

MANAGEMENT&ECONOMICS

Estimation of the optimal cultivation area for apples by region

Cheong-Ryong Lim¹, Uhn-Soon Gim², Jae-Hwan Cho^{3*}

¹Rural Research Institute, Korea Rural Community Corporation, Naju 58327, Korea

²Department of Agricultural Economics, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

³Department of Food and Resource Economics, Pusan National University, Miryang 50463, Korea

*Corresponding author: jhcholee@pusan.ac.kr

Abstract

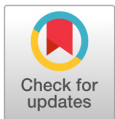
A model is developed for estimating optimal cultivation areas for apples to maximize the total profit of apple farming by region, focusing on Gyeongsangbuk-do, Chungchungbuk-do, Gyeongsangnam-do, and Jeonllabuk-do in Korea. Comparing the current cultivation areas to the optimal areas according to the model estimation during the period 1999 - 2019, the former has exceeded the latter since 2015 in all regions except for Jeonllabuk-do. This result stems from a lack of the regulation of production quantity among apple producers' regional organizations. Accordingly, the decreasing rate of the market price was greater than the increasing rate of the production quantity, and the total profit of apple farming has fallen in conjunction with increasing agricultural wage rates. Therefore, in order to reverse the current decreasing trend in the profits of apple farming, it is necessary to regulate nationwide apple cultivation areas through regional producers' associations. Ex-ante forecasting for 2019 posits the following regional optimal cultivation areas for maximizing the total income from apple farming. The Gyeongbuk apple producers' association needs to reduce its current cultivation area by 1,089 ha and to maintain 18,373 ha. In the Chungbuk region, current cultivated area should be reduced by 1,027 ha to maintain 2,722 ha, and in the Gyeongnam region, the current cultivated area should be reduced by 582 ha to maintain 2,730 ha. In contrast, the Jeonbuk region needs to increase its current cultivation area by 174 ha and to maintain at a level of 2,872 ha.

Key words: apple farm producers' associations, optimal cultivation area, regulating production quantity

Introduction

농산물 수입 개방화 진전에 따른 피해가 상대적으로 적은 일부 과채류의 경우 고소득 작물로 인식되면서 재배면적이 증가되고 있다. 그러나 재배면적 증가로 인해 수요에 비해 공급 우위 기조로 전환됨에 따라 시장가격 하락과 농가소득 감소까지 우려되고 있다.

정부는 이와 같은 현안 문제를 해결하기 위하여 2015년 이후부터 농산물 가격안정제 사업을 채택하였다. 그러나 Kim과 Ryu (2018)에 의하면 이 사업은 참여 농가의 소득을 보전함에



OPEN ACCESS

Citation: Lim CR, Gim US, Cho JH. Estimation of the optimal cultivation area for apples by region. Korean Journal of Agricultural Science 49:203-214. <https://doi.org/10.7744/kjoas.20220017>

Received: January 12, 2022

Revised: March 02, 2022

Accepted: March 24, 2022

Copyright: © 2022 Korean Journal of Agricultural Science



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

따라 중장기적으로 공급량을 확대시킴으로써 가격이 다시 하락하는 등 가격 불안정이 야기될 수 있다는 것이다. 또한 사업 참여농가는 가격차액 보전을 받아 소득이 안정화되지만, 비 참여농가의 경우 수급 불안의 부정적인 영향을 받아서 농가경영 유지에 어려움이 있을 것이라고 주장하고 있다. 더욱이 정부가 현재 추진하고 있는 농산물 가격안정제 사업은 단기적으로는 사업 참여 농가의 소득안정에 긍정적인 효과가 있지만, 중장기적으로는 정부의 재정 부담이 가중될 우려가 있음을 지적한 바 있다.

따라서 정부는 지방자치단체, 생산자, 유통인 등이 참여하는 주산지 협의체 조직화를 유도하고 있다. 또한 주산지 협의체들이 품목별 대표조직인 광역 수급조절 협의체에 참여함으로써 시장 전체에 출하되는 공급 물량을 사전에 줄일 수 있도록 재배면적 감축 등 물량 조정 방안을 제안하고 있다. 이 경우 고소득이 예상되는 농작물 쪽으로 재배지가 늘어나서 공급과잉에 따른 가격폭락이 우려될 경우 주산지 협의체(시도, 시군)와 품목별 수급조절협의체(전국)는 수급 상황을 사전에 점검한 후 지역별로 재배면적 감축 등 물량 조정을 자율적으로 실시할 것이다.

그러나 주산지 및 전국단위 생산자조직의 자율적인 물량조절 방법에 대해서는 구체적인 지침이나 세부 내용은 발표되지 않고 있다. 실례로 자율적인 물량 조정이 공급 과잉에 따른 가격 폭락을 사전에 방지하자는 것인지, 또는 농가에게 귀속되는 농산물 판매수입 총액을 최대화하는 것인지, 아니면 전체 농가에 귀속되는 농업 총소득(총판매수입에서 총경영비용을 제한 농업소득 총계)인지에 대해서는 명확하지 않다. 따라서 앞으로 자발적인 물량 조정 기준과 방법에 대한 추가적인 논의가 진행되어야 할 것이다.

Cheon 등(2015)은 산지유통인단체를 중심으로 자율적으로 출하 물량을 조절하여, 농산물 판매가격의 안정을 꾀하는 산지출하시스템운영에 대한 기본 방향과 세부 운영지침 등을 일본의 사례와 함께 제도적인 측면에서 밝히고 있다. 그러나 출하 물량을 조절할 경우 예상되는 농가판매가격과 조수입에 미치는 영향에 대한 실증분석은 생략하고 있다.

Choi 등(2015)은 제주도 당근 생산농가들의 자율적인 수급안정체계 방안을 수립하기 위하여 적정 재배면적 규모를 산출한 바 있다. 이 연구에서는 일차적으로 제주산 당근 수요모형을 추정하였다. 다음으로 생산비 조사자료를 이용하여 1 kg 기준 생산비를 보장하는 가격과 생산비에 이윤(10%)을 추가로 보장하는 가격 구간을 추계하였다. 이어서 이 가격 시나리오를 제주산 당근 수요모형에 투입하여 수요량을 산출한 후 수급균형조건하에서 적정 재배면적 상한과 하한을 전망하였다. 그러나 중장기적으로 당근 생산농가가 직면할 수 있는 농업 투입재와 산출물 가격은 예상외로 큰 변동 폭을 보일 수 있다. 이 경우 시나리오별 가격 수준대가 바뀌게 되어, 적정 재배면적 상한과 하한이 바뀔 수 있다.

Ryu와 Lee (2016)는 선형계획법에 기초하여 농작물별로 적정 재배면적을 전망하였다. 이 연구에서는 농업 총수익을 목적함수로 설정하고 농산물 가격과 생산비용에 대해 제약조건식을 부과하고 있다. 여기서 목적함수 값은 지역별 농업 총수익의 총합이며, 이 값은 지역별 재배면적, 지역별 10 a 당 조수입(농산물가격 × 단수), 지역별 10 a 당 생산비에 의해 결정된다.

또한 제약조건식에서는 농산물가격이 농산물 생산량과 수입산 농산물가격이라는 설명변수에 영향을 받으며, 생산비용의 경우 농업투입재 가격과 투입량이라는 설명변수에 의해 영향을 받는 것으로 가정하였다. 이때 설명변수의 영향력(부호조건과 탄력성 크기)은 한국농촌경제연구원 연구보고서(Han et al., 2016)에서 분석한 파라미터 추정치를 이용하였다.

이 연구에서는 주어진 제약조건하에서 목적함수 값을 극대화하는 과정에서 지역별로 적정 재배면적이 산출된다. 그런데 문제는 전국단위의 적정 재배면적 산출에 초점을 두었을 뿐 주산지간 상호 영향을 간과하고 있다는 것이다. 예컨대 i 주산지 재배면적 및 생산량 증가가 농가판매가격을 하락시켜서 j 주산지 재배면적을 감소시키는 동태적 과정을 고려하지 못하고 있다. 한편 Ryu와 Lee (2018)는 선형계획법에 기초하여 농작물별로 적정 재배면적 전망결과를 기초로 정부의 채소 수급안정화 정책의 문제점과 과제를 제시한 바 있다.

Cho와 Chung (2021)은 시설 꺾임 주산지인 경상남도 밀양지역을 사례지역으로 설정한 후 밀양 시설 꺾임 농업의 총수익을 극대화하는 적정 재배면적 산출 모형을 구축하였다.

이 연구에서는 밀양 시설 꺾임 생산 농가 전체에게 귀속되는 농업 총수익을 극대화하기 위하여 농업생산요소별 가격결정모형과 농산물 가격신축성모형을 추정하였다. 특히 가격신축성모형에서는 충청남도 청량지역 시설 꺾임 생산량 증가가 밀양 시설 꺾임 농가 판매가격 하락에 영향을 미치는 효과까지 고려하고 있다. 이 연구에서는 밀양 시설 꺾임 농가 전체에게 귀속되는 농업 총수익이 최대가 되는 적정 재배면적 산출모형을 개발한 후 이어서 실제 재배면적 실적치와 최적화 모형에서 산출된 적정 재배면적 추정치를 비교하여 향후 재배지 조정 방안을 제시하였다.

그러나 이 연구에서는 경상남도 밀양 시설 꺾임에 초점을 맞추었을 뿐 충청남도 청량지역 시설 꺾임의 적정 재배면적 산출에 대한 논의는 생략하고 있다. 따라서 두 지역에게 귀속되는 농업 총수익을 극대화하는 과정 속에서 지역간 적정 재배면적 조정에 대한 논의가 추가적으로 진행되어야 할 것이다.

한편, Lee 와 Hong (2016)의 경우 마늘과 양파 작목 간 상호 영향아래서 재배면적이 조정 되는 일련의 과정을 계량경제모형을 이용하여 분석하였으며, Cho (2021)는 채소류 적정 재배면적 조정을 분석하는 대신에 재배면적 반응 모형을 추정하였다.

본 연구는 지역별로 사과 생산농가 전체에게 귀속되는 농업 총소득을 극대화하는 적정 재배면적 규모를 추정함으로써 향후 지역간 재배지 조정에 대한 가이드라인을 제공하고자 한다. 이를 위해 사과 농가판매가격을 결정하는 역수요모형과 사과농가가 농업 투입재 및 고용노동력 구입으로 지불하는 농업경영비 총계를 산출하는 총비용 결정모형을 추정한 후, 이를 기초로 지역별 사과농업의 총소득을 극대화하는 적정 재배지 규모 산출모형을 개발하였다.

최종적으로 이 연구 결과는 지역별로 사과 재배면적 실적치와 적정 재배면적 추정치를 비교함으로써 향후 사과 주산지 협의체 및 전국 사과 수급조절협의체가 지역별 물량 조정 방안을 협의하는데 기초자료로 활용될 것이다.

Materials and Methods

본 연구에서는 분석 대상을 사과 단일 품목에 한정하되, 사과 주산지에 해당하는 지역을 경상북도, 충청북도, 경상남도, 전라북도 등 4개 지역으로 선정하였다.

Table 1에 따르면 우리나라 사과 재배면적은 1996년에 43,857 ha에서 연평균 5.42%씩 감소하여 2005년에는 26,907 ha로 최저 수준을 기록하였다. 지역별로 사과 재배면적 비중을 살펴보면 1996년의 경우 경상북도 재배면적이 우리나라 전체의 66.0%를 차지하였으며, 충청북도(10.8%), 경상남도(5.8%), 전라북도(2.8%)순으로 나타났다. 그러나 2005년에는 경상북도 사과 재배면적이 크게 줄어들어서 경상북도 비중이 62.3%로 줄어든 반면 충청북도(14.1%), 경상남도(9.3%), 전라북도(3.5%)는 비중이 증가하였다.

Table 1. Changes of apple cultivation area by region.

Year	Gyeongsangbuk-do	Chungcheongbuk-do	Gyeongsangnam-do	Jeollabuk-do	Others	Total	Unit: ha (%)
1996	28,966 (66.0)	4,755 (10.8)	2,536 (5.8)	1,223 (2.8)	6,377 (14.5)	43,857 (100.0)	
2000	18,754 (64.5)	3,420 (11.8)	2,257 (7.8)	842 (2.9)	3,790 (13.0)	29,063 (100.0)	
2005	16,774 (62.3)	3,784 (14.1)	2,506 (9.3)	933 (3.5)	2,910 (10.8)	26,907 (100.0)	
2010	19,543 (63.1)	4,252 (13.7)	2,868 (9.3)	1,763 (5.7)	2,566 (8.3)	30,992 (100.0)	
2015	19,247 (60.9)	3,984 (12.6)	3,444 (10.9)	2,223 (7.0)	2,722 (8.6)	31,620 (100.0)	
2019	19,462 (59.1)	3,929 (11.9)	3,313 (10.1)	2,689 (8.2)	3,552 (10.8)	32,954 (100.0)	

DATA: MAFRA (1996-2019).

Table 2 - 5에 따르면 2000년에 비해 2005년 농가판매가격, 농업 조수입, 농업 총수익은 경상북도는 물론 충청북도, 경상남도, 전라북도 지역에 이르기까지 크게 증가하였다.

Table 2. Economic indicators related to the total profit of apple farming in Gyeongsangbuk-do.

Year	$ACR_{(1,t)}$ (ha)	$YD_{(1,t)}$ (kg·10 a ⁻¹)	$Q_{(1,t)}$ (1,000 ton)	$P_{(1,t)}$ (won·kg ⁻¹)	$TR_{(1,t)}$ (bn won)	$TC_{(1,t)}$ (bn won)	$\pi_{(1,t)}$ (bn won)
2000	18,754	2,928	549.1	1,241	68.1	31.2	36.9
2005	16,774	2,329	390.6	2,466	96.3	30.7	65.5
2010	19,543	2,274	444.4	2,197	97.6	35.4	62.1
2015	19,247	2,590	498.4	2,033	101.3	38.5	62.7
2017	20,178	2,696	543.9	1,904	103.5	43.7	59.8
2019	19,462	2,374	462.0	2,208	102.0	49.7	52.3

DATA: RDA (2000-2019).

Table 3. Economic indicators related to the total profit of apple farming in Chungcheongbuk-do.

Year	$ACR_{(2,t)}$ (ha)	$YD_{(2,t)}$ (kg·10 a ⁻¹)	$Q_{(2,t)}$ (1,000 ton)	$P_{(2,t)}$ (won·kg ⁻¹)	$TR_{(2,t)}$ (bn won)	$TC_{(2,t)}$ (bn won)	$\pi_{(2,t)}$ (bn won)
2000	3,420	2,015	71.9	1,749	12.5	5.8	6.7
2005	3,784	2,232	84.4	2,729	23.0	6.0	16.9
2010	4,252	2,192	93.2	2,350	21.9	9.3	12.5
2015	3,984	2,058	81.9	2,255	18.4	9.0	9.3
2017	4,024	2,139	86.0	2,021	17.3	8.4	8.9
2019	3,929	2,285	89.7	2,061	18.5	8.9	9.5

DATA: RDA (2000-2019).

Table 4. Economic indicators related to the total profit of apple farming in Gyeongsangnam-do.

Year	$ACR_{(3,t)}$ (ha)	$YD_{(3,t)}$ (kg·10 a ⁻¹)	$Q_{(3,t)}$ (1,000 ton)	$P_{(3,t)}$ (won·kg ⁻¹)	$TR_{(3,t)}$ (bn won)	$TC_{(3,t)}$ (bn won)	$\pi_{(3,t)}$ (bn won)
2000	2,257	2,402	54.2	1,452	7.8	3.5	4.3
2005	2,506	1,914	47.9	2,600	12.4	4.0	8.4
2010	2,868	1,934	55.4	2,432	13.4	4.1	9.3
2015	3,444	2,268	78.1	2,860	22.3	6.0	16.2
2017	3,387	2,490	84.3	2,461	20.7	8.7	12.0
2019	3,313	2,811	93.1	2,125	19.7	9.2	10.5

DATA: RDA (2000-2019).

Table 5. Economic indicators related to the total profit of apple farming in Jeollabuk-do.

Year	$ACR_{(4,t)}$ (ha)	$YD_{(4,t)}$ (kg·10 a ⁻¹)	$Q_{(4,t)}$ (1,000 ton)	$P_{(4,t)}$ (won·kg ⁻¹)	$TR_{(4,t)}$ (bn won)	$TC_{(4,t)}$ (bn won)	$\pi_{(4,t)}$ (bn won)
2000	842	2,075	17.4	1,575	2.7	1.4	1.2
2005	933	1,960	18.2	2,700	4.9	1.6	3.2
2010	1,763	2,237	39.4	2,901	11.4	3.9	7.5
2015	2,223	2,280	50.6	2,711	13.7	4.6	9.0
2017	2,525	2,426	61.2	2,211	13.5	6.3	7.1
2019	2,698	2,234	60.2	2,121	12.7	7.0	5.7

DATA: RDA (2000-2019).

그러나 2005년이후 부터는 경상북도, 충청북도, 경상남도, 전라북도 등 전 지역에서 사과 재배면적이 완만한 증가추세를 보이자 경상북도와 충청북도 지역에서 농가판매가격이 하향 안정화 추세를 보이면서 해당 지역에서 사과 농업의 총소득이 서서히 감소하였다. 반면에 경상남도와 전라북도 지역의 경우 재배면적과 생산량 증가 속도가 더 커서 농업 총소득이 2015년까지 증가하였다.

2015년 이후부터는 모든 지역에서 농업 총소득이 감소하고 있다. 이에 따라 경상북도, 충청북도, 경상남도 지역의 경우 재배면적이 감소하고 있다. 반면에 전라북도의 경우 농업 총소득이 감소함에도 불구하고 재배면적이 증가하고 있다.

이상의 분석결과를 종합해볼 경우 지역별로 사과 재배면적을 늘리는 것이 오히려 사과농가에 귀속되는 총소득을 감소시킨다는 점에 유의해야 할 것이다. 또한 지역별로도 농업 총수입 감소와 총비용의 증가 속도가 다르기 때문에 농업 총소득 감소 시기가 지역별로 차이를 보이고 있다. 특히 전라북도 지역에서는 농가경영지표가 악화됨에도 불구하고 재배면적이 증가하고 있다는 점에 유의해 볼 필요가 있다.

따라서 지방자치단체, 지역 생산자단체, 사과생산 농가 등이 참여하는 주산지 협의체에서는 지역 사과농업의 총소득을 극대화하는 쪽으로 재배면적 수준을 적정 재배면적 수준으로 조정함으로써 사과농업의 경영지표를 개선하는 노력을 경주해야 할 것이다. 장기적으로는 사과 주산지협의체가 전국단위의 사과 광역 수급조절협의체에 참여하여 국내 시장에서 예상되는 공급과잉 상황을 면밀히 파악한 후 지역별로 재배면적 감축 등 물량 조정을 자율적으로 협의할 수 있도록 유통협약 및 유통명령 제도를 정비해야 할 것이다.

지역별 사과 적정 재배면적 산출 모형의 기본 구조를 수식으로 표기하면 다음과 같다. 통상적으로 t 년도 i 지역에서 사과 생산농가 전체가 벌어들이는 총소득($\pi_{i,t}$)은 사과를 판매함으로써 벌어들인 총수입($TR_{i,t}$)에서 농업 투입재를 구입함으로써 지불한 총비용($TC_{i,t}$)을 뺀 것으로 식(1)과 같다.

이때 총수입($TR_{i,t}$)은 i 지역 사과 총 재배면적($ACR_{i,t}$)에 평균 단수($YD_{i,t}$)를 곱하여 산출된 생산량($Q_{i,t}$)에 농가가 수취한 평균가격($P_{i,t}$)을 곱한 값이다. 총비용($TC_{i,t}$)은 단위면적당(10 a당) 경영비(10 a당 농자재비 및 고용노임비용 포함, $AC_{i,t}$)에 해당지역 재배면적($ACR_{i,t}$)을 곱한 값이다.

식(1)에서 i 는 지역을 구분하는 하첨자로 1인 경우는 경상북도이며, 충청북도는 2, 경상남도는 3, 그리고 전라북도는 4이다. t 는 1999년부터 2019년까지 개별 연도를 구분하는 하첨자이다

$$\pi_{i,t} = TR_{i,t} - TC_{i,t} = P_{i,t} \times Q_{i,t} - AC_{i,t} \times ACR_{i,t} \quad (1)$$

식(1)에서 가격은 다음과 같이 결정되는 것으로 가정하였다. 가격신축성이론에 기초할 경우 t 년도 i 지역에서 판매되는 사과 가격($P_{i,t}$)은 i 지역에서 생산되어 출하된 물량($Q_{i,t}$) 증가뿐만 아니라 i 지역이외에서 생산되어 출하된 물량($\sum_j^{i \neq j} Q_{j,t}$) 증가에 의해서도 하락할 것이다.

반면에 국민소득(Y_t)이 증가할 경우 소비 증가로 인해 가격($P_{i,t}$) 상승을 기대할 수 있다. 여기에 전년도 가격이 금년도 가격에 영향을 미칠 수 있을 것이라고 기대하여 시차 종속변수($P_{i,t-1}$)를 설명변수로 추가할 경우 식(2)와 같이 역수요모형(inverse demand function)을 설정할 수 있다. 식(2)에서 a, b_1, b_2, c, d 는 파라메타이며, $\varepsilon_{i,t}$ 는 오차항이다.

$$P_{i,t} = a_i - b_{1,i} \times Q_{i,t} - b_{2,i} \times \sum_j^{i \neq j} Q_{j,t} + c_i \times Y_t + d_i \times P_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

한편 비용이론에 따르면 t 년도 i 지역에서 사과를 생산하는 농가 전체가 지불하는 총비용($TC_{i,t}$)은 투입재 가격과 생산규모에 의해 결정된다. 이 경우 농업노임(WAG_t)과 영농자재가격(IP_t)이 상승할 경우 그리고 생산량($Q_{i,t}$)이 증가할 경우 총비용($TC_{i,t}$)이 증가하므로 식(3)과 같이 모형을 설정하였다.

식(3)에서 e, f, g, h 는 파라메타이며, $\varepsilon_{i,t}$ 는 오차항이다.

$$TC_{i,t} = e_i + f_i \times WAG_t + g_i \times IP_t + h_i \times Q_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

다음은 t 년도 i 지역 사과 재배면적($ACR_{i,t}$)에 해당지역 평균 단수($YD_{i,t}$)를 곱하면 식(4)와 같이 생산량($Q_{i,t}$)이 결정된다.

$$Q_{i,t} = YD_{i,t} \times ACR_{i,t} \quad (4)$$

한편 식(2) - (4)를 식(1)에 투입한 후 재배면적 변화에 따른 농업 총소득의 변화를 추적할 수 있다. 이때 농업 총소득이 최대가 되는 재배면적은 식(5)의 조건을 만족해야 된다.

$$\frac{\partial \pi_{i,t}}{\partial ACR_{i,t}} = 0 \tag{5}$$

따라서 식(5)의 조건을 충족하고 동시에 식(2)에서 시차 종속변수가 장기적으로 종속변수와 동일한 수준으로 수렴한다는 가정을 추가할 경우 i 지역 사과농업의 총소득이 극대화되는 적정 재배면적($ACR_{i,t}^*$)은 식(6)과 같이 산출된다.

$$ACR_{i,t}^* = \frac{a_i - b_{2,i} \times \sum_j^{i \neq j} YD_{j,t} \times ACR_{j,t} + c_i \times Y_t - h_i \times (1 - d_i)}{2 \times b_{1,i} \times YD_{i,t}} \tag{6}$$

식(6)에서 i 지역의 적정 재배면적($ACR_{i,t}^*$)은 파라메타($a_i, b_{1,i}, b_{2,i}, c_i, d_i, h_i$) 추정치, j 지역 재배면적($ACR_{j,t}$)과 i, j 지역 단수($YD_{i,t}, YD_{j,t}$), 그리고 국민소득(Y_t)에 의해 결정된다. 단, 농업노임(WAG_t)과 영농자재가격(IP_t)의 경우 i 지역 재배면적 변동에 대해 불변임을 가정한다.

식(1)에서부터 식(6)까지 투입된 변수 중 사과 농가판매가격과 농업노임 자료, 그리고 사과 재배 농가의 소득 및 경영비 자료 등은 농촌진흥청이 발표하는 '지역별 농산물 소득자료'를 이용하였다. 또한 사과 재배면적과 단수, 생산량의 경우 농림축산식품부가 발표하는 '농림축산식품통계자료'를, 그리고 명목변수를 실질변수로 변환하는데 투입된 GDP디플레이터와 국민소득은 통계청 자료를 이용하였다. 분석기간은 사과 재배농가 소득 및 경영비 자료가 경상북도, 충청북도, 경상남도, 전라북도 지역에서 모두 발표되었던 1996년부터 2017년까지로 22개년 자료가 이용되었다. 참고적으로 그 밖의 지역에서는 아직까지도 사과 농업에 대한 소득 및 경영비 조사가 이뤄지지 않고 있다.

식(2) - (3)에서 개별 파라메타는 통상적인 최소자승추정법(ordinary least square estimation)을 일차적으로 채택하여 추정하였다. 이어서 잔차항간 자기상관 문제를 검정하기 위해서 Durbin-Watson h test를 실시하였다. 이에 따르면 잔차항간 자기상관 문제가 있는 것으로 판별되었다. 따라서 자기상관문제를 해결하기 위하여 Cocharan-Orcutt의 1차 자기회귀추정법을 채택하여 파라메타를 추정하였다.

Table 6. Estimation results of inverse demand function of apples by Region.

Variables	Estimate (t-value)			
	$P_{(1,t)}$	$P_{(2,t)}$	$P_{(3,t)}$	$P_{(4,t)}$
$Q_{i,t}$	-0.3784e - 05 (-3.73***)	-0.1565e - 04 (-3.15***)	-0.2703e - 04 (-3.65***)	-0.8420e - 05 (-0.91)
$\sum_j^{i \neq j} Q_{j,t}$	-0.4578e - 05 (-0.98)	-0.2014e - 05 (-3.21***)	-0.1838e - 05 (-1.93*)	-0.2708e - 05 (-2.09*)
Y_t	0.1022e - 02 (1.83*)	0.2930e - 03 (1.68*)	0.1875e - 02 (4.66***)	0.7572e - 03 (1.40)
$P_{i,t-1}$	0.2152 (1.31)	0.7668 (6.55***)	0.1968 (1.25)	0.6611 (4.36***)
constant	2,820.5 (5.23***)	2,727.4 (8.11***)	2,108.4 (4.96***)	1,763.1 (2.03***)
R^2	0.7179	0.8490	0.8289	0.7133
No. of obs.	21	21	21	21
$D.W. - h$	0.16	-0.67	0.69	-0.03
$AR(1), \hat{\rho}$	0.2348	-0.5716	0.0048	-0.2991

Q , production; P , price; i , region; t , year; R^2 , coefficient of determination; No. of obs., number of observation; $D.W. - h$, Durbin h-statistic; $AR(1), \hat{\rho}$, autoregressive order 1 process.

***, **, * mean statistical significance level at 1, 5, 10%, respectively.

Table 6에서 모형의 설명력을 나타내는 결정계수(R^2)는 0.71 - 0.84로 양호하다. 또한 개별 설명변수에 해당하는 파라메타 추정치 부호도 수요이론에 부합한 것으로 나타났다.

개별 파라메타 추정치의 t 값을 기준으로 통계적 유의성을 판별하고, 이에 기초하여 인과성을 추론하면 다음과 같다. 경상북도, 충청북도, 경상남도 지역의 경우 사과 생산량에 해당하는 파라메타($b_{1,1}$, $b_{1,2}$, $b_{1,3}$) 추정치 부호가 마이너스(-)이다. 또한 통계적 유의성 검정에 따르면 1% 유의수준하에서 귀무가설이 기각되었다. 즉, 이들 지역에서 사과 생산량이 증가할수록 자체 지역에서 농가들이 수취하는 가격은 하락하는 것으로 밝혀졌다. 예외적으로 전라북도 지역의 경우 마이너스(-) 부호조건($\widehat{b}_{1,4} = -0.8420e - 05$)만 만족하였을 뿐 10%유의수준에서도 귀무가설은 기각되지 않았다.

기타 지역에서 생산한 사과 출하물량($\sum_{j \neq i}^j Q_{j,t}$)에 해당되는 파라메타($b_{2,1} \sim b_{2,4}$) 추정치의 경우 부호는 모두 마이너스(-)로 수요이론과 일치한다. 하지만 파라메타 추정치의 통계적 유의성이 10%이내로 나타난 경우는 충청북도, 경상남도, 전라북도 지역에만 해당된다. 예외적으로 경상북도 지역의 경우 마이너스(-) 부호조건($\widehat{b}_{2,1} = -0.4578e - 05$)만 만족하였을 뿐 10%유의수준에서도 귀무가설은 기각되지 않았다.

이 같은 추정결과로 미루어 볼 때 경상북도, 충청북도, 경상남도 지역에서는 자체 지역에서 출하되는 물량이 증가할 경우 자체 지역 농가판매가격이 하락할 것으로 예상된다. 반면에 전라북도의 경우 자체 지역에서 출하되는 물량이 자체 지역 농가판매가격에 미치는 영향은 미미한 것으로 밝혀졌다.

충청북도, 경상남도, 전라남도 지역의 경우 기타 지역에서 생산된 물량 증가에 의해서도 자체 지역 농가판매가격이 하락하는 것으로 밝혀졌다. 반면에 전국에서 사과 생산 비중이 가장 높은 경상북도 지역의 경우 예외적으로 자체 지역에서 생산된 물량 변동에 의해서만 농가 판매가격이 영향을 받고 있다.

한편 국민소득에 해당하는 파라메타 추정치의 경우 부호가 플러스(+)로 수요이론과 일치하고 있다. 또한 시차 종속변수에 해당하는 파라메타 추정치의 경우 부호가 플러스(+)로 전년도 가격이 높으면 금년도 가격도 높은 것으로 나타났다.

Table 7에서 모형의 설명력을 나타내는 결정계수(R^2)는 0.82 - 0.95로 양호하다. 또한 개별 설명변수에 해당하는 파라메타 추정치 부호도 비용이론에 부합한 것으로 나타났다.

Table 7. Estimation results of the total cost function of apples by region.

Variables	Estimate (t-value)			
	$TC_{(1,t)}$	$TC_{(2,t)}$	$TC_{(3,t)}$	$TC_{(4,t)}$
WAG_t	0.2798e+08 (7.97***)	0.6123e+07 (4.19***)	0.7623e+07 (5.21***)	0.8294e+07 (6.04***)
$Q_{i,t}$	383.1 (5.24***)	358.2 (1.69*)	386.7 (2.20**)	225.5 (1.68*)
constant	-0.3197e+11 (-0.76)	0.1121e+10 (0.05)	-0.2517e+11 (-3.78***)	-0.3132e+11 (-4.62***)
R^2	0.9089	0.8294	0.9176	0.9589
No. of obs.	23	23	23	23
$D.W.$	1.5398	2.0378	1.8720	1.7932
$AR(1), \hat{\rho}$	0.39078	0.7996	0.2088	0.4499

TC , total cost; WAG , wage; Q , production; i , region; t , year; $D.W.$, Durbin Watson statistic; $AR(1), \hat{\rho}$, autoregressive order 1 process.

***, **, * mean statistical significance level at 1, 5, 10%, respectively.

Table 7에서 개별 파라메타 추정치의 t 값을 기준으로 통계적 유의성을 판별하고, 이에 기초하여 인과성을 추론하면 다음과 같다.

경상북도, 충청북도, 경상남도, 전라북도 등 모든 지역의 경우 농업노임(WAG)에 해당하는 파라메타 추정치 부호는 플러스(+)이다. 또한 통계적 유의수준 1%이내에서 귀무가설이 기각되었다. 그리고 자체 지역에서 생산되는

물량에 해당되는 파라메타 추정치 부호가 플러스(+)이고, 10% 통계적 유의수준에서 귀무가설이 기각되었다. 따라서 농업노임(WAG_t)과 사과 생산량을 증가할 경우 총비용(TC_{i,t})은 증가하는 것으로 검정되었다.

한편 Eq.(3)에서 영농자재가격(IP_t)에 해당하는 파라메타는 추정되지 않았다. 이는 통계적 유의성이 낮고, 부호 조건도 비용이론과 불일치했기 때문이다. 그러나 Table 7에 따르면 모형의 설명력이 우수하다. 또한 농업노임 설명 변수에 해당하는 파라메타 추정치가 1%이내에서 통계적으로 유의적이다. 따라서 영농자재가격 설명변수가 제외되었지만 Table 7의 추정결과는 사과농업의 총비용을 추정하는데 유용할 것으로 판단된다.

Table 6과 Table 7에서 개별 파라메타 추정치($\widehat{a}_i, \widehat{b}_{1,i}, \widehat{b}_{2,i}, \widehat{c}_i, \widehat{d}_i, \widehat{h}_i, i = 1 - 4$)가 추정되면, *i*지역 사과농업의 적정 재배면적 추정치($ACR_{i,t}^*, t = 1999 - 2019$)는 식(7)에 의해서 산출된다. 이 경우 연도별 *j*지역 재배면적($ACR_{j,t}$), *i,j*지역 단수($YD_{i,t}, YD_{j,t}$), 그리고 국민소득(Y_t)은 실적치(1999-2019년)가 식(7)에 투입된다.

$$\widehat{ACR}_{i,t}^* = \frac{\widehat{a}_i - \widehat{b}_{2,i} \times \sum_j^{i \neq j} YD_{j,t} \times ACR_{j,t} + \widehat{c}_i \times Y_t - \widehat{h}_i \times (1 - \widehat{d}_i)}{2 \times \widehat{b}_{1,i} \times YD_{i,t}} \quad (7)$$

Results and Discussion

지역별로 재배면적 실제 재배면적 실적치와 적정 재배면적 추정치의 연도별 추이를 그림으로 나타내면 Fig. 1-4와 같다. 지난 23년 동안 기후 변동에 의해 단수가 불안정적으로 변동하였었기 때문에 적정 재배면적 추정치의 경우 연도간 변동 폭이 크다. 그러나 적정 재배면적 추정치의 시계열 추세를 감안할 경우 지역별로 사과농업의 재배면적 조정 방안을 모색할 수 있을 것이다.

Fig. 1에서와 같이 경상북도 지역의 경우 실제 재배면적 실적치($ACR_{1,t}$)가 적정 재배면적 추정치($ACR_{1,t}^*$)보다 컸던 초기 연도는 1999년과 2000년이다. 이때에는 무려 5,325 - 6,184 ha만큼 재배지가 적정 수준을 초과하였다. 이 때문에 생산량은 증가하였을지라도 시장가격의 하락으로 농업 총소득은 오히려 줄어들었다. 그 이후에는 실제 재배면적 실적치가 적정 재배면적 추정치 수준에 접근하였다. 그러나 2015년부터 실제 재배면적 실적치가 적정 재배면적 추정치를 상회함으로써 농업 총소득이 줄고 있다. 2019년에는 적정 재배면적 추정치가 실제 재배면적 실적치에 접근하고 있다.

충청북도의 경우 지난 23년 동안 실제 재배면적 실적치($ACR_{2,t}^*$)가 적정 재배면적 추정치($ACR_{2,t}^*$)보다 상회하는 것으로 나타났다. 특히 2015년 이후부터는 재배지 실적치가 적정치를 1,088 - 1,404 ha만큼 크게 웃돌고 있다. 이는 자체 지역 생산량 증가 뿐만아니라 기타지역 사과 생산량이 증가함으로써 농가판매가격에 이 크게 하락하였기 때

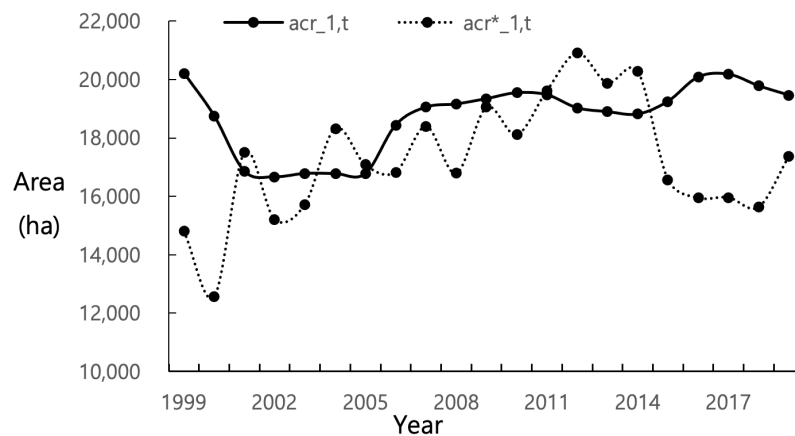


Fig. 1. Actual and optimal apple acreage of Gyeongsangbuk-do.

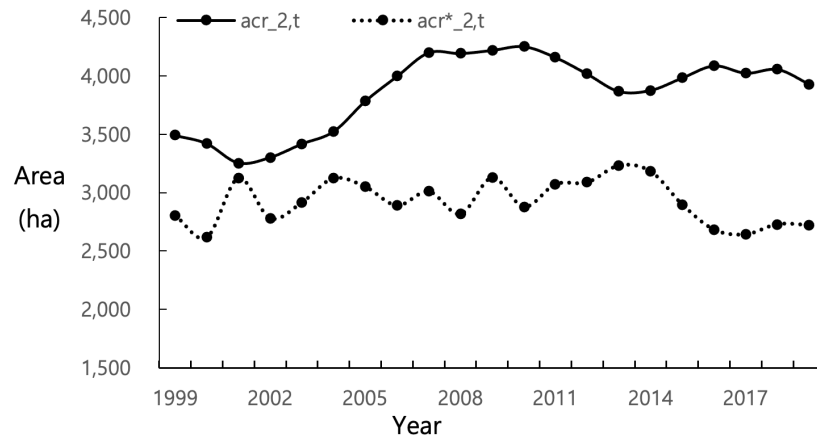


Fig. 2. Actual and optimal apple acreage of Chungcheongbuk-do.

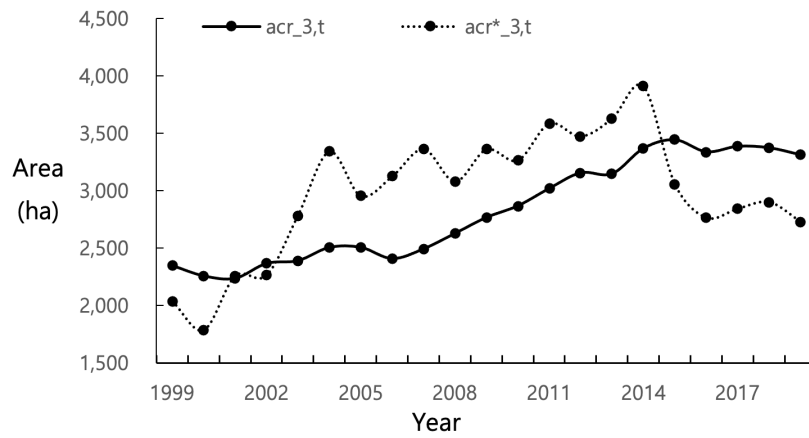


Fig. 3. Actual and optimal apple acreage of Gyeongsangnam-do.

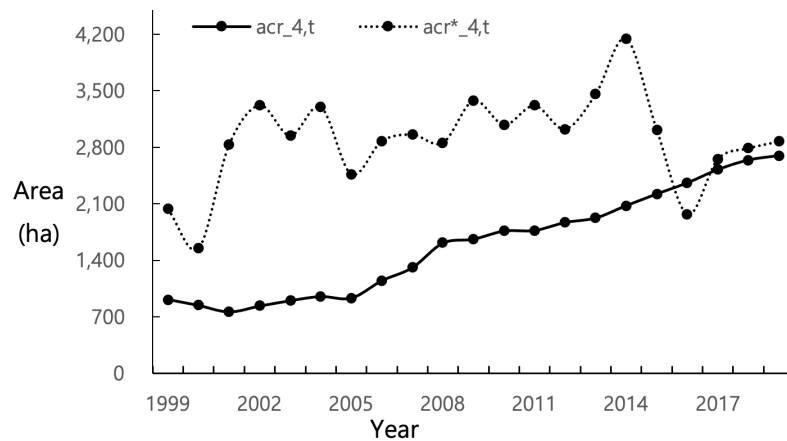


Fig. 4. Actual and optimal apple acreage of Jeollabuk-do.

문이다. 그 결과 농업 총소득은 2010년 초반에 최대치(151,011백만원)를 기록하였지만 그 이후 감소하여 2019년에는 95,955백만원 수준에 머물고 있다.

충청북도 지역의 경우 적정 재배면적 규모(2019년 기준)는 2,722 ha이다. 따라서 실제 재배면적에서 1,027 ha를 감축할 경우 사과농업의 총소득을 극대화할 수 있을 것이다.

경상남도 지역의 경우 2000년대 초반부터 2015년까지는 실제 재배면적 실적치보다 적정 재배면적 추정치가 더 컸으나 2015년 이후부터는 적정 재배면적 추정치보다 실제 재배면적 실적치가 더 큰 것으로 나타났다. 따라서 경상남도 지역에서는 사과농업의 총소득을 최대화하기 위해서 과거와 달리 재배지 수준을 줄여나가는 노력을 기울여야 할 것이다. 특히 2015년 이후부터는 단수가 2,268 - 2,811 kg으로 크게 증가하였다. 반면에 단수 증가에 따른 생산량 증가를 상쇄시킬 만큼 재배면적이 줄지 않고 있다. 이에 따라 공급 증가, 가격하락, 경영비 상승 등의 연쇄 효과로 인해 사과 농업에 귀속되는 농업 총소득이 극대 수준에 미치지 못하는 것으로 판단된다.

경상남도 지역의 경우 농업 총소득을 늘리기 위해서는 최근 단수 증가에 따른 생산량 증가분을 상쇄할 수 있도록 재배지를 줄이는 노력이 필요하다. 최근 5년간 적정 재배면적 추정치에서 최대치와 최고치를 뺀 수준은 2,765 - 2,901 ha로, 이 구간 값은 2020년대 초반 재배면적 조정 기준이 될 수 있을 것이다.

전라북도 지역의 경우 2014년까지 실제 재배면적 실적치보다 적정 재배면적 추정치가 낮다. 그러나 2015년 이후부터는 실제 재배면적 실적치가 적정 재배면적 추정치에 근접하고 있다.

전라북도 지역의 경우도 2015년 이후부터는 농가 판매가격의 하락으로 농업 조수입이 감소하는 반면에 농업 경영비의 상승으로 농업 총소득은 감소하였다. 그 결과 2018 - 2019년에 사과농업에 귀속되는 농업 총소득은 5,298 - 57,506백만원으로 지난 10년 동안 기록하였던 농업 총소득 수준에 비해 최하위 수준에 있다.

전라북도 지역의 경우 사과 농업의 총소득을 극대화하기 위해서는 최근 단수 증가에 따른 생산량 증가분을 상쇄할 수 있도록 재배지를 줄이는 노력이 우선적으로 필요하다.

2019년 실제 재배면적보다 174 ha를 증가시켜 적정 재배면적 규모를 2,872 ha수준까지 유지할 경우 사과농가 전체에게 귀속되는 농업 총소득은 극대가 될 것이다.

최근 5년간 적정 재배면적 중 최대치와 최고치를 뺀 수준은 2,654 - 3,388 ha로, 이 구간 값은 2020년대 초반 재배면적 조정 기준이 될 수 있을 것이다.

Conclusion

본 연구는 지역별로 사과 생산농가 전체에게 귀속되는 농업 총소득을 극대화하는 적정 재배면적 규모를 추정함으로써 향후 지역간 재배지 조정 수준에 대한 가이드라인을 제공하고자 한다. 이를 위해 사과 농가판매가격을 결정하는 역수요모형과 농업경영비 총계를 산출하는 총비용결정모형을 추정한 후, 이를 기초로 지역별 사과농업의 총소득을 극대화하는 적정 재배지 규모 산출모형을 개발하였다.

1999년부터 2019년까지 경상북도, 충청북도, 경상남도, 전라북도 지역을 중심으로 사과 실제 재배면적 실적치와 적정 재배면적 추정치의 변화 추이를 비교해보면 2015년 이후부터 경상북도, 충청북도, 경상남도 지역에서 실제 재배면적 실적치가 적정 재배면적 추정치보다 더 큰 것으로 밝혀졌다.

경상북도, 충청북도 지역의 경우 2015년을 기점으로 그 이전에 비해 그 이후 재배면적이 증가추세를 보이고 있다. 특히 경상남도와 전라북도 지역의 경우 재배면적이 1999년부터 지금까지 계속 증가추세에 있다. 이에 따라 전국의 사과 재배면적과 생산량이 증가하였고, 이로 인해 농가판매가격이 하락되는 일련의 과정에서 농업 조수입이 감소하고, 한편으로 농업노임의 상승에 기인하여 2015년 이후부터 농업 총소득이 모든 지역에서 감소하고 있다.

앞으로 지역간 재배지 조정이 부재할 경우 전국 사과 생산량 증가 속도보다도 농가판매가격 하락 속도가 더 커지고, 여기에 농업노임 상승 부담이 가중될 경우 사과농업의 총소득은 감소될 전망이다. 따라서 경상북도, 충청북

도, 경상남도, 전라북도 지역을 대표하는 생산자단체 중심으로 재배면적 조절협의회를 개최하여 자율적으로 재배면적을 조정함으로써 모든 지역에서 사과농업의 총소득 감소 추세를 반전시킬 필요가 있다.

지역별로 사과농업의 총소득을 늘리기 위해서는 최근 단수 증가에 따른 생산량 증가분을 상쇄할 수 있도록 재배지를 줄이는 노력이 우선적으로 필요하다.

그 다음으로는 지방자치단체, 지역 생산자단체, 농업경영인 등이 참여하는 주산지 협의체를 중심으로 지역 사과농업의 총소득을 극대화하는 쪽으로 현재의 재배면적 수준을 적정 재배면적 수준으로 조정함으로써 사과농업의 경영지표를 개선하는 노력을 경주해야 할 것이다.

지역별로 적정 재배면적 수준(2019년)은 다음과 같다. 경상북도 지역의 경우 현재 재배면적에서 1,089 ha를 감축하여 적정 재배면적을 18,373 ha수준까지 유지해야 농업 총소득이 극대가 될 것이다. 충청북도 지역의 경우 1,027 ha를 감축하여 2019년에 2,722 ha를 유지하고, 경상남도 지역의 경우 582 ha를 감축하여 2,730 ha를 유지해야 할 것이다. 전라북도 지역의 경우 174 ha를 증가시켜 2019년 적정 재배면적 규모를 2,872 ha수준까지 유지해야 할 것이다.

중장기적으로 정부는 산지폐기·긴급수입 등으로 시장가격에 직접 개입하는 현행 가격안정제로부터, 생산자단체 자율에 의해 공급을 조정하여 농가소득을 증대시키는 쪽으로 정책을 선화해야 할 것이다. 이를 위해 지역별로 사과 주산지 협의체와 전국단위의 사과수급조절협의체가 수급 상황과 물량 조정 규모를 사전에 정확히 예측할 수 있도록 적정 재배면적 산출 모형을 발전시켜 나가야 할 것이다. 뿐만 아니라 지역별로 재배면적 감축 등 물량을 자율적으로 조정하는데 무임승차 문제가 유발하지 않도록 자율적인 물량 조정 여부에 따라 차등적 보조를 시행할 수 있는 유통협약 및 유통명령 제도를 보완해야 할 것이다.

Conflict of Interests

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

Acknowledgements

이 논문은 부산대학교 기본연구지원사업(2년)에 의하여 연구되었음.

Authors Information

Cheong-Ryong Lim, Korea Rural Community Corporation, Researcher

Uhn-Soon Gim, Chungnam National University, Professor

Jae-Hwan Cho, Pusan National University, Professor

References

- Cheon CG, Park SJ, Kim DH, Kim SH. 2015. A system construction plan for regulating supply quantity by farm producer organizations for outdoor culinary vegetables. Research Report M138. KREI, Naju, Korea. [in Korean]
- Cho JH. 2021. An estimation of the acreage response function of major vegetables in Gyeongnam province. Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society 22:131-137. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.1.131> [in Korean]

- Cho JH, Chung WH. 2021. Prediction of optimal production level for maximizing total profit in Miryang sesame leaf cultivation. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society* 22:313-320. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.1.313> [in Korean]
- Choi BO, Lym HB, Choe JY. 2015. A study on stabilization of supply and demand through producing district systematization of carrots: A self-regulating system. p. 210. KREI, Naju, Korea. [in Korean]
- Han SH, Seo HS, Yeom JW, Kim CH. 2016. A study on operation and development of Korean agricultural simulation model 2015, M137. KREI, Naju, Korea. [in Korean]
- Jeong HK, Lee TH, Kim KS. 2009. An analysis on acreage decision of greenhouse farmers under risk. *The Korean Journal of Agricultural Economics* 50:81-104. [in Korean]
- Kim DH, Ryu SM. 2018. Agricultural product supply and demand policy, Is this good? NEWMA Focus 18-14, Agrofood New Marketing Research Institute, Seoul, Korea. [in Korean]
- Lee EK, Hong SJ. 2016. Analysis of the relationship between garlic and onion acreage response. *Korean Journal of Agricultural Science* 43:136-143. [in Korean]
- MAFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs). 1996-2019. Statistical yearbook of agriculture, food and rural affairs. Accessed in <https://www.mafra.go.kr> on 30 December 2021. [in Korean]
- RDA (Rural Development Administration). 2000-2019. Agricultural products income data by region. Accessed in <https://amis.rda.go.kr> on 30 December 2021. [in Korean]
- Ryu SM, Lee MH. 2016. Proposal for policy improvement on agricultural supply and demand. NEWMA Focus 16-14, Agrofood New Marketing Research Institute, Seoul, Korea. [in Korean]