

자원 위기 대응 및 물산업 선도를 위한 물-에너지-식량 연계(Water-Energy-Food Nexus) 기술 개요



장석환 ●●●

대진대학교 건설시스템공학과 교수
아시아하천복원네트워크 의장
스마트워터그리드학회 부회장
drjang@daejin.ac.kr

1. 서론

물과 에너지 그리고 식량은 산업사회 이후 인간 활동에 있어서 절대적이고 치명적인 필수불가결한 요소이자 자원이다. 전 지구적으로 보면 각 요소별 자원은 한정적이고 수요량은 증가하고 있다. 에너지 분야에서는 각 자원의 사용연한이 석유 40년, 석탄 230년, 천연가스 60년, 우라늄 60년 정도라고 추산되고 있고, UN세계수자원개발보고서에 따르면 2020년 세계인구 9억명 이상 약 20% 정도의 인구가 심각한 물 부족에 시달릴 것으로 전망되고, UN식량농업기구(2014)에서 세계인구 약 12%(약 8억명) 기아 상황에 노출될 것으로 예견된다. 그러나, 세계 인구는 여전히 증가추세를 유지하고 있으며 더구나 기후변화에 따르는 불확실성을 고려하면 물과 에너지 그리고 식량 자원의 부족현상은 심각해질 요소가 많다고 판단된다. 이 들을 개별적 자원으로 보더라도 제한된 그리고 유한한 자원임에 틀림이 없다. 따라서 자원의 효율적인 관리 및 활용 차원에서

도 관심을 가져야만 하고 각 국가별로 혹은 지역별로 자원안보(resources security) 확보의 차원에서 도 관심이 필요하다.

이에 최근 전 세계적으로 활발하게 논의되고 주목해야 할 새로운 통합 기술이 있는데, 그것이 바로 물-에너지-식량(Water-Energy-Food Nexus)의 연계 기술이다. 국내에서는 물-에너지-식량 연계 기술의 개념과 필요성에 대해서 정책적 보고서 수준에서 논의된 바 있으나, 본격적인 공공 및 민간부문에서 연구수행은 이루어진 바 없으며 물, 에너지, 식량안보에 대한 연구가 부처별로 독립적으로 일부 수행된 사례는 있으나 각각의 자원안보의 복합적 연계 상황을 고려한 연구는 진행된 사례가 없다.

그러나 해외에서는 Bonn2011 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 선정하여 소규모 자원 확보를 위한 기술개발을 통한 시장진출을 목표로 연구를 수행하고 있는 실정이다. 2012년 제6차 마르세유 세계물포럼에서는 물을 통한 '경제발전 기여'를 위해 합리적 물 사용을 통한 식량안보, 물-에너지-식량 Nexus에 대한 필요성이 제시되었으며, 2015년 제7차 대구경북 세계물포럼에서도 행동목표(action goal)의 하나로 물-에너지

및 물-식량 Nexus가 제안되어 활발한 논의가 이루어지고 있다.

지금까지는 통상 물, 에너지, 식량을 별개의 자원으로 관리하고 사용해 왔으나, 최근 들어 세 자원간의 상호 연계성에 대한 연구가 활발해지고 있다. 즉, 각각의 자원이 독립적인 자원관리의 형태가 아닌 상호 연관성과 영향으로 인하여 서로 밀접하게 연계되어 있는 것이다. 즉, 어느 한 자원의 수요나 공급량의 변화가 나머지 자원에 직간접적으로 영향을 미치며 생산이나 수급에 절대적인 종속변수로 작용한다는 것을 인지하기 시작했다. 그래서 세 가지 자원(Water-Energy-Food)을 통합, 관리할 수 있는 물-에너지-식량 연계(Water-Energy-Food Nexus, 이하 W-E-F Nexus) 기술이 필요한 시점이다.

2. W-E-F Nexus 개념 및 필요성

2.1 W-E-F Nexus 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 의미한다. 예를 들어, 물과 에너지 자원간의 연계를 설명하자면, 에너지를 생산하기 위하여 냉각수, 플랜트 설비 운용 등의 목적으로 물 자원이 소모되며, 반대로 용수를 처리하고 수요지로 공급하기 위해서는 에너지가 소모된다. 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 자

원의 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 것이다.

최근 세계 각국의 연구기관에서는 W-E-F Nexus 기술에 대한 개념을 정립하고, 각 자원간의 데이터베이스를 연계·통합하여 관리하려는 움직임을 보이고 있으며, 일부 W-E-F Nexus 기술을 선도하는 국가 및 기관에서는 W-E-F Nexus 모형을 개발하여 도입하는 과정을 거치고 있다. 특히 개도국을 대상으로 인구증가, 기후변화, 자원고갈 등의 시나리오를 대상으로 물, 에너지, 식량 자원의 수요 및 공급이 어떻게 변화될 것인지를 예측하고, 정책 또는 대체 기술 도입을 통해 발생 가능한 자원 부족 현상을 대응하고 완화시킬 수 있는 의사결정시스템을 개발하는 것이 W-E-F Nexus 기술의 한 축이기도 하다. 선진국을 중심으로 각 국가 및 기관의 자체 모형들을 개발·향상시키는 연구들을 진행하고 있으며 각 세부 분야별 기술개발이 완료되어 있고 타 분야의 연구기관과 공동연구 체계가 구축되어 있다. 다만 선진국에서는 이러한 연계 모형인 Nexus를 자원 및 에너지 사용 효율화 및 보전의 관점에서 접근하는 반면, 개도국은 개발 및 성장 관점에서 바라본다는 점에서 차이가 있다.

2.2 연구 개발의 필요성

World Economic Forum의 ‘Global Risks Perception Survey’에서는 물·식량 위기의 가능성과 파급영향이 심각한 것으로 나타나고 있으며, 물-에너지-식량(W-E-F) 수급은 밀접히 연관돼 있으

며, 이 세 가지 위험은 서로 위기를 증폭하는 요인으로 작용한다고 경고하고 있다. 국내의 경우 아래와

같이 세 자원 간의 연계성이 없다고는 할 수 없으나 그 기술 연계 수준은 미미하다.

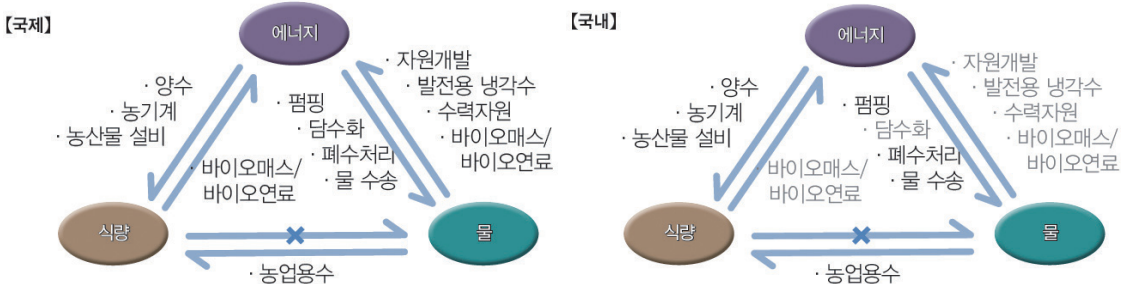


그림 1. 물-식량-에너지 위기 연계성 국내외 비교 (출처: 에너지경제연구원, 2014)

이와 같은 자원이용의 연계성 부족으로 인한 낭비 사례는 대표적인 몇 가지를 들면 옥수수 알콜은 대체에너지로 화석연료 대비 온실가스 12% 감축할 수 있으나 훨씬 많은 양의 물 사용, 식량 활용 옥수수 감소 문제를 간과하고 있으며, 천연가스는 석유에 비해 청정에너지로 알려져 있지만 적출과정에 많은 양의 물과 화학약품 사용으로 토양과 지하수 오염을 일으킬 수 있으며, 기업형 농업은 농업부문에서 매우 효율적인 생산방식이지만 과도한 비료와 농약에 의한 오염, 막대한 관개용수로 물 순환 왜곡시킬 수 있다. 또한 해수담수화는 친환경 대체수자원으로 각광받고 있지만 해수 1m³ 담수화시 에너지

는 내륙수 1m³를 350km이상 송수 가능할 수 있는 정도의 에너지가 필요하다.

그동안 우리나라의 경우 에너지-식량-물 위기 연계성이 크지 않을 뿐 에너지, 식량, 물 각각에 대해 공급불안은 존재하고, 특히 에너지와 식량은 국내 공급이 매우 취약하고 해외의존도가 높아서 국제시장의 불안에 그대로 노출되어 왔다. 물의 총량은 부족하지 않으나 지역적, 간헐적으로 부족한 현상이 발생할 가능성은 항상 내재하고 있으며 더구나 수리시설 노후화가 심화돼 이를 개선치 않을 경우 중장기적으로 농업용수의 총체적인 공급 차질이 예상되기도 한다.

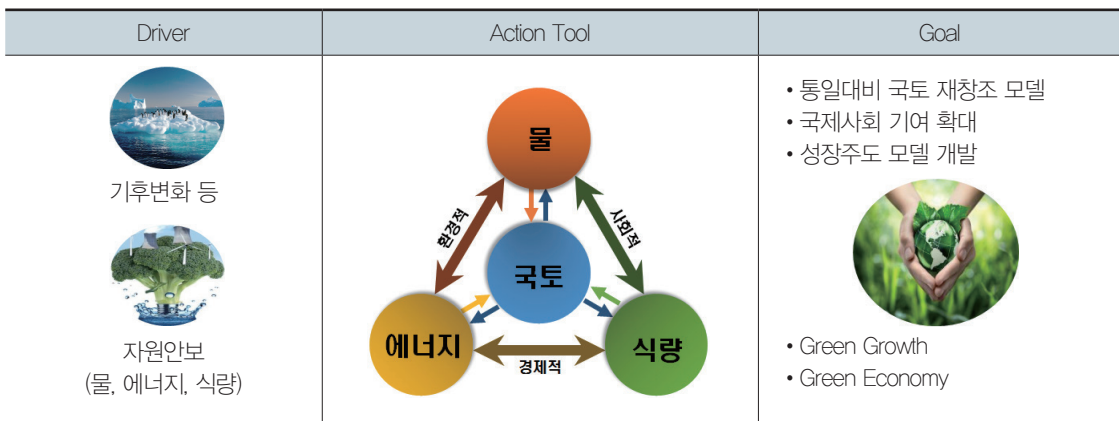


그림 2. W-E-F Nexus의 국내 적용 개념

이에 물, 에너지, 식량안보에 대한 연구가 부처별로 독립적으로 일부 수행된 사례는 있으나 세 가지 자원안보의 복합적 연계상황을 고려한 연구는 진행된 사례가 없기 때문에 미래 기후변화 대응 및 국가 물안보 체계 구축을 위해 국정 아젠다로서의 Water-Energy-Food Nexus가 필요한 시점에 와 있다.

가. 정책적 측면

우리나라에서 선진국 대열에 진입하는 길목에 중산층 확대와 도시인구 팽창은 식량, 물, 에너지 등 필수자원에 대한 압박을 증대시킬 것으로 예상되지만, 세계는 물과 에너지, 식량의 수급 불균형이 심화되고 인구증가, 경제성장, 기후변화 등으로 인해 자원 변동성이 크게 증가하여 상호 위기를 증폭하고 있어 이에 대한 국가 차원의 대응책 마련 시급하다. UN 주도의 새로운 글로벌 아젠다인 지속가능개발목표(SDGs) 실현을 위한 선진국으로써의 기여 및 역할이 필요할 뿐 아니라 통일 대비 자원 효율성이 극대화된 한반도 국토 재창조 사업 추진 기반 마련이 필요하다.

따라서 물-에너지-식량의 상호 연관성을 파악하고 생산 및 소비의 연계를 통해 자원 활용의 효율성 증대와 미래세대를 위한 자원의 확보 방안 필요하고 각 섹터별 양(quantity) 및 질(quality)적 변화는 다른 부문에 영향을 미치며 상호 영향 뿐 아니라 기후변화와 환경에도 영향을 미치기 때문에 정부부처 단위의 자원 위기관리 체계의 통합연계 정책수립 및 실행계획이 필요하다. 더불어 북한의 물-에너지-식량 문제 해결을 위한 인도적 차원의 단계적 사업 발굴 및 지원도 필요하다.

나. 경제적 측면

기후변화 등으로 인해 국제적인 물부족 심화에 따라 물의 가치는 지속적으로 증대되고 있어 미래 물 산업 대응을 위한 기술 확보가 필요하고 물-에너지-식량 분야는 강한 연계성을 갖기 때문에 통합

적·역동적 평가와 지역 세부사항을 고려한 접근이 필요하다.

이러한 관점에서 물-에너지-식량의 경제적 가치는 무궁무진하며 각 자원의 시장불안에 대해, 과거와 같은 공급대책 정책에서 시장중심의 탄력적 수요반응을 유도하고 기후변화, 신흥국 수요증가 등 대외 여건변화에 시장이 스스로 효과적으로 대응하는 능력이 필요하다. 인구증가와 산업발전에 따라 물-에너지-식량 사용량은 지속적으로 증가할 것으로 전망되어 세계적으로 자원 간 상호연계 문제에 대한 관심이 고조되고 있다. 또한 세계 물 공급량 중 농업용으로 70%, 에너지 산업에서 15% 소비하고 있으며, 에너지 부족은 물 공급과 식량생산을 위협하는 등 자원 간 연계 특성이 뚜렷하기 때문에 국제 에너지 수급 불균형, 에너지 수송로 불안, 중국·일본의 원전사고 가능성, 자원부국의 정정 불안, OPEC 담합 및 자원무기화 등 미래 위기에 대한 대비 필요로서 연계(Nexus)를 통한 국가 자원안보 달성 및 신규 시장 발굴 등 시너지 창출이 필요하다.

다. 기술적 측면

세계 물 시장 개방 확대로 인해 기술융합형 중심의 물-에너지-식량 연계 기술 확보가 시급하며 이를 통해 식량, 물, 에너지 관련 최적 기술개발은 전 세계적 자원 수요증가에 대응하여 생산성 향상을 가져다 줄 것으로 판단된다. 특히 물 산업은 토목, 건설 및 기계 등 기존 인프라 중심에서 ICT, 소재, 건설 및 화학 등 과학기술간 융합 및 기술집약적 산업으로 전환되고 있기 때문에 기존 통합적, 시스템적 접근방식(IWRM, SWG 등)과 개념적으로는 유사하나 자원 간 교환(trade) 및 이전(transfer) 문제 등을 포함한 기술을 확보하는 연구 개발이 필요하다. 더구나 기후변화 및 물부족 현상에 대비하기 위해서는 기존의 1차원적 물 관리에서 탈피해 기후, 환경, 산업, 기술 정책 등을 포함한 통합적 생태계를 고려할 필요가 있고 최근 주목받고 있는 수자원, 전력, 농업 분야를 ICT 융합을 통해 스마트 물-에너지-

식량 그리드의 최적 연계운영 기술 필요하다.

3. W-E-F Nexus 관련 산업 시장동향 및 규모

3.1 물-식량(Water-Food) 산업 관련 시장규모

세계 물 공급량 중 농업용으로 70%, 에너지 산업에서 15%가 소비되고 있으며 세계적으로 진행되는 지하수면의 하강과 수자원 고갈 문제로 ‘피크오일’ 개념과 유사한 ‘피크워터’ 개념이 등장하고 있다. 영국의 물전문 리서치기관인 GWI(Global Water Intelligence)에 따르면 2010년 세계 물시장 규모는 4,828억 달러로 추정되며, 연평균 4.9% 성장하여 ‘25년 8,650억 달러로 성장할 전망이다.

반면 국내 물시장 규모는 100억달러 규모로 호주(150억달러)와 스페인(110억달러)에 이어 세계 11위 수준이고 전체 농업용수 공급 면적의 56%인 453천 ha를 관개하고 있는 댐 및 저수지의 경우, 30년 이상 경과된 노후시설이 87%에 달하고 있는 실정이고 국내 농업부문의 물 사용량은 전체 물 사용량의 62%를 차지하며, 수자원 공급시설 노후화가 심화되

고 있어 개선하지 않을 경우 중장기적으로 농업용수의 총체적인 공급 차질이 예상되어 기후변화 및 기상변동성 증가로 수자원관리에 있어 어려움이 가중되고 있으나, 신규수자원 개발은 담보상태에 있어 향후 지역적으로 물부족이 우려되고 있다. 현재 보고된 바에 의하면 국내 수자원사업 시장규모는 2010년 기준 약 12조원 규모이며, 수자원 확보 곤란, 환경악화, 용수부족 심화 등으로 시장 규모는 더욱 증가될 것으로 예상된다. 최근 국제무역을 통한 물의 이동을 개념화 한 가상수(Virtual Water)이론이 주목을 받고 있는데 우리나라 가상수 수출입량을 살펴보면 2007년 약 400억톤의 가상수를 수입한 것으로 조사되어 세계 5위의 가상수 수입국으로 수자원의 합리적 관리에 대한 필요성이 대두된다고 할 수 있다.

3.2 물-에너지(Water-Energy) 산업 관련 시장 규모

세계 석유, 가스 및 석탄 채굴 등 자원개발과 원자력 및 화력발전의 냉각수 등이 주요 물 소비분야인데 UN-Water 2014 통계에 따르면 유럽과 미국은 발전용 냉각수로 담수 총량의 43%, 50%를 각각 사용하고 있다고 한다. 또한 세계 에너지소비량의

세계 가상수 흐름(1996~2005년)

자료: 물발자국 네트워크 보고서 '국가 물발자국 개정(2011)

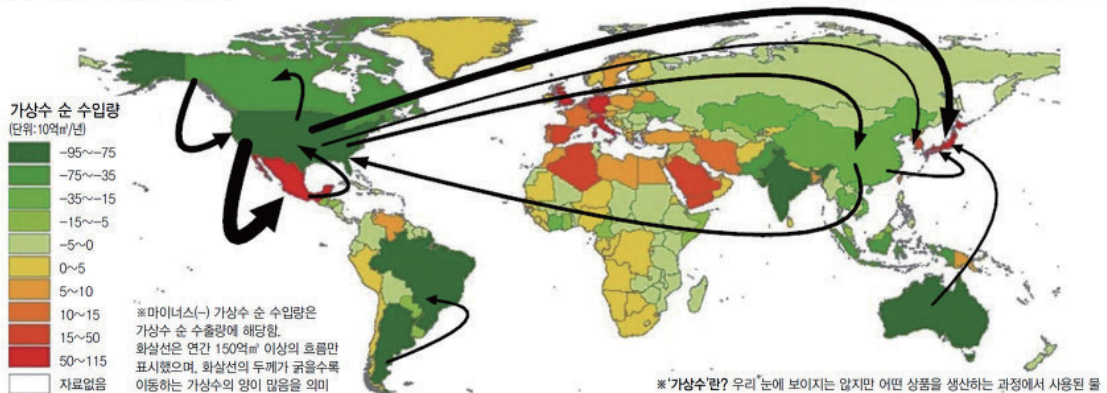


그림 3. 세계 가상수 흐름(1996~2005년, 물발자국 네트워크 보고서)

8%가 물의 취수, 수질개선, 담수화, 폐수처리, 수송 등 물 부문에서 소비되고 있다고 보고되고 있다. 예를 들면 용수 1톤당 전력소비량(kWh)은 담수화 8.5, 폐수재이용 2.5, 지하수처리 0.48, 지표수처리 0.37 정도의 에너지가 필요하다. 또한 국내 전기 사용량의 7%가 상수도 시설 운영에 소요되며, 취수장 연간전력 사용량 1,315백만kWh, 정수장 연간전력 사용량 1,117.6백만kWh, 공업용 정수장 연간전력 사용량 32.4백만kWh, 공공하수처리시설 연간전력 사용량 2,530.6백만kWh를 차지하고 있을 정도로 한국은 에너지 안보상황이 매우 취약하여 World Energy Council(2013)에 의하면 한국은 129개국

중 103위에 해당된다고 보고되고 있다.

국내 에너지 수급을 살펴보면 2014년 전체 에너지 수요는 287.7백만 TOE(석유 환산 톤)이며, 이는 세계 8위에 해당되는 수요량이고 에너지원으로는 석유 41.4%, 석탄 29.8%, 원자력 13.1%, 수력 0.3%, 신재생 0.2% 정도인데 한국 에너지 소비 연평균 증가율은 2.83%로, 독일·프랑스·일본·미국 등 주요 선진국이 마이너스 성장을 보이는 것과 대조적으로 계속 늘고 있기 때문에 에너지의 수입의존도가 높은 국내 여건상 신규에너지원 창출과 에너지 생산 및 관리기술 개발이 필요하다.

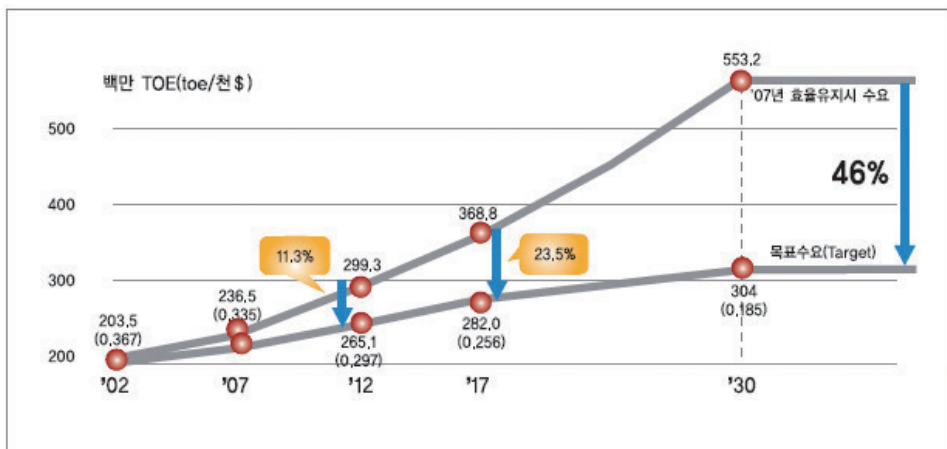


그림 4. 에너지수요 전망 및 목표도(출처: 에너지기후변화편람, 에관공)

표 1. 국가별 에너지소비 순위(2009년 기준)

소비구분	1위	2위	3위	4위	5위	6위	7위	8위	9위	10위
에너지 (백만toe)	중국 (2,257)	미국 (2,163)	인도 (676)	러시아 (647)	일본 (472)	독일 (319)	프랑스 (256)	캐나다 (254)	브라질 (240)	한국 (229)
석유 (백만톤)	미국 (842)	중국 (405)	일본 (198)	인도 (149)	러시아 (125)	사우디 (122)	독일 (114)	한국 (104)	브라질 (104)	캐나다 (97)
전력 (TWh)	미국 (3,962)	중국 (3,503)	일본 (997)	러시아 (870)	인도 (690)	독일 (555)	캐나다 (522)	프랑스 (483)	한국 (438)	브라질 (426)

자료 출처 : IEA(Key statistics 2011), BP(Statistical review of world enrgy 2010)

3.3 물-에너지-식량(Water-Energy-Food) 산업 관련 시장규모

세계 주요 곡물가격이 지난 10년간 2-3배 상승했으며 추후 기상이변의 상시적 위험과 수급 구조적 위험이 높아질 전망이다. 옥수수, 밀, 사탕수수 등 식량을 원료로 하는 바이오 연료가 세계 1차 에너지의 10%를 차지하고 있다. 이러한 바이오 연료는 에너지 측면으로 보면 에너지수급에 도움이 되지만 바이오연료 생산에 의해 용수 및 식량수급이 위협받는 상대적 불균형을 고려해야 한다.

국내에서는 곡물자급율, 경지면적의 감소, 곡물 수입의 소수 국가 및 기업 편중 등 식량수급 취약성이 심화되고 있기 때문에 이에 대응하기 위해서는 수자원관리의 효율성 재고, 자원안보 측면의 해외 농업전략, 국내 식량시장의 수급조절 기능강화 등의 연구와 기술개발이 필요하다. 국내 농업은 6차 산업을

을 추구하면서 그 발전을 도모하고 있으나, 식량 생산을 위해 소요되는 물과 에너지의 효율적 이용 측면에서는 개선의 여지가 많은 상태이고, 특히 가공과 유통에 있어서의 에너지 손실을 절감할 수 있는 기술개발이 절실한 상황이다.

한편, 선진국들의 경우에는 최소한 자국의 주곡을 거의 자급하고 있는 상황이므로 전 지구적인 식량위기는 아시아 및 아프리카 등의 저개발국가들보다 치명적일 것으로 예상되는 반면 국내의 식량자급율은 2014년 49.8%에 불과하며, 세계 6위의 곡물수입국으로 EIU 세계식량안보지수는 26위를 기록하고 있으나 매년 하락세를 보이고 있는 실정이다. 따라서 물-식량-에너지(W-E-F) 통합·연계운영을 통하여 에너지부문 비용을 연 5조원 수준, 용수 생산 및 사용효율 증가와 식량 생산-가공-유통비용 20% 절감을 기대할 수 있다.

EIU 2014년 식량안보지수 순위
(100점 만점, 괄호 안은 전년도 순위)

1 미국(1)	89.3
2 오스트리아(5)	85.5
3 네덜란드(2)·노르웨이(5)	84.4
5 싱가포르(14)	84.3
6 스위스(2)	84.2
10 프랑스(2)	83.4
16 영국(18)	81.6
21 일본(20)	77.8
25 한국(24)	73.2
42 중국(45)	62.2

그림 5. EIU 2014 식량안보지수 순위

경제협력개발기구(OECD)
주요국의 곡물자급률 (단위:%)

프랑스	320.0
체코	198.6
독일	147.8
스웨덴	140.8
미국	125.0
핀란드	113.2
호주	94.5
스페인	81.7
멕시코	63.3
한국	26.7
일본	22.4

(자료:농촌경제연구원)

주요 곡물의
국제가격 동향
(단위:1당 달러)

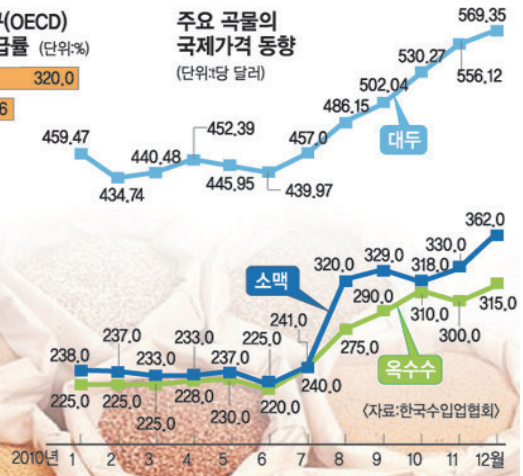


그림 6. 주요국 곡물자급률 및 곡물 국제가격 동향

4. W-E-F Nexus 기대효과 및 결론

전 세계는 지구온난화에 따라 평균 온도 상승, 이상기상 현상 발생 빈도 증가 등으로 인해 수자원, 에너지, 식량 자원 측면에서 국민의 삶과 질 향상에

악영향을 미칠 것으로 예상되고 있는 시점에 선진 각국들은 W-E-F Nexus 기술을 통해 효율적 자원관리를 시도하고 있다.

이러한 Nexus 통합연계 기술을 통하여 우리가 얻을 수 있는 기대효과는 다음과 같이 요약될 수 있다.

첫째, 물-에너지-식량(W-E-F Nexus) 통합 분석을 통해 에너지 부문은 비용을 10% 이상 연간 5조원 수준을 절감할 수 있고, 용수 생산 및 사용효율 증가와 식량 생산-가공-유통비용 20% 절감할 수 있을 것으로 기대하고

둘째, 전력과 용수의 생산과 공급을 통합하는 SILKY 기술을 통해, 대규모 정전이나 물 부족 문제로 인한 사회적 비용과 갈등 및 국민 불편 감소할 수 있으며

셋째, 친환경, 저비용 구조로의 에너지 및 물시장의 전환 가속화 및 효율성 증대하고

넷째, 물-에너지-식량 자원의 통합 관리시스템 및 싱크탱크(Think Tank)를 구축하여 국가 차원의 체계적인 자원관리로 장래 발생가능한 자원위기극복 가능성 제시할 수 있으며

다섯째, 통합 자원관리를 위한 부처 간 업무공조 및 정책수립에 활용하여 수자원장기종합계획 등 국가정책수립을 위한 기초자료 제공할 수 있으며

여섯째, Nexus 기술개발을 통한 융합연구의 국제적인 기술력 확보를 통하여 동남아시아 및 아프리카 등 개발도상국을 대상으로 사업화 추진하는 토대를

마련하여 필수자원의 안정적 확보를 통한 국가 경쟁력을 확보할 수 있다.

이런 목적을 위해서 우리나라도 기후변화를 포함하여 국내외 불확실성을 감안한 수자원, 에너지, 식량 안보 측면에서의 위험 관리 및 대응이 가능할 수 있도록 준비함으로서 안전한 사회 구현을 통한 국민의 삶과 질의 향상에 기여할 수 있어야 한다. 이에 물, 에너지, 식량에 대한 자원확보 및 자급을 통한 자원안보 의지를 표명하고 있으나, 상호 연계성을 고려한 구체적인 전략 수립 및 연구 활동은 미흡한 실정이다. 현재 부문별 연구는 지속적으로 진행되고 있으나, 상호 연계성을 고려한 Nexus 분야의 국내 기술력은 초기 단계라고 할 수 있으며, 전 세계적으로도 아직 초보단계에 있는 것으로 파악되고 있다. 따라서 이러한 기술개발에 먼저 투자하고 국제 기술을 선도할 수 있는 수준의 장기적 연구개발 전략이 마련된다면 우리나라의 자원 안보 확보와 효율적 통합관리를 통한 기술력 향상은 물론 통일을 대비한 국토 재창조 및 해외 물 산업 시장 진출 등을 위한 토대가 마련될 것으로 판단된다.