

平成 21 年 5 月 22 日現在

研究種目： 基盤研究（C）
研究期間：2007～2008
課題番号： 19560599
研究課題名（和文） 市街地における風環境の定量化と評価手法の開発に関する研究
研究課題名（英文） Research on evaluation for urban wind environment for heat-island phenomenon
研究代表者
尾島 俊雄（OJIMA, Toshio）
早稲田大学・理工学術院・教授
研究者番号：20063670

研究成果の概要：

熱帯夜静穏時における臨海部の風環境と暑熱環境の実態について、東京湾の持つ暑熱環境緩和効果に着目して現象把握のための観測調査を実施したものである。これまで風系の扱いとして、夜間には陸風が一般的な考察対象であったが、夜間静穏時における海からの冷涼な微風の活用に着目したところが本研究の特徴である。ヒートアイランド現象がより深刻化すると懸念される夜間静穏時における海からの微風とその暑熱環境緩和効果として、風速 0.2～0.7m/s 程度、0.6K～0.7K 程度の気温低下を明らかにした。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2008年度	1,500,000	450,000	1,950,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：建築学

科研費の分科・細目：建築学、都市計画・建築計画

キーワード：ヒートアイランド 風の道 東京湾

1. 研究開始当初の背景

研究室は、国土交通省総合技術開発プロジェクト（以下総プロ）において、国土技術政策総合研究所、建築研究所と共同研究を行っており、総プロでは、ヒートアイランド現象を定量的に把握し、現象の再現やヒートアイランド対策効果を予測できる実用的なシミュレーション技術を開発することを目的とし、世界最速レベルのスーパーコンピューターである地球シミュレーターで用いているシミュレーション技術をパーソナルコンピューターに適用する技術開発が行われている。

2. 研究の目的

ヒートアイランド対策として風を活用した都市マスタープランづくりや都市開発プロジェクトの手法を提案することを目的とする。

3. 研究の方法

シミュレーション技術の改良のベースとなる、都市スケールの風を活用したヒートアイランド対策の基本的な考え方と、その根拠となる科学的知見を得るため、実測調査を中心に、地域特性の影響に関心を払いながら、建物の形状・配置や地表面被覆のあり方と風環境の関連を分析する。

4. 研究成果

(1) 研究目的

ヒートアイランド問題の対策として、風の道など海風や河道の冷風を都市的に活用する研究の蓄積が進みつつある。しかしヒートアイランド現象は風が静穏な状況でより深刻化することが知られており、風の無い場合の検討も求められる。近年、静穏時における大規模緑地からの冷気にじみだし現象について実測が進められ、晴天かつ静穏な夜間に風速 0.1~0.3m/s の冷気にじみだし現象と約 1.0K の気温低下が観測されている。同様に、高温化が続く大都市の臨海部においては、海水面も夜間静穏時に冷気の供給源として一定の冷却効果を有すると考えられる。しかしながら、これまで高精度な観測調査はみられず、実態が十分に知られていない。そこで本研究では、東京臨海地区において、微風が計測可能な超音波風速温度計を用いて観測を行い、熱帯夜静穏時における臨海部の風環境と暑熱環境の実態について考察を行った。

(2) 観測概要

観測地域・観測期間

観測期間は 2008 年 7 月 28 日 15 時から同年 8 月 22 日 9 時（芝浦ふ頭：7 月 29 日～8 月 22 日、品川ふ頭：8 月 9 日～22 日）で、観測項目は、気温・風向・風速である。超音波風向風速計は 3 地点、気象観測装置は芝浦ライン、品川ライン、

天王洲・御殿山ライン、目黒川ラインにおよそ 500m 間隔に計 15 地点、温湿度計はおよそ 200 m 間隔に計 36 地点設置した。また、既存の気象観測点として AMeDAS の東京管区気象台・大手町および都市再生機構・芝浦観測所、広域 Metros のデータを用いた。

観測機器

観測機器は超音波風向風速計、気象観測装置、温湿度計の 3 種を用いた。尚、超音波風向風速計の電源について、品川ふ頭で近くに利用可能な AC 電源がなかったため、蓄電池を使用した。本研究で取り扱う風向・風速の測定値は直近 5 分間の平均値を用いた。なお、観測に用いた機器は、実測後にキャリブレーションを行い、温度の機差を補正した。

(3) 実測結果

気象状況

熱帯夜とはその日の最低気温が 25 以上である夜間を指す。東京臨海部における熱帯夜数は、実測期間 26 日間のうち最高 18 日間に及んだ。AMeDAS 東京管区気象台・大手町のデータによると、実測期間の後半は集中豪雨や一時雨天の日が多く、最低気温が 25 度を下回る日が多かったため、全ての観測機器設置が完了した 8 月 9 日以降で、晴天かつ熱帯夜の続いた 2008 年 8 月 13, 14, 15 日を分析対象日とした。8 月 13, 14, 15 日は夜間の気温が 27 度を上回る熱帯夜であり、中でも 15 日は最低気温 27.6 となり実測期間中で最も暑い熱帯夜であった。

夜間静穏時における地表面近くの風環境

-1 言葉の定義

本研究においては都市キャノピー層より上部の風を「上空風」とし、都市再生機構の芝浦観測所の観測結果を参照した。静穏時を上空風が風速 1.0m/s 以下の時と定義した。また、日中を 5 時から 19 時まで、夜間を 19 時から朝 5 時までとした。さらに、品川臨海部の地理を考慮して、北西～北北東を北風、北東～東南東を東風、南東～南南西を南風、南西～西南西を西風とし、本論文では、北風と西風を陸風、東風と南風を海風とした。また、ここでいう臨海部とは芝浦ふ頭、品川ふ頭、城南島海浜公園内の沿岸地域を指し、内陸部とは観測地域内の JR 線路西側の地域を指すものとした。

-2 夜間静穏時の抽出

実測期間中における上空の時刻別風速の割合を調査した。静穏時は 0 時～10 時、21 時～24 時にみられた。さらに、5 時～7 時は朝風の時間であることから、夜間静穏時は 21 時～22 時、3 時～4 時に多くみられることがわかった。

-3 夜間静穏時における地表面近くの風環境
実測期間中の静穏時における芝浦ふ頭と品川ふ頭の時間別風速を調査した。夜間静穏時において、芝浦ふ頭において1.0~2.0m/sの風が一部観測されたものの、芝浦ふ頭、品川ふ頭においてほとんどの風速が0.0~1.0m/sの微風であった。一方、夜間静穏時における上空と地表面付近の風向を比較してみると、上空において海風：陸風がおよそ1:1であるのに対し、芝浦ふ頭と品川ふ頭ではおよそ7:2の比率となり、海風の割合が多い。例えば、上空風が陸風の場合でも地表面では海からの微風が吹いているという状況が存在することが窺える。夜間になっても地表面の蓄熱や人工排熱が多いことが原因で気温が下がらない都市部に対して、海水面が冷涼な場合には、海側から微風が流れ込んでいることが一因であると考えられる。

(4) 実測結果の分析

分析対象日の気象状況

東京管区気象台・大手町のデータによると、8月13,14,15日はすべて夜間の気温が27℃を上回る熱帯夜であり、また15日は最低気温27.6℃の、3日間のうちで最も暑い熱帯夜であった。それぞれの日の風環境の特徴を考察する。13日は終日海風が吹いている。14日は夜中の3時頃に海風がやみ、比較的海陸風循環日に近い状況が見られる。15日は終日大凡風速3m/s以下の弱風の日であった。こうした風系の観測結果は、著者らの研究グループによる過去の年次における既存研究の結果と一致する。この間、静穏時は14日5時20分~7時と15日0時50分~1時40分の2回観測された。14日は日の出後の朝風の時間帯であるため、15日0時50分~1時40分を夜間の静穏時として、分析対象時刻として扱う。

夜間静穏時における地表面付近の気温・風向・風速

上空風は、15日0時~6時において、静穏時を除いて終始弱風であった。上空静穏時、芝浦ふ頭、品川ふ頭、城南島全地点においてにおいて、風向が北西から海岸線に直行する東向きの海風になり、同時に気温低下が観測された。この現象は、風向が海岸線に直行した海側からであることより、海からの冷涼な微風による気温低減効果と推測される。夜間になっても地表面の蓄熱や人工排熱が多いことが原因で気温が下がらない都市部に対して、海水面が冷涼な場合には、海側から微風が流れ込んでいることが一因であると考えられる。芝浦ふ頭では風速0.2~0.7m/sで0.71K程度、品川ふ頭では0.0~0.3m/sで0.54K程度の気温低下があり、海側からの冷

涼な微風に一定の気温低減効果があることがわかる。緑地である城南島では、風速が0.0~0.1m/sにもかかわらず0.76Kの気温低下がみられた。地表面被覆が緑地であることにより、放射冷却によってこの地点が冷却されている可能性が考えられる。

夜間静穏時における東西断面気温分布

夜間静穏時直前と静穏時における芝浦ライン、品川ライン、天王洲・御殿山ライン、目黒川ラインの地点別気温変化を調査した。芝浦ライン、品川ラインの内陸部である第一京浜通り上の観測点A4、B6において、それぞれ0.4K、0.3Kの気温上昇がみられたが、臨海部の観測点A1、B1においては0.4K、0.2Kの気温低下が観測された。一方、東西にのびた天王洲運河と大規模緑地である御殿山をつないだ天王洲・御殿山ライン、目黒川沿いの目黒川ラインにおいては、内陸部でもそれぞれ0.3K、0.2Kの気温低下がみられ、臨海部では0.5Kと0.6Kの低下がみられた。運河や河川、都市内緑地の存在による影響と考えられる。

夜間静穏時の気温分布推移

8月15日の0時20分から1時40分までの20分間隔の気温分布を調査した。上空風が静穏時の時間帯、市街地の暑熱環境が緩和され、低温域が広がる様子が窺える。対象範囲の左側（西側）は市街地ながら寺院やホテルが存在し比較的緑地が多い地域であり、対象範囲の中心付近はターミナル駅や幹線道路が存在する業務、商業地域である。興味深いのは、東よりの海岸方向と同時に西側からも低温域が広がっている様子が窺えることである。このように、都市内で低温域がネットワークを形成することにより、暑熱環境の悪化が懸念される市街地を分断、もしくは緩和されることは、自然資本を活用した都市環境計画の観点から重要な視点であると考えている。

(5) まとめ

上空風が静穏である時間帯に着目すると、上空風が静穏になるに伴って、風向が陸風から海風になり、風向の変化と同時に気温が低下している様子が窺える。海側より微風が流れ込んでいることによる気温低減効果と推測される。地点Aにおいては、風速は0.2~0.7m/s程度であり、0.7K程度の気温低下が見られ、地点Bでは、風速は0.0~0.3m/s程度であり、0.5K程度の気温低下が見られる。夜間静穏時の出現頻度や高さ方向の測定、市街地内での影響範囲等は今後詳細に検討を重ねる必要がある。本研究においては水温や地表面温度の測定や、熱収支の検討ができていないため、

都市環境計画に活用可能な知見としてはまだ必ずしも十分ではない。こうした事項に関しては、今後改めて検討を加えたいと考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

1) Yukihiro Masuda (2007)

Passive urban design as a form of countermeasures against urban heat island
Sustainable Innovation 07, 12th International Conference

Global Building and Construction: Systems, Technologies, Products and Services, Proceedings p.153, Oct 29-30, 2007, Farnham, UK [査読有]

〔学会発表〕(計7件)

1) 宮崎恵子, 増田幸宏, 岡留智史, 高口洋人 (2009)

東京臨海部における熱帯夜静穏時の暑熱環境調査

日本建築学会関東支部 研究報告集
2009年3月

2) 増田幸宏, 鍵屋浩司, 宮下悠子, 高橋信之, 尾島俊雄 (2008)

熱帯夜における東京湾のクールアイランド効果に関する実測調査研究

2008年度 空気調和・衛生工学会大会,
p.2211-2214
2008年8月

3) 宮下悠子, 増田幸宏, 鍵屋浩司, 高橋信之, 尾島俊雄 (2008)

東京都心3区を対象とした熱帯夜における気温低減効果の研究

市街地における気温低減効果の定量的把握
2008年度 日本建築学会大会 学術講演梗概集
D-1 分冊環境工学 , p.873-874
2008年9月

4) 岡留智史, 増田幸宏, 鍵屋浩司, 高橋信之, 尾島俊雄 (2008)

皇居周辺における暑熱環境の実測とアンケートによる比較研究

2008年度 日本建築学会大会 学術講演梗概集
D-1 分冊環境工学 , p.989-990
2008年9月

5) 平川哲也, 増田幸宏, 鍵屋浩司, 高橋信之, 尾島俊雄 (2008)

皇居周辺における風の暑熱環境緩和効果に関する研究

日本建築学会 2007年度関東支部研究発表会

研究報告集 , p.589-592
2008年3月

6) 岡留智史, 増田幸宏, 鍵屋浩司, 高橋信之, 尾島俊雄 (2008)

皇居周辺における暑熱環境の実測と体感アンケートによる比較研究

日本建築学会 2007年度関東支部研究発表会
研究報告集 , p.593-596
2008年3月

7) 増田幸宏, 瀬野太郎, 大橋征幹, 鍵屋浩司, 高橋信之, 尾島俊雄 (2007)

東京臨海・都心部におけるヒートアイランド現象の実測調査と数値計算

(その15) 東京駅周辺の風洞実験

2007年度 日本建築学会大会 学術講演梗概集
D-1 分冊環境工学 , p.713-714
2007年9月

6. 研究組織

(1) 研究代表者

尾島 俊雄 (OJIMA TOSHIO)

早稲田大学・理工学術院・名誉教授
研究者番号: 20063670

(2) 研究分担者

無し

(3) 連携研究者

高橋 信之 (TAKAHASHI NOBUYUKI)

早稲田大学・総合研究機構・教授
研究者番号: 80257203

増田 幸宏 (MASUDA YUKIHIRO)

早稲田大学・高等研究所・准教授
研究者番号: 10398935