

山陰地方の坪庭を中心とした町家空間における 夏期温熱環境に関する研究 —温度と気流の変動について—

浅井 秀子

Hideko ASAI :

The Effect of Small Gardens on Reducing Summer Heat within In-home Stores in the San-in Area

坪庭空間と連結している屋内空間の温熱環境を把握するために、温度と気流の変動に焦点を絞り、観測を行った結果を報告する。坪庭内の気流の変化は、上空を強い北風が吹いた時、その風圧によって、床下内の冷気が坪庭下層に吸い出され、庇の下部で空気のかくはん現象が起これと推測される。そして発生した冷気が、風下側に吹き込むと考えられるが、風上側との温度差がそれ程大きくないことから、坪庭に発生した冷気を含まない風か、室内に吹き込むまでに温度が上昇してしまっただと考えられる。

キーワード：環境共生型住空間 伝統的建造物 温熱環境 蒸暑緩和効果 気流のゆらぎ

1. 研究概要

筆者らは、既に前報^{1)~4)}において、山陰の地方都市における町家空間を対象として、小戸外空間と室内との幾何学的状況を測量調査するとともに、夏期において、室内から小戸外空間に至る一連の空間の温熱環境について報告している。それらによれば、町家空間におけるトオリニワの土間空間と小さな坪庭の存在が、夏に比較的涼しいと感じる理由の一つとして挙げられる。その他には視覚的な開放感等の居住者による人為的効果が考えられることも明らかになっている。

本報では、この結果を踏まえて、観測方法や観測点の検討を行うと共に、坪庭的な空間と連結している屋内空間の温熱環境を把握するために、温度と風の変動に焦点を絞り、観測を行った結果を報告する。

2. 坪庭的な空間と屋内空間の温熱環境

前報^{1)~4)}において、夏期の蒸暑緩和効果における坪庭的な小外部空間は、日射が当たりにくく、地面の表面温度も低いことそしてほぼ一日中冷えた空気が停留していること等が推測された。この坪庭的空間における冷えた空気が直接室内温度を下げる効果があるか否かについて明らかにするため、温度の実測調査を実施した。

2.1 観測方法

2003年8月22日から8月25日までの4日間に、A邸(桑田醤油醸造店)坪庭A4・中庭A7・基準点S₀(外部駐車場)の地点に、温湿度センサー(タバイESPEC:RS10/11)を組み込んだ5重通気式の温湿度測定装置(鳥根大学製作)を設置し、10分間隔で温度と相対湿度を測定・記録した。また「いま」

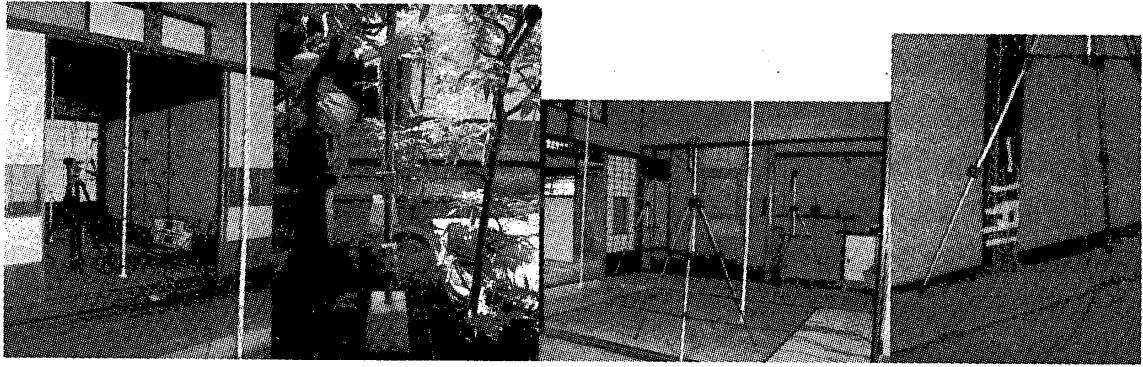
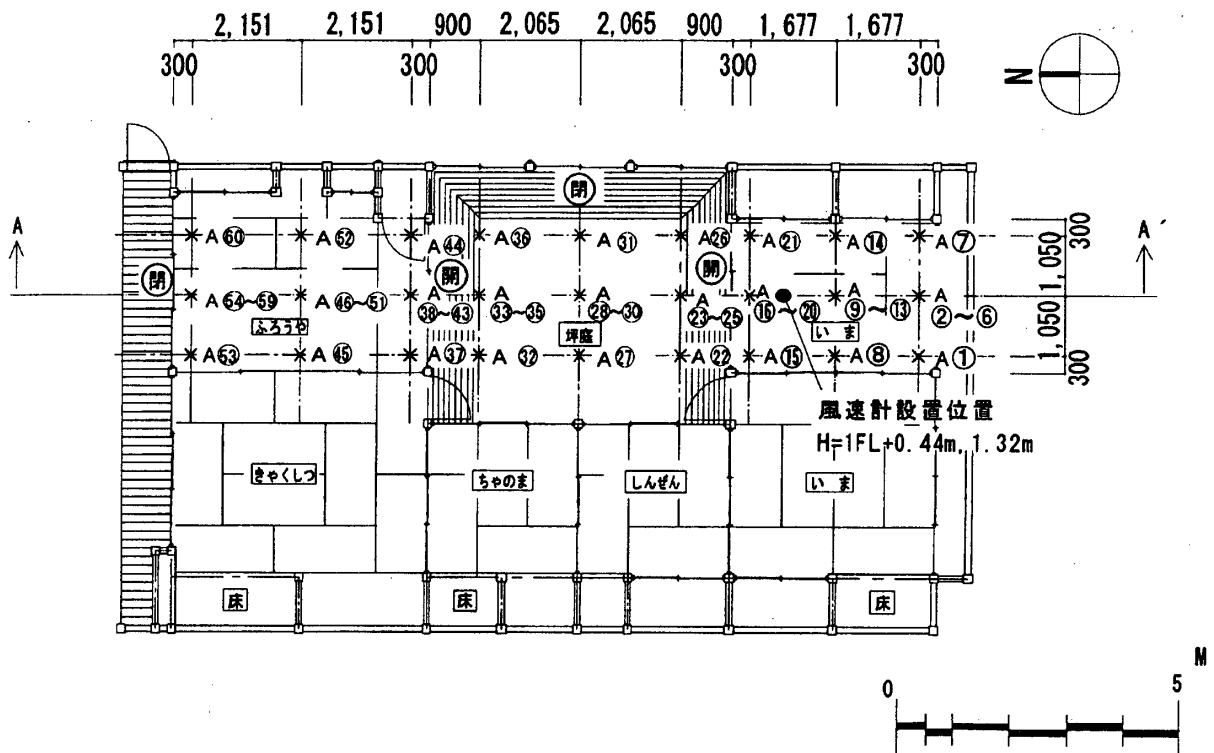
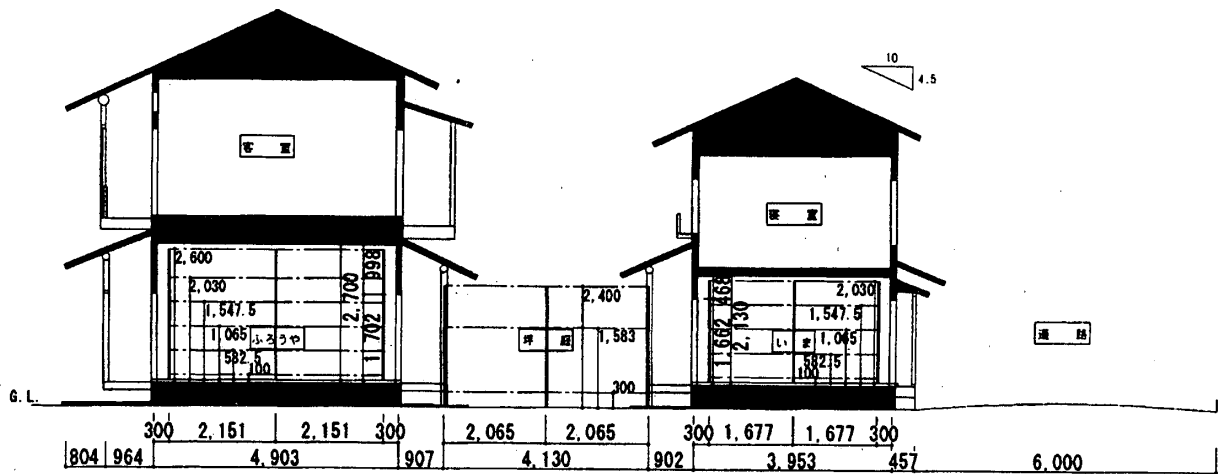


写真1. A邸における観測機器設置状況



(a) 部分平面図



(b) 部分断面図

図1. A邸における観測点の概要

と記す場所に、熱電対（設置高：H=0.1m・0.5825m・1.065m・1.5475m・2.03m）を21箇所設置、「坪庭」と記す場所に、熱電対（設置高：H=0.3m・1.583m・2.4m）を15箇所設置、「ふろうや」と記す場所に、熱電対（設置高：H=0.1m・0.5825m・1.065m・1.5475m・2.03m・2.6m）を24箇所設置し、記録はハイブリッドレコーダ（横河電機：DR232）を用いて、1秒間隔に測定・記録した。また3次元超音波風速計（KAIJO：DA600，設置高：H=0.44m・1.32m）を設置し、記録はデータロガー（KEYENCE：NR1000）を用いて100ms毎に行った。更に2003年7月26日から10月8日までの75日間に、いまの床下に、温湿度センサー（タバイESPEC：RS10/11）を設置し、10分間隔で温度と相対湿度を測定・記録した。各部屋間の建具の開閉状況は表1のとおりで、時間帯は午前8時30分から午後18時までとした。

表1. 各室間の建具の開閉状況

	8/22	8/23	8/24	8/25
いま～坪庭	開	開	開	開
坪庭～座敷	閉	閉	開	閉
座敷～中庭	開	開	閉	開
坪庭～畳廊下	閉	閉	閉	閉

2.2 観測期間内の気象状況

図2のアメダス倉吉によれば、観測期間中の天候は安定していて、降水はほとんどみられないが、24日の15時から18時にかけて最高11mmの降水が観測された。日中の気温は28℃以上を示し、最高気温は31.5℃であった。風向は、昼間は北よりの海風が3 m/s以上で、23日と25日には7 m/s吹き、夜間は南よりの山風が3～4 m/sで吹いていた。

2.3 観測結果

図3よりA邸における外部空間と床下の気温の経時変化をみると、基準点S₀と比較して、坪庭A4の気温が常に低く、特に温度差の顕著な8月24日にお

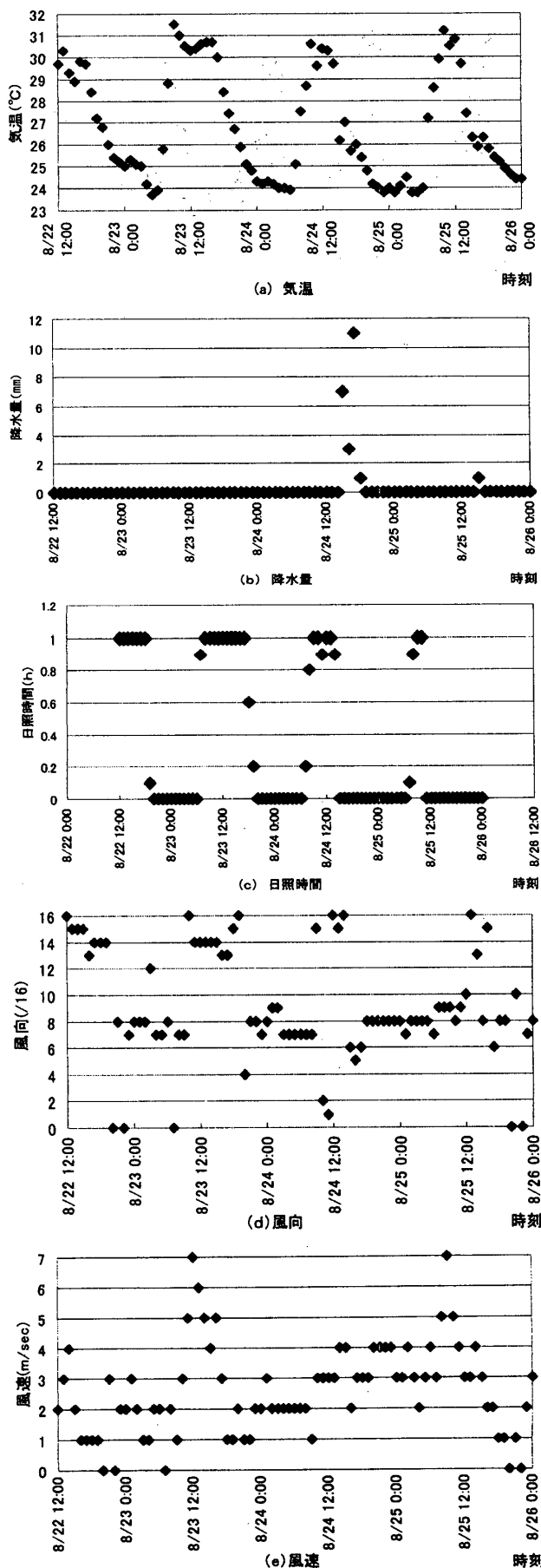


図2. アメダス倉吉による気象状況

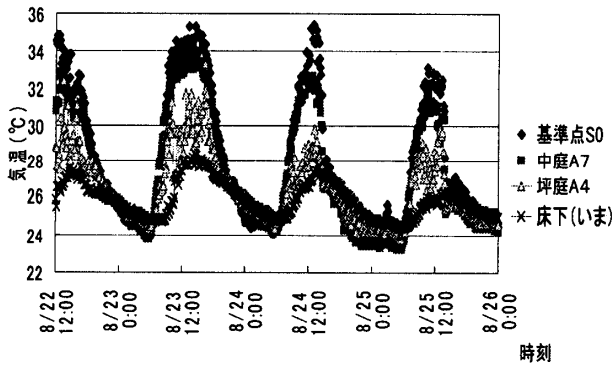


図3. 外部空間と床下の気温の経時変化

いては約7℃低いことが明らかになった。また床下においても同様な結果が見られており、特に温度差の顕著な同日においては約9℃低いことが明らかになった。今回の観測結果によれば、8月の1カ月間における床下の気温は、最高気温28.5℃、最低気温21.6℃、月平均気温24.6℃と低い。これらのことより坪庭の気温が低いのは、この開放的な床下空間に滞留する冷えた空気が、坪庭に滞留しているためと推測できる。

次に坪庭空間における冷えた空気が、直接室内温

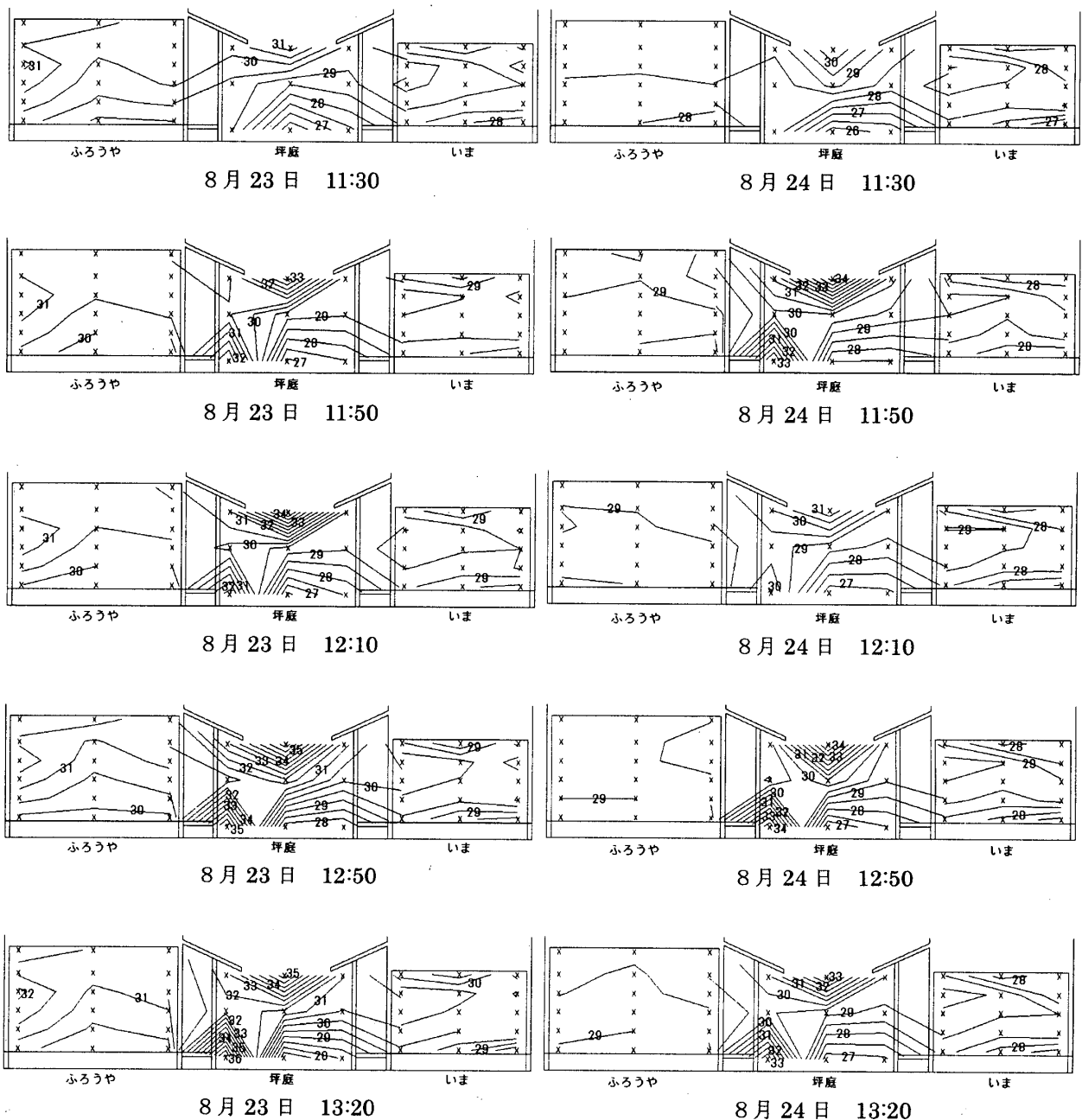


図4. A-A'断面の各測点における気温の経時変化 (2003. 8. 23, 2003. 8. 24)

山陰地方の坪庭を中心とした町家空間における夏期温熱環境に関する研究

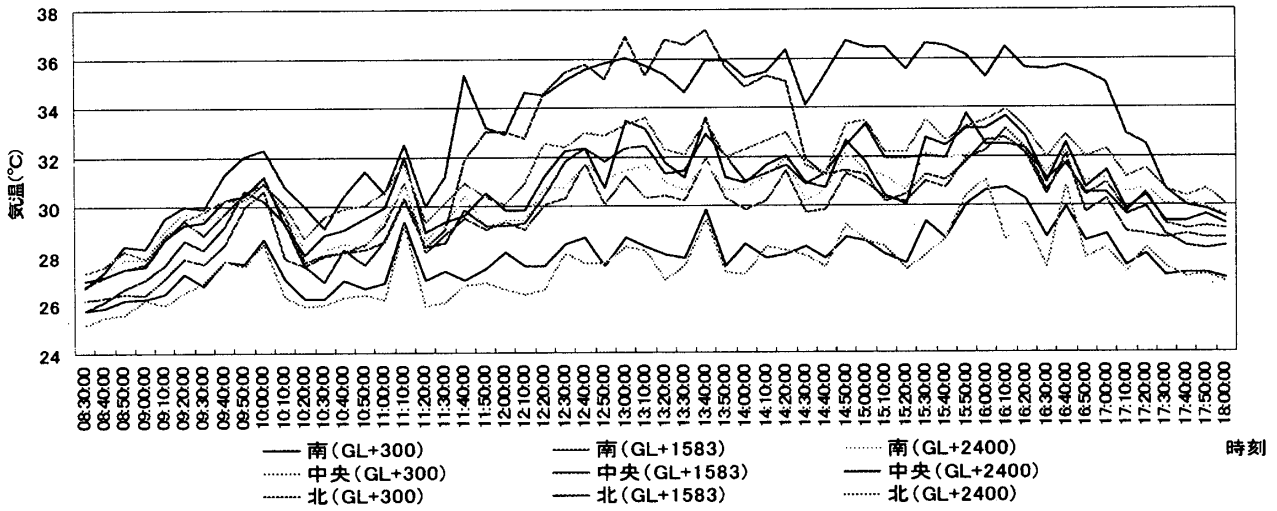


図5. 坪庭A-A'断面の各測点における気温の経時変化 (2003. 8. 23)

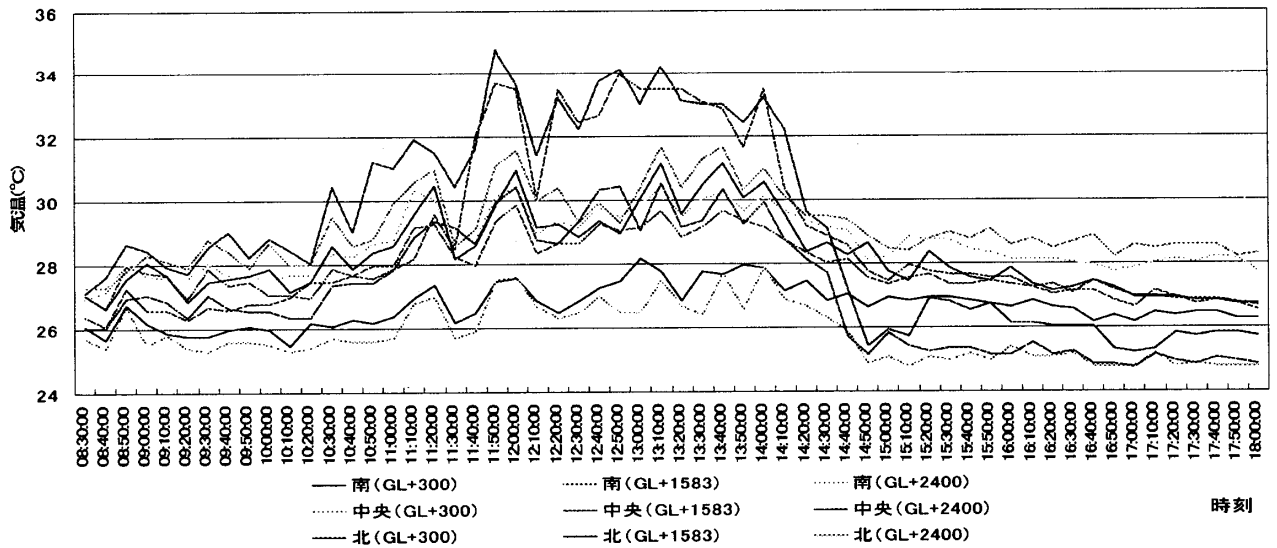


図6. 坪庭A-A'断面の各測点における気温の経時変化 (2003. 8. 24)

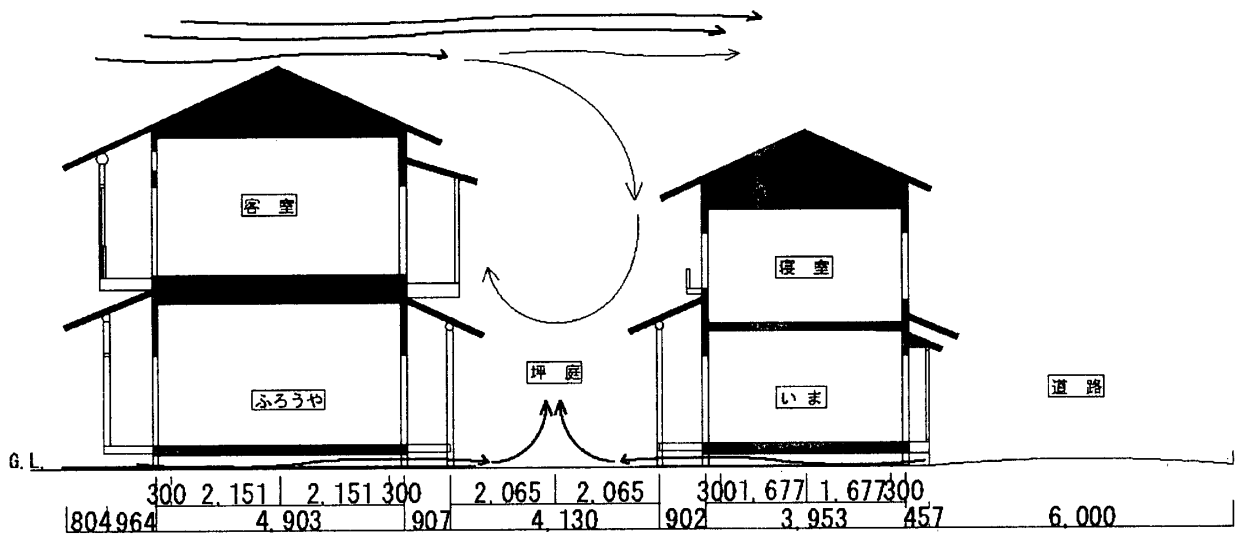


図7. 坪庭内の気流変化のイメージ図

度を下げる効果があるか否かについて明らかにするために、熱電対の高さを変えて観測した結果を検討する。図4は8月23日と24日両日の同時間における高さ方向の気温の経時変化を等高線であらわしたものである。これは変化の顕著な時間帯を示したものである。坪庭に対する開口部の開閉状況は、23日は「いま」の1方向に対してのみ開放していて、24日は「いま」と「ふろうや」の2方向に対して開放している。図2のアメダス倉吉によると、23日の日中は約3 m/s以上の北西の風が吹いており、12時に7 m/s、13時に6 m/sの風が吹いている。24日の日中には約3 m/s程度の北よりの風が吹き続けている。23日の「いま」の気温の変化をみると、1日のいずれの時間をとっても、床下から積層された冷気が入口付近に漂っていて、「ふろうや」との温度差は2℃であることがわかる。次に24日の「いま」の気温の変化をみると、23日同様に1日のいずれの時間をとっても、床下から積層された冷気が入口付近に漂っている。「ふろうや」の気温の変化をみると、24日の室内の気温は23日より1℃低いことがわかる。そのため「いま」と「ふろうや」の温度差は1℃であることがわかる。坪庭と周辺の室内温度との関連は、風速に影響されていて、北あるいは北西の強い風が吹いた23日12時と13時には、風下にあたる「いま」では入口から奥まで一様な温度を示している。しかし24日は同様な北よりの風が吹いていたが3 m/s程度の微風であったことに加えて、開口部の開閉状況により、風上である「ふろうや」と風下である「いま」との気温の差がほとんど見られなかった。

図4によれば、坪庭内の各測点では、気温の急激な変化を繰り返していて、特に顕著な変化を見せているのは、北 (GL+300) のポイントであり、最大5℃程度の差を生じることが確認できた。北 (GL+300) のポイントの気温が急激に下がった直後に、中央 (GL+300) や南 (GL+300) の気温が2℃程度上昇している。図7に坪庭内の気流の変化のイメージ図を示す。これらの現象は、坪庭上空を強い

北風よりの風が吹いた時、その一部の風が坪庭内に巻き込まれるように動き、庇に当たって巻き上げられ、その際の風圧によって、床下内の冷気が坪庭下層に吸い出され、庇の下部で空気のかくはん現象が起こったものと推測される。そしてその坪庭内で発生した冷気が、風下側の「いま」に流れ込んでいると考えられるが、風上側の「ふろうや」との温度差が2℃程度とそれ程大きくないことから、いまに吹き込んだ空気は、坪庭に発生した冷気を含まない風か、あるいは室内に吹き込むまでに温度が上昇してしまったと考えられる。

5. ま と め

A邸における外部空間と床下の気温の経時変化をみると、基準点S₀と比較して、坪庭A4と床下の気温が常に低く、特に温度差の顕著な8月24日においては、坪庭で約7℃・床下で約9℃低いことが明らかになった。坪庭の気温が低いのは、この開放的な床下空間に滞留する冷えた空気が、坪庭に滞留しているためと考える。

次に坪庭空間における冷えた空気が、直接室内温度を下げる効果があるか否かについて明らかにするために、観測した結果について検討する。23日の「いま」の気温の変化をみると、1日のいずれの時間をとっても、床下から積層された冷気が入口付近に漂っていて、「ふろうや」との温度差は2℃である。次に24日の「いま」の気温の変化をみると、23日同様な結果を示した。しかし「ふろうや」の気温の変化をみると、24日の室内の気温は23日より1℃低い。そのため「いま」と「ふろうや」の温度差は1℃であることがわかる。坪庭と周辺の室内温度との関連は、風向と風速に影響されていて、北西の強い風が吹いた23日12時と13時には、風下にあたる「いま」では入口から奥まで一様な温度を示している。しかし24日は同様な北よりの風が吹いていたが3 m/s程度の微風であったことに加えて、開口部の開閉状況により、風上である「ふろうや」と風下で

ある「いま」との気温の差がほとんど見られなかった。さらに坪庭内の気流の変化は、坪庭上空を強い北風よりの風が吹いた時、その一部の風が坪庭内に巻き込まれるように動き、庇に当たって巻き上げられ、その際の風圧によって、床下内の冷気が坪庭下層に吸い出され、庇の下部で空気のかくはん現象が起こったものと推測される。そしてその坪庭内で発生した冷気が、風下側の「いま」に流れ込んでいると考えられるが、風上側の「ふろうや」との温度差が2℃程度とそれ程大きくないことから、いまに吹き込んだ空気は、坪庭に発生した冷気を含まない風か、あるいは室内に吹き込むまでに温度が上昇してしまったと考えられる。

よって今後はこの結果を基に、さらに詳細に分析を行い、気流のゆらぎの周期性等を検討していく予定である。そしてさらにトオリニワと室内の間で生じるとされる気流のゆらぎや、土間の蓄熱による冷ふく射の効果に焦点を絞り、観測を続ける予定である。

謝辞：本研究の観測のために住居を快く提供して頂いた桑田醤油醸造さんには大変お世話になった。島根大学総合理工学研究科 中野真太さん、島根大学総合理工学部材料プロセス工学科4年生 飯橋恵一さんには、観測測定に関して大変お世話になった。

また本研究の一部は、「平成15年度鳥取県環境学術研究助成金」の交付によりまとめられたものであり、記して感謝を申し上げる。

参考文献

- 1) 浅井・平松・黒谷：住居及びその周辺の小戸外空間が有する環境工学的意味に関する研究，建・中国支部研第25巻，pp 521-524，2002. 3
- 2) 浅井・平松・黒谷：住居及びその周辺の小戸外空間が有する環境工学的意味に関する研究その2，日本建築学会大会学術講演梗概集D-2〈環境工学II〉，pp 53-54 2002. 8
- 3) 浅井・平松・黒谷：住居及びその周辺の小戸外空間が有する環境工学的意味に関する研究その3，建・中国支部研第26巻，pp 485-488，2003. 3
- 4) 浅井・黒谷：住居及びその周辺の小戸外空間が有する環境工学的意味に関する研究その4，日本建築学会大会学術講演梗概集D-2〈環境工学II〉，pp 217-218 2003. 9
- 5) 浅井・黒谷：住居及びその周辺の小戸外空間が有する環境工学的意味に関する研究その5 坪庭を中心とした夏期の温熱環境，建・中国支部研第27巻，pp 497-500，2004. 3