

コケ植栽による屋上緑化システムの熱的性能に関する研究

(第4報) 長短波放射量と蒸散量測定実験

Study on the Thermal Characteristics of Rooftop Greening System of Moss planting (Part4) Measurement of Quantity of Solar Radiation and Thermal Radiation and Evapotranspiration

学生会員 ○馬 蓉 蓉 (明治大学)

正会員 加治屋 亮一 (明治大学)

正 会 員 酒井 孝司 (明治大学)

正会員 臼倉 拓人 (田島ルーフィング株式会社)

Rongrong MA *¹ Ryoichi KAJIYA*¹ Koji SAKAI*¹ Takuto USUKURA *²

*¹ Meiji University *² Tajima Roofing Inc

This paper presents some experimental of results measurement with quantity of solar radiation and thermal radiation and quantity of evapotranspiration of a moss planting system and examined an effect of environment improvement of roof-top green planting system by moss planting.

はじめに

既報^{1),2)3)}では、コケ植栽による屋上緑化システムの測定実験を行い、焼け込み防止・照り返し防止効果があることを確認した。また、蒸発散実験により、コケ植栽の蒸発散能力が優れており、冷却効果があることを示した。

本報では、長短波放射量、蒸発散量について測定実験を行い、コケ植栽による屋上緑化システムの熱環境改善効果について検証を行ったので報告する。

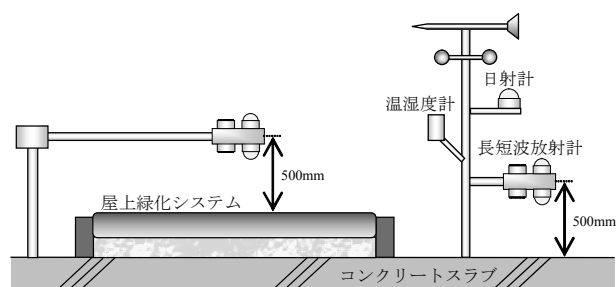


図-1 長短波放射量測定実験の概要

1. 長短波放射量測定実験

1.1 実験概要

屋上緑化システムのヒートアイランド現象の軽減効果、日射の照り返し防止効果を検証するために、長短波放射計により短波放射量（全天日射量と測定対称面反射日射量：0.3～3μm）と長波放射量（大気放射量と測定対称面放射量：5～50μm）を測定した。図-1に長短波放射量実験の概要を示す。長短波放射センサーは測定対象面上500mmに設置した。表-1に同実験に用いた測定機器の主な仕様を示す。図2に長短波放射計及び測定項目を示す。

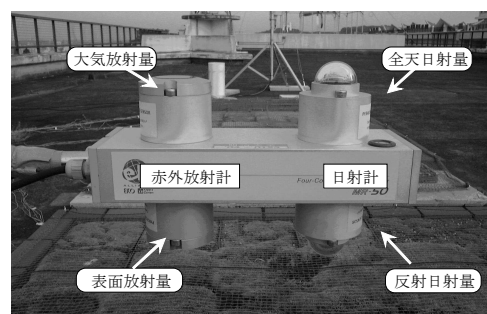


図-2 長短波放射計の測定項目

表-1 長短波放射量測定実験時の測定機器

測定項目	測定機器		
	名称(型番)	メーカー	主な仕様
温度	熱電対 (0.32×12PT-G⇄)	(株)江藤電気	T型,ビニル被覆,素線径0.32mm
温湿度	温湿度プローブ (HMP45A/HMP46D)	VAISALA(株)	湿度計:HUMICAP180高分子薄膜センサ 温度計:厚膜抵抗センサ (pt100,pt1000)
日射量	日射計 (PCM-03A)	(株)ブリード	測定範囲:0.3～2.8μm
長波放射量 短波放射量	長短波放射計 (MR-50)	英弘精機(株)	長波放射範囲:0.3～3μm 短波放射範囲:5～50μm

1.2 実験結果

夏季（2006/09/20～22）について検討する。図-3に気象概況、図-4に長短波放射量測定データ、図-5に測定対象面の反射日射量と表面放射量を示す。なお、図-4中の日射反射率（以下、アルベド）は、

$$(\text{アルベド}) = (\text{測定対象面反射日射量}) / (\text{全天日射量})$$
で算出したものを図示した。

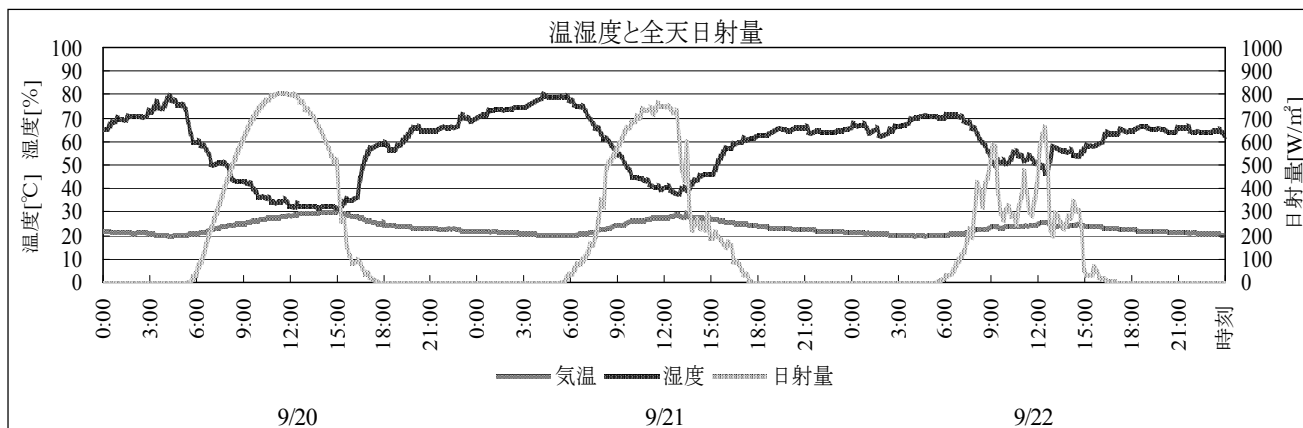


図-3 気象概況 (2006/09/20~09/22)

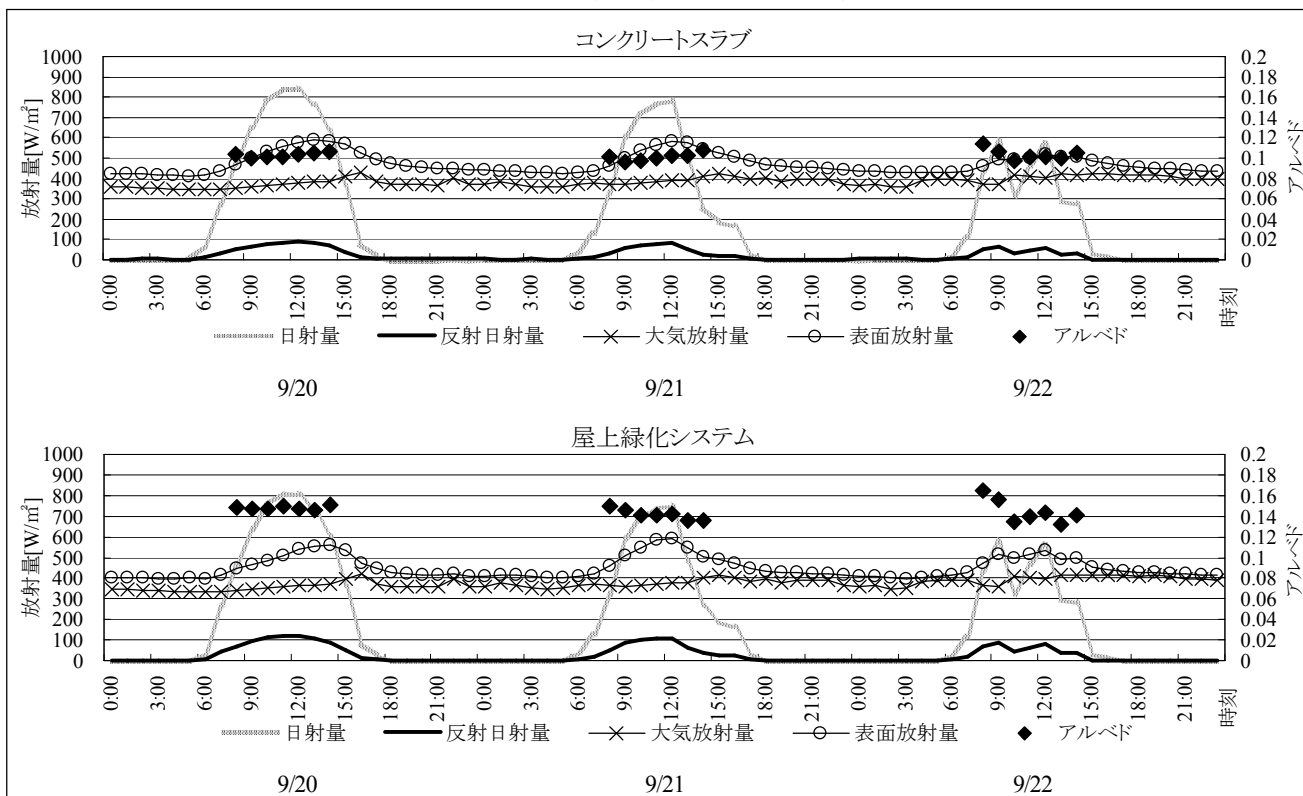


図-4 長短波放射量測定データ (2006/09/20~09/22)

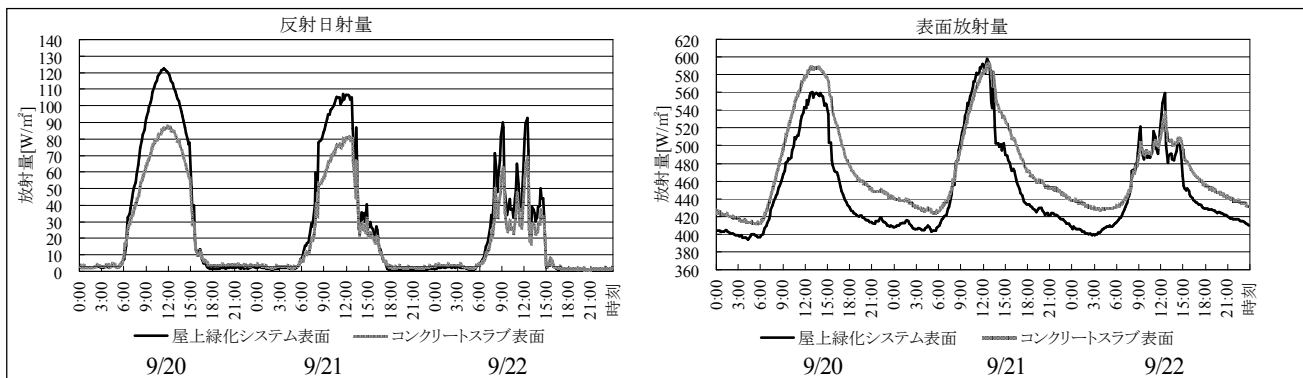


図-5 反射日射量・表面放射量 (2006/09/20~09/22)

また、日の出・日の入りの時刻は日射の入射角が小さくなり、各表面のアルベドが正確に測定できないために、図には 8 : 00 ~ 16 : 00 までの値を表示した。

アルベドは、晴天日 (20 日) において、コケ植栽表面で約 0.15、コンクリートスラブ表面で約 0.10 となり、約 0.05 の差が生じた。

反射日射量は、日射のある 20 日の終日と 21 日の午前中はコケ植栽表面の方がコンクリートスラブ表面より高い値を示したが、曇りがちな 21 日午後、22 日の両日においても差は少ないがコケ植栽表面の方が高く、20 日 12:00 で最大差の 37.5W/m^2 となった。

表面放射量は、20 日の日中はコケ植栽表面の方がコンクリートスラブ表面より低い値を示したが、21 日、22 日の両日はほぼ同様な値となった。

これは、2 日前の 18 日に 38mm /日の降雨があり、20 日はコケ植栽システムが保水状態であったのに対し、以後の 2 日間（21 日、22 日）は乾燥状態に近づいたためと考えられる。また、夜間においてはコケ緑化システムの方が低い値を示し、最大で 32.7W/m^2 の差となった。

2. 蒸発散実験

2.1 実験概要

コケ植栽の蒸発散作用による周辺環境の冷却効果を検証するため、コケ有とコケ無の試験体を用いて、蒸発散作用による試験体の質量変化と温度変化、蒸発散作用に影響すると思われる気象データの測定を行った。図-6 に蒸発散実験の概要図を示す。蒸発散量を直接測定する事は困難であるため、水を含ませた試験体を電子天秤に乗せ、減少した質量を蒸発散量とした。なお、トレイ下部の排水用の穴はシリコンで塞ぎ、蒸発散以外の水分の流出を抑えた。さらに、側面からの熱の流入を防ぐため、トレイの側面を押出法ポリスチレンフォーム保温板で囲った。また、蒸発散に伴う温度比較を行うため、各試験体表面及びトレイ下部に温度測定点を設けた。周辺環境のデータは屋上緑化システムの気象データを採用した。また、試験体と電子天秤への風の影響を抑えるため、周囲は傾斜を設けた風防で囲った。表 2 に、実験に使用した電子天秤の主な仕様を示す。

表-2 蒸発散実験時の測定機器

測定項目	測定機器		
	名称(型番)	メーカー	主な仕様
質量	電子天秤 (GP-20KR)	(株)ユー・アンド・デイ	ひょう量:21kg 目量:1g 使用範囲:5~21kg 補助表示:0.1g

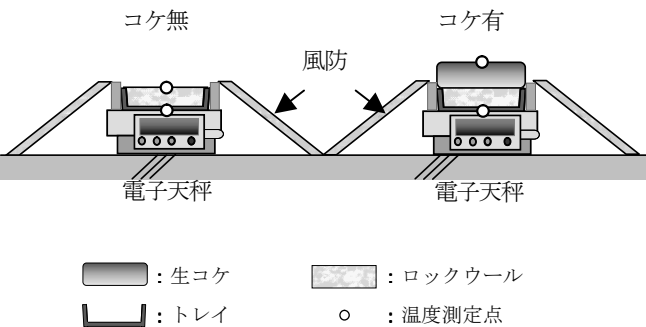


図-6 蒸発散実験の概要図

2.2 実験結果

図-7 に夏季（2006/09/20）と冬季（2006/12/04）における蒸発散実験測定データ（気象概況、試験体の体積含水率及び蒸発量、試験体温度変化）と、図-8 に飽差と蒸発量の関係を、図-9 夏季の蒸発量と外気気候の相関を示す。蒸発量の測定精度を確認するために、飽差と蒸発量の関係を調べたところ夏季、冬季においてコケ有り、コケ無し共に相関係数 $R=0.97$ 以上と高い相関が得られた。

蒸発量と外気気候の関係においては、日射量との相関が最も高く、相関係数はコケ有りで $R=0.936$ 、コケ無しで $R=0.946$ となった。次に湿度との相関が高く、相関係数はコケ有りで $R=0.922$ 、コケ無しで $R=0.931$ となった。気温とは、相関係数はコケ有りで $R=0.848$ 、コケ無しで $R=0.868$ と良い相関が見られた。

蒸発量と風速の相関関係は、まったく見られなかった。これは、風速の測定を試験体の直上ではなく、高さ 2.5m に設置した屋上緑化システムの風速計のデータを使用したためと思われる。

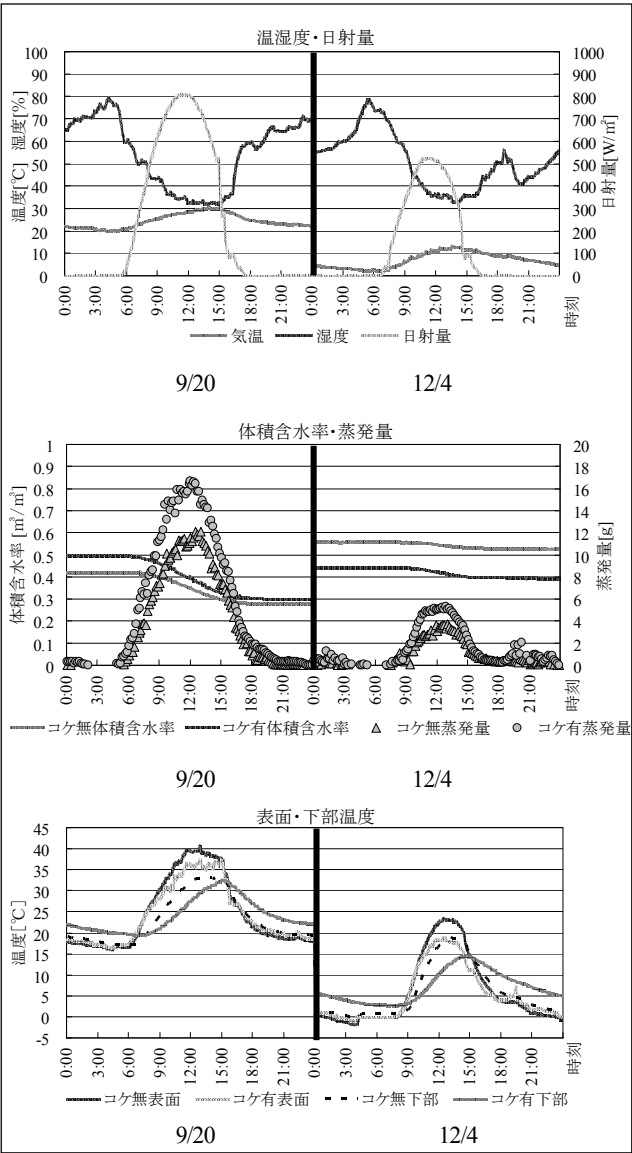


図-7 蒸発散実験測定データ（左：夏季、右：冬季）

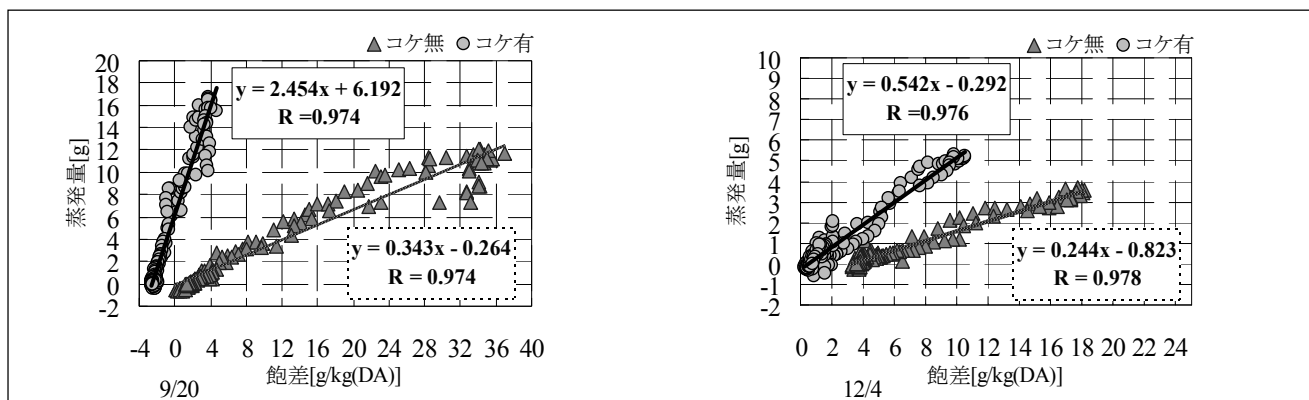


図-8 飽差と蒸発量の関係 (左: 夏季、右: 冬季)

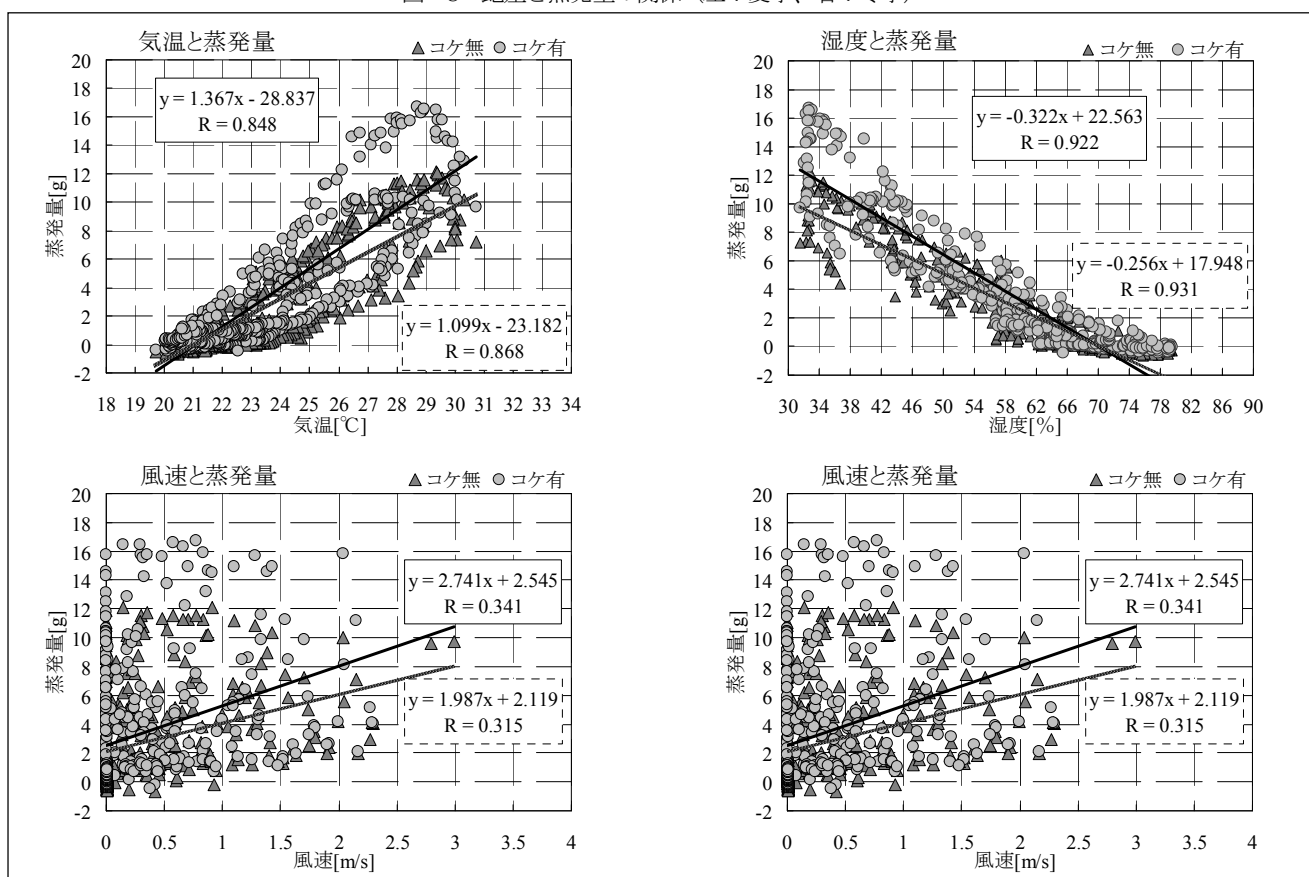


図-9 蒸発量と外気気候の関係

3. まとめ

コケ植栽による屋上緑化のヒートアイランド現象の緩和効果を定量的に評価するために、長短波放射量、蒸発散量の測定実験を行い、屋上緑化システムの熱特性について検討を行った。その結果以下の知見を得た。

長短波放射量測定実験より、コケ植栽表面がコンクリート表面より短波長である反射日射量が多く、ヒートアイランド現象の緩和効果が認められる。コケ植栽表面がコンクリート表面より長波長の表面放射量が少なく、日射の照り返し防止効果、焼けこみ防止効果が期待できる。

蒸発散実験により、夏季、冬季ともに保水時においてコケ有りがコケ無しより蒸発散量が多く、コケ植栽屋上緑化周りの熱改善効果が認められる。

謝辞

本研究を進めるにあたり、多くのご指導・ご協力を頂いた(株)国際環境デザイン協会、兒玉孝則氏には多大なる感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 梅干野ら：屋上芝生植栽の熱的特性に関する実験研究(その1)～(その10)、日本建築学会大会学術講演梗概集1991-1993
- 2) 三坂ら：軽量・薄層型屋上緑化技術のヒートアイランド緩和効果の定量評価に関する研究、日本建築学会技術報告集pp195-198、2005.06
- 3) 臼倉ら：屋上のコケ植栽による熱的性能に関する研究(その1)～(その2)、日本建築学会学術講演会研究発表論文集、pp.171-178、2004.10
- 4) 臼倉ら：屋上のコケ植栽による熱的性能に関する研究(第1報)～(第3報)、空気調和・衛生工学会学術講演論文集、2005-2006