

기후변화 대응을 위한 지속가능한
물관리 정책 및 법제연구
- 물·에너지·식량 상호연관성(Nexus)에 기반한
통합관리를 중심으로

윤인숙



기후변화 대응을 위한 지속가능한 물관리 정책 및 법제연구

-물 · 에너지 · 식량 상호연관성(Nexus)에 기반한
통합관리를 중심으로-

A Study on Water Resource Management Policy and Legislation in
Response to Climate Change

연구책임자 : 윤인숙(부연구위원)

Yoon, In-Sook

2017. 10. 30.



한국법제연구원
KOREA LEGISLATION RESEARCH INSTITUTE

요약문

I. 배경 및 목적

- ▶ 세계적으로 기후변화에 따른 이용 가능한 수자원의 시공간적 변동 등으로 인하여 미래 수자원 부족 현상이 심화될 것으로 예상됨
 - WEF(2011)에서는 미래 인구 증가에 따른 농업용 수요량의 증가로 2030년에는 현재 대비 40% 이상의 새로운 수자원이 필요할 것으로 예측하고 있음

- ▶ Global Risks 2014(World Economic Forum: WEF, 2014)에서 제시한 발생 가능성과 영향력이 큰 10대 글로벌 위험요인 중에 4개의 항목이 직·간접적으로 물 안보, 에너지 안보, 식량 안보와 관련되어 있음
 - 미래에는 새로운 물, 에너지, 식량 관리의 패러다임이 필요함을 시사하며 특히, 물과 식량 안보는 경제, 환경, 사회적인 요인들과의 연관성이 높기 때문에 개별적인 분석에서 탈피하여 요인들 간의 상호보완적인 대처방안의 중요성이 높아지고 있음
 - 미래의 지속가능한 자원 관리를 위해서는 물과 식량 안보와 관련된 요인들의 연계 해석이 중요한 이슈가 될 수 있음

- 지금까지의 물-식량-에너지-기후 연계 관련 연구는 각 부분별 요인 분석 또는 기후변화에 따른 영향 평가 등에 집중되어 있었으나, 물, 에너지, 식량은 상호관련성을 띠고 있으며 기후변화에 영향을 미치는 요인들이기 때문에 상호간의 연계성을 고려한 통합적인 연구 방법론이 필요함

II. 주요 내용

▶ 본 연구는 물·에너지·식량 넥서스 연구방법론의 개념과 그 규범적 의미, 기술 현황 및 관련 정책의 주요 내용에 대해 살펴보고자 함

- 기후변화가 물, 에너지 식량 자원에 미치는 영향과 물, 에너지 식량 자원의 상호연관성에 대해 논의하고 넥서스 개념 정리와 국내·외 관련 연구 동향을 분석하고자 함
- 물·에너지·식량 넥서스 관련 시장 동향과 기술 활용 현황을 살펴보며 특히 미국 텍사스와 남아프리카 등의 실증 연구 단지를 소개함

▶ 관련 분야에서 선진적인 연구 및 정책 입안을 실시하고 있는 미국, 독일 등 국외의 관련 정책 및 법제를 분석하고 국내의 정책 및 제도에 대해서 살펴보고자 함

- 국내 정책 및 법제도에의 시사점을 분석하여 정책적 반영도를 높이고 관련 법제의 도입 및 개선을 위한 방향성을 제시하고자 함

Ⅲ. 기대효과

- 물-식량-에너지 넥서스에 기반한 수자원 통합관리에 대한 국제적 논의 검토
- 기후변화 대응에 있어서 지속가능한 수자원 관리를 위한 통합적 접근방법의 법·제도적 시사점 도출
- 향후 관련 입법 추진 시 근거자료로 활용함

▶ 주제어 : 물-에너지-식량 넥서스, 기후변화, 물 부족, 자원 안보

Abstract

I. Backgrounds and Objectives

- ▶ It is expected that water scarcity gets far worse due to spatiotemporal change of available water resources caused by global climate change.
 - WEF(2011) expects that 40% further water resources than today is needed by 2030 because of a rise in demand for agriculture caused by population growth.
 - OECD-FAO is analyzing change of demand following interaction among natural resources while demand for water, food and energy increases in 2050

- ▶ Out of ten global risks of highest concerns published by Global Risks 2014(World Economic Forum: WEF, 2014), four risks are directly and indirectly related to water security, energy security and food security.
 - This show the need for new paradigm to manage water, energy and food for the future. In particular, security of water and food closely correlates to economic, environmental and social factors so that counter measures mutual complementary to those factors beyond individual analyses come more important.
 - An interpretation associated with factors related to water and food securities may become an important issue for sustainable management of natural resources in the future.

- Studies on water, food, energy and climate nexus have focused on analyses of individual factors or climate change impact assessments so far. However, climate, water, energy and food have an influence on each other, so that comprehensive analyses and impact assessments taking account of nexus of each other are required.

II. Main Content

- ▶ This study is to find the concept and normative meaning of study methodology of and the current status technology of water-energy-food nexus, and main content of the relevant policies.
 - Discussing an influence of climate change on water, energy and food resources and correlation of the resources with each other, and studying on the concept of nexus, and analyzing a trend of the relevant study from home and abroad.
 - Examining a market trend related to water, energy and food nexus and the current status of use of the relevant technology, and introducing empirical research complexes in Texas in U.S and South Africa, in particular.
- ▶ This is to analyze policies and legislation of foreign countries where advanced studies on the relevant field are conducted and the relevant policies are drawn up including U.S. and Germany, and to exam national policies and systems.

- Suggesting directions to analyze what policies and legal systems of the foreign countries suggest to those of Korea to better reflect them on national policies and, to introduce and improve the relevant legislation.

Ⅲ. 기대효과

- To introduce international development regarding Water-Food-Energy-based integrated management of water resource
- To draw suggestions in policies and legislation for sustainable water management in response to climate change
- To be utilized as reference for future legislation

▶ **Key Words:** Water-Energy-Food Nexus, Climate Change, Water scarcity, resource security

목차

기후변화 대응을 위한 지속가능한
물관리 정책 및 법제연구

korea legislation research institute

요약문	3
Abstract	7

제1장 서론 / 13

제1절 연구의 필요성 및 목적	15
1. 연구의 목적	17
제2절 연구의 방법과 범위	17
1. 연구방법	17
2. 연구 범위 및 기대효과	18

제2장 지속가능한 기후변화 대응과 물-식량-에너지 넥서스 / 19

제1절 기후변화가 수자원에 미치는 영향	21
1. 기후변화와 자원악화	21
2. 기후변화가 물에 미치는 영향	23
제2절 지속가능한 기후변화 대응과 물-에너지-식량 넥서스	25
1. 지속가능한 기후변화 대응	25
2. 물·식량·에너지 넥서스 접근법	29

제3장 물-식량-에너지 넥서스 해외 연구 동향 / 35

제1절 해외 넥서스 프레임 논의 현황	37
1. 세계경제포럼 넥서스 프레임	37
2. Bonn 넥서스 프레임	38
3. 국제연합식량농업기구(FAO) 프레임	40

목차

기후변화 대응을 위한 지속가능한
물관리 정책 및 법제연구

korea legislation research institute

제2절 해외 넥서스 실증연구 현황	42
1. 남부아시아	42
2. 프랑스(EDF, 전력공사)	50

제4장 물-식량-에너지 넥서스 정책 및 법률 / 53

제1절 미국 법률 및 정책	55
1. 정책현황	55
2. 법제현황	57
제2절 국내 정책 및 법제	59
1. 정책현황	59
2. 법제현황	61

제5장 결 론 / 65

제1절 국내 정책 및 법제에의 시사점	67
1. 정책 시사점	67
2. 법제 시사점	68
참고문헌	71
부 록	77

korea
legislation
research
institute

제1장 서론

제1절 연구의 필요성 및 목적

제2절 연구의 방법과 범위

제1장 서론

제1절 연구의 필요성 및 목적

기후변화에 따른 이용 가능한 수자원의 감소 등으로 인하여 미래 수자원 부족 현상이 심화될 것으로 예상되고 있다. 세계 경제 포럼(World Economic Forum, WEF)(2011)에서는 미래 인구 증가에 따른 농업용수 수요량의 증가로 2030년에는 현재 대비 40% 이상의 새로운 수자원이 필요할 것으로 예측한바 있고¹⁾, 경제협력개발기구(Organization for Economic Cooperation and Development, OECD)는 현재의 추세대로라면 기후변화에 따른 영향으로 인해 2030년경에는 전체인구의 절반에 해당하는 39억명이 물 부족에 시달릴 것으로 예상했다²⁾.

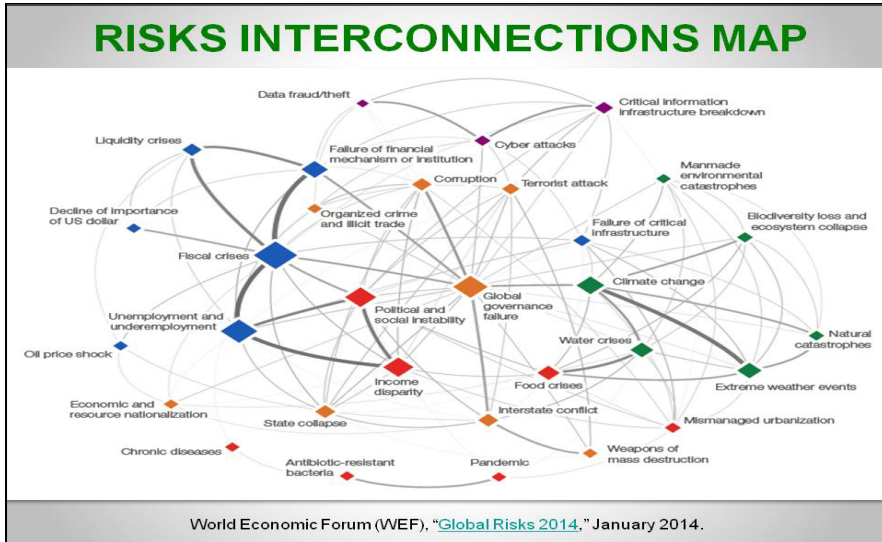
이와 같은 위기의식은 Global Risks 2014(World Economic Forum: WEF, 2014)에서 제시한 발생 가능성과 영향력이 큰 10대 글로벌 위험요인 중에 4개의 항목이 직·간접적으로 물 안보, 에너지 안보, 식량 안보와 관련되어 있다는 사실에서 직접적으로 드러나고 있다³⁾. 지금까지의 물-식량-에너지-기후 연계 관련 연구는 각 부분별 요인 분석 및 이들이 기후변화에 미치는 영향 등에 집중되어 왔으나 미래에는 새로운 물, 에너지, 식량 관리의 패러다임이 필요함을 시사하고 있다. 특히, 물, 에너지, 식량은 상호관련성을 띠고 있

1) 이상현, 물-식량-에너지 넥서스와 농업가뭄, 2015

2) OECD Environmental Outlook to 2030, OECD, 2008

3) World Economic Forum Global Risks 2014 report (Accessed online in June, 2017)

으며 기후변화에 영향을 미치는 요인들이기 때문에 상호간의 연계성을 고려한 통합적인 연구 방법론 필요성이 제기되고 있다.



<그림 1> 글로벌 리스크 요인 분석 (WEF 2014)⁴⁾

물·에너지·식량 넥서스 연구방법론은 이와 같은 문제의식에서 출발하고 있다. 해외에서는 Bonn 2011 Conference를 기점으로 물-에너지-식량 Nexus에 대한 연구가 활발히 진행되고 있고 데이터베이스 구축과 해석모형의 개발이 시작되고 있다. 선진국의 물-에너지-식량의 연계 기술개발은 아프리카나 아시아 지역의 저개발국가 및 개발도상국을 적용대상 지역으로 선정 하여 자원 확보를 위한 기술개발을 통한 시장진출을 목표로 연구를 수행하고 있는 실정이다.

아직까지 국내에서는 통합적인 자원관리 방법인 넥서스적 접근 방식에 대한 본격적인 연구가 이루어지고 있지는 않고 있다. 하지만 2015년 제7차 대구경북 세계 물포럼에서 목표의 하나로 물-에너지 및 물-식량 Nexus가 제안되어 논의가 이루어지는 등 물·에너

4) WEF Global Risks 2014, http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalRisks_Report_2014.pdf

지·식량 넥서스 연구방법에 대한 관심이 점차 높아지고 있으며 일부에서는 이미 정책적 방안들이 도입되고 있기도 하다.

1. 연구의 목적

기후변화가 물에 미치는 영향에 대한 관심이 높아지고 물, 에너지, 식량은 상호 유기적으로 관리 될 때 효과적인 기후변화 대응 및 적응이 가능하다는 접근 방식에 대한 논의의 단초를 마련하는 하고자 하는 시도가 요청된다.

본 넥서스 연구방법론에 대한 이론적 논의, 국내·외 정책 및 법제도 분석 등을 통해 새로운 패러다임의 으로 논의되고 있는 물·에너지·식량 넥서스 접근 방법의 이론적 틀(frame)과 이의 실천적 방안들에 대해 소개하고자 한다.

제 2 절 연구의 방법과 범위

1. 연구방법

각 분야의 전문가들로 구성된 워크숍을 통해서 기후변화 대응을 위한 물·에너지·식량 넥서스 연구방법 이론, 현황 및 법제도 등에 대한 이해도를 높임으로써 보고서의 질적 향상을 꾀했다. 해외의 경우 최근 들어 해당 이론적 틀(frame)에 대한 논의와 기술 개발, 실증 연구 등이 비교적 활발히 진행되고 있기에 해외 연구 동향 및 관련 기술 현황에 대한 비교법적 분석에 주안을 두었다.

국내의 경우 아직까지 개념 정리 등 이론적 틀에 대한 논의가 활성화 되지 않고 있으며 기술 개발도 많이 진전되지는 않았지만 비교적 근래에 관련 학자 및 실무자들이 관심을 갖고 연구와 정책적 제안 등을 진행하기 시작했다. 특히 댐에 태양광 패널을 설치하여 수자원과 에너지 자원을 통합하여 관리하는 등 일련의 시도는 눈여겨 볼만하며 본 보고서는 이의 현황 및 제도화 등에 대해 논의하고 있다.

또한 본 연구의 수행에 있어서 기존의 선행연구에 대한 국내문헌의 검토와 외국 문헌 검토를 바탕으로 법학, 환경공학, 수자원 관련 분야 등 여러 분야의 전문가들로 구성된 워크숍을 활용하여 보고서의 질과 정책 반영도를 높이려고 하였다. 그리고 관련 정책을 담당하는 관련 정부부처 담당자 등 실무 담당자들과의 면담을 통해서 보고서의 현실적인 개선방향을 적용가능성을 제고하려고 하였다.

2. 연구 범위 및 기대효과

본 연구는 물·에너지·식량 넥서스 연구방법론의 개념과 그 규범적 의미, 기술 현황 및 관련 정책의 주요 내용에 대해 살펴보고자 한다. 또한 기후변화 대응을 위한 새로운 패러다임의 한 방안으로 평가받는 물·에너지·식량 넥서스 기술의 발전 및 정책적 실용도를 높이기 위해 필요한 법제도 도입을 위한 방향을 제시하고자 한다.

이 연구의 내용은 제2장에서 물·에너지·식량 넥서스 연구방법론을 개관한다. 기후변화가 물, 에너지 식량 자원에 미치는 영향과 물, 에너지 식량 자원의 상호연관성에 대해 논의하고 넥서스 개념 정리와 국내·외 관련 연구 동향을 소개한다. 제 3장에서는 물·에너지·식량 넥서스 관련 시장 동향과 기술 활용 현황을 살펴보며 특히 미국 텍사스와 남아프리카 등의 실증 연구 단지를 소개한다. 제4장에서는 관련 분야에서 선진적인 연구 및 정책 입안을 실시하고 있는 미국, 독일 등 국외의 관련 정책 및 법제를 분석하고 국내의 정책 및 제도에 대해서 살펴보고자 한다. 이를 바탕으로 제 5장에서는 국내 정책 및 법제도에의 시사점을 분석하여 정책적 반영도를 높이고 관련 법제의 도입 및 개선을 위한 방향성을 제시하고자 한다.

korea
legislation
research
institute

제2장 지속가능한 기후변화 대응과 물-식량-에너지 넥서스

제1절 기후변화가 수자원에 미치는 영향

제2절 지속가능한 기후변화 대응과 물-에너지-식량 넥서스

제2장

지속가능한 기후변화 대응과 물-식량-에너지 넥서스

제1절 기후변화가 수자원에 미치는 영향

1. 기후변화와 자원악화

WEF는 기후변화와 이로 인한 기상이변을 2017년 최대 글로벌 리스크로 발표했다⁵⁾. 또한 발생 시 가장 영향력이 큰 리스크로 기상이변과 물 부족 위기, 기후변화 완화 적용 실패 등을 꼽았다. 이처럼 기후변화는 더 이상 가설이 아닌 전 지구적인 리스크로 간주되고 있으며 이로 인한 기상이변은 잦은 태풍, 홍수, 극심한 가뭄 등의 형태로 우리의 일상을 위협하고 있다.

기후변화로 인한 영향은 비단 기상 이변만이 아니다. 최근에는 기후변화와 이에 대한 대응으로 인해 비롯되는 자원 고갈에 대한 우려가 커지고 있는 실정이다. 자원고갈에 대한 논의는 최근에 새롭게 제기된 것은 아니다. 이미 1970년 1972년에 로마클럽에서는 「성장의한계 (The Limits to Growth)」라는 보고서를 통해 기하급수적으로 성장하는 산업에 비해 자원을 제공하는 환경은 유한하다는 점을 지적하여 환경이 파괴되고 나면 경제성장은 전혀 의미가 없음을 비유적으로 설명하였다⁶⁾. 이로부터 20년 후 로마클럽은 「한계를

5) WEF는 ‘글로벌 리스크 2017’ 보고서에서 사회, 지정학, 기술 등 각 분야 전문가 745명을 상대로 30개 글로벌 리스크 중 올해 발생 가능성이 가장 큰 리스크에 대해 설문조사한 결과, 기상이변이 1위였다고 밝혔다. 2~5위로 각각 비자발적 대규모 이민, 자연재해, 대형테러, 대대적인 데이터 사기나 절도가 꼽혔다. 전문가들은 발생 시 가장 영향력이 큰 리스크로는 대량살상무기, 기상이변, 물부족 위기, 자연재해, 기후변화 완화 적용 실패 등을 꼽았다.

6) The Roma Club, ‘Limit to the Growth’, Donnela Meadow Institute, 1972

넘어서(Beyond the Limits)」를 통해 세계가 이미 몇 가지 한계를 초과 했으며 현재의 추세 가 계속될 경우 다음 세기 중에 지구가 파멸을 맞이하게 될 것이라고 전망했다. 로마클럽 보고서는 불길한 파멸을 예고하는 것이 아니라 조건부 경고를 말해주고 있다.

기후변화와 이로 인한 이상 기후 현상, 기후변화 대응 등은 이와 같은 자원고갈에 대한 논의를 재점화 시키고 있는데 기후변화로 인해 인류의 자원, 그 가운데에서도 특히 지속 가능한 인류사회를 가능하게 하는 데 있어서 필수 불가결한 자원인 물, 식량, 에너지에 직·간접적인 영향을 미치고 있기 때문이다.

세계자연보전연맹(International Union for Conservation of Nature)에 따르면 2050년까지 세계 90억 인구는 물 수요의 55%, 에너지 수요의 80%, 식량 수요의 60%를 증가시킬 것으로 예측 된다⁷⁾. 세계 인구는 최근 70억 명을 넘어섰으며 1년에 약 7천만 명씩 증가하고 있는데, 이러한 증가세는 대부분 신흥국가에서 나타나고 있다. 총 세계 인구는 2025년에 81억 명, 2050년에 96억 명에 도달할 것으로 예측 된다⁸⁾. 구체적으로 세계 주요 에너지 소비는 2011년부터 2030년까지 매년 1.6% 증가하여 2030년까지 세계 에너지 소비가 36% 증가할 것으로 예측 된다⁹⁾. 물 수요는 현재의 성장 시나리오를 가정하고 효율성 개선이 실현되지 못하면 2030년까지 세계의 물 수요는 4조5천억m³에서 6조 9천억m³로 증가할 것으로 예측된다. 현재 접근 가능한 안정적인 공급원의 40%를 웃도는 규모다¹⁰⁾.

물론 자원 고갈의 보다 직접적인 요인은 인구 증가와 경제 성장이지만 기후변화와 기상이변으로 인한 가용 담수 부족, 기후변화 대응책으로 각광받는 바이오에너지, 신재생에너지 사용 증가로 인한 물 사용 증가 및 식량 자원 감소 등 기후변화가 자원 고갈에 미치는 영향에 대한 우려 또한 크다¹¹⁾.

7) International Unions for Conservation of Nature, “The water-food-energy nexus: Discussing solutions in Nairobi” May 28, 2013

8) Will Sami, ‘자원부족, 궤도에서 벗어나기’, Deloitte Review, 2015

9) International Unions for Conservation of Nature, 위의 보고서

10) Will Sami, 위의 보고서

11) 2007년. 2월에 발표된 ‘기후변화에 관한 정부간협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)’의

2. 기후변화가 물에 미치는 영향

기후변화가 물에 미치는 영향은 세계의 여러 지역에 있어서의 지속가능한 사회의 실현과 세계의 안전보장에 밀접하게 관련되어 있음에도 불구하고 상대적으로 주목 받지 못했다. 그러나 최근 들어서 기후변화가 물에 미치는 영향 등을 밝히는 노력들이 구체적으로 나타나고 있다. 2008년에 발간된 IPCC의 6차보고서는 기후변화와 물에 관한 것으로 기후변화가 인간사회 및 생태계에 미치는 광범위한 영향이 담수자원에도 심각한 영향을 미칠 가능성이 높다는 입장을 밝히고 있다.

(1) IPCC 제 6차 보고서¹²⁾

물 관련 기후의 관찰 및 예상되는 변화를 다룬 IPCC 보고서는 담수자원은 취약한 상태이며 기후변화가 인간사회 및 생태계에 미치는 광범위한 결과는 담수자원에도 심각한 영향을 미칠 가능성이 높다는 사실을 뒷받침해주는 관찰 기록과 기후예측들을 제시하고 있다. 2008 IPCC 보고서에 따르면 수 십 여년에 걸쳐 관찰된 온난화는 대규모수문학적(hydrological) 주기 변화와 관련이 있다. 이러한 수문학적 주기 변화에는 대기 중 수분함유 증가, 강수 패턴 및 집중도의 변화, 만년설 감소와 광범위한 해빙 그리고 토지 수분량과 유거수(流去水)¹³⁾ 변화 등이 있다.

보고서는 지난 반세기 동안 온난화의 책임이 대부분 인간에게 있으며 이러한 예측은 최소 90% 이상 확실하다고 주장하고 있다. 이 보고서는 또한 화석연료에 의존한 대량 소비사회가 계속 된다면 1980~1999년에 비해 21세기말의 지구 평균기온은 최대 섭씨 6.4도, 해수면은 59센티미터가 오른다고 전망했다. 이렇게 되면 전 지구 평균온도가 1도정도 상승하는 2020년대에는 대략 4~7억 명이 물 부족에 시달릴 것이며 2~3도 정도의 기온상승이 예상되는 2050년대에는 10~20억 명이, 3도 이상 상승하는 2080년대에는 11~32억 명이 물 부족에 시달릴 것이다. 또한 전 세계 인구의 5분의1 이상이 홍수 피해를 입을 것으로 전망했다.

12) 정성호, 기후변화와 물에 관한 국제적 함의와 논의, 사회과학연구 제47집2호, 2008, p6

13) 정성호, 위의 논문, p8

IPCC 제 6차 보고서에 따르면 기후변화로 인하여 기상 변화 가운데 가장 우려할 만한 현상으로 지역별 강수량 편차 심화¹⁴⁾, 만년설 감소로 인한 물 공급량 감소¹⁵⁾, 해수면 상승으로 인한 해안가 이주민 발생 급증 등을 들 수 있다.

(2) 기후변화와 물 안보

기후변화는 인구 증가, 도시화 및 경제 생산과 함께 물 안보에 위협을 주고 있다. 기후변화에 따른 물 부족으로 물 부족 국가가 증가하고 있으며 물 분쟁 가능 지역이 증가하는 등 물 안보에 대한 취약성이 높아지고 있다. IPCC는 중앙아시아, 남아시아, 동아시아, 동남아시아에서 담수(freshwater) 가용성이 기후변화와 인구증가, 생활수준 향상의 영향으로 줄어들 것이라 예측한다. 이에 따르면 2050년대에 이르면 아시아에서 십억 명이상이 부정적인 영향을 받을 수 있다.

2015년 UN은 17개 항목의 ‘지속가능개발목표(Sustainable Development Goals, SDGs)’를 정하였는데 이 가운데 6번째 목표가 ‘깨끗한 물과 위생의 제공(clear water and sanitation)’으로 ‘지속가능한 양질의 물 제공’에 대한 전 세계적인 경각심을 불러일으키고 있다. UN은 물 안보를 “생계유지, 인간의 행복, 사회경제적 발전을 위해 자가오염(water-borne pollution)과 물 관련 재앙을 예방하며, 정치적 안정과 기후적인 평화를 통해 생태계를 보존할 수 있도록 적절한 양과 질을 갖춘 물에 대해 지속적으로 접근할 수 있는 능력¹⁶⁾”으로 정의하고 있는데 인류의 지속가능개발을 위해 물 안보 확보가 중요하며 이는 기후변화에 대한 적절한 대응을 통해 가능하다는 시각을 드러낸다고 볼 수 있다.

14) 21세기 중반까지 기후변화의 결과로 고위도 및 일부 습윤 열대지역에서는 연평균 강 유저수와 가용한 물의 양이 증가할 것으로 예상되는데 반해 일부 중·저위도의 건조지역과 건조 열대지역 등에서는 감소할 것으로 예상된다. 많은 반 건조 및 건조 지역 예를 들어 지중해 분지 미국서부 아프리카 남부 브라질 등은 특히 기후변화의 영향에 노출 되었으며 기후변화로 인한 수자원 감소로 고통 받을 것으로 예상된다.

15) 보고서에 따르면 빙하와 만년설 내에 저장된 물 공급은 21세기 내에 감소 될 것으로 전망 된다. 이에 따라 현재 전 세계 인구의 6분의1 이상이 살고 있는 지역 즉 주요 산악지대에서 해빙수를 공급 받고 있는 지역의 물가용성도 유량의 계절적 변화, 연간 유량 중 겨울의 비중 증가, 저지대 유량 감소 등을 통해 감소할 것으로 전망된다.

16) <http://blog.naver.com/gp3project/220093882177> (2017년 9월 10일 최종 접속)

제2절 지속가능한 기후변화 대응과 물-에너지-식량 넥서스

1. 지속가능한 기후변화 대응

(1) 기후변화 대응을 위한 접근법의 발전

기후변화가 심각한 문제로 본격적으로 연구되기 시작한 1980년대 이후로 기후변화 대응을 위한 접근법은 계속적으로 변해왔다. 예를 들어, IPCC에서 기후변화 영향, 적응 및 취약성 분야를 다루는 제2실무그룹(Working Group 2 on Impacts, Adaptation and Vulnerability)은 적응을 “실제 또는 예상되는 기후자극 또는 그 영향에 대응하기 위한 목적으로 자연 또는 인간 시스템을 조정하여, 관련된 해를 완화하거나 유익한 기회를 최대한 활용하기 위한 것”이라고 정의했다¹⁷⁾. 그러나 이 개념은 계속 진화하고 있으며, 기후변화의 영향에 대응하는 것에서 취약성을 유발하는 기저 요인을 해결하고 개발 과제를 다루는 것으로 점차적으로 그 초점이 바뀌고 있다.

보다 구체적으로, 적응에 대한 접근법은 초기 인프라 기반의 개입(infrastructure-based interventions)에서 기후위험에 대한 광범위한 복원력의 구축에 기반 한 보다 개발지향적인 접근법(development-oriented approach)으로 진화했다. 개발 지향적인 접근법은 단순히 증상에 대응하기보다, 취약성의 기저 원인을 해결하기 위한 것이다. 그러나 부문간(trans-sector) 및 국가간(transboundary)의 통합적 검토 및 접근 노력은 이제 막 시작되고 있는 수준이다. 표1은 위험 평가, 주류화(mainstreaming), 주안점 및 범위측면에서, 지난 20년 동안 적응 접근방식이 꾸준히 발전해 왔음을 보여준다. 1990 년대의 접근방식은 기후 관련 위험을 평가하는데 초점을 두고, 지역적으로 특정 부문별 접근법을 통해 기후영향을 줄이는데 목적이 있었다. 2000년대에는 부문별 접근 방식이 여전히 주류를 이루었으나, 주류화(mainstreaming)를 포함한 적응의 개념이 정책과 실행 분야보다 빠른 속도로 추진력을 얻었다. 그러나 최근에는 적응 노력을 지속가능한 발전에 보다 밀접하게 연계하

17) IPCC the Fourth Assessment Report, 2008

는 방식으로 초점이 바뀌었다. 부문별접근에서 벗어나, 부문 간 및 국가 간의 통합적 접근에 중점을 두는 새로운 노력이 이루어지고 있는데, 그 예로 강 유역(river basins)에 중점을 둔 접근 방식 등을 들 수 있다.

<표 1> 적응에 대한 접근 방식의 진화

특징	1990년대	2000년대	2010년대
종합 목표	기후 리스크 및 영향의 감소	기후 리스크 및 불확실성의 감소	사회경제적 개선을 통해 기후 리스크 및 영향 감소, 기후 변화 적응을 개발 과정의 주류로 편입시킴
범위	부문별 접근, 지역별 접근	부문별 접근이나, 적응을 부문별 계획에 편입하여 주류화함	부문 간 및 국가 간의 통합 접근
활동의 주안점	보호적(Protective): 대처전략(coping strategies)으로써, 기후리스크에 가장 취약하면서 낮은 수준의 적응력만을 갖춘 사람들을 보호함	예방적(Preventive): 대처전략(coping strategies)으로써, 기후에 민감한 생계 수단에 대한 위협에서 비롯하는 손상적 전략의 예방	혁신적(Transformative): 적응 역량 구축, 차별과 근본적인 사회 및 정치적취약성을 제거하기 위한 목적의 사회적 관계 변화, 생계의 강화, 지역기관의 설립
실행	기후변화의 배타적 영향을 해결하기 위한 활동: 사회적 서비스 제공, 사회 안전망을 포함한 사회적 이전(음식/현금), 사회연금체계, 공공사업프로그램	기후리스크 관리: 기후관련 정보를 의사결정에 통합하여 반영하는 활동	대응역량 구축: 문제 해결을 위한 견고한 시스템 구축을 통해서 생계 개선 취약성의 원인해결: 빈곤 감소 및 기타 인적 취약성을 초래하는 기후적 스트레스요인을 줄이기 위한 활동, 소수자의 권리증진, 차별적 행동에 능동적 대응

출처: Davies et al. (2013) 및 Calow et al. (2011).

개발도상국 환경에서 적응에 어떻게 접근할 것인가에 관해서, 서로 다른 두 가지 시각이 있다. 첫 번째는 기후변화의 영향을 줄이는 것에 중점을 둔 것이다. 그리고 두 번째는 기후변화뿐만 아니라, 취약성 및 빈곤을 야기하는 다른 요인들(예: 성(gender), 사회적 평등 관련 문제 등)과 장기적 지속가능한 발전을 저해하는 기타 구조적 요인들을 해결함으로써, 취약성을 감소시키고 회복 탄력성(resilience)을 구축하는데 초점을 두고 있다. 실제로, 대부분의 개입 노력은 이 두 극단 사이에서 이루어지는 것이라고 볼 수 있다. 개발 지향적 접근법(development-oriented approach)은 사람들이 기후변화뿐만 아니라, 정치 및 경제 프로세스에 의해 형성되는 자원 및 기타 사회-환경적 상황에 대한 접근이 부족할 때 야기되는 다양한 스트레스에 취약하다는 사실을 전제로 발전했다¹⁸⁾. 사람들이 특정 기후변화에 적응할 수 있도록 돕기 위해 고안된 기술적 조치는 물, 식량 및 에너지에 대한 접근과 생활보장과 같이, 지역주민들이 가장 시급하다고 여기는 문제를 해결하지 못할 수 있다.

성공적인 적응을 위해서는 리스크 및 개발에 대한 다양한 이론을 바탕으로, 취약성의 근본원인 해결, 기후 리스크 관리, 대응 역량의 구축 등을 포함하여, 문제의 모든 영역을 포괄적으로 다루기 위한 노력이 필요하다는 관점이 점점 힘을 얻고 있다. Schipper(2007)가 강조 했듯이, 적응을 개발정책에 통합하고, 요구되는 지원 환경(enabling conditions)을 조성하는 방식으로 개발프로세스를 조정할 때에만 적응 노력이 효과적으로 이루어질 수 있을 것이다¹⁹⁾.

(2) 지속가능한 기후변화 대응 원칙

변화하는 기후에 대응할 필요성이 현재 널리 인정되고 있지만, “어떻게” 효과적으로 적응할 수 있을지에 대해서는 아직 이해가 매우 부족한 상황이다. 지금까지 기후변화 적

18) Kelly, P.M., & Adger, W.N. (2000). Theory and practice in assessing vulnerability to climate change and facilitating adaptation. *Climatic Change*, 47, 325 - 352.

19) Schipper, E. L. F. *Climate change adaptation and development: Exploring the linkages* (Working Paper 107). Norwich: Tyndall Centre for Climate Change Research, 2007

응에 관한 논의는 지속가능한 개발에 관한 더 폭넓은 담론 내에서 이루어지지 않고 있다²⁰⁾. IPCC가 지속가능한 개발을 주제로 포함시키기 시작한 것은 IPCC의 제3차 평가부터였고, 지속가능한 개발과 적응 사이의 시너지 효과를 창출하기 위한 원칙을 확립하기 위한 노력은 아직까지 거의 이루어지지 않고 있다.

기후변화에 대한적응을 지속가능한 개발의 프레임워크 내에서 개념화하여 적용하면, 기후 변화 적응과 정책과의 연관성을 더욱 높일 수 있다²¹⁾. Eriksen 등(2011)은 지속가능한 적응(sustainable adaptation)을 다음과 같이 정의했다.

“지속가능한 적응이란, 사회 정의 및 환경 건전성을 포함하여, 사회적 및 환경적으로 지속가능한 개발에 기여하는 일련의 조치이다. 지속가능한 적응은 적응 대응이 현재와 미래의 다양한 그룹, 장소 및 사회 생태계에 미치는 광범위한 영향을 고려한다.”

Doria, Boyd, Tompkins 및 Adger(2009)는 “성공적인 적응은 단기 및 장기적으로 전체 사회의 안녕(welfare)에 손실을 초래하지 않으면서, 적응 당사자에게 순이익을 창출하는 적응”이라고 지적한 바 있다²²⁾. 기후변화는 물, 에너지 및 식량, 그리고 가난한 사람들이 생계와 적응을 위해 의존하는 기타 자원의 가용성 및 수요에 영향을 미친다. 따라서 천연자원을 지속가능한 방식으로 이용하는 것이 효과적인 적응을 위해서 매우 중요하다²³⁾. 효율적이고 합리적인 방식의 천연 자원이용은 천연자원에 대한 압력을 완화하고 적응을 용이하게 한다²⁴⁾. 지속가능한 적응 프로세스를 위해서는 지속가능한 방법으로 빈

20) Bizikova, L., Roy, D., Swanson, D., Venema, H. D., & McCandless, M. (2013). The water - energy - food security nexus: Towards a practical planning and decision-support framework for landscape investment and risk management. Winnipeg: International Institute for Sustainable Development (IISD).

21) Burch, S., Shaw, A., Dale, A., & Robinson, J. (2014). Triggering transformative change: A development path approach to climate change response in communities. *Climate Policy*, 14, 467 - 487.

22) Doria, M., Boyd, E., Tompkins, E., & Adger, W. N. (2009). Using expert elicitation to define successful adaptation to climate change. *Environmental Science and Policy*, 12, 810 - 819.

23) Burch et al., 위의 논문

24) Nilsson, M., & Persson, A. (2012). Reprint of 'Can earth system interactions be governed? Governance functions for linking climate change mitigation with land use, freshwater and biodiversity protection'. *Ecological Economics*, 81, 10 - 20.

곤과 취약성을 줄이고, 회복 탄력성을 향상시키기 위한 포괄적이고 통합된 접근법을 촉진하여, 정책, 제도 및 태도를 재조정하는 작업이 요구된다²⁵⁾.

아직까지는 모든 이해관계자들이 동의하는 지속가능한 적응을 위한 프레임워크나 원칙이 제시된 바는 없으나, 아래와 같은 몇몇 주요 원칙이 적용되고 있다.

- 적응은 빈곤과 취약성을 줄이고, 변화하는 기후에서 장기적복원력을 향상 시키는 수단을 수반한다.
- 적응은 빈곤층의 적응 역량을 강화하는 조치(빈곤층이 생계를 위해 의존하는 천연자원의 관리 등)를 포함하고, 리스크를 관리하며, 효율적이고 지속가능한 방법으로 자원을 사용하여 현재와 미래 세대의 요구를 충족시킨다.
- 한 분야 또는 한 지역 사회에서의 적응이 다른 사람들의 회복 탄력성을 저해해서는 안 된다.
- 적응반응과 메커니즘은 장기적인 지속 가능성을 저해하지 않는다.

2. 물·식량·에너지 넥서스 접근법

(1) 물-식량-에너지 넥서스 개념

연계(Nexus)라는 용어의 사전적 의미는 “상호 유대, 연계 혹은 관계”를 의미한다. 따라서, W-E-F Nexus 기술이란, 인류가 필요로 하는 여러 가지 자원 중, 물(Water), 에너지(Energy), 식량(Food) 자원의 연계성을 파악하고, 자원을 효율적으로 이용하기 위한 통합 관리 기술을 의미한다²⁶⁾. 예를 들어, 물과 에너지 자원간의 연계를 설명하자면, 에너지를 생산하기 위하여 냉각수, 플랜트 설비 운용 등의 목적으로 물 자원이 소모되며, 반대로

25) Jerneck, A., & Olsson, L. (2008). Adaptation and the poor: Development, resilience and transition. *Climate Policy*, 8, 170 - 182.

26) 장석환, 자원위기 대응 및 물산업 선도를 위한 물-에너지-식량연계 기술개요, 물과 미래, 제 48권 11호, 2015, 24p

용수를 처리하고 수요지로 공급하기 위해서는 에너지가 소모된다²⁷⁾. 한편, 식량을 재배, 생산, 공급하기 위해서는 물과 에너지 자원이 소모되고, 반대로 작물을 이용해서 에너지를 생산하는 경우도 존재한다. 이렇게 각각의 자원을 생산, 공급함에 있어서 다른 자원들이 밀접하게 연관되어 있음을 알 수 있다.

따라서, 실제로 각각의 자원을 생산, 공급하기까지 소모되는 타 자원의 현황을 정량화하여 파악할 수 있다면, 세 가지 자원의 생산, 공급, 소비를 한눈에 분석하여 효율적인 관리가 가능할 것이다. 이러한 해석 결과를 통해 국가별, 지역별 정책 시나리오, 그리고 더 나아가서 전 지구적인 자원의 이용 및 분배 전략을 결정하기 위한 기초 자료로 활용하여 각각의 자원을 효율적으로 관리할 수 있도록 하는 것이 연계 기술이고 이를 물(Water)과 에너지(Energy) 그리고 식량(Food)에 접목하여 통합적 기술을 개발하는 것이 W-E-F Nexus의 개념인 것이다²⁸⁾.

지금까지는 물, 에너지, 식량을 개별적으로 관리하고 활용해 왔으나, 최근 들어 이들 자원간의 상호 연계성에 기반한 통합적 접근방법에 대한 연구가 활발해 지고 있다. 어느 한 자원의 수요나 공급량의 변화가 나머지 자원에 직간접적으로 영향을 미치며 생산이나 수급에 절대적인 종속변수로 작용하기 때문에 세 가지 자원(Water-Energy-Food)을 통합, 관리할 수 있는 물-에너지-식량 넥서스 개념에 대한 연구 및 이의 활용을 위한 기술적 지원에 대한 모색이 이루어지고 있다²⁹⁾.

(2) 물-식량-에너지 상관관계

본 보고서에서는 위에서 기술한 바와 같이 상호 연관되어 있는 물-식량-에너지의 관계를 물의 관점에서 좀 더 상세히 살펴보고자 한다.

27) 정기문, 강두선, Water-Energy-Food Nexus 기술이란?, 물과 미래 Vol. 48 No.4, 2015, p45

28) 정기문, 강두선, 위의 보고서, 46p, 2015

29) 이상현, 최진용, 지속가능개발과 식량확보 관점의 물-에너지-식량 넥서스의 개발 및 연구 동향, 물과 미래, 제48권 11호, 34p, 2015

(i) 물과 에너지

에너지와 물은 생산과 소비 과정에서 긴밀한 상호 연관관계가 있다. 취수, 정화를 거쳐 소비자에게 배수하고 사용 후 처리하는 과정에서 에너지가 사용되며 반대로 에너지 생산 및 활용에는 많은 수자원이 사용된다. 물의 생산과 이용에 사용되는 에너지의 양은 수원과의 거리, 깊이, 처리 공정, 이용되는 물의 종류(담수, 소금기가 섞인 물(brackish), 염수, 폐수 등)와 용도(냉각수, 상수, 공 정수 등)에 따라 다르다³⁰⁾. 처리 공정 가운데 물에서 염분을 제거하는 담수화(desalination)는 가장 에너지 집약적인 방법의 하나이다³¹⁾. 또한 에너지 자원을 채굴하고 이를 처리 및 변환하는 과정에서도 물이 사용되는데 1차 에너지 생산 시 예를 들어 셰일가스 생산에서 수압 파쇄법을 통해 많은 물이 이용되는 것처럼 자원의 채굴 및 채광에서 물이 사용된다³²⁾.

이와 같은 에너지-물 넥서스는 여러 가지 자원 생산 및 활용 단계에서 찾아 볼 수 있는데 저탄소에너지원으로 떠오르고 있는 바이오에너지의 경우 바이오 연료는 물을 집약적으로 사용하기에 바이오매스 생산으로 인한 물 스트레스가 증가할 것이라는 우려가 제기되었다. 특히 물 부족에 직면한 국가들에서 우려가 컸다. 중국에서 현재 바이오 에탄올을 생산하는데 중국 내 전체 옥수수 생산량의 3.5~4 퍼센트가 소비된다. 이는 다른 목적으로 옥수수를 사용할 수 있는 양을 약 6퍼센트 정도 감소시킨다³³⁾. 2020년까지 1200만 메트릭 톤으로 설정된 바이오 연료 생산 목표를 맞추는 데 작물의 종류에 따라서는 중국의 전체 경작지 중 5~10 퍼센트가 동원되어야 한다. 이에 따른 물 필요량은 매년 32~72km³으로 황허의 연간 유량과 유사한 양이다. 또한 1세대 바이오 연료 생산과 관련된 환경 문제도 다수 존재하며, 이는 작물의 종류, 생산 위치, 농경 방법에 따라 달라진 다³⁴⁾.

30) 김하나, 지속가능한 물과 에너지 관리: '에너지-물 넥서스' 관점에서 미국과 한국의 법과 정책에 대한 연구, 환경법과 정책 제16권, 2016, p104

31) IEA, Water for Energy Is energy becoming a thirstier resource? Excerpt from the World Energy Outlook, 2012, 4p

32) 김하나, 위의 보고서, p104, 2016

33) FAO, Energy-smart food for people and climate, 2011

34) UNESCAP, 2013. The Status of the Water-Food-Energy Security Nexus in Asia and the Pacific Region, s.l.:

2000~2007년 진행된 국제식량정책연구소(International Food Policy Research Institute)의 연구에 따르면 바이오 연료의 수요로 인해 곡물의 가중 평균 가격이 30퍼센트 상승하였다. 그러나 2006년 세계의 총 에너지 공급량에서 바이오 연료가 차지한 비율은 단 0.2퍼센트였고 운송 분야에서의 바이오 연료의 비율은 약 1퍼센트였다. 에너지 믹스에서 바이오 연료의 비율이 상당한 규모로 커진다면 식량 가격에 매우 강력한 영향을 미칠 것으로 예상된다. 미국은 화력발전의 냉각수용으로 다른 물 수요처의 필요량 보다 더 많은 물을 취수하고 있다. 주로 농업의 물 수요가 가장 큰 아시아·태평양 지역에서 에너지 분야의 물 수요는 농업용수와 경쟁을 벌이게 될 수 있다.

(ii) 물과 식량

물은 식량 생산에 필수적이다. 관개시설은 건조한 환경에서 농업 생산량을 늘리는데 도움이 되었으며 식량 시스템을 안정시켰다³⁵⁾. 세계 식량의 약 40퍼센트가 관개를 통해 생산된다(FAO 2003). 그러나 관개는 의도하지 않는 환경적 결과를 낳을 수 있다. 2025년 아시아에서 관개를 이용하는 1700만 헥타르에 이르는 벼농사 지역이 ‘물리적인 물 부족’을 겪게 될 수 있으며 2200만 헥타르의 지역이 ‘경제적인 물 부족’ 상태에 처하게 될 수 있는 것으로 추정 된다³⁶⁾. 현재, 생산성 높은 관개 시설을 이용하는 지역 가운데 상당수가 지하수 관정에서 물이 다시 채워지는 속도보다 과도하게 빠른 속도로 물을 양수하고 있다. 저가의 펌프 장비와 전기요금 보조로 인해 지하수 취수율이 높게 나타나고 있다³⁷⁾.

최근에는 직접적인 식량생산과 물의 넥서스 이외에도 물과 식량수입에서도 ‘가상수’ 개념을 통해 넥서스적 분석을 시도하고 있다. 일부 국가에서는 식량을 수입함으로써 국내에서 접근할 수 있는 담수원에 비해 더 많은 물은 간접적으로 소비한다. 거의 대부분의 식품들은 생산과정에서 물을 소비한다. 생산 단위 당 필요한 물의 양은 식품의 종류에

UNESCAP.

35) UNESCAP, 위의 보고서, 2013

36) FAO, 위의 보고서, 2011

37) UNESCAP, 위의 보고서, 2013

따라 크게 달라진다. 식량 무역을 통해 각 국가는 식량을 생산, 수출하는 국가에서 수입, 소비하는 국가로 가상의 물을 ‘거래’하게 된다.

이와 같은 가상의 물 수입이 식량과 물 안보에 대한 정책적 선택지로 사용될 수 있다는 주장도 제기되고 있다. 국제 곡물 무역에 관계된 국가 간의 가상의 물 이동을 정량화한 연구에서 아시아·태평양 지역의 국가 중 가상의 물의 최대 순수출국은 태국과 인도였으며 최대 순수입국은 일본과 한국, 중국, 인도네시아였다³⁸⁾. 현재 수자원을 과도하게 사용하고 있는 지역은 가상의 물을 다량으로 수출하는 지역이기도 한 것으로 밝혀졌다. 따라서 식량, 식품 생산과 물의 사용(가상수 개념 포함)간의 넥서스적 분석 및 접근을 통한 자원 관리의 필요성이 더욱 요구된다.

(3) 넥서스 접근과 통합수자원관리(Integrated Water Resource Management, IWRM)

물-식량-에너지 넥서스가 전혀 새로운 자원에 대한 통합관리 접근법은 아니다. 이전에도 통합관리 접근법은 여러 형태로 제시되거나 실행되었으며 그 가운데 가장 널리 알려지고 최근까지도 실행되고 있는 통합적 접근으로 통합수자원관리(IWRM: Integrated Water Resource Management)를 들 수 있다. IWRM은 부문별 조식을 수자원 구분에 따라 재정립하여 통합수자원관리를 가능하게 함으로써, 물과 토지를 통합적으로 관리하도록 시도하고 있다. 그러나 비록 이 개념이 널리 인정받고 있지만, 물과 수자원 부문에만 초점을 두어, 물 관련 개발 목표를 다른 목표보다 우선 시 함으로써, 전통적인 부문별 접근 방식을 강화했다는 점을 지적할 필요가 있다. 이러한 접근은 넥서스 접근법과는 큰 차이가 있다. IWRM이 수자원 관리의 관점에서 모든 부문을 포함시키려고 시도하는 것인 반면, 넥서스 접근법은 물, 에너지 및 식량을 동등하게 취급하고, 이 세 부문 간의 상호의존성을 인식 한다.

38) Golam Rasul & Bikash Sharma, The nexus approach to water - energy - food security: an option for adaptation to climate change, *Climate Policy*, 16:6, 682-702, 2015

넥서스 접근법은 자원 사용에 있어서 식량, 물 및 에너지 부문 간의 내재적 상호의존성을 인식하고, 이들 자원 간의 상쇄 작용 및 시너지효과의 최적화를 추구하며, 관련된 사회 및 환경적 영향을 인식 한다³⁹⁾. 식량, 에너지 및 물 넥서스 내의 상호 관계를 이해하면 자원 사용효율을 높이고, 이 세 부문 간의 협력 및 정책 일관성을 향상시키는데 도움이 될 것이다. 넥서스 관점은 학제간의 상호이익을 증진시키는 조치를 촉진하는데 도움이 된다. 넥서스 접근법은 인류의 미래요구, 특히 안전한 식수 및 현대 에너지에 대한 접근성이 없는 사람들의 필요를 충족시키는데 기여할 수 있다. 이러한 관점에서, 물, 에너지 및 식량 넥서스의 중요한 상호 작용, 서로 충돌하는 요구, 잠재적 시너지 효과 등을 검토하는 것이 지속가능한 적응을 달성하기 위한 시작점이 될 수 있을 것으로 여겨진다.

<표 2> IWRM과 WEF Nexus 비교

	IWRM	넥서스
등장배경	UN/ 세계수문기구 컨퍼런스	세계경제포럼(2008, 다보스), 세계경제포럼(2011, 분)
통합의 축	물 정책과 기타 유관정책 목표 간의 통합	물, 에너지, 식량 정책 목표의 조화로운 통합
거버넌스 운영원리	Good governance 원칙	통합된 정책적 해결방안 다중적 제도
자원 활용	효율적 배분, 비용 보상(복원), 형평성 있는 접근법	경제적으로 합리적인 의사결정 비용 보상(복원)
지속가능 개발과의 관계	수요관리	자원안보

출처: Golam Rasul & Bikash Sharma, The nexus approach to water-energy-food security: an option for adaptation to climate change, Climate Policy

39) Golam Rasul & Bikash Sharma 위의 보고서, 2015

korea
legislation
research
institute

제3장 물-식량-에너지 넥서스 해외 연구 동향

제1절 해외 넥서스 프레임 논의 현황

제2절 해외 넥서스 실증연구 현황

제3장

물-식량-에너지 넥서스 해외 연구 동향

제1절 해외 넥서스 프레임 논의 현황

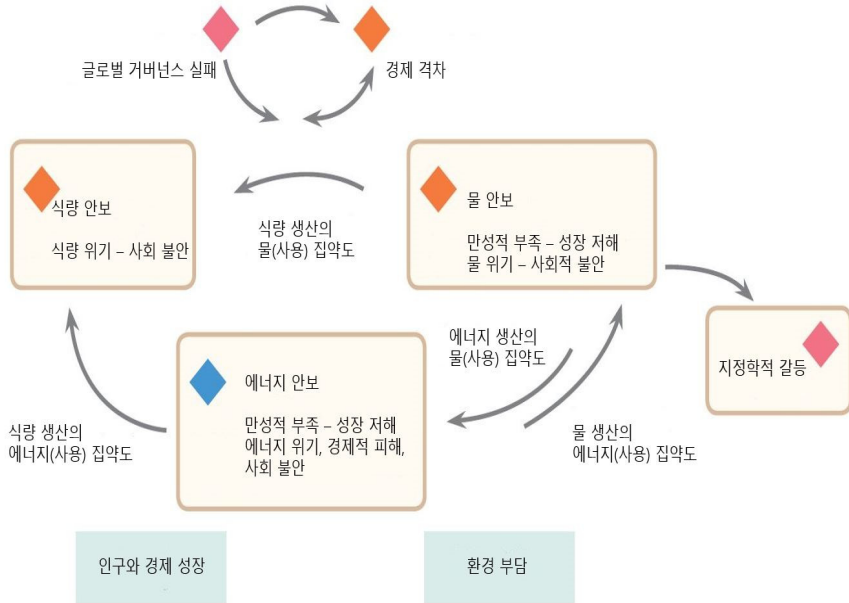
1. 세계경제포럼 넥서스 프레임

WEF는 2011년 ‘물-에너지-식량 안보 넥서스’ 프레임을 제시하여 글로벌 리스크에 대한 정책입안자들의 이해도를 높이고 대응에 도움을 주고자 하였다. 세계경제포럼 프레임에 따르면 인구 증가, 경제 성장과 기후변화와 같은 환경적 원인 등이 물, 에너지, 식량 안보 문제를 발생하고 있으며 이로 인해 각 자원의 위기, 경제적 피해와 더 나아가 사회적 불안을 불러일으킨다.

이러한 자원 안보는 외적 원인 외에도 상호간에 영향을 주고받는데 식량생산에 필요한 에너지 사용과 식량 및 에너지 사용에 필요한 물 사용과 같은 ‘물-에너지-식량’ 넥서스 요인의 주요 상관관계를 밝혀내어 각 자원 안보에 미치는 부정적인 영향을 감소시킬 필요가 있다. 또한 물, 에너지, 식량 안보는 자원관리에 대한 글로벌 거버넌스 실패와 국가 간·지역간 경제적 격차와도 연관되어 있는데 자원관리에 대한 글로벌 거버넌스 실패는 자원안보에 영향을 미칠 뿐만 아니라 국가 간·지역간 경제적 격차를 더욱 벌어지게 한다.

WEF에서 이와 같은 프레임에 의해 제시된 정책 제안으로는 “통합적이고 다중 이해관계자가 참여한 자원 계획 수립, 시장이 주도하는 자원 가격결정, 지역(방)으로의 권한 위임과 실행, 넥서스를 관리하기 위한 기술·금융 혁신”을 들 수 있다⁴⁰⁾.

40) WEF, 2011



<그림 2> WEF 넥서스 프레임 (2011)

2. Bonn 넥서스 프레임

Bonn에서 개최된 “녹색경제를 위한 물, 에너지 식량 안보 넥서스 컨퍼런스”에서 주최국 독일을 비롯한 참가국들은 물, 에너지, 식량에 대한 수요 증가가 자원부족 뿐만 아니라 경제, 사회 및 환경 문제를 발생시킬 것으로 예측했으며 물, 에너지, 식량 안보 넥서스 간의 상호연관 문제를 해결하기 위한 새로운 접근 방법에 대한 필요성을 강조했다.

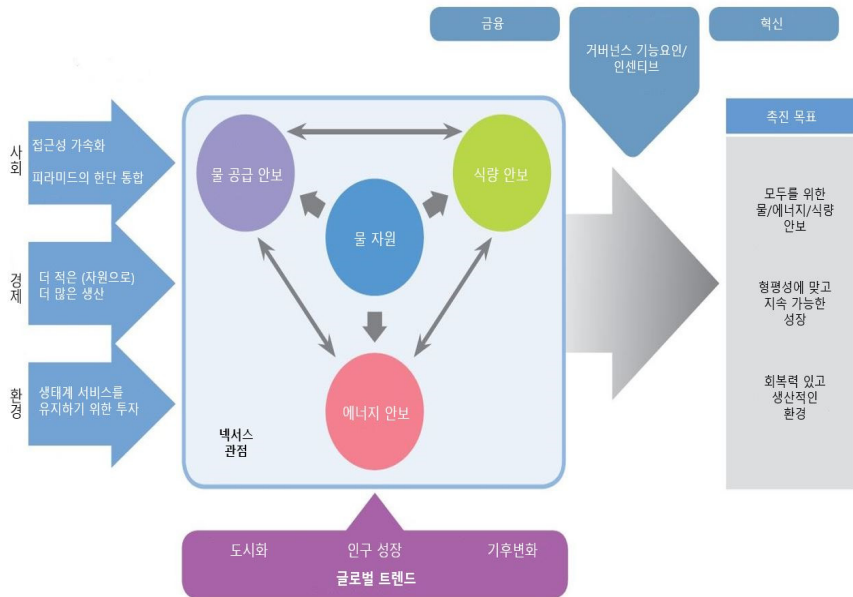
Bonn 2011 컨퍼런스에서는 성장의 지속가능한 패턴과 시급한 자원 제약문제를 해결하고 이를 통해 기본적 서비스에 대한 접근성을 높이기 위한 방법으로써 “넥서스 지향적인 접근”을 장려하기 위한 개념적 프레임이 제시되었다. Bonn 프레임은 ‘가용 가능한 물 자원’을 중심으로 제안되었는데 물 공급 안보, 에너지 안보 및 식량 안보와 같은 넥서스 요소들은 물 가용성(water availability)을 중심으로 상호 연관되어 있다. 프레임의 목적

은 (i) 물, 에너지와 식량 안보를 확보하고 (ii) 형평에 맞고(equitable) 지속가능한 성장을 촉진하며 (iii) 탄력적이고 생산적인 환경을 촉진하는 것이며 이를 위해 각 분야별로 다음과 같은 행동 강령을 제시하고 있다.

- 사회: 자원에의 접근성 강화
- 경제: 더 적은 (자원)으로 더 많은 생산성(Creating more with less)
- 환경: 생태 서비스 유지를 위한 투자(Investing to sustain ecosystem services)

Bonn 프레임은 넥서스 실행에 주요한 몇 가지 정책분야를 다음과 같이 제안하였다.

- 자원 생산성 향상
- 폐자원 재활용
- 경제적 인센티브를 통한 개발 장려
- 거버넌스, 제도 및 일관성 있는 정책
- 생태환경 서비스로부터의 이익
- 빈곤 교육과 그린 교육의 통합



<그림 3> Bonn Nexus Conference의 넥서스 프레임 (2011)

3. 국제연합식량농업기구(FAO) 프레임

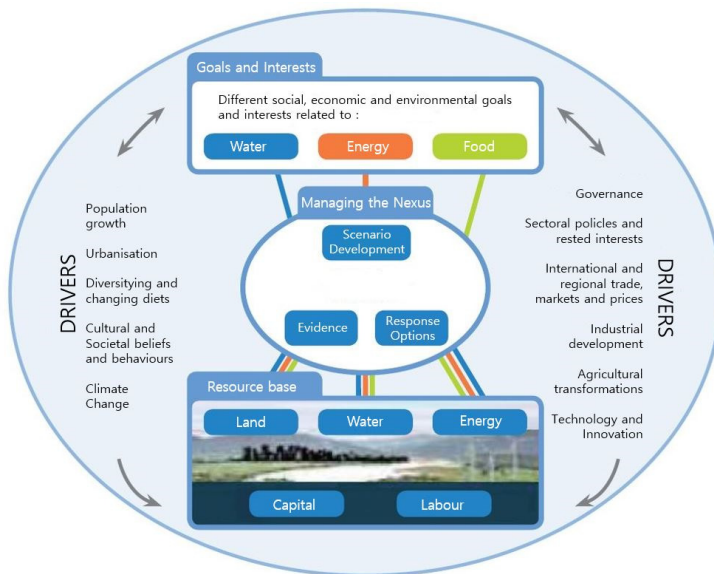
빈곤퇴치와 지속가능한 개발은 물, 에너지와 식량 자원과 절대적으로 불가분의 관계에 있다. 인구증가와 경제 개발로 이들 자원에 대한 수요가 향후 계속적으로 증가할 것이라는 전망이다. 농업은 전 지구의 담수 취수량의 70%를 차지하고 있으며 식량 생산과 상품의 생산·공급과정은 전 세계 에너지 사용의 30%를 차지하고 있다.⁴¹⁾ 수요가 증가함에 따라 물과 에너지 자원 등에 대한 경쟁은 심화 될 것이고 이는 식량 안보 악화를 초래할 것이다.

이와 같은 상황에서, 물-에너지-식량 넥서스는 복잡한 전 지구적인 자원 시스템 문제를 해결할 수 있는 효과적인 개념이 될 수 있다. 실제적으로, 넥서스 개념은 자원 간 상호연

41) FAO, Energy-smart food for people and climate, 2011

관성을 분석하기 위한 접근을 제공하며, 이를 통해 분야별로 조정된 자연자원 사용을 가능하게 해 줄 수 있다.

FAO(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)는 ‘식량 안보’를 “누구든지 항상 활동적이고 건강한 생활을 영위하기 위해서 식생활 요구와 음식 선호도를 충족시키기에 충분하고, 안전하고 영양가 높은 음식에 육체적, 사회적 경제적 접근이 가능한” 상태라고 정의하고 있다⁴²⁾. FAO 물-에너지-식량 넥서스 프레임은 식량안보와 자연자원 및 생태계의 지속가능한 관리와 이용을 달성하기 위한 FAO 비전의 일부분으로 2014년 개발되었다. 물, 에너지 및 식량과 관련된 서로 다른 사회적, 경제적, 환경적 목표와 이해관계는 자연자원과 경제적 자원을 포함한 ‘자원 기반(resource base)’에 의존하고 있다.



<그림 4> FAO의 넥서스 프레임

42) FAO, 위의 보고서, 2011

FAO 프레임에서는, 목표와 이해관계와 자원 기반사이의 상호작용이 여러 가지 상호작용 동력들(drivers) 사이에서 발생하는데 이와 같은 동력들로는 인구성장, 도시화, 식생활의 다변화와 변화, 문화적·사회적 신념과 행동약식, 기후변화, 거버넌스 분야별 정책과 이해관계, 국제적·지역적 통상, 시장과 가격, 산업 개발, 농업부문의 변화, 기술 혁신 등이 있다. FAO 넥서스 프레임의 목적은 사회적 우선순위를 이해하기 위한 것인데 넥서스의 질적·양적 평가, 지역적 환경과 경제사회적 목표사이의 상충관계 인식, 시스템의 지속 가능성 결정과 생태환경 및 경제적 압력 결정을 위해 물-에너지-식량 넥서스 접근방식을 취하고 있다⁴³⁾. 이와 같이 세계경제포럼, FAO 등 여러 국제기구뿐만 아니라 각국 정부에서는 물-에너지-식량 (관리) 넥서스 자원 관리면에서 새로운 정책 패러다임으로 여기고 개념, 관련 메커니즘, 요소 분석 등에 대한 연구를 각 분야에서 진행하고 있다.

제2절 해외 넥서스 실증연구 현황

1. 남부아시아

남아시아는 인구 증가, 경제 발전, 도시화 및 산업화 측면에서 세계에서 가장 역동적인 지역 중 하나이다. 남아시아에서의 인구학적, 경제적 및 환경적 변화는 식량, 물, 에너지 등 자원에 대한 수요 및 사용량 증가를 야기했는데, 이는 이 지역에서 식량, 물 및 에너지 안보를 위한 적응 전략에 심각한 영향을 미쳤다. 남아시아 내에서 HKH 지역은 특히 기후 변화의 영향에 취약하다. HKH 지역에서 물, 식량 및 에너지 안보 문제가 악화되는 가운데, 이 지역의 대다수 인구가 더욱 심각해지는 물리적, 사회적 및 경제적 리스크와 취약성에 점차 노출되고 있다.

43) 류문현, ‘물-식량-에너지 넥서스 기반구출을 위한 사회경제적 정책 의제’, 물정책·경제 제8호, 2017, p79

(1) 인구 증가 및 경작지 감소

남아시아 인구는 1950년대 후반에서 2010년에 이르는 반 세기 동안, 5억 8,800만 명에서 16 억명으로 거의 3배 증가했으며, 2025년에는 22억명에 이를 것으로 예상된다. 높은 인구 증가율과 산업 발전으로 인해, 곡물 수요는 2000년의 약 2억 4,100만 톤에서 2025년에는 4억 7,600 만 톤으로 증가할 것으로 예측된다⁴⁴⁾(FAO, 2011). 그러나 농업 생산 증대를 위한 토지는 현재와 같거나, 오히려 감소할 것으로 예상되는데, 인구 증가, 도시화 및 산업화와 관련하여 토지 수요 및 사용이 증가할 것이기 때문이다. 경제 성장 역시 이러한 역학 관계에 영향을 미칠 것이다. 예를 들어, 세계 경작지의 약 7%만을 차지하면서 전 세계 인구의 약 23%에게 식량을 공급하는 중국의 경우⁴⁵⁾, 경제 성장으로 인해 육류 및 기타 에너지 집약적 식품에 대한 선호가 증가했는데, 이는 가축 사육을 위한 물, 에너지 및 곡물의 수요 강화를 초래했다⁴⁶⁾, 지형이 가파르고 토양이 견고하지 못한 HKH의 산악 지역에서는 이러한 문제가 더욱 심화된다. HKH 지역에서의 경작 및 방목은 이미 한계 지역(marginal areas)으로 확장된 상황이다. 농업과 토지 이용이 집약화 될수록, 토지 자원의 급속한 황폐화와 생산 잠재력의 감소로 이어질 수 있다.

(2) 식량 생산의 정체 또는 감소

관개 면적이 넓어지면서 총 식량 생산량이 증가하고 있지만, 최근 남아시아의 많은 지역에서 1인당 식품 소비량은 정체된 모습이다. 현재의 관행을 바꾸지 않고 적절한 적응 조치도 취하지 않을 경우, 기후 변화로 인해 2050년까지 남아시아의 작물 수확량이 최대 30% 감소할 것으로 예측된다⁴⁷⁾. 낮은 식품 소비 수준으로 인해 남아시아에서 기아와

44) Golam Rasul & Bikash Sharma, The nexus approach to water - energy - food security: an option for adaptation to climate change, *Climate Policy*, 16:6, 682-702, 2015

45) Schipper, E. L. F. Climate change adaptation and development: Exploring the linkages (Working Paper 107). Norwich: Tyndall Centre for Climate Change Research, 2007

46) Golam Rasul & Bikash Sharma, , 위의 보고서, 2015

47) Schipper, E. L. F., 위의 보고서, 2007

영양 부족 문제가 지속되고 있는데, 세계 극빈층(하루에 \$1.25 미만 소비)의 40% 이상과 영양 부족 인구의 약 35%가 이 지역에 거주하고 있다.

(3) 물과 에너지 부족 상황에서 물과 에너지 집약적인 식량 생산 증가

남아시아의 경작지의 약 39%는 관개지이며, 이 지역 식량 생산의 약 60-80%가 관개지에서 이루어진다. 따라서 농업은 이 지역의 물의 약 90%, 그리고 전체 에너지의 약 20%를 소비한다. 한때 풍부하다고 여겨지던 물은 점점 더 희소해지고 있다.⁴⁸⁾ 예를 들어, 파키스탄의 1인당 물 가용성은 1951년에 5000m³에서 2010년에 1000m³으로 감소했으며, 인도의 경우는 1998년의 1인당 1986m³ 였던 수준에서 2050년까지 1140 m³로 감소할 것으로 예상 된다⁴⁹⁾. 중국에서도 식량 안보에 있어서 물 부족에 대한 우려가 점차 커지고 있다. 이 지역의 관개용수의 약 3/5은 지하수이며, 인도 인구의 약 60%와 파키스탄 인구의 약 65%가 관개를 위해 지하수에 의존하고 있다⁵⁰⁾. 인도와 중국은 이미 지하수 보충을 보다 각각 56% 및 25% 더 빠른 속도로 지하수를 추출해내고 있다. 지하수 추출이 증가함에 따라, 특히 북서부 히말라야 지역을 포함한 HKH의 여러 지역에서 에너지 수요가 증가하고, 지하수면이 낮아졌다. 이로 인해 이 지역 전체에 대해서 심각한 우려가 제기되었는데, 물과 에너지의 부족은 농업뿐만 아니라, 전반적인 경제 성장과 인간의 안녕을 심각하게 제약하기 때문이다.

(4) 넥서스적 도전

식량, 물 및 에너지가 서로 경쟁적으로 사용됨에 따른 복잡한 상호 의존성에도 불구하고, HKH 지역의 각국은 NAPA를 통해 부문별 적응 접근법을 사용하여 기후 변화의 악영향을 해결하고자 하면서, 기후 변화 및 그 외 변화에 대한 취약성을 다루기 위한 넥서스 기반의 체계적 적응 접근법에는 거의 또는 전혀 관심을 두지 않았다. 물, 에너지 및 식량

48) UN, The United Nations World Water Development Report, 2014

49) UN, 위의 보고서

50) UN 위의 보고서

이 빈곤과 취약성 감소를 위해 핵심적인 자원이라는 점을 감안할 때, 기후 변화와 그 외 변화 모두에 대한 취약성을 줄이는 넥서스 평가에 기초한 통합 적응 옵션을 우선적으로 고안하는 것이 매우 중요하다⁵¹⁾.

(5) 물-에너지-식량 넥서스 및 적응 전략에서의 시너지 효과와 상쇄 작용

물, 에너지 및 식량은 빈곤과 취약성 감소를 위한 필수 자원이며, 적응 계획을 위해서는 이들 간의 연계성을 이해하는 것이 매우 중요하다. 물, 에너지 및 식량 넥서스의 상쇄 작용(trade-off) 및 시너지 효과 또는 상보성을 이해하면 효과적인 적응 전략 개발을 위한 새로운 통찰력을 얻을 수 있다. 물, 에너지 및 식량의 수요와 공급 간에는 복잡한 상호 작용이 존재하기 때문에, 상쇄 작용을 최소화하고 시너지 효과를 촉진하면서 효과적인 적응 옵션을 고안하는 데에도 수많은 해결 과제와 기회가 역시 존재한다.

넥서스 접근법은 자원에 대한 경쟁적 수요를 해결하고, 자원 사용의 효율성을 향상시키기 위한 프레임워크를 제공한다. 넥서스 접근법 및 기후 변화 적응의 목표와 원칙은 서로 밀접하게 연계되어 있으며, 그 주안점 및 전략도 마찬가지이다. 효과적인 적응과 넥서스 접근법은 많은 공통적인 특징을 공유한다(<표 3> 참고). 물, 에너지 및 식량 안보의 관리는 적응에 영향을 미치며, 기후 변화 완화와 적응을 목표로 하는 전략과 정책은 넥서스 과제에 중대한 영향을 미친다.

51) Golam Rasul & Bikash Sharma, 위의 보고서, 2015

<표 3> 남아시아에서 식량, 물 및 에너지 안보의 주요 특성 및 과제

주요 특성	적응 과제	식량, 물, 에너지 자원 간의 인터페이스 및 기후 변화에 대한 적응
식량 안보 많은 인구가 만성적으로 영양 부족 상태임: 세계 빈곤층의 약 절반 (46%)과 세계 영양 부족 인구의 35%가 남아시아에서 살고 있다.	천연 자원 기반과 환경을 악화시키지 않으면서, 많은 수의 영양 부족의 사람들에게 식량, 물 및 에너지를 공급:	모든 사람들의 영양 요구를 충족시키기 위해서는 향후 25년간 식량 생산을 두배로 늘릴 필요가 있다.
인구의 급증: 세계 인구의 약 25%(2050년까지 23억명에 달할 것으로 예상됨)가 세계 육지 면적의 단 3%에서 살고 있다.	인구 증가를 감안할 때, 농업 생산은 70%, 에너지는 40%, 물은 57% 공급이 증가해야 한다.	수요 증가에 대응하기 위한 조치로 인해 토지, 물 및 에너지에 대한 압력이 심화된다.
식량 생산을 위한 지하수 의존도 증가: 농업 생산의 약 70~80%가 지하수 관개에 의존하여 이루어진다.	경작지를 확장하여 더 많은 식량 곡물을 재배 할 수 있는 옵션이 제한적이다.	식량, 바이오 에너지 생산 및 생태계 서비스를 위해 토지에 수요가 경쟁적으로 증가하고 있다.
집중적 식품 생산: 식량 생산이 점점 더 물 및 에너지 집약적으로 변하고 있다.	지하수면 감소에 적응	농업 성장은 에너지와 물의 부족으로 인해 제약을 받고 있다.
육류에 대한 음식 선호도 증가: 육류 생산 과정은 더 많은 에너지와 물을 필요로 한다.	1kg의 육류를 생산하기 위해서는 약 7kg의 곡물 등 에너지가 필요하다.	식량 요구사항을 충족시키기 위한 노력의 결과, 물에 압력이 심화된다.
기후 변화에 대한 민감성: 기온 상승, 빙하 용해의 가속화, 증발산 증가 및 불규칙한 강수량으로 인해, 식량 생산은 기후 변화에 매우 취약하다.	빠른 빙하 용해 및 히말라야 산맥의 몬순 패턴의 변화로 인한 물 공급의 불확실성	기후 변화는 식량 생산을 위한 물과 에너지 수요 증가, 그리고 바이오 연료 생산을 위한 토지 수요 증가에 있어 결정적인 요인이 될 가능성이 높다.
물 안보 물 부족 심화: 농업, 에너지, 산업, 인간 및 가축 사용을 위한 물 수요가 증가하고 있다. 2030년까지, 연간 물 수요량이 2005년 대비 55% 증가할 것으로 예측된다	물 공급에 관련된 변동성이 증가하는 상황에서 안전한 식수에 대한 접근성 제공해야 한다.	물 집약적인 적응 관행으로 인해, 수자원 오염 및 수인성 질병의 증가, 높은 아동 사망률, 인체 건강 악화가 야기된다.

주요 특성	적응 과제	식량, 물, 에너지 자원 간의 인터페이스 및 기후 변화에 대한 적응
물에 대한 업스트림-다운스트림 (Upstream - downstream) 의존성: 식량 재배 및 수력 발전에 필요한 물 공급을 위해, 다운스트림 지역이 업스트림 지역에 크게 의존하고 있는 상황이다.	HKH 수자원의 지속가능한 개발을 위해 업스트림-다운 스트림 간의 조정 및 협력을 강화할 필요가 있다.	HKH 강은 건기(dry season)에 관개, 수력 및 주요 경제 활동을 수행하는데 필수적인 생명선이다.
식량 생산을 위한 지하수 의존도 증가: 농업 생산의 약 70-80%가 지하수 관개에 의존하여 이루어진다.	지하수면 감소에 대한 적응	
		관개를 위한 지하수 펌핑(groundwater pumping)은 과도한 에너지를 요구하며, 전기 수요를 더욱 증가시킨다.
에너지 안보 심각한 에너지 빈곤: 약 63%의 인구가 전기를 사용하지 못하고 있으며, 약 65%의 인구가 요리 시에 바이오매스를 사용한다.	오염을 악화시키지 않으면서, 많은 사람들에게 적절하고 신뢰할 수 있는 에너지를 제공.	에너지 생산을 위해 물과 토지에 대한 수요가 증가한다.
수력 발전 및 청정 에너지 발전을 위한 잠재력을 충분히 활용하지 못하고 있다.	적응 옵션은 제한적이다.	식량, 물 및 경제 성장을 위한 수요 증대에 대응하기 위해 에너지를 다각화한다.

출처: Golam Rasul & Bikash Sharma, The nexus approach to water-energy-food security: an option for adaptation to climate change, Climate Policy, 16:6, 682-702, 2015

물이용의 효율 개선, 재생 가능 에너지 사용, 황무지에서의 바이오 연료 재배 등과 같은 일부 적응 조치는 물, 에너지 및 식량 자원에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다. 하지만 광범위한 지하수 펌핑(groundwater pumping), 담수화 플랜트, 물 부족에 대처하기 위한 유역 간 물의 이전, 연료 부족에 대처하기 위한 바이오 연료의 재배 등은 넥서스 문제를 더욱 가중시킬 위험이 있다. 예를 들어, 물방울 및 스프링클러 관개와 같은 미세 관개 기술(micro-irrigation technologies)은 효율성 증대를 통해 물 수요를 줄여주는 효과가 있으나,

에너지 수요를 증가시킨다. 이와 유사하게, 황무지에서 바이오 연료를 재배하면, 에너지 공급을 향상시키고 화석 연료에 대한 의존도를 낮출 수 있지만, 바이오 연료를 위해 경작 가능한 토지를 사용하게 되어 식량 안보를 위협하고 식량 가격 상승에 따른 사회적 영향을 초래할 수 있다. 대규모의 바이오 에너지 생산을 촉진하는 것은 식량 안보, 생물 다양성 및 기후 변화 사이의 상쇄 작용 발생을 보여주는 대표적인 예이다. 일반적으로, 청정 에너지 시스템의 높은 비용은 관련된 사회적 및 경제적 이익에 견주어 비교 및 검토할 필요가 있다. 이러한 상쇄 작용은 HKH 지역과 같은 개발도상국에서 가장 강력한데, 이러한 지역에서는 인구의 상당수가 적절한 식량, 영양, 식수 및 에너지를 이용하지 못하고 있기 때문이다. 상쇄 작용은 자원 사용의 효율성과 접근의 형평성(equity of access) 간에도 발생할 수 있다. 정책 입안자들은 식량과 에너지, 그리고 효율성과 형평성 사이에서 선택해야 한다. 물, 에너지 및 식량 부문 간의 상쇄 작용을 관리하는 것은 어려운 작업이며, 중요한 과제가 남는다. 아래에서는 이러한 상쇄 작용의 관리를 위한 유망한 접근법의 몇몇 예를 제시하도록 한다.

(5) 지속가능한 적응을 위한 넥서스 기반 접근법의 기대 효과: 잠재적 시너지 효과

일부 부문별(sector-specific) 적응 조치는 넥서스의 다른 하나 또는 둘 모두의 부문에서 기후 변화 완화 또는 적응 목표를 향상시키는 '윈-윈(win-win)' 기회를 제공하여, 시너지 효과를 발생시킬 수 있는 잠재력이 있다. 그러나 그 외 부문별 조치는 다른 부문에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 적응 조치의 일환으로 담수 사용의 효율성을 향상시킬 경우, 부문간 시너지 효과를 기대할 수 있다. 담수 사용의 효율성이 증가하면 에너지, 농업 및 산업에 사용 가능한 물의 양이 증가하고, 1인당 온실가스 배출량이 줄어들기 때문이다. 예를 들어, 중국 정부는 관개의 효율성을 개선함으로써, 산업 용수에 대한 수요 증가에 대응할 수 있었다. 중국 북부에서 농업용수의 사용이 1990년에 비해 20% 감소했으나, 식량 생산량은 오히려 30% 증가했다. 이는 산업 및 도시 사용자를 위한 물 공급을 늘리고, 산업 및 경제 성장을 위해 요구되는 물 수요를 충족시키는 데 도움이 되었다.

<표 4> 넥서스 기반 적응의 상보성과 공동 이익

주요 특성	넥서스 접근법	기후 변화 적응	넥서스 기반 적응의 상보성과 공동 이익
목표	가용 자원의 효율적인 사용을 통해 물, 에너지 및 식량 안보 목표를 달성하고, 자원의 지속가능성을 확보한다.	B기후 및 기타 위험 요소에 대한 회복 탄력성을 높이고 적응 역량을 강화한다.	기후 변화에 대한 적응을 이해하는 것이 넥서스 문제를 해결하는데 매우 중요하며, 자원을 효율적으로 사용하는 것이 효과적인 적응을 위해서 필수적이다.
주요 원칙	자원 낭비의 최소화 및 경제적 효율의 극대화를 추구하면서, 지속가능한 공급을 가속화한다.	기후 리스크 관리 및 대응 역량 구축을 통해 취약성을 감소시킨다.	자원 부족은 사람들의 취약성을 증가시키는 경우가 많으므로, 연계 접근 방식을 적용하면 적응을 촉진시킬 수 있을 것이다. 그 반대도 마찬가지이다.
주요 초점	다양한 규모의 통합 솔루션을 제공한다.	기후 변화에 관련하여, 충격, 리스크 및 취약성을 최소화하고, 관련된 악영향과 리스크를 해결한다.	기후 변화에 대한 취약성을 이해하는 것은 넥서스 문제를 평가하는 데 매우 중요하다. 이와 마찬가지로, 통합된 넥서스 솔루션은 취약성과 빈곤 감소에 기여할 수 있다.
폭넓은 전략	다양한 이해 관계자의 참여 및 공공-민간 파트너십을 통해 시너지 효과를 창출하고, 부문 간 공동 이익을 도모하기 위한 정책 통합, 조화 및 거버넌스를 추구한다.	적응 역량과 회복 탄력성 구축을 통해, 특정 부문이 기후 변화에 대해 갖는 취약성의 원인 요인을 해결한다.	넥서스의 부문간 교차 분석을 수행하여 상쇄 작용과 시너지 효과를 식별하고, 정책 이행을 통합한다. 다양화를 통해 회복 탄력성을 향상시킨다. 넥서스 전략은 기후 적응과 완화의 통합을 위해서는 매우 중요하며, 빈곤-취약성 연계를 다루는 범위를 넓혀준다.

출처: Skaggs, Hibbard, Janetos 및 Rice(2012)

혜택 이전(benefit transfer)은 넥서스 문제의 관리에 도움을 줄 수 있다. 1990년대에 코스타리카는 식량에 대한 수요 증가에 부응하기 위해 집중적인 농업과 축산을 실시했는데, 그 결과 토양 침식이 가속화되고, 수력 발전소 저수지에 퇴적물이 증가했다. 이는 저수 용량 및 발전량의 감소를 야기했다. 이 문제를 해결하기 위해, 코스타리카 정부는 “산림 파이낸싱을 위한 국가 기금(National Fund for Forest Financing)”을 설립했다. 수력발전 기업들이 기금 조성에 기여했고, 기금은 업스트림 지역 공동체에서 대규모로 나무를 심는 등 보전 프로그램을 이행하는데 사용되었다. 이러한 노력은 토양 침식을 줄이고, 식량과 에너지 간의 상쇄 작용을 최소화하는데 도움을 주었다. 이와 유사하게, 중국의 황허강(Yellow River) 지역의 다운스트림(downstream) 산업계에서는 업스트림(upstream) 내륙 몽골의 농업분야 물 사용 효율성을 개선하기 위한 기술에 투자하여, 수자원에 대한 압력을 완화하고, 다운스트림 수요를 위한 물의 양을 늘리고자 노력한 바 있다.

2. 프랑스(EDF, 전력공사)

프랑스전력공사(EDF7))는 물, 에너지, 식량을 서로 연계된 시스템으로 보고 에너지 발전과 관개 시설 간에 물을 할당하기 위한 효과적 방법 및 물 절약을 촉진하는 정책(협약)을 수립하였다⁵²⁾. EDF는 '90년대 후반까지 법을 기준으로 저수지 물을 지역 내 사용자들에게 할당하였으나, '00년대 초반에 들어서며 기존의 규정이 수자원 낭비를 방지하는데 효과적이지 못하다고 판단했다. 이에 따라 EDF는 프랑스의 현재 및 미래 예상 에너지 가격을 근거로 EDF가 1m³당 생산 할 수 있는 에너지 가치와 연계해 물의 가치를 측정하는 방법을 개발하였다. 동계산법으로 각 이해관계자가 물 사용을 조절함으로써 얻는 이익과 관개시설이 물을 절약함으로써 얻는 보수의 측정이 가능해졌고 EDF는 물 사용 조절의 혜택을 확실히 보여줄 수 있게 되었다⁵³⁾.

52) Will Sami, ‘자원부족 궤도에서 벗어나기’, Deloitte Review, 2015

53) Will Sami, 위의 보고서, 2015

또한 EDF는 지역의 주요 농업 관개시설 두 곳과 물 절약협약(Water Saving Convention)을 체결하고, 이 협약에 따라 관개시설은 물 사용량을 줄이고 EDF는 절약된 양에 따라 보상을 지급하도록 했는데 협약의 핵심은 관개시설들이 물을 절약하도록 금전적 보상을 제공 했다는 점이며, 이러한 장려책 제공은 관개시설이 그동안의 사업관행을 바꾸도록 동기를 부여하고, 매년 목표치를 자유롭게 수정 할 수 있게 하였다.⁵⁴⁾

54) Will Sarni, 위의 보고서, 2015

korea
legislation
research
institute

제4장 물-식량-에너지 넥서스 정책 및 법률

제1절 미국 법률 및 정책

제2절 국내 정책 및 법제

제4장

물-식량-에너지 넥서스 정책 및 법률

제1절 미국 법률 및 정책

1. 정책현황

(1) 자료 수집

미국은 에너지-물 넥서스와 관련해 축적된 데이터와 사례 연구를 확보하고 있으며 에너지 공급을 위해 이용·소비되는 물의 양에 대한 자료도 수집하고 있다⁵⁵⁾. 에너지관리청(Energy Information Administration, EIA)은 미국 에너지부 산하의 에너지 관련 통계를 수집하고 분석하는 기관으로 석탄, 천연가스, 석유, 우라늄 및 핵, 전기 등 에너지와 관련된 모든 자료를 다룬다. 에너지관리청이 수집하는 자료 중 Form EIA-860 연간 전력 발전업자 보고서(Annual Electric Generator Report)와 Form EIA-923 발전소 운영 보고서(Power Plant Operations Report)는 발전설비 용량이 1MW 이상이거나 지역 전력망에 연계된 미국 전역의 발전소를 대상으로 발전소별 냉각 기술 및 물 이용량에 대한 통계를 수집 한다⁵⁶⁾. Form EIA-860은 냉각기술의 종류와 이용하는 수원 등 냉각시스템 관련 정보를 기록하도록 요구하고 있으며 Form EIA-923⁵⁷⁾는 취수량, 배수량, 소비량 취수 및 배수되는 물의 온도에 관한 월별 자료를 수집하도록 하고 있다⁵⁸⁾.

55) 김하나, 지속가능한 물과 에너지 관리: ‘에너지-물 넥서스’ 관점에서 미국과 한국의 법과 정책에 대한 연구, 환경법과 정책 제16권, 2016, p115

56) 김하나, 위의 보고서, p116, 2016

57) 전력 발전량, 에너지 소비량, 보고 기간 말의 화석연료 스톡, 이용한 화석연료 비용 및 품질에 관한 정보와 발전소 냉각시스템에 대한 정보를 기재하게 되어 있다

58) 김하나, 위의 보고서, p117, 2016

(2) 전담기구 구축 노력: 미국 물-에너지 기술팀 (Water-Energy Tech Team)

에너지부 산하의 사무소와 연구소들은 지난 십 년 동안 에너지-물 넥서스와 관련된 다양한 연구 및 개발 활동을 수행했지만, 기존의 활동은 프로그램별로 단편적으로 수행되어 프로그램 및 부서 간 이 결과물이 적절히 공유되지 못하는 문제점이 있었다. 이런 부서 간 다양한 노력을 조정하고 에너지부에서 최신 기술, 데이터, 모델링, 분석, 정책 우선순위를 규명하고 추진하기 위해 에너지부 장관 Moniz Iran은 물-에너지 기술팀(Water-Energy Tech Team, WETT)을 조직하도록 지시하였다. 2012년 가을 개설된 WETT는 에너지부 산하 사무소 및 연구소 간의 조정 및 협력뿐 아니라 다른 부처와 이해관계자들에게 이 문제의 중요성을 전달하는 여러 활동을 수행하고 있다⁵⁹⁾. 기존의 여러 연구 및 평가들이 에너지-물 넥서스와 관련해 정부 조직들 간의 조정이나 효과적인 접근방식이 부족함을 경고하고 이를 개선할 것을 요청했기 때문에 이러한 대응팀이 구축될 수 있었다⁶⁰⁾. WETT는 The Water-Energy Nexus: Challenges and Opportunities 보고서를 작성하였다. WETT는 이 보고서 작성을 통해 미국의 에너지-물 넥서스를 계량적으로 평가하고, 기후 변화와 수자원의 변동과 미래 발전부문에 대한 영향을 분석하고, 현재 에너지 및 수자원 관련 정책 결정에 대한 내용을 평가하였다. 이 보고서에서 WETT는 미국 에너지-물 관련 정책 결정이 연방정부에서 지역정부까지 관할권, 과거 자원 개발 및 자원 함유량에 있어 근본적인 차이 등 다양한 요인으로 인해 매우 복잡하고 파편화되어 있지만 이 에너지 영역과 수자원 영역 사이의 정책 조화(harmonization)를 위한 기회 또한 존재함을 지적하였다⁶¹⁾.⁵²⁾ 이처럼 미국은 에너지-물 넥서스 관련 전담기구를 구축하고 이 이슈에 대해 광범위하고 통합적인 평가를 시행할 것을 제안하고 있다.

59) 김하나, 위의 보고서, p117p, 2016

60) 김하나, 위의 보고서, 118p, 2016

61) Department of Energy, The Water-Energy Nexus: Challenges and Opportunities, 2014, 3 면; <http://www.energy.gov/water-energy-tech-team> (2016.01.05.)

2. 법제현황

에너지-물 넥서스에 대해 관심을 가지고 관련 DB 등을 축적해오고 있는 미국은 「에너지 정책법(Energy Policy Act, 2005)」, 「물 연구 통합법(Energy and Water Research Integration Act of 2009)」, 「스마트 에너지 및 물 효율 법(Smart Energy and Water Efficiency Act)」 등 관련 법제를 도입해 오고 있다.

「에너지정책법」은 Section 979에서 수자원의 지속가능한 이용을 위한 에너지 관리와 에너지 자원의 지속가능한 이용을 위한 수자원 관리를 위해 담당 연방 부처, 시행 프로그램 평가, 자문위원회의 수립 등에 관한 내용을 담고 있다⁶²⁾. 또한, 동법 시행 2년 이내 에너지부는 에너지부 및 연방정부 기관에서 시행되고 있는 관련 프로그램을 평가 및 제언을 하는 보고서를 국회에 제출하도록 규정하고 있다⁶³⁾.

(1) 「에너지 물 연구 통합법」 제정 시도

2009년 이후로 에너지 「물 연구 통합법(Energy and Water Research Integration Act of 2009)」이 발의되고 논의되고 있다⁶⁴⁾. 이 법안은 수자원의 효율적이고 신뢰 할 수 있으며 지속가능한 방식의 공급을 보장하기 위해 에너지부로 하여금 에너지 기술, 에너지 효율개선 기술 및 방법을 개발해 담수 사용을 최소화하고 물이용 효율을 높이고 대체 물 이용 자원을 이용하도록 정하고 있다. 또한, 이 법안은 기후변동과 기후변화가 물 공급 및 에너

62) 김하나, 위의 보고서, p118, 2016

63) 김하나, 위의 보고서, p118, 2016

64) 2009년 3월 5일 상원의원 Bigaman과 Murkowski가 이 법안을 발의하였다. 이 법안은 하 원을 통과한 후 에너지 및 자연자원 위원회(Committee on Energy and Natural Resources)를 비롯한 여러 위원회의 의견을 수렴했다. 특히 과학기술위원회(Committee on Science and Technology)는 수정사항을 담은 보고서를 제출했고, 이 법안은 하 원을 통과한 후 에너지 및 자연자원 위원회(Committee on Energy and Natural Resources)에 넘겨졌다 (<https://www.congress.gov/111/crpt/hrpt344/CRPT-111hrpt344.pdf> (2015.12.22.)
<https://www.congress.gov/bill/111th-congress/house-bill/3598/all-actions?q=%7B%22search%22%3A%5B%22%5C%22Energy+and+Water+Research+Integration+Act%5C%22%22%5D%7D&resultIndex=3&overview=closed> (2015.12.22.)

지 생산에 미치는 영향을 고려하고 물 공급에 필요한 에너지양과 에너지 공급에 필요한 물에 대한 이해를 개선할 것을 언급 하고 있다. 이 후 이 법안은 제112회 의회(2011-2013)에서도 발의되었고 이후 제 113회 의회(2013-2015)에서도 다시 발의되어 논의되었다⁶⁵⁾. 물론 이 법안이 아직 법으로 제정되지 않았지만, 이러한 지속적인 노력과 법안의 내용은 정책입안자들이 에너지-물 넥서스의 중요성을 인식하고 이에 대한 대응하기 위해 적극적으로 노력하고 있음을 시사한다.

「에너지 물 연구 통합법」 개관
 Sec. 2 에너지 및 물 연구의 통합
 (a) 총칙
 (b) 전략적 계획
 Sec.3. 에너지-물 관리 및 조정
 (a) 총칙
 (b) (분과위원회) 기능
 Sec. 4 권한
 Sec. 5 조율 및 중복 방지
 Sec. 6 정의

「에너지 물 연구 통합법」은 주무부처 장관(에너지부 장관)으로 하여금 물 관련 고려사항을 에너지부의 에너지 연구, 개발, 시연 프로그램 및 프로젝트에 통합할 것을 명시적으로 요구하고 있다(Sec. 2(a)). 이를 위해 기후변화가 물 공급 및 에너지 발전과 연료 생산의 질에 미칠 수 있는 영향을 고려할 것과 (Sec. 2(a)(1)(c), 에너지-물 넥서스에 대한 이해를 향상 시킬 것을 명시하고 있다 (Sec. 2(a)(3)). 또한 주무부처 장관은 에너지-물 연구 통합을 위해 전략 계획을 수립해야 하고 (Sec. (2)(b)(1), 전략 계획 수립 시에 고려해야 하는 구체적인 사항을 담고 있는데 무엇보다도 에너지 발전 및 연료 생산에서의 혁신적인 물 재사용, 회수 및 처리 기술, 효율적인 물 사용 설계 전략을 활용하는 탄소포집 및

65) <https://www.congress.gov/search?q=%7B%22source%22%3A%22legislation%22%2C%22search%22%3A%22%5C%22Energy%20and%20Water%20Research%20Integration%20Act%5C%22%22%7D> (2015.12.20.)

저장시스템을 위한 기술 개발, 물 분배, 처리 및 수집 시스템을 위한 에너지 효율적인 기술 등 에너지-물 넥서스 연구 및 활용을 위한 기술적인 고려사항도 명시적으로 기술하고 있다.

(2) 그 외 법제

수자원에 대한 정책 수립 시 에너지 문제를 간과하지 않기 위해 '09년 「Omnibus Public Land Management Act」를 제정하였다. 동법은 국가 수자원 유용성 및 사용 평가프로그램(National Water Availability and Use Assessment Program)을 내무부(Department of Interior)를 통해 실행 하도록 규정하고 있다. 동 프로그램에 따르면 주무 장관으로 하여금 수자원의 유용성에 대한 지속적인 평가를 시행하도록 하고 있는데, 이런 평가의 목적 중 하나로 에너지 생산에 필요한 수자원의 유용성을 예견할 수 있는 능력을 개선하기 위한 기반을 구축하는 것이 제시 되어있다.

제2절 국내 정책 및 법제

1. 정책현황

(1) 거버넌스

국내에는 아직 물-식량-에너지 넥서스 접근을 주도적으로 계획하고 수행하는 전담 부처 혹은 기구가 도입되고 있지 않다. 위에서도 기술한 바와 같이 자원관련 개별법 별로 주무 부처가 다르기에 넥서스 관련 연구 및 개발 활동은 이들 부처 간 다양한 노력과 정책 등을 공유하고 조정할 뿐만 아니라 자원 관련 정책 및 법제에 통합 관리적 시각을 투영하여 일관적으로 집행할 수 있는 전담 조직의 설립이 필수적이다. 정부부처 내 별도 독립 조직 혹은 기관으로 설립하는 것이 조직 운영 혹은 근거 법률의 미비 등으로 어렵다면 국무 조정실 혹은 총리실 산하에 별도 테스크포스를 설치하고 각 관련 부처에서 전담 인원을 파견 하는 식의 운영 방안도 논의 될 수 있다.

(2) 자원 관리 종합계획

각 부처별 근거 법에 의해 종합계획을 세우고 있는데 물-에너지-식량 관련 주요계획을 분석해 보면, 환경부는 ‘수질 및 수생태계 보전계획’, 국토교통부는 ‘수자원 종합계획’, 안전행정부는 ‘소하천정비종합계획’, 농림축산식품부는 ‘농어촌 용수이용합리화 계획’ 등을 관할하고 있다. 일각에서는 이와 같은 물관리계획들이 종합적으로 연계되어 운영되는 것이 아니라 개별적으로 수행되고 있다는 비판도 제기되 계획의 작성주기는 물론 용어와 주된 관심 영역이 서로 다르기 때문에 관련 계획 간에도 커다란 벽이 존재한다.

<표 5> 부처별물에너지식량관련주요법률과법정계획현황

법 른		관련 계획	주요 내용
환경부	환경정책기본법	○국가환경종합계획 (20년)	○국토계획과 환경계획의 연계성 강화
	수질 및 수생태계 보전에 관한 법률	○수질 및 수생태계 보전 계획 (10년)	○수질 및 수생태계 보호
	4대강수계특별법	○오염 총량 관리 기본 계획	○4대 강 유역 통합 관리 및 주민 지원
	하수도법	○국가 하수도 종합 계획 (10년) ○유역 하수도 정비 기본 계획 (20년)	○수질 및 하수도 관리
국토부	하천법	○수자원 장기 종합 계획(20년) ○유역 종합 치수 계획(10년) ○하천 기본 계획(10년)	○이수·치수·하천관리 ○수질 오염의 측정(환경부)
	지하수법	○지하수 관리 기본 계획(10년)	○지하수의 이용 및 관리
	댐건설 및 주변지역 지원 등에 관한 법률	○댐 건설 장기 계획(10년)	○이수·치수, 댐 건설 및 주민 지원
행자부	소하천정비법	○소하천 정비 종합 계획(10년)	○소하천 관리
산업부	에너지기본법	○국가에너지기본계획 (20년)	○에너지정책 기본방향 수립
농림부	농어촌정비법	○농어촌 용수 이용 합리화 계획	○농어촌 용수의 효율적인 개발·이용 및 보전

자원 장기 종합계획(2011~2020)은 수자원의 생산 및 소비 양방향 정보를 실시간으로 관리하여 최적화된 활용의 필요성 및 수자원 개발 방향을 제시한다. 동 계획에 따르면 국내 상수도 보급률 및 수력 발전시설 용량 증가에도 불구하고 이상기후에 의해 지역적 물 공급의 안정성 및 형평성이 취약하며 물 부족 대처능력이 부족 할 수 있다. 또한 지역 간 물이용에 대한 합리적 조정 방안이부재하여 물 부족 상황에 대한 국내 수자원 갈등 상황이 더욱 가중 되고 있으므로 수자원 확보·관리 기술과 첨단기술을 접목하여 수자원의 공급 신뢰성, 안정성 및 효율성을 향상시킬 필요성이 제기되고 있다. 이처럼 기후변화에 따른 국내 자원안보 환경의 예측 및 공업(Energy) 및 농업(Food)용수로 활용 되고 있는 물 이용량과약 등 WEF Nexus 기술 개념 및 정책 등이 반영 되어야 한다.

한편 국내 에너지 안보상황은 매우 취약한 것으로 평가 된다⁶⁶⁾. 공급 대책 위주의 에너지 안보 강화 정책으로는 한계가 있다고 간주되어 에너지 공급선 다변화와 스마트그리드 개발, 신재생 에너지 사용 촉진 등 전력자원 이용 효율화 강화 정책을 강조하고 있다. 이에 따라 물이용에 있어서 에너지 효율, 관개 시설 이용 등 식량 생산에 있어서 에너지 효율 등 넥서스 적인 요소를 고려할 필요가 있음에도 현행 부처별로 수립·시행되는 장기 계획에는 자원 이용에 있어서 넥서스적 요소는 명시적으로 반영되고 있지 않다.

2. 법제현황

(1) 부처별 관련 법률 현황

국내의 경우 물, 식량, 에너지 자원의 경우 각 부처별 및 기능별 개별법이 수평적인 체계로 구성되어 있어 자원간의 통합적인 계획, 실행 및 관리에 있어서 어려움이 있다. 환경부가 「환경정책기본법」, 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 등 11개 법률을 운영하고, 국토교통부는 「하천법」, 「댐건설 및 주변지역 지원 등에 관한 법률」을 관할하고 있다.

66) World Energy Council(2013)이 발표한 세계각국의 에너지안보인덱스 순위에 따르면, 한국은 129개국 중 103위로 에너지 안보상황 매우 취약

<표 6> 물-에너지-식량 관련 법률 현황 및 소관부처

분야	관련 법률명	소관부처
수질	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경정책기본법 ○ 수질 및 수생태계보전에 관한 법률 ○ 오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률 ○ 하수도법 ○ 4대강수계특별법 ○ 먹는 물 관리법 ○ 수도법 ○ 먹는 물 관리법 ○ 하수도법(처리수재이용) ○ 4대강수계특별법 ○ 지하수법(수질 부분) 	환경부
수량	<ul style="list-style-type: none"> ○ 하천법 ○ 하천구역편입토지보상에 관한 특별조치법 ○ 댐건설 및 주변지역지원 등에 관한 법률 ○ 지하수법(수량 부분) 	국토교통부
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 소하천정비법 ○ 온천법 	안전행정부
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해양심층수의 개발 및 관리에 관한 법률 	해양수산부
전력	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전원개발촉진법 	산업통상자원부
식량	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농어촌정비법 	농림축산식품부, 해양수산부
유역관리	<ul style="list-style-type: none"> ○ 4대강수계특별법 	환경부
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 친수구역 활용에 관한 특별법 	국토교통부
재해관리	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자연재해대책법 ○ 재난 및 안전관리 기본법 ○ 저수지·댐의 안전관리 및 재해예방에 관한 법률 	안전행정부 (소방방재청)
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농어업재해대책법 	농림축산식품부, 해양수산부

국내법은 아직 미국의 「물 연구 통합법」과 같이 지속적인 기후변화 대응을 위한 자원 상호간의 넥서스적 접근을 명시적으로 언급하고 이의 달성을 위한 프로그램 및 기술 개발 등을 담고 있는 개별법 도입 시도가 전무한 상태이다.

(2) 넥서스 접근

국내에서도 최근 에너지-식량-물 넥서스에 관한 관심이 높아지고 있지만, 관련법의 제정이 지속적으로 시도되고 있는 미국과 달리 아직은 관련법에서 자원 간 상호연관성에 대한 인식 및 통합적인 관리를 위한 접근에 대한 시도는 찾아 볼 수 없다. 에너지,

물 관련법에서 각 자원의 효율적인 이용 및 절약에 대한 규정을 담고 있으나 각 자원간의 상호연관성에 대한 내용은 포함되지 않았다. 「에너지법」의 경우 효율적인 에너지 생산, 수송, 이용과 이를 위한 기술개발에 대한 에너지기술개발계획 수립을 규정하고 있지만 다른 자원과 에너지와의 상호 연관성에 대한 내용은 담고 있지 않다. 또한 「에너지이용합리화법」에 따른 제5차 에너지이용합리화 기본계획 의 다섯 가지 주요정책과제에는 소비주체별 에너지 수요관리, 전환손실 감축, 에너지가격 및 시장제도 개선, 에너지정보개선, 에너지효율 향상이 포함된다. 정책과제별 프로그램을 살펴보면 절수 등 에너지와 연관된 다른 자원의 관리 및 절약 수단을 통한 에너지 절약 계획 및 인식을 찾아볼 수 없다.

korea
legislation
research
institute

제5장 결론

제1절 국내 정책 및 법제에의 시사점

제5장

결론

제1절 국내 정책 및 법제에의 시사점

1. 정책 시사점

국내에는 아직 물-식량-에너지 넥서스 접근을 주도적으로 계획하고 수행하는 전담 부처 혹은 기구가 도입되고 있지 않다. 위에서도 기술한 바와 같이 자원관련 개별법 별로 주무 부처가 다르기에 넥서스 관련 연구 및 개발 활동은 이들 부처 간 다양한 노력과 정책 등을 공유하고 조정할 뿐만 아니라 자원 관련 정책 및 법제에 통합 관리적 시각을 투영하여 일관적으로 집행할 수 있는 전담 조직의 설립이 필수적이다. 정부부처 내 별도로 독립 조직 혹은 기관으로 설립하는 것이 조직 운영 혹은 근거 법률의 미비 등으로 어렵다면 국무조정실 혹은 총리실 산하에 별도 테스크포스를 설치하고 각 관련 부처에서 전담 인원을 파견 하는 식의 운영 방안도 논의 될 수 있다. 이를 통해서 각 기관 및 부처별로 중복적으로 시행되는 연구 사업으로 인한 예산 낭비를 막고, 보다 효과적인 성과 확산을 장려하고, 다른 자원의 지속가능한 이용에 상충되는 방향의 자원 관리 및 정책의 수립을 예방하기 위해서 부처 간 자원 관리 계획 및 예산 관련 조정 노력이 필요하다. 그러므로 이런 업무를 전담할 수 있는 부처 간 조정 및 협력 전담 기구 또는 프로그램의 운영이 필요할 것이다.

또한 물-에너지-식량 넥서스 정책 및 법제도적 보완을 위해서는 현황 분석이 전제가 되어야 하는데 우리나라의 경우 이를 위해 필수적인 통계 자료 등이 부족하다. 에너지

발전기술, 연료, 냉각기술별 물 소비량 정보 등 실질적으로 에너지-물 넥서스 접근을 가능하게 할 수 있도록 자원 간 상호연관성 파악에 필요한 정보를 확보할 수 있는 제도적 뒷받침에 필요하다. 현재 물 이용량 통계는 통계별로 작성 주체가 달라, 통합되지 않고 분절된 형태로 작성되고 있어 전체 에너지 부문에서의 물 이용 현황에 대한 정보를 파악하기 어렵고 그 신뢰도도 낮기 때문에 한 기관의 주관으로 주기적이고 지속적으로 관련 통계를 수집·편찬해 관련 정보가 누적될 수 있도록 현 통계작성 시스템을 개선할 필요가 있다⁶⁷⁾.

에너지-물 넥서스에 대한 인식 확대, 국내 에너지-물 넥서스를 파악하기 위한 통계 시스템의 개선, 서로 다른 두 자원의 지속가능한 관리 및 이용을 위한 부처 간 협력 및 조정 기구 또는 프로그램의 수립, 기후변화를 비롯한 다양한 요인들을 고려한 현재 발전원 및 향후 추가 예정인 발전원의 물 이용량 평가 등과 관련된 법제도의 정비한다면, 물과 에너지를 지속가능한 방향으로 이용 및 관리하고 기후변화에 적절히 대응할 수 있을 것이다⁶⁸⁾.

2. 법제 시사점

국내의 경우 물, 식량, 에너지 자원의 경우 각 부처별 및 기능별 개별법이 수평적인 체계로 구성되어 있어 자원간의 통합적인 계획, 실행 및 관리에 있어서 어려움이 있다. 환경부가 「환경정책기본법」, 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 등 11개 법률을 운영하고, 국토교통부는 「하천법」, 「댐건설 및 주변지역 지원 등에 관한 법률」을 관할하고 있으며, 산업통상자원부에서 「에너지기본법」 등 여러 부처에서 관련 법률을 주관하고 있다.

물-식량-에너지 넥서스 관련 별도법률 제정에 대한 시도조차 되고 있지 않으며 각 자원 관련 개별 법률에서도 타 자원과의 상호작용, 넥서스적 접근에 대해 규정하는 조항이 명

67) 김하나, 지속가능한 물과 에너지 관리: ‘에너지-물 넥서스’ 관점에서 미국과 한국의 법과 정책에 대한 연구, 환경법과 정책 제16권, 2016, p125

68) 김하나, 위의 보고서, p125, 2016

시되어 있지 않다. 법제 개선 방안으로는 물-식량-에너지 통합 관리에 대한 별도의 법률을 제정하는 방안 혹은 현행 법률에 거버넌스, 자원별 종합계획 시행 시 반영, 담당 조직 체계, 연구 및 기술 개발 지원, 물-식량-에너지 넥서스 위험 평가 등에 대한 내용이 규정되어야 한다.

korea
legislation
research
institute

참고문헌

참고문헌

I. 국내문헌

- 김은하(웁김), 지구온난화 충격 리포트, 야마모토 로이치, 2006, 미디어월
- 김하나, 지속가능한 물과 에너지 관리: ‘에너지-물 넥서스’ 관점에서 미국과 한국의 법과 정책에 대한 연구, 환경법과 정책 제16권, 2016
- 류문현, ‘물-식량-에너지 넥서스 기반구출을 위한 사회경제적 정책 의제’, 물정책·경제 제8호, 2017
- 이상현, 물-식량-에너지 넥서스와 농업가뭄, 2015
- 이상현, 최진용, 지속가능개발과 식량확보 관점의 물-에너지-식량 넥서스의 개발 및 연구 동향, 물과 미래, 제48권 11호
- 정기문, 강두선, Water-Energy-Food Nexus 기술이란? 물과 미래 Vol. 48, No4. 2015
- 정성호, 기후변화와 물에 관한 국제적 합의와 논의, 사회과학연구 제47집2호, 2008
- 정우진, 에너지·식량·물 불안 가속화: 시장기능 확대와 기술개발로 대응, 미래연구 포커스, 2015
- 장석환, 자원위기 대응 및 물산업 선도를 위한 물-에너지-식량연계 기술개요, 물과 미래, 제 48권 11호, 2015
- 조을생·노태호·강택구·김선아·박준현·박준희, 지속가능발전목표(SDGs) 세부 대응전략 수립을 위한 연구, 환경정책평가연구원, 2014

II. 외국문헌

World Economic Forum Global Risks 2014 report

International Unions for Conservation of Nature, “The water-food-energy nexus: Discussing solutions in Nairobi”

Kok, M., Metz, B., Verhagen, J., & Van Rooijen, S. (2008). Integrating development and climate policies: National and international benefits. *Climate Policy*, 8, 103 - 118.

Calow, R., Bonsor, H., Jones, L., O’Meally, S., MacDonald, A., & Kaur, N. (2011). Climate change, water resources and WASH. A scoping study (ODI Working Paper 337). London: Overseas Development Institute

Kelly, P.M., & Adger, W.N. (2000). Theory and practice in assessing vulnerability to climate change and facilitating adaptation. *Climatic Change*, 47, 325 - 352.

Schipper, E. L. F. Climate change adaptation and development: Exploring the linkages (Working Paper 107). Norwich: Tyndall Centre for Climate Change Research, 2007

Bizikova, L., Roy, D., Swanson, D., Venema, H. D., & McCandless, M. (2013). The water - energy - food security nexus: Towards a practical planning and decision-support framework for landscape investment and risk management. Winnipeg: International Institute for Sustainable Development (IISD).

Burch, S., Shaw, A., Dale, A., & Robinson, J. (2014). Triggering transformative change: A development path approach to climate change response in communities. *Climate Policy*

- Doria, M., Boyd, E., Tompkins, E., & Adger, W. N. (2009). Using expert elicitation to define successful adaptation to climate change. *Environmental Science and Policy*
- Nilsson, M., & Persson, A. (2012). Reprint of 'Can earth system interactions be governed? Governance functions for linking climate change mitigation with land use, freshwater and biodiversity protection'. *Ecological Economic*
- Jerneck, A., & Olsson, L. (2008). Adaptation and the poor: Development, resilience and transition. *Climate Policy*, 8, 170 - 182.
- IEA, Water for Energy Is energy becoming a thirstier resource? Excerpt from the World Energy Outlook, 2012
- FAO, 2011. Energy-smart food for people and climate. Issue Paper
- UNESCAP, 2013. The Status of the Water-Food-Energy Security Nexus in Asia and the Pacific Region, s.l.: UNESCAP.
- Golam Rasul & Bikash Sharma, The nexus approach to water - energy - food security: an option for adaptation to climate change, *Climate Policy*, 16:6, 682-702, 2015
- Will Sarni, '자원부족, 궤도에서 벗어나기', *Deloitte Review*, 2015
- Department of Energy, The Water-Energy Nexus: Challenges and Opportunities, 2014, 3 면; <http://www.energy.gov/water-energy-tech-team>
- Benjamin K. Sovacool and Kelly E. Sovacool, "Preventing National Electricity-Water Crisis Areas in the United States", *Columbia Journal of Environmental Law*, Vol. 34, No. 2, 2009
- The Roma Club, 'Limit to the Growth', 1972 Donnela Meadow Institute, 1972

OECD Environmental Outlook to 2030, OECD, 2008

IPCC the Fourth Assessment Report, 2008

UN, The United Nations World Water Development Report, 2014

<http://blog.naver.com/gp3project/220093882177>

korea
legislation
research
institute

국
회

부 록

【부록 1】

제 114대 의회, 제2회기

H. R. 5979

에너지부(Department of Energy)의 에너지 연구, 개발 및 시연 프로그램에 물 집약도 (water intensity) 관련 문제를 고려하여, 에너지 및 깨끗한 수자원 공급의 효율성, 신뢰성, 지속가능성을 보장하도록 지원한다.

미 하원에서

2016년9월9일

텍사스의 Ms. EDDIE BERNICE JOHNSON이 (Ms. EDDIE BERNICE JOHNSON 본인 및 Mr. CARTWRIGHT을 위해서) 아래 법안을 제출했다. 본 법안은 과학우주기술위원회 (Committee on Science, Space and Technology)에 회부되었다.

법안(BILL)

에너지부(Department of Energy)의 에너지 연구, 개발 및 시연 프로그램에 물 집약도 (water intensity) 관련 문제를 고려하여, 에너지 및 깨끗한 수자원 공급의 효율성, 신뢰성, 지속가능성을 보장하도록 지원한다.

미합중국 의회의 상원 및 하원이 본 법안을 제정하도록 함

SECTION 1. 간략한 법령명(SHORT TITLE)

이 법은“2016년 에너지 및 물 연구 통합법(Energy and Water Research Integration Act of 2016)”이라 칭할 수 있을 것이다.

SEC. 2. INTEGRATING ENERGY AND WATER RESEARCH. 에너지 및 물 연구의 통합

(a) 총칙(IN GENERAL): 에너지장관은물관련 고려 사항을 에너지부의 에너지연구, 개발, 시연 프로그램 및 프로젝트에 통합해야 하며, 이를 위해 다음을 수행해야 한다.

(1) 다음 목적을 충족하는 에너지 및 에너지 효율 기술과 관행을 발전시킨다.

(A) 담수의 취수(freshwater withdrawal) 및 소비를 최소화 한다.

(B) 물 사용 효율을 증가시킨다.

(C) 비전통적 수원(water source)을 활용하는 동시에, 그러한 수원의 수질을 향상시키는 노력을 한다.

(2) 기후변화가물 공급 및 에너지발전과 연료생산의 질에 미칠 수 있는 영향을 고려한다.

(3) 에너지-물 넥서스(energy- water nexus)에 대한 이해를 향상시킨다.

(b) 전략적 계획(STRATEGIC PLAN)

(1) 총칙(IN GENERAL)- 장관은Subsection (a)를 수행하기 위해, 이법제정일로부터 12개월 이내에 에너지부의 프로그램 및 프로젝트를 위한 연구, 개발 및 시연에 관련하여 필요한 사항을 명시하는 전략 계획(strategic plan)을 수립해야 한다. 전략 계획은 Subsection (a)(1)에 명시된 목표를 향한 진척 상황을 평가하고, 실제로 목표를 달성하기 위한 기술적 이정표(technical milestone)를 포함해야 한다.

(2) 구체적인 고려사항(SPECIFIC CONSIDERATIONS): 장관은 전략 계획을 수립할 때 다음을 고려해야 한다.

(A) 에너지발전을 위한 새로운 첨단 냉각기술 및 연료생산 기술.

(B) 기존냉각기술의성능향상및이러한기술의사용과관련된비용절감.

(C) 에너지발전 및 연료 생산에서의 혁신적인 물재사용, 회수 및 처리 기술.

- (D) 효율적인물사용설계전략을활용하는탄소포집및저장시스템을 위한기술개발;
 - (E) 수명주기비용효과적인기술.
 - (F) 시스템 분석 및 에너지-물 넥서스에 관련된 이슈에 대한 모델링.
 - (G) 석유, 천연가스, 탄층 메탄가스 및에너지원으로사용되는기타물질로부터배출되는 폐수와 산출된 물을 처리 및 활용하는 기술
 - (H) 에너지발전 및 연료생산을 위한 비전통적인수원의사용을 위한첨단 재료.
 - (I) 바이오매스생산및활용과수문학적시스템에대한영향.
 - (J) 에너지자원개발로인한물에대한영향을줄이는기술.
 - (K) 물 분배, 처리 및 수집 시스템을 위한에너지효율적인 기술.
 - (L) 물 분배, 처리 및 수집 시스템으로부터의 에너지발전을 위한 기술.
 - (M) 장관이 적절하다고 판단하는 에너지-물 넥서스의 다른 영역.
- (3) 협력 및 중복 방지(COLLABORATION AND NONDUPLICATION): 장관은 전략 계획을 수립할 때, 아래와의 조정을 도모하고, 중복을 피하도록 해야 한다.
- (A) 적절할 경우, 관련 프로그램을 운영하는 다른 연방기관들
 - (B) 에너지부의 모든 프로그램 및 프로젝트(National Laboratories의 프로그램 및 프로젝트 포함)
- (4) 관련 정보 및 권고 사항(RELEVANT AND RECOMMENDATIONS): 장관은 전략 계획을 수립할 때, 필요에 따라 관련 정보 및 권고사항을 고려 및 통합해야 한다. 여기에는 Omnibus Public Land Management Act of 2009(42 U.S.C. 10368(d))의Section 9508(d)에 따른 국가 수자원 가용성 및 사용 평가프로그램(National Water Availability and Use Assessment Program)의 관련 정보 및 권고사항이 포함된다.
- (5) 추가 참가(ADDITIONAL PARTICIPATION): 전략 계획을 수립할 때, 장관은 에너지-물 넥서스에 관련된 기술과 관행에 대한 전문성을 갖춘 연구 및 학술 기관, 산업체, 주정부 및 지방 정부의 다양한 대표자들과 협의하고 조정 작업을 수행해야 한다.
- (6) 의회 제출(SUBMISSION TO CONGRESS): 이 법의 제정일로부터15개월 이내에 장관은 전략 계획을 의회에 제출해야 한다.

(7) 전략 계획의 업데이트(UPDATING THE STRATEGIC PLAN): 이 법의 제정일로부터 3년 이내에, 그리고 그 후로 적어도 5년마다 한 번씩, 장관은 아래 사항들을 수행해야 한다.

(A) 연방정부기관, 학계, 주 및 산업계가 생산한 관련 정보를 활용하여 전략계획을 업데이트 한다.

(B) 이전전략계획을 수정한 사항, 그리고 그러한 수정의 근거를 업데이트한 전략 계획에 기술한다.

(C) 업데이트한 전략계획을 의회에 제출한다.

(c) 진행보고서(PROGRESS REPORTS): 최소한 2년에 한번씩, 장관은 에너지부가 전략 계획에 명시된 주요 단계(milestone)에 대해서 어느 정도의 진척을 이루었는지 기술한 진행 보고서(progress report)를 의회에 제출해야 한다.

(d) 추가활동(ADDITIONAL ACTIVITIES): 장관은 Subsection (a)에 기술된 에너지부의 연구, 개발 및 시연 활동에 물 관련 고려사항을 통합하기 위해서 적절하다고 판단되는 추가의 연구, 개발 및 시연 활동을 규정할 수 있다.

SEC. 3. 에너지-물 관리 및 조정(ENERGY-WATER OVERSIGHT AND COORDINATION)

(a) 총칙(IN GENERAL) - 장관은 다른 관련 연방기관과의 협조를 통해, 에너지자문위원회(Energy Advisory Board)의 에너지-물분과위원회(Energy-Water Subcommittee)를 수립하여, 에너지 및 수자원의 데이터수집, 보고및기술혁신을증진하고촉진할수있도록해야 한다. 에너지-물 분과위원회는 아래와 같이 구성된다.

(1) 에너지부의 각 프로그램 및 에너지-물 넥서스에 관한 연구를 수행하는 각 연방기관의 대표자

(2) 에너지-물 넥서스에 관련된 기술 및 관행에 전문 지식을 보유한 연구 및 학술기관, 주(state) 및 산업계 등의 대표자로서, 연방 정부 소속이 아닌 자.

(b) 기능(FUNCTIONS): 분과위원회는 다음을 수행해야 한다.

(1) 데이터수집및데이터통신표준과 프로토콜의 개발 및 통합에 관련된 권고사항을 현재에너지-물 넥서스를 위한 데이터 수집에 종사하는 기관, 기업 등에 제공한다.

(2) 에너지발전 및 연료생산의 추세에 대한 이해를 높이기 위해, 연방정부의 물 사용 데이터를 개선할 수 있는 방법을 권고한다.

(3) 물과 에너지사용 및 인프라에 관련된 데이터를 전국적으로 통일된 형식으로 제공하기 위해, 기존의 모니터링 네트워크로부터의 정보를 활용하는 모범관행을 권장한다.

(4) 매년 최소1회의 지역 워크숍을 포함한 연례 기술 워크숍을 개최하여, 연방정부, 지역/주/지방정부, 부족정부(tribal governments), 그리고 물과 에너지의 보존 및 효율적 사용을 위한 기술의 민간 전문가 간에 정보교환이 원활히 이루어질 수 있도록 한다.

(c) 보고서(REPORTS): 이 법 제정일로부터 1년 이내에, 그리고 그 후로 최소한 2년에 한번씩, 분과위원회는 이Section에 따른 활동 및 결과를 기술한 보고서를 장관을 통해 의회에 제출해야 한다.

SEC. 4. 권한(MANDATES)

이 법의 어떠한 내용도 국가, 부족 또는 지방정부의 물사용을 제한함으로써 국가, 부족 또는 지방정부의 재정적 부담을 증가시킬 수 있는 조치를 취하도록 요구하는 것으로 해석되어서는 안 된다.

SEC. 5. 조율 및 중복 방지(COORDINATION AND NONDUPLICATION)

가능한 최대한의 한도에서, 장관은 이법에 따른 활동을 에너지부의 다른 프로그램 및 기타 연방정부의 연구프로그램과 조율하여 수행해야 한다.

SEC. 6. 정의(DEFINITIONS)

이 법에서 사용된 용어의 정의는 아래와 같다.

- (1) 부(DEPARTMENT): “부(Department)”는 에너지부(Department of Energy)를 의미한다.
 - (2) 에너지-물 넥서스(ENERGY-WATER NEXUS): “에너지-물넥서스(energy-water nexus)”는 미국 전역에서 안정적인 물 공급을 위해 필요한에너지 및 안정적인에너지 공급을 위해 필요한물을 의미한다. 008
 - (3) 장관(SECRETARY): “장관(Secretary)”은 에너지부 장관을 의미한다.
 - (4) 분과위원회(SUBCOMMITTEE): “분과위원회(Subcommittee)”는section 3(a)에 따라 수립된 에너지자문위원회(Energy Advisory Board)의 에너지-물 분과위원회(Energy-Water Subcommittee)를 의미한다.
- 제115대 의회, 제1회기(1ST SESSION)

【부록 2】

S. 1696

스마트 에너지 및 수자원 효율성 관리 시범프로그램(smart energy and water efficiency management pilot program)을 규정하기 위해, 2005년 에너지 정책법(Energy Policy Act of 2005)을 개정하고자 한다.

미국 상원에서

2017년8월1일

Mr. UDALL이본 법안을 제출했다. 본 법안은 두 차례에 걸친 검토(read) 후에 에너지 및 천연자원 위원회(Committee on Energy and Natural Resources)에 회부 되었다.

법안(BILL)

스마트 에너지 및 물 효율성 관리 시범프로그램(smart energy and water efficiency management pilot program)을 규정하기 위해, 2005년 에너지 정책법(Energy Policy Act of 2005)을 개정 하고자 한다.

미합중국 의회의 상원 및 하원이 본 법안을 제정하도록 함

SECTION 1. 간략한 법령명(SHORT TITLE)

이 법은“2017년 스마트 에너지 및 물 효율성 법(Smart Energy and 5 Water Efficiency Act of 2017)”이라 칭할 수 있을 것이다.

SEC. 2. 스마트 에너지 및 물 효율성 관리 시범 프로그램(SMART ENERGY AND WATER EFFICIENCY MANAGEMENT PILOT PROGRAM)

아래 명시된 조항들을 2005년 에너지 정책법(Energy Policy Act of 2005)(42 U.S.C. 16191 et seq.) Title IX의 Subtitle A의 마지막 부분에 추가하여, 동 법을 개정한다.

“SEC. 918. 스마트 에너지 및 물효율성 관리 시범 프로그램(SMART ENERGY AND WATER EFFICIENCY MANAGEMENT PILOT PROGRAM)

(a) 정의(DEFINITIONS): 이Section에서 사용되는 용어의 정의는 아래와 같다.

(1) 자격을 갖춘 기관(ELIGIBLE ENTITY): “자격을 갖춘 기관(eligible entity)”는 다음을 의미한다.

- (A) 발전사업자(utility)
- (B) 지자체 당국(municipality)
- (C) 용수 지역(water district)
- (D) 인디언 부족 또는 알래스카 원주민마을(Indian tribe or Alaska Native village)
- (E) 물, 폐수 또는 용수 재사용 서비스를 제공하는 기타 기관.

(2) 시범 프로그램(PILOT PROGRAM): “시범 프로그램(pilot program)”은Subsection (b)(1)에 따라 수립된 프로그램을 의미한다.

(b) 스마트 에너지 및 물 효율성 관리 시범프로그램(SMART ENERGY AND WATER EFFICIENCY MANAGEMENT PILOT PROGRAM)

(1) 총칙 (IN GENERAL): 이Section에 따라, 장관은 스마트 에너지 및 물 효율성 관리 시범프로그램(smart energy and water efficiency management pilot program)을 수립하고 수행해야 한다.

(2) 목적(PURPOSE): 시범 프로그램의 목적은 자격을 갖춘 기관에 보조금(grants)을 수여하여,첨단의혁신적인기술기반의솔루션을실증하는 것이다. 이러한 기술 솔루션은 아래 명시된 성능을 갖추어야 한다.

(A) 물, 폐수및용수재사용시스템의에너지효율을높인다.

(B) 물, 폐수 및 용수 재사용 시스템의 에너지 효율을 향상시켜, 미국 전역의 공동체가 수자원을 보존하고, 에너지를 절약하며, 비용을 절감하는 데 큰 진전을 이룰 수 있도록 지원한다.

(C) 혁신적인 프로세스의 실행과 에너지및물에대한실시간데이터를제공하는첨단 자동화 시스템의 구현을 지원한다.

(D) 센서, 지능형 게이트웨이 및하드웨어 내장형 보안 기술 등을 비롯한 인터넷연결기술을사용하여,에너지및수자원 보존, 수질, 그리고 에너지 및 수자원 시스템의 예지 보존(predictive maintenance)을 향상시킨다.

(3) 프로젝트 선택(PROJECT SELECTION)

(A) 총칙(IN GENERAL): 장관은 시범 프로그램에 따라, 경쟁을 통해 선정된3개 이상, 5개 이하의 적격 기관에게 보조금을 지급한다.

(B) 선정 기준(SELECTION CRITERIA): 시범 프로그램에 따라 보조금을 수령할 적격의 기관을 선정하는데 있어서, 장관은 아래 사항들을 고려해야 한다. Fr 00003

- (i) 프로젝트를 통해 예상되는 에너지 및 비용절감효과
- (ii) 사용할 기술의 혁신성, 상업적 실행 가능성 및 신뢰성
- (iii) 프로젝트가차세대센서, 소프트웨어, 하드웨어, 분석 및 관리 도구를 통합 하는 정도
- (iv) 에너지효율을 통한절감, 물 절약 또는 재 사용, 그리고 인프라 비용의 관점에서, 프로젝트의 예상되는 비용 효과성

(v) 해당 기술이 다양한 지리적 지역에서 사용 가능한지 여부, 그리고 해당 기술을 대규모 또는 소규모로 구현할 수 있는 정도 (각 유형의 적격기관이 해당 기술을 구현할 수 있는지 여부 포함)

(vi) 해당 기술이 다른 곳에 성공적으로 배치된 적이 있었는지 여부

(vii) 해당 기술이 미국에 기반을 둔 제조업자로부터 유래 되었는지 여부

(viii) 프로젝트가 5년 이내에 완료될 수 있는지 여부

(C) 적용(APPLICATIONS)

(i) 총칙(IN GENERAL): Clause 5 (ii)에 따라, 시범 프로그램에 따른 보조금을 신청하는 적격 기관은 장관이 요구하는 정보를 기술한 신청서를 장관이 규정하는 시기 및 방법을 준수하여 장관에게 제출해야 한다.

(ii) 내용(CONTENTS): Clause (i)에 따른 신청서는 최소한 아래 정보를 포함해야 한다.

(I) 프로젝트에 대한 설명

(II) 프로젝트에서 사용되는 기술에 대한 설명

(III) 에너지 및 물 절약 등을 포함해서, 프로젝트를 통해 기대되는 효과.

(IV) 프로젝트를 위한 포괄적 예산

(V) 프로젝트 주도 기관 및 파트너의 이름.

(VI) 프로젝트가 지원하는 사용자수.

(VII) 해당 제안이 장관이결정한 성과측정 기준(performance measures)을 어떻게 충족시킬 수 있는지에 대한 설명.

(VIII) 보조금 수령자의 검토 및 선정을 위해 장관이 필요하다고결정한기타정보.

(4) 행정 사항(ADMINISTRATION)

(A) 총칙(IN GENERAL): 2017년 스마트 에너지 및 물 효율성 법(Smart Energy and Water Efficiency Act of 2017) 제정일로부터 300일 이내에, 장관은 이 Section에 따라 보조금 수령자를 선정해야 한다.

(B) 평가(EVALUATIONS)

(i) 연례 평가(ANNUAL EVALUATIONS): 이 Section에 따라 보조금을 지급받고, 장관이 정한 성과 측정 및 기준을 충족하는 각 프로젝트에 대해서, 장관은 매년 평가를 수행해야 한다.

(ii) 요구사항(REQUIREMENTS): Clause (i)에 따라 개발된 성과 측정 및 기준에 따라 평가를 행할 때, 장관은 아래를 수행해야 한다.

(I) 프로젝트의 진척 정도 및 영향을 평가한다.

(II) 프로젝트가 시범 프로그램의 목표를 충족시키는 정도를 평가한다.

(C) 기술 및 정책적 지원(TECHNICAL AND POLICY ASSISTANCE) - 보조금 수령자가

요청할 경우, 장관은 프로젝트수행을 위한 기술적 및 정책적 지원을 보조금 수령자에게 제공해야 한다.

(D) 모범사례(BEST PRACTICES) - 장관은 아래 사항을 일반 대중에게 공개해야 한다.

(i) Subparagraph (B)에 따라 수행한 각 평가의 사본.

(ii) 평가를 수행한 후에 장관이 선정한 최상의 사례(best practices)에 대한 설명.

(E) 의회 보고(REPORT TO CONGRESS): 장관은 Subparagraph (B)에 따라 수행한 각 평가의 결과를 기술한 보고서를 의회에 제출해야 한다.

(c) 예산 책정 인가(AUTHORIZATION OF APPROPRIATIONS): 이Section에 따른 수
행을 위해 \$15,000,000이 책정되어 있으며, 지출 시 까지 사용 가능하다.

기후변화법제 연구 17-17-②

**기후변화 대응을 위한 지속가능한
물관리 정책 및 법제연구**

**- 물·에너지·식량 상호연관성(Nexus)에 기반한
통합관리를 중심으로 -**

2017년 10월 27일 印刷

2017년 10월 30일 發行

發行人 이 익 현

發行處 한국법제연구원

세종특별자치시 국책연구원로 15
(반곡동, 한국법제연구원)

전화 : (044)861-0300

등록번호 : 1981.8.11. 제2014-000009호

<http://www.klri.re.kr>

값 5,500원

1. 本院의 承認없이 轉載 또는 譯載를 禁함. ©
2. 이 보고서의 내용은 본원의 공식적인 견해가 아님.

ISBN 978-89-6684-814-0 93360



한국법제연구원

KOREA LEGISLATION RESEARCH INSTITUTE

