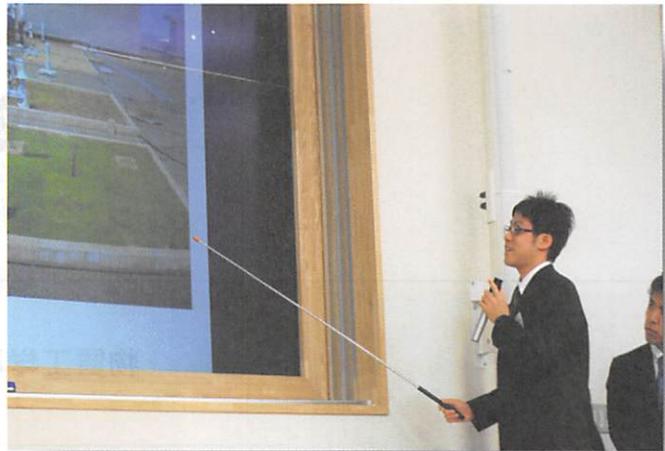


派遣学生成果報告

所属専攻 学年 学生氏名	物質工学専攻 1年 神谷 純平
	物質工学専攻 1年 吉村 洸
	社会基盤工学専攻 1年 二條 崇
	社会基盤工学専攻 1年 三宅 正彦
課題名	屋上緑化材『グリーンビズ』による ヒートアイランド抑制効果の検証
コーディネータ教員	田村 和弘（物質工学専攻）
課題担当教員	汲田 幹夫（物質工学専攻）
派遣先企業	小松精練株式会社
研修期間	平成21年8月1日～平成22年1月31日
研修先	石川県能美市

物質工学専攻
神谷 純平



物質工学専攻
吉村 洸

社会基盤工学専攻
二條 崇



社会基盤工学専攻
三宅 正彦

平成21年度インターンシップ実施報告書

専攻・学年： 物質工学専攻 修士1年 学生氏名： 神谷 純平
テーマ名： 屋上緑化材「グリーンビズ」によるヒートアイランド抑制効果の検証
研修先： 小松精練株式会社 担当者氏名： 奥谷晃宏、金田明久
課題担当教員名： 大谷 吉生、田村 和弘、汲田 幹夫、古内 正美、関 平和
研修期間： 21年8月1日 ～ 22年1月31日（実施日数 20日間）

1. 研修内容の概要

近年、都市部における地表面被服の人工化、人工排熱の増加、都市形態の変化等によって、ヒートアイランド現象が問題となっています。そのため、現在、ヒートアイランド現象を抑制するために、屋上緑化が進められています。しかし、屋上緑化に用いられる芝は、抑制効果は高いが、定期的な灌水・芝刈り等のメンテナンスが必要であります。そこで、抑制効果は低いですが、メンテナンスが不要であるセダムを利用した屋上緑化が求められています。

今回の研修では、活性汚泥の焼成により得られる、保水性能に優れた屋上緑化材「グリーンビズ」とセダムによる屋上緑化において、ヒートアイランド抑制効果の検証を目的としました。

目的の達成のために、実際に、芝と土、グリーンビズとセダムによる屋上緑化を行い、サーモグラフィや放射収支計による測定において検証を行いました。

2. 研修の成果（自分の能力が向上した点、知識が増えた点）

本研究が大学における自分の研究で、触れたことのない内容であるため、実習の最初は、装置の設置や測定、データの解析等で戸惑うことが多くありました。しかし、実習を重ねるにつれ装置の扱いにも慣れ、また屋上緑化に対する知識を増やすことができました。

3. 研修先への要望・大学の支援体制に対する要望

研修の際には、屋上にいることが多く、実際の現場の雰囲気と直接触れる機会が少なかったため、可能であれば施設の見学や実際の仕事等見せて頂きたかったです。

4. その他（感想、後輩へのアドバイスなど）

異分野の研究に対して自分に何ができるのか、最初は非常に不安でしたが、今回の研修では、自分の他の3人の学生とともに楽しく、企業の方々には親切にして頂き、大変有意義なものとなりました。特に、炎天下の中、測定にお付き合い頂いた金田氏には、大変お世話になりました。この場をお借りしまして、研修先の小松精練株式会社、金沢大学の方々には厚くお礼申し上げます。

平成21年度インターンシップ実施報告書

専攻・学年： 自然科学研究科社会基盤工学専攻 学生氏名： 二條 崇
テーマ名： 屋上緑化材『グリーンビズ』によるヒートアイランド抑制効果の検証
研修先： 小松精練株式会社 担当者氏名： 奥谷晃宏、金田明久
課題担当教員名： 大谷 吉生、田村 和弘、汲田 幹夫、古内 正美、関 平和
研修期間： 21年8月1日 ～ 22年1月31日（実施日数 20日間）

1. 研修内容の概要

地球温暖化問題は地球規模の環境問題として昨今大きく取り上げられ、世界的にCO₂排出抑制等の対策がとられている。地球温暖化問題と関連して、特に都市部での平均気温が上昇する現象がおきている。この現象をヒートアイランド現象と呼ぶ。この現象は都市化による土地利用の変化や都市部でのエネルギー排出が原因とされており、近年ではヒートアイランド現象を抑制するために屋上緑化への取り組みが盛んである。

屋上緑化で用いられる植物には芝、セダム、イワダレソウなどの植物があるが、既往の研究においてセダムはヒートアイランド抑制効果が少ないとされているが、乾燥に強く、手入れの必要も少ないメンテナンスフリーの植物として知られ、屋上緑化への利用が期待されている。

これに関し、小松精練(株)が開発したグリーンビズは高い保水性能を持つため、セダムとグリーンビズ組み合わせることでセダムでも高いヒートアイランド抑制効果が期待される。

本研修では芝を用いた試験区とグリーンビズとセダムの組み合わせを用いた試験区におけるヒートアイランド抑制効果を検証した。

2. 研修の成果（自分の能力が向上した点、知識が増えた点）

私たちのグループは、創成研究で唯一他分野の学生による混成グループで、人数も最大の4人という大所帯でした。他分野の学生と一緒に研究するというのは初めての経験でまずやっていけるのかどうかさえ不安でしたが、お互いにうまく意見を出し合って話をまとめたり、分担できるところは分担して仕事を進めることで効率よく研修を進めることが出来てよかったですと思います。グループ全体が、「誰かやるだろう」という空気ではなく、「みんなでやろう」という雰囲気の中で、その中で協力して最後の報告会を迎えることができたのが最大の成果だと思います。

3. 研修先への要望・大学の支援体制に対する要望

一応他分野による混成チームといううたい文句だったのに、混成チームが私たちだけだったのは少しさびしい気がした。あと、担当教授とのつながりでこの研修を受ける人が結構居たと思うので、もっとたくさんの企業を呼んで、たくさんの学生がこの研修に積極的に参加するような雰囲気作りを大学側でもう少し取り組んでほしいと思いました。

4. その他（感想、後輩へのアドバイスなど）

めんどくさいと思わず、ぜひチャレンジしてみてください。

平成21年度インターンシップ実施報告書

専攻・学年： 社会基盤工学専攻 修士1年 学生氏名： 三宅 正彦

テーマ名： グリーンビズによるヒートアイランド抑制効果の検証

研修先： 小松精練株式会社 担当者氏名： 奥谷晃宏、金田明久

課題担当教員名： 大谷 吉生、田村 和弘、汲田 幹夫、古内 正美、関 平和

研修期間： 21年8月1日 ～ 22年1月31日（実施日数 20日間）

1. 研修内容の概要

超多孔構造をもつ特殊セラミック基盤である「グリーンビズ」を用い、欧米で屋上緑化の植栽として使用されることが多い「セダム」と組み合わせることで、既存の芝を用いた緑化方法にかわる新たな緑化材としての可能性を検討する。そのために、①屋上緑化材として植栽・基盤による蒸発散効果（潜熱消費量）がどの程度のものか、②他の植栽・基盤（芝・土）と比較した場合のヒートアイランド抑制効果の比較、③無灌水状態での屋上緑化材としての可能性の検討という3項目を軸として、実際に実証実験区を造りデータの収集を行った。その後、データの解析・考察・議論を進めた。

2. 研修の成果（自分の能力が向上した点、知識が増えた点）

本当の意味での異分野混成チームを組めたのではないかと思う。

自分の研究はフィールド調査がメインであるので、実験でのデータ収集作業はあまり体験したことのないことであり非常に新鮮に感じた。

それぞれの専門分野や知見によって同じ実験内容であっても見方や感じ方が異なるため、物事に対する多角的な視野が身に付いた。

企業との共同研究的な意味合いが強いため、最終的にはこの研究がいかに利益につながるのかを考えなければならず、企業というもののあり方、存在意義を知ることができたと思う。

3. 研修先への要望・大学の支援体制に対する要望

研修担当者である奥谷晃宏様はじめ小松精練株式会社の皆様、金沢大学大谷吉夫教授はじめ先生方、ならびに学務係の関係者様には大変お世話になりました、ありがとうございました。研修内容自体に関する要望はあまりないのですが、創成研究の受け入れ先の選択肢が少なかったこと（不況の煽りを受けていることは重々承知ですが）、あらかじめ派遣学生・研修受け入れ先が決められている研修が多いように思えたことが残念に思います。もっとあらゆる分野に開かれた研修であればよいと感じます。

4. その他（感想、後輩へのアドバイスなど）

研修内容によっては、創成研究Ⅱを受講していないほかの学生と比べ倍以上忙しくなるかもしれませんが、それに比例して自分の知っている世界も広がるはずなので受講して損はないと思います。それと、異分野の研究者（学生・先生含め）とチームを組んで一つのテーマに取り組むことはあまり経験できることではないので、とても有意義に過ごせますよ。

多孔性セラミックス基盤を用いたセダム緑化によるヒートアイランド抑制効果の検証

研修先	小松精練株式会社
研修担当者	奥谷 晃宏 金田 明久
物質工学専攻	神谷 純平 吉村 洸
社会基盤工学専攻	二條 崇 三宅 正彦

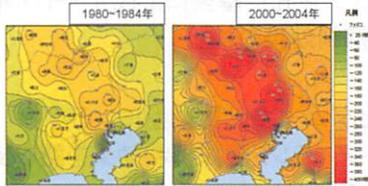
1

背景・目的

2

ヒートアイランド現象とは

人工排熱やコンクリート面の増加により、都市部周辺において気温が上昇する現象。
熱帯夜の増加、ゲリラ豪雨の原因とされている。



関東地方における30°Cを超えた延べ時間の広がり (5年間の年間平均時間数) [参考 環境省HP]

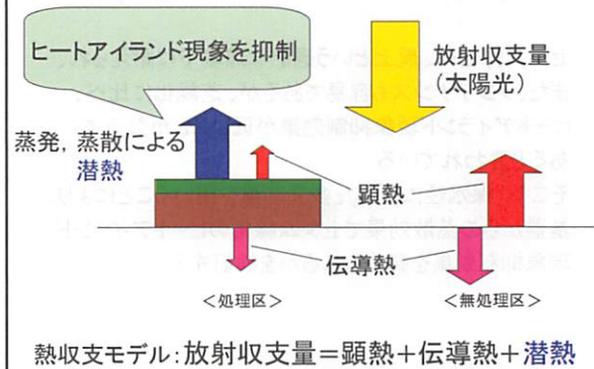
対策
屋上緑化

期待される効果

- ▶ ヒートアイランド現象抑制
- ▶ 屋内環境向上
- ▶ CO₂削減, 大気浄化

3

屋上緑化によるヒートアイランド現象抑制の原理



4

屋上緑化に使用される植栽



芝

セダム類

イワダレソウ



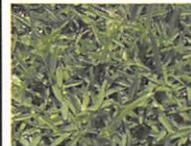
コケ類

ヘデラ

5

芝とセダムの特徴

芝



屋上緑化植栽として広く利用される。景感が良い。既往の研究でもヒートアイランド現象抑制効果が高いとされている。

欠点: 定期的な灌水・芝刈りなどのメンテナンスが必要である。また、冬場は芝が枯れることや、刈り取られた芝は産業廃棄物扱いとなることも問題である。

セダム類



乾燥、高低温に強く灌水などのメンテナンスが容易な植物。ドイツなどで屋上緑化植栽として広く使用されている。

欠点: 既往の研究ではヒートアイランド抑制効果が少ないとされる。

6

セダム+多孔質基盤

多孔質基盤

- 余剰バイオマスケイクの焼成
- 80~100%の保水性能を持つため、無灌水緑化が可能
- 土、砂利に比べ、比重が軽い
- 耐火性に優れている



セダム+多孔質基盤

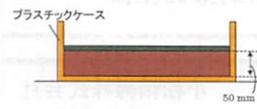


セダム+多孔質基盤

7

従来のセダム緑化との違い

従来のセダム緑化



土壌には、排水層・保水層など複雑な多層構造が必要

多孔質基盤を用いたセダム緑化



従来のセダム緑化に比べ、シンプル

8

目的

セダム緑化は、屋上という過酷な環境下に耐えられ、また、メンテナンスも容易であるが、芝緑化に比べ、ヒートアイランド現象抑制効果が低いことが欠点であると言われている。

そこで、保水性に優れた多孔基盤を用いることにより、基盤からの蒸散効果でセダム緑化のヒートアイランド現象抑制効果を高められるかを検証する。

9

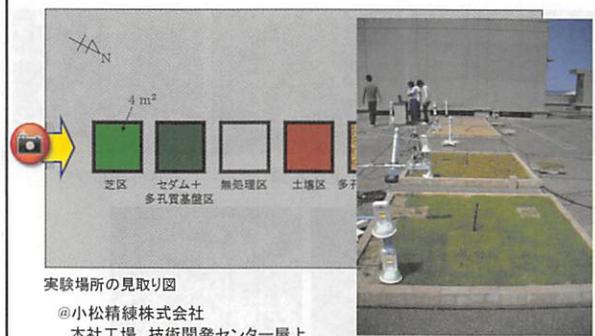
実施項目

- セダム+多孔質基盤による、ヒートアイランド現象抑制効果の検証
- 芝とセダム+多孔質基盤による、ヒートアイランド現象抑制効果を熱収支を用いて比較

10

実験条件

実験場所



実験場所の見取り図

@小松精練株式会社
本社工場 技術開発センター屋上

11

12

熱収支の計算について

$$R_n = S \downarrow - S \uparrow + L \downarrow - L \uparrow$$

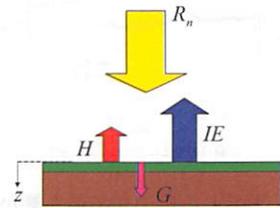
$$R_n = G + IE + H \quad \text{※赤字:測定量}$$

$$G = -K \frac{dT_s}{dz}$$

$$IE = kL_v (\rho_{vs} - \rho_{va})$$

$$H = h(T_s - T_a)$$

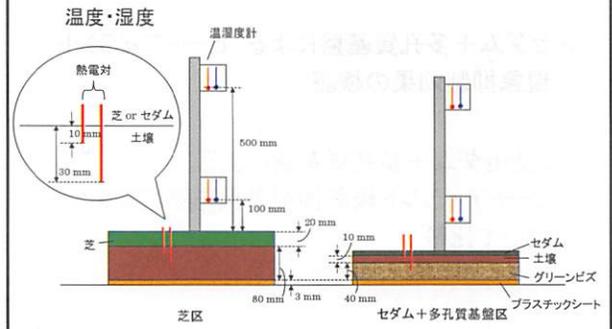
- R_n: 放射収支量
- S_↓: 上向き短波放射量 S_↑: 下向き短波放射量
- L_↓: 上向き長波放射量 L_↑: 下向き長波放射量
- G: 伝導熱量 IE: 潜熱量
- H: 顕熱量
- K: 熱伝導率 T_s: 地表温度
- z: 表面からの高さ L_v: 水の蒸発潜熱
- k: 物質移動係数 ρ_{vs}: 水の蒸発密度 ρ_{va}: 空気中の水蒸気密度
- h: 熱伝達率 T_a: 外気温



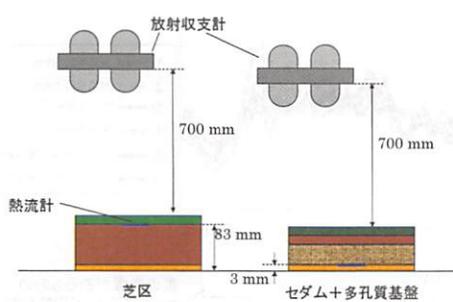
地表面での熱収支

(ただし、本研究では緑化材自体の蓄熱を無視する)

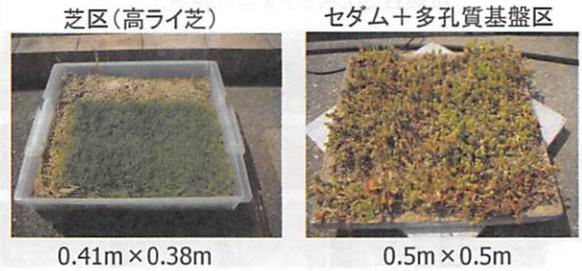
計測環境 概略図



計測環境 概略図



潜熱の測定



1時間毎に重量を測定し蒸発散量を計算

(側面からの蒸発を防ぐため、芝区: ケース、セダム+多孔質基盤区: ビニールにより密封を施した。)

測定日と灌水状況

日	月	火	水	木	金	土
8月9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19 朝灌水	20 朝灌水	21 一日雨	22
23	24 朝雨	25	26	27	28	29 朝雨
30	31	9月1日	2	3	4	5
6 朝灌水	7	8 夕方雨	9	10 朝雨	11	12

←→ : 放射収支計、熱電対、熱流計による測定

←→ : 重量変化、試験区上の温度測定

←→ : 重量変化のみ測定

実験結果

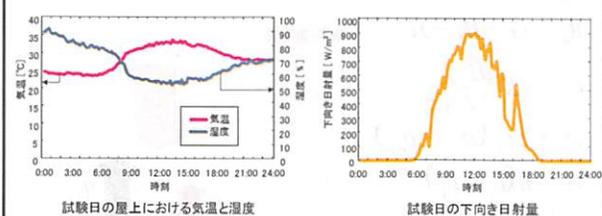
目的

- セダム+多孔質基盤による, ヒートアイランド現象抑制効果の検証
- 芝とセダム+多孔質基盤による, ヒートアイランド現象抑制効果を熱収支を用いて比較

19

小松精練屋上における気象条件

試験日 2009/8/20



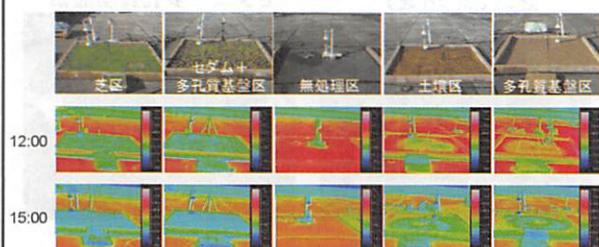
測定した日の中で最も暑かった日。最高気温は33°C
日中での最大日射量は900W/m²になった。

※真夏の日中の日射量は800~1100W/m²程度

20

サーモグラフィーによる温度変化の様子

試験日 2009/8/20(当日朝灌水)

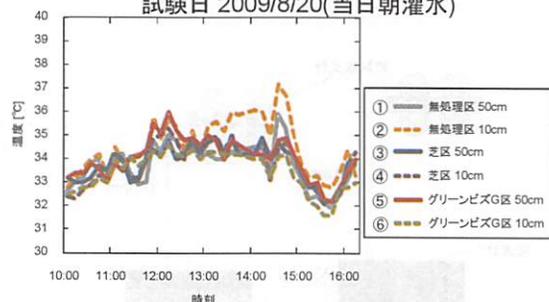


無処理区では太陽熱で屋上表面が熱せられているのに対し、土壌区・多孔質基盤区では打ち水の効果により、表面温度が低い。芝区・セダム+多孔質基盤区における表面温度は、さらに低い。

21

試験区上の気温

試験日 2009/8/20(当日朝灌水)

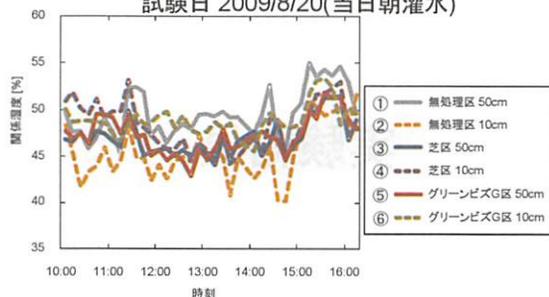


無処理区: ①>②
芝区: ③≒④ 表面のクーリング
グリーンビズG区: ⑤<⑥ 表面のクーリング
風の影響があるもの、ヒートアイランド現象抑制効果が認められる

22

試験区上の関係湿度

試験日 2009/8/20(当日朝灌水)



無処理区: ①>②
芝区: ③<④: 芝からの蒸散
グリーンビズG区: ⑤<⑥: セダムからの蒸散
→ 植栽からの蒸散が確認できる

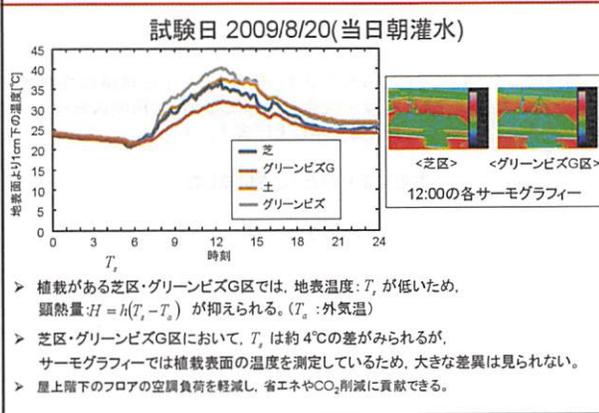
23

目的

- セダム+多孔質基盤による, ヒートアイランド現象抑制効果の検証
- 芝とセダム+多孔質基盤による, ヒートアイランド現象抑制効果を熱収支を用いて比較

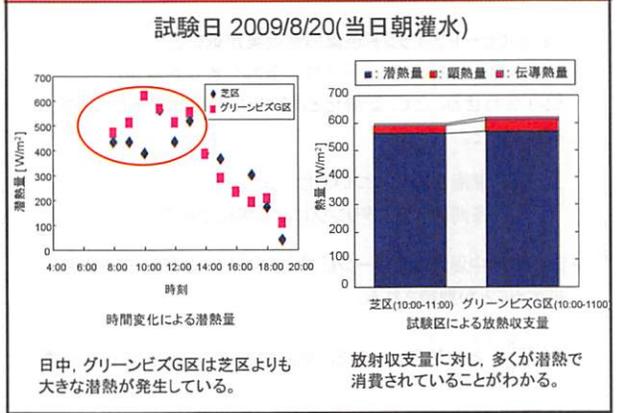
24

地中温度(地表面より1cm下)



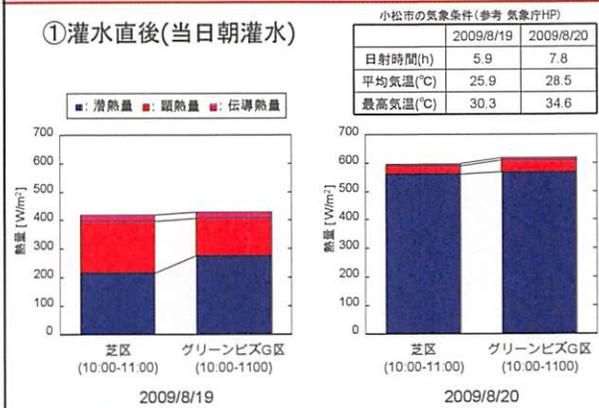
25

熱収支



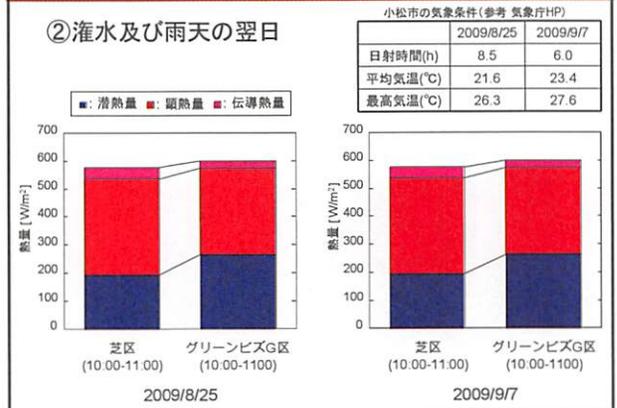
26

測定期間中での熱収支



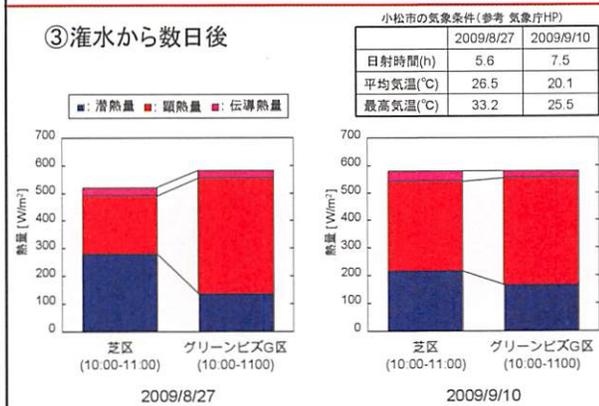
27

測定期間中での熱収支



28

測定期間中での熱収支



29

まとめ

- 測定期間中でもっとも暑かった20日は、芝区・グリーンビズG区ともに放射収支量は、ほとんどが潜熱量で占められている。(2日連続で灌水したことで区内の水分量も多かったと考えられる)
- 灌水直後及び、その翌日において、グリーンビズG区は、芝区と同程度の潜熱消費量が得られ、その割合は純放射量の約半分を占めるといえる。
- 灌水数日後において、グリーンビズG区の潜熱消費量は、芝区よりも若干劣るものの、ヒートアイランド現象抑制効果は認められている。

30

結論・課題

▶これまでヒートアイランド現象抑制効果が低いとされていたセダム緑化においても、保水性に優れた多孔質基盤と組み合わせることで、芝緑化と同等の抑制効果があることが検証できた。

⇒ 無灌水緑化については、
長期的なモニタリングによる実証が必要

▶日中の地中温度はグリーンビズG区が低く、顕熱量の消費を抑えることが期待される。

⇒ 各試験区における、熱的物性値の測定と解析が必要

31

謝辞

最後に、インターンシップを受け入れてくださった小松精練株式会社奥谷晃宏氏、また実験中大変お世話になった金田明久氏に厚く御礼申し上げます。

本当にありがとうございました。

派遣学生一同

32