

## 과채류 친환경 실천 농가의 생산성 변화 분석\*

최돈우\*\* · 김태균\*\*\*

### An Analysis on Productivity Change in Environment-Friendly Farming of Fruit Vegetables

Choi, Don-Woo · Kim, Tae-Kyun

The productivity decrease in environment-friendly farming is the biggest obstacle for the development of environment-friendly food market. This paper aimed to analyze the productivity change in environment-friendly farming of fruit vegetables (oriental melon, watermelon, and strawberry). Box-Cox transformation model was used to infer the functional form of productivity change. The results showed that the periods of productivity restoration to 90% level in oriental melon, strawberry, and watermelon were 14.1 years, 11.4 years, and 6.0 years, respectively. The forms of productivity restoration of fruit vegetables showed differences due to their growth characteristics, incidences of crop pests, preference for the environment-friendly agricultural products, cultivation period and so on. Because the form and period of productivity restoration were different depending on kinds of fruit vegetable, the government policy should be established considering this point of view.

Key Words : *box-cox model, environment-friendly farming, fruit vegetables, productivity change*

## I. 서 론

소비자들의 생활양식이 건강과 환경을 중시하는 쪽으로 점차 바뀌면서 전 세계적으로 유기농산물의 소비가 증가하는 추세를 보이고 있다. 그러나 대부분의 농가들은 생산성의 불확실성으로 인해 친환경 농업을 꺼리고 있는 실정이다.

---

\* 이 논문은 2013학년도 경북대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음.

\*\* 경상북도농업기술원 농업연구사

\*\*\* Corresponding author, 경북대학교 농업경제학과 교수(ttkim@knu.ac.kr)

세계 유기농업은 1990년대 빠르게 성장하여 현재 160개국 157만 농가가 유기농산물을 재배하고 있다. 전 세계 유기농산물 재배면적은 2005년 2,897만ha에서 2010년 3,704만ha로 1.28배 증가하였으나, 세계 농경지 중 유기농산물 재배면적은 0.9%로 유기농업이 차지하는 비중은 여전히 미미한 수준에 불과하다. 우리나라 2012년도 무농약과 유기농산물의 재배면적은 12.7만ha로 전체 재배면적의 7.3% 수준이며, 유기농산물 재배면적은 2.5만ha로 전체 재배면적의 1.5% 수준에 불과하다.

이와 같이 친환경 농업을 실천하는 농업인이 적은 이유는 친환경 농법을 배우려면 오랜 시간을 걸리고, 생산성의 불확실성으로 인해 소득이 불안정하기 때문이다. 실제 친환경 실천농가들의 수확량은 일반농가에 비해 11.9~30.1%까지 감소한다는 보고가 있다(Choi et al., 2012).

소비자들의 친환경농산물에 대한 선호를 충족시키기 위해서는 친환경 실천농가의 증가가 필요하다. 따라서 친환경 실천농가의 생산성 복원에 대한 추정이 이루어진다면 친환경 확대를 위한 다양한 정책 개발이 가능할 것이다. 친환경농산물 생산 및 경영에 관한 최근 연구에는 경영실태 및 작부체계(Kim et al., 2006; Kim and Lee, 2010; Kim, 2013; Kim and Kim, 2012), 의식실태(Heo, 2012), 생산비 분석(Choi, et al., 2012), 생산자 단체의 발전 과정 연구(Kim, 2010) 등이 있다. 그러나 친환경 실천농가의 생산성의 변화나 복원에 관한 분석을 수행한 연구는 없다.

본 논문은 참외, 딸기, 수박 등의 과채류 친환경 실천농가들의 생산성 복원이 언제 이루어지는가를 추정하고, 어떤 형태로 생산성이 복원되는가를 알아보고자 한다. 이런 결과는 친환경 실천 예정농가 또는 실천농가에게 귀중한 정보가 되고 정책을 입안할 때에도 중요한 정책적 함의를 제공할 것이다.

## II. 분석모형 및 자료

### 1. 분석모형

친환경 실천 농가들의 생산성은 친환경 실천기간(도입연차), 품종, 지역, 기후, 경영자의 능력 등 여러 가지 요인들에 의해 영향을 받는다. 본 연구의 목적은 친환경 실천 농가들의 생산성이 친환경 재배기간에 따라 어떤 형태로 변화하는가를 분석하고, 생산성의 복원 시기를 추정하는 것이다. 그러므로 실천기간 이외 다른 변수들은 일정불변으로 가정하며, 다음의 식 (1)과 같은 모형을 설정한다.

$$PC_t = f(\text{Period}) \quad (1)$$

여기에서 *Period*는 실천기간(도입연차)이며, 저농약 인증연도가 0을 값을 가진다.<sup>1)</sup>  $PC_t$ 는 저농약인증 연도( $t=0$ )의 생산성에 대한  $t$ 년차의 생산성 감소율을 나타내며, 다음의 식과 같이 나타난다.  $Q_0$ 와  $Q_t$ 는 각각 저농약인증 연도와  $t$ 년차의 토지 단위당 생산성이다.

$$PC_t = \frac{Q_0 - Q_t}{Q_0} \quad (2)$$

친환경 실천 농가들의 생산성의 변화 형태를 분석하기 위해서 식 (1)의 함수형태를 설정한다. 생산성의 감소율이 친환경 실천기간에 대해 일정한 경우 선형의 함수형태를 가정해야 하며, 생산성 감소율이 실천기간에 대해 일정하지 않은 경우 비선형의 함수형태를 가정해야 한다. 식 (1)의 함수형태를 사전적으로 알 수 없기 때문에 Box-Cox 모형을 추정하며, Box-Cox 모형은 다음의 식 (3)과 같이 나타난다(Box and Cox, 1964).

$$\frac{PC^\theta - 1}{\theta} = \alpha + \beta \frac{Period^\lambda - 1}{\lambda} + \epsilon \quad (3)$$

여기에서  $\theta$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\lambda$ 는 추정되는 파라미터들이다. 그리고  $\epsilon$ 은 오차항(error term)이며, 평균이 0이며, 독립적(independent)이며 동일한(identical) 분포를 가지는 것으로 가정한다.

위의 식 (3)에서  $\theta$ 가 1이면 종속변수는  $PC-1$ ,  $\theta$ 가 0이면  $\ln(PC)$ ,  $\theta$ 가 -1이면  $1 - \frac{1}{PC}$ 가 된다. 또한  $\lambda$ 가 1이면 설명변수는  $Period-1$ ,  $\lambda$ 가 0이면  $\ln(Period)$ ,  $\lambda$ 가 -1이면  $1 - \frac{1}{Period}$ 가 된다. 그러므로 식 (3)의 추정결과에 의해 친환경 실천농가의 생산성의 변화 형태를 알 수 있다.

식 (3)과 같은 Box-Cox 모형의 추정은 일반적으로 최우추정법(method of maximum likelihood)을 이용한다. 오차항  $\epsilon$ 가 정규분포(normal distribution)이면 최우추정법에 의한 추정치는 일치추정량(consistent estimator)이며, 유효추정량(statistically efficient estimator)이다 (Spitzer, 1982; Amemiya, 1985; Kim and Choi, 1994).

## 2. 자료

본 연구의 모집단은 전국 참외, 딸기, 수박의 무농약농산물과 유기농산물 인증을 받은 농가들이다. 표본추출방법은 시도별 무농약농산물 및 유기농산물 인증 농가 수에 비례하여

1) 저농약 인증전 연도(관행재배) 대신 저농약 인증연도를 0으로 설정한 것은 관행재배와 저농약 인증연도의 생산성의 차이가 거의 없기 때문이다.

인증종류별로 각각 15호를 선정하였다. 즉 작목별로 무농약농산물 인증농가 15호, 유기농산물 인증농가 15호, 총 30호를 표본으로 추출하였다. 다만 수박 유기농산물 인증농가는 전국에 13호만 있어 전수조사를 하였다. 조사방법은 사전에 작성된 설문지를 이용하여 조사원이 직접 농가를 방문하여 일대일 면접조사를 실시하였다. 조사는 2012년 5월부터 8월까지 3개월간에 걸쳐 이루어졌다. 작목별 표본 수는 Table 1과 같이 나타난다.

Table 1. Sampling of environment-friendly farming oriental melons, strawberries and water melons from different main cultivation regions

(unit : household, %)

Vegetable/agricultural produce/content		Gyeong-gi	Gang-won	Chung-buk	Chung-nam	Chun-buk	Chun-nam	Kyong-buk	Kyong-nam	Others <sup>1)</sup>	Total	
Oriental melon	Pesticide-free	The Number of farmhouses	2				1	41	1	1	46	
		Ratio	4.3				2.2	89.1	2.2	2.2	100	
		The number of samples	1					14			15	
	Organic	The Number of farmhouses					1	1	14			16
		Ratio					6.3	6.3	87.5			100
		The number of samples					1	1	13			15
Straw-berry	Pesticide-free	The Number of farmhouses	6	1	7	121	73	266	332	421	6	1,233
		Ratio	0.5	0.1	0.6	9.8	5.9	21.6	26.9	34.1	0.5	100
		The number of samples				2	1	3	4	5		15
	Organic	The Number of farmhouses	10	1	2	7	30	15	61	49	1	176
		Ratio	5.7	0.6	1.1	4.0	17.0	8.5	34.7	27.8	0.6	100
		The number of samples	1			1	3	1	5	4		15
Water-melon	Pesticide-free	The Number of farmhouses	3	1	8	23	10	11	12	6	1	75
		Ratio	4.0	1.3	10.7	30.7	13.3	14.7	16.0	8.0	1.3	100
		The number of samples	1		2	5	2	2	2	1		15
	Organic	The Number of farmhouses		1	1	10	1					13
		Ratio		7.7	7.7	76.9	7.7					100
		The number of samples		1	1	10	1					13

<sup>1)</sup> others : Daegu, Ulsan and Jeju.

표본농가의 기초 통계량은 Table 2와 같다. 참외 농가의 평균 연령은 52.5세이고 친환경 농업 평균 실천경력은 7.7년이며, 10a당 평균 수량은 3,071.1kg이었다. 딸기 농가의 평균 연령은 55.9세이고, 친환경농업 평균 실천경력은 8.1년이고, 10a당 평균 수량은 2,998.6kg이었다. 수박 농가의 평균 연령은 다른 작목에 비해 조금 높은 59.0세이고, 친환경 농업 평균 실천경력은 7.7년이며, 10a당 평균 수량은 4,097.8kg으로 조사되었다.

Table 2. Descriptive statistics for farmer's age and environment-friendly experience, and yield of oriental melon, strawberry and watermelon investigated in this study

Variables	Average (standard deviation)		
	Oriental melon	Strawberry	Watermelon
Farmer's age (years)	52.5 (7.34)	55.9 (9.19)	59.0 (6.99)
Environment-friendly experience (years)	7.7 (2.25)	8.1 (3.41)	7.7 (3.28)
Yield (kg/10a)	3,072.1 (1,026.9)	2,998.6 (1,143.9)	4,097.8 (1,296.9)

Table 3. The production change rate of oriental melon, strawberry and watermelon according to different environmentally-friendly farming periods

Year(s)	Production change ratio(%)		
	Oriental melon	Strawberry	Watermelon
1	0.46(0.15)	0.23(0.18)	0.18(0.15)
2	0.45(0.14)	0.21(0.19)	0.21(0.13)
3	0.29(0.09)	0.23(0.19)	0.19(0.14)
4	0.34(0.14)	0.22(0.19)	0.15(0.13)
5	0.26(0.10)	0.24(0.16)	0.14(0.11)
6	0.23(0.11)	0.20(0.16)	0.14(0.09)
7	0.18(0.15)	0.17(0.15)	0.09(0.09)
8	0.15(0.18)	0.11(0.06)	0.11(0.08)
9	0.14(0.16)	0.03(0.05)	-
10	0.17(0.19)	0.01(0.01)	-

Notes : Numbers in parentheses represent standard deviation.

참외의 연차별 생산성 감소율( $PC_t$ )은 Table 3과 같다. 친환경 농법으로 전환하였을 경우 1년차에 생산성 감소율이 가장 높은 작목은 참외이다. 이는 다른 작목에 비해 생육기간이 비교적 길기 때문으로 분석되었다. 즉 생육기간은 딸기가 6개월, 수박이 3개월인 반면 참외는 10개월이다. 딸기는 다른 작목에 비해 많은 농가들이 친환경농법을 실천하고 있으며, 생산성 저하를 막기 위해 친환경농자재를 많이 사용하고 있기 때문에 생산성 감소율이 상대적으로 낮다(Choi et al., 2012). 또한 수박은 생육기간이 짧기 때문에 생산성 감소율이 참외에 비해 상대적으로 낮은 것으로 분석되었다.

### Ⅲ. 추정결과 및 해석

생산성 감소율을 이용하여 식 (3)의 Box-Cox 모형을 추정한 결과는 Table 4와 같이 요약되었다. 모형의 모수들은 최우추정법으로 추정되었고, 추정 프로그램으로 STATA12.0을 이용하였다. 작목별 분석을 위한 자료의 수는 참외 146개, 딸기 115개, 수박 93개이었다.<sup>2)</sup>

참외의 경우  $\theta$ 의 추정치가 0.740이며, 1% 유의수준에서 귀무가설( $H_0: \theta = 0$ )이 기각되므로 종속변수는  $\ln(PC)$ 의 형태가 아니다.  $\lambda$ 의 추정치가 귀무가설( $H_0: \lambda = 0$ )을 기각하지 못하므로 독립변수는  $\ln(Period)$ 가 된다. 그러므로 참외 생산성 변화의 함수형태는 독립변수에 자연로그를 취한 반대수(semi-log) 함수로 가정할 수 있다. 딸기의 경우  $\theta$ 와  $\lambda$ 의 추정치가 모두 양수이며, 각각 1%와 5% 유의수준에서 귀무가설을 기각시키므로 종속변수는  $PC-1$ 의 형태를 가질 것이고, 독립변수는  $Period-1$ 의 형태가 된다. 이 결과에 의해 딸기에 대한 함수형태는 선형으로 가정할 수 있다. 수박의 경우  $\theta$ 의 추정치가 1% 유의수준에서 귀무가설을 기각한 반면  $\lambda$ 의 추정치가 귀무가설을 기각하지 못하므로 종속변수는  $\ln(PC)$ 의 형태가 아니고, 독립변수는  $\ln(Period)$ 의 형태가 될 것이다. 수박 생산성변화의 함수형태는 참외와 마찬가지로 반대수 함수를 가정할 수 있다.

일반적으로 참외, 딸기, 수박 등 과채류 생산농가들이 관행농법에서 저농약 농법으로 전환하는 경우 수량 감소가 적거나 거의 없는 반면 저농약 농법에서 무농약 농법으로 전환하는 경우 수량의 급격한 감소를 경험한다. 감소된 생산성이 언제 복원되고 어떤 형태로 복원되는가를 알 수 있다면 농업인들과 정책입안자에게 중요한 정보가 될 것이다. 앞에서 언급하였듯이 생산성 복원의 기준은 저농약인증 도입연도의 단위면적당 생산량으로 하였다.

2) 농가의 수에 비해 자료의 수가 더 큰 것은 각 농가의 모든 친환경 생산 기간에 대해 생산성을 조사했기 때문이다.

Table 4. Estimated results of parameters in Box-Cox model

Parameter	Oriental melon	Strawberry	Watermelon
$\theta$	0.740 ** (0.000)	0.399 ** 0.000	0.501 ** (0.000)
$\lambda$	0.462 (0.309)	6.135 * (0.030)	1.956 (0.312)
$\alpha$	-0.654	-1.304	-1.218
$\beta$	-0.087 ** (0.000)	$-4.95 \times 10^{-6}$ ** (0.001)	-0.009 (0.211)
N	146	115	93
Log likelihood	85.85	89.22	86.96

Notes : \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$

Numbers in parentheses represent p-value.

먼저 작물별 생산성 복원기간을 Box-Cox 모형을 이용하여 추정한 결과가 Table 5와 같다. 저농약 농법 생산성의 95%까지 복원하기 위해서는 참외는 19.3년, 딸기는 13.0년, 수박은 9.0년이 필요하다. 세 작물 중에서 참외가 가장 긴 시간이 요구되며, 수박이 가장 빨리 복원되는 것으로 추정되었다.

Table 5. The estimated period of productivity restoration of oriental melon, strawberry and watermelon calculated by Box-Cox model

Restoration level	The period (years) of productivity restoration		
	Oriental melon	Strawberry	Watermelon
90% level	14.1	11.4	6.0
95% level	19.3	13.0	9.0

Table 4의 추정결과를 그림으로 나타낼 경우 생산성 복원의 형태를 명확하게 파악할 수 있으므로 Box-Cox 모형의 추정결과를 이용하여 그림으로 나타내었으며, 그 결과는 다음의 Fig. 1~3과 같다. 생산성 복원의 형태는 작물마다 다른 형태를 나타내었다. 이것은 유기농 자재 활용률, 작물의 생육특성, 병해충 저항성, 친환경농산물의 선호도, 생육기간 등에 따라 달라지기 때문이다.

참외는 초기 복원율이 높은 반면 친환경 실천 연수가 증가할수록 복원율이 감소하는 형

태를 보였다(Fig. 1). 참외는 딸기, 수박에 비해 생육기간이 길어 병해충에 노출되는 경우가 많아 무농약 농법으로 전환하는 경우 생산성 감소율이 다른 작목에 비해 큼을 알 수 있다. 친환경 참외농가들은 오랜 생육기간 동안 생산성을 확보하기 위해 친환경농자재, 토양관리, 천적활용, 미생물제제 등 다양한 친환경농법을 활용하고 있다. 이와 같이 친환경농자재를 활용하기 때문에 초기 생산성 복원율은 높지만 긴 생육기간동안 발생하는 병해충을 방지하기 위해서는 다양한 친환경농법의 습득이 요구되므로 후반으로 갈수록 생산성 복원율이 감소하게 되는 것으로 판단된다.

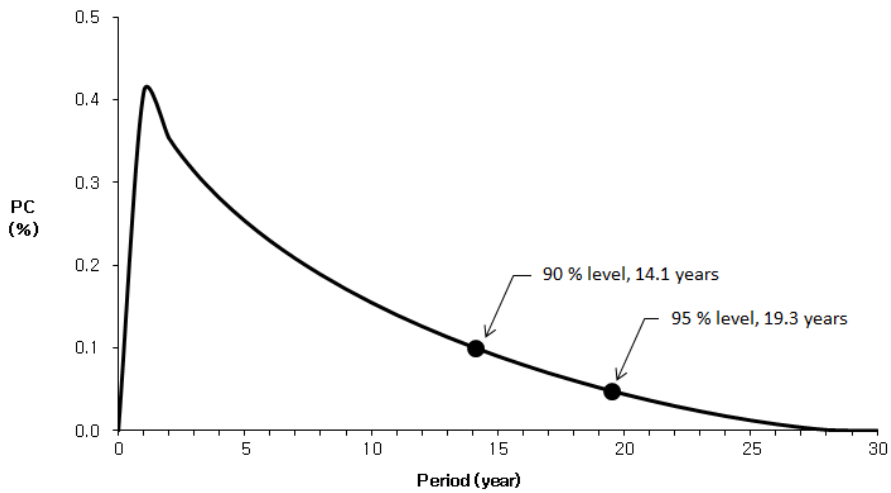


Fig. 1. The form of productivity restoration in oriental melon

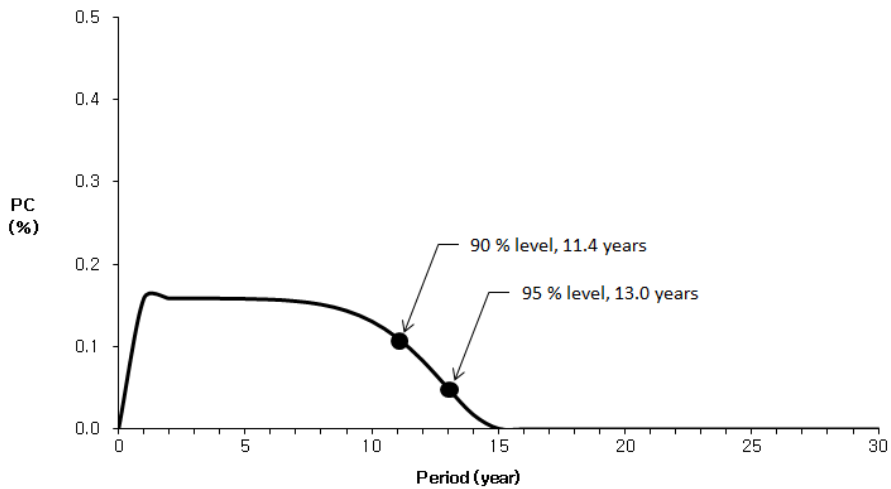


Fig. 2. The form of productivity restoration in strawberry



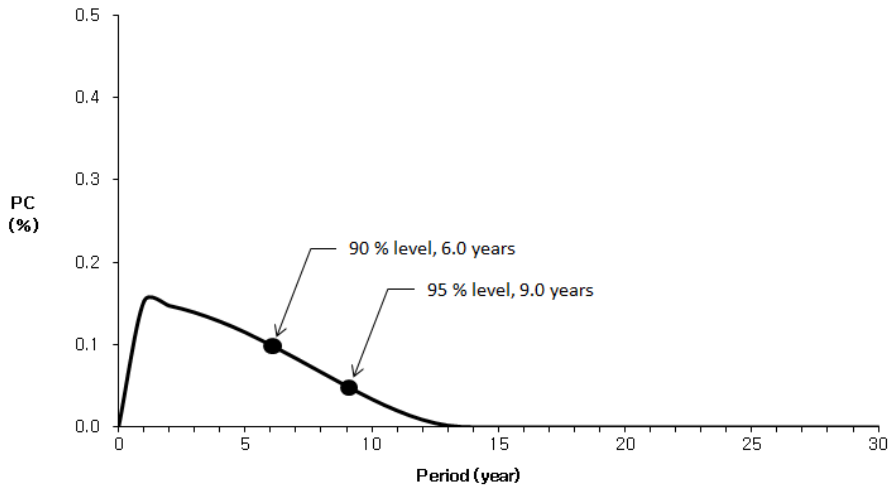


Fig. 3. The form of productivity restoration in watermelon

딸기는 생산성 감소율이 참외보다는 작으며, 초기 복원율이 낮은 반면 후반부에 상대적으로 높은 복원율을 보였다(Fig. 2). 이는 친환경 딸기를 생산하는 농가들이 천적 또는 친환경농자재에 의존하는 농법을 사용하기 때문에 친환경 농법으로 전환 후에도 생산성 감소율이 적은 반면 천적 활용기술이나 친환경농자재의 사용법을 습득까지 복원율도 낮게 나타나는 것으로 판단된다.

수박의 생산성 감소율도 참외에 비해 상대적으로 작으며, 생산성 복원율은 일정하게 이루어지고 있다(Fig. 3). 수박은 생육기간이 짧아 다른 작물에 비해 친환경농자재의 의존도가 낮다. 친환경 수박농가들은 토양관리, 시설환경관리, 천적 등을 통하여 지속적인 친환경 생산 환경을 조성하기 위해 노력하기 때문에 복원율이 균일하게 이루어지는 것으로 분석된다.

#### IV. 결 론

소비자들의 생활양식이 건강과 환경을 중시하는 쪽으로 점차 바뀌면서 친환경농산물에 대한 소비가 증가하는 추세를 보이고 있으나, 대부분의 농가들은 생산의 불확실성으로 인해 친환경 농업의 전환을 꺼리고 있는 실정이다. 본 논문은 참외, 딸기, 수박 등의 과채류 친환경 실천농가들을 대상으로 조사하여 생산성 복원기간을 추정하고, 복원형태를 알아보고자 Box-Cox 모형을 활용하였다.

생산성 복원기간을 살펴보면 저농약 농법 생산성의 90%까지 복원하는데 참외는 14.1년, 딸기는 11.4년, 수박은 6.0년이 소요되었으며, 95%까지 복원하기 위해서는 참외는 19.3년,

딸기는 13.0년, 수박은 9.0년이 소요되는 것으로 분석되었다.

생산성의 복원형태는 생육특성, 병해충 발생정도, 친환경 선호도, 재배기간 등으로 인해 작물마다 다른 형태를 보였다. 참외는 생육기간이 길어 병해충에 노출되는 경우가 많고, 친환경농법 습득이 오랜 기간이 필요하므로 초기 복원율이 높은 반면 친환경 실천 연수가 증가할수록 복원율이 감소하는 형태를 보였다. 딸기는 생육기간이 참외에 비해 상대적으로 짧고, 친환경농자재 의존도가 높아 초기 복원율이 낮은 반면 후반부에 높은 복원율을 보였다. 수박은 생육기간이 가장 짧아 친환경농자재 의존도가 낮으며, 친환경 생산의 경영성도가 상대적으로 낮아 장기간에 걸쳐 친환경 생산 환경이 조성되고 있어 복원율은 일정하게 이루어지는 형태를 보였다.

친환경농산물의 생산성이 일반농산물의 100%까지 복원되더라도 상품성이 일반농산물에 비해 떨어지므로 판매처를 확보하지 않는다면 농가수취가격이 낮을 수밖에 없다. 따라서 친환경 농업으로 전화하려는 농업인들은 반드시 판매처를 사전에 확보하여야 하며, 생산성 복원에 소요되는 기간을 고려하여야 할 것이다.

또한 친환경 과채류의 생산성 복원을 위해서는 많은 기간이 소요된다. 친환경농산물은 건강과 환경에 많은 영향을 미치므로 환경보전과 국민 복지를 위해서 국가에서 복원기간 동안 소요되는 비용을 직간접적으로 지원해야 할 것이다. 작물마다 생산성 복원기간과 복원형태가 다르므로 작물에 적합한 정책이 수립되어야 할 것이다.

[논문접수일 : 2014. 2. 20. 논문수정일 : 2014. 3. 18. 최종논문접수일 : 2014. 4. 3.]

## Reference

1. Amemiya, T. 1985. *Advanced Econometrics*. Basil Blackwell Ltd.
2. Box, G. E. P. and D. R. Cox. 1964. An analysis of transformations. *Journal of the Royal Statistical Society, ser. B.* 26: 211-252.
3. Choi, C. G., D. W. Choi, and S. W. Lim. 2012. *Research on Production Cost of Environment-friendly Horticultural Products. Final Report (PJ008721)*. Rural Development Administration.
4. Heo, S. W. 2012. Development strategies for sustainability of environment-friendly agriculture based on farm awareness analysis. *Kor. J. Organic Agric.* 20(4): 563-576.
5. Kim, D. W., C. J. Chang, D. C. Choi, and C. J. Yu. 2006. An analysis of management factors for environmentally-friendly rice's production farms. *Kor. J. Organic Agric.* 14(3):

- 251-266.
6. Kim, H. 2013. A case study on management situations of environment- friendly farming and its implications. *Kor. J. Organic Agric.* 21(3): 321-334.
  7. Kim, H. and S. T. Kim. 2012. Establishing a crop system of organic farming for maximizing agricultural income. *Kor. J. Organic Agric.* 20(2): 143-159.
  8. Kim, S. A. and K. W. Lee. 2010. Factors influencing the adoption of environment-friendly agriculture: with emphasis on greenhouse vegetable growers of Jeonnam. *Kor. J. Organic Agric.* 18(2): 113-134.
  9. Kim, T. K. and T. K. Choi. 1994. Method of economic depreciation for dairy cattle. *Journal of Korea Association of Livestock Management* 10(1): 112-123.
  10. Kim, T. Y. 2010. A Comparative study on the development processes of organic farmers' groups. *Kor. J. Organic Agric.* 18(4): 441-461.
  11. Spitzer, J. 1982. A primer on Box-Cox estimation. *Review of Economics and Statistics.* 64: 305-313.