

원에부문 연구 및 지도 사업의 투자효과 분석

강경하* · 이민수** · 최영찬**

*농촌진흥청 농업경영관실 · **서울대학교 농업생명과학대학

Returns to Investment on Research and Extension in Korean Horticulture

Kyeong-Ha Kang*, Min-Soo Lee** and Young-Chan Choe**

*Farm Management Bureau, Rural Development Administration,

**College of Agriculture & Life Science, Seoul National University

Summary

The objectives of this study are to investigate the relationship between the growth of the horticultural sector and horticultural research and extension and to examine the socioeconomic returns to investment on research and extension in Korean horticulture. Data for horticultural production values, producer price indices, and research and extension budgets for horticultural sector from 1965 to 1998 are collected from various sources. Multi-variate time series analysis technique with vector auto-regression model and Akino-Hayami Formula were employed for the analysis.

This study finds (1) horticultural production responds about seven years later to the horticultural research investment shock, the magnitude of the impacts increases to a peak in seventeen years from the initial expenditures and then declines slowly thereafter until twenty years, and this peak gives a tip that horticultural research impact lasts much longer than grain's or agriculture's; (2) the social surplus from research investment benefits more to the consumer rather than to the horticultural producer; (3) B/C ratios in horticultural research are quite high with the range of 9 to 55 from 1965 to 1998, but these have been decreased since the early 1990s; (4) the socioeconomic returns to horticultural research is quite high with 56 percents of internal rate of return. It remains to be analyzed returns to investment on extension in horticulture because of no statistic significance in this study.

Key Words : Returns to investment, Vector auto-regression model, B/C ratio, IRR.

I. 서 론

기술혁신이 경제성장의 필수적인 요인이며, 농업분야 연구·지도 사업기관의 생산성이 높다는 것은 널리 알려진 사실이다. 농업 연구·지도사업의 성과로 50년대 이후 녹색혁명이 가능하였고, 80년대에 이르러 세계 식량생산은 50년대에 비해 두 배 이상 증가하

였다. 그러나 성장논리에 익숙해져 있는 경제학자들은 이들 연구·지도사업기관들의 생산성에 대해 회의적이다(최민호·최영찬, 1995). 1962년 농촌진흥법 공포 이후 농업연구와 보급을 위하여 설치된 농촌진흥청, 농업기술센터 및 농업기술원(1998년 명칭변경 전까지는 농촌지도소 및 농촌진흥원)은 우리나라 농업에서 가장 중요한 목표인 주곡의

자급 달성에 증추적 역할을 하였고 품종개발과 재배기술의 개선 등 농업기술의 혁신을 통하여 농업생산성 향상에 기여하여 왔다. 1997년 11월 미증유의 외환위기 상황에서 적정 수준의 미곡 생산을 통하여 민심의 안정과 위기극복의 기반을 제공한 사실은 농업의 중요성과 농업연구·지도 사업의 가치를 입증하였다고 평가된다.

지금까지 한국에서 농업연구사업의 투자효과 분석에 대한 연구는 주로 연구·지도 사업 전반에 대한 투자효과 분석(홍기용, 1975; 김은순, 1986; 서동균, 1992; 최민호·최영찬, 1995)이나 미곡을 대상으로 한 분석(서동균, 1987)이 이루어졌다. 1980년대 이후 원예부문이 성장작목으로 강조되어 왔지만 원예부문에 대한 연구사업 투자효과 분석은 이루어지지 않았다. 농업 전반에 대한 투자효과 분석은 물론 필요하지만 농업발전을 위한 연구개발·보급 계획을 세우는 데 상이한 기술적 특성을 가지고 있는 세부분야별 분석이 이루어지지 않음으로써 특정부문의 효과가 과장되거나 상쇄되는 면이 없지 않았다. 따라서 이 연구에서는 우리 나라 농업과 연구 및 지도 사업에 대한 통계자료 중에서 원예부문의 자료를 추출하여 투자효과를 계측하고 선행 연구 결과와 비교함으로써 원예부문 연구·지도사업의 효율성에 대한 평가와 진단을 시도하였다.

이 연구의 목적은 (1) 원예부문의 성장과 연구·지도 사업의 관련을 고찰하며, (2) 원예부문 연구 및 지도 사업의 투자효과를 분석하여 투자효과 증대방안을 제시하는 것이다. 연구의 범위는 과실과 채소(감자 포함), 화훼 등 원예부문에 대하여 농촌진흥청을 중심으로 이루어진 연구 및 지도 사업으로 한정하였다. 문헌연구를 통하여 원예부문의 성장과 연구·지도 사업의 관련을 고찰하였으며, 1965~1998 기간의 원예부문 연구투자비와 지도투자비, 원예생산액, 원예농산물가격 등의 시계열자료를 수집하여 벡터자기회귀모

형으로 투자효과를 분석하였다. 벡터자기회귀모형의 충격반응함수를 이용하여 원예부문 연구·지도 사업 투자효과가 어느 시점부터 나타나고 얼마나 지속되는지를 분석하였으며, 아키노-하야미법으로 소비자잉여와 생산자 잉여를 구하여 원예부문 연구·지도 사업 투자의 수익비용률과 평균 내부수익률을 측정하고 고찰하였다.

II. 원예부문의 성장과 연구·지도 사업

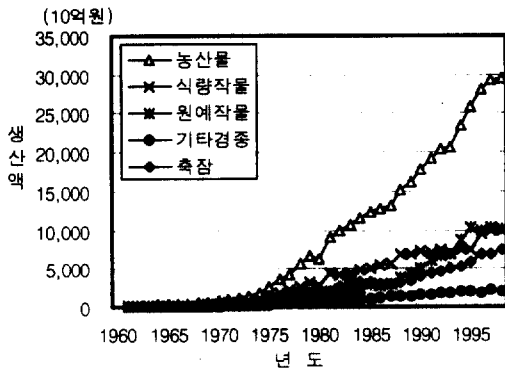
1. 원예부문의 성장추이

우리 나라의 식품 소비구조는 국민소득의 증가와 함께 고급화, 다양화되면서 빠른 속도로 변화하여 원예부문의 성장 동인이 되어 왔다. 주식인 쌀의 1인당 연간 소비량은 1975년의 123.6kg에서 1979년에는 136kg까지 증가하였으나 1998년에는 99.2kg 수준으로 감소하는 반면 원예작물의 소비는 계속 증가하고 있다. 과실류의 1인당 연간 소비량은 1975년의 18.6kg에서 1998년에는 49.2kg으로, 채소류의 1인당 연간 소비량은 1975년의 62.5kg에서 1998년에는 150kg으로 증가하고, 1975년 19원에 불과하던 화훼류의 1인당 소비액이 1998년에는 12,583원으로 증가하고 있다(농림부, 1999:266~307). 원예작물 생산액은 1990년대 중반부터 식량작물의 생산액을 능가할만큼 빠르게 성장하여 농업생산액 성장의 견인차 역할을 하고 있다 <그림 1>. 1965년부터 1998년까지 부문별 농산물 생산액의 성장과 점유비의 변화 <표 1>를 보면 전체 농업 생산액은 78배 성장하였는데 원예작물은 190배 성장하여 기타경종 164배, 축잠 47배, 식량작물 42배보다 크게 성장하였다. 이러한 원예부문의 성장에 품종개발, 품질향상과 토지·노동·자본생산성 향상을 위한 연구와 그 결과의 보급 확산을 위한 지도 사업이 기여하였음은 의심의 여지가 없다.

그러나 1990년대 후반에 원예생산액 성장의 정체경향을 보여주고 있어 수출, 가공 등 새로운 성장동인이 필요하다고 본다.

원예작물 생산액이 농산물 전체 생산액에서 차지하는 비율은 1965년 14.1%에서 1998년에는 34.2%에 달하고 있다. 1965년에는 식량작물 생산액이 전체의 62.3%를 차지하여 농산물 생산액의 대부분을 차지하였고, 그 다음으로 원예작물 14.1%, 축잠 12.1%, 기타경종 11.6%의 순이었으나, 1998년 현재는 원예작물 34.2%, 식량작물 33.5%, 축잠 22.8%, 기타경종 10.5% 순으로 원예작물 생산액의 비중이 식량작물 생산액보다 높아졌다.

원예부문 내의 과수, 채소, 감자, 화훼) 등



<그림 1> 부문별 농산물 생산액 성장추이
자료: 농림부, 각년도, 농림통계연보.

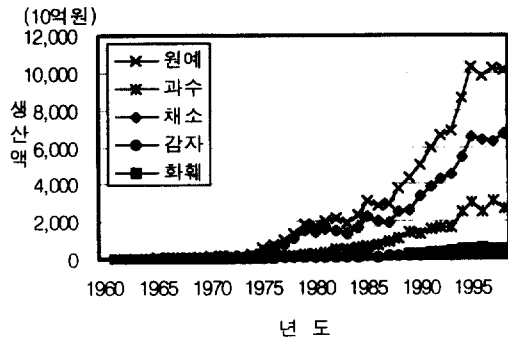
<표 1> 부문별 농산물 생산액 점유율의 변화추이
(단위: 10억원, %)

년 도	농산물	식량작물	원예작물	기타경종	축잠
1965(A)	380 (100.0)	237 (62.3)	53 (14.1)	44 (11.6)	46 (12.1)
1998(B)	29,639 (100.0)	9,927 (33.5)	10,142 (34.2)	2,055 (6.9)	7,515 (25.4)
B/A(배)	78	42	190	47	164

자료: 농림부, 각년도, 농림통계연보.

1) 화훼부문의 통계자료는 1989년부터 따로 분류되어 조사 보고되고 있다.

품목별로 1961년부터 1998년까지 생산액 성장추이 <그림 2> 를 보면 과수 생산액은 1980년대 이후로 크게 성장하였고, 채소 생산액은 1970년대 후반과 1990년대 초반에 크게 성장하였으며, 채소생산액이 원예생산액에서 가장 큰 비중을 차지하고 있음을 알 수 있다. 1965년부터 1998년까지 품목별 원예작물 생산액의 성장과 점유비 변화 <표 2> 를 보면, 과수생산액은 295배 성장하여 채소 186배, 감자 30배보다 크게 성장하였다. 그리고 과수생산액이 원예작물 생산액에서 차지하는 비중은 1965년에 17.1%에 불과하였으나 1998년에는 26.6%로 그 비중이 점점 증가하고 있다. 채소 생산액의 점유비는 1965년에는 물론 1998년에도 원예작물 생산액의 2/3를 차지할만큼 압도적이다. 감자 생산액의 비중은 1965년 15.1%에서 1998년 2.4%로 감소하였고 화훼부문은 아직까지 5% 이내에



<그림 2> 원예부문의 품목별 생산액 성장추이
자료: 농림부, 각년도, 농림통계연보.

<표 2> 원예부문의 품목별 생산액 점유율 변화추이
(단위: 10억원, %)

년 도	원 예	과 수	채 소	감 자	화 훼
1965(A)	53 (100.0)	9 (17.1)	36 (67.8)	8 (15.1)	- 0.0
1998(B)	10,142 (100.0)	2,698 (26.6)	6,721 (66.3)	244 (2.4)	480 (4.7)
B/A(배)	190	295	186	30	

자료: 농림부, 각년도, 농림통계연보.

머물고 있다.

2. 원예부문 성장의 주요 요인

우선 1970년부터 1998년까지 부문별 식부면적 변화 <표 3> 를 보면, 1998년 현재 농산물 전체 및 식량작물의 식부면적은 1970년에 비해 각각 65%, 49% 수준으로 줄었으나, 원예작물의 식부면적은 52% 증가하였다. 이와 함께 농작물 식부면적에서 원예작물 식부면적의 비중은 1970년 11.3%에서 1998년 26.4%로 크게 증가하였다. 1970년대 이후 원예부문 생산액의 성장은 식부면적의 증가에서 우선적으로 그 요인을 찾아볼 수 있다.

원예부문의 식부면적 변화를 품목별로 보면 <표 4> 1998년 현재 과수의 식부면적은 1970년에 비해 약 2.9배로, 채소의 식부면적은 약 1.4배로 증가하였고, 감자의 식부면적

은 43% 수준으로 감소하였다. 과수의 식부면적 점유율은 1970년 16.4%에서 1998년 31.4%로 증가하여 상대적인 비중이 높아졌다. 채소의 식부면적 점유율은 1970년 69.1%에서 1998년 64.4%로 상대적인 비중이 감소하였지만, 채소의 식부면적 비중은 과수에 비해 여전히 2배 정도로 높다. 원예작물 식부면적에서 감자의 식부면적 비중은 1970년 14.5%에서 1998년에는 4.2%로 감소하였다.

한편으로 경지규모별 농가수의 변화를 농가 경영의 규모확대와 관련하여 살펴보았다. 농가수 <표 5> 는 1970년 약 250만 호에서 1995년에는 60% 수준인 150만 호로 감소하였다. 1ha 미만 경지규모의 농가수는 1995년 현재 1970년에 비해 약 절반으로, 1~3ha의 농가수는 2/3의 수준(71.0%)으로 감소되었다. 이에 비해 3ha 이상의 농가수는 약 1.9배(188.9%)로 증가하여 농가경영의 규모화가 진전되었음을 보여준다. 과수를 주작목으로 하는 농가수 <표 6> 는 1970년 약 4.6만 호에서 1995년에는 세 배가 넘는 14만여 호로 증가하였다. 1ha 미만 경지면적의 농가수는 1995년 현재 1970년에 비해 3.4배로, 1~3ha의 농가수는 1995년 현재 1970년에 비해 약 3배로 증가하였고, 3ha 이상의 농가수는 1995년 현재 1970년에 비해 약 2배로 증가하였다. 3ha 이상의 대규모 농가보다는 3ha 미만의 농가수의 증가가 두드러진 특징을 보여주고 있다. 이는 경지규모가 적은 농가들이 과수작목을 도입하여 경영규모의 내연적 확대를 도모하였다고 할 수 있다. 채소를 주작목으로 하는 농가수는 1970년 약 25만 호에서 1995년에는 약 24.7만 호로 변화가 거의 없었다 <표 7>. 1ha 미만 경지면적의 채소농가수는 1995년 현재 1970년에 비해 89.1% 수준으로 감소하였으나, 1~3ha의 농가수는 12.4% 증가하였고, 3ha 이상의 농가수는 약 2.9배(291.8%)로 증가하였다. 전체 농가의 평균적인 규모화 속도에 비해 빠르게 농가경영의 규모화가 이루어지고 있다고 볼 수 있다. 채소의 경우 농가수의

<표 3> 부문별 농산물 식부면적 점유율 변화추이

(단위 : 천ha, %)

년 도	전 체	식량작물	원 예	기 타
1970(A)	3,264 (100.0)	2,652 (81.3)	368 (11.3)	244 (7.5)
1998(B)	2,118 (100.0)	1,309 (61.8)	559 (26.4)	250 (11.8)
B/A(배)	0.65	0.49	1.52	1.03

자료: 농림부, 각년도, 농림통계연보.

<표 4> 원예부문의 품목별 식부면적 점유율 변화추이

(단위: 천ha, %)

년 도	원 예	과 수	채 소	감 자
1970(A)	368 (100.0)	60 (16.4)	254 (69.1)	54 (14.5)
1998(B)	559 (100.0)	176 (31.4)	360 (64.4)	23 (4.2)
B/A(배)	1.52	2.92	1.42	0.43

자료: 농림부, 각년도, 농림통계연보.

변화가 적었음에도 불구하고 경영규모의 외연적 내연적 확대로 식부면적이 증가하여 채소생산액의 성장에 기여하였다고 할 수 있다. 화훼를 주작목으로 하는 농가수는 1995년 현재 1만여 호로 전체 농가수에서 차지하는 비중은 낮은 편이다. 그러나 화훼의 중요성이 부각되고 있으며, 이에 따라 1980년대 후반부터 통계적으로 분류되어 조사되기 시작했다. 화훼를 주작목으로 하는 농가수 <표 8>는 1990년 약 0.6만 호에서 1995년에는 1만여 호로 약 1.6배로 증가하였다. 1ha 미만 경지규모의 농가수는 1995년 현재 1990년에 비해 41.5% 증가하였으며, 1~3ha의 농가수는 약 2.5배로 증가하였고, 3ha 이상의 농가수는 약 2.9배(293.8%)로 증가하여 가장 높은 증가율을 보였다. 이를 볼 때 화훼농가의 신규진입이 두드러지고 경지규모에 있어서도 다른 작목에 비해 상대적으로 빠르게 경영의 규모화

가 이루어지고 있다고 볼 수 있다.

우리 농업의 토지 희소성으로 인하여 기술개발이나 기술혁신은 주로 단위면적당 수량을 증가시키는 데 중점을 두어 왔다. 단위면적당 수량의 증가는 사회경제적 환경과 기후 등에 영향을 받는 다면적인 특징을 가지고 있으나 대부분이 기술혁신에 의해 성취되는 것으로 알려져 있다. 과수작목의 단위면적당 수량 변화 <표 9>를 보면, 1960년대에 비해 1990년대에 사과는 1.4배, 배는 1.9배, 감은 1.2배, 포도 1.8배, 복숭아 2.0배, 감귤은 무려 9.8배로 증가하였다. 채소의 경우 <표 10> 오이는 1990년대에 1960년대 대비 2.6배 이상으로 증가하였고, 수박과 참외도 각각 1.52배, 1.78배로 증가한 것으로 나타났으며, 감자는 2.2배로 증가하였다. 집중적인 기술개발과 보급이 이루어져 왔다고 평가되는 쌀의 단위면적당 수량이 1965년 289kg/10a에서

<표 5> 경지규모별 전체 농가수의 변화

(단위: 천호, %)

구분	1ha미만	1~3ha	3ha이상	계
1970(A)	1,683 (67.8)	763 (30.7)	37 (1.5)	2,483 (100.0)
1995(B)	889 (59.2)	541 (36.1)	70 (4.7)	1,501 (100.0)
B/A(%)	52.8	71.0	188.9	

자료: 농림부, 각년도, 농업총조사.

<표 6> 경지규모별 과수 주작목 농가수의 변화

(단위: 호, %)

구분	1ha미만	1~3ha	3ha이상	계
1970(A)	22,308 (48.7)	20,427 (44.6)	3,086 (6.7)	45,821 (100.0)
1995(B)	76,314 (53.1)	61,196 (42.6)	6,090 (4.2)	143,600 (100.0)
B/A(%)	342.1	299.6	197.3	313.4

자료: 농림부, 각년도, 농업총조사.

<표 7> 경지규모별 채소 주작목 농가수의 변화

(단위: 호, %)

구분	1ha미만	1~3ha	3ha이상	계
1970(A)	176,670 (70.1)	72,717 (28.9)	2,588 (1.0)	251,975 (100.0)
1995(B)	157,375 (63.8)	81,746 (33.1)	7,527 (3.1)	246,648 (100.0)
B/A(%)	89.1	112.4	290.8	97.9

자료: 농림부, 각년도, 농업총조사.

<표 8> 경지규모별 화훼 주작목 농가수의 변화

(단위: 호, %)

구분	1ha미만	1~3ha	3ha이상	계
1990(A)	5,498 (85.9)	793 (12.4)	113 (1.8)	6,404 (100.0)
1995(B)	7,781 (77.3)	1,949 (19.4)	332 (3.3)	10,062 (100.0)
B/A(%)	141.5	245.8	293.8	157.1

자료: 농림부, 각년도, 농업총조사.

1998년 482kg/10a로 67% 증가한 데 비해 손색이 없는 생산성 향상과 기술변화가 원예부문에서도 일어났음을 알 수 있다.

또한 1970년대 말과 1998년의 주요 원예작물의 단위면적당 노동투하시간을 비교해 보면 20여년간 재배방법 개선이 크게 이루어졌음을 확인할 수 있다 <표 11>. 감귤의 단위면적당 노동투하시간은 1979년부터 1988년까지 74.6%나 감소하였고 그외의 과수작물, 감자, 노지채소의 노동투하시간도 크게 감소하였다. 단위면적당 노동투하시간의 감소는 경영주 부부가 경영할 수 있는 재배면적규모가 확대될 수 있다는 점과 동일한 재배면적규모에서 고용노동력을 감축하고 가족노동력으로 경영함으로써 소득율을 높일 수 있다는 점에서 농가경영적 의미가 있다. 시설오이와 시설토마토의 단위면적당 노동투하시간은 1979년부터 1998년까지 각각 206.2%, 103.8% 증가하였는데, 10a당 수량이 시설오이(반축성)는 1,558kg에서 9,725kg으로 6.2배로, 시설토마토(반축성)는 1,864kg에서 7,623kg으로 4.1배로 크게 증가하였기 때문이다. 이는 농가의 필요소득을 적은 규모의 재배면적에서도 확보할 수 있다는 점에서 농가경영적 의미가 크다.

그리고 시설재배기술 보급이 확대되었는데, 특히 채소작물의 생산성 증가는 시설재배기술의 확대보급에서도 주요 요인을 찾아볼 수 있다. 1998년도 시설작물 재배면적을 보면 채소가 대부분을 차지하는데 <표 12>, 채소작물은 시설재배를 통해서 가격조건이 좋은 단경기 출하를 겨냥하기가 적합하고, 연간 다기작이 가능하기 때문에 채소농가들이 시설재배를 통해 내연적 규모확대를 진전시켜 왔다. 채소생산에서 시설채소 생산이 차지하는 비율 <그림 9>은 해가 갈수록 높아지고 있다. 또한 1990년대에 들어와서 채소재배면적 중 시설채소 면적의 점유율보다 채소생산량 중 시설채소 생산량의 점유율이 빠르게 증가하고 있다. 이는 점차로 시설재배에 적합한 작목선택이 이루어지기 시작한 것으로 해석되고, 1960년대의 터널재배, 1970년대의 목제 또는 축제하우스재배, 1980년대의 파이프하우스재배, 1990년대의 철골하우스재배로 발전하면서 시설재배기술이 안정되어 가고 있다고 사료된다. 수박, 오이, 참외 등 주요 시설과채류의 연대별 평균 수량을 노지채소와 비교하여 보면 <표 13> 1990년대의 시설과채류 수량이 1980년대에 비해 크

<표 9> 연대별 주요 과수작물의 단위면적당 수량 변화

(단위: kg/10a)

년 대	사 과	배	감	포 도	복숭아	감 귤
1960년대(A)	933	732	653	615	593	261
1990년대(B)	1,322	1,391	767	1,127	1,169	2,557
B/A(배)	1.42	1.90	1.17	1.83	1.97	9.79

자료: 농림부, 각년도, 농림통계연보.

<표 10> 연대별 주요 채소작물의 단위면적당 수량 변화

(단위: kg/10a)

년 대	오 이	수 박	참 외	고 추	감 자
1960년대(A)	1,019	1,415	969	235	1,009
1990년대(B)	2,676	2,148	1,728	222	2,217
B/A(배)	2.63	1.52	1.78	0.94	2.20

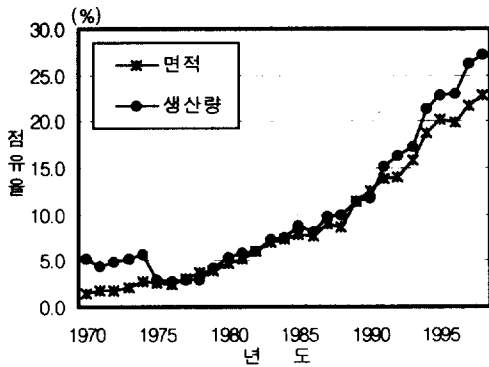
자료: 농림부, 각년도, 농림통계연보.

〈표 11〉 주요 원예작물의 단위면적당 노동 투하시간 비교, 1979:1998

(단위: 시간/10a)

작 목	1979(A)	1998(B)	증감율(%)
사 과	512.6	234.2	-54.3
배	518.4	289.7	-44.1
감 꺾	541.0	137.6	-74.6
가 을 감 자	139.3	93.6	-32.8
노 지 수 박	289.0	154.5	-46.5
노 지 참 외	305.0	236.1	-22.6
가 을 무	148.4	85.5	-42.4
가 을 배 추	179.7	105.7	-41.2
시 설 오 이	227.1	695.3	206.2
시 설 토 마 토	294.1	599.4	103.8

자료: 농촌진흥청, 1979:1998.



〈그림 3〉 전체 채소생산 중 시설채소 점유율 변동추이

자료: 농림부 채소특작과, 1999. '98 채소생산실적.

계 증가하여 재배기술이 안정되어 가고 있음을 확인할 수 있다. 또한 노지채소에 비하여 시설채소의 수량이 높는데 이것은 높은 수취가격을 겨냥하여 시설재배할 때에도 수량이 오히려 증가하는 작물이 시설재배의 경영지속 가능성이 높음을 시사한다.

따라서 1960년대 이후 원예부문 생산액의 성장 요인은 농가수의 증가와 경영규모의 확대에 의한 식부면적 증가에서 볼 수 있고,

〈표 12〉 작목별 시설재배면적, 1999 (단위: ha, %)

작 목	면적(ha)	구성비(%)
배 추	6,112	6.4
시 금 치	3,894	4.1
상 추	4,694	4.9
수 박	19,189	20.2
참 외	9,365	9.9
오 이	5,722	6.0
호 박	3,271	3.4
토 마 토	3,833	4.0
딸 기	5,953	6.3
무	5,338	5.6
고 추	4,808	5.1
화 채	4,789	5.0
기 타	17,180	18.1
계	94,968	100.0

자료: 농림부, 1999, 농림통계연보.

〈표 13〉 연대별 주요 시설채소작목의 단위 면적당 수량

(단위: kg/10a)

연대	오 이			토마토		
	노지	시설	대비	노지	시설	대비
1970	1,543	3,112	202	2,048	3,000	147
1980	2,277	3,242	142	2,959	3,191	108
1990	2,676	4,710	176	3,269	4,568	140

자료: 농림부 채소특작과, 1999, '98 채소생산실적.

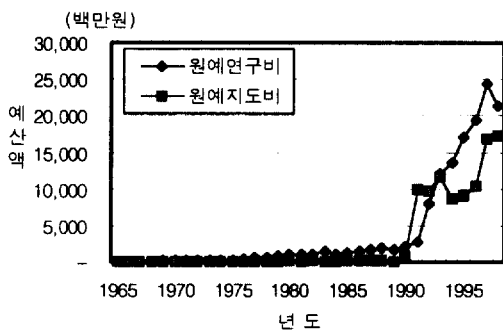
품종개발 및 재배방법 개선 등의 기술혁신에 의한 생산성 증가에서 핵심적인 요인을 찾아볼 수 있다.

3. 연구 및 지도 사업비 변화

1965년부터 1998년까지 연도별 원예부문 연구 및 지도 사업비를 도시하면 〈그림 4〉와 같다. 연구사업비는 인건비 등을 제외한

주요 사업비 예산으로 토양, 농약, 농기계, 농업경영 등의 기초연구를 제외한 순수 원예 연구사업비로서 인건비와 일반관리비를 제외한 주요사업비이다. 지도사업비는 일선 농업 기술센터에서 원예부문 지도사업에 사용되는 보조금 예산으로 국비와 지방비를 합산한 것으로 지방 자체사업 예산과 농촌진흥청에서 자체 집행되는 예산은 포함되지 않았다. 원예부문 연구 및 지도사업비 변화추이 <그림 4> 를 보면 1990년부터 초에 사업비가 급격

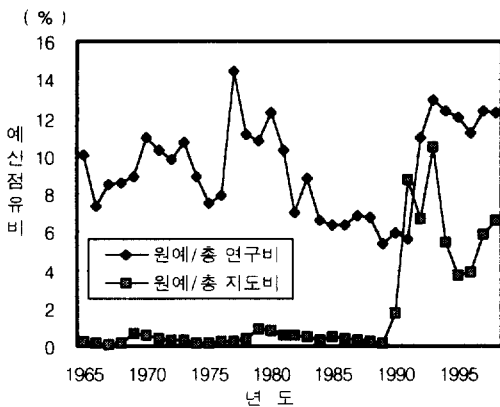
히 증가하고 있다. 1989년 우리나라가 GATT의 국제수지보호조항을 졸업하게 되어 그 때까지 국제수지 적자를 이유로 제한하고 있던 농림수산물에 단계적으로 개방하게 됨에 따라 원예부문이 각광을 받기 시작하였고, 따라서 예산의 배분도 크게 증가하였다고 사료된다. 연구사업 예산은 1969년 1억을 넘어섰고 1980년에 10억, 1993년에 100억, 1997년에 200억을 넘는 등 기복은 있으나 꾸준히 증가하여 왔으나, 지도사업 예산은 1979년에야 1억을 넘어섰고 이후 1989년까지 0.9~2억 수준에서 정체되었다가 1990년에 8억, 1991년에는 단숨에 98억까지 증가하였고 1998년에 170억 수준까지 증가하였다.



<그림 4> 원예부문 연구 및 지도사업비 변화 추이

자료: 농촌진흥청, 각년도, 예산내역서.

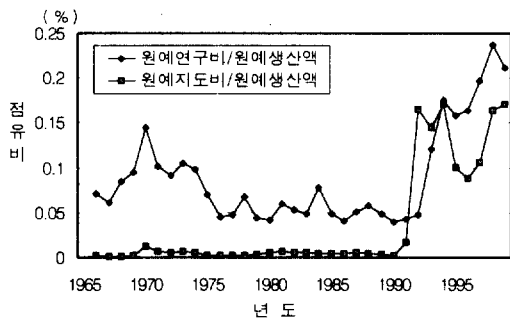
농업연구사업비 중 원예부문 연구사업비가 차지하는 비율은 1965~1998년까지 5~15% 범위에 분포하고 있다. 1970년대 말 1980년대 초에는 10%를 넘었으며, 1980년대 후반에 계속 감소하다가 1990년대에 들어와서 12% 전후 수준을 유지하고 있다. 농촌지도사업비 가운데 원예부문 지도사업비가 차지하는 비율은 1989년까지는 1%에도 미치지 않았다. 1990년대에 들어와서 1%를 넘어서고, 한때 10%를 넘기도 하였으나 최근에는 5% 전후를 유지하고 있다 <그림 5>.



<그림 5> 농업연구사업비 중 원예부문 연구사업비의 점유비 변화추이 및 농촌지도사업비 중 원예부문 지도사업비의 점유비 변화추이

자료: 농촌진흥청, 각년도, 예산내역서 및 농촌지도사업보고서.

원예생산액 대비 연구 및 지도 사업비 비율을 보면 <그림 6>, 1965~1998년까지 연구



<그림 6> 원예생산액 대비 연구 및 지도 사업비 변화추이

자료: 농림부, 각년도, 농림통계년보; 농촌진흥청, 각년도, 예산내역서.

사업비는 대체로 원예생산액의 0.05% 이상을 유지하였는데, 0.25%를 넘어선 적은 한 번도 없었다. 지도사업비는 1989년까지는 1969년도 1년을 제외하면 모두 0.01% 미만이었고 대체로 0.005% 수준이었다. 1990년대에는 대체로 0.1% 이상을 유지하고 있다.

III. 원예부문 연구 및 지도 사업의 투자효과 분석

1. 분석모형의 설정

가. VAR모형²⁾의 설정

한 개의 변수를 가진 변수벡터 y_t 에 대한 일반적인 다중 시계열 계량모형은 다음과 같이 표현된다.

$$By_t = \sum_{i=1}^p B_i y_{t-i} + Au_t \quad (1)$$

u_t 는 계열비상관의 직교오차항의 벡터로서, 항등공분산행렬인 $E(u_t u_t')=I$ 을 가진다. $A, B, B_i(i=1,2,3,\dots,p)$ 들은 측정될 매개변인 행렬이고, 변수벡터 y 는 g 개의 독립된 내생변수로 이루어져 있다. A 와 B 행렬들은 내생변수들 간의 공시작용을 나타내고, B_i 행렬들은 시스템의 동적구조를 나타낸다.

측정의 관건은 이 동적 구조를 나타내는 매개변인에 대한 제한을 최소화하면서 현시작용을 나타내는 매개변인 A, B 를 측정하기 위해서 식별제약조건들을 어떻게 사용하느냐에 있다. 그런 다음 측정된 모형을 이용하여 연구 및 지도 사업 투자가 원예부문 생산액에 어떻게 영향을 미치는가와 시스템에 있는 다른 내생변수들이 서로 어떻게 영향을 미치는가를 추적해 낸다.

구조방정식 (1)의 유도방정식은 다음과 같

2) VAR모형에 의한 투자효과 분석에 대하여는 최민호·최영찬(1995)이 상세하게 논의하고 있다.

이 나타내어진다.

$$y_t = \sum_{i=1}^p C_i y_{t-i} + v_t \quad (2)$$

여기서 $C_i = B^{-1}B_i, v_t = B^{-1}Au_t$, 그리고 $E(v_t v_t') = B^{-1}AA'B^{-1}$ 이다. 따라서 유도식 (2)에서 측정된 매개변수 C_i , 공분산행렬 v_t 들을 가지고 구조식 (4.1)의 매개변수 A, B, B_i 를 모두 구할 수가 없기 때문에 구조식 (1)은 과소식별 상태에 있게 된다(Cooley and Leroy, 1985). VAR 분석시 이 문제를 해결하는 한 가지 방법은 매개변수 벡터 A 가 대각행렬이고, 매개변수 벡터 B 가 단위대각을 가지는 저삼각행렬이라고 가정하는 표준화를 취하는 것인데, 이 경우 시스템은 오차벡터 v_t 의 각 요소들이 공식적으로 후치변수들에만 영향을 주고 전치변수들에는 영향을 주지 않는 축차구조를 이루게 된다. 이 경우 구조식의 식별은 축차순서를 선택하는 방식을 취하게 된다(Sims, 1980; Orden, 1986). 또 다른 식별의 방법은 시스템의 변수들 간에 상호작용을 공식적으로 허용하도록 A 와 B 의 매개변수를 제약시키는 것이다(Sims, 1986; Bernanke, 1986; Orden and Fackler, 1988). 이 연구에서는 연구 및 지도사업 투자효과가 최소 몇 년의 시차를 두고 나타난다는 점을 고려하여 축차구조의 표준화를 사용하였다.

나. 충격반응함수

원예부문 연구·지도사업의 투자효과가 어느 시점부터 나타나 얼마나 지속되는지를 파악하기 위해서는 VAR모형의 충격반응함수를 이용하였다. 충격반응함수는 통상 VAR모형체계의 이동평균함수로 정의된다. 식 (2)를 후방연산자³⁾를 이용해 다시 정리하면 아래

3) 후방연산자 $A(L)$ 은 다음과 같이 정의된다.

$$A(L) = 1 + b_1L + b_2L^2 + \dots + b_pL^p + \dots + b_pL^p$$

(단 $L^i y_t = y_{t-i}$)

와 같다

$$A(L) y_t = v_t \quad (3)$$

위 식을 이동평균함수형태로 전환하면 아래와 같다.

$$y_t = A(L)^{-1} v_t \\ = C(L) v_t \quad (4)$$

이때 v_{1t} 와 v_{2t} 는 상관관계를 가질 가능성이 있다. 이를 제거하기 위해서 행렬분해법을 활용하면 식 (4)는 아래와 같다.

$$y_t = C(L)G^{-1}Gv_t \quad (5)$$

즉, G행렬을 이용하여 원행렬을 분해하되 Gv_t 를 공분산 행렬이 대각행렬이 되도록 유도하는 것이다.

식 (5)를 다시 쓰면 아래와 같다.

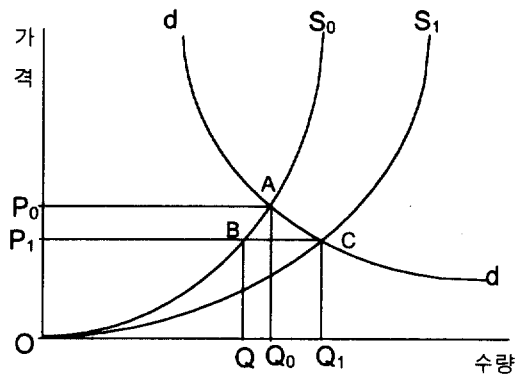
$$y_t = D(L)W_t \\ = \sum_{s=0}^{\infty} D_s W_{t-s} \quad (6)$$

여기서

$D(L) = C(L)G^{-1}$, $W_t = Gv_t$, D_s 는 이동평균매개변수의 (g×g)행렬로, 특정변수의 충격에 대한 효과를 나타낸다. 예를 들어 D_s 의 i 열, j 행(D_s^{ij})은 변수 y_i 의 단위충격에 대한 s 기간 이후의 y_j 의 반응을 나타낸다(Judge et al., 1985). 이와 같은 충격반응함수를 이용해 원예부문 연구·지도사업 투자자의 충격에 대한 장기간의 원예부문생산의 반응을 파악할 수 있다.

다. 원예부문 연구 및 지도사업의 투자수익률 측정방법

원예부문 연구 및 지도사업의 투자수익률의 측정을 위하여 <그림 7> 과 같이 투자자 시장에 미치는 효과모형을 설정하였다. 수요함수 dd 와 공급함수 S_0 가 교차하는 점 A에서 시장의 균형이 이루어져 가격 P_0 와 소비량 Q_0 가 주어졌을 때, 연구·지도사업 투자로 인한 생산성의 증가는 시장에서 공급함수 S_0 가 S_1 만큼 이동한 것을 나타낸다. 새로운 균



<그림7> 원예부문 연구 및 지도사업 투자가 원예농산물시장에 미치는 효과모형
자료: Norton and Davis, 1980.

형점 C가 형성되어, 가격은 P_0 에서 P_1 으로 하락하고, 소비량은 Q_0 에서 Q_1 만큼 늘어나게 된다. 이때 소비자는 가격하락과 소비량 증가로 발생하는 소비자 잉여 증가(P_0ACP_1)를 가지게 되고, 생산자는 가격하락과 판매량의 증가로 인한 생산자 잉여의 변화($BOC-P_0ABP_1$)를 가지게 된다. 따라서 총 사회적 잉여의 변화는 면적 AOC로 표시된다(Akino and Hayami, 1975). 아키노-하야미법에서 소비자 잉여와 생산자 잉여를 계산하는 공식은 각각

$$\text{소비자잉여} = \frac{P_1 Q_1 [k(1+\gamma)]^2}{2(\gamma+\eta)} \\ + \frac{P_1 Q_1 k(1+\gamma)}{(\gamma+\eta)} \left[1 - \frac{k(1+\gamma)^\eta}{2(\gamma+\eta)} - \frac{k(1+\gamma)}{2} \right]$$

$$\text{생산자잉여} = kP_1 Q_1 - \frac{P_1 Q_1 k(1+\gamma)}{(\gamma+\eta)} \left[1 - \frac{k(1+\gamma)\eta}{2(\gamma+\eta)} - \frac{k(1+\gamma)}{2} \right]$$

이 되고, 이때 P_1 은 변화한 가격, Q_1 은 변화한 생산량, η 는 수요탄력성계수, γ 는 공급탄력성계수, k 는 생산함수의 이동률을 나타낸다. 여기서 생산함수의 이동률(k)이 투자효과를 결정하는 중요한 요인이 되는데, VAR모형에서의 이동률 k 는 이동평균모형식으로 전

환된 식 (6)에서 연구·지도사업 투자변수에 대한 생산량변수의 반응을 나타내는 D_t 의 관련 행, 열로 나타나게 된다.

그러나 여기서 주의할 점은 특정시점 t 에서 원예부문 연구·지도사업 투자비를 1% 증가시켰을 때 일어나는 반응을 보기 위해서는 식 (1)에서 u_t 를 실제 원예부문 연구·지도사업 투자비의 백분율로 치환하거나 자연대수를 취해야 한다. 그런 후 이동평균전환을 통하여 측정된 생산함수의 이동을 k 를 이용하여 주어진 수요, 공급탄력성 하에서 새로운 연구·지도사업 투자충격에 대한 충격 후 매기간 동안의 소비자 잉여의 증가치와 생산자 잉여의 증가치를 아키노-하야미법에 의해 산출할 수 있다.

소비자 잉여와 생산자 잉여를 합하면 총 사회적 잉여가 되고, 총 사회적 잉여를 당해 년도의 사업투자비로 나누어 매 년도의 수익비용률(B/C Ratio)을 계산할 수 있다. 이와 같이 연구 및 지도사업 투자에 따른 수익이 측정하고 나면, 다음과 같은 식에 의해 원예부문 연구·지도사업 투자에 대한 내부투자 수익율을 계산할 수 있다.

$$\sum_{t=0}^T \frac{R_t - C_t}{(1 + IRR)^t} = 0 \quad (7)$$

여기서, R_t 는 원예부문 연구·지도사업 투자의 투자충격 후 매 기간 동안의 사회적 잉여를 나타내며, 이는 매 기간 동안의 소비자 잉여와 생산자 잉여의 증가치를 합한 양이 된다. C_t 는 매 기간 동안의 연구·지도사업 투자예산 비용을 나타내며, 내부수익률은 매 기간 동안의 연구·지도사업 투자비와 현재 가치로 합산된 사회적 잉여와의 차이를 영으로 만드는 할인율이다.

2. 분석결과 및 고찰

가. VAR 측정

VAR 측정, 즉 유도방정식 (2)를 측정하기

위해서 설정된 변수는 원예부문 연구사업 투자(R_t), 원예부문 지도사업 투자(E_t), 원예부문 총 생산액(Q_t), 원예부문 농산물가격(P_t) 등이다. R_t 와 E_t 는 원예부문 연구와 지도 사업비 예산을 GNP 디플레이터를 이용하여 1995년 불변가격으로 환산하여 사용하였다. Q_t 는 원예부문 생산액을 채소·과일·화훼 등 원예부문 농가판매가격지수를 사용하여 1995년 불변가격으로 환산하여 사용하였고, P_t 는 원예부문 농가판매가격지수(1995=100)를 사용하였다(농림부, 각년도, 농림통계연보).

변수들에 대한 사전분석 결과 E_t 에서는 1990년과 1991년, R_t 에서는 1992년에 극단적인 변화가 일어났다. 이는 원예부문 연구와 지도에 대한 투자가 강화되는 구조적 변화를 겪었음을 보여주는데, 이러한 사항을 반영하기 위해서 D_{90} , D_{91} , D_{92} 의 모의변수를 도입하였다. R_t , E_t , Q_t , P_t 등 네 개의 변수 모두 자연대수를 취하여, 시계열분석시 분산을 안정화하였다.

설정된 변수들의 유의성을 공분산/상관관계 매트릭스로 분석한 결과 E_t 와 Q_t 의 상관계수가 -0.1307로 지도사업이 생산에 미치는 영향이 통계적으로 유의하지 않았다. 이는 원예부문 지도사업 투자의 경우에는 1990년까지 전체 지도사업 예산에서 차지하는 비율이 1%에도 훨씬 미치지 못하여 왔고 금액 기준으로 1980년대조차도 1억원을 약간 상회하는 수준에 머물러 왔기 때문에 투자변수로 사용할 수 없는 것으로 추정되었다. 따라서 최종적인 분석에서는 지도사업 투자(E_t)는 제외하여 분석되었으며, 이에 따라 세 개의 내생변수 R_t , Q_t , P_t 와 모의변수 D_{92} 가 변수로 선택되었다.

세 개의 내생변수 R_t , Q_t , P_t 를 체계로 하는 유도방정식 (2)를 측정하기 전에 먼저 시차 길이를 설정하기 위하여 Sims의 우도비율검정이 사용되었다. 5%의 유의수준에서 1개, 2개, 3개의 시차길이에 대해서는 각각 시차 길이가 기각되었으나, 4개의 시차길이에 대해

서는 3개의 시차길이가 기각되지 않았다(검정치 9.93, 확률 .355). 따라서 유도방정식의 시차길이는 3개로 결정되었다.

〈표 14〉 VAR 측정결과

종속변수 \ 독립변수	Q _t	R _t	P _t
상수	0.14 (0.19)	-4.42** (-4.15)	1.34 (1.19)
Q _{t-1}	0.94** (4.32)	-0.19 (-0.60)	0.62 (1.92)
Q _{t-2}	-0.14 (-0.54)	1.12** (3.03)	-0.49 (-1.27)
Q _{t-3}	0.12 (0.79)	-0.22 (-0.98)	-0.31 (-1.32)
R _{t-1}	-0.26* (-2.65)	0.18 (1.28)	0.38* (2.54)
R _{t-2}	0.19 (1.48)	0.04 (0.23)	-0.19 (-0.99)
R _{t-3}	-0.03 (-0.31)	0.13 (0.92)	-0.08 (-0.53)
P _{t-1}	0.44** (3.42)	-0.04 (-0.22)	1.16** (5.93)
P _{t-2}	-0.51 (-2.29)	0.51 (1.62)	-0.73* (-2.22)
P _{t-3}	0.14 (0.84)	-0.71** (-3.05)	0.56* (2.31)
D92	0.17 (1.53)	0.98** (6.29)	-0.13 (-0.82)
R ²	.984	.983	.987

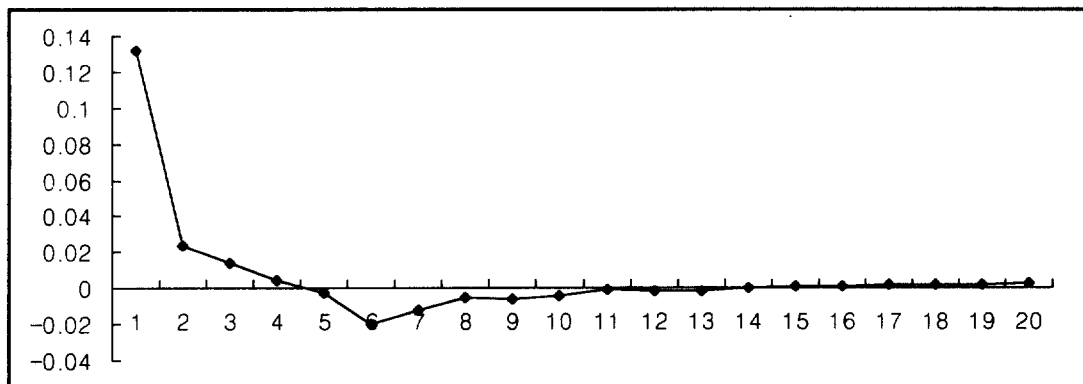
주 : ** p < .01. * p < .05.

VAR 측정결과는 〈표 14〉에 나타난 것처럼 대부분의 매개변수들이 유의하지 않음에도 불구하고 변수간의 자기상관구조를 잘 나타내어 주고 있다(R²가 모두 .9 이상). 매개변수들의 유의성을 놓고 볼 때 변수들간의 동적작용이 별로 없음을 보여주고 있다. 하지만, 매개변수의 t값은 매개변수가 각 변수의 주어진 과거치를 전제로 시간이 지남에 따라 전개되는 방식을 설명하는 정도를 나타내는 것으로, 그 자체로는 어떤 변수에 충격이 주어졌을 때 다른 변수가 반응하는 정도를 설명하지는 못한다. 왜냐하면, VAR식에서는 어떤 변수의 충격에 대한 특정변수의 반응은 직접적인 반응과 간접적인 반응으로 나타나기 때문이다(Orden, 1986).

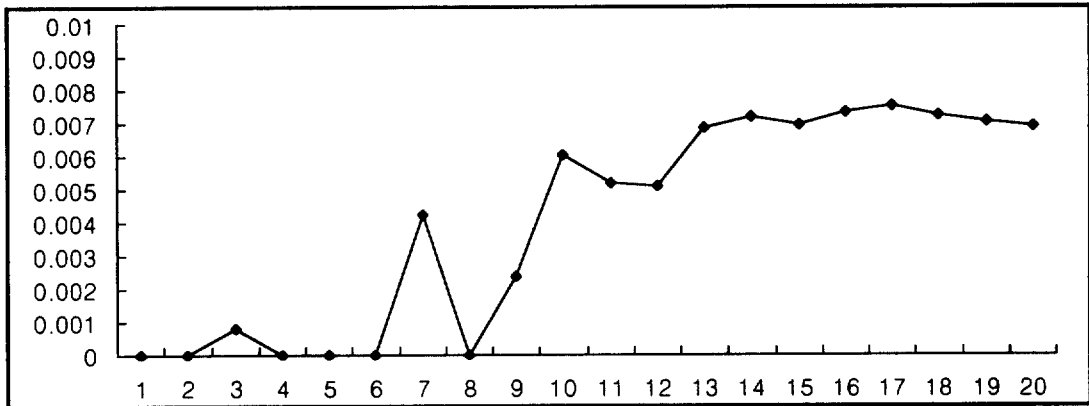
나. 충격반응의 크기

충격반응은 이동평균모형식 (6)의 매개변수 D_s의 각 요소로 나타난다. 이들 매개변수들이 특정충격에 대한 변수들의 반응을 나타내는데, 본 연구에서 원예부문 연구사업 투자충격이 연구사업 투자와 생산에 대한 반응을 분석한 결과로서 시차별 충격반응의 크기들을 〈그림 8과 9〉에 나타내었다.

원예부문 연구투자의 충격에 대해서 원예부문 연구 투자의 반응은 약 4년간 지속되는



〈그림 8〉 원예부문의 연구사업 투자충격에 대한 연구사업 투자의 반응 분석결과



〈그림 9〉 원예부문 연구사업 투자충격에 대한 원예농산물 생산의 반응 분석결과

〈표 15〉 농업연구 및 지도사업 투자효과의 시차기간 비교

연구자	국가	분석대상	시차분포추정방법	시차선택기준	시차기간(년)
Evenson(1980)	미국	농업총생산	Jogenson Rational lag Invert V method	R ²	11~13
Lu et al(1979)	미국	농업총생산	Almon's distributed lag	SE, R ²	13
White & Halvick(1982)	미국	농업총생산	Almon's distributed lag	SE, R ²	14
Nagy(1982)	파키스탄	밀, 옥수수	Stock		
	스탄		Almon's distributed lag	시차가정	8~12
Park(1986)	한국	미 곡	Stock	시차가정	5~8
김은순(1986)	한국	농업총생산	Stock	시차가정	7
서동균(1987)	한국	미 곡	Almon's distributed lag	SE	9
				R ²	8
서동균(1992)	한국	농업총생산	Almon's distributed lag	SE	9
최민호·최영찬(1995) 연구	한국	농업총생산	이동평균매개변수	측정의 크기	20
지도					4
본 연구	한국	원예생산	이동평균매개변수	측정의 크기	20

자료: 최민호·최영찬, 1995.

데 그 크기는 해가 갈수록 감소하는 추세이다 〈그림 8〉. 이는 연구과제들의 평균수명이 약 4년 정도 되는 것을 의미한다. 이를 우리나라 농업 전체의 연구 투자충격에 대한 반응(최민호·최영찬, 1995)과 비교하여 보면, 연구사업에 대한 연구사업의 투자 충격반응은 농업 전체에서도 약 4년간 지속되는 것으로 나타나 본 연구와 동일한 결과를 보였다.

원예부문 연구사업 투자충격에 대한 원예부문 생산의 반응은 약 7년 후부터 증가하기 시작하여 17년 후에 최대반응을 보이고 그

뒤로는 감소하는 추세이다 〈그림 9〉. 이는 원예부문 연구결과가 생산에 가시적인 영향을 미칠 때까지 약 7년의 시간차를 보이고, 원예부문 연구투자가 원예 생산에 대해 약 20여년 이상 지속적으로 영향을 준다는 것을 의미한다. 농업부문 전체의 경우 연구사업 투자충격에 대한 생산의 반응이 4년 후부터 20여년 후까지 지속적으로 나타내는 데(최민호·최영찬, 1995) 비해, 본 연구에서의 원예부문의 생산에 대한 연구 투자충격은 농업 전체의 4년 후에 비해 3년 더 늦은 7년 후부

터 약 20년 후까지 지속적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 원예부문의 연구과제들의 평균수명은 농업 전체와 비슷하지만, 원예부문 연구결과가 생산에 미치는 영향은 농업 전체에 비해서 3년 정도 늦게 나타나고 있음을 알 수 있다.

연구사업 투자와 생산에 대한 효과간의 시차에 대한 선행연구와 비교하여 보면 <표 15>, 본 연구에서의 원예부문 연구 투자충격에 대한 원예생산의 최대반응 기간인 17년 후를 기준으로 볼 때 선행연구들의 일반 농업 전체 또는 단년생작물인 식량작물(미곡, 밀, 옥수수)의 연구반응 기간인 9년(최민호·최영찬, 1995을 제외할 때 5~13년)에 비해 시차효과가 더 오래 지속된다는 것을 보여주고 있다.

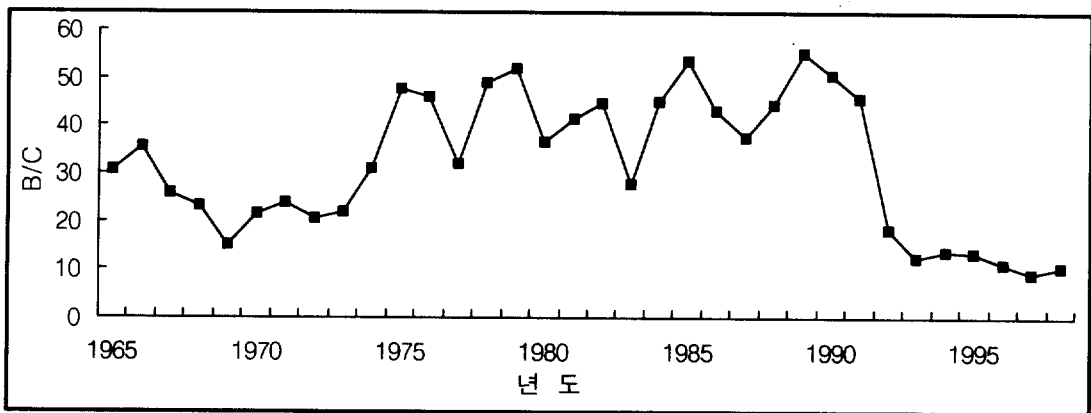
다. 원예부문 연구 및 지도사업의 투자 수익

아키노-하야미법에 의해 사업 투자효과를 계산하는 데 필요한 수요탄력성계수와 공급탄력성계수는 선행연구(최양부 외, 1993; 오치주·이철현, 1994; 허신행·김병률; 이정환·조덕래·조재환, 1989)의 품목별 탄력성계수에 각 품목의 농림업생산지수 가중치를 적용하여 가중평균 계산한 수요탄력성계수 η

= .52, 공급탄력성계수 $\gamma = .32$ 를 사용하였다.

연구사업 충격에 대한 농업생산의 반응이 충격 후 7년부터 20년까지 미치는 것을 고려하여, 반응기간 동안의 매 년도 충격반응을 충격 이후 7년부터 20년까지의 매 년도 생산함수의 이동률 k 로 보아, 아키노-하야미법에 의해 측정된 투자충격 이후 각 년도별 소비자 잉여를 현재가치로 할인하여 합계하였고, 같은 방법으로 생산자 잉여를 구하였고, 소비자 잉여와 생산자 잉여의 합계인 사회적 잉여를 구하였다. 원예부문 연구사업 투자의 사회적 수익은 소비자 잉여가 생산자 잉여보다 큰 것으로 나타나고 있어 연구사업 혜택의 대부분이 생산자보다는 소비자에게 더 많이 이전되었다(강경하, 2000). 생산자를 위한 정책적 지원이 강화되어야 함을 시사한다.

그리고 사회적 잉여를 현 시점의 연구투자비로 나눈 수익비용률(B/C)은 1965년부터 1998년까지 기간에 9.2~55.0 수준으로 원예부문의 연구사업 투자효과가 매우 크다는 것을 보여주었다 <그림 10>. 1960년대 중반부터 1970년대 전반까지는 15.0~35.4 수준이었고, 1970년대 중반부터 1990년대 초반까지는 27.8~55.0으로 크게 높아졌는데 1970년대 이후 국민의 소득증가에 따라 식품소비패턴이 고급화, 다양화하면서 채소, 과일 소비가 증



<그림 10> 원예부문 연구사업 투자에 대한 사회적 수익 분석결과

가하는 데 대응하여 원예부문 연구사업이 품종개발, 재배방법 개선 등으로 생산증가에 크게 기여하여 사회적 잉여를 증대시켰다. 다만 1990년대 초부터 해가 지날수록 감소하는 추세에 있는 것으로 나타나고 있어 연구사업 투자효과 증대를 위한 대책이 필요함을 시사한다. 1990년대 후반에 와서는 원예생산액이 정체되는 양상을 보이고 있는데, 이는 원예농산물에 대한 국내수요 증가의 여지가 축소되었음을 시사하는 바 원예농산물 수출 및 가공 등 성장의 새로운 동인을 개척해야 할 것이다. 국가간 농산물 수출입관계를 안정화하는 데는 오랜 기간이 소요되고 일단 수출입관계가 안정화되면 쉽게 흔들리지 않는다는 사실이 경험적으로 입증되고 있다. 스페인 감귤의 영국 수출, 이태리 사과와 배의 독일 수출 등이 좋은 예이다. 네덜란드가 독일 채소시장의 점유율 1/3을 굳건히 유지하는 것은 20세기 초반 수십년 동안 농가와 연구·지도·정책기관이 경쟁 우위 확보를 위해 피나는 노력을 경주하였던 결과이다(헌톤, 1991). 주로 곡물무역에서 발생하는 우리나라 농산물 무역적자 50억불 수준을 원예농산물 수출로 균형을 달성하는 야심찬 목표의

설정과 도전은 원예부문의 중요한 성장동인이 될 것이다.

원예부문 연구사업의 투자충격 이후 20년간의 생산반응 기간 동안 또 다른 충격이 없는 경우의 내부투자수익률을 계산하기 위해서 총 생산액과 연구예산을 1995년 불변가격으로 환산하여 이의 평균치를 구하였다. 왜냐하면 각 년도마다의 사업예산의 차이가 있으므로 평균예산을 사용하지 않는 경우 첫째 충격의 효과와 계속해서 발생하는 후발 충격과의 차이를 분리해 낼 수 없기 때문이다. 후발 충격이 없는 경우 20년간의 평균예산이 투자되는 것과 같으므로, 이들 투자액을 충격시점에서 할인한 전체 비용 합계와 연구충격이 영향을 주는 충격 후 7년부터 20년까지의 기간 동안의 사회적 잉여를 할인한 전체 수익과의 차이가 없게 하는 할인율 즉 내부투자수익률을 찾으면 약 56%가 된다. 선행연구들의 내부투자수익률과 비교해 볼 때 <표 16과 17>, 미국, 캐나다 등 선진국의 30~40%에 비해서는 약간 더 효율적이라는 것을 알 수 있고, 개발도상국들에 비해서는 조금 떨어진다는 것을 알 수 있다. 국내의 선행연구들과 비교하면, 김은순(1986)과 홍기용

<표 16> 지수법에 의한 연구 및 지도사업의 내부투자수익률 비교

연구자	연도	국가	품목	기간	IRR(%)
Griliches	1958	미국	교잡종옥수수	1940-55	35-40
Peterson	1967	미국	가금	1915-60	21-25
Barletta	1970	멕시코	옥수수	1943-63	90
Ayer & Schuh	1972	브라질	면화	1924-67	77
Akino & Hayami	1975	일본	미곡	1930-61	73-75
Araji & Sim	1980	미국	소맥	1939-74	27-42
Zentner & Peterson (연구)	1984	캐나다	소맥	1956-79	34-39
(지도)					30-34
서동균	1987	한국	미곡	1963-85	57
서동균	1992	한국	미곡	1971-89	80-82
최민호·최영찬 (연구)	1995	한국	농업총생산	1962-92	45
(지도)				1962-93	208
본 연구 (연구)	1999	한국	원예생산	1965-98	56

자료: 최민호·최영찬, 1995.

<표 17> 생산함수법에 의한 연구 및 지도사업의 내부투자수익률 비교

연구자	연도	국가	분석대상	분석기간	IRR(%)
Tang	1963	일본	농업총생산	1880-1938	35
Griliches	1964	미국	농업총생산	1949-59	35-40
Peterson	1967	미국	가금	1915-60	21
Evenson	1968	미국	농업총생산	1949-59	47
Barletta	1970	멕시코	국물	1943-63	45-93
Evenson & Jha	1973	인도	농업총생산	1953-71	40
Cline	1975	미국	농업총생산	1939-48	41-50
Bredahl & Perterson	1976	미국	작물 및 축산물	1960-61	63
Lu et al	1979	미국	농업총생산	1969	36-46
				1938-48	30.5
				1949-59	27.5
				1959-69	25.5
				1969-72	23.5
Kahlon, Bal, Saxena & Jha	1977	인도	농업총생산	1960-61	63
Evenson & Flores	1978	아시아	미곡	1950-65	32-39
					73-78
Evenson & Flores	1978	적도	미곡	1966-75	46-71
Hayami	1978	필리핀	미곡	1966-75	75
Norton	1980	미국	작물 및 축산물	1969-74	27-132
Nagy	1984	파키스탄	밀, 옥수수	1959-79	56.2-85.6
Park	1986	한국	미곡	1970-84	57.5-79.5
김은순	1986	한국	농업총생산	1970-84	317
				1982-84	276
서동균	1987	한국	미곡	1963-85	60-82
	1992	한국	농업총생산	1962-89	64.62
홍기용	1975	한국	작목생산	1967-71	185

자료: 최민호·최영찬, 1995.

(1975)의 연구결과에 비해서는 크게 낮은 것을 알 수 있고, 최민호·최영찬(1995)의 연구결과에 비해서는 약간 높은 값을 보이고, 서동균(1987; 1992)의 연구결과에 비해서는 약간 낮은 값을 나타내지만 비슷한 결과를 보여주고 있다.

IV. 요약 및 결론

이 연구의 목적은 (1) 원예부문의 성장과 연구·지도사업의 관련을 고찰하며, (2) 원예부문 연구 및 지도사업의 투자효과를 분석하여 투자효과 증대방안을 제시하는 것이다. 문헌연구를 통하여 원예부문의 성장과 연구·지도사업의 관련을 검토하였고, 1965~1998년 기간의 원예생산액, 연구 및 지도사업 투자비, 농가판매가격지수를 수집하여, 이들을 변수로 시계열분석기법의 하나인 벡터

자기회귀모형으로 충격반응함수를 구하여 투자충격에 대한 생산의 반응을 분석하였으며, 생산함수의 이동률을 아키노-하야미법에 적용하여 수익비용률과 내부투자수익률을 측정하였다.

한국농업에서 원예부문은 1970년대 이후 농업성장의 견인차 역할을 하여 왔다. 특히 과수와 채소생산액이 크게 증가하였는데, 그 요인은 농가수의 증가와 경영규모 확대에 따른 식부면적의 증가에도 있었지만, 품종개발 및 재배방법 개선 등의 기술혁신과 전파에 의한 생산성 증가에 핵심적인 요인이 있었고, 또한 시설원예기술의 향상이 중요한 요인이었다. 원예부문 연구 및 지도사업은 1970년대 이후의 국민의 원예농산물 소비수요 증가에 부응하는 기술을 개발 보급하여 왔고, 1990년을 전후하여 농산물 수입개방에 대응하기 위하여 조직, 인력, 사업, 예산을

크게 강화하였다.

원예부문 연구사업 투자충격에 대한 원예부문 생산의 반응은 약 7년 후부터 증가하기 시작하여 17년 후에 최대반응을 보이고 그 뒤로 20년까지는 감소하는 추세이다. 원예부문의 연구 투자충격에 대한 연구투자의 반응은 농업 전체에서 약 4년간 지속되는 것과 동일한 결과로 원예부문 연구과제들의 평균수명은 농업 전체와 비슷하지만, 원예부문 연구투자가 생산에 가시적인 영향을 미칠 때까지 약 7년의 시간차를 보여 농업 전체의 4년 후에 비해 3년 정도 늦게 나타나고 있다. 그러나 연구 투자충격에 대한 원예생산의 최대반응 기간인 17년 후를 기준으로 볼 때 일반 농업 전체의 연구반응 기간인 9년에 비해 시차효과가 더 오래 지속된다는 것을 보여주고 있다. 이는 원예부문의 연구투자에 대한 생산의 효과가 더 오래 지속된다는 것을 시사한다.

원예부문 연구 사업투자의 사회적 수익은 소비자 잉여가 생산자 잉여보다 훨씬 크게 나타나고 있어 사업혜택의 대부분이 생산자보다는 소비자에게 더 많이 이전되었다. 수익비용률(B/C)은 9.2~55.0 수준으로 원예부문의 연구사업 투자효과가 매우 크다는 것을 보여주었다. 그러나 1990년대 초부터 수익비용률이 감소하는 추세를 보이고 있다. 연구투자 충격 후 7년부터 20년까지의 내부투자 수익률은 약 56%로 미국, 캐나다 등 선진국의 30~40%에 비해서는 보다 효율적인 것으로 나타난 반면, 개발도상국들에 비해서는 조금 떨어지는 것으로 나타났다.

이 연구에서 얻어진 결과를 바탕으로 원예부문 연구 및 지도사업의 투자효과 증대방안을 제시하면 첫째 원예부문 연구와 지도사업의 중장기 목표로서 농산물 무역수지 균형달성이라는 공격적인 목표를 설정하여 자원을 집중시킬 필요가 있다. 둘째 원예부문 연구결과의 신속한 보급대책이 필요하다. 소수의 시범사업을 통한 기술전파만으로는 기술

확산속도가 충분하지 못하기 때문이다. 시범사업 확대를 위한 예산배분 증대, 규모화된 전문농가 대상으로 기술·경영컨설팅 확대, 농가단위의 기술·경영능력을 구체화하고 개선하는 지표의 개발과 목표관리 등을 검토할 수 있다. 셋째 기상과 토양 등 농업여건이 유사한 2~3개 시·군을 하나의 지도권으로 묶는 원예부문 지도사업의 광역화방안을 검토할 필요가 있다. 이렇게 함으로써 원예전문지도사들의 담당품목을 소수화, 전문화할 수 있으며 지식정보화가 진전되면서 크게 증대하는 원예농업인의 경영기술 수요에 보다 효과적으로 대응할 수 있을 것이다.

이 연구는 사업비 자료수집의 어려움 때문에 사업비를 엄격하게 한정하여 자료를 수집하였고 기술·경영적 특성이 다양한 작목들이 다수 포함된 원예부문 전체를 대상으로 수행되었는데 첫째 원예부문 전체를 대상으로 하면서도 인건비는 물론 관련기관의 연구·지도사업비를 모두 조사 분석하여 새로운 투자효율 해석이 가능하며, 둘째 작목 하나하나를 대상으로 투자효율의 측정 해석이 가능하다. 마지막으로 원예지도사업의 사회경제적 투자효과 분석도 추후연구의 과제로 남겼다.

V. 참고 문헌

1. 강경하, 2000, 원예부문 연구 및 지도 사업의 투자효과 분석, 서울대학교 박사학위논문.
2. 金永鎭, 1999, "농업과학논문집의 화훼연구내용", 農業科學論文集 終刊 特輯號, 농촌진흥청:99-104.
3. 김은순, 1986, "이윤함수 접근법에 의한 농업연구 보급사업의 효과 분석", 한국농촌경제연구원, 농촌경제 제9권 제3호: 81-96.
4. 농림부, 1961~1999, 농림통계연보.
5. 농림부, 1970, 농업총조사.
6. 농림부, 1975, 농업총조사.

7. 농림부, 1999, 농림업 주요통계.
8. 농림부, 채소특작과, 1999, '98 채소생산실적.
9. 농촌진흥청, 1964~1998, 농촌지도사업보고서.
10. 농촌진흥청, 1964~1998, 예산내역서.
11. 농촌진흥청, 1979, 농축산물 표준소득.
12. 농촌진흥청, 1998, 농축산물 소득자료집.
13. 부경생·임정남·윤순강, 1998, "농업과학연구의 성과와 방향", 한국농업 50년 발자취와 새로운 도약, 한국농림수산과학회·농촌진흥청, 대한민국 50년 기념 농업과학 심포지움 : 129-194.
14. 서동균, 1987, 미곡생산에 대한 연구 지도사업 효과의 시차 분석, 전북대학교 석사학위논문.
15. 서동균, 1992, 농업연구 및 지도사업의 투자에 관한 효과 분석, 전북대학교 박사학위논문.
16. 辛鏞億, 1999, "농업과학논문집 과수 연구 40년", 農業科學論文集 終刊 特輯號, 농촌진흥청 : 92-98.
17. 嚴榮鉉·趙明哲, 1999, "農業科學論文集의 菜蔬研究 40年 발자취", 農業科學論文集 終刊 特輯號, 농촌진흥청 : 105-113.
18. 오치주·이철현, 1994, 주요 농산물의 수급전망모형 개발과 농업관측 운영체계 개선, 한국농촌경제연구원, 연구보고 316.
19. 이정환·조덕래·조재환, 1989, 경지자원의 효율적 이용을 위한 생산체계정립 방안 연구, 한국농촌경제연구원, 연구보고 197.
20. 최민호·최영찬, 1995, "농촌지도사업의 투자효과 변화의 추이: 지도사업의 구조변화에 대응하여", 한국농촌지도학회지 제2권 제1호:1-22.
21. 최양부 외, 1993, "농축산물 개방의 파급영향 분석", 한국농촌경제연구원, P006.
22. 허신행·김병률, 1989, "주요 채소의 수급변동과 장기전망", 한국농촌경제연구원, 농촌경제 제12권 제1호:19-34.
23. 홍기용, 1975, "교육과 농촌지도사업의 투자효과 분석", 한국농업교육학회지 제7권 제1호 : 107-110.
24. 힌튼 저(Hinton, L., 1991), 유병서·이복남·강경하 역, 1994, 유럽의 과실과 채소 시장, 농촌진흥청.
25. Akino, M. and Hayami, Y., 1975, "Efficiency and Equity in Public Research: Rice Breeding in Japan's Economic Development", Amer. J. Agri. Econ. 57:1-10.
26. Araji A. A. and Sim, R. J. R., 1980, The Economic Impact of Public Investment in Wheat Research in the Western Region 1937-1974, University of Idaho.
27. Ayer, H. W. and Schuh, G. E., 1972, "Social Rates of Return and Other Aspects of Agricultural Research: The Case of Cotton Research in Sao Paulo Brazil", Amer. J. Agri. Econ. 54:842-844.
28. Barletta, A. N., 1970, Costs and Social Benefits of Agricultural Research in Mexico, Ph.D. thesis, University of Chicago.
29. Bernanke, B. S., 1986, "Alternative Explanations of the Money-Income Correlation", Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy 25:49-100.
30. Bessler, D. A., 1984, "Relative Prices and Money: A Vector Autoregression on Brazilian Data", Amer. J. Agri. Econ. 66:25-30.
31. Bonnen, J. T., 1983, "Historical Sources of U.S. Agricultural Productivity: Implications for R & D Policy and Social Science", Amer. J. Agric. Econ. 65:958-966.
32. Bredahl, M. and Peterson, W., 1976, "The Productivity and Allocation of Research: U.S. Agricultural Experiment Stations", Amer. J. Agri. Econ. 58:684-692.
33. Choe, Y. C. and Koo, W. W., 1993, "Monetary Impacts on Prices in the Short and

- Long Run: Further Results for the United States”, *Journal of Agricultural and Resource Economics* 18(2):211-224.
34. Cline, P. L., 1975, *Sources of Productivity Change in United States Agriculture*, Ph. D. thesis, Oklahoma State University.
 35. Cooley, T. F. and LeRey, S. F., 1985, “A Theoretical Macroeconomics: A Critique”, *J. Monetary Econ.* 16:283-308.
 36. Evenson, R. E., 1968, *The Contribution of Agricultural Research and Extension to Agricultural Production*, Ph.D thesis, University of Chicago.
 37. Evenson, R. E., 1980, *A Century of Agricultural Research and Productivity Change Research, Invention, Extension and Productivity Change in U.S. Agriculture: An Historical Decomposition Analysis- Discussion*, University of Idaho.
 38. Evenson, R. E. and Jha, D., 1973, “The Contribution of Agricultural Research System to Agricultural Production in India”, *Indian Journal of Agricultural Economics* 28(4): 212-230.
 39. Evenson, R. E., Waggoner, P. E. and Ruttan, V. W., 1979, “Economic Benefits from Research: An Example from Agriculture”, *Science*. 205:1101-1107.
 40. Evenson, R. E. and Flores, P., 1978, *Economic Consequences of New Rice Technology in Asia*, IRRI.
 41. Fishelson, G., 1971, “Returns to Human and Research Capital and Non-South Agricultural Sector of the United States, 1949-1964”, *Amer. J. Agri. Econ.* 53:129-131.
 42. Griliches, Z., 1958, “Research Costs and Social Returns: Hybrid Corn and Related Innovations”, *J. of Political Economics* 66:419-431.
 43. Griliches, Z., 1964, “Research Expenditures, Education, and the Aggregate Agricultural Production Function”, *American Economic Review* 54:961-974.
 44. Hayami, Y., 1978, “Investment Inducements to Public Infrastructure: Irrigation in the Philippines”, *Review of Economics and Statistics* 6:70-77.
 45. Judge, G. C., Griffith, W. E., Hill, R. C., Lutkepohl, H. and Lee, T. C., 1985, *The Theory and Practice of Econometrics*, 2nd ed., NewYork: John Wiley and Sons.
 46. Kahlon, A. S., Bal, H. K., Saxena, P. N., and Jha, D., 1977, “Returns to Investment in Research in India”, in T. M. Arndt, D. G. Darlymple, and V. W. Ruttan eds., *Resource Allocation and Productivity in National and International Agricultural Research*, Minneapolis: University of Minnesota Press.
 47. Lu. Y., Cline, P. and Quance, L., 1979, *Prospects for Productivity Growth in U.S. Agriculture*, Washington, D.C. Report No. 435.
 48. Lucas, R. E. and Sangent, T. J., 1980, “After Keynesian Macroeconomics”, *FRB of Minneapolis Quarterly Review* 3:1-16.
 49. Nagy, J. G., 1984, “The Pakistan Agricultural Development Model: An Economic Evaluation of Agricultural Research and Extension Expenditures”, Ph.D. Thesis, The University of Minnesota.
 50. Norton, G. W., 1980, “The Productivity and Allocation of Research: U.S. Agricultural Experiment Stations, Revisited”, in *Evaluation of Agricultural Research, Proceedings of a Symposium Sponsored by NC-148*, Minneapolis, May 12-13, Agricultural Experiment Station Miscellaneous Publication No. 8, University of Minnesota

- (1981):105-115.
51. Norton G. W. and Davis, J. S., 1980, "Review of Methods Used to Evaluate Returns to Agricultural Research", in Evaluation of Agricultural Research, Proceedings of a Symposium Sponsored by NC-148, Minneapolis, May 12-13, Agricultural Experiment Station Miscellaneous Publication No. 8, University of Minnesota(1981): 26-47.
 52. Oehmke, J. F. and Choe, Y. C., 1991, "Dynamic Analysis of Returns to Research", Application to Paper Presented at the Symposium on the Impact of Technology on Structural Transformation in Sub-Saharan Africa.
 53. Orden, D., 1986, "Agriculture, Trade, and Macroeconomics: the U.S. Case", J. Policy Modeling 8:27-51.
 54. Orden, D. and Fackler, P. L., 1988, "Identifying Monetary Impacts on Agricultural Prices in VAR Models", Amer. J. Agr. Econ. 71:495-502.
 55. Park, J. K., 1986, Technological Change in the Korean Rice Economy: Sources, Direction and Impact, Ph. D. Thesis, University of Minnesota.
 56. Peterson, W. L., 1967, "Returns to Poultry Research in the United States", J. Farm Econ., 49:656-669.
 57. Schultz, T. W., 1991, "Forward", Science for Agriculture, edited by W. E. Huffman and R. E. Evenson, Dept. of Econ., Iowa State Univ.
 58. Schultz, T. W., 1993, Origins of Increasing Returns, Oxford U.K. & Cambridge U.S.A.
 59. Sims, C. A., 1980, "Macroeconomics and Reality", Econometrica 48:1-48.
 60. Sims, C. A., 1986, "Are Forecasting Models Usable for Policy Analysis?" Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review. Winter:2-16.
 61. Tang, A., 1963, "Research and Education in Japanese Agricultural Development", Economic Studies Quarterly 13:27-41.
 62. White, F. C. and Havlicek, Jr., J. 1982, "Optimal Expenditures of Agricultural Research and Extension: Implications of Under Funding", Amer. J. Agr. Econ. 64: 47-55.
 63. Zentner, R. P. and Peterson, W. L., 1984, "An Economic Evaluation of Public Wheat Research and Extension Expenditure in Canada", Canadian J. Agr. Econ. 32:327-353.

(2000년 9월 20일 접수, 심사 후 수정보완)

〈부표〉 연도별 원예부문 생산액, 연구 및 지도 사업비, GNP deflator, 농가판매가격지수

연도	원예 생산액 (억원)	연구비(백만원)		지도비(백만원)		GNP deflator	원예농가 판매가격 지수
		합계	원예 부문	합계	원예 부문		
1965	53	379	38	589	1	3.1	3.5
1966	74	616	45	685	1	3.5	4.2
1967	74	744	63	937	1	4.0	3.8
1968	82	899	77	1,115	2	4.7	4.2
1969	93	1,516	135	1,685	11	5.4	5.0
1970	144	1,329	146	1,671	10	6.2	8.3
1971	188	1,680	173	2,521	10	7.0	8.5
1972	170	1,824	179	3,026	11	8.1	8.9
1973	188	1,731	186	3,172	11	8.7	9.4
1974	273	2,149	192	4,357	7	11.4	12.5
1975	549	3,353	251	6,313	10	14.3	17.5
1976	744	4,428	351	8,386	17	17.3	21.3
1977	985	4,671	673	8,341	22	20.2	24.8
1978	1,370	5,459	610	10,187	39	24.8	43.1
1979	1,807	7,060	760	12,215	107	29.6	41.2
1980	1,767	8,565	1,053	13,661	114	36.8	41.2
1981	2,054	10,483	1,084	17,523	105	43.0	51.6
1982	2,148	14,917	1,048	21,892	126	46.0	47.5
1983	1,962	17,488	1,540	21,932	100	48.6	40.4
1984	2,358	17,302	1,143	25,558	95	51.2	53.0
1985	3,077	19,767	1,254	26,747	132	53.6	55.5
1986	2,863	22,743	1,445	35,374	149	56.2	47.7
1987	2,942	24,762	1,705	43,426	145	59.0	53.9
1988	3,767	27,464	1,847	51,269	145	63.1	60.5
1989	4,378	32,205	1,735	69,173	102	66.5	55.1
1990	5,003	36,380	2,156	49,180	837	73.2	64.0
1991	5,974	50,902	2,848	112,735	9,863	80.6	72.0
1992	6,644	73,192	8,016	144,647	9,617	85.5	74.7
1993	6,861	93,200	12,040	112,286	11,726	89.8	74.5
1994	8,652	110,579	13,679	159,693	8,708	94.7	90.7
1995	10,358	141,444	16,980	246,898	9,122	100.0	100.0
1996	9,853	173,396	19,385	268,234	10,447	103.4	101.0
1997	10,225	197,117	24,311	284,636	16,780	105.9	100.4
1998	10,142	174,196	21,406	263,918	17,317	119.5	101.7

자료: 농림부, 각년도. 농림통계년보; 농촌진흥청, 각년도, 예산내역서 및 농촌지도사업보고서.