

太陽熱を利用した農業用ビニールハウスの夜間加温システム

北九州市立大学 正会員 ○山田百合子
(株)CEC 松尾 祐介
北九州市立大学 フェロー 伊藤 洋

1. 目的

近年、自然エネルギーの活用が急務となっている。現状では、太陽光や風力による発電が主流となっているが、熱エネルギーへの変換には不向きである。一方、太陽熱を直接利用する場合は、変換効率が50%以上になるとされているが、昨今ではあまり活用されていない。伊藤らは、太陽熱利用を改善したシステムとして、太陽熱温風・保温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¹⁾。これまでの研究で、住宅の暖房、農業用ビニールハウスの冬季夜間低温対策²⁾、汚泥の乾燥などに適用している。

本報告では、実際の農業用ビニールハウスに本システムを適応し、実スケールでの冬季夜間低温対策の検証を行い、十分ではないものの今後の足掛かりとなる結果を得た。

2. 本システムの概要

本システムは、まず太陽熱吸収板を用いて日中に暖気を生み出し、送風ファンによって農業用ビニールハウス送風し、中央に設置した蓄熱材を直接加温して熱エネルギーを蓄積する。この時、ハウス内も保温効果で温度が上昇する。その後、夕方から早朝にかけて気温およびハウス内の温度が低下する。ハウス内で栽培する作物にもよるが、ここではトマトを想定して最低温度が8℃以上となることを目標とした。つまり、ハウス内の温度が8℃以下になったとき蓄熱材の熱エネルギーを排気ファンによって放出させることで夜間の低温熱環境の抑制を図るものである。本システムは、太陽熱吸収パネル、ビニールハウス、蓄熱材と送風ファン、排気ファンという簡易な設備で構成される(後述の図-1 参照)。

3. 実験方法

図-1は、実証実験の概要を示したものである。農業用ビニールハウス(容積514m³)と太陽熱吸収パネル(有効集熱面積1.77m²/枚)を6枚使用した。蓄熱材は、バラスト材を使用しハウス中央に集中的に積み上げる方式とした。この時、補助材としてジオセルを使用し、階段状に形状を維持できる構造とした。蓄熱材の容量は約10m³で、充填したバラスト材の質量は約10tである。また、日中加温時に、太陽熱吸収パネルから温風を送る(パネル温度8℃以上で稼働)送風ファンと、夜間温度低下時に蓄熱材から熱を排熱する(ハウス内温度8℃以下で稼働)排気ファンを取り付けた。比較対象として、並列する無対策のビニールハウス内の温度の計測も行った。実験期間中は、太陽熱吸収パネル出入口、蓄熱材等に熱電対およびボタン型温度計を設置して温度測定を行った。

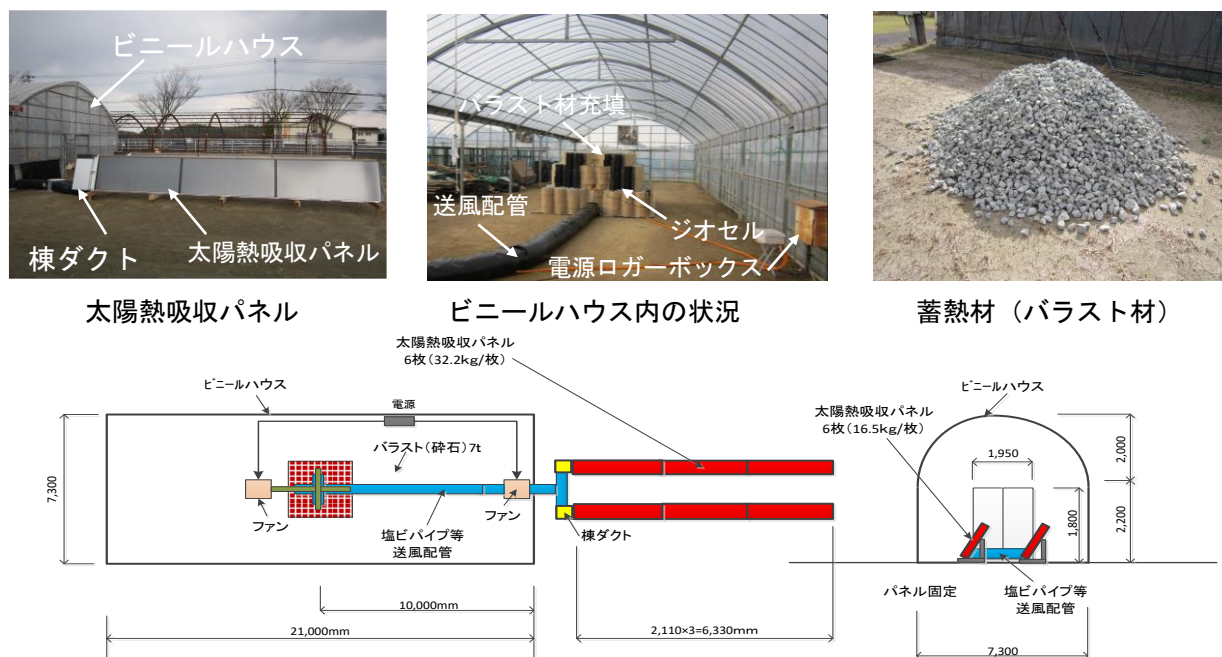


図-1 実証実験の概要

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

4. 実証実験結果

図-2 は、パネル出口温度と気温の変化（1/26～2/6）を示したものである。同図より、晴天時は太陽熱吸収パネルによって最大で気温より 20～30℃程度高い温風（パネル出口）が発生していることが分かる。図-3 は、日照時間とパネルの最高温度上昇（1/26～4/5）の関係を示したものである。これより、両者に明確な相関が認められ、日照時間が 2 時間以上であると、気温より 20～30℃程度高い温風発生が期待できる。図-4 は蓄熱材（バラスト材）の温度変化を示したものである。蓄熱材の平均温度は、気温が-2～15℃の範囲に対して、終日 7～18℃程度の範囲にあり比較的安定していると評価できる。また、蓄熱材の表面温度は気温より 10～20℃程度高くなっている。図-5 は本システムを設置したビニールハウス内の温度と並列する無対策のビニールハウス内の温度変化を夜間のみを拡大して比較したものである。これを見ると夜間になるとハウス内の温度の低下は著しいが、本システム側（対策ハウス）の方が無対策ハウスのそれに比較して 3～5℃程度高くなっていることが認められる。

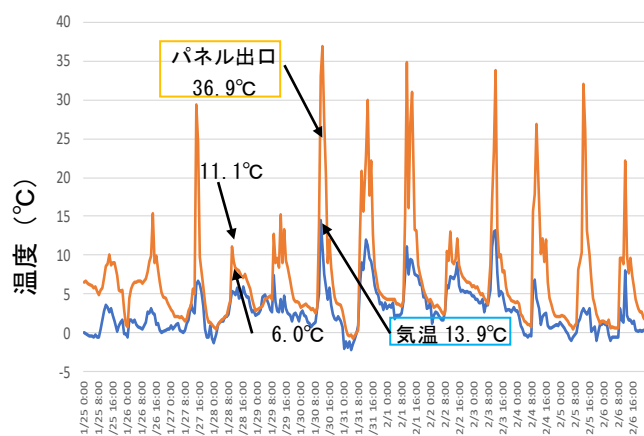


図-2 パネルの温度変化

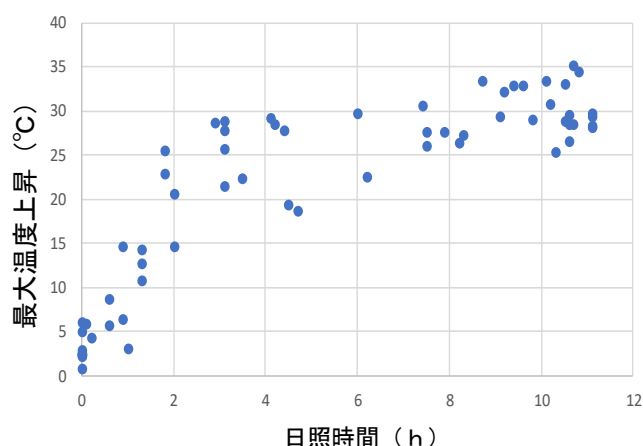


図-3 日照時間とパネルの最大温度上昇の関係

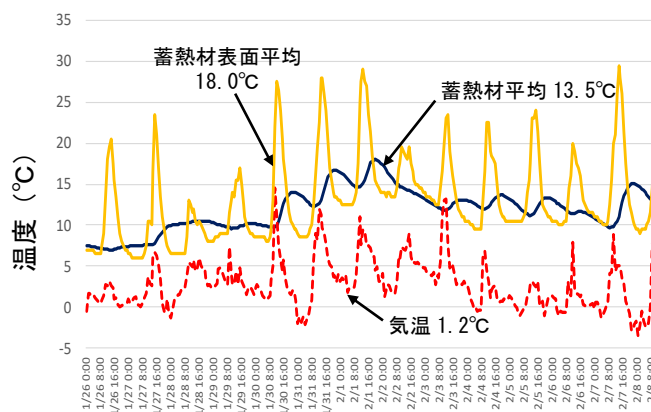


図-4 蓄熱材の温度変化

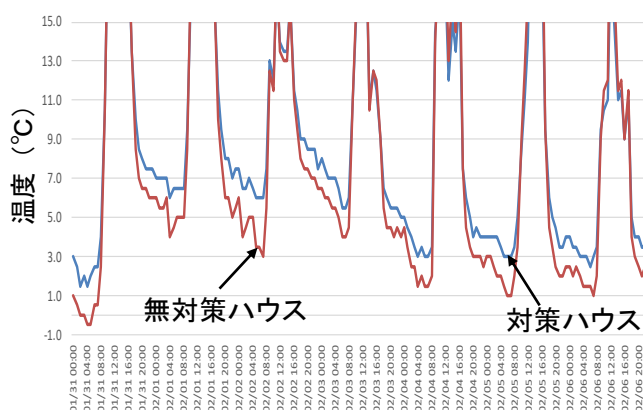


図-5 ハウス内温度の比較

5. まとめ

農業用ビニールハウスに本システムを適応し、実スケールでの実証実験を行った。その結果、太陽熱吸収パネルにより気温よりも 20℃以上高い温風発生させることができた。また、蓄熱材として用いたバラスト材は温風により気温が低下した夜間でも 10℃以上の温度差が維持され、終日安定した蓄熱効果が確認された。一方、ビニールハウス内の温度は、無対策のビニールハウスに比較して 3～5℃程度夜間でも高くなっていることが認められた。ただし、気温が 0℃レベルになるとハウス内の温度は 8℃を下回ることになり、更なる改善が必要である。

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: 松尾 祐介 (CEC)」を受けて、定由瑛平氏 (東宝ホーム)、野上哲也氏 (北九州農業協同組合)、松尾俊和氏 (泉商会) と共同で実施したものである。

参考文献

- 1) 山田百合子・伊藤 洋・松尾祐介・安藤彰宣: 太陽熱蓄熱材融合による熱エネルギー活用システムの開発, 土木学会第 72 回年次学術講演会, pp. 289-290, 2017.
- 2) 山田百合子・伊藤 洋・松尾祐介: 太陽熱温風と蓄熱材による熱エネルギー活用システムの開発, 土木学会第 73 回年次学術講演会, pp. 59-60, 2018.