

## 太陽熱と蓄熱材融合による熱エネルギー活用システムの開発

北九州市立大学 正会員 ○山田百合子  
 北九州市立大学 フェロー 伊藤 洋  
 (株)CEC 松尾 祐介  
 旭化成アドバンス(株) 安藤 彰宣

### 1. 目的

近年、地球温暖化抑制のためのCO<sub>2</sub>削減や化石燃料の消費を抑制するため、自然エネルギーの活用が急務となっている。現状では、太陽光発電が主流であるものの買取制度や補助金依存であり、実質的なエネルギー価値は発展途上で、熱エネルギーへの変換効率も10~20%程度である。一方、太陽熱の直接利用では、それが50%以上になるとされ、太陽熱温水器、ソーラーウォール、地中熱蓄熱などが実用化されているものの、持続性、コスト、設置の容易性などで課題がある。伊藤らは、こうした課題を改善したシステムとして、太陽熱温風と蓄熱媒体を融合したハイブリッド型の熱エネルギー活用システムを提案している。このシステムは、太陽熱吸収板と蓄熱材(ここでは盛土)を用いて日中は暖気を、夜間は放射冷却により冷気を生み出し、こうしたエネルギーを住宅やビニールハウスに送風しつつ、蓄熱材にもエネルギーを蓄積して熱環境の改善効果の持続性の向上を図るものである。ここでは、このシステム開発の足がかりとなる基礎実験を行い、有用な知見を得たので報告する。

### 2. 室内実験

#### 2.1 室内実験方法

図1は、室内実験の概要図である。太陽熱吸収板(底板は黒塗りの鉄板、中間に仕切り壁、表面は透明アクリル板)を設置し、その後は保温土層(蓄熱材)、断熱容器(発砲スチロール)で構成されている。太陽熱吸収板上には、太陽を模擬したミニレフランプを2個設置した。温風は、中間ファン(送風機)によって吸引され、ホース(銅管またはフレキシブルホース)を通して、蓄熱材を加温した。実験中は、ボタン型の温度ロガーを用い、各箇所の温度を経時的に測定した。

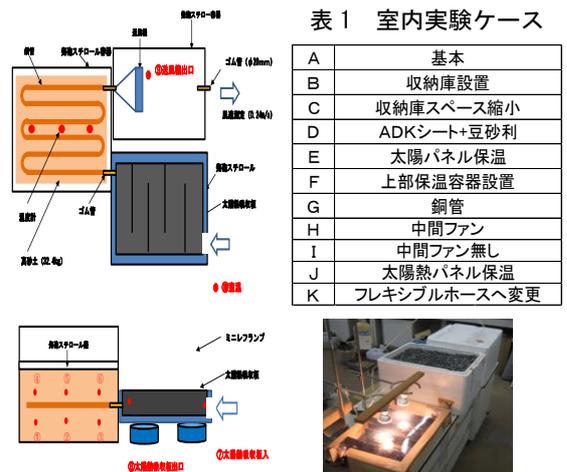


図1 室内実験の概要

#### 2.2 室内実験結果

表2は各ケースにおける実験時の平均室内温度と太陽熱吸収板出口温度との差(イ)および平均室内温度と保温土層の最高温度の差(ロ)を比較したものである。まず、太陽熱吸収板の温度上昇結果(イ)を見ると、ケースJが最も差が大きく、29.3℃の上昇となっており、つぎにケースE、Gの25.5℃、26.4℃である。ケースE、G、Jは太陽熱吸収板の表面を二重パネルにしたものでありケースJは側面断熱を付加したものである。最も温度上昇が小さくなったのは、ケースHであり、これは中間ファンの風量を増大させた場合である。つぎに、保温土層の温度上昇(ロ)に着目するとケースG、H、I、Jはあまり温度の上昇がみられない。これらのケースは繰り返し連続で実験を行ったため土層が乾燥していたケースである。一方、土層の含水状態が維持されていたケースA、B、Kは6.4~7.8℃の温度上昇が認められる。つまり、蓄熱効果を得るには、土壌内水分が不可欠であることになる。なお、ホースについては、銅管でも樹脂製のフレキシ

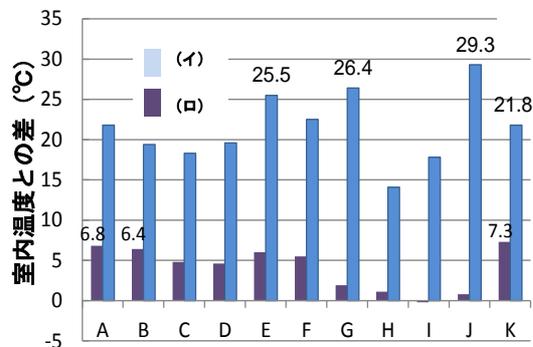


図2 室内実験結果の評価

キーワード 太陽熱、自然エネルギー、空調システム、蓄熱

連絡先 〒808-0135 福岡県北九州市若松区ひびきの1-1 北九州市立大学国際環境工学部 TEL: 093-695-3356

ブルホースでもほとんど差がないことが分かった。

### 3. 屋外実験

#### 3.1 屋外実験方法

図3は屋外実験の概要を示したものである。太陽熱吸収板から蓄熱槽(土壌)を通して収納庫までつながっている。収納庫には換気ファンを取り付けた。また、温度測定位置は、同図(右上表)に示したとおりであり、ボタン型のロガーおよび熱電対で測定した。実験は、ケースⅠ:[太陽熱吸収板⇒盛土(銅管φ20)⇒収納庫]、ケースⅡ:[太陽熱吸収板⇒盛土(フレキシブルホースφ40)⇒収納庫(底面土壌充填)]、ケースⅢ:[太陽熱吸収板⇒収納庫(フレキシブルホースφ40、底面土壌充填)]の計3ケースについて行った。

#### 3.2 屋外実験結果

実験ケースⅠ～Ⅲにおいて最大で50～60℃程度の温風(⑦太陽熱出口中間ファン)を発生させることができた。しかし、ケースⅠ、Ⅱの倉庫内温度上昇はあまり認められなかった。

図4は、2/3～2/12の実験ケースⅢにおける温度変化を示したものである。太陽熱吸収板出口温度に注目すると、最大で63.2℃(2/4)まで上昇している。それ以外の日は40～50℃程度であり、最少は26.6℃(2/5)となっている。実験中の気温は、5～10℃であるので太陽熱吸収板による温度上昇は、20～50℃程度となった。

図5は、この期間における倉庫内温度と最高気温の差を示したものである。この図より倉庫内の温度が最も上昇したのは、2月4日の26.9℃(晴、日照時間4.9h)である。この日の最高気温は16.1℃で10.8℃上昇しているが、それ以外の日でも概ね10℃程度上昇している。全体を見ると最高気温が5～16℃程度であるのに対し、倉庫内温度は10～27℃となっている。温度差が最も大きい日は11.4℃(2/12, 晴、日照時間5.1h)であり、最も小さい日は1.8℃(2/5, 雨、日照時間0h)であった。図6は、図5の温度差と日照時間の関係を示したものである。両者に強い相関はないものの、概ね日照時間が長いほど温度上昇も大きくなることが認められる。また、日照時間が1h程度でも6℃程度、2～5h程度で6～12℃程度の温度上昇が認められる結果となった。

### 4. まとめ

- ① 室内実験では太陽熱吸収版の表面を2重に断熱することで50～60℃程度の温風を発生させることができた。
- ② 蓄熱材として土壌を用いた場合、蓄熱効果を得るには、水分が不可欠であることが示唆された。
- ③ 屋外実験より太陽熱吸収板で50～60℃程度の温風の発生が可能であることが確認された。また、倉庫内温度は、日照時間が2h以上あれば10℃前後の温度上昇が期待できることが分かった。

なお、本研究は「平成28年度北九州市環境未来技術開発助成、研究代表：伊藤 洋(北九州市立大学)」を受けて実施したものである。

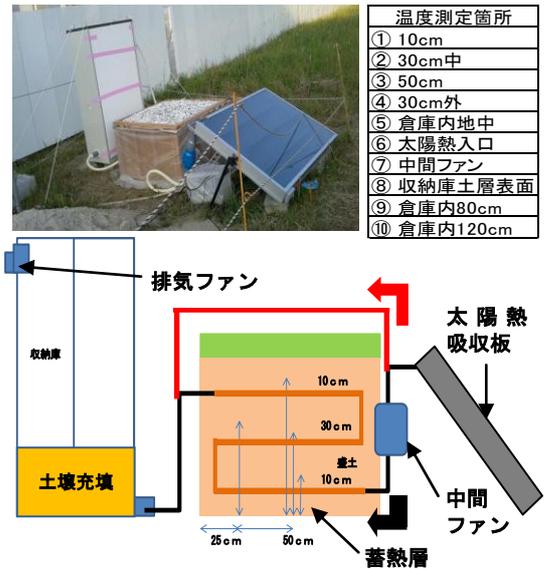


図3 屋外実験の概要

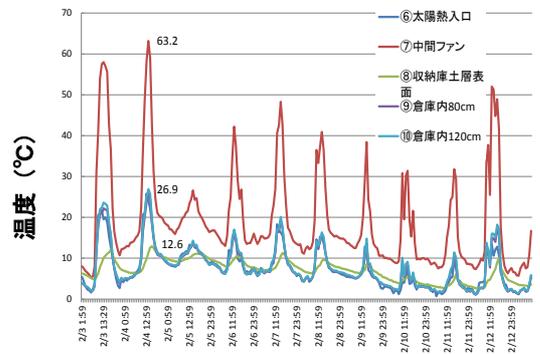


図4 ケースⅢにおける温度変化

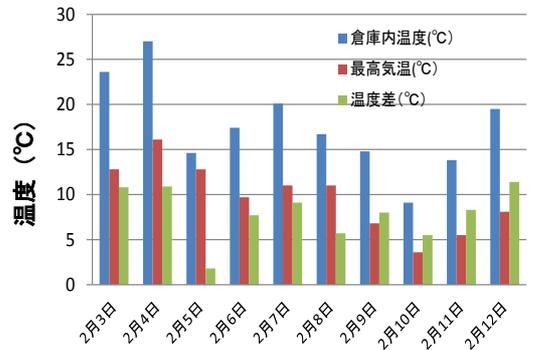


図5 ケースⅢにおける温度差

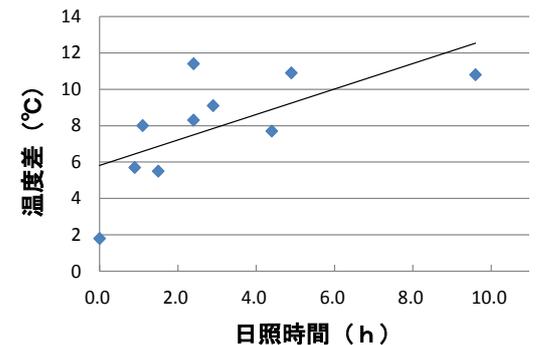


図6 日照時間と温度差の関係