

未舗装街路の暑熱環境緩和効果に関する研究 -大阪市北畠住宅を対象として-

UNPAVED ALLEY EFFECTS ON HEAT MITIGATION IN KITABATAKE, OSAKA CITY

建築環境工学分野 野口 裕一郎

大阪市北畠住宅を対象として、夏季における未舗装街路の温熱環境と温熱感覚の実測を行い、CFD解析による温熱環境予測を行った。1)実測では、平均値で未舗装街区が舗装街区よりも気温が0.3~0.5K, SET*が0.1~0.6K, 路面温度が1.9~3.9K低い。CFDでは2)気温, SET*, 温冷感の空間平均値は、街路の未舗装面積が増加しても、効果は小さい、3)主風向に対して平行な街路の未舗装化の効果が大きい、4)最大で気温:1.4K, SET*:3.9K, 温冷感:1.2段階低下する、5)風速や降雨の効果もある。

A survey of the thermal environment and sensations of unpaved alleys was conducted in the Kitabatake district of Osaka during summer. Using CFD, effects on heat mitigation were also simulated. 1) In cases where the orientation of unpaved alleys was parallel to the wind direction, heat mitigation was effective. 2) Increase of the unpaved area did not significantly affect the air temperature, SET*, or thermal sensation on average. 3) The air temperature decreased up to 1.4 K; SET* decreased up to 3.9 K. Thermal sensation was lowered by as much as 1.2 rank. 4) Wind velocity did not affect the air temperature, but SET* became lower as the unpaved area became greater. 5) Rainfall lowered both the air temperature and SET*.

1. 背景と目的

舗装のアスファルトや建物のコンクリートのような熱を吸収し易い素材で覆われていることなどで引き起こされるヒートアイランド現象は、夏季夜間の高温化をもたらす、睡眠を阻害して¹⁾、熱中症の原因にもなる。

舗装に関する既往研究では、西岡ら(2006)²⁾は高反射型アスファルト舗装は表面温度を低減するが路上の熱環境は悪化することを、赤川ら(2008)³⁾は湿潤舗装が遮熱舗装より熱環境改善効果があることを実験的に示している。地表面被覆の熱特性を改善する対策として、道路舗装の技術開発が活発に進められており、重田ら(2012)⁴⁾は現場の保水性舗装面とアスファルト面を比較評価し、散水を行った場合の地表面温度は保水性舗装面の方が低温に保たれ、効果は夜間において明瞭であると示している。しかし、街路を未舗装にした場合の効果や、さらにその街区規模での検討例は少ない。

大阪市阿倍野区阪南町にある北畠住宅(大正15年建設、南北約200m×東西約100m)は、当初の下見板張り木造住宅がよく維持されており、南北方向の街路は住民の意向から現在も舗装されずに残されている。

そこで本研究は、1)北畠住宅において温熱環境を実測し、2)温熱感覚に関する調査を行い、3)CFD解析のケーススタディによって、未舗装化のパターンや風速および降雨による暑熱環境緩和効果を定量的に明らかにすることを目的とする。

2. 未舗装街路を有する街区の温熱環境

2.1 調査概要

測定対象街区(図1)は、未舗装街路を有する街区(以下、本節で“未”)の対照街区として、北へ330m離れた舗装街路を有する街区(以下、本節で“舗”)を選定した。図2の斜線部に示す東と西の街路のみ未舗装であり、幅は“未”の東、南、西側が約5m, 北側が約3m, “舗”の東、南側が約5m, 西、北側が約4mである。測定日時は2012年7月24~25日16:00~6:00, 8月23~24日16:00~6:00, 9月13~14日16:00~7:00で、天候はそれぞれ、曇時々晴、曇一時雨、晴一時曇であった。測定項目は、温湿度、グローブ温度、風向・風速、日射量と表面温度を測定した。表面温度は、材質を考慮し、路面(3分割)、建物壁面(“未”で計16点, “舗”で計12点)、葉を測定した。天空率は両街区のそれぞれ対応する測定位置でほぼ同じになるように努めた。



図1 各街区と測定位置(左:未舗装街区, 右:舗装街区)

2.2 温熱環境測定結果 (表 1, 図 2, 図 3)

定点観測:表 1 に各測定日の気温,風速,SET*の平均値,最大値,最小値を示す。”未”と”舗”の気温平均値の比較では,”未”が”舗”より 0.3~0.5K 低い。風速は天空率を合わせた 8,9 月では”未”が”舗”でほぼ等しい。未”と”舗”の SET*平均値の比較では,”未” が”舗”より 0.1~0.6K 低い。路面温度平均値は 1.9~3.9K 低い。図 2 に 9 月 13~14 日の気温,風速,SET*,路面温度の時間推移を示す。9 月の風のない 23~1 時においては”未”が”舗”より 1.0K 低い。**移動観測:**図 3 に 9 月の移動点における温熱環境(気温は時刻補正)も含めて示す。同時刻の気温差「”舗”における気温と”未”における気温の 5×5 の組み合わせの差」は-0.2~1.9K である(17 時台に”舗”北-”未”東 2 で-0.2K,15 時台に”舗”西-”未”北で 1.9K)。SET*は風速の影響を大きく受けるので,移動点においては,”未”が”舗”よりも低い傾向は表れていない。路面温度は素材が土の”未”東 2 と”未”西が低い。

3. 未舗装街路を有する街区の温熱感覚

3.1 調査概要

測定対象区域(図 4)は,大学内で 2012 年の現場実測の状態に近い街路両側に建物が存在する未舗装区域と舗装区域を選定した。測定日時は 2013 年 9 月 10 日(12:00)~11 日(18:00),9 月 19(12:00)~20 日(18:00)で,天候はそれぞれ,曇時々晴,晴であった。測定項目は 2012 年の現場での定点観測と同様であり,加えて直達・天空日射は気象観測所データを用いた。温熱環境測定と並行して,14:00~18:00 に歩行者(大学生)に協力を依頼し,熱的

表 1 定点観測の各測定日の温熱環境

		2012/07/24~25			2012/08/23~24			2012/09/13~14		
		平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値
気温[°C]	未舗装	28.6	34	26.6	28.3	33.3	25.6	28.3	32.9	26.1
	舗装	29.1	34.7	27.2	28.6	33.7	26.2	28.7	33.3	26.5
風速[m/s]	未舗装	0.1	1.5	0.0	0.3	3.0	0.0	0.2	2.2	0.0
	舗装	0.3	2.0	0.0	0.4	3.0	0.0	0.3	2.4	0.0
SET*[°C]	未舗装	28.4	34.4	23.8	27.4	34.9	21.5	26.7	33.6	21.1
	舗装	28.5	35.6	23.3	27.6	35.1	22.3	27.3	33.9	22.2
路面温度 [°C]	未舗装	29.5	36.4	26.5	29.6	36.3	25.7	28.4	32.9	26.1
	舗装	31.7	40.5	28.2	31.5	40	26.4	32.3	38.9	29.5

主観申告調査を行った。温熱感覚は体調や前居場所での行動の後(記入開始 3~5 分後)に訊いた。延べ申告数は未舗装 98,舗装 95 である。温冷感は ASHRAE7 段階尺度を用い,放射感・気流感は「感じない」から「非常に感じる」までの尺度を用いた。

3.2 温熱指標の算出法

屋外温熱指標として,SET*を障害物のない屋外用に拡張した OUT_SET*や,さらに周囲建物からの長波長放射を考慮した SET*⁵⁾(本研究では OUT_SET*-L と呼ぶ)が提案されている。各 SET*は気温,相対湿度,風速の実測値と MRT,代謝量は立位静止状態の 1.2met,着衣申告からの clo 値を用いて算出した。実測値は申告時の平均値を用いた。SET*はグローブ温度と風速から式(1)で,OUT_MRT と OUT_MRT-L は屋上の日射量や路面や周壁の表面温度から式(2)と式(3)で求めた。

$$MRT = t_g + 2.35 \sqrt{v(t_g - t_a)} \quad [^\circ\text{C}] \quad (1)$$

$$OUT_MRT = \left[\frac{f_{hp}(1 - \alpha_{cl})S \downarrow}{F_{eff}\sigma} + \frac{(1 - \alpha_{cl})(D \downarrow + (D \downarrow + S \downarrow)\alpha_{GND})}{\sigma} + T_L \right]^{0.25} \quad [\text{K}] \quad (2)$$

$$OUT_MRT-L = \left[\frac{f_{hp}(1 - \alpha_{cl})S \downarrow}{F_{eff}\sigma} + \frac{(1 - \alpha_{cl})(D \downarrow + (D \downarrow + S \downarrow)\alpha_{GND})}{\sigma} + T_{MRT-L}^4 \right]^{0.25} \quad [\text{K}] \quad (3)$$

t_g :グローブ温度[°C], v :風速[m/s], t_a :気温[°C], α_{cl} :衣服のアルベド[0.4], α_{GND} :地表面アルベド[0.1], $S \downarrow$:直達日射量[W/m²], $D \downarrow$:拡散日射量[W/m²], F_{eff} :有効放射面積積率(=0.75), σ :直達日射に対する人体の放射係数積率[0.ステファン・ボルツマン定数(W/m²K⁴) $\times 5.67 \times 10^{-8}$], T_L :長波長放射の放射温度[K], T_{MRT-L} :建物による長波長放射を考慮した放射温度[K]

3.3 SET*の算出結果 (図 5)

周囲建物の長波放射を考慮した OUT_SET*-L は OUT_SET*より平均で約 4K 高い。グローブ温度から

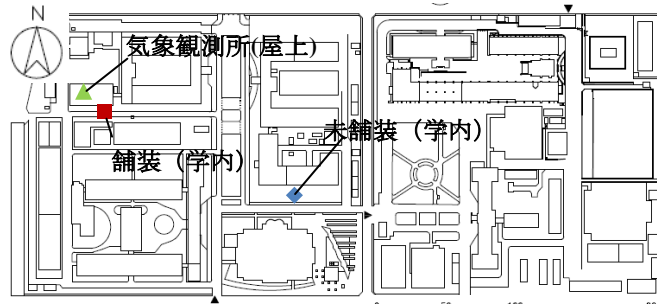


図 4 測定対象区域(大学キャンパス)

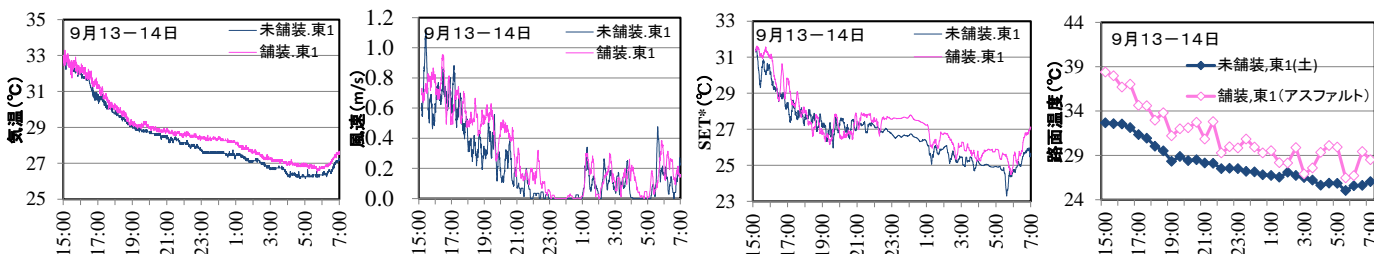


図 2 定点観測の温熱環境 (9 月 13~14 日)

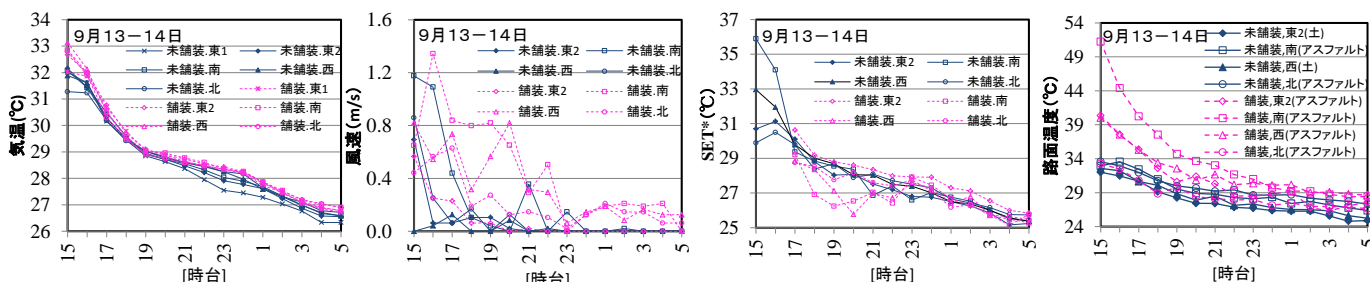


図 3 移動観測の温熱環境 (9 月 13~14 日)

求めた SET*と OUT_SET*-L はほぼ一致している。

3.4 SET*と温冷感 (図 6)

温冷感との関係は、グローブ温度と風速から求めた SET*と OUT_SET*-L とで温冷感との関係が異なる。未舗装と舗装で温冷感との関係が一致し、かつ温冷感各段階の分布の差が OUT_SET*-L が SET*より小さい。

3.5 放射感, 気流感別の SET*と温冷感の関係 (図 7, 8)

放射感別: OUT_SET*-L, SET*と温冷感の関係はともに、「感じない」で相関が強く、「少し感じる」、「感じる」、「非常に感じる」で関係が弱い。「感じない」において OUT_SET*-L と SET*を比較すると、OUT_SET*-Lの方が未舗装と舗装で温冷感との関係が一致する。**気流感別:** 気流感の変化が温冷感との関係に与える影響は小さく、OUT_SET*-L と SET*にも差はない。

4. 未舗装街路を有する街区のシミュレーション

4.1 数値計算概要 (1) 計算領域と格子間隔 図 9 に示す対象領域において、CFD 解析による数値計算を行う。建物高さは階数に基づき、1 階高さを 3m として算出す

る。詳細解析領域を含む長方形領域(1556m×785m)を計算対象領域とする。水平方向の格子間隔については、詳細解析領域(117m×167m)を 0.5m, 解析領域(778m×392m)を 2m, さらに外側は徐々に広がる不均等間隔とする。鉛直方向の格子間隔については、詳細解析領域内では最高建物高さまでを 0.5m, 解析領域内では最高建物高さまでを 1.0m, さらに外側は徐々に広がる不均等間隔とする。**(2) 計算条件** 乱流モデルには標準 k-ε モデルを用い、定常解析を行う。対象地区から南へ約 3.5km, 西へ約 0.5km に位置する大学キャンパス屋上の気象観測所の観測値を上空風とみなし、風速計高さ 11m を流入条件(1/5 ベキ乗則)とする。流出条件は自然流入流出条件, 上空境界と側面境界を free-slip 条件, 地面境界を一般化対数則, また壁面, 路面は表面温度測定値を設定する。

4.2 実測調査と予測値の比較 (図 10)

予測値の精度検証のため、気温、風速の実測値との比較を行う。夏季晴天日で気候が安定していた 9 月 13 日の 16:00~9 月 14 日 4:00 を対象とする。なお、22 時の予測値は上空風の風向が西から東に変わる不安定な時間帯で解が収束しなかったため、除外する。精度検証は図 1 における測定位置と同位置で、気温は時刻補正後の東 1, 南, 西, 北で比較し、風速は移動観測による時間差があることから東 1 においてのみ比較する。気温では、実測調査での気温センサー(熱電対)の精度の±0.5℃の範囲に近い 18:00, 20:00, 0:00 において、どの測定位置でも予測値と実測値が概ね一致している。風速では、18:00, 0:00, 2:00, 4:00 において、予測値と実測値が概ね一致している。後述の温熱環境を SET*で評価する際には気温と風速の精度が良いことが必要であるため、以降のケーススタディでは 18:00 と 0:00 を対象に行う。

4.3 ケーススタディのモデル概要 (図 11~13)

片側 2 車線計 4 車線の街路を除き、街路の方向の違いで、未舗装化のパターンを変更して、分析する。

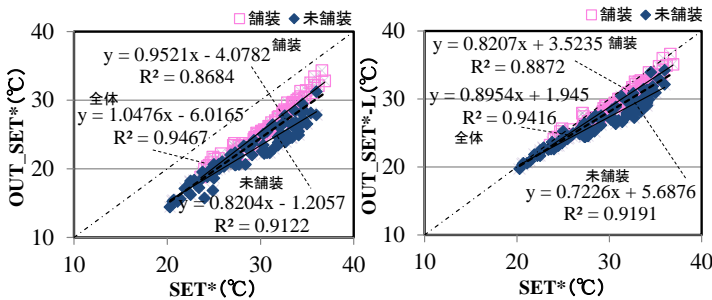


図 5 各 SET*の比較

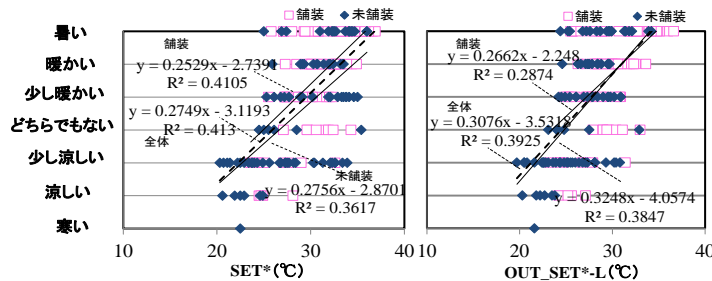


図 6 各 SET*と温冷感

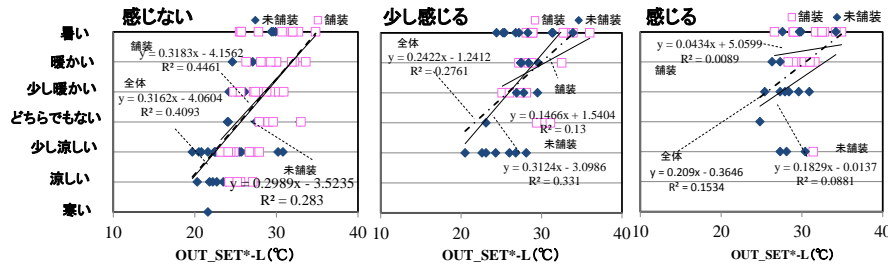


図 7 OUT_SET*-L と温冷感の関係 (放射感別)

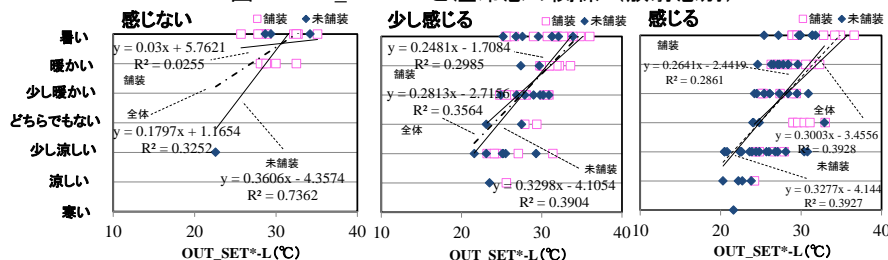


図 8 OUT_SET*-L と温冷感の関係 (気流感別)

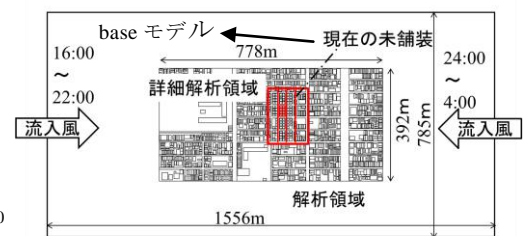


図 9 計算対象領域

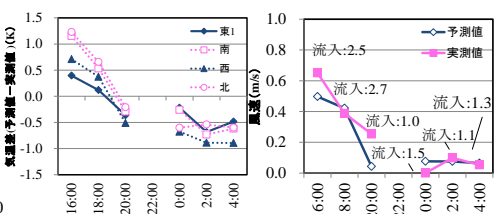


図 10 予測値と実測値 (左: 気温 右: 風速)

- case1:主風向と直交する街路を未舗装とする場合
- case2:主風向と平行な街路を未舗装とする場合
- case3:case1 と case2 を合わせた場合

さらに、これらの3ケースの舗装パターンで、風速が大きい場合と降雨があった場合についても分析する。

v_case:3年間の9月の風速の上位5%値

r_case:降雨後に未舗装と舗装の路面温度差が最大

風速が大きい場合とは、特異な気象は除くため、大阪管区气象台により暴風警報が発令された時間帯を除き、2012年～2014年の3年分の上空風のデータを用い、上位5パーセンタイル値、18:00は西風で3.0m/s、0:00は東風で2.9m/sとする。降雨の影響が大きい場合とは、実測調査に基づき、2012年8月23日20:00の降雨後、3:00に未舗装と舗装の間で最大となった路面温度差3.9Kを適用する。シミュレーションでは時間帯が近い0:00において評価を行う。

4.4 実測値から求めたSET*及びOUT_SET*-Lと予測値の対応(図14, 図15)

2012年と2013年の実測値のSET*とOUT_SET*-Lの関係がほぼ同じであることと、2012年9月13～14日の18:00,20:00,0:00におけるシミュレーションによるSET*の予測値との相関が実測値のOUT_SET*-Lのほうが実測値のSET*よりも高い。このことから、CFD解析による温熱環境予測と温熱感覚についての考察を行うにあたっては、図6のOUT_SET*-Lと温冷感の関係を用いる(式(4))。さらに、18:00, 0:00において、図7の

放射を感じない場合(式(5)), 図8の気流を感じる場合(式(5))の関係を用いる。シミュレーション結果のSET*の変化から温冷感との対応を考察する

OUT_SET*-Lと温冷感の関係: $y=0.30x-3.53(R^2=0.39)$ (4)

放射を感じない場合: $y=0.32x-4.06 (R^2=0.41)$ (5)

気流を感じる場合: $y=0.30x-3.46 (R^2=0.39)$ (6)

それぞれR²は高く、回帰の信頼性は高い。

4.5 シミュレーション結果

気温とSET*および温冷感によって、シミュレーションの結果を考察する。SET*は、建物表面や路面の輻射率を0.90と設定し、モンテカルロ法により形態係数を求め、各面間の反射吸収を考慮して算出したMRTを用いて、計算する。

4.5.1 base (図16, 図17)

18:00: 気温, SET*においてモデル全体の空間平均値はそれぞれ29.6℃, 27.2℃であり、路面温度の高い駐車場で高い傾向が見られる。**0:00**: 気温, SET*においてモデル全体の空間平均値はそれぞれ27.4℃, 25.4℃であり空間分布の差は、18:00ほどは見られない。

4.5.2 case1 (図18)

18:00: case1はbaseに比べて、気温は最大で1.0K(base:30.7℃, case1:29.7℃)低下し、モデル全体の空間平均では変化はない(共に29.6℃)。case1はbaseに比べて、SET*は最大で3.4K(base:30.7℃, case1:27.3℃)低下し、モデル全体の空間平均では変化はない(共に27.2℃)。温冷感は最大1.1段階(base:5.9, case1:4.8)低下

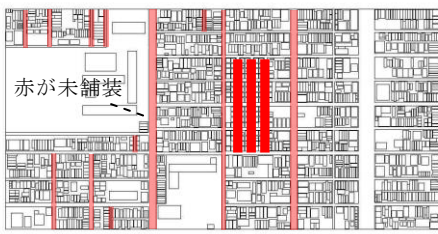


図11 case1:主風向と直交する街路

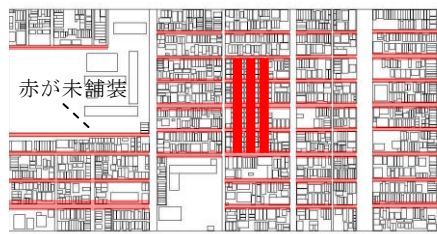


図12 case2:主風向と平行する街路

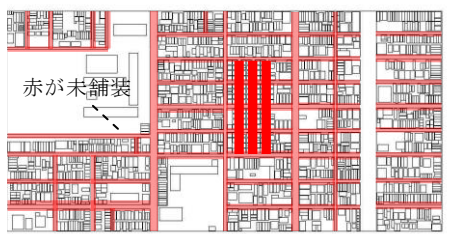


図13 case3:case1+case2

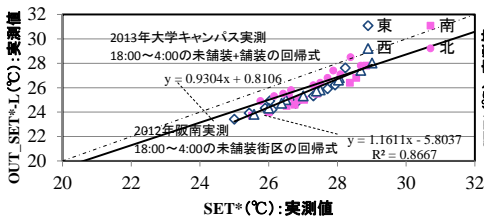


図14 実測値SET*とOUT_SET*-Lの関係

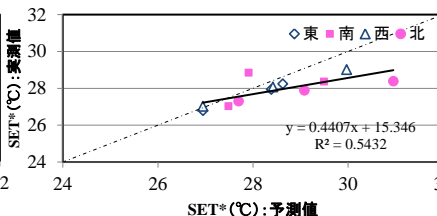


図15 予測値と実測値の関係(左:SET* 右:OUT_SET*-L)

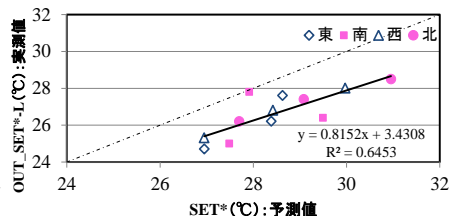


図16 baseモデルの気温分布(18:00)

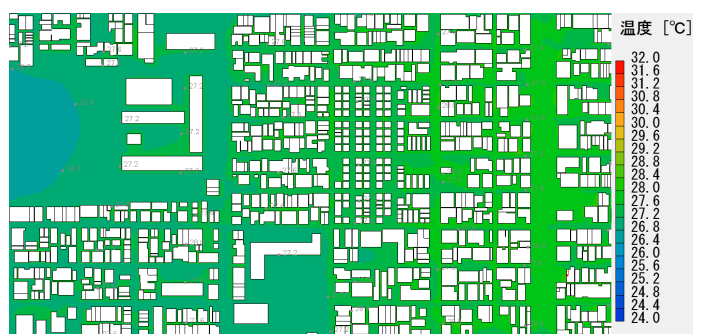


図17 baseモデルの気温分布(24:00)

する。気温において差が最大となる地点は図の(A)点である。**0:00** : case1 は base に比べて、気温は最大で 0.9K(base:28.2°C,case1:27.3°C)低下し、モデル全体の空間平均では 0.1K(base:27.4°C,case1:27.3°C),低下する。case1 は base に比べて、SET* は最大で 2.2K (base:27.7°C,case1:25.5°C)低下し、モデル全体の空間平均では 0.1K(base:25.5°C,case1:25.4°C),低下する。温冷感 は最大 0.7 段階(base:5.0、case1:4.3)低下する。気温において差が最大となる地点は図の(B)点である。

4.5.3 case2 (図 19)

18:00 : case2 は base に比べて、気温は最大で 1.4K(base:30.6°C,case2:29.2°C)低下し、モデル全体の空間平均では 0.1K(base:29.6°C,case2:29.5°C),低下する。case2 は base に比べて、SET* は最大で 3.8K(base:30.6°C,case2:26.8°C)低下し、モデル全体の空間平均では変化はない(共に 27.2°C)。温冷感 は最大で 1.2 段階 (base:5.9,case2:4.7)低下する。気温において差が最大となる地点は図の(C)点である。**0:00** : case2 は base に比べて、気温は最大で 1.0K(base:27.9°C,case2:26.9°C)低下し、モデル全体の空間平均では 0.1K(base:27.4°C,case2:27.3°C),低下する。case2 は base に比べて、SET* は最大で 2.3K(base:27.3°C,case2:25.0°C)低下し、モデル全体

の平均では 0.2K(base:25.5°C, case2:25.3°C),低下する。温冷感 は最大 0.8 段階(base:4.6,case2:3.8)低下する。気温において差が最大となる地点は図の(D)点である。

4.5.4 case3 (図 20)

18:00 : case3 は base に比べて、気温は最大で 1.4K(base:30.6°C,case3:29.2°C)低下し、モデル全体の平均では 0.1K(base:29.6°C,case3:29.5°C) ,低下する。case3 は base に比べて、SET* は最大で 3.9K (base:30.6°C, case3:26.7°C)低下し、モデル全体の平均では 0.1K(base:27.2°C,case3:27.1°C),低下する。温冷感 は最大 1.2 段階 (base:5.9,case3:4.7)低下する。気温において差が最大となる地点は図の(E)点である。**0:00** : case3 は base に比べて、気温は最大で 1.0K (base:27.9°C,case3:26.9°C) 低下し、モデル全体の平均では 0.1K(base:27.4°C,case3:27.3°C),低下する。case3 は base に比べて、SET* は最大で 2.3K (base:27.3°C,case3:25.0°C) 低下し、モデル全体の平均では 0.2K(base:25.5°C, case3:25.3°C),低下する。温冷感 は最大 0.8 段階(base:4.6,case3:3.8)低下する。気温において差が最大となる地点は図の(F)点である。空間平均値ではどのケースの差はほとんどないが、差が最大となる地点では、case1 よりも case2 の方が効果が大きく、case2 と case3 は同地点で効果は同程度である。

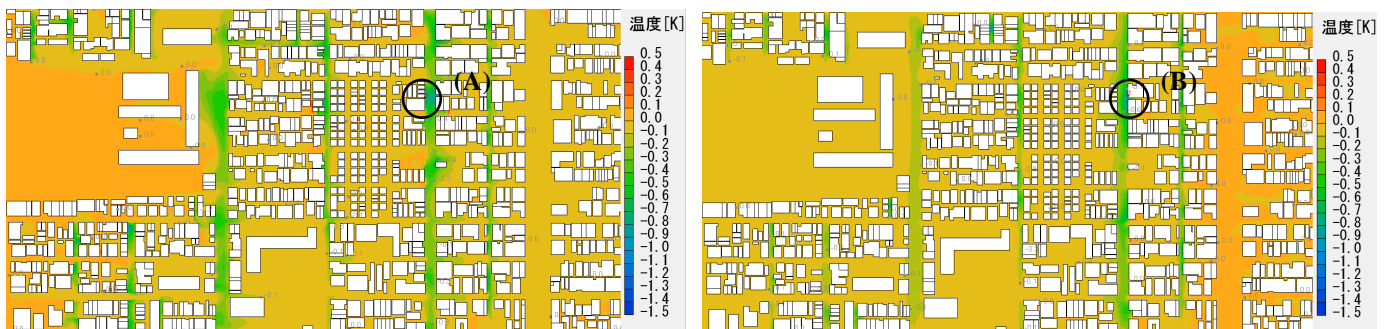


図 18 base モデルとの気温差 (=case1-base) (左 : 18:00 右 : 0:00)

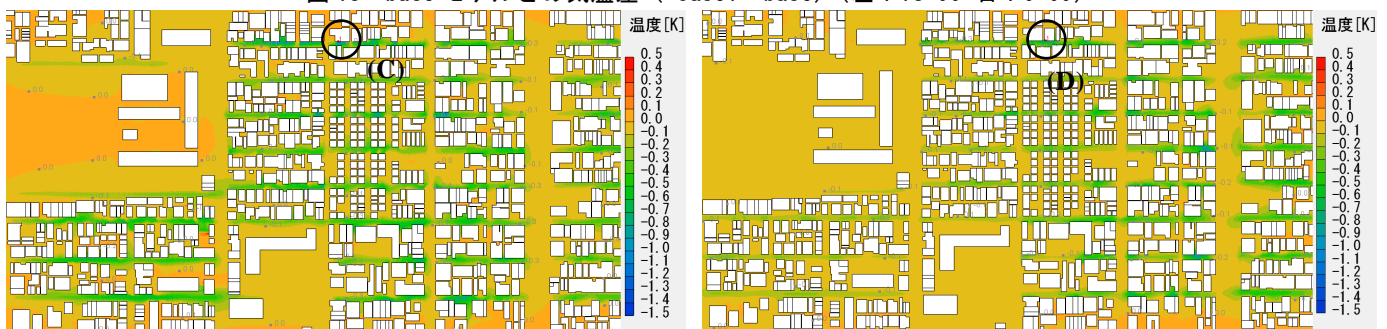


図 19 base モデルとの気温差 (=case2-base) (左 : 18:00 右 : 0:00)

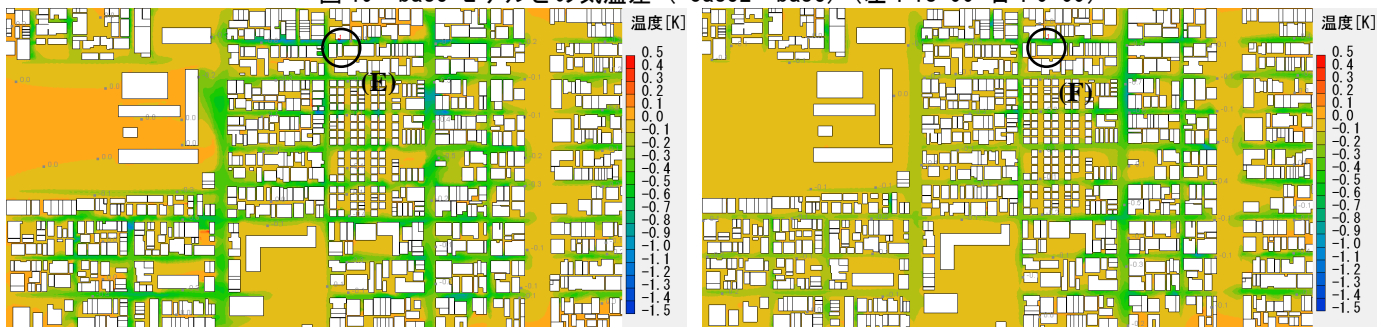


図 20 base モデルとの気温差 (=case3-base) (左 : 18:00 右 : 0:00)

4.6 未舗装街路の街区への展望 (図 23~26)

全ケースと base との空間平均値の差と差が最大となる地点を未舗装面積率(=未舗装街路面積/解析領域の全街路面積)の base との差とともに評価する。差は,case1 が 31.0%,case2 が 44.5%,case3 が 75.5%である。

気温: 図 23 より,18:00 は空間平均値でどのケースも差が見られない。差が最大となる地点では case3 の方が case2 より未舗装面積が大きい,効果は case2 と同程度である。風速が大きい場合も同様である。図 24 より,0:00 は 18:00 と同様,差が最大となる地点では case3 の方が case2 より未舗装面積が大きい,効果は case2 と同程度である。風速が大きいても気温差は大きくなりませんが,降雨の影響では r_case2 および r_case3 と base の間では最大 1.3K 差が大きくなる。**SET*,温冷感尺度:** 図 23 より,18:00 は空間平均値でどのケースも差が見られない。風速が大きいても,各ケースでほとんど差が見られないのは,上空風の変化が小さいからである

(base:2.7m/s,v_base:3.0m/s)。図 25 より,0:00 で風速が大きい場合(base: 1.5m/s(図 21), v_base:2.9m/s(図 22)),未舗装面積が大きいほど,差が大きくなり、v_case3 と v_base の間では SET*は最大 2.9K 差が大きくなり,温冷感では 0.9 段階である(図 26)。降雨の影響では SET*は最大 0.4K 差が大きくなり,温冷感では 0.8 段階である。さらに,降雨があり,風速が大きい場合,未舗装面積が大きいほど,差が大きくなり、v_r_case3 と v_base の間では SET*は最大 3.2K 差が大きくなり,温冷感では 1.0 段階である。気温では風速が大きいても,気温の低下は見られないが,降雨があった場合には,気温の低下が見られた。SET*では,降雨と風速の影響で各ケースに低下が見られ,未舗装の面積が大きいほど,差が最大となる地点では,風速の影響により低下効果が大きくなる。

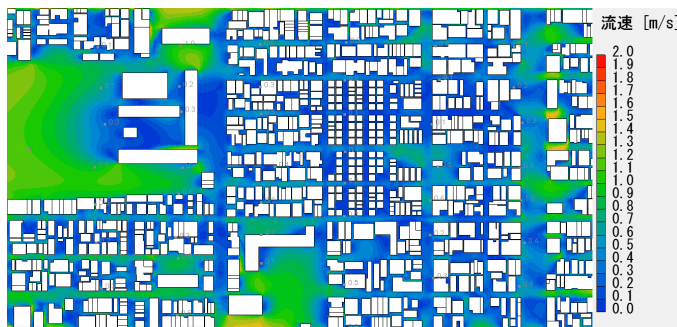


図 21 気流分布 (base:0:00)

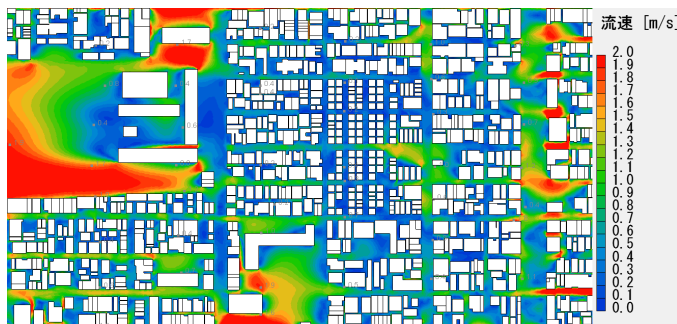


図 22 気流分布 (v_base:0:00)

5. 結論

大阪市北畠住宅を対象として温熱環境と温熱感覚の実測を行い,街路の未舗装パターンに関するケーススタディ計算を行い,未舗装街路の暑熱環境緩和効果を明らかにした。1)実測では,平均値で未舗装街区が舗装街区よりも気温が 0.3~0.5K,SET*が 0.1~0.6K(夜間無風時には 1.0K),路面温度が 1.9~3.9K 低い。2)温熱感覚は,OUT_SET*-L との対応が良い。CFD では,3-a)どのケースも気温,SET*分布の空間平均値には差がないが,局所的には差がある。3-b)主風向と直行する(case1:未舗装面積率 34.8%)より,平行する(case2:未舗装面積率 48.3%)街路を未舗装化する方が局所的に 0.4K 効果が大きい。3-c)出現率上位 5%風速では case 3(case1+case2:未舗装面積率 79.3%)は case2 より局所的に最大 0.6K 効果が大きい,その他では case3 と case2 は同程度で温冷感では最大 1.2 段階下がる。3-d)降雨の影響で,気温は局所的に最大 0.3K,SET*は最大 0.4K 効果が大きい。

未舗装街路は街区での効果は小さいが,街路近傍では暑熱緩和効果があることを定量的に示せたといえる。

参考文献

- 1) 環境省ヒートアイランド対策推進計画 H24 版,1-32,2012
- 2) 西岡功:日本建築学会論文誌,46-52,2006
- 3) 赤井功:建築論文集,623,85-91,2008
- 4) 重田功:日生気誌,49(3),2012
- 5) 真島功:建築論文集,622,41-48,2007

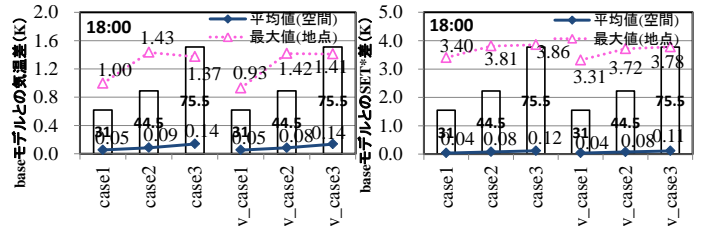


図 23 base モデルとの気温差と SET*差 (18:00)

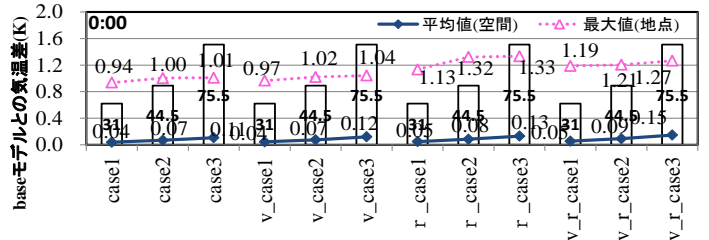


図 24 base モデルとの気温差 (0:00)

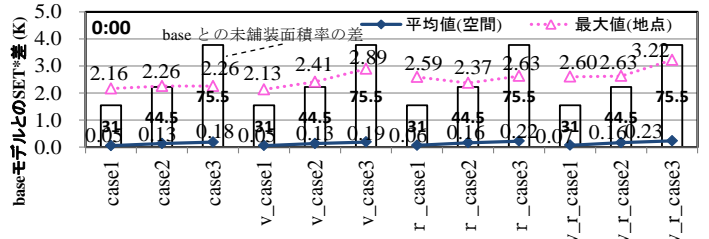


図 25 base モデルとの SET*差 (0:00)

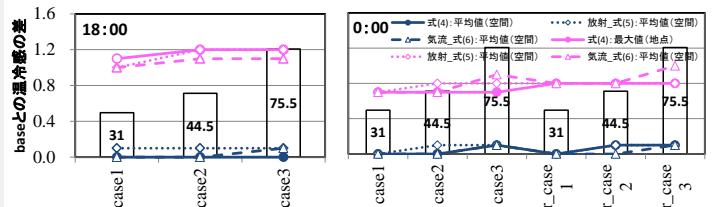


図 26 base モデルとの温冷感尺度差 (左:18:00 右:0:00)

討議

討議[谷口 与史也 教授]

材料としてのアスファルトの日射特性はすでにわかっているのではないか。この測定をする意義はどこにあるのか。

回答

舗装材の熱的特性は実験的にわかっているが、未舗装街路と舗装街路の温熱環境を街区規模で詳細に測定して比較した例はない。また、温熱感覚との関係も不明であることから、北島住宅を研究材料として、温熱環境と温熱感覚の実測調査をおこなった。さらに、シミュレーションによって、未舗装街路の温熱環境を予測する上で、実測値との比較を行う際に、北島住宅での実測が必要であった。また、建物壁面の表面温度や路面温度は実測値を設定しているが、実測値を用いたことにより、気温は比較的精度が良かったと考えられる。

討議[徳尾野 徹 准教授]

舗装街路の特徴はわかった。しかし雨や埃などデメリットもある。新しい舗装材料にはどんな特性が必要か。

回答

保水性舗装材が開発されており、効果は未舗装よりも高い。未舗装がよいとはいえない。

討議[徳尾野 徹 准教授]

未舗装のメリットは大きくないということか。

回答

本研究から、未舗装街路を残すことでその近傍の暑熱環境が改善することが定量的に示せた。1本でも未舗装街路を残すことには意味がある。

討議[徳尾野 徹 准教授]

オープンスペースを土のままに残すことにも、同様の効果があると思うか。

回答

点在させても同様の効果があると思われる。未舗装街路のケーススタディにより未舗装面積率が増加しても、街区規模での暑熱環境緩和効果は小さいが、街路近傍では効果があることを示せたことにより、オープンスペースの未舗装も、その近傍での効果は街路と同様に期待できる。街路と異なり、公園やオープンスペースでは風速が大きくなるので SET*の低下が街路上

よりも期待できるが、公園やオープンスペースなど街路形態を変更する場合のケーススタディは検討できていないので、定量的な評価は今後の課題である。

討議[西岡 真稔 准教授]

シミュレーションの結果の図 25 で、舗装パターンのケースが異なると風速も異なるように見えるがその理由は何か。

回答

図 25 の縦軸は SET*ではなく base モデルとの SET*の差を表している。

討議[西岡 真稔 准教授]

舗装面の表面温度はどのように与えたのか。日影の影響はどう考慮されたのか。

回答

実測値を基に、南北方向の街路(街区の東側と西側)は日射の影響が同じであり平均値を与えたが、東西方向の街路(街区の北側と南側)では、幅員により、路面への日射の当たり方が異なったので、幅員により場合分けして路面温度を与えた。6m 以上の街路を広い街路とし、現地でも日射の影響が強かった南側の街路の路面温度、6m 以下の街路は狭い街路とし、現地で日射の影響の小さかった北側の街路の表面温度を設定した。

討議[西岡 真稔 准教授]

降雨の影響の場合は、どのような路面温度を与えたのか。

回答

実測値を基に与えた。2012年8月23日18:30~19:30まで降雨が観測され、その約7時間後の24日の3:00に未舗装街路と舗装街路の路面温度差が最大となった。シミュレーションでは3:00を対象としては行っていないが、ケーススタディの対象時間である0:00において、3:00と時間も比較的近いことや路面温度差が3:00の場合と同程度であることから、3:00における未舗装街路と舗装街路の路面温度差が最大となる3.9Kを舗装街路との差を取り、未舗装街路の路面温度として与えた。