

# 水耕溫室의 養液冷却負荷 算定을 위한 數値모델 開發

南 相運\* · 金 文基 · 孫 禎翼

(서울대학교 農業生命科學大學 農工學科)

## Development of Numerical Model for Estimation of the Nutrient Solution Cooling Load in Hydroponic Culture

Nam, Sang Woon\* · Kim, Moon Ki · Son, Jung Eek

(Dept. of Agr. Eng., Coll. of Agr. & Life Sciences, Seoul Nat'l Univ.)

### 1. 研究目的

여름철 온실의 水耕栽培를 위해서는 養液의 冷却은 필수적이다. 이와같은 養液 冷却을 적절히 실행하기 위해서는 먼저 施設內의 環境豫測에 의한 養液의 冷却負荷 算定 및 冷却負荷에 따른 設備容量 決定이 필요하다. 그동안 국내외적으로 온실의 環境예측을 위한 모델들은 많이 개발되어 있지만 대부분이 土耕栽培를 대상으로 室溫의 變化나 暖房效率의 豫測을 목적으로 하고 있으며, 水耕栽培 溫室 더우기 養液 冷却을 取扱하는 경우는 찾아보기 힘들다.

따라서 本 研究에서는 여름철 高溫期 水耕栽培 溫室의 熱環境 改善을 위한 養液冷却 시스템 개발에 基礎資料를 提供할 目的으로 養液冷却負荷 算定用 數値모델을 開發하고 실험을 통하여 妥當性を 檢證하였다.

### 2. 모델의 開發

온실 피복재, 온실내부공기, 정식판, 토양, 작물 및 양액에 대한 熱 및 物質平衡式을 構成하고 온실내부의 일사량 예측모델과 결합하여 시뮬레이션 언어인 PCSMP를 이용하여 解析하도록 하였다. 모델의 입출력 자료는 표1과 같고, 시뮬레이션의 흐름도는 그림 1과 같다.

### 3. 結果 및 考察

모델의 檢證 : 공시온실에 DFT방식의 수경재배 시스템을 설치하여 環境要因의 變化를 實測하고 모델에 의한 예측치와 비교하였다. 또한 시뮬레이션 모델에서 養液溫度를 既知條件으로 했을때의 冷却負荷 計算결과와 양액溫度差에 의한 冷却負荷 實測결과를 비교하였다. 결과의 一例를 그림2와 그림3에 나타내었으며 예측치는 실측치와 잘 일치하는 것으로 나타나 모델의 妥當성이 立證되었다.

設計用 冷却負荷 : 數종류의 기상데이터를 작성하여 모델로부터 설계용 냉각 부하를 계산하고 1990-92년 까지의 3개년 실측 기상데이터에 의한 냉각부하와 비교함으로써 標準氣象데이터에 일사량을 계산치로 代替한 기상데이터를 설계용 기상데이터로 채택하였으며(그림4), 1,000<sup>2</sup>(300평) 규모의 수경온실(양액탱크 20ton, 베드면적 500<sup>2</sup>)에 適用해본 결과 設計用 冷却負荷는 약 95,000 kJ/hr로 나타났다.

Table 1. Summary of input and output data for simulation model.

Greenhouse parameter	온실 설치지역의 위도, 경도 및 일사 온실면적, 베드면적, 작물재배면적, LAI, 폭, 길이, 처마높이, 지붕높이, 설치방위 피복재와 정식판의 두께 및 특성치, 토양, 공기, 작물의 특성치 베드내 수심, 양액탱크용량, 순환유량, 각 부위별 초기온도 및 냉각설정온도 기타 각종 열전달 특성치 및 환기율
Weather data	온실 외부의 매시간별 기상 데이터- 기온, 습도, 일사량, 풍속 경계층 토양온도
Output	온실 내부 기상환경-기온, 습도, 일사량 피복재, 정식판 표면, 지표 및 지중온도, 작물체온 및 양액온도 양액 냉각 부하

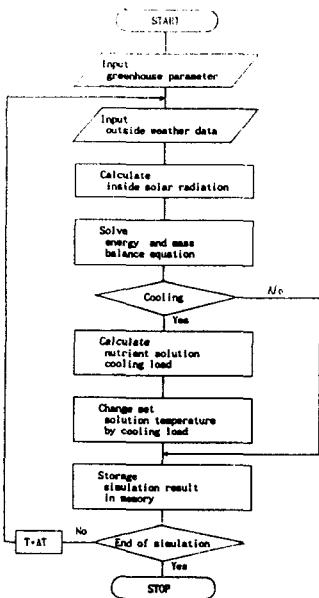


Fig.1 Flow chart of simulation model.

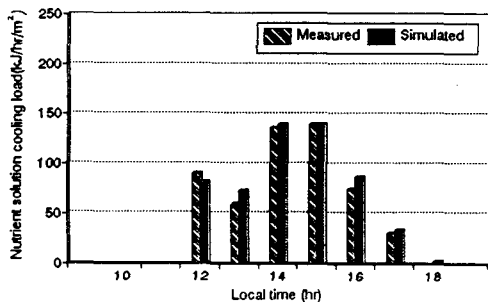


Fig.3 Observed and simulated nutrient solution cooling load(Jun.23,1993).

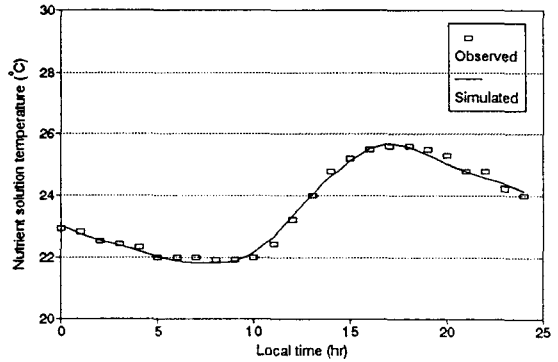
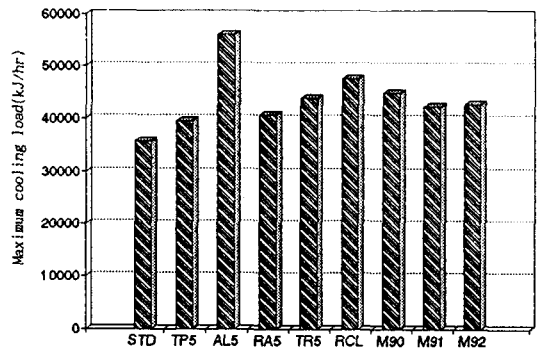


Fig.2 Observed and simulated nutrient solution temperature(Jun.17,1993).



STD: 표준기상, TP5: 표준+위험율5%기온  
AL5: 전부 5%, RA5: 표준+일사량5%  
TR5: 표준기상+일사량5%+기온5%,  
RCL: 표준+일사량 계산치  
M90: 1990년도 실측기상데이터  
Fig.4 Maximum cooling load of nutrient solution according to the various weather condition.