

과채류의 작형별 단수함수 추정

이 용 선	연구 위원
정 학 균	전문 연구원
김 원 태	위촉 연구원
최 익 창	위촉 연구원

연구 담당

연구 위원	이 용 선	연구 총괄, 추정 모형
전문연구원	정 학 균	오이·호박, 기상 변동
위촉연구원	김 원 태	수박·참외
위촉연구원	최 의 창	딸기·토마토

머 리 말

오이, 토마토 등 과채류의 가격은 계절이나 시기에 따라 변동이 심하다. 과채류 가격이 계절이나 시기에 따라 크게 변동하는 것은 과채류에 대한 수요는 대체로 안정적이지만 공급이 크게 변동하기 때문이다. 과채류는 육묘, 정식, 활착, 수정·착과, 과비대, 수확 등 각 생육 과정에서 기상 요인 등에 의해 작황이 변동할 수 있기 때문이다.

과채류의 수확량은 생육 단계에 따라 기상 요인 등에 의해 크게 영향을 받을 수 있음에도 불구하고 이를 추정할 수 있는 모형이 구축되어 있지 않다. 그래서 과채류 관측은 주로 각 지역의 표본 농가와 모니터들에 대한 설문조사 자료에 의존하고 있으며, 표본 농가와 모니터들이 단수를 예상하는 방법은 주로 조사 시점의 해당 지역 작황이나 생육상황에 대한 달관에 의존하고 있는 실정이다.

이 연구는 과채 품목의 작형별 단수에 영향을 미치는 요인을 분석하고 요인별 영향력을 규명하기 위해 수행되었다. 아무쪼록 이 연구 결과가 과채류의 작형과 지역에 따른 단수 변동을 이해하고 예측하기 위한 기초 자료로 널리 활용되기를 기대한다.

2004. 10.

한국농촌경제연구원장 이 정 환

요 약

- 과채류의 단수는 변동성이 크다. 과채류의 수확량은 생육 단계에 따라 기상 등의 요인에 의해 변동되기 때문이다.
- 이 연구는 과채 품목의 작형별 단수 변동에 영향을 미치는 요인을 분석하고 요인별 영향력을 규명하기 위해 수행되었다. 주요 분석 결과는 다음과 같이 요약된다.
- 단수는 전년도 단수, 기술 수준, 그리고 기상 요인에 의해 결정된다. 기상 요인 중 단수에 가장 영향을 미치는 것은 일사량이다. 일사량 변동에 대한 과채류 단수 변동을 나타내는 계수는 대체로 0.2~0.7의 범위로 나타났다. 이는 일사량이 10% 증가(감소)하면 과채 품목의 단수는 2~7% 증가(감소)함을 의미한다.
- 일사량이 단수에 미치는 영향은 품목이나 생육단계(시기) 등에 따라 조금씩 달리 나타났다. 우선 일사량의 품목별 단수에 대한 영향력 계수는 오이 0.2~0.6, 호박 0.3~0.7, 토마토 0.5~0.7, 딸기 0.1~0.4, 수박 0.3~0.4, 참외 0.3~0.5 등으로 나타났다.
- 과채류의 일사량 계수는 작형에 따른 품목 간 공통점을 발견하기 어렵다. 생육단계에 따라 단수에 미치는 일사량의 영향력은 다른 경향이 있다. 대체로 착과이후 수확기까지의 일사량 계수가 유의하고 그 크기도 큰 것으로 나타났으며, 정식활착기의 일사량 계수도 유의한 것으로 나타났다. 딸기의 경우 육묘기의 일사량 계수도 유의한 것으로 나타났는데, 이는 딸기의 생육 특성상 타 품목과 달리 육묘기의 기상 환경도 중요함을 의미한다.

- 지역에 따라 일사량이 단수에 미치는 영향력도 다른 경향이 있다. 영남이나 호남 등 남부지방에 비해 충청, 강원 등 중부지방의 일사량 계수가 큰 것으로 나타났다. 이는 중부지방의 일사량이 남부지방에 비해 적기 때문에 단수는 중부지방에서 일사량에 더 민감한 것으로 추정된다.

과채류 단수에 대한 기상 요인별 영향력 계측 결과 요약

	일 사 량 요 인				타 기상요인
	전체 범위	작형별 특성	생육단계별 특성	지역 특성	
오이	0.2~0.6	축성·억제 0.5~0.6 반축성·노지 0.2~0.3	비대기 0.2~0.6 정식기 0.3	강원 0.3 경기 0.1	평균기온 (축성, 억제)
호박	0.3~0.7	시설 0.3 노지 0.7	비대기 0.7		강수량(-) 습도(-)
도마토	0.5~0.7 (시설)		비대기 0.5~0.6 정식기(억제) 0.7	강원(억제) 0.7	강수량(-) 최고기온(-)
딸기	0.1~0.4 (시설)	축성 0.1 반축성 0.4	비대기, 육묘기(전년)	충남 0.4 전남 0.2	최고기온(-)
수박	0.3~0.8	시설 0.3~0.8 노지 0.3~0.6	시설 비대기(3~4월), 노지 정식기(4~5월)		고온(시설) 강수량·일교차(노지, -)
참외	0.3~0.5	시설 0.3~0.4 노지 0.5	시설 비대기(3~4월)		평균기온 강수량(-)

- 주 1) 정식기는 정식에서 활착까지의 시기, 비대기는 착과에서 수확까지의 시기를 나타냄.
2) 괄호의 (-) 표시는 해당 계수의 부호가 음(陰)임을 나타냄.

목 차

제1장 서론	1
제2장 과채류의 작형과 단수 동향	4
1. 과채류의 생육 조건과 작형	4
2. 과채류 단수 동향	10
제3장 과채류 단수함수 추정모형	27
1. 추정 모형 및 방법	27
2. 이용 자료	29
제4장 과채류 단수함수 추정결과	34
1. 오이	34
2. 호박	37
3. 수박	39
4. 참외	43
5. 딸기	45
6. 토마토	47
부록	50
Abstract	60
참고문헌	61

표 차례

제2장

표 2- 1. 시설채소의 적정 광강도	5
표 2- 2. 과채류 작형별 재배시기	6
표 2- 3. 딸기 작형별 재배시기	9
표 2- 4. 과채류 품목별 단수 추이, 1985-03	11
표 2- 5. 과채류 시설 및 노지단수	11
표 2- 6. 과채류 단수의 연도간 평균 변동률, 1985-03	13
표 2- 7. 과채류 작형별 단수의 연도간 평균 변동률, 1986-02	14
표 2- 8. 시설오이 지역별 단수	15
표 2- 9. 축성재배 오이의 지역별 단수	16
표 2-10. 시설호박 지역별 단수	18
표 2-11. 수박 단수 연간 변동률 추이	19
표 2-12. 시설수박 지역별 단수 동향	20
표 2-13. 노지 수박 지역별 단수 동향	20
표 2-14. 참외 단수 연간 변동률 추이	21
표 2-15. 시설참외 지역별 단수동향	22
표 2-16. 시설딸기 지역별 단수	23
표 2-17. 반축성재배 딸기의 지역별 단수	24
표 2-18. 시설토마토 지역별 단수	25

제3장

표 3- 1. 단수추정에 기상 자료가 이용된 도시	30
표 3- 2. 주요 도시의 월별 일사량 추이, 1985-03	31
표 3- 3. 주요 도시의 월별 일사량의 연도별 평균변동률, 1985-03	33

제4장

표 4- 1. 오이 단수함수 추정결과	36
표 4- 2. 호박 단수함수 추정결과	38
표 4- 3. PLS에 의한 호박 단수함수 추정결과	39
표 4- 4. 수박 단수함수 추정결과	40
표 4- 5. PLS에 의한 수박 단수함수 추정결과	42
표 4- 6. 참외 단수함수 추정결과	44
표 4- 7. PLS에 의한 참외 단수함수 추정결과	45
표 4- 8. 딸기 단수함수 추정결과	46
표 4- 9. PLS에 의한 딸기 단수함수 추정결과	47
표 4-10. 토마토 단수함수 추정결과	48
표 4-11. PLS에 의한 토마토 단수함수 추정결과	49

그림 차례

제2장

그림 2- 1. 과채류 단수 추이, 1985-03	12
그림 2- 2. 과채류 노지재배작형의 단수 추이, 1985-03	12
그림 2- 3. 과채류 시설재배작형의 단수 추이, 1985-03	12

제3장

그림 3- 1. 주요 도시의 월별 일사량 추이, 1985-03	32
--	----

제 1 장 서 론

1. 연구의 필요성과 목적

- 오이, 토마토 등 과채류의 가격은 연도 간에 변화할 뿐 아니라 연도 내 계절이나 시기에 따라 크게 변동한다. 과채류 가격이 계절이나 시기에 따라 크게 변동하는 것은 과채류에 대한 수요는 대체로 안정적이지만 공급이 크게 변동하기 때문이다. 과채류의 공급은 재배면적의 변동에 의해 변동하기도 하지만, 육묘, 정식, 활착, 수정(착과), 과비대, 수확 등 각 생육 과정이 기상 요인의 변화에 따른 단위면적당 수확량의 변동에 의해 크게 변동하기도 한다.
- 과채류의 수확량은 생육 시기별 기상 요인에 의해 크게 영향을 받을 수 있음에도 불구하고 이를 추정할 수 있는 모형이 구축되어 있지 않다. 단수를 추정하기 위한 모형이 일부 개발되어 있지만 이들 모형이 연간 모형인데다 단순한 형태를 취하고 있어 작형 등을 고려한 생육 과정상의 단수의 변동을 설명할 수 없다.
- 현재 과채류 관측은 주로 각 지역의 표본 농가와 모니터들에 대한 설문 조사 자료에 의존하고 있으며, 표본 농가와 모니터들이 단수를 예상하는

방법은 주로 조사 시점의 해당 지역 작황이나 생육상황에 대한 달관에 의존하고 있는 실정이다. 기온, 강수량, 일사량 등의 기상 요인과 재배 기술수준 등이 단수의 주요 설명변수임을 감안할 때 기상 요인 등을 감안하여 단수 추정모형을 구축함으로써 달관에 의한 조사를 보완할 필요가 있다.

- 이 연구의 목적은 과채 품목의 작형별 단수에 영향을 미치는 요인을 분석하고 요인별 영향력을 계측하는 것이다. 특히 기상 요인이 과채 품목의 작형별 단수에 미치는 영향력을 계측함으로써 과채류의 단기적인 공급 변동을 규명하는 데에 있다.

2. 선행 연구 검토

- 김경덕 등(2002) 등은 품목별 중장기 수급 전망을 위해 단수함수를 추정하였는데 전년도 단수와 기술(시간)변수만을 변수로 설정하였으며, 연간자료를 기초로 삼았다. 기상 요인이 단수에 미치는 영향은 고려하지 않았다.
- 安井(1990)는 시설재배에서 온도, 습도, 일사량 등 기상 환경이 수확량에 영향을 미친다는 재배학상의 연구 결과들을 제시하고 있다. 이러한 재배 기술상의 연구는 특수한 재배 환경에서 특정 요인의 영향을 실험에 의해 분석한 것이긴 하지만 과채류의 단수 모형을 구성하기 위한 변수를 고려하는 데에 도움이 된다.
- Francisco와 Guise(1988)는 강수량이 곡물 단수에 미치는 영향을 계측하였고, 조덕래·조재환(1992)은 과실류 생산 전망을 위해 강수량 변수를 도입하였으며, 김창명(2002)은 감귤 재배 연구에서 기온과 일조시간의 영향을 계측하였다.

- 국내에서는 과채류의 단수에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위한 일부 원예재배학적 연구를 제외하면 단수 함수를 추정하기 위해 기상 요인 등을 명시적으로 고려하는 연구가 거의 수행되지 않았다.

3. 연구 범위 및 방법

3.1. 연구범위

- 이 연구의 대상 품목은 과채류 6개 품목으로서 오이, 호박, 토마토, 수박, 참외, 딸기 등 농업관측 품목이다.
- 이 연구는 과채류의 축성재배, 반축성재배, 노지재배, 억제재배 등의 작형별 분석에 한정한다.

3.2. 연구방법

- 과채류 품목별 재배 관련 전문가들과의 면담 조사를 실시하였다.
- 품목·작형별 단수함수는 계량경제학적 방법에 의해 추정하였으며, 특히 결합추정(pooled estimation) 방식을 응용하였다.

4. 기대효과

- 과채류의 품목 및 작형별 단수에 영향을 미치는 요인을 규명하며, 특히 기상 요인의 영향력을 규명한다.
- 과채류의 단수 모형을 작형·지역별로 적용하여 달관에 의한 조사를 보완함으로써 농업관측이 더욱 원활히 수행될 수 있도록 도움을 준다.

제 2장

과채류의 작형과 단수 동향

1. 과채류의 생육 조건과 작형

1.1. 생육조건

- 식물은 빛의 에너지를 이용하고 공기 중의 탄산가스를 고정하여 탄수화물을 합성한다. 이를 광합성(光合成, photosynthesis) 또는 탄소동화(炭素同化, carbohydrate assimilation) 또는 단순히 동화작용(同化作用)이라고 하며, 광합성 또는 동화작용 능력은 과채류 재배의 생산력을 결정하는 최대의 요인이 된다. 광합성 활동에 영향을 주는 요인 중 기상 환경은 매우 중요하다. 즉
 - 1) 일정 범위 내에서는 광량(光量), 즉 빛의 양이 많을수록 광합성 속도가 증가하고,
 - 2) 일정 범위 내에서는 대기의 탄산(炭山)가스 농도가 높을수록 광합성량이 증가하며,
 - 3) 일정 범위 내에서는 온도가 높을수록 광합성 속도가 증가한다. 그러나 지나치게 온도가 높거나 낮으면 광합성 기능이 저해된다.
- 시설채소 중 요구되는 광(光)의 강도(強度)는 품목에 따라 다르다. 멜론, 토마토, 수박, 오이 등의 과채류는 강한 빛을 선호하며, 양상추, 머위, 깻잎 등 엽채류는 비교적 약한 빛이 요구되는 부류이다.

표 2-1. 시설채소의 적정 광강도

구 별	확보 목표	종 류
강 광	40 klx 이상 (0.3 ly/min)	멜론, 토마토, 수박, 호박, 오이, 피망, 가지
중 광	10~40 klx (0.08~0.3 ly/min)	완두, 까치콩(작두), 샐러리, 순무
약 광	10 klx 이하 (0.08 ly/min)	생강, 양상추, 머위, 깻잎, 쪽갓

자료: 安井秀夫, 『施設栽培學』, 川島書店, 1990.

1.2. 과채류의 작형 구분

1.2.1. 작형의 개념

- 작형(作型, type of cropping)이란 각 작물의 특성에 따라 재배 시기를 정하고 온실의 보온, 난방·통기·환기나 냉방 또는 조명을 적절하게 조합하며, 생산비를 절약하면서 목표로 하는 시기에 높은 품질과 충분한 수량을 얻을 수 있는 재배 방법 또는 재배 기술체계이다. 다시 말하면 작형이란 작물의 주년 공급을 위해 각 재배 시기에 알맞은 품종을 선택하고 재배 환경을 조성하는 등의 기술관리체계이다(원예사전).
- 작형은 주로 자연조건에 따라 생태적 특성이 다르게 분화된 채소 품종을 기초로 하며, 계절성을 작형 분화의 기초로 한다. 과채류의 재배 작형은 크게 축성 재배, 반축성 재배, 노지 재배, 억제 재배 등으로 대별된다. 이를 계절에 따라 재배 시기를 단순화하여 정리하면, 주로 겨울에 재배하는 것은 축성 작형이고, 봄에 재배하는 것은 반축성 작형, 여름에 재배하는 것은 노지 작형, 그리고 가을에 재배하는 것은 억제 작형으로 구분할 수 있다.

1.2.2. 품목별 작형 구분

- 품목 특성에 따라 작형 분류가 달라질 수 있다. 축성 작형이라 하더라도 반드시 겨울에만 재배하는 것은 아니며 봄철에도 연장하여 재배하기도 하는 등 주재배시기가 다른 작형에 비해 이르다는 데 특징이 있다. 작형별 재배 시기는 품목별로 <표 2-2>와 같이 구분할 수 있다.

표 2-2. 과채류 작형별 재배시기

		정식기	출하기	성출하기
오이	축 성	10상~11상	12상~7상	2상~4중
	반축성	1하~2상	3중~7중	4상~6중
	노 지	5상~6상	6상~9하	7상~8중
	시설억제	8하~9상	10상~12하	10중~11중
호박	축 성	10상~11중	12상~4하	2상~3하
	반축성	1하~3상	3하~7중	5상~6하
	노 지	5상~6상	6중~9하	7중~8중
수박	축 성	12중~1하	3상~4하	3중~4중
	반축성	2상~3중	4하~6중	5상~6중
	노 지	3하~6상	6중~8하	7중~8중
참외	축 성	11중~1하	2중~4중	3상~4중
	반축성	1중~3하	4중~6중	4하~5하
	노 지	3중~4하	5상~8하	5하~6하
토마토	축 성	10상~11하	12하~6중	2중~4중
	반축성	12하~4하	3상~7하	4상~6중
	억 제	5중~9상	7상~12하	8상~9하

자료: 농업관측정보센터, 2004년 모니터 조사치.

(가) 오이

- 축성재배는 남부지방을 중심으로 10월 상순~11월 상순경에 정식하여 12월 상순~7월 상순까지 수확하며 겨울이 온난한 남부지방에서 생육기간 내내 가온 또는 보온을 하며, 봄철에도 연장해서 재배하는 작형이다. 저온, 약한 일조하에서도 신장성이 좋은 품종을 선택하는 것이 중요하다.
- 반축성 재배는 난방시설을 갖춘 중부지방을 중심으로 1월 하순~2월 상순경에 정식을 하여 3월 중순~7월 중순까지 수확하는 작형으로 생육 전반기는 저온에서 재배되므로 가온 또는 보온을 철저히 해야 하며 생육 후반기에는 기온이 상당히 높아지므로 환기에 신경을 써야 하는 작형이다. 가온을 하므로 중부 이남이 상대적으로 유리하다.
- 노지재배는 온상 또는 냉상에 육묘한 후 서리의 피해가 없는 시기인 5월 상순~6월 상순경에 정식하여 6월 상~9월 하순까지 수확하는 작형이다. 한여름을 지나려면 내서성이 강한 품종을 심는 것이 유리하다. 중부지방은 반백계와 사엽계통이 많고, 남부지방은 흑진주계가 대부분이다.
- 시설억제재배는 중부지방을 중심으로 8월 하순~9월 상순경에 정식하여 10월 상순~12월 하순까지 수확하는 작형으로 생육초기는 고온이고 후기는 저온 단일하에서 재배되기 때문에 재배관리가 어려운 작형이다. 생육 중후기부터는 하우스를 2중으로 피복하여야 하고, 수확기를 연장하려면 11월 하순부터 가온을 한다.

(나) 호박

- 호박 축성재배는 남부지방을 중심으로 10월 상순~11월 중순경에 정식하여 12월 상순~4월 하순까지 수확하는 작형으로 겨울이 온난한 남부지방에서 하우스내에 가온시설을 하거나 피복과 수막시설을 하여 재배한다. 흑한기 재배이므로 밤의 온도가 10℃ 이하로 내려가지 않도록 보온을 철

저히 하고 낮에는 25℃ 정도로 유지해야 한다.

- 반촉성재배는 기온이 비교적 따뜻한 남부지방과 난방시설을 갖춘 중부지방을 중심으로 1월 하순~3월 상순경에 정식을 하여 3월 하순~7월 중순까지 수확하는 작형으로 중부지방에서는 생육초기에 짧은 기간만 가온하나 남부지방은 무가온으로 재배하는 작형이다.
- 노지재배는 5월 상순~6월 상순경에 정식하여 6월 중순~9월 하순까지 수확하는 작형으로 내서성이 강한 재래종 호박을 심는 것이 유리하다.

(다) 수박

- 수박 촉성재배는 기후적으로 온난한 남쪽의 일부 지역에 국한된 작형으로 단경기인 겨울철에 높은 가격을 수취할 목적으로 재배된다.
- 반촉성재배는 시설수박 재배의 대부분을 차지하는 작형으로 지역에 따라 정식시기에 차이가 있다. 남부 지역은 2월에 정식하여 5월에서 6월초까지 수확하고, 중부지역은 3월에 정식하여 6월 초부터 수확되지만 그 시기는 계속 앞당겨지는 추세이다.
- 노지재배는 정식시부터 시설을 이용하지 않고 수박을 재배하는 작형으로 생육기가 장마철인 관계로 병해에 의한 피해가 발생할 우려가 높은 작형이다. 터널재배는 정식시에 터널을 설치하였다가 초세가 안정되면 터널을 벗겨 노지 상태로 관리하는 작형으로 반촉성수박과 노지 수박간 출하 공백기를 연결하는 역할을 한다.

(라) 참외

- 참외 촉성재배는 기후적으로 온난한 영남 일부 지역과 경북 성주의 일부면에 국한된 작형으로 주산지인 성주 지역의 출하가 시작되기 전인 2월 중순~3월 상순 사이에 높은 가격을 수취할 목적으로 재배된다.

- 반축성재배는 참외 재배의 대부분을 차지하는 작형으로 지역에 따라 정식시기에 차이를 보이고 있다. 남부 지역은 1월에 정식하여 3월 하순에서 4월 중순까지 1차 수확하고, 중부지역은 2월에 정식하여 5월 상순부터 수확되지만 그 시기는 계속 앞당겨지는 추세이다.
- 노지재배는 정식 때부터 시설을 이용하지 않고 참외을 재배하는 작형이며 경기 일부 지역에 국한된 재배 형태로 재배면적은 계속 감소하고 있다.

(마) 딸기

- 딸기 축성재배는 겨울철에 따뜻하여 기후적으로 유리한 남부지방에서 대부분 재배되며 휴면에 들어가기 전에 피복 및 보온을 개시하여 무휴면 상태로 재배하는 작형이다. 8월 하순~9월 중순에 정식하여 수확은 11월~3월 하순경까지이나 4~5월까지 장기간 수확이 가능하다. 겨울철 저온기부터 수확이 시작되므로 적절한 초세를 유지하여 연속수확이 가능하도록 하우스의 온도 등 정밀한 환경관리가 필요하다.
- 반축성재배는 9월 하순~10월 중순경에 정식을 하여 1월 하순~5월 하순경에 걸쳐 수확하는 재배방식이다. 휴면기간을 거쳐 휴면이 어느 정도 타파된 후 보온을 시작하는 작형으로 보통 11월 중·하순~12월 상순에 보온을 시작한다. 보온개시만 제대로 맞추면 재배가 비교적 쉬워 현재 딸기 재배면적 중 절반 이상이 반축성재배를 하고 있다.

표 2-3. 딸기 작형별 재배시기

구 분	육묘기	정식기	수확기	성출하기
축성재배	7상~9상	8하~9중	11상~3하	1상~2하
반축성재배	8상~9중	9하~10중	1하~5하	3상~4하

자료: 농업관측정보센터, 2004년 모니터 조사치.

(바) 토마토

- 토마토 축성재배는 10월 상순~11월 하순경에 정식하여 12월 하순~6월 중순까지 수확하는 작형으로 주로 남부지방에 국한되고 있다. 육묘기 이후에는 대부분 보온이나 가온을 해야 되는 작형이므로 광환경과 온도관리에 유의해야 하고 기상이나 생육상황에 안 좋은 조건에서도 착화수가 많고 꽃봉오리가 크게 달리는 품종을 선택해야 한다.
- 반축성재배는 남부와 중부지방을 중심으로 12월 하순~4월하순경에 정식하여 3월 상순~7월 하순까지 수확하는 작형이다. 하우스 외부에 설피 등을 2~3중으로 피복하여 가온을 하지 않고 재배하는 작형으로 우리나라 토마토 재배의 대부분을 차지하고 있으며, 정식한 후 수확까지는 시설내에서 보온을 하고 후기에는 기온이 높아져서 피복물을 제거한 상태에서 재배하게 된다.
- 시설억제재배는 7월~12월까지 출하할 목적으로 재배하는 작형이다. 5월 중순~9월 상순경에 정식을 하며 기온이 낮아지는 10월 중·하순부터는 비닐 피복을 해 주어야 한다. 여름철 고온, 장마 또는 건조 등을 해결하기 위한 고랭지 재배, 비 가림 재배 등이 있다.

2. 과채류 단수 동향

2.1. 과채류 단수

- 과채류의 단위면적당 수확량은 농자재가 발달하고, 재배 기술력이 향상되었으며, 현대적 시설투자로 재배 기간도 확대되면서 시설단수가 늘어나 전체적으로 증가해 왔다. 오이는 노지단수가 완만하게 증가하고 1990년대 중반 이후 시설단수가 크게 늘어 연평균 증감률이 5.6%로 높게 나

타났다. 딸기는 노지단수는 정채추세를 보였지만 시설재배면적의 증가로 연평균 증가율이 4.9%, 토마토 4.5%, 참외 3.3%, 호박 3.0%, 수박 2.3%씩 증가하였다.

- 과채류 단수의 연평균 변동률은 오이가 8.1%로 높게 나타난 반면, 참외나 토마토 단수 변동률은 5% 미만으로 타 과채류에 비해 상대적으로 낮았다 <표 2-6>. 오이의 단수 변동률이 높은 이유는 기온, 일사량 등 기상변수에 의해 타 과채류보다 크게 영향을 받기 때문인 것으로 보인다.

표 2-4. 과채류 품목별 단수 추이, 1985-03

단위: kg/10a

	오이	호박	수박	참외	딸기	토마토
1985-89	2,886	1,868	2,284	1,930	3,249	1,502
1990-94	3,438	2,034	2,391	2,398	3,943	1,929
1995-99	4,918	2,448	2,494	2,826	5,567	2,422
2000-03	6,537	3,092	3,236	3,146	6,365	2,702

자료: 농림부, 『작물통계』, 각 연도.

표 2-5. 과채류 시설 및 노지 단수

단위: kg/10a

		오이	호박	수박	참외	딸기	토마토
1985~89	시설	3,599	2,384	2,674	2,181	1,502	3,357
	노지	2,286	1,694	2,213	1,700	1,200	2,942
1990~94	시설	4,047	2,423	2,813	2,769	1,929	4,235
	노지	2,463	1,822	2,208	1,719	1,305	3,094
1995~99	시설	5,638	3,050	2,887	2,977	2,422	5,666
	노지	3,036	2,016	2,044	1,775	1,445	3,891
2000~03	시설	7,200	3,868	3,535	3,228	2,702	6,463
	노지	3,950	2,466	2,418	1,941	1,404	4,413

주: 시설딸기와 시설토마토는 1988-90, 1991-95, 1996-00, 2001-03 기준임.

자료: 농림부, 『작물통계』, 각 연도.

그림 2-1. 과채류 단수 추이, 1985-03

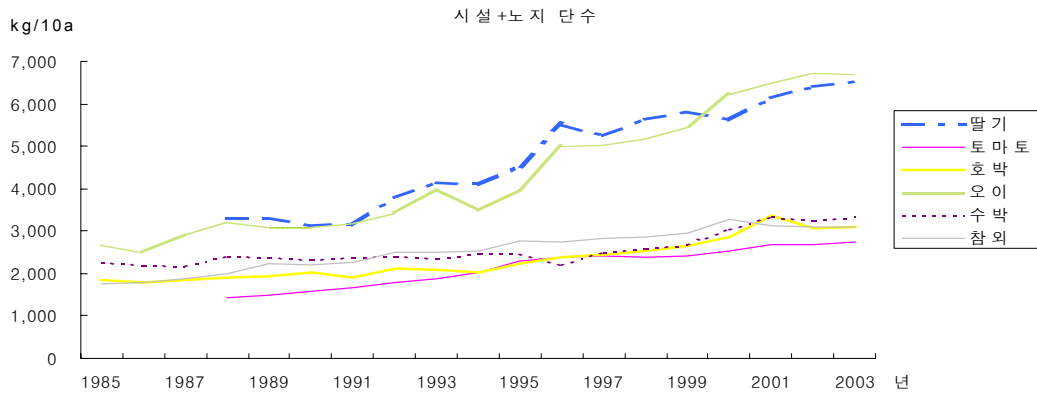


그림 2-2. 과채류 노지재배 작형의 단수 추이, 1985-03

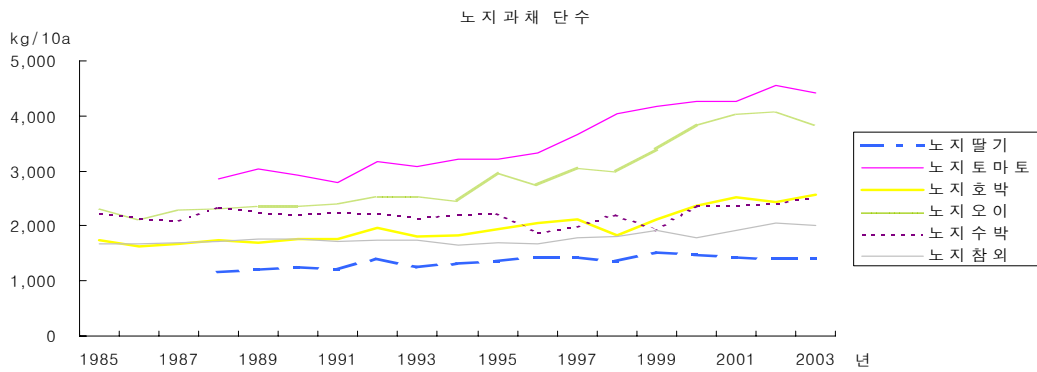


그림 2-3. 과채류 시설재배작형의 단수 추이, 1985-03

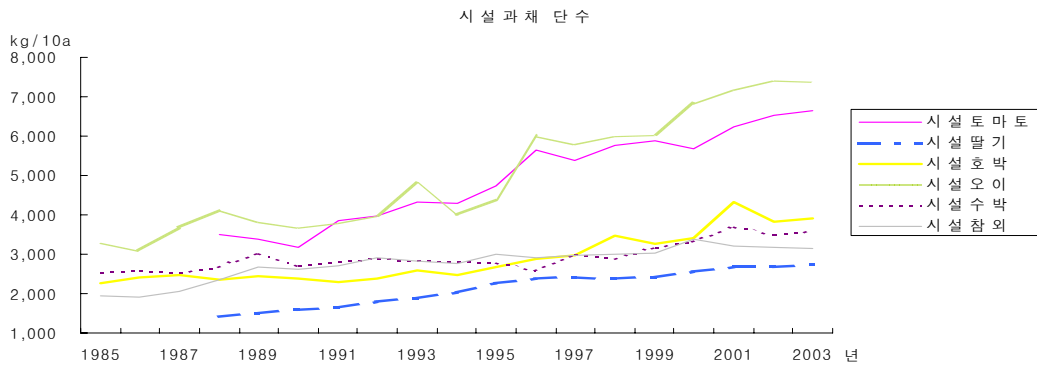


표 2-6. 과채류 단수의 연도간 평균 변동률, 1985-03

단위: %

	오 이	호 박	수 박	참 외	딸 기	토마토
시 설	9.2	7.0	5.7	5.1	4.7	7.2
노 지	6.1	6.3	6.4	3.2	5.2	4.9
전 체	8.1	5.4	5.0	4.1	6.8	4.7

주: 연도 간 단수변동률= $(\text{당해년 단수} - \text{전년단수})/\text{전년단수} \times 100$, 연평균 변동률은 연도 간 변동률을 평균한 값임.

자료: 농림부, 『작물통계』, 각 연도.

- 과채류 시설재배의 연도간 평균 변동률은 오이 9.2%, 토마토 7.2%, 호박 7.0% 등의 순으로 높게 나타난 반면, 수박, 참외, 딸기는 5% 내외로 낮게 나타났다. 오이, 토마토, 호박의 변동률이 높은 것은 겨울철을 포함하여 연중 생산되는 시설 과채류들로 기온, 일사량 등 기상이 매우 까다롭고, 또 이들 기상변수들에 의해 단수가 보다 크게 영향을 받기 때문인 것으로 보인다.
- 과채류 노지재배 연평균 변동률은 수박이 6.4%로 가장 높게 나타났고, 호박, 오이가 그 뒤를 이었다. 여름철에 노지에서 재배되는 품목들로 수박은 장마, 태풍과 동반되는 집중호우로 수박 재배지가 침수되는 경우 단수가 크게 감소하고, 오이, 호박은 일사량에 매우 민감하게 반응하기 때문에 이들 품목의 연평균 변동률이 높은 것으로 보인다.
- 오이, 딸기, 토마토 단수의 작형별 연평균 변동률은 <표2-7>과 같다. 축성과 반축성 작형은 오이, 토마토, 딸기 순으로 변동률이 큰 것으로 나타났다. 오이 단수 변동률이 토마토, 딸기에 비해 높은 이유는 시설 현대화에 따라 작기가 연장되었고, 오이가 기온, 일사량 등 기상변수에 의해 타 과채류보다 크게 영향을 받기 때문인 것으로 보인다. 품목별 작형간 단수 변동률은 크게 차이가 나지 않는 것으로 나타났다.

표 2-7. 과채류 작형별 단수의 연도간 평균 변동률, 1986-02
단위: %

	축 성	반축성	억 제
오 이	6.8	7.3	5.3
딸 기	2.8	3.2	-
토마토	5.0	4.1	-

자료: 농촌진흥청, 『농축산물소득자료집』, 각 연도.

2.2. 오이

2.2.1. 단수 동향

- 오이 전체 단수는 2000년대 6,537kg으로 재배 기술력이 꾸준히 향상되고 1990년대 중반 이후 시설재배면적이 급격히 증가하여 연평균 5.6%씩 늘어났다<표 2-4>.
- 시설재배 오이의 단수는 1990년대 초까지 완만하게 증가하다가 1990년 중반 이후 급격하게 증가하여 2000년대에 7,200kg으로 연평균 5.2%씩 늘어났다.
- 오이 시설단수가 이렇게 급격하게 증가한 것은, 첫째로 1990년대 후반에 보일러, 유리 온실, 수막시설, 부직포 등 정부의 시설 현대화 사업에 의한 가온 및 보온 시설투자가 이루어졌기 때문이다. 둘째는 오이재배기술의 지속적인 발달로 남부지방의 축성재배의 작기가 연장됨에 따라 단수가 크게 높아진 것으로 보인다.
- 시설오이의 단수를 지역별로 살펴보면 강원 지역이 2000년대에 6,525kg으로 연평균 10%씩 증가하였는데, 이는 강원 춘천을 중심으로 보온시설 등 현대적 시설투자가 이루어져 반축성 및 억제작형의 재배 기간이 길어졌

- 기 때문으로 보인다. 경북 지역도 8,659kg으로 연평균 9.8% 증가하였는데, 이는 경북 상주를 중심으로 시설투자와 재배 기술에 힘입어 축성재배기간이 크게 늘어났기 때문이다. 하지만 경기 지역은 평택의 연작 피해로 연평균 2% 증가하는데 그쳤다.
- 시설오이 단수는 지역 간 차이가 크게 나타나는 것으로 보이는데 전남 지역을 1로 볼 때 경북은 0.77, 경남은 0.66으로 나타나는 등 남부 지방의 단수가 높았다. 이는 온화한 기상하에서 축성재배로 장기간 재배할 수 있어 반축성으로 재배되는 경기(0.28), 충북(0.58) 등 중부 지방보다 높은 것으로 보인다.
 - 노지오이의 경우도 1990년대 중반 이후 크게 증가하여 2000년대에는 3,950kg으로 연평균 3%씩 증가하였는데, 이는 노지재배가 육묘기술을 도입해 묘가 균일화되었고, 병해충 방제기술과 토양비옥도를 증진시키는 재배 기술 등이 발달했기 때문이다.
 - 오이 단수 연도 간 변동률을 보면 1990년대까지 9% 내외였으나 2000년대에는 시설 면적이 정체 상태를 보이는데다 기술이 진보하여 시설오이의 단수 변동률이 크게 낮아져 오이 전체 연도 간 변동률이 6%로 나타났다.

표 2-8. 시설오이 지역별 단수

단위: kg/10a

연 도	강 원	경 기	경 남	경 북	전 남	충 남	충 북
1988~90(a)	2,027	2,589	3,946	3,353	5,507	3,117	1,754
1991~95	2,859	2,631	4,081	3,703	6,368	5,094	1,881
1996~00	4,844	3,010	4,612	4,751	10,282	7,227	2,580
2001~03(b)	6,525	3,187	7,366	8,659	11,226	7,495	3,976
지역간비율	0.58	0.28	0.66	0.77	1.00	0.67	0.35
b/a	221.9%	23.1%	86.7%	158.3%	103.9%	140.5%	126.7%

자료: 농림부, 『작물통계』, 각 연도.

2.2.2. 작형별 단수 동향

- 오이 단수를 작형별로 보면 현대적인 시설투자와 재배 기술의 향상으로 축성 재배작형의 단수는 1990년대 중반 이후 크게 늘어 2000년대 초반에 15,121kg으로 연평균 5%씩 늘었다. 반축성과 억제재배 작형의 단수도 시설투자에 힘입어 연평균 3%씩 늘어났다.
- 작형간 오이 단수를 살펴보면 축성재배를 2000년대 초반을 기준으로 1로 볼 때 반축성은 0.7, 억제는 0.4로 나타났는데, 이러한 차이는 무더운 여름철에는 시설내에서 오이를 재배하기 어려워 축성, 반축성, 억제재배 순으로 재배가능기간이 길어 단수의 차가 나타난 것으로 보인다.
- 축성작형의 경우 지역별 단수를 보면 전남 지역은 2000년대에 18,858kg으로 시설투자와 기술진보에 힘입어 연평균 4%씩 증가하였고, 경북 지역도 3%씩 늘어났다. 전남 지역의 단수가 상대적으로 높은 것은 경북 지역에 비해 온난한 기후로 재배 기간이 길기 때문인 것으로 보인다.

표 2-9. 축성재배 오이의 지역별 단수

단위: kg/10a

연 도	경 남	경 북	전 남
1993~95	9,620	11,180	15,285
1996~00	9,332	12,517	17,791
2001~02	8,730	14,375	18,858

자료: 농촌진흥청, 『농축산물소득자료집』, 각 연도.

2.3. 호박

2.3.1. 단수동향

- 호박 전체 단수는 2000년대 3,092kg으로 농자재가 발달하고 1990년대 중반 이후 시설재배면적이 급격히 증가하여 연평균 3%씩 늘어났다(표 2-4).
- 호박 시설단수는 1990년대까지 정체 내지는 완만한 증가 추세를 보이다가 1990년대 중반 이후 시설단수가 빠르게 증가하여 2000년대에는 3,868kg으로 연평균 3.4% 증가하였다.
- 호박 시설 단수가 이렇게 증가한 것은 첫째로 1990년대 후반에 보일러, 수막시설, 부직포 등 정부의 시설 현대화 사업에 의한 가온 및 보온 시설 투자가 이루어졌기 때문이다. 둘째는 호박재배기술의 발달에 힘입어 단수가 크게 높아진 것으로 보인다.
- 시설호박의 단수를 지역별로 살펴보면 강원 지역이 2000년대에 4,306kg으로 연평균 13%씩 증가하였는데, 이는 강원 춘천, 홍천을 중심으로 시설투자가 이루어져 반축성 재배 기간이 길어졌기 때문으로 보인다. 충북 지역도 3,976kg으로 7%씩 증가하였는데, 이는 충북 청원을 중심으로 수막시설, 부직포 등의 시설투자와 재배 기술에 힘입어 반축성 및 억제작형의 단수가 크게 늘어났기 때문이다. 하지만 경남 지역은 진주의 연작 피해로 연평균 5%의 증가에 그쳤다.
- 시설호박 단수의 지역 간 차이를 살펴보면 전남 지역을 1로 볼 때 경남은 0.94, 강원은 0.92로 나타나는 등 지역 간 차가 크지 않았다. 온화한 기상 하에서 축성으로 재배되는 전남, 경남 지역에서 작부체계상 호박재배 후 작으로 벼, 수박 등 다른 작목이 재배되기 때문에 오이와는 달리 장기간

표 2-10. 시설호박 지역별 단수

단위: kg/10a

연 도	강 원	경 남	전 남	충 북
1988~90(a)	1,766	2,886	2,400	1,754
1991~95	2,060	2,903	3,108	1,881
1996~00	3,521	3,470	4,132	2,580
2001~03(b)	4,306	4,393	4,692	3,976
지역간비율	0.92	0.94	1.00	0.85
b/a	143.9%	52.2%	95.5%	126.7%

자료: 농림부, 『작물통계』, 각 연도.

재배하지 않아 반축성으로 재배되는 강원, 충북 지역 단수와 비교해 볼 때 차이가 크지 않은 것으로 보인다.

- 노지호박 단수는 1990년대까지 정체추세를 보이다가 2000년대 초에 들어서면서 완만한 상승세를 보여 2000년대 2,466kg으로 연평균 2.4%씩 증가하였다. 이는 태풍, 집중호우 등 기상 변화에 따라 생산 여건이 불안함에도 불구하고 재배 기술이 발달하여 왔고, 최근 호박가격의 상승으로 시설호박에 대한 시설투자가 이루어졌기 때문인 것으로 보인다.
- 호박 단수 연도 간 변동률은 1990년대까지 5% 내외였으나 2000년대에는 9%로 증가하였다.

2.4. 수박

2.4.1. 단수동향

- 수박의 단수는 1997년 이후 다수확 우량 품종인 타원형계 수박이 개발되면서 급격히 증가하여 2000년대에는 10a당 3,200kg으로 1980년대 후반에 비해 42% 증가하였다.

표 2-11. 수박 단수 연간 변동률 추이

단위: %

연도	시설	노지	전체
1985~89	6.6	5.1	3.9
1990~94	1.6	2.6	2.1
1995~99	8.4	13.9	8.9
2000~03	6.4	2.3	5.2

주: 연도간 단수변동률=(당해년 단수-전년단수)/전년단수×100, 연평균 변동률은 연도 간 변동률을 평균한 값임.

자료: 농림부, 『작물통계』, 각 연도.

- 시설수박의 단수는 2000년대에 3,500kg으로 1980년대 후반에 비해 32% 증가하였고, 노지 수박의 단수는 1990년대 후반에 연작 피해로 단수가 감소하였으나 2000년대에는 2,400kg으로 1980년대 후반에 비해 9% 증가하였다.
- 수박의 단수는 1990년대 후반에 연평균 9%의 변동률을 기록하였으며, 2000년대에는 연평균 5%의 변동률을 나타내고 있다.
- 시설수박의 단수는 1990년대 후반에 8%의 연간 변동률을 나타냈고, 2000년대에는 연평균 6%의 변동률을 보이고 있다. 노지 수박의 단수는 기상 이변과 연작 피해가 컸던 1990년 후반에 연평균 14%의 변동률을 나타냈으며, 2000년대에는 연평균 2%에서 변동하고 있다.

2.4.2. 작형별 단수동향

- 시설수박의 연도별 단수추이는 전남 지역이 2000년대에 4,200kg으로 1980년대 후반보다 46% 증가하였고, 충남 34%, 전북 30%, 경남 27%, 경북 25%씩 단수가 증가하였다.
- 2000년대의 지역별 시설수박 단수는 충남이 4,700kg으로 가장 높고, 경북·전남 지역은 4,000kg 이상으로 충남 지역 단수의 90% 이상을 나타내고 있으며, 경남 지역이 3,900kg, 전북 지역이 3,600kg으로 충남 지역 단수

의 80% 내외이다. 경남 지역은 주로 4~5월에 출하하기 때문에 과의 크기가 작아 단수가 낮으나, 전북 지역은 연작 피해와 최근 계속된 여름 습해로 단수가 낮게 나타나고 있다.

- 노지 수박의 연도별 단수추이는 충북 지역이 2000년대에 3,000kg으로 1980년대 후반보다 26% 증가하였고, 전남이 9%, 전북이 6% 증가하였으나, 경북은 1% 감소하였다.
- 2000년대의 지역별 노지 수박 단수는 경북이 3,300kg으로 가장 높고, 충북은 3,000kg으로 경북 지역 단수의 90% 이상을 나타내고 있으며, 전북 지역이 2,600kg, 전남 지역이 2,500kg으로 경북 지역 단수의 80% 내외이다. 전북 지역은 연작 피해와 황토질 토양으로 인한 여름철 습해로 노지 수박의 단수가 1990년대 후반 이후 정체 상태를 나타내고 있다.

표 2-12. 시설수박 지역별 단수동향

단위: kg/10a

연도	경남	경북	전남	전북	충남
1985~89(a)	3,056	3,472	2,879	2,784	3,475
1990~94	3,201	3,492	3,137	3,214	3,623
1995~99	3,526	3,937	3,433	3,583	3,976
2000~02(b)	3,888	4,354	4,209	3,632	4,666
b/a	27.2%	25.4%	46.2%	30.5%	34.3%

자료: 농촌진흥청, 『농축산물소득자료집』, 각 연도.

표 2-13. 노지 수박 지역별 단수동향

단위: kg/10a

연도	경북	전남	전북	충북
1985~89(a)	3,320	2,329	2,478	2,403
1990~94	2,573	2,283	2,453	2,665
1995~99	2,479	2,275	2,611	2,601
2000~02(b)	3,288	2,548	2,636	3,030
b/a	-1.0%	9.4%	6.4%	26.1%

자료: 농촌진흥청, 『농축산물소득자료집』, 각 연도.

2.5. 참외

2.5.1. 단수동향

- 참외의 단수는 1990년대에 접어들면서 시설재배면적 증가와 우량 품종이 보급되면서 급격히 증가하여 2000년대에는 10a당 3,100kg으로 1980년대 후반에 비해 63% 증가하였다.
- 시설참외의 단수는 2000년대에 3,200kg으로 1980년대 후반에 비해 48% 증가하였고, 노지참외의 단수는 기상 변화에 따른 생산 여건의 불안과 연작 피해로 완만하게 증가하였으나, 2000년대에는 1,900kg으로 1980년대 후반에 비해 14% 증가하였다.
- 참외의 단수는 1980년대 후반에 연평균 5%의 변동률을 기록하였으며, 2000년대에는 연평균 2%의 변동률을 나타내고 있다.
- 시설참외의 단수는 1980년대 후반에 8%의 연간 변동률을 나타냈고, 2000년대에는 연평균 2%의 변동률을 보이고 있다. 노지참외의 단수는 1990년 후반에 연평균 4%의 변동률을 나타냈으며, 2000년대에는 연평균 6%에서 변동하고 있다.

표 2-14. 참외 단수 연간 변동률 추이

단위: %

연도	시설	노지	전체
1985~89	8.1	1.1	5.1
1990~94	5.0	2.6	4.8
1995~99	3.9	4.3	3.9
2000~03	2.3	5.8	1.7

주: 연도간 단수변동률= $(\text{당해년 단수}-\text{전년단수})/\text{전년단수} \times 100$, 연평균 변동률은 연도 간 변동률을 평균한 값임.

자료: 농림부, 『작물통계』, 각 연도.

표 2-15. 시설참외 지역별 단수동향

단위: kg/10a

연도	경남	경북	전북
1985~89(a)	1,187	3,162	-
1990~94	2,832	3,150	-
1995~99	2,397	3,210	2,619
2000~02(b)	1,983	3,532	2,615
b/a	67.0%	11.7%	-0.2%

자료: 농촌진흥청, 『농축산물소득자료집』, 각 연도.

2.5.2. 작형별 단수동향

- 시설참외의 연도별 단수추이는 경남 지역이 2000년대에 2,000kg으로 1980년대 후반보다 67% 증가하였고, 경북 지역은 12% 증가하였다.
- 2000년대의 지역별 시설참외 단수는 경북이 3,500kg으로 가장 높고, 경남 지역은 2,000kg으로 경북 지역 단수의 56%에 머물고 있으며, 전북 지역이 2,600kg으로 경북 지역 단수의 74%이다. 경남 지역은 주산지인 경북 성주 지역과의 출하경합을 피하기 위하여 일찍 출하하기 때문에 과의 크기가 작아 단수가 낮게 나타나고 있다.

2.6. 딸기

2.6.1. 단수동향

- 딸기 전체 단수는 1980년대에 후반부터 지속적으로 증가하여 1990년대 중반까지 연평균 7%씩 증가하였으나, 후반부터는 완만한 단수 증가율을 보이고 있다. 2000년대에는 6,365kg으로 1980년대 후반에 비해 100% 증가하였다.

- 딸기 시설단수는 2000년대에 2,702kg으로 연평균 5%씩 증가하였고 노지 단수는 2000년대에 1,404kg으로 연평균 2%씩 증가율을 보이고 있다.
- 1980년대 후반부터 1990년대 중반까지 딸기 단수가 지속적으로 증가한 것은, 노지재배에서 시설재배로 전환되는 시기이고 재배 기술의 향상과 품종 개량에 의한 다수확 품종 보급이 늘었기 때문이다.
- 지역별 시설딸기 단수를 살펴보면 전남 지역이 2000년대에 2,786kg으로 연평균 6%씩 증가하였으며, 1980년대 후반에 비해 107% 증가하였다. 충남 지역은 2000년대에 2,771kg으로 연평균 7%씩 증가하였으며, 1980년대 후반에 비해 131% 증가하였고 경남 지역은 2000년대에 2,732kg으로 연평균 4%씩 증가하였으며, 1980년대 후반에 비해 97% 증가하였다.
- 시설딸기 단수의 지역 간 차이를 보면 전남 지역을 1로 볼 때 충남 0.99, 경남 0.98로 나타나는 등 남부 지역과 딸기 주산지의 단수가 높았다. 남부 지역은 기상 조건이 다른 지역보다 좋아 겨울철부터 일찍 출하하여 장기간 재배할 수 있는 축성재배가 유리하며 충남 지역은 재배 기술의 향상으로 강원(0.50), 충북(0.66)지역보다 단수가 높게 나타난 것으로 보인다.

표 2-16. 시설딸기 지역별 단수

단위: kg/10a

연도	경기	강원	경남	경북	전남	전북	충남	충북
1988~90(a)	1,084	1,075	1,384	1,414	1,346	1,071	1,200	1,149
1991~95	1,074	1,093	1,928	2,170	1,978	1,371	1,809	1,289
1996~00	1,146	1,311	2,402	2,640	2,526	2,151	2,484	1,553
2001~03(b)	1,803	1,384	2,732	2,679	2,786	2,397	2,771	1,851
지역간 비율	0.65	0.50	0.98	0.96	1.00	0.86	0.99	0.66
b/a	66.3%	28.7%	97.4%	89.5%	107.0%	123.7%	130.9%	61.1%

자료: 농림부, 『작물통계』, 각 연도.

표 2-17. 반촉성재배 딸기의 지역별 단수

단위: kg/10a

연 도	경 남	경 북	전 남	전 북	충 남
1993~95(a)	2,607	2,532	2,617	2,683	2,805
1996~00	2,844	2,549	2,685	2,895	2,895
2001~02(b)	3,347	2,643	2,938	3,029	3,007
b/a	28.3%	4.4%	12.3%	12.9%	7.2%

자료: 농촌진흥청, 『농축산물소득자료집』, 각 연도.

2.6.2. 딸기 작형별 단수동향

- 작형별 딸기 단수를 보면 촉성 시설단수는 재배 기술의 향상으로 1990년대 후반까지 꾸준히 증가하여 2000년대에는 3,353kg으로 1990년대 전반보다 21% 증가하였다. 반촉성 시설단수도 1990년대 후반까지 완만하게 증가하여 2000년대에는 2,951kg으로 1990년대 전반보다 13% 증가하였다.
- 딸기 단수의 작형간 차이를 보면 촉성재배를 1로 볼 때 반촉성은 0.88로 나타났다. 이는 촉성재배가 반촉성보다 일찍 출하되어 재배 기간이 길고 4월부터 기온이 높아져 반촉성 재배가 어렵기 때문이다.

2.7. 토마토

2.7.1. 단수동향

- 토마토 전체 단수는 1990년대 중반까지 급격한 증가를 보였으나, 후반부터는 완만한 증가 추세를 보이고 있다. 2000년대에는 2,702kg으로 1980년대 후반에 비해 80% 증가하였다.
- 토마토 시설단수는 2000년대에 6,463kg으로 연평균 5%씩 증가하였고 노지단수는 2000년대에 4,413kg으로 연평균 3%씩 증가율을 보이고 있다.

- 1990년대 중반까지 토마토 단수가 급격하게 증가한 것은, 시설 면적의 증가와 다수확 품종이 보급되었기 때문이다. 후반에 완만한 증가 추세를 보이는 것은, 다수확 품종보다 당도가 높고 신선도가 장기적으로 유지될 수 있는 품종 개발이 이루어지고 있기 때문이다.
- 지역별 시설토마토 단수를 살펴보면 강원 지역이 2000년대에 7,432kg으로 연평균 8%씩 증가하였으며, 1980년대 후반에 비해 164% 증가하였다. 이는 시설 면적이 늘어나면서 반축성 및 억제작형의 재배 기간이 연장되었기 때문으로 보인다. 전남 지역이 2000년대에 6,983kg으로 연평균 4%씩 증가하였으며, 1980년대 후반에 비해 55% 증가하였다. 이는 시설투자의 증가와 재배 기술이 향상되었기 때문이다.
- 시설토마토 단수의 지역 간 차이를 보면 강원 지역을 1로 볼 때 전남 0.94, 경남0.93, 충남은 0.88로 나타나는 등 남부 지역과 토마토 주산지의 단수가 높았다. 남부 지역은 기상 조건이 다른 지역보다 좋아 겨울철 축성재배로 장기간 재배가 가능하고 충남과 강원 지역은 재배 기술의 발달로 경기(0.51), 경북(0.78)지역보다 단수가 높게 나타난 것으로 보인다.

표 2-18. 시설토마토 지역별 단수

단위: kg/10a

연 도	경 기	강 원	경 남	경 북	전 남	전 북	충 남	충 북
1988~90(a)	3,027	2,819	3,114	3,522	4,509	3,403	3,855	2,916
1991~95	3,221	3,987	4,064	3,875	5,239	3,823	6,546	3,557
1996~00	3,592	5,507	5,320	4,996	6,624	4,141	7,259	4,340
2001~03(b)	3,799	7,432	6,939	5,762	6,983	5,784	6,526	5,841
지역간비율	0.51	1.00	0.93	0.78	0.94	0.78	0.88	0.79
b/a	25.5%	163.6%	122.8%	63.6%	54.9%	70.0%	69.3%	100.3%

자료: 농림부, 『작물통계』, 각 연도.

2.7.2. 토마토 작형별 단수동향

- 작형별 토마토 단수를 보면 축성 시설단수는 1990년대 후반까지 완만하게 증가하여 2000년대에는 8,098kg으로 1990년대 전반보다 4% 증가하였다. 반축성 시설단수는 재배 기술의 향상으로 1990년대 후반까지 크게 증가하여 2000년대에 8,504kg으로 1990년대 전반보다 22% 증가하였다.
- 토마토 단수의 작형간 차이를 보면 축성재배를 1로 볼 때 반축성은 1.05로 나타났다. 이는 반축성재배가 축성보다 재배면적이 많으며 재배 시기의 기온 조건이 좋기 때문에 작형간의 차이가 나타난 것으로 보인다.

제 3 장

과채류 단수함수 추정모형

1. 추정 모형과 방법

1.1 추정 모형

- 단수는 토지의 단위면적당 생산량으로서 토지 생산성을 나타내는 중요한 지표이다. 과채류 단수에 영향을 미치는 요인은 제2장에서 보았듯이 기상 조건, 토양 조건, 노동력 수준, 시설 조건, 재배 기술 등이 있다. 여기서는 개별 환경조건의 미세한 변화에 대한 생산력의 변화를 구체적으로 계측하는 재배학적인 연구에 목적이 있는 것이 아니라, 한 작형 또는 계절에 따른 생산성의 변화, 즉 단수 함수를 추정하는 데에 있다.
- 이 연구는 기상 조건과 재배 기술을 중심으로 단수 변화를 분석하고자 한다. 여기서 기상 조건이란 광(光)조건, 온도 조건, 습도 조건 등을 의미한다.
- 단수는 다음과 같이 전기 단수, 기상 조건, 재배 기술 수준 등의 변수에 의해 결정되는 것으로 설정한다. 즉 단수 함수는

$$Y_t = f (Y_{t-1}, W, T)$$

단, Y_t 는 t 기의 단수, W 는 기상 조건, T 는 재배 기술 수준

으로 표시한다.

- 기상 조건을 나타내는 구체적인 변수로는 일사량, 강수량, 기온(최고기온, 평균기온, 최저기온), 습도 등을 사용하며, 재배 기술 수준을 나타내기 위해 시간 변수를 대리변수로 활용하기로 한다.
- 단수함수 추정을 위한 구체적인 모형은 양대수(logarithm) 형태를 취한다. 즉,

$$\ln Y_t = c + \alpha \ln Y_{t-1} + \beta \ln W + \gamma \ln T + \varepsilon_t$$

의 형태를 가정한다.

1.2. 추정 방법

- 작형에 따른 개별 지역(도 단위)의 단수 모형은 OLS 방법으로 추정한다.
- 지역 간 공통된 영향력 계수를 추정하기 위해 두 개 이상의 지역을 통합하여 추정하고자 한다. 즉 시계열자료와 횡단자료를 통합한 자료(pooled data)를 활용하여 추정하는 결합 추정(pooled estimation) 방법을 응용한다. 결합 추정 방식은 시계열 자료와 횡단 자료를 동시에 활용함으로써 어느 한 쪽만을 활용할 때에 비해 보다 풍부한 추정 결과를 가져올 수 있다. 또한 시계열 자료와 횡단 자료가 비교적 적을 경우, 자유도를 높일 수 있다는 장점이 있다.
- 복수 지역을 대상으로 동시에 단수함수를 추정할 때, 지역 간 단수 편차를 고려하기 위해 고정효과(fixed effects) 모형(또는 공분산(covariance) 모형이라고 일컬음)을 응용한다. 이 모형의 추정 방식은 지역 더미를 일률적으로

추가함으로써 평균으로부터의 지역 간 편차를 제거해 주는 것이다.¹

- 회귀분석을 수행하기 위해 Eviews Ver.5를 이용한다.

2. 이용 자료

2.1. 이용 자료

- 단수 함수 추정을 위해 이용된 단수 관련 자료는 농림부 농산물품질관리원의 『작물통계』와 농촌진흥청의 『농축산물소득자료집』을 활용하였다.
- 일사량, 기온, 강수량 등의 기상 관련 자료는 기상청의 자료를 입수하여 이용하였다. 특히 일사량 자료는 대도시에 관한 것만 있기 때문에 주산지와 가까운 대도시의 자료를 이용하였으며, 기타 기온이나 강수량 관련 자료는 최대 주산지의 자료를 이용하였다.
- 과채류 단수에 유의하게 영향을 미치는 일사량, 기온, 강수량 등의 자료가 활용된 도시는 부산, 대구, 광주, 대전 등 광역시들과 춘천, 수원, 전주, 청주 등 도청 소재지의 자료가 활용되었다. 과채류는 신선채소이기 때문에 대도시 인접지역에 과채류 재배지가 분포되어 있어 이들 지역의 기상 자료가 유의하게 나타났다.
- 부여, 성주, 정읍 등 기후, 토양 등 자연적인 요건이 과채류 재배에 적합한 지역들이 과채류 주산지를 형성하고 있어 이들 지역 기상 자료를 활용하여 추정된 결과 유의한 결과가 나타났다.

¹ 고정효과모형은 추정 방식을 따라 가변수회귀(least squares dummy variable, LSDV) 모형이라 부르기도 한다(Greene).

표 3-1. 지역(도)별 기상 자료가 이용된 도시명

	오이	호박	수박	참외	딸기	토마토
강원	춘천	춘천	-	-	-	춘천
경기	수원	-	-	-	-	-
경남	-	진주	진주	진주	진주	부산
경북	대구	-	대구	대구, 성주	대구	대구
전남	광주	광주	광주	-	광주	광주
전북	-	-	전주, 정읍	-	전주	전주
충남	대전	-	대전, 부여	-	대전, 부여	대전, 부여
충북	청주	청주	청주	-	-	-

2.2. 지역별 일사량 동향

2.2.1. 계절별 일사량 동향

- 일사량은 단위 시간당, 단위 면적에 얼마만큼의 에너지가 들어오느냐 하는 것을 나타낸 것으로 단위는 MJ/m² 로 나타내며² 운량, 기온, 강수량, 습도 등의 기상변수와도 어느 정도 관계가 있다.
- 월별 주요 도시의 일사량을 2000년대를 기준으로 살펴보면 1월(겨울)에는 광주, 4월(봄)과 10월(가을)은 대전, 7월(여름)은 대구가 가장 일사량이 높은 것으로 나타났다. 과채류 재배지 동향을 보면 축성은 겨울철에 전남 지역(광주)을 중심으로 재배되고, 반축성과 억제는 봄과 가을철에 충남 지역(대전)을 중심으로 재배되며 노지는 경북 지역(대구)을 중심으로 재배되고 있다. 이렇게 일사량이 많은 지역에서 과채류의 주작형이 형성된 것으로 나타난 것은 일사량이 과채류의 주요 기상환경 영향변수인 기온,

² 일사량의 단위 MJ/m²에서 MJ는 Mega(10의 6승) Joule(에너지)의 약자이며, m²는 제곱미터를 뜻한다.

강수량 등의 정보를 포함하고 있기 때문이다.

- 일사량은 지구 온난화 등의 영향으로 지속적으로 증가하여 대전지역 1월을 기준으로 보면 연평균 4%씩(1985~03년) 증가하였고, 춘천 6%, 광주 2%, 대구 3%씩 많아졌다. 따라서 과채류의 기상환경 조건은 일사량변수만을 기준으로 볼 때 조금씩 좋아진 것으로 보인다.

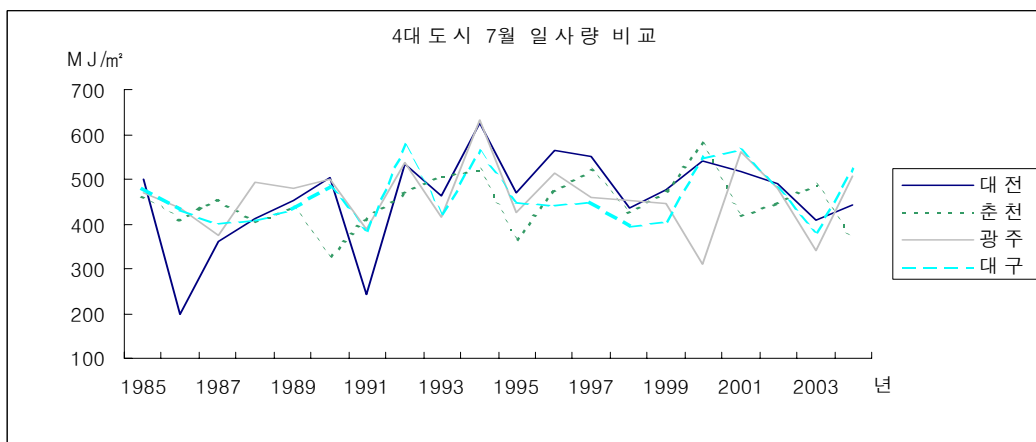
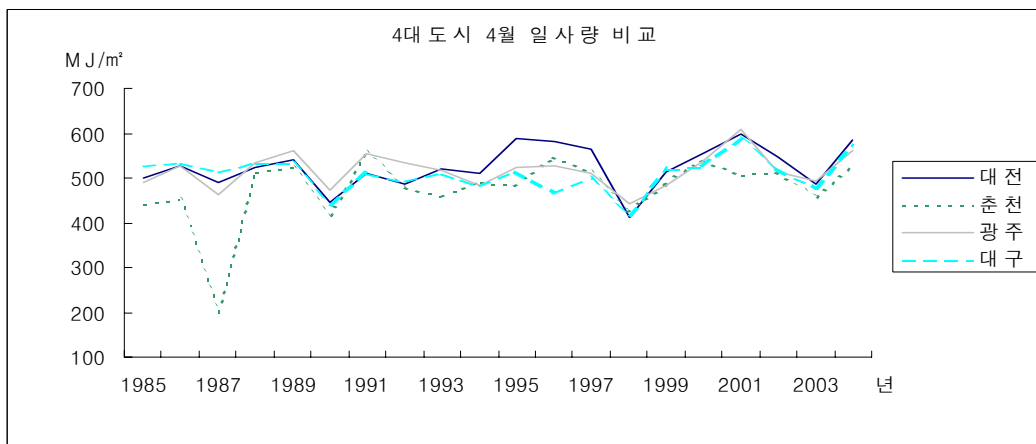
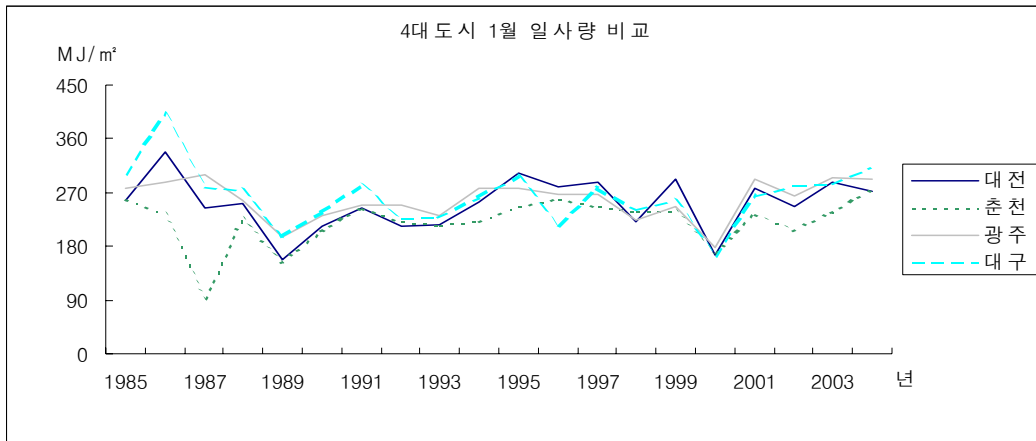
표 3-2. 주요 도시의 계절별 일사량 추이, 1985-03

단위: MJ/m²

	연 도	대전	춘천	광주	대구
1월 (겨울)	1985~89	249.8	193.0	263.6	290.3
	1990~94	228.1	221.8	247.4	247.3
	1995~99	276.6	246.0	256.1	256.9
	2000~03	243.6	210.4	257.6	247.7
4월 (봄)	1985~89	516.6	426.6	515.2	528.2
	1990~94	494.9	480.1	512.3	487.0
	1995~99	531.5	490.8	496.4	482.7
	2000~03	546.8	503.5	538.5	526.7
7월 (여름)	1985~89	384.9	433.7	450.4	430.6
	1990~94	473.8	446.5	493.9	485.4
	1995~99	498.8	451.6	459.1	427.7
	2000~03	488.9	482.2	423.5	493.1
10월 (가을)	1985~89	345.2	303.9	366.3	345.7
	1990~94	376.5	325.2	403.1	363.8
	1995~99	371.5	320.5	366.4	340.4
	2000~03	396.2	320.4	366.8	371.8

자료: 기상청.

그림 3-1. 주요 도시의 월별 일사량 추이, 1985-03



2.2.2. 지역별 일사량 변동률

- 주요 도시 월별 일사량 연평균 변동률을 보면 1월은 광주가 13.5%로 가장 낮고, 4월은 춘천을 제외한 도시들의 일사량이 낮으며, 7월은 대구와 춘천이, 10월은 대전이 낮게 나타나 각 월별로 일사량이 많은 지역의 연평균 변동률이 낮았다.
- 일사량의 연평균 변동률이 낮은 지역에서 과채류 작형이 형성된 것은 일사량의 연간 변동률이 낮을수록 과채류 재배에 적합하기 때문이다. 따라서 일사량이 많고, 일사량의 연간 변동률이 낮은 지역을 중심으로 과채류의 주작형이 형성되어 왔다.

표 3-3. 주요 도시 월별 일사량의 연도간 평균변동률, 1985-03

단위: %

	대전	춘천	광주	대구
1월(겨울)	22.4	24.2	13.5	20.5
4월(봄)	9.6	20.8	9.2	8.6
7월(여름)	28.7	15.8	23.0	15.4
10월(가을)	10.1	14.1	15.7	10.6

주: 연도 간 일사량 변동률=(당해년 일사량-전년일사량)/전년일사량*100, 연평균 변동률은 연도 간 변동률을 평균한 값임.

제 4 장

과채류 단수함수 추정결과

1. 오이

- 오이의 단수는 전년 단수, 기술수준, 기상변수를 설명변수로 사용하였고, 지역 간 차이(PLS 추정시)와 기상재해 요인을 설명하기 위해 더미를 추가하여 추정하였다.
- 오이 단수는 일사량, 강수량, 기온 등의 기상 변수가 영향을 주는 것으로 나타났다. 오이 단수의 일사량에 대한 반응계수는 0.2~0.6정도로 유의하였으며, 강수량 반응계수는 -0.1정도 내외로 유의하게 나타났다. 또한 오이 단수는 최저기온 혹은 평균기온에 대하여 0.2~0.4정도로 반응하는 것으로 추정되었다.
- 오이 단수의 일사량 반응계수는 대부분의 작형에 대하여 유의하게 추정되었는데 축성과 억제작형이 0.5~0.6으로 나타나 반축성과 노지 작형의 0.2~0.3에 비해 높게 나타났다. 이는 축성과 억제작형으로 재배되는 시기의 일사량이 2000년대 대전지역 1, 10월 기준 244~396MJ/m²으로서 반축성

- 과 노지의 489~547MJ/m² (2000년대, 대전지역 4, 7월 기준)보다 크게 낮아 축성과 억제작형 오이의 일사량에 대한 반응의 정도가 더 큰 것으로 보인다.
- 오이 단수의 일사량에 대한 지역별 반응계수 추정 결과 유의하게 나타난 강원과 경기 지역을 비교해 보면 강원 지역의 반응계수는 0.3정도로 나타났는데, 상대적으로 일사량이 많은 경기 지역 노지재배의 반응계수는 0.1로 강원 지역의 반응계수보다 낮게 나타났다.
 - 오이 단수에 영향을 미치는 기상변수를 생육단계별로 살펴보면 착과비대기가 가장 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 오이 생육단계는 크게 활착기, 화분화기, 착과비대기 등으로 구분 지을 수 있는데 활착 및 화분화기에는 ‘활착’, ‘화아의 발육’, ‘암꽃의 분화’ 등의 생육과정이 일어나고, 착과비대기에는 ‘개화’, ‘결실’, ‘과비대’ 등의 과정이 있다.
 - 착과비대기의 일사량 변수의 반응계수는 0.2~0.6으로 일사량이 영향을 주는 것으로 판단된다. 즉 이 시기에 일사량이 많으면 생육, 착과, 과비대가 양호하고, 습해 및 병해충이 적게 발생하기 때문에 단수가 높게 나타난다. 또 최저기온 및 평균기온은 0.2~0.4정도로 나타났는데, 이는 축성작형과 억제작형의 경우 늦가을과 겨울철 저온으로 오이의 착과비대기 최저온도인 13℃를 유지하기 어렵기 때문에 기온에 대해 유의하게 반응하는 것으로 나타났다. 정식 활착기도 기상변수가 영향을 주는 것으로 추정되었다. 억제작형의 단수함수에서 일사량 변수가 0.3정도로 유의하게 나타나 초기 생육과 활착에 영향을 미치는 것으로 보인다.

표 4-1. 오이 단수함수 추정결과

지역(작형)	변수명	계수	유의도	추정방식 자료
전남, 경북 (축성)	전년단수	0.450	**	PLS 추정 표준소득(94-02)
	1~3월 일사량(광주, 대구)	0.453	*	
	1~3월 평균기온(광주, 대구)	0.147	(1.611)	
	지역더미(전남)	0.392	**	
충남 (시설(반축성))	전년단수	0.984	***	LS 추정 작물통계(89-03)
	6~7월 강수량(대전)	-0.103	*	
	연도더미(1990)	0.273	**	
경기 (시설(반축성))	전년단수	0.414	**	LS 추정 작물통계(86-03)
	5~6월 일사량(수원)	0.176	**	
	기술수준	0.187	***	
	연도더미(1994)	-0.132	*	
강원 (노지)	전년단수	1.019	***	LS 추정 작물통계(86-03)
	7월 일사량(춘천)	0.245	**	
	7월 일교차(춘천)	-0.451	**	
	연도더미(1995)	0.788	***	
	연도더미(1996)	-0.522	***	
경기 (노지)	전년단수	0.415	**	LS추정 작물통계(86-03)
	6~7월 일사량(수원)	0.140	(1.596)	
	기술수준	0.189	***	
	연도더미(1994)	-0.120	(-1.757)	
충북 (억제)	10월 강수량(청주)	-0.028	**	LS 추정 표준소득(94-02)
	11월 최저기온(청주)	0.411	***	
	연도더미(2000)	-0.053	**	
	연도더미(2001)	0.065	***	
충남 (억제)	9월 일사량(대전)	0.263	**	LS 추정 표준소득(93-02)
	10월 일사량(대전)	0.626	**	
	연도더미(1994)	0.088	**	
	연도더미(2000)	-0.081	*	

주 1) *는 10%, **는 5%, ***는 1% 수준에서 해당 계수가 통계적으로 유의함을 나타냄.

2) () 안의 수치는 해당 계수의 t 값임.

2. 호박

- 호박의 단수는 전년단수, 기술수준, 기상변수를 설명변수로 사용하였고, 기상재해 요인을 설명하기 위해 더미를 추가하여 추정하였다.
- 호박 단수는 일사량, 강수량, 습도 등의 기상변수가 영향을 주는 것으로 나타났다. 추정 결과 일사량 반응계수는 강원 노지 작형이 0.3정도로 유의하였으며, 충북 반촉성 작형은 일사량 반응계수가 0.7로 나타났으나 t통계량이 유의하게 나타나진 않았다. 강수량 반응계수는 충북 반촉성이 -0.05 내외로 유의하게 나타났다. 호박 단수는 습도에 대하여 전남 축성이 -0.5정도로 반응하는 것으로 추정되었다.
- 호박 단수에 영향을 미치는 기상변수를 생육단계별로 살펴보면 착과비대기가 가장 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 호박 생육단계는 크게 활착기, 화분화기, 착과비대기 등으로 구분 지을 수 있는데 활착 및 화분화기에는 ‘활착’, ‘화아의 발육’, ‘암꽃의 분화’ 등의 생육과정이 일어나고 착과비대기에는 ‘개화’, ‘수분’, ‘결실’, ‘과비대’ 등의 과정이 있다.
- 착과비대기의 일사량 변수의 반응계수는 0.3~0.7로 개화, 과비대 등에 일사량이 양의 영향을 주는 것으로 판단된다. 또 착과비대기의 습도, 강수량도 각각 -0.5, -0.05로 유의하게 나타났는데 이는 착과비대기에 습도가 높거나 강수량이 많으면 습해와 병해충이 다발하고, 충매의 활동력이 약화되어 수정이 잘 이루어지지 않기 때문에 단수가 낮은 것으로 판단된다.
- 호박은 경기, 강원, 충북 지역을 노지와 시설(반촉성)로 구분하여 PLS 방법으로도 추정하였다. 호박 단수에 영향을 미치는 변수로는 전년단수와 기술 수준 외에 노지는 주출하기인 7~8월의 일사량이, 반촉성은 3~4월

의 일사량이 단수에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 노지호박 일사량 계수는 0.7로 반축성의 0.3에 비해 높게 나타났는데, 이는 노지로 재배되는 시기가 반축성보다 일사량이 상대적으로 적은 데다, 태풍, 집중호우 등으로 그 변동 폭이 커 노지단수가 일사량에 보다 민감하게 반응하는 것으로 보인다. 지역 간 편차를 감안하기 위해 지역효과 분석을 하였는데 강원 지역의 노지, 반축성의 지역효과가 각각 0.03, 0.19로 높게 나타났다.

표 4-2. 호박 단수함수 추정결과

지역(작형)	변 수 명	계 수	유의도	추정방식 자 료
전남 (시설(축성))	기술수준	0.233	***	LS 추정 표준소득(89-02)
	2~3월 일교차(광주)	0.330	*	
	2~3월 습도(광주)	-0.476	*	
	연도더미(1992)	-0.108	***	
	연도더미(1995)	-0.139	***	
경남 (시설(반축성))	전년단수	0.236	***	LS 추정 표준소득(89-02)
	3~4월 강수량(진주)	-0.044	***	
	연도더미(1991)	-0.139	***	
	연도더미(1999)	-0.170	***	
충북 (시설(반축성))	4~5월 일사량(청주)	0.660	(1.573)	LS 추정 작물통계(88-03)
	기술수준	0.441	***	
	3~4월 일교차(청주)	-0.980	**	
	연도더미(2001)	0.342	*	
강원 (노지)	전년단수	1.106	***	LS 추정 작물통계(87-03)
	7월 일사량(춘천)	0.292	***	
	연도더미(2000)	0.255	***	
	연도더미(2002)	-0.372	***	

주 1) *는 10%, **는 5%, ***는 1% 수준에서 해당 계수가 통계적으로 유의함을 나타냄.

2) () 안의 수치는 해당 계수의 t 값임.

표 4-3. PLS에 의한 호박 단수함수 추정결과

지역(작형)	변수명	계수	유의도	추정방식 자료
경기 강원 충북 (노지)	전년단수	0.469	***	PLS 추정 작물통계(86-03)
	7~8월 일사량(수원, 춘천, 청주)	0.701	***	
	기술수준	0.108	**	
	지역효과(경기)	0.016	-	
	지역효과(강원)	0.027	-	
	지역효과(충북)	-0.044	-	
경기 강원 충북 (시설(반축성))	전년단수	0.261	*	PLS 추정 작물통계(89-03)
	5~6월 일사량(수원, 춘천, 청주)	0.285	(0.964)	
	3~4월 최저기온	0.145	*	
	기술수준	0.437	***	
	지역효과(경기)	-0.077	-	
	지역효과(강원)	0.190	-	
	지역효과(충북)	-0.100	-	

주 1) *는 10%, **는 5%, ***는 1% 수준에서 해당 계수가 통계적으로 유의함을 나타냄.

2) () 안의 수치는 해당 계수의 t 값임.

3. 수박

- 수박의 단수함수는 전년단수, 기술수준, 기상변수 등을 설명변수로 하였고, 지역 간 차이(PLS 추정시)와 기상재해 요인을 설명하기 위해 더미를 추가하여 추정하였다.
- 수박의 단수는 일사량, 최고기온, 강수량, 일교차 등의 기상변수가 영향을 주는 것으로 나타났다. 추정 결과 일사량 반응계수는 0.2~0.8정도로 유의성이 있었고, 최고기온 반응계수는 0.4~1.3정도로 유의성이 있는 것으로 추정되었다. 강수량에 대해서는 -0.04~-0.1정도로 유의하였으나 경북 지역에서는 0.03~0.09정도로 유의한 것으로 나타나 대조를 이루었으며, 일교차에 대해서는 -0.4~-0.8정도로 유의하게 추정되었다.

표 4-4. 수박 단수함수 추정결과

지역(작형)	변수명	계수	유의도	추정방식 자료
경남 충남 (시설)	전년단수	0.780	***	PLS 표준소득자료 (1986-02)
	4월 일사량	0.247	**	
	5월 최고기온	0.788	***	
	6월 강수량	-0.027	*	
	지역더미(경남)	-0.039	*	
경북 전북 (시설)	전년단수	0.602	***	PLS 표준소득자료 (1989-02)
	2~3월 일사량	0.664	***	
	3월 최고기온	0.230	**	
	3월 강수량	0.046	**	
	2월 일교차	0.202	*	
경남 충남 (시설)	3~4월 일사량	0.871	***	PLS 작물통계 (1988-03)
	기술수준	0.093	***	
	지역더미(경남)	-0.234	***	
경북 전북 (시설)	전년단수	0.321	*	PLS 작물통계 (1988-03)
	3~4월 일사량	0.176	**	
	기술수준	0.095	(0.10)	
경남 경북 충남 (시설)	전년단수	0.350	***	PLS 표준소득자료 (1986-02)
	3~4월 일사량	0.388	***	
	5월 최고기온	0.349	**	
	기술수준	0.077	***	
	지역더미(경남)	-0.090	***	
경남 경북 충남 (시설)	전년단수	0.289	**	PLS 추정 작물통계 (1988-03)
	4월 일사량	0.444	**	
	4~5월 최고기온	1.424	***	
	2~3월 일교차	-0.678	**	
	기술수준	0.073	**	
	지역더미(충남)	0.169	***	
전북 충북 (노지)	전년단수	0.593	***	PLS 추정 표준소득자료 (1985-02)
	4~5월 일사량 평균	0.481	**	
	6월 일교차	-0.153	**	
	기술수준	0.032	(0.10)	

주 1) *는 10%, **는 5%, ***는 1% 수준에서 해당 계수가 통계적으로 유의함을 나타냄.

2) () 안의 수치는 해당 계수의 t 값임.

- 수박 단수의 일사량 반응계수는 시설수박과 노지 수박에서 모두 유의하게 나타났는데 시설수박의 계숫값은 0.2~0.8로 추정되어 노지 수박의 0.3~0.6보다 지역별 편차가 크게 나타났다. 최고기온 반응계수는 시설수박에서 유의성이 있는 것으로 나타났고, 강수량과 일교차는 노지 수박에서 유의한 것으로 나타났다.
- 시설수박의 일사량 반응계수를 지역별로 비교해 보면 충남과 경남 지역의 PLS추정에서 일사량 반응계수가 0.8정도로 나타나 전북과 경북 지역의 PLS추정계수 0.4보다 높게 나타났다.
- 노지 수박의 일사량 반응계수를 지역별로 비교해 보면 경북 지역의 일사량 반응계수가 0.3정도로 상대적으로 일사량이 부족한 전북 지역의 0.6보다 낮게 추정되어 일사량이 많은 지역일수록 반응계수가 낮게 나타났다.
- 수박단수에 영향을 미치는 기상변수는 시설수박의 착과비대기 또는 노지 수박의 정식활착기인 3~5월에 가장 크게 영향을 주는 것으로 나타났다. 이 시기에 일사량이 많으면 뿌리의 활착이 용이해지고, 수꽃의 꽃눈분화가 활발하여 착과율이 높아지며, 광합성이 활발하게 되어 영양생장에 유리하여 단수가 높아진다. 또한 이 시기에 최고기온이 높으면 수박의 생육 적온인 25~30℃에 근접하여 영양생장에 유리하다. 노지 수박의 비대수확기인 7~8월에 일교차가 크면 주간的高温에 의한 스트레스로 피수박, 일소과 등이 발생하여 단수를 감소시키게 된다.
- 시설수박의 단수에 영향을 미치는 기상요인을 전국(경상, 전라, 충남) 단위에서 표준소득자료를 사용하여 PLS방법으로 추정한 결과 일사량 반응계수가 0.2정도로 나타났는데 이는 경남과 충남을 결합(pooling)하여 추정

한 반응계수값과 비슷한 수준이다. 지역 효과를 나타내는 계수는 충남과 경북 지역이 양(+)의 값을 나타내어 전국 평균단수보다 높은 수준임을 나타내고 있는 반면, 경남, 전남, 전북 지역은 음(-)의 값을 보이고 있다. 한편, 작물통계자료를 이용하여 추정한 결과 일사량 반응계수는 0.6으로 표준소득자료를 사용하여 추정한 계숫값보다 높았지만, 이는 통계적 유의성이 낮은 일교차변수를 모형에 추가하여야 하는 한계가 있다.

표 4-5. PLS에 의한 수박 단수함수 추정결과

지역(작형)	변수명	계수	유의도	추정방식 자료
경남 경북 전남 전북 충남 (시설)	전년단수	0.343	***	PLS 추정 표준소득자료 (1986-02)
	3~4월 일사량	0.237	***	
	5월 최고기온	0.377	**	
	기술수준	0.082	***	
	지역효과(경남)	-0.040		
	지역효과(경북)	0.030		
	지역효과(전남)	-0.031		
	지역효과(전북)	-0.017		
경남 경북 전남 전북 충남 (시설)	전년단수	0.195	*	PLS 추정 작물통계 (1989-03)
	3~4월 일사량	0.651	***	
	2~3월 일교차	-0.387	(0.158)	
	기술수준	0.200	***	
	지역효과(경남)	0.104		
	지역효과(경북)	-0.102		
	지역효과(전남)	-0.048		
	지역효과(전북)	-0.091		
지역효과(충남)	0.137			

주 1) *는 10%, **는 5%, ***는 1% 수준에서 해당 계수가 통계적으로 유의함을 나타냄.

2) () 안의 수치는 해당 계수의 t 값임.

4. 참외

- 참외의 단수함수는 전년단수, 기술수준, 기상변수 등을 설명변수로 하였고, 기상재해 요인을 설명하기 위해 더미를 추가하여 추정하였다.
- 참외의 단수는 일사량, 강수량 등의 기상변수가 영향을 주는 것으로 나타났다. 추정 결과 일사량 반응계수는 0.3~0.5정도로 유의성이 있었고, 강수량에 대해서는 -0.03~-0.09정도로 유의한 것으로 나타났다.
- 참외 단수의 일사량 반응계수는 시설참외와 노지참외에서 모두 유의하게 나타났는데 시설참외의 계숫값은 0.3~0.4로 추정되어 노지참외의 0.5보다 조금 낮게 나타났다. 강수량 반응계수도 시설과 노지 모두 유의하였는데 시설참외의 계숫값은 -0.03~-0.06정도로 노지참외의 -0.09보다 낮게 나타났다.
- 시설참외의 일사량변수에 대한 지역별 반응계수를 지역별로 비교해 보면 경남 지역과 경북 지역의 일사량 반응계수가 0.4정도로 지역 간 차이가 적은 것으로 나타났다.
- 참외단수에 영향을 미치는 기상변수는 시설참외의 비대수확기인 3~4월에 가장 크게 영향을 주는 것으로 나타났다. 이 시기에 일사량이 많으면 광합성 작용으로 과비대가 활발해지며, 생육적온을 유지시키기에 유리하여 단수가 높아진다. 한편 이 시기에 강수량이 많으면 토양습도가 높아져 발효과가 발생하는 등 단수를 감소시키게 된다.
- 시설참외의 단수에 영향을 미치는 기상요인에 대해 전국(경상, 전라, 충남)을 대상으로 작물통계자료를 사용하여 PLS추정한 결과 일사량 반응계수가 0.4정도로 나타났는데 이는 경남과 경북을 결합(pooling)하여 추정한 반응계숫값보다 높은 수준이다. 지역 효과를 나타내는 계수는 경북과 충남 지역이 양(+)¹⁾의 값을 나타낸 반면, 경남, 전남, 전북 지역은 음(-)²⁾의 값을 보이고 있다.

표 4-6. 참외 단수함수 추정결과

지역(작형)	변수명	계수	유의도	추정방식 자료
경북 (시설)	4~5월 일사량	0.524	***	LS (1985-02) 표준소득자료
	3월 강수량	-0.029	**	
	5월 강수량	-0.032	*	
	기술수준	0.037	***	
	연도더미(1989)	0.110	***	
	연도더미(1999)	0.142	***	
경북 (시설)	2월 일사량	0.124	**	LS (1988-03) 작물통계
	5월 강수량	-0.059	***	
	기술수준	0.158	***	
	연도더미(1989)	0.077	**	
	연도더미(2000)	0.068	*	
경북 (노지)	전년단수	0.885	***	LS (1988-02) 작물통계
	정식기(3월) 일사량	0.495	***	
	착과기(4월) 최고기온	-0.604	**	
	수확기(6월) 강수량	-0.093	***	
	연도더미(1994)	-0.177	**	
성주 (시설)	4월 일사량	0.439	***	LS (1985-02) 표준소득자료
	6월 일사량	0.156	*	
	3월 강수량	-0.060	***	
	5월 강수량	-0.048	**	
	연도더미(1989)	0.093	**	
	연도더미(1999)	0.217	***	
성주 (시설)	2월 일사량	0.112	*	LS (1988-03) 작물통계
	5월 강수량	-0.057	***	
	기술수준	0.152	***	
	연도더미(1989)	0.069	*	
	연도더미(1999)	0.088	**	
경남 (시설)	전년단수	0.719	***	LS (1985-02) 표준소득자료
	3월 일사량	0.379	**	
	연도더미(1998)	-0.247	***	
	연도더미(2001)	-0.417	***	
경남 경북 (시설)	전년단수	0.689	***	PLS (1989-02) 표준소득자료
	2월 일사량	0.279	*	
	5월 최고기온	-0.569	*	
	지역더미(경남)	-0.164	**	

표 4-7. PLS에 의한 참외 단수함수 추정 결과

	변수명	계수	유의도	추정방식 자료
경남 경북 전남 전북 충남 (시설)	전년단수	0.494	***	PLS 추정 (1986-02) 표준소득자료
	3월, 6월 일사량	0.434	***	
	2~3월 평균기온	0.111	**	
	지역효과(경남)	-0.040		
	지역효과(경북)	0.030		
	지역효과(전남)	-0.031		
	지역효과(전북)	-0.017		
지역효과(충남)	0.058			

주 1) *는 10%, **는 5%, ***는 1% 수준에서 해당 계수가 통계적으로 유의함을 나타냄.

2) () 안의 수치는 해당 계수의 t 값임.

5. 딸기

- 딸기 단수는 전년단수, 기술수준, 기상변수를 설명변수로 사용하였고, 지역 간 차이(PLS 추정시)를 설명하기 위해 더미를 추가하여 추정하였다.
- 딸기 단수는 일사량, 기온(최고기온) 등의 기상요인이 영향을 주는 것으로 나타났다. 단수 추정 결과 일사량 반응계수는 0.4정도로 유의하게 나타났다으며, 기온(최고기온) 반응계수는 -0.2~-0.5정도로 반응하는 것으로 추정되었다.
- 딸기 단수의 일사량 반응계수는 축성과 반축성 작형에 대하여 유의하게 추정되었는데 반축성의 계숫값이 0.4로 나타나 축성의 0.1보다 높게 나타났다.
- 딸기 단수의 일사량에 대한 지역별 반응계수에 유의하게 나타난 충남과 전남 지역을 비교해 보면 충남 지역의 일사량 반응계수가 0.4정도로 나타

나 겨울과 봄에 일사량이 많은 전남 지역의 일사량 반응계수 0.2보다 높게 나타났다.

- 일사량의 영향을 받는 시기는 정식활착기와 과비대기로 나타났으며 반응계수는 0.4정도로 추정되었다. 정식활착기에 일사량이 많으면 광합성이 증진되고 영양분 축적이 잘 이루어져 겨울을 지난 후에 착과율이 높아진다. 과비대기의 일사량이 많으면 생육 상황이 좋아지며 기형과 및 병해충 발생이 적어진다. 일사량이외에 육묘기(런너발생기)의 최고기온과 과비대기의 평균기온에도 영향을 받는 것으로 나타났다. 육묘기에 30℃이상의 고온이 되면 생육이 정지되고 런너발생이 억제 된다. 과실비대기의 적정온도는 낮 20~23℃, 밤 5~7℃이며 기온이 낮으면 충분한 과실비대가 되지 못한다.

표 4-8. 딸기 단수함수 추정결과

지역(작형)	변 수 명	계수	유의도	추정방식 자 료
경남·전남 (축성)	전년단수	0.903	**	PLS 추정 표준소득(1993-02)
	전년 7~9월 일사량(광주, 진주)	0.131	*	
	기술수준	0.178	**	
경남·전남 (반축성)	전년단수	0.572	***	PLS 추정 표준소득(1993-02)
	전년 11월 일사량(광주, 진주)	0.434	**	
	전년 8월 최고기온	-0.551	*	
전북·경북 (축성)	전년단수	0.845	***	PLS 추정 표준소득(1993-02)
	전년 5~6월 최고기온(전주, 대구)	-1.608	*	
전북·경북 (반축성)	3~4월 평균기온(전주, 대구)	0.293	**	PLS 추정 표준소득(1993-02)
	지역더미(전북)	0.108	***	
충남 (반축성)	2~4월 일사량(대전)	0.404	***	LS 추정 표준소득(1993-02)
	기술수준	0.080	**	

주 1) *는 10%, **는 5%, ***는 1% 수준에서 해당 계수가 통계적으로 유의함을 나타냄.
2) () 안의 수치는 해당 계수의 t 값임.

표 4-9. PLS에 의한 딸기 단수함수 추정결과

지역(작형)	변수명	계수	유의도	추정방식 자료
충남 전북 경북 전남 경남 (시설)	전년단수	0.781	***	PLS 추정 작물통계 (1989-03)
	전년 2~4월 일사량 (대전, 전주, 광주, 대구, 진주)	0.256	*	
	지역효과(충남)	-0.002	-	
	지역효과(전북)	-0.008	-	
	지역효과(경북)	0.017	-	
	지역효과(전남)	0.006	-	
	지역효과(경남)	-0.012	-	

주 1) *는 10%, **는 5%, ***는 1% 수준에서 해당 계수가 통계적으로 유의함을 나타냄.

2) () 안의 수치는 해당 계수의 t 값임.

- 충남, 전북, 경북, 전남, 경남 지역의 딸기 시설단수를 PLS로 추정된 결과, 딸기 단수에 영향을 미치는 기상변수로는 전년단수와 딸기의 착과비대기인 2~4월의 일사량이 단수에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 일사량 반응계숫값은 0.3정도로 나타났으며, 이 계숫값은 축성과 반축성으로 구분하여 분석한 일사량 계숫값의 범위 안에 있는 수준이다. 지역 효과는 경북과 전남 지역이 양(+)의 값을 나타낸 반면, 충남, 전북, 경남 지역은 음(-)의 값을 보이고 있다.

6. 토마토

- 토마토 시설단수는 전년단수, 기술수준, 기상변수를 설명변수로 사용하였고, 지역 간 차이(PLS 추정시)를 설명하기 위해 더미를 추가하여 추정하였다.

- 토마토 시설단수는 일사량, 강수량 등의 기상요인이 영향을 주는 것으로 나타났다. 단수 추정 결과 일사량 반응계수는 0.5~0.7정도로 유의하게 나타났다으며, 강수량 반응계수는 -0.1정도로 반응하는 것으로 추정되었다.
- 토마토 시설단수의 일사량 반응계수는 대부분의 지역에 대하여 유의하게 추정되었는데 전남·충남, 경남·부산, 강원 지역에서 0.5~0.7로 나타나 전북·경북지역의 0.5에 비해 약간 높게 나타났다. 주로 억제재배인 강원과 경북 지역 간의 일사량을 비교해 보면 강원 지역의 일사량이 320~482MJ/m² (2000년대, 춘천지역 7, 10월 기준)로 경북 지역의 372~493MJ/m² (2000년대, 대구지역 7, 10월 기준) 보다 낮아 강원 지역 일사량에 대한 반응의 정도가 더 큰 것으로 보인다.

표 4-10. 토마토 단수함수 추정결과

지역(작형)	변수명	계수	유의도	추정방식 자료
전남·충남 (시설)	전년단수	0.569	***	PLS 추정 작물통계(1989-03)
	12~1월 일사량(광주, 대전)	0.654	**	
전남·충남 (반축성)	전년단수	0.711	***	PLS 추정 표준소득(1994-02)
	3~4월 일사량(광주, 대전)	0.389	**	
경남·부산 (시설)	전년단수	0.534	***	PLS 추정 작물통계(1989-03)
	1~5월 일사량(부산)	0.589	*	
	2월 강수량(부산)	-0.128	*	
전북·경북 (시설)	2~3월 일사량(전주, 대구)	0.482	**	PLS 추정 작물통계(1989-03)
	6~7월 최고기온(전주, 대구)	-0.835	*	
	기술수준	0.298	***	
강원 (시설(억제))	지역더미(경북)	0.068	*	LS 추정 작물통계(1989-03)
	5~6월 일사량(춘천)	0.660	*	
	기술수준	0.394	***	

주 1) *는 10%, **는 5%, ***는 1% 수준에서 해당 계수가 통계적으로 유의함을 나타냄.

2) () 안의 수치는 해당 계수의 t 값임.

- 일사량의 영향을 크게 받는 시기는 토마토 생육단계중 착과비대기로 나타났으며 반응계수는 0.5~0.6정도로 추정되었다. 토마토는 강광성 작물로 광포화점(7만 Lux이상)이 높아 착과비대기에 일사량이 많으면 광합성이 증진되어 생육 상황이 좋아지며 습도가 낮아 병해충 발생이 적어진다. 강원(억제작형)지역에서는 5~6월의 일사량 반응계수가 0.7정도로 추정되어 정식활착기도 일사량 영향을 받는 것으로 나타났다.
- 토마토는 충남, 전북, 경북, 전남, 경남 지역의 시설단수를 PLS로 추정하였다. 일사량 반응계수가 0.6정도로 나타났는데 이는 전남·충남지역의 일사량 계숫값과 비슷한 수준이다. 토마토 단수에 영향을 미치는 기상변수로는 전년단수와 토마토의 착과비대기인 1~3월의 일사량이 단수에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 지역 효과는 전북, 경북, 경남 지역이 음(-)의 값을 보이고 있는 반면 충남과 전남 지역이 양(+)의 값을 나타내어 전국 평균단수보다 높은 수준임을 나타내고 있다.

표 4-11. PLS에 의한 토마토 단수함수 추정결과

지역(작형)	변 수 명	계 수	유의도	추정방식 자 료
충남 전북 경북 전남 경남 (시설)	전년단수	0.610	***	PLS 추정 작물통계 (1989-03)
	1~3월 일사량 (대전, 전주, 광주, 대구, 진주)	0.620	***	
	지역효과(충남)	0.068	-	
	지역효과(전북)	-0.013	-	
	지역효과(경북)	-0.029	-	
	지역효과(전남)	0.044	-	
	지역효과(경남)	-0.070	-	

주 1) *는 10%, **는 5%, ***는 1% 수준에서 해당 계수가 통계적으로 유의함을 나타냄.

2) () 안의 수치는 해당 계수의 t 값임.

부 록

<부표 1> 오이 단수함수 계측결과

지역 (작형)	변 수 명	계수	t-value (p-value)	R ² D/W F치	추정방식 자료
전남 경북 (축성)	상수항	2.179	1.25(0.23)	R ² =0.89 D/W=1.43 F치=28.6 (0.0000)	PLS 추정 표준소득 (1994-02)
	전년단수	0.450	2.39(0.03)		
	1~3월 일사량(광주, 대구)	0.453	1.86(0.09)		
	1~3월 평균기온(광주, 대구)	0.147	1.61(0.13)		
	지역더미(전남)	0.392	2.76(0.02)		
충남 (시설 (반축성))	상수항	0.729	1.04(0.32)	R ² =0.93 D/W=2.26	LS 추정 작물통계 (1989-03)
	전년단수	0.984	12.16(0.00)		
	6~7월 강수량(대전)	-0.103	-2.11(0.06)		
	dum90	0.273	2.39(0.04)		
경기 (시설 (반축성))	상수항	3.120	2.78(0.02)	R ² =0.93 D/W=2.00	LS 추정 작물통계 (1986-03)
	전년단수	0.414	2.62(0.02)		
	5~6월 일사량(수원)	0.176	2.26(0.04)		
	기술수준	0.187	4.10(0.00)		
	dum94	-0.132	-2.08(0.06)		
강원 (노지)	상수항	-0.440	-0.60(0.56)	R ² =0.98 D/W=2.12	LS 추정 작물통계 (1986-03)
	전년단수	1.019	21.39(0.00)		
	7월 일사량(춘천)	0.245	2.29(0.04)		
	7월 일교차(춘천)	-0.451	-2.86(0.01)		
	dum95	0.788	13.18(0.00)		
	dum96	-0.522	-8.50(0.00)		
경기 (노지)	상수항	3.331	2.77(0.02)	R ² =0.90 D/W=2.11	LS추정 작물통계 (1986-03)
	전년단수	0.415	2.37(0.03)		
	6~7월 일사량(수원)	0.140	1.60(0.13)		
	기술수준	0.189	3.71(0.00)		
	dum94	-0.120	-1.76(0.10)		

<부표 1> 오이 단수함수 계측결과(계속)

지역 (작형)	변수명	계수	t-value (p-value)	R ² D/W F치	추정방식 자료
충북 (역제)	상수항	7.771	95.15(0.00)	R ² =0.99 D/W=2.45	LS 추정 표준소득 (1994-02)
	10월 강수량(청주)	-0.028	-4.31(0.02)		
	11월 최저기온(청주)	0.411	16.14(0.00)		
	dum00	-0.053	-5.06(0.02)		
	dum01	0.065	6.77(0.00)		
충남 (역제)	상수항	3.354	3.21(0.02)	R ² =0.91 D/W=2.47	LS 추정 표준소득 (1993-02)
	9월 일사량(대전)	0.263	3.55(0.02)		
	10월 일사량(대전)	0.626	3.47(0.02)		
	dum94	0.088	2.73(0.04)		
	dum00	-0.081	-2.50(0.05)		
전남 경북 경남 (축성)	상수항	1.313	0.69(0.50)	R ² =0.93 D/W=1.37 F치=50.3 (0.0000)	PLS 추정 표준소득 (1994-02)
	전년단수	0.640	3.66(0.00)		
	3~5월 일사량(광주, 대구, 부산)	0.336	1.41(0.17)		
	dum97(경북), dum99(경북), dum01(경남)	0.160	2.67(0.02)		
	지역효과(전남)	0.148			
	지역효과(경북)	-0.020			
	지역효과(경남)	-0.145			

<부표 2> 호박 단수함수 계측결과

지역 (작형)	변수명	계수	t-value (p-value)	R ² D/W F치	추정방식 자료
전남 (시설 (축성))	상수항	9.287	6.56(0.00)	R ² =0.99 D/W=1.95	LS 추정 표준소득 (1989-02)
	기술수준	0.233	5.12(0.00)		
	2~3월 일교차(광주)	0.330	1.95(0.09)		
	2~3월 습도(광주)	-0.476	-1.90(0.09)		
	dum92	-0.108	-3.54(0.00)		
	dum95	-0.139	-5.15(0.00)		
경남 (시설 (반축성))	상수항	6.773	23.87(0.00)	R ² =0.94 D/W=2.05	LS 추정 표준소득 (1989-02)
	전년단수	0.236	7.56(0.00)		
	3~4월 강수량(진주)	-0.044	-4.04(0.00)		
	dum91	-0.139	-6.69(0.00)		
	dum99	-0.170	-3.57(0.00)		
충북 (시설 (반축성))	상수항	4.447	1.66(0.12)	R ² =0.88 D/W=2.33	LS 추정 작물통계 (1988-03)
	4~5월 일사량(청주)	0.660	1.57(0.14)		
	기술수준	0.441	5.56(0.00)		
	3~4월 일교차(청주)	-0.980	-2.92(0.01)		
	dum01	0.342	1.88(0.09)		
강원 (노지)	상수항	-2.53	-3.82(0.00)	R ² =0.98 D/W=2.06	LS 추정 작물통계 (1987-03)
	전년단수	1.106	21.58(0.00)		
	7월 일사량(춘천)	0.292	3.20(0.00)		
	dum00	0.255	4.77(0.00)		
	dum02	-0.372	-6.42(0.00)		

<부표 2> 호박 단수함수 계측결과(계속)

지역 (작형)	변수명	계수	t-value (p-value)	R ² D/W F치	추정방식 자료
경기 강원 충북 (노지)	상수항	-0.475	-0.30(0.76)	R ² =0.60 D/W=2.33 F치=13.8 (0.0000)	PLS 추정 작물통계 (1986-03)
	전년단수	0.469	3.71(0.00)		
	7~8월 일사량(수원, 춘천, 청주)	0.701	3.77(0.00)		
	기술수준	0.108	2.29(0.03)		
	지역효과(경기)	0.016	-		
	지역효과(강원)	0.027	-		
	지역효과(충북)	-0.044	-		
경기 강원 충북 (시설)	상수항	2.846	1.41(0.17)	R ² =0.67 D/W=2.40 F치=12.7 (0.0000)	PLS 추정 작물통계 (1989-03)
	전년단수	0.261	1.90(0.07)		
	5~6월 일사량(수원, 춘천, 청주)	0.285	0.96(0.34)		
	3~4월 최저기온(수원, 춘천, 청주)	0.145	1.77(0.08)		
	기술수준	0.437	3.95(0.00)		
	지역효과(경기)	-0.077	-		
	지역효과(강원)	0.190	-		
	지역효과(충북)	-0.100	-		

<부표 3> 수박 단수함수 계측결과

지역 (작형)	변수명	계수	t-value (p-value)	R ² D/W F치	추정방식 자료
경남 충남 (시설)	상수항	-2.082	-1.74(0.09)	R ² =0.84 D/W=2.17 F치=29.9 (0.0000)	PLS 추정 표준소득 (1986~02)
	전년단수	0.780	8.00(0.00)		
	4월 일사량	0.247	2.35(0.02)		
	5월 최고기온	0.788	2.87(0.00)		
	6월 강수량	-0.027	-1.90(0.06)		
	지역더미(경남)	-0.039	-1.74(0.09)		
경북 전북 (시설)	상수항	-0.144	-0.17(0.86)	R ² =0.86 D/W=2.40 F치=29.2 (0.0000)	PLS 추정 표준소득 (1985~02)
	전년단수	0.602	7.94(0.00)		
	2~3월 일사량	0.664	2.99(0.00)		
	3월 최고기온	0.230	2.38(0.02)		
	3월 강수량	0.046	2.29(0.03)		
	2월 일교차	0.202	2.04(0.05)		
경남 충남 (시설)	상수항	1.991	0.99(0.32)	R ² =0.63 D/W=1.62 F치=15.9 (0.0000)	PLS 추정 작물통계 (1988~03)
	3~4월 일사량	0.871	2.96(0.00)		
	기술수준	0.093	3.11(0.00)		
	지역더미(경남)	-0.234	-5.20(0.00)		
경북 전북 (시설)	상수항	4.721	3.79(0.00)	R ² =0.57 D/W=1.87 F치=11.8 (0.0000)	PLS 추정 작물통계 (1985~02)
	전년단수	0.321	1.78(0.08)		
	3~4월 일사량	0.176	2.43(0.02)		
	기술수준	0.095	1.66(0.10)		
경남 경북 충남 (시설)	상수항	1.419	1.20(0.23)	R ² =0.85 D/W=1.91 F치=53.0 (0.0000)	PLS 추정 표준소득 (1986~02)
	전년단수	0.350	2.89(0.00)		
	3~4월 일사량	0.388	4.67(0.00)		
	5월 최고기온	0.349	2.04(0.04)		
	기술수준	0.077	4.04(0.00)		
	지역더미(경남)	-0.090	-4.32(0.00)		
경남 경북 충남 (시설)	상수항	-1.575	-0.74(0.46)	R ² =0.63 D/W=2.09 F치=11.0 (0.0000)	PLS 추정 작물통계 (1988~03)
	전년단수	0.289	2.24(0.03)		
	4월 일사량	0.444	2.37(0.02)		
	4~5월 최고기온	1.424	3.54(0.00)		
	2~3월 일교차	-0.678	-2.19(0.03)		
	기술수준	0.073	2.09(0.04)		
	지역더미(충남)	0.169	3.65(0.00)		

<부표 3> 수박 단수함수 계측 결과(계속)

지역 (작형)	변 수 명	계수	t-value (p-value)	R ² D/W F치	추정방식 자료
전북 충북 (노지)	상수항	1.821	1.11(0.27)	R ² =0.53 D/W=1.96 F치=8.3 (0.0001)	PLS 추정 표준소득 (1985~02)
	전년단수	0.593	3.20(0.00)		
	4~5월 일사량	0.481	2.40(0.02)		
	6월 일교차	-0.153	-1.81(0.08)		
	기술수준	0.032	1.69(0.10)		
경남 경북 전남 전북 충남 (시설)	상수항	2.376	2.42(0.01)	R ² =0.84 D/W=1.80 F치=50.4 (0.0000)	PLS 추정 표준소득 (1986~02)
	전년단수	0.343	3.48(0.00)		
	3~4월 일사량	0.237	3.39(0.00)		
	5월 최고기온	0.377	2.00(0.04)		
	기술수준	0.082	4.64(0.00)		
	지역효과(경남)	-0.040	-		
	지역효과(경북)	0.030	-		
	지역효과(전북)	-0.017	-		
	지역효과(전남)	-0.031	-		
지역효과(충남)	0.058	-			
경남 경북 전남 전북 충남 (시설)	상수항	2.728	1.69(0.09)	R ² =0.56 D/W=2.12 F치=10.5 (0.0000)	PLS 추정 작물통계 (1989~03)
	전년단수	0.195	1.74(0.08)		
	3~4월 일사량	0.651	2.93(0.00)		
	2~3월 일교차	-0.387	-1.42(0.15)		
	기술수준	0.200	3.56(0.00)		
	지역효과(경남)	0.104	-		
	지역효과(경북)	-0.102	-		
	지역효과(전북)	-0.091	-		
	지역효과(전남)	-0.048	-		
지역효과(충남)	0.137	-			

<부표 4> 참외 단수함수 계측결과

지역 (작형)	변수명	계수	t-value (p-value)	R ² D/W F치	추정방식 자료
경북 (시설)	상수항	4.951	7.05(0.00)	R ² =0.94 D/W=1.30	LS 표준소득자료 (1985~2002)
	4~5월 일사량	0.524	5.05(0.00)		
	3월 강수량	-0.029	-2.98(0.01)		
	5월 강수량	-0.032	-2.01(0.06)		
	기술수준	0.037	4.30(0.00)		
	dum89 dum99	0.110 0.142	4.19(0.00) 4.30(0.00)		
경북 (시설)	상수항	7.214	23.54(0.00)	R ² =0.93 D/W=1.59	LS 작물통계 (1988~2003)
	2월 일사량	0.124	2.28(0.04)		
	5월 강수량	-0.059	-3.78(0.00)		
	기술수준	0.158	8.28(0.00)		
	dum89 dum00	0.077 0.068	2.48(0.03) 2.17(0.05)		
	경북 (노지)	상수항	0.191		
전년단수		0.885	6.00(0.00)		
3월 일사량		0.495	3.89(0.00)		
4월 최고기온		-0.604	-2.10(0.05)		
수확기(6월) 강수량		-0.093	-4.78(0.00)		
dum94 dum97		-0.177 0.329	-2.57(0.02) 4.28(0.00)		
성주 (시설)	상수항	4.770	5.28(0.00)	R ² =0.91 D/W=1.27	LS 표준소득자료 (1985~2002)
	4월 일사량	0.439	3.30(0.00)		
	6월 일사량	0.156	2.18(0.05)		
	3월 강수량	-0.060	-6.41(0.00)		
	5월 강수량	-0.048	-2.53(0.02)		
	dum89 dum99	0.093 0.217	2.79(0.01) 6.74(0.00)		
성주 (시설)	상수항	7.291	24.1(0.00)	R ² =0.92 D/W=2.00	LS 작물통계 (1988~2003)
	2월 일사량	0.112	2.06(0.06)		
	5월 강수량	-0.057	-3.51(0.00)		
	기술수준	0.152	7.15(0.00)		
	dum89 dum99	0.069 0.088	2.17(0.05) 2.96(0.01)		

<부표 4> 참외 단수함수 계측결과(계속)

지역 (작형)	변수명	계수	t-value (p-value)	R ² D/W F치	추정방식 자료
경남 (시설)	상수항	-0.083	-0.07(0.94)	R ² =0.95 D/W=1.42	LS 표준소득자료 (1985~2002)
	전년단수	0.719	9.25(0.00)		
	3월 일사량	0.379	2.72(0.02)		
	dum98	-0.247	-4.95(0.00)		
	dum01	-0.417	-7.78(0.00)		
경남 경북 (시설)	상수항	2.748	1.68(0.10)	R ² =0.78 D/W=2.41 F치=19.1 (0.0000)	PLS 표준소득자료 (1989~2002)
	전년단수	0.689	4.63(0.00)		
	2월 일사량	0.279	2.00(0.05)		
	5월 최고기온	-0.569	-1.82(0.08)		
	지역더미(경남)	-0.164	-2.66(0.01)		
경남 경북 전남 전북 충남 (시설)	상수항	0.781	0.68(0.49)	R ² =0.66 D/W=2.08 F치=17.4 (0.0000)	PLS 추정 작물통계 (1990~2003)
	전년단수	0.494	3.04(0.00)		
	3월, 6월 일사량	0.434	4.63(0.00)		
	2~3월 평균기온	0.111	2.05(0.04)		
	기술수준	0.082	4.64(0.00)		
	지역효과(경남)	-0.040	-		
	지역효과(경북)	0.030	-		
	지역효과(충남)	0.058	-		
	지역효과(전북)	-0.017	-		
지역효과(전남)	-0.031	-			

<부표 5> 딸기 단수함수 계측결과

지역 (작형)	변수명	계수	t-value (p-value)	R ² D/W F치	추정방식 자료
경남 전남 (축성)	상수항	-0.463	-0.17(0.86)	R ² =0.79 D/W=1.96 F치=17.4 (0.0000)	PLS 추정 표준소득 (1993~02년)
	전년단수	0.903	2.59(0.02)		
	전년 7~9월 일사량(광주, 진주)	0.131	1.92(0.07)		
	기술수준	0.178	2.18(0.04)		
경남 전남 (반축성)	상수항	2.852	2.12(0.05)	R ² =0.70 D/W=2.36 F치=10.9 (0.0005)	PLS 추정 표준소득 (1993~02년)
	전년단수	0.572	3.01(0.00)		
	전년 11월 일사량(광주, 진주)	0.434	2.75(0.01)		
	전년 8월 최고기온	-0.551	-1.85(0.08)		
전북 경북 (축성)	상수항	6.524	4.86(0.00)	R ² =0.78 D/W=2.21 F치=26.8 (0.0000)	PLS 추정 표준소득 (1993~02년)
	전년단수	0.845	7.31(0.00)		
	전년 5~6월 최고기온(전주, 대구)	-1.608	-3.61(0.00)		
전북 경북 (반축성)	상수항	7.157	26.91(0.00)	R ² =0.63 D/W=1.85 F치=14.5 (0.0002)	PLS 추정 표준소득 (1993~02년)
	3~4월 평균기온(전주, 대구)	0.293	2.60(0.01)		
	지역더미(전북)	0.108	4.71(0.00)		
충남 (반축성)	상수항	5.28	9.24(0.00)	R ² =0.83 D/W=2.13 F치=16.6 (0.0000)	LS 추정 표준소득 (1993~02년)
	2~4월 일사량(대전)	0.404	4.11(0.00)		
	기술수준	0.080	2.38(0.04)		
충남 전북 경북 전남 경남 (시설)	상수항	0.183	0.22(0.82)	R ² =0.83 D/W=2.46 F치=55.7 (0.0000)	PLS 추정 작물통계 (1989~03년)
	전년단수	0.781	13.8(0.00)		
	2~4월 일사량 (대전, 전주, 대구, 광주, 진주)	0.256	1.86(0.06)		
	지역효과(충남)	-0.002	-		
	지역효과(전북)	-0.008	-		
	지역효과(경북)	0.017	-		
	지역효과(전남)	0.006	-		
지역효과(경남)	-0.012	-			

<부표 6> 토마토 단수함수 계측결과

지역 (작형)	변수명	계수	t-value (p-value)	R ² D/W F치	추정방식 자료
전남 충남 (시설)	상수항	0.192	0.17(0.85)	R ² =0.73 D/W=2.05 F치=35.7 (0.0000)	PLS 추정 작물통계 (1989~03년)
	전년단수	0.569	4.41(0.00)		
	12~1월 일사량(광주, 대전)	0.654	2.58(0.01)		
전남 충남 (반축성)	상수항	0.207	0.08(0.93)	R ² =0.51 D/W=2.49 F치=6.4 (0.013)	PLS 추정 표준소득 (1994~02년)
	전년단수	0.711	3.34(0.00)		
	3~4월 일사량(광주, 대전)	0.389	2.52(0.02)		
경남 부산 (시설)	상수항	0.934	0.42(0.67)	R ² =0.64 D/W=2.10 F치=14.5 (0.0000)	PLS 추정 작물통계 (1989~03년)
	전년단수	0.534	3.99(0.00)		
	1~5월 일사량(부산)	0.589	1.79(0.08)		
	2월 강수량(부산)	-0.128	-1.98(0.05)		
전북 경북 (시설)	상수항	7.629	4.60(0.00)	R ² =0.76 D/W=1.84 F치=21.1 (0.0000)	PLS 추정 작물통계 (1989~03년)
	2~3월 일사량(전주, 대구)	0.482	2.33(0.02)		
	6~7월 최고기온(전주, 대구)	-0.835	-1.79(0.08)		
	기술수준	0.298	6.65(0.00)		
	dum경북	0.068	1.83(0.07)		
강원 (시설 (역제))	상수항	3.531	1.72(0.10)	R ² =0.84 D/W=1.70 F치=33.6 (0.0000)	LS 추정 작물통계 (1989~03년)
	5~6월 일사량(춘천)	0.660	2.02(0.06)		
	기술수준	0.394	7.69(0.00)		
충남 전북 경북 전남 경남 (시설)	상수항	-0.237	-0.20(0.83)	R ² =0.71 D/W=2.45 F치=27.7 (0.0000)	PLS 추정 작물통계 (1988~03년)
	전년단수	0.610	6.54(0.00)		
	1~3월 일사량 (대전, 전주, 대구, 광주, 진주)	0.620	2.70(0.00)		
	지역효과(충남)	0.068	-		
	지역효과(전북)	-0.013	-		
	지역효과(경북)	-0.029	-		
	지역효과(전남)	0.044	-		
	지역효과(경남)	-0.070	-		

ABSTRACT

An Estimation of Yield Functions of Korean Fruit-Vegetables

This study aims to estimate yield functions of fruit-bearing vegetables in Korea by investigating the role of weather conditions as a variable. The main results of this study are summarized as follows. Firstly, the previous-year yield, current technology, and weather conditions during the growing season are found to explain current yields of fruit-bearing vegetables in Korea. Secondly, fruit-vegetable yield elasticity relating to the amount of solar radiation covers from 0.2 to 0.7. This means that changes of 10 percent in the amount of solar radiation can result in 2 to 7 percent changes in fruit-vegetable yields. Thirdly, smaller amount of solar radiation in a particular region seems to create a larger fruit-vegetable yield elasticity in that cropping region. Lastly, other climate factors such as precipitation and temperature are found to influence yield of Korean fruit-vegetables.

Researchers: Lee Yong-Sun, Jeong Hak-Kyun, Kim Won-Tae, Choi Ik-Chang
E-mail address: yslee@krei.re.kr

참 고 문 헌

- 강용구 등. 2002. “연속적인 일조 부족 현상이 오이의 생육반응에 미치는 영향.” 농촌진흥청. 기상청. www.kma.go.kr.
- 김경덕 등. 2002. 『과일·과채·채소·축산 수급 및 반응함수 추정』. M52. 한국농촌경제연구원.
- 김병수 등. 1999. 『수박 성공적 재배와 경영』. 농민신문사.
- 김병수 등. 1998. 『참외 성공적 재배와 유통』. 농민신문사.
- 김정호, 이정환. 1996. “쌀의 단수 변동과 결정요인 분석.” 토의용논문. 한국농촌경제연구원.
- 김창명. 2002. “기상요인이 제주지방 온주밀감의 개화·결실 및 과실품질에 미치는 영향.” 제주대 대학원 박사학위논문.
- 농림부. 각 연도a. 『농림업 주요통계』.
 _____. 각 연도b. 『작물통계』.
- 농촌진흥청. 2001a. 『딸기재배』. 표준영농교본 40.
 _____. 2001b. 『박과채소재배』. 표준영농교본 66.
 _____. 2001c. 『토마토재배』. 표준영농교본 106.
 _____. 각 연도. 『농축산물 소득 자료집』.
- 박재영 등. 1998. “오이 수지맞는 기술과 경영.” 농민신문사.
- 성주군농업기술센터. 1999. 『참외·수박교본』.
 _____. 2003. 『시설참외 재배』.
- 安井秀夫. 1990. 『施設栽培學』. 川島書店.
- 영주시 농업기술센터. 2001. 『수박』.
- 조덕래, 조재환. 1992. 『주요 과실류의 수급 분석 및 전망』. 연구보고서. 한국농촌경제연구원.
- 충남농업기술원 토마토시험장. 2000. 『토마토 재배 기술』.
- 표현구 등. 1999. 『원예사전』. 농경과 원예.
- Francisco, E.M. and J.W.B. Guise. 1988. *A Note on Establishing Yield-Rainfall Relationships*. Elsevier Science Publishers B.V.
- Greene, William H. 2003. *Econometric Analysis*. 5rd. ed. Prentice Hall.
- QMS. 2004. *Eviews 5 User's Guide*. Quantitative Micro Software.

정책연구보고 P73

과채류의 작형별 단수함수 추정

등 록 제6-0007호(1979. 5. 25)

인 쇄 2004. 11.

발 행 2004. 11.

발행인 이정환

발행처 한국농촌경제연구원

130-710 서울특별시 동대문구 회기동 4-102

전 화 02-3299-4000 팩시밀리 02-965-6950, 965-8401 <http://www.krei.re.kr>

인 쇄 (주)문원사 02-739-3911 ~ 5

- 이 책에 실린 내용은 출처를 명시하면 자유롭게 인용할 수 있습니다.
무단 전재하거나 복사하면 법에 저촉됩니다.
- 이 연구는 본연구원의 공식견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.