

[成果情報名] 温室暖房システムにおける代替エネルギーの貢献度

[要約]暖房システムに蓄熱水槽を加えることで熱利用率を高めることができる。また、暖房構成機器の台数や能力が増すにつれて代替エネルギーの貢献度は増加するが、それには飽和点がある。

[キーワード]代替エネルギー、燃料電池、ヒートポンプ、工場廃熱

[担当]農工研・農村総合研究部・農業施設工学研究チーム

[代表連絡先]電話 029-838-7655

[区分]農村工学

[分類]技術及び行政・普及

[背景・ねらい]

1970年代のオイルショック時に多くの省エネ技術が研究・開発され、商業温室の省エネ化が着実に進展した。現在の技術開発の視点は、これら省エネ温室において、化石燃料に代わる暖房に必要なエネルギー源に移っており、具体的には燃料電池、ヒートポンプ、廃熱等の利用が検討されている。しかし、日本ではこういった設備を温室に導入するだけに終わり、全体として効率的な暖房システムを設計するといった視点が欠けがちである。そこで、燃料電池、ヒートポンプ、および工場からの廃熱利用の可能性について、シミュレーションにより、代替エネルギーの貢献度やシステム最適化の方向性を明らかにする。

[成果の内容・特徴]

1. 燃料電池システムにおいては、燃料電池の出力熱量のすべてが温室暖房へ利用できるわけではない。また、燃料電池が提供できる熱量は、温室の暖房に必要な熱量に満たないことも多い。しかし、燃料電池に蓄熱水槽を加えることで、これら熱量のアンバランスを小さくすることができ、熱利用率（温室の暖房必要熱量に対する燃料電池による温室暖房熱量の比率）を高めることができる。（図1）
2. ヒートポンプシステムにおいて、ヒートポンプの能力、温風器（水→空気型熱交換器）の台数、蓄熱水槽の能力が増大するにつれて、温室へ提供される年間総熱量は増加するが、いずれかが律速因子となるため、提供熱量の増加率は能力や台数の増大とともに鈍化していく。そのため、経済的に最適なシステムを考える上では、ヒートポンプの能力、温風器台数、蓄熱水槽の能力、およびそれらの組み合わせが重要である。（図2）
3. ヒートポンプシステムに地下水利用を追加した場合、一定水温が確保できるため、ヒートポンプが提供するエネルギーは、地下水を利用しない場合に比べて大幅に増加する。しかし、いずれのヒートポンプ性能でも、ほぼ同じポイントで増加率の飽和点が存在し、増加率は鈍化する。（図2）
4. 廃熱利用システムにおいて、床暖房システムや温風器の組み合わせによって、補助暖房が必要な年間時間数や補助暖房機の能力が異なる。（図3）

[成果の活用面・留意点]

1. 化石燃料に代わる温室暖房システムを導入しようとしている生産者に対して、代替エネルギーの貢献度や検討すべきシステムの最適化の方向性を示す。
2. 基本的な傾向を示すものであり、個々の具体的なシステム設計に当たっては、より精緻な検討を要する。

[具体的データ]

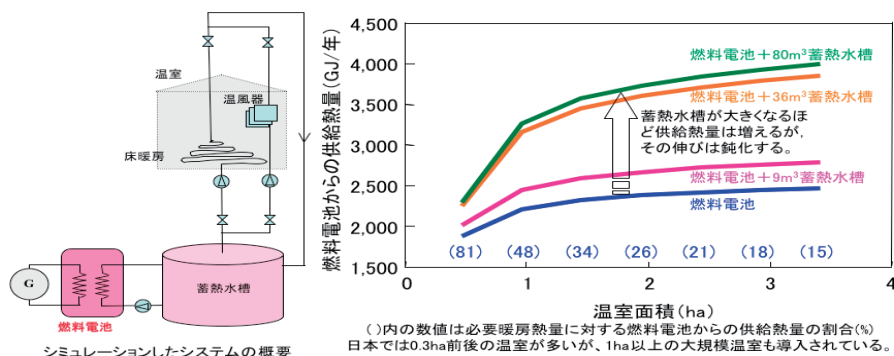


図1. 蓄熱水槽の利用による燃料電池から温室へ提供される熱量の増加

対象温室は長さ64m×幅12.8mの4棟分。温風器は4棟分当たり1台設置。夜間の温室設定気温は15.6℃。場所は盛岡市とほぼ同緯度の現地を想定。蓄熱水槽からの熱損失は0.28W/(m²K)とした。燃料電池(Pure Cell 200, UTC Power)は電気出力(200kW)とは別に764155kJ/hの熱を27～60℃の温水として作り出せるとした。

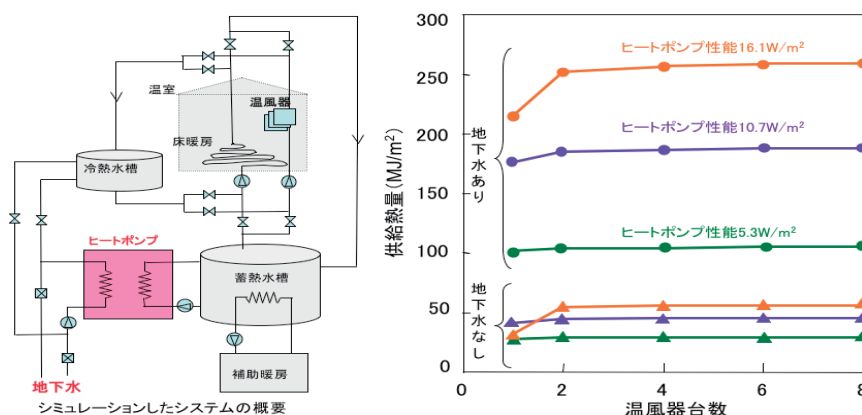


図2. ヒートポンプから温室へ提供される年間総熱量

対象温室は長さ64m×幅12.8mの4棟分。温室設定気温、場所は図1と同じ。蓄熱水槽サイズは35m³。温風器の暖房性能は、空気流量218m³/min、水量152L/minの下で温風器に流入する温水と空気の温度差1℃当り3165Wとした。また、地下水温は15℃とした。

ヒートポンプサイズや温風器台数を増大させるほど提供される熱量は増加するが、ほぼ同じポイントで増加率の極限点が発生し、増加率は鈍化する。また、地下水利用を追加すると提供熱量は大幅に増加する。

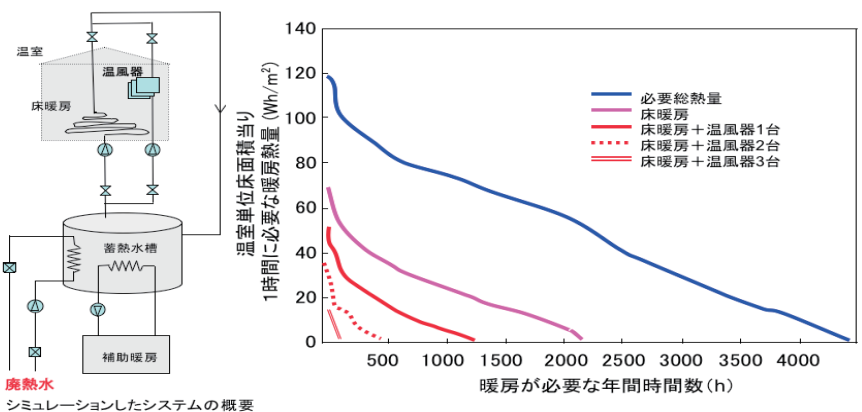


図3. 廃熱利用システムの網走における年間暖房時間

対象温室や設定気温、蓄熱水槽サイズ、温風器暖房性能は図2と同じ。廃熱により常時30℃の温水が利用できるとした。床暖房における温水と温室内空気熱交換率は4.13W/(m²K)とした。

網走の廃熱利用の床暖房システムにおいては、1) 熱量70Wh/m²の補助暖房機か、2) 温風器1台と50Wh/m²の補助暖房機、3) 温風器2台と30Wh/m²の補助暖房機、4) 温風器3台と20Wh/m²の補助暖房機といった組み合わせが考えられる。

[その他]

研究中課題名：農業施設の耐風構造と複合環境制御技術の開発

実施課題名：小型生産施設の空気制御による生体応答環境の解明

実施課題 ID：213-h-00-003-00-I-09-2304

予算区分：交付金研究、強化研究費

研究期間：2009 年度

研究担当者：奥島里美、佐瀬勘紀、石井雅久、森山英樹

発表論文等：ミアーズ、ボス、奥島、佐瀬、石井、森山(2009)農業気象、65(3):303-308