

大規模河川からの風が市街地の熱環境に与える効果

中央大学大学院 学生員 ○佐藤 航
 中央大学 正会員 加藤 拓磨
 中央大学 フェロー会員 山田 正

1. はじめに

都市化によるヒートアイランド現象は気温の上昇や熱帯夜の増加によって生活上の不快感を増大させ熱中症などの健康への被害を生じさせている。気象庁は 1968 年から 2005 年までの熱中症による死者数は 5433 人であり、2004 年には熱中症患者の数は 1608 人だったと発表している。ヒートアイランド現象の原因として都市部では地表の大部分が舗装道路に覆われているため、地表面温度が日射により加熱されやすくなっていること、人口の多さと建築物が密集しているため人間活動から発生する多量の熱が都市部内にこもりやすい構造であること等が考えられる。都市の高温化が進めば、エアコンの使用量は増加し、室外機、発電所からの排熱量が増加し、さらにヒートアイランド現象が顕著になるという悪循環が考えられる。そのため、行政は都市部の熱環境への対策として、エアコンの使用量低減のためのクールビズの奨励、人工排熱の低減や屋上緑化の促進、保水性舗装の普及、暗渠の撤廃、打ち水などの水辺空間の充実を講じている。また新しい対策として川や海からの「風の道」の創造なども考えられている。

既往の研究として、これまでも都市の熱環境緩和効果について都市内河川の大気冷却効果に注目した観測が多く行なわれ報告されている。鈴木、三上⁽¹⁾は荒川周辺で観測を行い、河道内は市街地と比べ気温が低く、その差は日中の海風侵入後に大きくなるとしている。しかし、河川と土地利用状態と河川周辺の気象因子の時空間的変動との関係についての報告例は少ない。著者らは、河川周辺の土地利用状態の違いと河川からの風の風速の違いが河川周辺の都市化された地域の熱環境に与える冷却効果の差について検証することを目的として観測を行なった。

2. 観測概要

観測対象地域と観測項目を図-1に示す。観測対象地域は東京都江戸川区小松川地区であり、荒川の河口から3~5km地点付近の右岸の地域である。この観測対象地域は東側に南北方向に荒川が流れており、西側に南北方向に旧中川が流れている。観測範囲を黒破線で示す。図に示す通り2つの河川に挟まれているこの地域の土地利用は北から低層密集住宅地域（高規格堤防未整備地域：赤色塗潰）、高層住宅地域（高規格堤防整備地域：青色破線内）、公園（高規格堤防整備地域：緑色破線内）である。また、この地域には荒川に直交する京葉道路と、下流の公園から低層住宅密集地域に縦貫する道路（平井通り）がある。関東平野では日中、南から北へ向かう海陸風が卓越し、風が河川を南から北へ遡上する。そのため、この地域は河川からの冷涼な風が堤内地に流入しやすい地形条件であることが想定できることから、この地域を観測対象とした。

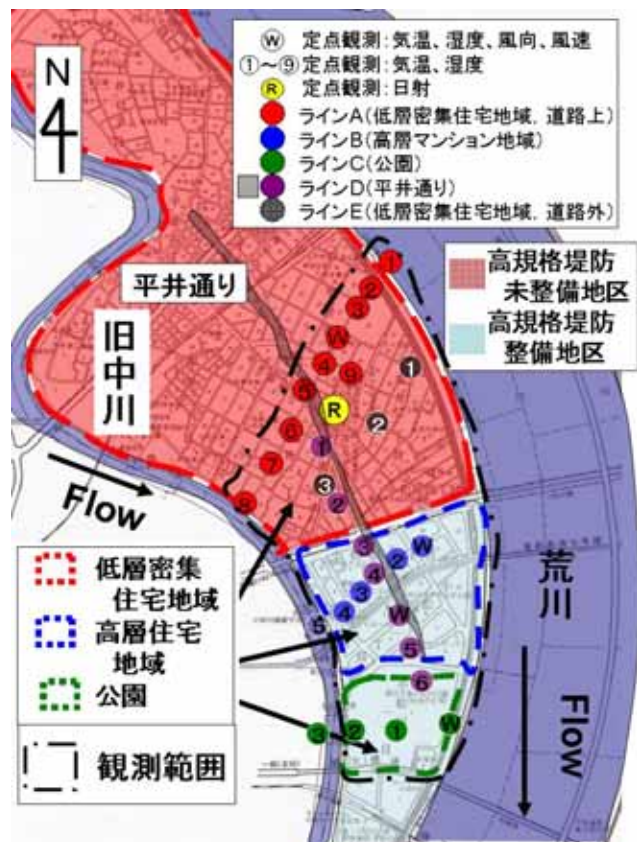


図-1 観測対象地域の土地利用分類と観測項目

キーワード 熱環境, 大規模河川, 「風の道」

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学大学院

TEL:03-0817-1805 E-mail: wataru@civil.chuo-u.ac.jp

i) 長期定点観測

長期定点観測では、温度、相対湿度、風向、風速、日射量の観測を2007年7月1日～9月30日までの92日間行った。各地域において河川の大気冷却効果が堤内地側へ及ぼす影響を明らかにすることを目的として、風が通りやすいと想定される道路上に温湿度計を配置した。

図-1に観測ポイントの配置を示す。低層密集住宅地域（高規格堤防未整備地域）、高層住宅地域（高規格堤防整備地域）、公園（高規格堤防整備地域）の3地域において観測線をラインA、ラインB、ラインC、と定義する。ラインAには河川敷に1地点、堤防から旧中川まで高規格堤防未整備地区を横断する道路上に9地点の計10地点の観測ポイントを設けた。ラインBには荒川の川岸から荒川に対して250m垂直に離れた地点から、旧中川まで高層住宅地域を横断する道路上に7地点、ラインCには荒川の川岸から100m離れた地点から旧中川の右岸まで公園と旧中川を横断する道路上に4地点の観測ポイントを設けた。また公園（高規格堤防整備地域）から低層密集住宅地域（高規格堤防未整備地域）向かって、観測エリアを南北に縦貫する道路（平井通り）上をラインDとし、7地点の観測ポイントを設けた。さらに低層密集住宅地域において道路ではない東西に横断する観測線をラインEとし、3地点の観測ポイントを設けた。各観測地点には、温湿度計を地上から2.5mの高さに設置した。ラインD上のポイントは道路の両脇にある道路外灯に設置し、旧中川の上の観測ポイントは旧中川にかかる橋上に設置している。本研究では荒川の堤防から旧中川の橋上まで観測エリアを横断する道路上と、観測エリアを南北に縦貫する道路上に観測地点を配置することで、河川からの冷涼な空気の風による移流を捉えることを目的としている。図-1中のW地点（各ライン上にあり、計4観測地点）で温度、相対湿度、風向、風速、R地点で日射量を計測している。また地上付近の降雨量データとして、観測対象地域より約1km下流にある国土交通省小名木川出張所のデータを用いている。

ii) 移動観測

2007年8月1日に、長期定点観測を面的に補間することを目的として、移動観測を行った。移動観測の観測項目は温度、相対湿度、風向、風速である。長期定点観測がエリアを横断する道路上と縦貫する道路上に観測ポイントを配置したのに対して、移動観測では観測ポイントを面的に配置し、河川からの冷涼な空気の流入を2次元的に捉えることを目的とした。

本論文では土地利用状態の違いと河川からの「風の道」がもつ河川の冷涼な大気河川周辺の都市された地域の熱環境に与える効果によるについて述べる。

3. 観測結果

3-1. 天気概要：

河川からの「風の道」効果による熱環境緩和作用の定量的評価を目的に分析を行うためには気温の変動が小さい日が望ましい。ある条件下で気温が低下していることが確認できたとしても、それが河川の冷却効果であるのか、長時間の曇り積算日射量が急激に低下したことが原因であるのか理解することは難しいためである。そこで本論文では観測した92日間の中で日射量が比較的安定した8月1, 5, 11, 15, 22日の5日間を解析対象とした。図-2に対象とした5日間の同位相平均を行った日射量（上段）と気温（下段）の一日の時系列を示す。一日を通して日射が安定している雲がない晴天日であることがわかる。気温の変動は小さく、日射と同様に変動の小さい上向きカーブを描いている。日射のピークと同じ時間帯に気温は最大値を計測している。

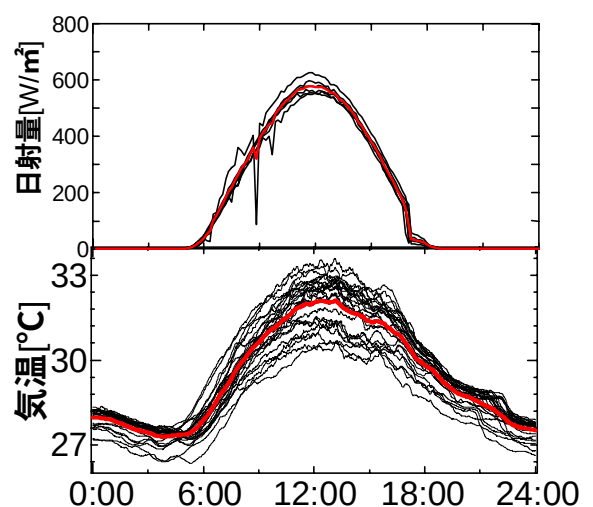


図-2 対象とした5日間の日射量との時系列
(同位相平均)

3-2. 日中における河川敷からの距離に伴う気温の比較：

図-3に、解析対象日で同位相平均を行った1各ライン上の観測ポイントでの13時の気温を示す。図は上から順に、一番北に設置したラインA、次いで北からE, B, Cの順に示す。ラインAにおいて、荒川から平井通りから荒川、旧中川に近いポイントほど気温は低い。ラインCにおいて、荒川に近いポイントと旧中川の橋上にあるポイントでの気温がラインC上の他の2点に比べ低い。このことから河川の持つ大気の冷却効果は、大規模な河川である荒川だけでなく旧中川のような川幅が約30mの川からの影響もあることが考えられる。またラインA,

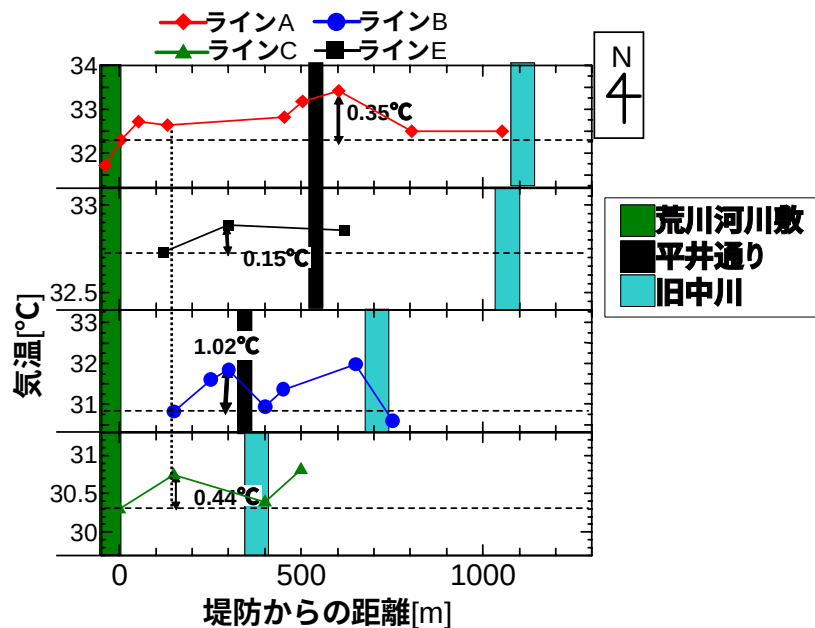


図-3 河川からの距離と河川付近の気温との気温差の関係

B, C, Eを比較すると、ラインA, E(高規格堤防未整備地区)の平井通り沿いまたは平井通りに近いポイントの気温は高いが、ラインB,(高規格堤防整備地区)の平井通り沿いのポイントの気温は低い。このことから高規格堤防整備地区では平井通りも荒川からの風により、冷気が流入しやすい道になっていると考えられる。対して高規格堤防未整備地区には荒川からの風による冷気が流入しづらいため、交通排熱等の影響が強いと考えられる。また、図内の黒破線上のラインA, E, B, Cにおいて荒川の堤防から同程度の距離にある観測ポイントを比較すると、気温の低い順にラインC, B, E, Aである。しかし、堤防に一番近いポイントの気温とライン上で一番気温が高いポイントの気温差を比較すると差が大きい順にラインB, C, A, Eである。高規格堤防未整備地域では堤防近くポイントの気温と住宅地内ポイントの気温の差が小さいことから、冷気の移流生じずに空気が停滞していると考えられる。対して、高規格堤防整備地区では河川に近いポイントでは冷気の移流が生じ気温が低く、移流が届かないポイントでは冷気による気温低下効果はないため気温差が大きいと考えられる。

3-3. 風速の違いによる河川からの気温差の比較：

図-4, 5, 6, 7に各ラインの風速の違いによる川岸からの距離と荒川に一番近いポイントとの気温差の関係を示す。使用したデータは観測期間中の晴天日で真夏日と全ポイント30地点の平均気温が30℃以上になった18日分のデータである。一日の最高気温を含む一時間の平均気温と平均風速を使用した。以下、各ラインの荒川に一番近いポイ

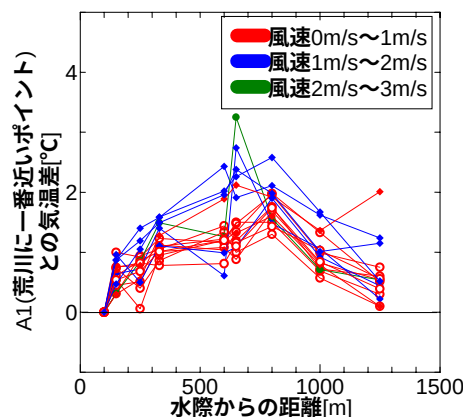


図-4 風速の違いによる荒川に一番近いポイントのラインA上の各ポイントとの気温差

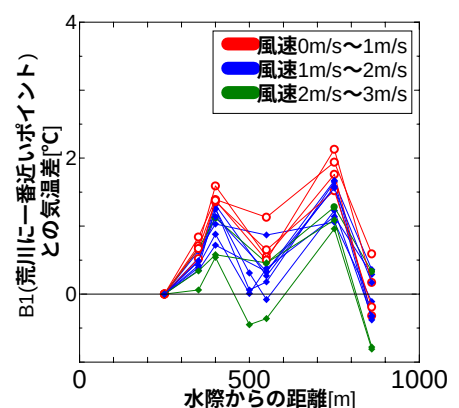


図-5 風速の違いによる荒川に一番近いポイントのラインB上の各ポイントとの気温差

ントを基準点とする。ライン A の基準点は河川敷上である。ライン B は川岸から 250m, ライン C は川岸から 100m, ライン D は公園内に設置してあるポイントを基準点とする。ライン A において(図-4), 基準点とライン上の点との気温差が最大値で 2℃を超える日は風速が 1m/s 以上になる傾向がある。風速が 1m/s 以上の日は, 河川敷では河川上の冷氣の影響を受けるため気温が下がるが, 低層住宅密集地域内部まで河川からの冷氣は届かないため気温差が大き

低層密集住宅地域の堤防の形が高規格堤防ではないので, 風による冷氣が流入しづらいためだと考えられる。ライン B(図-5)において風速が 2m/s 以上の日(図-5: 緑線)と 1m/s 以下の日(図-5: 赤線)を比較すると, 風速が大きい日は基準点からの気温差が小さい。風速が大きいほど, 荒川からの河川からの冷涼な空気が内部流入するためだと考えられる。風速が強いほど, 冷涼空気の流入が顕著になり地域全体の気温差が小さくなると考えられる。同様にライン C(図-6)において風速が大きい程, 基準点との気温差が小さい。また図-7において, 平井通り上の観測ポイントで風速による気温の比較を行う。ライン D では風速の違いによる気温差に傾向はないが, 京葉道路を境に気温差が大きい。京葉道路までは河川から公園を抜け, 冷氣が流入していると考えられる。

3-4. 移動観測による平面的な風向と気温の分布:

図-8に8月1日13時の移動観測の結果を示す。高規格堤防整備地区は, 低層未収住宅地域に比べ気温が低いことがわかる。また風速を見ると高規格堤防整備地域では 5-8m/s の風速が見られるのに対して低層密集住宅地域では 1-2m/s の風速がほとんどである。河川に近いが, 風速が大きく, 河川からの空気が流入しやすい地域では気温が低い, 河川から遠く, 地域に吹く風の風速が弱い地域では気温が高いことがわかる。このことから, 河川からの冷涼な空気が河川周辺の地域を冷やすには, 「風の道」が重要であることがわかる。

4. まとめ

- 1) 河川からの距離が遠くなるにつれ, ライン上の気温は高くなることがわかった。
- 2) 高規格堤防整備地区では風速の値が大きければ, 河川と周辺気温の気温差は小さい。高規格堤防整備地区(ライン B)において風速が一番大きい日に, 他日と比べ, 気温差が大きかった。
- 3) 高規格堤防未整備地区では, 風速の値が大きければ, 河川敷との気温差が大きい傾向がある。

謝辞: 本研究の一部は江戸川区の助成を受け実施された。ここに感謝の意を記す。

参考文献

- 1) 鈴木智恵子・三上岳彦: 都市域における河川周辺の熱環境について, 雨水技術資料, Vol.35, pp.27-30, 1999.
- 2) 木内豪・吉中保・深江典之: 遮熱性舗装による都市熱環境改善効果に関する考察, 第25回日本道路会議, 09059, 2003.

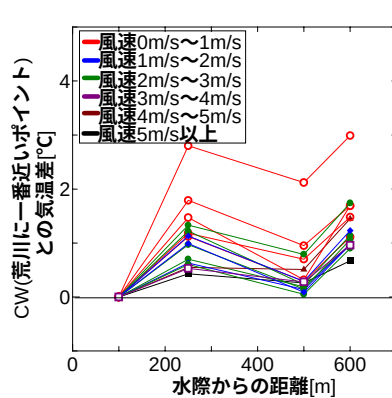


図-6 風速の違いによる荒川に一番近いポイントのライン C 上の各ポイントとの気温差

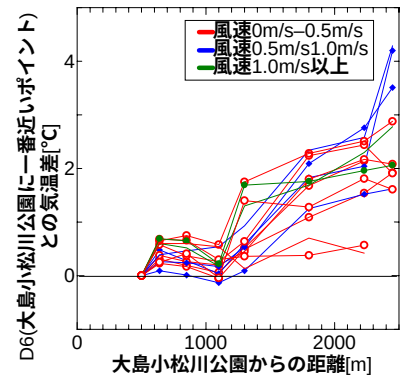


図-7 風速の違いによる荒川に一番近いポイントのライン D 上の各ポイントとの気温差

くなると考えられる。原因として

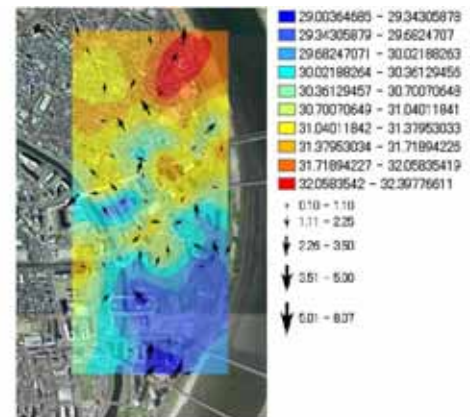


図-8 平面的な風向と気温の分布