

室内環境計測による戸建住宅の 温室設置効果の分析

岡山晃土 (高松建設)

本村隆雄 (ミサワホーム中国)

中園真人 (感性デザイン工学科)

岩本慎二 (感性デザイン工学科)

岩田真次 (グリーンデザインオフィス)

Study on Effect of Attached with Greenhouse for Detached House by Measurement of Indoor Thermal Environment

Akido OKAYAMA(Takamatsu Corporation)

Takao MOTOMURA(Misawa Homes Chugoku Corporation)

Mahito NAKAZONO(Dept. of Kansei Design & Engineering)

Sinji IWAMOTO(Dept. of Kansei Design & Engineering)

Shinji IWATA(Green Design Office)

The purpose of this study is to clear it that hot air of greenhouse affects the next rooms by daytime and cool air affects them by nighttime in winter and measures of rising in greenhouse temperature in summer, to measure thermal environment in greenhouse and the next rooms. In winter, the next rooms temperature of the greenhouse rise, opening door and jalousie of the greenhouse by daytime, and it set off drop of the next rooms temperature at nighttime. In summer, greenhouse temperature is lower than atmospheric temperature, opening the jalousie and it that the sunshine is obscured by blind inside the greenhouse and planting outside the greenhouse with morning glories at the same time.

*Key Words: Attached with Greenhouse, Indoor Thermal Environment, Detached House,
Measurement of temperature*

1 . 序論

四季折々に変換の激しい我が国の気象条件を考え、望ましい住宅の前提として、夏期の多湿高温と冬期の低温乾燥の気候に対して良好な居住性を有することが望まれる。特に冬期においては、室内の温度分布の変動や室間の温度差もあり居住者、特に高齢者に及ぼす影響は大きい。一般に、西日本地域の住宅は、夏期の条件を主に考慮して設計されてい

るので、冬期の条件に対しては住宅が有する断熱・気密・保温性能は十分ではない。従って冬期には暖房設備を使用しているが、住宅の温熱性能が十分ではないため暖房効率は悪い。これらの暖房効果の改善策の一つとして、増築工事が比較的容易かつ安価で、良好な視界と植栽などにより潤いのある半戸外空間を確保できる付設温室が考えられる。しかしながら、温室を付設することにより冬期における昼間

での採暖効果は見込まれるものの、夜間での室温低下と夏期における室温上昇が問題点としてあげられる。

そこで本研究では冬期・夏期において温室及び周辺室内の環境計測調査を行い、冬期における温室及び周辺室内への採暖効果と夏期における遮熱対策の有効性を明らかにすることを目的とする。具体的には温室が付設された実験住宅を対象として、冬期においては温室と温室に隣接する1階寝室及び2階ホールの室内温度を、建具を閉鎖・開放した状態で測定し、昼間の暖気が確保できるか、また夜間の温室内の室温低下により周辺室内にどれほど影響を与えるかを調査し、有効的な利用方法について検討する。夏期においては、温室に備え付けられた室内ブラインド、通風のためのジャロジーと開閉式天井窓及び散水設備を利用した場合、また温室外面に蔦系植物を植生した場合の温室内部温度を測定し、これらの遮熱対策効果を比較し、温室の室温上昇を防ぐにはどのような方法が有効であるかを検討する。

2. 計測条件と計測パターンの設定

(1) 実験住宅概要

実験住宅外観を写真 - 1 に、断面図を図 - 1 に示す。実験住宅は山口県宇部市宇部興産(株)中央病院敷地内にあり、ほぼ真南に面した外断熱鉄筋コンクリート造二階建、延床面積246.6㎡(室容積約590m³)である。温室の床面積は15.8㎡(室容積約80m³)、6.8mmの単板ガラスで、付属設備として温室の南面(屋外側)・北面(2階ホール側、1階は鉄筋コンクリート打放し)と両袖部分には開閉式電動ジャロジー、天井には2つの開閉式電動窓及び室内ブラインドが備え付けられている。また温室と1階寝室とは木製建具(片引戸)で仕切られており、玄関吹き抜けのジャロジーは電動式で開閉可能となっている。断熱は外壁硬質ウレタンフォーム40mm(開口部は5mm・6mm・3mmペアガラス)、屋根発砲ウレタンフォーム40mm、床は1階土間コンクリート230



写真 - 1 実験住宅外観

mm、2階鉄筋コンクリート換算厚150mmにフローリング置床仕様である。

(2) 計測パターンと計測方法

冬期・夏期における計測パターンを表 - 1 に示す。冬期の調査は、1階寝室と温室の間を仕切っている木製のドア、2階ホールと付設温室の間を仕切っている電動開閉式のジャロジーを昼間に一時開放(11時~17時)した場合と終日閉鎖した場合について計測を行う。ドアとジャロジーを一時開放する場合と終日閉鎖する場合を比較することで、昼間と夜間における、温室から周辺室内に与える影響を調査し、温室の採暖効果の有効性について検討する。

夏期は、温室のジャロジー・ブラインド・天井窓・散水、またアサガオを利用して日射の遮熱対策を行い、これらの要素を組み合わせることでいくつかのパターンに分けて計測調査を行う。得られた結果よりこれら対策の有効性を比較し、温室内の温度上昇を防ぐにはどのような方法が有効であるかを検討する。

計測方法は室内を自然室温の状態にして、温湿度計、データロガーとパソコンにより自動計測した。各計測箇所について、計測点は(図 - 1) 測点1(床上20cm)、測点2(床上120cm)及び測点3(天井

表 - 1 計測パターン

冬期		計測条件			
Case					
B1		寝室ドア閉鎖			
B2		寝室ドア一時開放(11時~17時)			
H1		温室ジャロジー閉鎖			
H2		温室ジャロジー一時開放(11時~17時)			
夏期		計測条件			
Case		ジャロ	ブライ	アサガ	その他
		ジー	ンド	オ	
S1		-	-	-	
S2		○	-	-	
S3		○	○	-	
S4		○	○	-	天井窓一時開放(11時~17時)
S5		○	○	-	散水(11時~17時)
S6		○	-	○	
S7		○	○	○	

注) ○: ジャロジー開放・ブラインド遮蔽・アサガオ植生

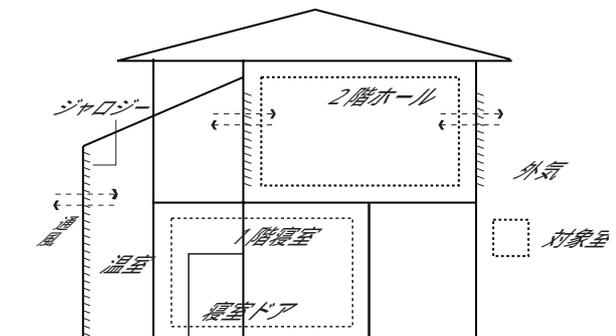


図 - 1 実験住宅断面図

面下20cm)の3点とした。但し、温室の測点3は床上400cm(2階ホール床上110cm)とした。計測のインターバルは10分間隔とし、温室・寝室・2階ホールと外気については2階バルコニー北側の軒下の温度、湿度を1点で計測し、各10点計測とした。なお調査期間は、冬期は1998年3月3日~14日、夏期は1998年7月29日~8月18日である。

3. 冬期計測結果

(1) 計測期間中の気象条件

冬期計測期間中の気象条件を図-2に示す。外気の温度・湿度は計測調査で、全天日射量は下関気象台で観測されたデータを使用した。3月の調査であるため気温は厳冬期ほど低くはない。そこで最低気温が低い計測日から分析対象日を選定した(H1・H2, B1・B2)。4日とも平均気温は5~10で、最低気温は0~2と低い。また全天日射量は80MJ/m²前後

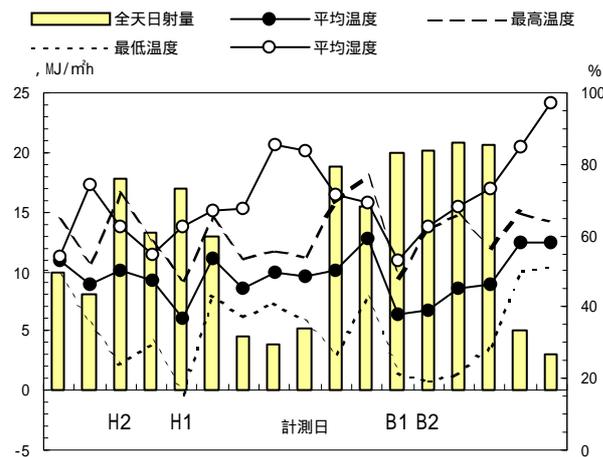
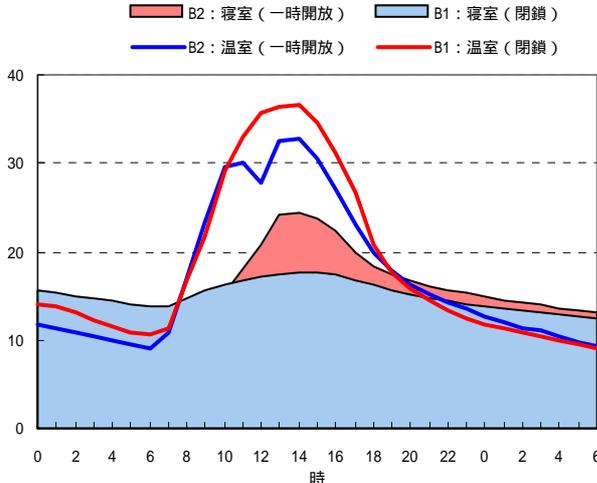


図-2 冬期計測期間中の気象条件

寝室



と比較的多い日である。

(2) 付設温室による採暖効果

温室より寝室・2階ホールに得られる暖気が建具の開閉によりどの程度影響するかを明らかにするため、寝室は温室とのドア、2階ホールはジャロジー(屋内側)を一時開放(11~17時)した場合と終日閉鎖した場合の温度変動の差を比較する。分析対象日は前述した気温が低い条件で、また温室内の温度変動が類似している日を選定した。室温(3測点の平均温度)変動をそれぞれ図-3に示す。

寝室の計測日では、温室の室温はドアを開放する11時から温度差が広がり5以上の差が生じるものの、両日とも30以上に上昇し、夜間でも10以上確保されている。一方、寝室の室温は寝室ドアを開放する11時以前の温度差は約1度で室温の変動は類似しているが、寝室ドアを開放すると(B2)温室の暖気が寝室に流入し、寝室ドアを閉鎖した場合(B1)よりも昼間で約4~7程度高まる。ドアを閉鎖した17時以降、室温は低下してゆくものの、昼間に流入した暖気によって終日閉鎖した場合よりも室温は高く確保されている。

2階ホールの計測日では、温室の室温は4~7時で10を下回るが、11~15時で30以上に上昇し、夜間でも10以上確保されている。14~20時まで両計測日に2~5程度の温度差は生じるが、室温変動は類似している。一方、2階ホールの室温は、ジャロジーを開放する11時以前の温度差は約1度で、室温の変動は類似しているが、ジャロジーを開放すると(H2)温室の暖気が2階ホールに流入し、ジャロジーを閉鎖した場合(H1)よりも昼間で約4~7程度高まる。17時にジャロジーを閉鎖した後も室温は高く、

2階ホール

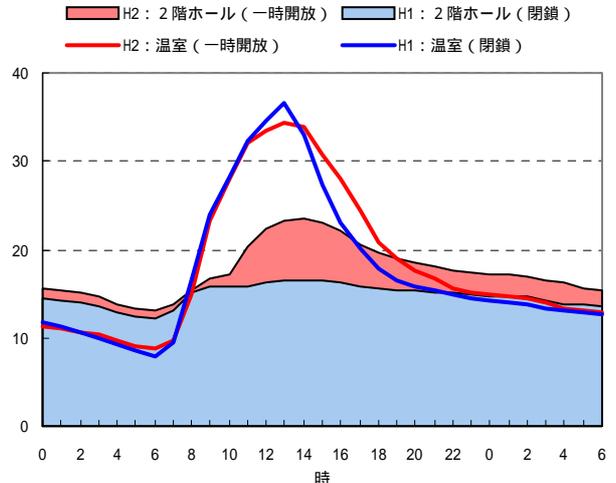


図-3 温室と寝室・2階ホールの室温変動

翌日6時まで15 以上を確保している。

(3) 厳冬期における温室の採暖効果の推定

冬期における調査は3月であるため気温は厳冬期ほど低くない。そこで厳冬期における温室の採暖効果を推定するため、温室室温を推計する。まず、1時間毎の温室の室温を被説明変数とし、外気温度・全天日射量を説明変数とした重回帰分析を行った。回帰式を以下に示す。

$$\begin{aligned} \text{温室室温} &= 8.040 \times \text{全天日射量} \\ &+ 0.198 \times \text{外気温度} \\ &+ 11.073 \quad (R^2 = 0.94397) \end{aligned}$$

次に1998年12月～1999年3月までの外気温度・全天日射量を得られた回帰式に代入し、4ヶ月間の温室室温を求めた。最も気温が低い1月の温室室温の推計結果を図-4に、温室の最高温度と全天日射量・外気温度の月別平均値と1ヶ月間に温室の最高温度が20 以上となる日数を表-2に示す。平均外気温度が6.7 と最も低い1月においても温室の最高温度が20 以上の日数は19日で、12月～3月の4ヶ月間で20 以上の日数は95日、全日数の約8割に及ぶ。このことから瀬戸内地域の冬期においても太陽エネルギーを使った温室を有効的に利用することで住宅内の熱環境を快適にすることが可能で、暖房設備を利用する場合でも、消費するエネルギーを減少することが可能と推定される。

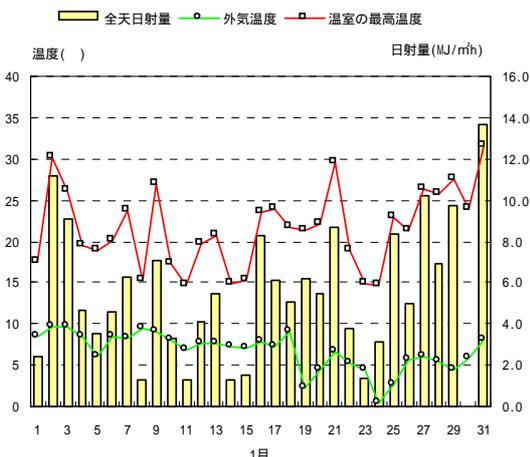


図-4 温室室温の推計結果

表-2 推計温室室温と全天日射量・外気温度の平均値

月	日射量 MJ/mh	外気温度	温室の最高 温度	20 以上の 日数
12	6.3	9.7	23.4	22
1	5.6	6.7	21.6	19
2	9.3	8.8	26.5	22
3	13.7	10.6	31.7	29

4. 夏期計測結果

(1) 計測期間中の気象条件

夏期計測期間中の気象条件を図-5に示す。冬期計測と同様に外気の温度・湿度は計測調査で、全天日射量は下関気象台で観測されたデータである。計測期間中の平均気温は27～32、最高気温は29～35、最低気温は24～29と安定している。これより分析対象日(S1～S7)を選定した。

(2) 温室の遮熱対策

計測調査から得られた結果より、日常生活で体感する温度として測点2(床上120cm)を対象として、この温度と外気温度の差を室内外温度差とし、これを基準としてジャロジー、ブラインド、温室天井窓、散水、アサガオそれぞれの遮熱対策の有効性を検討する。6ケースの室内外温度差を図-6に示す。

Case-S1: ジャロジーを閉鎖した場合(温室ジャロジー・玄関吹き抜けジャロジーを閉鎖) 10～15時の室内外温度差は10 以上に上昇し、18時以降も3

以下に低下しないが、Case-S2: ジャロジーを開放した場合(温室ジャロジー・玄関吹き抜けジャロジーを開放)では、室内外温度差は10～15時まで5 以上に上昇するものの、18時以降は2 程度の差に抑えられる。ジャロジーを開放した場合は、ジャロジーを閉鎖した場合よりも、昼間であると室内外温度差は5 程度に低下し、温室ジャロジーを開放して通風を確保し温室の換気を行うだけでも温室内に熱がこもらず、室内の温度が上昇するのを防いでいることがわかる。

Case-S3: ジャロジーを開放しさらに温室室内にブラインド遮蔽をした場合、室内外温度差は終日2 以下に抑えられ、翌日0時以降の温度差では1 以下で室外温度と同じ程度まで低下する。ブラインド遮

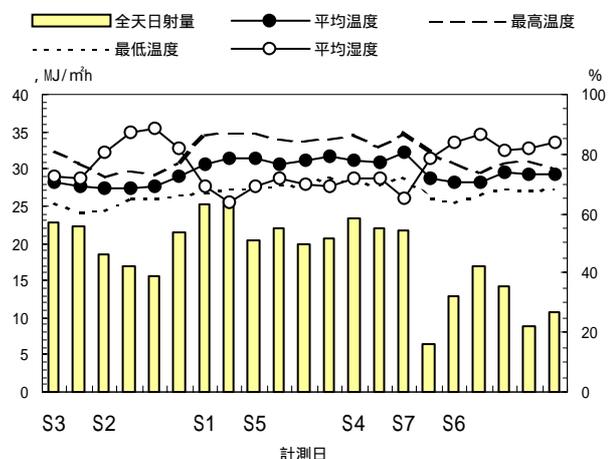


図-5 夏期計測期間中の気象条件

蔽をしていない場合 (Case-S2) よりも、温室の室内
外温度差は昼間で約4~8 低下し、ブラインド遮蔽
は直射日光を遮る昼間で遮熱効果大きい。

Case-S6: 温室外面にアサガオを植生した場合、12
~13時で室内外温度差が若干上昇するものの終日2
以下に抑えられる。Case-S2と比較すると、室内
外温度差は昼間で約4~7 低く、朝方と夜間は1

以下に低下し、アサガオ植生はブラインド遮蔽と同
じ程度の効果が得られることがわかる。

Case-S4: ジャロジー開放と室内ブラインド遮蔽を
併用し、さらに温室の天井窓を一時開放 (11~17時)
した場合、14時までCase-S3と同じ程度の室内外温
度差で効果はみられないが、15時からCase-S3より
約1 低下し、天井窓を閉鎖した17時以降も20時ま

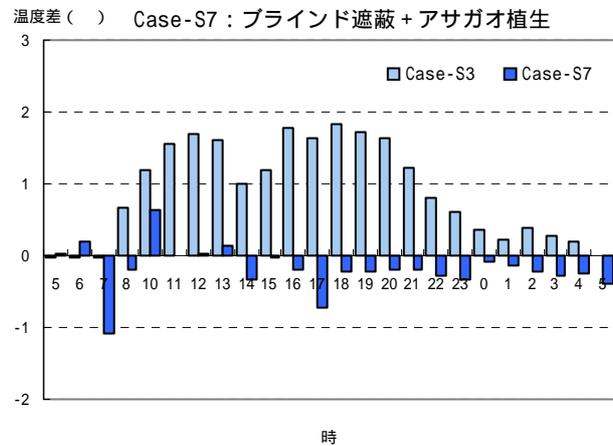
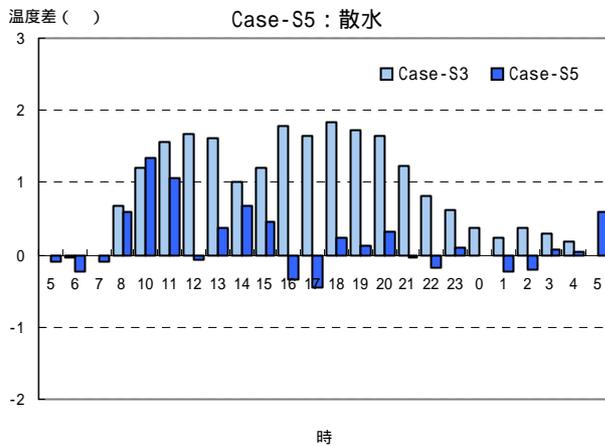
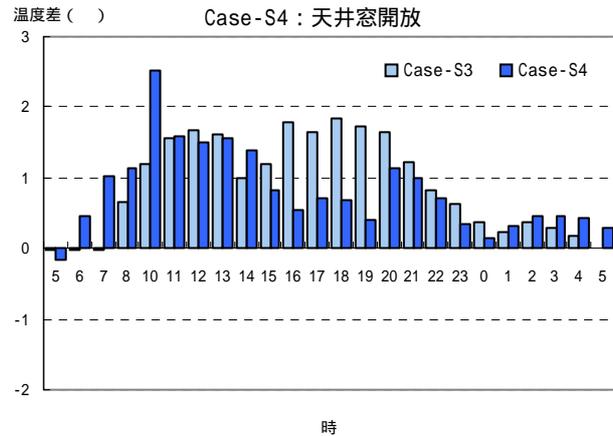
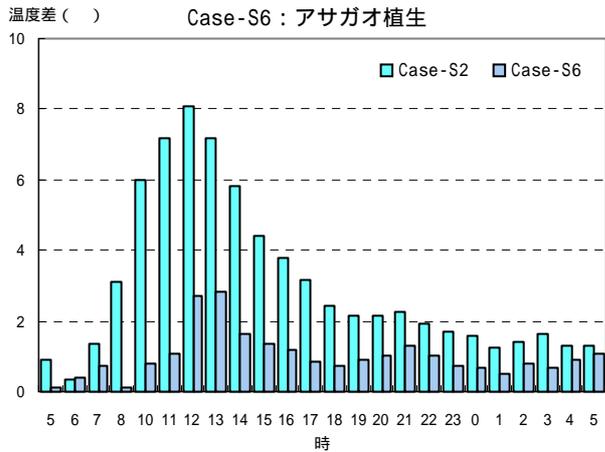
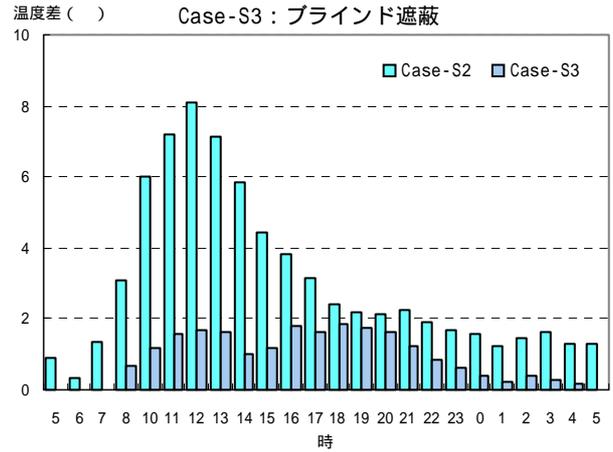
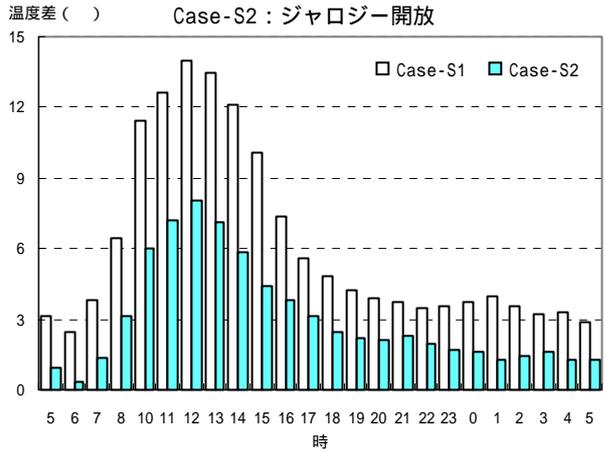


図 - 6 室内外温度差

でその効果が見られる。

Case-S5: ジャロジー開放と室内ブラインド遮蔽を併用し、さらに温室に散水(11~17時)をした場合、散水を開始した11時から散水を行わない場合(Case-S3)より2以下に低下し、温室室温は外気温度とほぼ同じ程度まで低下する。散水は水道水と雨水を利用するが、11~17時に散水した場合、水道料金は約100円/日で経済的負担を多少要する。

Case-S7: ジャロジー開放・室内ブラインド遮蔽を併用し、さらに温室外面にアサガオを植生した場合、10~13時で外気温度より若干高くなるが、14時以降は外気温度を下回り、17時以降は0~1の範囲で継続して下回る。Case-S7が最も遮熱効果が見込まれ、温室の設備を利用しアサガオなどの蔦系植物を植生すれば、夏期においても温室の室温上昇を防ぐことが可能であることが示された。

(3) 熱負荷による遮熱対策の比較

1日の室内外温度差の累計が小さいと熱負荷が小さくなるので、遮熱対策を比較するため各ケースの10分毎の室内外温度差を累計し熱負荷に換算した。時間帯(6時~21時と21時~6時)別に熱負荷を図-7に示す。温室を閉鎖した場合、6~21時で34.5Mcal、21~6時までを加えると45.1Mcalに及ぶ。ジャロジーを開放した場合は6~21時で17.5Mcal、21~6時を加えて22.2Mcalで温室閉鎖より半減する。さらにブラインド遮蔽を併用した場合、6~21時で5.4Mcal、21~6時を加えて6.6Mcalと大きく減少し、アサガオ植生も合計7.4Mcalとブラインド遮蔽と同じ程度の効果が見られる。天井窓開放を併用した場合、合計6.0Mcalでブラインド遮蔽(S3)より若干減少するが、散水を行った場合は6~21時で1.2Mcal、21~6時で0.02Mcalまで減少し、

21~6時以降は外気温度と同じ程度まで低減することがわかる。ブラインド遮蔽とアサガオ植生を併用した場合は、温室室温が外気温度を下回るため熱負荷は-1.3Mcalとなり、遮熱対策に最も効果があることを示す。

5. 結論

本研究では冬期における温室及び周辺室内への採暖効果と夏期における遮熱対策の有効性を明らかにすることを目的とし、温室及び周辺室内の環境計測調査を行った。得られた知見を以下に示す。

1) 冬期においては昼間に温室との建具を開放することによって、温室周辺の居室温度を上昇させ、また夜間での周辺居室の温度低下を相殺することが確認された。

2) 12月~3月の温室室温を推計した結果、約8割の日で温室の最高温度が20以上に達することが予測され、厳冬期においても温室の採暖効果が見込まれることを示した。

3) 夏期においてはジャロジーを開放して通風を確保し、温室内面にブラインド、外面にアサガオを植生して日射遮蔽を行うことで温室室温を外気温度より低く抑えられることが確認された。

4) 以上より、夜間での室温低下と夏期における室温上昇は解消できることが確認され、冬期においても日射量の多い瀬戸内気候区に属する山口では、住宅に温室を設置することは採暖効果及び省エネルギー効果において有効であると考えられる。

参考文献

- 1) 佐藤博之 他: 付設温室型パッシブソーラーハウスの熱的性能に関する研究, 日本建築学会大会講演梗概集, pp. 447-448, 1995.8
- 2) 武田 仁 他: 温室を付設した実験住宅の温熱環境その1, その2, 日本建築学会大会講演梗概集, pp. 83-86, 1995.8
- 3) 加藤友也 他: 長野市を中心とした一戸建住宅の室内温熱環境と住居者意識の冬期と夏期の差, 日本建築学会計画系論文集第481号, pp. 23-32, 1996.3
- 4) 浦野良美 他: 住宅のパッシブクーリング, 森北出版
- 5) 木村健一: 建築環境学1, 丸善株式会社
- 6) 木村健一: 建築環境学2, 丸善株式会社
- 7) 入江建久 他: 建築環境設備学, 彰国社
- 8) P.W. オカラガーン: 省エネルギー建築, 森北出版

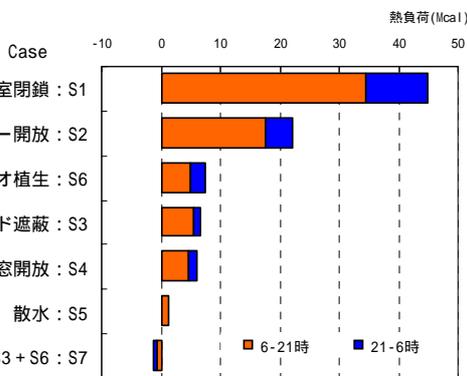


図 - 7 温室の熱負荷比較

(平成11年7月30日受理)