

# 複合環境調節装置と

## その開発の意義

(財)電力中央研究所 関山 哲雄  
生物環境技術研究所

### 環境調節の現状と複合調節の必要性

ハウス内の環境管理は、作物の生育状態の観察および温度、土壌水分などの環境要素の測定の結果、栽培管理目標に照らし“適環境”であるか、“不適環境”であるかの判断を行い、“不適環境”である場合は、暖房器とか散水器などの操作機器を作動し、“適環境”に修正することと考えることができる。

そのねらいは、 i. 増収、高品質化、生産の安定化、 ii. 環境管理経費の節減(省エネルギー、省資源)、 iii. 環境管理労力の節減(省力)を図ることにある。

環境調節のための操作機器には暖房器、換気扇、散水器および炭酸ガス施用器などが普及している。それらの調節は暖房器、換気扇(自動開閉式天窓)においては温度調節器の利用が多く、最近ではタイムスイッチで設定値を4~5段階切換え、変温調節する電子式温度調節器の効用が着目され普及し始めた。また散水器、炭酸ガス施用器においては、タイムスイッチの利用が多い。

これらの温度調節器やタイムスイッチの主たる効果は不良環境条件からの防護の自動化といえ、“省力”の範囲にとどまり、 i. および ii. のねらいを果たす調節器としては機能的な限界を感じる。

すなわち、 i. のねらいについては当然のことながら、作物に及ぼす環境の影響について配慮した調節方式でなければならない。作物の最適環境条件は未解明ではあるが、いずれにしても作物は光量、炭酸ガス濃度、温度、湿度や風速などの気象的要素、培地中の養水分などの栄養的要因が関与しあって生育するので、これまでのように、個々の要素を独立して調節しても i. に関する効果は限定される。 ii. のねらいについては、生物の特質ともいえる環境要素間の“相補性”、環境に対する“順応性”および“履歴性”の活用と、操作機器の環境調整作用は単一の要素にとどまるものは少なく、むしろ例えば換気扇の場合は、“気温低下”の主作用のほか、“炭酸ガスの導入”および“相対湿度の低下”の副次的な作用をとまなうのが一般的であり、この副次的作用の活用が重要といえる。

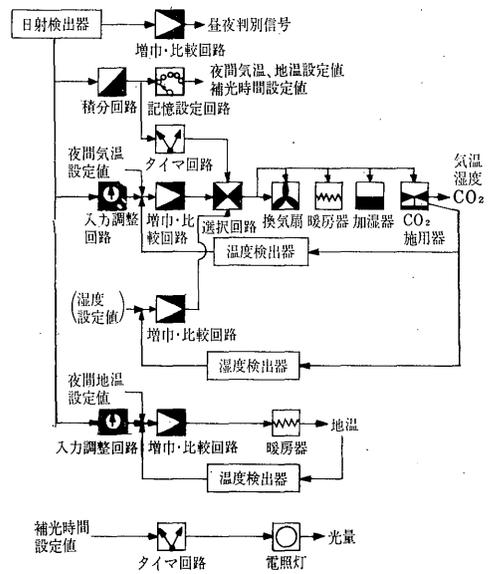
以上のことから、これまでの単一環境要素を対象とする調節装置、またはその組合せ方式では、調節効果上の

限界があると考え、施設内の環境条件およびその履歴条件、設定条件、操作機器の環境調整作用に基づいて、操作機器を論理的に選択動作する方式(複合環境調節方式とよんでいる)について提案し、その装置化を行った。

### 複合環境調節装置の構成

装置の構成を図1に示すが、構成の策定に関してつぎのように考えた。

図1 複合環境調節方式の構成



### 1 作物生育反応と諸環境要素の関係

i. 光合成速度は、光飽和点付近まで日射の強さにはほぼ比例し、光飽和点は気温および炭酸ガス濃度を高めると高くなる。そこで、ハウス内に入射した日射量が、光合成材作用に有効に結びつくようにするためには、日射量によって気温設定値を連動するとともに、炭酸ガスの補給については、気温のレベルによって“換気による炭酸ガスの導入”と“炭酸ガス施用”を使いわけ、その動作信号は、日射量の積算値が一定値に達したら発信するようにする。

ii. 同化物質の転流や蓄積の作用については諸説があるが、その間の積算温度に依存することとし、転流促進

時間帯（18時から21時頃）の気温の設定は、その日の積算日射量によって設定する。

iii. 生育反応に及ぼす湿度の影響は、定性的にも明確でないで、病害発生防止の観点から、上限値および下限値を独立して設定する。

(2) 操作機器の環境調整作用について

換気扇（天窗）については“湿度低下”、“炭酸ガスの導入”と“湿度低下”の作用を、暖房器については“温度上昇”と“相対湿度の低下”の作用の活用を図る論理構成とする。なお環境要素間の優先順位は、昼間は日射量に基づき設定される気温を第1、炭酸ガス、湿度を第2順位とし、夜間は積算日射量に基づき設定される気温を第1、湿度を第2順位とする。

3. 検出要素

日射量、気温、培地温および湿度の4要素に限定し、炭酸ガス濃度、土壌水分については、日射量とそれぞれの消費量との関係を利用し、日射量の積算信号を、それぞれの間接的な信号として扱う。

動作例

図2は複合調節法と慣行法（温度調節器を2個用いた

単一調節）の栽培実証試験を行った際の、ハウス内気象観測例であり、複合調節法の特徴として、つぎの3点を観測できる。

i. 日射量に対応して気温の調節を行う結果、気温の変化が慣行法に対し1~2時間早くなる。

ii. 一定量の積算日射量による換気により、炭酸ガスの導入が行われ大気濃度の80%以上に維持される。

iii. ii.と同様

複合環境調節装置

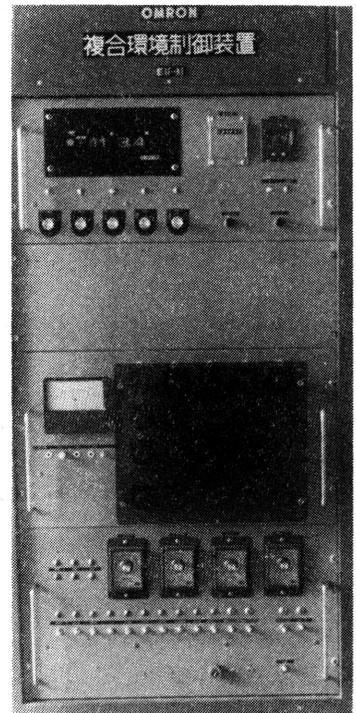
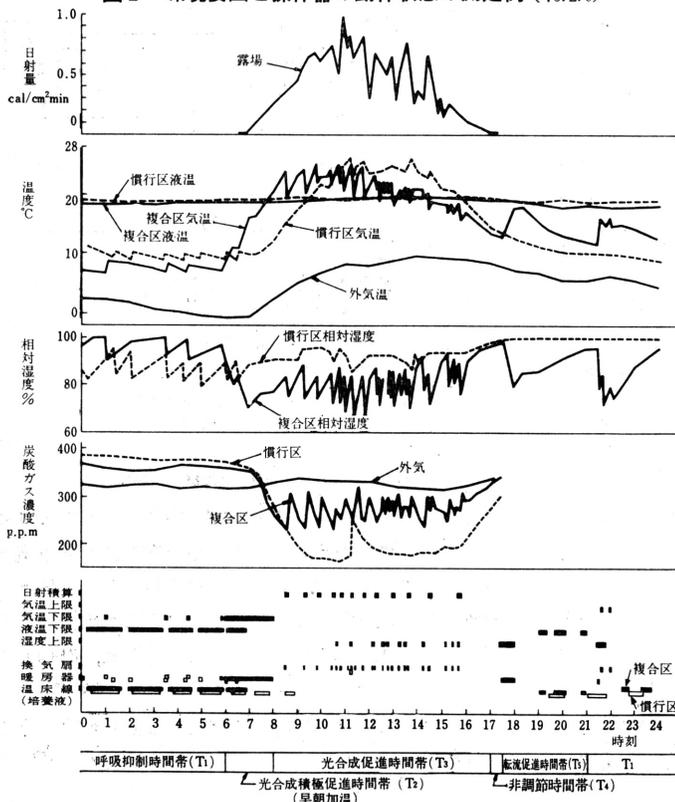


図2 環境要因と操作器の動作状態の測定例 ('76.2.6)



の作用により、昼間の相対湿度が80%前後に調節される。

これらの3点はトマトなどの栽培上好ましい特性といえる。

まとめ

日射量をベースとして他の環境要素を調節することにより、適正な環境条件を動的に造成し得ることから生物の特質ともいえる環境要素間の“相補性”、環境に対する“順応性”および“履歴性”の活用が可能になり、そのことが“増収、高品質化”あるいは“省エネルギー化”に役立つと考えている。

なお、現在は諸環境条件(設定値)と作物生育、消費エネルギー量の試験装置として使用しており、実用器としての簡易化は今後の課題である。

環境要因と操作器の動作状態の測定例 ('75.2.6)