

施設園芸における太陽熱利用に関する研究

第1報 太陽熱利用暖房装置の構造と集熱効果

東郷弘之・石田栄一(鹿児島県農業試験場)

TOGO, H. and E.ISHIDA: Utilization of Solar Heat for Greenhouse. 1. Structure of the Heating Device and Gathering Solar Heat

野菜の施設栽培において石油にかわるエネルギー利用を目的として、水を熱媒体とした外部集熱型の太陽熱利用暖房装置を開発したので、装置の構造とそれによる太陽熱の集熱試験結果について、概要を報告する。

1. 装置の規模

本装置は次の4つの部分から成り立っている。①集熱用ハウス: 125㎡, 2棟, ②コレクター: 2.8㎡, 40台, ③蓄熱槽: 12㎡, 1基, ④熱交換機: 1台

2. 装置の構造

①集熱用ハウス: アーチ型ビニールハウスで、常時密閉してハウス内気温を高く維持し、コレクターからの熱損失を防止しようとしたものである。

②コレクター: 太陽熱を吸収し熱媒体(水)を加熱して蓄熱槽との間を循環させる集熱器本体である。集熱板は市販のトタン波板にブラックペイントで塗装し、外枠は金属製で裏面及び側面は硬質ポリウレタン発泡材で断熱加工してある。表面被覆材には厚さ0.15mmの塩ビフィルムが使用してある。コレクターの外形寸法は 1,193mm×2,500mm×80mmで集熱板投影面積は2.8㎡である。

熱媒体(水)はポンプ付き揚水管と接続した分配管によって集熱板上部に散水され集熱板上を流下し、こう配をつけた鉄管を通して蓄熱槽にかえる。集熱用の揚水ポンプは集熱板温度と蓄熱槽内水温との差温制御運転を行なうことができる。

③蓄熱槽: 内形寸法は 1,500mm×4,000mm×2,000mmの金属製タンクで、硬質ポリウレタン発泡材で厚さ 150mmに断熱保温加工したもので、半地下式構造である。蓄熱槽にはコレクターへの配管と熱交換機への配管が接続されている。

④熱交換機: 密閉箱体状の機体の天部に送風機(有圧扇 2台, 風量 110㎡/min)を設け、内部に銅製チューブとアルミ製フィンからなるプレートフィンウォーターコイルを配管したものである。この熱交換機は補助加熱用のハウス暖房機と連動しており、熱交換機による放熱でハウス内日標温度を維持できなくなると暖房機に切り替わる。

3. 試験方法

1980年10月から11月にかけて予備試験を行ない、集熱用ハウスの集熱補助効果について検討し、1981年1月上旬から3月中旬にかけて集熱試験を行なった。予備試験に用いた装置の基本構造は集熱試験と同一で、規模はコ

レクター1台であった。コレクター傾斜角度は予備試験では南向き30°、集熱試験は南向き45°に設定した。

気温、水温は測温抵抗体を用いて、気温は集熱ハウス内外各1カ所、水温は蓄熱槽の上部、中部、下部の3カ所測定した。日射量はネオ日射計を用いて、戸外水平面、集熱ハウス内水平面及び集熱ハウス内45°傾斜面を測定した。

4. 試験結果

1) 集熱用ハウスの内外によって、集熱効率に差がみられ、循環開始時水温が20~25℃付近における戸外水平面日射量に対する集熱効率は、集熱ハウス内の場合には0.9~1.0、集熱ハウス外の場合には0.6程度であった。

2) 1月上旬~3月中旬の集熱ハウス内の平均水平面日射量は1,912Kcal/㎡・dayで戸外の86%であった。

3) コレクター面の日射量倍率(集熱ハウス内45°傾斜面日射量/集熱ハウス内水平面日射量)は、コレクターの傾斜角度を45°に固定したために、太陽高度の低い時期の日射量倍率が高く、集熱ハウス内水平面日射量が2,000Kcal/㎡・dayの場合、1月は1.45、2月は1.20、3月は1.03となった。

4) 戸外水平面日射量が1,500Kcal/㎡・day以上の日において、集熱ハウス内気温は最高、日中平均とも温度差で20℃内外、倍率で2~3倍外気温より高く維持されており、このことが集熱用ハウスの集熱補助効果の1つの要因と考えられる。

5) 1月下旬の快晴日(戸外水平面日射量3,177Kcal/㎡・day)において、蓄熱槽内の11,880lの水温は22.8℃が45.8℃になり23℃上昇した。戸外水平面日射量に対する集熱効率は0.8と極めて高い効率を示した。

6) 1月上旬~3月中旬の戸外水平面日射量が1,500Kcal/㎡・day以上の日における集熱効率は、循環開始時水温によって異なり、戸外水平面日射量に対して20℃→0.8、30℃→0.6、40℃→0.4、50℃→0.2の相関がみられた。また集熱ハウス内45°傾斜面日射量に対しては、20℃→0.6、30℃→0.5、40℃→0.3、50℃→0.2の相関がみられた。

以上試作した集熱装置は、比較的低水温域で効率よく集熱することが明らかになった。今後やや高水温域での集熱効率の向上及び熱交換効率の向上対策について検討する必要がある。