

KREI

농산물 가격 전달체계에 관한 연구

- 세계 곡물시장을 중심으로

김종진



KREI

농산물 가격 전달체계에 관한 연구

- 세계 곡물시장을 중심으로

김종진



연구 담당

김종진 | 연구위원

워킹페이퍼 W52

농산물 가격 전달체계에 관한 연구

- 세계 곡물시장을 중심으로

등 록 | 제6-0007호(1979. 5. 25.)

발 행 | 2020. 9.

발 행 인 | 김홍상

발 행 처 | 한국농촌경제연구원

우) 58321 전라남도 나주시 빛가람로 601

대표전화 1833-5500

인 쇄 처 | 지아이지인

I S B N | 979-11-6149-401-2 93520

※ 이 책에 실린 내용은 한국농촌경제연구원의 공식 견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.

※ 이 책에 실린 내용은 출처를 명시하면 자유롭게 인용할 수 있습니다.

무단 전재하거나 복사하면 법에 저촉됩니다.

- 본 연구는 곡물 국제가격을 대상으로 동조성 및 비대칭성을 명시적으로 고려하여 가격전이 분석을 수행함.
 - 이를 통해 곡물 국제가격 형성에 대한 이해도를 높이며 향후 농산물 가격 예측모형 개발을 위한 기초자료 제공을 목적으로 하였음.
- 본 연구는 다양한 선행연구 및 실증 기초자료 분석을 통해 관련 이슈를 검토하였으며 이러한 검토를 통해 변수와 분석모형을 식별함.
- 구체적으로 본 연구에 사용된 시계열계량분석 모형은 장/단기 파급영향을 하나의 추정식으로 도출할 수 있는 ARDL과 NARDL 모형임.
 - ARDL 모형은 대칭적 가격전이를 가정하나 충격이 장단기에 반영하는 형태를 반영함.
 - 반면, NARDL 모형은 ARDL 모형의 장점을 모두 가지면서 비대칭성을 가정함.
- 가격 동조성 분석 결과는 다수의 장단기 전이 경로에서 유의미하게 추정되었으며 다양한 방향성이 존재하는 것으로 추정됨.
 - 장기적인 균형 관계로 인한 동조성에 더하여 단기적인 가격 동조성도 관측되었으며 최근에 올수록 이러한 동조성은 강화되는 것으로 추정됨.
- 다양한 유의미한 가격전이 경로에서 장기 및 단기 비대칭성이 추정되었으며 2006년 이후 비대칭성이 강화된 것으로 추정됨.

- 통계학적으로 유의미하게 추정되지 않은 다수의 가격전이 경로에서도 파급영향의 차이가 발생함.
- 바이오 에탄올 생산 증대 등에 따른 수송 연료와 곡물 간의 연계성 강화에 대한 분석 결과는 에탄올 가격 변동은 곡물 가격 변동으로 귀결되지 않으나 곡물(옥수수) 가격 변화는 에탄올 가격 변화로 이어지는 것으로 추정됨.
 - 2006년 이후 이러한 곡물에서 에탄올로의 가격전이와 전이의 비대칭성이 강화된 것으로 추정됨.
- 이상의 분석 결과는 선행연구들과 달리 곡물 가격 동조성을 고려하였으며 전이경로의 비대칭성을 명시적으로 도입했다는 측면에서 차별화됨.
 - 비대칭성을 도입하여 더욱 세분화된 경로를 식별하였으며 곡물 상호 간의 연결고리를 추정하였음.
- 분석 결과 장기적인 균형 관계 및 장단기 비대칭성이 존재하는 가격전이 경로가 다수 존재하는 것으로 추정되어 곡물 국제가격 예측모형 구축에 이러한 요소들이 반영되어야 함을 시사함.
 - 여타 농산물 가격 예측모형 구축에서도 가격 동조성, 장기 균형 관계, 비대칭성 등을 고려한 모형 설정으로 모형 예측력을 높일 수 있을 것으로 기대됨.

제1장 서론

1. 연구 배경 및 필요성	3
2. 연구 목적	5
3. 연구 방법 및 구성	6

제2장 선행연구 및 관련 모형

1. 곡물 국제가격 전이 및 예측에 관한 연구	11
2. 가격전이 모형 관련 연구	12
3. 시사점 및 본 연구의 차별성	15

제3장 곡물 가격 결정 요인 분석

1. 생산비	19
2. 여타 곡물 가격	25
3. 바이오 에너지 정책	26
4. 수급 및 기타 요인	27

제4장 분석 모형 및 자료

1. 분석 모형	31
2. 분석 자료	36

제5장 분석 결과

1. 연도자료 분석	45
2. 월별자료 분석	56

제6장 요약 및 시사점

1. 요약	77
2. 시사점	79

별첨: 세분화된 생산비 영향분석 결과	81
----------------------------	----

참고문헌	85
------------	----

제4장

〈표 4-1〉 연도별 자료의 기초통계	38
〈표 4-2〉 연도별 자료의 안정성 검정	39
〈표 4-3〉 월별 자료의 기초통계	40
〈표 4-4〉 연도별 자료의 안정성 검정	41

제5장

〈표 5-1〉 ARDL 모형을 이용한 곡물 국제가격 전이 분석 결과: 연도자료 ...	46
〈표 5-2〉 NARDL 모형을 이용한 곡물 국제가격 전이 분석 결과: 연도자료 ...	49
〈표 5-3〉 NARDL 모형을 이용한 국제곡물 가격전이 분석 결과: 2000년 전후 분석	51
〈표 5-4〉 ARDL 모형을 이용한 국제곡물 가격전이 분석 결과	57
〈표 5-5〉 NARDL 모형을 이용한 국제곡물 가격전이 분석 결과	58
〈표 5-6〉 NARDL 모형을 이용한 국제곡물 가격전이 분석 결과: 기간 구분 ...	61
〈표 5-7〉 ARDL 모형을 이용한 에탄올 가격전이 분석 결과	67
〈표 5-8〉 NARDL 모형을 이용한 에탄올 가격전이 분석 결과	69

부표

〈부표 1〉 ARDL 모형을 이용한 국제곡물 가격전이 분석 결과: 연도자료, 생산비 세분화 결과	81
〈부표 2〉 NARDL 모형을 이용한 국제곡물 가격전이 분석 결과: 연도자료, 생산비 세분화 결과	82

제3장

〈그림 3-1〉 미국 곡종별 곡물 생산비 구성	20
〈그림 3-2〉 미국 옥수수 생산비 추이	21
〈그림 3-3〉 미국 콩 생산비 추이	22
〈그림 3-4〉 미국 밀 생산비 추이	23
〈그림 3-5〉 곡종별 생산비 및 가격 추이	24
〈그림 3-6〉 곡물 상대가격(농판 가격) 추이	26

제5장

〈그림 5-1〉 옥수수 가격의 충격반응 함수	53
〈그림 5-2〉 콩 가격의 충격반응 함수	54
〈그림 5-3〉 밀 가격의 충격반응 함수	55
〈그림 5-4〉 옥수수 가격의 충격반응 함수: 월별자료 사용	64
〈그림 5-5〉 콩 가격의 충격반응 함수: 월별자료 사용	65
〈그림 5-6〉 밀 가격의 충격반응 함수: 월별자료 사용	66
〈그림 5-7〉 에탄올 가격의 충격반응 함수	71

제1장

서론



1

서론

1. 연구 배경 및 필요성

○ 생산 혹은 수요 측 요인, 바이오 에너지 정책 및 거시경제 요인 등으로 촉발된 농산물 가격의 급등락은 농산물뿐만 아니라 가공식품 물가 불안으로 이어져 국민 경제에 큰 위험 요인으로 작용해왔음.

- 특히, 농산물은 예측이 어려운 기상 상황에 의해 공급량이 크게 변동할 뿐만 아니라 수요탄력성이 작아 경미한 생산 및 소비 측면의 충격에도 가격이 크게 변동하는 특성을 가짐.
- 반면, 대부분의 농산물은 국민 생활의 필수적인 재화로 농산물 가격 변동은 가계소비지출 변동으로 이어져 서민 경제에 큰 부담으로 작용함.
- 따라서 정부는 농산물 수급 및 가격 안정을 위한 다양한 정책을 시행 중이며 국민적 관심도도 매우 높음.

○ 특히, 세계 곡물시장은 주기적으로 가격이 급등락하면서 국내 사료 및 가공식품 물가 불안의 주요 요인으로 작용함.

- 쌀 이외의 대부분의 곡물을 수입에 의존하는 구조로 인해 세계 곡물 가격 변동은 밀가루, 전분당, 사료 등의 곡물 가공품 물가 변동으로 이어지며 국내 축산물 및 가공식품 물가 불안으로 귀결됨.
- 2007~2008년의 세계 곡물시장 위기로 국내로 수입되는 곡물 국제가격은 두 배 이상 상승하였으며 이로 인해 2000년대 초반 대비 2008년 국내 사료와 식품 물가는 각각 45.7%, 69.5%나 상승함(김종진 외 2014).

○ 여타 농산물과 같이 곡물 국제가격은 중장기적으로는 생산비 수준에서 결정되나 단기적으로는 생산, 유통, 수요 등의 시장 내적인 요인뿐만 아니라 거시경제 변수 등 다양한 요인에 의해서 결정됨에 따라 곡물 국제가격을 예측하는 것은 더욱 어려워짐.

- 이러한 농산물 가격 변동 요인은 일정 시차를 두고 가격에 반영될 뿐만 아니라 요인별로 반영 정도가 상이함.
- 또한, 실물 자원 및 상품의 금융화(financialization)로 곡물 국제가격은 금융시장의 투기적 요소에 영향을 받을 뿐만 아니라 여타 실물자산과의 동조화 현상이 심해지고 있음.
- 따라서 예측력 높은 모형을 설계하기 위해서는 이러한 가격 변동 요인 및 전달체계에 대한 정밀한 분석이 요구됨.

○ 더하여 생산비 등의 농산물 가격 변동 요인은 많은 경우 비대칭적으로 이루어질 뿐만 아니라 여러 요인들이 결합될 경우 개별효과의 합과 다르게 나타날 수 있다는 측면을 고려할 필요성이 존재함.

- 농산물을 대상으로 한 가격전이의 비대칭성에 대한 국내외의 다양한 연구

결과에도 대부분의 예측모형은 대칭적 가격전이를 가정함. 또한 가격 결정 요인들은 상호 상쇄(대체) 혹은 증폭(보완)될 수 있다는 측면도 고려되지 못함.

○ 따라서 본 연구는 가격전이의 비대칭성, 변동 요인들 간의 상호 관계에 대한 명시적인 고려를 통해 곡물 국제가격 형성의 이해도를 높이며 곡물 국제가격 예측모형 개발을 위한 기초자료를 제공할 필요가 있음.

- 세계 곡물시장에서의 가격 전달체계에 관한 연구는 국제곡물조기경보시스템의 예측력 개선에 직접적으로 기여할 수 있을 뿐만 아니라 개발된 방법론은 국내 여타 농산물 가격 예측모형 개선에 활용될 수 있음.
- 즉, 세계 곡물 가격을 사례로 가격전이 형태를 분석함으로써 국내 여타 농산물에도 적용할 수 있는 농산물 예측모형 개발을 위한 기초자료로의 활용을 기대할 수 있음.

2. 연구 목적

○ 본 연구의 목적은 세계 곡물시장을 중심으로 곡물 수급 및 수급 이외의 요인이 가격에 반영되는 행태를 분석함으로써 여타 국내 농산물에도 적용 가능한 가격전이 및 예측모형을 제시하는 것임.

- 국내외의 관련 연구를 검토하여 연구 방법론 및 주요 연구내용을 소개함.
- 시계열 자료 및 계량분석 모형을 이용하여 곡물 국제가격의 가격 전달체계를 추정함.
- 농산물 가격 전달체계 및 예측모형 개발을 위한 시사점을 도출함.

- 특히, 본 연구는 세계 곡물시장을 대상으로 농산물 가격 전달체계를 분석함으로써 곡물 국제가격 예측 및 세계 곡물시장 위기 발생 여부 예측모형 개발에 직접적인 기여를 목적으로 함.

3. 연구 방법 및 구성

3.1. 연구 방법

- 본 연구는 문헌 연구와 함께 시계열 계량분석 모형을 통한 실증분석 방법을 주로 사용함.
- 문헌 연구를 통해 세계 곡물시장에 영향을 미치는 요인들을 식별하고 세계 곡물시장 가격전이 및 예측모형을 검토하여 각 모형들의 장단점 및 본 연구에서의 사용 가능성을 검토함.
- 가격전이를 분석하기 위해서는 시계열 계량분석 모형을 주로 사용하며 비대칭성을 가정하지 않는 ARDL(Autoregressive Distributed Lagged Model) 모형과 비대칭성을 가정하는 NARDL(Nonlinear ARDL) 모형을 함께 분석하여 결과를 비교 분석함.
 - 기초자료 분석 등을 통해 곡물 국제가격에 영향을 미치는 요인들의 추이 및 영향에 대한 추세분석을 수행함.

3.2. 연구의 구성

- 제2장에서 문헌 연구를 통해 곡물 국제가격에 영향을 미치는 요인 및 가격전이 모형을 식별함.
 - 구체적으로 곡물 국제가격 예측모형, 가격전이 모형 관련 선행연구를 검토하여 변수 및 사용 모형을 식별함.
- 제3장에서는 사전적 분석으로 곡물 가격 결정 요인에 대한 추이 및 영향 가능성을 실제 데이터를 사용하여 검토하여 변수를 식별함.
- 제4장에서는 분석 모형과 자료를 설명하고 5절에서는 분석 결과를 정리함.
 - 실증분석은 연간자료와 월자료를 함께 사용하고 분석하여 분석 결과를 비교함. 생산비의 경우 연도자료 사용이 타당하다는 인식에서 연도자료도 사용함.
 - 곡물 가격전이에 대하여 옥수수를 주원료로 생산되는 바이오 에탄올 가격전이 형태도 분석함.
- 마지막으로 제5장 및 제6장에서는 분석 결과를 요약하고 시사점을 도출함.

제2장

선행연구 및 관련 모형



2

선행연구 및 관련 모형

1. 곡물 국제가격 전이 및 예측에 관한 연구

- 국제곡물 가격 결정 및 예측에 관한 기존 연구로는 시계열 계량분석 모형인 VAR 혹은 VECM 등의 모형을 활용한 성명환 외(2013)와 비모수 모형인 인공신경망(Artificial Neural Network)모형을 사용한 윤성주 외(2016)가 존재함.
- 또한 김종진 외(2014)는 인공신경망 모형, 신호접근 모형 및 순위프로빗 모형으로 세계곡물 시장의 조기경보지수(Early Warning Index: EWI)를 산출하고 이의 예측력을 분석함.
- 김종진·형남원(2018)은 Stock and Watson(1989, 2002)의 연구 이후 특히, 거시경제변수 예측 분야에서 연구가 활발히 이루어지고 있는 동태요인모형(Dynamic Factor Model: DFM)을 국제곡물 가격 예측에 적용하여 예측력이 개선될 수 있음을 보여줌.

○ 해외의 곡물 국제가격 관련 연구는 주로 바이오 연료 사용량 증대 및 상품가격 동조화에 따른 곡물(식품), 바이오 연료, 유가와 연결망(nexus)에 대한 연구가 주로 진행됨.

- 특히, Serra and Zilberman(2013), Malins(2017)의 연구는 곡물, 바이오 연료 및 유가의 연결망에 대한 이제까지의 연구를 정리함.
- 이 분야의 연구 결과는 대체적으로 강도의 차이는 존재하나 2000년대 이후 이러한 연결망이 점차 강해지고 있다는 것으로 요약됨.

○ 이상의 국내외 연구는 다양한 측면에서 국제곡물 가격전이 및 예측을 시도하였다는 점에서 의의가 있으나 생산비 등의 가격영향 요인이 대칭적으로 전이된다는 가정하에서 예측모형을 설계하고 있어 비대칭적 가격전이가 더 일반적인 농산물 가격 예측에 한계를 가짐.

2. 가격전이 모형 관련 연구

○ 시장의 불완전한 경쟁, 정보의 비대칭성 등으로 생산비 변동 등이 가격에 전이되는 과정은 많은 경우 비대칭적으로 이루어짐.

- 가격전이에 관한 연구는 특히, 농산물의 농산물 가격과 소비자 가격 간의 괴리 문제와 국제 에너지 가격과 소비자 에너지 가격 간의 괴리 문제가 주요 연구 적용 분야임.

○ 가격전이에 관한 연구는 시계열 계량분석 모형을 이용한 분석이 대부분을 차지하는데 Engel and Granger(1987) 연구 이후에는 장기적인 균형 관계(공적분벡터)를 고려한 오차수정모형에 기반을 둔 시계열 계량분석 모형이 주로 사용됨.

- 가격전이에 관한 초기연구는 Houck(1977)에서 제안된 누적가격변동(cumulative price variations)과 Tweteeen and Quance(1969)의 시차분포항(distributed lagged terms)을 이용한 연구가 대부분임.

○ 오차수정 모형(Error Correction Model)의 가장 일반적인 형태로 단기적인 가격전이에 더하여 장기적인 균형 관계를 포함하는 ARDL 모형과 장기적인 균형 관계의 비대칭성을 명시적으로 포함하는 Shin et al(2014) 연구에서 제시된 비선형 NARDL(Nonlinear Autoregressive Distributed Lagged Model)이 대표적이라 할 수 있음.

- Pesaran et al.(2001)은 장기 균형 관계와 단기적인 반응을 하나의 수식으로 함께 추정할 수 있는 ARDL 모형을 개발. Shin et al.(2014)은 ARDL 모형에서 비대칭성을 허용하여 모형 설정 오류를 줄이며 현실 설명력을 향상시킬 수 있는 NARDL 모형을 제시함.
- Shin et al.(2014)의 연구모형은 아래의 수식과 같이 설정되는데 이러한 설정을 통해 단기적인 가격전이의 비대칭성뿐만 아니라 장기적인 비대칭성도 함께 반영하여 추정함으로써 모형의 설정 오류를 크게 줄이는 장점이 존재함.
- Shin et al.(2014) 모형:

$$\Delta p_t = \rho p_{t-1} + \theta^+ x_{t-1}^+ + \theta^- x_{t-1}^- + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \Delta p_{t-i} + \sum_{i=0}^{q-1} (\psi_i^+ \Delta x_{t-i}^+ + \psi_i^- \Delta x_{t-i}^-) + \epsilon_t$$

○ 메뉴비용, 생산요소 조정비용 등으로 인한 가격 경직성을 고려한 임계오차수정모형(Threshold Error Correction Model)도 최근 다양한 분야에서 활용되고 있음.

- Balke and Fomby(1997)의 연구로부터 일반화되었으며 장기 균형으로

부터 임계수준 이상으로 이탈한 경우 가격의 조정속도가 빠를 것이라는 점을 반영하는 것으로 아래의 3구간(three-regime) 오차수정모형은 경제학의 가격 경직성 이론을 반영하여 여러 연구에서 적용됨.

$$\text{- 추정식: } \Delta p_t = \begin{cases} \alpha_L + \beta_L \Delta x_t + \rho_L u_{t-1} & \text{if } u_{t-1} \leq \theta_L \\ \alpha_M + \beta_M \Delta x_t + \rho_M u_{t-1} & \text{if } \theta_L \leq u_{t-1} \leq \theta_H \\ \alpha_H + \beta_H \Delta x_t + \rho_H u_{t-1} & \text{if } \theta_H \leq u_{t-1} \end{cases}$$

○ 이상의 모형 이외에도 Smooth Transition Regression ECM, Markov-Switching ECM 등의 다양한 모형이 존재함.

○ 국내외 농업분야의 가격전이에 관한 연구는 ECM을 이용한 전이함수모형을 적용한 경우가 대부분임.

- Houck(1977), Tweteeen and Quance(1969), Engel and Granger(1987) 등의 비교적 초기 연구모형을 이용한 국내 농업분야의 연구는 권오복 외(2002, 전이함수, 산지 수소), 양승룡(2003, 사료시장), 이용호 외(2003, 사료시장), 권용덕(2008, 오차수정모형, 쇠고기 시장), 안병일(2007, 마늘, 양파), 김태훈 외(2009, 곡물 가공품), 전상곤 외(2013, 국내산과 수입산 농산물 비교), 안병일 외(2008, 농산물), 강태훈(2009, 생산액 기준 상위 21개, 오차수정모형) 등이 존재함.
- 이상의 연구 결과는 거의 예외 없이 원료가격 등의 가격 변동 요인이 비대칭적으로 이루어지고 있다는 것을 보임.

3. 시사점 및 본 연구의 차별성

- 농산물 가격전이에 관한 실증연구는 거의 예외 없이 비대칭적으로 가격이 전이된다는 결과를 보임에도 기존 농산물 예측모형은 대칭적 가격전이를 가정하여 예측력에 한계를 가졌을 것으로 판단됨.
- 본 연구는 농산물 가격 예측모형에 비대칭적 가격전이 현상을 명시적으로 고려한다는 측면에서 기존 연구와 차별화됨.
 - 또한, 가격 결정 요인 변동이 실제 가격 변동으로 이루어지는 시차를 명시적으로 고려한다는 측면에서 여타 연구와 차별화될 것으로 판단됨.

제3장

곡물 가격 결정 요인 분석



3

곡물 가격 결정 요인 분석

- 본 절에서는 곡물 가격 결정에 영향을 미칠 수 있는 여러 요인에 대한 추세 및 변동성을 사전적으로 검토하고, 이를 바탕으로 이후 진행되는 계량 분석을 위한 변수를 식별하고자 함.
- 기존 문헌과 자료의 가용성 등을 고려하여 생산비, 타 작물가격, 바이오 에너지 정책 및 기타 수급 변동 요인으로 나누어 검토함.

1. 생산비

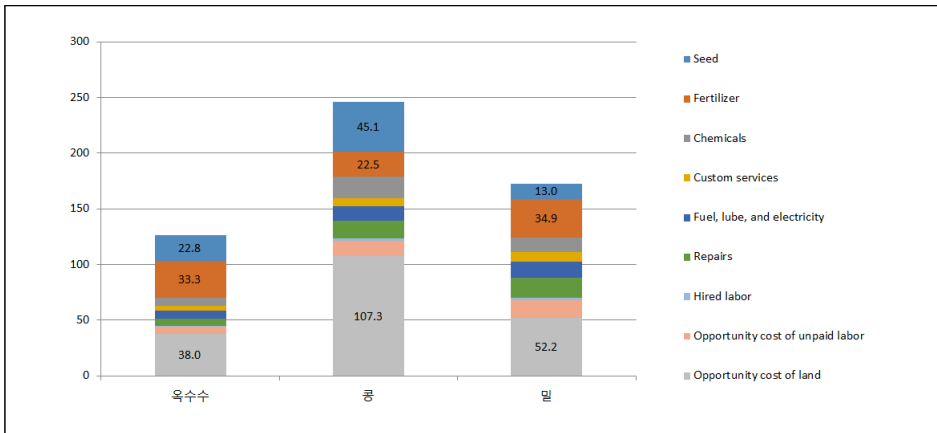
- 생산자와 소비자가 다수인 경쟁적인 시장에서 중장기적인 상품의 가격 추이는 생산비에 수렴함. 농산물 가격도 여타 상품과 같이 중장기적으로 생산비에 수렴할 것으로 판단됨.
- 다만, 곡물은 단기적으로 생산량 및 시장 공급량이 고정되며 필수재로 가격 변화에 대한 수요 탄성치가 작아 기상이변 등으로 인한 생산물 감소나

바이오 에너지 정책, 개도국 경제성장 등으로 인한 수요 증가 시 가격이 크게 변동하는 모습을 보임.

- 따라서 곡물 가격은 단기적으로 변동성이 매우 큰 가운데 중장기적으로 생산비에 수렴할 것으로 생각됨.

그림 3-1 미국 곡종별 곡물 생산비 구성

단위: 달러/톤



주: 최근 10년(2009~2018년) 평균을 나타냄.

자료: USDA. "Commodity Costs and Returns" from 1975 to 2018. 저자 재구성.

○ 곡물 생산비는 곡종별로 상이하나 토지임대료, 비료비 및 종자비가 상당 부분을 차지함.

- 특히, 유가 관련 비용(비료비, 농약, 연료 및 에너지)¹⁾이 상당 부분을 차지하여 유가 변동이 생산비 변동에 큰 영향을 주는 것을 알 수 있음.

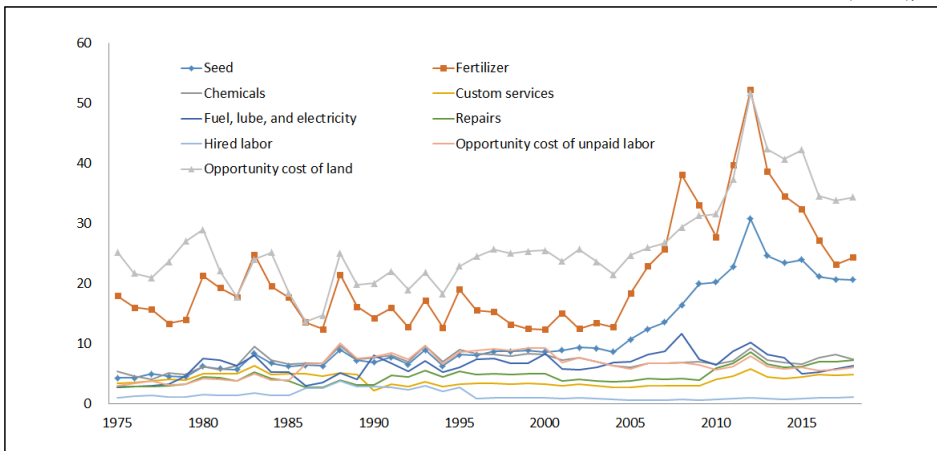
○ 미국 옥수수 생산비는 2000년대 초반까지는 일정한 수준을 유지하였으나 2000년대 하반기부터 비료비, 종자비 및 토지임대료 상승으로 전체 생산비가 크게 상승함.

1) 화학 비료와 농약은 유류를 주원료로 하여 제조됨.

- 비료비의 상승은 유가 상승에 따른 화학비료 가격 상승에 의한 것으로 보이며 종자비는 2006년부터 시작된 세계 곡물 가격 상승으로 인한 것으로 판단됨.
- 토지임대료는 곡물 등 농작물 가격 상승에 따른 초과이윤이 지대(地代)로 귀결된 결과로 해석됨. 즉, 곡물 가격 상승으로 초과이윤이 발생하자 토지임대 수요가 증가하였으며 이로 인해 토지임대 가격이 상승한 것으로 보임.
- 최근 10년(2009~2018년)을 기준으로 비료비, 종자비 및 토지임대료가 미국 옥수수 총생산비에서 차지하는 비중은 각각 14.4%, 21.1% 24.0%임.

그림 3-2 미국 옥수수 생산비 추이

단위: 달러/톤



자료: USDA. "Commodity Costs and Returns" from 1975 to 2018. 저자 재구성.

○ 미국 콩 톤당 생산비 추이는 옥수수 생산비 추이와 비슷한 모습을 보이나 토지임대료가 옥수수의 2.5배를 상회하는 등 그 구성 비율은 상이한 것으로 나타남.

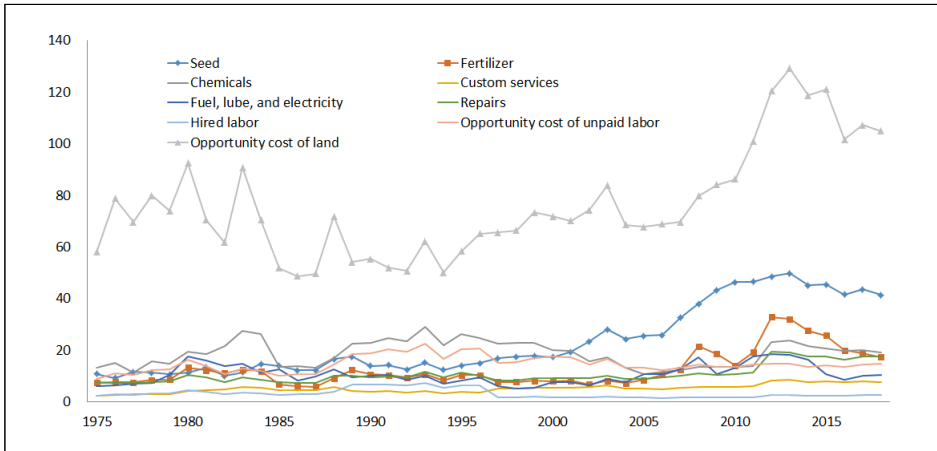
- 콩의 토지임대료가 옥수수에 비해 높은 것은 단위면적당 생산량이 옥수수에 비해 훨씬 적기 때문이며²⁾ 화학비료를 적게 필요로 하는 콩의 생육적 특

성으로 비료비는 옥수수에 비해 낮은 것으로 나타남.

- 최근 10년(2009~2018년)을 기준으로 비료비, 종자비 및 토지임대료가 미국 콩 총생산비에서 차지하는 비중은 각각 6.7%, 13.5% 32.1%였음.

그림 3-3 미국 콩 생산비 추이

단위: 달러/톤



자료: USDA. "Commodity Costs and Returns" from 1975 to 2018. 저자 재구성.

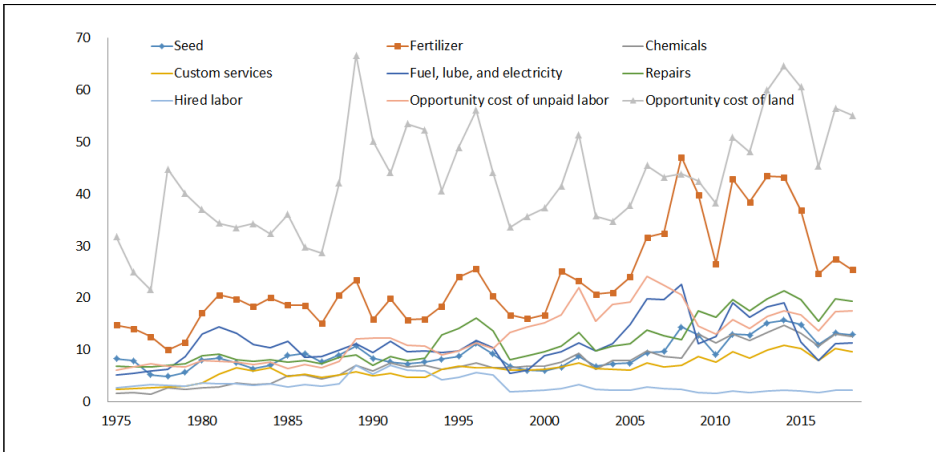
○ 미국 밀 생산비는 토지임대료와 비료비가 총생산비에서 차지하는 비중이 큰 가운데 옥수수, 콩과 비슷한 비용 추이를 보임.

- 최근 10년(2009~2018년)을 기준으로 비료비, 종자비 및 토지임대료가 미국 밀 총생산비에서 차지하는 비중은 각각 13.3%, 5.0% 19.9%였음.

- 2) 최근 10년(2009~2018년)을 기준으로 미국의 옥수수, 콩, 밀의 단위 면적당 수확량은 각각 10.2, 3.2, 2.8부셀/ha였음.

그림 3-4 미국 밀 생산비 추이

단위: 달러/톤



자료: USDA. "Commodity Costs and Returns" from 1975 to 2018. 저자 재구성.

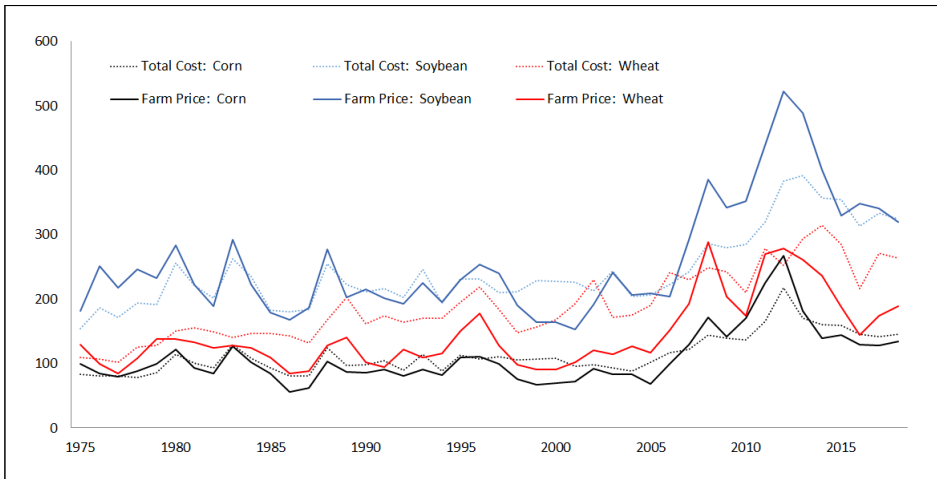
○ 곡물 국제가격이 급등한 2000년대 후반에서 2010년대 초반을 제외할 경우, 미국 곡물 가격(농판 가격)은 생산비 추이와 비슷한 모습을 보여 가격이 증장기적으로 생산비를 반영하는 것을 알 수 있음.

- 곡물 가격이 높은 수준을 유지한 2000년대 후반에서 2010년대 초반까지는 생산 비용 상승률에 비해 가격 상승률이 더 커 농가가 초과이익을 누릴 수 있었을 것으로 판단됨. 그러나 2010년대 후반에는 곡물 가격 하락 추이를 보이는 반면, 토지임대료가 높은 수준을 유지하면서 이전 추이를 회복함.
- 1980년대 이후 밀 총생산비는 농판가격을 지속적으로 상회하는 것으로 나타나는데 이는 간접생산비(allocated overhead)가 높은 수준을 유지하기 때문임.³⁾

3) 특히, 밀 간접생산비 중 감가상각비(Capital recovery of machinery and equipment)는 총생산비의 28%(최근 10년 기준)를 차지함. 옥수수 감가상각비 16%와 비교할 경우 매우 높은 수준임.

그림 3-5 곡종별 생산비 및 가격 추이

단위: 달러/톤



자료: USDA. "Commodity Costs and Returns" from 1975 to 2018. 저자 재구성.

○ 이상의 분석 결과는 중장기적으로 생산비는 곡물 가격 결정의 중요한 요인으로 작용하여 왔다는 것을 의미함.

- 특히, 2000년대 후반 이후의 고곡가는 유가 상승으로 석유를 주원료로 생산되는 비료, 농약, 연료 및 에너지비가 상승한 것이 중요한 원인일 수 있다는 것을 보여줌. 이는 또한 비료 등이 모든 곡종의 생산비를 구성하는 주요 항목인 만큼, 곡물 가격의 동행성을 설명하는 주요 요인으로 볼 수도 있을 것임.
- 또한 곡종별로 생산비 구성이 상이하여 특정 항목의 생산요소 가격이 변동할 경우 중장기적으로 곡물의 상대가격 비율도 달라질 수 있음을 나타냄.

2. 여타 곡물 가격

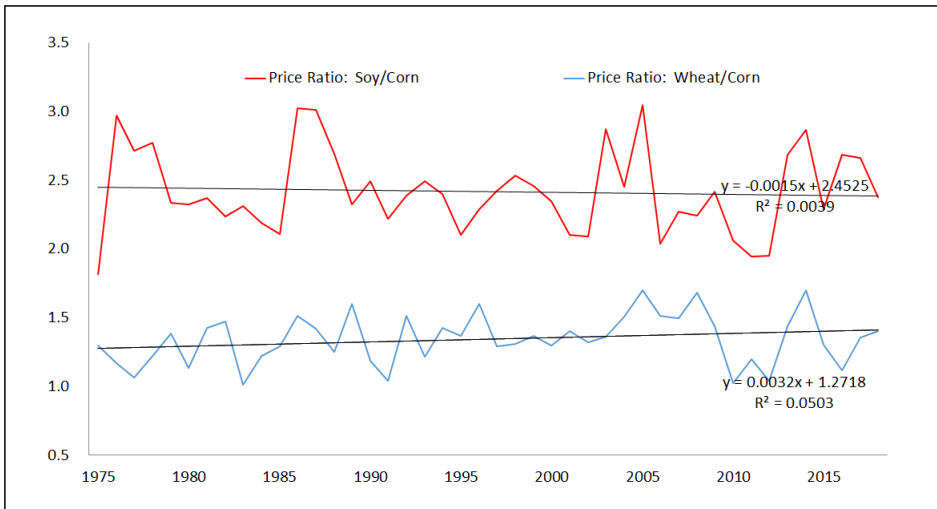
○ 생산비뿐만 아니라 생산대체 및 수요대체 가능성은 곡물 국제가격의 동행성을 설명하는 중요한 요인 중의 하나임.

- 농가는 특정 곡종의 가격이 상승할 경우 해당 곡종의 재배면적을 증가시키며 이로 인해 생산량이 증가하면서 중장기적으로 곡물 간 가격 차이는 일정한 수준(균형 관계)으로 수렴하게 됨.
- 특히 사료는 곡종 간 대체가 용이하여 옥수수 가격이 상승할 경우 밀, 대두, 박 등으로 대체됨. 이러한 수요대체는 생산대체에 비해 비교적 단기에도 발생할 수 있음.
- 이러한 이유로 가격 스프레드는 곡물 선물투자에 중요한 지표로 사용되어 옴.

○ 이상에서 설명된 바와 같이 옥수수, 콩, 밀의 상대가격 추이는 장기적으로 균형 관계로 수렴하는 모습을 보임.

- 1970년대 이후 옥수수 대비 콩과 밀의 상대가격은 각각 2.4, 1.3배로 비교적 일정한 수준을 안정적으로 유지하였음.
- 2005년에서 2012년까지의 옥수수 대비 콩 가격은 비교적 장기간 낮은 수준을 유지하였는데 이는 비료 가격 상승에 따른 것으로 판단됨. 즉, 옥수수는 콩에 비해 비료비 비중이 매우 높아 이 시기 비료비 상승으로 옥수수의 생산비가 높은 수준을 유지하였기 때문으로 생각됨.

그림 3-6 곡물 상대가격(농판 가격) 추이



자료: USDA. "Commodity Costs and Returns" from 1975 to 2018. 저자 재구성.

○ 곡물 가격 스프레드 즉, 가격 수준 간의 장기 균형 관계는 곡물 국제가격 예측에 중요한 정보로 활용될 수 있다는 것을 시사함.

- 이는 시계열 계량분석 모형에서 장기 균형 관계를 나타내는 공적분(cointegration)의 개념과 동일하여 가격 예측모형으로 공적분을 이용한 다양한 시계열 계량분석 모형을 적용할 수 있을 것으로 판단됨.

3. 바이오 에너지 정책

○ 2000대 후반 이후 본격화된 각국의 바이오 에너지 정책에 따른 바이오 에너지용 곡물 수요 및 생산 증대는 곡물 국제가격 상승을 견인하였을 뿐만 아니라 유류를 포함한 수송용 연료 시장과 식료품 시장의 가격이 동조화하는 계기로 작용한 것으로 알려짐.

- 2000년대 이후 유가, 바이오 에너지, 식품 간의 연결망(oil, biofuel, food

nexus)에 대한 다양한 연구가 진행되었으며 바이오 연료 생산량 증대로 곡물 가격이 상당한 수준으로 상승하였다는 데 대부분 동의함.

○ 세계 각국은 바이오 에너지 생산 및 소비 증대를 위한 다양한 정책 지원을 지속하고 있으며 FAO(세계식량농업기구) 및 EIA(미국 에너지 정보국)도 바이오 연료 세계 생산량이 지속적으로 증가할 것으로 전망함.

- FAO는 2027년까지 연평균 0.8%, EIA는 2023년까지 연평균 2.4% 세계 바이오 연료 생산량이 증가할 것으로 전망함.⁴⁾
- 주요 바이오 연료 생산국인 미국, 브라질, EU 등은 기존의 바이오 연료 정책을 유지 혹은 강화할 것으로 판단되는 상황임.

○ 이상의 논의는 각국의 바이오 에너지 정책이 곡물 국제가격의 중요한 결정요인으로 작용하여 왔으며 유가와 곡물 국제가격의 동조화를 촉발시켰다는 것을 시사함.

- 따라서 세계 각국의 바이오 에너지 정책, 바이오 에탄올 가격 및 유가는 곡물 국제가격 예측에 중요 변수가 될 수 있음.

4. 수급 및 기타 요인

○ 이상에서 논의된 곡물 국제가격 결정 요인 이외에도 다양한 가격 결정 요인이 존재함.

- 공급 측면에서 기상이변, 재고량 변동, 수출제한 가능성 등이 존재함.

4) 박성진 외(2019)

- 수요 측면에서는 특히, 신흥국의 경제성장 및 인구 증가가 향후 곡물 국제 가격에 영향을 미칠 것으로 판단됨.
- 이러한 세계 곡물시장의 수급 요인 이외에도 유가, 달러화 가치, 금융화에 따른 투기수요 등도 곡물 국제가격 결정에 중요한 요인으로 작용하는 것으로 알려짐.

제4장

분석 모형 및 자료



4

분석 모형 및 자료

1. 분석 모형

○ 본 연구는 세계 곡물시장에서 곡물 국제가격을 결정하는 요인과 시차를 분석하기 위하여 시계열 계량분석 모형인 ARDL(Autoregressive Distributed Lag Model) 및 NARDL(Nonlinear ARDL) 모형을 사용함.

- 가격전이에 관한 연구는 1952년 Farrel의 담배 및 주류 시장분석에서 시작되어 농산물뿐만 아니라 유가, 환율, 주가 등의 다양한 분야에서 활발한 연구가 진행됨.
- 가격전이에 대한 연구는 주로 시계열 계량분석 모형에 기반을 둔 모형이 사용되어 왔는데 Engel and Granger(1987) 연구 이후에는 공적분(장기 균형) 관계에 기반을 둔 오차수정모형(Error Correction Model)이 적극 활용됨. 이후 Pesaran et al.(2001)은 공적분을 고려한 ARDL 모형을 개발함.
- Shin et al.(2014)은 공적분 관계의 비대칭성을 고려할 수 있으면서 ARDL 모형과 같이 OLS로 용이하게 추정 가능한 NARDL 모형을 개발함.

○ Pesaran et al.(2001)은 장단기 영향을 동시에 추정할 수 있는 ARDL 모형을 개발함.

- ARDL 모형의 추정 식은
$$\Delta p_t = \rho p_{t-1} + \theta c_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \Delta p_{t-i} + \sum_{i=0}^{q-1} (\pi_i \Delta c_{t-i}) + \epsilon_t$$

로 나타낼 수 있음. 여기서 p_t 는 종속변수로 t 기의 곡물 가격 등을 나타내며 c_t 는 설명변수로 생산비 등을 나타냄.

- ARDL 모형은 장기 및 단기 탄성치를 동시에 추정할 수 있으며, 소표본에서도 불편추정치를 제공하며, I(0), I(1) 변수를 동시에 포함하여 추정할 수 있고, 적절한 시차를 포함할 경우 내생성 문제를 회피할 수 있다는 장점이 존재함.

- 그러나 ARDL 모형 적용은 단기뿐만 아니라 장기에 있어서도 비대칭적 가격전이가 여러 분야에서 발생한다는 다양한 연구 결과를 고려할 때, 비대칭성을 허용하지 않음에 따른 설정 오류 발생 가능성이 우려됨. 특히, Shin et al.(2014)은 대칭적 가격전이 설정 모형이 설정 오류가 심각할 수 있음을 시뮬레이션 분석을 통해 보여줌.

○ NARDL 모형은 장기 균형 관계에 비대칭성을 도입한 모형으로 장기 균형 관계를 다음과 같이 설정함.

○ Schorderet(2001)은 장기균형 관계의 비대칭성을 도입하기 위하여 설명 변수를 하락 변동과 상승 변동의 누적 합으로 분해함. 즉, 설명변수 c_t 를

$$c_t = c_0 + c_t^+ + c_t^- \text{로 분해함. 여기서 } c_t^+ = \sum_{i=1}^t \Delta c_i^+ = \sum_{i=1}^t \max(\Delta c_i^+, 0),$$

$$c_t^- = \sum_{i=1}^t \Delta c_i^- = \sum_{i=1}^t \min(\Delta c_i^-, 0)$$

- 이러한 분해를 통해 대칭적 균형 관계 $p_t = \alpha + \beta c_t + u_t$ 를 비대칭적인

$p_t = \alpha + \beta^+ c_t^+ + \beta^- c_t^- + u_t$ 로 변형함.

○ NARDL 모형은 이렇게 설정된 장기 균형 관계를 Pesaran et al.(2001)의 ARDL 모형과 결합하여 ARDL 모형 추정에서의 장점을 유지하는 가운데 공적분 관계의 비대칭성에서 오는 설정 오류를 줄일 수 있게 함.

$$\begin{aligned} - \text{NARDL 모형 추정식: } \Delta p_t = & \rho p_{t-1} + \theta^+ c_{t-1}^+ + \theta^- c_{t-1}^- + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \Delta p_{t-i} \\ & + \sum_{i=0}^{q-1} (\pi_i^+ \Delta c_{t-i}^+ + \pi_i^- \Delta c_{t-i}^-) + \epsilon_t \end{aligned}$$

- NARDL 모형은 ARDL 모형의 장점에 더하여 장기 균형 관계의 비대칭성에서 오는 설정 오류를 줄일 수 있어 모형 설명력이 증가함.

○ NARDL 모형의 최적시차는 전통적인 AIC(Akaike Information Criterion), BIC(Bayesian Information Criterion)보다는 가능한 모든 시차를 포함하여 분석한 후 통계학적으로 유의미하지 않은 시차를 제외하는 방법인 general-to-specific procedure를 주로 사용함.⁵⁾

- NARDL 모형은 t 시점의 충격이 종속변수와 설명변수에 동시에 전달되면서 발생하는 약내생성(weak endogeneity) 문제를 시차 변수를 도입하는 방법으로 해결하므로 적절한 시차의 설정은 일치성(consistent) 있는 추정치를 얻기 위해 매우 중요함.
- 전통적인 AIC, BIC 기준은 모형의 간결성에 너무 큰 가중치를 두어 이 기준에 의한 시차 결정은 시차를 너무 짧게 식별하여 추정치의 일치성에 문제가 발생할 수 있음.

5) Katrakilidis and Trachanas(2012), Ibrahim(2015) 등의 연구에서 이러한 방법이 사용됨.

○ 추정 결과를 이용한 공적분 검정은 Banerjee et al.(1998), Pesaran et al.(2001)에서 제시된 두 가지 방법으로 수행될 수 있음.

- Banerjee et al.(1998)은 귀무가설 $\rho = 0$ 과 대립가설 $\rho < 0$ 를 t-검정(t_{BDM})을 통해 장기 균형 관계의 유무를 검정함.
- Pesaran et al.(2001)는 $\rho = \theta^+ = \theta^- = 0$ 의 귀무가설을 F-검정(F_{PSS})을 통해 검정함.

○ NARDL 모형에서 비대칭성의 검정은 장기효과와 단기효과로 나누어 진행됨.

- 장기효과의 비대칭성 검증은 귀무가설 $H_0 : \beta^+ (= \theta^+ / \rho) = \beta^- (= \theta^- / \rho)$ 을 통상적인 Wald 검정을 통해 검정함.
- 단기효과의 비대칭성 검정은 다양하게 수행될 수 있으나 $H_0 : \sum_{i=0}^q \pi_i^+ = \sum_{i=0}^q \pi_i^-$ 의 귀무가설을 Wald 검정법을 사용하여 검정하는 것이 일반적임.

○ 시나리오 분석 및 가격 예측에 사용될 수 있는 동태적 누적승수(dynamic cumulative multiplier)는 아래의 수식을 통해 계산됨.

- NARDL 모형의 추정식을 $\phi(L)y_t = \theta^+(L)x_t^+ + \theta^-(L)x_t^- + e_t$ 로 변형시킨 상태에서 설명변수의 상승 및 하락 시의 동태적 누적 승수(각각 m_h^+ , m_h^- 로 표시)는 다음과 같이 계산됨.

$$- m_h^+ = \sum_{i=0}^h \frac{\partial p_{t+i}}{\partial c_t^+} = \sum_{i=0}^h \phi_i^{-1} \theta_i^+, \quad m_h^- = \sum_{i=0}^h \frac{\partial p_{t+i}}{\partial c_t^-} = \sum_{i=0}^h \phi_i^{-1} \theta_i^-, \quad i = 0, 1, 2, \dots$$

○ 본 연구의 목적이 곡물 국제가격 전이 형태분석에 더하여 농산물 가격 예측모형에 비대칭적 가격전이 모형의 사용 가능성을 검토하는 것이므로 분석에서는 ARDL 모형과 함께 NARDL 모형을 같이 분석하여 결과를 비교함.

- 비교분석 결과 비대칭적 가격전이가 확인된 경우 가격 하락 시와 상승 시에 서로 다른 탄성치를 적용하는 방법으로 가격 예측력을 높일 수 있을 것임.

○ 구체적인 ARDL 모형 추정식은 다음과 같음.

- 옥수수:

$$\begin{aligned}\Delta \ln(p_{c,t}) &= \alpha + \rho_c [\ln(p_{c,t-1}) + \beta_s \ln(p_{s,t-1}) + \beta_w \ln(p_{w,t-1}) + \beta_{co} \ln(co_{t-1}^c)] \\ &+ \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \Delta p_{c,t-i} + \sum_{i=0}^{q-1} [\lambda_i \Delta \ln(p_{s,t-i}) + \mu_i \Delta \ln(p_{w,t-i}) + \pi_i \Delta co_{t-i}^c] \\ &+ \epsilon_t\end{aligned}$$

- 콩:

$$\begin{aligned}\Delta \ln(p_{s,t}) &= \alpha + \rho_s [\ln(p_{s,t-1}) + \beta_c \ln(p_{c,t-1}) + \beta_w \ln(p_{w,t-1}) + \beta_{co} \ln(co_{t-1}^s)] \\ &+ \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \Delta p_{s,t-i} + \sum_{i=0}^{q-1} [\lambda_i \Delta \ln(p_{c,t-i}) + \mu_i \Delta \ln(p_{w,t-i}) + \pi_i \Delta co_{t-i}^s] \\ &+ \epsilon_t\end{aligned}$$

- 밀:

$$\begin{aligned}\Delta \ln(p_{w,t}) &= \alpha + \rho_w [\ln(p_{w,t-1}) + \beta_c \ln(p_{c,t-1}) + \beta_s \ln(p_{s,t-1}) + \beta_{co} \ln(co_{t-1}^w)] \\ &+ \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \Delta p_{w,t-i} + \sum_{i=0}^{q-1} [\lambda_i \Delta \ln(p_{c,t-i}) + \mu_i \Delta \ln(p_{s,t-i}) + \pi_i \Delta co_{t-i}^w] \\ &+ \epsilon_t\end{aligned}$$

- 여기서 p 와 co 는 각각 곡물의 가격과 생산비를 나타내며 아래첨자 및 윗첨자 c, s, w 는 각각 옥수수, 콩, 밀을 나타냄.

○ 구체적인 NARDL 모형 추정식은 다음과 같음.

- 옥수수:

$$\begin{aligned}\Delta \ln(p_{c,t}) &= \alpha + \rho_c \ln(p_{c,t-1}) + \beta_s^+ \ln(p_{s,t-1}^+) + \beta_s^- \ln(p_{s,t-1}^-) + \beta_w^+ \ln(p_{w,t-1}^+) \\ &+ \beta_w^- \ln(p_{w,t-1}^-) + \beta_e \ln(p_{t-1}^e) + \beta_f \ln(p_{t-1}^f) + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \Delta \ln(p_{c,t-i}) \\ &+ \sum_{i=0}^{q-1} [\lambda_i^+ \Delta \ln(p_{s,t-i}^+) + \lambda_i^- \Delta \ln(p_{s,t-i}^-) \\ &+ \mu_i^+ \Delta \ln(p_{w,t-i}^+) + \mu_i^- \Delta \ln(p_{w,t-i}^-)] + \epsilon_t\end{aligned}$$

- 콩:

$$\begin{aligned}\Delta \ln(p_{s,t}) &= \alpha + \rho_s \ln(p_{s,t-1}) + \beta_c^+ \ln(p_{c,t-1}^+) + \beta_c^- \ln(p_{c,t-1}^-) + \beta_w^+ \ln(p_{w,t-1}^+) \\ &\quad + \beta_w^- \ln(p_{w,t-1}^-) + \beta_f \ln(p_{t-1}^f) + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \ln(\Delta p_{s,t-i}) \\ &\quad + \sum_{i=0}^{q-1} [\lambda_i^+ \Delta \ln(p_{c,t-i}^+) + \lambda_i^- \Delta \ln(p_{c,t-i}^-)] \\ &\quad + \mu_i^+ \Delta \ln(p_{w,t-i}^+) + \mu_i^- \Delta \ln(p_{w,t-i}^-)] + \epsilon_t\end{aligned}$$

- 밀:

$$\begin{aligned}\Delta \ln(p_{w,t}) &= \alpha + \rho_w \ln(p_{w,t-1}) + \beta_c^+ \ln(p_{c,t-1}^+) + \beta_c^- \ln(p_{c,t-1}^-) + \beta_s^+ \ln(p_{s,t-1}^+) \\ &\quad + \beta_s^- \ln(p_{s,t-1}^-) + \beta_f \ln(p_{t-1}^f) + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \ln(\Delta p_{w,t-i}) \\ &\quad + \sum_{i=0}^{q-1} [\lambda_i^+ \Delta \ln(p_{c,t-i}^+) + \lambda_i^- \Delta \ln(p_{c,t-i}^-)] \\ &\quad + \mu_i^+ \Delta \ln(p_{s,t-i}^+) + \mu_i^- \Delta \ln(p_{s,t-i}^-)] + \epsilon_t\end{aligned}$$

- 에탄올:

$$\begin{aligned}\Delta \ln(p_{e,t}) &= \alpha + \rho_e \ln(p_{e,t-1}) + \beta_c^+ \ln(p_{c,t-1}^+) + \beta_c^- \ln(p_{c,t-1}^-) + \beta_o^+ \ln(p_{o,t-1}^+) \\ &\quad + \beta_o^- \ln(p_{o,t-1}^-) + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \ln(\Delta p_{e,t-i}) + \sum_{i=0}^{q-1} [\lambda_i^+ \Delta \ln(p_{c,t-i}^+) \\ &\quad + \lambda_i^- \Delta \ln(p_{c,t-i}^-) + \mu_i^+ \Delta \ln(p_{o,t-i}^+) + \mu_i^- \Delta \ln(p_{o,t-i}^-)] + \epsilon_t\end{aligned}$$

- 여기서 p 는 가격을 나타내며 아래첨자 c, s, w e o는 각각 옥수수, 콩, 밀, 에탄올, 석유를 나타냄.

2. 분석 자료

○ 위의 가격전이 모형을 이용한 분석에는 연도별 자료와 월별 자료가 사용됨.

- 곡물 생산비 자료는 해당 연산의 자료를 이용하면서 연도별 자료를 사용하였으며 가격은 농판가격을 사용함.

- 월별 자료는 곡물 가격에 유가 및 에탄올 가격이 어떻게 반영되는가를 분석하는 데 사용함.

2.1. 연도별 자료

○ 세계 곡물시장에서 생산비 및 가격 동조화 영향 분석에 사용된 자료는 미국 농무부(USDA)에서 발표하는 “Commodity Costs and Returns”의 해당 곡물의 생산비 및 농판가격 자료를 사용함.⁶⁾

- 자료는 1975년부터 2018년까지의 연도별 자료로 미국 전체 평균 자료를 사용함.
- 농판 가격은 농가의 수익구조와 직결되는 가격으로 생산비 변동에 더 잘 반응할 것으로 판단됨.

○ 생산비는 전체 생산비와 함께 3절에서 살펴본 바와 같이 전체 생산비에서 차지하는 비중과 변동성이 큰 생산비 세부 항목으로 나누어 분석함.

- 비료비, 토지임대료 및 종자비는 총생산비에서 차지하는 비중이 클 뿐만 아니라 2000년대 중반 이후 변동성이 매우 큰 모습을 보임.

○ 아래 표는 연도별 자료의 변수에 대한 기초통계치를 보여 줌.

6) USDA(<https://www.ers.usda.gov/data-products/commodity-costs-and-returns/commodity-costs-and-returns/#Historical%20Costs%20and%20Returns:%20Corn>). 검색일: 2020. 5. 25.

표 4-1 연도별 자료의 기초통계

단위: 달러/톤, 달러/Ha

변수				평균	표준편차	최솟값	최댓값
가격	옥수수		$p_{c,t}$	109.0	42.7	55.5	267.3
	콩		$p_{s,t}$	258.7	88.2	152.5	522.1
	밀		$p_{w,t}$	144.7	54.0	84.1	288.8
생 산 비	옥수수	총비용	$c_{c,T,t}$	114.0	29.9	78.5	218.0
		비료비	$c_{c,F,t}$	20.7	9.2	12.3	52.2
		토지임대료	$c_{c,L,t}$	26.3	7.7	13.7	51.7
		종자비	$c_{c,S,t}$	11.2	6.9	4.3	30.7
	콩	총비용	$c_{s,T,t}$	243.0	58.4	154.2	391.6
		비료비	$c_{s,F,t}$	12.5	6.8	5.7	32.8
		토지임대료	$c_{s,L,t}$	76.1	21.0	48.7	129.0
		종자비	$c_{s,S,t}$	23.2	13.5	9.1	49.7
	밀	총비용	$c_{w,T,t}$	189.2	54.0	101.9	314.1
		비료비	$c_{w,F,t}$	23.5	9.4	10.0	47.1
		토지임대료	$c_{w,L,t}$	42.9	10.4	21.6	66.7
		종자비	$c_{w,S,t}$	9.1	2.8	4.9	15.7

주: 1975년부터 2018년까지의 44개 관측치를 가짐.

○ ARDL 모형 및 NARDL 모형을 추정하기 위해서는 사용된 변수들에 2차 이상의 적률(I(2))이 존재하지 않아야 함. 아래 <표 4-2>는 이를 확인하기 위해 ADF(Augmented Dickey-Fuller)와 PP(Phillips-Perron) 검정으로 단위근 검정을 실시한 결과를 보여줌.

- 본 분석에서 추정 계수들이 % 변화에 대한 탄성치를 나타내도록 로그형태로 변환하여 사용하므로 단위근 검정에서도 로그형태로 변환된 변수를 사용함.
- 단위근 검증에 사용된 모형은 수준변수의 경우 상수항과 추세변수를 포함하였으나 차분 변수의 경우 상수항만을 포함함.
- 단위근 검정 결과 모든 변수들이 I(1)임이 확인됨. 다만, 밀의 토지임대료는 수준변수도 ADF 검정 결과 단위근이 존재하지 않는 것으로 나타나 안정적 시계열(I(1))일 가능성이 존재함.

표 4-2 연도별 자료의 안정성 검정

변수명			수준 변수		1차 차분 변수		
			ADF	PP	ADF	PP	
가격	옥수수	$\ln(p_{c,t})$	-2.80	-2.67	-5.56***	-6.34***	
	콩	$\ln(p_{s,t})$	-1.73	-2.05	-5.68***	-7.70***	
	밀	$\ln(p_{w,t})$	-2.48	-1.87	-6.84***	-5.68***	
생산비	옥수수	총비용	$\ln(c_{c,T,t-1})$	-1.72	-2.01	-6.25***	-9.42***
		비료비	$\ln(c_{c,F,t-1})$	-1.54	-1.86	-5.38***	-8.24***
		토지임대료	$\ln(c_{c,L,t-1})$	-1.81	-1.69	-6.94***	-7.56***
		종자비	$\ln(c_{c,S,t-1})$	-0.77	-0.87	-5.85***	-9.74***
	콩	총비용	$\ln(c_{s,T,t-1})$	-1.45	-2.11	-5.98***	-9.54***
		비료비	$\ln(c_{s,F,t-1})$	-1.87	-1.70	-5.14***	-5.75***
		토지임대료	$\ln(c_{s,L,t-1})$	-1.18	-1.81	-5.99***	-9.46***
		종자비	$\ln(c_{s,S,t-1})$	-0.72	-0.37	-2.88**	-8.18***
	밀	총비용	$\ln(c_{w,T,t-1})$	-1.81	-1.65	-6.06***	-8.54***
		비료비	$\ln(c_{w,F,t-1})$	-1.97	-1.93	-5.54***	-7.25***
		토지임대료	$\ln(c_{w,L,t-1})$	-3.36**	-2.86*	-7.61***	-8.19***
		종자비	$\ln(c_{w,S,t-1})$	-2.10	-1.91	-6.19***	-6.70***

주: 표의 통계치는 타우-통계치(Z(t))이며 최적 시차는 BIC(Bayesian Information Criterion) 기준을 적용함. 검증 모형은 수준변수는 상수항과 추세 항을 모두 포함하였으나 차분변수는 상수항만 포함한 모형을 사용함. *, **, ***는 MacKinnon p-값을 기준으로 각각 10%, 5% 1%에서 통계학적으로 유의미함을 의미함.

2.2. 월별 자료

○ 월별 자료를 이용한 분석은 World Bank에서 발표하는 ‘Commodity Price Data’ 곡물 및 석유 가격과 미국 농무부(USDA)에서 발표하는 에탄올 가격 자료를 사용함.

- World Bank의 ‘Commodity Price Data’ 자료에서 옥수수 가격, 콩 가격, 밀 가격 및 유가 자료를 입수했으며 비료는 2010년 기준의 가격지수 자료를 사용함.⁷⁾
- 에탄올 가격은 미국 농무부에 발표하는 자료를 사용하였으며 이 자료의 이용가능 기간이 1982년 이후이므로 분석 기간은 1982년 1월부터 2019년 6월까지임.

표 4-3 월별 자료의 기초통계

변수		단위	평균	표준편차	최솟값	최댓값
옥수수 가격	$p_{c,t}$	달러/mt	139.57	56.74	65.31	333.05
콩 가격	$p_{s,t}$		320.42	113.28	183.00	684.02
밀(US HRW) 가격	$p_{w,t}$		180.97	65.21	101.78	439.72
비료 가격 지수	$p_{f,t}$	지수(2010=100)	61.66	40.46	25.09	256.06
유가(WTI)	$p_{o,t}$	달러/bbl	42.50	28.06	11.31	133.93
에탄올	$p_{e,t}$	달러/갤런	1.58	0.51	0.75	3.58

주: 1982년 1월부터 2019년 6월까지의 450개 관측치를 가짐.

○ 월별 자료의 모든 분석 대상 변수들이 I(1)으로 검정됨.

7) World Bank(<https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets>). 검색일: 2020. 5. 25.

표 4-4 연도별 자료의 안정성 검정

변수명		수준 변수		1차 차분 변수	
		ADF	PP	ADF	PP
옥수수 가격	$\ln(p_{c,t})$	-2.95	-2.82	-12.56***	-15.99***
콩 가격	$\ln(p_{s,t})$	-2.86	-2.72	-13.64***	-17.19***
밀(US HRW) 가격	$\ln(p_{w,t})$	3.20*	-3.02	-13.48***	-16.38***
비료 가격 지수	$\ln(p_{f,t})$	-2.53	-2.43	-10.40***	-17.09***
유가(WTI)	$\ln(p_{o,t})$	-3.14*	-2.85	-12.89***	-15.24***
에탄올	$\ln(p_{e,t})$	-3.16*	-3.36*	-16.91***	-16.27***

주: 표의 통계치는 타우-통계치($Z(t)$)이며 최적 시차는 BIC(Bayesian Information Criterion) 기준을 적용함. 검증 모형은 수준변수는 상수항과 추세 항을 모두 포함하였으나 차분변수는 상수항만 포함한 모형을 사용함. *, **, ***는 MacKinnon p-값을 기준으로 각각 10%, 5% 1%에서 통계학적으로 유의미함을 의미함.

제5장

분석 결과



5

분석 결과

1. 연도자료 분석

1.1. ARDL 모형 적용 결과

○ 구체적인 ARDL 추정모형은 각 곡물 가격에 대해 전체 생산비와 세부 생산비 (별첨 참조)를 설명변수로 하는 두 개의 식을 추정하였음.

- 시차 결정에는 BIC 기준을 적용했으나 모든 추정식에서 동기 시차만 적용됨. 이는 연도별 자료 사용에 따른 것으로 보임.

○ 공적분 검정을 위한 Bound Test 결과 모든 추정식에서 유의수준 1%에서 공적분이 존재하는 것으로 검정됨.

- 이는 장기적인 균형 관계가 성립함을 의미하는 것이며 총비용을 사용하여 추정한 결과에서 균형 관계로의 수렴 속도는 옥수수, 콩, 밀 가격이 각각 균형 이탈분의 80.4%, 68.0%, 84.7%가 1년에 수렴하는 것으로 추정됨.

○ 곡물 가격 간의 장기 균형 관계는 옥수수 가격은 밀 가격 변화에 반응하며 콩과 밀은 옥수수 가격에 영향을 받는다는 것으로 요약됨.

- 총생산비를 사용하여 추정한 결과를 바탕으로 보면, 밀 가격 10% 변화는 옥수수 가격을 장기적으로 4.9% 변화시키며 옥수수 가격 10% 변화는 콩과 밀 가격을 각각 5.6%, 4.8% 유의미하게 변화시키는 것으로 추정됨.
- 총생산비는 밀에서만 유의미한 장기 균형 관계를 보여 주었으며 세부 항목별 생산비는 옥수수는 토지임대료와, 밀은 비료비와 유의미한 관계로 추정됨.⁸⁾

○ 곡물 가격 간의 단기효과는 장기효과와 비슷한 형태를 보이며 그 크기도 장기 효과에 비해 작지 않아 곡물 가격 간의 장기 균형 관계는 1년 안에 거의 회복되는 것으로 분석됨.

표 5-1 ARDL 모형을 이용한 곡물 국제가격 전이 분석 결과: 연도자료

설명변수		종속변수		
		$\Delta \ln(p_{c,t})$	$\Delta \ln(p_{s,t})$	$\Delta \ln(p_{w,t})$
adj(ρ)		-0.804*** (0.135)	-0.680*** (0.107)	-0.847*** (0.109)
장기효과	$\ln(p_{c,t-1})$		0.557*** (0.175)	0.482*** (0.172)
	$\ln(p_{s,t-1})$	0.366* (0.191)		0.238 (0.188)
	$\ln(p_{w,t-1})$	0.493*** (0.154)	0.183 (0.152)	
	$\ln(c_{T,t-1})$	0.268 (0.198)	0.286 (0.194)	0.340*** (0.114)

8) 별첨 참조 바람.

(계속)

설명변수		종속변수		
		$\Delta \ln(p_{c,t})$	$\Delta \ln(p_{s,t})$	$\Delta \ln(p_{w,t})$
단기효과	$\Delta \ln(p_{c,t})$		0.379*** (0.113)	0.408*** (0.140)
	$\Delta \ln(p_{s,t})$	0.294 (0.174)		0.201 (0.165)
	$\Delta \ln(p_{w,t})$	0.396*** (0.109)	0.124 (0.106)	
	$\Delta \ln(p_{w,t-1})$			0.195** (0.080)
	$\Delta \ln(e_{T,t})$	0.556*** (0.184)	0.608*** (0.146)	0.581*** (0.128)
상수항		-0.871** (0.406)	0.305 (0.429)	-0.343 (0.391)
공적분 검정	t_{BDM}	-5.96	6.37	7.79
	F_{PSS}	11.65	13.42	17.22
$\widehat{R}^2$		0.811	0.818	0.777

주: 괄호 안은 표준오차를 나타내며 *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1%에서 통계학적으로 유의미함을 의미함. 최적 시차는 BIC 기준을 적용하여 결정함. t_{BDM} 와 F_{PSS} 는 각각 Pesaran et al.(2001)의 t, F 통계량이며 bound test의 5% 유의수준 임계값은 $k=3$ (case 3)일 때 [-2.86, -3.78], [3.23, 4.35]임.

1.2. NARDL 모형 적용 결과

○ NARDL 모형을 이용한 곡물 가격전이에 대한 분석 결과 장기 및 단기에서 대칭적 가격전이를 가정한 ARDL 모형 결과와 많은 차이를 보여줌.

○ NARDL 모형추정 결과에서 장기적인 영향 관계를 보면 옥수수 가격은 콩 가격 하락 시와 밀 가격 상승 시에 반응하는 것으로 추정됨.

- 즉, 콩 가격 10% 하락 시와 밀 가격 10% 상승 시 옥수수 가격은 각각 3.9%, 4.0% 통계학적으로 유의미하게 하락 및 상승하는 장기 균형 관계가 식별됨.

- 이는 ARDL 모형 추정 결과에서의 10% 밀 가격 변화 시 4.9% 옥수수 가격이 대칭적으로 전이된다는 것과 많은 차이가 존재함. 즉, NARDL 결과는 밀 가격 10% 상승 및 하락 시 옥수수 가격은 각각 4.0% 상승, 3.2% 하락 (10% 유의수준에서만 유의미)하는 것으로 추정됨.
- 다만, 장기적 가격전이의 비대칭성 검정에서는 옥수수와 콩 가격이 밀 가격으로의 전이 경로에서만 5% 유의수준에서 유의미하게 검증됨.

○ 단기적인 가격전이도 형태도 장기적인 가격전이 형태와 비슷한 모습을 보이거나 모든 추정식에서 단기전이 가격전이의 비대칭성은 존재하지 않은 것으로 검정됨.

- 옥수수는 콩 가격 하락, 밀 가격 상승 시에 유의미한 영향을 미치며 콩 가격은 옥수수 가격 상승 및 하락 시에 유의미하게 반응함. 또한 밀 가격은 옥수수 가격 하락 및 콩 가격 상승 시에 유의미한 단기적인 영향을 미치는 것으로 추정됨.

○ ARDL 결과와 달리 모든 추정식에서 총생산비의 추정계수는 매우 유의미한 것으로 추정됨.

- 밀 10% 총생산비가 변동할 때 8.6% 가격이 변동하는 것으로 가장 크게 추정되었으며 옥수수는 5.5%, 콩은 4.5% 변동하는 것으로 추정됨.

표 5-2 NARDL 모형을 이용한 곡물 국제가격 전이 분석 결과: 연도자료

설명변수		종속변수		
		$\Delta \ln(p_{c,t})$	$\Delta \ln(p_{s,t})$	$\Delta \ln(p_{w,t})$
장기 균형 관계 (공적분)	$\ln(p_{c,t-1})$	-0.801*** (0.151)	-0.788*** (0.147)	-1.014*** (0.126)
	$\ln(p_{c,t-1}^+)$	.	0.390* (0.218)	-0.097 (0.274)
	$\ln(p_{c,t-1}^-)$	.	0.469** (0.190)	0.558*** (0.195)
	$\ln(p_{s,t-1}^+)$	0.188 (0.211)	.	0.891** (0.332)
	$\ln(p_{s,t-1}^-)$	0.314* (0.169)	.	0.277 (0.187)
	$\ln(p_{w,t-1}^+)$	0.320* (0.169)	0.082 (0.184)	.
	$\ln(p_{w,t-1}^-)$	0.259 (0.158)	0.026 (0.175)	.
	$\ln(c_{T,t-1})$	0.554*** (0.163)	0.448** (0.208)	0.864*** (0.161)
단기영향	$\Delta \ln(p_{c,t}^+)$	.	0.560** (0.229)	0.144 (0.253)
	$\Delta \ln(p_{c,t}^-)$	.	0.399** (0.182)	0.459** (0.188)
	$\Delta \ln(p_{s,t}^+)$	0.329 (0.213)	.	0.613** (0.274)
	$\Delta \ln(p_{s,t}^-)$	0.525** (0.224)	.	0.081 (0.246)
	$\Delta \ln(p_{w,t}^+)$	0.508*** (0.162)	0.227 (0.210)	.
	$\Delta \ln(p_{w,t}^-)$	0.306 (0.196)	-0.210 (0.215)	.
상수항		1.131 (1.010)	1.877 (1.208)	0.373 (0.904)

(계속)

설명변수		종속변수		
		$\Delta \ln(p_{c,t})$	$\Delta \ln(p_{s,t})$	$\Delta \ln(p_{w,t})$
장기효과	L_{pc}^+	.	0.495*	-0.096
	L_{pc}^-	.	-0.595***	-0.551***
	L_{ps}^+	0.234	.	0.879***
	L_{ps}^-	-0.391**	.	-0.273
	L_{pw}^+	0.400**	0.104	.
	L_{pw}^-	-0.324*	-0.033	.
비대칭성 검정	W_L^{pc}	.	0.543	7.004**
	W_L^{ps}	1.332	.	5.315**
	W_L^{pw}	0.337	0.250	.
	W_S^{pc}	.	0.304	0.911
	W_S^{ps}	0.339	.	2.069
	W_S^{pw}	0.487	1.740	.
공적분 검정	t_{BDM}	-5.318	-5.367	-8.026
	F_{PSS}	8.528	5.914	15.646
Q-stat		13.93	17.62	10.13
(p-value)		0.788	0.548	0.950

주: 괄호 안은 표준오차를 나타내며 *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1%에서 통계학적으로 유의미함을 의미함. L 은 공적분 계수로 $\beta^\pm$ 를 나타내며 W 는 Wald 통계량을 나타냄. t_{BDM} 과 F_{PSS} 는 각각 Pesaran et al.(2001)의 t, F 통계량이며 bound test의 5% 유의수준 임계값은 $k=3$ (case 3)일 때 $[-2.86, -3.78]$, $[3.23, 4.35]$ 이며 $k=4$ (case 3)임.

○ 2000년 이후와 이전을 비교할 경우, 곡물 가격 간의 영향은 상당히 다른 모습을 보이는 것으로 추정됨.

- 장기영향을 살펴보면 밀은 2000년대 이전 자료를 사용하여 추정할 경우 콩 가격의 상승 혹은 하락 시에 대칭적으로 전이된 반면 2000년대 이후에는 콩 가격 하락 시만 옥수수 가격과 균형 관계를 보여 비대칭적인 모습으로 바뀜.

- 또한 콩은 2000년 이전에 비해 2000년 이후에 옥수수 가격의 영향이 커진 것을 볼 수 있으며 밀도 옥수수 가격 하락 시와 콩 가격 하락 영향이 유의미하게 바뀐 것을 볼 수 있음.

○ 단기적인 영향도 2000년 이전과 이후에 상당한 차이가 발생하는 것으로 나타남.

- 특히, 콩 가격의 밀 가격에 대한 영향은 2000년대 이후 유의미하게 비대칭적으로 전이되는 것으로 추정됨.

표 5-3 NARDL 모형을 이용한 국제곡물 가격전이 분석 결과: 2000년 전후 분석

		종속변수					
		$\Delta \ln(p_{c,t})$		$\Delta \ln(p_{s,t})$		$\Delta \ln(p_{w,t})$	
		2000년 이전	2000년 이후	2000년 이전	2000년 이후	2000년 이전	2000년 이후
장기 균형 관계 (공적분)	$\ln(p_{c,t-1})$	-0.856*** (0.202)	-1.497*** (0.439)	-0.812*** (0.214)	-1.211*** (0.248)	-1.066*** (0.199)	-0.973*** (0.171)
	$\ln(p_{c,t-1}^+)$			0.140 (0.302)	0.880* (0.399)	0.621* (0.313)	
	$\ln(p_{c,t-1}^-)$			0.181 (0.283)	0.658** (0.209)	0.416 (0.348)	0.722*** (0.187)
	$\ln(p_{s,t-1}^+)$	0.766** (0.262)	0.288 (0.520)				0.764*** (0.192)
	$\ln(p_{s,t-1}^-)$	0.738*** (0.225)	1.761** (0.768)			0.348 (0.396)	
	$\ln(p_{w,t-1}^+)$	0.117 (0.185)	0.941 (0.525)	0.252 (0.193)	0.184 (0.444)		
	$\ln(p_{w,t-1}^-)$	0.216 (0.183)		0.275 (0.185)	0.291 (0.273)		
	$\ln(c_{T,t-1})$	0.661** (0.231)	0.432 (0.392)	0.115 (0.268)		0.855*** (0.250)	0.848*** (0.248)

(계속)

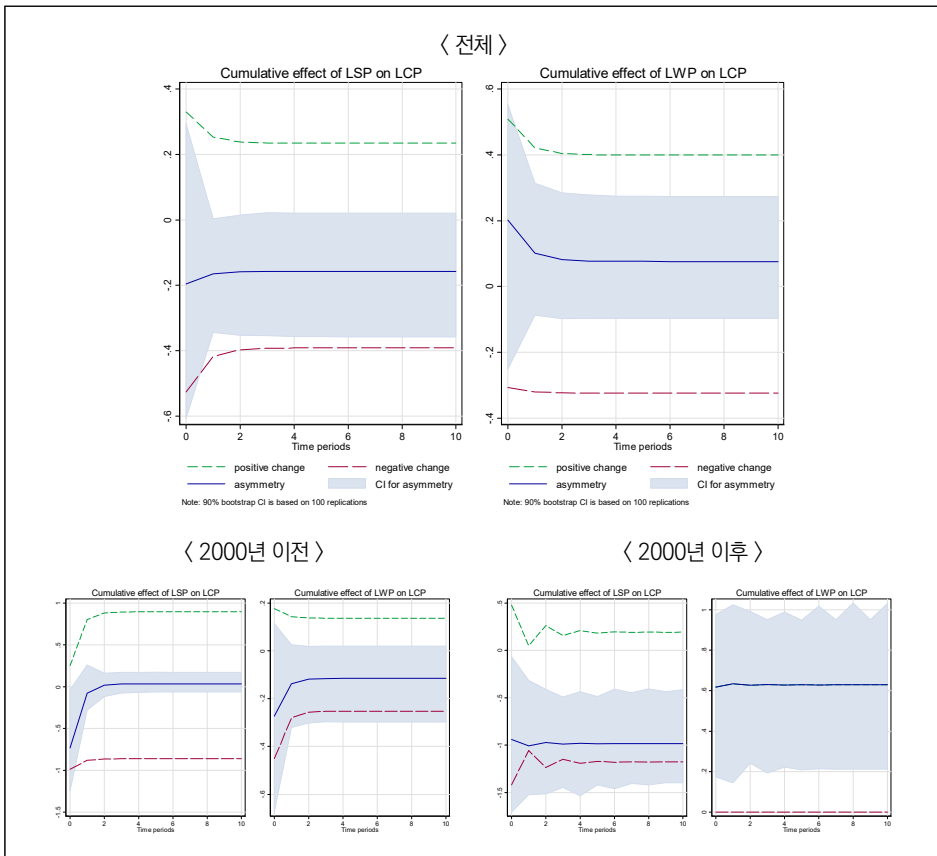
		종속변수					
		$\Delta \ln(p_{c,t})$		$\Delta \ln(p_{s,t})$		$\Delta \ln(p_{w,t})$	
		2000년 이전	2000년 이후	2000년 이전	2000년 이후	2000년 이전	2000년 이후
단기영향	$\Delta \ln(p_{c,t}^+)$			0.642** (0.298)	0.255 (0.350)	0.480** (0.217)	0.258 (0.306)
	$\Delta \ln(p_{c,t}^-)$			0.500** (0.191)	0.170 (0.273)	0.284 (0.326)	0.512 (0.331)
	$\Delta \ln(p_{s,t}^+)$	0.254 (0.298)	0.477 (0.418)				0.732** (0.236)
	$\Delta \ln(p_{s,t}^-)$	0.986*** (0.248)	1.416* (0.726)			0.204 (0.419)	
	$\Delta \ln(p_{w,t}^+)$	0.177 (0.193)	0.618* (0.304)	0.226 (0.224)	0.197 (0.312)		
	$\Delta \ln(p_{w,t}^-)$	0.450** (0.178)		0.000 (0.000)	0.310 (0.336)		
상수항		0.826 (1.249)	6.002 (3.412)	3.830* (1.895)	6.314*** (1.236)	0.958 (1.510)	0.081 (1.186)
장기효과	L_{pc}^+			0.172	0.727*	0.582**	
	L_{pc}^-			-0.223	-0.543**	-0.390	-0.742***
	L_{ps}^+	0.895***	0.193				0.785***
	L_{ps}^-	-0.861***	-1.176***			-0.326	
	L_{pw}^+	0.137	0.629*	0.310	0.152		
비대칭성 검정	L_{pw}^-	-0.252		-0.338	-0.240		
	W_L^{pc}			0.208	0.296	0.285	27.79***
	W_L^{ps}	0.103	6.853**			0.772	53.19***
	W_L^{pw}	0.912	4.395*	0.043	0.061		
	W_S^{pc}			0.201	0.029	0.227	0.192
	W_S^{ps}	3.123*	1.306			0.237	9.594***
공적분 검정	W_S^{pw}	0.843	4.131*	1.022	0.052		
	t_{BDM}	-4.247	-3.411	-3.796	-4.892	-5.354	-5.678
		4.975	5.079	4.030	6.478	9.536	12.679
Q-stat		4.21	5.326	11.26	2.148	3.124	4.384
(p-value)		0.937	0.620	0.338	0.951	0.978	0.735
관측치 수		24	18	24	18	24	18

주: 괄호 안은 표준오차를 나타내며 *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1%에서 통계학적으로 유의미함을 의미함. L 은 공적분 계수로 $\beta^\pm$ 를 나타내며 W 는 Wald 통계량을 나타냄. t_{BDM} 와 F_{PSS} 는 각각 Pesaran et al.(2001)의 t, F 통계량이며 bound test의 5% 유의수준 임계값은 $k=3$ (case 3)일 때 $[-2.86, -3.78]$, $[3.23, 4.35]$ 임.

○ 이상의 결과를 품목별로 살펴보면, 옥수수 가격은 장기적으로 콩 가격 하락 시와 밀 가격 하락 시에만 통계학적으로 유의미하게 반응하는 것으로 추정되었음.

- 생산비는 총생산비와 토지임대료가 장기적으로 반영됨.
- 단기적으로는 콩 가격 상승 시와 밀 가격 하락 시에 유의미하게 반영되는 것으로 추정되었으나 유의미한 비대칭성을 나타내지는 않았음.
- 콩 가격의 영향은 2000년 이후에 확대된 것으로 추정됨.

그림 5-1 옥수수 가격의 충격반응 함수

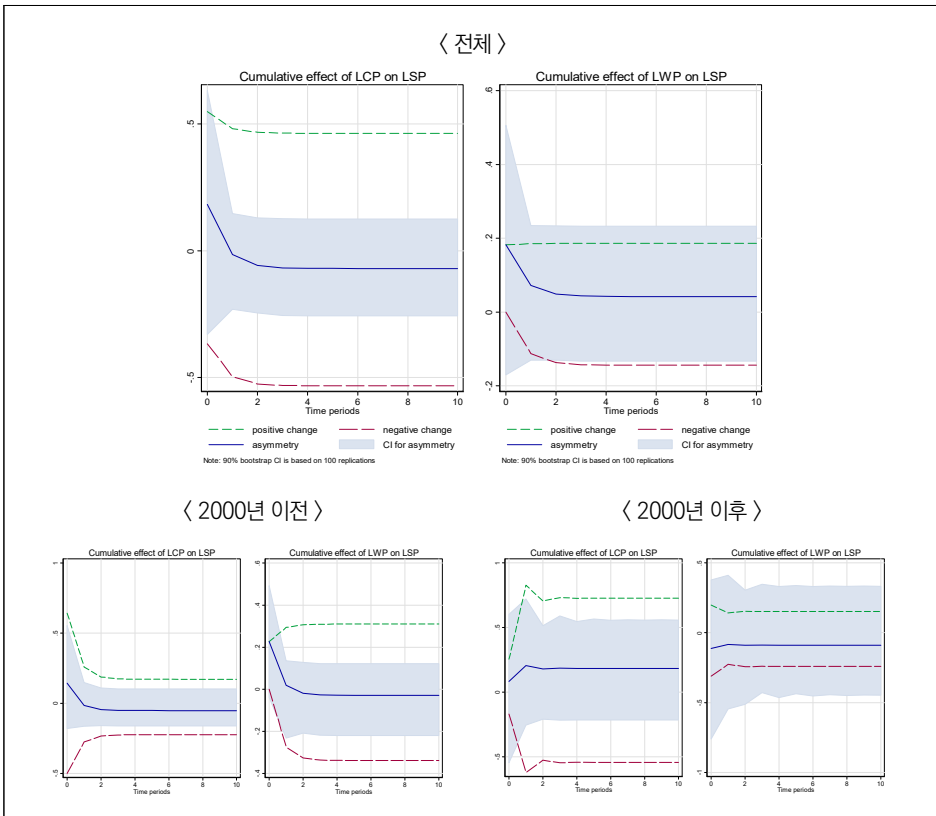


주: 〈표 5-2〉, 〈표 5-3〉의 결과를 이용하여 도출함.

○ 콩 가격은 장기적으로 옥수수 가격 하락 시 반응하며 총비용에 대한 반응 탄성도가 옥수수와 밀에 비해 작은 것으로 추정됨.

- 세부 비용항목은 콩 가격과 장기적 균형 관계를 나타내지 않았음.
- 장기 및 단기적인 영향 모두 비대칭적 가격전이 가설이 기각됨.

그림 5-2 콩 가격의 충격반응 함수



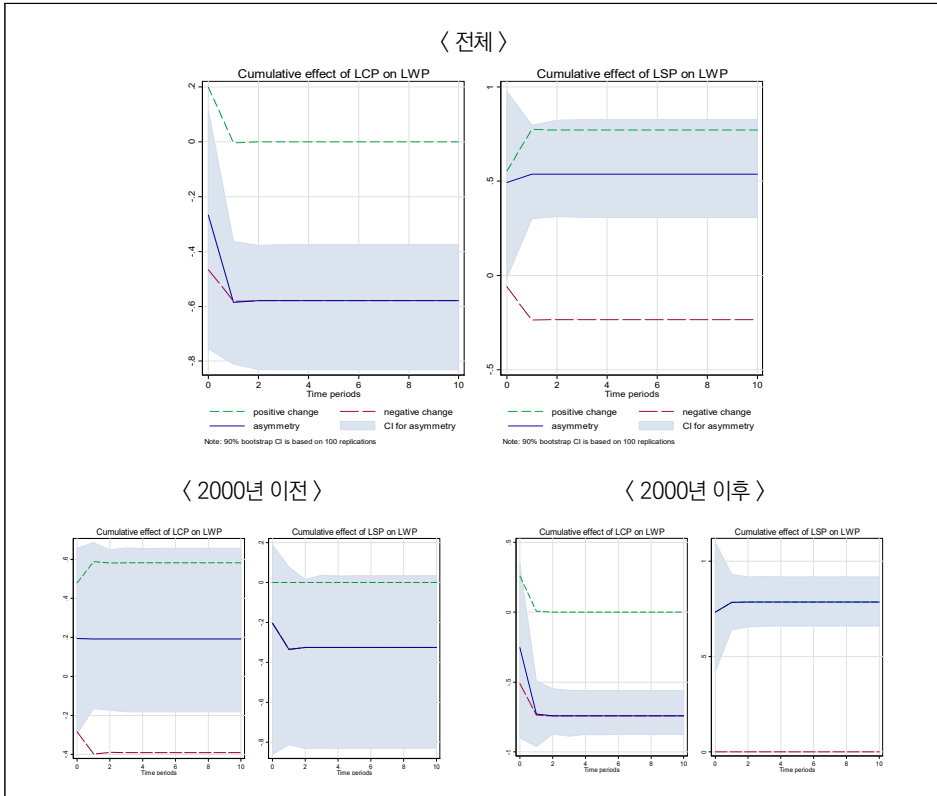
주: <표 5-2>, <표 5-3>의 결과를 이용하여 도출함.

○ 장기적으로 옥수수 가격 하락 시와 콩 가격 상승 시에 밀 가격은 유의미하게 반응하는 것으로 추정되었음.

- 총비용뿐만 아니라 비료비용과 토지임대료도 유의미한 영향을 미치는 것

으로 추정되었으며, 특히, 옥수수 및 콩 가격은 장기적으로 밀 가격에 비대칭적으로 전이되는 것으로 추정되었음.

그림 5-3 밀 가격의 충격반응 함수



주: <표 5-2>, <표 5-3>의 결과를 이용하여 도출함.

○ 이상에서 추정 및 식별된 각 곡물 가격 결정 요인에 대한 탄성치 및 시차는 곡물 가격 예측모형에 사용될 수 있을 것으로 판단됨.

- 특히, 몇몇 경우 가격전이가 비대칭적으로 발생하는 것으로 나타나 기존의 대칭적 가격전이를 가정하는 곡물 국제가격 예측모형의 예측력을 개선할 수 있을 것으로 기대됨.

- 또한 수요 및 공급 대체로 인한 타 곡물 가격과의 동행성에 대한 논의는 꾸준히 진행되어왔으나 이제까지 명시적으로 이를 반영하지 않았다는 측면에서 본 분석 결과의 활용성이 클 것으로 판단됨.
- 다만, 곡물 가격 예측모형 등의 농산물 가격 예측모형은 단기간의 가격 예측에 집중하는 만큼 월 단위의 분석도 추가될 필요성이 존재함.

2. 월별자료 분석

2.1. ARDL 모형 적용 결과

○ ARDL 모형과 월별자료를 이용한 분석 결과, 옥수수 가격은 콩과 밀 가격과 장기적인 균형 관계를, 콩 가격은 옥수수 가격과 장기 균형 관계를 보였으나 밀은 여타 곡물 가격과 유의미한 장기 균형 관계를 보여주지 않았음.

- 옥수수, 콩, 밀 모두 유의수준 1%에서 공적분이 존재하는 것으로 검정되었으며 균형으로의 수렴 속도는 세 곡물 모두 약 9%/월인 것으로 추정됨.

○ 단기효과는 세 곡물 모두 여타 곡물 가격에 유의미한 영향을 받는 것으로 추정되었으며 시차는 동월 혹은 전월인 것으로 식별됨.

○ 비료 가격은 콩 가격에만 영향을 주는 것으로 나타났으며 에탄올 가격은 옥수수 가격에 유의미한 영향을 주지 않는 것으로 추정됨.

- 미국 에탄올 생산은 주로 옥수수를 사용하기 때문에 옥수수 가격 결정모형에 에탄올 가격을 추가하여 분석하였으며 여타 곡물에서는 에탄올 가격을 포함하지 않았음.

표 5-4 ARDL 모델을 이용한 국제곡물 가격전이 분석 결과

설명변수		종속변수		
		$\Delta \ln(p_{c,t})$	$\Delta \ln(p_{s,t})$	$\Delta \ln(p_{w,t})$
adj(ρ)		-0.087*** (0.018)	-0.089*** (0.019)	-0.089*** (0.019)
장기효과	$\ln(p_{c,t-1})$		0.467*** (0.163)	0.276 (0.211)
	$\ln(p_{s,t-1})$	0.468** (0.200)		0.385 (0.258)
	$\ln(p_{w,t-1})$	0.750*** (0.195)	0.125 (0.178)	
	$\ln(p_{f,t-1})$	-0.017 (0.107)	0.196** (0.083)	0.120 (0.107)
	$\ln(p_{e,t-1})$	-0.109 (0.125)		
단기효과	$\Delta \ln(p_{c,t})$		0.416*** (0.040)	0.388*** (0.050)
	$\Delta \ln(p_{c,t-1})$	0.163*** (0.037)		-0.157*** (0.047)
	$\Delta \ln(p_{s,t})$	0.449*** (0.045)		0.197*** (0.054)
	$\Delta \ln(p_{s,t-1})$		0.131*** (0.040)	
	$\Delta \ln(p_{w,t})$	0.312*** (0.039)	0.126*** (0.039)	
	$\Delta \ln(p_{w,t-1})$			0.258*** (0.047)
	$\Delta \ln(p_{f,t})$	-0.002 (0.009)	0.018** (0.008)	0.011 (0.010)
	$\Delta \ln(p_{e,t})$	-0.009 (0.010)		
상수항		-0.134** (0.060)	0.181*** (0.055)	0.100 (0.065)
공적분 검정	t_{BDM}	4.82	4.59	4.68
	F_{PSS}	5.61	5.32	5.99
$\widehat{R}^2$		0.442	0.350	0.304

주: 괄호 안은 표준오차를 나타내며 *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1%에서 통계학적으로 유의미함을 의미함. 최적 시차는 BIC 기준을 적용하여 결정함. t_{BDM} 와 F_{PSS} 는 각각 Pesaran et al.(2001)의 t, F 통계량이며 bound test의 5% 유의수준 임계값은 k=3(case 3)일 때 [-2.86, -3.78], [3.23, 4.35]이며 k=4(case 3)일 때는 [-2.86, -3.99], [2.86, 4.01]임.

○ 월자료를 이용한 NARDL 모형 추정 결과는 특히 옥수수 가격이 밀 가격에 단기에 비대칭적으로 전이되는 것으로 분석됨.

- 장기 비대칭성을 보인 가격전이 경로는 콩 및 밀 가격이 옥수수 가격으로 전이되는 경로로 유의수준 10%에서 유의미하게 검정됨.
- 비대칭성을 가정하지 않은 ARDL 결과에서는 10% 콩 및 밀 가격 변동 시 옥수수 가격은 각각 4.7%, 7.5% 변동하는 것으로 추정되었으나 비대칭성을 가정하는 NARDL 결과는 콩 가격 10% 상승 및 하락 시 각각 3.5%, 6.1% 상승 및 하락하는 것으로 추정되었으며 밀 가격은 각각 7.6%, 5.5% 상승 및 하락하는 것으로 나타남.

○ 단기 영향도 ARDL 결과와 상당한 차이를 보였으며 에탄올과 비료 가격은 모든 곡물 가격에 유의미한 영향을 주지 못하는 것으로 추정됨.

표 5-5 NARDL 모형을 이용한 국제곡물 가격전이 분석 결과

설명변수		종속변수		
		$\Delta \ln(p_{c,t})$	$\Delta \ln(p_{s,t})$	$\Delta \ln(p_{w,t})$
장기 균형 관계 (공적분)	$\ln(p_{c,t-1})$	-0.104*** (0.020)	-0.093*** (0.020)	-0.092*** (0.019)
	$\ln(p_{c,t-1}^+)$		0.045** (0.022)	0.022 (0.023)
	$\ln(p_{c,t-1}^-)$		0.041** (0.018)	0.029 (0.024)
	$\ln(p_{s,t-1}^+)$	0.036 (0.023)		0.041 (0.025)
	$\ln(p_{s,t-1}^-)$	0.063*** (0.024)		0.033 (0.027)
	$\ln(p_{w,t-1}^+)$	0.079*** (0.019)	0.016 (0.020)	
	$\ln(p_{w,t-1}^-)$	0.057*** (0.018)	0.019 (0.017)	
	$\ln(p_{f,t-1})$	0.003 (0.013)	0.008 (0.011)	0.007 (0.013)
	$\ln(p_{e,t-1})$	-0.004 (0.011)		

(계속)

설명변수		종속변수		
		$\Delta \ln(p_{c,t})$	$\Delta \ln(p_{s,t})$	$\Delta \ln(p_{w,t})$
AR	$\Delta \ln(p_{\gamma,t-1})$	0.214*** (0.043)	0.150*** (0.041)	0.238*** (0.044)
단기영향	$\Delta \ln(p_{c,t}^+)$		0.473*** (0.067)	0.546*** (0.083)
	$\Delta \ln(p_{c,t-1}^+)$			
	$\Delta \ln(p_{c,t}^-)$		0.370*** (0.061)	0.268*** (0.076)
	$\Delta \ln(p_{c,t-1}^-)$			-0.251*** (0.070)
	$\Delta \ln(p_{s,t}^+)$	0.533*** (0.074)		0.139 (0.091)
	$\Delta \ln(p_{s,t-1}^+)$	-0.156** (0.078)		
	$\Delta \ln(p_{s,t}^-)$	0.359*** (0.077)		0.217** (0.089)
	$\Delta \ln(p_{s,t-1}^-)$			
	$\Delta \ln(p_{w,t}^+)$	0.286*** (0.064)	0.134** (0.064)	
	$\Delta \ln(p_{w,t}^-)$	0.348*** (0.070)	0.132* (0.069)	
	$\Delta \ln(p_{w,t-1}^-)$		-0.133** (0.065)	
상수항		0.504*** (0.101)	0.481*** (0.105)	0.424*** (0.093)
장기효과	L_{pc}^+		0.489**	0.24
	L_{pc}^-		-0.439***	-0.315
	L_{ps}^+	0.346*		0.45
	L_{ps}^-	-0.609***		-0.36
	L_{pw}^+	0.764***	0.174	
	L_{pw}^-	-0.545***	-0.270	

(계속)

설명변수		종속변수		
		$\Delta \ln(p_{c,t})$	$\Delta \ln(p_{s,t})$	$\Delta \ln(p_{w,t})$
비대칭성 검정	W_L^{pc}		0.10	0.12
	W_L^{ps}	2.91*		0.12
	W_L^{pw}	2.87*	0.05	
	W_S^{pc}		1.05	14.88***
	W_S^{ps}	0.02		0.30
	W_S^{pw}	0.31	1.32	
공적분 검정	t_{BDM}	-5.18	-4.71	-4.73
	F_{PSS}	6.38	4.49	5.24
Q_stat.		40.88	22.17	32.59
(p-value)		0.43	0.99	0.79
관측치 수		448	448	448

주: 괄호 안은 표준오차를 나타내며 *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1%에서 통계학적으로 유의미함을 의미함. L 은 공적분 계수로 $\beta^\pm$ 를 나타내며 W 는 Wald 통계량을 나타냄. t_{BDM} 와 F_{PSS} 는 각각 Pesaran et al.(2001)의 t, F 통계량이며 bound test의 5% 유의수준 임계값은 $k=3$ (case 3)일 때 $[-2.86, -3.78]$, $[3.23, 4.35]$ 이며 $k=4$ (case 3)일 때는 $[-2.86, -3.99]$, $[2.86, 4.01]$ 임.

○ 이상의 곡물 가격 결정 경로는 2000년대 후반 곡물 가격 급등을 계기로 전체적으로 강화된 것으로 분석됨.

- 이러한 분석을 위해 2006년을 기준으로 전후를 구분하여 NARDL 모형을 추정하였으며 아래 <5-6>은 이러한 분석의 결과를 정리한 것임.
- 우선 콩 가격 하락 시의 옥수수 가격 영향은 10% 하락 시 옥수수 가격이 2006년 이전에는 4.5%에서 이후에는 15.8%로 크게 증가함. 밀 가격 하락 시 옥수수 가격 영향은 2006년 이후로 유의미한 영향이 없어진 것으로 추정됨.
- 옥수수 가격 상승 시와 밀 가격 하락 시 콩 가격 영향은 2006년 이전에는 통계학적으로 유의미하지 않았으나 이후에는 추정치가 커졌을 뿐만 아니라 그 효과도 큰 것으로 추정됨.

○ 2006년 이후 곡물 가격 간의 가격전이에서의 비대칭성이 강화된 것으로 추정됨.

- 2006년 이후 콩과 밀 가격의 옥수수 가격전이, 옥수수와 밀의 콩 가격전이
에서 유의미한 장기적 비대칭성이 검증됨.
- 단기적 비대칭성 형태는 옥수수 가격의 콩 가격 영향이 2006년 이전에는
유의한 단기적 비대칭성을 보였으나 2006년 이후에는 유의성이 없어졌으
며, 밀 가격의 콩 가격에 대한 영향은 반대의 모습을 보였음. 또한 콩 가격
의 밀 가격 영향은 비대칭성이 강화되는 방향으로 변화된 것으로 추정됨.

표 5-6 NARDL 모형을 이용한 국제곡물 가격전이 분석 결과: 기간 구분

설명변수		종속변수:					
		$\Delta \ln(p_{c,t})$		$\Delta \ln(p_{s,t})$		$\Delta \ln(p_{w,t})$	
		2006년 이전	2006년 이후	2006년 이전	2006년 이후	2006년 이전	2006년 이후
장기 균형 관계 (공적분)	$\ln(p_{t-1})$	-0.100*** (0.025)	-0.135*** (0.042)	-0.093*** (0.025)	-0.166*** (0.042)	-0.106*** (0.026)	-0.116*** (0.036)
	$\ln(p_{c,t-1}^+)$			0.032 (0.029)	0.189*** (0.048)	0.025 (0.028)	0.064 (0.054)
	$\ln(p_{c,t-1}^-)$			0.033 (0.024)	0.016 (0.034)	0.013 (0.028)	-0.063 (0.079)
	$\ln(p_{s,t-1}^+)$	0.036 (0.027)	0.027 (0.046)			0.016 (0.028)	0.010 (0.076)
	$\ln(p_{s,t-1}^-)$	0.045 (0.030)	0.213*** (0.071)			0.031 (0.027)	0.166** (0.082)
	$\ln(p_{w,t-1}^+)$	0.083*** (0.025)	0.102*** (0.035)	0.006 (0.026)	-0.044 (0.034)		
	$\ln(p_{w,t-1}^-)$	0.076*** (0.027)	-0.029 (0.042)	0.005 (0.025)	0.101*** (0.037)		
	$\ln(p_{t-1}^f)$	-0.020 (0.023)	-0.004 (0.021)	0.024 (0.019)	-0.012 (0.018)	0.038* (0.021)	-0.010 (0.025)
	$\ln(p_{t-1}^e)$	0.004 (0.016)	-0.035 (0.025)				

(계속)

설명변수		종속변수:					
		$\Delta \ln(p_{c,t})$		$\Delta \ln(p_{s,t})$		$\Delta \ln(p_{w,t})$	
		2006년 이전	2006년 이후	2006년 이전	2006년 이후	2006년 이전	2006년 이후
단기영향	$\Delta \ln(p_{c,t}^+)$			0.622*** (0.083)	0.422*** (0.105)	0.564*** (0.086)	0.665*** (0.129)
	$\Delta \ln(p_{c,t}^-)$			0.336*** (0.076)	0.455*** (0.096)	0.218*** (0.080)	0.292* (0.149)
	$\Delta \ln(p_{s,t}^+)$	0.496*** (0.086)	0.568*** (0.145)				
	$\Delta \ln(p_{s,t-1}^+)$		-0.369** (0.148)				
	$\Delta \ln(p_{s,t}^-)$	0.367*** (0.102)	0.325** (0.129)				0.383** (0.160)
	$\Delta \ln(p_{w,t}^+)$	0.373*** (0.089)	0.199** (0.100)		0.227** (0.087)		
	$\Delta \ln(p_{w,t}^-)$	0.230** (0.097)	0.391*** (0.110)				
	$\Delta \ln(p_{w,t-2}^-)$	0.274*** (0.092)					
	$\Delta \ln(p_{?,t-1})$	0.147*** (0.048)	0.217*** (0.074)	0.136*** (0.052)	0.130* (0.068)	0.222*** (0.055)	0.119* (0.071)
	$\Delta \ln(p_{?,t-11})$					0.195*** (0.052)	
	상수항	0.560*** (0.142)	0.956*** (0.240)	0.426*** (0.131)	0.771*** (0.204)	0.388*** (0.139)	0.733*** (0.232)
	L_{pc}^+			0.342	1.137***	0.235	0.549
장기효과	L_{pc}^-			-0.353	-0.093	-0.120	0.541
	L_{ps}^+	0.357	0.204			0.149	0.086
	L_{ps}^-	-0.447*	-1.581***			-0.289	-1.437**
	L_{pw}^+	0.827***	0.756***	0.059	-0.266		
	L_{pw}^-	-0.761***	0.218	-0.056	-0.605***		

(계속)

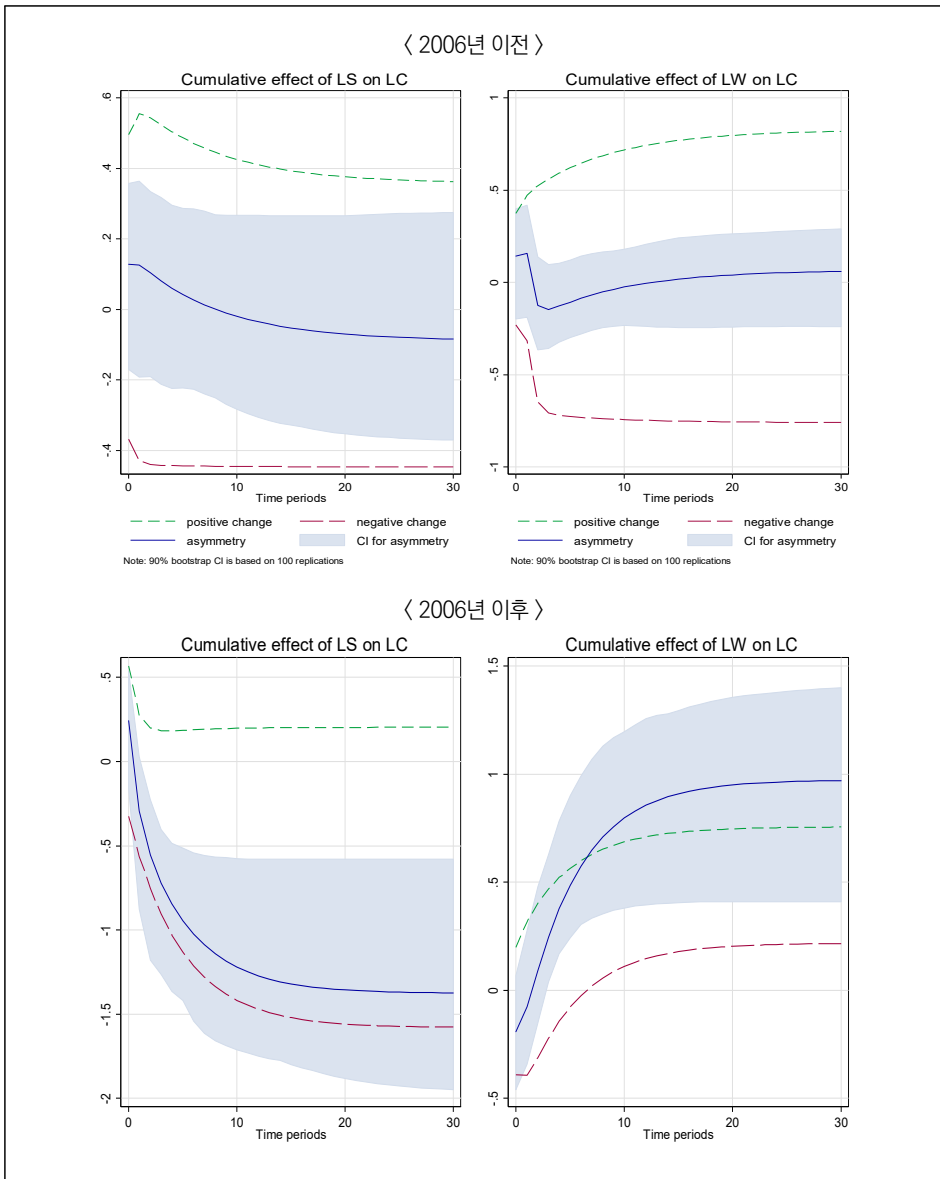
설명변수		종속변수:					
		$\Delta \ln(p_{c,t})$		$\Delta \ln(p_{s,t})$		$\Delta \ln(p_{w,t})$	
		2006년 이전	2006년 이후	2006년 이전	2006년 이후	2006년 이전	2006년 이후
비대칭성 검정	W_L^{pc}			0.003	9.816***	0.359	1.348
	W_L^{ps}	0.194	7.340***			0.382	1.578
	W_L^{pw}	0.142	7.448***	0.000	9.215***		
	W_S^{pc}			5.09**	0.044	6.850***	2.763*
	W_S^{ps}	0.686	0.242				5.687**
	W_S^{pw}	0.605	1.260		6.726***		
공적분 검정	t_{BDM}	-4.04	-3.23	-3.772	-3.969	-4.137	-3.202
	F_{PSS}	3.73	3.54	3.127	4.085	5.074	2.340
Q_stat.		24.01	38.49	25.38	40.24	36.25	45.63
(p-value)		0.98	0.54	0.97	0.46	0.64	0.25
관측치 수		285	162	286	162	276	162

주: 괄호 안은 표준오차를 나타내며 *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1%에서 통계학적으로 유의미함을 의미함. L 은 공적분 계수로 $\beta^{\pm}$ 를 나타내며 W 는 Wald 통계량을 나타냄. t_{BDM} 와 F_{PSS} 는 각각 Pesaran et al.(2001)의 t, F 통계량이며 bound test의 5% 유의수준 임계값은 $k=3$ (case 3)일 때 $[-2.86, -3.78]$, $[3.23, 4.35]$ 이며 $k=4$ (case 3)일 때는 $[-2.86, -3.99]$, $[2.86, 4.01]$ 임.

○ 아래 <그림 5-4>, <그림 5-5>, <그림 5-6>은 이러한 2006년 전후의 가격전 이 형태 변화를 충격반응 함수를 이용하여 나타낸 것임.

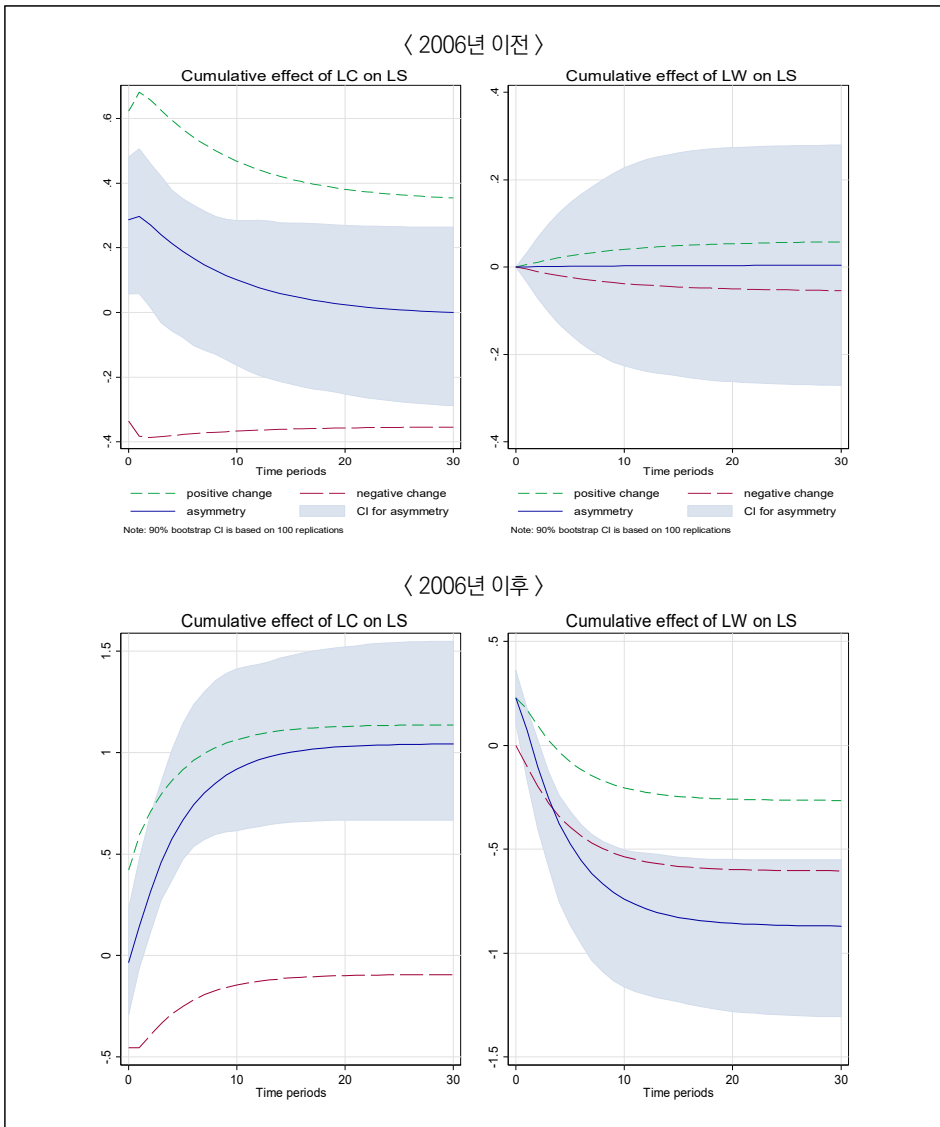
- 2006년 이전과 이후에 가격전이 형태가 변한 것을 뚜렷이 볼 수 있음. 이는 상품의 금융화와 수요대체 관계 등의 변화로 인한 것으로 추정됨.

그림 5-4 옥수수 가격의 충격반응 함수: 월별자료 사용



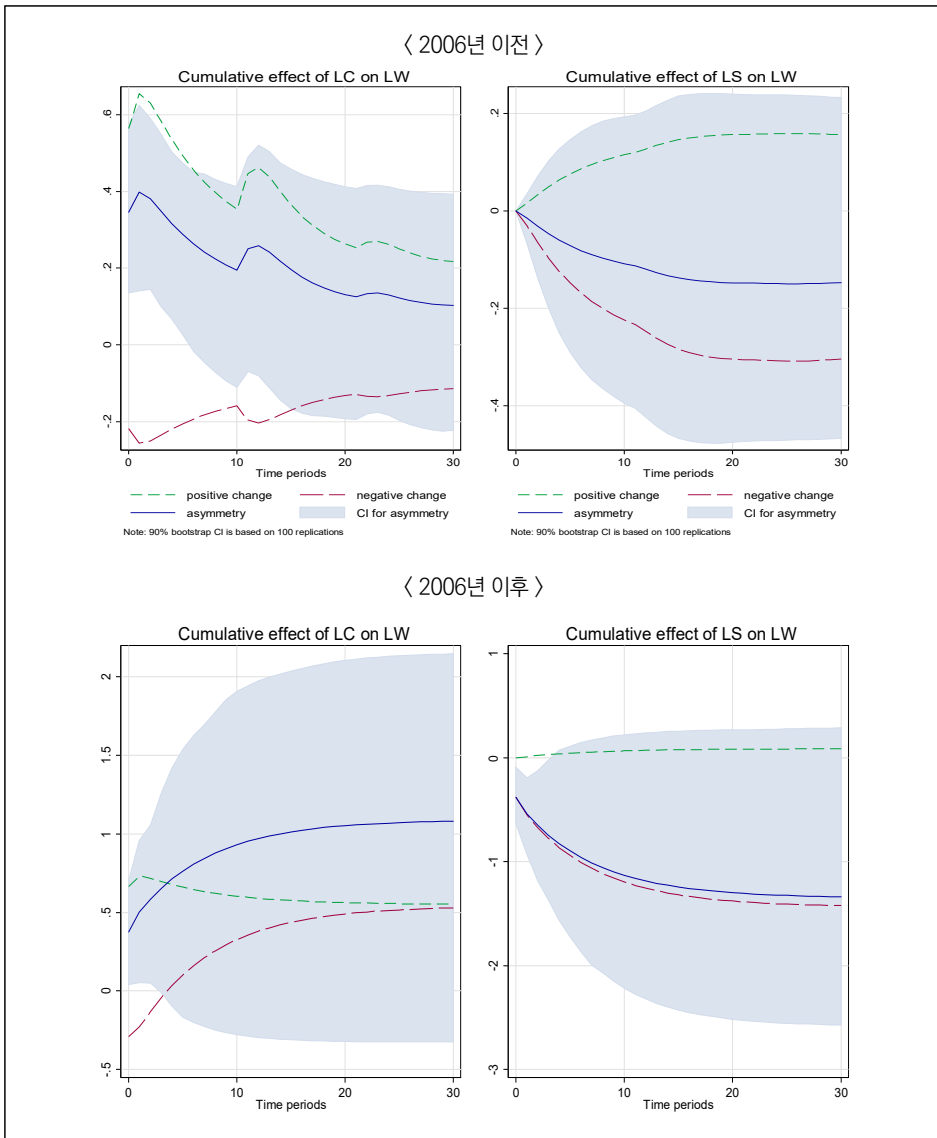
주: 〈표 5-6〉의 결과를 이용하여 도출함.

그림 5-5 콩 가격의 충격반응 함수: 월별자료 사용



주: 〈표 5-6〉의 결과를 이용하여 도출함.

그림 5-6 밀 가격의 충격반응 함수: 월별자료 사용



주: 〈표 5-6〉의 결과를 이용하여 도출함.

○ 이상의 곡물 가격 결정 요인 분석에서 에탄올 가격은 옥수수 가격 형성에 유의미한 영향을 주지 못하는 것으로 확인됨. 본 절에서는 에탄올 가격 결정 요인을 분석함으로써 곡물, 바이오에너지 및 석유 가격 간의 연결고리를 파악하고자 함.

- 곡물 가격전이 분석에서와 동일하게 기존의 연구들과 같이 대칭성을 가정하고 분석한 후 비대칭성을 도입하였을 때의 결과와 비교함.

○ 우선, ARDL 모형과 1982년 이후의 모든 자료를 사용하여 분석한 결과 에탄올 가격은 유가와 장기 균형 관계를 보였으며 단기에서는 유가 및 옥수수 가격이 모두 유의미한 영향을 미치는 것으로 분석됨.

- 전체 자료를 사용한 결과는 미국에서 RFS(Renewable Fuel Standard)가 적용되어 에탄올 사용이 급증한 시기인 2006년 이전 및 이후 자료를 나누어 분석한 결과와 상당히 다르게 나타남.
- 즉, 2006년 이전에는 유가 및 옥수수 가격 모두 에탄올 가격과 유의미한 장기 균형 관계를 보이는 것으로 추정되었으나 2006년 이후에는 옥수수 가격만 10% 유의수준에서 유의미한 장기 균형 관계를 나타냄.
- 이는 2006년을 전후로 에탄올 가격 결정형태가 바뀌었다는 것을 의미함.

표 5-7 ARDL 모형을 이용한 에탄올 가격전이 분석 결과

		종속변수: $\Delta \ln(p_{e,t})$		
		전체	2006년 이전	2006년 이후
adj(ρ)	$\ln(p_{e,t-1})$	-0.084*** (0.020)	-0.188*** (0.030)	-0.090*** (0.034)
장기효과	$\ln(p_{o,t-1})$	0.335*** (0.090)	0.488*** (0.049)	0.345 (0.307)
	$\ln(p_{c,t-1})$	0.068 (0.180)	0.321*** (0.107)	0.858* (0.445)

(계속)

		종속변수: $\Delta \ln(p_{e,t})$		
		전체	2006년 이전	2006년 이후
단기효과	$\Delta \ln(p_{o,t})$	0.254*** (0.037)	0.232*** (0.042)	0.218*** (0.073)
	$\Delta \ln(p_{e,t})$	0.157*** (0.060)	0.060*** (0.021)	0.379*** (0.103)
	$\Delta \ln(p_{e,t-1})$	0.158*** (0.061)		
AR	$\Delta \ln(p_{e,t-1})$	0.290*** (0.043)	0.320*** (0.051)	0.253*** (0.070)
	$\Delta \ln(p_{e,t-2})$	-0.202*** (0.044)	-0.137** (0.053)	-0.283*** (0.071)
상수항		-0.092 (0.061)	-0.507*** (0.112)	-0.489*** (0.172)
공적분 검정	F_{PSS}	5.97	14.1	3.36
	t_{BDM}	-4.21	-6.274	-2.68
관측치 수		447	296	151
$\hat{R}^2$		0.261	0.287	0.301

주: 괄호 안은 표준오차를 나타내며 *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1%에서 통계학적으로 유의미함을 의미함. 최적 시차는 BIC 기준을 적용하여 결정함. t_{BDM} 와 F_{PSS} 는 각각 Pesaran et al.(2001)의 t, F 통계량이며 bound test의 5% 유의수준 임계값은 $k=2$ (case 3)일 때 [-2.86, -3.53], [3.79, 4.85]임.

○ 에탄올 가격전이 모형에 비대칭성을 가정하여 분석한 결과 2006년 이전에는 대칭적인 모습을 보였으나 2006년 이후에는 단기뿐만 아니라 장기에 있어서도 비대칭적으로 전이되는 것으로 추정됨.

- 2006년 이전에는 장기 균형 관계의 비대칭성이 존재하지 않았으나 2006년 이후에는 유가는 하락 시, 옥수수 가격은 상승 시에 그 반대의 경우에 비해 영향이 크게 비대칭적으로 전이되는 것으로 추정됨.
- 단기 영향은 2006년 이전에는 옥수수 가격이 비대칭적으로 전이되었으나 2006년 이후에는 유가가 비대칭적으로 전이되는 것으로 추정됨.

표 5-8 NARDL 모델을 이용한 에탄올 가격전이 분석 결과

설명변수		종속변수: $\Delta \ln(p_{e,t})$		
		전체	2006년 이전	2006년 이후
장기 균형 관계 (공적분)	$\ln(p_{e,t-1})$	-0.137*** (0.023)	-0.229*** (0.034)	-0.237*** (0.055)
	$\ln(p_{o,t-1}^+)$	0.069*** (0.015)	0.106*** (0.018)	-0.031 (0.034)
	$\ln(p_{o,t-1}^-)$	0.063*** (0.014)	0.102*** (0.019)	0.073** (0.033)
	$\ln(p_{c,t-1}^+)$	0.008 (0.015)	0.038 (0.024)	0.110*** (0.039)
	$\ln(p_{c,t-1}^-)$	0.026 (0.022)	0.051** (0.025)	0.004 (0.044)
단기영향	$\Delta \ln(p_{o,t}^+)$	0.267*** (0.069)	0.305*** (0.070)	.
	$\Delta \ln(p_{o,t}^-)$	0.242*** (0.057)	0.168*** (0.064)	0.407*** (0.099)
	$\Delta \ln(p_{c,t}^+)$	0.313*** (0.095)		0.507*** (0.161)
	$\Delta \ln(p_{c,t-1}^+)$	0.217** (0.097)		
	$\Delta \ln(p_{c,t-2}^-)$	0.228** (0.092)	0.284*** (0.105)	0.224 (0.166)
AR	$\Delta \ln(p_{e,t-1})$	0.305*** (0.044)	0.341*** (0.053)	0.376*** (0.074)
	$\Delta \ln(p_{e,t-2})$	-0.224*** (0.044)	-0.114** (0.056)	-0.250*** (0.072)
	$\Delta \ln(p_{e,t-3})$	0.100** (0.043)	0.154*** (0.055)	0.155** (0.071)
상수항		-0.064 (0.046)	-0.167* (0.089)	0.166 (0.131)
장기효과	L_o^+	0.507***	0.461***	-0.130
	L_o^-	-0.459***	-0.443***	-0.310***
	L_c^+	0.056	0.165*	0.466***
	L_c^-	-0.190	-0.224**	-0.016

(계속)

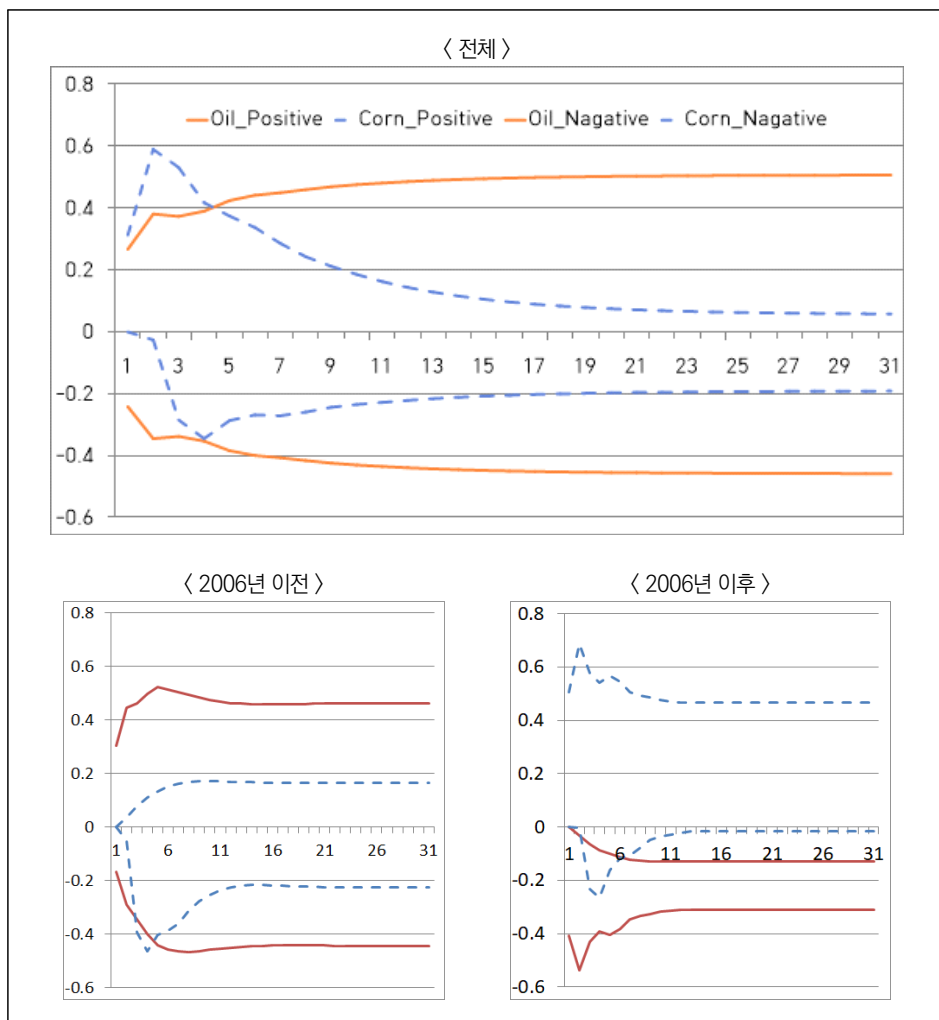
설명변수		종속변수: $\Delta \ln(p_{e,t})$		
		전체	2006년 이전	2006년 이후
비대칭성 검정	W_L^o	0.369	0.074	13.60***
	W_L^c	1.156	0.302	7.299***
	W_S^o	0.060	1.618	16.960***
	W_S^c	3.452*	7.290***	0.140
공적분 검정	t_{BDM}	-5.946	-6.790	-3.323
	F_{PSS}	7.272	9.707	3.848
Q_stat.		38.90	46.63	26.08
(p-value)		0.520	0.218	0.956
관측치 수		447	284	163

주: 괄호 안은 표준오차를 나타내며 *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1%에서 통계학적으로 유의미함을 의미함. L 은 공적분 계수로 $\beta^\pm$ 를 나타내며 W 는 Wald 통계량을 나타냄. t_{BDM} 와 F_{PSS} 는 각각 Pesaran et al.(2001)의 t, F 통계량이며 bound test의 5% 유의수준 임계값은 $k=2$ (case 3)일 때 $[-2.86, -3.53]$, $[3.79, 4.85]$ 임.

○ 이러한 결과는 충격반응 동태적 누적승수(dynamic cumulative multiplier)를 이용한 충격반응 함수를 나타내는 아래의 그림을 통해서 더욱 명확하게 볼 수 있음.

- 즉, 2006년 이전에는 유가와 옥수수 가격이 에탄올 가격에 비교적 대칭적으로 전이되나 2006년 이후에는 유가는 하락 시, 옥수수 가격은 상승 시에만 에탄올 가격을 크게 하락 혹은 상승시키는 것을 볼 수 있음.

그림 5-7 에탄올 가격의 충격반응 함수



주: 〈표 5-8〉의 추정 결과를 바탕으로 도출함.

○ 이상의 월별자료 분석은 곡물 가격 간의 동행성을 나타내는 장기 균형 관계가 통계학적으로 유의미하게 검증된다는 것을 보여줌.

- 세부적으로 옥수수 가격은 콩 가격 하락 시와 밀 가격 상승 및 하락 시의 영향이 통계학적으로 유의미하게 추정되었으며 콩 및 밀 가격의 옥수수 가격 전이에 대한 비대칭성은 10% 유의수준에서 유의미하게 검증됨.

- 콩 가격은 옥수수 가격 하락 시에만 유의미한 장기 균형 관계가 성립되었으며 밀 가격은 여타 곡물 가격과의 유의미한 장기 균형 관계가 성립되지는 않음.

○ 단기적인 영향은 거의 모든 가격전이 경로에서 유의미하게 추정되었으며 유의미한 가격전이 시차는 동월 혹은 1개월인 것으로 추정됨.

- 다만, 콩 가격 상승 시의 밀 가격에 대한 단기영향은 유의미하게 추정되지 않았음.

○ 월별자료를 이용한 에탄올 및 비료 가격의 곡물 가격에 대한 가격전이 분석 결과 통계학적으로 유의미한 가격전이 경로가 식별되지 않았음.

- 연별자료를 사용한 분석에서 생산비는 유의미하게 각 곡물 가격에 전이되는 것으로 분석되었으며 특히, 비료비는 밀 가격에 유의미하게 전이되는 것으로 추정되었음.
- 이러한 차이는 생산비는 생육의 특정 시점에만 투입되는 데 비해 분석에서는 모든 월의 생산비를 사용함으로써 유의미한 정보를 반영하지 못하였기 때문인 것으로 판단됨. 즉, 생육기 이외의 생산비 항목의 변화가 실제 투입되는 생산비 변화로 이어지지 않음.

○ 옥수수 가격은 에탄올 가격에 영향을 받지 않는 반면, 에탄올 가격은 옥수수 가격에 장단기적인 영향을 받는 것으로 추정됨.

- 1982년 이후의 모든 자료를 사용하여 분석할 경우 옥수수 가격은 장단기에 모두 유의미하게 에탄올 가격으로 전이되는 것으로 추정되었으며 장단기 모두 비대칭성은 검정되지 않았음.
- 그러나 RFS가 적용되어 미국 에탄올 생산 및 소비가 본격적으로 증가한 2006년을 기준으로 전후의 에탄올 가격전이를 분석한 결과 2006년 이후

에 비대칭적 가격전이 현상이 뚜렷해진 것으로 추정됨.

- 즉, 2006년 이후에는 옥수수 가격은 상승 시, 유가는 하락 시에만 에탄올 가격에 유의미한 전이경로로 식별되었으며 단기에도 동일한 경로만이 유의미하게 추정됨.

제6장

요약 및 시사점



6

요약 및 시사점

1. 요약

○ 본 연구는 곡물 국제가격을 대상으로 이제까지의 다양한 분야(상품)의 연구 결과에서 강조된 가격 동조성 강화, 가격전이의 비대칭성 등을 명시적으로 고려한 가격전이 모형을 사용하여 분석함.

- 이를 통해 곡물 국제가격 형성에 대한 이해도를 높이며 향후 농산물 가격예측모형 개발을 위한 기초자료 제공을 목적으로 하였음.
- 분석 모형 및 결과는 직접적으로는 국제곡물조기경보시스템의 예측력 개선에 활용될 수 있으며 다양한 국내 농산물 가격 예측모형 개발에 방법론이 활용될 수 있을 것으로 기대함.

○ 본 연구는 다양한 선행연구 및 실증 기초자료 분석을 통해 관련 이슈를 검토하였으며 이러한 검토를 통해 변수와 분석모형을 식별함.

- 비료 등 공통 생산요소 사용, 농가의 수익성에 기반한 작목 선택, 수요 대체, 상품의 금융화 등으로 발생하는 것으로 알려진 가격 동조성에 대한 논의를 반영하기 위해 타 곡물 가격을 직접 설명변수로 도입하였으며 이들 간의 공적분 유무를 검증함.
- 시장지배력 및 수요 및 공급 측면의 대체 관계에 의해 발생할 수 있는 가격 전이의 비대칭성 논의는 가격 상승 및 하락 시를 구분한 자료와 구분하지 않은 자료를 분석하여 이를 비교하는 방법을 채택함.

○ 구체적으로 본 연구에 사용된 시계열 계량분석 모형은 장/단기 파급영향을 하나의 추정식으로 도출할 수 있는 ARDL과 NARDL 모형임.

- ARDL 모형은 대칭적 가격전이를 가정하나 충격이 장단기에 반영하는 형태를 반영함.
- NARDL 모형은 ARDL 모형의 장점을 모두 가지면서 비대칭성을 가정함.

○ 가격 동조성 분석 결과는 다수의 장단기 전이경로에서 유의미하게 추정되었으며 다양한 방향성이 존재하는 것으로 추정됨.

- 장기적인 균형 관계로 인한 동조성에 더하여 단기적인 가격 동조성도 관측됨. 최근에 올수록 이러한 동조성은 강화되는 것으로 추정됨.

○ 다양한 유의미한 가격전이 경로에서 장기 및 단기 비대칭성이 추정되었으며 2006년 이후 비대칭성이 강화된 것으로 추정됨.

- 통계학적으로 유의미하게 추정되지 않은 다수의 가격전이 경로에서도 파급영향의 차이가 발생함.

○ 바이오 에탄올 생산 증대 등에 따른 수송 연료와 곡물 간의 연계성 강화에 대

한 분석 결과는 에탄올 가격 변동은 곡물 가격 변동으로 귀결되지 않으나 곡물가격(옥수수) 변화는 에탄올 가격 변화로 이어지는 것으로 추정됨.

- 2006년 이후 이러한 곡물에서 에탄올로의 가격전이와 전이의 비대칭성이 강화된 것으로 추정됨.

2. 시사점

○ 이상의 분석 결과는 선행연구들과 달리 곡물 가격 동조성을 고려하였으며 전이경로의 비대칭성을 명시적으로 도입했다는 측면에서 차별화됨.

- 비대칭성을 도입하여 더욱 세분화된 경로를 식별하였으며 곡물 상호 간의 연결고리를 추정하였음.

○ 분석 결과 장기적인 균형 관계 및 장단기 비대칭성이 존재하는 가격전이 경로가 다수 존재하는 것으로 추정되어 곡물 국제가격 예측모형 구축에 이러한 요소들이 반영되어야 함을 시사함.

- 즉, 수급 등의 자료에 더하여 동조성을 고려하여 여타 곡물 가격정보를 포함해야 하며 비대칭성을 고려하여 상승 및 하락분을 분리하여 모형에 포함할 필요가 있음. 또한 장기적인 균형 관계가 존재하므로 ECM 기반의 모형이 타당함.

○ 여타 농산물 가격 예측모형 구축에서도 가격 동조성, 장기 균형 관계, 비대칭성 등을 고려한 모형 설정으로 모형 예측력을 높일 수 있을 것으로 기대함.

- 대상 작물과 여타 작물 가격 간의 동조성 분석을 선행하여 동조성을 보이는 작물을 식별할 필요가 있음.

- 비대칭성을 전제로 모형을 구축한 후 예측력 개선 정도를 비교하여 최종 모형을 식별하는 방안이 합리적일 것으로 판단됨.
- 장기 균형 관계 파악을 위해 공적분 검정을 수행할 필요가 있음.

별첨: 세분화된 생산비 영향분석 결과

부표 1 ARDL 모형을 이용한 국제곡물 가격전이 분석 결과: 연도자료, 생산비 세분화 결과

설명변수		종속변수		
		$\Delta \ln(p_{c,t})$	$\Delta \ln(p_{s,t})$	$\Delta \ln(p_{w,t})$
adj(ρ)		-0.837*** (0.135)	-0.711*** (0.108)	-0.817*** (0.104)
장기효과	$\ln(p_{c,t-1})$		0.670*** (0.223)	0.373** (0.171)
	$\ln(p_{s,t-1})$	0.279 (0.221)		0.331 (0.202)
	$\ln(p_{w,t-1})$	0.373** (0.145)	0.096 (0.172)	
	$\ln(c_{St-1})$	-0.143* (0.078)	0.151 (0.096)	-0.105 (0.177)
	$\ln(c_{F,t-1})$	0.262* (0.130)	0.071 (0.150)	0.309*** (0.108)
	$\ln(c_{L,t-1})$	0.354** (0.153)	-0.190 (0.203)	0.132 (0.115)
단기효과	$\Delta \ln(p_{c,t})$		0.476*** (0.146)	0.304** (0.143)
	$\Delta \ln(p_{s,t})$	0.503*** (0.147)		0.271 (0.165)
	$\Delta \ln(p_{w,t})$	0.312*** (0.114)	0.069 (0.124)	
	$\Delta \ln(c_{St})$	-0.120* (0.064)	0.107 (0.065)	0.248* (0.141)
	$\Delta \ln(c_{F,t})$	0.219** (0.103)	0.050 (0.108)	0.253*** (0.087)
	$\Delta \ln(c_{L,t})$	0.297** (0.116)	0.097 (0.141)	0.108 (0.092)
상수항		-0.276 (0.501)	1.407*** (0.390)	0.114 (0.458)
공적분 검정	t_{BDM}	-6.19	6.60	7.95
	F_{PSS}	10.22	10.60	14.29
$\widehat{R}^2$		0.817	0.765	0.813

주: 괄호 안은 표준오차를 나타내며 *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1%에서 통계학적으로 유의미함을 의미함. 최적 시차는 BIC 기준을 적용하여 결정함. t_{BDM} 와 F_{PSS} 는 각각 Pesaran et al.(2001)의 t, F 통계량이며 bound test의 5% 유의수준 임계값은 k=5(case 3)일 때 [-2.86, -4.49], [2.62, 3.79]임.

부표 2 NARDL 모형을 이용한 국제곡물 가격전이 분석 결과: 연도자료, 생산비 세분화 결과

설명변수		종속변수		
		$\Delta \ln(p_{c,t})$	$\Delta \ln(p_{s,t})$	$\Delta \ln(p_{w,t})$
장기 균형 관계 (공적분)	$\ln(p_{c,t-1})$	-0.772*** (0.159)	-0.762*** (0.169)	-1.079*** (0.141)
	$\ln(p_{c,t-1}^+)$		0.389 (0.254)	0.016 (0.279)
	$\ln(p_{c,t-1}^-)$		0.522** (0.218)	0.485** (0.228)
	$\ln(p_{s,t-1}^+)$	0.144 (0.244)		0.772** (0.343)
	$\ln(p_{s,t-1}^-)$	0.159 (0.198)		0.310 (0.216)
	$\ln(p_{w,t-1}^+)$	0.255 (0.197)	0.104 (0.214)	
	$\ln(p_{w,t-1}^-)$	0.356* (0.207)	0.121 (0.233)	
	$\ln(c_{St-1})$	0.184 (0.281)	0.456 (0.345)	0.071 (0.153)
	$\ln(c_{Ft-1})$	0.072 (0.198)	-0.174 (0.219)	0.388*** (0.137)
	$\ln(c_{Lt-1})$	0.310** (0.143)	0.015 (0.164)	0.234** (0.098)
단기영향	$\Delta \ln(p_{c,t}^+)$		0.494 (0.363)	0.173 (0.264)
	$\Delta \ln(p_{c,t}^-)$		0.472** (0.206)	0.522** (0.209)
	$\Delta \ln(p_{s,t}^+)$	0.329 (0.243)		0.412 (0.279)
	$\Delta \ln(p_{s,t}^-)$	0.488** (0.236)		0.242 (0.280)
	$\Delta \ln(p_{w,t}^+)$	0.436** (0.195)	0.240 (0.257)	
	$\Delta \ln(p_{w,t}^-)$	0.391* (0.225)	0.029 (0.247)	
상수항		2.080** (0.895)	3.862*** (0.887)	2.948*** (0.739)

(계속)

설명변수		종속변수		
		$\Delta \ln(p_{c,t})$	$\Delta \ln(p_{s,t})$	$\Delta \ln(p_{w,t})$
장기효과	L_{pc}^+		0.511	0.015
	L_{pc}^-		-0.685**	-0.449**
	L_{ps}^+	0.187		0.715**
	L_{ps}^-	-0.206		-0.287
	L_{pw}^+	0.331	0.136	
	L_{pw}^-	-0.461*	-0.159	
비대칭성 검정	W_L^{pc}		0.734	2.949*
	W_L^{ps}	0.011		2.269
	W_L^{pw}	0.531	0.014	
	W_S^{pc}		0.003	0.968
	W_S^{ps}	0.199		0.176
	W_S^{pw}	0.023	0.417	
공적분 검정	t_{BDM}	-4.867	-4.498	-7.649
	F_{PSS}	7.452	4.609	12.817
Q-stat		13.51	13.64	9.937
(p-value)		0.812	0.805	0.955

주: 괄호 안은 표준오차를 나타내며 *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1%에서 통계학적으로 유의미함을 의미함. 최적 시차는 BIC 기준을 적용하여 결정함. t_{BDM} 와 F_{PSS} 는 각각 Pesaran et al.(2001)의 t, F 통계량이며 bound test의 5% 유의수준 임계값은 k=5(case 3)일 때 [-2.86, -4.49], [2.62, 3.79]임.

- 강태훈. 2009. “농산물 가격전달의 비대칭성에 관한 실증 분석.” 『농촌경제』 32(5): 63-81.
- 권오복·최정섭. 2002. “전이함수를 이용한 산지 수소 가격 예측.” 『농촌경제』 25(1).
- 권용덕. 2008. “수입개방이 국내 쇠고기가격의 전이성에 미치는 영향.” 『농업경제연구』 29(3). 농업정책학회.
- 김종진·김지연·공민지·최선우·이동주·채주호. 2014. 『국제곡물 조기경보시스템 구축』. 기타연구보고 M128. 한국농촌경제연구원.
- 김종진·형남원. 2018. “동태요인모형을 이용한 국제곡물 가격 예측.” 『농촌경제』 31(4): 29-51.
- 김태훈·김배성. 2009. “곡물가공품 가격의 반응시차와 비대칭적 가격전이분석.” 『농촌경제』 32(1).
- 박성진·김종진·박지원. 2019. 『해외 곡물 도입 정책 진단과 개선방안』. 한국농촌경제연구원.
- 성명환·한석호·손미연·김원용·정기호. 2013. 『국제곡물시장분석과 해외곡물시장 정보 시스템 구축 및 운영』. 한국농촌경제연구원.
- 안병일. 2007. “마늘과 양파에 대한 가격전이의 비대칭성 검증.” 『농촌경제』 30(3): 51-67. 한국농촌경제연구원.
- 안병일·김태훈. 2008. “주요농산물의 생산자와 소비자간의 비대칭적 가격전이 분석.” 『농업경제연구』 49(3): 77-95.
- 양승룡. 2003. “축산물 가격의 인과성 검증: 사료곡물에서 소매단계까지.” 『농업경제연구』 44(2).
- 윤성주·이춘수·양승룡. 2016. “인공신경망을 이용한 국제곡물가격 예측 모형 개발.” 『농업경제연구』 57(2): 83-101.
- 이용호·양승룡. 2003. “국내 사료가격 변동에 미치는 국제옥수수가격과 환율의 비대칭적 효과분석.” 『농업경제연구』 30(4).
- 전상곤·한석호·최진용. 2013. “수입 곡물과 국내 주요 곡물가공품간의 가격전이 분석.” 『농업경영·정책연구』 40(4).
- Balke NS, Fomby TB. 1997. “Threshold cointegration.” *International Economic Review*. 38: 627-645.
- Banerjee A, Dolado J, Mestre R. 1998. “Error-correction mechanism tests for

- cointegration in a single-equation framework." *Journal of Time Series Analysis* 19: 267-283.
- Engle, R.F. and C.W.J. Granger. 1987. "Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing." *Econometrica*. 55: 251-276.
- Houck, J. P. 1977. "An approach to specifying and estimating nonreversible functions." *American Journal of Agricultural Economics*. 59: 570-572.
- Ibrahim, H. Mansor. 2015. "Oil and food prices in Malaysia: a nonlinear ARDL analysis." *Agriculture and Food Economics*. 3: 2.
- Kartakilidis C. and Trachanas E. 2012. "What drives housing price dynamics in Greece: new evidence from asymmetric ARDL cointegration Econ Model." 29: 1064-1069.
- Malins, C. 2017. *Thought for food: A review of the interaction between biofuel consumption and food markets*. Ceruogy.
- Pesaran MH, Shin Y, Smith RJ. 2001. "Bounds testing approaches to the analysis of level relationships." *Journal of Applied Econometrics*. 16: 289-326.
- Serra T. and Zilberman D. 2013. "Biofuel-related price transmission: A review." *Energy Economics*. 37: 141-151.
- Shin, Y., Yu, B. and Greenwood-Nimmo, M.J. 2014. "Modelling asymmetric cointegration and dynamic multipliers in a nonlinear ARDL framework." in Horrace, William C., Sickles, Robin C. (Eds.), *Festschrift in Honor of Peter Schmidt*. Springer Science & Business Media, New York (NY).
- Stock, J.H., Watson, M.W. 1989. "New Indexes of Coincident and Leading Economic Indicators." NBER Macroeconomics Annual 1989. pp. 351-393.
- Stock, J.H., Watson, M.W. 2002. "Macroeconomic Forecasting Using Diffusion Indexes." *Journal of Business and Economic Statistics*. 20: 147-162.
- Schorderet Y. 2001. *Revisiting Okun's Law: An hysteretic perspective*. Mimeo: University of California San Diego.
- Tweeten, L. G. and Quance, L. 1969. "Positivistic measures of aggregate supply elasticities: some new approaches." *American Economic Review*. 59: 175-183.

〈자료〉

- USDA. “Commodity Costs and Returns.” <<https://www.ers.usda.gov/data-products/commodity-costs-and-returns/commodity-costs-and-returns/#Historical%20Costs%20and%20Returns:%20Corn>>. 검색일: 2020. 5. 25.
- World Bank. “Commodity Price Data.” <<https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets>>. 검색일: 2020. 5. 25.

KREI

www.krei.re.kr

농산물 가격 전달체계에 관한 연구
- 세계 곡물시장을 중심으로



한국농촌경제연구원

전라남도 나주시 빛가람로 601
T. 1833-5500 F. 061) 820-2211

