

35. 雨水による自然冷暖房システムに関する研究 ～蓄熱式床暖房の効果～

05168040 黒丸織衣
指導教員 市川尚紀 講師

雨水 自然冷暖房 床暖房 蓄熱

1. 目的

現在、世界中で地球温暖化が問題とされ、原因の1つとしてCO₂の排出が影響を与えている。そのためにもCO₂量の削減が必要とされている。地球温暖化防止に向けた建築技術の1つとして、エアコンに頼らず快適な環境をつくることのできる「雨水と自然エネルギーによる自然暖房システム」を開発し、具体的には、実物大の木造モデルを用いて「太陽熱で雨水を温めた床暖房(冬季)」の実験を行い、雨水を床暖房に利用したときの効果を定量的に把握することを目的とする。

2. 実験概要

2.1 蓄熱式床暖房のシステム (冬季)

雨水貯水槽に雨水を貯水する。その後、ポンプで屋根上まで雨水を吸い上げ、屋根上の太陽熱温水器を用いて、太陽熱で温めて温水にし、床暖房として利用する。利用後の雨水は再び、屋根上まで吸い上げられ、太陽熱温水器で温められ、また床暖房として繰り返し利用する。

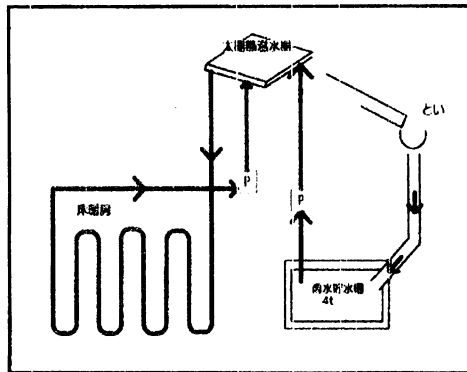


図1 蓄熱式床暖房システム

2.2 実測方法

PMV 測定時に、実験住宅に立ち入ると実験結果に影響を与えるので実験中は実験住宅には一切立ち入らない。そのため、立ち入らないと実験を行えない「水温計」と「表面温度計」は値を記録することができないので、PMV 測定時とは、別の日に測定する。

実験 1: 床暖房システムを稼働させて実験を行う。雨水貯水槽に貯水された降雨直後の雨水の温度を「おんどとり」で測定し、床暖房システムの影響がある位置とない位置の PMV を「アメニティメーター」で測定する。同時に外気温も「おんどとり」で測定しておく。なおこの実験時に床暖房システムは常に稼働させ、PMV と水温

は 10 分、外気温は 30 分間隔で記録する。「アメニティメーター」は地上から 1 m の高さに設置して実験を行う。

実験 2: 床暖房システムを稼働させずに、実験 1 同様に実験を行う。

実験 3: 床暖房システムは、1 時間間隔で 5 分間稼働させる。床暖房システム稼働前には、太陽熱温水器入水前と入水後の水温を測定する。雨水貯水槽の雨水の温度を測定する。そしてこのシステムを 5 分間稼働後、雨水を太陽熱温水器で温めた水温を測定する。外気温と室温は 1 時間間隔で測定し、床温度は床暖房システムの影響があるタイルと影響のないフローリングの床温度を「表面温度計」で測定する。室内の温度を測定する「おんどとり」は地上から 1 m の位置に設置して実験を行う。

実験 4: 床暖房システムは稼働させず、実験 3 とほぼ同様に実験を行う。雨水貯水槽の雨水の温度と室温と外気温を「おんどとり」で測定する。実験 3 で床暖房システムが影響を与えた位置と影響のないフローリングの床温度も測定する。なお実験 3 と 4 は日射のある 9 時～17 時の間だけ 1 時間間隔で測定する。

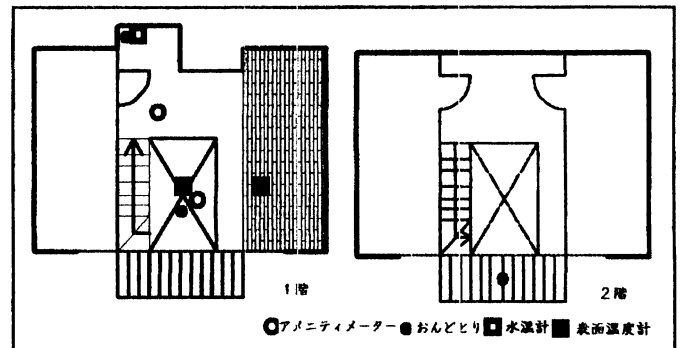


図2 実験器具の配置位置

4. 結果・考察

4.1 実験 1 と 2

日射のあたらない時間帯(特に朝方の時間)のグラフを比較してみると、玄関先の室温の方が、吹き抜けの室温より温度が高いことが読み取れる(図3)。これは玄関の扉よりも吹き抜けの窓が大きく、熱が窓から放出されていることがわかる。また、室温のグラフを考察すると、吹き抜けの室温でもシステムを稼働していないときの方が温度が高い。気象庁のデータと比較すると、床温度シ

システムを稼動している 3 日目のデータの日照時間は 0 という結果に比べて、システムを稼動していない 3 日目の気象庁のデータは 8 時～12 時にかけて日射があることが見てわかる(表 1)。そこで、床温度システムを稼動していなくても日射が多くあれば、吹きぬけの室温は高くなるのがわかる。

表 1 気象データ (1 月 25 日)

時	降水量(mm)	気温(°C)	風速(m/s)	日照時間(h)	方位
1	0	-3.7	0.2	0	静穏
2	0	-4.4	0.8	0	静穏
3	0	-4.6	0.1	0	静穏
4	0	-3.2	0.4	0	静穏
5	0	-2.4	1.3	0	北西
6	0	-1.1	0.8	0	北西
7	0	-1.8	0.1	0	南
8	0	-0.9	0.2	0	静穏
9	0	-1.2	0.1	0	南
10	0	-2.2	2.8	0	南南西
11	0	-2.0	3.8	0	南
12	0	-1.8	3.8	0	南南西
13	0	-1.9	3.0	0	南
14	0	-2.0	4.1	0	南
15	0	-2.0	1.7	0	北東
16	0	-2.1	2.0	0	南
17	0	-2.1	1.6	0	南
18	0	-1.8	0.8	0	南
19	0	-1.0	0.9	0	南
20	0	-2.2	1.2	0	南
21	0	-2.7	0.2	0	南
22	0	-2.0	0.3	0	北北東
23	0	-2.7	0.2	0	南
24	0	-2.7	0.7	0	南南東

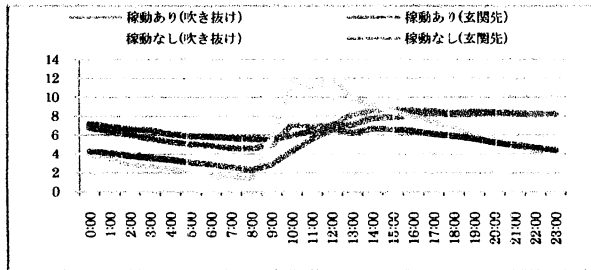


図 3 3 日目の室温

更に 1 日目の結果をみると、夜の室温 (20 時～23 時) がほぼ同じ結果になっている(図 4)。気象庁の気象データを考察してみても同じような外気温であることから、夜は床温度システムが稼動していても結果に影響しないだけでなく、同じような外気温であればどの室温も同じような結果になることが考えられる(表 2・3)。

表 2 気象データ (1 月 16 日)

時	降水量(mm)	気温(°C)	風速(m/s)	日照時間(h)	方位
1	0	-5	0	0	静穏
2	0	-4.9	0.1	0	静穏
3	0	-5.4	0.5	0	西北西
4	0	-5.7	0.1	0	静穏
5	0	-5.0	0.3	0	南南西
6	0	-6.1	0.2	0	静穏
7	0	-6.3	0.7	0	南
8	0	-5.2	0.1	0	南
9	0	-2.3	1	0.4	静穏
10	0	1.5	0.6	0.5	東北東
11	0	5.8	3.7	0.7	西南西
12	0	8	5.2	0.8	西南西
13	0	6.4	5.3	0.8	西
14	0	6.4	5.1	0.3	西
15	0	6.7	6	0.3	西南西
16	0	6.4	5.4	0.1	西南西
17	0	6.6	5.8	0.3	西南西
18	0	4.8	3.8	0	西
19	0	4.2	2	0	西
20	0	6.0	1.8	0	西南西
21	0	0.6	1	0	西
22	0	-0.2	1.1	0	西南西
23	0	0	1.3	0	西南西
24	0	0.5	0.2	0	静穏

表 3 気象データ (1 月 23 日)

時	降水量(mm)	気温(°C)	風速(m/s)	日照時間(h)	方位
1	0	3.5	0.2	0	静穏
2	0	1.5	0.1	0	静穏
3	0	0.1	0	0	静穏
4	0	-0.2	0.3	0	南西
5	0	-0.3	0.5	0	北東
6	0	-0.1	0.4	0	北西
7	0	0.2	0.8	0	南南西
8	0	0.6	0.7	0	南
9	0	2.8	0.1	0.4	静穏
10	0	8	1.2	0.7	北東
11	0	6.8	3.2	0.8	西南西
12	0	6.8	5.8	0.7	西南西
13	0	7.0	4	0	西
14	0	7.8	4.1	0	西
15	0	7.4	4.8	0	南西
16	0	6.7	3.0	0	西
17	0	5.8	6	0	西
18	0	5.2	8.1	0	西
19	0	4.3	6.8	0	西
20	0	3.0	9.7	0	西
21	0	3.4	4.5	0	西
22	0	1.8	4.2	0	西
23	0	-0.7	3.8	0	西
24	0	-0.1	4.3	0	西

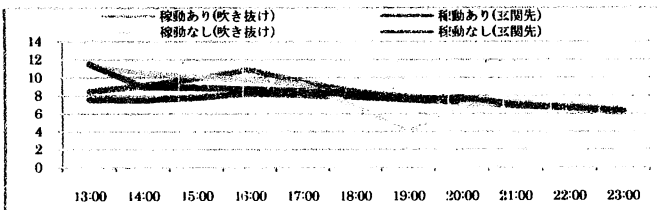


図 4 1 日目の室温

4.2 実験 3 と 4

まず、床温度システムを稼動しているときより稼動していないときの室温が高くなった要因としては、気象データと比較してみると、日照時間が影響していたと考えられる(図 6・表 6)。更に床温度のグラフを考察してみると、システム稼動時のタイル

表 4 実験 3.4 の結果

時	外気温	Y-1	床温度(タイル)	室温(タイル)	室温(フローリング)	室温(壁)	室温(天井)
13:00	8.1	7.2	8.1	7.4	22.1	22.0	15.4
13:15	8.4	11.9	8.2	8.1	21.1	20.0	14.0
13:30	11.8	15	12.4	12.1	21.1	20.0	13.9
13:45	14	13.3	11.7	11.1	20.1	19.0	13.1
14:00	13.7	15	12.6	12.1	20.1	19.0	13.3
14:15	14	14.4	12.2	12.1	20.1	19.0	13.4
14:30	13.4	15.1	13.0	12.1	20.1	19.0	13.3
14:45	13.4	15.1	12.1	11.4	20.1	19.0	13.1
15:00	13.6	14	13.0	11.4	20.1	19.0	13.1

の床温度が高くなっているが、室温のグラフと比較することで、床温度が高くなっても室温に影響を与えていないことが読み取れる(図 5)。

表 5 気象データ (12 月 11 日)

時	降水量(mm)	気温(°C)	風速(m/s)	日照時間(h)	方位
1	0	5.4	0.2	0	静穏
2	0	5.4	0.2	0	静穏
3	0	5.7	0.1	0	東北東
4	0	5.8	0.8	0	静穏
5	0	5.8	0.8	0	北東
6	0	6.6	2.4	0	北
7	0	6.4	0.7	0	東北東
8	0	6.2	1	0	西北西
9	0	6.4	0.1	0	静穏
10	0	10.4	4	0	東南東
11	0	12.2	2.0	0	東北東
12	0	12.8	4.4	0.1	東北東
13	0	13.8	3	0.2	東北東
14	0	14	3.7	0.2	東北東
15	0	14.8	4.3	0.6	東北東
16	0	14.2	3.2	0.5	東南東
17	0	11.4	1.8	0.8	東
18	0	6.4	1.6	0	西北西
19	0	7.0	0.4	0	西
20	0	6.6	1	0	西北西
21	0	6.6	0	0	静穏
22	0	6.2	0	0	静穏
23	0	4.9	0.7	0	静穏
24	0	4	0.8	0	西北西

表 6 気象データ (12 月 19 日)

時	降水量(mm)	気温(°C)	風速(m/s)	日照時間(h)	方位
1	0	-0.8	0.3	0	静穏
2	0	-0.2	0.5	0	西
3	0	0.5	0.5	0	南
4	0	0.7	0.7	0	南
5	0	1.2	0.8	0	北
6	0	3	4.9	0	西北西
7	0	3.2	6.7	0	西
8	0	3.1	2.5	0	西
9	0	3.9	3.2	0	西北西
10	0	3.8	4.7	0	西
11	0	4.1	6.4	0	西
12	0	4.6	7.7	0	西
13	0	4.3	7.3	0	西北西
14	0	4.2	6.8	0	西北西
15	0	2.8	2.8	0	西
16	0	2.9	4.7	0	西北西
17	0	2.4	2.2	0	西
18	0	2.3	3	0	西
19	0	2.1	2.8	0	西
20	0	1.4	4.6	0	西
21	0	0.7	2.6	0	北
22	0	0.7	3.7	0	北
23	0	-0.2	1.7	0	西北西
24	0	-1.8	0.6	0	南東

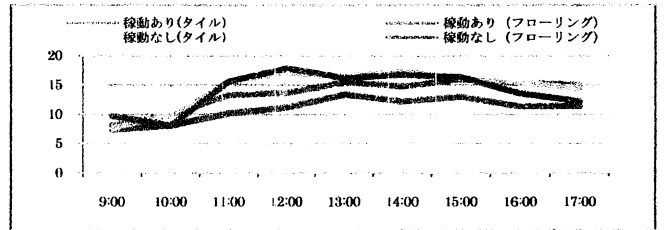


図 5 床温度の結果 (実験 3・4)

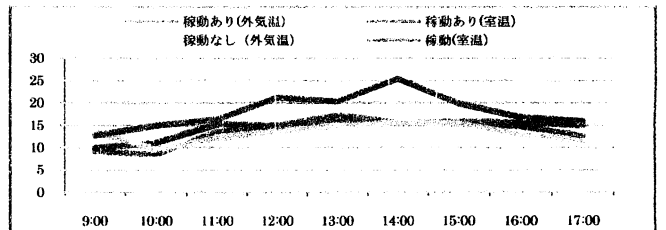


図 6 外気温・室温の変化 (実験 3・4)

5 まとめ

今回の実験結果では、日射の影響より、床暖房システムを稼動していなくても室温が高くなる結果になってしまった。また、床暖房システムが上手く稼動していても室温にはまったく影響がないことは残念な結果であった。しかし、気温が低くても日射さえあれば室温があがることは良い結果であったといえる。また、床暖房システムが室温に良い結果を生み出さなかったが、床温度が高くなっていることより、まだまだ開発は必要ではあるが、研究を重ねていくうちに良い結果を残せると考えられる。

これからの研究はさらに床暖房システムの改善が求められる。蓄熱しく蓄熱式床暖房システムの最低限の改善点としては、床暖房に使用する雨水の温度を今まで以上に上げるといことと、温められた温水の熱をいかに床に伝達させやすくすることができるのかということが、これからの研究に求められてくる。それらを改善させて、その他の改善点を見つけ出すことで今回の実験結果よりも、今回の室内の快適温度より良い結果を残せることを期待したい。

参考文献

1.市川尚紀他：～雨水で冷暖房する家～，日本建築学会学術講梗概集(中国)，2008.9