



우수상

가격 위험을 고려한 양파 재배면적 전망모형 개발

안병일

가격 위험을 고려한 양파 재배면적 전망모형 개발 : EV 모형과 MGARCH 모형을 중심으로

안병일*

Key words

가격 위험(price risk), 변이계수(coefficient of variation), MGARCH 모형(Multivariate Generalized AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity model), EV 모형(Expected Variance model)

ABSTRACT

Although the price and price volatility of an agricultural product are the most important factors to be considered in forecasting the cultivated area, previous studies that investigated the determinants of the cultivated area have not analyzed the dynamic relationship between price volatility and the cultivated area. In this study, in order to analyze the effect of price and price risk on the cultivated area, the expected-variance model (EV-Model), which is derived from the farmer's utility maximization problem and can be empirically analyzed, is applied. In addition, to compensate for the limitations of the EV model, a generalized autoregressive conditional heteroskedasticity time series model is estimated for reflecting the dynamic correlation between the cultivated area and price as well as price volatility. As a result of forecasting the cultivated area of onion using the analysis results of this study, the error between the actual cultivation area and the forecast for 2021 is estimated to be 5.07% when only the EV model estimation result is used. In the case of taking into account the changing trend the dynamic correlation coefficient derived from the MGARCH model, the error is calculated to be 4.82%, which implies that calculating the forecast by reflecting the dynamic correlation is a better approach that reduces the error. The area of onion in 2022 is estimated to reach 22,197ha when the EV model is used and 22,123ha when both the EV model and the MGARCH model are used.

차례

- | | |
|--------------------|------------|
| 1. 서론 | 4. 분석 결과 |
| 2. 이론적 배경 | 5. 요약 및 결론 |
| 3. 분석 자료 및 사전 분석결과 | |

* 고려대학교 식품자원경제학과 교수

1. 서론

농산물 재배면적은 생산자들의 가격 예측 여하에 따라 크게 변동하고 있는데, 이러한 재배면적 변동은 양파의 경우에도 예외는 아니다. 또한, 재배면적 결정은 생산자의 가격 예측에 의해 영향을 받기도 하지만, 동시에 한번 결정된 재배면적은 생산량과 직결되어 당년도의 가격에도 직접적인 영향을 주고 있다. 농산물 가격의 불안정성(변동성)은 농가 수입의 변동성으로 귀결되기 때문에, 농업경영 위험의 가장 대표적인 것이라 할 수 있다. 따라서 재배면적 결정에는 농산물 가격뿐만 아니라 가격의 변동성도 중요한 영향을 미치고 있다.

이와 같은 측면을 감안 한다면 재배면적을 전망하는 데에는 해당 품목의 가격과 가격 변동성이 가장 중요하게 고려되어야 할 요인들이라는 것을 알 수 있다. 하지만, 그간 재배면적을 전망하는 국내의 선행연구들에서는 가격수준 자체 만에 초점을 맞추어 왔지, 가격의 변동성이 미치는 동태적인 영향은 상대적으로 소홀히 다루어 왔다.

재배면적 결정요인을 연구한 대표적인 몇몇 선행연구를 보면, 예를 들어, 박지연, 박영구(2013)의 연구에서는 배추와 무의 재배면적을 추정하여 전년도의 동일 품목의 해당 작형과 금년도의 전작형 가격이 재배면적에 유의한 영향을 미치는 것을 밝혔으며, 홍승지 외(2015)에서는 시계열모형인 오차수정모형을 이용하여 고추의 재배면적 반응함수를 추정하였는데, 이들 연구에서는 가격과 재배면적 간의 관계에만 초점을 맞추어 연구를 진행하였다. 한편 정학균 외(2009) 및 조재환(2021)의 연구에서는 가격 변동성이 재배면적을 결정하는 중요한 설명변수로 삽입하여 연구를 진행해 가격 위험이 재배면적에 미치는 영향이 실존함을 입증하였다. 하지만 이들 연구에서는 가격변동성과 재배면적 간에 나타나는 동태적인 연관 관계까지는 분석하지 못하였다.

본 연구에서는 가격과 가격 위험이 재배면적에 미치는 영향을 분석하기 위해 농가들의 효용 극대화 문제로부터 도출된 것으로 실증분석이 가능한 평균-분산모형(Expected-Variance Model: EV-Model)을 적용하고자 한다. 또한, EV 모형이 갖는 한계를 보완하기 위해 재배면적과 가격, 재배면적과 가격 변동성을 동시에 고려하는 다변량 조건부 이분산 시계열 모형을 추정하여 재배면적과 가격 및 가격 변동성 간에 존재하는 동태적인 상관관계를 추정하고자

한다. 이와 같은 상관관계 추정을 통해 EV 모형에서 산출된 전망치가 어떻게 개선될 수 있는지도 보여주고자 한다.

본 고의 구성은 다음과 같다. 제2절에서는 분석모형의 이론적 배경을 설명하고 실증분석을 위한 두 가지 방법에 대해서 논의한다. 제3절은 분석에 사용된 자료에 대해 설명하고 본 분석을 위한 자료의 특징에 대한 사전 분석을 실시한다. 이어서 제4절은 분석 결과를 제시하고 양파 재배면적 전망치를 산출하는데 있어 중요한 이슈를 논의하고, 이를 고려한 전망치 산출결과를 제시한다. 마지막으로 제5절에서는 연구결과를 요약하고 결론을 제시한다.

2. 이론적 배경

2.1. Expected-Variance(EV) 모형

본 연구에서는 Markowitz(1952)가 제안한 예를 따라, 식 (1)과 같이 생산자들이 기대효용을 극대화하도록 재배면적에 대한 의사결정을 한다고 설정하였다(Freund, 1956; 김태후, 서상택, 2011).

$$(1) \text{Max } E[U(P_G X_G, P_O X_O)] \quad \text{st. } X_G + X_O \leq L, X_G \geq 0, X_O \geq 0$$

식 (1)에서 $E[U(P_G X_G, P_O X_O)]$ 는 대표적 생산자(농가)의 기대효용이며, P_G 양파 단위면적당 평균 수익(가격), P_O 는 여타 작물 단위면적당 평균 수익(가격)이며, X_G 대표적 생산자의 양파재배면적, X_O 는 대표적 생산자의 여타 작물 재배면적, L 은 대표적 생산자의 재배 가능 면적이다. 식 (1)의 기대효용 극대화 문제는 식 (2)와 같은 Expected-Variance(EV Model) 모형으로 변환할 수 있다(Markowitz, 1987).

$$(2) \text{Max} Z = P_G X_G + P_O X_O - \psi(\sigma_G^2 X_G^2 + \text{cov}(P_G, P_O) X_G X_O + \sigma_O^2 X_O^2)$$

$$\text{st. } X_G + X_O \leq L, X_G \geq 0, X_O \geq 0$$

식 (2)에서 ψ 생산자의 위험회피계수, σ_G^2 는 양파 재배면적당 수익의 분산, σ_O^2 는 여타 작물 재배면적당 수익의 분산, $\text{cov}(P_G, P_O)$ 는 양파와 여타 작물 재배면적당 수익의 공분산이다. 식 (2)로 표시된 EV 모형을 선택 변수인 X_G 와 X_O 로 미분하면 다음과 같은 1계 조건을 얻을 수 있다.¹⁾

$$(3) \frac{\partial Z}{\partial X_G} = P_G - 2\psi(\sigma_G^2 X_G + \text{cov}(P_G, P_O) X_O) = 0$$

$$\frac{\partial Z}{\partial X_O} = P_O - 2\psi(\sigma_O^2 X_O + \text{cov}(P_G, P_O) X_G) = 0$$

식 (3)을 통해 X_G 는 $X_G = f(P_G, \sigma_G^2, \text{cov}(P_G, P_O), X_O)$ 의 함수형태라는 것을 유추할 수 있으며, $X_O = f(P_O, \sigma_O^2, \text{cov}(P_G, P_O), X_G)$ 의 함수형태라는 것을 유추할 수 있으므로, $X_G = f(P_G, \sigma_G^2, \text{cov}(P_G, P_O), X_O(P_O, \sigma_O^2, \text{cov}(P_G, P_O)))$ 로 표현할 수 있다. 따라서 X_G 는 외생변수인 $P_G, P_O, \sigma_G^2, \sigma_O^2$ 및 $\text{cov}(P_G, P_O)$ 의 함수로 표현할 수 있으므로 식 (4)와 같이 정리할 수 있다.

본 연구에서는 식 (4)를 최종적으로 양파재배면적 결정을 분석하는 실증분석 방정식으로 사용하였다. 식 (4)의 실증분석 방정식에는 가격 위험을 나타내는 변수가 설명 변수로 삽입되어 있어 해외 선행연구에서 제시한 위험과 생산 결정 간의 관계를 규명한 결과와 같은 맥락으로 이해할 수 있다(Just, 1974; Hurt and Garcia, 1982; Adesina and Brorsen, 1987; Nieuwoudt et al., 1988; Chavas and Matthew, 1990). 본 연구의 실증분석에서는 이전 작

1) 식 (2)에는 부등식 제약이 있으므로, 이를 반영한다면 1계 조건이 식 (3)과 같이 도출되는 것이 아니라, Khun-Tucker 조건으로 도출되어야 한다. 본 연구에서 Khun-Tucker 조건을 사용하지 않은 이유는 실증분석방정식으로 도출한 식 (4)를 개별농가 차원이 아니라 개별농가의 재배면적 결정식을 합산하여 우리나라 전체의 양파 재배면적 차원에서 분석하였기 때문이다. 즉, 이 경우 개별농가 차원에서의 토지제약과 비움 제약은 가격 및 가격 변동성에 대한 우리나라 전체 재배면적의 반응을 이끌어내는 데에는 큰 영향을 미치지 못한다.

물 연도의 평균가격(월별가격을 평균하여 연평균 가격으로 환산)을 평균 수익을 나타내는 변수로 사용하였으며, 분산을 나타내는 대리변수로는 이전 작물 연도의 변이계수를 사용하였고, 공분산으로는 이전 작물 연도의 양파 가격과 여타 작물가격의 공분산을 도출하여 사용하였다.

$$(4) X_G = f(P_G, \sigma_G^2, cov(P_G, P_O), \sigma_O^2, P_O)$$

2.1. 다변량 GARCH (MGARCH) 모형

식 (1)~(4)로 논의한 EV 모형에서는 농가들이 가격(수익)의 불확실성을 고려하여 재배면적을 결정한다는 메커니즘이 충실하게 반영되긴 하였지만, 재배면적의 변화가 반대로 가격의 변동성에 영향을 미치는 동태적 메커니즘은 반영할 수 없다. 따라서 본 연구에서는 가격 및 가격변동성과 재배면적의 변동성이 상호 영향을 주고받는 관계를 추가적으로 분석하기 위해 다변량 GARCH(Multivariate GARCH: MGARCH) 모형을 추정하였다.

MGARCH 모형의 각 시계열은 P차 자기회귀(즉, AR(P))구조를 가지고 있으면서, 각 시계열 간의 조건부 이분산(Conditional Heteroscedasticity)은 상호 연계되어 있는 구조이다. 본 연구에서는 분산구조를 나타내는 GARCH 항에서 분산의 비대칭성을 고려한 TGARCH 모형을 적용하여 식 (5)와 같은 형태로 실증분석을 수행하였다.

$$(5) \Sigma_t = M_0 + \sum_{i=1}^n A_i \odot (\epsilon_{t-i} \epsilon'_{t-i}) + \sum_{j=1}^m B_j \odot [\epsilon_{t-j} (\epsilon_{t-j} < 0)] [\epsilon_{t-j} (\epsilon_{t-j} < 0)]'$$

식 (5)에서 M_0 는 상수항 계수 행렬이며, A_i 및 B_j 는 각각 이전 시점의 잔차 제곱과 잔차가 음인 경우에 대한 잔차 제곱에 대한 추정계수를 나타내는 대칭 행렬이며, \odot 는 행렬 내의 각 원소별로 곱하는 Hadamard 곱을 말한다. 따라서 예를 들어, 만일 재배면적과 평균 가격 각각의 2개 시계열을 대상으로 n과 m이 1이라면(즉, 과거 시차가 1기까지인 경우), 식 (5)는 다음 식 (6)과 같이 풀어쓸 수 있다.

$$(6) \begin{bmatrix} \sigma_{11,t}^2 \\ \sigma_{21,t}^2 \sigma_{22,t}^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \delta_{11,0} \\ \delta_{21,0} \delta_{22,0} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \theta_{11,1} \\ \theta_{21,1} \theta_{22,1} \end{bmatrix} \odot \begin{bmatrix} \epsilon_{1,t-1}^2 \\ \epsilon_{2,t-1} \epsilon_{1,t-1} \epsilon_{1,t-1}^2 \end{bmatrix} \\ + \begin{bmatrix} \psi_{11,1} \\ \psi_{21,1} \psi_{22,1} \end{bmatrix} \odot \begin{bmatrix} [\epsilon_{1,t-1} (\epsilon_{1,t-1} < 0)]^2 \\ [\epsilon_{1,t-1} (\epsilon_{1,t-1} < 0)][\epsilon_{2,t-1} (\epsilon_{2,t-1} < 0)] \quad [\epsilon_{2,t-1} (\epsilon_{2,t-1} < 0)]^2 \end{bmatrix}$$

이를 풀어 정리하면 식 (7)과 같이 쓸 수 있다.

$$\begin{aligned} \sigma_{11,t} &= \delta_{11,0} + \theta_{11,1} \epsilon_{1,t-1}^2 + \psi_{11,1} [\epsilon_{1,t-1} (\epsilon_{1,t-1} < 0)]^2 \\ (7) \quad \sigma_{22,t} &= \delta_{22,0} + \theta_{22,1} \epsilon_{2,t-1}^2 + \psi_{22,1} [\epsilon_{2,t-1} (\epsilon_{2,t-1} < 0)]^2 \\ \sigma_{21,t} &= \delta_{21,0} + \theta_{21,1} \epsilon_{1,t-1} \epsilon_{2,t-1} + \psi_{21,1} [\epsilon_{1,t-1} (\epsilon_{1,t-1} < 0)][\epsilon_{2,t-1} (\epsilon_{2,t-1} < 0)] \end{aligned}$$

식 (7)에서 $\sigma_{11,t}$ 는 재배면적 시계열에 대한 t시점에서의 조건부 분산, $\epsilon_{1,t-1}^2$ 는 재배면적 시계열의 t-1시점 평균 방정식에서 도출된 잔차 곱, $[\epsilon_{1,t-1} (\epsilon_{1,t-1} < 0)]^2$ 는 t-1시점 재배면적 시계열 평균 방정식에서 도출된 잔차가 음인 경우 이의 잔차 제곱, $\sigma_{22,t}$ 는 양파 가격 시계열에 대한 t시점 조건부 분산, $\epsilon_{2,t-1}^2$ 는 양파 가격 시계열에 대한 t-1시점 평균 방정식으로부터 도출된 잔차 제곱, $[\epsilon_{2,t-1} (\epsilon_{2,t-1} < 0)]^2$ 는 t-1시점 양파 가격 시계열 평균 방정식에서 도출된 잔차가 음인 경우 이의 잔차 제곱, $\sigma_{21,t}$ 는 t시점에서의 양파 재배면적 시계열과 양파 가격 시계열에 대한 조건부 공분산, $\epsilon_{1,t-1} \epsilon_{2,t-1}$ 는 t-1시점 양파 재배면적 시계열과 양파 가격 시계열의 평균 방정식에서 도출된 잔차의 곱, $[\epsilon_{1,t-1} (\epsilon_{1,t-1} < 0)][\epsilon_{2,t-1} (\epsilon_{2,t-1} < 0)]$ 는 t-1시점 재배면적 시계열 평균 방정식에서 도출된 잔차가 음이고, 양파 가격 시계열 평균 방정식에서 도출된 잔차가 음인 경우 이들 두 잔차의 곱이다.

본 연구에서는 특히 두 시계열의 조건부 공분산을 나타내는 $\sigma_{21,t}$ 항의 추정결과를 상세히 제시하고 시간의 변화에 따라 조건부 공분산의 변화가 어떻게 변해왔는지를 논의하고자 한다.

3. 분석 자료 및 사전 분석결과

3.1. 분석 자료

실증분석을 위한 분석 자료로 본 연구에서는 통계청에서 발표하는 연도별 양파 재배면적 자료(1976년~2020년)와, 양파의 월별 가격(생산자가격지수), 농산물의 월별 가격(생산자가격지수)을 사용하였다.

〈그림 1〉은 양파의 재배면적 추이를 나타낸 것이다. 지난 45여 년간 양파 재배면적은 등락을 거듭하긴 했지만, 연평균 약 313ha씩 추세적으로 증가해 온 것을 알 수 있다. 한편, 〈그림 2〉의 오른쪽 그래프에서 볼 수 있는 바와 같이, 양파의 재배면적과 양파의 연평균 가격(생산자가격지수) 간에는 매우 밀접한 양의 상관관계가 있는 것으로 나타나, 식 (3)을 통해 알 수 있는 이론적 논의와 합치함을 알 수 있다.

그림 1. 양파 재배면적 추이(ha)

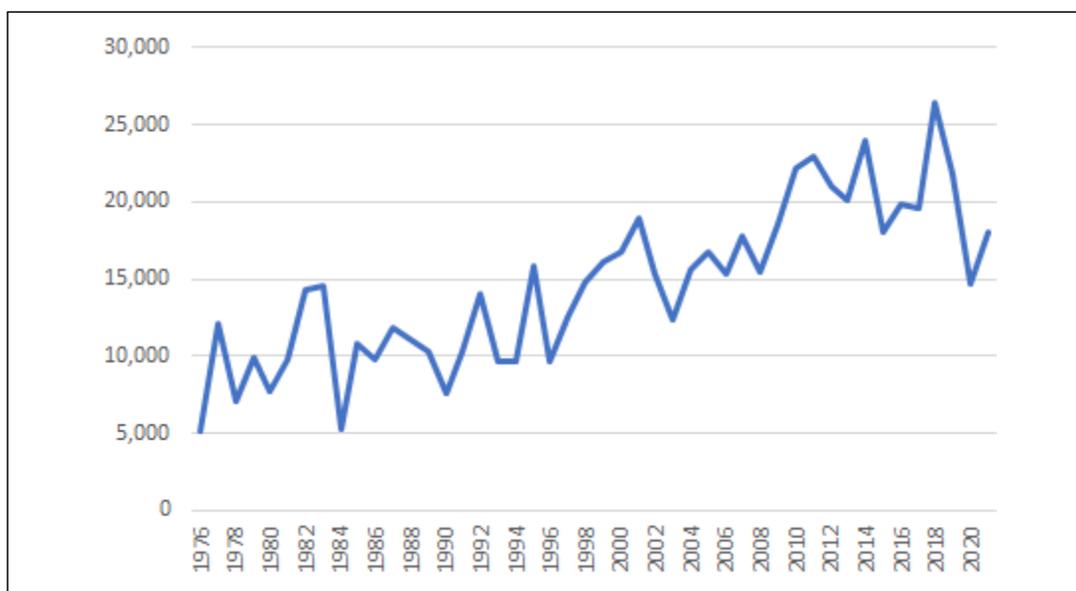
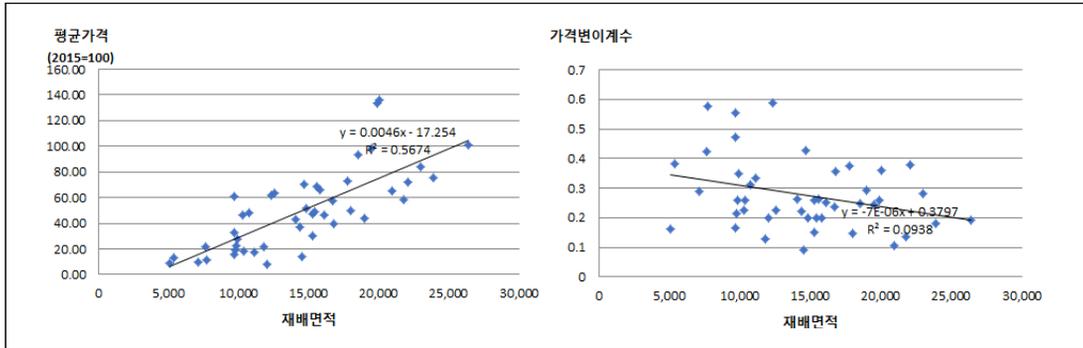


그림 2. 양파 재배면적과 양파 연평균 가격 및 연중 가격 변이계수 간의 상관관계



한편 양파의 재배면적과 양파 가격의 작물 연도 내의 변이계수 간에는 <그림 2>의 왼쪽 그래프에서 확인할 수 있는 바와 같이, 음의 상관관계를 보이는 것으로 나타난다. 이는 위험을 회피하고자 하는 농가들이 가격 변동성이 커질수록 재배면적을 줄이는 형태로 위험을 관리하고 있음을 나타내는 것이라 할 수 있다.

3.2. 실증분석을 위한 단위근 검정 결과

식 (4)와 식 (5)의 실증분석을 위해서는 분석대상 자료가 시계열적인 안정성(Stationarity)을 확보하고 있는지에 대한 검정이 필요하다. 안정적인 시계열이 아닐 경우 가성회귀 문제가 발생할 수 있기 때문이다.

<표 1>은 분석에 사용된 자료의 단위근 검정 결과이다. 표에서 확인할 수 있는 바와 같이, 대부분의 자료는 유의수준 1% 이상에서 안정적인 시계열인 것으로 판명되었으며, 농산물 연평균 가격은 유의수준 10%에서 안정적인 시계열인 것으로 판명되었다. 이와 같은 단위근 분석 결과를 바탕으로 하여 본 연구에서는 원자료를 이용하여 식 (4)와 식 (5)의 실증분석 방정식을 추정하였다.

표 1. 분석에 사용된 자료의 단위근 검정 결과

구분	검정통계량	유의확률
양파 재배면적	-5.6574	0.000
양파 연평균 가격(가격지수, 작물년도기준)	-7.3548	0.000
연중 양파 가격 변이계수(가격지수, 작물년도 기준)	-8.2136	0.000
농산물 연평균 가격(가격지수, 작물년도기준)	-3.1868	0.100
연중 양파 가격 변이계수(가격지수, 작물년도 기준)	-4.6549	0.003
Critical Value at 1% level	-4.1756	
Critical Value at 5% level	-3.5130	
Critical Value at 10% level	-3.1868	

주: 귀무가설(H0)은 해당 시계열 변수가 단위근을 가지고 있다고 설정된 것임. 작물년도는 양파의 수확기를 고려하여 금년 6월에서 익년 6월까지로 설정하였음.

4. 분석 결과

실증분석 방정식 (4)의 추정결과는 <표 2>와 <표 3>에 제시되어 있다. <표 2>는 종속변수를 양파의 재배면적으로 설정한 경우이며, <표 3>은 종속변수를 양파 재배면적의 증감률로 설정한 경우이다. 실증분석 방정식은 표에서 확인할 수 있는 바와 같이 두 가지 경우로 구분하였는데, <모형 1>은 생산자가 다른 작물의 가격 변동성은 양파 재배면적 결정에 반영하지 않는다는 전제를 바탕으로 한 설명변수로 양파의 평균 가격과 가격 변이계수만을 삽입한 경우이며, <모형 2>는 생산자가 양파뿐만 아니라 여타 작물의 가격 변동성까지도 감안하여 양파의 재배면적을 결정한다는 전제를 바탕으로 추정된 것이다. 따라서 <모형 2>에는 실증분석 방정식 (4)에 나타난 모든 변수, 즉 여타 작물가격과 가격 변이계수 및 여타 작물과 양파 가격 간의 공분산(상관계수)이 포함되었다. 또한 실증분석에서는 추세변수를 포함하였는데, 이는 <그림 1>에서 볼 수 있는 바와 같이, 양파 재배면적이 추세적으로 증가해온 경향을 반영하기 위해서이다.

<표 2>의 추정결과를 보면, 이전 년도 양파의 평균가격이 높으면 금년도 양파 재배면적이 증가하는 관계에 있으며, 이전 년도 양파 가격 변동성(즉, 변이계수)이 높으면 금년도 양파 재

배면적은 감소하는 관계에 있는 것으로 나타난다. 이는 <모형 1>과 <모형 2> 양자에 걸쳐 이전 년도 양파의 평균가격과 변이계수에 대한 추정계수가 모두 90% 이상 통계적으로 유의하게 추정된 결과를 통해 잘 확인할 수 있다.

<모형 2>의 추정결과를 보면, 양파 재배면적에는 여타 작물의 가격수준 자체는 유의한 영향을 미치지 못하는 반면, 여타 작물가격의 변동성은 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 분석되었음을 알 수 있다. 즉, 생산자들은 양파 재배면적을 결정함에 있어 양파 가격의 변동성뿐만 아니라 여타 작물가격의 변동성까지도 심각하게 고려하고 있는 것으로 나타난다. 이는 생산자들이 가격 위험을 관리하는 형태로 양파 재배면적을 결정하고 있다는 의미로 풀이할 수 있다.

표 2. EV 모형에 바탕을 둔 양파 재배면적 결정함수 추정결과(재배면적 기준)

	모형 1 양파가격의 불확실성만 고려한 경우			모형 2 양파 및 농산물가격의 불확실성을 동시에 고려한 경우		
	계수	표준 오차	t 통계량	계수	표준 오차	t 통계량
상수항	10142.2***	1191.4	8.5124	7923.2***	1642.6	4.8200
이전 년도 양파 연평균 가격	48.09***	20.37	2.3600	36.48 [†]	20.83	1.7500
이전 년도 연중 양파가격 변이계수	-11468***	3183.6	-3.6023	-9186.1**	4056.6	-2.2600
이전 년도 농산물 연평균 가격				17.27	82.55	0.2100
이전 년도 연중 농산물가격 변이계수				49302.7 [†]	25291.7	1.9500
이전 년도 농산물 가격과 양파가격의 상관계수				-56822.8	68498.57	-0.8300
추세항	224.1***	48.8	4.5941	174.7***	199.7	0.8700
R ²	0.7815			0.8061		

주: *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1%에서 유의하다는 것을 의미함.

<표 3>의 추정결과를 보면, 이전 년도 양파의 평균가격이 높으면 금년도 양파 재배면적은 이전 년도에 비해 증가하는 관계에 있으며, 이전 년도 양파 가격 변동성(즉, 변이계수)이 높으면 금년도 양파 재배면적은 이전 년도에 비해 감소하는 관계에 있는 것으로 나타난다. 이와 같은 추정결과 <표 2>에 나타난 추정결과와 일맥상통하는 것이라 할 수 있다. 한편 <표 3>의 <모형 2> 추정결과를 보면 통계적으로 유의미한 추정계수가 이전 년도 양파의 평균가격과 추세항에 국한되어, 특별한 의미있는 해석을 덧붙이기는 어려운 것으로 보인다.

표 3. EV 모형에 바탕을 둔 양파 재배면적 결정함수 추정결과(재배면적 증감을 기준)

	모형 1 양파가 가격의 불확실성만 고려한 경우			모형 2 양파 및 농산물 가격의 불확실성을 동시에 고려한 경우		
	계수	표준 오차	t 통계량	계수	표준 오차	t 통계량
상수항	0.009***	0.002	3.950	0.009***	0.003	3.670
이전 년도 양파 연평균 가격	1.090***	0.373	-2.930	1.180***	0.501	-2.350
이전 년도 연중 양파가격 변이계수	-0.025***	0.006	-4.410	-0.004	0.010	-0.420
이전 년도 농산물 연평균 가격				0.755	3.125	0.240
이전 년도 연중 농산물가격 변이계수				1.470	8.465	0.170
이전 년도 농산물 가격과 양파가격의 상관계수				-0.015	0.025	-0.610
추세항	0.495***	0.139	3.550	0.489***	0.203	2.410
R ²	0.3783			0.3852		

주: *, **, *** 는 각각 10%, 5%, 1%에서 유의하다는 것을 의미함.

〈표 4〉와 〈표 5〉는 양파 재배면적-양파 연평균 가격 조합 시계열의 MGARCH 모형을 추정 한 결과이다. 우선 〈표 4〉는 MGARCH 모형의 평균 방정식을 추정한 결과인데, 편자기상관 함수(Partial Autocorrelation Function: PACF)를 분석한 결과 양파 재배면적 시계열은 AR(2)까지를 포함하는 모형이, 양파 평균가격 시계열은 AR(3)까지를 포함하는 모형이 적절한 것으로 분석되었다(부록 참조). 평균 방정식 추정결과를 보면 〈표 4〉에서 확인할 수 있는 바와 같이, 양파 재배면적 시계열에서는 상수항과 AR(1)항이, 양파 평균가격 시계열에서는 상수항과 AR(1), AR(3)항이 통계적으로 유의한 것으로 추정되었다. 식 (6)의 조건부 분산을 추정한 결과인 〈표 5〉를 보면, $\theta_{11,1}$ 과 $\psi_{11,1}$ 를 제외하고는 모든 계수들이 통계적으로 유의한 것으로 추정되었다.

표 4. 재배면적-연평균 가격 조합의 MGARCH 모형에서의 평균방정식 추정결과

변수	양파 재배면적			양파 연평균 가격		
	추정계수	z-Statistic	Prob.	추정계수	z-Statistic	Prob.
상수항	14728.5***	11.769	0.0000	51.4333***	4.4357	0.0000
AR(1)	1.1147***	5.5194	0.0000	0.5184***	4.0215	0.0000
AR(2)	-0.3617	-1.5898	0.1118	0.0472	0.4406	0.6594
AR(3)				0.2095**	2.3132	0.0207

주: *, **, *** 는 각각 10%, 5%, 1%에서 유의하다는 것을 의미함.

표 5. 재배면적-연평균 가격 조합의 MGARCH 모형에서의 조건부 이분산식 추정결과

계수	추정 값	z-Statistic	유의확률
$\delta_{11,0}$	13057884***	2.8537	0.0043
$\delta_{22,0}$	43951*	1.9341	0.0531
$\delta_{12,0}$	199*	1.6560	0.0977
$\theta_{11,1}$	0.1899	0.6178	0.5367
$\theta_{22,1}$	0.7101***	4.0081	0.0001
$\psi_{11,1}$	0.4725	0.8297	0.4067
$\psi_{22,1}$	1.6007**	2.2491	0.0245

주: 하첨자에서 쉼표(.) 앞의 1, 2는 각각 양파 재배면적과 양파의 연평균 가격(작물년도 기준)을 가리키며, 하첨자에서 쉼표(.) 뒤의 0과 1은 시점을 가리킴(즉, 0은 t기를 나타내며, 1은 t-1기를 나타냄).

주: *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1%에서 유의하다는 것을 의미함.

〈표 6〉과 〈표 7〉은 양파 재배면적-양파 연중 가격 변이계수 조합 시계열의 MGARCH 모형을 추정한 결과이다. 〈표 6〉은 MGARCH 모형의 평균 방정식을 추정한 결과인데, 편자기상관함수(Partial Autocorrelation Function: PACF)를 분석한 결과 양파 연중 가격 변이계수 시계열은 AR(0)까지를 포함하는 모형이 적절한 것으로 분석되었다(부록 참조). 평균 방정식 추정결과를 보면 〈표 6〉에서 확인할 수 있는 바와 같이, 양파 재배면적 시계열에서는 상수항과 AR(1)항과 AR(2)항이, 양파 연중 가격 시계열에서는 상수항이 통계적으로 유의한 것으로 추정되었다. 식 (7)의 조건부 분산을 추정한 결과인 〈표 5〉를 보면, $\delta_{11,0}$, $\delta_{22,0}$ 및 $\theta_{22,1}$ 계수가 통계적으로 유의한 것으로 추정되었다.

표 6. 재배면적-연중 가격 변이계수 조합의 MGARCH 모형에서의 평균방정식 추정결과

변수	양파재배면적			양파 연중 가격 변이계수		
	추정계수	z-Statistic	Prob.	추정계수	z-Statistic	Prob.
상수항	1978.2	3372.6	0.5866	0.2651***	0.0163	16.2465
AR(1)	0.5599***	0.0961	5.8292			
AR(2)	0.3557***	0.0965	3.6865			

주: *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1%에서 유의하다는 것을 의미함.

표 7. 재배면적-연중 가격 변이계수 조합의 MGARCH 모형에서의 조건부 이분산식 추정결과

계수	추정 값	z-Statistic	유의확률
$\delta_{11,0}$	10389087**	4779967	2.1735
$\delta_{12,0}$	-117.427	120.408	-0.975
$\delta_{22,0}$	0.0125***	0.0029	4.2794
$\theta_{11,1}$	0.4193	0.6493	0.6458
$\theta_{12,1}$	0.2304	0.7015	0.3285
$\theta_{22,1}$	-1.20E-01***	0.025395	-4.72E+00
$\psi_{11,1}$	5.79E+02	509.4533	1.14E+00
$\psi_{12,1}$	9.84E-07	24.63917	3.99E-08
$\psi_{22,1}$	1.67E-06	0.23988	6.97E-06

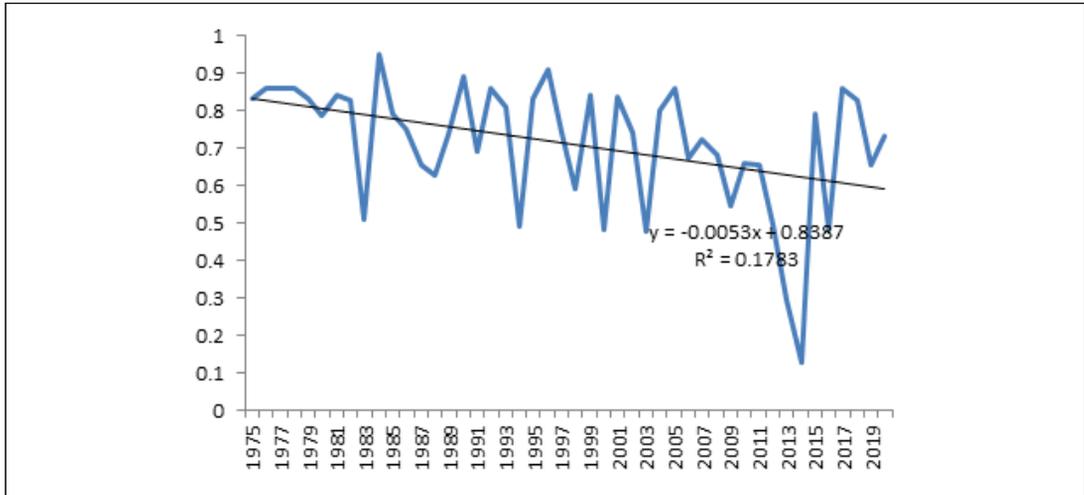
주: 하첨자에서 쉼표(.) 앞의 1, 2는 각각 양파 재배면적과 양파의 연중 변이계수(작물년도 기준)을 가리키며, 하첨자에서 쉼표(.) 뒤의 0과 1은 시점을 가리킴(즉, 0은 t기를 나타내며, 1은 t-1기를 나타냄).

주: *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1%에서 유의하다는 것을 의미함.

〈그림 3〉은 〈표 4〉와 〈표 5〉의 추정결과를 이용하여 도출한 양파 재배면적과 양파 연평균 가격 간 상관계수의 동태적 변화를 나타낸 것이다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이, 양파 재배면적과 연평균 가격의 양의 상관계수 값은 시간이 흐를수록 낮아지고 있는 것으로 나타난다. 이와 같은 분석 결과는 연평균 가격이 양파 재배면적에 미치는 영향이 최근으로 올수록 낮아지고 있다는 것을 의미한다.

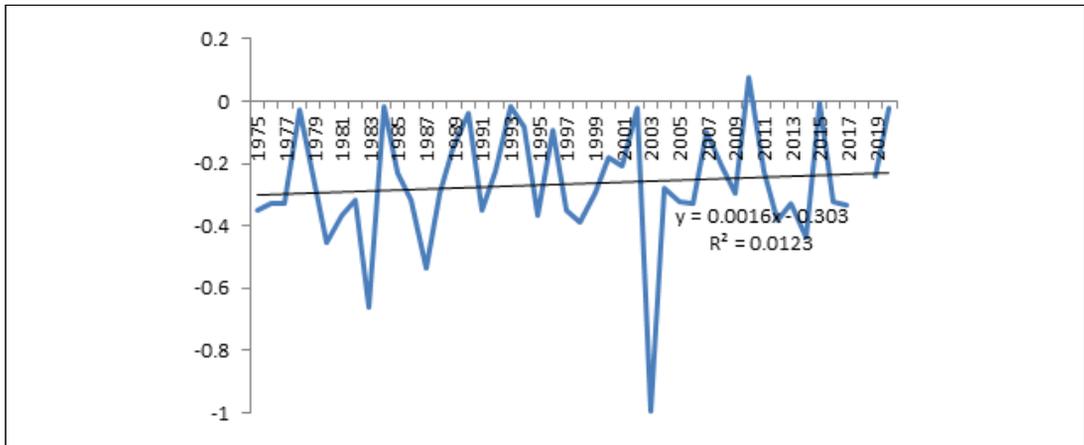
〈그림 3〉의 분석 결과는 EV 모형으로 추정된 〈표 2〉의 결과만을 이용해서는 확인할 수 없는 정보를 추가적으로 제공하고 있다. 즉, 〈표 2〉의 추정결과는 이전 년도의 연평균 가격은 양파 재배면적을 결정하는 매우 중요한 변수라는 것을 확인해 주고 분석 기간 전체에 걸쳐 〈표 2〉의 추정계수만큼의 영향력을 평균적으로 발휘해 왔다는 것을 증명해 주고 있다. 하지만 〈그림 3〉의 동태적 상관계수 추정결과는 연평균 가격의 영향력이 시간이 지남에 따라 낮아지고 있기 때문에 향후 양파 재배면적의 전망에서는 이와 같은 추세적인 영향력 약화 경향을 감안해야 한다는 점을 말하고 있다.

그림 3. 양파 재배면적과 양파 연평균 가격 간 상관계수의 동태적 변화 추이



〈그림 4〉는 〈표 6〉과 〈표 8〉의 추정결과를 이용하여 도출한 양파 재배면적과 양파 가격의 연중 변이계수 간 상관계수의 동태적 변화를 나타낸 것이다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이, 양파 재배면적과 연중 가격 변이계수 간 음의 상관계수 값은 시간이 흐를수록 절댓값 기준으로 낮아지고 있는 것으로 나타난다. 이와 같은 분석 결과는 연중 가격 변이계수가 양파 재배면적에 미치는 부정적인 영향이 최근으로 올수록 낮아지고 있다는 것을 의미한다.

그림 4. 양파 재배면적과 양파 연중 가격 변이계수 간 상관계수의 동태적 변화 추이



이러한 분석 결과 역시 EV 모형으로 추정된 <표 2>의 결과만을 이용해서는 확인할 수 없는 정보를 추가적으로 제공하고 있다. 즉, <표 2>의 추정결과는 분석 기간 전체에 걸쳐 <표 2>의 추정계수만큼 연중 가격 변이계수가 양파 재배면적 결정에 음의 영향력을 평균적으로 발휘해 왔다는 것을 증명해 주고 있지만, <그림 4>의 동태적 상관계수 추정결과는 연중 가격 변이계수의 부정적 영향력이 시간이 지남에 따라 낮아지고 있기 때문에 향후 양파 재배면적의 전망에서는 이와 같은 추세적인 영향력 약화 경향을 감안해야 한다는 점을 말하고 있다.

<표 8>은 EV 모형 추정 결과와 EV 모형 추정 결과에 MGARCH 모형에서 도출된 동태적 상관계수 변화 경향을 감안하여 2022년의 양파 재배면적을 전망한 결과이다. 전망에 앞서 표에서 확인할 수 있는 바와 같이 2021년 전망치를 산출한 결과 2021년 실제 재배면적과 전망치 간의 오차는 EV 모형 추정 결과만을 이용한 경우는 5.07%, EV모형 추정 결과에 MGARCH 모형에서 도출된 동태적 상관계수 변화 경향을 감안한 경우에는 4.82%인 것으로 계산된다. 즉, 동태적 상관계수 변화 경향을 반영하여 전망치를 산출하는 것이 보다 오차를 줄이는 접근법을 알 수 있다.

추정결과를 이용한 2022년 양파 재배면적 전망치는 EV 모형을 바탕으로 한 경우에는 22,197ha, EV모형과 MGARCH 모형을 모두 이용한 경우에는 22,123ha에 이르는 것으로 추정된다.²⁾

표 8. 추정결과를 이용한 2022년 양파 재배면적 전망(조생종 및 중만생종 재배면적 합산 기준)

(단위: ha)

구분	2021년	2022년
실제재배면적(A)	18,014	-
EV 모형을 이용한 전망치(B)	18,928	22,197
EV 모형에 MGARCH 모형에서 도출된 동태적 상관계수를 감안한 전망치(C)	18,881	22,123
예측오차: [B-A]/A	5.07%	
예측오차: [B-C]/C	4.82%	

주: <표 2> 추정결과 중 <모형 1>의 결과를 바탕으로 한 것임.

2) 2022년 재배면적 전망을 위한 양파 생산자 가격지수는 2021년 5월 통계치가 공표되지 않아 2020년 6월~2021년 4월 간의 자료만을 이용하여 전망치 산출에 사용하였다.

5. 요약 및 결론

재배면적을 전망하는 데에는 해당 품목의 가격과 가격 변동성이 가장 중요하게 고려되어야 할 요인들임에도 불구하고 재배면적 결정요인을 연구한 선행연구들에서는 가격변동성과 재배면적 간에 나타나는 동태적인 연관 관계까지는 분석하지 못하였다. 본 연구에서는 가격과 가격 위험이 재배면적에 미치는 영향을 분석하기 위해 농가들의 효용 극대화 문제를 설정하고 이를 실증분석이 가능한 평균-분산모형(Expected-Variance Model: EV-Model)으로 변환하였다. 또한, EV모형이 갖는 한계를 보완하기 위해 재배면적과 가격, 재배면적과 가격 변동성을 동시에 고려하는 다변량 조건부 이분산 시계열 모형을 추정하여 재배면적과 가격 및 가격 변동성 간에 존재하는 동태적인 상관관계를 추정하여 EV 모형에서 산출된 전망치가 어떻게 개선될 수 있는지도 보여주고자 하였다.

EV 모형에서 도출된 실증분석 방정식에는 가격 위험을 나타내는 변수가 설명변수로 삽입되어 있어 해외 선행연구에서 제시한 위험과 생산 결정 간의 관계를 규명한 결과와 일치하였다. 하지만 EV 모형에서는 재배면적의 변화가 반대로 가격의 변동성에 영향을 미치는 동태적 메커니즘은 반영할 수 없다. 따라서 본 연구에서는 가격 및 가격변동성과 재배면적의 변동성이 상호 영향을 주고받는 관계를 추가적으로 분석하기 위해 다변량 GARCH(Multivariate GARCH: MGARCH) 모형을 추정하였다. 본 연구에서는 특히 GARCH항에서 분산의 비대칭성을 고려한 TGARCH 모형을 적용하였다.

분석에 앞서 지난 45여 년간 양파 재배면적 등락 추이를 살펴본 결과, 양파의 재배면적과 양파의 연평균 가격(생산자가격지수) 간에는 매우 밀접한 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 양파의 재배면적과 양파 가격의 작물 연도 내의 변이계수 간에는 음의 상관관계를 보이는 것으로 나타나 위험을 회피하고자 하는 농가들이 가격 변동성이 커질수록 재배면적을 줄이는 형태로 위험을 관리하고 있음을 유추할 수 있었다.

EV 모형 실증분석 방정식 추정결과, 이전 년도 양파의 평균가격이 높으면 금년도 양파 재배면적이 증가하는 관계에 있으며, 이전 년도 양파 가격 변동성(즉, 변이계수)이 높으면 금년도 양파 재배면적은 감소하는 관계에 있는 것으로 나타났다. 또한, 양파 재배면적에는 여타

작물의 가격수준 자체는 유의한 영향을 미치지 못하는 반면, 여타 작물가격의 변동성은 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 분석되어, 생산자들은 양파 재배면적을 결정함에 있어 양파 가격의 변동성 뿐만 아니라 여타 작물가격의 변동성까지도 심각하게 고려하고 있는 것으로 나타났다.

양파 재배면적-양파 가격 조합의 MGARCH 모형의 평균 방정식을 추정한 결과, 양파 재배면적 시계열에서는 상수항과 AR(1)항이, 양파 평균가격 시계열에서는 상수항과 AR(1), AR(3)항이 통계적으로 유의한 것으로 추정되었으며, 조건부 분산을 추정한 결과에서는 대부분의 계수들이 통계적으로 유의한 것으로 추정되었다.

양파 재배면적-양파 연중 가격 변이계수 조합 시계열의 MGARCH 모형을 추정한 결과, 양파 재배면적 시계열에서는 상수항과 AR(1)항과 AR(2)항이, 양파 연중 가격 시계열에서는 상수항이 통계적으로 유의한 것으로 추정되었으며, 조건부 분산을 추정한 결과에서도 통계적인 유의성을 확보한 계수들이 확인되었다.

MGARCH 모형 추정결과를 이용하여 양파 재배면적과 양파 연평균 가격 간 상관계수의 동태적 변화를 분석한 결과, 양파 재배면적과 연평균 가격의 양의 상관계수 값은 시간이 흐를수록 낮아지고 있는 것으로 나타났으며, 양파 재배면적과 연중 가격 변이계수 간 음의 상관계수 값은 시간이 흐를수록 절댓값 기준으로 낮아지고 있는 것으로 나타났다. 이와 같은 분석결과는 가격과 연중 가격 변이계수가 양파 재배면적에 미치는 영향이 최근으로 올수록 낮아지고 있다는 것을 의미한다.

본 연구의 분석 결과를 이용하여 2021년 전망치를 산출한 결과 2021년 실제 재배면적과 전망치 간의 오차는 EV 모형 추정 결과만을 이용한 경우는 5.07%, EV 모형 추정 결과에 MGARCH 모형에서 도출된 동태적 상관계수 변화 경향을 감안한 경우에는 4.82%인 것으로 계산되어 동태적 상관계수 변화 경향을 반영하여 전망치를 산출하는 것이 보다 오차를 줄이는 접근법인 것으로 분석되었다. 추정결과를 이용한 2022년 양파 재배면적 전망치는 EV 모형을 바탕으로 한 경우에는 22,197ha, EV모형과 MGARCH 모형을 모두 이용한 경우에는 22,123ha에 이르는 것으로 추정된다.

농산물의 재배면적 예측에는 생산자들의 의사결정 과정과 시장 내외적인 요인들을 동시에 고려해야 하기 때문에, 정확한 예측이 매우 어렵다. 그동안 한국농업관측본부에서도 다년간

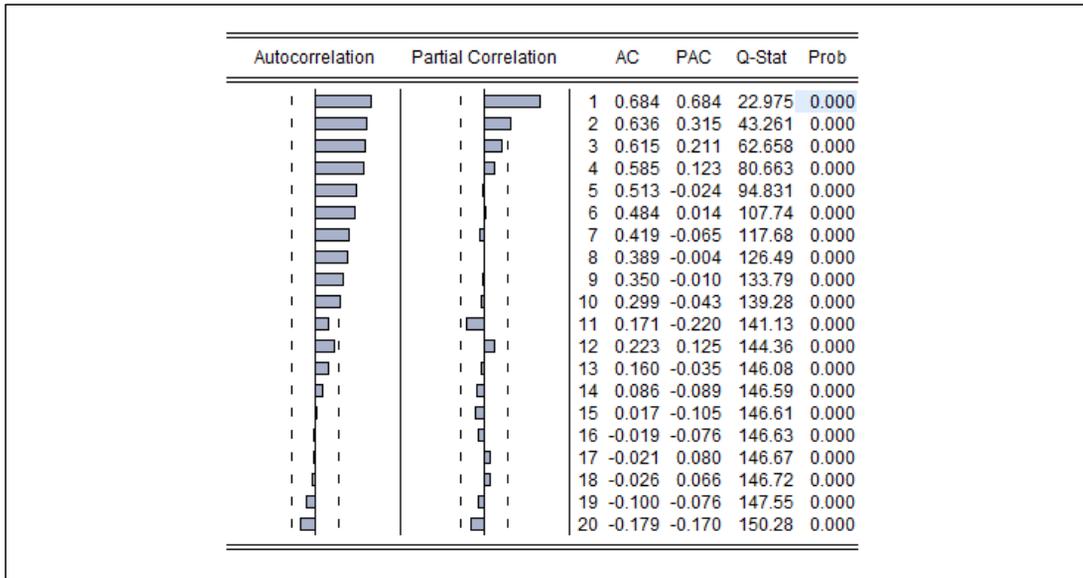
의 경험과 노하우를 통해 사전 재배면적 의향 조사, 가격변화 추이 등의 정보를 재배면적 전망에 다각도로 활용하여 왔으며 재배면적 반응함수에 대한 추정과 갱신도 주기적으로 이루어져 왔다. 본 연구는 이와 같은 다각적인 정보를 활용하는데 하나의 새로운 방향을 제시할 수 있을 것으로 기대된다. 재배면적에 영향을 미치는 가격과 가격 변동성이라는 요인은 그 영향력이 고정된 것이 아니라 시간에 따라 변화할 수 있다는 점을 전제로 한다면, 본 연구와 같이 동태적 상관관계를 전망모형에 삽입하여 활용하는 것은 예측의 정확도를 높이는 유용한 방법이 될 수 있을 것이다.

참고문헌

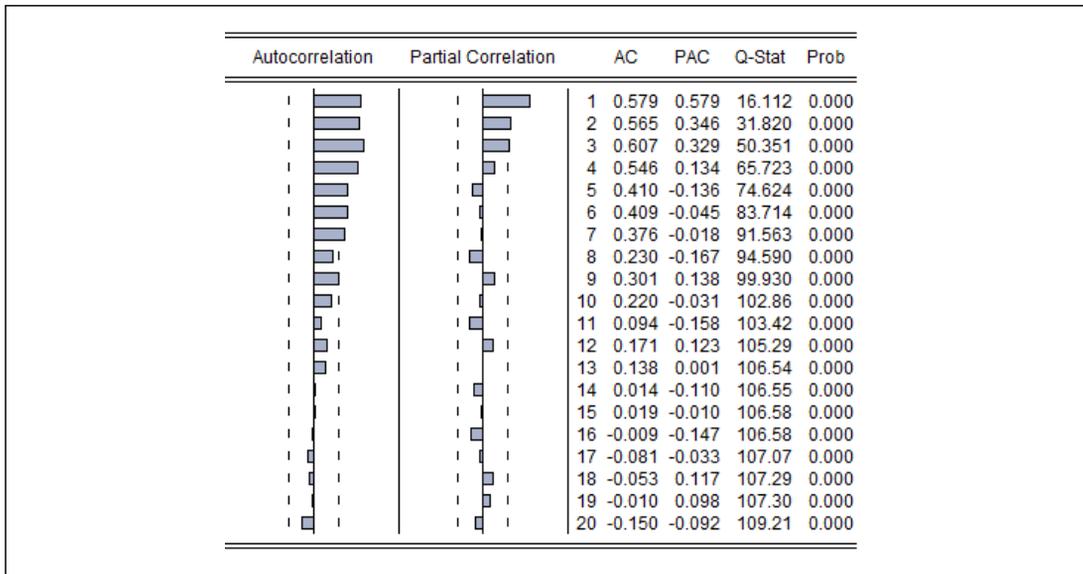
- 김태후, 서상택. 2011. “저장사과 최적 출하시기 결정 모형 개발-시뮬레이션을 결합한 EV 모델을 중심으로.” 『농업경제연구』 42(3): 29-48.
- 박지연, 박영구. 2013. 『배추·무 예측모형 고도화 방안』, 한국농촌경제연구원 기타연구보고서.
- 정학균, 이태호, 김관수. 2009. “위험하의 시설과채농가 재배면적변화 분석- 남부지방 오이사례를 중심으로.” 『농업경제연구』 50(3): 81-104.
- 조재환. 2021. “경남지역 주요 채소류 재배면적 반응함수 추정.” 『한국산학기술학회논문지』 22(2): 131-137.
- 홍승지, 김성훈, 이을경. 2015. “오차수정모형을 이용한 고추의 재배면적 반응함수 추정.” 『농업경영·정책연구』 52(1): 507-522.
- Adesina, A. A., Brorsen, B. W.(1987). “A risk responsive acreage response function for millet in Niger.” *Journal of the International Association of Agricultural Economists* 1(3): 229-239.
- Chavas, Jean-Paul, Holt, T. Matthew(1990). “Acreage Decisions under Risk: The Case of Corn and Soybeans.” *American Journal of Agricultural Economics* 72(3): 529-538.
- Freund, R(1956). “The Introduction of Risk into a Programming Model.” *Econometrica* 21: 253-263.
- Hurt, C. A. and Garcia, Philip(1982). “The Impact of Price Risk on Sow Farrowings, 1967-78.” *American Journal of Agricultural Economics* 64(3): 565-568.
- Just, R. E.(1974). “An Investigation of the Importance of Risk in Farmers' Decisions.” *American Journal of Agricultural Economics* 56(1): 14-25.
- Markowitz, H.M.(1987). *Mean-Variance Analysis in Portfolio Choice and Capital Market*. B. Blackwell, New York.
- Nieuwoudt, W. L., Womack, Abner W., Johnson and R. Stanley(1988). “Measurement of Importance of Risk on Supply Response of Corn and Soybeans.” *North Central Journal of Agricultural Economics* 10(2): 281-292.

부록

양파 재배면적 시계열에 대한 Autocorrelation 및 Partial Correlation 분석결과



양파 연평균 가격 시계열에 대한 Autocorrelation 및 Partial Correlation 분석결과



양파 연중 가격변이계수 시계열에 대한 Autocorrelation 및 Partial Correlation 분석결과

