



## 수입사료 곡물의 국내생산을 위한 농업용수 및 농경지 필요량 계측

유승환 · 임정빈\*† · 최진용\*\* · 이상현

서울대학교 조경 · 지역시스템공학부, \*서울대학교 농경제사회학부,  
\*\*서울대학교 조경 · 지역시스템공학부 & 농업생명과학연구원

### Estimation of Agricultural Water and Land Required to Substitute the Import of Feed-grain for Domestic Production

Seung-Hwan Yoo, Jeong-Bin Im\*†, Jin-Yong Choi\*\*, and Sang-Hyun Lee

Department of Rural Systems Engineering, Seoul National University, Seoul 151-921, Korea

\*Department of Agricultural Economics and Rural Development, Seoul National University, Seoul 151-921, Korea

\*\*Department of Rural Systems Engineering & Research Institute for Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 151-921, Korea

**ABSTRACT:** The aim of this paper is to estimate an additional agricultural water and land needed for substituting the import of feed-grain such as maize and wheat for the domestic production using the ‘virtual water’ concept. The amount of imported corn and wheat for feed from 2001 to 2010 was surveyed and the virtual water import was estimated. The virtual water of the imported corn and wheat were 6,757 Mm<sup>3</sup>/yr and 1,405 Mm<sup>3</sup>/yr on average. Accordingly, the imported virtual water could be substituted for 8,162 Mm<sup>3</sup>/yr of agricultural water resource and 2,230 thousand ha of cultivation area for the domestic production of both crops. They are amounted to 51.5% of total agricultural water demand in Korea. The virtual water of the imported corn and wheat should be considered in the aspect of sustainable agricultural production and water management, and these results could be applied to establish a long-term policy about agricultural water resource and land-use.

**Key words:** virtual water, feed grain, maize, wheat, agricultural water requirement, cultivation area

우리나라 곡물자급률은 1981년 41.9%에서 2010년 26.7%로 감소하여, OECD 국가의 곡물자급률 평균인 83%와 비교하여 매우 낮은 수준이다. 특히 주곡인 쌀 자급률은 2010년 기준으로 104.6%로 매우 높은 수준이지만, 다른 주요 곡물인 밀, 옥수수, 콩의 자급률은 각각 0.8%, 0.8%, 8.7%에 불과하여 쌀을 제외한 나머지 곡물의 자급률은 매우 낮은 형편이다(농림수산식품부, 2011).

Fig. 1은 1981년부터 2009년까지 우리나라 곡물 생산량, 수입량, 그리고 용도별 소비량을 보여준다. 곡물생산량은 1990년까지 소폭으로 증가하다가 점차 감소추세인 반면에 소비량과 수입량은 1995년까지 큰 폭으로 증가하는 경향을 보인 후 다소 정체하는 추세를 보이고 있다. 특히 사료용 곡물소비량은 전체 곡물 소비량 및 수입량 변화 곡선과 거의 같은 경향을

보이고 있으나 식용과 기타용 곡물 소비량은 비교적 안정세를 유지하고 있다. 즉 국내 전체 곡물소비량과 수입량 변동에 사료용 곡물 소비량이 큰 영향을 미치고 있음을 의미한다. 국내 축산물 생산을 위해 대부분의 사료곡물이 전적으로 수입에 의존하고 있고, 사료곡물의 수입이 지속적으로 증가하는 추세에서 국내 식량자급률이 계속 낮아지고 있는 것이다.

잘 알려진 바와 같이 사료용 곡물로 옥수수와 밀이 주로 수입되고 있는데, 우리나라의 사료곡물 사용량은 연간 9,355천톤(2010년 기준)에 달하며, 사용량의 97.6% (9,132천톤)를 해외에 의존하고 있다. 사료용 곡물의 가장 큰 비중을 차지하는 옥수수의 연간 소비량은 6,549천톤으로, 전체 사료용 곡물 소비량의 71.7%를 차지하는데, 거의 전량을 해외에 의존하고 있다.

그런데 전 세계적 기후변화로 인한 주요 곡물 수출국들의 생산 불확실성 증가, 중국과 인도 등 신흥개도국들의 소득 증가에 따른 사료곡물 소비증가추세, 그리고 국제적으로 바이오연료용 사료곡물의 수요증가 추세 등을 감안할 때, 국제곡물시장

†Corresponding author: (Phone) +82-2-880-4721  
(E-mail) jeongbin@snu.ac.kr

<Received Mar. 23, 2012 / Revised Jun. 15, 2012 / Accepted Sep. 7, 2012>

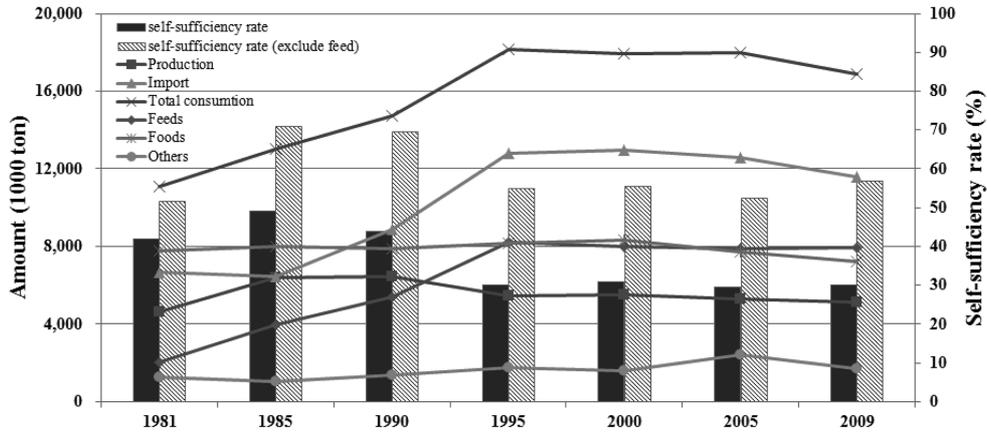


Fig. 1. The grain production, import and consumption and food self-sufficiency rate during the period of 1981 to 2009.

에서 사료곡물의 가격 폭등 가능성이 높아지고 있다. 향후 이 같은 국제 곡물위기가 현실화되어 사료곡물 수입에 차질이 발생할 경우, 이는 우리나라 축산물 생산의 어려움뿐만 아니라 식량안보 및 물가안정 차원에서도 큰 위협을 받게 될 것이다. 왜냐하면 대부분의 사료 곡물을 해외에 의존하고 있는 상황에서 국내 수자원 및 농경지 부족으로 인해 필요한 양의 사료곡물을 국내에서 자급할 수 없기 때문이다. 따라서 사료곡물을 안정적으로 조달하기 위한 다각적인 방안 마련이 필요한 실정이다.

작물 생산을 위해서는 물과 토지가 필수요건이므로 사료곡물을 수입하는 것은 국내에서 사료곡물을 생산하기 위해 필요한 물과 토지를 대체하는 효과가 있다고 할 수 있다. 예컨대 물은 농작물의 생산과정에 필수적으로 사용되는 생산요소의 하나로서 Allan (1998)은 가상수 (virtual water) 개념을 적용하여 농작물, 가공식품 또는 제품을 만들기 위해서 사용된 물의 총량을 설명하였다. 가상수 이론에 의하면 농산물 또는 공산품을 수입 또는 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 있다는 것이다. 일반적으로 가상수는 단위 면적당 작물필요수량 및 생산량으로 산정되기 때문에, 가상수 개념을 활용하면 농산물 수입에 따른 농업용수 및 농경지 대체 효과를 추정할 수 있을 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 2001년부터 2010년까지 사료용 옥수수 및 밀의 수입량을 조사하고, 이를 바탕으로 가상수 개념을 활용하여 사료 곡물 수입에 따른 농업용수 및 농경지 대체 효과를 분석하였다. 특히 본 연구는 현재 전적으로 해외수입에 의존하고 있는 사료용 곡물을 국내 생산으로 대체하는 경우 요구되는 잠재적 농업용수 및 농경지 필요량을 계측하고, 이를 바탕으로 농업수자원 및 농지보전과 관련한 정책적 시사점을 도출하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 가상수 수입량 및 단위 면적당 생산량

본 연구에서는 가상수량 개념을 활용하여 해외로부터 수입되는 사료용 옥수수과 밀을 국내에서 생산하였을 때 필요한 농업용수량과 경작지 면적을 산정하였다.

옥수수는 일반적으로 재배기간이 4월 하순부터 9월 상순 (중북부 기준)으로 생육적온은 21~25°C이며, 작물필요수량은 480.4 mm/yr이다. 옥수수의 재배면적은 2010년 기준으로 15,528 ha인데, 강원과 충청지역이 각각 6,054 ha와 3,474 ha로 가장 큰 비중을 차지하였다. 밀은 재배기간이 10월 하순부터 6월 상순 (남부 기준)으로 생육적온은 15-25°C이고 생육최저온도는 3~4.5°C, 작물필요수량은 365.2 mm/yr이다(농촌진흥청, 2011; Yoo *et al.*, 2009). 밀의 재배면적은 2010년 기준으로 12,548 ha인데, 전남이 5,182 ha로 가장 큰 비중을 차지하였다. 옥수수는 여름작물로서 밭에서 재배가 주로 이루어지고, 밀은 겨울작물로서 청보리, 녹비작물, 채소 등과 함께 벼 재배가 끝난 후 논에서 많은 재배가 이루어진다.

단위 가상수량 (VWC, virtual water content)은 작물 1톤을 생산하기 위하여 사용된 물의 양 (m<sup>3</sup>/ton)으로, 작물을 생산하기 위한 물 사용량과 전체 작물 생산량의 비로 산정되며 이는 식 (1)과 같다(Chapagain and Hoekstra, 2004).

$$VWC[c] = \frac{CWR[c] \times 0.1}{yield} \quad (1)$$

여기서, VWC[c] (virtual-water content, m<sup>3</sup>/ton)는 작물 c의 단위 가상수량을 의미하며, CWR[c](crop water requirement, mm)은 필지 단위에서 해당 작물생산에 소요되는 필요수량이고, yield (ton/ha)는 단위면적 당 작물의 생산량 (단수)을 의미이고, 0.1은 단위환산계수이다.

한편 농산물의 경우 각 농산물의 단위 가상수량과 교역량을

**Table 1.** Average of harvested area, grain production and yield during 2001-2010 and virtual water content (VWC) of maize and wheat.

| Crop  | Area (ha) | Yield (ton/ha) | Product (ton) | VWC (m <sup>3</sup> /ton) |
|-------|-----------|----------------|---------------|---------------------------|
| Maize | 16,177    | 4.6            | 74,405        | 1,021.8                   |
| Wheat | 3,602     | 3.4            | 12,041        | 1,071.6                   |

이용하여 식 (2)와 같이 가상수의 흐름을 정량적으로 산정할 수 있다.

$$VWF[c] = CT[c] \times VWC[c] \quad (2)$$

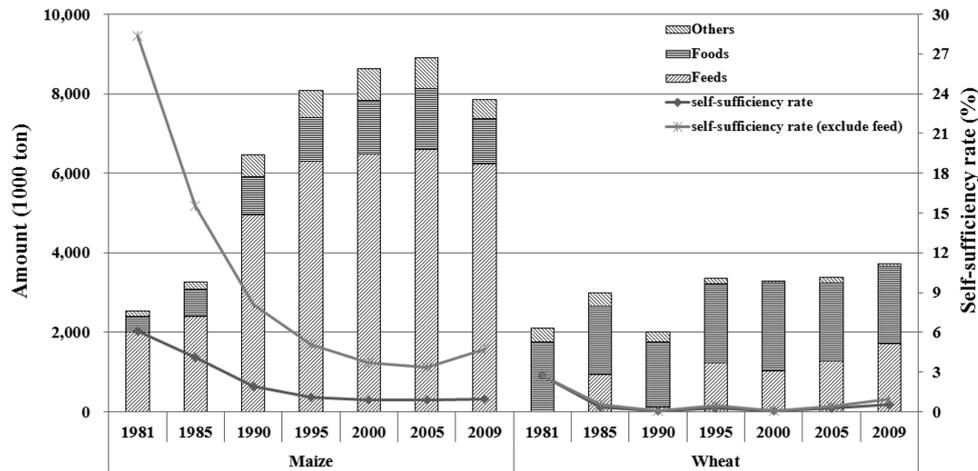
여기서 *VWF*(virtual-water flow)는 해당 농산물의 교역으로 발생하는 가상수의 흐름 (m<sup>3</sup>/yr)을 나타내며 *CT*(crop trade)는 해당 농산물의 교역량 (ton/yr)을 의미한다.

본 연구에서 사용된 옥수수과 밀의 가상수량과 단위 면적당 생산량은 Table 1에 제시하였다. 여기서 가상수량은 *Yoo et al.*

(2009)이 제시한 값을 사용하였는데, 옥수수는 1021.8 m<sup>3</sup>/ton, 밀은 1071.6 m<sup>3</sup>/ton로써, 이 값은 *Yoo et al.* (2012)와 *Kim et al.* (2011)이 인용한 바 있다. 단위면적당 생산량은 2001년부터 2010년까지의 평균치로써 옥수수는 4.6 ton/ha이고, 밀은 3.4 ton/ha이다.

## 2. 식품소비량 및 식량자급률

Fig. 2는 옥수수와 밀의 1981년부터 2009년까지의 식용, 사료용 및 기타용 소비량과 식품자급률을 나타낸 것이다(한국농촌경제연구원, 2011). 옥수수의 경우, 전체소비량은 1981년부터 2005년까지 지속적으로 증가하다가, 2009년에 다소 감소하는 경향을 보였다. 2009년 기준 전체소비량은 7,852천톤으로, 1981년 대비 약 3.1배 증가하였다. 옥수수 자급률 (사료용 포함)은 1981년에 6.1%였지만, 점차 감소하여 2000년대 이후에는 1% 아래로 떨어졌고, 사료용 수요를 제외하더라도 옥수수의 자급률은 큰 폭으로 낮아졌다. 밀의 경우, 전체소비량은 기간별로 일부가 차이가 있지만 전반적으로 증가하는 경향을 보

**Fig. 2.** The consumption for food, feed and others and food self-sufficiency rate of maize and wheat during the period of 1981 to 2009.**Table 2.** The imported amount of maize and wheat for feed during the period of 2001 to 2010.

| Crop  | Country | 2001                      | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | Avg.  |
|-------|---------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       |         | Import amount (1,000 ton) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Maize | U.S.A.  | 2,543                     | 913   | 247   | 3,934 | 2,077 | 5,235 | 4,249 | 7,169 | 4,980 | 5,990 | 3,734 |
|       | China   | 2,549                     | 5,046 | 6,358 | 1,366 | 4,313 | 1,431 | 2,253 | 29    | 1     | 1     | 2,335 |
|       | Others  | 1,199                     | 979   | 0     | 979   | 237   | 91    | 245   | 270   | 901   | 539   | 544   |
|       | Total   | 6,291                     | 6,938 | 6,605 | 6,279 | 6,627 | 6,757 | 6,748 | 7,469 | 5,882 | 6,530 | 6,613 |
| Wheat | Ukraine | 254                       | 617   | 247   | 106   | 107   | 357   | 0     | 353   | 1,761 | 674   | 448   |
|       | China   | 339                       | 570   | 799   | 330   | 4     | 323   | 1,042 | 17    | 0     | 0     | 342   |
|       | Canada  | 201                       | 0     | 0     | 82    | 1,168 | 514   | 0     | 0     | 0     | 601   | 256   |
|       | Others  | 347                       | 423   | 325   | 435   | 11    | 86    | 0     | 3     | 67    | 951   | 265   |
|       | Total   | 1,141                     | 1,609 | 1,372 | 953   | 1,290 | 1,280 | 1,042 | 372   | 1,828 | 2,226 | 1,311 |

었다. 2009년 기준 전체소비량은 3,720천톤으로, 1981년 대비 약 1.8배 증가하였다. 밀 자급률 (사료용 포함)은 1981년에 2.7%였지만, 점차 감소하여 2000년대 이후에는 0.5% 이하가 되었고, 사료용 수요를 제외하더라도 밀의 자급률은 1% 이하가 유지되는 것으로 분석되었다.

이렇게 옥수수와 밀의 자급률은 1% 미만으로 대부분의 국내 필요량을 해외수입에 의존하고 있는데, 2009년 기준으로 옥수수와 밀의 사료용 소비량은 전체 소비량 중 79.1%와 45.6%를 차지하였다. 사료용 옥수수 (HS-code: 100590)와 사료용 밀의 수입량을 2001년부터 2010년까지 조사하였는데, 그 결과는 Table 2와 같다(농수산물유통공사, 2012). 먼저 사료용 옥수수의 경우, 10년 동안 평균적으로 6,613천톤을 수입하였는데, 이 중 미국에서 3,734천톤, 중국에서 2,335천톤을 수입하였다. 이 두 국가에서 사료용 옥수수 전체 수입물량의 약 92%를 수입하였고, 최근 3년 동안에는 미국에서 대부분을 수입하는 것으로 조사되었다. 다음으로 사료용 밀의 경우, 10년 동안 평균적으로 1,311천톤을 수입하였는데, 이 중 우크라이나에서 448천톤, 중국에서 342천톤, 캐나다에서 256천톤을 수입하였다. 이 세 국가에서 사료용 밀 전체 수입물량의 약 80%를 수입하는 것으로 조사되었고, 최근 3년 동안에는 우크라이나와 캐나다에서 주로 수입이 되었다. 본 연구에서는 수입 통계 자료를 활용하여 사료용 옥수수와 밀 수입에 따른 농업용수와 경작지 대체 효과를 추정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 가상수 수입량

2001년부터 2010년까지의 사료용 옥수수와 밀 수입량 자료를 이용하여 가상수 수입량을 산정하였는데, 그 결과는 Table 3과 같다.

사료용 옥수수를 통하여 수입되는 가상수는 연평균 6,757백만  $m^3/yr$ 에 달하며, 이 중 미국에서 3,815백만  $m^3/yr$ 이고, 중국에서 2,386백만  $m^3/yr$ 을 수입하는 것으로 산정되었다. 한편 사료용 밀을 통하여 수입되는 가상수는 연평균 1,405백만  $m^3/yr$ 으로, 이 중 우크라이나에서 480백만  $m^3/yr$ 이고, 중국에서 367백만  $m^3/yr$ , 캐나다에서 275백만  $m^3/yr$  수입되는 것으로 분석되었다. 최근 3년 동안의 경우, 옥수수는 전체 물량의 90% 이상을 미국에서 수입하고 있고, 밀은 우크라이나에서 60% 이상을 수입하는 것으로 나타났다. 그 이전 기간에서는 중국으로부터 수입량이 많은 비중을 차지하였지만, 중국 내 생산량 감소 및 수요 증가로 인하여, 점차 그 비중이 감소한 것으로 판단된다.

사료용 옥수수와 밀 두 작물을 통하여 수입되는 가상수 총량은 연평균 8,162백만  $m^3/yr$ 이다. 우리나라는 2011년 기준 전체 수자원 수요량은 35,498백만  $m^3/yr$ 이고, 이 중 농업용수 수요량은 15,849백만  $m^3/yr$ 이다(건설교통부, 2006). 따라서 두 사료 곡물을 통하여 수입되는 가상수는 국내 전체 수자원 수요량의 23.0%, 농업용수 수요량의 51.5%에 해당되는 큰 양이다. 이는 사료용 곡물을 국내에서 생산하기 위해서는 막대한 농업용수의 확보가 필요함을 의미하며, 현재 우리나라는 곡물 수입을 통하여 이를 대체하고 있는 것이다.

옥수수와 밀 재배를 위하여 필요한 수자원량은 자연 강우와 인위적인 용수 공급을 포괄하는 것으로, 수리시설을 통해 확보해야 되는 수자원량만을 의미하는 것은 아니다. 우리나라에서는 논벼 재배를 위한 농업수리시설이 집중되어 있기 때문에, 옥수수, 밀과 같은 밭작물을 위한 용수 공급은 제한적으로 이루어지고 있다. 따라서 강우에 의한 용수 확보가 이루어져야 하는데, 옥수수는 주로 강수량이 많은 여름 기간에 재배하고, 밀은 비교적 강수량이 적은 겨울과 봄 기간에 재배가 이루어진다. 따라서 옥수수는 밀은 재배시기 차이로 인한 강수

**Table 3.** The virtual water import of maize and wheat for feed during 2001 to 2010.

| Crop      | Country   | 2001                           | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | Avg.  |
|-----------|-----------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           |           | Virtual water (million $m^3$ ) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Maize     | U.S.A.    | 2,598                          | 933   | 252   | 4,020 | 2,122 | 5,349 | 4,342 | 7,326 | 5,089 | 6,120 | 3,815 |
|           | China     | 2,605                          | 5,156 | 6,497 | 1,395 | 4,407 | 1,462 | 2,302 | 30    | 1     | 1     | 2,386 |
|           | Others    | 1,225                          | 1,001 | 0     | 1,000 | 242   | 93    | 251   | 276   | 920   | 551   | 556   |
|           | Sub total | 6,428                          | 7,089 | 6,749 | 6,416 | 6,772 | 6,904 | 6,895 | 7,631 | 6,010 | 6,672 | 6,757 |
| Wheat     | Ukraine   | 273                            | 661   | 265   | 114   | 115   | 383   | 0     | 378   | 1,887 | 722   | 480   |
|           | China     | 363                            | 611   | 856   | 354   | 4     | 346   | 1,117 | 18    | 0     | 0     | 367   |
|           | Canada    | 215                            | 0     | 0     | 87    | 1,251 | 550   | 0     | 0     | 0     | 644   | 275   |
|           | Others    | 372                            | 453   | 349   | 466   | 12    | 92    | 0     | 3     | 71    | 1,019 | 284   |
| Sub total | 1,223     | 1,725                          | 1,470 | 1,021 | 1,382 | 1,371 | 1,117 | 399   | 1,959 | 2,385 | 1,405 |       |
| Total     |           | 7,651                          | 8,814 | 8,219 | 7,437 | 8,153 | 8,275 | 8,011 | 8,030 | 7,969 | 9,058 | 8,162 |

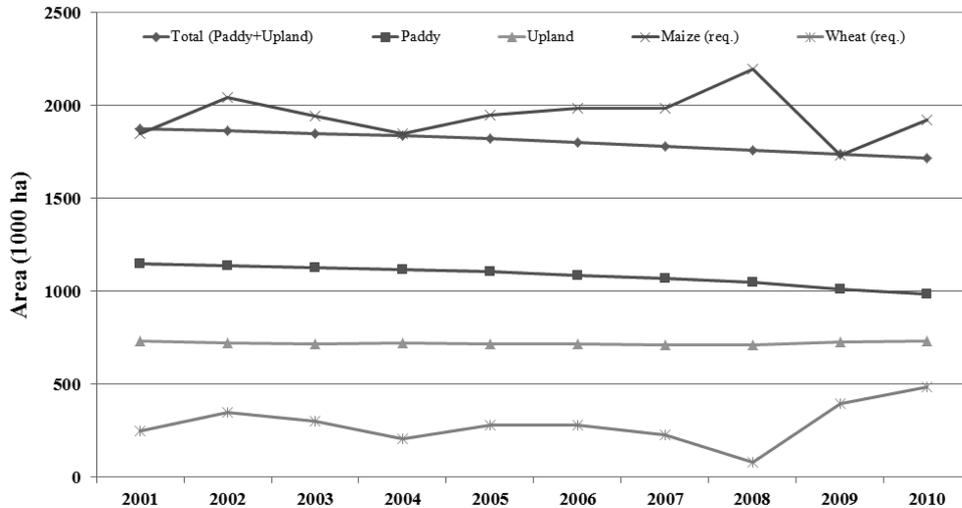


Fig. 3. The cultivation land (paddy and upland) area required to substitute maize and wheat imported for feed.

의 활용률에 차이가 있으므로 용수 공급에 있어서도 다소 차이가 발생할 것으로 판단된다.

## 2. 농경지 면적

대부분 수입되는 사료용 옥수수과 밀을 국내에서 생산할 경우 요구되는 잠재적 경작지 면적은 Fig. 3과 같다. 사료용 옥수수의 수입량을 대체하기 위하여 필요한 농경지 면적은 평균적으로 1,945천 ha로, 2010년 옥수수 재배면적 (15.5천 ha)가 비교하여, 약 125.5배 많은 것으로 추정되었다. 밀의 수입량을 대체하기 위하여 필요한 농경지 면적은 평균적으로 285천ha로, 밀의 2010년 재배면적 (12.5천 ha)가 비교하여, 약 22.5배 크게 추정되었다. 2001년부터 2010년 평균 우리나라의 논 면적은 1,082.6천 ha이고, 밭 면적은 721.2천 ha으로, 전체 농경지 면적은 1,803.8천 ha이다(농림수산식품부, 2011). 옥수수가 주로 밭에서 재배가 이루어지는 것을 감안하여 추정 결과를 비교해보면 우리나라 전체 밭 면적의 2.7배가 필요하고, 논에서 이모작 작물로 재배되는 밀의 경우 전체 논의 약 15.8%에 해당되는 농경지 면적이 소요되는 것으로 분석되었다.

한편 우리나라의 농경지 면적은 지속적으로 감소하고 있는 추세인데, 연도별로 총 농경지 면적과 옥수수 및 밀의 대체 면적을 비교해 보면 2001년 1.1배에서 2010년에는 1.4배로 점차 그 비율이 커지고 있음을 알 수 있다. 특히 정부에서는 2015년과 2020년까지 식량자급률 목표치를 설정하여 우리나라 식량자급률을 높이기 위한 정책을 추진 중인데 (농림수산식품부, 2010), 이를 위해서는 옥수수와 밀 등 사료용 곡물의 국내 생산증대가 뒷받침 되어야 한다. 하지만 사료용 옥수수와 밀의 수입을 통한 경작지 대체 면적이 우리나라 전체 경작지보다 많은 것을 감안한다면, 식량자급률 목표치 달성을 위해서는 사료용 곡물의 경작지 확보가 필수적이며, 이를 위한 다양한 농지보전 및 확대를 위한 정책적 노력이 필요하다.

## 적 요

본 연구에서는 2001년부터 2010년까지의 사료용 옥수수 및 밀의 수입량을 조사하고, 이를 바탕으로 가상수 개념을 활용하여 사료 곡물 수입에 따른 농업용수 및 농경지 대체 효과를 분석하였다. 그 결과 사료용 옥수수와 밀을 통하여 수입되는 가상수는 평균적으로 6,757백만 m<sup>3</sup>/yr 및 1,405백만 m<sup>3</sup>/yr씩 수입되는 것으로 분석되었다. 따라서 두 사료곡물을 통하여 약 8,162백만 m<sup>3</sup>/yr만큼의 농업용수를 대체 효과가 있음을 의미하는데, 이는 농업용수 수요량의 51.5%에 해당되는 양이다. 한편 전적으로 해외수입에 의존하는 사료용 옥수수와 밀을 국내 생산으로 대체하기 위해 필요한 잠재적 농경지 면적은 평균적으로 1,945천 ha와 285천 ha인 것으로 추정되었다. 이와 같이 대외 의존도가 높은 상황에서 곡물 수급이 원활하지 않은 경우, 농작물 생산에 필요한 기술 등의 여력이 충분하더라도 수자원 및 농경지 부족으로 필요한 양의 농작물 생산에 어려움을 겪을 수도 있다. 특히 한정된 수자원에 대하여 농업, 생활 및 공업용수 등의 이용에 대한 갈등을 야기할 수 있다. 위와 같이 사료용 옥수수와 밀의 수입을 통한 농업용수의 양과 경작지 대체 면적이 많은 상황에서 정부는 2010년 기준으로 37.5%인 자급률을 2015년과 2020년에 각각 41.2%와 44.4%로 목표치 설정하였다. 이와 같이 설정한 식량자급률 목표치 달성을 위해서는 사료용 곡물의 국내생산 증대가 불가피함을 고려할 때, 향후 사료용 곡물 국내생산을 위한 농업용수와 경작지 확보가 필수적이며, 이를 위한 다양한 정책 수립시 수자원 및 농경지 소요량 추정 등의 기초 자료로 본 연구 결과가 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구는 축산사료의 주요 원료인 옥수수와 밀에 초점을 두고 연구가 이루어졌는데, 향후 기타 사료작물 및 조사료에 관련된 연구가 추가로 이루어진다면, 보다 종합적으로 국내 사료용 곡물의 국내자급 향상

을 위한 정책대응 방안 탐색이 가능할 것으로 판단된다.

### 인용문헌

- Allan, J. A. 1998.** Virtual water: A strategic resource global solutions to regional deficits, *Ground Water*, 36: 545-546.
- Chapagain, A.K. and Hoekstra, A.Y. 2004.** Water footprints of nations, *Value of Water Research Report Series No. 16*. UNESCO-IHE Institute for Water Education.
- Kim, J.J., Park, S.J. and Park, J.J. 2011.** Necessity of water management policy utilizing virtual water trade concept. *Water for Future* 44 (1):103-110.
- Yoo, S.H., Choi, J.Y., Kim, T.G. Im, J.B. and Chun, C.H. 2009.** Estimation of crop virtual water in Korea. *Journal of Korea Water Resources Association* 42 (11): 911-920 (in Korean).
- Yoo, S.H., Kim, T.G., Choi, J.Y. and Im, J.B. 2011.** Estimation of the international virtual water flow of grain crop products in Korea. *Paddy Water Environ* (DOI 10.1007/s10333-011-0267-1).
- 건설교통부. 2006.** 수자원장기종합계획 (Water Vision 2020).
- 농림수산식품부. 2011.** 농림수산식품 주요통계.
- 농림수산식품부. 2010.** 식량자급률 개념정립 및 새로운 목표치 설정 연구.
- 농수산물유통공사. Homepage. 2012.** Available at <http://www.kati.net/>
- 농촌진흥청. 2012.** 품목별 관리메뉴얼, <http://www.rda.go.kr/>, accessed 2012. 04. 27.
- 한국농촌경제연구원. 2011.** 식품수급표.