

太陽熱の外部集・蓄熱装置によるハウス暖房

塚本正男・小島勝次郎・馬場辰好・前川 弘 (長崎県総合農林試験場)

TSUKAMOTO, M., K. KOJIMA, T. BABA and H. MAEKAWA : Greenhouse Heating with Collection Device by Solar Thermal Energy

施設栽培における加温用石油の代替エネルギーには、太陽、地熱、風力、廃棄物などの利用が考えられ、これらのうち太陽エネルギーは、集熱、蓄熱されて実用施設に取り入れられ始めた。現在、内部集・蓄熱方式(地中熱交換など)での利用が多くなっているが、当農試では外部集・蓄熱方式として、集熱には長崎総農試で開発した太陽熱利用牧草乾燥施設の集熱方法を利用し、蓄熱には玄武岩を使用して、ハウス暖房技術の確立を図った。

1. 試験方法

1) 試験施設

太陽熱の集・蓄熱方法とハウスの暖房模式図を第1図に、試験施設全景を第2図に示す。

(1)集・蓄熱装置

- ①集熱面積：84㎡ (4 m × 21m)
- ②集熱面の傾斜角度：50度
- ③受熱面：小波カラー鉄板に艶消し黒色ラッカー塗装
- ④受熱面の被覆透明資材：MMA波板(0.7mm)
- ⑤集熱空気の通風路：高さ25cm, 幅4 m, 長さ20m。集熱効果をもめるため途中9カ所に乱流板を設置。
- ⑥送風機：軸流ファン(58φ cm, モーター750W) 2台。
- ⑦ダンパー：4カ所, 送風機の風圧(正圧, 負圧)を利用した自動開閉
- ⑧蓄熱容積：25m³
- ⑨蓄熱材：玄武岩, 総重量38トン(1個平均37kg)
- ⑩蓄熱槽壁の断熱：垂直壁はベニヤ板11mm, 珞ガラ93mm, 発泡スチロール12mm。受熱面壁はベニヤ板11mm, 発泡スチロール12mm, MMA波板。床面はベニヤ板11mm, コンクリート

(2)ハウス

①規模：東西棟のビニールパイプハウス, 間口5 m, 奥行20m, 床面積100㎡, 単棟, 表面積177㎡, 保温比0.565, 容積188m³

②被覆方法：1980年, 不織布(ラプシート)の一層カーテン。1981年, アルミ蒸着フィルム(ネオポリシヤイン)と不織布(ラプシート)のベタ掛一層カーテン(間口面は, アルミ蒸着フィルムだけ)

2) 測定方法

(1)温度

- ①集熱：暖気温度は集熱された空気が石の間を通る直前の温度。冷気温度は石の間から出た直後の温度
- ②暖房：暖気温度は蓄熱槽からハウスへのダクトの入口温度。冷気温度はハウスから蓄熱槽への入口温度
- ③石：両側の石温の平均温度。石の比熱は0.2Cal/g・℃

(2)風量

①集熱：集熱面通風路への出入口のダンパー位置における風量の平均

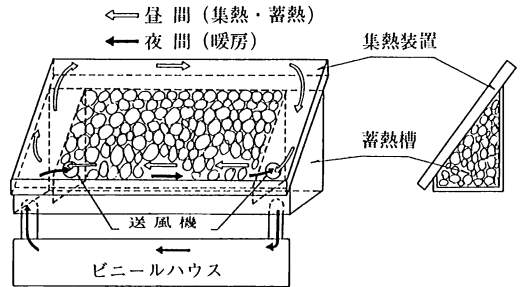
②暖房：蓄熱槽からハウスへのダクト中央部の風量

(3)日射量 (農試電試型日射計)

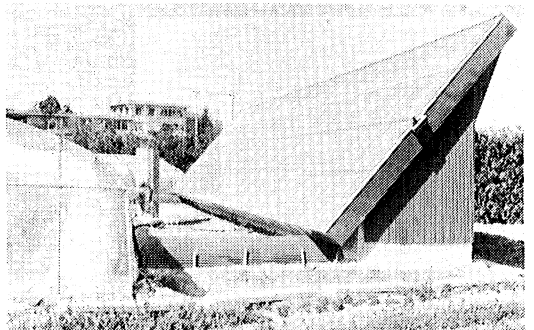
①水平面：ハウス横の百葉箱の上

②50度傾斜面：受熱面の東側の中央部

③ハウス：ハウス中央部の地上1.2m



第1図 太陽熱の集熱・蓄熱方法とハウスの暖房模式図

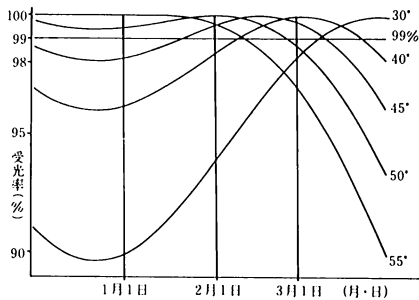


第2図 試験施設全景

2. 試験結果及び考察

1) 受熱面の傾斜角度

受熱面の傾斜角度は、太陽の南中時において太陽光線と常に直交する角度が最良であるが、固定式においては必要な時期にそれに一番近い角度となる傾斜角度を選ばなければならない。冬期の太陽熱利用においては、一年中で最も寒くなる1月下旬～2月上旬に太陽光線と直交し、しかも冬期間全体にわたってもほぼ直交する傾斜角度が望ましい。第3図より、諫早市(N32°51′)においては、12月～2月に受光率が99%以上になる50度の傾斜面が最良と考えられる。



第3図 諫早市の12月～3月における傾斜角度面毎の太陽光線受光率の変化

2) 日射量

50度傾斜面の日射量は、水平面に対し、晴天日には140～160%となり効果が大きい。1月下旬～2月中旬における50度傾斜面の日射量(A)と水平面の日射量(B)との関係は、 $(A = 1.75B - 109, 1980年)$ 、 $(A = 1.73B - 103, 1981年)$ となり、相関係数は0.99と高かった。水平面の日射量と傾斜面の日射量とは140～145cal/cm·dayにおいて等しくなった。

ハウス内の1日の日射量は、平均すると戸外の約60%であった。

3) 集熱、蓄熱

受熱面の鉄板温度が設定温以上になると、送風機が作動し、空気を集熱装置の通風路に送り込み、空気が乱流板によって効率的に受熱板と熱交換され加温される。次に通風路を通った空気は、別の送風機により蓄熱槽に送り込まれ、玄武岩と熱交換される。そして、送風機により再び集熱装置に送り込まれ、これらの繰返しにより玄武岩に蓄熱されていく。送風量は1.20m³/sであった。

晴天日の集熱量は約200×10³kcalで、集熱効率(対50度傾斜面日射量)は50～60%と良かった。集熱空気の高温度は54.1℃(気温13.2℃、受熱板表面温度28～76℃)となり高温集熱ができた。

晴天日の蓄熱量は100×10³kcalを越し、灯油(発熱量8000kcal/l、暖房機の熱効率70%)換算量では20l以上となった。蓄熱効率(対50度傾斜面日射量)は、蓄熱始時の石温が低いほど良くなるが、晴天日には約30%であった。

4) 暖房

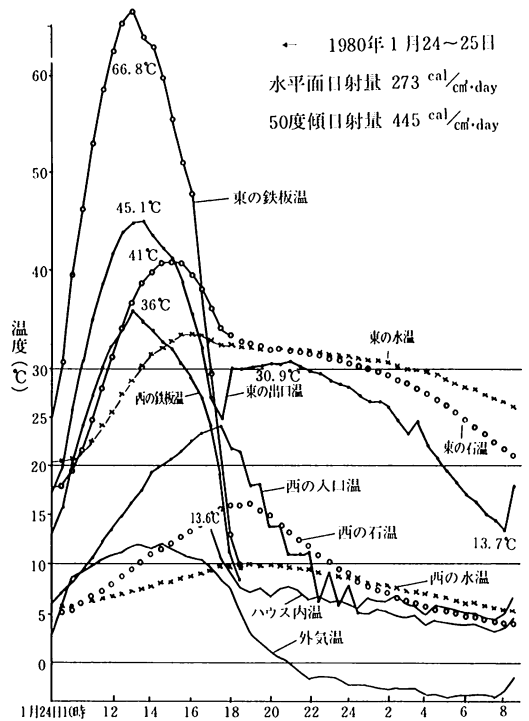
ハウス内と蓄熱槽の石の間の空気を、送風機により循環させて暖房した。送風量は0.33m³/sで集熱時の1/4と少なく、暖房能力を低下させた。これは、ハウスへのダクトの断面積が送風機の27%と小さい事、又、蓄熱槽のダンパー等の隙間からの空気流出が原因と考えられる。

暖房能力は、蓄熱量の約半分(50×10³kcal)であった。

ハウスの暖房負荷係数は、1980年はハウスの戸口等に隙間が見られたこともあって悪く、3～4kcal/m²・h・℃であったが、1981年は1.5～2kcal/m²・h・℃と良くなった。

1981年2月5日朝、最低気温-6.1℃の時、ハウス内最低気温8.2℃で、内外温度差14℃以上であった。

ハウス内地表面からの夜間の放熱量は、思ったより多く、ハウス全暖房量の30%以上を占めた。



第4図 集熱、蓄熱、ハウス暖房の経時変化

第1表 日別の集熱蓄熱状況(1980)

項目	月日	1月24日	1月25日	2月11日	2月13日	2月16日
日射量 (cal/cm ² ·day)		273	172	340	375	406
50°傾斜面日射量 (%)		455	222	485	554	550
同上比 (%)		167	129	143	148	135
同受光比 (%)		163	162	147	145	139
集熱時間 (分)		500	390	470	550	573
暖気平均温度 (℃)		24.3	24.3	35.8	39.2	36.8
暖気平均湿度 (%)		24	36	24	30	25
冷気平均温度 (℃)		16.1	11.3	15.4	23.6	18.0
冷気平均湿度 (%)		65	69	65	65	65
全集熱量 (×10 ³ kcal)		209	115	231	176	220
集熱効率(対50°傾斜) (%)		55	62	57	38	48
蓄熱前の石温 (℃)		11.4	12.5	8.6	15.5	13.3
蓄熱後の石温 (℃)		26.9	18.3	25.6	32.1	29.7
蓄熱量 (×10 ³ kcal)		119	45	131	127	126
灯油換算量 (l)		20.6	5.9	23.1	22.7	22.4
蓄熱効率 (対50°傾斜面日射量)(%)		30	18	32	28	28
蓄熱効率 (対空気集熱量)(%)		55	29	56	73	57