

인공광 폐쇄형 묘 생산 장치의 개발과 응용

오카베 카즈요시

(번역: 서울대학교 전창후)

일본 太洋興業(株) 농업개발부장

Development and Application of Closed Transplant Production Systems

Katuyoshi Okabe

(Translated by Changhoo Chun, Seoul National University)

Agricultural Development Department, Taiyo-Kogyo Co., LTD

2-24-14 Nihonbashi, Tokyo 103-0004 JAPAN

1. 개발의 배경

(1) 묘 생산 및 이용의 동향

최근의 원예작물, 특히 채소의 묘는, 생산, 유통 및 이용 면에서 크게 변화하고 있다. 플러그 묘 생산 시스템의 구축, 과채류의 접목 로봇, 활착장치의 개발, 플러그 묘 정식기의 개발 등이 이러한 변화를 불러오는 기술적 요인들이다. 한편 농업 종사자의 고령화, 전업농가의 분업화 경향, 생산성 향상을 위한 규모 확대 등은 이러한 기술의 진전시키는 동시에 재배농가들이 스스로 묘를 생산하던 방식에서 묘를 구입해서 사용하는 것을 촉진하는 배경이 된다. 플러그 묘의 생산 및 이용 묘 수는 매년 약 2억 본씩 증가하여 현재는 약 20억 본 정도의 플러그 묘가 생산, 이용되고 있다. 과채류의 묘 구입률도 해마다 높아져서 현재는 과채류 재배면적의 약 3분의 1을 구입 묘가 재배되고 있다.

(2) 묘 생산자의 문제

구입 묘의 생산은 육묘 센터, 묘 생산 업자, 종묘 회사 등의 전문 묘 생산 기업이 담당하고 있다. 묘 생산업자에게는 상품으로서의 묘의 품질과 기업 채산성이 중요한 문제이다. 이점에 있어서 현재의 묘 생산 기업은 여러 문제를 안고 있다. 기술적인 문제로는 자연조건에 지배 받는 특성상의 생산(납기와 생산량)의 불안정 및 품질의 저하(연약화)가 그의 대표적인 것이다.

또한 적절한 사이즈의 대목과 접수가 안정되게 공급되지 않기 때문에 생력화를 목적으로 도입한 접목 로봇의 가동률이 낮은 것과 인력에 의한 접목에 의존하기 때문에 생가는 고용노동력의 증가 역시 묘 생산업자들로부터 자주 듣는 문제들이다. 묘의 수요에 있어서의 계절성 역시 설비의 가동률을 저하 시켜 수익성을 낮추는 큰 요인이 되고 있다.

이러한 기술적인 문제점은 스스로 묘를 생산하고 있는 재배농가와 법인조직에 있어서도 크게 다르지 않다. 균일한 묘를 안정되게 생산, 확보하는 것은 간단한 일이 아니다. 최근 많은 재배농가에서는 다양한 작형과 재배 양식을 채택하여 노동력 투입의 평준화와 안정 출하를 꾀하는 경영 방식을 취하고 있기에 육묘 횟수가 많아지고 그 만큼 기후의 영향을 받기 쉬워진다.

(3) 폐쇄형 묘 생산 시스템의 제안

최근 일본 치바대학 환경조절연구실의 고자이 토요키 교수 등이 태양광 등의 자연 조건에 의존하지 않고 묘 생산을 하는 폐쇄형 묘 생산 시스템의 제안을 제안하고, 이를 구성하는 요소 기술을 확립함과 동시에 전기요금 등의 비용 분석을 통해 실용성이 충분히 높음을 밝히고 있다. 폐쇄형 묘 생산 시스템의 정의, 개념, 활용 가능성, 주요 구성 요소 등에 관해서는 본고의 앞에 게재되는 서울대학교 전창후 교수의 원고 내용을 참고하여 주기를 바란다. 전창후 교수는 본 시스템의 개발에 참여한 주요 연구자 중의 한 사람이다.

이에 太洋興業(株)에서는 폐쇄형 묘 생산 시스템을 일본의 원예분야의 묘 생산에 적용시켜 위에서 기술한 묘 생산자의 많은 문제들을 해결하고자 본 시스템의 개발에 착수하였으며 이를 상품명 '나에 테라스'로 판매하고 있다. 아래에 이 시스템의 개요를 소개한다.

2. 太洋興業(株) 개발의 인공광 폐쇄형 묘 생산 장치 '나에 테라스'의 개요

① 외부 구조물

폐쇄 공간 내외의 공기와 열의 교환을 억제하기 위하여 밀폐성과 단열성이 우수한 원예용 냉장고 등에 사용되는 자재를 이용한다(그림 1).

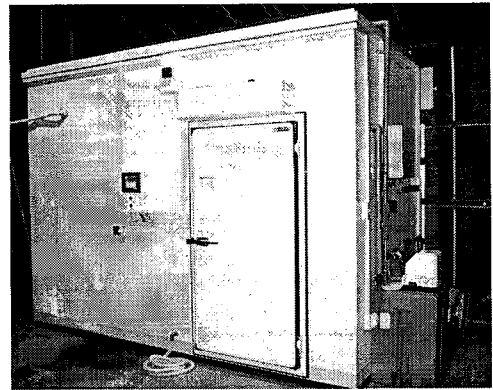


그림 1. 시험 장치의 외부 모습

② 다단식의 육묘 모듈

공간 이용 효율을 높이기 위해서 다단식을 채용한다. 단수는 4 이상으로 한다. 각 단의 윗면에는 형광등을 이용한 평면의 조명기구, 아래면에는 플러그 트레이를 설치하는 관수 장치, 뒷면에는 형광등으로부터의 발열을 제거하는 통풍장치가 설치되어 있다. 각 단에는 플러그 트레이 4 장이 수납된다(그림 2).

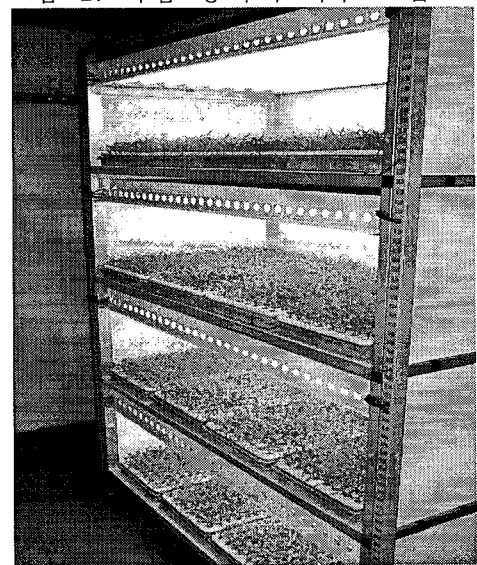


그림 2. 다단식 육묘 모듈과 조명 기구의 모습

③ 조명 기구

백색 형광등(Hf32 형) 6-8 본, 안정기 및 반사판 등으로 구성된 유니트로서 플러그 트레이 4 장을 $250 - 350 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 정도의 균일한 광량으로 조사한다.

④ 관수 장치

플러그 트레이에 균일한 관수를 하기 위해 저면 관수 방식을 채택하였다. 하루 1 회, 5 분 정도씩 플러그 트레이를 탑재한 관수 트레이의 한쪽에 액비를 공급한다. 수평 상태의 관수 트레이 위에 수 mm 의 수막이 생기면서 트레이 아랫면으로부터 균일한 관수가 이루어진다. 또한 관수 종료 보다 조금 일찍 관수 트레이의 다른 한 쪽에서 배수를 개시하여 플러그 트레이의 바닥 면을 건조 시켜서

플러그 트레이의 구멍으로 뿌리가 나오지 않도록 한다.

⑤ 통풍 장치

조명 기구로부터의 발열을 통풍으로 제거하기 위해 팬이 다단식 육묘 모듈의 뒷면에 부착되어 있다. 열 제거와 함께 미풍(약 $0.5-0.7 \text{ m s}^{-1}$)을 작물에 불어 넣음으로써 광합성과 증산을 촉진하는 효과가 있다. 각 플러그 트레이에 균일하게 통풍이 이루어 지도록 조정되어 있어 온도 및 습도 조건이 균일하게 되고 따라서 균일한 묘를 생산할 수 있다. 통풍 장치로부터 배기된 공기는 에어컨에 의해 냉각된다.

⑥ 에어컨

명기에 열을 제거하기 위해 가정용 에어컨을 이용한다. 최근 에너지 절약형 설계가 진전되어 성적계수(COP)가 5 이상의 제품도 있기 때문에 이를 이용하면 저 전력에 의한 냉방이 가능해진다. 냉방온도는 $20-30^{\circ}\text{C}$, 그리고 제습 기능에 의한 상대 습도 조절은 명기 60-70% 정도로 하기 때문에 결로와 고습 상태가 되는 경우는 없다. 그림 3 에 통풍장치, 에어컨 및 다단식 육묘 모듈의 배치 예를 소개한다.

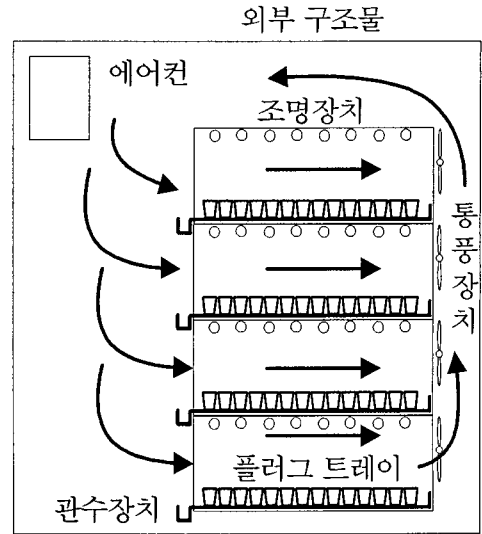


그림 3. 통풍 장치, 에어컨 및 다단식 육묘 모듈의 배치 예

⑦ 이산화탄소 공급 장치

밀폐성이 높은 공간에서의 묘 생산이기 때문에 이산화탄소의 시용은 필수적이다. 온실 및 하우스 재배와 비교하여 공기의 새어나가는 것이 없기 때문에 매우 높은 효율로 시용이 가능하다. 액화 탄산가스를 사용하여 $400-1000 \mu \text{ mol mol}^{-1}$ 정도의 농도로 제어한다.

⑧ 제어 장치

명, 암기의 시간대 및 각 시간대의 온도 제어, 타이머에 의한 관수 제어, 그리고 이산화 탄소 농도를 제어한다. 에어컨이 고장 나서 온도가 급히 올라갈 때 조명기구를 차단하는 안전 장치와 경보 장치 역시 필수적이다. 또한 이산화탄소 공급 장치의 고장에 따른 고농도의 이산화탄소의 축적이 인체에 해를 끼칠 수 있기 때문에 이에 대한 안전 장치 및 경보장치가 필수적이며, 그 외에 필요에 따라서 환경과 묘 상태를 외부에서 모니터링 할 수 있는 장치를 설치한다.

3. 인공광 폐쇄형 묘 생산 장치 ‘나에 테라스’를 이용한 육묘 사례

시범 제작한 인공광 폐쇄형 묘 생산 장치 ‘나에 테라스’를 이용한 육묘 사례를 몇 가지 소개한다. 각각의 시험에 있어서의 육묘 조건은 그림의 소개문 아래에 소개하니 참고하여 주기 바란다.

(1) 과채류 접목용 접수와 대목의 육묘 사례

① 토마토 묘

그림 4 는 다른 공 수의 플러그 트레이를 이용해 육성한 과종 14 일 후의 토마토

묘(접수용: 하우스모모타로)의 사진이다. 일반 온실 육묘에서는 토마토 묘를 통상 128 공 혹은 200 공 트레이를 사용하여 17-28 일 간 육성한다. 폐쇄형 묘 생산 시스템에서는 파종 14 일 후에는 초장 11-12 cm, 본엽 2.7 매, 배축경 2.6mm 로서 삽수로 이용 가능할 정도의 크기가 되었다. 재식 밀도가 높은 288 공 트레이에서 육묘하면 전개 엽수가 적어지며 상배축장도 40 mm 를 넘어서 도장한 것처럼 보일 수 있지만 배축경이 2.2 mm 인 단단한 묘로 성장하였다. 이 경우 제 1 화방은 대부분 8 매 짜 착생된다. 통상의 온실 육묘에서는 고온기에 제 1 화방의 착생위치가 높아지기 쉽고 그러한 묘를 심으면 과번무 하기 쉬운 등 재배관리가 어려워 지다. 폐쇄형 묘 생산 시스템에서는 제 1 화방이 언제나 8 매 전후에 착생하기 때문에 과번무 하기 어려우며 개화 및 수확기가 균일해 지는 등 재배관리에 이점이 있다.



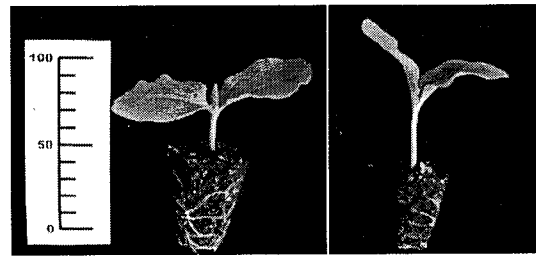
128 공 트레이 200 공 트레이 288 공 트레이
 그림 4. 다른 공수의 플러그 트레이에서 육성한 토마토 묘
 품종: 하우스모모타로
 조사: 파종 14 일 후
 재배조건: 광도 $350\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 일장 12 h. 기온 $29/25^\circ\text{C}$, CO_2 농도 $400\mu\text{mol mol}^{-1}$

② 접수용 오이 묘와 대목용 호박 묘

그림 5 는 다른 공 수의 플러그 트레이를 이용해 육성한 파종 9 일 후의 오이 묘(접수용: 나쯔스즈미, 대목용: 셸퍼)의 사진이다. 폐쇄형 묘 생산 시스템에서 육성한 묘는 접수와 대목 모두 떡잎이 두껍고, 엽폭이 넓으며, 배축이 두껍고 짧은 특징이 있다. 또한 어떠한 공 수의 트레이를 사용하여 육묘하여도 배축장과 배축경에 큰 차이가 없었으며, 고 재식밀도에서 육묘하였어도 도장은 나타나지 않았다. 그러나 이러한 묘를 이용하여 접목할 경우 로봇접목과 수작업 접목의 경우 모두에서 배축이 너무 짧아서 작업에 적합하지 않다. 배축이 굵으면서도 긴 묘를 육묘하는 것이 필요하며 현재 이 과제를 연구하고 있다.



128 공 트레이 200 공 트레이
삽수(나쯔스즈미)



128 공 트레이 200 공 트레이
대목(헬퍼)

그림 5. 다른 공수의 플러그 트레이에서 육성한 오이(삽수)와 호박(대목) 묘
조사: 파종 9 일 후

재배조건: 광도 $350 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 일장 12 h. 기온 $29/25^\circ\text{C}$, CO_2 농도 $400 \mu\text{mol mol}^{-1}$

(2) 직접 정식용 과채류의 육묘 사례

① 토마토 묘

그림 6 에 72 공 트레이에서 파종 후 24 일간 육성한 토마토(하우스모모타로) 묘의 생육상태를 소개한다. 본엽이 5.5 매 전개하고 제 1 화방이 육안으로 확인 가능할 정도이며 절간이 짧고 도장하지 않은 직접 정식용으로 충분히 사용할 수 있는 묘이다.

② 오이 묘

그림 6은 72공 트레이에서 파종 후 14일간 육성한 오이(나쯔스즈미) 묘의 사진이다. 절간이 극도로 짧고 도장하지 않은 묘로 육성되어 직접 정식용 묘로서 훌륭하다고 생각된다.

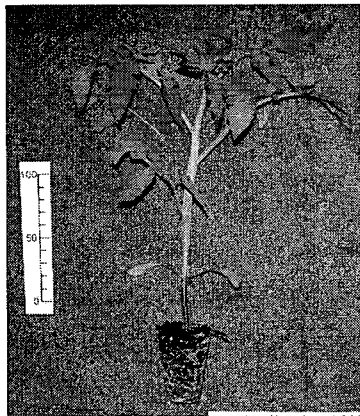


그림 6. 직접 정식용 토마토 플러그 묘

품종: 하우스모모타로

조사: 파종 24 일 후

트레이 공수: 72

재배조건: 광도 $350 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 일장 12 h
기온 $29/25^\circ\text{C}$, CO_2 농도 $400 \mu\text{mol mol}^{-1}$

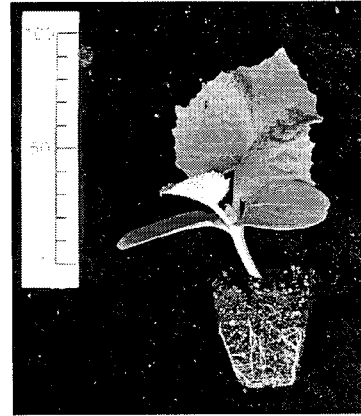


그림 7. 직접 정식용 오이 플러그 묘

품종: 나쯔스즈미

조사: 파종 14 일 후

트레이 공수: 72

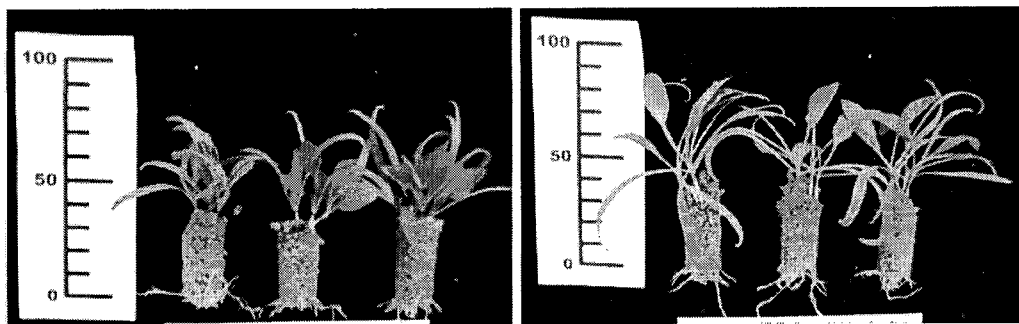
재배조건: 광도 $350 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 일장 12 h
기온 $25/23^\circ\text{C}$, CO_2 농도 $400 \mu\text{mol mol}^{-1}$

(3) 수경 엽채류의 육묘 사례

엽채류의 수경재배는 주년 다량의 묘를 필요로 한다. 예를 들어 폐사의 '낮퍼랜드(역자주: 太洋興業(株))' 이 개발하여 일본 전역에 보급된 엽채류 전용 수경재배 시스템의 상품명) 시스템의 경우, 본포 500 평에 연간 105 만 공의 묘가 필요하다. 폐쇄형 묘 생산 시스템은 이러한 재배시스템에 적합하다.

① 시금치 묘

수경 시금치의 온실 육묘에는 일반적으로 114 공의 트레이를 사용하며 계절에 따라 11-26 일 간 육묘한다. 묘질은 기상 조건에 크게 영향 받아서 고온기에는 연약한 묘가 되기 쉽다(그림 8의 우측). 폐쇄형 묘 생산 시스템에서 육성한 묘는 파종 11-12 일 후에 충분한 크기로 자라, 배축이 짧고 엽폭이 넓은 튼튼하고 다부졌다(그림 8의 좌측). 다른 공수의 트레이에서 육성한 실험에서는 288 공 트레이에서 육성한 묘는 114 공 트레이에서 육성한 것 보다 엽병과 떡잎이 길고 약간 도장한 것처럼 보였으나, 잎의 크기와 배축경에는 큰 차이가 없어 실제의 이용에는 문제가 없다.



폐쇄형 묘 생산 시스템

온실

그림 8. 폐쇄형 묘 생산 시스템과 온실에서 육성한 시금치 묘

품종: 프리우스

조사: 파종 12 일 후

트레이 공수: 144

재배조건(폐쇄형 묘 생산 시스템): 광도 $350\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 일장 12 h,

기온 $25/23^\circ\text{C}$, CO_2 농도 $400 \mu\text{mol mol}^{-1}$

온실 육묘 기간: 2001년 5월 18-30일

시금치는 장일 조건에서 추대하기 쉬워지나, 폐쇄형 묘 생산 시스템에서 일장 12 h 이하의 조건에서 육성한 묘는 본포에 정식한 후의 장일 고온 조건에서 재배하여도 추대 전에 수확이 가능하였다(그림 9). 이 기술을 이용한다면 특정 품종의 주년 생산도 가능하여 질 것이다.



폐쇄형 묘 생산 시스템 온실

그림 9. 폐쇄형 묘 생산 시스템과 온실에서 육성한 시금치 묘의 추대
 품종: 조커 조사: 과종 12일 후
 트레이 공수: 144
 재배조건(폐쇄형 묘 생산 시스템): 광도 $350\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 일장 12 h,
 기온 $24/24^\circ\text{C}$, CO_2 농도 $400 \mu\text{mol mol}^{-1}$
 온실 육묘 기간: 2001년 5월 25-6월 5일 조사일: 2001년 6월 23일

144 공
트레이 육묘



288 공
트레이 육묘

폐쇄형 묘 생산 시스템 온실

그림 10. 폐쇄형 묘 생산 시스템과 온실에서 다른 공수의 트레이를 사용하여 육성한
 소송채 묘
 품종: 나쓰라쿠텐 조사: 과종 11일 후
 재배조건(폐쇄형 묘 생산 시스템): 광도 $350\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 일장 12 h,
 기온 $25/23^\circ\text{C}$, CO_2 농도 $400 \mu\text{mol mol}^{-1}$
 육묘 기간: 2001년 5월 18-29일 조사일: 2001년 6월 14일

② 소송채와 청경채의 묘

그림 10 에 폐쇄형 묘 생산 시스템과 온실에서 다른 공수의 트레이를 사용하여 육성한 파종 11 일 후의 소송채(품종: 나쓰라꾸텐)의 사진을 소개한다(청경채의 사진은 부록 참조). 온실 육묘의 경우 288 공 트레이에서 육성한 묘는 144 공 트레이에서 육성한 것에 비해 배축이 길어 도장하였다. 그러나 폐쇄형 묘 생산 시스템에서 육묘할 경우 두 종류의 트레이를 사용하여 육성한 묘 사이에 큰 차이가 없어 모두 양질의 묘로 육성되었다. 이 결과는 시금치와 마찬가지로 폐쇄형 묘 생산 시스템에서의 소송채 육묘의 경우 고밀도 육묘가 가능함을 시사한다.

소송채와 청경채 모두 육성한 묘를 본포의 수경재배 시스템에 정식, 재배한 후 수량을 검토하였다. 소송채에서는 폐쇄형 묘 생산 시스템에서 육성한 묘를 사용하였을 때 온실 육묘의 묘를 사용하였을 때 보다 수량이 크게 늘어났다. 또한, 폐쇄형 묘 생산 시스템에서 육성한 소송채와 청경채는 배축이 짧아서 본포에 정식한 후에도 입성(立性)의 초세를 보여주었다. 이 점은 수확, 조정 작업이 쉬워지는 이점뿐 아니라, 특히 청경채에 있어서는, 좌우 균형이 잡힌 제품으로 출하가 가능해 저서 영리 재배에 있어서는 중요한 요소로 평가된다.

(4) 토경 엽채류의 육묘 사례

그림 11 은 폐쇄형 묘 생산 시스템과 온실에서 200 공의 트레이를 사용하여 육성한 상추(품종: 시스코)의 사진이다. 온실에서 육성한 것과 비교하여 폐쇄형 묘 생산 시스템에서 육성한 묘는 엽수가 많고, 엽장은 짧으나 엽폭은 넓은, 잎은 두꺼우며, 배축이 두꺼운 튼튼하고 단단하였다. 그러나 정식기에 의한 기계 정식의 적응성과 정식후의 활착률 그리고 묘 생산 비용 등 토경 엽채류의 묘로서의 사용 가능성 등에 대해 검토 중이다.



폐쇄형 묘 생산 시스템

온실

그림 11. 폐쇄형 묘 생산 시스템과 온실에서 육성한 상추 묘

품종: 시스코

트레이 공수: 200

조사: 파종 16 일 후

재배조건(폐쇄형 묘 생산 시스템): 광도 $350\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 일장 12 h,

기온 $25/23^\circ\text{C}$, CO_2 농도 $400 \mu\text{mol mol}^{-1}$

육묘 기간: 2001년 6월 22-7월 8일

(5) 화훼류의 육묘 사례

화훼류의 육묘에 있어서는 발아율과 성묘율이 육묘기의 기후에 크게 좌우되는

경우가 있다. 팬지의 경우, 최근에 수요 시기가 점차 빨라져서 파종기가 여름철이 되어 버려 묘 키우기가 아주 어려워지고 있다. 그림 12는 여름철에 폐쇄형 묘 생산 시스템과 온실에서 동시에 육묘한 파종 29일 후의 팬지 묘(품종: 이오나엘로우)의 생육을 비교한 사진이다. 폐쇄형 묘 생산 시스템과 온실에서 폐쇄형 묘 생산 시스템과 온실에서 폐쇄형 묘 생산 시스템에서 육묘한 묘는 온실에서 육묘한 것 보다 약 2 배의 지상부 생체중을 나타내었다. 그 후 포트에 이식하여 같은 온실에서 개화기까지 재배한 결과, 폐쇄형 묘 생산 시스템에서 육묘한 묘를 사용하였을 때에서 온실에서 육묘한 묘를 사용하였을 때와 비교하여 개화가 약 7 일 단축되었다. 그 결과 재배 기간의 단축에 의한 생산비 절감의 이익뿐 아니라 출하 시기를 앞당긴 만큼 시장에서 높은 가격으로 판매된 것에 의한 이익을 얻을 수 있었다.

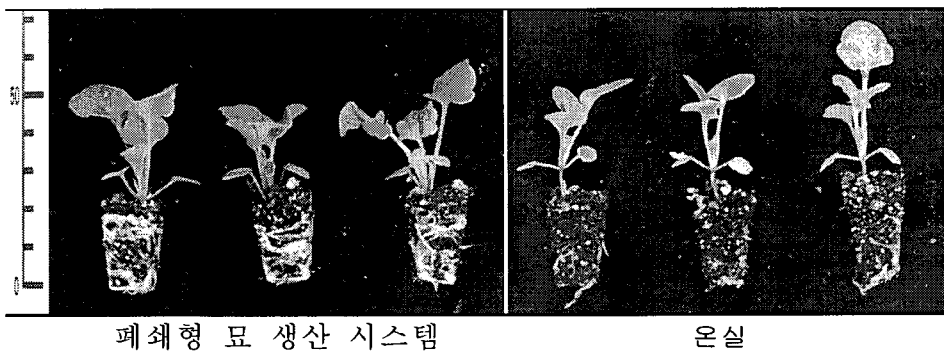


그림 12. 폐쇄형 묘 생산 시스템과 온실에서 육성한 팬지 플러그 묘
 품종: 이오나엘로우
 트레이 공수: 406
 조사: 파종 29일 후
 재배조건(폐쇄형 묘 생산 시스템): 광도 $350\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 일장 12 h,
 기온 $20/20^\circ\text{C}$, CO_2 농도 $400 \mu\text{mol mol}^{-1}$
 육묘 기간: 2000년 8월 10-9월 8일

(5) 육묘 시험의 결론

폐쇄형 묘 생산 시스템 '나에 테라스'를 이용하여 여러 종류의 묘를 육성한 결과, 재배상 다음과 같은 효과를 얻었다. ① 생육이 빠르다, ② 묘질과 균일성에서 좋은 묘이다, ③ 형상과 일수 등의 재현성이 높다, ④ 화아 착생 위치와 추대 조절 등 특정 기능을 부여할 수 있다, ⑤ 증수 및 작업성에 있어서 정식 후의 효과가 있다.

표 1에서 폐쇄형 묘 생산 시스템과 온실의 육묘 생산성을 비교하였다. 폐쇄형 묘 생산 시스템 육묘는 온실 육묘와 비교하여 상면적 이용효율에서 2.0-2.8 배, 플러그 묘의 재식 밀도에서 1.2-1.8 배, 육묘 일수 단축에서 1.2-2.0 배 상승하여 전체적으로 볼 때 4.4-14.7 배 생산성이 높았다.

표 1. 폐쇄형 묘 생산 시스템과 온실 육묘의 생산성 비교
 (토마토 접목 묘의 삽수 육성의 예)

| 육묘방식 | 육묘/상면적 | 플러그밀도 | 성묘율 | 육묘일수 | 연간가동일수 | 생산성 |
|------|---------|---------|------|---------|--------|----------|
| 온실 | 0.5-0.7 | 162 | 0.85 | 17-28 | 300 | |
| 폐쇄형 | 1.4 | 200-288 | 0.95 | 14 | 365 | |
| | 2.0-2.8 | 1.2-1.8 | 1.1 | 1.2-2.0 | 1.2 | 4.4-14.7 |

폐쇄형 묘 생산 시스템 상용시의 전기요금에 대해 간략히 설명한다. 다단식 육묘 모듈 각 단에 형광등 8 등을 하루 12 시간 일장으로 주야간 기온 25℃로 설정하여 1주간 육묘하였을 경우 플러그 트레이 1 장 당 약 150 엔(저압 전력 계약의 조건)이었다. 이 금액에는 팬과 제어장치 등 모든 기기의 전기 값을 포함한다. 이를 기준으로 200 공 트레이에서 2 주간 육묘한 경우에는 묘 1 본 당 약 1.5 엔의 전기요금이 부과된다. 많은 원예작물의 묘는 10 일-2 주 정도에 육묘가 가능하기 때문에 이 때의 묘 본 당 전기 값은 약 1-1.5 엔이다.

4. 글을 마치며

본 개발에 있어서는 민간등과의 공동연구의 기회를 제공하여 주었으며 또한 많은 지도를 해 주신 치바대학 원예학부의 고자이 토요키 교수와 전창후 조교수(현재 서울대학교 농업생명과학대학)에게 심심한 사의를 표한다. 또한 본 개발에 관련해서는 STAFF(사단법인 농림 수산 선단 기술 산업 진흥 센터)의 2001, 2002 년도 '배양 묘 저 비용 안정 생산 시스템 실용화 기술 개발 사업'에 채용되었음을 밝혀둔다.

참고 문헌

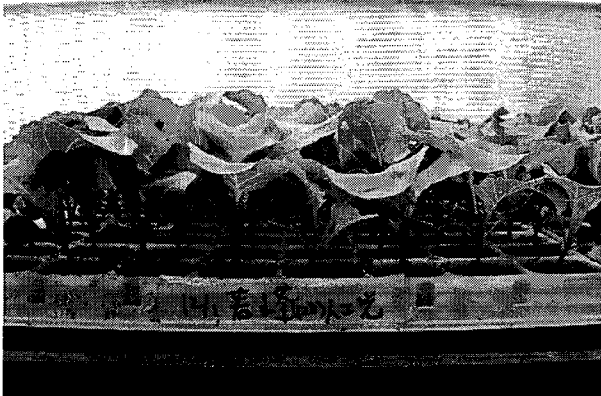
- 1) 古在豊樹編著,閉鎖型苗生産システムの開発と利用－食糧・環境・エネルギー問題の解決を目指して－,養賢堂,1999
- 2) 全昶厚・古在豊樹・久保田智恵利・岡部勝美, 人工光下育苗時の明期時間がハウレンソウ定植後の抽だいと成長に及ぼす影響, 日本農業気象学会1998年度全国大会・日本生物環境調節学会1998年大会,1998年度農業施設学会大会・講演要旨集, p214-215, 1998
- 3) 全昶厚・渡辺歩・金賢恵・古在豊樹・布施順也, 人工光下育苗時の明・暗期および明暗周期がハウレンソウの抽だいに及ぼす影響, 日本農業気象学会1999年度全国大会・日本生物環境調節学会1999年大会合同大会・日本植物工場学会平成11年度大会講演要旨集, p206-207, 1999
- 4) 布施順也・土屋和・岡部勝美・全昶厚・古在豊樹,閉鎖型苗生産システムにおける高品質苗生産,農業環境工学関連4学会2001年合同大会講演要旨集,p319,2001
- 5) 土屋和・布施順也・岡部勝美・全昶厚・古在豊樹,閉鎖型苗生産システムにおけるセルトレイ育苗のための自動灌水方法,農業環境工学関連4学会2001年合同大会講演要旨集,p320,2001

부록



폐쇄형 묘 생산 시스템(144 공) 폐쇄형 묘 생산 시스템(288 공) 온실 (144 공)

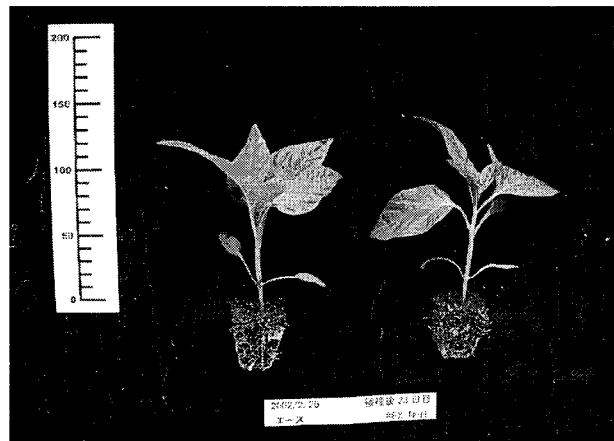
부록 1. 파종 13 일 후의 청경채(품종:초요우) 묘



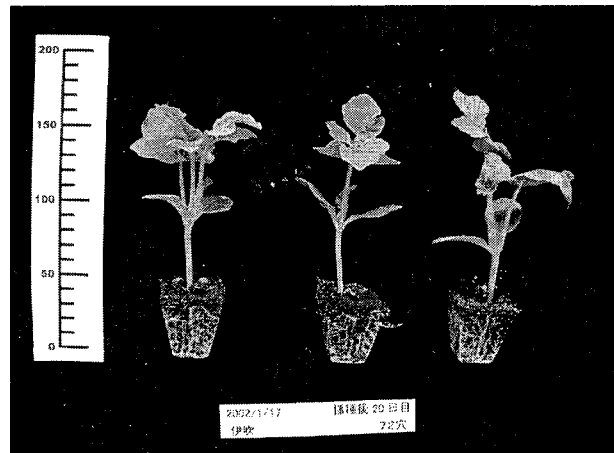
폐쇄형 묘 생산 시스템 온실

부록 2. 폐쇄형 묘 생산 시스템에서 128공 트레이를 사용하여 파종 후 16일간 육성한 양배추(품종:와카미네) 묘

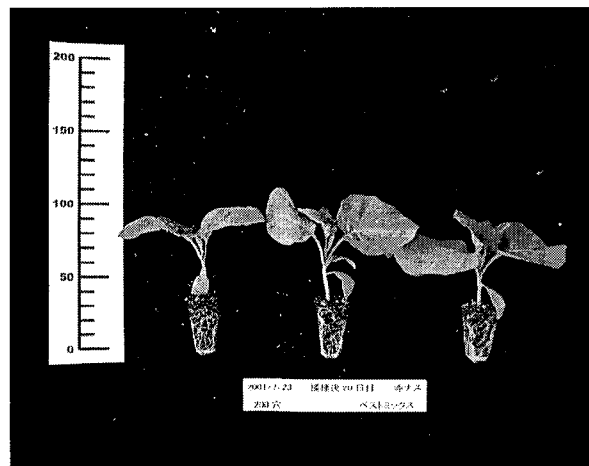
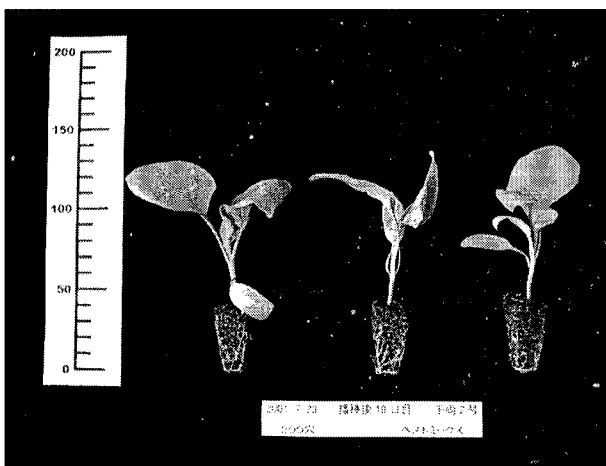
부록 3. 폐쇄형 묘 생산 시스템과 온실에서 144 공 트레이를 사용하여 파종 후 16 일간 육성한 상추 (품종:오카야마 사라다나) 묘



부록 4. 폐쇄형 묘 생산 시스템에서 72 공 트레이를 사용하여 파종 23 일간 육성한 단고추(품종:에이스) 묘



부록 5. 폐쇄형 묘 생산 시스템에서 72 공 트레이를 사용하여 파종 후 20 일간 육성한 수박(품종:이부끼) 묘



부록 6. 폐쇄형 묘 생산에서 200 공 트레이를 사용하여 파종 후 19 일간 육성한 가지 (품종: 셴료우니고우) 묘

부록 7. 폐쇄형 묘 생산에서 200 공 트레이를 사용하여 파종 후 20 일간 육성한 가지 대목(품종: 아까나스) 묘