사회의 회복탄력성 향상을 위한 수자원관리 분야 의사결정자(UNESCO Water Family)들의 경각심 제고</p>	<ol style="list-style-type: none"> 회복탄력성 향상을 위한 관련 매시지, 과학 기반 정책 권장사항 논의를 위한 정부 간 회의, UN 플랫폼 및 프로세스, 국제 및 지역행사 내 소회의 개최 전 지구적 변화에 대한 회복탄력성에 있어서 과학 기반 물 거버넌스(water governance) 역할 증진을 위한 국제 및 지역 캠페인/프로세스에 대한 적극적 참여 시험유역 연계, UNESCO Water Family와 협력에 따른 과학 기반 물 거버넌스의 이점을 의사 결정자와 공유하고 이러한 거버넌스가 갖는 이점에 대한 공감대 형성 과학적 지식에 근거한 계획수립, 전염병과 재난대응, 기후변화 적응/감소를 위한 의사결정자와 참여 	<ol style="list-style-type: none"> 실질적 의견 반영이 가능한 행사 전문가, 시민, 의사결정자(35세 이하 남성과 여성) 지원 국가 수 UNESCO Water Family와 이해관계자 간 워크숍
<p>5.2. 기후변화 적응 및 지표수와 지하수를 포함한 IWRM을 반영하여 개선된 물 거버넌스 수단에 올바른 과학기술 적용</p>	<ol style="list-style-type: none"> 지표수-지하수의 관리, 기후변화적응과 IWRM의 측면에서 과학정보에 근거한 물 거버넌스 사례연구에 대한 출판 및 보급, 또한 시험유역과 UNESCO Water Family와의 연계 기후변화에 대한 회복탄력성 향상과 IWRM의 구현을 위한 물 거버넌스 수단 관련 최신 연구 및 출판물 Megacities Alliance for Water and Climate(MAWAC)의 설립 및 IHP-WINS에 기초한 협력 플랫폼을 포함한 도시 수자원관리 활동 및 해결책의 수행 기후변화와 수재해에 초점을 맞춘 지방, 국가, 탈국경의 견전하고 적응력 있는 물 거버넌스 실시에 대한 이해관계자의 역량 개발 IWRM, 넥서스와 같은 통합적 접근을 통한 지방, 국가, 탈국경의 지표수 및 지하수의 지속가능한 관리를 위한 지원 	<ol style="list-style-type: none"> 회원국의 수 능력을 갖춘 전문가와 수자원관리자(35세 이하 남성과 여성) 지적성과물의 수 출판물의 수
<p>5.3. 물 관련 정책(기후변화 적응과 저감 관련 정책 강화)를 위한 온실가스 감축계획(NDC)과 국가 적응 계획(NAP)) 강화를 위해 과학기술 기반의 가이드라인 개발 및 평가</p>	<ol style="list-style-type: none"> 특히 군소도서국(SIDS)을 중심으로 한 기후변화 적응에 대한 수문기상학적 위험, 전략에 대한 취약성 평가 프레임워크의 개발 및 적용 유엔기후변화협약(UNFCCC)과 긴밀히 협력하여 NDC와 NAP에 대한 교육 및 역량 강화 관련 공공/민간 자금 동원과 투자를 목적으로 Member State의 조정지원 서비스 구축 	<ol style="list-style-type: none"> 정책지원 지식성과물 (가이드라인, 기술 등) 과학기반 평가기술 및 가이드라인

세부 의제 (Expected outputs)	주요 활동 (Key activities)	성과 지표 (Performance Indicators)
	3. NDC와 NAP에 지표수/지하수 관련 내용을 포함하고 평가하기 위한 과학 기반 가이드라인, 프레임워크 개발 4. 국가 간 NDC와 NAP에 대한 공동평가와 적응 및 저감 대책에 물관련 내용을 포함하기 위한 제안사항	
5.4 적응형 물관리의 새로운 접근 방식에 대한 연구수행 및 공유/ 간접한 물 거버넌스를 위한 Member State의 역량 강화	1. 적응형 도시 수자원관리, 연구결과와 확장, 관련 전문가(공무원, 수자원관리자, 실무자 등)에 대한 교육 프로그램을 포함한 적응형 수자원관리를 위한 새로운 접근 방식에 대한 지원 및 촉진 2. Groundwater Summit (2022년 12월) 조직을 통한 우수한 지하수 거버넌스의 촉진과 과학 기반의 기술, 방법론을 우수 지하수 거버넌스 원칙에 포함하고 지역사회에 적용하기 위한 가이드라인의 개발 및 시험적용 3. Member State의 정책과 실행에 건전한 물 거버넌스와 적응형 수자원관리 접근법을 포함하기 위한 과학정책 회담 4. 프로젝트, 활동의 개발 및 구현을 전문으로 하는 단체와의 협력 (예: AMCOW, NEPAD Water Center of Excellence와 함께 적응형 수자원관리에 대한 새로운 접근)	1. 전문가, 정책관리자(35세 이하 남성과 여성) 2. 정책지원 지식성과물 3. 수행된 프로젝트의 수
5.5 물 거버넌스와 회복탄력성 구축 지원을 위한 새로운 프레임워크 및 기술에 대한 학계와 의사결정권자의 역량 강화	1. 아프리카 연합의 Agenda 2063 활성화를 포함한 물 거버넌스 및 회복탄력성 구축 지원을 위한 새로운 프레임워크 및 기술에 대한 역량 강화, 첨단연구 및 출판물 위한 학계와 정부의 참여 2. 물 거버넌스 강화 및 회복탄력성 구축, 긍정적인 행동 변화를 장려하기 위한 확장 가능한 다목적 프로젝트의 개발 및 구현 3. African Development Bank Water Strategy 2021-2025 "Towards a Water Secure Africa" 지원을 위한 AWCOW와 NEPAD Water CoE와 같은 전략적 지역 프레임워크와의 협력 4. 재해, 기후변화에 대한 회복탄력성, IWRM과 같은 목표와 프레임워크를 중심으로 효율성, 이 해관계자 신뢰 및 참여를 강화하기 위한 프로젝트의 개발 및 구현	1. 전문가, 정책관리자(35세 이하 남성과 여성) 2. 정책지원 지식성과물 3. 출판물

참 고 문 헌

- 관계부처합동(2021) 제 1차 국가물관리기본계획(2021-2030)
국토교통부(2011), 수자원장기종합계획(2011~2020)
국토교통부(2014), 국제수문개발계획(IHP) 8단계 1차년도 연구보고서
국토교통부(2015), 국제수문개발계획(IHP) 8단계 2차년도 연구보고서
국토교통부(2016), 국제수문개발계획(IHP) 8단계 3차년도 연구보고서
국토교통부(2017), 국제수문개발계획(IHP) 8단계 4차년도 연구보고서
환경부(2018), 국제수문개발계획(IHP) 8단계 5차년도 연구보고서
환경부(2019), 국제수문개발계획(IHP) 8단계 6차년도 연구보고서
환경부(2020), 국제수문개발계획(IHP) 8단계 7차년도 연구보고서
한국수자원학회(2014), IHP 기존단계 사업 평가 및 8단계 사업계획 수립
환경부(2021), 국제수문개발계획(IHP) 8단계 8차년도 연구보고서
IHP 한국위원회 홈페이지 : <http://www.ihpkorea.or.kr>
UNESCO(2021), Science for a Water Secure World in a Changing Environment(IHP-IX, 2022-2029)



사단
법인 **한국수자원학회**
KOREA WATER RESOURCES ASSOCIATION