2017 Vol. 10
발간월: 2017년 11월



2017-10호

새로운 물관리 패러다임 : 물-에너지-식량 넥서스!

기후환경실 이지은 과장

Ⅰ. 들어가며 02
Ⅱ. 물-에너지-식량 넥서스란? 03
Ⅲ. 넥서스를 통한 지속가능한 수자원관리 개념 06
Ⅳ. 지속가능발전목표(SDGs)와 넥서스 07
Ⅴ. 나가며 09
참고자료 10

KOICA 한국국제협력단

Sectoral Issue Report

Ⅰ. 들어가며

○ 물, 에너지, 식량은 인간 활동에 있어서 절대적이고 필수불가결한 자원으로 세계 인구증가에 따라 그 수요가 증가 추세이나, 각 요소별 자원은 한정적임

- 기후변화에 따른 위협을 고려하면 물, 에너지, 식량 자원의 부족현상은 더욱 심각해질 전망

○ 종래에는 물, 에너지, 식량을 별개의 자원으로 관리하고 사용해 왔으나, 최근 세 가지 자원간의 상호 연계성 연구가 활발히 진행되고 있음

- 어느 한 자원의 수요나 공급량의 변화가 나머지 자원에 직간접적으로 영향을 미치며 생산이나 수급에 절대적인 종속변수임을 인지
- Bonn 2011 Nexus Conference를 기점으로 물-에너지-식량 넥서스 연구가 활발히 진행되고 있으며 데이터베이스 구축과 해석모형이 개발되기 시작

○ 본고에서는 세 가지 자원을 통합, 관리할 수 있는 물-에너지-식량 연계(Water-Energy-Food Nexus)의 개념, 지속가능한 수자원관리 및 지속가능발전목표와 관계를 살펴봄

※ **Bonn 2011 Nexus Conference**

- 독일정부가 주도하여 물을 주요 의제로 개최된 Bonn 2011 Conference의 10년 후 열린 회의로 Bonn+10 으로 불림
- 의제로 Water-Energy-Food Nexus가 다루어졌고, Rio+20 (UN Conference on Sustainable Development)의 주요 의제로 선정되는 배경이 됨

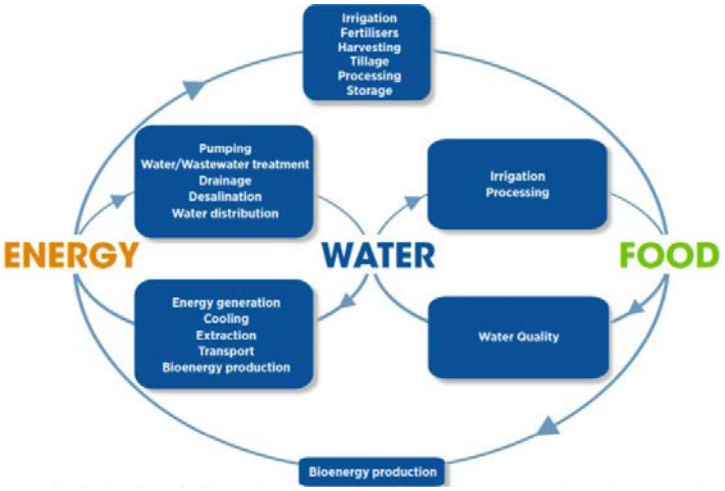
Ⅱ. 물–에너지–식량 넥서스란?

각각 자원이 독립적인 형태가 아닌 상호 연관성과 영향으로 인하여 서로 밀접하게 연계

물–에너지–식량 넥서스 개념

○ 물, 에너지, 식량을 생산, 공급함은 다른 자원들이 밀접히 연관되어 있어, 그 연계성을 파악하여 자원을 효율적으로 이용하기 위한 통합 기술임

- 에너지를 생산하기 위해서는 냉각수, 플랜트 설비 운용 등의 목적으로 수자원이 필요하며, 반대로 상수공급, 폐수처리를 위해서는 에너지가 소모
- 식량을 재배, 생산, 공급하기 위해서는 물과 에너지가 필요하고, 식량 생산 부산물을 활용한 바이오매스 에너지 생산도 가능



〈그림 1〉 물-에너지-식량의 상호연관성

* 출처: http://futureearth.org/future-earth-water-energy-food-nexus

○ 세 가지 자원의 생산, 공급, 소모의 일련의 과정을 정량화하여 파악할 수 있다면 한정적인 자원의 효율적인 관리가 가능함

- 3 -

각 자원간의데이터베이스를 연계 · 통합함으로써 국가별, 지역별 정책 시나리오뿐만 아닌 전 지구적인 자원의 이용 및 배분 전략 가능

넥서스 기술의 필요성

○ 범국가적 기후변화, 인구증가, 도시화, 자원고갈에 따른 물, 에너지, 식량 등 필수 자원의 수요량 증가로 인한 수급 불균형으로 글로벌 자원안보 위기가 대두함

○ 자원이용의 연계성 부족으로 인한 낭비 사례

- 천연가스는 석유에 비해 청정에너지로 알려져 있으나 적출과정에서 많은 양의 물과 화학약품 사용으로 토양과 지하수 오염 발생
- 기업형 농업은 농업부문에서 효율적인 생산방식이지만 과다한 비료와 농약사용, 오염 또는 용수 낭비의 원인을 발생
- 해수담수화는 친환경 대체 수자원으로 각광받고 있으나 해수 1㎥ 담수화시 에너지는 내륙수 1㎥를 350㎞이상 송수 가능할 수 있는 정도의 에너지 낭비를 일으킴

○ 물, 에너지, 식량안보에 대한 독립적 연구 보다는 복합적 연계상황을 고려한 넥서스 기술 필요성이 대두됨

- 최근 세계 각국의 연구기관은 넥서스 기술에 대한 개념을 정립하고 각 자원간의 데이터베이스를 연계·통합 시도 중
- 개도국을 대상으로 인구증가, 기후변화, 자원고갈 등의 시나리오를 대상으로 물, 에너지, 식량자원의 수요 및 공급이 어떻게 변화될지 예측하고 적절한 정책 및 대체 기술 도입을 통해 자원부족 현상에 대응 노력

넥서스 기술 사례 및 기대효과

○ 선진국들은 넥서스 통합연계 기술을 통해 효율적인 자원관리를 시도하고 있으나 아직 초보적인 수준임

- **(물-에너지)** 수력댐의 일원화를 통한 수자원 확보량 분석 및 최소 발전방류량 도출로 물 순환 왜곡 감소
- **(물-에너지)** 역삼투 및 정삼투를 활용한 해수담수화 기술로 에너지 소모 절감
- **(물-식량)** 농업용수 절감 및 생산성 향상을 위한 관개기술
- **(에너지-식량)** 시설원예의 지열 냉난방 시스템 공급으로 에너지 절감 및 식량 생산량 증대
- **(물-에너지-식량)** 바이오가스 업그레이드 연계기술

○ 넥서스 통합연계 기술을 통해 얻을 수 있는 기대효과는 아래와 같음

- 전력과 용수의 생산과 공급을 통합하는 기술을 통해 대규모 정전이나 물 부족 문제로 인한 사회적 비용과 갈등 감소
- 에너지 생산비용 절감, 용수생산 및 사용 효율 증가와 식량 생산-가공-유통비용 절감
- 자원통합관리 시스템 및 싱크탱크를 구축하여 개별 국가 및 전지국적 차원의 체계적인 자원관리로 장래 발생 가능한 자원위기 극복 가능성 제시

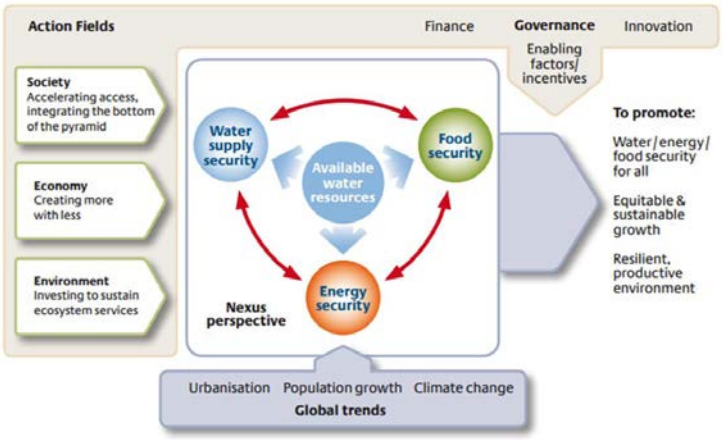
Ⅲ. 넥서스를 통한 지속가능한 수자원 관리 개념

○ 스톡홀롬환경연구소(SEI)가 제시한 넥서스 개념도는 넥서스 관점(Nexsus perspective)을 중심으로 실행분야(Action Field), 거버넌스, 증진방안(To promote)을 구분하여 설명함

- 거버넌스가 넥서스의 실행과정에 적용되면 결과적으로 물 확보, 에너지 확보, 식량 확보가 가능하고 지속가능한 성장, 회복탄력성, 생산적 환경보호가 증진될 것으로 해석

○ 동 개념도에서 주목할 부분은 넥서스 관점에서 가용 수자원(Available water resources)이 물 공급, 에너지 확보, 식량 확보의 중심에 있어 세 가지 자원 확보를 위해 가용 수자원이 공히 이용되고 있다는 점임

○ 따라서, 물-에너지-식량의 연관관계 분석을 통해 균형 있는 수자원 이용이 가능하여 결국 지속가능한 수자원 관리가 가능함



〈그림2〉 SEI 물-에너지-식량 넥서스 개념도

Ⅳ. 지속가능 발전목표 (SDGs)와 넥서스

○ SDGs 17개 목표는 대부분 물-에너지-식량과 직간접적으로 관련됨

- Goal 1. 빈곤퇴치, Goal 2. 굶주림 없게 하기, Goal 6. 깨끗한 물과 위생, Goal 7. 우리가 구할 수 있고 깨끗한 에너지, Goal 12. 책임감 있는 소비와 생산, Goal 13. 환경보호에 대한 움직임은 물-에너지-식량과 직접적 관련

국제사회는 넥서스 개념을 국제개발협력 부분에 활용하려는 노력 지속

○ SDGs는 자원과 자연을 보전하고 인류의 생활환경을 개선하되 지속가능하도록 개발하자는 공감대를 기반으로 하므로 넥서스 관점에서 사업계획을 수립하고 분석 및 평가하는 방안으로 부상함

FAO가 개발한 넥서스 평가 웹사이트



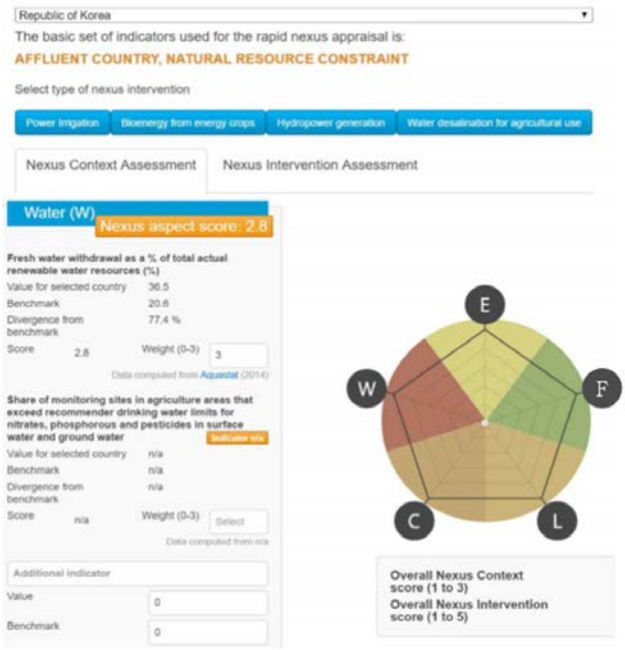
http://www.fao.org/energy/water-food-energy-nexus/en/

○ 국제연합 식량농업기구(FAO)는 국가별 또는 지역별 물-에너지-식량과의 관계를 평가하는 분석도구를 개발함

- 국가별 통합 데이터베이스를 구축한 후, 환경 분석과 정량분석을 통하여 물-에너지-식량과 관련된 지표를 계산할 수 있는 방법론을 제시하여 넥서스 평가를 점수화하는 플랫폼 제시
- 세계 100여개 국가에 대한 넥서스 지표를 계산하고 그 결과를 제공하는 웹시스템 개발

※ FAO 분석결과, 우리나라는 풍족한 국가(Affluent Country), 자연자원이 제한요소(Natural Resource Constrant)라는 평가와 함께 넥서스 종합점수 2.8 제시

- 넥서스 종합점수는 0~3범위로 점수가 높을수록 연계가능 다대



〈그림 3〉 FAO Water-Energy-Food Nexus Rapid Appraisal 분석도구에 의한 우리나라 넥서스 분석과 점수

○ 국제연합 유럽경제위원회(UNECE)는 넥서스 개념을 수자원과 더불어 여러 가지 자원관리를 위한 플랫폼 구축 및 방법론 도출을 위한 연구를 진행중임

- 넥서스 접근법을 생태시스템관리 부분에 적용하기 위한 넥서스 플랫폼 구축

○ 국제신재생에너지기구(IRENA)는 기후변화에 대응하기 위한 신재생에너지 개발과 이용이 물-식량 확보에 주는 관련성 분석에 넥서스 기법을 활용함

Ⅴ. 나가며

○ 물-에너지-식량 넥서스는 인구 및 자원 수요 증가에 대응하고 경제발전에 필수요소인 세 가지 자원의 지속가능한 확보를 위한 통합적 접근법으로 국제적인 관심이 높음

○ 물-에너지-식량의 상호연계성을 고려한 넥서스 분야의 기술력은 전 세계적으로 아직 초보단계로 파악되나, 선진국 중심으로 연구개발이 활발히 진행 중으로 장래 자원안보의 핵심적 대안으로 부상할 것으로 전망됨

○ 넥서스의 효과적 활용을 위해서는 미래 물, 에너지, 식량자원 수요 대응 정책 의사결정 분야와 접목되어야 할 것으로 보여짐

- 이를 위해서는 각 국가에 적용 가능한 물-에너지-식량 넥서스 인벤토리 구축과 이를 기반으로 하는 플랫폼 구축이 필요

○ 특히, 기초인프라가 구축되지 못한 개도국은 초기부터 넥서스 관점과 기술력을 활용하여 인프라를 구축할 수 있는 여건을 갖추고 있음

- 단, 개별 접근시보다 초기설계 구축비용이 높은 점과 ODA 분야별 장벽은 동 접근의 중요한 장애요인임

작성 KOICA 기후환경실
이지은 과장
(Email : jelee@koica.go.kr)

참고문헌

최진용. 2017. “물-에너지-식량 넥서스를 통한 지속가능한 자원관리.” 세계농업. 제206호 pp.1-17.

장석환. 2015. “자원위기대응 및 물 산업 선도를 위한 물-에너지-식량연계(Water-Energy-Food Nexus) 기술개요.” 물과 미래. Vol.48 No.11 pp.24-31.

김하나. 2014. “지속가능한 물과 에너지 관리: 에너지-물-넥서스 관점에서 미국과 한국의 법과 정책에 대한 연구.” 환경법과 정책 제16권 pp.101-131.

Stockholm Environment Institute. 2011. “Understanding the Nexus.” Background paper for the Bonn2011 Nexus Conference. 16-18 November

https://www.water-energy-food.org/uploads/media/understanding_the_nexus.pdf

Bonn2011 Nexus Conference

https://www.water-energy-food.org/about/bonn2011-conference/

FAO, http://www.fao.org/energy/water-food-energy-nexus/en/

Future Earth Water-Energy-Food Nexus

http://futureearth.org/future-earth-water-energy-food-nexus

UNCEC, http://www.unece.org/env/water/nexus

IRENA

http://www.irena.org/publications/2015/Jan/Renewable-Energy-in-the-Water-Energy--Food-Nexus