

에너지·식량·물 불안 가속화 : 시장기능 확대와 기술개발로 대응

글 정우진(에너지경제연구원 선임연구위원)

들어가며

국제적으로 에너지, 식량, 물의 부족 상황이 우려되는 가운데 중국, 인도 등의 인구가 증가하고, 도시화가 확대될 전망이며, 에너지, 물, 식량 등 인류생활에 필요한 기초자원의 부족 위험 가능성과 그 영향에 대한 우려도 최근 수년간 증폭했다. World Economic Forum의 'Global Risks Perception Survey'에서도 물·식량 위기의 가능성과 파급영향이 심각한 것으로 나타나고 있다. 또한 에너지-식량-물 수급은 밀접히 연관돼 있으며, 이 세 가지 위험은 서로 위기를 증폭하는 요인으로 작용한다. 이 글에서는 우리나라의 에너지-식량-물의 위기 연계 정도를 분석하고 에너지와 식량, 물 각각에 대해 자원고갈과 수급에 대한 국내외 새로운 변화를 분석해 국가 안보적 관점에서 대응해야 할 방향을 제시하고자 한다.

에너지-식량-물 위기 연계성(Nexus)

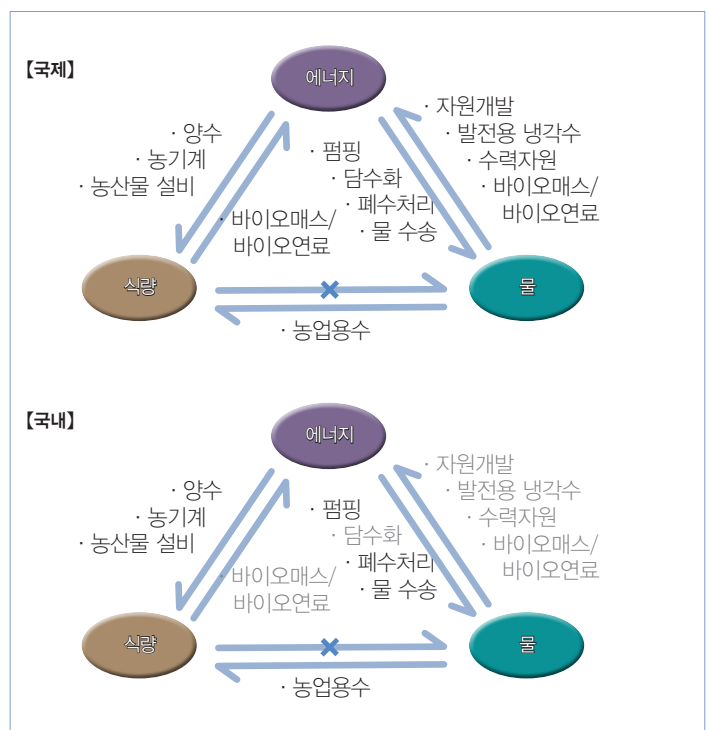
에너지-식량-물 수급은 밀접한 연관성이 있고, 이 세 가지 위험은 서로 위기를 증폭하는 요인으로 작용한다. 세계 담수의 70%는 농업 부문에서 사용하며, 에너지 부문은 자원개발과 발전용 냉각수 등에 다량의 물이 사용되면서 세계적으로 농업 다음으로 물을 많이 사용하는 산업으로 분류되고 있다. 세계 에너지 수요는 현상태 유지 시 2050년에는 2005년 대비 1.6배 늘어날 것으로 예상되며, 이에 따라 에너지 부문의 물 수요 또한 11% 증가할 것으로 전망되고 있다(UN 세계물 개발보고서(WWDR), 2012). UN은 2030년 전 세계 담수의 40%가 부족할 것으로 전망했다.

식량과 에너지 간 갈등도 심화되고 있다. 세계 일부 지역이 옥수수, 밀, 사탕수수 등의 식량을 바이오연료 생산용으로 경작함에 따라 식량 수급을 위협하고 있다. 또한 아프리카 등 저개발국가를 중심으로 에너지 부족은 식량 생산 부진을 촉진하는 현상을 보인다. 사막화 확산, 낮은 물 관리 수준으로 많은 국가가 물 공급 부족을 겪으면서 식

량 생산을 위협하고 있다. 인구 증가로 2050년 농업용 물 소비량이 약 19% 증가할 것으로 전망된다.

그러나 이와 같은 국제적인 에너지-식량-물 위기의 연관 관계는 우리나라와 다소 그 여건이 다르게 나타난다. 국내는 자원개발사업이 거의 없고 발전용 냉각수도 해수를 사용해 에너지와 물의 연계성은 낮은 편이다. 또, 세계적인 상황과는 달리 우리나라 국내 물 부문의 전력소비량은 총 전력수요의 1~3%로 낮아 물 공급을 위한 에너지 문제는 크지 않은 상태다. 특히 우리나라는 에너지 소비가 많은 담수화 등이 상대적으로 낮은 수준이다. 우리나라는 바이오 농산물을 거의

(그림 1) 에너지-식량-물 위기 연계성(nexus)의 국내외 비교



생산하지 않아 에너지 생산으로 인해 식량문제를 일으키는 에너지-식량 간의 연계성도 거의 없다. 국내 농업 부문의 물 사용량은 전체 물 사용량의 62%를 차지하나 오랜 기간 관개시설, 저수지의 구축으로 농업용수가 부족한 상황은 아니다. 따라서 우리나라의 경우 (그림 1)과 같이 세 자원 간의 연계성이 없다고는 할 수 없으나 그 수준이 미미하다. 에너지-식량-물 위기 연계성이 크지 않을 뿐 에너지, 식량, 물 각각에 대해 공급불안이 없는 것은 아니다. 특히 에너지와 식량은 국내 공급이 매우 취약하고 해외의존도가 높아서 국제시장의 불안에 그대로 노출돼 있다. 물의 총량은 부족하지 않으나 지역적, 간헐적으로 부족한 현상이 발생할 가능성은 항상 내재하고 있다. 더구나 수리시설 노후화가 심화돼 이를 개선치 않을 경우 중장기적으로 농업용수의 총체적인 공급 차질이 예상된다.

非전통자원 등장에도 시장수급 불안은 지속

세계 화석에너지 부존량은 현 생산기준(2011년) 약 60년(석유·가스)에서 119년(석탄)을 사용할 수 있을 것으로 평가됐다(2013년 World Energy Council 조사). 그러나 파쇄(fracking)채굴기술의 발전으로 비전통석유·가스(Non-conventional oil and gas)의 생산이 가능해지면서 석유·가스의 부존량이 많이 증가해 석유와 가스의 공급 위험은 약화됐다. 그러나 국제에너지시장은 국가 간의 정치·경제적 갈등 등으로 수급불안이 여전히 지속되고 있다.

첫째는 아시아 지역 에너지 수요 증가로 중동-아시아 간 석유 물동량이 크게 증가하나 우리나라 석유의 주요 수송로는 호르무즈해협과 말라카해협 같은 분쟁 잠재지역으로 공급 차질의 위험이 상존하고 있다. 또한 우리나라 거의 모든 에너지가 최근 조여도를 두고 중·일 간 영유권 갈등이 심화되고 있는 동중국해를 지나고 있어 양국의 충돌 시 동중국해의 에너지 수송로가 위협에 처할 수 있다.

둘째는 원전사고에 대한 불안이다. 우리나라와 가까이 있는 중국은 대규모 원전건설을 추진하고 있으며, 2020년까지 설비용량을 지금의 4배 이상인 58GW로 확대할 계획이다. 만약 중국에서 원전사고가 발생한다면 사고로 인한 대규모 재해 이외에도 원전 대체연료로 석유나 가스 등 화석에너지 수요의 급증이 예상되며, 중국의 에너지 규모로 볼 때 세계 에너지 공급에 크게 압박을 줄 것이다.

셋째는 국제석유시장에서 10대 원유수출국 대부분은 왕정국가, 장기 집권국가이며, 정치적으로 불안정한 국가들이다. 이 중 중동지역은 이슬람 종파갈등, 교리주의자와 자유주의 간의 성숙(聖俗)분쟁, 민주화 요구 등 분쟁요소들을 내재하고 있다. 이외에도 금융의 글로벌화 및 원자재의 금융 상품화가 가속됨에 따라 금융불안이 에너지 가격

변동성을 확대시키고 있다. 또한 기후변화 압력이 높아지면서 에너지 사용에 대한 환경 위험도 계속 늘고 있다.

이러한 국제시장의 수급불안 요소에 대해 우리나라는 적절하게 대처하고 있는지 점검해 볼 필요가 있다. 우리나라는 세계 9위의 에너지 소비국이지만, 에너지 안보 상황은 매우 취약한 것으로 평가된다. 최근 World Energy Council(2013)이 발표한 세계 각국의 에너지 안보 인덱스 순위에 따르면, 한국은 129개국 중 103위로 에너지 안보 상황이 매우 취약한 것으로 나타나고 있다. 이와 함께 님비(NIMBY)현상 확산에 따른 에너지 공급시설에 대한 수용성 악화로 대내적인 에너지 안보 위협 요인도 확대되고 있다. 동시에 에너지 상대가격 왜곡에 따른 전력수요 급증, 원전부품 관련 비리·고장 등 원전 가동중단 등으로 전력공급의 안정성에 대한 불안감이 확대되는 중이다.

(표 1) 자원위기 요소별 시장 위험 가능성

자원위기 요소	과거 대비 시장 위험	비 고
자원 고갈	↓	비전통자원의 등장으로 석유·가스의 기술적 가채 매장량 증가
자원 무기화, 담합	↓	주요 소비국의 비전통자원 부존으로 자원 부국의 영향력 약화
자원부국 정정 불안	→	중동지역 정치 불안정 지속
수송로 위험	↑	중동-아시아간 에너지 수송량 증가 및 주요 해협의 분쟁
동 중국해 수송로 위험	◇	조어도 영유권 분쟁으로 인한 중·일 간의 해상 충돌
중국의 원전 사고	◇	중국의 대규모 원전건설 및 안전관리에 대한 우려
금융투기 세력	→	금융의 글로벌화 및 원자재의 금융상품화 가속
기후변화의 재난	↑	기후변화로 자원생산지, 수송로의 태풍, 홍수 및 가뭄의 기후 변동성 상승

↓: 축소, ↑: 상승, →: 동일, ◇: 신규 위험

이러한 에너지 시장 불안에 대해 우리나라의 에너지 안보를 강화하는데 과거와 같은 공급대책 위주로는 한계가 있다. 정부 주도의 에너지 안보정책과 병행해 위기에 대한 국내 에너지 시장 영향을 최소화하도록 에너지 시장구조의 패러다임 전환이 필요하다. 현재는 가격 규제, 진입 규제로 시장의 수급대응 인센티브가 저조해 위기에 대한 시장의 자율적 대응역량이 성숙되지 못하고 있다. 따라서 에너지 가격의 시

그런 기능 강화를 통해 시장중심의 탄력적 수요반응을 유도하고, 특히 기후변화, 신흥국 수요 증가 등 대외 여건변화에 시장이 스스로 신축적이고 효과적으로 대응하는 능력을 배양해야 한다. ICT 기술과 융합한 에너지 수요관리 시장을 창출하고 에너지 서비스 산업을 조성해 에너지 고효율의 사회를 구현하고, 시장의 대외위기 대응력을 제고해야 할 것이다. 한편 우리나라는 남북이 단절돼 모든 에너지를 해상을 통해 수입하는 에너지 섬(Energy island)의 형태다. 이러한 상황에서 에너지 공급선을 다변화하고 국제시장과 연계된 거래를 확대하기 위해서는 러시아는 물론, 중국 및 중앙아시아 등 대륙과 연계된 에너지 시장 시스템으로의 전환이 필요하다.

국제식량 불안과 취약한 국내 농업기반

식량 생산보다 소비가 더 빠르게 늘어나면서 2000년 이후 세계 식량 재고 수준이 악화되고 있다. FAO는 곡물의 안전재고 수준을 17~18%로 설정하고 있는데, 재고 수준이 2013년 18.7%로 추정(FAO)돼 안전재고 수준의 경계점에 접근하는 중이다. 현재 국제곡물의 국제가격도 2000년 가격과 비교할 경우 2~3배 이상 상승했다. FAO는 2050년 세계 인구가 현재 70억 명에서 91억 명으로 증가할 전망이나 소득 증가로 식량은 지금보다 1.7배가 더 필요할 것으로 전망했다. 그러나 인구 증가에 비해 경지면적의 증가율이 밀도에 따라 1인당 경지면적은 감소하는 추세를 보이고 있다. 식량 생산지역은 소수국가로 집중되는 반면 식량 수입은 저개발국·개도국 중심으로 확대되는 상황이다. 세계 콩 생산량의 약 80% 이상은 미국, 브라질, 아르헨티나 등 3개국이 차지하고, 옥수수는 미국(41%)과 중국(20%)이 60% 이상 차지하고 있다. 따라서 2050년에는 소수 식량생산국이 다수의 저개발국 식량 수요를 충족해야 하는 구조를 보일 전망이며, 지금도 소수의 대형곡물메이저들이 세계 곡물시장을 장악해 수급 및

가격을 통제하는 독과점 구조가 심화되고 있다.

우리나라의 식량 사정은 국제 상황보다 더 취약한 수준이다. 곡물자급율은 1990년 43.1%에서 2011년 22.6%로 낮아지고, 경지면적도 2,109ha에서 1,698ha로 감소했다. OECD 국가 중 가장 자급률이 낮은 상황이며, 특히 쌀(83.0%)을 제외한 밀(1.1%), 옥수수(0.8%), 콩(6.4%) 등의 자급률은 매우 저조한 실정이다. 또 우리나라는 밀을 제외한 옥수수, 콩 등은 70~80%가 특정 국가에 집중되고, 곡물수입의 약 70% 이상을 곡물메이저와 일본계 종합상사에 의존하고 있다.

이에 대처하기 위해 우리나라는 ① 자급률 목표설정 ④ 농지보전 강화 ② 공공비축 곡물확대 ③ 해외 농업개발 확대 ⑤ 국가곡물조달시스템 구축 등 국내에서는 곡물생산량을 늘이고 해외에서는 곡물의 안정적 도입기반을 구축하는 정책을 추진 중이다. 그러나 우리나라의 농업은 소농중심·영세농업, 농가인구의 고령화 그리고 농지이용의 높은 장벽 등으로 식량 증산에 제한적인 구조적 문제를 안고 있다. 좁은 국토와 사계절을 가진 우리나라로서는 로봇 시스템 확산, BT, ITC 등의 융합기술을 중심으로 하는 기술농업이 식량 위기에 대응하는 가장 효과적 대안이나 농업의 구조적 요인으로 기술확산이 부진한 실정이다. 그러나 농업구조의 변화에는 많은 기간이 소요되기 때문에 현 시점에서는 우선 농가에 농업기술 마인드를 확산시키면서 농업 부문의 ICT 융합모델 발굴 및 사업을 확산하고, 젊은 농민들을 대상으로 ICT 교육 및 실증·현장 경험의 기회를 제공하면서 농민과 ICT 사업자 간의 교류채널을 구축하고, 정부지원하에 양 부문이 정보와 경험을 교류하도록 다양한 프로그램을 개발해야 할 것이다. 해외농업개발 진출 효율화를 위해 기술 및 타 산업과 연계하는 전략의 다양성 확대가 필요하다. 예를 들어 우리나라의 높은 ICT 기술과 동반해 진출국의 ICT 농업개발에 기여하고, 이를 통한 ICT 응용기술을 우리나라의 농업에도 적용할 필요가 있다.

【표 2】 국제식량 위기의 요인

위험 요인	수급불안 상황
상시적 요인	기상이변의 빈도 증가로 곡물생산량 감소 및 가격 급등
	기상이변에 의한 수급불안 시 곡물수출 제한으로 공급 불안
구조적 요인	(수요) 개도국 인구 증가, 도시화에 의한 곡물수요 증가
	(공급) 경지면적 감소, 생산비 상승, 기상재해 등으로 공급 위축
	(시장) 곡물메이저의 지배력, 곡물생산의 지역적 불균형, 곡물 생산대비 낮은 교역 규모 등 시장구조의 취약성

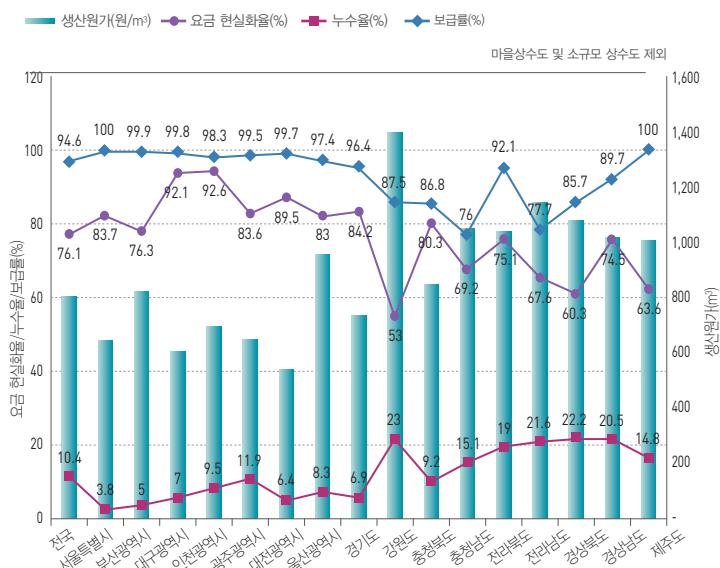
물 관리체계의 취약성이 문제

우리나라는 그동안 인프라의 지속적 투자로 물 공급 위험 수준이 낮고 국제사회에서 평가하는 물 안보 위험지역이 아니다. 상수도 보급률이 98%에 달하고, 해수 담수화 시설 및 하수처리 시설 용량 확충으로 물 공급력이 많이 향상됐다. 수자원장기종합계획(2011)의 '2020년 물의 고수요 시나리오'에서도 최고 수준의 가뭄이 발생했을 때 총체적으로 필요한 수량의 약 1.8%가 부족한 것으로 분석됐다.

그러나 기후변화로 강우의 변동성이 커지고 있어 물 관리의 어려움이 가중되고 있다. 또 우리나라는 하천을 활용한 물 사용량이 높은 수준으로 이 때문에 하천 생태계가 받는 스트레스가 크며, 가뭄에도 취약

한 상황이다. 그런데도 새로운 물 수요를 충족하기 위해 댐을 새로 짓거나 저장용량을 늘리는 방식으로 물을 확보한다면 생태계가 악화된다. 우리나라 다목적댐은 70~80년대, 정수장은 60~90년대에 건설돼 지하에 매설된 상·하수도 관로의 노후화 및 관리가 중요한 문제로 대두되고 있다. 상수도관로의 관리 미비 시 수도물 누수나 수질오염이 발생할 우려가 있으며, 심한 경우 관로 손상으로 단수사고 발생의 우려가 있다. 물 관련 인프라 시설에 대한 체계적인 시설(자산) 관리 체계가 부재하며, 특히 규모가 영세한 지자체의 경우 상·하수도 시설, 농업용 수리 시설, 지하매설 시설(하수관거 등)에 대한 관리가 미흡한 실정인데, 이는 생산원가에도 미치지 못하는 낮은 요금에서 기인하고 있다.

〔그림 2〕 자체별 상수도 보급률, 누수율 및 요금 현실화율



자료 : 환경부 · 한국환경공단. 2013. 09. '수도정책기본계획 수립을 위한 연구'

우리나라의 이 같은 물 관리 취약과 이로 인한 물 공급부족 상황을 극복하기 위해서는 우선 요금 현실화를 통한 빗물 및 하수처리수의 자원화와 같은 기술개발 증진을 유도해야 한다. 빗물 및 하수처리수의 자원화 기술은 하천 취수량을 줄이고, 우리나라 수자원 이용의 효율성을 극대화하는 데 기여할 것이다. 하지만 이런 기술의 촉진과 이용을 장려하는 유인책이 제 기능을 발휘하기 위해서는 수도요금의 현실화가 선행돼야 한다. 이와 함께 물 관련 인프라 시설의 노후상태 및 향후 재투자 소요 분석 등 전략적인 자산관리 체계를 구축해야 한다. IT를 활용한 기존시설 상태 확인 및 관리체계 구축, 지하매설시설물의 관리기술도 개발해야 할 것이다. 이러한 시설관리에는 막대한 투



자가 필요하다. 현재 정부는 물론 지자체에서도 물 관리 재원이 크게 부족한 실정이다. 물 요금의 적정화·현실화를 통해 물 관리 재원을 확보하면서 소비 부문에서는 물 절약 및 공급원 다변화에 대한 기술 개발을 유도해야 할 것이다.

글을 마치며

국제적으로 에너지와 식량, 물 등 인류생활에 절대적으로 필요한 기초자원이 위협받고 있다. 또 이 세 가지 자원은 서로 위기가 연계돼 증폭되는 현상을 보이고 있다. 다행히 우리나라는 에너지-식량-물 위기의 연계성이 크지 않음에도 불구하고 에너지와 식량은 국내의 낮은 자급률로 국제시장의 불안에 노출돼 있으며, 물은 낮은 수도요금과 관리체계의 취약성으로 장기적인 물 안정 공급을 담보하지 못하고 있다.

지금까지 우리나라는 정부가 주도해 이 세 자원의 공급안정 대책들을 주도해왔고, 상당한 성과도 있었다. 그러나 국제자원의 공급 불안이 더 심화되는 상황에서는 가격 규제, 시장 규제와 비축을 중심으로 하는 공급 부문의 대책만으로는 자원 안보가 지속 가능한 대책으로 남기는 어렵다. 이제는 정부만이 아니라 시장에서 스스로 수요관리를 통한 위기대응력을 가져야 한다. 이러한 시장의 역할을 위해서는 에너지, 식량, 물의 시장구조에 대한 패러다임 전환이 필요하다. 현재 가격 규제가 높은 에너지, 식량, 물이 수급에 신속히 반응할 수 있는 가격 시그널 기능을 강화해야 할 것이다. 이를 통해 시장중심의 탄력적 수요반응을 유도하고, 기술개발에 대한 인센티브를 높이는 것이 곧 자원안보에 대처하는 지속가능한 대책인 것이다. 