

6-8

自律分散制御を用いた苗工場用生産管理システムの栽培試験

○長谷川智行¹・横井真悟¹・酒見幸助²・林泰正³・星岳彦⁴・久保田智恵利¹・全昶厚¹・古在豊樹¹(¹千葉大園芸 ²(株)テクノバ ³(株)イー・エス・ディ ⁴東海大開発工)

はじめに 従来の植物生産施設 (以下、施設) では、施設全体又はその一部を管理単位として気温などの環境を制御する。しかし、大規模施設では、環境むらによる植物の生育むらが問題になる。Hoshi ら (1999) により提案された自律分散制御型生産管理システム (以下、システム) は、例えば、セル成型苗用トレイ (以下、トレイ) 単位の管理を可能にする。このシステムは、生産者が実現したい育苗又は栽培環境をコンピュータ上でトレイごとに環境設定値として与え、その環境設定値と実際の環境測定値との差が小さくなるような空間的移動をトレイ自身がシステムに要求する。この時、搬送車はその要求にともないトレイを移動する。この移動により、植物の生育がより均一になる可能性がある。また、システムはトレイごとの環境履歴を記録しているので、植物の生育不良などの原因追求が容易になる。本試験では、実際の栽培環境に対するシステムの反応を見ると共に、植物の生産が可能であるか確認するため、千葉大学園芸学部内の閉鎖型植物生産研究施設 (Chun and Kozai, 2000) にシステムを実装し、栽培試験を行った。

材料および方法 72 穴のトレイに、サツマイモ (*Ipomoea batatas* L. (Lam.), 品種: ペニアズマ) の単節 (葉身長 50-70 mm の 1 葉を含む) を植え付けた。8 トレイ収容可能な棚が 7 段ある栽培用多段ラック (以下、モジュール) が 4 つ配置してある育苗室に、1 日に 4 トレイずつ計 40 トレイ入庫した。各トレイにおいて入庫初日を 1 日目とし、14 日間育成した後、出庫した。環境設定値のうち、光合成有効光量子束 (PPF) 設定値は 1-5, 6-10, 11-14 日目でそれぞれ 140, 200, 300 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ とし、気温設定値 30°C、相対湿度設定値 80% とした。トレイは環境実測値と設定値との差 (以下、環境差) を持ち、環境差がより小さくなるように、自動搬送車で配置場所を移動した。移動回数は 1 日 1 回以内とした。本試験では、環境設定値のうち気温に着目し、モジュールの各棚における気温実測値と各トレイの気温設定値の差 (以下、気温差) を 1 時間ごとに算定した。各トレイにおける日平均気温を 14 日間にわたり積算し、積算気温とした。サツマイモ苗の生育状況を把握するため、出庫時に葉身長 10 mm 以上の葉数をトレイ単位で測定した。

結果および考察 試験期間中の棚の実測気温は $29.2 \pm 1.4^\circ\text{C}$ (平均値 \pm 標準偏差、最大 31.8°C 、最小 26.6°C) であった。棚間の気温のばらつきはモジュールの特性および照明の消点灯 (未使用棚は消灯) に起因する。トレイは気温差が小さくなるように配置場所を移動することが確認された。例えば、11 日目では、棚の日平均気温は $28.5-30.5^\circ\text{C}$ の範囲であった (図 1-A) のに対し、ほぼすべてのトレイにおいて、配置場所の日平均気温は $30.0-30.5^\circ\text{C}$ の範囲であった (図 1-B)。積算気温は $417.6 \pm 1.7^\circ\text{C日}$ (最大 421.3°C日 、最小 412.8°C日) となり、出庫時の葉数は 383 ± 25 (最大 422、最小 324) であったことから (図 2)、本試験ではトレイ間の葉数の差にほとんど影響を及ぼさないほど、積算気温の差を小さく抑えられたと言える。

また、葉数が 350 未満であったトレイは入庫日の人為的なミスによるものであり、それらを除いたトレイ間の葉数差は 72 以内である。サツマイモ苗は栄養増殖のため、実生苗に比べ植物体の植付け時の大きさなどにより、葉数にばらつきが生じやすく、この程度の葉数差に抑えられたことから、本システムを用いた苗の安定的生産は可能であると言える。本試験では環境差のうち、PPF や気温設定値よりも相対湿度設定値と実測値との差 (以下、湿度差) が大きくなる傾向にあった。このため、トレイが湿度差の小さくなる場所に優先して移動する場合が多く観察された。トレイの移動要求を決定する環境差の算定において、湿度よりも気温を重視するようにすれば、各トレイの積算気温が、期待値である 420°C日 ($30^\circ\text{C} \cdot 14 \text{日}$) により近づく可能性がある。栽培試験の結果、現状でも実際にトレイが環境設定値に近い場所へと移動することが確認でき、本システムを用いた苗の生産が十分可能であると考えられる。今後は、栽培試験を重ね、得られたデータをシステムの改善へと反映させることが必要である。

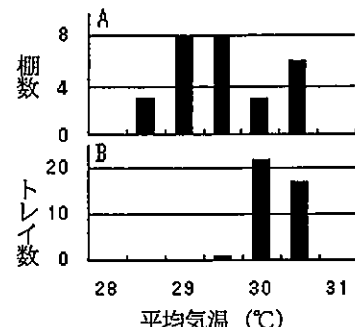


図1 試験開始 11 日目における日平均気温ごとの棚数とトレイ数。

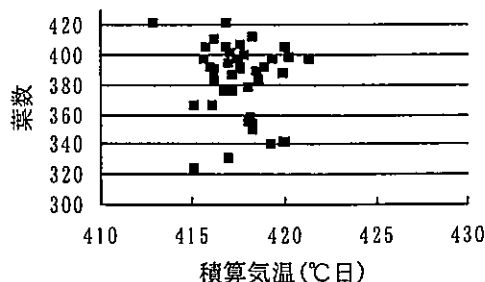


図2 各トレイの積算気温 (日平均気温・育成日数) と葉数