단보

한국의 밀 수입과 기후변동 -미국을 사례로-

허인혜¹ · 이승호²

¹건국대학교 기후연구소 · ²건국대학교 지리학과
(2015년 6월 17일 접수, 2015년 6월 24일 수정, 2015년 6월 25일 게재 확정)

Wheat Import of South Korea and Climate Variation: in the case of the United States

Inhye Heo¹ · Seungho Lee²

¹Climate Research Institute, Konkuk University

²Department of Geography, Konkuk University

(Received 17 June 2015, Revised 24 June 2015, Accepted 25 June 2015)

Abstract : In this study, the relationships between the wheat imports of South Korea and the climate of wheat production areas (the United States is selected as an example) during 1995-2014 are analyzed. While the wheat imports in South Korea have increased in the second half of the analysis period compared to the first half, wheat imports from the United States have decreased somewhat in the second half than the first half. The unit cost of wheat import from the United States is unstable in the second half due to the increasing tendency of unit cost of wheat imports since 2007 and the enhanced variability. Wheat yields of Kansas (winter wheat) and North Dakota (spring wheat) in the major wheat growing regions in the United States are affected by precipitation during growing period and high-temperature condition before harvest, respectively. The unit cost of wheat imports from the United States to South Korea was caused by the impact of fluctuations in precipitation of Kansas, rather than temperature condition of North Dakota.

Key Words : the unit cost of wheat import, fluctuations in precipitation, high-temperature, winter wheat, spring wheat

주요어 : 밀 수입단가, 강수변동, 고온현상, 겨울밀, 봄밀

1. 서론

기후변화는 지역적 규모로 여러 분야에 국지적인 영향을 미칠 뿐만 아니라 글로벌 아젠다로서 전

구적 규모로 다양한 분야에 영향을 미치고 있다. 특히 농업은 기후조건에 가장 민감하고 취약한 분야이다(Cho, 2008). 최근 가뭄, 호우, 폭설, 폭염, 한파 등의 극한 기후현상의 빈번한 출현은 병해충

의 증가 등으로 농산품의 생산성과 품질 관리를 어렵게 함으로써 기후변화로 인한 농업생태계의 안정성을 위협하고 있다.

인류는 농업 기술이 발전함으로써 식량 부족에서 벗어날 수 있었으나 최근 가축의 사료, 바이오 에너지용 농작물 등에 의해 곡물 소비가 증가하면서 식량위기에 관한 우려가 증가하고 있다(Lee *et al.*, 2009). 이와 같은 수요 측면의 비관적인 요인과 공급 측면의 기후변화로 인한 불안정성은 식량 안정에 부정적인 영향을 미칠 수 있다.

기후변화로 인한 이상 기상 현상은 주요 곡물 수출국과 수입국의 수출량과 수입량을 변화시켜 국제곡물시장에 영향을 미치게 된다. 국제곡물시장에서 공급량에 대한 가격의 변화 정도를 나타내는 지표인 가격신축성계수를 살펴보면 밀(3.23), 쌀(2.39), 대두(2.31), 옥수수(2.15) 등의 순서이다. 곡물시장이 교란될 때 가격변동의 진폭이 가장 크고 불안정한 대표 작물이 밀이다(Kim *et al.*, 2012).

소수의 수출국과 수입국에 집중되어 있는 국제곡물시장은 전구 규모의 식량 안정을 불확실하게 하는 요인이다. 한국의 곡물 자급률은 26%로 일본, 이집트, 멕시코에 이어 세계 4위의 곡물 수입국이다. 곡물 수입의 대부분을 특정 국가와 회사에 의존하고 있어 곡물 수급에 문제가 발생할 가능성이 높다. 특히 한국의 밀 자급률은 0.5% 이하로 주요 곡물 중 수입 의존도가 가장 높은 작물로서 수출국의 생산량 하락으로 인한 밀 가격의 변동은 주요 식자재 가격 상승뿐만 아니라 제과, 라면 등 관련 가공식품가격의 동반 상승을 야기한다(Lee, 2003; Kim *et al.*, 2010). 한국의 주요 밀 수입국은 미국, 호주, 캐나다, 우크라이나, 중국 등으로 그 중 미국으로부터 35% 이상의 밀을 수입하고 있다. 미국의 세계 밀 수출 시장 점유율은 28.7%¹⁾로 미국의 밀 생산량 변동은 국제 곡물시장 변화에 큰 영향을 미칠 수 있다. 따라서 본 연구에서는 미국

을 사례로 하여 기후환경을 반영한 밀 생산량의 변동이 국내 밀 수입에 미치는 영향을 파악하고자 하였다.

2. 자료 및 방법

본 연구에서 이용한 자료는 한국의 밀 수입 현황 자료와 미국의 밀 생산성 분석을 위한 기후자료 및 밀 생산 현황 자료이다. 연구의 분석기간은 관세청에서 국내 밀 수입 현황의 연별 자료를 제공하고 있는 1995~2014년(20년간)이다. 국내 밀 수입 자료는 한국 관세청에서 제공하는 수출입 무역 통계값으로 밀 수입량과 밀 수입액을 국가별로 분류하여 이용하였다. 밀 수입액은 2010년 한국은행에서 제시한 물가 환율을 참조하여 재가공하였다.

미국의 밀 생산성을 평가하기 위한 기후자료는 미국 NOAA에서 제공하는 월별기온자료(평균기온, 최고기온, 최저기온, 고온(32.2℃) 발생 일수 등), 월별 강수량(강수일수, 강수량 등) 등이다. 또한 미국의 밀 생산 현황을 분석하기 위하여 미국 농무부에서 제공하는 각 주별 밀 생산량과 밀 재배면적 등을 자료화하였다.

미국에서 재배하고 있는 밀의 종류는 봄밀과 겨울밀로 분류된다. 미국 밀 생산량의 3/4 이상을 겨울밀이 차지하고 있지만(Song *et al.*, 2013) 한국에서는 주로 면류로 이용되는 겨울밀과 제과류로 이용되는 봄밀 모두 수입하는 실정이다. 미국에서 우리나라 주요 항구에 도착하는 곡류 이동 경로는 “중북부의 생산지-미시시피강-바지선-뉴올리언스항-파나마 운하-한국”이라는 해상운송경로와 “생산지-철도를 이용한 포틀랜드 항구-태평양-한국”이라는 육로운송경로를 포함한다. 미국에서 국내로 수입되는 밀은 주로 포틀랜드 항구를 이용하고 있다(<http://www.kati.net>). Figure 1에서와

Figure 1. Study area of wheat productivity in the United States.

같이 실제 겨울밀과 봄밀의 재배지는 전 지역에 분포하지만 미국 동부 지방은 해상운송경로와 육로 운송경로 모두 타산이 맞지 않아 국내에서는 수입을 하지 않는다²⁾. 따라서 국내에 수입되는 미국의 주요 밀 재배지역은 12개 주(워싱턴, 오리건, 아이다호, 몬태나, 노스다코타, 사우스다코타, 미네소타, 네브래스카, 콜로라도, 캔자스, 오클라호마, 텍사스)로 국한된다.

각 주의 카운티에서 재배한 밀은 주요 해안의 터미널로 모여 한꺼번에 수출이 관리되기 때문에 국내에 수입되는 밀이 정확하게 어느 주에서 생산되는지 파악하는 것은 어렵다. 따라서 본 연구에서는 국내에 수입되고 있는 미국 내 12개 주의 밀 생산 현황을 분석하여 재배면적이 가장 넓고 생산량이 가장 많은 캔자스와 노스다코타를 사례 지역으로 선정하였다. 캔자스(KS)는 겨울밀 재배가 100% 이루어지고 있는 지역이고 노스다코타(ND)는 봄밀이 99% 이상 재배 되고 있는 지역이므로 각각 겨울밀과 봄밀의 기후 변동에 따른 생산성을

평가하는데 대표 지역으로서의 역할이 가능하다고 할 수 있다(Table 1).

미국의 밀 생산성을 평가하기 위해서 캔자스와 노스다코타의 1995~2014년까지의 밀 생산단수를 분석하였다. 밀 단수는 재배면적당 생산량을 의미하므로 재배면적의 증가 또는 감소와 상관없이 일 정면적을 기준으로 각 지역의 연별 생산성 표현이 가능하다. 생산성이 우수한 해와 생산성이 저조한 해를 구분하여 해당 연도의 기후 조건을 비교 하였다. 곡물 생산에 직접적인 영향을 미치는 기온과 강수 자료는 선행 연구(Sacks *et al.*, 2010; USDA, 2010)를 참조하여 각 주의 밀 파종시기, 밀 생육시기, 밀 수확시기를 구분하여 해당 기간의 기후 자료를 분석하였다(Table 2).

국내 밀 수입 현황과 미국의 밀 생산성을 파악하기 위하여 분석기간을 전반기(1995~2004년)와 후반기(2005~2014년)로 구분하여 비교 분석하였다. 밀 수입량과 수입액 수치의 전후반기 변화와 각각의 변동성을 분석하여 한국의 밀 수입 현황의 안정

Table 1. State of wheat production in the United States.

State	Average production area (ha)	Average production amount (ton)	Spring wheat ratio (%)	Winter wheat ratio (%)
Nebraska	725,197	1,846,301	52.6	47.4
North Dakota	2,864,772	6,634,717	99.2	0.8
Montana	2,070,778	4,206,762	67.4	32.6
Minnesota	748,082	2,210,224	98.7	1.3
South Dakota	1,273,547	3,028,968	58.7	41.3
Idaho	537,828	2,672,656	44.9	55.1
Oregon	376,156	1,405,612	11.0	89.0
Oklahoma	2,413,952	3,357,518	0.0	100.0
Washington	977,519	3,849,393	14.4	85.6
Kansas	4,050,907	9,436,028	0.0	100.0
Colorado	1,028,429	2,049,967	3.0	97.0
Texas	2,421,034	2,457,068	0.0	100.0

Table 2. Wheat usual planting and harvesting dates.

	Usual planting dates			Usual harvesting dates		
	Begin	Most active	End	Begin	Most active	End
KS	Sep 10	Sep 15~Oct 20	Nov 1	Jun 15	Jun 20~Jul 5	Jul 15
ND	Apr 16	Apr 24~May 25	Jun 3	Aug 1	Aug 8~Sep 13	Sep 25

성을 파악하고자 하였다. 또한 밀 생산지의 기후 조건에 의한 한국의 밀 수입 변동성을 파악하기 위하여 미국의 대표 밀 재배지역의 밀 생산에 영향을 미치는 기후 지수를 선정한 후 각 기후 지수의 변동이 미국으로부터의 한국 밀 수입에 미치는 영향을 분석하였다.

3. 국내 밀 수입 변동

한국의 밀 수입량과 수입액 변동은 Figure 2와 같다. 최근 20년 동안의 밀 수입량은 전반기에는 3,572,540ton, 후반기에는 3,997,772ton으로 다소 증가하였지만 밀 수입량의 변동을 살펴보면 전반기 표준편차가 0.82였던 것이 하반기 1.12로 증가

하면서 최근 10년간의 밀 수입량 변동이 더 커졌다는 것을 확인할 수 있다. 밀 수입액은 밀 수입량에 비하여 전반적으로 증가하는 경향이 더 뚜렷하다. 전반기 10년간의 밀 수입액이 평균 807,760,000\$이었다면 하반기 10년간의 밀 수입액은 평균 1,169,029,000\$로 증가하였다. 밀 수입액의 변동도 전반기에 비하여 후반기에 변동성이 크다. 전반기에는 표준편차가 0.47이었던 것이 최근 10년간에는 1.07로 증가하여 밀 수입량의 변동성 증가보다 더 큰 증가폭을 보인다.

Table 3은 한국의 주요 밀 수입국의 수입량과 수입액의 비율을 나타낸 것이다. 미국이 전체 밀 수입량의 35.4%를 차지하고 호주가 29.0%, 캐나다 11.3% 등의 순으로 국내 밀 수입의 70% 이상이 주요 3개국에서 이루어지고 있다. 중국은 세계 최대

Figure 2. Variation of the amount of wheat import (left) and the total cost of wheat import (right) in Korea.

Table 3. State of wheat import in South Korea.

		United States	Australia	Canada	Ukraine	China	India
Import ranking		1	2	3	4	5	6
Import volume	ton	26,571,153	19,658,699	8,012,092	6,956,006	3,450,437	2,618,195
	ratio (%)	35.4	29.0	11.3	8.9	6.3	4.8
The total cost of import	1000\$	6,549,802	4,808,704	1,791,220	1,104,674	523,477	667,148
	ratio (%)	29.9	29.4	8.6	6.5	3.0	3.9

밀 생산국에 포함되지만 자국 내 밀 수요량의 급증으로 2008년부터 곡물 수출정책에 제한을 두어 수출잠정관세를 20~25% 부과하였다. 이로 인하여 중국으로부터의 밀 수입량은 2007년 1,046,216ton이었던 것이 2008년에 16,663ton으로 급격하게 감소하였고, 이후 0~3ton의 수입량을 유지하며 한국의 주요 밀 수입국으로서의 영향력이 다소 감소되었다(자료 미제시).

미국으로부터 국내로 수입되는 밀 수입량과 수입액의 연별 변동은 Figure 3과 같다. 분석기간 중 미국에서 수입한 평균 밀 구매량은 전반기에 1,417,416ton이었던 것이 후반기에 1,367,346ton으로 다소 감소하였다. 한국의 밀 수입량이 전반기에 비하여 후반기에 증가했던 것과 상대적으로

로 다른 형태를 보이고 있다. 이는 미국 밀의 수입량 감소 부분이 호주, 캐나다 등의 다른 국가로 분산되어 밀 수입량이 조절된다는 것을 추정할 수 있다. 호주와 캐나다는 전반기에 각각 939,736ton, 294,842ton이었던 것이 후반기에 각각 1,128,328ton, 557,108ton으로 수치가 증가하였다(자료 미제시). 또한 후반기 10년간은 전반기에 비하여 밀 수입량의 변동이 매우 뚜렷해졌다. 밀수입량과 비례하여 밀 수입액의 변동이 더 큰 것으로 보아 매년 수입 단가가 안정적이지 않음을 확인할 수 있다.

Figure 4는 분석기간 동안 미국으로부터 수입한 밀의 전체 수입량, 수입액 그리고 수입단가에서 매해의 수입량, 수입액, 수입단가의 비율을 도식

Figure 3. Variation of the amount of wheat import (left) and the total cost of wheat import (right) from the United States.

Figure 4. Variation on ratios of unit cost of wheat import from the United States.

화한 것이다. 앞서 분석된 바와 같이 전반기와 후반기의 수입량 비율은 각각 5.09%, 4.91%로 다소 감소한 것에 비하여 전후반기 수입액 비율은 전반기 4.55%, 후반기 5.45%로 상대적으로 증가 폭이 크다.

수입단가의 비율은 전반기 4.44%였던 것이 후반기 5.56%로 증가하였다. 전반기에 비하여 후반

기의 밀 수입량은 감소하였지만 밀 수입액이 증가하였기 때문에 특히 2000년대 전후로 비교적 낮은 수입단가 비율을 보이며 통계적으로 유의하게 증가하는 경향이다. 2007년 이후에는 그 증가의 경향이 더욱 뚜렷해져 2008년의 경우 분석 기간 중에 수입단가가 0.51\$/ton을 기록하며 그 비율이 8.80%로 가장 높은 값을 차지하였다. 이후

2011년과 2013년에도 수입단가가 각각 0.38\$/ton, 0.35\$/ton로 전체 수입단가 비율에서 각각 6.59%와 6.06%로 비교적 큰 수치를 나타냈다. 2007년 이후의 수입단가 비율의 변동은 표준편차 1.31이지만 1990년대 말부터 2006년까지의 수입단가 비율의 표준편차는 0.28로 그 차이가 발생하여 국내 미국으로부터의 밀 수입이 최근 더 불안정해지고 있음을 확인할 수 있다.

4. 미국 밀 생산성 평가

1) 생산성 평가 기후 지수

이상기후와 기후변화는 농작물 생산성에 미치는 영향이 크다. 밀은 대표적인 주곡 작물로 기후로 인한 영향과 기후변화에 의한 생산성 예측과 관련된 연구가 다수 진행되었다(Schillinger *et al.*, 2008; Liu *et al.*, 2010; Asseng *et al.*, 2011; Zheng *et al.*, 2012; Liu *et al.*, 2014). 밀 생산성에 영향을 미치는 가장 주요한 기후요소는 기온과 강수량으로 대부분의 연구에서 각 기후요소의 특징과 관련하여 파종시기와 생육시기 그리고 수확시기와의 관계가 높다고 하였다. 밀 생산량에 영향을 미칠 수 있는 기간은 파종시기와 수확 전 시기를 들 수 있다.

Asseng *et al.*(2011)에 의하면 밀 생육시기의 평균 기온이 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 변화할 경우 오스트레일리아 밀 생산량의 50% 이상이 감소하였다고 하였으며 34°C 이상의 고온 현상이 출현할 경우 또한 잎 마름병으로 인하여 생산량이 감소한다고 하였다. Liu *et al.*(2014)의 연구에서도 중국을 사례로 열 스트레스 기준 30°C 이상의 고온이 나타날 경우 온난한 남부 지역보다 한랭한 북부 지역에서 생산성이 감소한다고 하였다.

또한 기온이 밀 생산량에 영향을 미치는 기간은

출수기에서 등숙기까지 기간인 수확 1개월에서 2개월 전이 고려될 수 있다(Muchow *et al.*, 1990; Asseng *et al.*, 2011). 본 연구에서는 고온 현상이 밀 생산성에 미치는 영향을 파악하기 위하여 생육 기간동안의 NOAA에서 제공하고 있는 미국의 고온 현상 기준인 32.2°C 이상 일수의 변화를 분석하였고 수확 전 2개월간의 평균기온, 최고기온, 최저기온을 분석하였다. 따라서 캔자스의 기온 분석 기간은 수확 전 생육기간인 4월과 5월이며 노스다코타의 기온 분석 기간은 6월과 7월이다(Table 1 참조).

밀은 비교적 다른 작물에 비하여 가뭄에 강한 작물이다. 그러나 밀 수확량을 확보하기 위해서는 적절한 강수현상이 영향을 미칠 수 있다. 밀을 파종하기 전의 토양 수분 상태는 밀 농사에 중요한 요인이므로 파종시기의 강수량이 고려될 수 있다. 또한 생육기간의 강수량과 수확시기의 강수일수와 강수량도 주요 고려 대상이 될 수 있다. 수확기의 강수 일수가 증가할 경우 수확 시기를 놓치게 되어 밀곡의 품질과 수확량이 영향을 받게 된다. 본 연구에서는 파종시기의 강수량과 수확시기의 강수일수 등을 밀 생산성 평가를 위한 지수로 선정하였다. 따라서 캔자스는 파종시기인 9월의 강수량과 강수일수를 분석하고 노스다코타는 파종시기인 4월의 강수량과 강수일수를 분석에 이용하였다. 또한 캔자스와 노스다코타 지역의 수확시기를 고려하여 각각 5월 강수일수, 8월 강수일수 등을 선정하였다.

2) 생산성과 기후와의 관계

Figure 5는 미국의 캔자스와 노스다코타의 밀 생산성을 파악하기 위하여 두 지역의 재배면적당(ha) 밀생산량(ton)인 밀 단수의 변동을 나타낸 것이다. 캔자스의 밀 단수는 전반기 2.37ton/ha에 비하여 후반기에 2.33ton/ha으로 다소 감소하였고

Figure 5. Changes of wheat grain yields(ton/ha).

노스다코타는 2.10ton/ha이었던 것이 2.61ton/ha로 비교적 증가하였다. 겨울밀을 재배하고 있는 캔자스의 경우 분석 기간 중 전반기에 비하여 후반기의 평균이 감소한 것과 같이 표준편차도 전반기 0.61이었던 것이 후반기에 0.41로 감소하여 밀 단수의 변동성은 전반기가 더 큰 것을 확인 할 수 있다. 반면에 봄밀을 재배하고 있는 노스다코타는 표준편차가 전반기 0.37에서 후반기 0.45로 증가하면서 최근 10년간의 밀 단수 변동성이 더 뚜렷해졌다.

봄밀을 재배하는 노스다코타의 밀 단수는 겨울밀을 재배하는 캔자스의 밀 단수에 비하여 변화 경향이 뚜렷하다. 캔자스 밀 단수의 경우 뚜렷한 변화 경향을 나타나지 않았던 것에 비하여 노스다코타의 밀 단수는 $Y=0.89X-1756.52$ 선형 회귀식에서 통계적으로 유의한 증가 경향을 보인다. 즉 겨울밀 재배 지역인 캔자스에 비하여 봄밀 재배 지역인 노스다코타의 밀 생산성의 증가 경향이 뚜렷하다. 밀 수확량이 증가하기 위해서는 기후조건과 토양과 같이 밀 재배에 직접적으로 영향을 미치는

자연환경의 변화 또는 품종개량과 같은 인위적 변화가 선행된다. 따라서 캔자스에 비하여 노스다코타의 밀 수확량 증가의 환경이 유리해 졌음을 추정할 수 있지만 자연환경의 변화에 의한 것인지 밀 품종 등의 과학 기술 발전에 의한 것인지는 고려해야 할 것이다.

캔자스의 밀 단수와 생산성에 영향을 미칠 수 있는 기후 조건들의 상관관계를 보았을 때 기온과는 뚜렷한 상관관계가 나타나지 않았다. Figure 6과 같이 캔자스의 밀 단수와 상관관계를 보이는 기후 요소는 생육기간(수확 전년 9월~수확한 해 4월)의 강수량과 강수일수이다. 캔자스의 밀 단수는 생육기간의 강수량과 $r = 0.501$ 로 유의수준 $\alpha=0.01$ 에서 통계적으로 유의하며 생육기간의 강수일수와는 $r=0.453$ 으로 통계적 유의한 관계이다. 분석기간의 연별 캔자스 밀 단수 하위 5개년(1995년, 1996년, 2002년, 2007년, 2014년)과 상위 5개년(1997년, 1998년, 1999년, 2003년, 2010년)을 선정하여 전체 분석기간의 생육기간 평균 강수량(355mm), 강수일수(36일)와 비교하였을 때 하위 5개년의 평균

Figure 6. Relationships of wheat grain yields and rainfall in growing period in Kansas (left: wheat grain yields vs. precipitation, right: wheat grain yields vs. number of days with precipitation).

Figure 7. Relationships of wheat grain yields and average temperature of June and July in North Dakota (left: wheat grain yields vs. mean temperature from June to July, right: wheat grain yields vs. number of days over 32.2°C from June to July).

강수량과 강수일수는 각각 290mm, 29일이었고, 상위 5개년의 생육기간 평균 강수량과 강수일수는 각각 424mm, 43일로 상대적으로 높은 수치를 보였다.

봄밀을 재배하고 있는 노스다코타는 캔자스와는 달리 강수량과의 관계보다 기온과의 관계가 뚜렷하다(Figure 7). 특히 밀 단수와 수확 전 2개월간 기온과의 관계를 살펴보았을 때 6월부터 7월까지

의 밀 단수와 평균기온, 최고기온과의 상관관계가 각각 $r=-0.370$, $r=-0.345$ 로 유의수준 $\alpha=0.05$ 에서 통계적으로 유의하였다. 또한 고온 현상과의 관계를 분석하고자 기온 32.2°C 이상인 날과 밀 단수의 분석 결과에서도 $r=-0.357$ 로 유의수준 $\alpha=0.05$ 에서 통계적으로 유의한 관계를 나타냈다. 봄밀의 단수가 낮은 5개년(1995년, 1997년, 1999년, 2002년, 2006년)의 고온 일수(32.2°C 이상)는 분석기

간의 평균 고온 일수(1.4일)보다 1.2일 높은 수치를 보였다. 반면에 봄밀 단수가 높은 5개년(2009년, 2010년, 2012년, 2013년, 2014년)의 고온 일수는 0.8일로 낮은 값을 나타내며 수확 전 2개월 간의 고온 현상이 노스다코타의 봄밀 수확량에 미치는 영향을 파악할 수 있었다.

5. 토의

밀 단수는 밀 생산성을 평가할 수 있는 요소이다. 밀 단수에 직접적인 영향을 미치는 기온과 강수 현상의 변동 및 변화는 국제곡물시장에 영향을 미칠 수 있다. Table 4는 미국으로부터 한국에 수입한 밀 수입단가가 가장 높은 4개년(1996년, 2008년, 2011년, 2013년)과 낮은 4개년(1999년, 2000년, 2001년, 2002년)을 선정하여 캔자스와 노스다코타의 해당 시기 기후 조건을 비교한 것이다. 한국에 수입되는 미국 밀은 겨울밀과 봄밀이 모두 수입되고 있으므로 미국의 기후조건과 밀 수입단가와와의 관계를 비교할 때 겨울밀에 민감한 영향을 미치는 강수 자료와 봄밀에 뚜렷한 영향을 미

치는 기온 자료를 이용하였다.

분석기간의 캔자스와 노스다코타의 기온과 강수 자료를 비교할 때 미국으로부터의 한국 밀 수입단가는 낮은 시기와 높은 시기 모두 캔자스 기온 조건과 큰 차이가 발생하지 않았다. 고온 현상이 출현할 때의 기후 조건이 밀 생산에 부정적인 영향을 미치므로 한국의 밀 수입단가와 고온과의 관계를 기대할 수 있지만 Table 4와 같이 낮은 단가일 때 오히려 고온 현상이 출현하는 것을 확인할 수 있다.

반면에 캔자스의 강수 현상과 밀 수입단가와와의 관계를 살펴보면 생육기간의 강수량과 강수일수가 분석기간의 평균보다 많을 경우 밀 수입 단가가 낮아지고, 생육기간의 강수량과 강수일수가 적을 때 밀 수입 단가가 높은 값을 보인다. 이러한 현상과 유사하게 기온과의 관계보다는 밀 가격과 강수와의 관계가 세계적인 곡물 파동의 주요 원인으로 주목받아왔다. 호주의 지속적인 가뭄 등은 2007년 전 세계적인 곡물파동을 야기시켰고, 2011년 흑해 지역과 미국의 가뭄은 국제 밀 가격을 급증시키는 주요 원인이 되었다.

밀 수입단가가 노스다코타의 기후보다 캔자스

Table 4. Unit cost of the wheat import from the United States and climate in the United States.

	Climatic index	Average climatic value (1995–2014)	Lower unit cost of import	Higher unit cost of import
Kansas	Annual precipitation (mm)	764.0	735.0	773.0
	Precipitation of growing period (mm)	358.1	401.4	296.6
	Number of days with precipitation during growing period	36.2	39.6	30.0
North Dakota	Number of days over 32.2℃ during June and July	4.4	1.6	1.1
	Mean temperature during June and July (℃)	19.3	19.5	18.9
	Maximum temperature during June and July (℃)	25.9	28.0	25.9

지역 기후와 관계가 밀접한 원인은 자연환경 외에 수입량도 고려해야 할 것이다. 캔자스 지역은 미국에서 가장 많은 양의 밀을 생산하고 있으며 한국에서도 가장 많은 양을 수입하고 있다. 따라서 미국으로부터의 한국의 밀 수입단가는 노스다코타에 비하여 캔자스 기후 조건에 더 영향을 받을 수 있을 것이라고 추정할 수 있다.

6. 요약 및 결론

본 연구는 1995년부터 2014년까지의 한국의 밀 수입과 밀 생산지역 기후와의 관계를 미국을 사례로 파악하고자 하였다.

한국의 밀 수입량은 분석기간의 전반기 10년에 비하여 후반기에 증가하였으나 호주와 캐나다 등에서의 수입량이 점차 증가하면서 미국에서의 밀 수입량은 전반기에 비하여 후반기에 다소 감소하였다. 밀 수입 단가는 2007년 이후 증가 경향이 뚜렷하고 변동성도 커져 미국으로부터의 밀 수입이 전반기에 비하여 후반기에 불안정하다. 미국의 대표적인 밀 재배 지역인 캔자스와 노스다코타는 밀 수확량에 각각 강수량과 기온의 영향을 받고 있다. 겨울밀을 재배하는 캔자스는 생육기간인 수확 전년의 9월부터 수확하는 해의 4월까지의 강수량과 강수일수와 정적인 상관관계를 보인다. 봄밀을 주로 재배하고 있는 노스다코타는 수확하기 전 2개월인 6월과 7월의 평균기온과 최고기온과의 부적인 상관관계를 나타낸다. 또한 같은 시기의 고온 현상 출현일수와도 통계적으로 유의한 부적인 상관관계이다. 미국으로부터의 밀 수입단가와 미국의 대표적인 밀 재배 지역의 기후 변동을 비교하면 노스다코타의 기온 보다는 곡물파동과 같이 국제곡물시장에 극단적인 영향을 미칠 수 있는 캔자스의 강수 조건에 의해 한국의 밀 수입단가 변동이

발생하였다.

그러나 한국의 밀 수입은 생산 지역의 기후 조건 뿐만 아니라 무역 관계에서 발생할 수 있는 다양한 요인을 고려해야 할 것이다. 최근 밀 수입이 증가한 호주와 캐나다 등의 기후 변동은 미국으로부터 한국으로의 밀 수입량을 다각적으로 조정할 수 있을 것이다. 미국의 기후 변동도 다른 국가로부터의 밀 수입량을 조절하는 요인이 될 수 있다. 따라서 향후 본 연구에서의 사례지역이었던 미국을 포함하여 한국의 주요 밀 수입국을 모두 포함한 각 국가별 기후변동에 의한 한국의 밀 수입 변화에 관한 연구가 필요하다.

사사

이 논문은 2013년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2013 S1A3A2052995).

주

- 1) FAS/USDA PSD online, 2010~2011년 자료
- 2) 대한 제분 종합연구소와 미국소맥협회 한국연락사무소는 미국의 동부 지역은 거리가 멀어서 실제 밀 수입이 이루어지지 않으며 캘리포니아 또한 주요 수입처가 아니라고 하였다.

참고문헌

- Asseng, S., Foster, I., and Turner, N. C., 2011, The impact of temperature variability on wheat yields. *Global Change Biology*, 17(2), 997-1012.
- Cho, E. Y., 2008, *The effect of climate change on agricultural production*, Master's thesis, Sookmyong women's university, 94 (in Korean).

- Kim, B. R., Jun, I. S., and Yoon, J. Y., 2010, *Food security and establishment of distribution system of overseas agriculture*, Korea Rural Economic Institute, 133 (in Korean).
- Kim, C. G., Jeong, H. K., Han, S. H., Kim, J. S., and Moon, D. H., 2012, *Impacts and countermeasures of climate change on food supply in Korea*, Korea Rural Economic Institute, 163 (in Korean).
- Lee, D. S., Song, J. H., and Kim, J. S., 2009, *An analysis of the international grain market and Korea's alternative grain import strategy*, Korea Rural Economic Institute (in Korean).
- Lee, W. J., 2003, *Exporter's market power in grain import markets in Korea and analysis of pricing mechanism in feed*, Master's thesis, Korea university, 46 (in Korean).
- Liu, B., Liu, L., Tian, L., Cao, W., Zhu, Y., and Asseng, S., 2014, Post-heading heat stress and yield impact in winter wheat of China, *Global change biology*, 20(2), 372-381.
- Liu, Y., Wang, E., Yang, X., and Wang, J., 2010, Contributions of climatic and crop varietal changes to crop production in the North China Plain, since 1980s, *Global Change Biology*, 16(8), 2287-2299.
- Muchow, R. C., Sinclair, T. R., and Bennett, J. M., 1990, Temperature and solar radiation effects on potential maize yield across locations. *Agronomy journal*, 82(2), 338-343.
- Sacks, W. J., Deryng, D., Foley, J. A., and Ramankutty, N., 2010, Crop planting dates: an analysis of global patterns, *Global Ecology and Biogeography*, 19(5), 607-620.
- Schillinger, W. F., Schofstoll, S. E., and Alldredge, J. R., 2008, Available water and wheat grain yield relations in Mediterranean climate, *Field crop research*, 109(1), 45-49.
- Song, Y. H., Lee, W. K., Kwak, H. B., Kim, M. I., and Yang, S. R., 2013, Vulnerability assessment of maize and wheat production to temperature change: In case of USA and China, *Climate change research*, 4(4), 371-384 (in Korean).
- USDA, 2010, *Field Crops: Usual Planting and Harvesting Dates October 2010*, National Agricultural Statistics Service (NASS).
- Zheng, B., Chenu, K., Fernanda, Dreccer M., and Chapman, S. C., 2012, Breeding for the future: what are the potential impacts of future frost and heat events on sowing and flowering time requirements for Australian bread wheat (*Triticum aestivum*) varieties?, *Global Change Biology*, 18(9), 2899-2914.
- <http://www.kati.net>

책임 편집: 허인혜
영문 교열: 이은걸