

연구 노트

## 국제 사료곡물시장의 가격구조 분석

안 병 일\*

1. 머리말
2. 가격분석을 위한 이론의 검토
3. 분석자료
4. 사료곡물가격의 안정성 검토
5. 사료곡물가격의 연계성 분석
6. 요약 및 결론

### 1. 머리말

우리 나라에서 소비되고 있는 배합사료 원료의 대부분은 국내생산이 극히 미미하고 90% 이상을 수입에 의존하고 있어 축산농가의 수익성은 국제 곡물시장의 여건에 따라 크게 좌우되고 있다.

그러나 이러한 국내 여건과는 달리 국제 곡물시장은 여러 가지 요소로 인해 불안정성이 상존하고 있다. 국제 곡물시장의 불안정성은 기상이변 등으로 인한 수급불안 외에도 국제 곡물시장 구조의 특성 때문에 나타나고 있는데, 시장의 과점구조(McCalla 1966,

Kolstad & Burris 1986, Abbot & Paarrbgerg 1986), 금수조치의 가능성과 주요 곡물 메이저들의 시장 지배성, 그리고 수급의 비탄력성(고재모 1996) 등의 원인 때문인 것으로 알려져 있다.

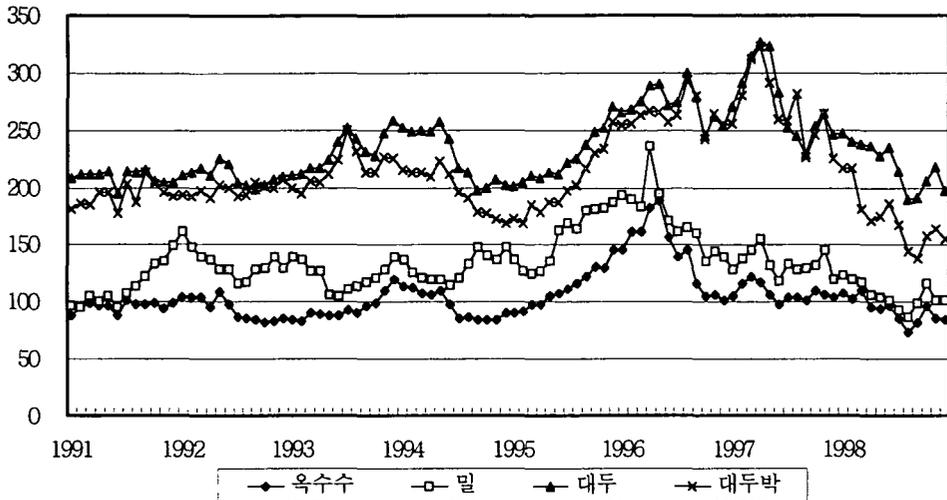
사료곡물로서 전세계적으로 거래량이 많은 밀, 옥수수, 대두, 대두박의 90년대 이후 가격을 보면 <그림 1>에서와 같이 같은 추세로 등락을 거듭하고 있다. 이러한 가격의 등락은 일반적으로 시장 불안정성의 증거로 대표되고 있어 대부분을 수입에 의존하고 있는 우리나라와 같은 국가에게는 큰 부담을 안겨주고 있으며 식량안보를 위해 적절한 자급기반을 유지해야 한다는 근거가 되기도 했다.

그러나 가격의 불안정한 움직임이 곧 시장 구조의 불완전성을 나타내는 것도 아니고 불완전한 시장구조라고 해서 반드시 가격이 불안정하게 움직이는 것이라고 할 수는 없는데, 과점구조에서는 오히려 가격이 경직되어 안정적으로 나타날 수도 있기 때문이다. 따라서 시장가격의 불안정성과 시장구조의 불완전성

\* 연구원

그림 1 국제 사료곡물가격 추이

단위: \$/톤



자료: 시카고 선물거래소 최근월 인도 가격

에 대해서는 각기 다른 접근이 필요하다고 하겠다.

이제까지의 국제 곡물시장에 관한 연구들은 시장 구조를 분석하고 가격에 영향을 미치는 요소들에 대한 연구는 많이 이루어져 왔으나 가격의 움직임에 주목하고 이들 가격이 불안정적인지에 대한 실증적인 연구는 많이 이루어지지 못하였다.

본 연구에서는 국제 사료곡물가격의 움직임에 주목하여 가격이 불안정적인지를 검정해 보고 이들 가격이 서로 어떠한 관계를 가지고 있는지, 그리고 관계가 있다면 영향의 상호관계는 어떤지에 대하여 알아보려 한다. 또한 한 품목에서 가격변동이 다른 품목에 미치는 영향관계는 어떠한지도 알아보려 한다.

## 2. 가격분석을 위한 이론의 검토

가격을 분석하는 이론적인 방법은 크게 수요, 공급 등 시장의 특성을 반영하도록 모형을 설정하여 가격을 분석하는 구조모형 (Structural Model)과 가격 시계열 자체의 다양한 특성을 분석하는 시계열 분석 모형 (Time Series Model)으로 나눌 수 있다 (Tomek & Myers, 1993).

구조모형으로 분석하는 방법은 수요에 영향을 미치는 요인 등 각종 시장 정보를 추론할 수 있다는 장점이 있으나 적절한 형태의 수요, 공급 함수를 추정하여야 한다는 문제 이외에도 내생변수와 외생변수의 구분이 쉽지 않은 문제가 있다. 특히 모형에서 불안정한 (Nonstationary) 변수가 사용되었다면 전통

적인 OLS 방법에 의한 추정결과는 변수간에 상관관계가 높지 않음에도 불구하고  $R^2$  값과 t-통계량이 높게 나타나는 가성회귀현상(Spurious regression)을 가져올 수 있다.

시계열 모형으로 가격을 분석하는 방법은 가격 시계열에 시장의 모든 정보가 포함되어 있다는 가정 하에 시계열의 특성을 분석하고 이를 바탕으로 미래의 가격을 예측하는 것으로 내생변수, 외생변수의 구분이 따로 필요하지 않으나 가격 자체에 관한 정보 이외에는 시장에 관한 정보 도출에 한계가 있다는 단점이 있다. 시계열 모형으로 가격을 분석하기 위해서는 시계열을 특성에 따라 구분하여 각각의 특성에 맞는 분석 방법을 선택하여야 한다.

시계열은 그 특징(평균과 분산)에 따라 크게 안정시계열과 불안정시계열로 나눌 수 있다. 안정시계열의 특징은 충격(shock)이 일시적이고 장기적으로는 충격이 완화되어 평균회기성향(mean reversion)을 가지고 있으며 분산이 시간에 따라 변하지 않고 일정하며 자기상관함수(ACF : autocorrelation function)와 편자기상관함수(PACF : partial autocorrelation function)가 급격히 감소하는 추세를 갖는데 반하여, 불안정 시계열은 평균과 분산이 시간에 따라 변하고 시계열이 수렴하는 장기적인 평균이 없으며 자기상관함수가 감소하지 않고(유한개의 표본에서는 ACF가 감소하는 것처럼 나타나나 그 감소속도가 매우 느리다) 시계열 표본의 분포가 정규분포가 아닌 비표준적 분포로 모양이 비대칭이며 왼쪽으로 치우친 형태로 나타난다. 따라서 정규분포를 가정한 t-분포, F-분포 등에 근거

한 검정통계량은 유의하지 않다.

불안정한 시계열은 필수적으로 단위근을 가지고 있기 때문에 시계열의 단위근 존재 여부를 검정하는 것은 대부분의 경우에 있어 시계열의 안정성을 검정하는 것과 동일시된다.

### 3. 분석자료

국제 사료곡물시장 가격구조 분석을 위해서는 대상 가격을 선정하여야 하는데, 이에는 세 가지 선택을 하여야 한다. 분석대상 사료곡물의 범위를 어디까지 할 것인가의 문제와 사료곡물 가격의 대표가격을 어떤 가격으로 할 것인가의 문제, 그리고 분석대상 기간을 어떤 범위로 할 것인가의 문제이다.

곡물은 사료배합에서 50~70%까지 차지하고 있으며 배합사료의 원료가 되는 주요 사료곡물은 옥수수, 밀, 보리, 귀리, 및 수수라고 할 수 있다. 이들 곡물 이외에 중요한 사료원료로는 콩으로서 단백질 공급원으로 사용되고 있다. 이중 우리 나라에 수입되는 물량이 많은 사료곡물로는 밀, 옥수수, 대두를 들 수 있는데, 1993~1997년 5개년 동안 평균 밀은 도입물량의 47.6%인 1,863천 톤을 사료용으로 수입하였고, 옥수수는 76.5%에 해당하는 5,765천톤, 대두의 경우는 80.4%에 해당하는 1,116천톤을 사료용으로 수입하였다. 세계적으로도 교역량이 가장 많은 대표적인 사료원료는 이들 곡물이라고 할 수 있다. 또한 배합사료의 성분을 보면 옥수수, 밀, 대두 이외에도 주요 부원료로서 대두박, 소맥피, 채

종박 등이 사용되고 있다. 우리 나라의 사료 곡물 도입 비중과 국제 교역량 그리고 배합 사료 성분비를 고려해 보면, 분석대상의 사료 곡물은 밀, 옥수수, 대두의 주원료와 가장 많이 쓰이는 부원료인 대두박으로 한정하는 것이 적절하다고 판단된다.

분석대상가격은 1991년 1월부터 1998년 12월까지의 시카고 선물시장의 최근월 인도 가격의 월별 자료를 Log를 통해 변환시킨 자료를 이용하였다. 시카고 선물시장의 가격을 대상 가격으로 선정한 이유는 선물시장의 특성상 이 가격들이 작황, 수요 변화 등 시장의 정보를 잘 반영하고 있기 때문이며, 이들 곡물의 미국에서의 생산량과 수출량이 모두 세계 1위를 차지하고 있어 국제 곡물시장의 기준가격으로 여겨질 수 있다는 판단 때문이다.

분석에 앞서 90년대 이후 이들 사료곡물가격의 추이를 보면 몇 가지 특징이 나타나는데, 진폭은 다르지만 공통적으로 같은 시기에 등락을 거듭하고 있으며, 농산물 가격의 일반적인 특징인 계절성은 나타나지 않고 있다. 또한 밀과 옥수수의 경우는 96년을 기점으로 대두와 대두박의 경우는 97년을 기점으로 상승세에서 감소세로 돌아서고 있으며 가격의 수준을 보면 몇 개 연도를 제외하고는 대두가격이 가장 높은 수준으로 유지되고 있으며 그 다음이 대두박, 그리고 밀, 옥수수의 순으로 유지되고 있다.

<sup>1</sup> 1998년도의 경우 미국의 생산대비 수출량을 보면 밀의 경우 40%인 27.90백만톤을 수출하였으며 옥수수는 18%인 43.82백만톤, 대두의 경우는 30%인 22.04백만톤을 수출하였다.

## 4. 사료곡물가격의 안정성 검정

국제 사료곡물가격이 등락을 거듭하고 있다는 것은 표면적으로는 이들 가격이 불안정하여 미래의 가격을 예측할 수 없게 하고, 일시적인 충격도 그 여파가 지속되어 가격의 진폭을 더욱 크게 만들 가능성을 내포하고 있다. 그러나 이러한 논의에 대하여서는 실증적인 검증이 필요한데, 오히려 주기와 일정한 진폭을 가지고 가격이 움직인다면 이론적으로는 장기적으로 평균가격으로 수렴할 가능성이 많기 때문에, 그 시장의 가격은 안정적인 시계열일 수도 있기 때문이다.

본 절에서는 시계열 분석을 통하여 국제 사료곡물 가격을 대표하고 있는 시카고 선물시장의 사료곡물 가격의 불안정성 여부를 검정하여 보았다. 시계열의 불안정성 여부는 사전적으로 분포의 정규성을 검정하고, 자기상관계수 분석, 그리고 단위근의 검정을 통하여 알 수 있다.

### 4.1. 정규성 검정

분포의 정규성(Normality) 여부가 시계열의 안정성 여부를 검정하는 기준이 되는 것은 아니나 일반적으로 불안정 시계열은 비정규분포를 하고 있으므로 정규성에 대한 검정도 안정성에 대한 검정에 하나의 기준이 될 수 있다.

밀, 옥수수, 대두, 대두박 가격의 왜도와 첨도를 구해본 결과는 <표 1>과 같은데, 대두박 가격은 왜도와 첨도가 심하지 않은 것으로

표 1 밀가격, 옥수수가격, 대두가격, 대두박가격의 정규성 검정결과

	원 시 계 열		1차 차분한 시계열	
	왜 도 (유의확률: $S_k=0$ )	첨 도 (유의확률: $K_u=0$ )	왜 도 (유의확률: $S_k=0$ )	첨 도 (유의확률: $K_u=0$ )
밀 가 격	0.4180(0.0997)	0.2558(0.6218)	-0.0433(0.8653)	0.3987(0.4446)
옥수수 가격	1.2396(0.0000)	1.7722(0.0006)	-0.4555(0.0744)	0.2799(0.5915)
대 두 가 격	0.6772(0.0076)	-0.2386(0.6455)	-0.5462(0.0324)	0.1605(0.7582)
대두박 가격	0.2529(0.3193)	-0.2230(0.6672)	-0.4756(0.0624)	0.6098(0.2424)

로 나타났으며, 밀가격과 대두가격은 왜도가 심한 것으로 나타났고, 옥수수가격은 왜도와 첨도가 모두 크게 나타나고 있어 시계열 자료의 분포가 정규분포에서 벗어나 있음을 알 수 있다. 이러한 사실은 밀가격, 대두가격, 옥수수 가격이 불안정 시계열 분포일 가능성을 많이 내포하고 있음을 암시한다고 할 수 있다.

원시계열 자료를 1차 차분한 시계열이 정규분포를 하고 있는지를 알아보기 위해 왜도와 첨도를 구해본 결과 1차 차분한 시계열에서는 밀가격, 옥수수가격, 대두가격의 첨도와 왜도가 크게 개선되어 유의할만한 수준으로 (95% 이상)으로 정규분포를 하고 있었다. 따라서 1차 차분한 시계열은 정규분포에 근거한 검정방법이 유의하다고 해석할 수 있겠다.

#### 4.2. 자기상관 분석

시계열의 안정성 여부는 사전적으로 시계

열의 자기상관함수 분석을 통해서도 알 수 있다. 밀가격, 옥수수가격, 대두가격, 대두박 가격의 자기상관계수는 <표 2>와 같다.

분석결과에서 특히 주목할 만한 점은 모든 가격들이 과거 1차의 자기상관계수가 매우 높다는 점인데, 이는 전기 가격의 영향이 축소되지 않고 대부분 현재의 가격으로 연결될 수 있다는 것을 의미한다. 즉, 단위근을 가질 소지가 매우 많음을 알 수 있다. 또한 2차 3차 4차 자기상관계수의 값이 급격하게 감소하지 않고 있어 불안정 시계열임을 의심케 한다.

#### 4.3. 단위근 검정

시계열 자료의 안정성은 최종적으로 시계열이 장기 평균으로 수렴하는지의 여부로 판단하는데, 시계열 자료는 필연적으로 과거치의 영향을 받게 되어 있으므로 과거치가 미치는 영향의 크기에 따라서 안정성 유무가

표 2 자기상관계수 분석 결과

과거치 가격	1차	2차	3차	4차	5차
밀 가 격	0.8928	0.7724	0.6972	0.5983	0.4817
옥수수 가격	0.9079	0.8143	0.7423	0.6287	0.5009
대 두 가 격	0.9033	0.7961	0.7008	0.6140	0.5441
대두박 가격	0.8794	0.8191	0.7626	0.6780	0.5824

표 3 사료곡물가격의 단위근 검정결과

구 분	원 시 계 열		1차 차분한 시계열	
	ADF test	PP test	ADF test	PP test
밀 가 격	-2.2581	-2.2822	-4.5703* (-9.2995)*	-9.3451* (-9.3495)*
옥수수 가격	-2.3543 (-1.9306)	-2.1267 (-1.9512)	-7.4193* (-9.9992)*	-10.1076* (-10.1073)*
대 두 가 격	-2.2179	-2.1014	-7.0737* (-8.2081)*	-8.3107* (-8.2969)*
대두박 가격	-1.2608 (-1.6826)	-1.5577 (-1.7006)	-8.3939*	-10.5283*

주: 1) ( ) 안의 값은 과거치 차수를 0으로 하여 검정한 결과임.

2) 1%, 2.5%, 5%에서의 임계치는 각각 -3.51, -3.17, -2.89임

3) \*는 5%에서 단위근을 가진다는 기무가설을 기각함.

결정된다. 전기가 현재치에 미치는 영향이 100%일 경우, 즉 시계열이 단위근을 가질 경우 시계열은 장기평균으로 수렴하지 못하고 확산된다. 따라서 시계열의 안정성 여부를 판단하는 것은 시계열의 단위근 유무를 판단하는 것과 동일시된다.

단위근 유무를 위한 검정을 위해서는 ADF (Augmented Dickey-Fuller) 검정과 PP(Phillips - Perron) 검정방법을 선택하였는데, 적정 과거시차 선정을 위한 기준으로는 AIC(Akaike's Information Criterion) 지수와 SBC(Schwarz Bayseian Criterion), BIC(Bayseian Information Criterion) 지수를 사용하였다<sup>2</sup>.

단위근 검정을 실시한 결과는 다음 <표 3>과 같다.

<sup>2</sup> AIC와 SBC 지수의 검정 결과 모든 가격 시계열에는 상수항이 포함되었으며 밀가격은 과거시차의 적정 차수가 0으로 판명되었고, 옥수수 가격, 대두가격, 대두박가격은 각각 적정 차수가 각각 3, 1, 3으로 판명되었다. 그런데 BIC 지수로 검정한 결과는 밀가격과 대두가격의 적정차수는 각각 0과 1로 위와 같았으나 옥수수 가격과 대두박 가격의 경우 과거치의 적정 차수가 모두 0으로 결정되었다.

<표 3>을 보면 밀, 옥수수, 대두, 대두박 가격이 유의수준 1%, 2.5%, 5%에서 모두 불안정 시계열임을 알 수 있다. 또한 1차 차분한 시계열은 모두 안정적인 시계열이 되어 각각의 가격들은 1차 적분시계열임을 알 수 있다<sup>3</sup>.

위와 같은 단위근 검정방법은 시계열의 단절, 추세의 변화 등 시계열 자체에 구조적인 변화가 없을 경우에 해당하는 검정방법이다. 그러나 사료곡물가격의 추이를 살펴보면 특정 시점을 기점으로 하여 추세가 변화하고 있음을 알 수 있다. 따라서 이러한 추세 변화를 반영하는 방법에 의해 단위근의 존재 유무에 대한 검정도 추가적으로 필요하다.

시계열의 단절, 추세의 변화 등 구조적인 변동이 있을 경우 일반적으로 ADF 검정이나

<sup>3</sup> 1차 차분한 시계열을 AIC, SBC 지수로 과거치의 적정 차수를 검정한 결과 밀가격, 대두가격, 대두박 가격은 과거시차의 차수가 1차였으며 옥수수 가격의 경우는 2차가 적정 차수였다. 반면 BIC 지수에 의하면 밀, 옥수수, 콩가격의 적정 차수는 0이었고, 대두박 가격의 적정차수는 1이었다.

표 4 사료곡물가격의 Perron 단위근 검정결과

가 격	기준시점	Peron test	95%임계치
밀 가 격	1996년 4월	-2.0752	-3.85(0.7)
옥수수 가격	1996년 5월	-1.7093	-3.85(0.7)
대 두 가 격	1997년 4월	-2.2184	-3.82(0.8)
대두박 가격	1997년 4월	-1.8007	-3.82(0.8)

\*( )는 전체 가격 시계열 중 구조적 변화가 일어나기 전 가격의 비율임.

PP검정 결과는 단위근이 있다는 귀무가설을 기각하지 않는 것으로 나타날 가능성이 많다 (Enders, 1995)<sup>4</sup>. 따라서 구조적 변동이 있을 경우는 이를 감안하여 새로운 검정방법으로 단위근의 유무를 검정하여야 하는데, 이의 대표적인 방법으로는 Perron 검정방법을 들 수 있다. Perron 검정방법의 원리는 시계열  $Y_t$ 를 식 (1)과 같은 형태로 추정하여 추세를 제거한 시계열  $\hat{Y}_t$ 에 대하여 (2)식의 형태로 추정하여 단위근을 검정( $\alpha_1=1$ 인지의 여부)하는 것이다.

$$(1) Y_t = a_0 + a_2T + \mu_2D_L + \hat{Y}_t$$

( $D_L$ 은 구조적 변화를 나타내는 더미변수)

$$(2) \hat{Y}_t = a_1\hat{Y}_{t-1} + \sum \beta_i \Delta \hat{Y}_{t-i} + \epsilon_t$$

구조적 변화를 감안하기 위해 가격시계열의 추세가 변하기 시작하는 시기를 기준으로 Perron 검정을 한 결과는 <표 4>와 같다.<sup>5</sup>

구조적 변화를 감안한 검정결과에서도 시카고 선물시장의 사료곡물가격은 모두 불안

정 시계열임을 나타내고 있다. 이러한 검정결과는 국제 곡물시장이 협소하고, 과점성을 띠고 있으며, 수급이 비탄력적이기 때문에 사료곡물가격이 불안정하다는 앞서의 논의가 적절함을 간접적으로 확인할 수 있는 근거를 제공하는 것이라 할 수 있으며, 또한 미래의 가격에 대한 예측이 불안하기 때문에 적절한 식량안보 기반을 유지해야 된다는 논리에도 적절한 근거를 제시하는 것이라 하겠다. 가장 중요한 것은 이 가격들은 불안정하기 때문에 특정 시기에 외부 충격이 있었다면 이의 영향이 단기적으로 끝나는 것이 아니라 누적적으로 영구히 영향을 미친다는 것이다. 즉, 사소한 충격에도 곡물시장의 가격은 큰 진폭을 가지며 움직일 수 있다는 점이다. 실제로 이들 곡물가격을  $Y_t = a_0 + Y_{t-1} + \mu_1 D_p + \epsilon_t$  형태로 추정할 경우 충격을 나타내는  $D_p$ 의 계수가 밀가격과 옥수수 가격의 경우 유의하게 나타나고 있다.<sup>6</sup>

<sup>4</sup> 원시계열이  $Y_t = a_0 + a_2t + \mu_2D_L + \epsilon_t$  형태인 즉 추세를 가진 안정시계열일 가능성이 많음에도 불구하고  $Y_t = a_0 + Y_{t-1} + \mu_1D_p + \epsilon_t$  형태인 불안전 시계열로 추정할 가능성이 많게 된다. ( $D_p$ 는 구조적 변화를 일으키게 한 충격(pulse)을 나타내는 더미변수)

<sup>5</sup> 추세를 제거한 시계열의 적정 과거시차 차수는 AIC 기준을 따를 경우에는 차이가 있었으나 BIC 기준을 따를 경우 모두 0 이었다. 검정은 과거치의 차수를 모두 0으로 하였다.

<sup>6</sup>  $D_p$ 의 계수가 밀가격은 -0.1531(유의확률 0.07), 옥수수 가격의 경우는 -0.1528(유의확률 0.04)였으며, 대두가격은 계수가 0.0197이었고 유의확률은 0.7로 낮았다. 대두박 가격의 경우는 계수가 -0.0752이고 유의확률은 0.2로 나타났다.

표 5 인과성 검정결과 (유의확률)

독립 \ 종속	밀가격	옥수수가격	대두가격	대두박가격
밀가격	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000
옥수수가격	0.5662	0.0946	0.9077	0.0810
대두가격	0.0003	0.0012	0.3298	0.5773
대두박가격	0.0000	0.0000	0.0713	0.1568

\* 유의확률은 종속변수의 계수값이 0이라는 가설을 채택할 확률임.

## 5. 사료곡물가격의 연계성 분석

사료곡물가격은 이미 검정한 바와 같이 불안정한 시계열임에도 불구하고 가격의 움직임 보면 대체로 같은 추세로 변동하고 있음을 알 수 있다.

이것은 사료곡물이 수요와 공급의 관계, 그 외 기상이변 등 국제 곡물시장에 영향을 주는 요인들에 의해 공통적으로 영향을 받는다는 이유도 있지만 이들 간에는 밀접한 대체, 보완관계가 있어 서로간에 영향을 주고받기 때문이다<sup>7</sup>.

사료곡물가격의 이러한 공통적인 움직임은 각각 불안정한 시계열인 이들 가격이 서로간에 안정적인 상관관계를 가질 수 있다는 의미를 내포하고 있다. 만약 안정적인 상관관

계가 존재한다면, 여타 품목의 가격정보를 바탕으로 하여 특정 품목의 가격에 대한 예측이 가능하다. 또한 이러한 방법에 의한 가격의 예측은 단일 시계열 모형에서의 예측보다 미래 가격에 대해 비교적 정확한 정보를 얻을 수 있다는 점에서 안정적인 상관관계가 존재하는지에 대한 검정은 중요한 시사점을 내포하고 있다.

불안정한 시계열간에 안정적인 상관관계가 존재한다면 이는 시계열 상호간에 공적분 관계가 있다고 말하여진다. 따라서 안정적인 상관관계의 존재 여부에 대한 검정은 공적분 관계 존재 여부에 대한 검정과 동일시된다.

### 5.1. 인과성 검정

공적분 검정을 위한 시계열간의 장기 균형 관계를 추정하기 위해서는 먼저 대상 가격간의 영향관계의 선후를 파악하여 독립변수, 종속변수 관계를 알아야 한다.

이러한 영향의 선후관계를 파악하는 기법으로는 인과성 검정방법이 대표적이라 할 수 있는데, 본 연구에서는 이의 방법으로 Granger의 인과성 검정을 실시하였다.

인과성 검정결과는 다음 <표 5>와 같다. 인과성 검정결과를 보면 밀가격은 모든 사료곡물 가격으로부터 영향을 받는 구조이며, 대

<sup>7</sup> Tomek & Myers(1993) 이렇게 가격이 같은 추세로 움직이는 원인으로 다음의 세가지를 들고 있다. 첫째, 한 상품에서의 충격이 관련된 다른 상품으로 전이(Spillover) 되어서 생산, 소비에 영향을 미치는 경우, 둘째, 거시경제의 충격(예를 들어 이자율이나 환율)이 각각의 상품에 동시에 영향을 미치는 경우, 셋째, 투기자들이 시장 정보에 과대 반응을 보여 이의 영향이 다른 상품에 전이(spillover) 되는 경우 등이 그것이다.

두가격은 밀가격과 옥수수가격으로부터, 그리고 대두박가격은 밀 가격과 옥수수가격으로부터 민감하게 영향을 받는 구조임을 알 수 있다. 반면 밀 가격과 옥수수 가격은 옥수수를 제외한 모든 사료곡물가격에 영향을 주는 구조로 나타나고 있는데, 특이할만한 것은 옥수수 가격의 경우 다른 사료곡물 가격으로부터 비교적 영향을 받지 않는 구조라는 점이다. 이것은 옥수수가 배합사료의 성분 면에서 볼 때 가장 높은 비중을 차지하고 있기 때문에 수요가 다른 사료곡물에 비해 비탄력적이기 때문인 것으로 보인다.

## 5.2. 공적분 검정

공적분관계란 단위근이 존재하는 불안정 시계열들의 선형결합이 안정적인 시계열이 되는 경우를 말하는 것으로, 공적분 관계가 존재하기 위해서는 Engle and Granger(1987)에 의하면 각 시계열이 동일한 차수로 적분되어 있어야 한다. 앞서의 단위근 검정 결과에서 각 사료곡물 가격은 1차 적분 시계열이었으므로 공적분 관계가 존재하기 위한 전제조건을 충족하고 있다.

공적분 관계의 검정은 여러 가지가 있으나 가장 기본이 되는 Engle-Granger 방법과 이보다 더욱 발전된 Johansen 방법이 대표적이다. 본 연구에서는 이 두 가지 방법에 의한 검정을 실시하여 보았다.

### 5.2.1. Engle-Granger 방법에 의한 공적분 검정

Engle-Granger 방법에 의한 공적분 검정의 원리는 시계열 간의 장기 균형식을 추정

하고 이로부터 도출된 잔차가 단위근이 없는 안정시계열이면 이들 시계열은 공적분 관계에 있다고 판단하는 것이다. 그러므로 이 방법에 의한 공적분 검정을 위해서는 먼저 시계열의 장기 균형식을 추정하여야 하는데, 이를 위해서는 사료곡물 가격간의 종속, 독립 변수 관계를 알아야 한다.

앞의 인과성 검정 결과로부터 알 수 있듯이 사료곡물 가격의 장기 균형관계는 옥수수 가격, 대두가격, 대두박 가격이 밀가격에 영향을 주는 구조임을 유추해 볼 수 있다. 따라서 사료곡물 가격의 장기 균형관계는 다음과 같은 형태로 추정할 수 있다.

$$(3) \quad lwh_t = 3.6695 + 0.0010T + 0.9509lco_t + 5.6334^* (1.9629)^{**} (9.9485)^* \\ - 1.4119lso_t + 0.8303lsm_t + \epsilon_{wt} \\ (-5.0780)^* (4.8589)^*$$

$lwh_t$ 는 밀가격,  $lco_t$ 는 옥수수가격,  $lso_t$ 는 대두가격,  $lsm_t$ 는 대두박가격임.

\*는 99% 확률로 유의함

\*\*는 95% 확률로 유의함

이의 추정결과 도출된 부호를 보면 밀가격은 옥수수와 대두박 가격과 같은 방향으로 움직이는 추세를 가지고 있으며, 대두와는 반대방향의 움직임을 갖는 관계임을 나타내고 있다. 또한 계수의 크기를 보면 밀가격은 다른 사료곡물 가격에 대해 매우 민감하게 반응함을 알 수 있다. 이것은 밀이 배합사료의 성분비로 볼 때 비교적 구성비가 작아서 다른 사료곡물의 가격 여하에 따라 대체 가능성이 크기 때문인 것으로 보인다.

인과성 검정결과에서 보면 인과관계의 선

표 6.  $\alpha_0$ 의 추정값과 t 값

	no lag	1 lag	4 lag
$\Delta\epsilon_{ut}$	-0.2601 (-3.7882)*	-0.2561 (-3.4919)*	-0.2768 (-3.0425)*
$\Delta\epsilon_{ct}$	-0.2471 (-3.6355)*	-0.2451 (-3.3828)*	-0.2499 (-2.8119)*
$\Delta\epsilon_{st}$	-0.3691 (-3.6355)*	-0.4528 (-5.1800)*	-0.4746 (-3.7590)*
$\Delta\epsilon_{mt}$	-0.3384 (-4.3842)*	-0.3905 (-4.6131)*	-0.3938 (-3.4641)*

\*는 99%에서  $H_0: \alpha_0=0$ 를 기각하지 못함.

후가 적절치 않으나 사료곡물가격 간의 공적분 관계의 검정을 위해서 다음과 같은 식을 추가로 추정하여 이들의 오차항에 대한 단위근 검정을 실시하였다.

$$(4) \quad lco_t = -2.7439 - 0.0009T + 0.5478lwh_t \\ (-5.5217)^* \quad (-2.3058)^{**} \quad (9.9485)^* \\ + 1.3619lso_t - 0.4988lsm_t + \epsilon_{ct} \\ (7.1022)^* \quad (-3.6720)^*$$

$$(5) \quad lso_t = 2.0706 + 0.0010T - 0.1563lwh_t \\ (16.2350)^* \quad (7.2607)^* \quad (-5.0780)^* \\ + 0.2618lco_t + 0.5374lsm_t + \epsilon_{st} \\ (7.1022)^* \quad (17.9181)^*$$

$$(6) \quad lsm_t = -2.4878 - 0.0014T + 0.2480lwh_t \\ (-7.7530)^* \quad (-5.7059)^* \quad (4.8589)^* \\ - 0.2587lco_t + 1.4497lso_t + \epsilon_{mt} \\ (-3.6720)^* \quad (17.9181)^*$$

\*는 99%의 확률로 유의함,

\*\*는 95% 확률로 유의함

위 식으로부터 도출된 잔차  $\epsilon_t$ 의 단위근 존재유무는 다음 식(7)과 같은 형태로 추정하여  $\alpha_0=0$  인지를 검정하는 방법(즉, ADF 검정)으로 검정하였다.

$$(7) \quad \Delta\epsilon_t = \alpha_0\epsilon_{t-1} + \sum_{i=1}^n \alpha_i\Delta\epsilon_{t-1} + e_t$$

검정결과는 <표 6>과 같다.

단위근 검정결과 모든  $\epsilon_{t-1}$ 항의 계수가 유의하므로, 즉 장기균형 관계의 잔차는 단위근을 가지고 있지 않으므로 각각의 사료곡물 가격간에는 안정적인 상관관계가 존재한다는 판단을 할 수 있다.

### 5.2.2. Johansen 방법에 의한 공적분 검정

Johansen이 고안한 공적분 관계 검정의 원리는 식(8)에서처럼 안정시계열로 변형된 선형결합관계( $\Delta x_t$ 들의 선형결합관계)와 가장 높은 상관관계를 가지는 불안정한 시계열( $\pi x_{t-p}$ )의 선형결합관계를 찾고 이의 선형결합을 가능하게 하는 계수의 상호관계가 몇 개나 존재하는지를 검정하는 것이다.

$$(8) \quad \Delta x_t = A_0 + \sum_{i=1}^{p-1} \pi_i \Delta x_{t-i} + \pi x_{t-p} + \epsilon_t$$

$$(\pi = -[I - \sum_{i=1}^p A_i], \quad \pi_i = -[I - \sum_{j=1}^i A_j])$$

( $x_t$ 와  $\epsilon_t$ 는 각각  $n \times 1$  벡터,  $A$ 는  $n \times n$  벡터)

<sup>8</sup> 각 시계열의 적정 과거치 차수는 각각 0, 0, 1, 1 임.

표 7 사료곡물가격의 공적분 관계 검정결과

Ho	H1		90%임계치	95%임계치	97.5% 임계치
$\lambda_{trace}$ test		$\lambda_{trace}$			
$r = 0$	$r > 0$	92.556	49.925	53.347	56.449
$r \leq 1$	$r > 1$	46.121	32.093	35.068	37.603
$r \leq 2$	$r > 2$	22.366	17.957	20.168	22.202
$r \leq 3$	$r > 3$	6.539	7.563	9.094	10.709
$\lambda_{max}$ test		$\lambda_{max}$			
$r = 0$	$r = 1$	46.345	25.611	28.167	30.262
$r = 1$	$r = 2$	23.754	19.796	21.894	23.836
$r = 2$	$r = 3$	15.827	13.786	15.752	17.622
$r = 3$	$r = 4$	6.539	7.563	9.094	10.709

\* r은 공적분 벡터의 수임.

이들 불안정 시계열의 선형결합인  $\pi x_{t-p}$ 항이 서로 독립적인 관계를 맺고 있다면, 즉  $n \times n$ 인  $x_{t-p}$ 의 계수행렬인  $\pi$ 의 위수(rank)가  $n$ 이라면 모든  $x_t$  변수들이 안정적임을 의미하고 위수가 0이라면 모든  $x_t$ 들이 각각 독립적으로 단위근을 갖는다는 의미가 되어 일차차분한 형태의 자기상관모형이 된다. 따라서 공적분 관계에 대한 검정은  $0 < r < n$  인지의 여부를 검정하는 것이 된다. 그리고 공적분 관계가 존재할 경우 r은 그 개수를 나타내는 것이 된다.

$0 < r < n$ 일 경우  $\pi$ 는  $n \times r$ 차원 행렬  $\alpha$ 와  $\beta$ 의  $\alpha\beta'$  형태로 표시가 가능한데, 여기서  $\beta$ 는 공적분 벡터들로 이루어진 행렬이며  $\alpha$ 는 공적분관계를 각 방정식에 입력하는 오차수정벡터들로 이루어진 행렬이라고 할 수 있다.

공적분 관계를 검증하기 위하여 일차적으로 시계열의 과거시차 수를 결정해야 하는데, 공적분관계 검정은 시차수에 민감하게 반응하기 때문이다. 다변량 검정에 의한 AIC,

SBC지수와 우도비 검정(Likelihood ratio test)를 해 본 결과 적정 과거 시차는 12임을 알 수 있었다. 공적분 관계를 검정한 결과는 <표 7>과 같다.

위의 공적분 검정 결과를 보면 각각의 가격간에 공적분 관계가 한 개 이상 존재하고 있음을 알 수 있다. 이로부터 각 사료곡물가격의 움직임이 안정적인 상관관계를 가지고 있음이 실증적으로 입증되었다.

공적분 벡터가 공적분 방정식에 적용하는 속도를 보기 위해 오차수정계수의 행렬을 살펴보면 <표 8>과 같다. 검정결과 공적분 관계가 3개가 있으므로 공적분 벡터와 오차수정벡터도 역시 각각 3개씩 존재하게 된다. <표 8>에서 보면 사료곡물간의 오차수정관계는 다음과 같은 세 경우가 존재함을 알 수 있다.

$$(9) \quad \beta_{01} + lwh_t - 0.766lco_t - 0.186lso_t - 0.385lsm_t = 0$$

$$(10) \quad \beta_{02} + lwh_t - 3.282lco_t + 4.606lso_t - 0.529lsm_t = 0$$

표 8 사료곡물가격의 공적분 벡터와 오차수정 벡터

공적분 벡터( $\beta_i$ )			
lwh (밀가격)	1.000	1.000	1.000
lco(옥수수가격)	-0.766	-3.281	0.699
lso(대두가격)	-0.186	4.606	-9.108
lsm(대두박가격)	0.385	-0.529	7.933
오차수정계수 벡터( $\alpha_i$ )			
lwh (밀가격)	-0.761	0.030	-0.101
lco(옥수수가격)	0.303	-0.005	-0.064
lso(대두가격)	0.108	-0.101	-0.002
lsm(대두박가격)	0.223	-0.137	-0.068

\* 공적분 벡터는 밀가격을 1로 하여 정규화한 것임.

$$(11) \beta_{03} + lwh_t + 0.699lco_t - 9.108lso_t + 7.933lsm_t = 0$$

또한 위의 <표 8>에서 공적분관계를 공적분 모형에 대입시키는 오차수정계수를 보면 전반적으로 식(9)의 공적분관계가 공적분 방정식에 적응하는 속도가 가장 빠르며 식(10)은 두 번째로 그리고 식(11)은 공적분 방정식에 적응하는 속도가 가장 느림을 알 수 있다. 즉  $\Delta lwh_t$ 의 방정식에는 공적분관계를 타나 내는 식(9)가 -0.761의 속도로 가장 빠르게 적응하고 있고  $\Delta lco_t$ 의 방정식에는 0.303의 속도로 역시 가장 빠르게 적응하고 있으며  $\Delta lso_t$ 의 방정식에는 0.108의 속도로 두 번째 빠르게, 그리고  $\Delta lsm_t$ 의 방정식에도 0.223의 속도로 역시 가장 빠르게 적응하고 있음을 알 수 있다. 이러한 관계는 밀가격에 대해 식(9)처럼 각 시계열이 서로 같은 방향으로 움직이는 공적분관계가 오차를 수정하는 힘이 가장 크다는 것을 나타낸다고 하겠다.

시카고 선물시장에서 사료곡물가격간에 이처럼 공적분 관계가 존재하고 그의 형태 또

한 같은 방향으로 움직이려는 경향이 강하다는 것은 국제 곡물가격을 대표하는 이들 가격의 움직임이 같은 추세로 반복을 거듭할 것이므로 앞으로도 국제 곡물시장에서는 사료곡물가격이 계속 같은 추세로 등락을 거듭할 것임을 나타내고 있다. 이러한 사실은 특정 품목의 가격정보를 바탕으로 다른 대체품목의 가격에 대한 예측이 어느 정도 가능하다는 의미를 내포하고 있다. 하지만 이러한 사실보다는 우리 나라와 같은 사료 수입국의 입장에서 볼 때, 공적분관계의 존재로 말미암아 한 품목에서의 일시적인 충격의 여파도 사료곡물시장 전체로 확대될 소지가 많다는 사실이 더욱 의미가 있다고 하겠다.

## 6. 요약 및 결론

국제 사료곡물가격은 지난 십여 년간 불안한 움직임을 보여 왔다. 불안한 가격의 움직임은 시장의 불안정성에 대한 증거가 되기도 했으며 수입국에서는 식량안보를 위해 적절

한 자금기반을 유지해야 한다는 주장의 근거로 삼기도 했다. 본 연구에서는 이러한 논의가 적절함을 가격시계열의 특징에 대한 분석을 통하여 알아보았다.

분석대상으로는 시카고 선물시장의 밀, 옥수수, 대두, 대두박의 최근월 인도가격을 기준으로 하였는데, 시카고 선물시장 가격은 국제곡물가격의 신호역할을 할 수 있다는 판단에 서이다. 이들 가격은 90년대 중반 이후 상승세에서 감소세로 돌아서는 구조적인 변동이 있었으며, 계절성은 나타나고 있지 않다.

이러한 특징을 감안하여 가격시계열의 불안정성 여부를 단위근 검정을 통하여 알아본 결과 모든 사료곡물 가격이 1차 적분시계열인 불안정시계열이었다. 곡물가격 시계열의 이러한 특징은 시장 내·외의 일시적인 충격도 그 여파가 지속되어 가격 불안을 더욱 가중시키는 결과를 초래한다고 할 수 있으며 이것은 구조적인 변화를 일으켰던 시점의 충격이 각 곡물가격에 전파되어 그 영향이 지속되고 있다는 추정결과를 통해서 간접적으로 입증되었다.

사료곡물가격은 움직임이 불안하게 계속된다는 특징이외에도 시차는 있지만 각 가격이 공통된 추세로 등락을 거듭하고 있다는 또 다른 큰 특징이 나타나고 있다. 이러한 현상으로 보아 불안정한 시계열이지만 이들 가격 간에는 안정적인 상호관계가 존재할 가능성이 내포되어 있다. 불안정 시계열의 안정적 상호관계 존재 유무에 대한 검정으로 일반화되어 있는 공적분 검정방법으로 선택한 Engel-Granger 검정에서는 사료곡물 가격간에 장기적으로 안정적인 균형관계가 성립함을 보여

주었으며, Johansen 검정방법에서는 안정적인 관계를 유지시켜 주는 오차수정관계가 세 개가 존재함을 보이고 있다. 오차수정계수를 분석한 결과에서는 각 가격이 같은 방향의 움직임을 갖는 공적분 관계가 적응속도가 가장 빨라 공적분 방정식에 가장 큰 영향력을 가지는 형태로 오차수정항을 구성하고 있었다.

시카고 선물시장의 사료곡물가격간에 이러한 공적분 관계가 존재한다는 것은 사료곡물간에 밀접한 대체, 보완관계가 있어 공통된 추세로 움직이고 있다는 것의 증거가 되며 앞으로도 공통적인 움직임이 계속될 것이라는 것을 암시한다고 하겠다. 또한 불안정한 시계열은 특성상 미래의 가격에 대한 예측이 힘들어도 불구하고 공적분 관계의 존재로 말미암아 다른 품목의 가격정보를 바탕으로 하여 비교적 예측이 용이하다는 의미를 내포하고 있다고 하겠다.

또한 공적분관계가 존재하고 이들의 추세가 같은 방향으로 움직인다는 것은 한 품목에서의 수급 불안 등의 충격이 그 품목의 가격에만 영향을 미치는 것이 아니라 다른 사료곡물 가격에 전파될 여지가 많다는 것을 의미한다고 하겠다.

## 참 고 문 헌

- 고재모, 1996. “국제곡물시장의 동향과 중장기 전망,” 『농촌경제』, 19(2), 한국농촌경제연구원.
- 권용덕, 최규섭, 1998. “육류 도매시장의 통합성 검정과 가격의 동태적 연계성 분석 : 공적분 검정방법을 중심으로,” 『농업경제연구』, 39집 2권.

- 김태호. 1998. 주요 수입곡물 시장체계의 동태적 특성, 서울대학교 박사학위 논문.
- 나인강, 서정환. 1998. 전력다소비업종의 전력수요형태 분석, 에너지경제연구원, 보고서 98-02.
- 농림부. 세계 주요곡물 수급 및 가격동향.
- 안병일. 1998. “한국 식용밀 수입시장의 경쟁구조분석,” 서울대학교 대학원 석사학위 논문.
- 유윤하. 1994. 통화수요함수의 장기적 안정성 검정 : Johansen 공적분 검정방법의 원용, 한국개발연구, 16(3).
- 유철호 외. 1995. 국제 사료곡물 가격 동향과 전망, 연구자료 D110, 한국농촌경제연구원.
- 이정환 외. 1997. 곡물의 중장기 수급전망과 대응정책, 연구보고 C97-6, 한국농촌경제연구원.
- 최범수. 1989. 단위과 공적분의 경제학적 의미와 그 검정법에 대한 개요, 한국개발연구, 11(2).
- 최세균 외. 1993. UR 이후 세계곡물시장의 변화와 대응방향, 연구보고 271, 한국농촌경제연구원.
- 축협중앙회. 각 연도. 축협조사월보.
- Abbot, Philip C. & Philip L., Paarlberg, 1986. “Oligopolistic Behavior by Public Agencies in International Trade : The World Wheat Market,” *American Journal of Agricultural Economics*.
- Burke, S. P. 1996. “Data-Dependent Selection of Lag Truncation Parameter in Unit Root Tests of Phillips-Perron Type,” *Economic Letters* 50, pp. 315-321.
- Dwyer, Jr, Gerald P. & Wallace, Myles S. 1992. “Cointegration and Market Efficiency,” *Journal of International Money and Finance*, Vol. 11.
- Enders, Walter. 1995. *Applied Econometric Time Series*, New York : John Wiley & Sons, Inc.
- \_\_\_\_\_. 1996. *RATS Handbook for Econometric Time Series*, New York : John Wiley & Sons, Inc.
- Engle, Robert F. & J. Granger, C. W. 1987. “Co-integration and Error Correction : Representation, Estimation, and Testing,” *Econometrica*, pp. 55-2, 251-76.
- Kolstad, C. D. & A. E. Burris. 1986. “Imperfectly Competitive Equilibria in International Commodity Markets,” *American Journal of Agricultural Economics*.
- Maddala, G. S. 1992. *Introduction to Econometrics*, 2nd. New York : Macmillan Publishing Company.
- McCalla, Ales F. 1966. “A Dupoly Model of World Wheat Pricing,” *American Journal of Agricultural Economics*.
- Phillips, P. C. B. 1987. “Time Series Regression with A Unit Root,” *Econometrica*, Vol. 55.
- Schwert, G. W. 1987. “Effects of Model Specification on Tests for Unit Roots in Macroeconomic Data,” *Journal of Monetary Economics*, Vol. 20.
- Tomek, William G. & Robert J. Myers. 1993. “Empirical Analysis of Agricultural Commodity Prices : A Viewpoint,” *Review of Agricultural Economics*, Vol 15. No. 1.
- Tomk, William G. 1985. “Limits on Price Analysis,” *American Journal of Agricultural Economics*.
- \_\_\_\_\_, & Myers, Robert J. 1993. “Empirical Analysis of Agricultural Commodity Prices : A Viewpoint,” *Review of Agricultural Economics*, Vol. 15, No. 1.

# 농촌경제

제22권 제3호  
(통권 86호)

---

---

인쇄일 1999. 10. 21

발행일 1999. 10. 23

발행인 강 정 일

발행처 한국농촌경제연구원(3299-4000)

130 - 710 서울특별시 동대문구 회기동 4-102

정기간행물 등록 서울 바00527(1978. 5. 30)

인쇄인 권 태 식

인쇄소 (주)범신사(720-9787)

---

---

■ 이 책에 실린 내용을 인용할 경우 반드시 출처를 명시하여 주시기 바랍니다. 무단 전재하거나 복사하면 법에 저촉됩니다

# KOREA RURAL ECONOMIC REVIEW

VOL. 22 NO.3

AUTUMN 1999

## ARTICLE

Cut-Flower Farms' Performance & Repayment Capacity

of Government Loans ..... Lee Doo-Soon, Park Hyun-Tae, Park Ki-Hwan

Seasonal Fruit Demand Analysis with AIDS ..... Lee Kyei-Im, Choi Ji-Hyeon

Desirable Types of Integration in Livestock Sector

from Farmers' Viewpoint ..... Huh Duk, Jeong Min-Kook

An Economic Analysis of Livestock Manure Management ..... Kim Chang-Gil

## RESEARCH NOTE

Management Characteristics of Farm Firms in Korea ..... Kim Jeong-Ho

Rebuilding Eroded Forest Areas in North Korea ..... Seok Hyun-Deok

Price Analysis of World Feed Grains Market ..... Ahn Byeong-Il