

グリーンカーテンプロジェクト

平成 24 年度 実施報告書

平成 2 5 年 3 月 3 1 日

首都大学東京理工学研究科

グリーンカーテンプロジェクト

東京都が平成 22 年 4 月に改正施行した「都民の健康と安全を確保する環境に関する条例」により、南大沢キャンパスは CO₂ 排出総量の削減義務を負うこととなった。また、国も同時期に「エネルギーの使用の合理化に関する法律」を改正施行し、首都大学東京法人全体としてもエネルギー消費原単位年平均 1 % 以上低減の努力義務をもとめられた。このような背景のもと、エコキャンパス・グリーンキャンパス推進委員会が設置され、各キャンパス部会を中心に義務達成計画が検討されてきた。検討項目の多くは、CO₂ 排出量に直接換算できる電力消費の削減に関連するものであるが、植物による日陰や蒸発散に伴う気化熱による冷却効果として生態学分野で研究されている植物の環境形成作用などの間接効果については検討が必ずしも十分とは言えない。

そこで、生命科学専攻では、平成 21 年度に学生・教職員らによる自主的な活動として、牧野標本館前、動物飼育棟、11 号館南側、8 号館 4 階ベランダなどでゴーヤ、ヘチマ、ヒョウタンなどのツル性のウリ科植物を栽培し、夏季における植物による壁面温度上昇の抑制効果について予備実験を行った。平成 22 年度には、理工学研究科研究推進室から資金援助を得て、植物によるいわゆる「グリーンカーテン効果」を定量的に評価することを目的とした実証実験を実施した。その結果、よしずの被陰による壁面温度の低下の効果 (-3.5 度) にくわえてグリーンカーテン (アサガオ) を設置することにより、壁面温度がさらに -1.5 度低下することを示した。さらに、平成 23 年度には教室内の気温に対するグリーンカーテンの効果を直接評価することを目的として、11 号館教室棟において検証実験を実施した。これらの成果をふまえ、平成 24 年度は、教室内の換気によって明け方の室温を下げる如果能够できれば、グリーンカーテンによって翌日の室温の上昇を効果的に抑制できるという可能性について検討を加えた。このため平成 23 年度と同じ教室を使い、実証実験を行った。本報告書はその結果をとりまとめたものである。また、普及啓発活動として、8 号館の 4 階から 6 階の西側ベランダにリュウキュウアサガオのグリーンカーテンを育成した。

本研究を遂行するにあたり、都市環境学部地理環境コースの高橋日出男教授から学内で計測している日射量、気温、降水量などのデータの提供を受けた。また、実験の実施およびデータ解析にあたり、森林総合研究所多摩森林科学園非常勤職員の森廣信子氏、八王子市立元八王子中学校臨時教諭の近藤日名子氏の協力を得た。プロジェクトを代表して感謝申し上げる。

平成 25 (2013) 年 3 月

理工学研究科グリーンカーテンプロジェクト代表

小柴 共一

目 次

グリーンカーテンプロジェクト概要	1
はじめに	4
方 法	
温度の測定場所	4
グリーンカーテンの育成	4
温度の測定と換気	5
日射量の測定	7
結 果	
実験期間の天候と気温	7
測定温度	9
日照量の比較	19
考 察	20
付 記	23

グリーンカーテンプロジェクト概要

1. 目的

南大沢キャンパスの教室を対象として、植物による「グリーンカーテン効果」を定量的に評価する。

2. 研究組織

研究代表者：

小柴共一 理工学研究科生命科学専攻 教授

研究分担者：

可知直毅 理工学研究科生命科学専攻 教授

黒川 信 理工学研究科生命科学専攻 准教授

村上哲明 理工学研究科生命科学専攻 教授

研究協力者：

近藤日名子 八王子市立元八王子中学校 育休代替教諭

高橋日出男 都市環境科学研究科地理環境科学域 教授

森廣信子 森林総合研究所多磨森林科学園 非常勤職員

3. 研究費

物品費 250,000 円

人件費 200,000 円

旅 費 0 円

印刷費 50,000 円

総 計 500,000 円

4. 成果の概要

2011年度のグリーンカーテンプロジェクトでは、グリーンカーテンによって日中の室温の上昇が抑制されることが明らかにされた。一方、グリーンカーテンには、日中に比べて外気温が低下する夜間に室温を下がりやすくする効果があった。グリーンカーテンには室温の上昇と低下の両方を抑制する可能性があり、室温の低下を促進する措置をグリーンカーテンの設置と合わせて行うことで、室温の上昇がさらに抑制されと考えられた。そこで、2012年度は室温を低下させる効果が期待される換気を行い、換気とグリーンカーテンの併用によって室温上昇の抑制効果が高まるのかについて検討した。

グリーンカーテンには一年生の蔓植物のヘチマを用いた。理学部講義棟（11号館）の1階講義室のうちの1室をグリーンカーテンを設置したグリーン室、もう1室をグリーンカーテンのない対照室として実験を行った。グリーン室及び対照室には、2011年度の実験と同じ講義室を選定した。各室の室温と外気温は、8月11日から30日（1回目）及び9月10日から23日（2回目）の期間に測定した。1回目の実験では換気扇を昼夜連続で稼働させる強制換気を行った。2回目の実験では換気扇による換気を行わず、実験期間中窓を開放し続けることによる自然換気を行った。なお、2回目の実験では、対照室に限り、窓のブラインドを常時下げておき、室内への太陽光の入射を防いだ。室温に影響する積算日射量は、グリーン室と対照室のガラス窓にオプトリーフを張りつけて測定した。

晴天日の日数は1回目の期間では11日、2回目の期間では5日であった。グリーン室と対照室それぞれにおいて、晴天日の日最高室温は日照によって測定期間の平均値よりも高くなったが、日最低室温は平均値と同等であった。晴天日の対照室では日中のガラス窓内側の室温が39.3℃と非常に高温になったが、グリーン室のガラス窓内側の室温は、対照室に比べて抑えられていた。晴天日のグリーン室の室温の日較差は2℃以下であるのに対し、対照室の日較差は少し大きい傾向があった。この傾向は対照室の日最高室温がグリーン室よりも高くなるためであった。実験期間中のグリーン室と対照室の日最低室温は、どちらも日最低気温より高かった。

強制換気をした場合、グリーン室の室温は対照室よりもおおむね低く、日中の室温上昇が抑えられた。そして、グリーン室と対照室の間の室温差は、自然換気よりも強制換気を行った場合に大きくなった。このことから、グリーン室での強制換気は室温を下げる効果があることが示唆された。一方、グリーン室の日最低室温は、強制換気と自然換気の両方において、対照室と変わらないか、むしろ高くなる傾向が認められた。なお、グリーンカーテンには日射を遮る効果があったが、ブラインドを下ろした対照室で温度の低下は認められず、ガラス窓からの日射量を制限しただけでは室温を下げるできないことが示唆された。

5. まとめと提言

グリーンカーテンを設置したグリーン室とグリーンカーテンのない対照室において換気扇による強制換気と窓を開けるだけの自然換気を行ったときの室温変化を調べた。その結果、外気温が下がっていたにもかかわらず、強制換気または自然換気を行っても、夜間の日最低室温は高く維持される傾向があることが示された。期待されるほどの夜間の室温低下が認められなかったことには、壁の蓄積熱が関わっている可能性がある。日射を受ける壁の温度は室温よりも少し高く保たれおり、このような壁の蓄積熱は室内に放出され、室温の低下を妨げると考えられる。

換気を行わなかった2011年度の実験結果を用いて換気の効果を検討したところ、日最低室温を下げることに對して換気の効果があるとはいえそうになかった。しかし、窓側の日

最高室温は換気をしない場合よりも換気を行った場合で低くなる傾向があり、換気には日中の室温上昇を抑制する効果があると考えられた。

今回の実験によって、換気には日中の気温上昇を抑制する効果があることが示唆された。グリーンカーテンは日中の気温上昇を抑制する効果があることから、換気とグリーンカーテンを併用することで日中の室温上昇を抑えることができる。一方、夜間における室温の低下を実現するためには、建物の壁の温度上昇の抑制が必要であると考えられる。建物の壁の温度上昇を抑制することは、グリーンカーテンによる室温上昇の抑制効果をさらに高めることに寄与すると期待される。

はじめに

2010年にコンクリート壁の温度上昇がグリーンカーテンによってすだれよりも効果的に抑えられることが実証され、2011年には空き教室を使ってグリーンカーテンによる室温の抑制効果がどの程度あるのかを検証した。しかし、室温の日最高温度はグリーンカーテンがない場合よりも低くはなったが、その効果はコンクリート壁の温度上昇の抑制効果に比べて、かなり小さかった。

この原因として、夜間の室温が下がらないことがあげられる。もし換気によって気温が下がる夜間から明け方に室温を下げる事ができれば、翌日の室温の上昇はもっと抑えられるのではないかな？

このような考えから、2012年は2011年と同じ教室を使い、換気の効果を確認する実験を行った。

方法

温度の測定場所

2011年と同じ理学部講義棟（11号館）の1階講義室のうちの2室を使い（図1）、一方にグリーンカーテンを育成し、一方を対照とした。

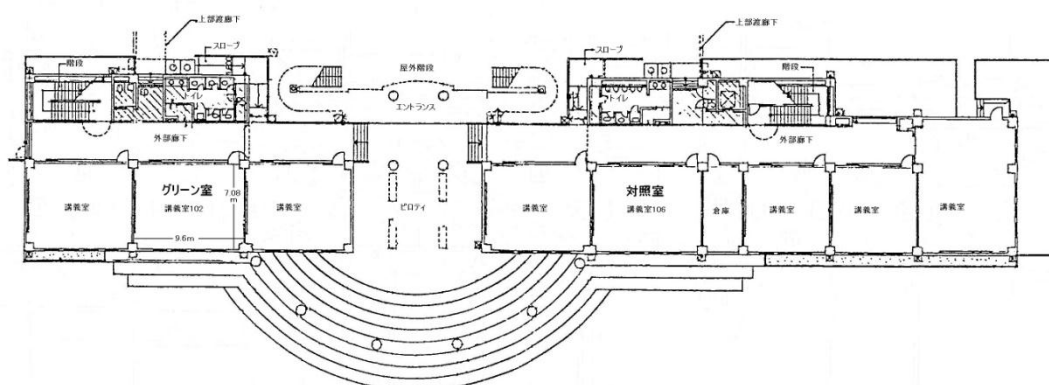


図1 11号館と使用した講義室の位置

グリーンカーテンの育成

グリーンカーテンには2011年と同じ一年生のつる植物、ヘチマを用い、容量76ℓのプランターに培養土を入れ、苗を植えて窓の下に置き、1階の窓を覆うように壁面にネットを取り付けた。

育成の方法は2011年と同じである。肥料には最初に堆肥（商品名馬力王）を用い、このほかに追肥として顆粒状の肥料を用いた。給水は池に水を引くシステムを流用して自動給水した。ただし自動給水システムが一時機能しなくなり、その間はバケツで給水した。7月末には葉群がおおよそ窓全体を被うまでに成長した。



図2 生長したグリーンカーテン（7月28日）

温度の測定と換気

葉群が十分発達して窓を覆うように成長した後の8月11日に温度センサーを設置した。グリーンカーテンを育成した教室（グリーン室）と育成しなかった教室（対照室）に、同じ配置で各8個の温度センサーを配置した（表1、図3、4）。直射日光が当たる場所の温度センサーにはアルミ箔の傘をかぶせて、直射日光が当たらないようにした。

測定期間は教室の使用期間と定期清掃があるため、8月11日11時50分から8月30日8時5分まで（前日の測定は8月12日から8月29日まで）と9月10日9時50分から9月23日（同9月11日から9月22日まで）の夕方までの2回行い、1時間ごとに温度を記録した。

このうち前期の8月11日から8月30日までは換気扇を動かして昼夜連続で強制換気を行った。後期の9月10日から9月23日までは換気扇による強制換気を行わず、窓を開けるだけの自然換気を行った。ただし9月19日の朝に換気扇が回っていることに気付いてスイッチを切った。換気扇による強制換気が、9月18日から行われていたと推定される。

後期には対照室のブラインドを下ろして測定した。日射は窓ガラスを通して室内のブラインドを温めることになる。

表 1 温度センサーの位置と温度センサーの番号

※外気はガラス窓の外側でグリーン室の場合はグリーンカーテンと窓の間

	室内		窓付近		
	廊下側	窓側	ガラス窓内側	壁面内側	外気※
グリーン室	19、21	22、23	24	25	26、27
対照室	31、32	33、34	35	36	37、38

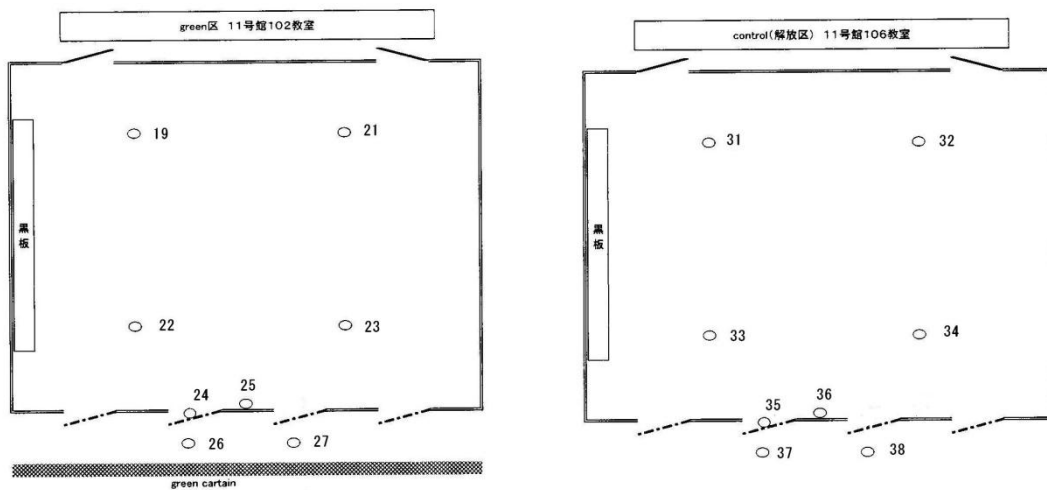


図 3 温度センサー位置図



図 4 教室内の温度センサー

日射量の測定

垂直の壁面に当たる日射量を推定するために、光によって退色するフィルム（オプトリーフ、最大吸収波長 521nm）を、温度測定期間中ガラス窓の外側と内側に各 2 枚ずつ張り付けた。後期の測定の際には、対照室のブラインドを下ろし（したがって窓の内側のオプトリーフには直射日光が当たらない）、さらに対照室のガラス窓外側に張り付けたオプトリーフを 7 日目に交換したが、このとき 1 枚がはがれていて、回収できなかった。

結果

実験期間の天候と気温

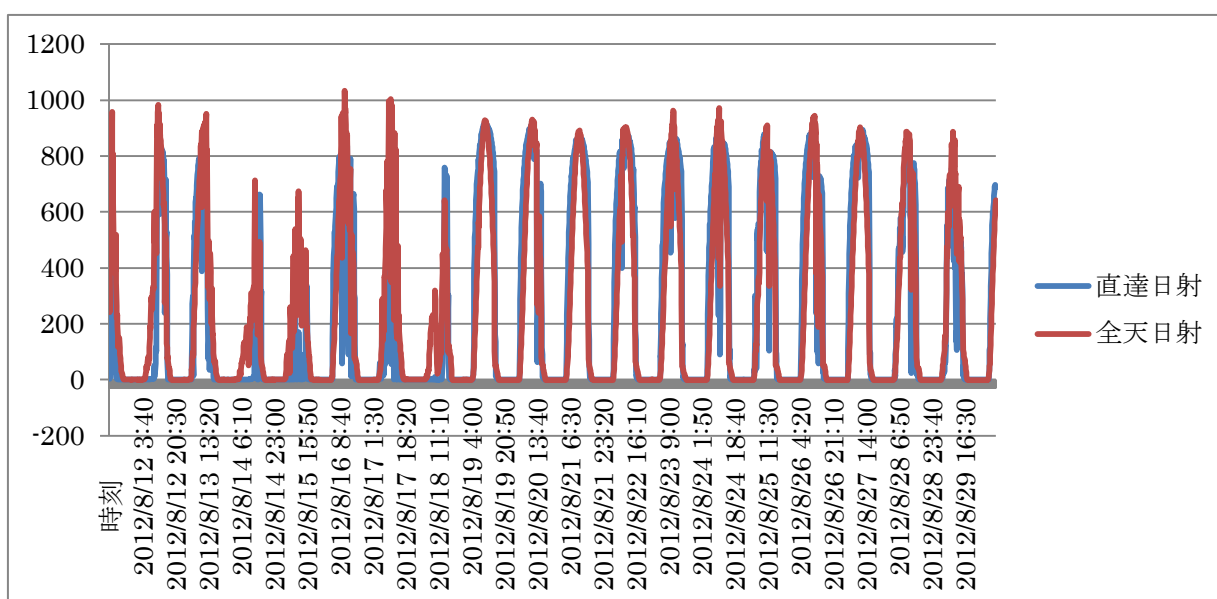


図 5 日射量（8 月 11 日-30 日）

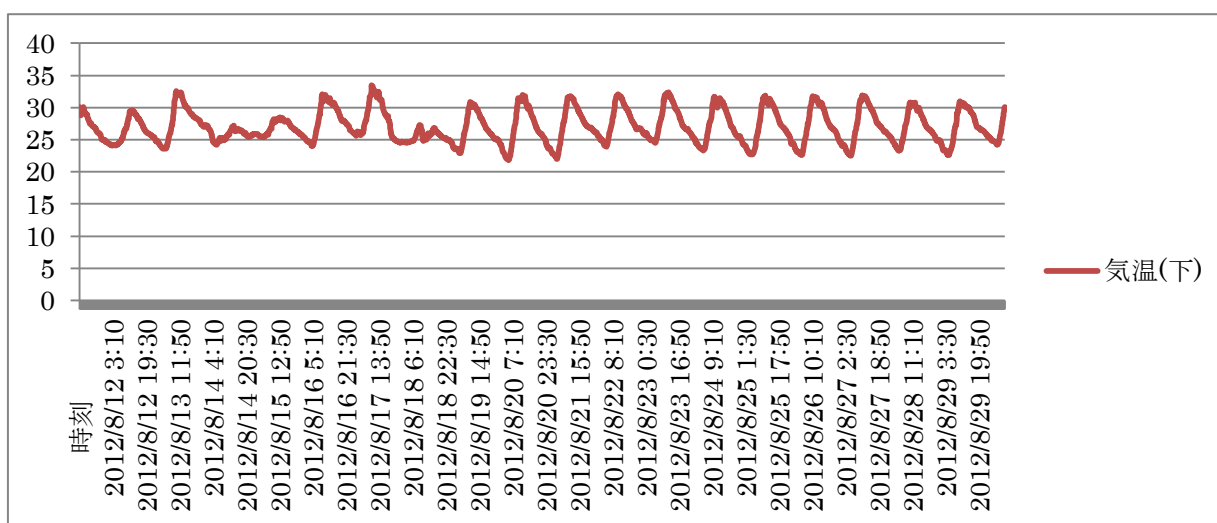


図 6 気温（8 月 11 日-30 日）

別の場所で測定している日射と気温を図 5、6、7、8 に示す。

前期の 8 月 11 日から 30 日までの間は (図 5、6)、8 月 11 日から 15 日までは雲が多く、14 日には降水があった (八王子の気象データによる (気象庁ホームページ))。16 日は安定した晴天だったが、17、18 日に再び降水があり、その後 8 月 19 日から 28 日まで安定した晴天が続き、8 月 29 日は雲がやや多めだった。

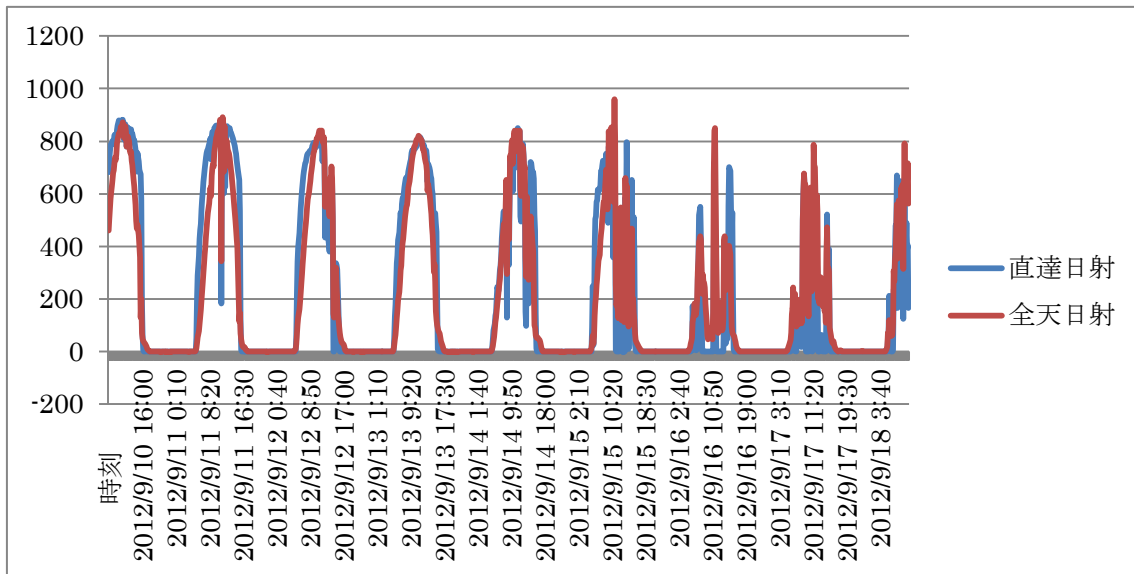


図 7 日射量 (9月10日-18日)

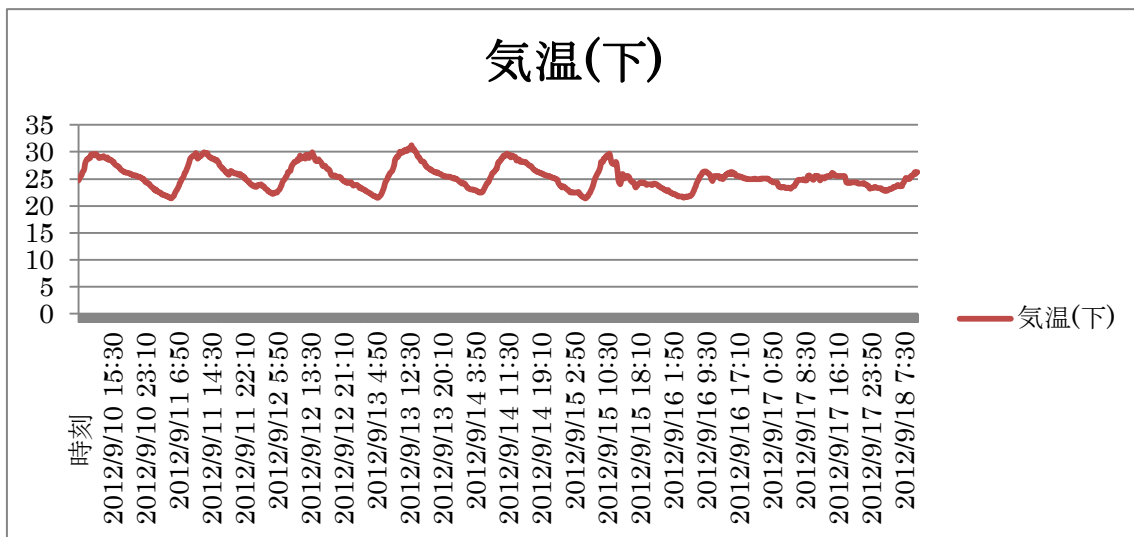


図 8a 気温 (9月10日-18日)

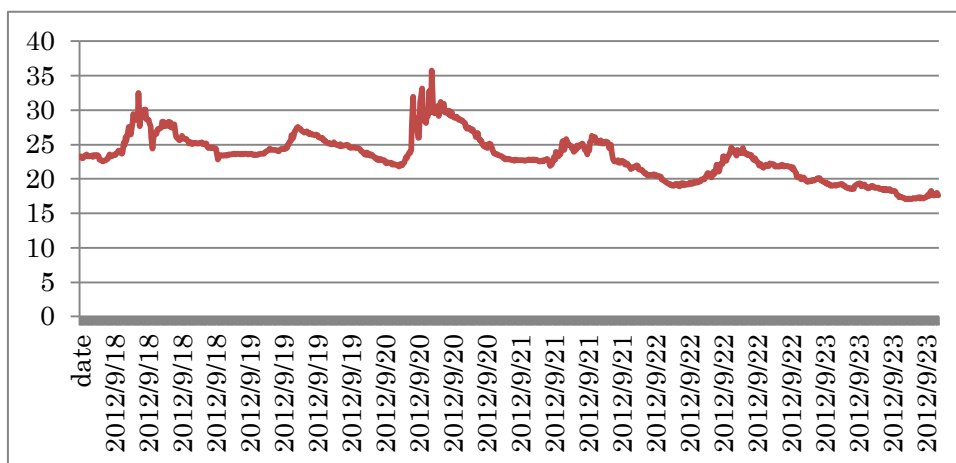


図 8b 気温 (9 月 10 日-18 日)

後期のデータ (図 7、8) は、停電のため 9 月 18 日までしか記録がない。気温については大学構内の別の場所で記録したものがあるので、9 月 18 日から 23 日については、それを示す。気象庁の八王子のデータによる補足と合わせると、9 月 17、18、19 日および 23 日に降水があり、日射量は 9 月 10 日から 15 日までは多く、この間は雲の少ない晴天が続いた。しかし 16 日以降は雲が多くなり、気温も低下している。

晴天の日は、前期の 8 月 11 日から 30 日までの間に 16 日と 19 日から 28 日の合計 11 日、後期の 9 月 11 日から 23 日の間は 11 日から 15 日までの 5 日だった。

表 2 に測定期間中の日最高気温と日最低気温の平均値、および晴天の日の日最高気温、日最低気温の平均値を示す。

表 2 測定期間中の日最高気温、日最低気温

	日最高気温の平均値	日最低気温の平均値
前期 8 月 12 日—29 日	30.8	23.6
前期のうち晴れの日	31.5	23.2
後期 9 月 11 日—22 日	28.0	21.9
後期のうち晴れの日	29.7	21.9

測定温度

表 3 強制換気した場合の測定温度 (日最高温度、日最低温度、日較差の平均値)
の場所による比較 (8 月 12 日-29 日)

A 日最高気温の平均値 室内

測定点	グリーン室				対照室			
	19	21	22	23	31	32	33	34
全測定期間	28.8	28.7	29.1	28.8	30.2	30.1	30.7	30.7
晴れの日	29.0	29.0	29.4	29.1	30.8	30.7	31.4	31.3

表 3 強制換気した場合の測定温度（日最高温度、日最低温度、日較差の平均値）
の場所による比較（8月12日-29日）（続き）

B 日最高気温の平均値 窓付近

測定点	グリーン室				対照室			
	24	25	26	27	35	36	37	38
全測定期間	39.7	32.4	34.3	34.1	37.5	32.5	36.2	36.4
晴れの日	30.1	33.4	35.4	35.3	39.3	33.5	37.8	37.9

C 日最低気温の平均値 室内

測定点	グリーン室				対照室			
	19	21	22	23	31	32	33	34
全測定期間	27.3	27.4	27.6	27.3	27.7	27.8	27.9	27.9
晴れの日	27.4	27.5	27.7	27.4	27.8	27.9	28.0	28.1

D 日最低気温の平均値 窓付近

測定点	グリーン室				対照室			
	24	25	26	27	35	36	37	38
全測定期間	27.7	26.2	23.7	23.8	25.8	28.3	24.4	24.4
晴れの日	27.8	26.0	23.3	23.5	25.6	28.5	24.1	24.0

E 日較差の平均値 室内

測定点	グリーン室				対照室			
	19	21	22	23	31	32	33	34
全測定期間	1.4	1.4	1.6	1.5	2.6	2.4	2.8	2.7
晴れの日	1.6	1.6	1.7	1.7	3.1	2.8	3.4	3.3

F 日較差の平均値 窓付近

測定点	グリーン室				対照室			
	24	25	26	27	35	36	37	38
全測定期間	2.0	6.2	10.6	10.3	11.7	4.2	11.8	12.0
晴れの日	2.3	7.4	12.1	11.8	13.7	5.1	13.7	13.8

表 4 自然換気した場合の測定温度（日最高温度、日最低温度、日較差の平均値）
の場所による比較（9月11日-22日）

A 日最高気温の平均値 室内

測定点	グリーン室				対照室			
	19	21	22	23	31	32	33	34
全測定期間	28.0	28.0	28.0	28.4	28.7	28.7	29.0	29.0
晴れの日	28.9	28.8	29.4	29.0	30.0	29.9	30.3	30.2

B 日最高気温の平均値 窓付近

測定点	グリーン室				対照室			
	24	25	26	27	35	36	37	38
全測定期間	30.8	28.5	31.3	30.9	37.6	30.7	35.7	34.2
晴れの日	33.8	29.8	34.9	34.2	39.1	32.9	40.6	38.2

C 日最低気温の平均値 室内

測定点	グリーン室				対照室			
	19	21	22	23	31	32	33	34
全測定期間	26.9	26.9	27.1	26.9	26.9	27.0	27.1	27.2
晴れの日	27.4	27.4	27.6	27.3	27.3	27.4	27.5	27.8

D 日最低気温の平均値 窓付近

測定点	グリーン室				対照室			
	24	25	26	27	35	36	37	38
全測定期間	25.0	26.9	22.6	22.7	24.7	27.2	23.3	22.9
晴れの日	25.5	27.6	22.7	23.0	25.7	27.9	23.6	23.3

E 日較差の平均値 室内

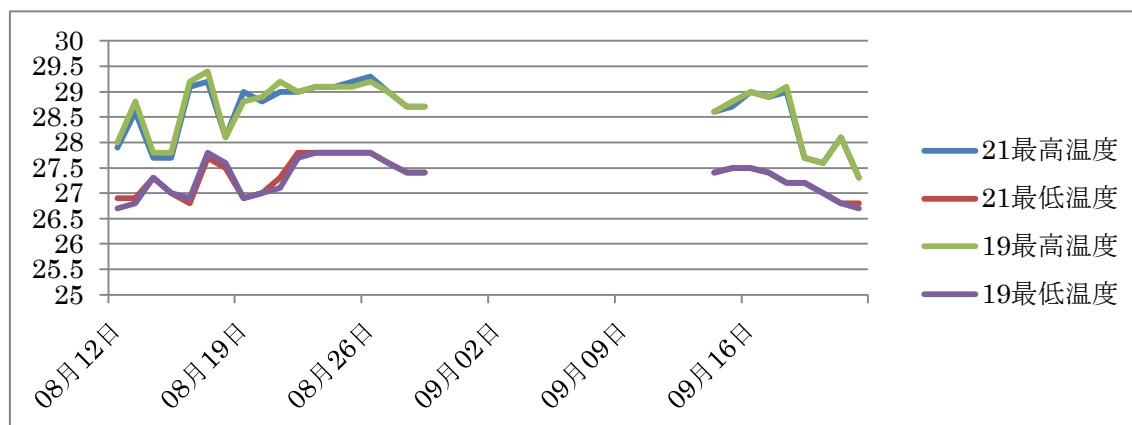
測定点	グリーン室				対照室			
	19	21	22	23	31	32	33	34
全測定期間	1.1	1.0	1.3	1.2	1.9	1.7	1.9	1.8
晴れの日	1.5	1.4	1.8	1.7	2.7	2.5	2.8	2.4

表 4 自然換気した場合の測定温度（日最高温度、日最低温度、日較差の平均値）
の場所による比較（9 月 11 日-22 日）（続き）

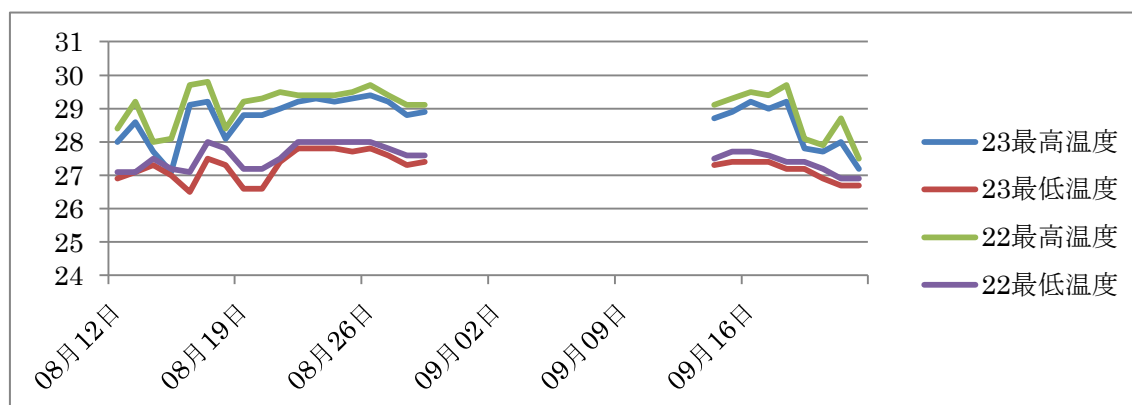
F 日較差の平均値 窓付近

測定点	グリーン室				対照室			
	24	25	26	27	35	36	37	38
全測定期間	5.8	1.6	8.7	8.2	12.9	3.5	12.4	11.3
晴れの日	8.4	2.2	12.1	11.2	13.4	5.0	17.0	15.0

A グリーン室奥側室温

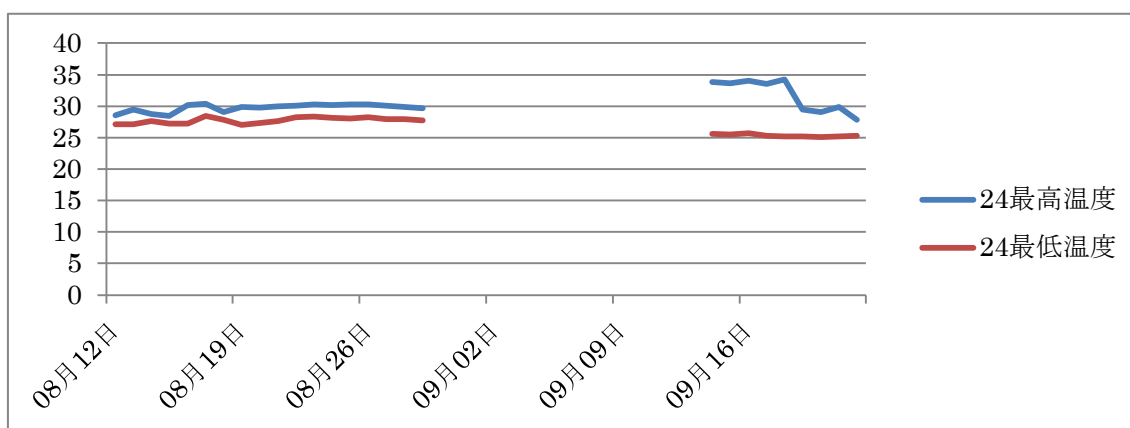


B グリーン室窓側室温

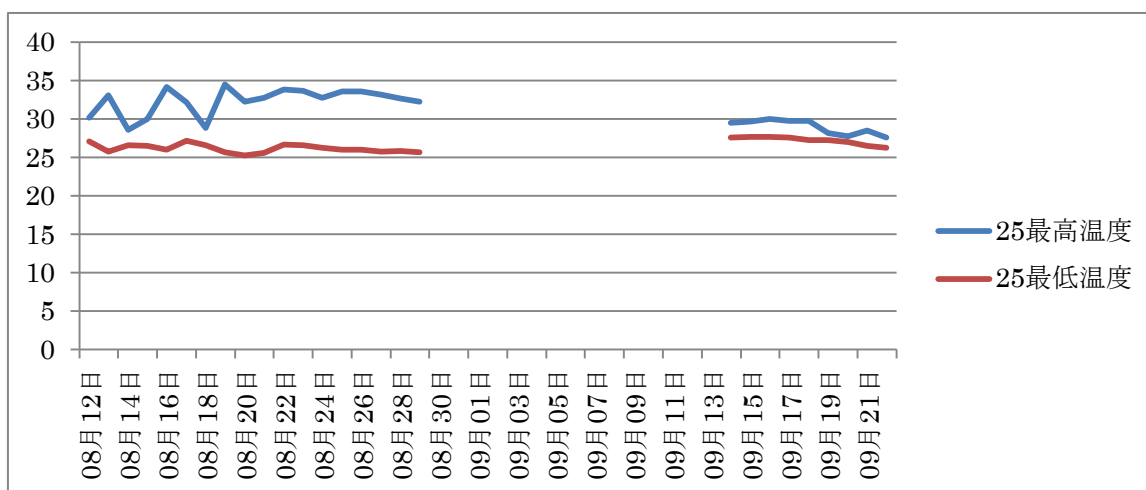


D グリーン室ガラス窓内側

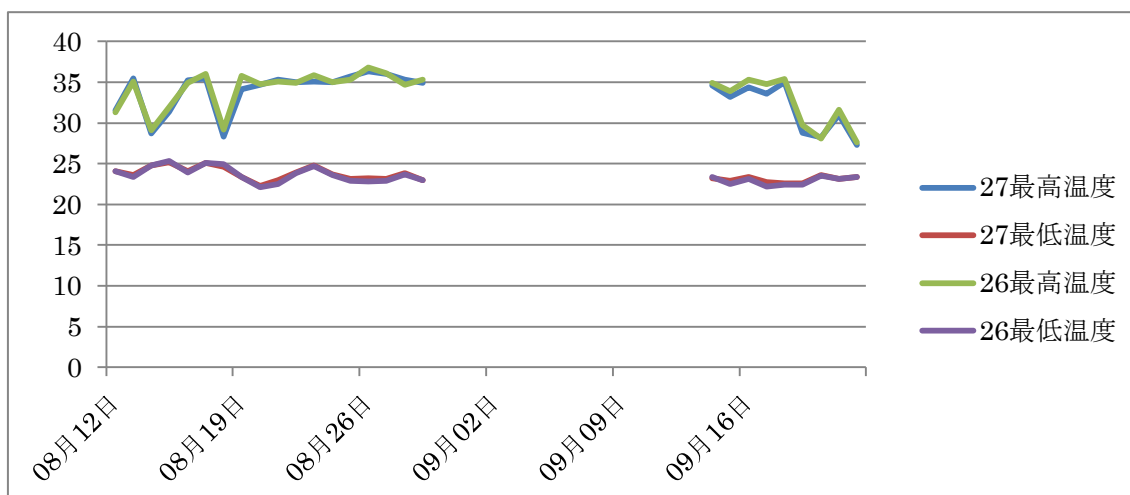
図 9 各測定点の日最高温度、日最低温度



C グリーン室壁面内側

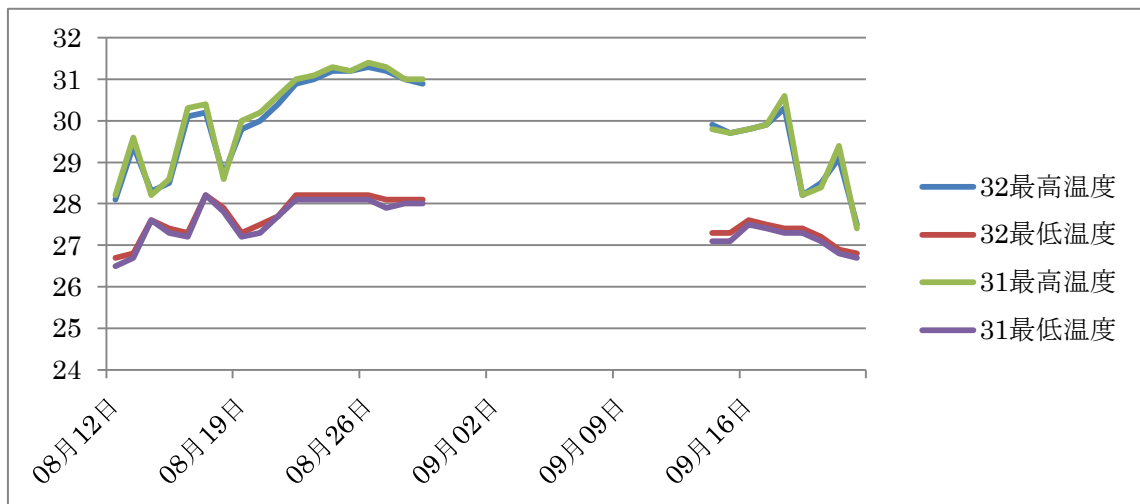


E グリーン室外気

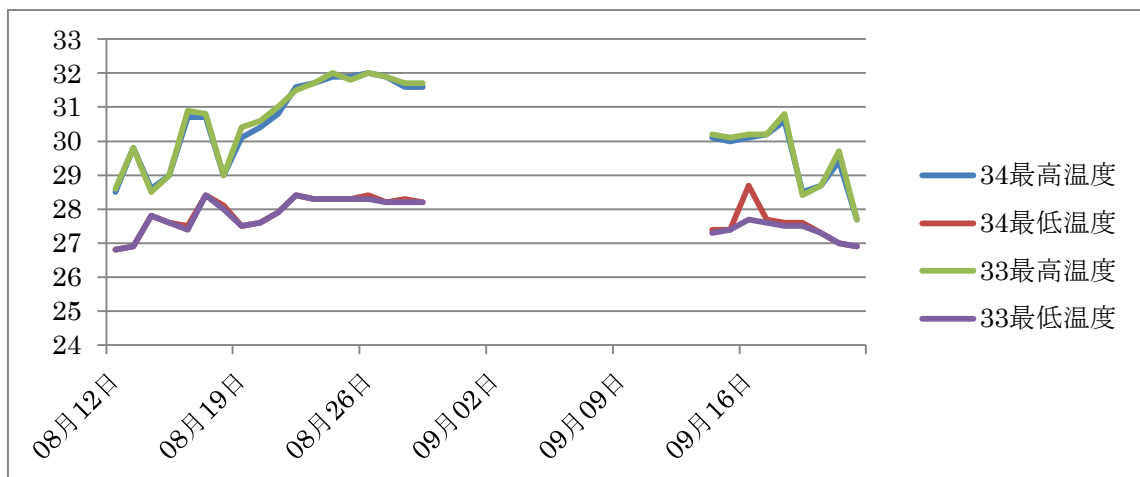


F 対照室奥側室温

図9 各測定点の日最高温度、日最低温度（続き）



G 対照室窓側室温



H 対照室ガラス窓内側

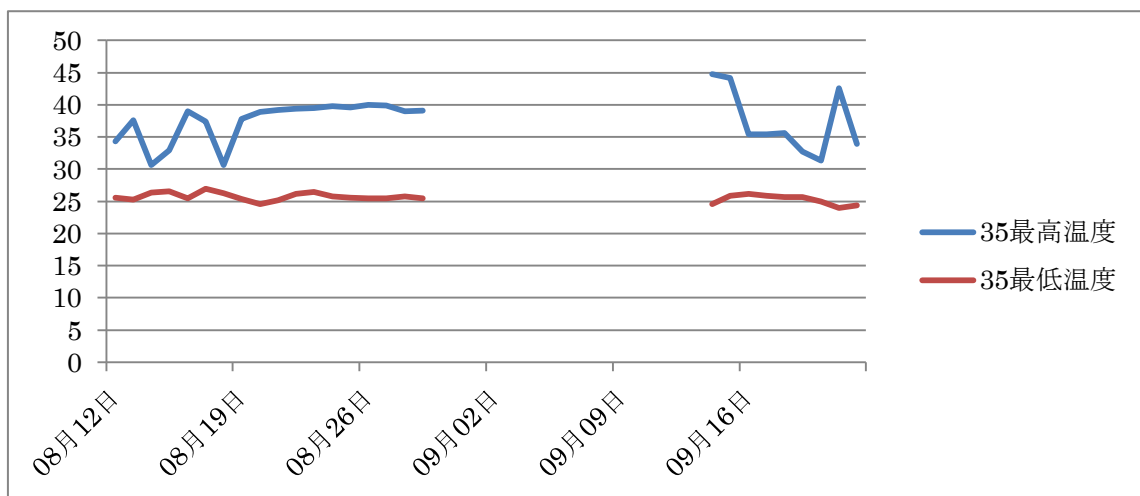
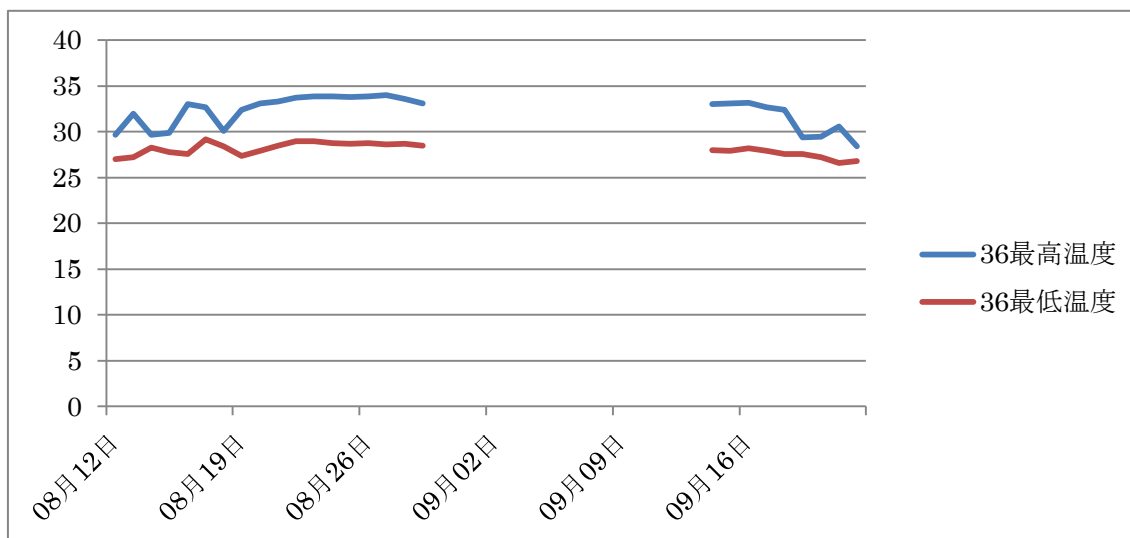


図 9 各測定点の日最高温度、日最低温度 (続き)

I 対照室壁面内側



J 対照室外気

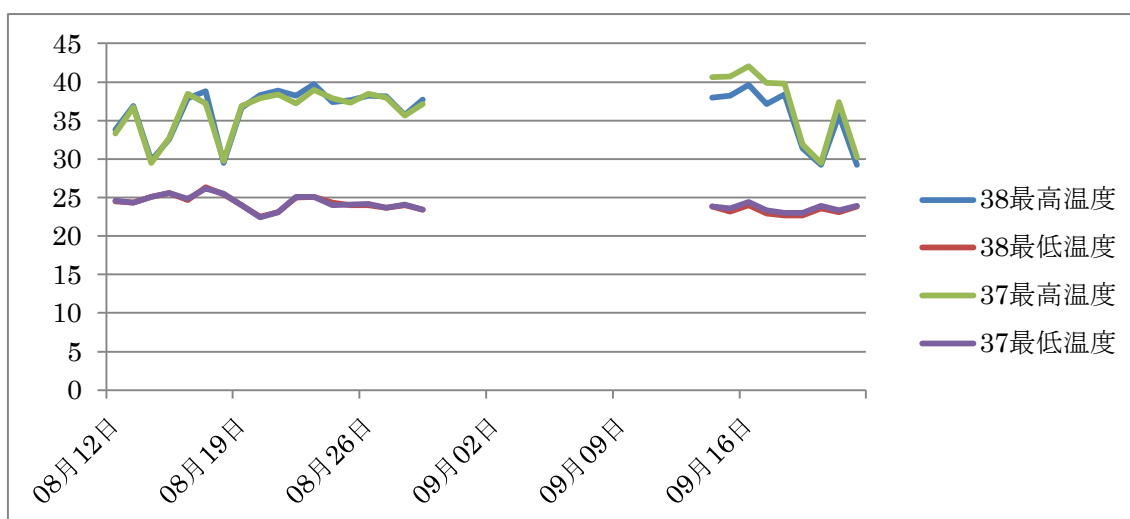


図9 各測定点の日最高温度、日最低温度（続き）

図9、表3、4に測定温度の日最高、最低温度と日較差を要約する。晴れの日日照によって最高気温が高くなるが、最低気温は高くない。2011年と同じく、窓付近の温度は大きく変動し、特に晴れの日対照室では非常に高温になる。グリーン室ではガラス窓内側と外気の温度上昇が対照室に比べて著しく抑えられている。しかし室内の温度は対照室より低いものの、その差は小さい。ブラインドを下ろしたことで室温には影響がなかった。

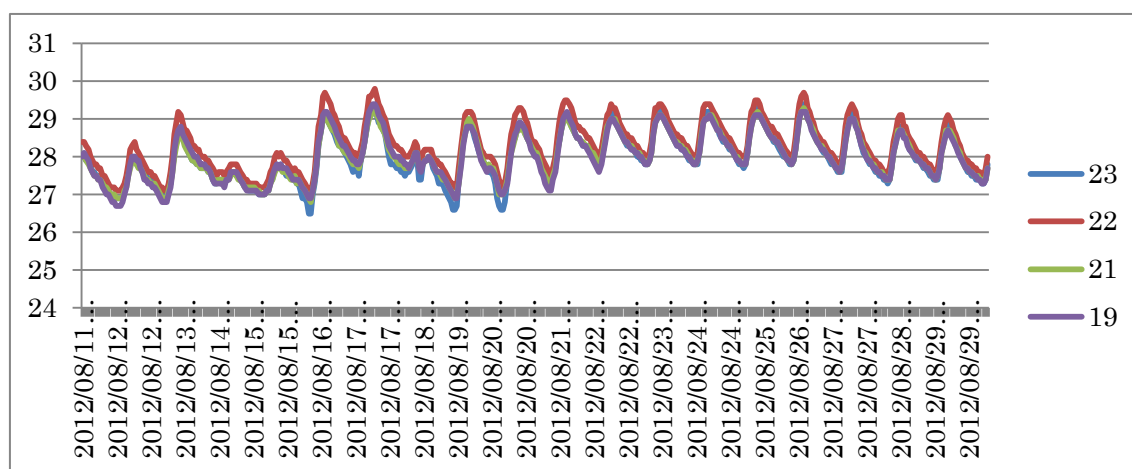
室内の温度変化は小さく、晴れの日でもグリーン室の日較差は2°C以下であった。対照室はグリーン室に比べて日較差が少し大きくなる傾向があるが、それは日最高温度が高くなることと対応したものである。日最低気温は、窓外の温度が気温と同じくらいまで低下しているのに対し、室温は下がっていない。窓付近の温度は、グリーンカーテンによって温

度上昇が抑えられているが、夜間は室温よりも温度は下がっている。しかし気温よりは高い。また、強制換気した場合と、自然換気した場合の差は、はっきりしない。

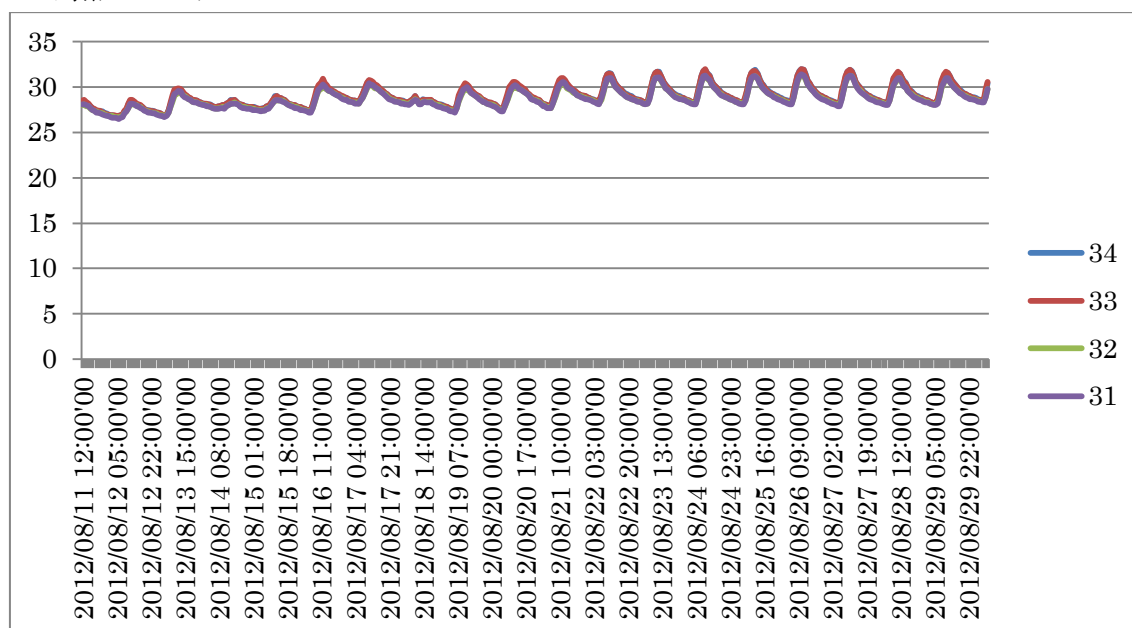
図 10 に、強制換気をした場合の室温の温度変化および室温の対照室に対する差を示す。グリーンカーテンによって温度上昇は抑えられているが、その差は 3℃以下であり、夜間の温度低下が小さく、気温よりも高く保たれる状態は、グリーン室、対照室ともに顕著である。

グリーン室の対照室に対する温度差は、ごく弱い傾向ながら、日を追うごとに増しているように見える。壁面の内側の温度にもこの傾向が見られ、ガラス窓内側とガラス外側の温度には、この傾向は見られない。

A グリーン室の室温

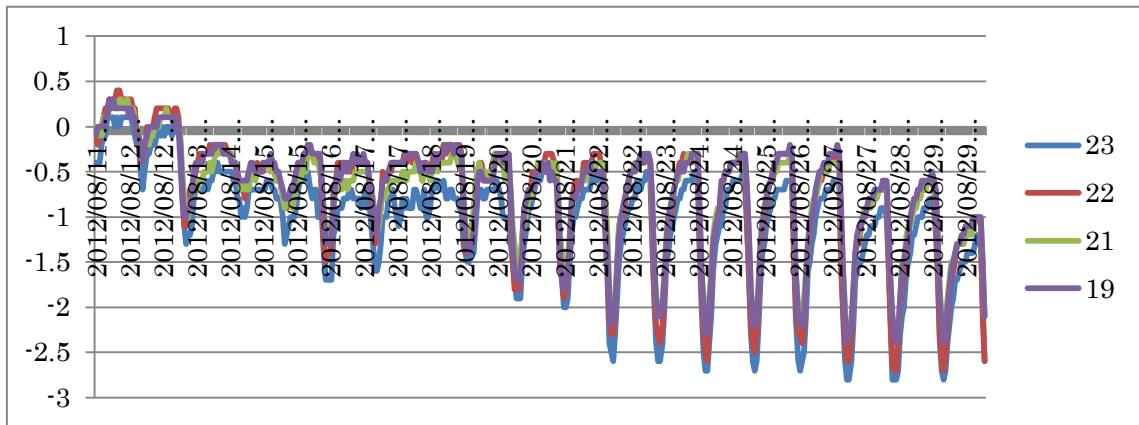


B 対照室の室温

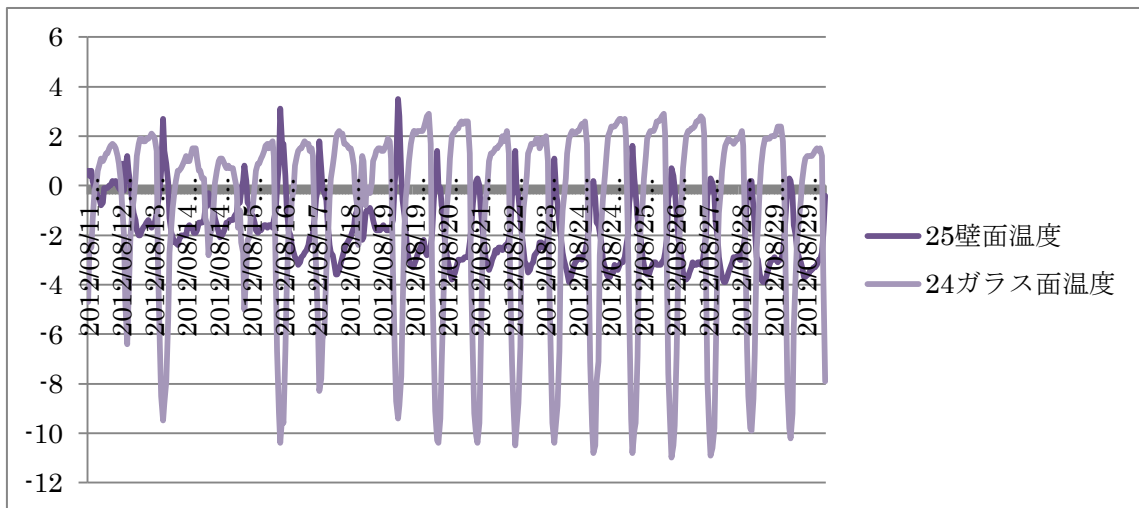


C グリーン室室温の対照室に対する差

図 10 強制換気をした場合の室温の変動（8 月 11 日・30 日）



D グリーン室壁面及びガラス面温度の対照室に対する差



E グリーン室外気温の対照室に対する差

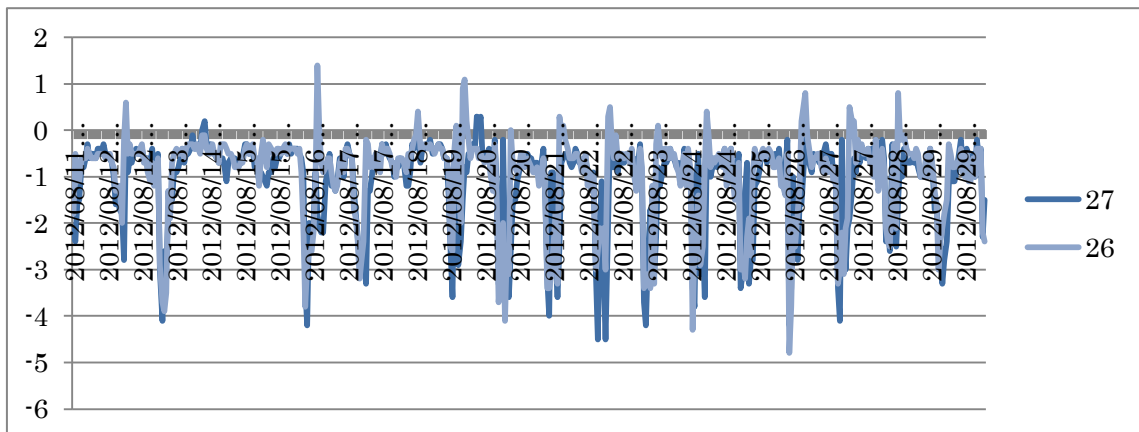
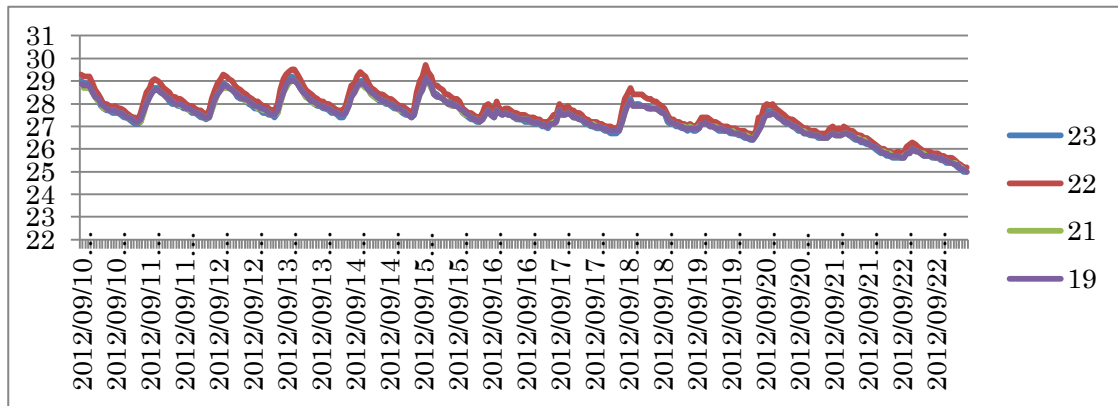
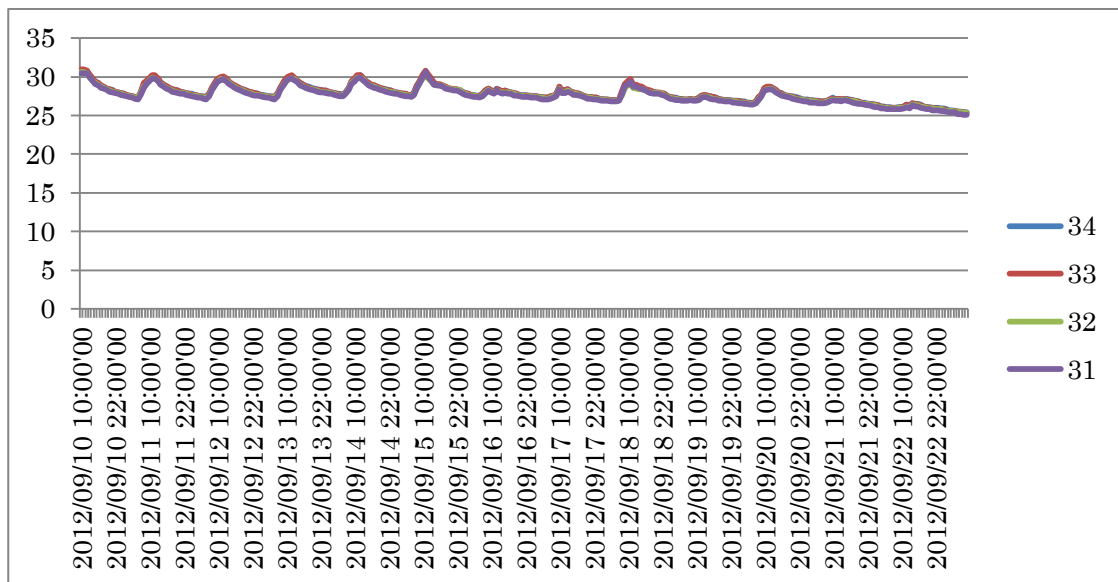


図 10 強制換気をした場合の室温の変動（8月11日-30日）（続き）

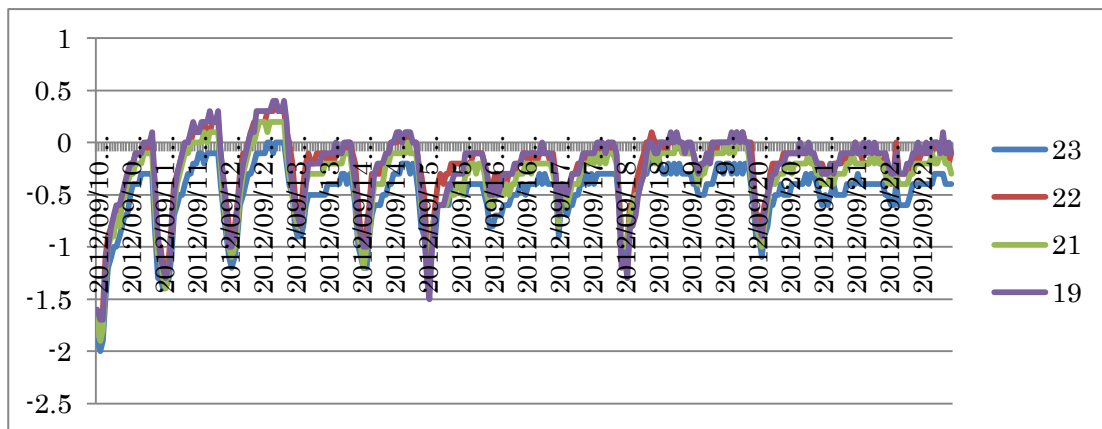
A グリーン室の室温



B 対照室の室温

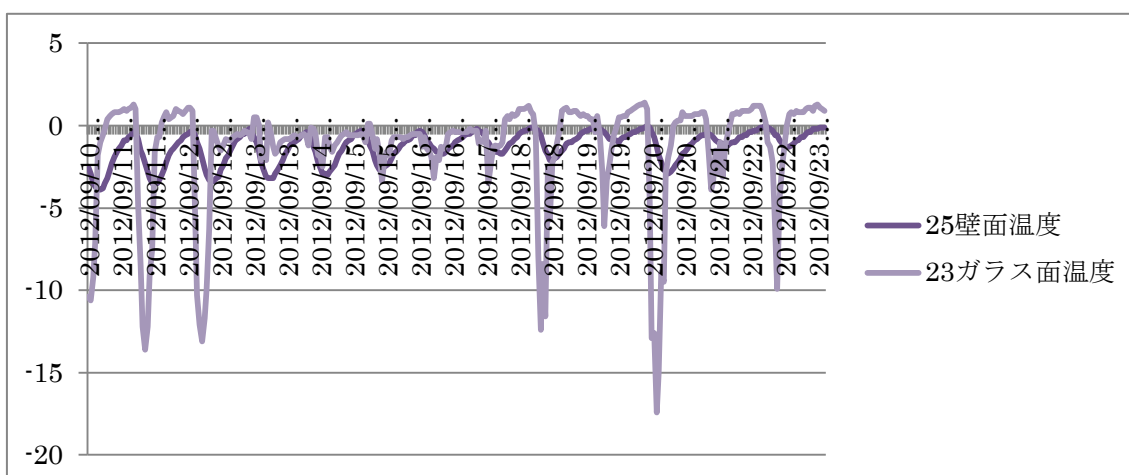


C グリーン室室温の対照室に対する差



D グリーン室壁面及びガラス面温度の対照室に対する差

図 11 自然換気した場合の室温の変動（9月10日-23日）



E グリーン室外気温の対照室に対する差

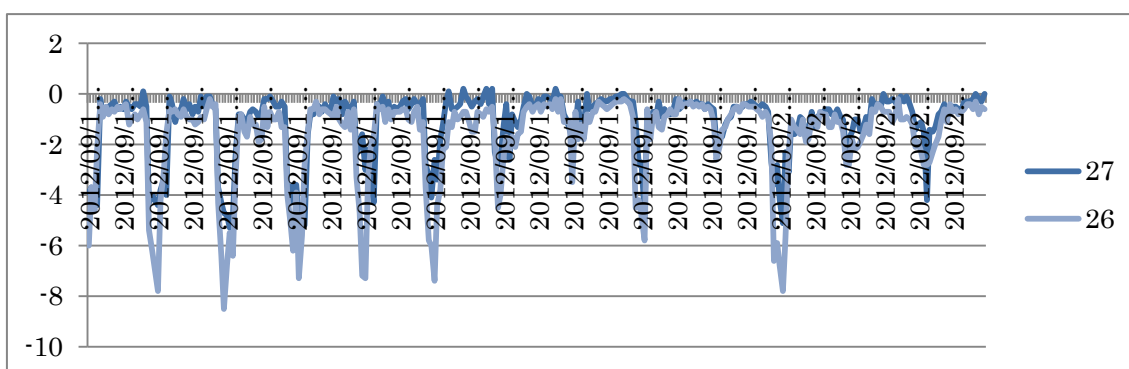


図 11 自然換気した場合の室温の変動（9 月 10 日・9 月 23 日）（続き）

図 11 に示すのは、自然換気をした場合の室温の温度変化および室温の対照室に対する差である。後半に天気が崩れて気温が下がったためもあり、図 9 のような傾向は見られず、グリーン室の対照室に対する室温の温度差も、強制換気をした 8 月の測定期間より小さくなっている。

日照量の比較

表 5 にオプトリーフを用いた垂直面の日照量の値を示す。前期、グリーン室と対照室約 19 日間では、対照室の日照量はオプトリーフの適用限界を超えてしまい、定量的な比較はできなかった。後期後半の 6 日間だけでも、窓の外側の日照量はグリーン室の 13 日分の日照量の 1.6 倍から 2 倍以上になる。ただし後期後半は雲の多い日が続いたため、この結果だけからは定量的な比較はできない。しかしグリーンカーテンが非常に効果的に日射を遮ることは確かである。

グリーン室の日照量には、場所によるばらつきがあり、これは葉群を通した光の当たり方が不均質なことによると考えられる。ブラインドを下ろした場合もばらつきがあり、日照量はグリーン室と同程度か、やや暗い。

表 5 オプトリーフによる日照量の評価

単位：MJ/m²

	グリーン室				対照室			
	外側		内側		外側		内側	
前期（19 日）	25.0	11.0	18.5	7.5	—		—	
後期（13 日）	22.0	15.5	12.0	8.5			5.5	14.0
後期前半（7 日）					—			
後期後半（6 日）					36.0	38.0		

考察

十分に成長したグリーンカーテンが室内の温度上昇を抑える効果は、今回の実験でも確認された。この効果は、室内の温度分布からも、その多くを葉群が日照を遮ることに由来すると考えられ、日射量を比較することを試みたが、その差が大きすぎて定量的な比較ができなかった。

2011 年の実験結果から、気温が下がる夜間に室温が下がらないという問題が浮かび上がったため、今回は換気によって室温を下げて、グリーンカーテンの効果を高めることができるかどうかを検証した。しかし、自然換気または強制換気を行っても、室温の最低温度が高く維持される傾向は変わらなかった。

そこで、換気と測定温度との関係を知るために、温度が上がる晴れの日について、気温と比べてどの程度測定温度が高いのか、あるいは低いのかを比較したい。表 6、7 には、2011 年の記録（換気なし）と、2012 年の記録（自然換気した場合と強制換気した場合）を、その時の気温に対する測定値の差を示す。

表 6 晴れの日の日最高温度の気温の日最高気温に対する差

(日最高気温－測定温度の日最高温度) の平均値

換気なしは 2011 年の測定値、強制換気は 2012 年 8 月、自然換気は 2012 年 9 月の測定値

A グリーン室

	室温 奥側	室温 窓側	ガラス窓内側	壁面内側
換気なし	－2.9 －2.9	－0.5 －1.6	1.1 －0.5	－2.2 －2.3
強制換気	－2.5 －3.1	－2.7 －3.0	－1.4	1.9
自然換気	－0.8 －0.9	－0.9 －0.3	4.1	0.1

B 対照室

	室温 奥側	室温 窓側	ガラス窓内側	壁面内側
換気なし	－1.4 －1.4	3.6 3.4	8.2 7.3	0.7 0.7
強制換気	－1.2 －1.3	－0.6 －0.7	7.8	2.0
自然換気	0.3 0.2	0.6 0.5	9.4	3.2

表 7 晴れの日の日最低温度の気温の日最低気温に対する差
(日最低気温－測定温度の日最低温度) の平均値

A グリーン室

	室温 奥側	室温 窓側	ガラス窓内側	壁面内側
換気なし	4.3 4.3	4.6 4.5	2.9 3.5	4.7 4.7
強制換気	4.3 4.3	4.5 4.2	4.6	2.8
自然換気	5.5 5.5	5.7 5.4	3.6	5.7

B 対照室

	室温 奥側	室温 窓側	ガラス窓内側	壁面内側
換気なし	4.3 4.4	4.6 4.7	2.8 2.7	5.0 5.0
強制換気	4.7 4.8	4.9 4.9	2.4	5.3
自然換気	5.4 5.5	5.6 5.9	3.8	6.0

奥側の室温は、温度上昇の時間的な遅れがあるために気温より少し低く抑えられて、グリーンカーテンによってさらに温度は低くなるが、換気の有無による差は認められず、自然換気の場合は、換気しないよりも高くなる傾向すらある。最低温度も換気しているかどうかによる差はあまりないが、自然換気の場合には、換気しない時より気温に対してやや高めになっている。窓側の室温は、換気したほうが最高温度は気温に対して低くなり、強制換気の効果は高い。しかし最低温度は強制換気でも変わらず、自然換気では換気しない場合よりもむしろ高くなる傾向がある。壁面、ガラス窓でも換気しないより換気した場合のほうが、最高温度が気温よりも上昇し、最低温度も高くなる傾向が認められた。

室温の最低温度は、外気温よりも4－6度も高く、換気によって最低温度を下げることで、グリーンカーテンによる温度上昇抑制の効果を高めることが期待されたが、強制換気の結果が認められたのは窓側の室温の上昇に対してだけであって、換気することによって、外気温が下がっているにもかかわらず、室温を下げることはできなかった。自然換気の場合は、1℃程度ではあるが、換気しない場合よりも室温が高く保たれていた。

日中は換気することで室内より先に温度が上昇した壁付近の外気を取り込み、僅かではあるが却って室温を上げることになったのかもしれない。グリーンカーテンがあると、窓付近の外気の温度上昇も抑えられるため、室温の温度上昇をいくらか抑えることができたのだと考えられる。

しかし換気によって夜間の室温を下げることはできなかった。教室全体に熱が蓄積され、外気より4－6度も高い状態が、換気を行っても維持された。壁面温度が室温よりも少し高く保たれていることから、熱は壁全体に蓄積されているのかもしれない。自然換気だけを行った場合に、換気しないよりも外気温との温度差が大きくなる理由は、わからない。

しかし強制換気が続けた場合に、徐々にグリーン室と対照室の温度差が開いていく傾向があるのは、僅かに換気によって教室全体に蓄えられた熱が逃げている可能性を示唆する。蓄熱された場所が壁であることは、壁面温度が同じ傾向を示すことから推定される。グリーンカーテンは窓の部分だけを被っているので、グリーンカーテンに被われていない壁面からも教室内への熱が供給されるが、その速度が窓から入る日射によるものより遅いため、短期的には室温には反映されないのかもしれない。しかし壁に蓄えられた熱は、室温が下がるのを妨げる。建物の壁の温度を効率よく制御することができれば、グリーンカーテンが温度上昇を抑える効果も、もっと上がるのではないだろうか。

付記

講義棟を使った実験の他にもグリーンカーテンを育成した。その一つに理学部の研究棟がある。講義棟と同じプランターと培養土、肥料を用い、給水にはタンクを用いた自動給水を行ったが、タンクへの給水は適宜学生が行った。蔓植物は多年生のリュウキュウアサガオを用いた（図 12）。

グリーンカーテンの育成には、十分な水の供給が欠かせない。夏の間は特に、水不足を起こしやすく、水が不足すれば蒸散が抑えられ、葉群の発達が不十分になり、カーテンとしての効果を発揮できなくなる。



図 12 リュウキュウアサガオのグリーンカーテン

印刷・発行日： 2013 年 3 月 31 日

発行者：首都大学東京 理工学研究科グリーンカーテンプロジェクト

代 表 者 小柴恭一

編集協力 森廣 信子

編集補助 加賀屋美津子

〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1

首都大学東京 理工学研究科

電話 042-677-1111 (代表)