「지방정부연구」 제23권 제4호(2020 겨울): 321-344
The Korean Journal of Local Government Studies, Vol.23 No.4 (2020 Winter)
http://dx.doi.org/10.20484/klog.23.4.13

# 물-에너지-식량 연계와 삼각딜레마: Mohtar와 Daher 모형의 적용과 확장*

김 창 수

**국문요약**

이 연구에서는 물, 에너지 그리고 식량 간의 삼각딜레마를 분석하고 Mohtar와 Daher 모형을 적용하여 우리나라 나름의 분석틀을 제안하고자 하였다. 우선 물 위기와 에너지 위기, 식량 위기라는 세 가지 제약요인을 전제하였을 때 발생 가능한 문제점들을 분석해보았다. 첫째, 물 위기라는 제약요인을 전제하고 발생할 수 있는 트릴레마 문제를 분석했는데, 2015년 가을 중부지방 가뭄 때에 발전용수 공급에 우선순위를 두면서 농업용수 배분에 문제가 나타났다. 둘째, 에너지 위기라는 제약요인을 전제하고 발생할 수 있는 상충관계를 분석했는데, 해수담수화 시설로 인해 물 위기는 극복할 수 있지만, 식량 요소인 어장에 피해가 발생할 수 있었다. 이와 비슷하게 문재인 정부에서는 재생에너지 공급을 위해 농지와 산림을 파괴시킨 사례가 있었다. 셋째, 식량 위기라는 제약요인을 전제하고 발생할 수 있는 상충관계를 분석했는데, 우리나라에서는 흔치 않은 경우이다. 그러나 외국에서는 지하수를 고갈시켜가며 재배한 옥수수로 바이오에너지를 생산하면서 상충관계를 초래하는 사례가 있었다. 결국 우리나라에서는 주로 물 위기와 에너지 위기라는 제약요인에 의해 다양한 문제가 발생하는 것으로 나타났다. 따라서 우리나라의 지속가능한 발전을 위해서는 물, 에너지 그리고 식량 부문의 연계성에 대한 고려가 무엇보다 중요하며, 이를 위한 통합 입법과 통합 거버넌스가 필요한 것으로 나타났다.

**주제어: 물-에너지-식량 연계, 삼각딜레마, Mohtar와 Daher 모형, 물 위기, 에너지 위기, 식량 위기**

## Ⅰ. 서 론

전통적인 가뭄지역인 중동에서는 관개용수 확보나 해수담수화를 위해서 대규모 전력이 요구된다. 메콩강 유역에 위치한 라오스도 마찬가지로 전력생산과 수출을 위한 수자원 확보와 댐건설에 우선순위를 두기 때문에 치수나 농업생산에 문제가 발생하기도 한다. 반면 유엔식량농업기구(Food and Agriculture Organization, FAO, 2013)에서는 식량과 농업을 중심으로 수자원과 에너지 문제에 접근하고 있다. 이처럼 나라마다 처한 상황이 다르기 때문에 이에 적합한 틀을 가지고 문제를 진단하고 처방책을 제시해야 한다.

* 이 연구는 2017년 K-water 연구원 단기연구과제의 일부를 수정 보완하여 2019년 한국정책학회 동계학술대회에서 발표한 것입니다.

미국에서 옥수수, 밀, 사탕수수를 바이오 연료 생산에 사용하는 것은 식량생산에 부정적인 영향을 미친다. 개발도상국의 경우에는 전력 공급 부족, 식량 생산 부진, 사막화 확산이라는 삼각 딜레마(trilemma)에 빠져있는 경우가 많다.[1] 특히 낙후된 물 공급 시스템, 부족한 위생시설, 비효율적 물 관리, 부족한 가용수자원으로 인해 농업생산성 악화, 전력공급의 차질 등 삼중고를 겪고 있다. 라오스의 경우 전력생산과 수출을 위해 수자원 이용에 집중하면서 하류지역에 강물이 범람하기도 하고 어업생산에 타격이 가기도 한다. 이러한 삼각딜레마의 원인과 연결고리를 정확히 파악하는 것이 물, 에너지 그리고 식량 부문의 연계성 접근(Water-Energy-Food Nexus Approach) 성공의 관건이며 이 연구의 배경이라고 할 수 있다. UN-Water(2014)에 따르면, 에너지 부문은 자원개발과 발전용 냉각수로 전 세계 담수의 15%를 사용하고 있다. 이렇게 생산된 에너지는 생활용수를 생산·공급하고 농업용 관개용수를 수송하는 데 사용된다. 이처럼 물과 에너지 그리고 식량 부문은 상호의존적이며 밀접하게 연계되어 있다(김진욱, 2019; 류문현, 2017; 성재훈 등, 2019; 채효석, 2018; 최진용 등, 2018).

최근 우리나라에서 가장 심각한 물 문제는 충남 보령이나 경북 북부 지역과 같은 중부지방의 농업가뭄이다. 5대강에서 물을 끌어들여 농업용수를 공급하고자 할 때 효율적 전력사용이 문제가 된다. 2015년 충남지역에서 가뭄이 심각했을 때 화력발전소에 사용할 발전냉각수 확보가 우선순위로 설정되어 농업용수와 생활용수 확보가 후순위로 밀려난 사례도 있었다. 충남지역에서 공업용 해수담수화시설을 추진하는 것도 이러한 맥락이다. 섬진강댐은 여수로도 없이 온전히 동진강으로 물길을 돌려 김제만경평야의 농업용수로 공급하고 있다. 이는 섬진강 하류에서 재첩 채취 등의 어업에 영향을 미친다. 대청호 상류지역의 경우 축산분뇨를 방치할 경우 분뇨가 비점오염원으로 작용하여 대청호 녹조의 원인이 되기도 한다. 그러나 분뇨를 바이오매스로 활용하는 시스템을 갖추게 된다면 농축산과 전력생산이 선순환 관계를 형성할 수도 있다. 따라서 우리는 우리에게 가장 심각한 문제를 먼저 적시해야 한다. 또한, 앞의 사례들에 대한 적합한 처방책으로서 물, 에너지 그리고 식량의 상호의존성(interdependency)과 상호 제약요인(constraints)을 고려하고 연계하여 논의하는 작업이 필요하다(Houses of Parliament, 2016).

이처럼 물, 에너지 그리고 식량 간에는 우리나라 나름의 딜레마와 상충관계, 그리고 크게는 삼각딜레마가 작용하고 있기 때문에 연계접근이 요구되는 것이다. 이러한 심각한 문제를 확인하고, 삼각딜레마에서 나타나는 문제들을 해결하기 위한 우리 나름의 프레임워크를 개발하고 제안하는 것이 이 연구의 목적이다. 지속가능한 발전을 위해서는 물만을 고려해서는 곤란하며 물 중심의 지속 가능한 발전 방안, 즉 물, 에너지 그리고 식량 연계성 논의가 필요하기 때문이라는 문제 인식이 바탕에 깔려있어야 한다. 이때 자원조건의 제시가 필요한데, 에너지는 화석에너지와 재생에너지를 포함하고, 물의 경우는 담수는 물론 해수담수화를 통해 확보된 담수까지 포함하며, 식량은 수

1) 여기서 트릴레마(trilemma)란 물과 에너지 그리고 식량이라는 세 가지 핵심적인 가치와 정책지향 간의 상충관계(trade-off relationship)가 연쇄적으로 나타나는 현상을 의미한다(Houses of Parliament, 2016). 세 가지 핵심가치의 대립이나 갈등과 같은 애매한 모습을 띨 수도 있으며, 상충 정도에 따라 트릴레마 현상이 동시에 발생하거나 순차적으로 진행될 수도 있다(Iversen and Wren, 1998; McCauley, 2018). 이 연구에서는 트릴레마, 삼각딜레마, 삼중딜레마의 용어를 동일한 뜻으로 사용하고자 한다.

입부문도 포함하고 축산과 수산자원도 평가 가능한 자원 총량으로 포함하고자 한다.

외국사례와 다른 특성을 가진 한국형 물, 에너지 그리고 식량 간의 연계성 프레임 구성과 각 요소 간의 연계성 미흡으로 나타나는 트릴레마 대응방안 제시가 중요한 시점이다. 이 연구에서는 넥서스 논의와 삼각딜레마라는 별개의 논의를 연결시키고자 한다. 개별요소와 자원이 상호제약요인으로 작용하여 삼각딜레마를 초래하는 가운데 어떻게 시너지를 확보하여 지속가능한 발전을 달성할지 적용하고 해석해보고자 하는 것이다.

World Economic Forum(2011) 등에서 물, 에너지 그리고 식량의 연계성에 대한 본격적인 논의가 시작된 것은 2010년 이후 현재까지이지만. 본 연구의 시간적 범위는 물 산업 정책이 가닥을 잡기 시작하는 2000년대 중반부터로 설정한다. 자료 수집을 위하여 문헌조사와 각종 통계자료 조사를 바탕으로 환경부와 국토교통부 관계자, K-water와 부산광역시 관계자, 시민단체 관계자, 다양한 환경 전문가와 지역주민 등 이해관계자들과의 면담을 실시하였다.

# Ⅱ. 이론적 배경

## 1. 물-에너지-식량 연계성(Water-Energy-Food Nexus)의 개념 정의

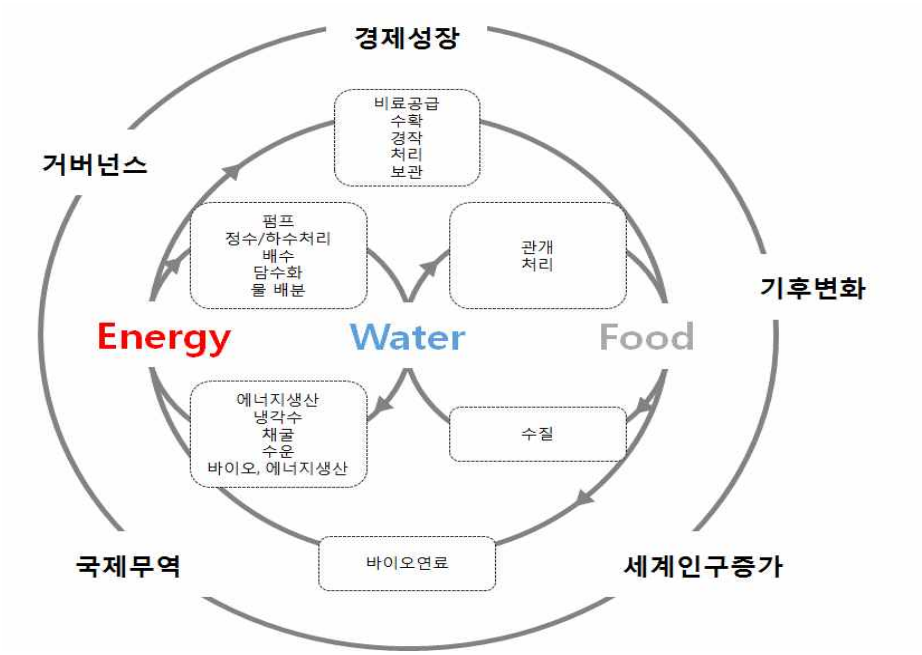
물, 에너지 그리고 식량 연계성 접근은 물, 에너지, 식량 안보를 동시에 고려하는 평가체계, 정책개발, 그리고 실행방법에 대한 접근방식이라고 정의된다(Bazilian et al., 2011; 류문현, 2014: 74). 이러한 정의는 안보를 우선하고 있으며 공급자 중심의 효율성에 무게를 둔 접근이라는 경향성을 띠고 있다. 그렇기 때문에 이를 환경변화의 맥락 속에서 물, 에너지, 식량 안보 확보를 위해 의존성, 갈등, 교환 등 상호작용에 주목하고 물, 에너지, 식량 안보가 사회시스템에 미치는 영향을 고려하는 것으로 정의하기도 한다(Houses of Parliament, 2016: 1-2). 이러한 정의를 바탕으로 이승호(2017)는 물, 에너지 그리고 식량 연계성 접근의 기술적 측면과 주요 원칙을 제시한다. 첫째, 각각의 자원 생산 및 공급 과정에서 소요되는 다른 자원의 현황 파악 및 정량화를 통해 3가지 자원의 생산, 공급, 소비에 대한 효율적 관리를 추구한다는 것이다. 둘째, 발전과정에서 빈곤층 및 사회적 약자 층을 포함하여 모든 사람들에게 물, 에너지 그리고 식량에 대한 공평한 접근성 보장, 자원 이용의 효율성 증대, 지속가능성을 담보함으로써 건강하고 생산적인 생태계를 보장한다는 점이다. 연계성을 통한 물, 에너지, 식량 부문의 효율성 향상과 사회적으로 약한 고리의 연결에 주안점을 둔 접근법으로 이해할 수 있다.

〈그림 1〉에 나타난 바와 같이 Mohtar and Daher(2013)의 모델에 이러한 내용이 좀 더 포괄적으로 담겨있기 때문에 이 모델을 토대로 한국형 물, 에너지 그리고 식량 연계성 모델을 구상해보려고 한다. 경제성장과 기후변화 등 외부변수의 제약 속에서 요소기술들은 각기 또 다른 상호제약요인으로 작용하기 때문에 이를 선순환의 구조로 전환시킬 수 있는 연계기술이 중요하다.

우리나라의 입장에서는 일방적으로 국제적 텍스트를 따르기보다는 현재 우리에게 가장 심각한

문제를 먼저 확인하고 이 문제를 해결하기 위해 가장 적합한 개념적 안목(conceptual lens)을 형성하는 것이 필요하다.[2] 이것은 물, 에너지 그리고 식량 연계성 접근을 바로 고려하기 전에 연계성을 방해하는 삼각딜레마에 대한 진단이 필요함을 의미한다. 요소별 상충관계를 고려하지 않는 효율성의 추구는 때로는 삼각딜레마를 초래하기 때문에 상호연결고리를 관리하는 것이 매우 중요해졌기 때문이다. 그리고 외부변수뿐만 아니라 제도와 거버넌스 등 정책변수를 고려하는 것 또한 중요하다.

〈그림 1〉 물, 에너지 그리고 식량 연계성 모델




출처: Mohtar and Daher(2013)

기후변화와 지구온난화 등 환경변화 요인의 분석을 통해 수량과 수질의 문제가 단순히 환경문제뿐만 아니라 전력생산과 사용은 물론 식량생산과 소비에도 심대한 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 수량의 부족은 수질악화와 밀접한 관계가 있으며, 기근은 식량부족과 밀접한 관계가 있고, 담수의 부족은 해수담수화를 위한 전력사용의 증가를 초래하는 등 물, 에너지, 식량은 서로 밀접한 연결고리를 가진다. 농업용 전기를 사용해서 지하수를 끌어올려 사용하는 문제라든가 현재 무상으로 공급되는 농업용수의 가격책정 문제 등 물 산업을 위한 논의를 배제한 채 알맹이 없는 논의를 할 경우 물, 에너지 그리고 식량 연계성의 의미가 퇴색될 것이다. 그런데 현재 관련 법령과 법정 계획은 파편화(fragmentation)되어 별개로 작동하기 때문에 물, 에너지, 식량 부문의 연계 발전을 위한 제도적 기반은 취약한 상황이다. 이러한 상황을 극복할 수 있는 새로운 제도를 마련하여

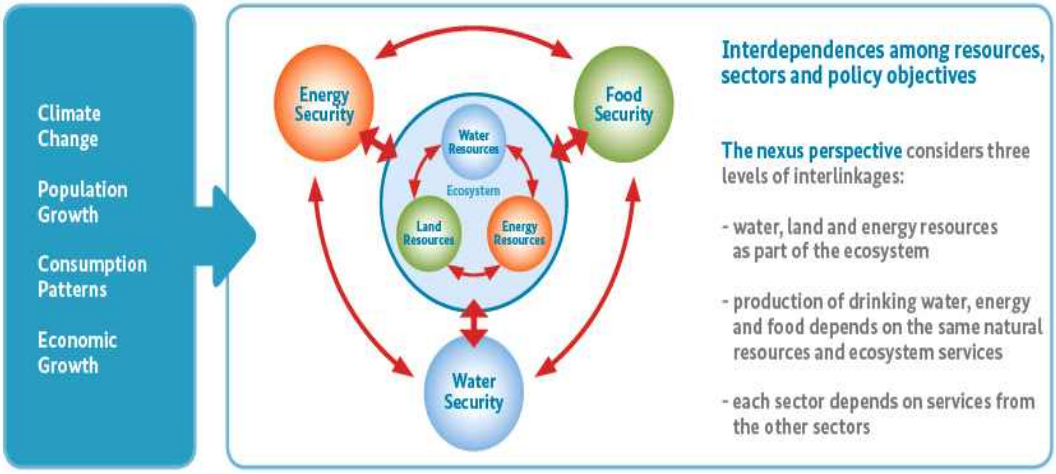
2) 4차 산업혁명도 제조업 중심의 독일의 산물이며, 이러한 텍스트를 우리나라의 콘텍스트에 맞게 재구성하는 것이 중요하다.

물, 에너지 그리고 식량 각 요소간의 연결성을 제고하고, 어떠한 요소를 어떠한 시점에서 고려하고 배려해야 할지 예측가능하게 해야 한다.

## 2. 물-에너지-식량 연계성에 대한 국제적 연구경향

World Economic Forum(2011)은 2011년 1월 국제적으로 가장 먼저 물, 에너지 그리고 식량 연계성 주제를 다루었다. 세계경제포럼은 물, 에너지 그리고 식량 안보는 경제적 위기, 경제적 불균형, 글로벌 거버넌스의 실패에 기인한다고 진단하고 경제정책과 더불어 넥서스 관리기술의 중요성을 제안하였다. 식량과 에너지 분야에서의 물 사용, 식량 농업 부가가치 사슬에서의 에너지 집약도와 같은 상호작용을 고려하였고, 「물 안보」(Water Security: The Water-Food-Energy-Climate Nexus)라는 단행본을 발간하였다. 이는 글로벌 충격과 위기에 능동적으로 대응하고 위기상황을 정확하게 분석하면서 각 요인 간의 영향을 동시에 고려할 수 있는 의사결정지원의 틀을 제시한 것이다.

〈그림 2〉 Bonn Conference(2011)의 WEF 넥서스 모델




2011년 11월 독일에서 본 회의(Water Energy Food Security Nexus Conference in Bonn)가 개최되었다. 독일 정부는 물, 에너지, 식량 연계성 논의의 주도권을 쥐고자 회의에 적극적으로 예산을 지원했으며, 회의는 물 가용성을 중심으로 에너지 안보, 식량 안보 그리고 물 안보의 상호의존성에 중점을 두었다.[3] 또한 회의에서는 기후변화, 인구증가, 소비형태의 변화, 경제성장의 필요성 등의 안보 상황에 직면하면서 물, 식량, 에너지 자원 간의 생태계 기반 상호작용을 통한 의사결정의

3) 물 안보(water security) 측면에서는 물에 대한 접근성, 물의 안전성, 물의 적정 비용을 제안하였다, 에너지 안보(energy security) 측면에서는 수요에 대한 에너지 공급의 연속성, 에너지 공급의 물리적 가용성, 적용비용에서의 수요에 대응하는 공급을 제안하였다. 식량 안보(food security) 측면에서는 식량의 가용성, 식량에 대한 접근성, 시간적 변화에 따른 식량의 안정성 등을 제안하였다.

필요성과 상호의존성을 강조하였다. 그리고 자원생산성 향상과 폐자원 다목적 활용의 필요성을 제안하였다. 무엇보다 금융, 인센티브제도 및 거버넌스 구축, 일관성 있는 제도와 정책수립 및 시행을 제안한 점이 눈에 띈다.

2012년에 이르러서는 생태계의 복원에 초점을 맞춘 연계성 접근이 강조되었다. International Center for Integrated Mountain Development(2012)는 물, 에너지 그리고 식량 자원에 본질적으로 영향을 미치는 자연생태계 복원이 중요함을 강조하였다. 나아가 International Institute for Sustainable Development(2015)는 생태계의 복원과 관리가 물, 에너지 그리고 식량 연계성 구축에 대한 실질적인 수단을 제공한다는 인식을 반영하고 있다.

2014년 7월 FAO(2014)는 자연자원의 지속가능성 제고, 생태계의 이용과 관리, 빈곤 퇴치를 목표로 지속가능한 식량과 농업에 대한 비전의 한 부분으로서 지속가능한 발전에 관한 포괄적인 개념을 담은 물, 에너지 그리고 식량 연계성을 제시하였다. FAO의 접근법에서 가장 중요한 것은 식량 안보를 기반으로 연계성 접근을 시도한다는 점이다. 실제로도 FAO 접근법은 다양한 개발목표의 균형을 맞추며 경제, 사회, 환경 발전의 조화로운 달성, 지속가능발전을 이루는 중요한 역할을 수행한다. 다만 물, 에너지 그리고 식량 간의 상쇄 효과를 줄이고 상승효과를 최대화하기 위해서는 토지, 자본, 지식, 노동 등 타 자원과 분야를 아우르는 종합적 시각과 이해당사자 간의 합의와 타협이 요구된다. 또한, 관련 정보 분석, 상황 대비 시나리오 개발 및 대응방안 수립과 이행이 요구된다고 한다.

Houses of Parliament(2016: 1)는 물-에너지-식량 연계성 특징을 세 가지로 들고 있다. 첫째는 상호의존성(interdependencies)인데 석탄, 석유 그리고 천연가스 등 화석연료를 통한 에너지 생산에는 냉각수가 필요하고, 음용수의 생산을 위해서는 취수, 정수, 배수 과정에 전력이 필수적이며, 관개농업 생산성 증대를 위해서는 전력을 사용한 물 공급이 필수라는 것이다. 둘째는 제약요인(constraints)으로서 상충작용(trade-offs)인데 식량 증산을 위해 취수량을 증가시킬 경우 생·공 용수 감소로 일상생활과 산업 생산에 차질이 발생할 수 있다는 것이다. 셋째는 상승작용(synergies)인데 연계성 기반 정책수립과 이행을 통해 자원 이용과 보존의 효율성이 제고된다면 지속가능한 발전의 달성이 가능하다는 것이다.

## 3. 정책적 시사점

이러한 국제연구의 공통점은 물, 에너지 그리고 식량 연계성 요소 간의 상호의존성을 강조하고 있다는 점과 거버넌스와 제도의 중요성을 정책결정자에게 제안하고 있다는 점이다. 전문가들은 우리 상황에 적합한 물, 에너지 그리고 식량 연계성 모델을 만드는 것이 중요하며 정부의 예산지원과 정보의 생산·공유를 위한 플랫폼이 필요함을 강조하고 있다.

> World Economic Forum에서 2011년 1월 먼저 넥서스 주제를 다루었고, 2011년 본 컨퍼런스에서 독일정부가 주도권을 쥐고 예산지원을 하였습니다. 그리고 Water Security라는 단행본을 발

> 간하였습니다. 우리나라도 우리의 콘텍스트에 맞는 W-E 혹은 W-F 모델 개발이 필요합니다. 또한, 데이터 컬렉션이 잘 안되어 평가가 제대로 이루어지고 있지 않기 때문에 플랫폼이 필요합니다(홍○○ 한국건설기술연구원 연구위원, 2017. 9. 15).

경제성장에서 수자원은 에너지와 식량과의 관계에서 중심역할을 넘어 기반요소의 역할을 수행한다. 유럽에서 시도되고 있는 바와 같이 해상풍력발전단지 내 어업권을 보장할 경우 맞춤형 인공어초 설치를 통한 복합양식모델 구성의 가능성을 검토할 수 있다. 한편 물 산업 진흥 차원에서 기술진보를 통한 전력비의 절감은 해수담수화시설의 보편화를 가져올 것으로 기대된다. 전문가들은 우리나라 입장에서 글로벌 환경변화에 대응할 수 있는 요소기술과 연계기술을 강조하고 있다.

> 미국 캐나다 중국에서 넥서스 로드맵을 추진하고 있습니다. 중국은 석탄화력 발전이 70%를 차지하는 상황에서 발전냉각수 사용 문제가 심각하여 넥서스 접근을 시작하였습니다. World Economic Forum이 2011년 보고서를 발간하고 그해 11월 본에서 컨퍼런스를 개최한 이후 독일이 매년 플랫폼 컨퍼런스를 진행하고 있습니다. 국내에서는 2년 전부터 넥서스 접근이 본격화되었습니다. 국제적으로는 2030년 100억 명의 인구를 예상하면서 넥서스를 준비하고 있고, 우리나라는 통일 후 1억 명의 인구를 예상하면서 물 에너지 식량을 어떻게 공급할 것인가 고민하고 있습니다. 이처럼 각 국가의 여건에 맞추어 넥서스를 준비하고 있는데 식량자급률이 낮은 우리로서는 15억 톤의 물을 절약할 수 있는 농업기술을 적용할 수 있습니다. 이를 토대로 해외진출 로드맵도 생각하고 있습니다(최○○ K-water융합연구원 선임전문위원 , 2017. 9. 15).

그리고 Houses of Parliament(2016)를 통해 물, 에너지 그리고 식량 요소 간의 상호의존성을 잘 이해하고 상충이라는 부작용을 최소화하면서 상승작용을 극대화하는 연계기술을 개발하고 적용하는 것이 중요하다는 정책적 시사점을 얻을 수 있다. 이 연구에서는 〈표 1〉에 나타난 국제적 연구경향을 존중하면서 한국 상황에 적합한 차별화된 요소연계 모델을 개발하고자 한다. 구체적인 연구문제는 다음과 같다. 왜 우리나라에서 물, 에너지 그리고 식량 연계성 논의를 해야 하는가? 국제적 자원이용의 메가트렌드이기 때문에 우리나라의 경우에도 국제적 흐름에 무작정 따라가야 하는가? 왜 정부에서 물, 에너지 그리고 식량 연계성 연결고리를 관리해야 하는가? 개별부처에서 소관법령과 계획에 따라 소관 책임이 명확한데 왜 물, 에너지 그리고 식량 연계성에 대한 정책적인 논의가 필요한가? 이러한 질문에 끊임없이 답하면서 한국형 물, 에너지 그리고 식량 연계성 모델을 구축하고 지속적으로 발전시킬 필요성이 있다.

〈표 1〉 국제적 연구경향의 검토

| 연구자 | 주요 연구내용 |
|---|---|
| World Economic Forum(2011) | 넥서스 관리기술의 중요성을 제안 |
| Bonn Conference(2011) | 물 가용성을 중심으로 에너지 안보, 식량 안보 그리고 물 안보의 상호의존성에 중점 |
| International Center for Integrated Mountain Development(2012) | 물, 에너지 그리고 식량 자원에 본질적으로 영향을 미치는 자연생태계 복원이 중요함을 강조 |
| International Institute for Sustainable Development(2015) | 생태계의 복원과 관리가 물, 에너지 그리고 식량 연계성 구축에 대한 실질적인 수단을 제공한다는 인식을 반영 |
| FAO(2014) | 식량 안보를 기반으로 연계성 접근을 시도 |
| Houses of Parliament(2016) | 물-에너지-식량 연계성 특징을 세 가지로 제시(상호의존성, 제약요인, 상승작용) |

## 4. 선행연구의 검토와 트릴레마 분석틀 구성

트릴레마(trilemma) 용어는 Graves(1881)가 처음으로 사용하였는데, 그는 당시 개신교의 처지를 두 가지 어려움 사이에서 꼼짝 못하는 상황에서 제3의 공격을 받는 것으로 보았는데, 이것이 삼중딜레마가 아니겠는가하고 문제제기를 하면서 시작된 것으로 보인다. 아직까지 트릴레마의 개념은 넥서스 개념만큼 사회과학 분야에서 생소하다. 실제로 Houses of Parliament(2016: 1)에서는 넥서스의 중요한 특징을 제약요인(constraints)이라고 하면서 가령 식량생산을 위해서 관개용수를 많이 사용하게 되면 발전용수 사용에 사용할 물의 감소를 가져온다고 지적하는데, 이러한 현상을 소위 삼각딜레마라고 할 수 있다.

국제경제에서 통용되는 상식적인 의미의 트릴레마는 물가안정, 경기부양, 국제수지 개선 과정에서 직면하는 삼중고를 의미한다. 물가안정에 중점을 두면 경기 침체가 일어나기 쉽고, 경기 부양에 중점을 두면 인플레이션의 유발과 국제수지의 악화를 초래할 우려가 있다. 최근 저성장시대에서 나타나는 재정현상에 주목한 염명배(2016)의 연구는 이러한 맥락에 서 있다.

Iversen and Wren(1998)은 서비스 고용증가가 가져오는 모순적인 현상을 트릴레마 구조를 통해 설명하였다. 이들은 산업과 노동력 기반의 제조업 경제로부터 서비스 경제로 옮겨가면서, 복지국가들이 재정건전성을 유지하기 위하여 정부 예산제약 하에서 사적 서비스 고용성장을 꾀하게 되면 불가피하게 저임금 문제를 초래하게 된다고 지적하였다. 그리고 이러한 임금불평등 문제를 해결하기 위하여 공적 서비스 고용을 증가시키면 이는 다시 높은 재정 부담과 조세부담증가로 이어질 수밖에 없다는 트릴레마 구조를 분석하였다. 이와 관련하여 김수정(2015)은 재정제약 하에 급격한 보육시설 확대를 위한 민간의존과 비용중심의 정책선택으로 인해 우리사회가 보육서비스의 불안과 서비스 품질에 대한 불만의 부메랑을 맞고 있음을 트릴레마 논증으로 풀어내고 있다.

김창수(2014)는 2만 불이 넘어선 경제성장 상태에서 민주주의를 지속하면서 한국 관료제가 강하고 효율적인 모습으로 지속가능할 것인지 논증했다. 그는 한국 관료제는 1970년대 산업화 시대에 효율적 장치를 내장하고 획기적인 경제발전을 이루어내고, 이를 토대로 성장한 시민사회를 통

해 민주주의가 공고화되는 과정에 있는 것으로 진단했다. 그러나 우리나라 관료제는 여전히 민주주의 측면에서 뿐만 아니라 효율성 측면에서도 비판을 받고 있기 때문에 트릴레마에 빠져있는 것으로 분석했다. 그리고 김창수(2016)는 원전운영의 효율성과 경제성장을 위해 원전운영의 통제를 완화하여 민주성이 약화되면 가외적인 안전장치 마련에 소홀하게 되고, 이는 결국 원전운영을 더욱 어렵게 하여 효율성을 떨어뜨리고 원전산업을 통한 경제성장도 어렵게 할 것이라는 연구가설에서 출발했다. 그는 결국 원전안전을 유지하면서 민주주의와 경제성장을 지속해야 하는 부산광역시는 삼각딜레마에 빠져있는 것으로 나타났다면서, 부산광역시의 입장에서 경제성장은 포기할 수 없는 가치이기 때문에 가외성과 민주성을 좀 더 강화하여 세 축의 균형성을 확보하는 방안을 제안했다.

Frantál and Martinat(2013: 6-16)은 체코공화국의 전통적인 농업공간에 농촌관광과 재생에너지가 가세하면서 토지이용의 경쟁이 발생하는 현장을 자세하게 묘사하고 있다. 체코에서는 에너지 총생산량의 70%를 차지하는 석탄 화력을 줄이고 세계적인 기후변화에 대응하기 위해서 그리고 2011년 후쿠시마 원전사고의 영향으로 젊은 세대와 보헤미안 어머니들(Bohemian Mothers)과 같은 환경단체에 의해 재생에너지 확대 요구가 나타나고 있다. 그러나 한편 경관오염(visual pollution) 때문에 재생에너지시설이 기피시설로 인식되어 사회갈등이 일어나기도 한다. 그러므로 이러한 삼각 딜레마를 어떻게 해소할 것인가가 체코에서도 중요한 화두가 되고 있다. 그리고 McCauley(2018)는 에너지 안보에 초점을 두는 에너지 확보가능성, 에너지 빈곤에 초점을 맞추는 에너지 접근성, 그리고 탄소배출에 초점을 맞추는 지속가능성의 세 축이 긴장관계에 있는 '에너지 정의 트릴레마'(energy justice trilemma)의 상황을 제시하고 공정성을 통해 균형을 찾기 위한 논증을 시도하고 있다(김창수, 2018: 45-54).

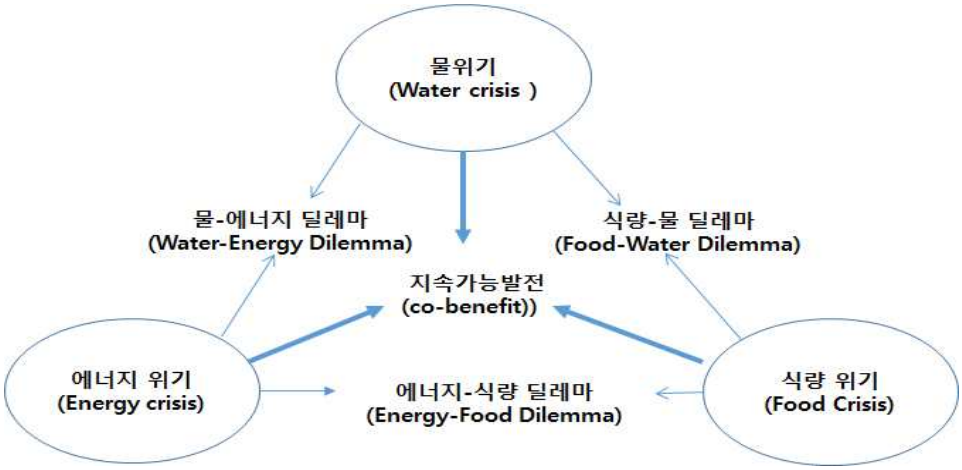
**〈표 2〉 선행연구의 검토**

| 연구자 | 주요내용 |
|---|---|
| 염명배(2016) | 저성장시대에서 나타나는 재정현상의 트릴레마 분석 |
| Iversen and Wren(1998) | 서비스 고용증가가 가져오는 모순적인 현상을 트릴레마 구조를 통해 설명 |
| 김수정(2015) | 재정제약 하에 급격한 보육시설 확대를 위한 민간의존과 비용중심의 정책선택으로 인한 트릴레마 분석 |
| 김창수(2014) | 우리나라 관료제는 여전히 민주주의 측면에서 뿐만 아니라 효율성 측면에서도 비판을 받고 있기 때문에 트릴레마에 빠져있는 것으로 분석 |
| 김창수(2016) | 원전안전을 유지하면서 민주주의와 경제성장을 지속해야 하는 부산광역시의 삼각딜레마 분석 |
| Frantál and Martinat(2013) | 체코공화국에서 전통적인 농업공간에 농촌관광과 재생에너지가 가세하면서 토지이용의 경쟁이 발생하는 트릴레마 현장 분석 |
| McCauley(2018) | '에너지 정의 트릴레마'(energy justice trilemma)의 상황을 제시하고 공정성을 통해 균형을 찾기 위한 논증을 시도 |

물-에너지, 에너지-식량, 물-식량 상호관계는 긍정적인 방향(+) 혹은 부정적인 방향(-), 즉, 양방향으로 작동할 수 있다. 본 연구는 〈그림 3〉에 나타난 바와 같이 물, 에너지, 식량 부문의 연계성

관리에 있어 나타나는 삼각딜레마를 검증하고 분석해보고자 한다. 왜냐하면 무턱대고 연계성을 관리하는 것보다는 연계성을 고려하지 않았을 때 어떠한 문제점이 나타나는지 체계적으로 진단한 이후 우리나라의 맥락에 적합한 연계성 모델을 제안하는 것이 더 나은 결과를 낳기 때문이다. 먼저 개별요소의 제약요인(constraints)을 전제하고 위기가 초래하는 삼각딜레마를 분석하고자 한다. 첫째, 물 위기라는 제약요인 아래 발생할 수 있는 삼각딜레마 문제를 분석하고 둘째, 에너지 위기라는 제약요인 아래 발생할 수 있는 상충관계를 분석하고 셋째, 식량 위기라는 제약요인 아래 발생할 수 있는 상충관계를 분석하고자 한다. 그리고 삼각딜레마의 개념을 좀 더 확장하여 개별요소 간의 딜레마 상황을 전제하고 현실적으로 나타날 수 있는 사례들을 분석하였다. 즉, 〈그림 3〉은 개별요소와 자원이 상호제약요인으로 작용하여 삼각딜레마를 초래하는 가운데 어떻게 시너지를 확보하여 지속가능한 발전을 달성할지 해석하는 모델로 이해할 수 있다.

〈그림 3〉 물-에너지-식량 연계와 삼각딜레마 분석틀




# Ⅲ. 물-에너지-식량 넥서스 트릴레마 진단과 분석

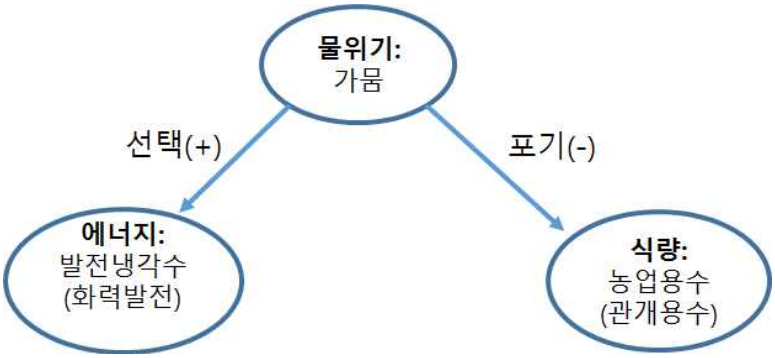
## 1. 물 위기가 초래하는 트릴레마

물-에너지-식량 연계성 정책은 농업가뭄에 직면할 경우 유용하다(이승호, 2017; 류권홍, 2014). 농업가뭄이 발생하면 농업용수 공급이 어렵고, 이에 따라 다른 지역으로부터의 식량 수입 증가 가능성이 높아진다. 환경유지용수, 생활용수와 공업용수, 화력발전용 냉각수, 그리고 수력발전용 물 공급 분야와 상충할 가능성도 높아진다. 양수장 혹은 지하수를 통한 추가용수 공급을 위해 양수기 사용이 증가하고, 수력발전을 위한 물을 농업용수로 전환해야 하는 문제가 발생할 수도 있다. 가뭄이 극심해지면 전력사용도 급증한다. 그러므로 물-에너지-식량 연계성의 관점에서 상호의존성

(interdependency)을 이해하고 통합 관리할 필요성을 인식해야 한다. 〈그림 4〉에 나타난 바와 같이 제약요인인 물위기로서 가뭄이 발생하면, 에너지 부문과 식량 부문 중 어느 곳에 얼마만큼 물을 할당해야 하느냐는 딜레마에 봉착하게 된다.

세계적으로는 자원개발과 발전용 냉각수 등 에너지 부문에서 전 세계 담수의 15%를 사용하고 있다. 우리나라는 상수도 시설 운영에 국내 전기 사용량의 7%가 소요된다. 부산광역시의 경우 원수수질이 나쁘고 산지가 많으며 장거리 운송이 많기 때문에 수돗물 생산과 배송에 전력의 손실이 많은 편이다. 2017년 3월에 발표된「2016 사업 년도 지방공기업 경영실적 보고서」에 따르면 우리나라 특별시와 광역시의 동력비의 평균이 48.89원/㎥인데 비해 부산광역시의 경우 81.23/㎥을 차지하여 동력비로 지출하는 비용이 크다.[4] 한편 물 위기는 수질오염의 심화로 나타나기도 한다. 4대강 사업 이후 낙동강 상수원에서 기후변화로 인해 수온이 상승하고 비점오염원이 증가하면서 녹조현상이 심해져 녹조처리를 포함한 정수과정에 많은 에너지가 소요되었다.

**〈그림 4〉 물 위기가 초래하는 삼각딜레마**




우리나라는 농업용수가 무상으로 공급되며 농업용수로 전체 수자원의 49%, 생활용수로 39%, 공업용수로 12%를 사용하고 있다. 그러므로 공업용수 사용은 생활용수와 공업용수 그리고 에너지 생산을 위한 물 공급에 일정 부분 타격을 줄 수밖에 없는 구조이다. 2015년 중부지역 가뭄 때처럼 용수가 부족해지면 〈그림 4〉에 나타난 바와 같이 용수공급 선택의 트릴레마에 빠질 가능성이 높아진다.

> 수도권 및 중부지역 최대 전력공급원인 충남 일대 석탄화력 발전소들이 발전용수 수급에 비상에 비상이 걸렸다. 일각에선 2년째 이어진 가뭄이 올겨울을 넘겨 내년 봄까지 지속될 경우 발전용수 부족으로 기저발전소가 전력생산에 차질을 빚는 초유의 사태가 발생할 수도 있다고 우려하고 있다. 작년 말 기준 석탄화력 전력공급 비중은 약 37%이며, 이중 충남 소재 3개 대규모 발전단지의 설비비중은 52%이다. 10월 18일 충청지역 3개 발전사(동서발전 당진 4GW·서부발전

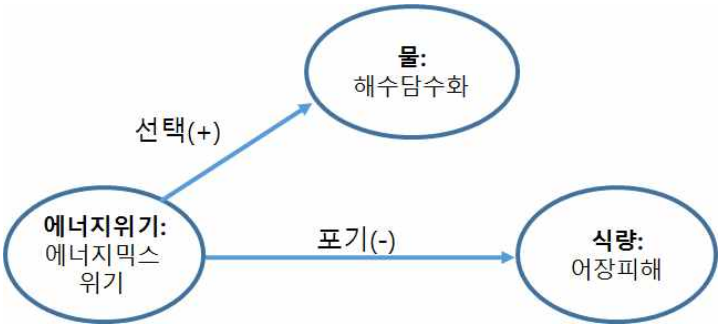
4) 부산광역시상수도사업본부는 성과기반컨설팅을 통해 고지대특성을 활용한 소수력발전 과제를 수행하고 있으며 태양광설비를 통해 물-에너지 딜레마(Water-Energy dilemma) 상황에 대응하고 있다.

태안 4GW·중부발전 보령 4GW)와 K-water 등에 따르면, 현재 이들 발전소가 광역상수도 관로 등을 통해 하루에 소비하는 발전용수는 당진 2만1000톤, 태안 1만5000톤, 보령 1만3000톤 등 6만 톤에 육박한다. 권역 내 나머지 서천화력과 일부 민간 복합 화력까지 포함하면 충청지역 발전소 전체 물 사용량은 하루 6만5000여 톤에 이를 것으로 업계는 추정하고 있다. 이는 K-water나 충남도가 자체 집계한 사용량 추청치 3만2000톤의 갑절 수준이다. 발전용수는 해수 등을 이용한 냉각수와 달리 보일러 등 주설비에 사용하는 순수 제조용과 탈황설비, 석탄 비산먼지 억제를 위한 살수용수 등으로 사용되는데, 발전량과 사용량이 비례하므로 수급이 어려워지면 전력생산에도 차질이 생길 수밖에 없다(이투뉴스, 2015. 10. 19).

## 2. 에너지 위기가 초래하는 트릴레마

화력발전과 원자력발전소는 온배수 문제 때문에 주변 어장에 피해를 주는 경우가 많다. 에너지 생산과정에서 필연적으로 따라오는 식량 위기인 것이다. 〈그림 5〉에 나타난 바와 같이 하나의 요소를 선택(+)하면 다른 하나의 요소는 포기(-)하는 관계에 직면하면서 달레마의 삼중구조에 빠지게 된다. 제한된 에너지를 사용하여 해수담수화 시설을 가동할 경우 물 위기는 극복할 수 있지만, 식량 요소인 어장에 피해가 발생할 수 있다. 가령 제약요인인 에너지 위기에 직면했을 때 생활용수와 공업용수를 위해 우선적으로 에너지를 사용하면, 농업용수 확보를 위한 에너지 사용은 후순위로 밀릴 가능성이 높다. 그리고 태양광발전과 풍력발전을 위해 산림과 농지를 파괴할 경우 에너지 부문은 식량 부문과 딜레마 관계에 빠지게 된다.

**〈그림 5〉 에너지위기 초래하는 삼각딜레마**




우리는 국토 여건상 바이오 농산물 생산은 미미한 상태이다. 해조류 생산을 통해 이 문제를 해결하고자 하는 시도가 계속되고 있다. 2011년 9월에 에너지 위기와 전력공급 위기(blackout)를 겪은 이후 최근 우리나라의 경우 예비전력량이 충분하게 확보된 상황에서 에너지 위기가 나타날 가능성은 거의 없지만, 문재인정부에서 에너지장기계획에 따른 원자력발전정책의 변화가 있기 때문에 한국수력원자력과 한전을 통해 발생하는 에너지 위기를 전제하고 법령과 계획을 준비할 필요성이 있다.

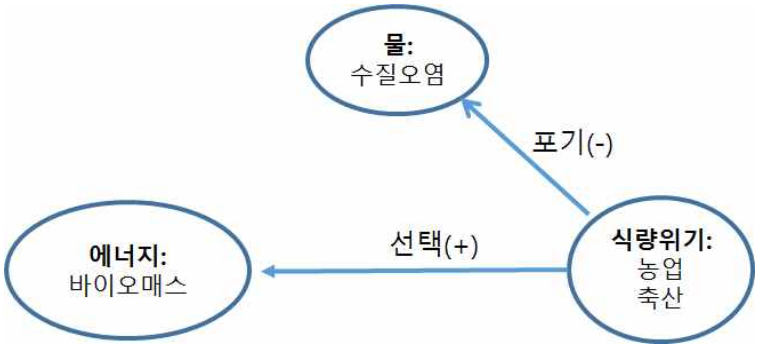
우리나라의 에너지 위기는 복잡하고 독특한 형태를 띤다. 개별요소 간의 딜레마 상황이 복잡하게 나타나기도 한다. 2011년 후쿠시마 원전사고 이후 원자력발전소의 위험성에 대한 인식이 확산되면서 신재생에너지에 대한 다양한 요구가 증대하고 있고 이는 또 다른 양상의 에너지 위기로 인한 트릴레마를 초래하고 있다. 태양광 발전을 위한 태양광 전지판 토지이용이 증대하면서 전라남도 등지에서 농업용 토지가 감소하고 있고, 산지 훼손이나 환경파괴로 인해 지역주민들과의 갈등이 발생하기도 한다.

제주도에서와 같이 풍력단지를 조성하면서 소음피해를 초래하기도 하고, 산림과 농지의 훼손이나 어장감소를 초래하면서 지역민들과 심각한 갈등에 직면하기도 한다. 조력발전의 경우에도 이명박 정부의 가로림만 사례와 같이 어장피해와 감소를 가져오면서 지역어민들과 갈등에 직면하기도 한다. 바이오에너지용 옥수수 생산의 경우에도 식량위기를 초래할 수 있으나 우리나라에서는 미국과 같이 심각한 딜레마가 발생하지는 않는 것으로 보인다.

## 3. 식량 위기가 초래하는 트릴레마

〈그림 6〉에 나타난 바와 같이 농업과 축산은 물에 대해 다양한 영향을 미친다. 논은 거대한 댐의 역할을 하면서 수량을 보존하는 역할을 한다. 한편 농업에 사용된 비료는 질소와 인 성분이 다량 포함되어 있기 때문에 비가 올 경우 비점오염원으로 작용하여 수질오염과 녹조의 원인이 된다. 소고기 1㎏을 얻기 위해 다량의 옥수수가 희생되기도 하며 축산폐수가 다양한 형태로 수질오염에 영향을 미친다. 한편 축산분뇨를 적절히 처리하면 바이오매스와 같은 신재생에너지원이 되기도 한다.

**〈그림 6〉 식량 위기가 초래하는 삼각딜레마**




2014년 기준 곡물자급률이 24%에 불과한 우리나라는 세계 6위의 곡물 수입국이며 기본적으로 식량위기를 겪고 있다(My Water, 2016: 3; 이충기, 2014). 지금은 안정적인 식량 수입이 보장되고 있어 식량 위기의 심각성을 인식하지 못하고 있지만, 식량안보와 식량주권 차원에서 보면 언제든 식량이 무기로 사용될 여지가 있기 때문에 이에 대한 대비가 필요하다.

중국과 미국의 경우 세계적인 식량소비증가 추세에 따라 지하수 고갈의 상태에 직면하고 있다.

우리나라의 경우 4대강 보를 활용한 농업용수 공급이 이루어지고 있지만, 관개용수를 4대강에서 취수하는 과정에서 수송비용이 증가하고 있다. 4대강 사업으로 인한 녹조문제를 해결하기 위해서는 16개보의 수문을 개방해야 하는데, 안정적인 농업용수를 확보하기 위해 보 수위를 낮출 경우 5천억 원 정도 비용이 증가한다는 보고도 있다.

4대강 수변공간에서 채소를 재배하는 경우 농업생산에 기여하게 되지만 질소와 인을 통한 강 오염의 원인이 되기도 한다. 화학비료 활용농업은 생산성을 증대시키지만 수질오염의 원인이 된다. 4대강 사업을 통해 수변공간이 수질보전용 친수공간으로 변화하게 되면서 수질오염은 방지되었지만 농업생산성은 악화된다. 낙동강수계의 대포천이라든지 금강수계 대청호 상류의 경우 축산농가들이 오염원을 제공하지만 축산 농가를 이전하든지 오염방지시설을 강제할 경우 수질은 개선된다. 그러나 식량생산성에 악영향을 끼치게 된다. 상수원 상류의 수변지역 농업용 토지의 개발제한은 수질개선에는 도움을 주지만 식량 생산성에 부정적인 영향을 주는 것은 명백하다.

## 4. 물, 에너지 그리고 식량 관련 제도와 거버넌스의 분절성 분석

각 정부부처는 소관법률과 소관업무에 충실하게 접근하는 것이 당연한데 한편으로는 이로 인해 국지적 합리성(local rationality)이 나타난다. 각 부처는 해당 부처의 입장에서만 필요한 사항에 관심을 가지고 있으면 법률 명칭이나 법적 근거 역시 소관 업무에만 충실하고 있는 것이다. 즉, 부처 간의 할거주의 현상(sectionalism) 때문에 협력이 어려워질 가능성이 높아진다. 수자원계획을 수립할 때 수자원 생산에 필요한 에너지와 식량생산에 필요한 수자원에 대해 고려하도록 법적 근거를 마련할 필요가 있는 것이다.

〈표 3〉에 나타난 바와 같이 각 부처별 근거 법률에 의한 물-에너지-식량 관련 주요 계획에서도 분절성이 나타나고 있다. 환경부, 국토교통부, 산업통상자원부, 그리고 농림축산식품부는 각 부처별로 소관 계획으로 관리하고 있다. 그런데 국토교통부(2016: 28)에서 2016년 12월 발간한 「수자원장기종합계획 제2차 수정계획(2001-2020)」에는 1960년대 이전 수자원계획이 수립되기 이전인 1960년대 초반까지 농업용수 확보와 전력개발 목적의 단일 목적댐 위주로 건설했다는 언급이 있지만, 에너지와 식량에 대한 고려가 전혀 없었다. 2019년 12월 11일 「제5차 국토종합계획(2020~2040)」(대통령 공고 제295호)이 공고되었다(김예성, 2020). 국토종합계획은 국토 전역을 대상으로 하여 국토의 장기적인 발전 방향을 제시하는 최상위 국가공간계획이다. 그러나 여기서도 OECD(2018)의 구상과는 달리 물과 에너지는 물론 식량에 대한 언급은 없는 실정이다.

우리나라의 '계획체계'는 물 분야만 하더라도 부문별(수량 관리, 수질 관리, 재해 관리), 용도별(생활용수, 공업용수, 농업용수) 또는 관리대상별(지하수, 지표수, 해수)로 수립되고 있기 때문에 각 정책을 효율적으로 조정하기 곤란하다. 전문가들은 이러한 물 관리 계획들이 상호 합의된 구조적 연계성(structural connectivity)을 갖지 못하고 별개로 운영되고 있다는 점을 지적하고 있다. 특히 계획의 작성 주기는 물론 용어와 주된 관심 영역이 서로 다르기 때문에 관련 계획 간에도 커다란 벽이 존재한다. 물 분야를 넘어서는 에너지와 식량의 연계성을 고려한 계획체계는 전혀 염두에

두지 않고 있는 것이 현실이다. 산업부가 20년마다 작성하는 '국가에너지기본계획'에는 물에 대한 고려가 없다. 화력발전이나 수력발전 그리고 산업발전에 요구되는 물은 당연히 주어지는 것으로 인식하고 있기 때문이다. 농림부의 '식량수급계획'에도 물과 에너지 수급상황에 대한 고려는 없다. 그러므로 물, 에너지 그리고 식량의 상호연관관계에 대한 고려가 필요하다. 소관부처를 존중할 경우 일률적인 법률과 계획의 통합은 어렵지만 수급상황을 고려하는 조항을 넣을 수는 있다.

**〈표 3〉 부처별 물-에너지-식량 관련 주요 법률과 법정 계획의 국지적 합리성**

| 거버넌스 | 법 률 | 관련 계획 | 주요 내용 |
|---|---|---|---|
| 환경부 | 환경정책기본법 | ○ 국가환경종합계획(20년) | ○ 국토계획과 환경계획의 연계성 강화 |
| | 물관리기본법 | ○ 국가물관리기본계획(10년)<br>○ 유역물관리종합계획(10년) | ○ 물관리계획수립 |
| | 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 | ○ 수질 및 수생태계 보전 계획(10년) | ○ 수질 및 수생태계 보호 |
| | 4대강수계특별법 | ○ 오염 총량 관리 기본 계획 | ○ 4대강 유역 통합 관리 및 주민 지원 |
| | 수도법 | ○ 수도정비기본계획(10년)<br>○ 전국수도종합계획(10년) | ○ 수도의 정비에 관한 종합적인 기본계획<br>○ 국가수도정책의 체계적 발전 |
| | 하수도법 | ○ 국가 하수도 종합 계획(10년)<br>○ 유역 하수도 정비 기본 계획(20년) | ○ 수질 및 하수도 관리 |
| | 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 |
| 국토부 | 하천법 | ○ 하천 기본 계획(10년) | ○ 하천관리 |
| 산업부 | 에너지기본법 | ○ 국가에너지기본계획(20년) | ○ 에너지정책 기본방향 수립 |
| 농림부 | 농어촌정비법 | ○ 농어촌 용수 이용 합리화 계획 | ○ 농어촌 용수의 효율적인 개발·이용 및 보전 |
| | 농업 · 농촌 및 식품산업 기본법 | ○ 농업·농촌 및 식품산업 발전계획(5년) | ○ 농업, 농촌 및 식품산업 정책 방향 제시 |

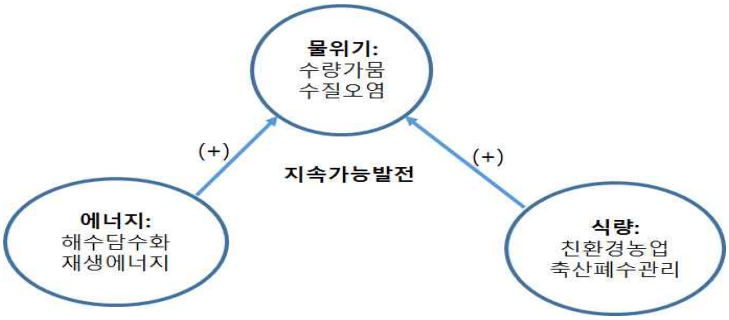
그리고 이러한 계획의 조정은 단순히 업무 협조로 해결될 수 있는 부분이 아니기 때문에 조직 개편과 기능 조정이 선행되어야 한다. 2019년 국토교통부와 환경부의 물 관리 관련 조직의 개편과 기능의 조정·통합이 이루어졌는데, 여기서 더 나아가 소관 법령과 소관 계획까지 통합되는 것이 바람직하다(김진수, 2018). 미국이나 호주와 같이 물, 에너지 그리고 식량의 연계성을 고려하는 법률 조항과 계획체계의 마련이 조속히 요구된다.

# Ⅳ. 물-에너지-식량 넥서스의 삼각딜레마 대응방안

## 1. 넥서스를 통한 물 위기 대응방안

〈그림 7〉에 나타난 바와 같이 우리나라의 대표적인 물 위기는 수량 측면에서 보자면 중부지방의 가뭄 문제이며, 수질 측면에서는 4대강의 녹조와 오염 문제라고 할 수 있다. 4대강 보 개방에 따라 소수력발전이 불가능해지면서 2018년 640억 원의 손실이 발생했다는 보고도 있다(KBS 9뉴스, 2019. 10. 20). 그러므로 에너지 확보 측면에서 중부지방의 해수담수화를 추진하여 공업용수를 공급해서 보령댐의 수량 부족 문제에 대응할 필요가 있다. 신재생에너지 분담을 점차 늘리게 되면 화력발전에 소요되는 냉각용수를 절감하는 효과가 있을 것이다. 식량 측면에서는 팔당호나 대청호 상류지역에서와 같이 친환경농업을 통해 식량 생산성을 개선하고 축산폐수관리를 통해 수질오염을 개선할 수 있을 것이다. 또한, 우리나라는 상하수도 관로와 농업용 저수지가 노후화하여 시설개선이 필요한 상황으로, 물 요금 현실화를 통한 재원 확보가 요구된다.

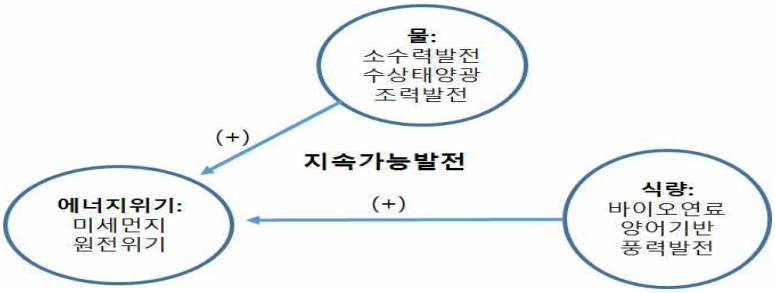
〈그림 7〉 넥서스를 통한 물 위기 대응방안




## 2. 넥서스를 통한 에너지 위기 대응방안

〈그림 8〉에 나타난 바와 같이 우리나라의 대표적인 에너지 위기는 노후 화력발전소로 인한 미세먼지 위험이라고 할 수 있다. 현재 탈핵정책 기조 아래 장기적으로 원자력발전의 비중을 줄일 수밖에 없는 에너지계획구조이기 때문에 이러한 에너지 위기에 대해 능동적으로 대응할 필요가 있다. 연계성을 고려할 때 먼저 물을 활용한 다양한 형태의 소수력 발전이 전력위기를 극복하는데 도움을 줄 수 있다. 서울과 부산이 상수도 공급과정에서 소수력발전을 시도하는 노력은 비록 작지만 의미 있는 성과로 볼 수 있다. 해상풍력단지를 조성할 경우 다양한 형태의 갈등에 직면하게 되겠지만 그럼에도 수산자원을 고려하는 시스템을 설계할 필요가 있다. 합천댐의 수상태양광과 시화호 조력발전의 경우 좋은 성과를 얻고 있는데, 섬세한 설계를 통해 사업 확장을 한다면 에너지 위기를 타개할 수 있는 지혜로운 방안이 될 수 있다.

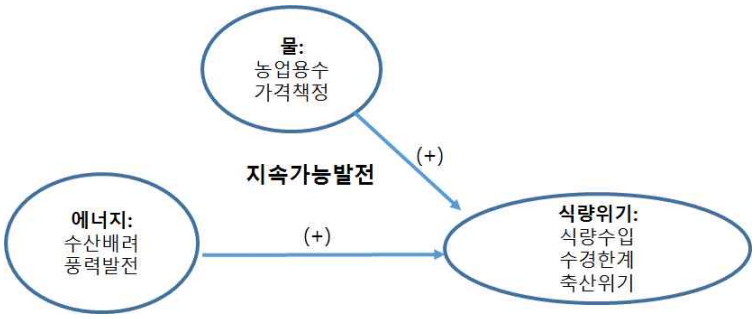
〈그림 8〉 넥서스를 통한 에너지 위기 대응방안




## 3. 넥서스를 통한 식량 위기 대응방안

〈그림 9〉에 나타난 바와 같이 우리나라의 대표적인 식량 위기는 우리나라가 대부분의 식량을 수입에 의존한다는 것과 수경재배에는 지나친 물이 사용되기 때문에 한계가 있다는 것에서 비롯된다. 4대강 사업 이후 수막재배를 하던 농민들은 4대강 보 개방 이후 수막재배가 어려워지면서 냉해 등의 피해를 호소하고 있다. 축산폐수로 인한 상수원 오염을 피해사례로 들 수 있다. 그러므로 농업용수에 적정한 가격을 책정한다면 물 사용과 절약에 인센티브 장치가 작동하게 할 수 있으며, 관개용수 확보를 위한 에너지 사용 절감 또한 가져올 수 있다. 풍력발전을 통한 에너지생산의 경우, 바다목장과 연계할 경우 수산자원 증가에 기여할 수 있다.

〈그림 9〉 넥서스를 통한 식량 위기 대응방안



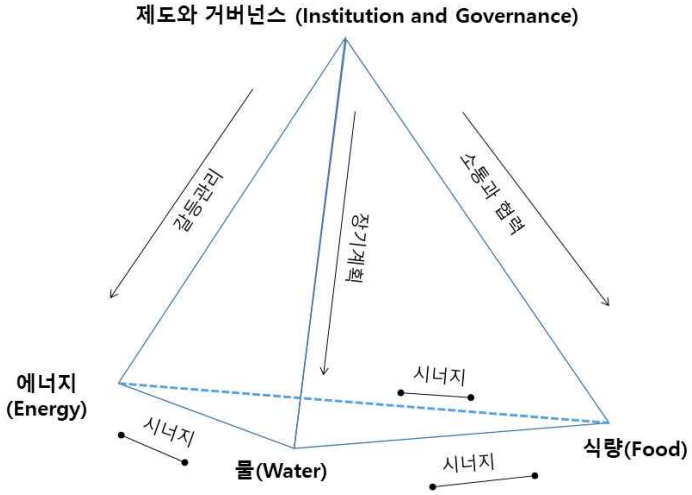

## 4. 제도개선과 통합거버넌스를 통한 트릴레마 대응방안

미국 사례를 살펴보면, 2009년 발의된 에너지와 물 연구 통합법안(Energy & Water Research Integration Act)은 에너지부의 에너지 연구, 개발 및 실증 프로그램, 소요되는 물의 양 고려, 깨끗한 물 공급과 효율적이고 지속가능한 에너지 공급 등의 내용을 담고 있다. 2012년 물-에너지 기술팀(Water-Energy Tech Team)을 신설하여 에너지부 산하 사무소 및 연구소 간 조정 및 협력, 다른 부처와 이해관계자들에게 문제의 중요성을 전달하는 역할을 수행하도록 하고 있다. 그리고 미국

은 스마트 에너지 및 물 효율 법안(Smart Energy & Water Efficiency Act) 발의로 지역 사회의 물 절약과 에너지 절약을 위해 수자원 재활용 체계를 확보하고 에너지 효율 향상을 위해 물과 에너지 관련 정보 제공 시스템을 설치하고자 시도하고 있다(이승호, 2017; 류권홍, 2014).

그러므로 우리나라의 경우에도 물, 에너지 그리고 식량 부문의 연계성과 상승효과 달성을 위한 제도와 거버넌스 측면에서 통합위원회의 수립과 논의가 필요하다. 합리적인 제도를 바탕으로 다양한 이해당사자 참여를 통해 물-에너지-식량 연계성 거버넌스 구축 및 운영이 필요한 것이다(이상현, 2015: 49-55). 이는 우리나라도 미국의 에너지 및 수자원통합법안(Energy and Water Integration Act of 2011)과 호주의 에너지와 수자원 관리법안(Energy and Water Legislation Amendment Bill of 2013, Qeensland) 같은 식량과 에너지 및 수자원 통합법안을 준비해야 한다는 시사점을 제공한다.

〈그림 10〉 제도와 거버넌스를 통한 트릴레마 대응방안




〈그림 10〉에 나타난 바와 같이 트릴레마를 관리하는 방안은 결국 물을 중심에 놓고 에너지와 식량 부문이 지속가능할 수 있는 방안을 마련하는 것이다. 여기서 법제도를 통해 물과 에너지 그리고 식량의 갈등관계와 상충관계를 해소하고 연계성을 고려하는 것이 중요하다. 물과 에너지 그리고 식량 관련 중장기계획을 수립할 때 반드시 연계요소를 반영하여 계획을 수립할 것을 구체적인 법률 조항을 마련하여 강제할 필요성이 있다. 2019년 제정된「물관리기본법」실현과정에서 연계성의 통합관리 문제를 담아내는 것이 중요할 것으로 판단된다(김진수, 2018). 산지와 농지를 개발하는 태양광사업과 주민들의 반대로 무산된 기장해수담수화 사례에서처럼 갈등관리에 착안하여 갈등영향평가를 수행하는 등 운영 측면에서도 통합적 요소를 고려하는 엄밀한 준비가 요구된다.

## 5. 한국형 WEF Nexus 분석틀 구성

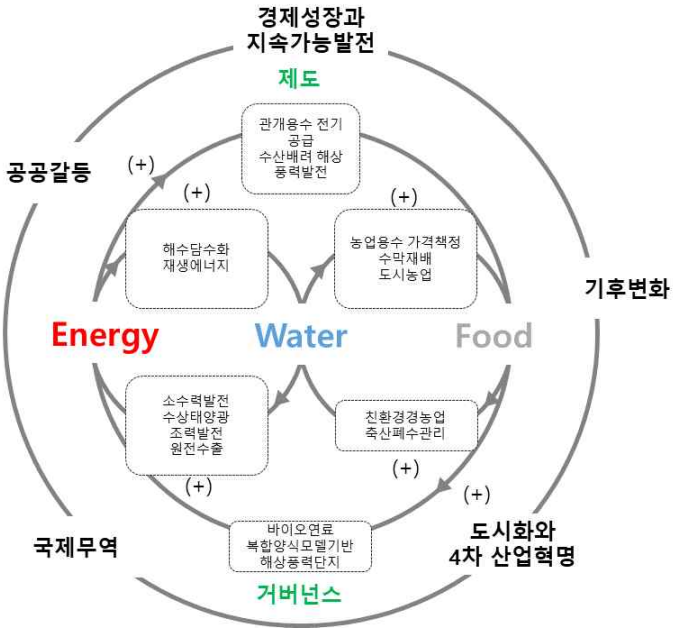
한국형 물, 에너지 그리고 식량(Water-Energy-Food) 연계성 분석모형을 구축하기 위해서는 우

선적으로 연계성 목표에 대해 합의할 필요성이 있다. 현재 전문가들의 중론은 각 요소의 지속가능한 발전을 목표 삼아야 하고, 지속가능한 발전을 위해서는 물만을 고려해서는 곤란하기 때문에 물 중심의 지속가능한 발전 방안, 즉 물, 에너지 그리고 식량 연계성 논의와 방안의 마련이 필요하다는 것이다. 물과 에너지 그리고 식량을 요소 간 연계성을 고려하여 지속적이고 안정적으로 확보하겠다는 목표는 물, 에너지 그리고 식량 연계성 논의의 핵심이라고 할 수 있다. 그러므로 우리나라의 경우 물, 에너지 그리고 식량 연계성에 대한 문제 제기가 끊임없이 필요하다.

> 첫째, 혁신에서 연결이 중요한데, 이 부분은 넥서스의 중요한 장점입니다. 축산의 경우 식량의 과다사용 문제가 있고 오염물질 배출문제를 먼저 염두에 두어야 합니다. 둘째, 물 에너지 식량을 같은 편에 놓고 서로 같이 이득을 보는 공편익(co-benefit)을 강조하고 있다는 점이 또 다른 장점입니다. 제로섬 상황을 막을 수 있다는 점입니다. 지속가능성이라는 공통목표가 필요합니다(김○○ 서울연구원 관계자, 2017. 9. 15).

〈그림 11〉에서는 우리나라 고유의 맥락과 상황을 고려한 물, 에너지, 식량 연계성에 대한 분석을 토대로 한국형 WEF Nexus 분석틀을 제안하고 있다. 여기서는 물, 에너지 그리고 식량 간의 상충관계와 딜레마 상황을 극복하고 시너지를 창출할 수 있는 선순환관계(+)의 모델을 제안하고 있다. 외부변수인 경제성장과 지속가능발전, 기후변화, 도시화와 4차 산업혁명, 국제무역과 공공갈등에 대응하면서 정책변수인 제도와 거버넌스를 체계적으로 활용하는 방안이 요구된다. 이는 OECD(2018: 44)에서 제안하는 Water-Energy-Land-Food 연계성 접근 모델과 일맥상통한다.

〈그림 11〉 한국형 WEF Nexus 분석틀의 구성



국제기구에서는 다양한 형태로 세 부문의 연계성을 고려하여 기후변화에 대응하는 정책결정을 지혜롭게 해줄 것을 권고하고 있다. 우리나라의 경우에도 이러한 국제적 흐름을 따르되 국제기구에서 제안하는 텍스트를 우리나라에 맞는 콘텍스트로 전환하여 분석하고 지속적으로 수정보완하면서 연계효과를 높일 필요가 있다.

# V. 결론

우리나라는 물론 세계적으로도 물, 에너지 그리고 식량 요소 간의 상호경쟁이라든지 연계성을 고려하지 않는 개별적 접근으로 인한 장기적 실패 현상이 만연하고 있다. 물과 에너지 그리고 식량 부문의 상호의존성과 시너지에 대한 기대와는 달리 현실적으로는 하나를 강조하면 하나는 상쇄되는 상충현상이 초래되는 것이 일반적이다. 그럼에도 불구하고 연계성의 도그마에 빠져 삼자를 모두 동시에 강조하게 되면 삼자 모두를 잃게 될 가능성도 상존한다. 분석결과 우리나라에서는 주로 물 위기와 에너지 위기라는 제약요인에 의해 다양한 문제가 발생하는 것으로 나타났다. 그러므로 삼자 중 우선순위를 두고 하나를 지렛대 삼아 나머지 요소를 강화하는 방안을 제안하였다.

첫째, 요소별 상충관계를 고려하지 않는 효율성의 추구는 때로는 삼각딜레마를 초래하기 때문에 상호연결고리를 관리하는 방안을 제안했다. 둘째, 기후변화와 지구온난화 등 환경변화 요인의 분석을 통해 수량과 수질의 문제가 단순히 환경문제뿐만 아니라 전력생산과 사용은 물론 식량생산과 소비에도 심대한 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 셋째, 수량의 부족은 수질악화와 밀접한 관계가 있고, 기근은 식량부족과 밀접한 관계가 있으며, 담수의 부족은 해수담수화를 위한 전력사용의 증가와 밀접한 연결고리를 가지고 있는 것으로 나타났다.

그리고 농업용 전기를 이용해서 지하수를 사용하는 문제라든가 농업용수의 가격책정 문제 등을 배제한 채 알맹이 없는 논의를 할 경우 연계성 논의의 의미가 퇴색될 수 있는 것으로 나타났다. 물과 에너지 그리고 식량 부문에 대한 개별적 분석은 물론 세 부문을 하나로 묶어주는 관련법령과 법정계획을 분석한 결과 각 부문이 파편화되어 별개로 작동했기 때문에 물-에너지-식량의 연계발전을 위한 제도적 기반은 취약한 상황이었다. 여러 국제기구에서는 연계성 접근에서 이해당사자 간 합의와 타협을 중시하고 있는데, 우리의 경우에도 중부지방의 극심한 농업가뭄 상황에서 농업용수와 생활용수 그리고 발전냉각용수 배분 문제를 놓고 연계성 접근을 통한 합의와 타협이 요구되고 있는 것으로 나타났다. 법제도적 요소와 더불어 거버넌스를 통합적으로 운영해야 할 필요성 또한 제기되고 있다.

이 연구는 방대한 내용을 압축하면서 지극히 추상적이고 개념적인 논의에 머물고 있다는 한계가 있다. 이 연구는 기본적으로 사례기반의 질적 연구이기 때문에 엄밀한 데이터의 확보를 바탕으로 한 양적인 분석에까지는 이르지 못하고 있다. 그러므로 사례연구를 통해 심층적인 논의가 추가되고, 실증연구를 통해 좀 더 일반화 가능한 연구 성과들이 창출되기를 기대한다.

# 참고문헌


국토교통부. (2016).「수자원장기종합계획 제2차 수정계획(2001-2020)」. 2016. 12.

김경민. (2015). 풍력발전 관련 소음 및 사회적 갈등 예방을 위한 개선방안,「이슈와 논점(2015. 5. 29)」. 제999호, 국회입법조사처, 2015.

김수정. (2015). 양육서비스의 트릴레마 구조와 한국보육정책의 선택.「경제와 사회」. 2015년 봄호(통권 제105호): 64-93.

김예성. (2020). 제5차 국토종합계획의 주요 내용과 과제,「이슈와 논점」. 제1654호, 국회입법조사처.

김진수. (2018). 물관리 일원화 추진 현황 및 향후 과제,「이슈와 논점」. 제1472호, 국회입법조사처.

김진수·김경민. (2014). 국내 물관리 현황 및 물기본법 제정방향,「이슈와 논점」. 제924호, 국회입법조사처.

김진욱. (2019). 동북아 국가의 물-에너지-식량 넥서스 거버넌스에 대한 연구,「유라시아연구」. 16(4): 39-71.

김창수. (2014). 한국 관료제의 트릴레마 해부,「정부학연구」. 20(1): 35-73.

_____. (2016). 부산광역시 원자력 트릴레마 대응,「행정논총」. 제54권 제4호(2016. 12): 265-290.

_____. (2018). 지속가능발전의 도그마와 트릴레마,「한국비교정부학보」. 22(4): 45-68.

김홍균. (2012). 물 인권과 통합 수자원 관리 법제,「물과 인권」. 250-297면. 도서출판 피어나.

류권홍. (2015). 전력산업과 수자원,「물과 지속가능발전」. 도서출판 피어나: 109-166.

_____. (2014). 물과 에너지 넥서스,「물과 창조경제」. 도서출판 피어나: 109-152.

류문현. (2017). 물-식량-에너지 넥서스 기반구축을 위한 사회경제적 정책 의제,「저널 물 정책·경제(4월호)」. Vol. 28: 71-85.

MyWater(물정보포털). (2017).「물·에너지·식량 넥서스(3부): 추진전략 및 한국형 로드맵」. 이슈리포트, 2017. 4. 4.

성재훈·조원주. (2019). 물-에너지-식량 넥서스를 활용한 통합적 농업자원관리정책 평가: 지하수 함양 사업을 중심으로,「농촌계획」. 25(4): 35-45.

염명배. (2016). 저성장시대, 재정 트릴레마 극복을 위한 새로운 재정정책 패러다임의 모색,「재정학연구」. 9(1): 45-85.

이상현. (2015). 물-식량-에너지 넥서스와 농업가뭄, *Rural Resources,* 57(2): 49-55.

이승호. (2017). 물-에너지-식량 연계성: 개념과 정책적 함의,「춘천물포럼」: 501-526.

이정필. (2015). 기후변화시대, 물-에너지-식량 넥서스와 시티즌십,「춘천물포럼」.

이충기. (2014). 물과 식량 넥서스,「물과 창조경제」. 도서출판 피어나: 153-191.

채효석. (2018). 지속가능한 발전을 위한 물-에너지-식량 넥서스,「대한토목학회지」. 66(6): 14-15.

최진용·이윤희·허승오. (2018). 기후변화 대응 시나리오 기반의 물-에너지-식량 넥서스 통합기술 개발,「한국농공학회지」. 60(3): 53-60.

K-water연구원 정책·경제연구소. (2016).「해수담수화사업 수용성 제고방안」. 2016. 4.

Bazilian, Morgan et al. (2011). Considering the energy, water and food nexus: Towards an

integrated modelling approach. *Energy Policy*, 39(12).

Bonn 2011 Nexus Conference. (2011). *The Water, Energy and Food Security Nexus: Solutions for Green Economy.* Policy Recommendations, 2011.

FAO, IAEA. (2013). *Improving agricultural water management through low-cost small scale irrigation technologies in Kenya.*

FAO. (2013). *An Innovative Accounting Framework for the Food-Energy-Water Nexus.*

FAO. (2014). *Walking the Nexus Talk: Assessing the Water-Energy-Food Nexus.*

Frantál, Bohumil and Standa Martinat. (2013). New Challenges, Conflicts and Opportunities for Rural Spaces, in Frantál, Bohumil and Standa Martinat. (eds.) (2013). *New Rural Spaces: Towards Renewable Energies, Multi-functional Farming, and Sustainable Tourism,* Academy of Sciences of the Czech Republic, Institute of Geonics.

Frantál, Bohumil and Jiří Malý. (2017). Close or renew? Factors affecting local community support for rebuilding nuclear power plants in the Czech Republic, *Energy Policy,* 104: 134-143.

Graves, James Robinson, 1820-1893. (1881). *The Trilemma,* Sagwan Press.

Houses of Parliament. (2016). *Water-Energy-Food Nexus,* December 2016.

IEA. (2014). *World Energy Outlook 2014,* Paris, France.

International Centre for Integrated Mountain Development. (2012). *Contribution of Himalayan ecosystems to water, energy, and food security in South Asia: a nexus approach, Kathmandu, Nepal.*

International Institute for Sustainable Development. (2015). *Water-Energy-Food Security: What are the potential contributions of the mining industry?*

IRENA. (2015). *Renewable Energy in the Water, Energy & Food Nexus.*

Iverson, T. and Wren, A. (1998). Equity, Employment, and Budgetary Restraint: The Trilemma of the Service Economy. *World Politics,* 50(4): 507-546.

McCauley, Darren. (2018). *Energy Justice: Re-balancing the Trilemma of Security, Poverty and Climate Change.* Palgrave Macmillan.

Mohtar, Rabi H. and Bassel T. Daher. (2013). *Water-Energy-Food Nexus: A Basis for Strategic Resource Planning,* Qatar Environment & Energy Institute.

OECD. (2011). *Water Governance in OECD Countries: A Multi-level Approach,* OECD Studies on Water.

_____. (2014). *Water Governance in the Netherlands: Fit for the Future?,* OECD Studies on Water.

_____. (2018). *Managing the Water-Energy-Land-Food Nexus in Korea: Policies and Governance Options,* OECD Studies on Water.

Sachs, Jefferey D. (2015). The Age of Sustainable Development. 홍성완 역. (2015).「지속가능한 발전의 시대」. 21세기 북스.

The World Economic Forum Initiative. (2011). *Water Security: The Water-Food-Energy-Climate Nexus,* Island Press.

UN. (2015). *World Population Prospects: The 2015 Revision*, United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division: New York, USA.

UN-Water. (2014). *The United Nations World Water Development Report 2014: Water and Energy*.

**김창수(金昌洙)**: 서울대학교에서 행정학박사학위(환경정책 집행영향요인의 분석, 2000)를 취득하고, 현재 부경대학교 행정학과 교수로 재직하고 있다. 주요 학문적 관심 분야는 관료제와 시민사회, 환경정책, 정부규제, 공공갈등 등이다. 최근 발간된 저서로는 「공공갈등과 행정이론」(2016), 「정책학의 구조와 논리」(2018)가 있고, 학술논문으로는 "전력사업 갈등 영향 분석의 경험과 교훈"(2018), "숙의민주주의 기반 공론조사와 정책딜레마"(2019), "가외성의 정당성과 한계"(2019) 등이 있다(csookim@pknu.ac.kr).

〈논문접수일: 2020. 1. 10 / 심사개시일: 2020. 1. 14 / 심사완료일: 2020. 2. 18〉

## Abstract

# Water-Energy-Food Nexus and Trilemma: The Application and Extension of Mohtar and Daher Model

Kim, Chang-Soo

The purpose of this study is to analyze water-energy-food nexus trilemma and to find out suitable nexus strategies using adequate framework based on Mohtar and Daher Model. In this study, possible problematic outcomes are analyzed under the circumstances where water, energy, and food crisis are acting as constraint factors. Firstly, predictable outcomes of water-energy-food nexus trilemma under water crisis were analyzed. One example of this would be allocating scarce water resources to power plants and farmlands. Secondly, the outcomes of trilemma under energy crisis were analyzed. Seawater desalination is one example. Seawater desalination plants help people overcome water crisis. However, it can damage fisheries. Thirdly, the outcomes of trilemma under food crisis were analyzed. It is a rare case in Korea, but still dilemmas between stock-breeding and water conservation can happen. In conclusion, water-energy-food nexus approach is the key to sustainable development in Korea. However, governmental agencies in Korea lack cooperation due to the sectionalism among them, and Korea needs integrated legal foundations and governance to achieve the goal of sustainable development. Therefore, I suggest WEF nexus approach be implemented based on the integrated legal foundations and cooperative governance.


Key Words: Water-Energy-Food Nexus, Trilemma, Mohtar and Daher Model, Water Crisis, Energy Crisis, Food Crisis