

複合環境調節装置による 栽培と設定値について

(財)電力中央研究所 生物環境技術研究所 岡部 勝美

はじめに

ビニールハウスや温室等の施設栽培では、それらが本来、保温のための施設であることから、これまで温度を中心とした環境調節が行われてきた。しかしながら、作物生育に影響している気象環境要素は、もちろん温度だけでなく、光・炭酸ガス・湿度などが、光合成や転流、呼吸などの作物の生理作用に複雑に関与している。従って、作物の乾物生産を高めるには、これまでのように、温度調節器だけによる気温設定を一定にした調節方法より、これらの気象環境要素と、作物生理との関係を重視した環境調節方法の方が、より合理的といえる。

前号で紹介した「複合環境調節装置」は、この考えにもとづき開発されたもので、作物をとりまくハウス内の環境要素を、光合成と最も密接で、人為的に制御し難い「日射量」をベースとして調節する機能を持っている。

複合調節法と各種操作器

従来の調節方法では、温度調節器が、「温度」という限られた要素を調節目標に、暖房器・換気装置・保温カーテンなどを操作してきた。ところがこれらの操作器は、加温により相対湿度を下げたり、換気によりハウス内に大気中の炭酸ガスを取り込んだりして温度を調節するだけでない副次的な働きをする。

複合調節法ではこの機能に着目し、換気装置や暖房器などを、温度だけでなく、湿度、炭酸ガスなどの調節のための操作器として使用することにした。

複合調節装置は機能的には10数種類の操作器と接続し、様々な環境要素を調節することが可能だが、換気・暖房設備の操作だけでも、複合調節の効果を発揮できる。

作物生育と設定値

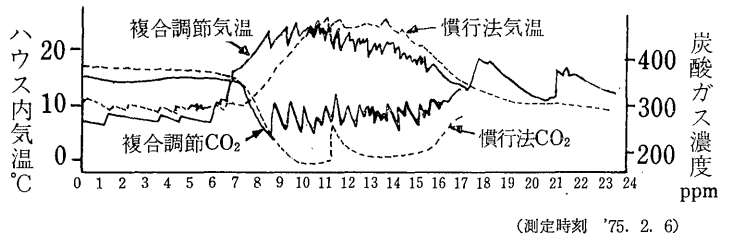
複合調節法では一日をいくつかの時間帯に区切り、それぞれを異った方法で調節する。昼間は光合成を促進させることを目的として早朝加温、日射強度に応じた気温設定、単位積算日射量ごとの炭酸ガス導入等

が行われる。この方法だと、慣行法より、日射に対応したハウス内の気温の変化が早くなり、また換気が適度に行われるため炭酸ガス濃度が慣行法より高く維持される(第1図)。

一般に慣行の調節法では、午前中のハウス気温の上昇はハウスの熱容量に関係して、日射強度の上昇より遅れる。そのため、作物が十分な光を受けてハウス内炭酸ガスを消費した後は、換気による外気導入が行われるまで、炭酸ガス不足の状態に置かれることが、しばしば観察される。

夜間については、光合成産物の葉からの転流を速かに

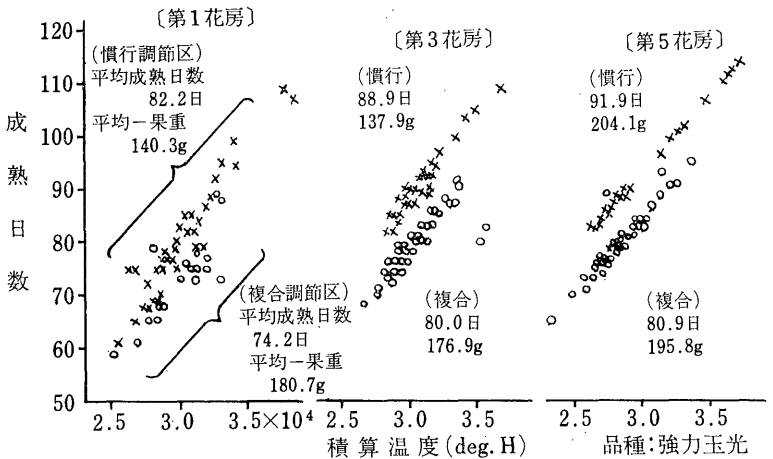
第1図 温室内気温と炭酸ガスの日変化



する目的で、転流促進の時間帯を設け、昼間の積算日射量に応じた気温設定をする。

第2図は複合調節試験で収穫したすべてのトマト果実について、開花から成熟までの日数と積算温度をプロットしたものが、複合調節での成熟日数は各花房で短く、一果重も大きかった。これは日中の同化物が果実に

第2図 トマトの成熟日数と積算温度の関係



速かに転流した結果と考えている。

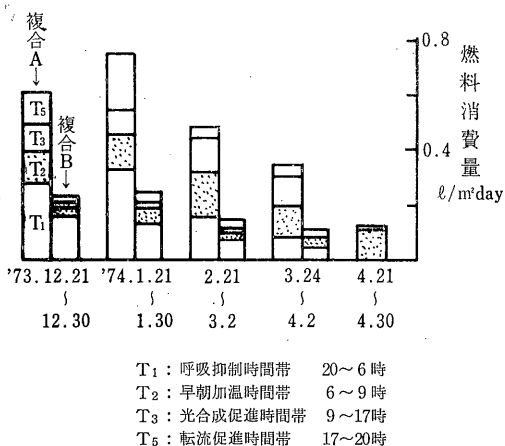
複合調節装置で作物栽培を行うには、気温、地温、湿度、炭酸ガスなどの上下限值、導入時間なばを、あらかじめ装置に設定しておくわけだが、この設定値のとり方によって作物の生育、消費エネルギーはかなり変化する(第1表)。この設定値と生育反応を定性・定量的に把握すると、増収・高品質化などの調節目標別の設定値を策定することが可能となるので、現在この問題について、くり返し試験を実施している。

消費エネルギーと設定値

複合調節の設定値を決めるには、作物生育と環境条件の関係からみると同時に、目標とした環境条件をつくるために要する燃料、電力などの消費エネルギーについて、経営的には考慮されなければならない。

第3図はトマト1作における燃料消費量を経時的に、時間帯別にみたものだが、同じ複合調節でも設定値の違いで燃料消費量は大きく異なる。

第3図 時間帯別燃料消費量の経済的推移



第4図は夜間のハウス内外温度差と燃料消費量の関係をみたものだが、転流促進(T₅)や呼吸抑制(T₁)の時間帯では、ハウス内外の温度差が10°C以上になると、地中伝熱量の影響を受けて急激に燃料消費量が増す。

従ってこれらの時間帯の気温設定値を、ハウス内外の温度差が10°C以下になるよう設定すれば、燃料消費量の節減が期待できる。

早朝の光を、光合成に有効に結びつけるために行う早朝加温(T₂)は、この時間帯の光合成を促進させるだ

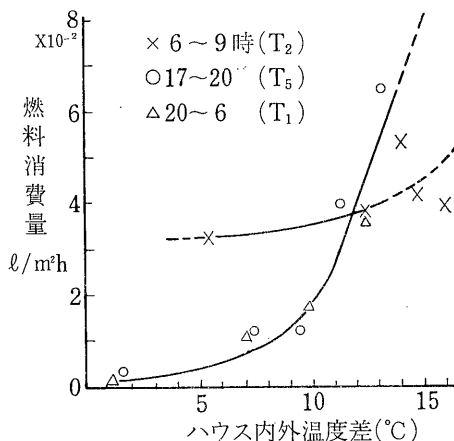
けでなく、午前中のハウス内気温変化(昇温過程)を前進させる効果を持っている(第1図)。同時に加温のための燃料消費量が時間帯別にみても、経時的にみても大

第1表 設定値とトマト収量、消費重油量との関係

調節法	設定値	草丈	初期収量	総収量	良果率	消費重油量
複合調節A	トマト用試験設定値	179cm	1.2kg/株	4.4kg(24.8)個/株	75.0%	53.8 l/m ²
複合調節B	省エネルギー型試験設定値	157	0.6	5.2 (22.8)	71.9	23.3
慣行調節	サーモスタットにより昼夜温度管理	175	0.9	4.8 (23.6)	61.0	約 40

水耕栽培6段どり、品種:若潮

図4 ハウス内外温度差と燃料消費量の関係 (各時間帯ごとの10日間の平均値) (ガラス一重)



きく(第3図)、とくに熱容量の大きい温湯暖房でその傾向は強く出る。

早朝加温は、加温後に太陽放射による気温上昇が期待できることから、燃料消費量からみた設定値や時間帯の変更、作物の生育状況や、その日の天候に応じて加温する方法などを検討することが必要だ。

むすび

複合調節法は新しい環境調節方法であり、調節装置の実地適用化のためには、ハウス団地などの多棟管理術技や、広く一般農家に普及される簡易型調節装置の開発が必要だろう。

一方で、調節装置の機能をフルに発揮させ、増収、高品質化、省エネルギーなどの調節目標を実現させる設定値の解明が、今後の課題として急がれる。