

## 국가 기후위기 적응정보 표준분류체계 개발(II): 세부 구조와 효용성 평가

서도현\* · 오윤영\*\*† · 유영재\*\*\* · 진형아\*\*\*\* · 전성우\*\*\*\*\* · 정시원\*\*\*\*\* · 장유진\*\*\*\*\* · 김지연\*\*\*\* · 노순아\*\* · 백지원\* · 유명수\*\*\*\*\*

\*국립환경과학원 지구환경연구과 전문연구원, \*\*국립환경과학원 지구환경연구과 연구사, \*\*\*고려대학교 오정리질리언스연구원 연구교수, \*\*\*\*국립환경과학원 지구환경연구과 연구관, \*\*\*\*\*고려대학교 환경생태공학부 교수, \*\*\*\*\*고려대학교 환경생태공학과 석사과정, \*\*\*\*\*국립환경과학원 기후대기연구부 부장

### Development of a standard classification system for climate crisis adaptation information: Part-II. Configurations and efficiency

Seo, Do Hyun\* · Oh, Yunyeong\*\*† · Yoo, Young Jae\*\*\* · Jin, Hyungah\*\*\*\* · Jeon, Seong Woo\*\*\*\*\* · Jeong, Si Won\*\*\*\*\* · Jang, Yu Jin\*\*\*\*\* · Kim, JiYeon\*\*\*\* · Roh, Soon-A\*\* · Baek, Jiwon\* and Yoo, Myungsoo\*\*\*\*\*  
\*Research Fellow, Global Environment Research Division, National Institute of Environmental Research (NIER), Incheon, Korea  
\*\*Researcher, Global Environment Research Division, NIER, Incheon, Korea  
\*\*\*Research Professor, Ojeong Resilience Institute, Korea University, Seoul, Korea  
\*\*\*\*Senior Researcher, Global Environment Research Division, NIER, Incheon, Korea  
\*\*\*\*\*Professor, Dept. of Environmental Science & Ecological Engineering, Korea University, Seoul, Korea  
\*\*\*\*\*MS.Student, Dept. of Environmental Science & Ecological Engineering, Korea University, Seoul, Korea  
\*\*\*\*\*Director General, Climate and Atmosphere Research Department, NIER, Incheon, Korea

#### ABSTRACT

As extreme meteorological events intensify, effective climate adaptation strategies has become urgent. Climate adaptation requires significant resources across multiple sectors, necessitating reliable, science-based information. South Korea lacks a standard management system for adaptation information, with various scattered sectors. To address this, the Korean Climate Adaptation Information Taxonomy (KADT, NIER, 2023) was developed. This study enhances completeness and practicality of KADT by refining its structure and introducing an efficiency evaluation method. First, the Korea National Climate Risk completeness diagnostic system was improved to a four-step process, expanding 72 National Climate Risks into 118 sub-risks. The bottom-up CID-based classification system was subdivided into five Types, 14 Mid-Categories, and 29 Sub-Categories, using KMA and IPCC AR6 WG-1 standards. The top-down structure was improved, focusing on Sub-Categories: 1) Science-Based Information (SCI) reclassifies risk management targets into 40 Sub-categories; 2) Adaptation Solutions & Options (SOL) reorganized 226 tasks into four Sub-categories and 36 details; and 3) Policy Evaluation and Governance (PEV) classified 8,374 local measures into 12 Sub-categories and 108 details. To evaluate the efficiency of KADT, ISO/IEC 20926:2009(IFPUG FPA) was employed. Results showed that the KADT-based approach significantly reduces functional points compared to the manual approach, improving work efficiency by 50% to 120%. This study provides a refined framework for managing climate adaptation information in South Korea, enhancing risk assessment and adaptation planning at national and regional levels, fostering more effective strategies.

Key words : Adaptation Information, Standard Management System, KADT, National Climate Risk, Efficiency

†Corresponding author : magojina@korea.kr (Global Environment Research Division, National Institute of Environmental Research(NIER), Incheon, 22689, Korea. Tel. +82-32-560-7318)

ORCID 서도현 0000-0001-9528-2060  
오윤영 0000-0002-9115-814X  
유영재 0000-0003-0595-3911  
진형아 0006-0001-6573-1985  
전성우 0000-0001-5928-8510  
정시원 0009-0009-0966-6494

장유진 0009-0007-6072-4421  
김지연 0000-0001-5999-2188  
노순아 0009-0001-3622-938X  
백지원 0000-0002-5422-2288  
유명수 0009-0007-1705-5197

Received: September 20, 2024 / Revised: October 2, 2024 1st, October 11, 2024 2nd / Accepted: October 21, 2024

## 1. 서론

오늘날, 기후변화는 인류가 직면한 심각한 위협 중 하나로 급격한 기온과 해수면의 상승, 잦은 가뭄과 홍수 등 그 영향은 환경, 사회, 경제 등 전 분야에 걸쳐 파급되고 있다. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)의 AR6 (Sixth Assessment Report) 보고서는 인간 활동으로 인해 지구 온도가 산업화 이전 대비 이미 약 1.1°C 상승했으며, 20년 이내에 1.5°C 상승에 도달할 가능성이 매우 높다고 분석했다(IPCC, 2021). 특히, 지구 온도가 1.5°C를 넘어설 경우, 지구의 온도 조절 시스템은 더 이상 이전으로 돌아갈 수 없는 임계점(tipping point)을 지나게 되므로 이를 방지하기 위한 전 지구적인 관심과 즉각적인 조치의 필요성이 계속 강조되고 있다(IPCC, 2018). 하지만 세계기상기구(WMO)의 최신 자료에 따르면 2023년 지구 평균 기온이 이미 산업화 이전(1850~1900) 대비  $1.45 \pm 0.12^\circ\text{C}$  상승하여 이미 임계점이 임박하였음을 보여준다(WMO, 2024). 이는 현재 우리가 기후변화를 ‘기후위기(Climate Crisis)’로 다루어야 하는 심각한 상황에 이르렀고, 온실가스 감축 노력과 더불어 기후 적응을 위한 적극적이고 광범위한 조치가 시급하다는 것을 나타내고 있다. 특히 산업화 시기 이후 누적된 온실가스는 향후 수십 년 동안 기후시스템에 영향을 미치게 되므로(누적효과), 배출량 감축 노력과는 별개로 즉각적인 적응 전략 수립과 실행의 중요성은 한층 더 강조되고 있다(Füssler, 2007; IPCC, 2014). 효과적인 적응 전략 수립을 위해서는 과학에 기반한 신뢰할 수 있는 적응정보 제공이 필요하지만, 현재 국내외를 막론하여, 적응정보에 대한 공통기준과 통합제공 플랫폼이 부재하여 각 부처에서 산발적으로 생산된 정보가 개별 정보시스템을 통해 제공되며, 동일한 항목도 기준에 따라 제공 범위와 내용이 달라지는 등 그 활용에 어려움을 겪고 있다(Karali and Mattern, 2017). 이를 개선하기 위해 국립환경과학원은 다양한 적응 주체들의 정보 수요와 전문가들의 합의를 반영하여 국가 기후위기 적응정보 표준분류체계(Korea National Climate Crisis Adaptation Information Taxonomy: KADT)를 개발하였다(Seo et al., 2023). KADT는 국가 기후리스크를 중심으로 기후위험과 피해의 현황, 원인 및 전망, 향후 대책에 대한 정보가 서로 유기적으로 연계될 수 있도록, 과학기반(SCI), 적응해법(SOL), 정책평가(PEV) 정보의 3개 대(大) 분류, 탄소중립기본법의 8개 부문과 기후시나리오를 포함한 공통 부문으로 9중(中), 부문별 중점 관리 대상으로 22

개의 소(小)분류(안)로 구성되었다. 또한 사용자 접근성과 관리의 효율성을 고려하여 국가 기후리스크 중심으로 구성요소를 특정하는 하향식(Top-down) 분류와 기후영향인자(Climate Impact Driver: CID) 중심으로(IPCC, 2021) 연관된 리스크를 식별하는 상향식(Bottom-up) 분류를 모두 지원하는 양방향식 연결구조로 설계되었다. 또한 제3차 국가 기후위기 적응강화대책(이하 ‘강화대책’)의 국가 리스크(72개)에 대해 의사결정트리(Decision tree)를 통해 리스크의 완결성을 점검할 수 있는 기능과, 적응정보의 공통포맷(안)의 개념과 구성요소를 제안하여 전주기 적응정보 관리 체계 구축의 필요성을 제기하였다(Ministry of Environment, 2023).

본 연구는 여러 원인과 파급효과들이 중첩되어 불확실성 큰 기후 위협의 영향과 파급효과를 효율적으로 파악할 수 있도록 KADT의 세부 구조와 정보연계 방법을 구체화하고, 다양한 이해당사자들의 정보 수요를 충족시킬 수 있도록 활용성을 개선하고자 하였다. 구체적으로 선행 연구에서 과학기반정보(SCI)에만 한정되었던 22개 소분류(안)를 적응해법(SOL)과 정책평가(PEV)에 적합하도록 소-세분류 체계로 개선하여 부문별 중점 관리 대상이 명확히 드러날 수 있도록 구체화하였다. 또한 국가기후리스크 진단에 활용되던 의사결정트리는 진단 단계를 확장하여 모호했던 영향 관계를 세분화 하고, 국가 기후리스크의 영향 및 효과의 방향성을 추적할 수 있도록 보완하였다. 또한, KADT 양방향 연결구조와 다부처 정보연계를 고려하여 한국형 CID를 개선하고, 국가리스크와 부처별 관측 및 예측 데이터 항목, 자료의 시공간 해상도 및 관련 보고서 등이 효율적으로 연계·활용 될 수 있도록 적응정보 공통포맷의 보완 방향을 제시하였다. 또한 향후 KADT 기반의 국가 기후위기 적응정보 종합플랫폼(이하 ‘종합플랫폼’) 구축 시 적응과 관련된 정책업무의 효율성 향상을 정량적으로 평가할 수 있는 방법론을 개발·적용 하였다.

일반적으로 정보분류체계는 실시간 업데이트와 데이터 시각화 및 관리에 유용한 정보시스템의 형태로 구현되는 것이 보편적이다(Chen et al., 2012; Laudon and Laudon, 2021). 이에 정보 분류체계의 활용 효율성은 해당 정보시스템의 업무 효율성 평가로 가능해 볼 수 있으며, 이는 시스템 개발과 성능평가와 더불어 향후 고도화에 필요한 근거 자료를 제공할 수 있다는 점에서 매우 중요하다. 하지만 기존의 정보시스템 효율성 평가 관련 연구들은 정보체계 자체의 활용성 평가보다는 대부분 민간 기업의 소프트웨어 개발 프로젝트의 비용산정을 중심으로 수행되어,

KADT와 같이 국가 차원에서 추진하는 정보체계와 이에 기반한 공공서비스 플랫폼의 효율성을 평가하는데 적용하기에는 제약이 많았다. 예를 들어 국내의 경우 기능점수산정방법론을 활용하여 소프트웨어(SW) 개발 프로젝트의 규모 예측이나 생산성 차이를 분석한 사례가 있지만, 이는 SW개발 생산성 및 품질 향상이라는 제한적인 범위에만 적용되었다(Koo et al., 2017; Park et al., 2003). 해외에서도 웹 애플리케이션의 기능 규모 측정 방법 등 주로 소프트웨어 개발 프로젝트의 효율성 및 성과 측정에 집중된 연구들이 주를 이룰 뿐(Abrahao et al., 2004), 적응분야의 정보체계와 이에 대한 활용성을 평가한 사례는 찾아볼 수 없었다. 이에 본 연구에서는 KADT의 세부 구조 보완과 함께 향후 KADT에 기반한 종합플랫폼 환경에서 데이터의 수집, 가공, 분석 등 업무 절차 전반의 효율성을 사전에 평가할 수 있는 연구방법론을 개발하여 실제 적응대책 수립 관련 업무에 시범 적용하였다.

## 2. 연구 방법

### 2.1. 국내·외 적응 및 유관 정보 관련 분류체계 분석 및 시사점 도출

과학기반의 적응정보는 신뢰성을 기반으로 표준화된 생산·관리 및 제공 체계를 통해 정책 의사결정과 현장 적용에 활용될 때 그 효율성과 가치를 극대화할 수 있다(Brasseur and Gallardo, 2016; Hewitt et al., 2020). 탄소중립·녹색성장 기본법에서 의무화된 ‘기후위기 적응정보 관리체계’는 최종적으로 종합플랫폼을 통해 구현되므로, KADT는 국가 적응정보 분류체계이면서 동시에 종합플랫폼의 정보 연계 및 관리체계의 역할을 하게 된다. 본 연구에서는 국내외 기후위기 적응정보 분류체계 사례와 적응 플랫폼의 데이터 관리체계 사례를 조사·분석하여 시사점을 도출하고, 이를 토대로 KADT의 개선 방향을 제시하고자 하였다. 먼저 분류체계의 경우 EU-Taxonomy, 독일의 DAS, UNEP-CCC (United Nations Environment Programme-Copenhagen Climate Centre) 파트너십의 TNA-Taxonomy를 선정하였으며, 플랫폼 사례로는 유럽연합의 Climate-ADAPT, 미국의 ARC-X, 국내의 국가 기후기술 정보시스템(CTiS)을 선정하였다. 각 분류체계 및 플랫폼은 국가 또는 국제기구 차원에서 공식적으로 운영되고 있으며, 기후변화 적응 대책 또는 유관 정보를 제공하고 있다는 공통점이 있다. 하지만, 기후적응을 위한 정보 분류체계는 아직 국내외적으로 통일

된 기준이 없으며, 적응정보의 생산 및 관리, 서비스를 위한 분류체계에 관한 연구는 사례를 찾아보기 힘들었다. 이에, 본 연구에서는 적응정보 관련 분류체계 구조와 내용, 정보 제공 방식 등에서 우리가 목표로 하는 KADT와 유사점 및 차별성을 가진 사례를 선정하여 다양한 시사점을 얻고자 하였다.

먼저, 분류체계의 사례 중 EU의 녹색 금융 분류체계인 EU Taxonomy는 기후변화 완화에 초점을 두고 있으며, 사용자가 특정 부분의 민감도를 대평할 때 고려해야 할 기후 위험 요소들을 분류한다(European Commission, 2020). EU-Taxonomy는 기후 위험을 온도, 바람, 물, 고형화 등 4가지 범주로 구분하고 각각에 대해 만성적 위험과 급성적 위험으로 세분화하여 제시하고 있다. 독일 연방정부의 기후변화 적응 전략(DAS) 분류체계는 독일의 기후예방조치 포털(KLiVO)에서 제공되며, 건강, 건축물, 물관리/수자원 보호/해안 보호, 토양, 생물다양성, 농업, 임업/산림 등 16개 부문에 대한 적응 전략을 제시하고 있다(Umweltbundesamt, 2019). 녹색기술센터의 TNA Taxonomy는 개발도상국의 기후 기술 요구사항을 분류하며 물, 산림 및 토지, 농업 및 가축, 해양 수산업 및 연안지역 등 4개 부문을 대상으로 기술 중심의 분류체계를 제시하고 있다(UNFCCC, 2016)(Table 1).

플랫폼의 사례 중 유럽 기후적응 플랫폼(Climate-ADAPT)은 유럽의 기후변화 영향 및 적응에 관한 정보에 접근할 수 있도록 지원하는 플랫폼으로, 총 19개 부문별 기후·비기후 영향인자, 적응 옵션 및 기후시나리오 등을 제공하고 있다(European Environment Agency, 2019). 미국의 ARC-X는 지역사회 기후변화 회복력 강화를 지원하는 플랫폼으로, 지역, 관심 분야(부문), 적응 계획 유형(시작 단계, 종합적, 부문 기반)을 기준으로 사용자 맞춤형 정보 검색을 지원하고 있으며, 대기질, 물 관리, 폐기물 관리, 공중 보건의 4가지 부문으로 구성되어 있고, 각 부문은 영향 대상에 따라 세분화된다(EPA, 2021). 국내의 CTiS는 기후기술 협력 지원을 위한 정보 포털로, 감축, 적응, 감축/적응 융복합 분야의 45개 기술 분류체계를 제공하며, 적응 분야는 농업/축산, 물관리, 해양/수산/연안, 산림/육상의 4개 부문으로 구성된다(Kim et al., 2018)(Table 2).

이상의 분석 결과를 종합해 볼 때, 적응정보에 명확히 초점을 맞춘 분류체계는 부재하나 유관 분류체계들은 각 부문(sector)을 중심으로 정보를 구조화하고 있음을 알 수 있다. 국외의 적응 플랫폼은 부문별 기후변화 영향, 취약

Table 1. Analysis of climate adaptation information taxonomy

Taxonomy	Operating entity	Inclusion of adaptation information/measures	Features of structure
EU taxonomy	European Commission	Partially included (focus on climate change mitigation)	4 categories of climate risks: Chronic and acute risks for each category
German DAS	German Federal Government	Included	16 sectors: Adaptation strategies for each sector
TNA taxonomy	UNEP DTU Partnership	Included	4 sectors: Technology-centered classification

Table 2. Analysis of climate adaptation information platform

Platform	Operating entity	Inclusion of adaptation information/measures	Features of structure
Climate-ADAPT	European Environment Agency	Included	19 sectors: Provides climate and non-climate impact factors, adaptation options, and climate scenarios for each sector
ARC-X	U.S. Environmental Protection Agency	Included	4 main sectors: User-customized information search based on region, sector, and adaptation plan type
CTiS	National Institute of Green Technology	Included	45 technology classifications in mitigation, adaptation, and integrated fields and 4 adaptation sectors

성, 적응 전략 등을 사용자 맞춤형으로 제공하며, 국가 적응 계획에 기반한 분류체계를 사용하는 경향을 보였다. 국내의 유관 정보시스템은 기후 감시, 영향평가 등 다양한 정보를 제공하지만, 표준화된 적응정보 분류체계는 부재하며, 기관별로 다른 정보시스템 구조와 분류체계를 사용하고 있다. 이에 KADT와 이에 기반한 종합플랫폼 구축 시에는 국내 적응 정책 및 계획에서의 부문 구분, 이용자 편의성 및 활용도, 정보 표준화 등을 종합적으로 고려하여 분류체계와 플랫폼의 설계가 필요할 것으로 판단된다. 아울러 IPCC 보고서의 위험 평가 프레임워크나 ISO 14090과 같은 국제표준을 참조하여 정보분류체계와의 정합성과 호환성을 보장할 수 있어야 할 것이다(ISO, 2019).

**2.2. 적응정보체계의 효율성 평가: 기능점수산정방법론**

본 연구는 향후 KADT가 정보플랫폼의 형태로 구축되어 서비스를 제공하는 것을 가정하여 국제표준기능점수(Function Point) 산정방법론을 활용하여 효율성을 평가하였다. 기능점수는 시스템의 규모와 복잡성을 정량적으로 추정하는 지표로, 사용자에게 제공되는 정보 및 서비스의 양을 기반으로 소프트웨어의 크기를 측정하는 방법이다. 이는 소프트웨어 개발 및 유지보수 노력을 예측하고, 프로젝트 비용을 산정하며, 개발 생산성을 측정하는

데 유용하게 활용된다(Abran and Robillard, 1996). 하지만, 지금까지 국내·외의 관련 연구들은 소프트웨어 개발 프로젝트의 규모를 예측하거나, 효율성 평가에 한정하여 기능점수 산정방법론을 활용하였다. 이에 따라 적응대책 수립 및 기후위험평가 등 적응 정책과 관련된 업무의 절차에 대해 정보체계의 관점에서 이용 효율성을 산정하는 연구는 찾아볼 수 없어, 본 연구를 통해 이를 평가하고자 하였다.

ISO/IEC 기능 규모 측정(Functional Size Measurement) 표준은 1988년 처음 제정되어 기능점수를 “기능적 사용자 요구사항의 정량화를 통해 도출된 소프트웨어 규모”로 정의 하였다(Fetcke et al., 1997). 이후 2007년 개정된 ISO/IEC 14143-1:2007 표준은 기능 규모 측정의 기본 개념과 일반적인 적용 원리를 제시했으나, 실제 적용할 수 있는 구체적인 절차와 규칙을 제공하지 않아 실무 적용 시 별도의 상세한 방법론이 요구되었다(ISO, 2007). 따라서 ISO/IEC 14143-1의 기능 규모 측정 기준을 준수하는 다양한 기능점수 산정방법론이 개발되었으며, 대표적으로 COSMIC (Common Software Measurement International Consortium), Mark II Function Point Analysis, NESMA (Netherlands Software Metrics Association) 등이 있다(ISO, 2004). 이 중 ISO/IEC 20926:2009 (IFPUG FPA)는

소프트웨어의 기능적 요구사항을 기반으로 시스템의 규모를 측정하는 데 널리 사용되는 표준으로, 다양한 산업 분야에서 검증된 신뢰성을 바탕으로 기능점수를 통해 시스템의 복잡성과 규모를 정량적으로 평가할 수 있다.

ISO/IEC 20926:2009 (IFPUG FPA)는 기능점수를 사용자에게 의미 있는 데이터 측면과 트랜잭션(Transaction) 측면의 산정으로 구분한다(Fig. 1). 우선 데이터 기능은 업무 절차에서 삭제, 수정, 등록 등을 통해 유지되는 내부 논리 파일과 외부 연계 파일 등 사용자의 데이터 요구사항을 충족하기 위해 제공되는 기능의 양을 나타낸다. 반면 트랜잭션 기능은 사용자가 요구하고 제공받는 업무 처리에 필요한 조회, 수정, 수신, 출력, 설정, 등록 등과 같이 사용자가 요구한 데이터를 처리하는 데 필요한 단위 프로세스를 의미한다. 데이터 기능 유형은 외부 인터페이스 파일(External Interface File, EIF)과 내부 논리 파일(Internal Logical File, ILF)으로 구성되며, 트랜잭션 기능 유형은 외부 입력(External Input, EI), 외부 출력(External Output, EO), 외부 조회(External Inquiry, EQ)로 구성된다(Fig. 1).

즉, 기능점수는 2개의 데이터 기능 유형과 3개의 트랜잭션 기능 유형을 합산하여 산출된다. 외부 입력(EI)은 사용자가 시스템에 데이터를 입력하는 기능을, 외부 출력(EO)은 시스템이 사용자에게 데이터를 출력하는 기능을, 마지막으로 외부 조회(EQ)는 사용자가 시스템에 질의를

통해 데이터를 조회하는 기능을 의미한다. 내부 논리 파일(ILF)은 시스템 내부에서 관리되는 데이터 파일을, 외부 인터페이스 파일(EIF)은 다른 시스템과의 인터페이스를 위한 데이터 파일을 지칭한다. 기능점수를 산정할 때는 이 5가지 기본 기능 요소의 규모 산정 합계로 계산된다.

또한, 각 기능 유형은 데이터 요소(Data Element Type, DET), 레코드 유형(Record Element Type, RET), 파일 유형 참조(File Type Reference, FTR) 등의 요소로 세분화되어 복잡도를 평가하며, 이는 기능점수 산정에 반영된다. ILF와 EIF의 복잡도 평가 요소는 데이터 요소 유형(DET)과 레코드 요소 유형(RET)의 수에 따라(Table 3), EI, EO, EQ의 복잡도 평가 요소는 데이터 요소 유형(DET)과 참조 파일 유형(FTR)의 수에 따라 결정된다(Table 4). 이렇게 결정된 각 유형의 복잡도는 기능점수로 산정된다(Table 5).

본 연구는 이 방법론을 적응대책 수립 업무 절차에 적용하여 KADT 도입에 따른 효율성 향상 효과를 기존의 적응대책 관련 보고서 작성 업무와 정량적으로 비교하여 평가하였다. 이를 위해 KADT와 적응정보 공통포맷이 구축된 상황을 가정하여, 기후변화 적응대책 수립 절차를 기능점수 산정 프레임워크 내에서 재정의하고, 각 업무 프로세스를 데이터 기능 및 트랜잭션 기능 관점에서 세분화하여 정량화하는 방법을 제시하였다.

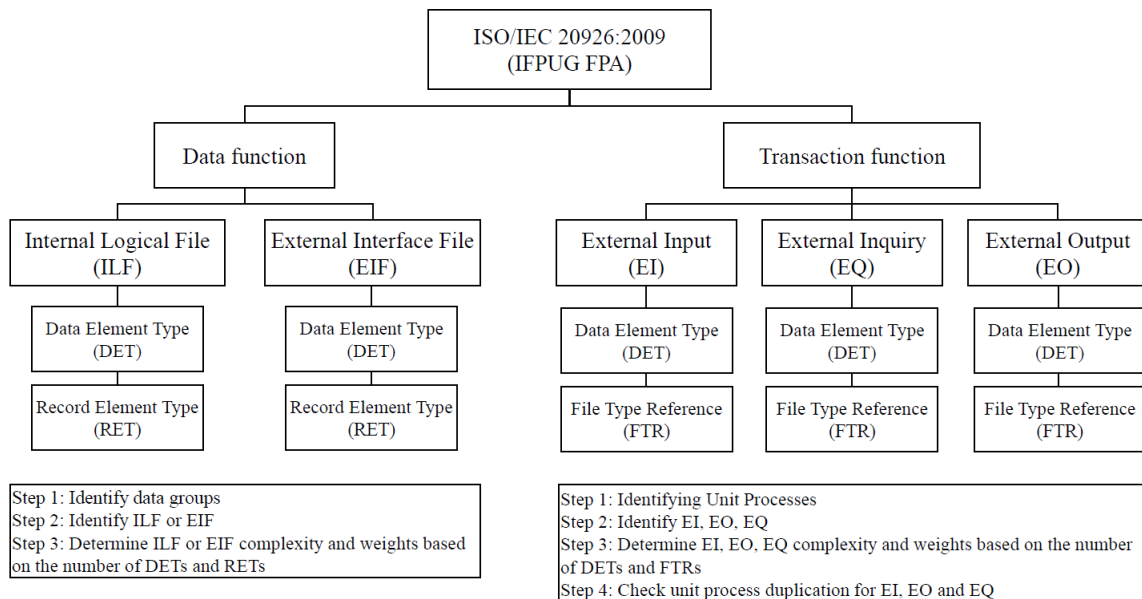


Fig. 1. The framework and procedure of ISO/IEC 20926:2009

Table 3. Criteria for determining complexity of data function type

Type	Sort		DET		
			1 ~ 5	6 ~ 19	≤20
ILF (Internal Logical File) EIF (External Interface File)	RET	1	Low	Low	Mid
		2 ~ 5	Low	Mid	High
		≤6	Mid	High	High

Table 4. Criteria for determining complexity of transaction function type

Type	Sort		DET		
			1 ~ 5	6 ~ 19	≤20
EI (External Input)	FTR	0 ~ 1	Low	Low	Mid
		2	Low	Mid	High
		≤3	Mid	High	High
EO (External Output)	FTR	0 ~ 1	Low	Low	Mid
		2 ~ 3	Low	Mid	High
		≤4	Mid	High	High
EQ (External Inquiry)	FTR	1	Low	Low	Mid
		2 ~ 3	Low	Mid	High
		≤4	Mid	High	High

Table 5. Function points based on complexity

Function type	Complexity		
	Low	Mid	High
ILF (Internal Logical File)	7	10	15
EIF (External Interface File)	5	7	10
EI (External Input)	3	4	6
EO (External Output)	4	5	7
EQ (External Inquiry)	3	4	6

### 3. 연구 결과

#### 3.1. 국가 기후리스크 완결성 진단 알고리즘 보완

국가 기후위기 적응 대책의 효율적인 이행과 과학적 근거에 기반한 적응정보의 연계를 위해서는 국가 기후 리스크에 대한 명확하고 체계적인 분류체계 구축이 필수적이다. 이러한 필요성에 따라 선행 연구는 국가 기후 리스크를 ‘원인(CID, Climate Impact Driver)’, ‘지역 및 대상’, ‘부정적 영향(피해)’의 세 가지 요소로 구분하여 분석하고, 이를 상향식(Bottom-up) 및 하향식(Top-down) 분류체계와 연결하는 ‘의사결정트리’를 제시하였다(Seo et al., 2023). 그러나 기존의 의사결정트리는 역할 범위가 국가

기후 리스크의 분류에 한정되었으며, 리스크에 대한 영향 관계가 모호한 경우에 3단 분류만으로 이를 세분화하고 분석하는 데에 어려움이 많았다. 이에 본 연구는 ‘국가 기후리스크 완결성 검증 알고리즘’으로 재명명하여 역할 범위를 확장하고, 알고리즘의 세부 절차와 기준을 고도화하여 KADT의 실효성을 제고하고자 하였다. 우선 알고리즘의 ‘CID 특정(Type 1)’과 ‘대상 명확화(Type 2)’ 단계를 유지하면서, ‘영향/결과 명확화(Type 3)’와 ‘영향의 방향성 명확화(Type 4)’ 단계를 추가하여 총 4단 구조로 확장하였다(Fig. 2).

개선된 4단 구조에 따라 Type 3, 4를 강화대책의 국가 기후리스크 A11(폭우로 인한 농경지 침수 및 토양유실 피해 증가) 및 F03(기후변화로 인한 입산물 피해)에도 적용

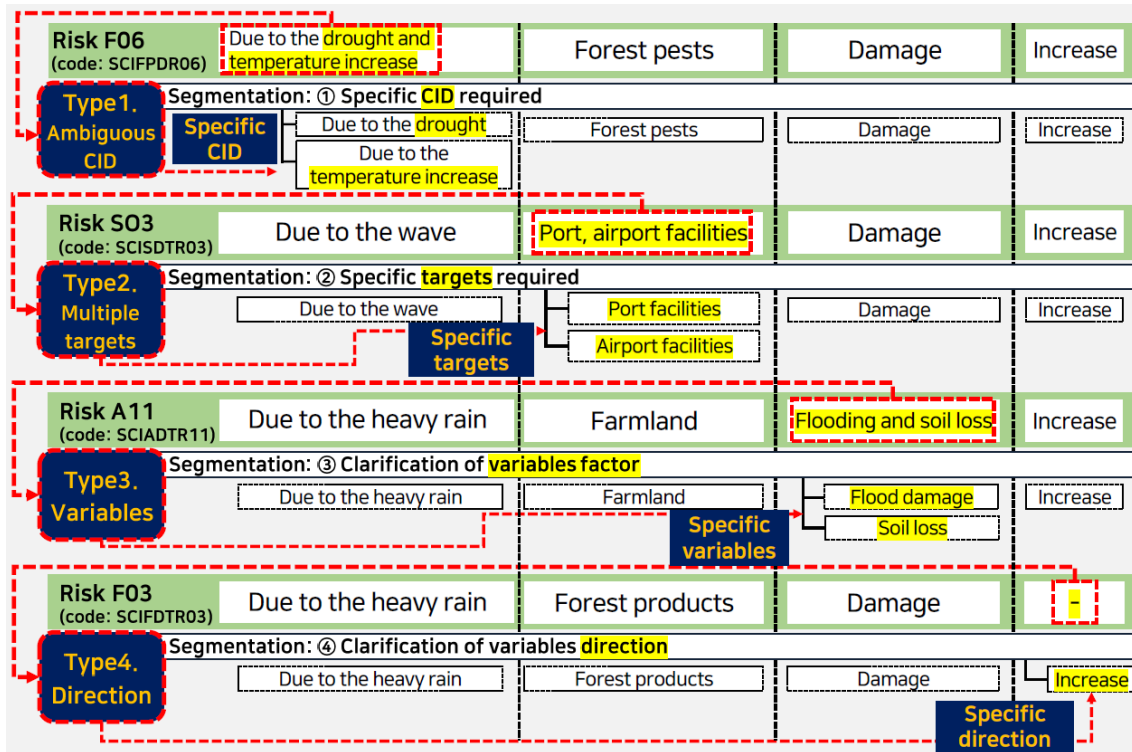


Fig. 2. The completeness diagnostic algorithm of national climate risk with 4 type(ambiguous CID, multiple targets, variables factor, variables direction). (Suggestion)

한 예시는 다음과 같다. 먼저 ‘영향/결과 명확화(Type 3)’ 단계는 ‘폭우로 인한 농경지 침수 피해 증가’와 ‘폭우로 인한 농경지 토양 유실 피해 증가’와 같이 하나의 리스크에 복합적으로 내포된 영향과 결과를 명확히 구분하여 세분된 정보 제공을 가능하게 한다. 실제로 강수량의 증가는 홍수 피해뿐 아니라 산사태 발생 위험의 증가에도 영향을 끼칠 수 있으며, 이는 사회기반시설 파괴 및 인명 피해를 초래할 수 있다. ‘영향의 방향성 명확화(Type 4)’ 단계는 “기후변화로 인한 임산물 피해”와 같이 영향의 방향성이 불분명한 리스크를 “기후변화로 인한 임산물 피해 증가”와 같이 구체화하여 리스크 분석의 정확성을 높인다. 이는 기후변화가 일부 지역의 강수 패턴의 변화를 초래하여 특정 작물의 생산량 감소를 초래할 수 있지만, 다른 지역에서는 오히려 생산량 증가를 가져올 수 있기 때문이다. 이러한 4단계의 진단 과정을 거쳐 재구성된 국가 기후리스크는 KADT의 양방향 분류체계와 더욱 유기적으로 연계될 수 있다.

이렇게 개선된 국가 기후리스크 완결성 검증 알고리즘을 활용하여 본 연구는 강화대책에 제시된 72개 국가 기

후리스크에 적용하여 118개의 세분화된 리스크를 도출하고, 이를 KADT 세분류에 체계적으로 반영하였다. 이는 국가 기후리스크를 더욱 정교하게 식별하고 관리하기 위한 토대가 될 것이다. 또한 본 알고리즘은 향후 새로운 국가 기후리스크 정보를 KADT에 효율적으로 연계하고, 과학적 근거 기반의 적응 정책 수립 및 이행에 필수적인 기반을 마련하는 데 기여할 수 있을 것이다. 다만 후속 연구를 통하여 알고리즘의 지속적 고도화를 수행하고, 이를 위해 전문가 검토를 수행하여 세부 유형 및 기준의 타당성 확보, 알고리즘의 확장성 및 유연성 제고 등 보완이 필요하다.

### 3.2. KADT 구조 상세화

#### 3.2.1. 상향식 분류체계

KADT 상향식 분류체계는 기후변화와 관련된 다양한 영향 요인 및 범주를 구체적으로 식별하기 위한 것으로 기후영향인자(Climate Impact Drivers, CID)를 기반으로 하며, 국내 기후위기 적응정보와의 호환성 및 활용성을



Table 6. The bottom-up classification of KADT (Suggestion)

CID Type	CID categories		Code
	Category 1	Category 2	
Precipitation (P)	Precipitation (PR)	Precipitation change	PRCN
	Rainfall (RN)	Increase in rainy days	IRND
		Change in rainfall pattern	CRNP
		Heavy rain	HVRN
	Dryness (DR)	Drought	DRGT
	Snow/Ice (SI)	Frost	FRST
		Hail	HAIL
Heavy snowfall		HVSN	
Temperature (T)	Temperature change (TC)	Temperature change	TPCN
		Diurnal range	DIRG
	High temperature (HT)	Temperature increase	TPIC
		Tropical night	TRNT
		Abnormally high temperature	HTMP
		Heat wave	HWAV
	Low temperature (LT)	Abnormally low temperature	LTMP
Cold wave		CWAV	
Atmosphere (A)	Atmospheric phenomena (AT)	Strong wind	STWD
		Typhoon	TYPN
	Air pollution (AP)	Air pollution	ARPL
	Wind (WD)	Wind speed	WNSP
		Wind direction	WNDI
Humidity (HM)	Humidity	HUMI	
Marine (M)	Marine phenomena (MP)	Wave	WAVE
		Surge	SRGE
	Marine environment (ME)	Mean sea level rise	SLVR
		Sea surface temperature rise	STPR
		Abnormally sea surface temperature	ASTP
	Ocean acidification	OACD	
Error	Error	CID specification required	-

극대화하기 위해 구조적 개선을 수행하였다. 본 연구에서는 IPCC AR6의 CID 구조 및 기상청(KMA)의 기상현상 분류를 참고하여 국내 상황에 최적화된 5개 유형 (Types)-14개 소유형(mid-Type)-29개 범주(Categories) 체계를 시스템 코드와 함께 제안하였다(Table 6).

구체적으로, 기존 CID의 “강수/건조” 유형은 “강수”와 “건조” 2개의 유형으로 분리하고, “눈/얼음”은 “강수” 유형의 소유형으로 재분류하여 분류체계의 논리성을 강화하였다. 또한, 강화대책 분석 과정에서 “기후위기” 또는 “극한기상”과 같이 모호하게 표현된 CID를 명확하게 표현하기 위해 “오류-CID 특정 필요” 범주를 추가하였다.

본 연구에서 제안한 “국가 기후리스크 완결성 진단 알고리즘”은 모호한 CID 표현을 구체적인 CID로 특정하여 분류체계의 정확성을 높이는 데 활용될 수 있을 것이다. 예를 들어, 강화대책의 리스크 중 하나인 E05(기후변화로 인한 멸종위기종 및 희귀/보호종 서식지 감소) 리스크는 “기온 상승”, “강수량 변화”, “극한 기온” 등 구체적인 CID로 세분화하여 표현할 수 있다. 이처럼 KADT 상향식 분류구조는 국내 기후영향요인을 명확하게 나타내고, IPCC AR6의 CID를 기반으로 국제적 호환성을 확보하여 향후 국내·외 적응 정책 수립 및 의사결정 지원에 실질적으로 기여할 수 있을 것으로 판단된다.



Table 7. The Top-down classification of KADT SCI category (Suggestion)

High class (code)	Middle class (code)	Low class	
		Index	Code
Scientifically based information (SCI)	Water environment (W)	Water quantity	WQUAN
		Water quality	WQUAL
		River facilities	RIVFC
	Ecosystem (E)	Freshwater ecosystem	FWECO
		Island ecosystem	ISECO
		Terrestrial ecosystem	TSECO
		Integrated ecosystem	INTEC
		Marine ecosystem	MRECO
		Endangered/Protected species	PRTCS
	Forest (F)	Forest stream	FSTRM
		Forest pests and diseases	FRPND
		Forest ecosystem	FRECO
		Forest disasters	FRDST
		Forest products	FRPRD
	Land, transport (L)	Transportation	TRNSP
		Facilities	FACIL
		Residential areas	RESAR
	Agriculture, food & rural (A)	Vulnerable areas	VULAR
		Agricultural water facility	AGWFC
		Agricultural environment	AGENV
		Agricultural and livestock facility	AGLFC
		Pests and diseases	PSTDS
	Oceans & fisheries (O)	Productivity	PRDCT
		Fisheries resources	FIRSS
		Coastal erosion and sedimentation	CSENS
		Inundation and flooding	FLOOD
		Coastal water management	CWMNG
		Coastal facilities	CSTFC
	Health & welfare (H)	Infectious diseases	INFDS
		Zoonotic diseases	ZOODS
		Kidney diseases	KIDDS
		Cardio-cerebrovascular diseases	CARDS
		Heat and cold-related diseases	HNCDS
		Mental disorders	MENDS
		Respiratory and allergic diseases	READS
	Industries (I)	Electricity facilities	ELEFC
		Industry	INDST
		Energy usage	ENUSE
		Trade	TRADE
	Common application (C)	Climate scenarios	CLISC

3.2.2. 하향식 분류체계

KADT 하향식 분류체계는 정책결정자 및 적응대책 담당자 등의 활용 편의를 고려하여 국가 기후위기 리스크 기반의 대분류-중분류-소분류-세분류의 계층적 구조를 통해 방대한 기후위기 적응정보에 대한 효율적인 접근을 지원한다. 본 연구에서는 기존 KADT 하향식 분류체계를 기반으로 SCI, SOL, PEV 각 분류체계 별 개선을 진행하였다. 첫째, 대분류 SCI의 기존 22개의 소분류 항목은 기후위기 리스크 관리 대상 중심으로 재분류하여 총 40개의 소분류 항목으로 세분화였다. 이에 따라 물환경(3개), 생태계(6개), 산림(5개), 국토·교통(4개), 농업·축산·식품(5개), 해양·수산(5개), 보건·복지(7개), 산업(4개), 공통 활용(1개)의 소분류 항목에 시스템 코드를 부여하여 기후위기 영향 및 취약성 관련 정보를 좀 더 체계적으로 분류·연계될 수 있도록 하였다(Table 7).

이에 따르면 “국가 기후위기 리스크 완결성 진단 알고리즘”을 통해 도출된 118개의 기후위기 리스크는 각 리스크의 관리 대상을 중심으로 40개의 소분류 항목에 매칭시킬 수 있다. 둘째, 대분류 SOL은 “제3차 국가 기후변화 적응 강화 대책 세부시행계획”에서 제시되는 226개 과제를 KADT의 9개 중분류 체계에 따라 재분류하였다. 기존 강화대책의 4대 정책을 소분류 항목 수준에 그대로 활용하면 중복 사업이 발생할 수 있어 이를 방지하고자 1) 과학기반 관리, 2) 안전체계 관리, 3) 인프라 관리, 4) 거버넌스 관리의 4가지 소분류 항목을 새롭게 정의하였으며, 이를 모든 중분류에 공통적으로 적용하면 총 36개의 상세 항목이 도출되며, 최종적으로 226개의 과제와 연결된다 (Table 8).

마지막으로 대분류 PEV는 ‘지방 기후위기 적응대책 목

록’ 8,374건을 토대로 소분류 체계를 마련하였다. 각 지방 적응 대책을 KADT 중분류에 자동으로 할당하기 위한 분류 기준을 수립하였으며, 산림/생태계, 국토/연안, 농수산 등 일부 지방 적응 대책 부분의 경우 KADT 중분류 항목이 혼재되어 있어 해당 부문 내 세부 대책을 검토하여 수동 분류를 진행하였다.

이에 PEV의 소분류에 공통으로 적용할 수 있는 12개 항목(적응정보 생산관리, 재해예방 및 대응, 정책&계획 수립 및 활용, 시설관리 정책, 자연환경 관리 정책, 연구개발, 건강 관리 정책, 병충해 관리 정책, 교육&홍보 정책, 기후위기 적응 지원사업, 기후위기 적응 환경조성, 미분류)을 정의하고, 이를 PEV의 모든 중분류에 공통적으로 적용하면 총 108개의 세부 항목이 도출되며, 8,374개의 적응대책 목록과 최종적으로 연결된다(Table 9).

다만 이러한 수동적 분류과정은 향후 Random Forest, Naive Bayes Classification 등 다양한 머신러닝 알고리즘을 활용하여 미분류 항목을 최소화하고 분류 작업의 효율성을 향상하는 방향으로 개선될 필요가 있다(Sokolova and Lapalme, 2009).

3.3. 적응정보 공통포맷

기후위기 적응정책 수립을 위한 KADT와 연계된 국가 기후리스크 평가 체계의 효과적 활용을 위해서는 지리 공간 데이터, 기후 관련 피해 통계, 그리고 관련 관측 및 예측 모델에 관한 데이터는 필수적이다. 본 연구는 선행 연구에서 제시된 KADT 프레임워크를 기반으로, 실제 적응정보를 표준화하고 활용할 수 있는 형태로 제공하기 위한 적응정보 공통포맷(안)을 개발하는 데 중점을 두었다. KADT는 기후위기 적응정보의 코드화 및 표준화를 통해

Table 8. The Top-down classification of KADT SOL category (Suggestion)

High class (code)	Middle class (code)	Low class
Adaptation solutions·options (SOL)	Water environment (W)	Science-based management
	Ecosystem (E)	
	Forest (F)	Safety system management
	Land, transport (L)	
Agriculture, food & rural (A)	Infrastructure management	
Oceans & fisheries (O)		
Health & welfare (H)	Governance management	
Industries (I)		
Common application (C)		

Table 9. The Top-down classification of KADT PEV category (Suggestion)

High class (code)	Middle class (code)	Low class
Policy evaluation·governance (PEV)	Water environment (W) Ecosystem (E) Forest (F) Land, transport (L) Agriculture, food & rural (A) Oceans & fisheries (O) Health & welfare (H) Industries (I) Common application (C)	Adaptation information production management
		Disaster prevention and response
		Policy & plan establishment
		Facility management policy
		Natural environment management policy
		Research and development
		Health management policy
		Pest management policy
		Education & public relations policy
		Climate adaptation support project
		Climate adaptation environment creation
		Unclassified

Table 10. The framework of adaptation information standard format (Suggestion)

Code	1. Spatial-temporal data	2. Observation·prediction data	3. Law·reports	n <sup>th</sup> column
SCIWWQUAN01_PRN HVRN	Seoul, Gangnamgu 1 km×1 km year.mm.dd	- Flood damage - Precipitation	- Embankment installation standards - Adaptation measured reports	Offer as self-internal data & Linked data (open API)
SCIEFWECO01 _PDRDRGT	- Spatial data - Temporal data - Resolution - Population	- Damage history - Observation data - Prediction data - Numerical model input data	- Reduction tech. manual - Policy implementation - The national climate change adaptation plan - Framework Act Law	
SCIFFSTRM01 _PDRDRGT				
SCIAAGWFC01 _PDRDRGT				
SCILRESAR01 _PRNHVRN				
SCIHINFDS01 _THHTTPIC				
SOLWSCIMG11 _PRNHVRN				
PEVWDPVNM01_PRN HVRN				
m <sup>th</sup> code				

부문 및 부처별로 산재된 정보의 중복 구축을 방지하고 효율적인 관리를 가능하게 한다. 본 연구는 이러한 KADT의 특징을 바탕으로, 특정 코드 및 지역별 맞춤형 적응정보를 제공할 수 있는 적응정보 공통포맷(안)의 구성 방향

을 제시하였다(Table 10).

본 연구에서 제안하는 적응정보 공통포맷은 KADT의 세부 분류체계를 기반으로 시스템 코드를 구성하고, 각 코드에 해당하는 지리 공간정보, 기후 관련 피해 통계, 관

측 및 예측 데이터, 적응 해법 및 정책 정보 등을 연계하는 방식으로 설계되었다. 또한, 환경부 내부 자원뿐만 아니라 다른 국가 기관에서 제공하는 적응정보와의 연계를 통해 정보 접근성 및 활용도를 높이고자 하였다. 적응정보 공통포맷(안)은 추후 연구 및 각 기관으로부터 제공받을 수 있는 정보의 형태를 고려하여 수집하는 정보의 항목을 늘려갈 계획이다.

이렇게 구축된 적응정보 공통포맷의 구조는 KADT의 양방향 분류체계에 내재된 국가 기후리스크 및 CID와 연계되어, 공간정보 및 적응정보의 표준화를 통해 데이터의 다양한 해석 관점을 조정하는 역할을 할 수 있을 것이다. 이는 궁극적으로 기후위기 적응 정책의 수립 및 이행에 있어 더욱 정확하고 효과적인 의사결정을 지원할 수 있을 것으로 기대된다.

### 3.4. KADT 효율성 평가

기후변화 영향평가 및 적응대책 보고서 작성은 방대한 데이터 검색 및 분석 작업으로 인해 상당한 복잡성을 수반하며, 여러 기관에서 생산된 데이터를 통합하는 과정에서 어려움을 자주 겪을 수 있다. 특히, 데이터 관리 또는 공유 체계가 없으면 데이터 수집 및 분석 과정의 비효율성, 표준화된 데이터 형식의 부재, 기관 간 협력 부족 등의 문제를 초래할 수 있다(Climate Change Committee, 2021; Patt et al., 2005). 국내 역시 데이터 관리의 책임이 주로 지자체에 집중되어 효율적인 정책 수립에 어려움을 겪고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 기능점수 산정방법론을 활용하여 KADT와 공통포맷 기반으로 향후 구축되는 종합플랫폼이 적응대책 세부시행계획 수립 보고서(이하 ‘적응대책 보고서’) 작성관련 업무의 효율성 향상에 끼치게 될 영향성을 분석해 보았다. 이를 위해 “제 2차 강남구 기후변화 적응대책 세부시행계획” 보고서를 대상으로 KADT 중분류 중 “물환경”에 부문에 초점을 맞춰 분석 작업을 수행하였다(Gangnam-gu Office, 2019). 본연구에서 제안하는 효율성 정량화 방법은 기존의 기능점수산정방법론이 소프트웨어 개발 등에 적용한 사례와는 다르게, KADT 기반 플랫폼 환경에서 데이터 처리 업무 전반의 효율성을 사전에 정량적으로 평가할 수 있다는 점에서 의의가 크다.

기존의 적응대책 보고서 작성 절차는 크게 세 가지 작업으로 분류된다. 첫째, “해당 정보가 있는 사이트에 접속하여 조회된 데이터를 내려받아 가공하는 작업”은 외부

조회(External Query, EQ)와 내부 논리 파일(Internal Logical File, ILF) 기능 유형으로 구성되며, 외부 시스템에서 데이터를 추출하고 가공하는 작업 특성상 복잡도는 쉬움(3 DETs, 1 FTR)에서 중간(4-15 DETs, 1-2 FTRs)으로 분석되었고, 평균 총 15회가 수행되었다. 둘째, “사이트에 접속하여 보고서를 내려받아 보고서 내에 있는 정보 및 데이터 추출” 작업 또한 외부 시스템 접근 및 정보 추출 작업으로, 외부 조회(EQ)와 외부 입력(External Input, EI) 기능 유형으로 구성되며, 복잡도는 쉬움(3 DETs, 1 FTR)에서 중간(4-15 DETs, 1-2 FTRs)으로 분석되었고, 평균 총 18회가 수행되었다. 셋째, “사이트에 접속하여 모델을 구동하여 결과 도출” 작업은 외부 출력(External Output, EO) 기능 유형으로 구성되며 (DET, RET, FTR 숫자 및 근거 명시 필요), 외부 시스템의 모델 실행 및 결과 확인 작업 특성상 복잡도는 쉬움(3 DETs, 1 FTR)에서 중간(4-15 DETs, 1-2 FTRs)으로 분석되었고, 평균 총 2회가 수행되었다. 각 작업의 기능점수를 합산한 결과, 기존 방식의 총 기능점수는 최소 266점에서 최대 364점으로 산정되었다. 또한 이를 바탕으로 업무 예상 소요 시간도 함께 추정하였다. 다만, 기능점수와 달리, ISO/IEC 20926:2009에서는 소요 시간을 산정하는 방식이 명시되지 않았으므로, 본 연구에서는 각 복잡도 별 소요 시간을 가정하여 추정하였다. 이때, 복잡도 별 소요 시간은 특정한 시간으로 지정할 수 없으므로 시간 범위로 설정하였다. 예상 소요 시간 산정식은 다음과 같다:

각 절차의 기능유형 복잡도에 따른 소요 시간 × 각 절차를 실행하는 횟수 (1)

이를 바탕으로 위에서 언급한 3가지의 절차에 따라 기존의 적응대책 보고서 작성 방식의 소요 시간을 산정해 본 결과 최소 68시간에서 최대 272시간이 도출되었다. 대한민국의 근로기준법상 일반근로자의 하루 법정 근로시간은 8시간이며, 이를 바탕으로 작업 날짜를 계산하면 최소 8.5일에서 최대 34일이 소요되는 것으로 추정된다(Fig. 3).

반면, KADT가 도입된 이후 예상되는 업무 절차는 다음과 같다. 첫째, “KADT 내 하향식 분류체계의 SCI, SOL, PEV 대분류에서 해당하는 세분류 조회” 작업은 외부 조회(EQ) 기능 유형으로, KADT 시스템 내부 데이터 조회 작업으로 복잡도는 낮음(3 DETs, 1 FTR)으로 분석되며, 약 6회에서 9회 수행될 것으로 예상된다. 둘째, “상향식 분류체계에서 연결된 CID 조회” 작업 역시 외부 조

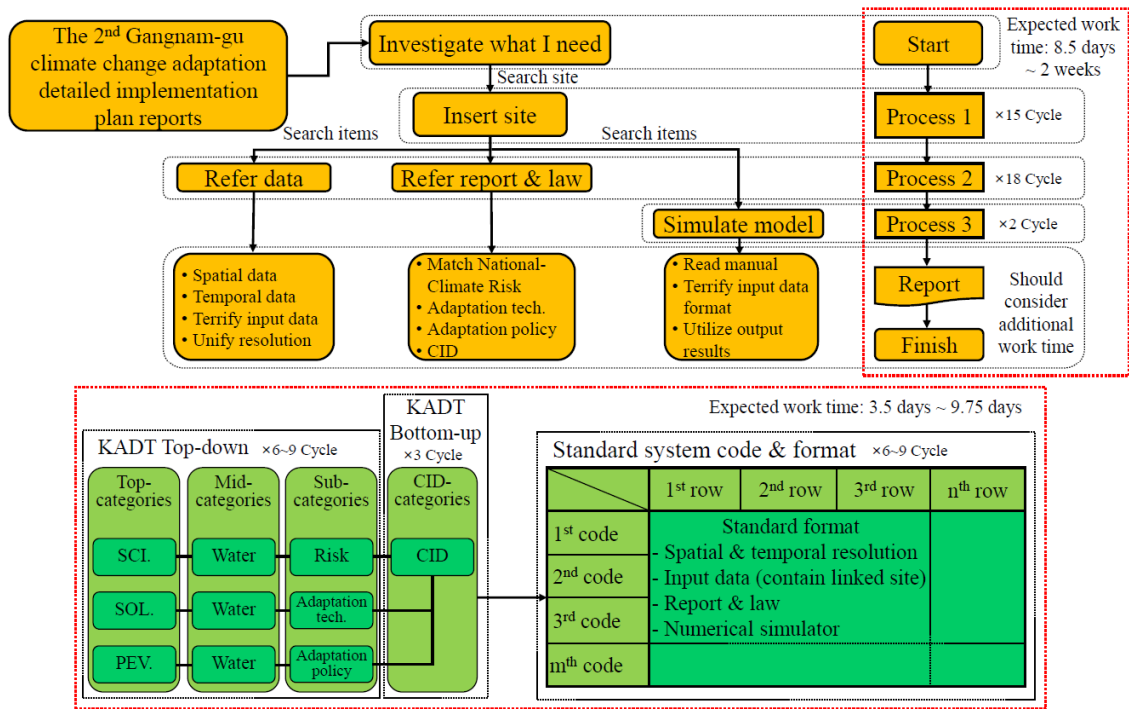


Fig. 3. The framework and function points calculation process of each work procedure

회(EQ) 기능 유형으로, KADT 시스템 내부 데이터 조회 작업으로 복잡도는 낮음(3 DETs, 1 FTR)으로 산정되며, 약 3회 수행될 것으로 산정하였다. 셋째, “공통포맷에서 특정 지역의 피해 현황, 관측 데이터, 예측 데이터, 기후 데이터를 링크된 사이트를 통해 접속하여 데이터 조회 및 내부에 저장된 데이터 조회” 작업은 외부 조회(EQ)와 내부 논리 파일(ILF) 기능 유형으로 구성되며, 데이터 연동 및 시스템 통합으로 인해 복잡도는 각각 중간~높음(4-6 DETs), (10-15 DETs)으로 간주하고, 약 6회에서 9회 수행될 것으로 책정하였다. 이에 따라 KADT 방식의 총 기능 점수는 최소 120점에서 최대 240점으로 산정되었으며, 예상 소요 시간은 최소 27시간에서 최대 78시간이 도출되었다. 이를 바탕으로 작업 날짜를 계산하면 최소 약 3.5일에서 최대 약 9.75일이 소요되는 것으로 추정된다(Fig. 3). 결과적으로, KADT 도입 후 업무 효율은 기존 방식 대비 최소 50%에서 최대 120%까지 향상될 수 있을 것으로 예상되며, 소요 업무시간은 약 5일~2주일 정도 단축할 수 있을 것으로 기대된다. 이는 KADT를 통해 적응대책 보고서 작성 업무의 복잡도를 낮추고 유관 업무의 효율성을 극대화할 수 있음을 의미한다.

#### 4. 토의

본 연구는 적응정보를 효율적으로 관리하고 활용하기 위해, 선행 연구에서 제시하였던 의사결정트리틀 국가 기후리스크 완결성 진단 알고리즘으로 보완하고 KADT의 구조를 개선하였다. 또한, KADT와 연계되는 적응정보 공통포맷의 구축 방향을 제시하였으며, 기능점수 산정방법론을 적용하여 KADT의 실효성을 검토하였다. 그러나 여기에는 몇 가지의 개선 가능성을 내포하고 있으며, 이는 추후 연구를 통해 지속해서 발전시켜 나갈 계획이다.

첫째, KADT의 양방향 분류체계는 적응정보를 효율적으로 활용할 수 있도록 하지만, 실제로 시스템을 구현하거나 운영하는 과정에서 발생할 수 있는 기술적·제도적 측면에서의 개선이 필요하다. 예를 들어, KADT에 따라 부처별 관측 및 예측 데이터를 연계하는 과정에서 데이터의 유무 및 호환성 등을 고려하여야 한다. 또한, 추후 KADT 기반의 종합플랫폼 구축 시, 운영 및 유지보수, 데이터 원본 제공 및 업데이트 빈도 등 제도적 측면에서 검토가 요구된다. 따라서, KADT에 기반한 정보관리체계(종합플랫폼)의 서비스가 시작되기 전에, 시범운영 등을 통해 시스템의 안정성 및 사용자의 편의성을 평가하고, 그 외에도 발생할

수 있는 문제점 등을 파악하는 등 추후 연구를 통해 지속해서 개선하여야 한다. 이 과정은 현재 국립환경과학원의 국가 기후위기 적응센터를 중심으로 10개의 적응정보 생산기관 전문가들로 구성되어 운영 중인 “국가 기후위기 적응연구 협의체”를 중심으로 향후 협력체계를 확대하여 지속적으로 검증할 예정이다. 둘째, 적응정보 공통포맷은 아직 개발 단계로 추후 연구를 통해 보완할 예정이며, 국제적 호환성 등도 함께 고려할 예정이다. 특히, 적응정보는 국내뿐 아니라 국제협력도 중요하므로, 개발 초기 단계부터 국제표준과의 연계성을 고려하는 것이 중요하다(IPCC, 2014). 따라서, 향후 연구에서는 한국표준(KS) 및 국제표준(ISO)과 호환성을 확보하여 범용성을 강화해야 할 것이다. 다음으로, 기능점수산정방법론에 기반하여 적응 대책 업무의 효율성을 정량적으로 평가하였던 과정 또한 KADT의 완성과 더불어 개선할 것이다. 현재까지 기능점수산정방법론은 국내외 연구에서 소프트웨어 개발 및 품질 향상 등에 제한적으로만 활용되었으나, 본 연구를 통해 국가의 공공정보 서비스 플랫폼 환경에서의 데이터 수집, 가공, 분석 등 업무 절차 전반을 정량화하고 효율성을 평가하는 방법으로 활용될 수 있음을 보여주었다. 특히 기후위기 적응대책 보고서 작성 등의 업무는 기존의 소프트웨어 개발 프로젝트와 달리 명확한 기능적 요구사항이나 표준화된 업무 절차가 없어 기능점수산정방법론을 그대로 적용하기가 곤란하다. 하지만 본 연구는 KADT에 기반하여 관련 업무 절차를 데이터 기능 및 트랜잭션 기능 관점에서 정량화하고 기능점수를 산정하였다. 이는 향후 KADT 기반의 종합플랫폼과 이와 유사한 정보시스템 구축 시 경제적 활용 가치를 객관적으로 평가하는 근거를 제시할 수 있다는 점에서 의의가 크다. 다만 본 연구에서 산정한 각 업무의 기능점수 및 예상소요시간은 적응대책 보고서 작성 업무 중 “물환경” 부문의 분석 업무에만 한정된 것으로, 향후 산림, 생태계, 농업 등 전 부문을 확대하고, 정보 분석과 편집 등과 같이 업무량의 증가에 따라 효율성을 평가하는 방식도 새롭게 보완되어야 할 것이다. 특히, 본 연구에서 추정하였던 업무 소요 시간은 수행자의 숙련도를 반영하지 않았으므로, 향후 KADT와 이에 기반한 종합플랫폼이 완성되면 사용자를 대상으로 업무 절차를 좀 더 정량적으로 재구성하고 작업자의 숙련도별 업무 효율성 등을 자세하게 분석하여 기능점수를 재산정하는 과정이 필요하다. 이러한 재산정 과정을 통하여 정확한 기능점수 및 소요 시간 산정 방법이 보완 된다면, 종합플랫폼뿐 아니라 유관 정보시스템들을 활용한 업무의 효율성을

평가하거나, 개발·구축 및 운영과 관련하여 예산 수립의 정량적 근거를 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

## 5. 결론

전 세계적으로 기후변화로 인한 피해가 증가함에 따라 온실가스 배출 저감 노력이 활발히 진행되고 있으나, 이미 배출된 온실가스의 누적 효과로 인해 기후변화 및 그에 따른 피해는 불가피할 것으로 전망된다(IPCC, 2021). 이에 따라 현재는 탄소 감축과 더불어 기후위기에 대한 적응의 중요성이 강조되고 있으며, 과학적 근거에 기반한 효과적인 적응 대책 수립을 위해서는 신뢰가 확보된 적응정보의 제공이 필수적이다(IPCC, 2022). 이러한 필요성에 따라, 본 연구는 선행 연구에서 제안된 KADT 구조를 세분화하고, “국가 기후리스크 완결성 진단 알고리즘”과 “적응정보 공통포맷” 등을 보완하였다. 또한, 기능점수산정방법론(ISO/IEC 20926:2009 (IFPUG FPA))을 활용하여 KADT 기반의 적응대책 수립 업무의 효율성을 정량적으로 평가하는 방법론을 개발하였으며, 기존의 적응대책 보고서 작성 업무에 적용하여 활용성을 검토하였다. “국가 기후리스크 완결성 진단 알고리즘”은 KADT의 양방향식 분류체계를 통해 국가 기후리스크의 완결성을 평가하거나 부족한 부분을 파악하여 보완할 수 있으므로, 향후 각 지자체가 지역 특성에 맞는 기후위기 적응대책을 수립하는 데 특히 유용하다. KADT의 상향식 분류구조는 IPCC AR6에서 제시하고 있는 CID와 기상청(KMA)의 기상현상 분류를 융합하고 목록을 세분화하는 개선 작업을 수행하여 호환성을 높였다. 또한 하향식 분류구조는 3대 분류(SCI, SOL, PEV)와 9중 분류(물환경, 생태계, 산림, 국토·교통, 농업·축산·식품, 해양·수산, 보건·복지, 산업, 공통활용)로 구성하였으며, 부문별 중점 관리 대상 지역과 항목들이 잘 매칭될 수 있도록 소분류 이하 분류구조를 각각 40/118(SCI) - 4/36(SOL) - 12/108(PEV)로 구체화하였다. 또한 KADT와 연계되는 적응정보 공통포맷은 국가 기후리스크, 적응 대책 등 핵심 정보들과 쉽게 연계되고, 메타데이터, 시공간 정보, 데이터 출처 등을 포함하여 정보의 신뢰성 및 활용성을 높일 수 있도록 설계 방향을 제시하였다. 최종적으로 KADT와 적응정보 공통포맷이 종합플랫폼 형태로 구축되었을 때를 가정하여, 기존 적응대책을 수립하기 위한 보고서 작성 절차를 단계별로 구조화하고, 기능점수 방법론을 적용하여 그 효율성을 정량적으로 평가하였다. 그 결과, KADT기반 종합플랫폼의 적응대책

수립 업무 관련 기능점수는 최소 120점에서 최대 240점으로 산정되었으며, 이는 기존의 수동방식(최소 266점, 최대 364점) 대비 50%에서 최대 120% 이상(5일~2주일)의 업무 효율성 향상을 기대해 볼 수 있었다. 본 연구 결과는 우리나라의 국가 기후위기 적응정보 관리체계를 구축하는 데에 기반이 되며, 향후 지속적인 연구개발을 통해 국내뿐 아니라 적응정보 분야의 국제표준화를 선도하는 데 이바지할 수 있을 것이다. 특히, KADT는 국내 환경뿐만 아니라 국제적으로도 통용되고 있는 CID를 활용할 수 있도록 설계되었기 때문에, 추가적인 연구개발과 개선을 통해 국제표준 분류체제로 발전할 수 있는 잠재력이 매우 높다. 아울러 KADT를 포함한 국가 기후위기 적응정보 종합플랫폼이 구현되어 서비스 제공을 시작하게 된다면, 국내의 적응 관련 정책뿐 아니라 ODA (Official Development Assistance) 사업 등을 통해 향후 개도국의 기후변화 적응 역량 강화와 정보 접근성 향상에도 크게 이바지할 수 있을 것이다.

## 사사

본 논문은 환경부의 재원으로 국립환경과학원의 지원을 받아 수행하였습니다(NIER-2024-01-01-007).

## References

- Abraham S, Poels G, Pastor O. 2004. Evaluating a functional size measurement method for Web applications: An empirical analysis. *Proceedings of the 10th International Symposium on Software Metrics*; 2004 Sep 11~Sep 17; Chicago, IL: IEEE. p. 358-369.
- Abran A, Robillard PN. 1996. Function points analysis: An empirical study of its measurement processes. *IEEE Trans Softw Eng* 22(12): 895-910.
- Brasseur GP, Gallardo L. 2016. Climate services: Lessons learned and future prospects. *Earth's Future* 4(3): 79-89. doi: 10.1002/2015EF000338
- Chen H, Chiang RHL, Storey VC. 2012. Business intelligence and analytics: From big data to big impact. *MIS Q* 36(4): 1165-1188.
- Climate Change Committee. 2021. The sixth carbon budget: The UK's path to Net Zero. [accessed 2024 Aug 1]. <https://www.theccc.org.uk/publication/sixth-carbon-budget/>
- EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 2021. Climate change adaptation resource center (ARC-X). [accessed 2024 Aug 1]. <https://www.epa.gov/arc-x>
- European Commission. 2020. EU taxonomy for sustainable activities. [accessed 2024 Aug 1]. [https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities\\_en](https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities_en)
- European Environment Agency. 2019. Sharing adaptation information across Europe. [accessed 2024 Aug 1]. <https://climate-adapt.eea.europa.eu/>
- Fetcke T, Abran A, Nguyen TH. 1997. Mapping the OO-Jacobson approach into function point analysis. *Proceedings of TOOLS USA 97. International Conference on Technology of Object Oriented Systems and Languages*; 1997 Aug 1; Santa Barbara, CA: IEEE. p. 192-202.
- Füssel HM. 2007. Adaptation planning for climate change: Concepts, assessment approaches, and key lessons. *Sustain Sci* 2(2): 265-275.
- Gangnam-gu Office. 2019. The 2nd Gangnam-gu climate change adaptation detailed implementation plan (2020-2024). Seoul, Korea: Author.
- Hewitt CD, Allis E, Mason SJ, Muth M, Pulwarty R, Shumake-Guillemot J, Bucher A, Brunet M, Fischer AM, Hama AM, et al. 2020. Making society climate resilient: International progress under the global framework for climate services. *Bull Am Meteorol Soc* 101(2): E237-E252. doi: 10.1175/BAMS-D-18-0211.1
- IPCC (Intergovernmental Panel On Climate Change). 2014. Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects. Contribution of working group II to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC (Intergovernmental Panel On Climate Change). 2018. Summary for policymakers. In: Masson-Delmotte V, Zhai P, Pörtner H-O, Roberts D, Skea J, Shukla PR, Pirani A, Moufouma-Okia W, Péan C, Pidcock R, et al. (eds). *Global warming of 1.5°C. An IPCC special*



- report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Cambridge: Cambridge University Press. p. 3-24. doi: 10.1017/9781009157940.001
- IPCC (Intergovernmental Panel On Climate Change). 2021. Climate change 2021 - The physical science basis: Working group I contribution to the sixth assessment report of the Intergovernmental Panel On Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press. doi: 10.1017/9781009157896
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2022. Climate change 2022 - Impacts, adaptation and vulnerability: Working group II contribution to the sixth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press. doi: 10.1017/9781009325844
- ISO (International Organization for Standardization). 2004. Information technology — Software measurement — Functional size measurement — Part 5: Determination of functional domains for use with functional size measurement. Geneva, Switzerland: Author. ISO/IEC TR 14143-5:2004.
- ISO (International Organization for Standardization). 2007. Information technology — Software measurement — Functional size measurement — Part 1: Definition of concepts. Geneva, Switzerland: Author. ISO/IEC 14143-1:2007.
- ISO (International Organization for Standardization). 2019. Adaptation to climate change — Principles, requirements and guidelines. Geneva, Switzerland: Author. ISO 14090:2019.
- Karali E, Mattern K. 2017. Communicating climate change adaptation information using web-based platforms. *Adv Sci Res* 14: 241-245.
- Kim JH, Kim MC, Lee CH, Kim HM, Lee EJ. 2018. Climate technology, information system, convention on climate change (in Korean with English abstract). Incheon, Korea: National Institute of Green Technology. Report No. 2018-12.
- Koo B, Kang K, Lee S. 2017. A study on the difference of software development productivity according to the characteristics of public information projects (in Korean with English abstract). *J Inf Technol Archit* 14(1): 11-30.
- Laudon KC, Laudon JP. 2021. Management information systems: Managing the digital firm, 17th edn. New York: Pearson.
- Ministry of Environment. 2023. The third enhancement of national climate crisis adaptation plan. Sejong, Korea: Author.
- Park C, Shin S, Lee H. 2003. A study on the function point size prediction method suitable for domestic software development projects (in Korean with English abstract). *Korean Manag Sci Rev* 20(2): 179-196.
- Patt A, Klein RJ, de la Vega-Leinert A. 2005. Taking the uncertainty in climate-change vulnerability assessment seriously. *Comptes Rendus Geoscience* 337(4): 411-424.
- Seo DH, Oh Y, Lee EJ, Jin H, Jeon SW, Kim J, Roh S-A, Baek J, Lim C, Yoo M. 2023. Development of a standard classification system for climate crisis adaptation information: Part-I. Overview and framework (in Korean with English abstract). *J Clim Change Res* 14(6-2): 903-918. doi: 10.15531/KSCCR.2023.14.6.903
- Sokolova M, Lapalme G. 2009. A systematic analysis of performance measures for classification tasks. *Inf Process Manag* 45(4): 427-437. doi: 10.1016/j.ipm.2009.03.002
- Umweltbundesamt. 2019. Monitoringbericht 2019: Zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. [accessed 2024 Aug 1]. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/monitoringbericht-2019>
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). 2016. Enhancing implementation of technology needs assessments. [accessed 2024 Aug 1]. <https://unfccc.int/ttclear/tna>
- WMO (World Meteorological Organization). 2024. State of the global climate 2023. Geneva, Switzerland: Author.