

보이지 않는 물 교역*

- 가상수 교역 -

이 상 현
(Texas A&M 박사후 연구원)

1. 들어가면서

교역은 서로간의 직접적인 물물을 교환하는 행위로서 화폐경제가 발달되기 이전인 원시사회부터 행하여졌다. 인류의 역사에서 교역은 중요한 의미를 가지고 있으며, 특히 식량교역은 식량 부족 국가에게는 삶을 영위하기 위한 필수적인 요소가 된다. 따라서 대부분의 사람들은 교역되는 물물, 예를 들어 식량교역의 경우 식량 그 자체에 집중하게 된다. 그러나 식량을 생산하기 위해서는 다양한 자원들이 사용이 수반되는데 그중에서 가장 중요하게 거론되는 것이 물이다. 물은 인간의 삶을 위한 필수자원이며 전 세계 수자원의 2.5%만이 실제 인간이 사용할 수 있다. 즉, 물은 제한적인 자원이며 생산 외에 식수로서 인간에게 필수적이다. 세계 각지에서 물을 둘러싼 문제가 발생되고 있으며 향후 인구 증가 등으로 인해 식량 생산을 위해 물을 확보하는 것은 세계적인 관심사항이 되고 있다. 이러한 관점에서 식량에는 생산을 위해 사용된 물이 내재되어 있고, 식량교역은 식량에 내재된 물의 가상적인 교역을 내포하게 된다. 이를 보이지 않는 물 교역, 즉 가상수 교역이라고 지칭하고 있다(Allan 1993). 전 세계는 식량 및 공산품 등의 교역을 통하여 이미 보이지 않는 물 교역을 시작하였고, 물 부

* (sanghyun@tamu.edu).

족 국가에서는 식량 수입이 식량안보에 위협이 될 수 있지만 반대로 가상수를 수입함으로써 자국의 물 안보를 증진시킬 수 있다. 특히, 물이 부족한 중동아시아 및 북아프리카에서 식량교역은 식량안보 뿐만 아니라 물안보 측면에서 중요성이 거론되고 있다. 이 연구에서는 가상수 개념부터 가상수 교역 연구들을 통하여 최근 이슈화되고 있는 지속가능한 자원관리를 위한 가상수 교역의 의미와 역할을 살펴보고자 한다.

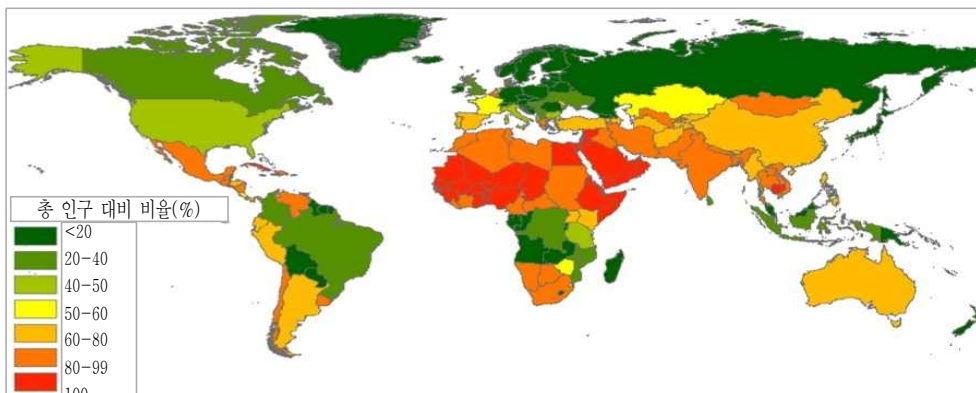
2. 세계 물 부족 위기와 식량안보

UN에서 2003년 3월 발간한 세계 수자원 보고서에 따르면 지구의 1인당 담수공급량은 앞으로 20년 안에 1/3로 줄어들고 2050년까지 인구는 93억 명으로 늘어나며, 전 세계 20%의 인구가 심각한 물 부족을 겪을 것으로 예상하고 있다. <그림 1>은 전 세계에서 1년에 최소 한 달 이상의 심각한 물 부족을 경험하는 인구의 비율을 국가별로 나타낸 것으로서, 북아프리카와 중앙아시아, 그리고 라틴 아메리카의 일부 국가에서 60% 이상의 인구가 매년 최소 한 달 이상 물 부족을 경험하는 것으로 나타났다.

만약 주요 곡물 수출국들이 수자원의 부족으로 인하여 생산량이 감소하고, 곡물 수출을 금지할 경우 주요 곡물 수입국에서는 심각한 식량위기를 경험할 수 있다.

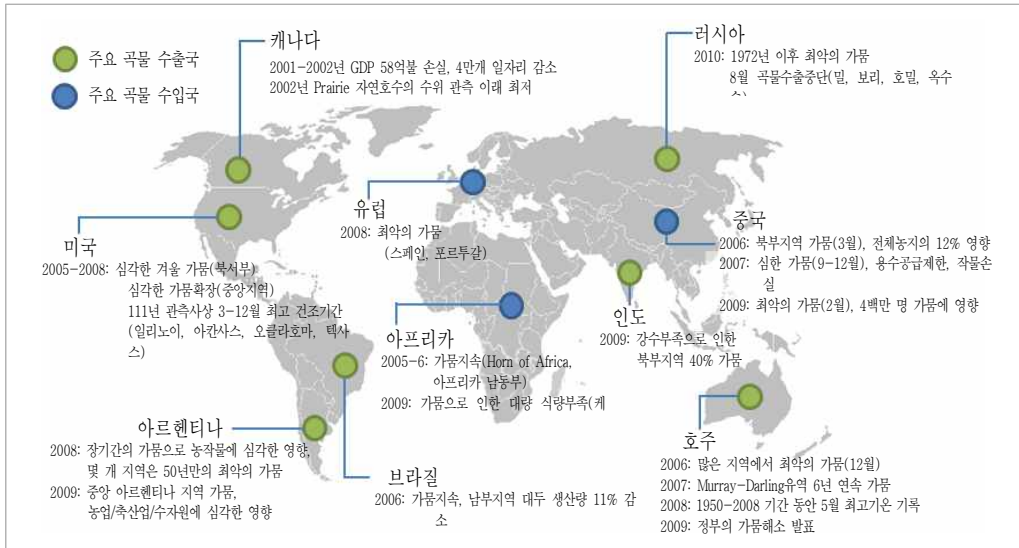
세계기상기구(World Meteorological Organization, WMO)의 2000년 이후의 국가별 가뭄 기록 보고서를 보면 곡물 주요 수출국인 인도, 러시아, 미국, 아르헨티나, 호주 등에서 심각한 가뭄을 겪은 것으로 나타났는데<그림 2>, 이는 전 세계 식량 교역의 위기가 직접적인 현실로 다가왔음을 시사한다.

그림 1. 최소 1년에 한 달간 심각한 물 부족을 겪는 인구



자료: Water footprint network, data: Mekonnen and Hoekstra(2011).

그림 2. 2001년부터 2010년간 전 세계 가뭄으로 인한 피해 기록



자료: World Meteorological Organization(2010).

3. 가상수, 물발자국, 그리고 가상수 교역

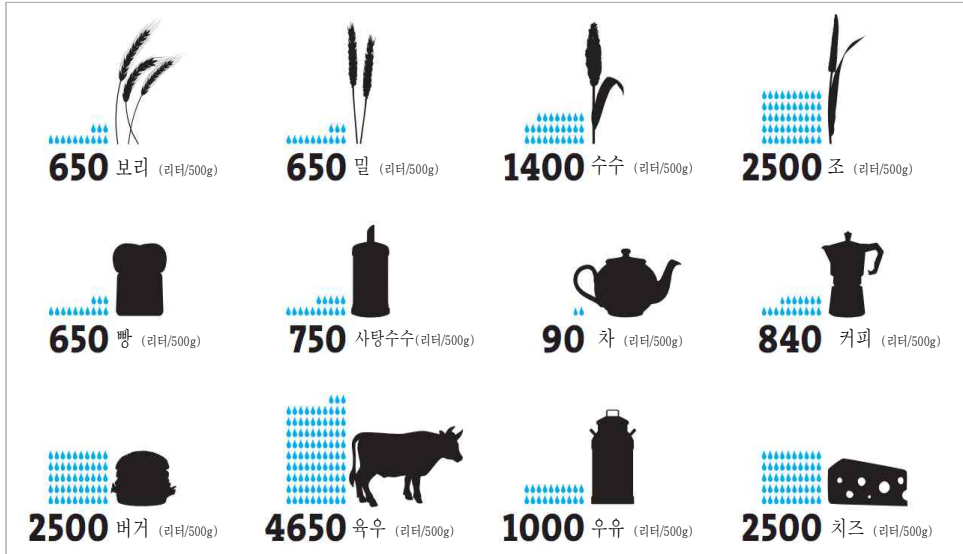
3.1. 가상수와 물발자국

가상수(假想水, Virtual Water)의 개념은 중동지역의 식량 교역에서 그 개념이 출발하였다. 1990년대 초반 영국 런던대학교의 Tony Allan 교수는 중동지역의 물 부족 문제에 관하여 연구하면서 이집트, 이스라엘, 시리아, 예멘 등의 물 부족을 해결하기 위한 방안을 수자원 시설 구축 및 관리 외에 타 국가와의 식량 교역에서 찾기 시작하였다. 예를 들어 이집트의 농산물은 나일강에 의존한 관개농업으로 생산되고 있고, 심지어 식량생산이 이집트의 수요를 만족시키지 못함에도 불구하고 공개적으로 물 부족 혹은 식량난으로 인한 국가적 비상사태가 일어나지 않았음을 주목하였다. 이는 타 관개시설의 확충이 아닌 미국 등 기타 국가로부터의 필요한 식량을 수입하면서 자국 내 생산을 위한 수자원 부족 문제를 해결한다는 점이었다. 이때 Allan 교수는 수입되는 농산물에는 해당 농산물을 생산하기 위해 사용된 물이 내포된 것으로 간주하였고, 이를 보이지 않는 물, 즉 가상수라 명칭하게 되었다. 따라서 가상수(Allan 1993)는 단위생산량당 소비되는 물의 양을 의미하며 가상수의 수원공에 따라 녹색 가상수와 청색 가상수로 구분된다. 녹색 가상수는 자연강우에 의해 토양에 내재된 물을 작물이 소비하는 양

을 의미하여, 우리나라의 논벼 재배의 경우 유효수량 개념이 바로 이 녹색 가상수에 해당된다. 청색 가상수는 인위적인 시설에 의해서 공급되는 물을 의미하며, 대체적으로 관개시설에 의해서 관개되는 용수를 의미한다. 따라서 우리나라의 경우 저수지 취수 및 또는 지하수 취수를 통하여 공급되는 관개수량이 이에 해당된다.

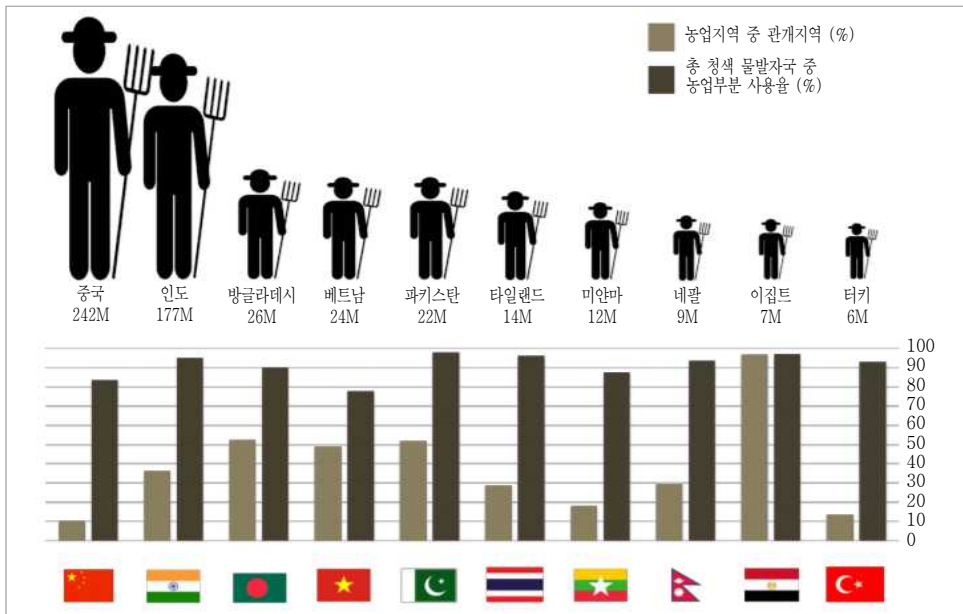
가상수의 개념은 주로 최초의 생산품, 즉 원재료를 대상으로 적용되었으나, Hoekstra에 의해 다양한 원재료 가상수와 최종 생산품의 이력과정을 포함하는 물발자국(water footprint)이라는 개념으로 확장되었다<그림 3>. 즉, 물발자국은 각 재료들의 가상수와 공급과정을 포함하여 산정된다. 또한 가상수처럼 녹색과 청색 물발자국으로 구분될 수 있다(Hoekstra 등 2011). <그림 4>의 전 세계 주요 식량 생산국의 물발자국을 살펴보면, 인도는 농업 종사자가 1억 7,000만 명으로 중국 다음으로 많으며, 전체 농업지역의 30% 이상이 관개지역이고, 총 청색 물발자국의 90% 이상이 농업부문에서 사용되는 것으로 나타났다. 그 외 농업 종사자 인구가 2,000만 명 이상인 주요 농업 국가인 방글라데시, 베트남, 파키스탄 역시 총 청색 물발자국의 70% 이상이 농업부문에서 사용되었다.

그림 3. 농업생산품의 물발자국



자료: (<http://waterfootprint.org>).

그림 4. 대규모 농업종사자 기준 상위 10개 국가들의 농업부분 청색 물발자국 사용비율



자료: Mekonnen과 Hoekstra(2011).

3.2. 세계 가상수 교역

가상수와 물발자국의 개념을 실제 교역에 적용할 경우, 국가 간 농산물이 교역될 때 그 농산물 생산을 위해 소비된 가상수가 동시에 교역되는 것으로 간주할 수 있다. 이러한 농산물의 수출입에 내재된 가상수를 가상수 교역이라는 용어로 정의하면 정량적인 가상수 교역량은 수출국의 물발자국을 중심으로 산정된다.

가상수 교역에 대한 국제적인 관심을 살펴보면, 2003년 제3차 세계물포럼(World Water Forum)에서 가상수 관련 특별 세션에서는 가상수의 정의, 의미, 영향, 향후 연구 전망 등에 대하여 전 세계 물 전문가들의 토론이 이루어진 바 있다. 특히, 가상수 교역의 현재 상황과 가상수 교역이 향후 전 세계 물 부족 상황을 개선할 수 있는 지에 대한 심층적인 논의가 있었다. 2009년 제5차 물포럼에서는 여러 분야 및 지역 토론에서 가상수와 관련된 주제가 다루어진 바 있다. 현재까지도 가상수, 물발자국, 가상수 교역에 대한 논의가 활발히 이루어지고 있으며, 최근에 지속가능한 개발을 위한 물-식량-에너지 넥서스 연구가 이슈화되면서 가상수는 물과 식량을 연계해주는 중요한 지표로서 활용가능성이 높아지고 있다.

기존의 물 부족 해소를 위한 접근 방법이 한 국가 혹은 지역에 국한하여 해결책을 제시하고자 했다면 가상수 교역은 국가의 경계를 초월한 범세계적인 접근을 통하여 물 부족 문제를 해결하는 새로운 접근방식으로 볼 수 있다. 따라서 국가 간 농산물 교역을 통한 가상수 교역은 식량 및 물 부족 국가의 위기를 해결할 수 있는 한 방안으로 제시되고 있으며, 다양한 연구에서 불균형적인 수자원 부존량의 균형적인 활용과 전 세계 수자원 절약을 위한 가상수 교역의 중요성을 강조하고 있다.

Chapagain과 Hoekstra(2004)의 연구에 따르면 전 세계에서 가장 많은 가상수를 순수입하는 국가는 일본으로 연평균 920억 m³의 가상수를 수입하는 것으로 나타났다. 이탈리아, 영국, 독일은 가상수 순수입국 2위부터 4위에 위치하였는데, 이러한 국가들은 산업화, 인구증가, 도시화 등을 동반한 급속한 경제성장을 이루어왔고, 주요 산업이 농업에서 2차, 3차 산업으로 전환되어 온 국가들이다. 이들은 한정적인 수자원을 보유하고 있지만 기술의 발달로 고부가가치의 산업에 집중하고, 수자원을 많이 필요로 하는 농산물 생산 부분은 수입으로 대체하면서 식량 문제를 해결하고, 또한 상당량의 가상수를 수입하여 자국 내 수자원을 보호하였다. 우리나라의 경우 320억 m³을 수입하고 있으며 전 세계에서 5번째로 가상수 순수입량이 많은 것으로 나타났다. Chapagain과 Hoekstra(2004)는 또한 국가별 수자원 부존량을 물발자국 및 가상수 교역량과 비교하여 물 희소성, 국가 물 자급률 및 물 수입 의존도를 산정하였는데 우리나라는 물 희소성이 79%, 국가 물 자급율이 38%, 물 수입 의존도가 62%로써, 물 수입 의존도가 세계 국가 중 16위로 비교적 높게 나타났다.

표 1. 1997년부터 2001년간 순 가상수 수입량 기준의 세계 상위 10개국

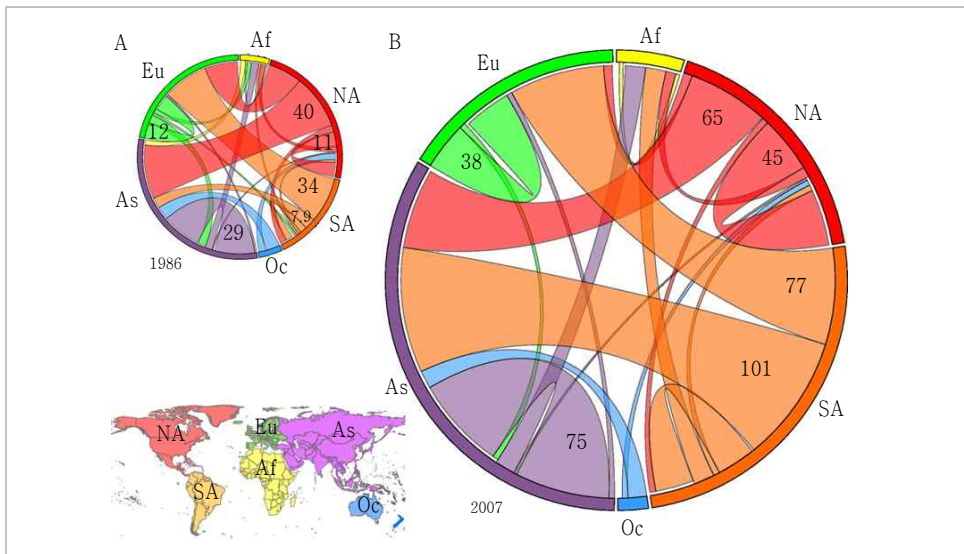
수입국	가상수 (10 ⁹ m ³ /yr)		
	수입량	수출량	순 수입량
1. 일본	98	7	92
2. 이탈리아	89	38	51
3. 영국	64	18	47
4. 독일	106	70	35
5. 한국	39	7	32
6. 멕시코	50	21	29
7. 홍콩	28	1	27
8. 이란	19	5	15
9. 스페인	45	31	14
10. 사우디아라비아	14	1	13

자료: Chapagain과 Hoekstra(2004).

가상수 교역에 관한 최근 연구결과를 살펴보면 미국 프린스턴 대학의 연구진은 1986년부터 2007년까지 세계 가상수 무역을 비교하는 연구를 수행하여 그 결과를 미국 국립과학원회보 저널에 발표하였는데, 2007년 세계 가상수 무역은 5,670억 m^3 에 이르렀고, 이는 1986년 세계 가상수 무역량의 2배임을 강조하였다(Dalin 등 2012).

그림 5. 세계 6개 지역 간의 가상수 흐름

(단위: km)



주: Africa(Af), North America(NA), South America(SA), Asia(As), Europe(Eu), and Oceania(Oc)
 자료: Dalin 등(2012).

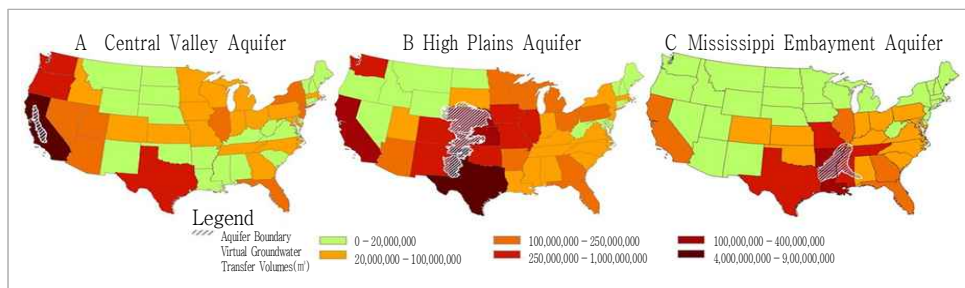
특히, 1986년에는 340억 m^3 의 가상수가 남아메리카에서 유럽으로 수출되고, 400억 m^3 의 가상수가 북아메리카에서 아시아로 수출되는 것을 확인할 수 있다. 이러한 가상수 교역은 2007년에 들어와서 1,010억 m^3 과 770억 m^3 의 가상수가 남아메리카에서 각각 아시아와 유럽으로 수출된 것으로 나타났다. 북아메리카에서는 2007년에 650억 m^3 의 가상수를 아시아로 수출한 것을 알 수 있다.

3.3. 다양한 지역에서의 가상수 교역

가상수 교역의 개념은 국가 간 뿐만 아니라 지하수 또는 강 유역과 같은 수자원을 기준으로도 산정이 가능하다. 먼저 미국의 대표적인 대수층인 High Plains, Mississippi Embayment, Central Valley은 2000년부터 2008년까지 상당량의 지하수를 관개를 위하여

사용해 왔는데 Marston 등(2015)은 가상수 개념을 적용하여 해당 지하수를 통하여 판매된 농산물의 최종 소비지를 추적하고 가상적인 지하수의 흐름을 분석하였다. 2007년 각 대수층에서 가상적으로 이동된 지하수량을 산정한 결과, High Plains 대수층에서 약 179억 m^3 , Mississippi Embayment 대수층에서 92억 m^3 , Central Valley 대수층에서 약 68억 m^3 의 지하수가 자국 및 타 국가들로 이동되는 것으로 나타났다. 이는 미국의 최대 규모의 저수지인 Lake Mead(357억 m^3)와 비교했을 때 상당량의 지하수로 볼 수 있다. 물론 이러한 가상적인 지하수량의 91%는 미국 내에서의 이동이고, 나머지 9%는 다른 국가들로 이동된 것으로 나타났다. 예를 들어, Mississippi Embayment 대수층의 지하수는 상당량이 멕시코와 일본, 중국, 유럽으로 이동되는 것을 확인할 수 있고, High Plains 대수층의 경우 주로 멕시코와 일본으로 이동하는 것을 알 수 있다. Central Valley의 지하수는 주로 중국, 일본 등의 아시아 국가들로 주로 이동되는 것으로 나타났다. 이와 같은 지하수의 흐름은 실제 지하수의 흐름이 아닌 농산물에 내재된 지하수의 가상적인 흐름이기 때문에 이를 통하여 지하수위를 보전하는 것은 한계가 있다. 그러나 지하수의 보존이 이슈로 떠오르는 지역에서 해당 지하수가 어떻게 쓰이고 가상적이지만 어디로 주로 이동되는지를 정량적으로 파악하는 것은 향후 지하수 관리 및 농산물 생산, 수출관리에도 중요한 역할을 수행할 수 있다.

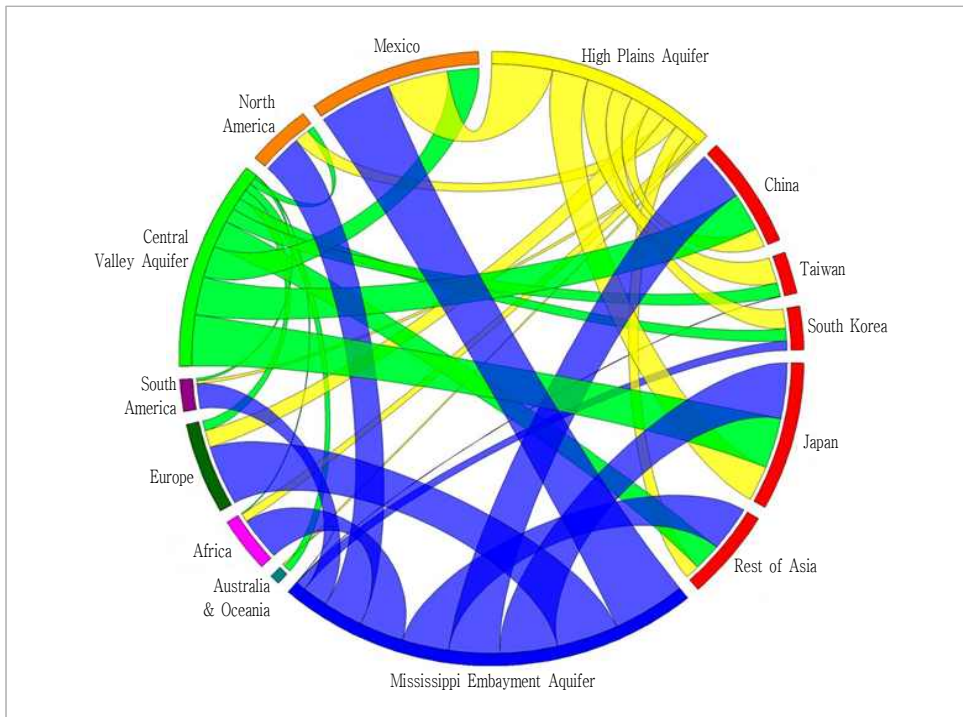
그림 6. 미국의 지하수 과잉 개발지역의 가상적인 지하수 이동량



주: (A)CV, (B)HP, (C)ME.
 자료: Marston 등(2015).

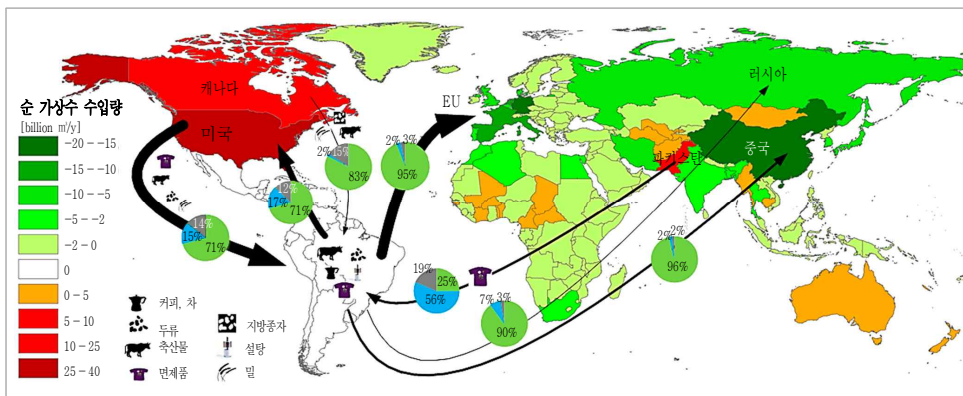
Mekonnen 등(2015)은 세계 주요 식량 생산지 중에 하나인 라틴 아메리카와 캐리비안의 국가들을 대상으로 가상수 교역량을 산정하였다. 가장 많은 가상수 수출은 콩의 수출에 의해서 발생하였는데 연 평균 약 990억 m^3 의 물이 라틴아메리카와 캐리비안으로부터 수출되는 것으로 나타났다. 그러나 990억 m^3 중 약 99%가 녹색 가상수이고 1%가 청색 가상수로 나타났다. 다음으로 커피 수출에 의해 약 390억 m^3 의 물이 수출

그림 7. 미국의 지하수 과잉 개발지역으로부터 세계 국가로의 가상적인 지하수 흐름량



자료: Marston 등(2015).

그림 8. 1996년부터 2005년까지 농산물 및 공산품의 교역을 통한 동안 라틴아메리카와 캐리비안국가들의 연평균 가상수 교역량

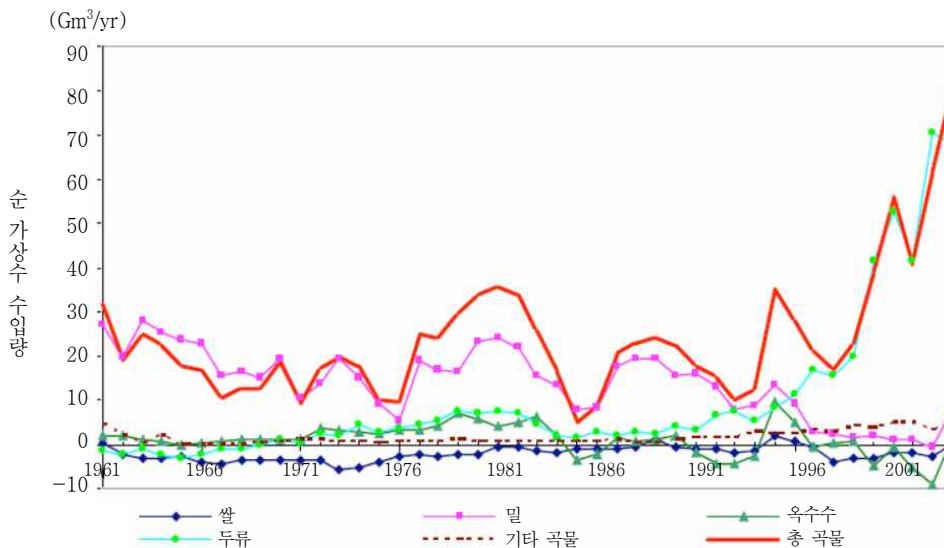


주: 붉은 색은 가상수 수출, 초록색은 가상수 수입, 연평균 100억m³ 규모의 가상수 교역만 표시함.
 자료: Mekonnen 등(2015).

되는 것으로 나타났다. 반면에 목화의 경우 총 290억m³의 가상수 수출량 중에서 86억m³이 청색 가상수로 나타났으며 이는 상당량의 관개수가 목화재배를 위해서 사용되는 것을 의미한다. 따라서 동일한 양의 콩과 목화의 수출일지라도 가상수로 전환할 경우 정량적인 차이뿐만 아니라 관개에 따라 녹색과 청색 가상수의 수출량 역시 차이가 나타난다. 이러한 가상수는 주로 유럽으로 수출되는 것으로 나타났고, 다음으로 미국으로의 가상수 수출이 많은 것으로 나타났고, 아시아에서는 중국이 가장 많은 비중을 차지하는 것으로 나타났다.

중국 역시 최대 규모의 곡물 수출입 국가로서 Liu 등(2007)의 연구에 따르면 2004년에는 1998년과 비교하여 곡물 수입에 따른 가상수의 수입량이 3배 이상 증가한 것으로 나타났다<그림 9>. 특히, 사료용으로 많이 쓰이는 옥수수수입에 따른 가상수의 수입량이 가장 많이 증가한 것으로 나타났는데, 상당량의 가상수 수입은 자국 내의 수자원 보호를 위하여 긍정적일 수 있지만, 지나친 수입 의존도는 반대로 식량안보의 위기를 초래할 수 있다. 또한 수출규제 등으로 자국 내 생산으로 대체해야 할 경우 과도한 수자원의 사용을 초래할 수 있다. 특히, 최근에 기하급수적으로 곡물 수입이 증가하는 추세 속에서 식량안보를 위한 중국의 정책들이 수자원의 추가적인 이용 과도 밀접하게 연관되기 때문에 가상수 관련 정책들도 식량·물 안보정책과 함께 거론될 필요가 있다.

그림 9. 1961년부터 2004년까지 주요 작물 수입을 통한 중국의 순 가상수 수입량

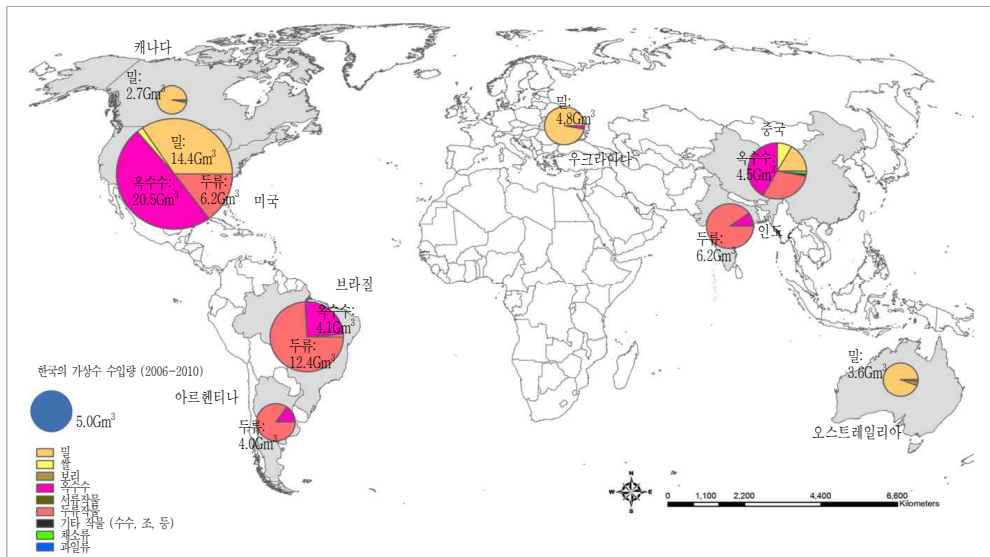


자료: Liu 등(2007).

우리나라는 대표적인 농작물 수입국가로서 상당량의 가상수를 국외로부터 수입하고 있다. Lee 등(2016)의 연구에 의하면 밀의 수입에 의해서 2006년부터 2010년 동안 연평균 57억 m^3 의 가상수가 수입되었는데 주로 미국으로부터 수입되는 것으로 나타났다 <그림 10>. 다음으로 사료용으로 주로 수입되는 옥수수의 경우 2006년부터 2010년 동안 연평균 41억 m^3 의 가상수를 미국으로부터 수입하는 것으로 나타났고, 이는 옥수수에 의한 총 가상수 수입량의 73%를 차지한다. 대두 및 대두박 등의 두류작물의 경우 주로 브라질로부터 약 218억 m^3 의 가상수가 수입되는 것으로 나타났다. 이와 같은 사료용 작물 수입은 주로 미국과 브라질, 중국의 3개 국가에 집중되는 현상을 보이고 있다.

세계적인 가뭄, 홍수 등과 같은 재해 등으로 인하여 농축산물을 적절한 시기에 수입하지 못할 경우, 농작물 생산에 필요한 농경지나 기술의 여력이 충분하더라도 물 부족으로 필요한 양의 농작물 생산에 어려움을 겪을 수 있다. 이는 한정된 수자원에 대하여 농업, 생활 및 공업용수 등의 이용에 대한 갈등으로 이어져 극심한 사회혼란이 야기될 수 있으므로, 국가적 차원에서 본다면 가상수 교역은 식량과 물 안보와 관련된 정책을 수립하는데 중요한 고려사항이 될 수 있다.

그림 10. 2006년부터 2010년 동안 한국의 곡물 수입을 통한 총 가상수 수입량



자료: Lee 등(2016).

3. 지속가능한 개발을 위한 가상수 교역의 활용

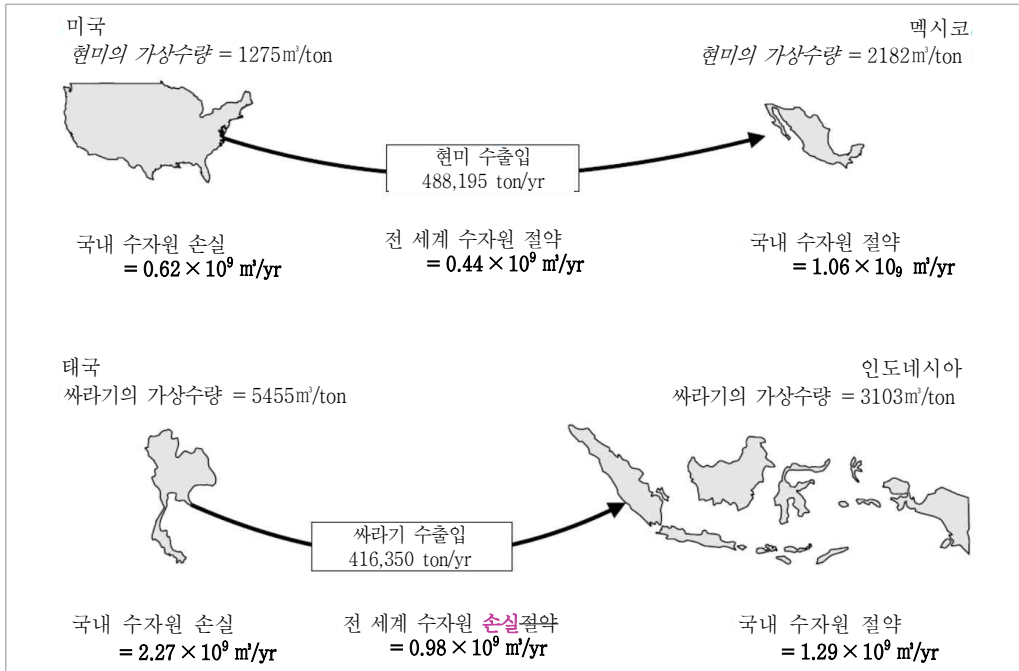
물 부족 국가에서는 식품 교역에 의한 수자원 절약에 관심이 높으며 따라서 가상수 교역은 해당 국가들의 수자원 관리 정책을 수립할 때 중요하게 작용할 수 있다. 수입되고 있는 농산물을 자국 내 생산으로 대체할 경우 필수적으로 국내의 수자원을 사용하게 되며 이는 물 부족국가에서는 심각한 물 안보 위기를 초래할 수 있다. 즉, 가상수 교역은 단순히 농산물에 내포된 자원으로서 의미뿐만 아니라 가상수를 수입함으로써 발생할 수 있는 자국의 수자원 대체효과 차원에서 중요성이 고려될 수 있다. 수자원 대체효과를 산정할 때 수입국의 물발자국을 적용하게 되는데 즉, 가상수 수입에 의해 절약되는 수자원은 식품 수입량과 자국의 물발자국을 적용하여 산정된다.

만약 세계 농산물 수입국에서 수입을 중단하고 자국 생산으로 대체할 경우 전 세계적으로 매년 약 2조 4,000억^{m³}의 물이 필요하다. 그러나 해당 농산물을 현재 수출국에서 생산할 경우 세계적으로 2조 400억^{m³}의 물이 매년 사용되는 것으로 나타났고, 농산물 수출입에 의해 세계적으로 매년 약 3,700억^{m³}의 물이 절약되는 것을 의미한다 (Mekonnen과 Hoekstra 2011).

따라서 세계 수자원 절약을 위해서는 물발자국이 작은 국가에서 농산물을 생산하고 물발자국이 큰 국가로 수출하는 것이 바람직하다고 할 수 있다. 물론 농산물의 교역은 단순히 수자원 절약이라는 측면에서 이루어지는 것이 아니기 때문에 실제 교역 정책 등에 가상수 교역에 따른 수자원 절약 효과를 적용하기에는 한계가 있다. 그럼에도 불구하고 전 세계적으로 물발자국 및 가상수 교역은 지속가능한 자원 관리를 위하여 중요한 요소로서 거론되고 있다. 그 이유는 먼저 가상수 교역은 식량안보와 물 안보를 연계하는 중요한 역할을 수행할 수 있기 때문이다. 물 안보 측면에서 식량을 수입하는 것이 바람직할 수 있으나 이는 식량안보 위기를 초래할 수 있기 때문에 물과 식량안보 간에 적절한 형평관계가 필요하다. 이를 위해서는 가상수 교역량과 수자원 대체량 등을 정량적으로 파악할 필요가 있다.

Chapagain 등(2006)의 연구팀은 국가 간 농산물의 교역에 따라 절약되는 물을 산정하였는데<그림 11>, 미국과 멕시코의 현미 교역에 의하여 미국에서는 매년 6억 2,000^{m³}의 물을 사용하고, 멕시코는 미국으로부터의 농산물 수입에 의해 약 10억^{m³} 이상의 물을 절약한 것으로 나타났다.

그림 11. 미국과 멕시코의 현미 교역과 태국과 인도네시아의 쌀교역을 통한 가상수의 절약 및 손실

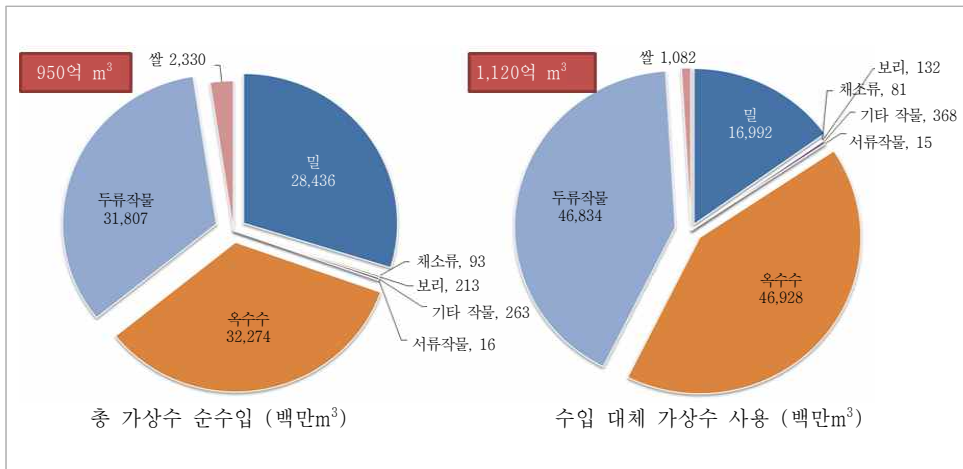


자료: Chapagain 등(2006).

따라서 미국과 멕시코의 교역에 의해 세계적으로 약 4억 4,000m³의 물이 매년 절약됨을 역설하였다. 태국과 인도네시아 교역의 경우 태국은 인도네시아로의 쌀교역 (broken rice) 수출에 의해 약 22억m³의 물을 사용하고, 인도네시아는 태국으로부터의 농산물 수입에 의해 12억m³의 물을 절약하는 것으로 나타났다. 인도네시아 입장에서는 자국의 수자원 절약으로 볼 수 있으나, 세계 수자원 관점에서는 약 9억 8,000m³의 물이 추가적으로 소비되는 것으로 볼 수 있다.

우리나라의 경우 대표적인 작물 수입국으로서 상당량의 가상수를 수입하고 있는 것을 이미 확인하였다. 농업용 저수지 등의 수리시설의 원활한 농업용수 공급이 안정적인 식량 수급에 크게 기여하는 것이 사실이지만, 상당량의 농작물 수입으로 국내 수자원 절약에 기여하는 것 역시 부정할 수 없다. <그림 12>는 2006년부터 2010년 동안 주요 곡물 수입에 의해 총 950억m³(연평균 190억m³)의 가상수를 수입하는 것으로 나타났고, 이러한 수입 곡물들을 국내 생산으로 대체할 경우 약 1,120억m³(연평균 224억m³)의 가상수를 사용할 것으로 추정되었다. 따라서 주요 작물들의 수입으로 상당량의 국내 수자원이 절약되는 효과를 고려할 수 있다(Lee 2013).

그림 12. 2006년부터 2010년 동안 한국의 농작물 교역에 의한 총 가상수 수입 및 절약



자료: Lee(2013).

그렇다면 과연 이와 같은 수자원의 절약이 바람직한 것일까를 고민해 볼 수 있다. 이미 국내의 식량 자급율은 약 50%, 곡물 자급률은 24%를 밑돌고 있으며 정부에서도 식량안보를 위한 자급율 상승을 정책적으로 시사하고 있다. 이때 우리는 자급율의 상승이 단순히 국내 식량 생산의 증가뿐만 아니라 국내 수자원 이용의 증가까지 영향을 미칠 수 있음을 생각해야 한다. 즉, 사료용 작물의 수입이 국내 생산으로 대체될 경우 곡물 자급률을 상승시킬 수 있다는 긍정적인 효과 외에 수자원을 추가적으로 사용해야 하는 측면도 고려할 필요가 있다(Lee 등 2016).

4. 요약 및 결론

앞서 가상수 교역을 통하여 수입국에서는 상당량의 수자원이 절약되는 효과를 다양한 연구를 배경으로 설명하였다. 그러나 과연 식량안보차원에서 볼 때 식량 수입을 통한 가상수의 절약이 자국의 지속가능한 개발에 적합할지는 지역적 특성에 맞추어 고민해 볼 필요가 있다. 예를 들어 중동 및 북아프리카의 경우 물 부족이 심각한 수준이기 때문에 식량의 수입은 자국 수자원 문제 해결을 위한 필수 요소이다. 그러나 90%가 넘는 국외 식량의존도는 미래 심각한 식량안보의 위협이 될 수 있기 때문에 카타르 등의 일부 국가에서는 대체 수자원을 개발하여 자국 내 식량 생산 증진을 위한 정책을 수립하고 있다. 이를 위해서 해수 담수화 또는 재이용수에 대한 연구가 진행 중에

있다. 그러나 대체 수자원만으로 자국 내 식량안보를 증진시키기에는 한계가 있다. 따라서 지속가능한 자원 관리를 위해서는 대체 수자원 이용에 따른 식량안보 증진과 식량 수입에 따른 가상수 절약 효과를 동시에 고려할 수 있는 통합적인 관점에서의 접근이 필요하다.

우리나라도 식량 자급률을 높이려는 정부 정책이 수립되고 있으나 이를 달성하기 위해서는 현재 수입되는 식량에 의한 가상수 절약 효과를 정량적으로 평가해야 하며, 추가적인 국내 식량 생산에 따른 물 사용량을 물 안보 차원에서 고려해야 한다. 특히, 전체 사료 작물의 90% 이상을 수입하고 있는 국내 실정을 고려할 때 무조건적인 국내 생산 증진보다는 국내 부존 수자원을 고려한 단계적인 가상수 수입량 조절이라는 측면에서 접근할 필요가 있다.

가상수라는 개념은 기존의 작물 필요수량 또는 제품 생산별 수자원 이용량과 크게 다르지 않는 개념이다. 그러나 가상수라는 개념을 통하여 수출입 되는 농산물에 가상적으로나마 물을 내포시킬 수 있고, 절약되는 물의 효과를 정량적으로 측정할 수 있다는 점에서 가상수의 활용성이 높다고 볼 수 있다. 즉, 가상수는 눈에 보이는 물품들의 교역을 눈에 보이지는 않지만 내재된 물의 교역이라는 관점으로 바라보게 해주는 렌즈와 같은 역할을 하고 있으며, 식량과 물을 연계하는 국가 정책 수립 시 중요한 지표로서 활용될 것으로 기대된다.

식량 교역은 이제 가상수의 개념에 의해 보이지 않는 물 교역을 내포하게 되었고, 아직까지는 물에 대한 가치 산정 부분이 전 세계적으로 미흡하기 때문에 가상수 수출입량이 실제 식량 교역 및 식량 수출입 가격에 미치는 영향은 크지 않다. 그러나 향후 물에 대한 가치 산정 연구가 활발히 진행되고 물(가상수) 값에 대한 국가 간의 공동적인 협약 등이 이루어질 경우 국제 식량 교역의 판도는 크게 달라질 수 있다. 한 예로 전 세계적으로 기후변화에 따른 온실가스 배출을 저감하기 위한 다양한 협약이 이루어지고 있고, 현재 일부 국가에서는 탄소세를 적용하고 있는 현실을 볼 때 가상수에도 가치가 정량화되고 식량 교역에 영향을 미치는 미래가 멀지 않을 수 있다.

참고문헌

- Allan, J. (1993). "Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible In: Priorities for water resources allocation and management". *ODA, London* 13-26.
- Chapagain, A. K., & Hoekstra, A. Y. (2004). Water footprints of nations.
- Chapagain, A. K., Hoekstra, A. Y., & Savenije, H. H. G. (2006). Water saving through international trade of agricultural products. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 10 (3), 455-468.
- Dalin, C., Konar, M., Hanasaki, N., Rinaldo, A., & Rodriguez-Iturbe, I. (2012). "Evolution of the global virtual water trade network". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109 (16), 5989-5994.
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., & Mekonnen, M. M. (2011). "The water footprint assessment manual. Setting the global standard". *Earthscan, London*.
- Lee, S. H. (2013). "Potential vulnerabilities of crops virtual water trade using crops water requirement and network analysis". *Seoul National University*.
- Lee, S. H., Yoo, S. H., Choi, J. Y., & Shin, A. (2016). "Evaluation of the Dependency and Intensity of the Virtual Water Trade in Korea". *Irrigation and Drainage*, 65 (S1), 48-56.
- Liu, J., Zehnder, A. J., & Yang, H. (2007). "Historical trends in China's virtual water trade". *Water International*, 32 (1), 78-90.
- Marston, L., Konar, M., Cai, X., & Troy, T. J. (2015). "Virtual groundwater transfers from over-exploited aquifers in the United States". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112 (28), 8561-8566.
- Mekonnen, M. M., Pahlow, M., Aldaya, M. M., Zarate, E., & Hoekstra, A. Y. (2015). "Sustainability, efficiency and equitability of water consumption and pollution in Latin America and the Caribbean". *Sustainability*, 7 (2), 2086-2112.
- Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2011). "The green, blue and grey water footprint of crops and derived crops products". *Hydrology and earth system sciences discussions*, 8 (47), 763-809.
- World Meteorological Organization (WMO). (2010). WMO statement on the status of the global climate in 2010.
- <http://waterfootprint.org>