

## 사과 품종별 재배면적 변동 요인 분석

최돈우 · 김동춘 · 임청룡\*  
경상북도농업기술원 · \*농어촌연구원

# Analysis of Factors Influencing Cultivation Area of Apple Cultivars

Choi, Don-Woo · Kim, Dong-Choon · Lim, Cheong-Ryong\*

*Agriculture Economic Researcher, Gyongsangbuk-Do Agricultural Research & Extension Services*

*\*Associate Researcher, Rural Research Institute Korea Rural Community Corporation*

**CDUVTCEV** : This study analyzed factors influencing cultivation area of two major apple cultivars, Fuji and Hongro, applying the panel SUR model to survey data from farms. Characteristics of farms, distribution factors, and weather factors were the independent variables of the model. The analysis indicated that characteristics of farms, distribution factors, and weather factors influence the cultivation area of Hongro and Fuji. The independent variables were also found to have different levels of influence on increase and decrease of the cultivated area. Helping predict changes in cultivation area of Hongro and Fuji, the research results can be used as primary data to support efforts to prevent price fluctuations due to changes in supply.

**MgI" yqtfu** : Apple Cultivar, Cultivated Area, Panel Sur Model, Meteorological Factor.

### I. 서론

사과는 국내에서 가장 전통적인 과일로서 과수 중에서 재배면적이 가장 큰 과일 품목이다. 2018년 사과의 재배면적은 33,234ha로 전체 노지과수 재배면적 156,435ha 중 21.2%를 차지하고 있다. 사과의 품종은 수확시기를 기준으로 조생종, 중생종, 만생종으로 구분할 수 있다. 출하시기에 따른 가격 차이, 소비 트렌드의 변화, 기상 변화 등으로 품종별 재배면적도 지속적으로 변화하고 있다. 이러한 재배면적의 변화는 공급물량의 변화로 이어져 재배농가들의 소득 불안정을 유발할 수 있다.

사과생산 관련 선행연구들을 살펴보면, Kim and Kim(2014)은 국내 사과 주산지 15개 지역의 사과단수와 월별 기상요소를 패널 자료로 구축하여 사과단수와 기상요인간의 관계 및 영향력을 분석하였으며, 사과 단수에

측모형을 확률효과모형(Random effects model)을 이용하여 추정하고 모형의 적합도 및 예측력을 비교하였다. Kim et al.(2010)은 사과 재배면적 및 생산량에 대한 시기별 분포를 분석하고, 생육기간동안 평균 기온과 일교차를 분석하여 기후 요소가 미치는 영향을 파악하였다. Choi et al.(2014)은 ‘홍로/M.9’ 세장방추형의 생산성을 높이기 위하여 수고에 따른 투광율, 투약율, 수체 생육, 과실 품질, 노동 생산성을 비교 분석하였다.

패널데이터 기반 연립방정식모형 활용 연구를 살펴보면, Kwon et al.(2013)은 수도권 주택시장과 토지시장 간의 관계를 주택매매가격지수와 주거용 지가지수를 이용하여 패널 연립방정식 모형으로 변수 간 영향을 분석하였다. Yu and Yoo(2017)은 주요 5개 도시의 특급 호텔과 1급 호텔을 대상으로 선행연구에서 주로 다루던 전국 단위의 거시경제변수 외에 개별 호텔의 특성요인과 미시적인 시장특성요인을 변수로 추출하여 상관관계를 분석하였다. Shin(2012)은 국가 간 무역 및 금융연계를 통해 해외의 경기변동 충격이 해당 국가의 경기변동에 어떠한 영향을 미치는가에 대해 횡단면통합(pooling) 독립방정식 분석, 횡단면 통합 연립방정식 분석, 패널 독립방정식 분

Corresponding author : Lim, Cheong-Ryong  
Tel : 031-400-1769  
E-Mail : Lql8287@Naver.Com

석, 패널 연립방정식 분석의 네 가지 방법을 이용하여 분석하였다. 선행연구들은 사과 생산량이나 재배면적 변화에 미치는 요인 연구는 많이 수행하였지만, 사과 품종별 생산관련 연구는 수행되지 않았다.

사과 품종은 크게 홍로 중심의 중생종과 후지 중심 만생종으로 구분될 수 있다. 그런데 최근 추석시장 특수, 고품질 중생종 품종 보급, 대체 과일의 시장실패 등으로 인해 중생종 재배면적이 증가하고 있어 사과 품종 간 재배면적 조정에 따른 사과 가격 하락 방지를 위한 대책 마련이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 최근 많이 활용되고 있는 패널 연립방정식모형을 활용하여 사과 품종별 재배면적에 영향을 미치는 요인을 분석하였다.

## II. 사과생산 및 유통현황

### 1. 사과 재배면적

노지 과수 재배면적은 2003년의 158,587ha에서 2017년의 159,041ha로 소폭 증가하였으나, 연평균 증감률은 거의 변화가 없는 것으로 나타났다. 그러나 사과의 재배면적은 2003년 26,398ha에서 2017년 33,601ha로 연평균 1.8% 증가하였고 사과의 재배면적은 노지과수 재배면적

의 19.6%로 높은 비중을 차지하고 있다(Table 1). 통계청 농업총조사 자료를 활용하여 사과 대표 품종인 후지와 홍로의 재배면적을 알아본 결과 2010년에는 후지 22,947ha, 홍로 4,169ha이었고, 2015년에는 후지 23,983ha, 홍로 4,713ha로 후지와 홍로의 재배면적이 증가하였음을 알 수 있다.

### 2. 기상요인

노지에서 재배되는 과수는 기상에 많은 영향을 받을 수밖에 없다. 주요 기상 변화를 살펴보면 다음과 같이 나타났음을 알 수 있다. 연도별 평균 기온은 1980년도부터 2016년까지 지속적으로 증가하였고, 연도별 기온 변화도 어느 정도 크다는 것을 알 수 있다(Figure 1).

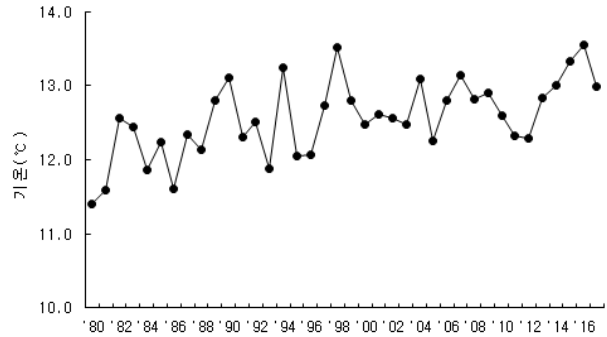


Figure 1. Trend of Average Temperature  
Source: kosis.kr

Table 1. Cultivation Area of Fruit and Apple

Year	Fruit		Apple	
	area(ha)	ratio	area(ha)	ratio
2003	158,587	-	26,398	-
2004	152,648	0.963	26,676	1.011
2005	149,780	0.981	26,907	1.009
2006	146,756	0.980	28,312	1.052
2007	148,398	1.011	29,358	1.037
2008	149,443	1.007	30,006	1.022
2009	150,917	1.010	30,451	1.015
2010	156,247	1.035	30,992	1.018
2011	154,411	0.988	31,167	1.006
2012	152,387	0.987	30,734	0.986
2013	152,996	1.004	30,449	0.991
2014	153,415	1.003	30,702	1.008
2015	154,136	1.005	31,620	1.030
2016	158,662	1.029	33,300	1.053
2017	159,041	1.002	33,601	1.009
Mean	153,188	1.000	30,045	1.018

Source: kosis.kr

연도별 강수량은 1980년부터 2016년까지 일정한 수준을 유지하는 것을 알 수 있지만 연간 강수량 변화폭이 비교적 크다는 것을 알 수 있다(Figure 2).

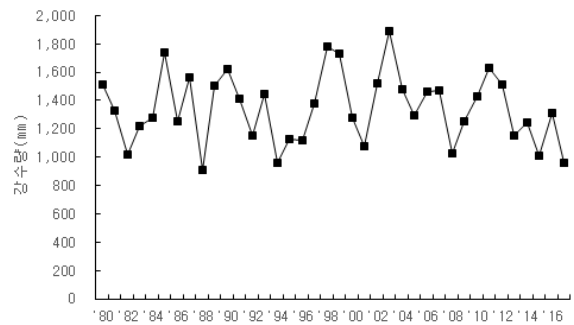


Figure 2. Trend of Average Rainfall  
Source: kosis.kr

### 3. 유통가격

사과 품종별 재배면적, 기상 요인 등은 품종별 생산량에 영향을 미치며, 품종별 생산량은 품종별 유통가격에 영향을 미치게 된다. 농수산물유통공사의 후지와 홍의 상품기준 kg당 연도별 평균 도매가격을 살펴보면, 시간이 흐름에 따라 상승하는 것을 알 수 있지만, 2012년부터 후지 도매가격은 하락하는 반면 홍로 도매가격은 지속적으로 상승하여 2016년과 2017년의 경우 거의 비슷한 수준을 유지함을 알 수 있다(Figure 3). 과거 사과농가들이 설 특수를 기대하며 후지 과원을 추가적으로 조성하였기 공급과잉 등으로 인해 가격이 하락한 반면, 재배면적이 상대적으로 적은 홍로는 추석시장의 강세로 가격이 상승한 것으로 여겨진다.

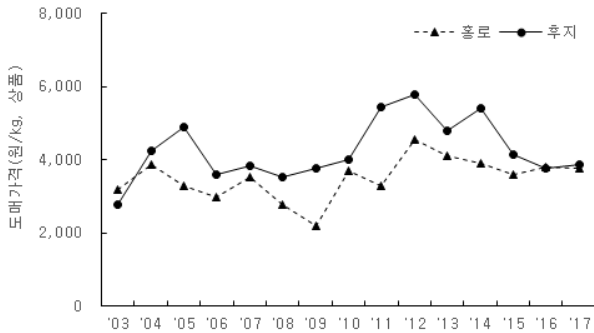


Figure 3. Average Price Trend of Apple Varieties  
Source: www.kamis.or.kr

사과 가격은 생산량의 변화에 영향을 받고 동시에 사과 재배면적에 영향을 미치게 되는 요인으로 작용할 수 있으며, 이러한 요인들의 작용 하에 품종별 재배면적은 지속적으로 변화하게 될 것이다. 따라서 품종별 재배면적에 영향을 미치는 요인들에 대한 과학적인 분석을 통하여 사과농가들의 소득안정에 기여할 필요가 있다.

## III. 분석방법 및 자료

### 1. 분석방법

본 연구에서는 품종별<sup>1)</sup> 재배면적에 영향을 미치는 요인을 추정하기 위해 재배면적, 도매가격, 기상요인 등의 자료들을 활용하여 분석하였으며, 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} y_{it1} &= y_{it2}\alpha + Y_{i(t-1)1}\beta + Z_{(t-1)1}\gamma + M_{r_i(t-1)}\delta + u_{i1} + e_{it1} \\ y_{it2} &= y_{it1}\alpha + Y_{i(t-1)2}\beta + Z_{(t-1)2}\gamma + M_{r_i(t-1)}\delta + u_{i2} + e_{it2} \end{aligned} \quad (1)$$

식 (1)에서 종속변수  $y_{it1}$ 는  $i$ 농가의  $t$ 년의 홍로 재배면적을 가리키고,  $y_{it2}$ 는  $i$ 농가의  $t$ 년의 후지 재배면적을 가리킨다. 하첨자 1은 홍로를 가리키고 2는 후지를 가리킨다.  $Y_{i(t-1)}$ 는  $i$ 농가의  $(t-1)$ 년의 홍로 재배면적과 후지 재배면적 벡터이고,  $Z_{(t-1)}$ 는  $(t-1)$ 의 홍로와 후지의 평균 도매가격이며,  $M_{r_i(t-1)}$ 는  $i$ 농가 재배지역  $r_i$ 의  $(t-1)$ 년의 기상요인벡터이다. 또한  $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ 는 추정계수 벡터이며,  $u_{i1}, u_{i2}$ 는 관찰되지 않는 그룹 특성이다. 여기서  $e_{it1}, e_{it2}$ 가 상호 독립적이지 않을 경우 외형상 무관해 보이는 회귀(SUR: Seemingly Unrelated Regression)으로 추정할 수 있다.

농가조사에서 얻어진 품종별 재배면적 자료는 비균형 패널이므로 모형을 추정함에 있어서 Biorn(2004)에서와 같이 전체 오차항을  $(u+e)$ 을 다음과 같이 표현하였다.

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} &\sim (0, \Omega_u), \quad \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} \sim (0, \Omega_e) \\ \begin{bmatrix} u_1 + e_1 \\ u_2 + e_2 \end{bmatrix} &\sim (0, f(\Omega_u + \Omega_e)) \end{aligned} \quad (2)$$

식 (2)에서  $\Omega_u$ 는  $u_1, u_2$ 의 공분산행렬이며,  $\Omega_e$ 는  $e_1, e_2$ 의 공분산행렬이다.  $f(\cdot)$ 는 일정한 함수를 의미하며, 합쳐진 오차항의 공분산 행렬은 각 오차항 공분산행렬의 합의 함수로 표현된다. 식 (2)에서 제시된 공분산행렬 구조를 이용하여 GLS(generalized least squares) 또는 ML(maximum likelihood) 추정을 통해 모수를 추정할 수 있으며, 이 연구에서는 Biorn(2004)에서 제시한 ML기법을 활용하여 추정하였다.

### 2. 자료

본 연구는 표본의 대표성을 확보하기 위해 사과 재배면적이 200ha 이상인 안동, 의성, 청송, 영주, 봉화, 충주 등 19개 시군을 대상으로 층화추출을 통해 시군별 표본수를 확정하였다. 사과농가 조사는 2017년 7월부터 8월까지 미리 작성된 설문지를 활용하여 일대일 면접조사를 통해 총 203부의 유효설문지를 수집하였다.

조사농가의 기초통계량을 살펴보면, 2016년 조사농가들의 연령분포를 살펴보면, 60대가 78명으로 전체의 38.4%로 가장 많았고, 사과 재배면적은 1 ~ 2ha미만이 85명으로 전체의 41.9%로 가장 많은 것을 알 수 있었다

(Table 2).

Table 2. Descriptive Statistics for Respondents

Variable		Freq.	Pct.
Age	Less than 40 ages	1	0.49
	40 ~ 49	27	13.3
	50 ~ 59	59	29.06
	60 ~ 69	78	38.42
	More than 70 ages	38	18.72
Area	Less then 1ha	67	33
	1ha ~ 2ha	85	41.87
	2ha ~ 3ha	38	18.72
	3ha ~ 4ha	6	2.96
	More than 4ha	7	3.45
Total		203	100.0

홍로(Hongro)와 후지(Fuji)의 연도별 농가 재배면적에 영향을 미칠 수 있는 농가특성, 유통요인, 기상요인을 변수로 사용하였다. 농가특성은 홍로 재배면적(area\_hr), 후지 재배면적(area\_hj), 전년도 홍로 재배면적(lag(area\_hr)), 전년도 후지 재배면적(lag(area\_hj)), 전년도 사과 농가수취가격(lag(price)), 전년도 농가소득(lag(inc))이고, 유통요인은 전년도 홍로 상품 도매가격(lag(price\_hr)), 전년도 후지 상품 도매가격(lag(price\_hj))을 사용하였다. 기상요인은 전년도 최저기온(lag(low\_temp)), 전년도 최고기온(lag(high\_temp)), 전년도 강수량(lag(rainfall)), 전년도 최대강수량(lag(day\_max\_rain)), 전년도 습도(lag(wet)), 전년도 일조시간(lag(sun\_time)), 전년도 풍속(lag(wind))을 활용하였다. 변수들에 대한 기초통계량은 다음과 같다(Table 3).

Table 3. Descriptive Statistics of Variable

Variable		Unit	Mean	Std.
Hongro	area_hr	ha	0.3535	0.5436
	area_hj	ha	1.0834	0.9943
	lag(area_hr)	ha	0.3525	0.5427
	lag(area_hj)	ha	1.0878	0.9956
	lag(price)	won/kg	2,102.09	846.70
	lag(inc)	1000won	8,997.75	15,331.93
	lag(price_hr)	won/kg	35,715.52	5,636.92
	lag(price_hj)	won/kg	40,954.6	10,646.4
	lag(low_temp)	℃	-16.04	3.45
	lag(high_temp)	℃	35.30	1.36
lag(rainfall)	mm	1,186.83	332.27	

Fuji	lag(day_max_rain)	mm	114.04	41.79
	lag(wet)	%	66.34	3.42
	lag(sun_time)	HR	2,164.72	289.57
	lag(wind)	m/s	1.75	0.52
	area_hr	ha	0.3811	0.5858
	area_hj	ha	1.1317	1.3042
	lag(area_hr)	ha	0.3804	0.5825
	lag(area_hj)	ha	1.1329	1.3200
	lag(price)	won/kg	2,062.14	813.41
	lag(inc)	1000won	7,601.52	12,416.9
	lag(price_hr)	won/kg	35,227.66	5,703.32
	lag(price_hj)	won/kg	39,126.6	10,989.1
	lag(low_temp)	℃	-15.77	3.36
	lag(high_temp)	℃	35.35	1.42
	lag(rainfall)	mm	1,196.20	316.85
lag(day_max_rain)	mm	114.40	40.57	
lag(wet)	%	65.99	3.46	
lag(sun_time)	HR	2,173.82	257.87	
lag(wind)	m/s	1.74	0.49	

#### IV. 분석결과 및 해석

##### 1. 패널SUR모형 추정결과

연립방정식모형의 모형 간 오차항 상호연관에 대한 Breusch-Pagan검정 결과 카이제곱 값이 120.221로 1% 유의수준에서 통계적으로 유의하게 나타났으며, 이것은 홍로 재배면적 분석모형과 후지 재배면적 분석모형 잔차항이 서로 상관관계가 존재함으로 연립방정식모형 분석체계를 활용하는 것이 적절하다는 것을 보여준다.

홍로 재배면적에 대한 모형 분석결과를 살펴보면, 모든 추정계수도 1% 유의수준에서 통계적으로 유의하게 나타났다. 사과농가의 당해 연도 후지 재배면적이 감소할수록, 전년도 홍로 재배면적 및 후지 재배면적이 클수록, 사과 판매가격이 낮을수록, 소득이 높을수록 홍로재배면적이 증가하는 것으로 나타났다. 유통요인에서는 전년도 홍로 도매가격이 높을수록, 후지 도매가격이 낮을수록 홍로 재배면적이 증가하는 것으로 나타났다. 또한 기상요인에서는 최저기온이 높을수록, 최고기온이 낮을수록, 강수량이 적을수록, 습도가 높을수록, 일조량이 많을수록, 풍속이 낮을수록 홍로 재배면적이 증가하는 것으로 나타났다(Table 4).

후지 재배면적에 대한 모형 분석결과를 살펴보면, 전년도 홍로 재배면적과 최고기온에 대한 추정계수를 제외

하고 모두 5% 유의수준에서 통계적으로 유의하게 나타났다. 사과농가의 당해 연도 홍로재배면적이 감소할수록, 전년도 후지재배면적이 클수록, 사과 농가수취가격이 낮을수록, 소득이 높을수록 후지 재배면적이 증가하는 것으로 나타났다. 유통요인에서는 전년도 후지 도매가격이 높을수록, 홍로 도매가격이 낮을수록 후지 재배면적이 증가하는 것으로 나타났다. 또한 기상요인에서는 최저기온이 높을수록, 강수량이 적을수록, 습도가 높을수록, 일조량이 많을수록, 풍속이 낮을수록 후지 재배면적이 증가하는 것으로 나타났다(Table 4).

Table 4. Result of Panel SUR model

	Variable	Coef.	Std.	Z
Hongro	area_hj	-0.205 ***	0.006	-36.49
	lag(area_hr)	0.869 ***	0.006	152.54
	lag(area_hj)	0.131 ***	0.006	21
	lag(price)	-0.481 ***	0.020	-24.09
	lag(inc)	0.058 ***	0.003	19.14
	lag(price_hr)	0.028 ***	0.002	14.67
	lag(price_hj)	-0.012 ***	0.001	-8.84
	lag(low_temp)	33.464 ***	3.025	11.06
	lag(high_temp)	-54.327 ***	6.011	-9.04
	lag(rainfall)	-0.332 ***	0.030	-10.9
	lag(wet)	53.436 ***	2.412	22.15
	lag(sun_time)	0.416 ***	0.050	8.32
	lag(wind)	-381.502 ***	27.464	-13.89
Fuji	area_hr	-0.075 ***	0.016	-4.65
	lag(area_hr)	-0.009	0.018	-0.52
	lag(area_hj)	1.004 ***	0.005	207.97
	lag(price)	-0.517 ***	0.021	-24.31
	lag(inc)	0.011 ***	0.004	3.17
	lag(price_hr)	-0.013 ***	0.003	-4.08
	lag(price_hj)	0.037 ***	0.002	17.26
	lag(low_temp)	41.734 ***	4.341	9.61
	lag(high_temp)	-12.787	8.774	-1.46
	lag(rainfall)	-0.475 ***	0.049	-9.68
	lag(wet)	11.274 ***	3.777	2.99
	lag(sun_time)	0.490 ***	0.077	6.4
	lmwind	-69.964 **	32.313	-2.17

$\chi^2$  of Breusch-Pagan test: 120.574\*\*\*  
 \*\*: p<0.05, \*\*\*: p<0.01

홍로와 후지의 재배면적에 영향을 미치는 요인을 분

석한 결과 농가특성, 유통요인, 기상요인이 유사하게 통계적인 유의성을 가지는 것을 확인할 수 있었지만, 품종별 재배면적에 영향을 미치는 정도에는 차이가 존재할 수 있으므로 추정계수에 대한 동일성에 대한 가설검정을 통해 영향력의 동일여부를 검정하였다.

검정결과 전년도 일조량을 제외한 모든 추정계수들의 크기가 1% 유의수준에서 통계적으로 다르다는 것을 알 수 있었다. 즉 홍로 재배면적과 후지 재배면적에 변수간 영향력 차이가 존재한다는 것을 의미한다(Table 5).

전년도 홍로재배면적은 당해 연도 홍로 재배면적에 더 큰 영향을 주며, 전년도 후지 재배면적은 당해 연도 후지재배면적에 더 큰 영향을 주는 것을 알 수 있으며, 전년도 농가수취가격은 후지 재배면적에 더 큰 영향을 주고, 전년도 소득수준은 홍로 재배면적에 더 큰 영향을 주는 것으로 나타났다. 이것은 최근 들어 홍로 가격이 꾸준한 상승세를 보이면서 홍로의 소득과 농가수취가격이 후지보다 높게 나타나 사과농가들이 홍로 재배면적을 증가시키는 요인으로 작용하였기 때문으로 여겨진다.

Table 5. Equality Test of Parameter

Variable	Test	$\chi^2$
lag(area_hr)	[Hongro]lag(area_hr)=[Fuji]lag(area_hr)	2,774.98 ***
lag(area_hj)	[Hongro]lag(area_hj)=[Fuji]lag(area_hj)	20,309.33 ***
lag(price)	[Hongro]lag(price)=[Fuji]lag(price)	9.90 ***
lag(inc)	[Hongro]lag(inc)=[Fuji]lag(inc)	483.07 ***
lag(price_hr)	[Hongro]lag(price_hr)=[Fuji]lag(price_hr)	400.66 ***
lag(price_hj)	[Hongro]lag(price_hj)=[Fuji]lag(price_hj)	1,243.36 ***
lag(low_temp)	[Hongro]lag(low_temp)=[Fuji]lag(low_temp)	9.42 ***
lag(high_temp)	[Hongro]lag(high_temp)=[Fuji]lag(high_temp)	57.53 ***
lag(rainfall)	[Hongro]lag(rainfall)=[Fuji]lag(rainfall)	20.74 ***
lag(wet)	[Hongro]lag(wet)=[Fuji]lag(wet)	309.08 ***
lag(sun_time)	[Hongro]lag(sun_time)=[Fuji]lag(sun_time)	2.38
lag(wind)	[Hongro]lag(wind)=[Fuji]lag(wind)	282.07 ***

\*\*\*: p<0.01

유통요인에서 전년도 홍로 도매가격은 당해 연도 홍로 도매가격에는 정의 효과를, 후지 도매가격에는 부의 효과를 보여주고 있으며, 전년도 후지 도매가격은 당해

연도 후지 도매가격에는 정의 효과를, 홍로 도매가격에는 부의 효과를 미치는 것으로 나타났다.

기상요인에서 전년도 최저기온은 후지 재배면적과 홍로 재배면적에 영향을 미쳤고, 전년도 강수량은 후지재배면적에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 전년도 습도는 홍로 재배면적에 영향을 미쳤으며, 전년도 풍속은 홍로 재배면적에 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

## V. 요약 및 결론

본 연구는 사과 품종별 재배면적에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위해 사과의 주요 품종인 후지와 홍로를 대상으로 계량분석을 수행하였으며, 분석결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 홍로 재배면적에 당해 연도 후지 재배면적, 전년도 홍로 재배면적, 전년도 후지 재배면적, 사과판매가격, 소득이 영향을 주었으며, 후지 재배면적에는 당해 연도 홍로 재배면적, 전년도 후지 재배면적, 농가수취가격, 소득이 영향을 주었다.

둘째, 후지와 홍로 재배면적은 전년도 홍로 도매가격, 후지 도매가격이 영향을 주는 것으로 분석되었다.

셋째, 홍로 재배면적에는 최저기온, 최고기온, 강수량, 습도, 일조량, 풍속이, 후지 재배면적에는 최저기온, 강수량, 습도, 일조량, 풍속에 영향을 주는 것으로 나타났다.

넷째, 전년도 홍로 재배면적은 당해 연도 홍로 재배면적에 더 큰 영향을 주며, 전년도 후지 재배면적은 당해 연도 후지 재배면적에 더 큰 영향을 주는 것을 알 수 있었으며, 전년도 사과 농가수취가격은 후지 재배면적에 영향을 주고, 전년도 소득은 홍로 재배면적에 영향을 주는 것으로 나타났다.

다섯째, 유통요인에서 전년도 홍로 도매가격은 당해 연도 홍로 도매가격에는 정의 효과를, 후지 도매가격에는 부의 효과를 보여주고 있으며, 전년도 후지 도매가격은 당해 연도 후지 도매가격에는 정의 효과를, 홍로 도매가격에는 부의 효과를 미치는 것으로 나타났다.

여섯째, 기상요인에서 전년도 최저기온과 강수량은 후지 재배면적에 더 큰 영향을 미쳤으며, 전년도 최고기온, 습도, 풍속은 홍로 재배면적에 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

본 연구의 결과는 향후 품종별 재배면적 변화를 예측할 수 있어 사과 공급량 변화로 인한 가격등락으로 인한 농가피해를 최소화할 수 있는 기초자료로 활용될 수 있다.

본 연구는 사과농가를 대상으로 설문조사한 자료를

활용하였기 때문에 조사의 비표본오차가 내포될 수 있으며, 분석 용이성을 위해 홍로와 후지만을 분석한 한계를 가지고 있다.

주1) 사과 품종에는 후지, 홍로, 쓰가루, 양광, 감홍 등 다양한 품종들이 있지만 재배면적이 가장 많은 후지와 홍로만을 선택하여 분석의 용이성을 제고하였음.

이 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ01182105)의 지원에 의해 이루어진 것임.

## References

1. Biorn, E. 2004, Regression system for unbalanced panel data: a stepwise maximum likelihood procedure, *Journal of Econometrics*, 122, 281-291.
2. Choi, D. G., Song, J. H., Kang, I. K., 2014, Effect of Tree Height on Light Transmission, Spray Penetration, Tree Growth, and Fruit Quality in the Slender-spindle System of 'Hongro'/M9 Apple Trees, *Korean Journal of Horticultural Science & Technology* 32(4), 454-462.
3. Kim, M. R., Kim, S. G., 2014, Examining Impact of Weather Factors on Apple Yield, *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology*, 16,(4), 274~284.
4. Kim, S. Y., Heo, I. H., Lee, S. H., 2010, Impacts of Temperature Rising on Changing of Cultivation Area of Apple in Korea, *Journal of The Korean Association of Regional Geographers* 16(3), 201-215.
5. Kwon, H. J., Kim, B. R., Yu, J. S., 2013, The Interrelationship between Land Price and Housing Price by Panel Simultaneous Equations Model in the Metropolitan Area, *Korea real estate review*, 23(3), 207-233.
6. Shin, K. H., 2012, The Impact of Trade and Financial Integration on Business Cycle Synchronization: A Panel Simultaneous Equation

Approach, Journal of Money & Finance. 26(3), 155-190.

7. Yu, H. S., · Yoo, S. J., 2017, Examining the Determinants of Short-run Hotel Room Demand and Room Rates : A Panel Data Simultaneous Equation Model, Korea real estate review, 27(2), 95-109.

- 
- Received 9 July 2018
  - First Revised 11 July 2018
  - Accepted 21 July 2018