

53. 現場施工による空気式ソーラーシステムに関する研究
～夏の屋根散水と放射冷却システムの実験～

0710920017 高橋秀明
指導教員 市川尚紀 講師

雨水 屋根散水 ソーラーシステム 蒸発冷却 放射冷却

1. はじめに

夜間の放射冷却により冷やされた屋根面の冷熱を室内に取り込む空気式ソーラーシステムを、現場施工により安くつくることはできないか、また屋根散水の効果は実証されているが、一般的な断熱材を入れている住宅で、どのくらいの効果があるのかはほとんど解明されていない。

そこで本研究では、屋根を利用した自然エネルギー利用の一つとして、雨水の屋根散水による蒸発冷却と現場施工によるソーラーシステムによる放射冷却の併用実験を行い、さらにシステムの改良方法について検討する。

2. 実験概要

2.1 システム概要

夏季に日中は、雨水貯水槽に溜まった雨水をポンプで吸い上げ屋根に散水し、また、太陽光により温まった屋根面裏の集熱層の空気を排気する。夜間は、放射冷却により集熱層の冷えた空気を室内に取り込むものとする。

また本実験での屋根仕様を図 1 に示す。

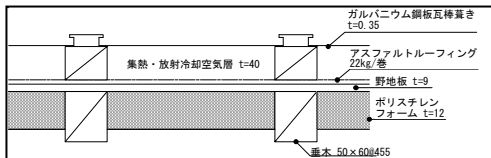


図 1 屋根仕様

2.2 実験方法

本実験では近畿大学工学部の構内にある 2 階建ての在来木造住宅で実験を行った。実験条件を表 1 に示す。

表 1 実測条件

	ソーラーシステム	屋根散水システム	測定期間
夏季	実験1 × 非稼働	× 非稼働	2010/8/3-8/4
	実験2 ○ 稼働	× 非稼働	2010/8/6-8/7
	実験3 ○ 稼働	○ 稼働	2010/8/5-8/6

窓はすべて閉鎖とし、すだれで日射遮蔽をする。なお西側の窓のみ西日の影響を軽減するためにスタイロフォーム(断熱材 t=50mm)で窓をふさぐ。屋根散水は 8:00、18:00 から各 30 分稼働させる。ソーラーシステムは 8:00 から排気、20:00 から給気に切り替える。また、おんどとり、熱電対を設置し、室温温度、外気温を、30 分毎に 24 時間測定する。

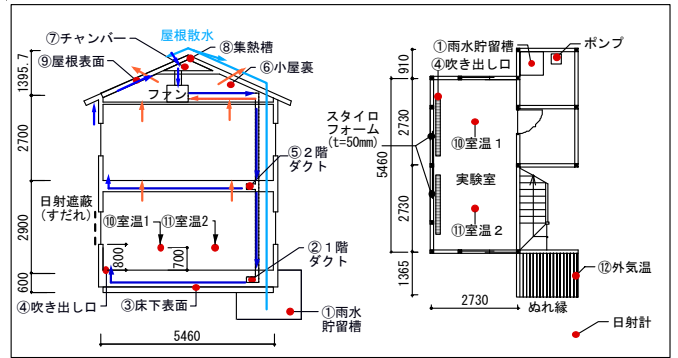


図 2 実測位置

3. 実験結果・考察

3.1 夏の冷房効果

(実験 1) 8 月 3 日の天気は晴一時曇で、この日の部屋の平均温度は 30.5℃、外気温の平均は 29.7℃であり差はなかった。チャンバーの最高温度は 15:00 に 47.2℃で、外気温との差は 12.1℃もあった。断熱材があってもかなり温度差がある。チャンバーの温度は日が沈んでも外気温とは異なり、急激に温度は下がらなかった。最高気温は 35.5℃であったが、室温の最高温度が 34.1℃で抑えられていたのは、実験室の西側の窓からの西日を遮蔽しているからであると思われる。

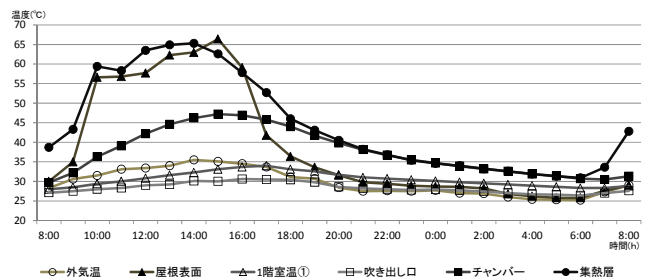


図 3 実験 1 ソーラーシステムと屋根散水を非稼働

(実験 2) 8 月 6 日～8 月 7 日の天気は晴で、この日の部屋の平均温度は 30℃、外気温の平均は 29℃で約 1℃差があった。チャンバーの最高温度は 14:30 に 45.4℃で、外気温との差は 11.3℃もあった。8:00 にソーラーシステム(夏昼)を稼働させると外気温が上がっているにもかかわらず、吹き出し口から出る空気温度が 0.5℃下がった。実験 1、2 とも最高気温はほぼ同じであるが、8:00 から

20:00 まで排気して、チャンバーの温度は実験 1 に比べて実験 2 の方が約 2℃低い。20:00 にソーラーシステムを給気に切り替えると、外気温は下がっているにもかかわらず室温が上がっている。これは、チャンバーの高い温度を給気したためだと考えられる。

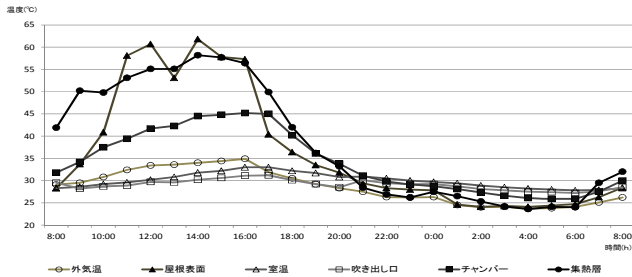


図 4 実験 2 ソーラーシステムを稼働、屋根散水を非稼働 (実験 3) 8 月 5 日～8 月 6 日の天気は晴後一時曇りで、この日の部屋の平均温度は 29.8℃で外気温の平均は 28.8℃で約 1℃差があった。8:00 に屋根散水システムを稼働させると、屋根表面の温度が 2.8℃、集熱層の温度が 7.5℃下がった。18:00 に屋根散水システムを稼働させたが測定点に散水されなかった可能性があるので大きな変化が見られなかった。20:00 にソーラーシステムを給気に切り替えると、外気温は下がっているにもかかわらず、室温が上がっている。これは、20:00 ではまだチャンバー内の温度が床下より高かった。給気する時間を 22:00 にすると良かったと思われる。

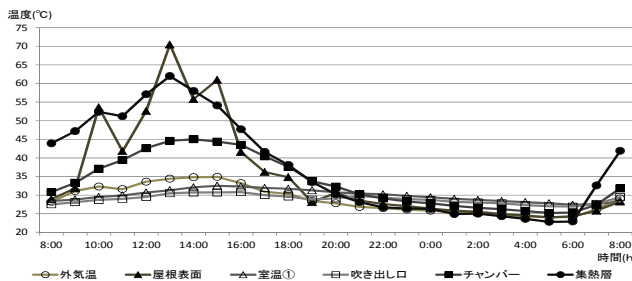


図 5 実験 3 ソーラーシステムと屋根散水を稼働
3.2 屋根表面と日射の比較
(実験 3) この日は雲が広がったり晴れたりと不安定な天気のためグラフの変動が激しい。

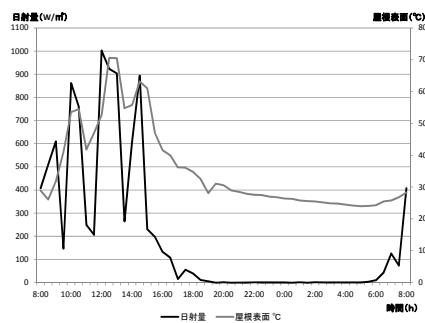


図 6 実験 3 の屋根表面と日射量のグラフ

4. 改良方法の検討

実験 3 の結果をもとに時間ごとの温度経過を表 2、表 3 に示す。

表 2 実験 3 における部位別温度変化 (昼間)

実測点	8:00	8:30	10:00	12:00	14:00	15:00	16:00
① 屋根表面	28.9	26.1	53.6	52.6	55.8	61	41.6
② 集熱層	43.9	36.4	52.4	57.1	58	54.1	47.7
③ チャンバー	30.8	32.3	37.1	42.6	45	44.4	43.5
④ 小屋裏	30.5	30.8	32.3	34.7	36.8	37.6	37.8
⑤ 2Fダクト	28.9	29.9	31.9	34.1	35.9	36.6	36.8
⑥ 1Fダクト	27.1	27.1	27.3	27.4	27.7	27.8	27.9
⑦ 床下表面	27.5	27.9	28.2	28.9	30	29.7	30.1
⑧ 吹き出し口	27.5	27.8	28.7	29.5	30.7	30.7	30.8
⑨ 室温①	28.4	28.5	29.5	30.7	32.1	32.5	32.3
⑩ 室温②	28.3	28.5	29.3	30.6	32	32.4	32.3
⑪ 外気温	28.2	30	32.3	33.6	34.8	34.9	33.2

8:00 に散水を行ったが、屋根表面の温度は外気温とほぼ同じ温度のため、散水時間に問題があったと考えられる。9:00 に散水することでより散水の効果が期待できると考えられる。また 15:30～16:00 に散水を行うことでもっと放射冷却効果を促す効果が期待できたのではないかと考えられる。8:00 に集熱層の温度は下がっているが、チャンバーの温度は上がっているので、チャンバーまで散水の効果が影響していない可能性がある。

表 3 実験 3 における部位別温度変化 (夜間)

実測点	18:00	18:30	20:00	22:00	0:00	1:00	2:00
① 屋根表面	34.8	32.5	30.6	27.6	26.4	25.8	25.5
② 集熱層	38.1	34.8	30.2	26.7	26.3	24.9	25
③ チャンバー	37.6	34.6	32.3	29.1	27.8	27.1	26.6
④ 小屋裏	36.3	35.6	34.5	33	31.8	31.2	30.7
⑤ 2Fダクト	35.8	35.6	34.1	30.9	29.5	28.9	28.5
⑥ 1Fダクト	28.1	28.1	28	28.1	28	27.9	27.8
⑦ 床下表面	29.6	29.2	28.4	28.9	28.4	28.2	28.1
⑧ 吹き出し口	29.6	29.2	29.1	29.3	28.7	28.2	28
⑨ 室温①	31.7	31.4	30.7	30.2	29.4	29	28.7
⑩ 室温②	31.4	31.2	30.5	30	29.3	28.9	28.7
⑪ 外気温	30.3	29.9	27.8	26.5	25.8	25.4	25.1

18:00 に散水をしたが屋根表面の温度が外気温とほぼ同じであったため変化が少なかった。散水時間を検討すべきである。20:00 からは小屋裏の空気を排気しておらず、温度が高いため断熱性や気密性の向上を図るか、ファンを増やすなどして熱を排気しなければならない。21:00～22:00 の集熱層の温度を見ると、室温よりも温度が低いので 21:00～22:00 に給気すれば効果が期待できると考えられる。

5. まとめ

小屋裏空気の排気については、非稼働の実験と比較すると効果が出ていた。室温については排気すると多少、温度上昇を遅らせることが出来た。給気については稼働時間が悪く、室温を上昇させる結果となった。散水においても同様な結果が得られた。事前に予備実験を行い散水、給気の稼働時間と測定点の決定の再検討を行う必要がある。

参考文献

- 井上憲一、須永修通、室恵子：屋根面流水下の放熱効果を用いた冷房システムに関する研究、その 3 実在モデルによる実験解析、日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2、pp. 413-414、1997
- 井上憲一、須永修通、室恵子：屋根面流水下の放熱効果を用いた冷房システムに関する研究、その 4 屋根流水面に対する日よけ効果、日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2、pp. 413-414、1998
- 馬景輝、須永修通、室恵子：屋根流水による蒸発冷却効果を利用した冷房システムに関する研究、-流水屋根を直接利用した放射冷房の可能性に関する検討-、日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2、pp. 477-478、2001.9