

과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제		연구분야(Code)	수행기간	연구실	책임자
시설토마토 안정생산 기술 개발		C05 VC080301	'08~'10	원예연구과	전신재
1) 토마토 고품질 공정육묘 생산체계 기술 개발		C02 VC080301	'09~'10	"	원재희
2) 토마토 연속적심에 의한 고품질 생산기술 개발		C05 VC080301	'08~'10	"	서현택
3) 토마토 연작장해 해소를 위한 개발기술 종합적 투입 농가 실증		E02 VC080301	'08~'10	"	전신재
색인용어	토마토, 공정육묘, 연속적심, 연작장해				

## ABSTRACT

Tomato is very important horticultural product in Gangwon provance. The cultivation area was 572 ha in 2009. In order to maintain a competitive power of high quality production, the stable supply of nursery and high quality production are needed. So we conducted to develop the stabilized producing techniques of tomato in greenhouse.

### 1. Development of technique for high quality plug seedling production of tomato.

This study was conducted to develop the technique for high-quality plug seedling production of tomato. The irrigation amount of tomato seedling raising was affected to seedling growth of both cultivars but the yield was not affected. The growth and yield in the treatment of tomato seedling storage at 6℃ and dark condition was negatively affected growth and yield, but those at 12℃ was not affected for 5 days. The environmental conditions within container tomato seedling for export to Japan were that average temperature was 18.5℃ and relative humidity was 85.9 percent. The transplanting depth of tomato seedling was not affect to the growth and yield. The cropping system of two induced stems was negatively affect to the growth and yield.

### 2. Development of producing technique for high-quality tomato using the continuous pinching and twisting

In this study, we conducted to increase yield and fruit set of tomato for longtime cropping system in gangwon on summer season. The continuous pinching and twisting technique was developed to increase yield and decrease plant length in Japan. Experiment 1 ; The development of optimal producing technique for longtime cropping system showed a result as plant length of all treatment decreased, total number of

leaves, lateral branch and length of it increased. Especially in the case of rate of fruit set had a rather higher bis pinching treatment of all cultivar compared to control. The yield of tomato had increase more one time and bis pinching treatment of all cultivar than control. But a fruit weight was slightly decreased. So we had to study optimal time of bis pinching and amount of additional fertilizer and optimal application time of additional fertilizer. Experiment 2 ; The investigation of optimal bis pinching time showed a result as plant length of bis pinching(5+2+5; first at 5 flower cluster, second at 7 flower cluster) decreased, yield and number of fruit increased. Experiment 3 ; The investigation of optimal amount of additional fertilizer showed a result as the highest yield in treatment increased 10% compared with conventional practices. Experiment 4 ; The investigation of optimal application time of additional fertilizer showed a result as the highest yield with 12.83ton/10a and the highest number of fruit with 82.13unit/10a in treatment before second pinching.

### 3. Practical application of technique for solving injury by continuous cropping

In this study, we conducted to solve injury by continuous cropping of tomato in practical application. The electric conductivity in the soil of flooding was certainly decreased. And the soil chemical property in the soil applied mi-crobial control was improved. As a result of solutions to problem of injury by continuous cropping of tomato were injection of integrable techniques(subsoil breaking, arculus, flooding, mi-crobial control. etc.)

## 1. 연구목표

우리도의 토마토 재배면적은 2003년 352ha에서 2009년 현재 572ha로 증가하였다. 주요 재배지역은 춘천, 철원, 화천, 횡성 순으로 주로 준고랭지를 중심으로 재배하고 있다. 이와같이 준고랭지를 중심으로 재배면적이 증가하고 있는 것은 여름철 고온기에 평안지와 비교하여 상대적으로 온도가 낮아 고품질생산이 가능하기 때문이다. 그러나 여름철 착과불량 및 공동과 발생 등의 문제점이 있어 이의 해결이 시급한 상황이다. 또한 대단위로 토마토를 재배하기 위해서는 전문적인 공정육묘장이 필요하다. 우리도에는 상대적으로 수준 높은 육묘장이 있으나 양질의 묘를 생산하기 위한 정확한 시설환경관리 및 재배기술이 미흡하고 또한 경영비를 절감할 수 있는 육묘기술의 개발이 필요한 실정이다. 그리고 대부분의 토마토재배는 시설토경을 통해 이루어지고 있는데 토경재배는 연작에 의하여 토양 병충해 발생, 염류집적 등의 문제가 발생하고 있어 재배농가는 토마토 재배에 큰 어려움을 겪고 있다. 따라서 본 연구는 강원도 토마토 재배의 지속적인 발전을 위하여 양질 묘생산을 위한 공정육묘기술의 확립, 연속적심 정지법을 통한 고온기 착과증진 및 수량증대 기술개발 그리고 연작장해 저감을 위한 개발기술의 종합적 투입을 통하여 효과를 분석하고자 시험을 수행하였다.

## 2. 세부과제별 연구추진

<제1세부과제 : 토마토 고품질 공정육묘 생산체계 기술 개발>

### 1) 재료 및 방법

#### 가. 관수량에 따른 묘소질 및 생육특성 검정

본 시험은 2009년도에 강원도원 채소유리온실 시험포장에서 수행되었다. 품종은 '마이로꾸'와 '도태랑'을 이용하였고, 육묘시 관수량을 1, 2, 3, 4회/일로 하여 묘소질과 정식 후 생육 및 수량에 대하여 조사하였다.



<그림 1-1> 관수처리 전경

#### 나. 저장조건에 따른 묘소질 및 생육특성 검정

본 시험은 2009년도에 '슈퍼도태랑'과 '슈퍼탑' 품종을 이용하여 강원도원 채소유리온실 시험포장에서 수행되었다. 처리는 출하예정 묘를 6℃에서 5일간, 12℃에서 5일 및 10일간 출하용 박스에 넣어 암실에서 저장한 후 묘소질, 정식 후 생육 및 수량에 대하여 무처리와 비교하였다.

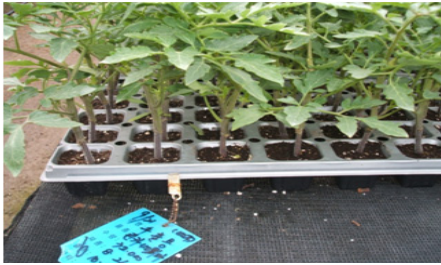
#### 다. 토마토 공정육묘의 일본 수출시 온습도 변화 모니터링

본 시험은 일본으로 토마토 묘의 수출시 유통조건을 모니터링 하기 위하여 일본으로 토마토묘를 수출하는 호반영농조합법인의 도움을 받아 2009년 10월 19일 일본으로 수출되는 묘를 대상으로 조사하였다. 유통 중 수출용 박스의 환경을 조사하기 위하여 온습도 측정용 데이터로거를 설치하여 10분 간격으로 측정자료를 저장하였다.





<그림 1-3> 토마토묘 포장 및 상차



<그림 1-4> 일본 수출용 묘



<그림 1-5> 컨테이너 소독 및 실링

#### 라. 공정육묘시 이식깊이 효과 구명

본 시험은 2010년 강원도원 유리온실에서 수행되었고, 시험품종은 '메디슨'과 '마이로꾸'를 이용하였다. 파종은 162공 트레이에 실시하였고 24℃의 발아실에서 발아 후 유리온실에서 육묘하였다. 본엽이 2매 전개된 파종 후 25일에 50공 트레이에 이식하였다. 이때 이식을 I, L, U형 등 3처리로 하여 육묘하였다. 정식은 재식거리 120×25cm(3,333주/10a)로 하여 유리온실에서 재배하며 생육 및 수량을 조사하였다.

#### 마. 두줄기 재배를 위한 육묘기술 개발

본 시험은 2010년 강원도원 유리온실에서 메디슨, 마이로꾸 등 2품종을 이용하여 수행되었다. 처리내용은 자엽 측지유도, 본엽 측지유도 그리고 관행인 외줄기를 대조구로 묘소질, 생육 및 수량을 조사하였다. 자엽 측지유도는 파종 후 본엽이 2매 전개되었을 때 주지를 절단하여 이후 자엽에서 유도된 측지를 생육시키는 처리이고, 본엽 측지유도는 육묘 중 본엽이 약 5매 전개되었을 때 주지를 적심한 후 2~4엽 사이에서 발생하는 측지 중 생육이 충실한 2지를 유도하였다.

### 3. 결과 및 고찰

<제1세부과제 : 토마토 고품질 공정육묘 생산체계 기술 개발>

#### 가. 관수량에 따른 묘소질 및 생육특성 검정

- 관수량에 따른 묘소질은(표 1) ‘마이로꾸’와 ‘도태랑’ 모두 관수량이 많은 처리에서 초장이 길고, 엽수 전개속도가 빨랐으며 엽장, 엽폭 등 엽면적이 넓었다. 일반적으로 양질의 묘소질은 초장이 작고 경경이 굵은 것으로 알려져 있는데 본 시험결과 관수량이 적은 것이 묘소질이 우수한 것으로 조사되었다.

표 1-1. 묘소질

품종	관수량 (회)	초 장 (cm)	엽 수 (매)	경 경 (mm)	엽 장 (cm)	엽 폭 (cm)
마이로꾸	4	48.0	9.6	4.5	20.6	13.2
	3	39.5	8.9	4.2	19.8	11.5
	2	32.3	9.3	4.7	17.9	12.2
	1	28.1	8.2	4.5	18.9	10.1
도태랑	4	47.5	10.3	3.9	20.1	12.5
	3	47.1	10.5	3.7	21.1	13.3
	2	37.0	9.5	3.2	20.9	12.6
	1	28.0	9.1	3.2	18.9	11.2

- 정식 후 생육특성 중 초장은 초장, 경경, 엽록소의 함량(SPAD) 모두 관수량 처리 및 품종 간 큰 차이가 없었고, 착과수 및 수량도 처리 간 차이가 없었다.

표 1-2. 생육 및 수량

품종	관수량 (회)	초장 (cm)	경경 (mm)	SPAD	착과수			수량 (kg/주)	
					계	1화방	2화방		3화방
마이로꾸	4	101	8.6	49.7	10.0	3.6	3.2	3.2	1.42
	3	99	8.3	51.4	12.4	3.2	4.2	5.0	1.38
	2	100	8.6	53.6	13.6	4.2	5.6	3.8	1.39
	1	94	7.9	48.0	10.6	3.2	3.6	3.8	1.33
도태랑	4	102	8.7	46.2	12.6	3.6	4.6	4.4	1.20
	3	114	8.3	43.6	14.2	4.0	4.6	5.6	1.34
	2	98	9.7	42.5	12.8	4.4	4.2	4.2	1.25
	1	112	10.0	42.4	13.8	3.6	5.4	4.8	1.40

- 결론적으로 관수량에 따른 묘소질의 차이는 크게 나타났으나, 정식 후 생육 및 수량특성은 처리 간 큰 차이가 없었다. 그러나 관수량과 기상조건에 따른 생육특성 등에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각되었다.

#### 나. 저장조건에 따른 묘소질 및 생육특성 검정

- 저장 조건에 따른 품종간 토마토묘의 묘소질은 초장의 경우 ‘슈퍼도태랑’과 ‘슈퍼탑’ 등 두품종 모두 무처리에서 각각 38.9, 34.7cm로 길었고, 6℃에서 5일간 저장한 처리에서 가장 짧았다. 또한 엽수, 경경, 엽면적, 생체중도 같은 경향이였다. 즉, 6℃에서 5일간 저장처리에 의하여 생육은 거의 진행되지 않은 것으로 생각되었다.

표 1-3. 생육특성

품 종	저장조건	초장 (cm)	엽수 (매)	경경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	SPAD	생체중 (g/주)
슈퍼도태랑	6℃ 5일	20.8	9.1	6.5	17.2	12.8	45.7	17.7
	12℃ 10일	29.3	9.0	6.3	19.7	13.5	43.9	20.6
	12℃ 5일	29.8	9.0	6.4	19.2	13.4	45.9	22.1
	무처리	38.9	10.0	6.3	20.6	14.1	41.9	24.6
슈퍼탑	6℃ 5일	25.4	8.6	5.5	21.3	16.5	42.2	18.9
	12℃ 10일	29.6	7.8	5.7	23.0	17.4	42.6	22.9
	12℃ 5일	31.0	8.4	5.5	21.2	16.3	46.8	24.5
	무처리	34.7	8.6	6.4	22.8	16.9	44.6	24.8

- 토마토를 3화방까지 재배한 결과 생육 중 초장은 묘소질과 같은 경향으로 무처리가 초장이 길었고, 6℃에서 저장한 처리가 짧았다. 즉, 묘소질에서의 차이가 생육에 그대로 영향을 준 것으로 생각되었다. 수량은 ‘슈퍼도태랑’과 ‘슈퍼탑’ 모두 무처리가 각각 1.55, 1.44 kg/주로 많았고, 6℃에서 저장한 처리구에서 수량이 가장 낮았다. 따라서 6℃에서 5일간, 12℃에서 10일간 저장한 처리의 경우 생육 및 수량에 부정적인 영향을 끼치는 것으로 생각되었다.

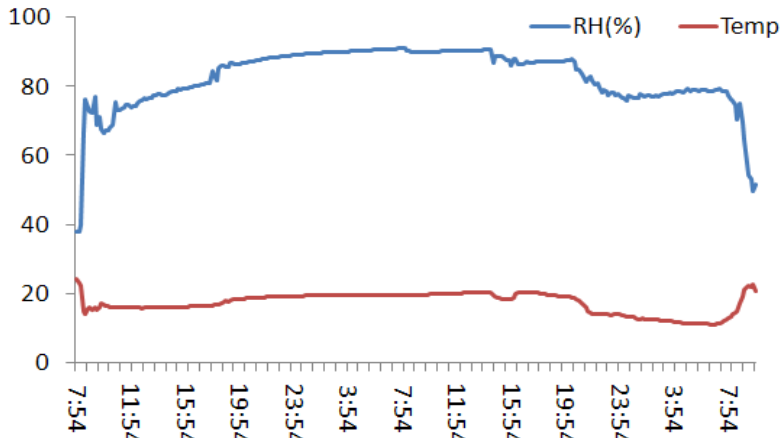
표 1-4. 생육 및 수량

품 종	관수량	초장 (cm)	경경 (mm)	SPAD	착과수			수량 (kg/주)	
					계	1화방	2화방		3화방
슈퍼도태랑	6℃ 5일	96.4	8.3	42.8	12.4	4	4.2	4.2	1.20
	12℃ 10일	98.6	8.4	36.8	14.2	4.4	5.6	4.2	1.34
	12℃ 5일	100.3	7.6	38.1	13.0	4.8	4.2	4	1.51
	무처리	105.3	7.7	44.2	12.0	4.6	3.4	4	1.55
슈퍼탑	6℃ 5일	95.4	8.6	36.1	11.0	4.1	3.8	3.1	1.18
	12℃ 10일	98.6	8.8	35.8	11.7	4.3	3.6	3.8	1.36
	12℃ 5일	99.3	8.8	33.9	11.1	4.1	3.4	3.6	1.41
	무처리	110.0	8.7	34.8	10.8	3.9	3.6	3.3	1.44

- 토마토 등 공정육묘를 일시적으로 저장하는 기술은 경제성 및 편의성 측면에서 매우 필요할 것으로 생각된다. 금후 묘의 단기저장에 필요한 다양한 시험이 수행되어야 할 것으로 생각되었다.

**다. 토마토 공정육묘의 일본 수출시 온·습도 변화 모니터링**

- 토마토 공정육묘의 일본 수출과정에서의 온습도 환경을 모니터링 한 결과 전체기간 동안의 온도는 17.4℃, 습도는 82.5% 이었다. 또한 컨테이너 운송조건에서는 온도 18.5℃, 습도 85.9%로 조사되었다. 이러한 데이터와 수출업체 확인 결과 토마토묘는 육묘장에서 컨테이너에 상차된 지 30시간 경과 후(익일 14시경) 일본의 재배 농가에 도착하였고, 48시간 경과 후 박스에서 토마토 묘를 꺼냈다.



<그림 1-6> 일본 수출시 상자 내 온습도 변화(10.19 07: 54 ~ 10.21 09:54)

- 따라서 토마토를 일본으로 수출하기 위해서는 최장 3일 정도 상자 내에서 안정적으로 보관할 수 있는 연구가 수행되어야 할 것으로 생각되었다.

**라. 공정육묘시 이식깊이 효과 구명**

- 정식 시 묘소질은 처리 간 초장에서 I형이 ‘마이로꾸’는 14.5cm, ‘메디슨’은 13.1cm로 L 및 U형과 비교하여 컸으나, 그 외 엽수, 경경, 엽장, 엽폭은 처리 간 대차 없었다.

표 1-5. 묘소질

품 종	처리내용	초장 (cm)	엽수 (매)	경경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	떡잎까지 길이 (cm)
마이로꾸	I형	14.5	6.8	4.4	14.1	9.6	4.7
	L형	11.8	7.0	4.2	12.7	8.8	3.7
	U형	8.2	7.0	4.3	12.7	8.5	0.0
메디슨	I형	13.1	6.6	4.2	12.0	9.0	5.5
	L형	9.0	6.4	3.7	11.6	8.7	2.6
	U형	7.2	6.7	4.6	12.4	9.5	0.0

※ I형 정식 : 일자로 심기, L형 정식 : 구부러 심기, U형 정식 : 거꾸로 심기

- 초기 생육은 초장 및 생체중이 두 품종 모두 I형이 가장 크거나 무거워 생육이 우수하여 묘소질이 초기 생육에 영향을 미쳤다. 그러나 엽수 및 엽면적은 처리 간 큰 차이가 없었다.

표 1-6. 초기생육특성(4.21)

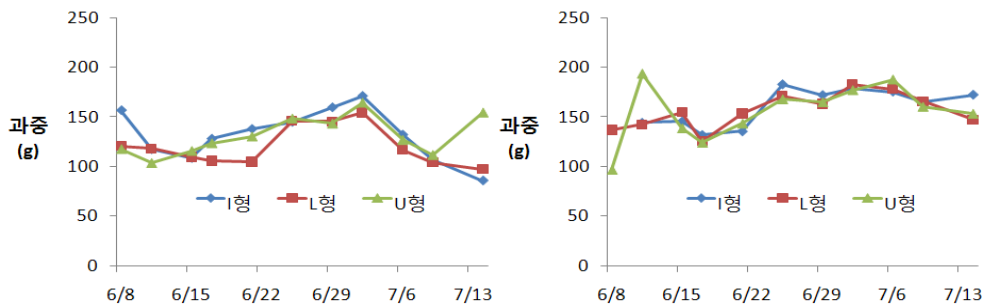
품종	처리내용	초장 (cm)	엽수 (매)	경경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	떡잎까지 길이 (cm)	생체중 (g/주)	건물중 (g/주)
마이로꾸	I형	34.9	9.4	6.0	21.5	13.8	5.1	30.4	2.6
	L형	32.3	9.7	6.2	20.8	13.5	2.6	20.0	1.7
	U형	30.1	8.9	5.2	21.1	14.0	0.0	18.8	1.7
메디슨	I형	25.6	8.9	6.1	18.6	14.0	5.1	23.2	2.4
	L형	27.8	9.0	4.6	18.9	13.5	2.7	17.8	1.6
	U형	26.6	8.9	6.0	20.2	13.6	0.0	18.8	1.7

- 최종 생육은 두 품종 모두 I형에서 커서 초기 차이가 끝까지 영향을 끼친 것으로 생각되었고, 화방간 길이는 1화방까지는 품종 및 처리 간 대차 없었으나 1화방에서 2화방까지의 길이는 I형이 U형과 비교하여 길어 육묘시 이식방법이 1-2화방 간 길이에 영향을 끼치는 것으로 생각되었다.

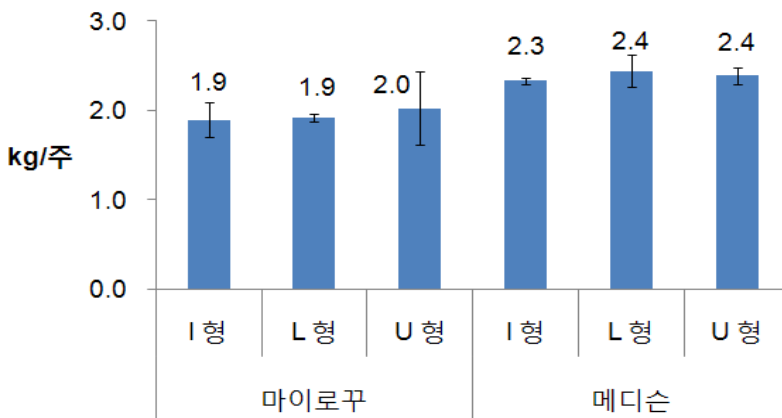
표 1-7. 최종생육특성(7.15)

품종	처리내용	초장 (cm)	화방까지의 길이		엽수 (매)	경경 (mm)	생체중 (g/주)
			1화방	1-2화방			
마이로꾸	I형	129.4	36.5	23.2	8.2	10.3	465
	L형	122.5	35.2	21.2	7.9	10.9	480
	U형	118.4	34.8	19.9	7.1	10.9	466
메디슨	I형	138.2	34.8	27.8	7.7	12.2	703
	L형	135.5	36.5	26.0	8.3	11.8	697
	U형	132.8	35.8	24.3	7.1	11.9	662

- 수확시 과중은 메디슨 품종이 ‘마이로꾸’ 품종보다 무거웠으나 처리에 따른 수확시 과중 차이는 없었다. 수량의 경시적 변화는 품종 간 차이가 있었는데 ‘마이로꾸’ 품종은 초기 수량이 많았고 이후 낮아지다가 중기에 높아지고 이후 낮아졌으나, ‘메디슨’ 품종은 초기부터 수량이 일정했다. 최종 수량은 품종에 따른 차이는 있었으나 이식방법 I, L, U형간 차이는 없어 이식방법에 따른 수량성 차이는 없는 것으로 분석되었다.



<그림 1-7> 과중의 경시적 변화(좌:마이로꾸, 우:메디슨)



<그림 1-8> 수량성

마. 두줄기 재배를 위한 육묘기술 개발

○ 정식시 묘소질은 관행 외줄재배가 초장, 엽수, 경경, 생체중 등에서 가장 우수하였다.

표 1-8. 묘소질

품 종	처리내용	초장 (cm)	엽수 (매)	경경 (mm)	생체중 (g/주)
마이로꾸	자엽유도	23.5	6.4	4.8	18.2
	본엽유도	22.7	6.4	4.3	17.4
	외줄재배(관행)	30.1	8.9	5.2	18.8
메디슨	자엽유도	18.5	7.1	5.8	17.6
	본엽유도	18.3	7.3	4.6	18.2
	외줄재배(관행)	26.6	8.9	6.0	18.8

○ 최종생육에서 초장은 본엽유도 두줄기 처리와 관행 외줄 재배처리가 컷고 자엽에서 두 줄기 유인한 처리가 작았는데, 이는 1화방까지의 길이가 작았던 것이 원인으로 판단

되었다. 경경 및 생체중도 두 품종 모두 자엽유도 두줄재배 처리에서 가늘거나 가벼웠다. 품종 및 처리간 화방당 엽출현 특성은 관행 외줄기 처리의 경우 1화방이 '마이로꾸', '메디슨' 품종 모두 7.1매 였으나 자엽에서 유도할 경우 각각 4.1, 4.6매로 낮았다.

표 1-9. 최종 생육

품종	처리내용	초장 (cm)	화방간 길이		경경 (mm)	생체중 (g/주)
			1화방까지 (cm)	1~2화방 (cm)		
마이로꾸	자엽유도	103.6	17.8	23.8	10.8	275
	본엽유도	121.2	31.5	23.6	10.3	495
	외줄재배(관행)	116.9	34.4	20.2	11.0	476
메디슨	자엽유도	124.1	23.9	30.1	10.8	486
	본엽유도	128.0	43.7	25.8	10.9	606
	외줄재배(관행)	132.8	35.8	24.2	12.0	673

- 수확시 과중의 경시적 변화는 '마이로꾸', '메디슨' 모두 처리 간 큰 차이는 없었으나 본엽유도 처리가 약간 무거운 경향이였다. 누적수량의 변화는 마이로꾸, 메디슨 품종 모두 관행 외줄재배 처리가 가장 좋았고, 마이로꾸는 자엽유도, 메디슨은 본엽유도 처리가 가장 수량이 낮았다.

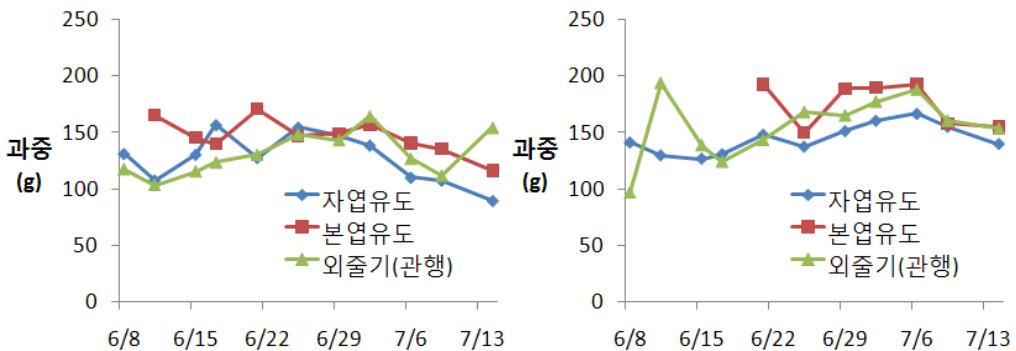


그림 1-9 과중의 경시적 변화(좌:마이로꾸, 우:메디슨)

- 이러한 결과로 토마토 두줄기 재배의 가능성 및 경제성은 충분히 확인할 수 있었다. 그러나 두줄기 재배법에 대한 좀더 정밀한 연구가 진행되어야 할 것으로 생각되었다.

## 4. 적 요

### 가. 관수량에 따른 묘소질 및 생육특성 검정

- 관수량이 많아짐에 따라 마이로꾸, 도태랑 두 품종 모두 초장이 크고, 엽수도 많았으며 엽면적도 넓었고, 품종간에는 마이로꾸 품종의 생육이 우수하였음.
- 최종생육은 초장, 경경, SPAD 모두 품종 및 처리 간 차이가 없었고, 착과수 및 수량도 처리간 경향을 보이지 않았음.

### 나. 저장조건에 따른 묘소질 및 생육특성 검정

- 저장 조건에 따른 묘소질 특성은 무처리와 비교하여 저장조건 12℃ 5일간 저장과 6℃ 5일간 저장조건에서 묘소질에 큰 차이가 있어, 6℃ 보관은 묘를 억제 시키는 것으로 조사되었음.
- 최종생육에서도 초장의 경우 6℃ 5일간 저장한 처리구에서 품종간 각각 96.4, 95.4cm로 무처리의 105.3, 110.0cm 보다 작아 저장기간 중 저온처리가 생육후기까지 영향이 있었던 것으로 판단되었음.
- 수량에서도 무처리대비 6℃ 5일간 저장처리가 무처리와 비교하여 18~23% 수량이 감소하였음.

### 다. 토마토 공정육묘의 일본 수출시 온습도 변화 모니터링

- 토마토 일본 수출 중 평균온도는 17.4℃, 습도는 82.5% 이었고, 컨테이너 운송조건에서는 온도 18.5℃, 습도 85.9% 이었음.
- 온습도 분석 및 수출업체 확인 결과 컨테이너 상차 후 30시간 경과 후(익일 14시경) 농가에 도착하였고, 48시간 경과 후 박스에서 토마토 묘를 꺼냈음.

### 라. 공정육묘시 이식깊이 효과 구명

- 정식 시 묘소질은 처리 간 초장에서 I형이 마이로꾸는 14.5cm, 메디슨은 13.1cm로 L 및 U형과 비교하여 컸으나, 그 외 엽수, 경경, 엽장, 엽폭은 처리 간 대차 없었음.
- 최종 생육은 두 품종 모두 I형에서 커서 초기 차이가 끝까지 영향을 끼친 것으로 생각되었고, 화방간 길이는 1화방까지는 품종 및 처리 간 대차 없었으나 1화방에서 2화방까지의 길이는 I형이 U형과 비교하여 길이 육묘시 이식방법이 1-2화방 간 길이에 영향을 끼치는 것으로 생각되었음.
- 최종 수량은 품종에 따른 차이는 있었으나 이식방법 I, L, U형간 차이는 없어 이식방법에 따른 수량성 차이는 없는 것으로 분석되었다.

### 마. 두줄기 재배를 위한 육묘기술 개발

- 정식시 묘소질은 관행 외줄재배가 초장, 엽수, 경경, 생체중 등에서 가장 우수하였음.
- 최종생육에서 초장은 본엽유도 두줄재배 처리와 관행 외줄 재배처리가 컸고 자엽에서

두줄기 유인한 처리가 작았는데, 이는 1화방까지의 길이가 작았던 것이 원인으로 판단되었음.

- 수량의 변화는 마이로꾸, 메디슨 품종 모두 관행 외줄재배 처리가 가장 좋았고, 마이로꾸는 자엽유도, 메디슨은 본엽유도 처리가 가장 수량이 낮았음.

## <제2세부과제 : 토마토 연속적심에 의한 고품질 생산기술 개발>

### 1) 재료 및 방법

#### 가. 장기작형에 적합한 연속적심 기술개발(2009)

- 시험장소 : 철원
- 시험품종 : 도태랑 등 2품종
- 재배작형 : 조숙
- 재식거리 : 120×25cm(3,300주/10a)
- 처리내용 : 적심횟수 0, 1, 2, 3회
- 조사내용 : 생육, 수량, 경제성 등

#### 나. 적정 연속 2회 적심시기 구명(2010)

- 시험장소 : 철원
- 시험품종 : 마이로꾸, 도태랑 등 2품종
- 처리내용 : 연속 2회 적심 시기별 4처리(5+2+5, 5+3+4, 5+4+3, 5+7)
- 조사내용 : 생육, 수량, 과중, 시기별수량, 수확과수, 경제성 등

#### 다. 연속 2회 적심에 따른 적정 추비량 구명(2010)

- 시험장소 : 철원
- 시험품종 : 마이로꾸
- 처리내용 : 2회 적심 처리 후 추비량별 4처리(0, 10, 20, 30% 증)
- 조사내용 : 생육, 수량, 과중, 시기별수량, 수확과수, 경제성 등

#### 라. 연속 2회 적심에 따른 적정 추비 시기 구명(2010)

- 시험장소 : 철원
- 시험품종 : 마이로꾸
- 처리내용 : 추비 시기별 3처리(2회 적심 전 7일, 적심 시, 적심 후 7일)
- 조사내용 : 생육, 수량, 과중, 시기별수량, 수확과수, 경제성 등

### 2) 결과 및 고찰

본 시험은 도내 중북부지역의 여름 장기작형 토마토 재배 시 연속적심 기술의 고온기 착과 증진 및 수량증대 효과를 검증하기 위하여 2008년부터 2010년까지 수행한 시험결과를 개조식으로 간략히 요약하여 보고하는 바이다.

가. 장기작형에 적합한 연속적심 기술개발(2009)



무처리

1회적심

2회적심

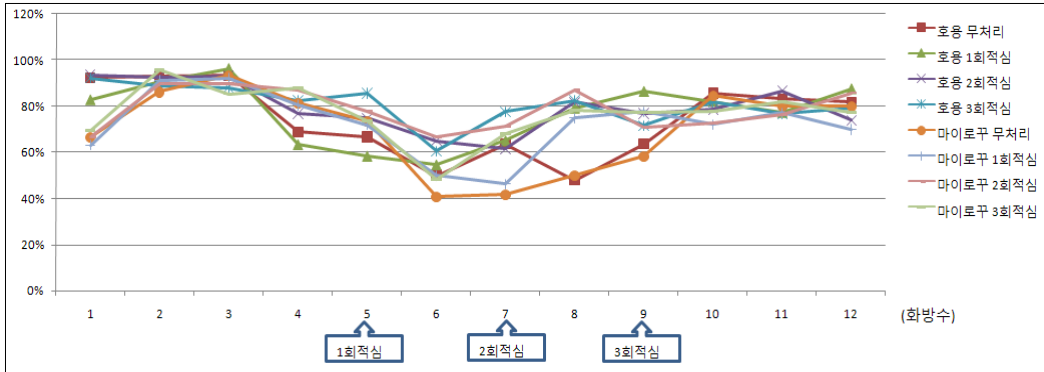
<그림 2-1> 적심처리별 모식도

- 적심처리별 모식도를 보면 (그림 13)과 같이 농가의 관행재배방법인 무처리와 5화방에서 1회적심을 하는 방법과 1회적심 처리 후 7화방에서 2회적심 처리를 하는 방법임.

표 2-1. 품종별 적심처리에 따른 생육특성

품종	처리구	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (장)	전엽수 (장)	경경 (mm)	기본지 (개)	기본지장 (cm)	착화수 (개)	착과수 (개)	착과율 (%)
호용	무처리	326.0	39.5	38.5	14.5	34.5	14.7	0	0	62.5	46.8	74.9
	1회적심	300.0	39.5	39.3	14.5	37.8	14.6	1	42.8	63.6	49.5	77.8
	2회적심	279.8	43.0	43.3	13.8	38.8	13.6	2	80.8	64.9	51.8	79.8
	3회적심	248.0	42.5	38.3	15.0	39.5	13.7	3	123.7	68.7	55.4	80.6
마이로꾸	무처리	320.0	42.5	36.5	13.5	32.5	14.4	0	0	61.6	44.0	71.3
	1회적심	293.5	43.0	43.8	14.3	36.8	13.8	1	49	63.8	45.9	71.9
	2회적심	250.5	47.0	43.3	14.5	38.0	14.0	2	77.8	63.4	49.8	78.5
	3회적심	240.8	44.3	36.8	10.8	39.3	13.8	3	117.1	63.3	47.9	75.7

- 적심처리구에서 초장이 감소하였고, 전엽수, 기본지, 기본지장은 증가하였다.
- 착과율의 경우 두 품종 모두 무처리 대비 적심 처리구에서 증가하였다.



<그림 2-2> 품종별 적심처리에 따른 시기별 착과율 변화

- 적심 시기별 착과율 변화 또한 적심 처리 시기인 5화방에서 9화방 사이에 현저히 증가하였다. 이시기에 고온기로 착과율이 감소하는데, 적심 및 염지 처리로 인해 발생하는 스트레스로 생식생장으로의 비중이 증가하여 착과율이 증가하는 것으로 판단된다.

표 2-2. 품종별 적심처리에 따른 수량특성

품종	처리	수확과수 (개/주)	수량 (g/주)	과중 (g/개)	상품율 (%)	수량 (kg/10a)
호용	무처리	31.1	6,044	194.25	86.4	11,496
	1회적심	33.1	6,221	187.79	89.6	12,266
	2회적심	33.6	6,136	182.58	88.9	11,998
	3회적심	31.4	5,843	186.33	87.7	11,277
마이로꾸	무처리	29.4	5,576	189.93	87.1	10,683
	1회적심	30.9	5,680	183.91	89.4	11,170
	2회적심	29.6	5,597	189.34	89.2	10,983
	3회적심	30.5	5,602	183.83	89.2	10,992

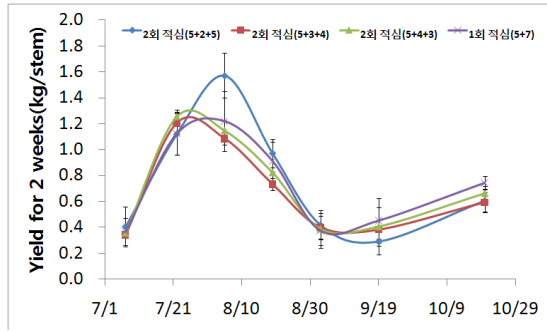
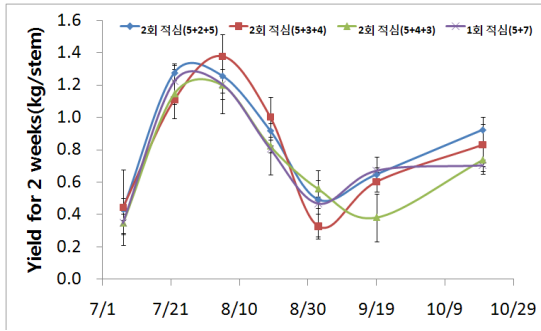
- 처리별 수량은 두 품종 모두 1회 적심처리에서 무처리구에 비해 증가하였고, 과중은 감소하였다.

나. 적정 연속 2회 적심시기 구명(2010)

표 2-3. 묘소질

품종	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (장)	경경 (mm)	생체중 (g)	건물중 (g)
마이로꾸	27.3	20.8	13.3	8.9	4.7	47.2	3.4
도태랑다이아	20.4	16.6	11.9	8.6	4.1	32.0	3.4

- 정식 시 묘소질은 마이로꾸 품종이 도태랑과 비교하여 초장, 엽장, 엽폭, 엽수, 경경, 생체중 등 전반적으로 컸다.



<그림 2-3> 2회 적심 시기별 수량의 경시적 변화(좌: 마이로꾸, 우: 도태랑다이야)

- 수량의 경시적인 변화는 두 품종 2회 적심 처리구가 모두 관행(1회적심)보다 초기수량은 높았으나, 후기에는 다소 감소하였다. 특히 도태랑다이야 품종은 2회적심(5+2+5)처리에서 초기수량이 가장 높게 나타났다.

표 2-4. 2회 적심 시기별 과중의 경시적인 변화

품종	처리	07월 7일	07월 22일	08월 5일	08월 19일	09월 2일	09월 19일	10월 20일
마이로꾸	2회 적심 (5+2+5)	143.5 ab	177.8	160.8	142.1	171.9	142.8	156.8
	2회 적심 (5+3+4)	154.7 a	186.9	160.6	138.1	165.0	146.0	158.3
	2회 적심 (5+4+3)	132.8 b	175.1	147.0	156.2	147.1	107.4	162.0
	1회 적심 (5+7)	140.5 b	179.8	174.9	151.1	143.8	133.3	157.5
도태랑다이야	2회 적심 (5+2+5)	165.9	216.5	184.5	135.2	160.5	157.1	145.8 b
	2회 적심 (5+3+4)	168.2	208.9	194.0	166.8	157.1	178.9	164.7 a
	2회 적심 (5+4+3)	152.4	209.4	180.7	161.4	162.6	152.3	162.6 ab
	1회 적심 (5+7)	161.0	211.2	200.8	161.5	149.6	152.4	166.7 a

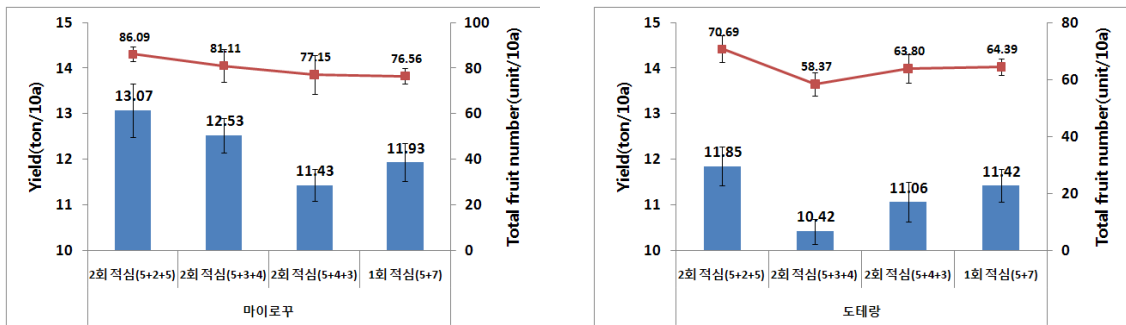
※ 2회 적심(5+2+5) : 5화방에서 1회 적심 + 엽지처리 → 7화방에서 2회 적심 + 엽지처리  
 2회 적심(5+3+4) : 5화방에서 1회 적심 + 엽지처리 → 8화방에서 2회 적심 + 엽지처리  
 2회 적심(5+4+3) : 5화방에서 1회 적심 + 엽지처리 → 9화방에서 2회 적심 + 엽지처리  
 1회 적심(5+7) : 5화방에서 1회 적심 + 엽지처리

- 수확 시 과중의 경시적 변화는 두 품종 모두 처리 간 큰 차이는 없었으나, 도태랑다이하 품종의 2회적심(5+2+5)처리에서 수확후기 과중이 감소하는 경향이 나타났다.

표 2-5. 2회 적심 시기별 최종 생육

품종	처리	초장 (cm)	엽수 (장)	화방수 (개)	기본지장(cm)	
					1회 적심	2회 적심
마이로꾸	2회 적심(5+2+5)	289.3 b	46.1	13.1	34.4	35.3 b
	2회 적심(5+3+4)	310.8 ab	46.7	13.1	34.2	36.7 b
	2회 적심(5+4+3)	306.6 ab	48.0	13.7	34.8	42.4 a
	1회 적심(5+7)	338.0 a	46.7	12.6	36.5	0.0 c
도태랑다이하	2회 적심(5+2+5)	277.4 b	47.4	12.6	32.2	31.8 a
	2회 적심(5+3+4)	275.4 b	45.8	12.5	25.4	39.0 a
	2회 적심(5+4+3)	290.2 b	48.8	13.0	31.3	36.4 a
	1회 적심(5+7)	318.1 a	46.9	12.2	31.4	0.0 b

- 최종생육에서 초장은 두 품종에서 모든 2회적심처리가 관행(1회 적심)보다 작았으며, 엽수, 화방수, 1회 적심 기본지장은 유의한 차이가 나타나지 않았다.



<그림 2-4> 2회 적심 시기별 수량 및 수확과수

- 최종 수량 및 수확과수를 보면, 두 품종 모두 2회 적심(5+2+5)처리가 관행(1회 적심)보다 수량 및 수확과수가 높게 나타났다.
- 결론적으로 과중의 경시적인 차이가 없고, 관행(1회 적심)보다 초장은 상대적으로 작고, 수량 및 수확과수가 가장 높은 2회 적심(5+2+5)처리 즉, 5화방에서 1회 적심 후 연속으로 7화방에서 2회 적심하는 것이 적합할 것으로 판단된다.

다. 연속 2회 적심에 따른 적정 추비량 구명(2010)

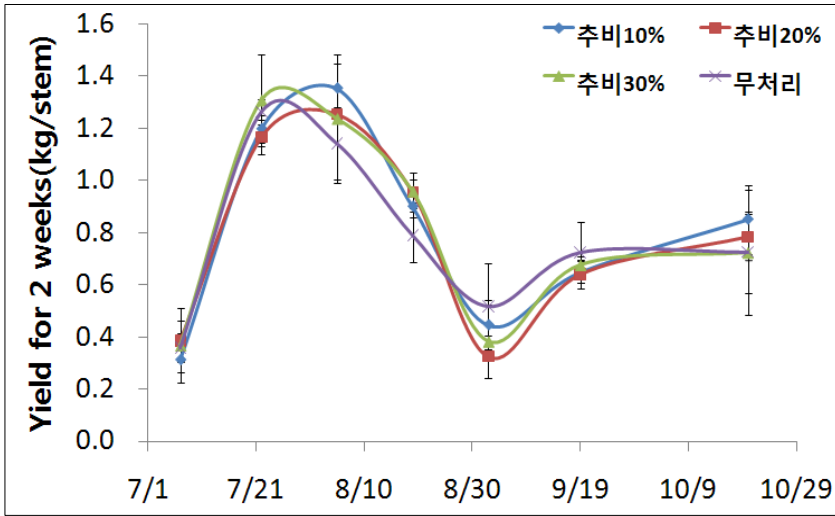


그림 2-5. 추비량별 수량의 경시적 변화

- 추비량별 수량의 경시적인 변화는 모든 처리구가 무처리보다 상대적으로 초기수량은 높았고, 특히 추비량 10% 증 처리에서 초기수량이 다소 높게 나타났다.

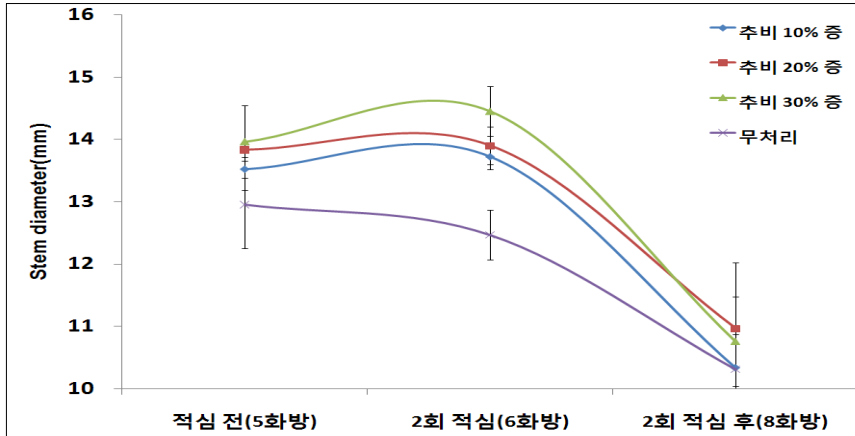


그림 2-6. 추비량별 경경의 경시적 변화

- 추비량별 경경의 경시적인 변화는 모든 처리구가 무처리보다 상대적으로 경경이 높았고, 특히 추비량 30% 증 처리에서 경경이 높게 나타났다.

표 2-6. 추비량별 최종 생육

처 리	초 장 (cm)	엽 수 (장)	화방수 (개)	기본지장(cm)	
				1회 적심	2회 적심
추비10%증	329.1	47.7 ab	13.1	34.3	40.4
추비20%증	330.8	48.4 a	12.6	32.1	37.0
추비30%증	340.1	49.2 a	13.0	28.9	42.6
무 처 리	315.3	45.8 b	12.3	32.3	37.3

○ 추비량별 최종생육은 엽수를 제외한 모든 처리구에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

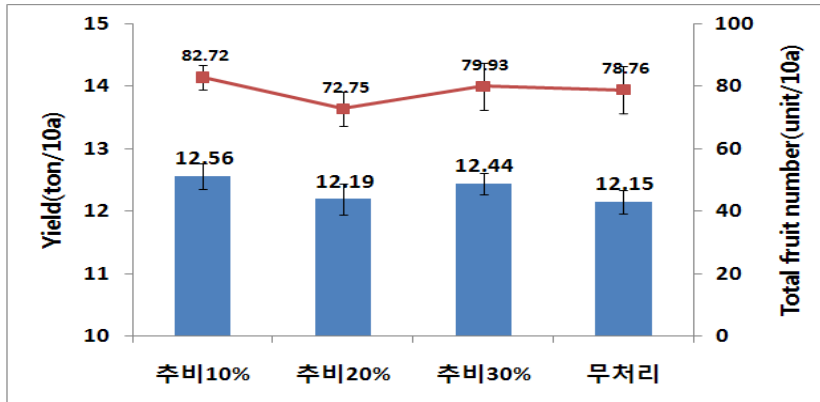
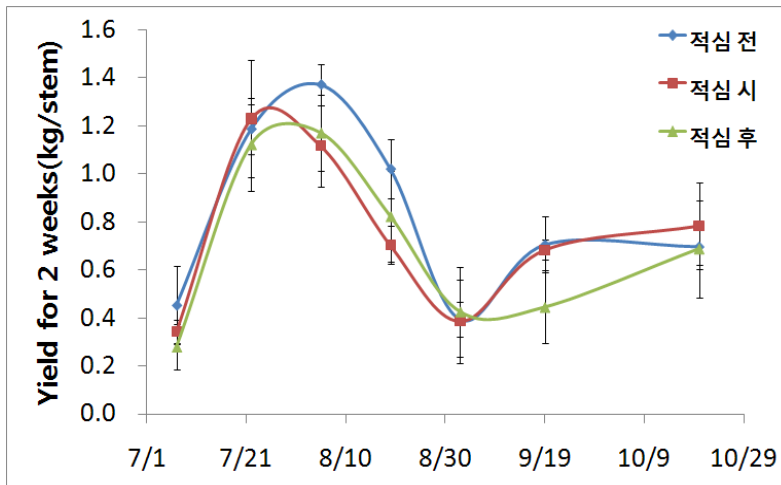


그림 2-7. 수량 및 수확과수

○ 최종 수량 및 수확과수를 보면, 추비량 10% 증 처리에서 가장 높은 수량이 나타났으며, 추비량 20, 30% 증 처리는 무처리에 비해 유의한 차이가 나타나지 않았다.

라. 연속 2회 적심에 따른 적정 추비 시기 구명(2010)



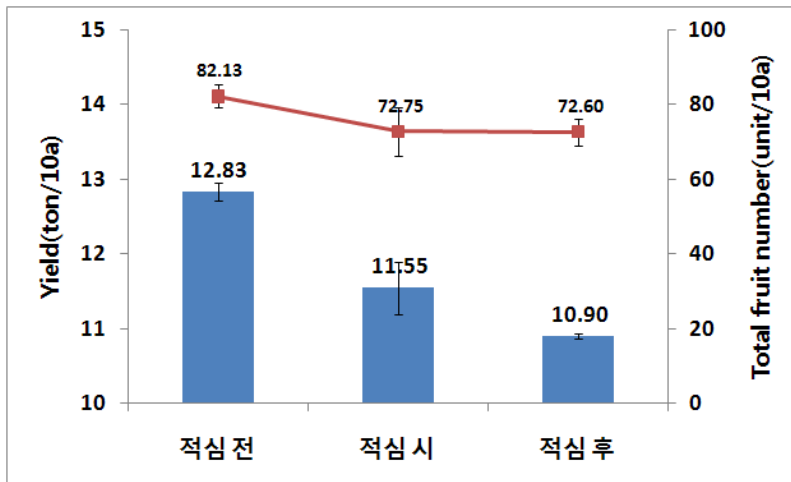
<그림 2-8> 추비 시기별 수량의 경시적 변화

- 추비 시기별 수량의 경시적인 변화는 적심 전 추비 처리구에서 초기수량이 가장 높게 나타났고, 적심 후 추비는 상대적으로 다른 처리에 비해 후기에 다소 수량이 감소하였다.

표 2-7. 추비 시기별 최종 생육

처 리	초 장 (cm)	엽 수 (장)	화방수 (개)	기본지장(cm)	
				1회 적심	2회 적심
적심 전 추비	318.6	49.2	12.9	32.7	45.7
적심 시 추비	301.6	45.1	12.2	32.7	40.2
적심 후 추비	310.2	48.5	12.8	28.0	45.0

- 추비 시기별 최종생육은 모든 처리구에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.



<그림 2-9> 추비 시기별 수량 및 수확과수

- 추비 시기별 최종 수량 및 수확과수를 보면, 적심전 추비 처리가 12.83톤(10a당)으로 수량이 가장 높게 나타났고, 수확과수 또한 82.13(10a당)로 가장 높게 나타났다.

### 3. 적 요

- 본 연구는 강원도 철원의 토마토 여름 장기작형의 고온기 착과증진 및 수량증대를 위해 수행되었다. 토마토 연속적심기술은 일본에서 개발된 기술로 연속적인 적심처리와 염지처리로 초장 감소와 수량증대를 위한 기술이다. (시험 가)인 장기작형에 적합한 연속적심 기술 개발 시험의 결과 모든 적심처리구에서 초장이 감소하였고, 전엽수, 기본지, 기본지장은 증가하였다. 착과율의 경우 두 품종 모두 무처리 대비 2회 적심 처리구에서 가장 높게 증가하였다. 처리별 수량은 두 품종 모두 1회와 2회 적심처리에서 무처리구에 비해 증가하였고, 과중은 다소 감소하였다. 이에 2회 적심 시 적정 적심시기와 적심 후 초세약세에 따른 추비량 및 추비시기를 구명 연구가 필요했다.

- (시험 나)인 적정 연속 2회 적심시기 구멍 결과 과중의 경시적인 차이가 없고, 관행(1회 적심)보다 초장은 상대적으로 작고, 수량 및 수확과수가 가장 높은 2회 적심(5+2+5) 처리 즉, 5화방에서 1회 적심 후 연속으로 7화방에서 2회 적심하는 것이 적합할 것으로 판단되었다.
- (시험 다)인 연속 2회 적심에 따른 적정 추비량 구멍 결과 추비량 10% 증 처리에서 가장 높은 수량이 나타났으며, 추비량 20, 30% 증 처리는 무처리에 비해 유의한 차이가 나타나지 않았다.
- (시험 라)인 연속 2회 적심에 따른 적정 추비시기 구멍 결과 적심전 추비 처리가 12.83톤(10a당)으로 수량이 가장 높게 나타났고, 수확과수 또한 82.13(10a당)로 가장 높게 나타났다.

### <제3세부과제 : 토마토 연작장해 해소를 위한 개발기술 종합적 투입 농가실증>

#### 1. 재료 및 방법

##### 가. 토마토 연작장해 해소를 위한 토양관리기술 실증

본 시험은 2009년도에 강원도원 채소시험용 단동하우스에서 방울토마토 '요요', '산체리' 품종을 이용하였다. 처리내용은 토양 내 피트모스 혼합처리, 심경처리 그리고 무처리를 두고 각각의 토양 특성 변화, 생육 및 수량 등에 대하여 조사하였다. 정식은 9월 5일이었고 11월 하순까지 재배하였다.

##### 나. 토마토 연작장해 해소를 위한 개발기술 종합적 투입 농가 실증

토양 연작장해 해소를 위하여 기 개발된 기술을 종합적으로 투입하여 효과를 검토하고자 2009년부터 2010년까지 2년간 수행되었다. 시험장소는 토마토 주산단지인 강원도 춘천시 사우동에 위치한 토마토 연작재배농가에서 수행하였다. 본 농가는 전년도 극심한 연작장해로 인하여 수확을 거의 하지 못했다. 처리내용은 토양 답수(5일) → 청고탄 처리 → 호맥과종 및 재배(9.26~11하) → 호맥예취(11하) → 경운(12상) → 심토과쇄(12중) → 토양분석 및 처방(2010. 1) → 정식(2.1) → 수확(4.20~6.20)의 순으로 진행되었다. 재배 중 토양과 토마토의 생육특성을 조사하였다.



<그림 3-1> 처리 전 토양채취 및 기본조사



<그림 3-2> 담수처리 직후(좌), 호맥 발아(우)



<그림 3-3> 호맥 생육상황(11. 20)

## 2. 결과 및 고찰

### 가. 토마토 연작장해 해소를 위한 토양관리기술 실증

- 토마토 연작장해 저감을 위한 심경, 피트모스 혼합 및 무처리 간의 토양특성은 피트모스 혼합처리가 30.1로 가장 높았고 무처리가 24.3으로 낮았다. pH는 피트모스 혼합처리가 6.64로 낮아 산도교정의 효과가 있는 것으로 판단되었다. EC는 피트모스 혼합과 무처리는 각각 0.87과 0.86 이었으나 심경처리에서 0.67로 조사되어 저감효과가 있는 것으로 판단되었다.

표 3-1. 처리별 토양특성

처리내용	보수력 (-0.1bar)	pH	EC (dS/m)
심경처리	26.2	7.49	0.67
피트모스 혼합	30.1	6.64	0.87
무처리	24.3	7.17	0.86

- 요요와 산체리 품종의 처리 간 생육은 특히 요요 품종에서 피트모스 혼합처리에서 초장, 생체중, 건물중이 작은 등 생육이 저조하였다. 이와 같이 생육이 떨어진 원인에 대해서는 추후 검토 및 보완해야 할 것으로 생각되었다.

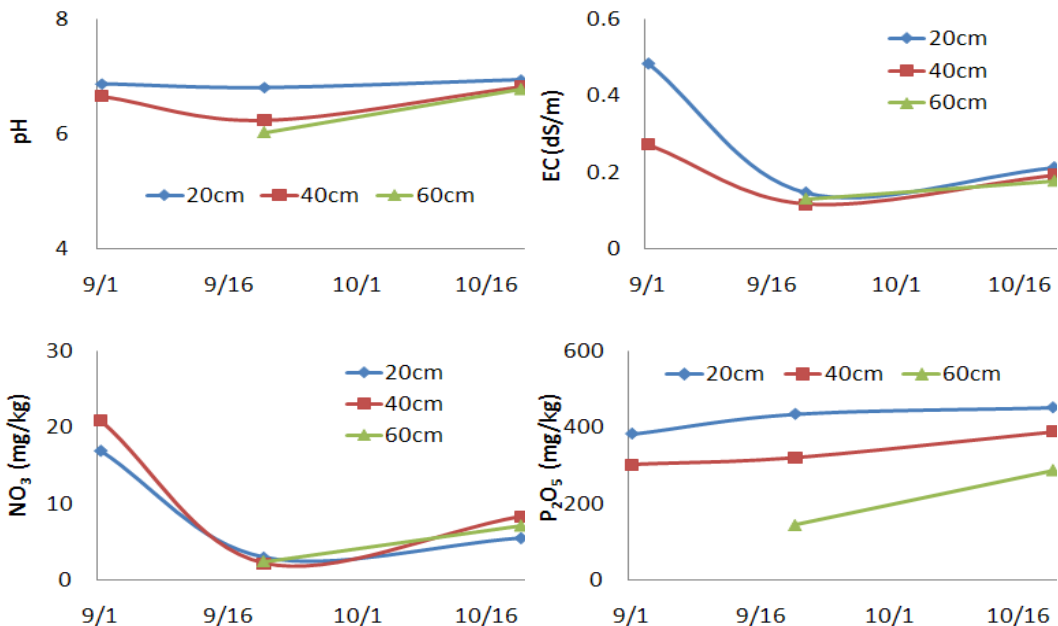
표 3-2. 최종 생육특성

품 종	처리내용	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	경경 (mm)	생체중 (g)	수량 (g/주)
요 요	심경	89.3	49.1	44.4	10.7	802	358.8
	피트모스	75.6	45.3	40.0	10.9	630	307.0
	무처리	89.4	51.5	45.9	10.5	861	385.5
산채리	심경	82.3	40.6	35.4	10.1	666	330.1
	피트모스	70.5	41.1	35.9	10.4	616	263.4
	무처리	77.3	46.8	40.0	9.6	786	322.5

- 수량에 있어서도 두 품종 모두 피트모스 혼합처리에서 수량이 낮았다. 따라서 시설 토마토 재배시 피트모스의 혼합에 대해서는 피트모스 혼합양 등에 대한 정밀한 검토가 필요할 것으로 판단되었다.

**나. 토마토 연작장해 해소를 위한 개발기술 종합적 투입 농가 실증**

- pH는 토심이 낮을수록 낮았고, 담수 등 처리에 의하여 토심 20cm에서는 차이가 없었으나, 토심 40, 60cm에서는 높아지는 경향이었고, EC는 담수처리에 의하여 토심 20cm에서 0.5에서 0.2 이하로 크게 낮아졌고, 토심 40, 60cm에서도 낮아지는 경향이였다. 음이온인 NO<sub>3</sub>는 담수에 의하여 토심 20, 40cm 모두 크게 낮아졌으나 인산은 오히려 약간 높아지는 경향이었고, 양이온인 K, Ca, Mg는 모두 같은 경향으로 담수에 의하여 초기에는 낮아졌으나 후기에는 다시 높아지는 경향이였다.



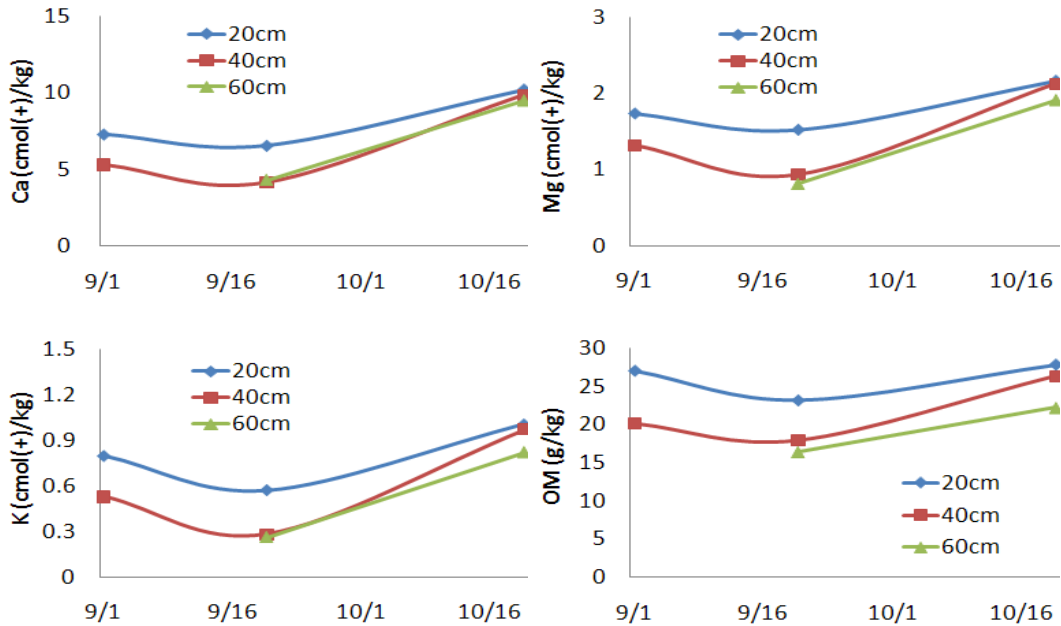


그림 3-4. 토양의 화학성 변화

- 연작장해 극복을 위한 종합적 기술투입의 효과로 토양의 화학성은 개선되었고 반축성 작형의 초기에는 수량 및 품질이 우수하였다. 특히 청고병의 발생은 2009년도에 거의 100% 발생하였으나, 금년도는 30% 발생하여 발생률이 낮았고, 이러한 원인은 토양 물리성의 개선으로 투수성이 향상되어 병의 발생을 낮춘 것으로 판단되었다. 금년도의 기상환경(광)이 평년과 비교하여 불량하여 토마토 절대수량의 감소로 직접적인 수량 비교는 불가하였으나 인근 농가와 출하량을 간접 비교한 결과 35%의 수량이 증가하는 것으로 조사되었다.

### 3. 적 요

#### 가. 토마토 연작장해 해소를 위한 토양관리기술 실증

- 토마토 연작장해 저감을 위한 심경, 피트모스 혼합 및 무처리 간의 토양특성은 피트모스 혼합처리가 30.1로 가장 높았고 무처리가 24.3으로 낮았음. pH는 피트모스 혼합처리가 6.64로 낮아 산도교정의 효과가 있는 것으로 판단되었음. EC는 피트모스 혼합과 무처리는 각각 0.87과 0.86 이었으나 심경처리에서 0.67로 조사되어 저감효과가 있는 것으로 판단되었음.
- 요요와 산체리 품종의 처리 간 생육은 특히 요요 품종에서 피트모스 혼합처리에서 초장, 생체중, 건물중이 작은 등 생육이 저조하였음.
- 수량에 있어서도 두 품종 모두 피트모스 혼합처리에서 수량이 낮았음. 따라서 시설 토마토 재배시 피트모스의 혼합에 대해서는 피트모스 혼합량 등에 대한 정밀한 검토가 필요할 것으로 판단되었음.

**나. 토마토 연작장해 해소를 위한 개발기술 종합적 투입 농가 실증**

- pH는 토심이 낮을수록 낮았고, 담수 등 처리에 의하여 토심 20cm에서는 차이가 없었으나, 토심 40, 60cm에서는 높아지는 경향이었고, EC는 담수처리에 의하여 토심 20cm에서 0.5에서 0.2 이하로 크게 낮아졌고, 토심 40, 60cm에서도 낮아지는 경향이었음.
- 연작장해 극복을 위한 종합적 기술투입의 효과로 토양의 화학성은 개선되었고 반축성 작형의 초기에는 수량 및 품질이 우수하였음.
- 청고병의 발생은 2009년도의 경우 거의 100% 발생하였으나, 금년도는 30% 발생하여 발생률이 낮았고, 이러한 원인은 토양 물리성의 개선으로 투수성이 향상되어 병의 발생을 낮춘 것으로 판단되었음.

**3. 인용문헌**

안철근 등 4인. 2002. 착색단고추 묘의 이식방법이 정식 후 생육과 수량에 미치는 영향. 한국원예과학기술지 20(1):15-18

윤형권 등. 4인. 2007. 토마토 육묘 시 Triazole계 성장조절제 처리가 묘의 생육 및 수량에 미치는 영향. 한국생물환경조절학회 16(3):205-209

선은선 등 4인. 2009. Diniconazol의 처리 시기 및 농도가 토마토 묘의 도장억제에 미치는 영향. 한국생물환경조절학회 18(4):401-407

최영하 등 6인. 2002. 모모타로-요쿠 토마토 하계 육묘시 용기 크기와 묘령이 정식 후 생육 및 수량에 미치는 영향. 한국생물환경조절학회 11(1):12-17

野菜園藝大百科 第2版 第2券 토마토. 2004. pp. 461-468. 農文協

S. R. ADAMS 등 3인. 2001. Effect of Temperature on the Growth and Development of Tomato Fruits. Annals of Botany 88: 869-877

**4. 연구결과 활용**

연도(연차)	활용구분	제 목
2010(3년차)	영농활용	○ 강원 중북부지역 토마토 장기재배시 연속 2회 적심에 의한 수량 증대

## 5. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'08	'09	'10
책임자	원예연구과	농업연구사	전신재	'08~'10 과제 총괄	○	○	○
공동연구자	"	농업연구사	원재희	제 1세부과제 총괄		○	○
"	"	농업연구사	서현택	제 2세부과제 총괄		○	○
"	"	"	전신재	제 3세부과제 총괄	○	○	○
"	농산물이용시험장	농업연구사	김희연	생육조사지원	○		
"	원예연구과	농업연구관	이성열	생육관리 지원	○	○	○
"	특화작물시험장	"	김재록	"			○
"	원예연구과	기능직	박기진	"			○