

# 한국의 곡물 가상수 수입량 산정

## Estimation of Import Virtual Water for Cereal Crop Product in Korea

유승환\*, 최진용\*\*, 김태곤\*\*\*, 임정빈\*\*\*\*

Seung-Hwan Yoo, Jin-Yong Choi, Taegon Kim, Jeong-Bin Im

### 요 지

한국은 전체곡물 자급도가 27.2 % (2007년 기준)로 낮기 때문에, 농산물 수입에 의한 가상수 수입이 다른 나라들에 비해 매우 크다. 이와 같이 물 수입 의존도가 높은 한국의 경우, 국제적인 가상수 흐름이 식량 안보, 농업 수자원 정책 등의 국가적인 수자원 정책에 있어서 매우 중요한 고려 사항이 될 수 있다. 본 연구에서는 2003년부터 2007년까지의 국제적인 무역통계를 바탕으로 우리나라에서 수출입이 이루어지고 있는 곡물 중 큰 비중을 차지하고 있는 밀, 벼, 옥수수 및 대두 등의 4개 작물에 대하여 주요 농산가공품의 가상수량을 산정하고, 이를 바탕으로 농산가공품 교역에 의한 가상수 수입량을 산정하였다. 그 결과 원료 작물 기준으로 밀, 벼, 옥수수, 및 대두의 가상수의 순수입량을 보면, 밀이 4,026.28 M m<sup>3</sup>, 벼가 449.17 M m<sup>3</sup>, 옥수수가 6,152.94 M m<sup>3</sup>, 대두가 5,369.16 M m<sup>3</sup> 으로 나타나 옥수수가 가장 많은 가상수를 순수입하여 전체 순수입량의 38.5%를 차지하는 것으로 나타났다. 본 연구 결과는 국제적인 가상수 교역량을 바탕으로 한 우리나라의 물발자국 (water footprint) 산정에 있어서 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

**핵심용어 :** 가상수, 곡물, 물발자국

### 1. 서론

2007년 기준 한국의 전체곡물 자급도는 27.2 %에 불과하다. 특히 밀의 자급률은 0.2 %, 옥수수는 0.7 %, 두류는 11.1 %로써, 쌀 (95.8%)과 서류 (98.4 %)와 비교하여 곡물자급도가 매우 낮다. 이는 높은 인구밀도에 비하여 경지면적이 작고 경제 발전에 따라 곡물 수요가 증가한 결과로 판단된다. 이와 같은 낮은 식량자급율로 인하여 한국은 매년 곡물을 포함하여 소고기와 돼지고기, 과일과 같은 다양한 농업생산물을 수입하고 있다. PC-TAS (The Personal Computer Trade Analysis System)의 통계에 의하면 한국은 2007년에 22.45 M ton의 농산물 및 그 가공품을 수입하였는데, 이 중 옥수수 8.67 M ton, 대두 3.43 M ton, 밀 3.25 M ton으로, 3개의 작물이 전체 수입량 중 68.4 %를 차지하는 것으로 나타났다. 따라서 한국은 농산물 수입에 있어서 식량작물인 곡물에 매우 집중 되어 있음을 알 수 있다.

이와 같은 농산물의 생산을 위해서는 기본적으로 물을 필요로 하는데, 유 등에 의하면 한국은 1 ha당 약 6,445 kg의 쌀을 생산하였는데, 쌀 1 톤을 생산하기 위해서는 약 1,601 m<sup>3</sup> 정도의 물을 사용되는 것으로 조사되었다 (유승환 등, 2009). 이와 같이 어떠한 농작물, 가공식품 또는 제품을 만들기 위해서 사용된 물의 총량을 가상수라고 하는데, Allan 등 (1993)에 의해 처음 제안된 이론이다. 농산물 또는 공산품을 수입 또

\* 정회원, 서울대학교 농업생명과학연구원 선임연구원 · E-mail : crom97@snu.ac.kr

\*\* 정회원, 서울대학교 조경·지역시스템공학부 부교수 · E-mail : iamchoi@snu.ac.kr

\*\*\* 비회원, 서울대학교 생태조경·지역시스템공학부 박사과정 · E-mail : taegon.kim@daum.net

\*\*\*\* 비회원, 서울대학교 농경제사회학부 부교수 · E-mail : changhoo@snu.ac.kr

는 수출 하는 것은 실질적으로 물을 교역하는 것과 같은 효과가 있다고 할 수 있고, 우리가 수출입하는 많은 농산물은 사실상 그 농산물을 생산하기 위하여 소비된 물을 수출입한 효과가 있는 것이다. 농산물의 가상수는 작물 재배 조건인 기상 조건, 영농 방식 등의 조건에 따라 달라질 수 있으며, 이에 따라 각 국가는 국가별 농업생산물에 대한 가상수를 산정하여 농업분야의 용수사용에 대한 물발자국 추적이나 국가적인 농업용수 정책에 활용하여야 할 것으로 판단된다. 물발자국은 한 국가에서 재화를 생산하는데 필요한 물 사용량을 가상수로 표현한 것으로, 한 국가에서 사용되는 물의 이력을 의미한다. 즉 물발자국은 물이 어떻게 사용되고, 어디로 이동하는지에 대하여 살펴볼 필요가 있는 데, 이러한 개념을 나타낸 것이다.

물 수입 의존도가 높은 우리나라의 경우, 만약 전 세계적인 가뭄, 홍수 등과 같은 재해 등으로 인하여 국제적인 무역에 문제가 발생하여 농축산물을 적절한 시기에 수입하지 못할 경우가 발생할 수 있다. 이 경우 농작물 생산에 필요한 농경지나 기술의 여력이 충분하더라도 수자원 부족으로 필요한 양의 농작물 생산에 어려움을 겪을 수도 있다. 이는 한정된 수자원에 대하여 농업, 생활 및 공업용수 등의 이용에 대한 갈등으로 이어져 극심한 사회혼란이 야기될 수 있으므로, 국가적 차원에서 본다면 가상수는 각 국가별로 물과 관련된 정책을 세우는 데 중요한 고려 사항이 될 수 있다.

본 연구에서는 2003년부터 2007년까지의 국제적인 무역통계를 바탕으로 우리나라에서 수출입이 이루어지고 있는 식량작물 중 큰 비중을 차지하고 있는 밀, 벼, 옥수수 및 대두 등의 4개 작물에 대하여 주요 농산가공품의 가상수량을 산정하고, 이를 바탕으로 농산가공품 교역에 의한 가상수 수입량을 산정하였다. 본 연구 결과는 한국의 가상수 교역량 및 물발자국 (water footprint) 산정에 있어서 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

## 2. 연구방법

### 2.1 농산가공품의 가상수량 산정

농산가공품의 가상수량 산정은 가공 시 가장 중요하게 사용되는 작물의 가상수량 산정에 의존하게 된다. 즉, 주재료로 사용되는 농작물은 이 농작물로부터 만들어지는 다른 생산품에도 영향을 미치게 된다. 이와 유사한 방법으로 2차, 3차 가공품의 가상수량을 산정하게 된다. 첫 번째로 투입되는 가공농산품의 기존 가상수량을 먼저 산정하고, 추후 생산과정에서 필요로 하는 물의 양을 산정함으로써 이루어진다. 농산물 가공품부터는 원료 품목의 가상수량에 1차 농산물 대비 시장가치 비율 (value fraction,  $vf$ )과 중량 비율 (product fraction,  $pf$ )을 곱하여 산정한다. 따라서 농산가공품의 가상수량 산정은 다음 식 (1)과 같다. 본 연구에서는 Chapagain과 Hoekstra (2004)가 제안한 농산물가공품별 중량 비율과 시장가치 비율을 적용하였다.

$$VWC[p] = VWC[c \text{ or } r] \times \frac{vf[p]}{pf[p]} \quad (1)$$

여기서,  $VWC[p]$ 는 농산가공품의 가상수량 ( $m^3/ton$ ),  $VWC[c \text{ or } r]$ 는 원료 작물  $c$  또는 원료 농산물  $r$ 의 가상수량 ( $m^3/ton$ ),  $vf$ 는 중량비율, 그리고  $pf$ 는 시장가치 비율이다.

### 2.2 가상수 교역량 산정

국가간 교역에 의한 가상수 교역량 (virtual water flow,  $VWF$ )은 수출국에서 수입국으로의 연간 재화 교역량에 수출국에서 재화를 생산하는데 필요한 물의 양인 가상수량을 곱한 값으로 나타내는데, 식 (2)와 같다.

$$VWF[n_e, n_i, p] = T[n_e, n_i, p] \times VWC[n_e, p] \quad (2)$$

여기서,  $VWF$ 는 수출국  $n_e$ 에서 수입국  $n_i$ 으로의 가상수 교역량 ( $m^3$ ),  $T$ 는 수입되는 농산물 및 농산가공

품의 교역량 (ton),  $VWC$ 는 수출국  $n_e$ 에서 농산가공품  $p$ 를 생산하기 위한 가상수량 ( $m^3/ton$ )이다.

본 연구에서는 우리나라의 주요 곡물의 가상수 수입량을 산정하기 위하여 International Trade Centre (UNCTAD/WTO)의 PC-TAS (Personal Computer Trade Analysis System) 및 농수산물유통공사 (<http://www.kati.net/>)의 통계자료를 바탕으로 각 교역국에 따른 곡물 수입량을 조사하였다.

### 3. 연구 결과

#### 3.1 통계 자료 수집

본 연구에서는 PC-TAS 및 농수산물유통공사에서 제공하는 결과를 바탕으로 우리나라에 비교적 많이 수입되고 있는 밀, 벼, 옥수수, 대두 등 4개 작물의 농산가공품에 대하여 수출입 물량을 조사하였다. 이 중 순수입량이  $\pm 10,000$ 톤 이상인 농산가공품은 Table 1에 나타내었는데, 밀 가공품 2개, 쌀 가공품 2개, 옥수수 가공품 5개 및 대두 가공품은 4개인 것으로 나타났다.

Table 1. The trade amount of crop products for Korea in average during the period 2003-2007

PC-TAS code	Crop product name	Root crop	Import (ton)	Export (ton)	Net Import (ton)
100190	Wheat n.e.s. and meslin (밀 사료 또는 체분용)	Wheat (15)	3,459,918	-	3,459,918
110100	Wheat or muslin flour (밀가루)		35,332	12,251	23,081
100620	Rice, husked (brown) (찰현미)	Paddy rice (27)	189,615	3	189,612
100630	Rice, semi-milled or wholly milled, whether or not polished or glazed (멥쌀)		11,458	170	11,288
100590	Maize (corn) n.e.s. (옥수수 사료용 등)	Maize (56)	8,581,194	317	8,581,177
110220	Maize (corn) flour (옥수수분)		7,574	102	7,472
110423	Maize (corn), hulled, pearled, sliced or kibbled (옥수수 가공물)		9,893	-	9,893
110812	Maize (corn) starch (옥수수 전분)		44,415	46,619	-2,204
151521	Maize (corn) oil crude (옥수수유-조유)		8,293	1	8,292
120100	Soya beans (대두 채유 및 박용 등)	Soybean (236)	1,286,814	304	1,286,510
120810	Soya bean flour and meals (대두-분 또는 조분)		20,998	-	20,998
150710	Soya-bean oil crude, whether or not degummed (대두유-조유)		234,865	33	234,832
230400	Soya-bean oil-cake & oth solid residues, whether or not ground or pellet (대두유-정제유)		1,584,398	88	1,584,309

#### 3.2 주요 농산가공품의 가상수량 산정

따라서 본 연구에서는 한국의 경우, 유승환 등 (2009)이 제시한 원료 농산물의 가상수량 결과와 식 (1)을 이용하여 4개 작물에 대한 농산가공품의 가상수량을 산정하였다. Table 2는 밀 가공품 2개, 쌀 가공품 2개, 옥수수 가공품 5개 및 대두 가공품에 대하여 가상수량을 산정한 것이다. 이 결과를 살펴보면, 대두(236) 작물의 '대두유-조유 (150710)'의 가상수량이  $6,429.4 m^3/ton$ 으로 가장 큰 것으로 나타났다. 한편 순수입량이 가장 많은 옥수수 (56) 작물의 '옥수수 사료용 등 (110220)'의 가상수량은  $1,059.2 m^3/ton$ 인 것으로 나타났다.

### 3.3 가상수 교역량 산정

가상수 교역량을 산정하기 위해서는 수출 국가 및 수입 국가의 농산가공품의 가상수량이 각각 필요하다. 따라서 우리나라는 본 연구에서 산정된 농산가공품의 산정 결과를, 다른 나라의 경우 Chapagain과 Hoekstra (2004)에서 제안한 농산가공품 가상수량 결과를 인용하였다. 농산물가공품의 수출입 물량과 가상수량을 바탕으로 2003년부터 2007년 동안의 가상수의 평균 교역량을 산정하였는데, 그 결과는 Table 3과 같다. 한국에서 4 작물을 통하여 수입하고 있는 가상수는 16,080.5 M m<sup>3</sup>이고, 수출량은 82.86 M m<sup>3</sup>으로, 순수입량은 15,997 M m<sup>3</sup> 인 것으로 나타났다. 따라서 수입량이 수출량보다 193.8 배 많은 것으로 나타났다. 가장 많은 가상수를 순수입하고 있는 농산가공품은 ‘옥수수 사료용 등 (100590)’으로, 6,143.1 M m<sup>3</sup>을 수입하고, 0.32 M m<sup>3</sup>을 수출하여 6,142.8 M m<sup>3</sup>을 순수입하는 것으로 나타났다. 원료 작물 기준으로 밀, 벼, 옥수수, 및 대두의 가상수의 순수입량을 보면, 밀이 4,026.3 M m<sup>3</sup>, 벼가 449.17 M m<sup>3</sup>, 옥수수가 6,152.9 M m<sup>3</sup>, 대두가 5,369.2 M m<sup>3</sup>으로 나타나 옥수수가 가장 많은 가상수를 순수입하여 전체 순수입량의 38.5%를 차지하는 것으로 나타났다. 한편 대두의 경우, 농산가공품의 순수입량은 전체의 20.2 %를 차지하였지만, 가상수의 순수입량은 33.6 %인 것으로 나타났는데, 이는 대두의 가상수량이 다른 작물보다 크기 때문인 것으로 판단된다.

Table 2. The product fraction (pf), value fraction (vf) and virtual water content of crop products for Korea

Product code	Root product code	Root crop code	pf	vf	VWC (m <sup>3</sup> /ton)	Product code	Root product code	Root crop code	pf	vf	VWC (m <sup>3</sup> /ton)
100190	-	15	1.00	1.00	1,071.6	100620	-	27	0.77	1.00	2,078.1
110100	100110		0.79	0.89	1,207.2	100630	100620		0.90	1.00	2,308.9
100590	-	56	1.00	1.00	1,021.8	120100	-	236	1.00	1.00	3,308.5
110220	100590		0.82	0.85	1,059.2	120810	120100		0.85	1.00	3,892.4
110423	100590		0.93	1.00	1,098.7	150710	120100		0.18	0.34	6,429.4
110812	110220		0.75	1.00	1,412.2	230400	120100		0.79	0.66	2,764.1
151521	100590		0.03	0.06	2,043.6						

Table 3. International virtual water flow of crop product for Korea in average during the period 2003-2007

Crop code	Product code	Virtual water flow (M m <sup>3</sup> )			Crop code	Product code	Virtual water flow (M m <sup>3</sup> )		
		Import	Export	Net Import			Import	Export	Net Import
15	100190	3,992.8	-	3,992.8	27	100620	424.9	0.01	424.9
	110100	48.2	14.8	33.4		100630	24.7	0.39	24.3
	sub total	4,041.1	14.8	4,026.3		sub total	449.6	0.40	449.2
56	100590	6,143.1	0.32	6,142.8	236	120100	2,142.5	1.01	2,141.5
	110220	4.2	0.11	4.1		120810	63.6	-	63.6
	110423	12.2	-	12.2		150710	543.5	0.21	543.2
	110812	48.8	65.8	-17.1		230400	2,621.1	0.24	2,620.8
	151521	10.9	0.002	10.9		sub total	5,370.6	1.46	5,369.1
	sub total	6,219.2	66.3	6,152.9		Total	16,080.5	82.96	15,997.5

#### 4. 결론

본 연구에서는 2003년부터 2007년까지의 국제적인 무역통계를 바탕으로 우리나라에서 수출입이 이루어지고 있는 식량작물 중 큰 비중을 차지하고 있는 밀, 벼, 옥수수 및 대두 등의 4개 작물에 대하여 주요 농산가공품의 가상수량을 산정하고, 이를 바탕으로 농산가공품 교역에 의한 가상수 수입량을 산정하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다.

먼저 PC-TAS 및 농수산물유통공사에서 제공하는 결과를 바탕으로 우리나라에 비교적 많이 수입되고 있는 밀, 벼, 옥수수, 대두 등 4개 작물의 농산가공품에 대하여 수출입 물량을 조사하였다. 이 중 순수입량이  $\pm 10,000$ 톤 이상인 농산가공품은 밀 가공품 2개, 쌀 가공품 2개, 옥수수 가공품 5개 및 대두 가공품은 4개인 것으로 나타났다. 이 13개 가공품에 대하여 가상수량(virtual water content of crop product)을 산정하였는데, 그 결과 대두 작물의 '대두유-조유 (150710)'의 가상수량이  $6,429.4 \text{ m}^3/\text{ton}$ 으로 가장 큰 것으로 나타났고, 한편 순수입량이 가장 많은 옥수수 (56) 작물의 '옥수수 사료용 등 (110220)'의 가상수량은  $1,059.2 \text{ m}^3/\text{ton}$ 인 것으로 나타났다. 위 결과를 바탕으로 농산물가공품의 수출입 물량과 가상수량을 바탕으로 2003년부터 2007년 동안의 가상수의 평균 교역량을 산정하였는데, 그 결과 '옥수수 사료용 등 (100590)'으로,  $6,142.8 \text{ M m}^3$ 을 순수입하여 가장 많은 가상수를 순수입하고 있는 농산가공품인 것으로 나타났다. 또한 원료 작물 기준으로 밀, 벼, 옥수수, 및 대두의 가상수의 순수입량을 보면, 밀이  $4,026.28 \text{ M m}^3$ , 벼가  $449.17 \text{ M m}^3$ , 옥수수가  $6,152.94 \text{ M m}^3$ , 대두가  $5,369.16 \text{ M m}^3$  으로 나타나 옥수수가 가장 많은 가상수를 순수입하여 전체 순수입량의 38.5%를 차지하는 것으로 나타났다.

본 연구결과는 곡물을 통한 가상수의 수입 의존도 매우 높다는 것을 의미하는데, 특히 특정 작물에 대한 가상수량 수입이 집중되어 있는데, 수출 국가가 가뭄 및 홍수 등의 농업적인 재해 등으로 인하여 국제적인 무역 마찰이 발생하게 된다면, 이는 식량 안보에 있어서 큰 문제를 야기할 수 있다. 따라서 본 연구의 결과는 국가적인 수자원 정책의 의사결정에 있어서 중요한 자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

#### 참 고 문 헌

1. 농수산물유통공사 (2010). 월별수출입통계, <http://www.kati.net/>, Accessed 2010. 04. 07
2. 유승환, 최진용, 김태곤, 임정빈, 전창후 (2009). 한국의 농산물 가상수 산정, 한국수자원학회논문집, Vol 42 (11). pp.911~920.
3. Allan, J.A. (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, pp. 13-26.
4. Chapagain, A.K. and A.Y. Hoekstra (2004). Water footprints of nations, Value of Water Research Report Series No. 16, UNESCO-IHE.
5. International Trade Centre UNCTAD/GATT (2008). PC-TAS (The Personal Computer Trade Analysis System).