

雪と寒剤の混合による低温冷熱利用システムに関する実証試験事業
Field Test on the Test Plant of Cold Thermal Utilization System

Obtained by Mixing Cryogen with Snow

重田達雄^{*1}、室岡裕之^{*1}、安隆己^{*1}

Tatsuo SHIGETA, Hiroyuki MUROOKA, Takami YASU

Abstract

The effective use method of snowy cold thermal energy has been studied at The Wakasa Wan Energy Research Center since 1998. In 2003 fiscal year, we started the five years field test on the test plant of cold thermal utilization system obtained by mixing cryogen with snow. This field test was performed with cooperation of New Energy and Industrial Technology Development Organization(NEDO). As a result of this year's test, we understood The snow cooling work delays melting of the stored snow for two months, 85% of the stored snow was remained at July 3, and 3,800 kWh electric power (it is equal to 96,000 yen) was saved by the performance of the 60 days snow cooling operation of Maitake growing facility.

要約

当センターでは 1998 年より雪の冷熱エネルギー利用に関する研究を行ってきた。2003 年度には独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO 技術開発機構)との共同研究により、雪と寒剤の混合による低温冷熱利用システムのフィールドテスト(FT)を開始し、2007 年度までの予定で実施中である。今年度の試験では、雪の冷却により自然融雪開始は約 2 か月遅くなり、7 月 3 日時点の残雪量は当初貯雪量の約 85%であり、マイタケ工場における 60 日間の雪冷房連続運転による電力削減量は約 3,800kWh(金額換算量は約 96 千円)であることが分かった。

・緒言

スキー等ウィンタースポーツの場を提供し、春の訪れとともに豊かな河川水の供給源となる「雪」も、雪国で生活する人々にとってはほとんど厄介ものでしかない。この厄介ものである雪を冷熱エネルギー源として利用していこうという試みが雪国各地で行なわれているが、冬季に雪または氷を貯えて夏季にその冷熱を冷房や農作物貯蔵に利用するシステムが主流であり、雪の場合はそのまま貯える例がほとんどである。

当財団では 2002 年度に実証試験事業調査として、この貯雪中の水分を雪と寒剤の混合により生成する冷熱で相変化させて氷とし、保有冷熱量を高めて夏季に利用するというシステムの調査を行い、設備基本設計から事業化可能性までの検討を行った。2003 年度には、実証試験事業として試験施設の建設を行い、初年度分の雪入れ及び雪冷却作業を行った。翌 2004 年度には、断熱性能試験、冷房・省エネ試験及びデータ解析を行い、2 年目分としての雪入れ及び雪冷却作業を実施したが、改善の必要な部分も抽出された。

昨年度と今年度は、冷房戻り散水配管等の要改善項目に手を加えながら、内容的には同様の試験を実施し、貯えた雪を主に夏季の冷房用途として最後まで使い切った。

^{*1}研究開発部・エネルギー開発グループ

本研究は、NEDO 技術開発機構との共同研究として実施した。

実証試験事業の内容

1. 事業の名称

「雪と寒剤の混合による低温冷熱利用システムに関する実証試験事業」

2. 試験施設の設置場所

福井県大野市(旧和泉村)上大納 23-24

3. 事業及び成果の概要

図 - 1 に設備全体構成概念図を示す。

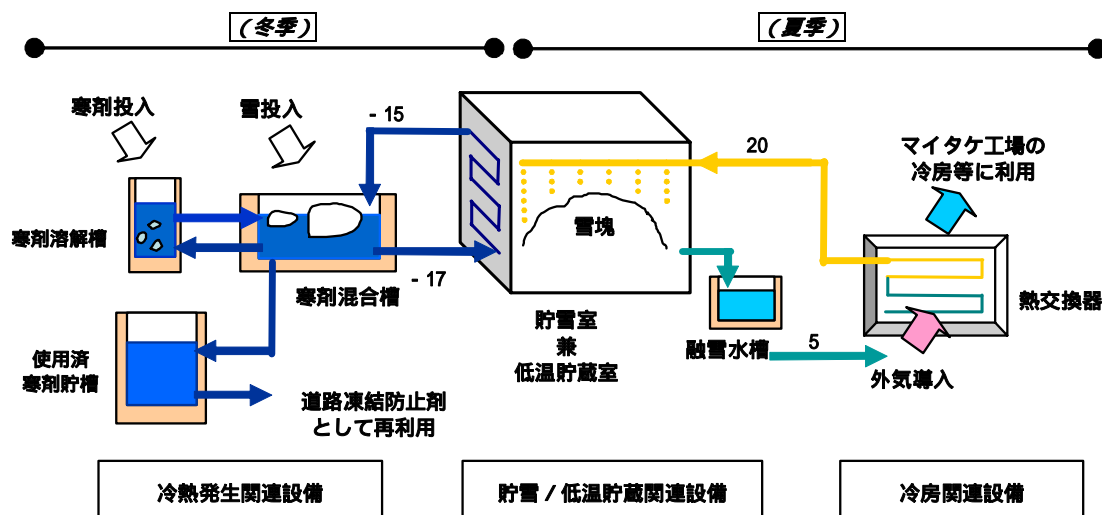


図 - 1 設備全体構成概念図

(1) 雪冷却性能試験

前年度末の2月から3月にかけて、雪入れ作業及び20日間の雪冷却作業を実施した。その結果、貯雪室の雪塊は周囲部分が0～-7を示していて凍結したことを確認し、その後の貯雪内部温度継続観察から自然融雪開始を約2か月遅らせることが分かった。

(2) 断熱性能試験

7月3日の冷房開始時点における残雪量は当初貯雪量の約85%であり、貯雪室断熱性能は充分と考えられる。図-2に途中過程を含めて貯雪状況の変化を示す。

すべての壁、天井及び床に厚み200mmの発泡ポリスチレン製断熱材を配し、二重扉を備えたただ一か所の入り口以外に開口部を持たない貯雪室は、今まで3年間の試験でかなり高い断熱性能を持つと判断しているが、その程度がどれくらいのものであるかを把握するために、気密性の調査を実施した。福井大学大学院工学研究科吉田助教授の指導のもとで、施設建設業者により実施した測定の方法は、トレーサーガス法による自然換気量評価であり、1時間当たりの換気回数を求めるものである。測定の結果、換気回数の推定値は0.02回/h～0.07回/h程度の値を示し、これは一般的な住宅居室の換気回数に比べて非常に小さな値であることが分かった(建築基準法では、住宅居室の換気回数を0.5回/h以上確保することを定めている)。図-3にトレーサーガス法による自然換気量の推定方法のイメージ図を示す。



2006.3.11
 雪冷却作業完了間近
 貯雪量 178ton
 残雪率 100%



2006.7.3
 冷房運転開始時
 外部排水量累計 26ton
 残雪率 85%



2006.7.24
 冷房運転継続中
 外部排水量累計 71ton
 残雪率 60%



2006.9.1
 冷房運転停止
 外部排水量累計 169ton
 残雪率 5%

図 - 2 貯雪状況の変化

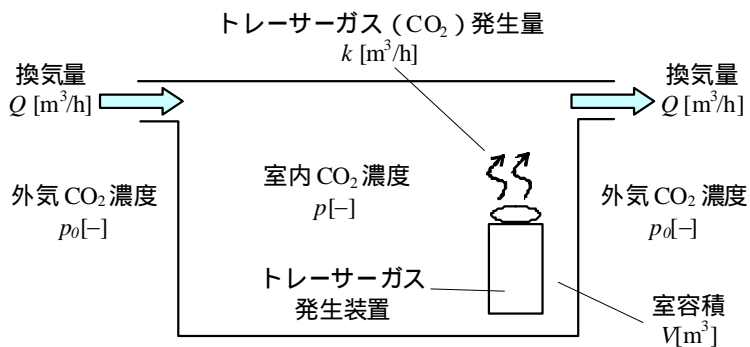


図 - 3 トレーサーガス法による自然換気量の推定方法のイメージ図

(3) 雪冷房運転 / 省エネ評価試験

7月3日から9月1日まで60日間の雪冷房連続運転を実施して、冷房効果については問題ないことを確認するとともに、定量的な評価を実施した。冷房対象施設であるマイタケ工場発生庫の一日の最高温度と最低温度の差を比較する方法である。当該雪冷房期間の温度差平均値は1.9であり、その前後各1か月間の電気冷房期間の平均値が1.9及び1.7であった。数値的にも、雪冷房は電気冷房と同等の「品質」を有すると言える。一方、今年度の電力削減量は約3,800kWhであり、金額換算量は約96千円となった。

(4) 第4回目の雪入れ・雪冷却作業

2007年2月に雪入れ作業を実施し、約270m³を貯雪した。引き続いて、例年の半量相当の寒剤を使用した雪冷却作業を実施し、7月頃からの冷房運転を予定している。

(5) 農産物の一時貯蔵試験

一時貯蔵試験は4月4日から9月1日までとし、貯雪室での低温貯蔵品と隣接する機械室での常温貯蔵品の比較を玄米と精米で行った。

貯蔵米の経時的な食味変化を図-4に示す。福井県食品加工研究所に依頼した味度メーターによる測定結果を味度値の大きい順に並べると、いずれの計測時点でも「低温玄米」「常温玄米」「低温精米」「常温精米」となり、常温より低温、精米より玄米のほうが貯蔵にふさわしいということが言えそうである。また、常温玄米を除き、時間経過とともに味度が低下する傾向にあることが数値で示された。

並行して、官能検査としての試食会をセンター内で8月に実施した。テスターは39名(うち男性が28名)であり、年齢構成は20代3名・30代9名・40代10名・50代11名・60代6名である。炊飯した常温貯蔵米と低温貯蔵米をA、Bとのみ表記し、設問は、「A、Bのどちらがおいしいですか?」とし、回答は図-5のグラフに示すように四者から選ぶこととした。ここで、Bが低温貯蔵米である。結果は、Bのほうがおいしいという回答の方が若干多かった。

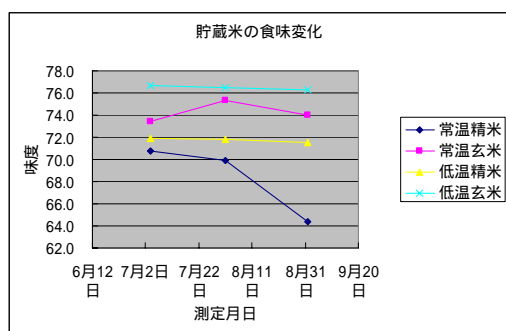


図-4 貯蔵米の食味変化グラフ

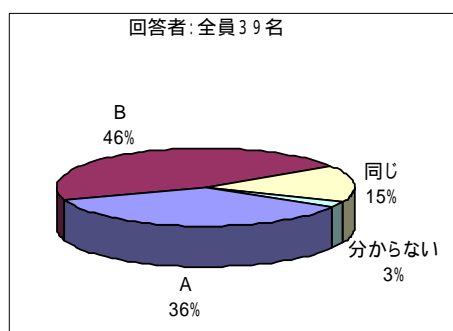


図-5 試食会の結果グラフ

結言

本事業は、2003年度NEDO技術開発機構公募「バイオマス等未活用エネルギー実証試験事業・同事業調査」の実証試験事業として採択されたものであり、施設の建設からまる4年が経過した。冬に雪を貯えて更に寒剤を利用して冷却し夏に冷房に利用するという実証試験を、設備面での改良を加えながら繰り返し、貯雪を使い切った雪冷房運転を問題なく遂行するとともに各種データを採取できた。来年度は、低温寒剤溶液配管の閉塞度調査やポンプの摩耗度調査を含めた、最終年度としての総まとめを行う予定である。