

# 오이 시설재배의 기계화모델 개발

## Development of Mechanization Model for Cucumber Cultivation in Greenhouse

전종길*	박원규*	강창호*
정회원	정회원	정회원
J.K.Jeun	W.K.Park	C.H.Kang

### 1. 서론

국민소득의 향상과 함께 식품소비도 계절적 소비에서 연중 소비형태로 변화됨에 따라 농작물의 재배는 노지재배에서 시설재배로 전환되고 있다. 특히, 오이는 수출지향 전략작물로서 '85년이후 총재배면적이 6,000~8,500ha범위이며 이 가운데 노지재배면적은 매년 감소되고 있으나 시설면적은 '85년 2,426ha에서 '96년 4,996ha로 증대되었다.

이러한 여건변화에 따라 정부에서는 영농의 기계화 방향을 그동안의 벼농사 중심에서 원예 및 축산 분야로 확대하고 작목별 규모화된 경영체를 육성하여 농기계를 지원 보급하고 있다. 여기서 농작물의 시설재배농가의 육성은 파이프 및 철골온실 0.3~1.0ha규모의 전업농을 중심으로 추진하고 있다. 그러나 이의 전업농에 대한 농기계의 적정공급을 위한 기계화모델 등에 대한 자료가 미흡한 실정이다.

이러한 점을 감안하여 시설오이를 대상으로 파이프 및 철골온실 0.3~1.0ha규모의 농가에 대한 기계화실태를 조사분석하고 재배유형에 따른 농기계 및 장치의 이론적 소요규모를 산정하여 작업공정별 해당 농기계 및 장치를 소유하고 자가영농하는 것을 원칙으로 기계화모델을 설정하였다.

### 2. 재료 및 방법

#### 가. 기계화실태조사

오이의 시설재배에 대한 기계화실태는 전국 16개시·군에서 파이프온실 0.3ha 및 0.5ha규모, 철골온실 0.5ha 및 1.0ha규모 등의 농가를 대상으로 농기계의 보유 및 이용특성, 작업공정별 작업수단 및 농기계의 선호성향 등을 조사하였다.

그리고 분석은 조사농가의 영농규모가 조사대상으로 설정한 영농규모와의 차이가 크거나 재배경험부족 등으로 조사가 미흡했던 5농가를 제외한 30농가를 대상으로 하였다. 재배규모별 농가의 실제 재배면적은 파이프 0.3ha수준의 경우 0.27~0.33ha, 파이프 0.5ha수준은 0.47~0.57ha, 철골 0.5ha수준은 0.4~0.5ha, 철골 1.0ha수준은 0.80~

---

\* 농촌진흥청 농업기계화연구소

1.27ha범위 등이었다.

### 나. 온풍난방기 및 온수보일러의 설치용량산정

온실의 지상 및 지중난방을 위한 온풍난방기와 온수보일러의 설치용량은 다음과 같이 산정하였다.

$$Q_b = Q_g \cdot f_h (1 + r)$$

$Q_b$  : 난방기의 설치용량(kcal/h)

$Q_g$  : 최대 난방부하(kcal/h)

$f_h$  : 공기분산방식에 의한 보정계수

$r$  : 안전계수

$$Q_h = (Q_g \cdot f_h + Q_{loss})(1 + r)$$

$Q_h$  : 온수보일러의 용량(kcal/h)

$f_h$  : 배관방식에 따른 보정계수

$Q_{loss}$  : 온실의 배관으로부터의 열손실량(kcal/h)

$$Q_g = \{A_g(q_i + q_v) + A_s \cdot q_s\} f_u$$

$A_g$  : 온실의 피복면적( $m^2$ )

$A_s$  : 온실의 바닥면적( $m^2$ )

$q_i$  : 단위 피복면적당 관류열부하( $kcal/m^2 \cdot h$ )

$q_v$  : 단위 피복면적당 환기전열부하( $kcal/m^2 \cdot h$ )

$q_s$  : 단위 바닥면적당 지중전열부하( $kcal/m^2 \cdot h$ )

$f_u$  : 풍속에 따른 보정계수

## 3. 결과 및 고찰

### 가. 기계화실태

#### (1) 농가개황

오이의 시설재배 농가의 영농형태는 시설오이만 재배하는 전업농이 파이프 0.3~0.5ha수준에서 45%, 철골 1.0ha수준에서 60%였으며, 이 외는 모두 논농사 또는 밭농사 등과 복합영농을 하는 것으로 나타났다.

오이재배의 시설크기는 폭의 경우 파이프온실이 5~8m, 철골온실이 6.4~9m였으며, 처마높이는 파이프온실 1.5~3.2m, 철골온실 3~4m 등으로 파이프온실보다 철골온실이 비교적 큰 것으로 나타났으며, 재배양식은 두둑폭의 경우 토양재배에서 100~150cm, 양액재배에서 15~30cm였으며 두둑높이는 10~20cm였고 고랑폭은 토양재배에서 30~60cm, 양액재배에서 110cm 등으로 나타났다.

## (2) 농기계의 보유대수

농기계의 농가당 보유대수는 경운기의 경우 모두 1대정도 소유하고 있었으며, 트랙터는 파이프 0.3ha 및 0.5ha수준은 각각 0.7대 및 0.8대, 철골 0.5ha 및 1ha수준은 각각 1대 및 1.2대 등으로 재배규모가 클수록 트랙터의 보유대수가 많았으며 크기는 대부분이 30ps급 이하였다.

파종기는 철골 1ha수준의 농가만이 자동파종기를 농가당 0.2대를 보유하였으며 CO<sub>2</sub> 발생기는 농가당 0.3~0.8대였으며 재배규모가 클수록 보유대수가 많은 경향이였다. 방제기는 모든 농가가 1대이상 소유하고 있었으며, 기종별로는 재배규모가 0.5ha수준 이하의 경우 동력분무기, 1ha수준은 무인방제기 또는 포그시스템의 보유율이 높았다.

환경조절장치는 0.3~0.5ha수준의 경우 개별 또는 집중제어식 1대를, 철골 1ha수준은 컴퓨터제어식 1대를 보유하고 있는 것으로 나타나 재배규모가 클수록 현대화 시설을 갖추고 있음을 엿볼 수 있었다. 온도관리용 난방기는 온풍난방기가 주종을 이루었으며 재배규모별 보유대수는 파이프 0.3ha수준에서 2대, 0.5ha~1ha수준에서는 3대를 소유하고 있었다.

## (3) 작업공정별 작업수단

토양재배시 경운정지작업은 재배규모별로 67~80%가 트랙터를 사용하였으며 두둑성형작업은 파이프 0.3ha수준에서 인력 33%를 제외하고 모두 관리기 및 트랙터를 사용하였고 이 가운데 관리기의 사용농가율이 67~100%로 높았다.

육묘방법은 파이프 0.5ha수준에서 공정육묘 10%를 제외하고 모두 농가별 개별육묘를 하고 있었으나 노동력의 절감 및 우량묘 육성 등을 위하여 공정육묘의 필요성이 있다고 생각된다. 그리고 접목, 배축절단 및 정식작업 등은 모두 인력에 의하여 작업이 이루어지고 있었으며, 묘상관리는 철골 1.0ha수준 토양재배농가의 40%와 약액재배를 하는 모든 농가의 33%는 컴퓨터에 의한 자동관리였다.

지주세우기, 적심적아, 유인 및 제초작업 등은 모두 인력에 의존하였으며, 방제는 토양재배시 74%이상이 동력분무기를 사용하였으며 양액재배농가는 83%가 무인방제기를 사용하는 것으로 나타났다.

물관리 및 약액관리작업은 관수의 경우 파이프온실에서 일부 분무호스를 이용하였으나 점적관수에 의한 것이 토양재배는 75~100%, 양액재배는 100%로 대부분이 점적관수를 이용하였다. 그리고 양액재배시의 양액관리는 모두 양액제어장치를 이용하는 것으로 나타났다.

온도관리는 토양재배농가의 경우 온풍난방기를, 양액재배농가는 온수보일러를 주난방장치로 사용하고 있었다. CO<sub>2</sub>관리는 토양재배농가의 경우 50~87%는 CO<sub>2</sub>시용을 하지 않았는데 이는 토양재배의 경우 살포된 퇴비가 대부분 벅짚이나 우분으로 여기서 상당량의 CO<sub>2</sub>가 발생되기 때문이라 생각된다.

수확 및 선별포장은 모두 인력에 의존하였으며 수확물의 포장내 운반은 0.5ha규모 이하의 손수레, 철골 1.0ha규모와 양액재배농가는 손수레와 운반차를 각각 50%씩 사

용하고 있었고 출하는 트럭을 이용하는 것으로 나타났다.

## 나. 기계화모델

오이의 시설재배 기계화모델은 전업농 규모인 0.3~1.0ha수준의 파이프 또는 철골온실에서 토양 또는 양액재배를 전제로 설정하였다. 즉, 토양재배시의 파이프 0.3ha 및 파이프 또는 철골 0.5ha, 양액재배시의 철골 0.5ha 및 1.0ha 등 4개수준으로 하였다.

### (1) 작업공정별 투입기종

작업공정별 투입기종은 농가의 기계화실태조사에서 사용되고 있거나 관련자료를 기초로 투입이 가능하다고 판단되는 기종으로 설정하였다. 토양재배시 포장준비를 위한 경운정지 및 퇴비의 운반작업에는 경운기 또는 트랙터, 두둑성형에는 관리기의 이용율이 높았으므로 이를 적용하였다.

육묘관리는 노동력 경감 및 우량육묘 확보 등을 감안하여 공정육묘로 하였으며 물관리는 물 손실량이 적고 균일관수가 가능한 점적관수, 양액관리는 양액혼합기, 관수장치(점적관수), 살균소독기를 포함하는 양액공급장치로 하였다.

방제작업은 농작업의 편리성을 고려하여 세무방제, 상온연무기, 전자방제기 등 자동 또는 무인방제기 등을 대상으로 하였으며, CO<sub>2</sub>발생기는 농도조절이 용이하고 유해가스 피해가 없는 액화식 CO<sub>2</sub>발생기로 설정하였다.

온도관리는 토양재배시 온풍난방기, 양액재배시 온수보일러를 주난방장치로 설정하였으며, 양액재배의 온풍난방기는 비상시 보조수단으로 하였다. 선별은 작업의 편리성과 노력절감 등을 위하여 형상식 선별기, 출하는 트럭 등으로 하였다.

### (2) 재배유형별 기계화모델

#### (가) 파이프온실 0.3ha규모(토양재배)

경운·정지작업시 동력원은 경운기 또는 트랙터로 하였으며, 경운기의 경우 현재 농가에서 가장 많이 사용되고 있는 8~10ps을, 트랙터는 시설내 작업폭과 높이를 고려하여 39ps급 이하로 하였다.

두둑성형작업은 시설재배 농가에 가장 많이 사용되고 있는 관리기 5.5~6.5ps로 설정하였으며, 재배규모, 기계 구입가격, 연간 작업시간등을 고려하여 경운기, 트랙터, 관리기는 5~10호가 공동구입하여 교대로 사용하거나 위탁하는 것으로 하였다.

육묘관리는 100% 자가육묘를 하고 있었으나 노동력 경감 및 우량묘 확보 등을 고려하여 공정육묘로 하였으며, 물관리는 물 손실량이 적고 균일관수가 가능하며, 고랑관수나 분수호스에 의한 관수처럼 일시에 지나친 관수가 될 위험이 적으며, 병발생을 또한 적은 점적관수 시설로 하였다. 환경조절장치는 개별제어, 집중제어, 복합제어중에서 작업의 편리성, 정밀 환경관리의 여건 조성 및 구입가격등을 고려하여 중앙집중식으로 모델을 설정하였다.

온도관리는 농가 사용실태, 난방용량 등을 감안하여 지상 온도관리에는 온풍난방기 12~16만kcal/hr 2대, 지중가온에는 온수보일러 10~15만kcal/hr 1대로 하였다. 방제작

업은 동력분무기를 대부분 농가(78%)가 사용하고 있었으나, 작업의 편리성, 작업자의 안전성 등을 고려하여 무인 또는 자동방제기로 하였으며, 선별작업은 선별기의 구입 가격, 재배규모(0.3ha), 작업시간 등을 고려하여 0.3ha 규모에서는 수작업에 의한 선별로 하였으며, 출하시 작업수단으로는 1~5ton 정도의 트럭 1대를 5~10호가 공동구입하여 출하하거나 위탁하는 것으로 모델을 설정하였다.

(나) 파이프 또는 철골온실 0.5ha규모(토양재배)

경운·정지 및 두둑성형 작업은 파이프 0.3ha 토양재배시와 같이 경운기, 트랙터, 관리기는 위탁 또는 부락 단위로 공동구입하여 필요시 교대로 사용하는 것으로 하였으며, 규격은 경운기의 경우 8~10ps, 트랙터는 39ps급이하, 관리기는 5.5~6.5ps로 하였다. 육묘관리는 우량육묘 확보 및 노동력 경감 등을 고려하여 공정육묘로 하였으며, 물관리 역시 물 손실량이 적고 병발생율이 적은 점적관수를, 환경조절장치는 중앙집중식 제어장치를, 지상 온도관리는 온풍난방기 14~16만kcal/hr 3대, 지중가온은 온수보일러 15~25만kcal/hr 1대를 모델로 설정하였다.

방제작업은 대부분 농가(83%)가 동력분무기를 사용하고 있었으나 작업자의 안전성 및 농작업 생력화를 고려하여 무인 또는 자동방제작업으로 하였다. 선별작업은 재배 규모, 작업시간, 작업의 편리성 등을 고려하여 형상선별기 1대로 하였으며, 출하작업은 트럭 1~5ton 1대를 과채류 출하시 위탁하거나 5~10호가 공동구입하여 사용하는 것으로 모델을 설정하였다.

(다) 철골온실 0.5ha규모(양액재배)

양액재배시 경운·정지, 두둑성형 작업은 생략되며, 육묘관리는 공정육묘 구입으로 설정하였으며, 환경조절장치는 농작업의 생력화 및 정밀 환경조성을 위하여 복합제어식으로 하였다. 지상 온도관리는 온수보일러 50~60만kcal/hr 1대를 주난방장치로 하고, 비상시 보조수단으로 온풍난방기 14~16만kcal/hr 2대를 설정하였으며, 지중가온은 온수보일러 15~25만kcal/hr 1대로 하였다.

양액재배시 양액 공급장치는 양액혼입기, 살균소독기, 관수장치(점적관수)등으로 구성되는 공급장치로 하였으며, 방제작업은 무인 또는 자동방제기, CO<sub>2</sub> 발생기는 액화식 탄산가스 발생기, 수확물 운반작업 수단으로는 축전지식 밧데리카 2~4대를 모델로 설정하였다.

(라) 철골온실 1.0ha규모(양액재배)

육묘작업, 환경조절장치는 철골온실 0.5ha 양액재배시 모델 설정기준과 같이 공정육묘 및 복합제어식으로 하였으며, 지상 온도관리는 난방부하량 등을 감안하여 온수보일러 100~120만kcal/hr 1대를 주난방장치로 하고, 비상시 보조수단으로 온풍난방기 14~18만kcal/hr 2대로 설정하였으며, 지중가온은 온수보일러 30~50만kcal/hr 1대를 모델로 설정하였다. 양액관리는 양액펌프, 원수탱크, 액비혼입기, 양액소독기 등을 1set로 하며, 양액 재사용 및 환경오염 방지를 위하여 양액소독기를 첨가하였다.

방제작업은 무인 또는 자동방제기를, CO<sub>2</sub> 발생기는 농도조절이 용이하고 유해가스 피해가 없는 액화식 CO<sub>2</sub> 발생기로 하였으며, 수확물 운반작업 수단으로는 축전지식 밧데리카 5~7대를, 선별작업은 형상선별기 1대 등으로 나타났다.

#### 4. 요약 및 결론

오이의 시설유형별 기계화모델을 설정하기 위하여 전국 16개시군에서 35농가를 대상으로 기계화실태를 조사분석하고 난방용 온풍난방기와 온수보일러 등의 이론적 설치용량을 산정하여 작업공정별 해당 농기계 및 장치를 소유하고 자가영농하는 것을 원칙으로 기계화모델을 설정하였다.

오이의 작업공정별 작업수단은 경운정지, 두둑성형, 방제, 물관리, 양액관리, 온도관리, CO<sub>2</sub>발생 및 출하 등의 경우 해당 농기계 또는 장치를 이용하였으나 이 외의 작업공정은 대부분이 인력에 의존하고 있었다. 따라서 기계화모델의 설정에서 대상기종은 이러한 작업공정의 해당 농기계 및 장치를 중심으로 하였으며, 해당 농기계 및 장치별 적용형식은 생력화 또는 농가의 선호성향을 고려하여 결정하였다.

재배유형별 기계화모델은 경운정지, 두둑성형 및 출하 등의 경우 기존에 사용되고 있는 각각의 작업수단인 경운기 또는 트랙터, 관리기 및 트럭 등을 성능상 부담면적을 고려하여 자가소유보다 위탁 또는 공동구입을 전제로 하였다.

육묘는 우량묘의 확보를 위하여 공정육묘, 물관리는 점적관수, 약액관리는 양액공급 장치를 각각의 재배유형에 따라 설치하는 것으로 하였다. 환경제어는 토양재배시 중앙집중식, 양액재배시 복합제어식을 설정하였다.

난방은 지상의 경우 온풍난방기, 지중은 온수보일러 등을 주난방장치로 하였으며, 방제는 자동 또는 무인방제기, 선별은 0.5ha규모 이상의 경우 형상식 선별기 1대, 수확물의 운반에는 철골 0.5ha규모 이상의 양액재배에만 축전지식 운반차를 설정하였다.

#### 5. 참고문헌

1. 김홍운 외 5인. 1996. 시설원예의 기계화·자동화 모델 개발. 한국농업기계학회 학술발표대회논문집. p.216-220.
2. 박중춘외. 1994. 시설원예 현대화 하우스 모델설정 및 재배효과에 관한 연구. p.293-365. 농촌진흥청.
3. 서원명의 . 1994. 施設園藝研究. 경상대 시설원예연구소. p.131-166.
4. 송현갑외 5인. 1996. 施設園藝自動化. 文運堂. 서울. p.222-257.
4. 三原義秋. 1980. 溫室設計の基礎と實際. 日本 養賢堂(株). 東京. pp.170-182.
5. 高倉直 外. 1991. 施設園藝における高度集約生産システムの展開方向. 日本施設園藝協會
6. Yasushi Hashimoto, Gerard P.A.Bot, W.Day, H.J.Tantau, Hiroshi Nonami. 1993. The Computerized Greenhouse. Academic Press, Inc. p.139-152