

都市河川周辺における気温と風の関係

中央大学大学院 学生員 ○大野 修平
中央大学理工学部 正会員 加藤 拓磨

中央大学理工学部 学生員 岩本 進太郎
中央大学理工学部 フェロー会員 山田 正

1. はじめに

都市部において河川沿いは貴重なオープンスペースであり、河川水面や河川沿いに生い茂る樹木等の様々な影響により夏場の気温低減効果が見込まれる。近年深刻化しているヒートアイランド現象の緩和対策の一つに河川を冷源とした「風の道効果」があり、河川が周辺熱環境に与える効果の評価は重要だと考えられる。著者らは従来から河川の持つ熱環境緩和効果を定量的に評価することを目的として、都市部を流れる河川の周辺で様々な気象観測を行っている。表-1に本稿に記す観測の概要を示す。本論文は川幅 300m の大河川である河川 A 周辺、川幅 10~30m の中小河川である河川 B 周辺で行った気象観測において気温と風の関係に着目したものである。

2. 観測概要

2. 1 大河川周辺における観測概要

2. 1. 1 観測サイトの概要 図-1に河川 A 周辺における観測機材配置図を示す。観測対象地域は東京都を流れる河川 A の河口から 6km~8km 地点付近の約 2km²である。この観測対象地域は川幅 300m の河川 A と川幅 50m の河川 A' の 2つの河川に挟まれた地域であり、河川 A の下流側は高規格堤防が整備され、堤内地は公園、高層住宅地である。上流側は高規格堤防が未整備の地区であり、低層住宅地域となっている。

2. 1. 2 観測期間と観測項目

観測は夏季において 81 日間連続で行った。観測項目は気温、相対湿度、風向・風速、日射量で、地上から 2.5m の高さになるように電柱や街路灯に観測機材を固定して計測を

表-1 河川 A, 河川 B における観測の概要

対象河川	観測サイト		観測項目			観測実施期間
	エリア面積	河口からの距離	気温、相対湿度	風向、風速	日射量	
河川 A (川幅 300m)	2km ²	6km~8km	29地点	4地点	1地点	81日間連続
河川 B (川幅 10~30m)	3km ²	4km~7km	24地点	4地点	1地点	45日間連続
			6地点	6地点	1地点	35日間連続
			8ライン	11地点		2日間

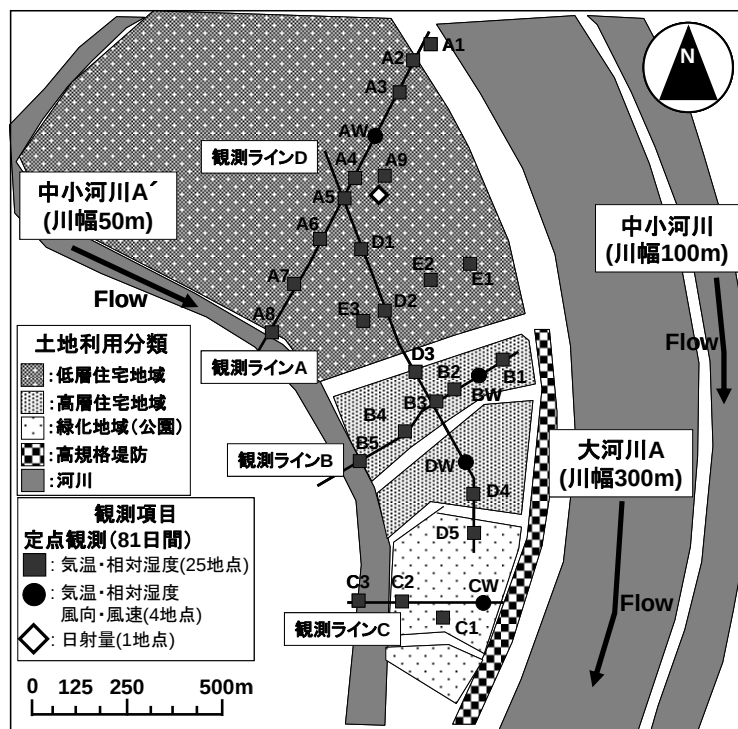


図-1 河川 A 周辺における観測機材配置図

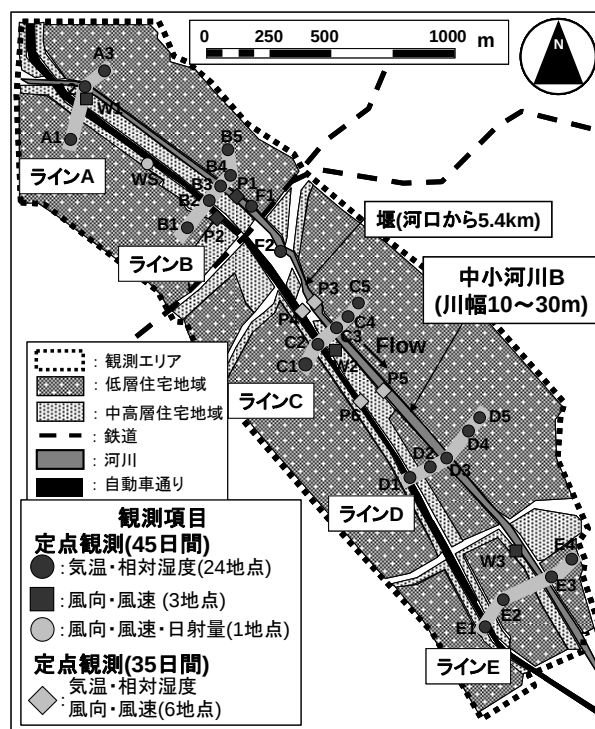


図-2 河川 B 周辺における観測機材配置図

キーワード ヒートアイランド現象、気温、河川、風の道、熱環境

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 03-3817-1805 shuhei-ohno@civil.chuo-u.ac.jp

行った。土地利用状況の違いをみるために高規格堤防未整備地域(低層住宅地域)、高規格堤防整備地域(高層住宅地域と公園)の3地域に河川に対して横断方向に1測線ずつ設定し、それぞれ観測測線を低層住宅地域(ライン A)、高層住宅地域(ライン B)、公園(ライン C)とした。また、ライン A からライン C を横断する河川に平行方向の片側3車線の自動車道路を観測ライン D とした。それぞれのラインに3~8台の温湿度計と1台の風速計を設置した。

2.2 中小河川周辺における観測概要

2.2.1 観測サイトの概要

図-2 に河川 B 周辺における気象観測機材の配置図を示す。観測は河川 B の河口から4km~7km、河川を中心とした約3km²の範囲である。河川 B の河川形状はコンクリート三面張りの矩形断面で、川幅は河口から5.4kmを境に上流側は10~15m、下流側は25~30mであり河川沿いは樹木が立ち並んでいる。河川右岸側に河川と平行に交通量の多い片側2車線の自動車道路が50

~300m離れた位置にあり、自動車通り沿いの両側には5階建て以上のビル・マンション等が立ち並び、河口から5.7km地点に河川と直交して鉄道の高架橋がある。観測サイト全体に建物が密集しているため、全体的に風通しが悪い土地利用形態だと考えられる。

2.2.2 観測期間と観測項目 観測期間は夏季において45日間連続、異なる年の夏季において35日間連続で固定点観測を行った。また定点観測では計測が困難な時空間的に詳細な観測を夏季晴天日において1日集中で9時から17時まで行った。観測項目は気温、相対湿度、風向、風速、日射量である。温湿度計は河川を中心に横断方向に5ライン上(ライン A~ライン E)に温湿度計を地上から2.5mの高さになるよう設置した(図-2)。風向風速の計測は河川に対して縦断方向の4地点(W1, WS, W2, W3)において地上から28~44mのビルの屋上に機材を設置した。また、河川沿いと河川に平行方向の道路沿いに各3地点で地上から2.5mの温湿度、3.5mの風向風速の計測を行った。

2.2.3 1日集中観測の観測手法 1日集中観測は詳細な気温の傾向を捉えるために河川沿いと自動車通り沿いで気温の鉛直観測を行った。観測地点はライン B から約20m下流のP1, P2地点、ライン C 上のC2, C3地点でそれぞれ1時間ごとに1分間の計測を行った。計測は時定数の極めて高い温度計を鉛直方向に0.25m~4mまで0.25m~1m間隔で設置し計測を行った。また、上流部のP1, P2地点では気温と同時に計測地点の地表面温度をサーモグラフィで計測した。

3. 観測結果

3.1 大河川周辺における観測結果

3.1.1 河川沿いと低層住宅地域の気温差と風の関係 図-3 に大河川周辺における各ライン上で計測した風向風速と河川沿いと堤内地の気温差の関係を示す。解析に使用したデータは観測期間中で日射量が1日を通して安定していた6日間の、最高気温を記録した前後30分間の5分間隔データである。ライン A において河川沿いのA1と河川から400m離れた地点A4での気温差は、風速が小さく風向が河川から堤内地方向のときに最も大きく、その気温差が最大約3℃あり、低内地から河川方向の強い2m/s以上の風が吹く場合はA1とA4の気温差は1℃~2℃で

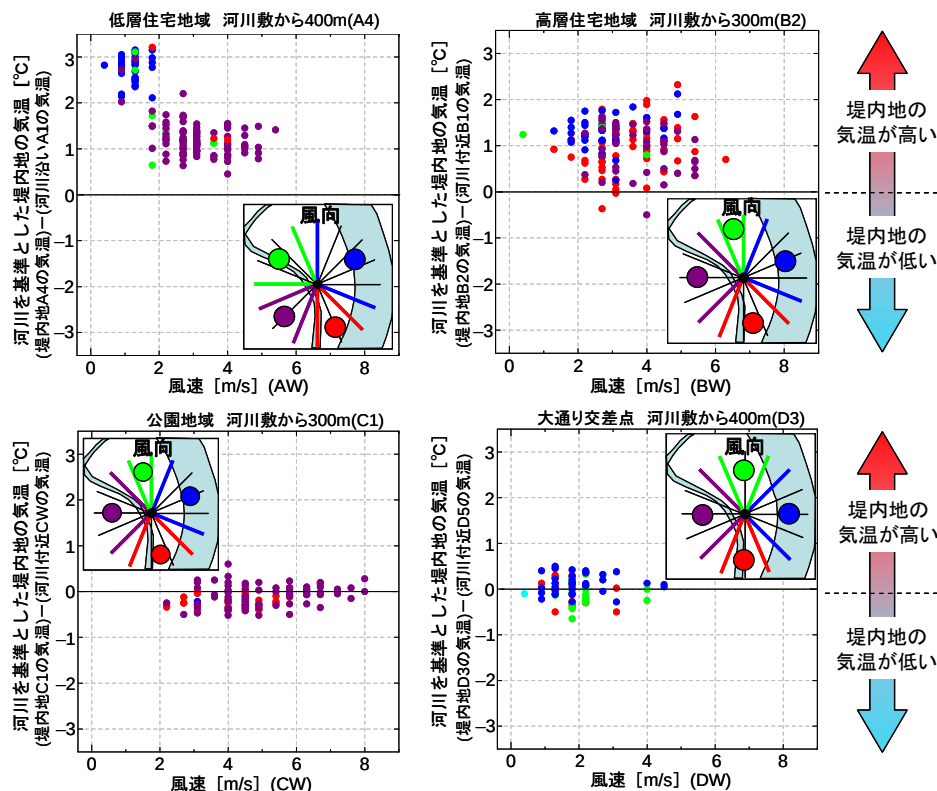


図-3 河川 A 周辺における河川沿いと堤内地の気温差と

地上の風向風速の関係

低層住宅地域は風速が強くなると河川と堤内地の気温差が小さくなる。高層住宅地域は風向風速に関係なく常に堤内地の気温が高い。公園地域、大通り交差点と河川付近の気温差はほぼない。

ある。

3. 1. 2 河川沿いと高層住宅地域、公園の気温差と風の関係 ライン B は河川沿いと河川から約 150m 離れた地点の気温差は風向に関係なく最大で約 2℃ある。ライン C は公園と河川沿いの気温差、ライン D は公園と大通りの交差点の気温差でありどちらも風向風速に関係なく気温差はほとんどない。これらのことから土地利用により河川沿いと堤内地の気温差は、風速が小さいほどその差が大きいことがいえる。

3. 2 中小河川周辺における観測結果

3. 2. 1 河川沿いと自動車通りの気温差と上空の風の関係

図-4 にライン B～ライン E における河川沿いと道路沿いの気温差と上空 W2 地点の風向風速の関係を示す。解析には日最高気温が 35℃以上かつ日射が一日を通して安定している 12 日間の 12 時～15 時の 10 分間平均データを用いた。ライン C、ライン D、ライン E は風向風速に関係なく河川沿いの気温が自動車通り沿いに比べて低く、その気温差は風向風速によらず最大で 2℃あることがわかる。一方、ライン B は河川沿いよりも道路沿いの気温が低い場合が多く、他のラインと傾向が異なる事がわかる。風速と気温差の関係をみると風速が 2m/s 以下のときに河川沿いの気温が低い傾向があり、風向と気温差の関係をしてみると河川から道路方向の風(北～南東方向)が吹いているときは道路沿いに比べて河川沿いの気温が低い傾向がある。

3. 2. 2 上空と地上の風の相関 このライン B のみ気温の傾向が他のラインと異なったことから、地上と上空の風の傾向に違いがあるかを調べた。図-5 に上空 44m の風速と河川沿いの地上風速の関係を示す。対象としたのは日射量が 1 日を通して安定していた 8 日間の 12 時～15 時の 10 分平均データである。各地点の風向・風速を比較すると、ライン C の上流約 100m 上流に位置する P3、ライン C とライン D の中間地点の P5 では河川遡上方向の風が卓越していることが分かる。上空の風速との相関は、P5 は相関性が見られ、P3 は相関がない。一方でライン B 上の P1 では河川から道路方向の風が卓越しており風速は上空の風と相関が見られるが、その値は他の河川沿いの観測地点と比較してかなり小さいことがわかる。これらのことから風向は P1 から P3 の間で傾向が変わり風速は下流から上流に向かうにつれて次第に小さくなっていることが考えられる。

3. 2. 3 河川沿いと自動車通りの鉛直気温 図-5 の結果から観測サイト上流部と下流部の風通しの良し悪しの違いによる気温の鉛直構造の違いをしてみる。図-6 に地上から 1.5m で計測した河川沿いと自動車通り沿いの気温と地上、上空風速の時系列を、図-7 に観測サイト上流側と下流側の河川沿いと自動車通り沿いの鉛直気温分布の時間変化を示す。どちらのデータも 1 日集中観測から得たものである。

3. 2. 4 観測サイト上下流での気温鉛直分布の比較 鉛直方向気温の時間変化を比較すると上流側はどの時間帯も河川沿いと自動車通り沿いで地表面温度の差は大きいが上空に行くにつれて気温差がほぼなくなっていることがわかる。一方下流側は 10 時の時点では河川沿いと道路沿いの気温差はほぼないが 12 時になると河川沿いの気温が道路沿いに比べて約 2℃低く、その差は上空 4m までほぼ一定である。図-6 の下流側の自動車通りと河川沿いの気温の関係をみると 12 時から 14 時までは道路沿いの気温が他の地点に比べて高く、15 時からは河川沿いの気温が

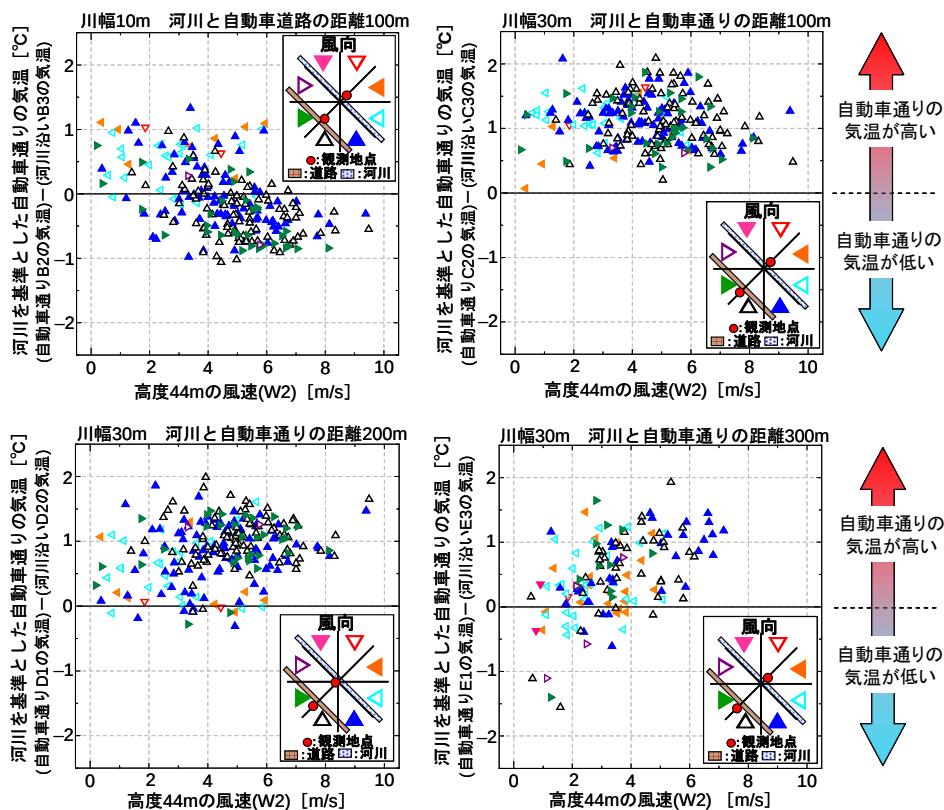


図-4 河川 B 周辺における河川沿いと道路沿いの気温差と上空の風向風速の関係

ライン C, D, E は風向風速に関係なく常に自動車通り沿いの気温が高い。ライン B は風速 2m/s で河川から自動車通り方向の風のときは自動車通り沿いの気温高い。

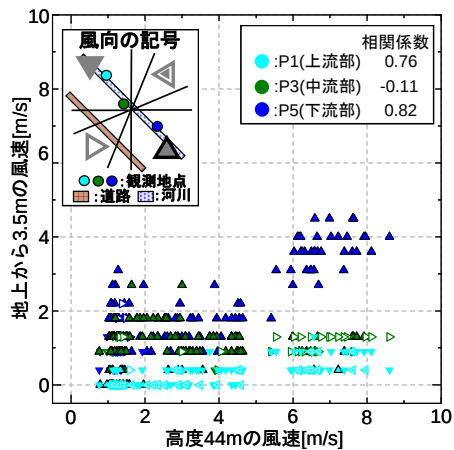


図-5 河川 B 周辺における上空と地上部の風向風速の関係

下流から上流に向かうにつれて屋上と地上部の風向風速の相関性が小さくなる

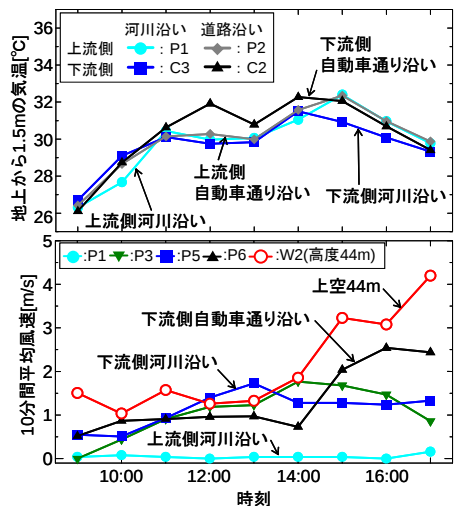


図-6 河川 B 周辺における河川沿いと自動車通り沿いの地上から 1.5m の気温と地上、上空風速の時系列

12時から14時は自動車通り下流側の気温が最も高い。屋上の風速が強くなる15時以降は河川沿い下流側の気温が最も低い。

なると河川沿いに比べてその周辺の気温が低くなるということが示された。

(3) 中小河川周辺において風通しの良し悪しで気温の鉛直構造が異なることを示した。また風速が大きくなると河川沿いの気温が風通しのいい自動車道路沿い、風通しの悪い河川沿いよりも約1℃低くなることを示した。

参考文献

- 1) 加藤拓磨, 小田村康幸, 山田正: 河川からの風が都市の熱環境に与える緩和効果, 水工学論文集, 第53巻, pp.295-300, 2009.
- 2) 大野修平, 加藤拓磨, 山田正: 都市部における中小河川の持つ熱環境緩和効果, 中央大学理工学研究所論文集, 投稿中

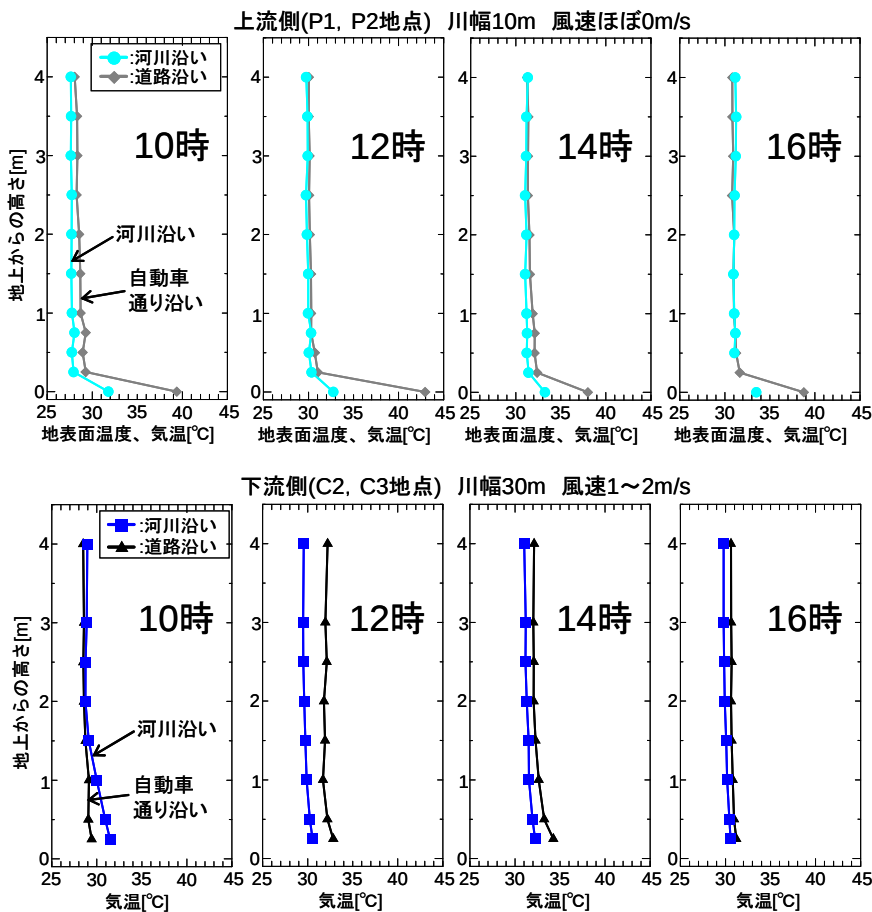


図-7 河川沿いと自動車通り沿いの鉛直気温分布の時間変化

上流側は河川沿いと自動車通り沿いの鉛直気温は差がない。下流側は自動車通り沿いの気温が河川沿いに比べて高い。気温差は上空に行っても変わらない

他の地点に比べて低いことがわかる。このとき、上空と道路沿いの下流部において風速が14時から15時にかけて大きくなっていることがわかる。このことから風速が大きくなると河川沿いの気温が他の地点に比べて低くなることがいえる。

4. まとめ

河川が持つ熱環境緩和効果を評価するために川幅200mの大河川A、川幅30mの中小河川B周辺で気象観測を行った。得られた知見を以下に示す。

- (1) 大河川, 中小河川共に河川沿いの気温が周辺に比べて低く, その差は大河川で最大3℃, 中小河川で最大2℃あることを示した。
- (2) 大河川, 中小河川ともに風通しの悪い地域において風速が小さいときは河川沿いとその周辺の気温差が大きく, 風速が大きくなるとその差が小さくなることを示した。中小河川においては風速が大きくなると河川沿いに比べてその周辺の気温が低くなるということが示された。

(3) 中小河川周辺において風通しの良し悪しで気温の鉛直構造が異なることを示した。また風速が大きくなると河川沿いの気温が風通しのいい自動車道路沿い、風通しの悪い河川沿いよりも約1℃低くなることを示した。