

太陽熱水蓄放熱床暖房システムにおける夏季の室内気候調整に関する研究  
~外気温が与える影響~

正会員 秋田 真範\*1  
同 須永 修通\*2  
同 成 哲俊\*3

水蓄熱体 蓄冷 実大実験住宅  
シミュレーション 快適時間率 外気温

1. はじめに

太陽熱水蓄放熱床暖房システムの冬季の暖房効果が非常に高いことがこれまでの研究で明らかになっているが、夏季の室内温熱環境については明らかになっていない。前報までに夜間冷気取り込み及び屋根流水を行ったときの室内温熱環境調整効果について報告した。本報では2001~2005年に行った実験、および様々な地域の気象条件でシミュレーションを行った結果をもとに、外気温が本システムに与える影響について検討した結果を示す。

2. 実験及びシミュレーション概要

実験に使用した建物は図1、図2に示すような太陽熱床暖房システムを持つ高断熱高気密の実大実験住宅である。この建物を使って2001~2005年の夏季にシステムの運転方法を変え13モードの実験を行った。表1に実験モードを示す。表1の「夜間冷気取り込み」とは、夜間外気を軒先から取り込み屋根ダクトで放射冷却や屋根流水により冷やした後、屋根ダクト、縦ダクト、床下ダクトを通して床下と室内に吹き出すモードである。換気回数は約3.0[回/h]である。「自然換気」とは、南側4面(合計約4.0m<sup>2</sup>)、北面4面(合計1.4m<sup>2</sup>)の窓を開放し、自然通風を行うものである。「屋根流水」とは、日没後、日中温まってしまった屋根を急激に冷やすためと、夜間冷気取り込み時に、より外気を冷却するために屋根に水を流すことである。流量は約24.0[l/min]である。「日中排気」とは、日中日射により熱くなった屋根を冷却するために、外気を軒先から取り込み、屋根を通し外に排気することである。

シミュレーションは次世代省エネルギー基準による~地域を参考に11地域について行った。換気方法は、18時から5時まで自然換気を行うものと、外気温が室温より低いときに自然換気を行う2通りである。

3. 室内温熱環境

実験時の室内温熱環境を調べるためPMVを算出した。算出条件を表2に示す。算出したPMVが-1.0から1.0の範囲に入る時間の全体の時間に対する割合を快適時間率とした。モード1~13の快適時間率と平均PMVを図3に示す。図3より自然状態の室内温熱環境に比べ、夜間冷気取り込みを行ったモード2~10では改善されている。また自然換気を行うとさらに良好になっている。

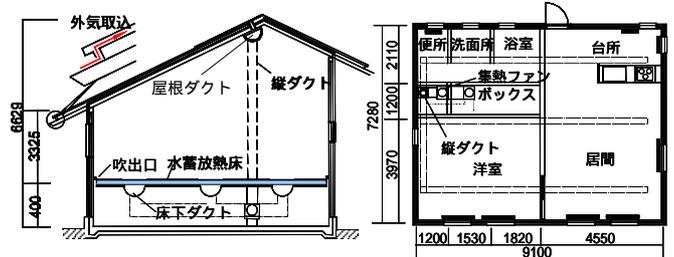


図1 実験住宅断面図

図2 実験住宅平面図

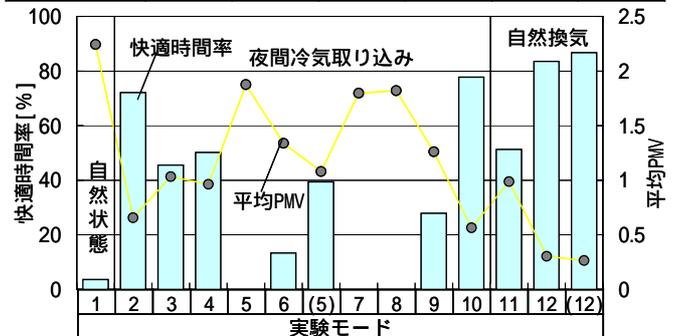
表1 実験モード

	夜間冷気取り込み	自然換気	屋根流水	日中排気	実験期間	
モード1	無し	無し	無し	無し	2001年 6/29~7/10	
モード2	屋根ダクト温度が26以下になってから翌朝5時まで		無し	無し	2003年 9/15~9/17	
モード3			夕方のみ		2003年 8/18~8/26	
モード4			夕方及び一晩中		2003年 8/27~9/14	
モード5			夕方のみ		2004年 7/19~7/31	
モード6			夕方及び一晩中		2005年 7/11~7/31	
モード7			無し		無し	2004年 8/1~8/21
モード8			一晩中		無し	2005年 8/1~8/4
モード9			夕方及び一晩中		5:00~18:00	2005年 8/11~8/18
モード10			無し		無し	2005年 8/29~9/7
モード11			無し		18:00~5:00	無し
モード12	無し		外気温<室温	無し	2005年 8/23~8/28 (台風時)	
モード13	無し		外気温>水蓄熱体温度	無し	2005年 9/8~9/14 (晴天日)	

日中排気の制御が曖昧になっており、行っている時と行っていない時がある。

表2 PMV算出条件

	室温	放射温	湿度	風速	着衣量	代謝量					
モード1	実測値	実測値	70[%]	0.1[m/s]	5:00~23:00	5:00~23:00					
モード2		=室温									
モード3		実測値									
モード4		=室温									
モード5~9		実測値					実測値	実測値	23:00~5:00	23:00~5:00	
モード10~13											実測値
シミュレーション		計算値					=室温	70[%]	計算値	0.8[clo]	0.8[met]



注) (5)は2005年に5は2004年に行った結果

図3 快適時間率と平均PMV(実験)

図4にシミュレーションを行った11地域の快適時間率と平均PMVを示す。札幌、盛岡ではPMVが-1.0を下回る時間が多く、快適時間率が低い値となった。夏季において寒い場合、窓を閉めることや着衣量を増やすことでさらに快適時間率を増加させることが可能と言える。

東京・名古屋・浜松のように平均外気温が27.5前後だと、平均PMVは1.0以上となり、快適時間率は30%程度となった。新潟・八王子・横浜のように平均外気温が26.5前後だと、平均PMVは1.0程度となり、快適時間率は50%程度となった。

#### 4. 外気温と室内温熱環境の関係

外気温が室内温熱環境に与える影響を調べるため、実験での外気温と室内温熱環境の関係を図5~7に示す。図6より、平均日最高外気温が室内温熱環境に与える影響は小さいことがわかる。これは、実験住宅が高断熱高气密であり、日中の外気温の影響が小さいからである。図7より、平均日最低外気温が室内温熱環境に与える影響が大きいことがわかる。これは、夜間の窓開放による室温低下と、水蓄熱体への蓄冷が原因だと考えられる。

図8~13にシミュレーションでの外気温と室内温熱環境の関係を示す。18時から5時まで自然換気を行ったもの(図8,10,12)と、外気温が室温より低いとき自然換気を行ったもの(図9,11,13)を比べると、後者の方が、PMVで0.1から0.3低い値となった。これは、夕方に高くなる室温を、自然換気により下げることができ、平均PMVが低くなったためと考えられる。図10,11より、平均日最高外気温が室内温熱環境に影響を与えていることがわかる。図6より実験では影響を与えていないのに対し、シミュレーションでは影響を与えている。これは、日中の換気回数をシミュレーションでは0.5としたが、実験ではほぼ0であったことが原因だと考えられる。平均最低外気温と平均PMVの相関が高いのは実験と同じである。

#### 5. まとめ

本システムを用いた夏季の室内温熱環境は、自然状態と比べ、夜間冷気取り込みを行うと改善され、自然換気を行うと更に良好となることがわかった。また、室内温熱環境は日最低外気温の影響を強く受けることが明らかとなった。

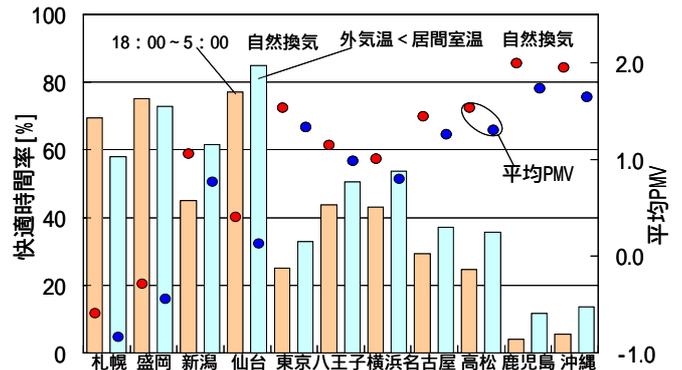


図4 快適時間率と平均PMV(シミュレーション)

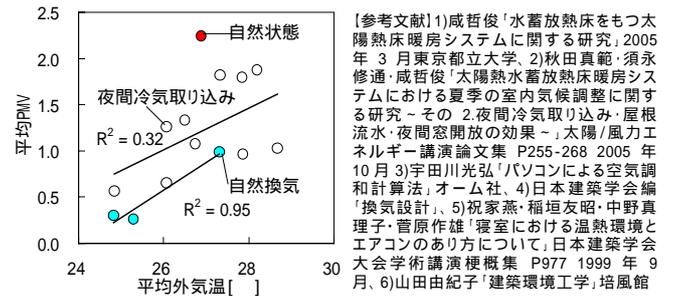


図5 平均外気温の影響

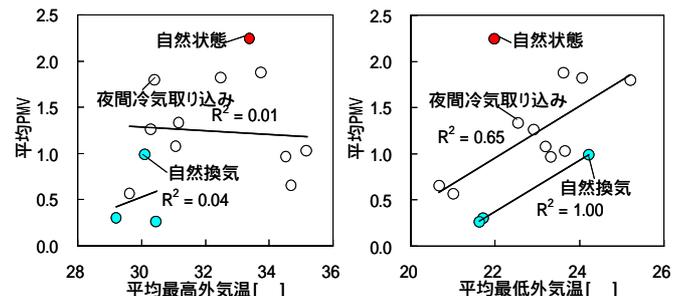


図6 平均日最高外気温の影響

図7 平均日最低外気温の影響

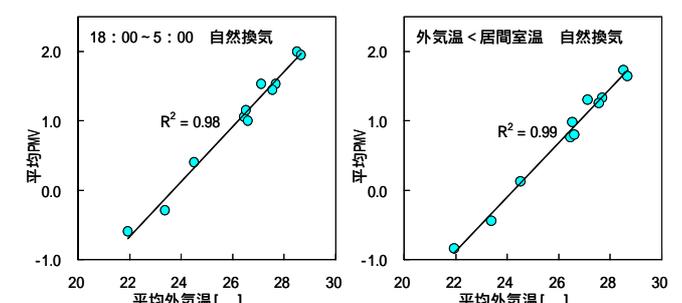


図8 平均外気温の影響

図9 平均外気温の影響

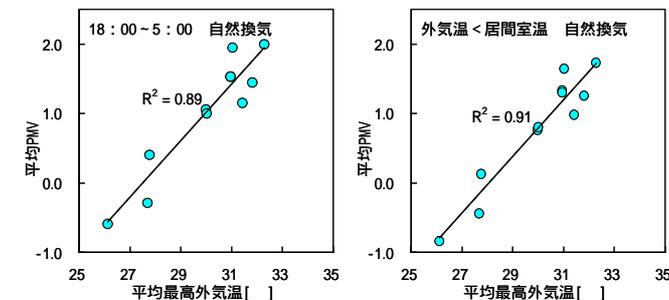


図10 平均日最高外気温の影響

図11 平均日最高外気温の影響

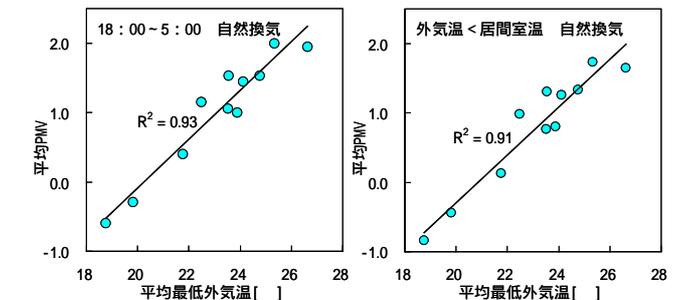


図12 平均日最低外気温の影響

図13 平均日最低外気温の影響

\*1 株式会社大林組(当時 東京都立大学大学院工学研究科建築学専攻 修士課程)  
 \*2 首都大学東京大学院 都市環境科学研究所 建築学専攻 准教授・博士(工学)  
 \*3 ベターリビング 博士(工学)

Obayashi corporation(Graduate student, Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Tokyo Metropolitan Univ.)  
 Assoc. Prof., Dept. of Arch. and Bld. Eng., Grad. Sch. of Urban Env. Sci, Tokyo Metropolitan University, Dr. Eng.  
 Center for Better Living, Dr Eng