

Fig.18 Relationship between the distance from Meguro River and air temperature (moving observation: 3-seconds moving average deviations, stationary observation: average value from 12:40 to 12:50) (2008/8/9 12:30)

3. 3 サイト3：目黒川周辺における観測結果

1) 各気象因子と気温差の関係

既に著者らが2007年度に行った気象観測の結果[11]からラインAにおける目黒川沿いと山手通り沿いの気温差は上空の風向風速に関係あることが分かっている。それを踏まえ、山手通りをある基準と定めてラインごとに河川沿いと自動車通りの気温差と上空の風向風速を含めた各気象因子(地上風向風速・日射量)との関係を調べた。気温や風向風速、日射量のデータは1分から10分間隔で記録されており詳細な気温変化と気象因子の関係を見ることは可能であるが、①対象とした河川は川幅が狭く周辺熱環境緩和のポテンシャルが低いと考えられる、②対象地域全体に建物が密集していること、③幅員の狭い道路が多く地上風向風速が変動しやすい、④人間活動が盛んで人工排熱が多い、等の理由から計測間隔の短いデータを整理することは逆に現象を捉えにくいと考えられる。よって解析には12時～15時の全63点の観測地点の平均気温が30℃以上であった22日間の12時～15時の平均値を用いた。Fig.12に解析対象日におけるラインA、C、E、Gにおける目黒川沿いと山手通り沿いの気温差(以下、気温差と省略する)と各気象因子(上空で計測した12時～15時の平均風向風速、地上で計測した12時～15時の平均風向風速、

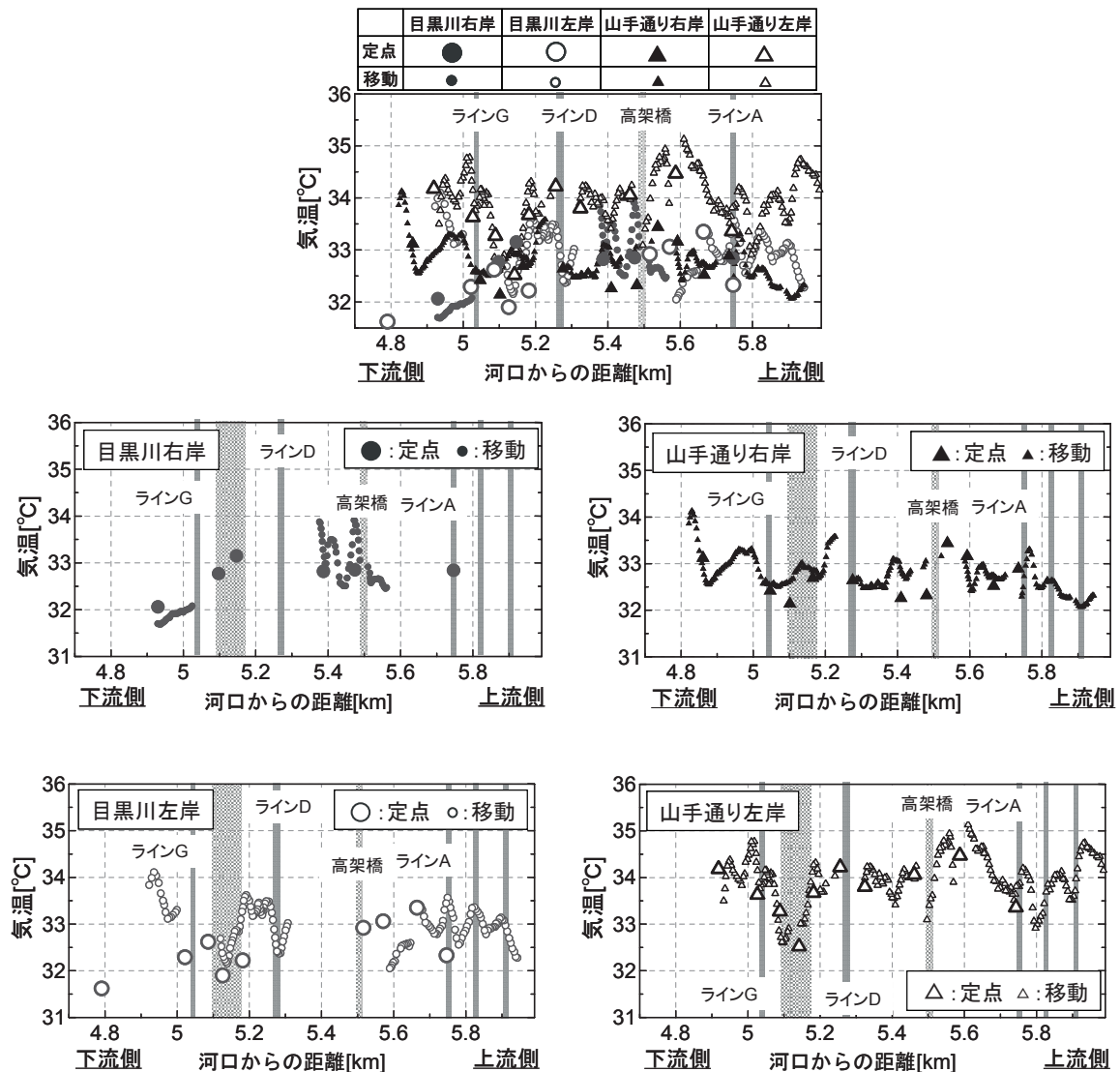


Fig.19 Vertical distribution of average air temperature along the Yamate street and Meguro river (moving observation: 3 seconds moving average deviations, stationary observation: average value from 12:40 to) (2008/8/9 12:30)

12時～15時の積算日射量)の関係を示す。上空の風向風速は観測地域から西側に約700mに位置する東山中学校屋上(地上から15m)で観測したデータを用いた。地上風向風速はラインAとCは地点WA7のデータを、ラインEとGは地点WP8のデータを用いた。

a) ラインAにおける各気象因子と気温差の関係

ラインAでは上空の風向が南東～南南西風時に気温差が小さくなる。このとき地上風は河川横断方向(北東～東北東、南～南南西)の風が卓越している。一方上空の風向が北東～東南東風時は目黒川沿いの気温が山手通りに比べて約1℃低い。このとき地上風は河川遡上風(東～南南東)が卓越している。遡上風吹送時は河川から周辺に拡散する風が吹き、周辺の空気が入り込まないため河川沿いの気温が低くなっていると考えられる。

b) ラインCにおける各気象因子と気温差の関係

ラインCでは上空と地上の風向風速ともに気温差との相関性がない。日射量と気温差の関係には、日射量が増加するにつれ気温差が大きくなる傾向がある。これはラインCが高架橋の直下流に位置し閉鎖的な場所になっているため、ビルやアスファルトの照り返しで暖められた空気塊が移流しづらいのが原因だと考えられる。

c) ラインEにおける各気象因子と気温差の関係

ラインEでは上空の風向が北東～東南東風時は気温差が小さく、南東～南南西風時は河川沿いの気温が約1℃低い。これはラインAと逆の傾向を示している。気温差が小さいときの地上では東～東南東の風が多く、河川から道路方向に風が吹いている。ラインEは目黒川と山手通りの間に建物がなくオープンスペースとなっているため、河川からの風が山手通りに流入したために気温差が小さくなったと考えられる。

d) ラインGにおける各気象因子と気温差の関係

ラインGでは上空の風と気温差の関係がラインAと似た傾向をしている。また地上風速が増加すると気温差が大きくなる。このとき風向は河川遡上方向でありラインAと同様に河川を遡上する風が河川沿いの気温を下げると考えられる。

2) 河川縦断・横断方向の気温分布

前節の結果から上空が東風時と南風時に解析対象日を分類し縦横断分布を比較すると、絶対値は異なるが同じ傾向を示した。そこで上空が東風時と南風時での気温分布の絶対値を比較できるように平均気温がほぼ等しかった日を5日間ずつ抽出して気温を平均し、河川に対して縦断方向と横断方向の気温分布を比較した。

a) 河川からの距離と気温の関係

Fig.13, Fig.14に上空風が東風時と南風時の各ラインにおける目黒川からの距離と気温(それぞれ5日間の12時～15時平均値)の関係を示す。ラインAは東風時に河川上の気温が低いことがわかる。南風時は気温の変動はあるがほぼ一定値を示している。これは河川横断風が吹くときは住宅地からの空気塊と河川上の空気塊が移流し、混合していることから河川の効果が見えないことが考えられる。ラインB, C, Gはどれも河川沿いの気温が低い。ラインDの気温が高いのは、ラインDは山手通りと同じ片側2車線の自動車通りであり自動車の排熱等による影響と河川水面が計測地点からやや離れていたことが原因だと考えられる。

b) 目黒川と山手通り沿いの気温縦断分布

Fig.15, Fig.16に上空風が東風時と南風時の気温(それぞれ5日間の12時～15時平均値)の縦断分布を示す。目黒川沿いは左岸と右岸の気温差が0.5℃程度なのに比べ、山手通りは左岸と右岸の気温差が最大で2℃以上ある。これは道路を挟んだ左岸と右岸では空気塊が混合していないことが考えられる。東風時と南風時の気温分布を比較すると、目黒川沿いの気温は東風時の方が南風時に比べて約0.5℃低くなっている。一方で山手通り沿いはラインDとラインGの間の山手通りと目黒川の間がオープンスペースとなっている場所で気温が低くなっている。

3) 目黒川周辺における移動観測による気温分布

定点観測の結果から200m程度の短い空間の中でも気温は複雑に変化していた。また河川の影響範囲は定点観測の結果からは明瞭にみえなかった。そこで移動観測で得られたデータを用いて河川の影響範囲と河川周辺の詳細な気温分布をみた。データは前節で示した上空が東風時の平均に用いた5日間の内の1日である2008年8月9日の観測結果を用いた。

a) 目黒川周辺における気温と風向風速の平面分布

Fig.17に2008年8月9日12時半における地上から1.5mで計測した気温と風向風速の平面分布図を示す。気温は1秒間隔で計測した瞬間値、風向風速は1分間の平均値である。図より河川周辺が複雑な気温分布をしていることがよくわかる。下流側の目黒川沿いと、目黒川と山手通りが最も近づくオープンスペース周辺で気温が低い傾向がみえる。

b) 移動観測による河川横断方向の気温分布

Fig.18に2008年8月9日12:30における河川からの距離と移動観測と定点で計測した気温の関係を示す。今後示す移動観測による気温は前後3秒間で移動平均をした値である。定点の気温は温度計が移動観測の温度計と時定数が異なるため、12時40分～50分の10分平均値を用いた。定点と移動の気温を比較すると、同じ観測地点における気温はほぼ同じ値を示している。定点と移動の気温が大きく異なるラインDの河川付近とラインGの右岸側は自転車の移動ラインと定点の観測地点が離れていたのが気温が異なる原因だと考えられる。各ラインの気温分布をみると河川沿いの気温は周辺と比べて低く、左岸側ではどのラインも河川から離れるにつれ気温が高くなっている。河川上と周辺の気温差はラインCで最大約

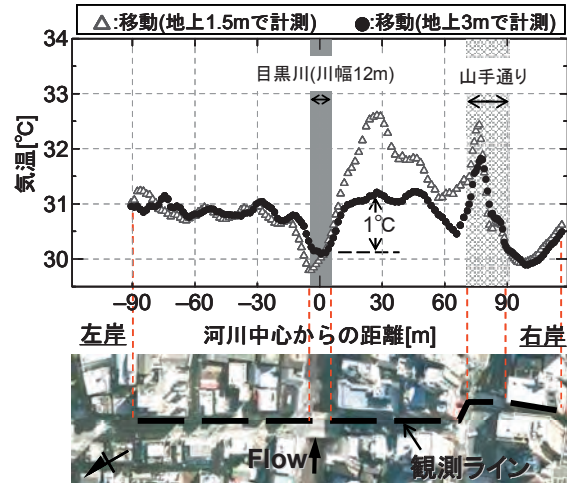


Fig.20 Relationship between the distance from Meguro River and air temperature (3 seconds moving average deviations) observed at 1.5m and 3m from the ground (2009/8/12 13:00)

2℃、河川から約70mの範囲まで及んでいると考えられる。

c) 移動観測による河川縦断方向の気温分布

Fig.19に2008年8月9日12:30における河川縦断方向の気温分布を示す。定点と移動の気温はほぼ一致しており気温分布を捉えていることが分かる。河川沿いは場所により約1℃の変動があり、山手通り沿いは約2℃の気温変動がある。またラインA、ラインC(高架橋の直下流)、ラインAの上流側では目黒川と山手通りを横断する道路がある場所で目黒川沿いと山手通り左岸沿いの気温差が小さくなる傾向がある。これは河川と山手通りを直行する道路上で熱交換が行われていることが考えられる。

4) 目黒川周辺における河川の影響範囲

Fig.20に2009年8月12日の目黒川周辺のラインAにおける地上から1.5mと3mの移動しながら計測した気温と河川からの距離の関係を示す。この時間帯は河川遡上方向に1.2m/sの風が吹いており河川上の気温が周辺に比べて約1℃低く、気温が周囲に拡散している様子が明瞭に見て取れる。地上から3mの気温は左右岸ともに10～20m程度まで河川の効果及んでいると考えられる。

3. 4 各観測結果のまとめと考察

以上の結果から河川の効果は川幅の1～2倍程度の距離まで及ぶことがわかった。これは既往の研究により言われている川幅の1～1.5倍とほぼ一致している。川幅が10m程度の河川でもこの結果に沿うことから複雑な都市部を流れる都市河川においても河川遡上方向の風が吹く場合は現象を単純化できる可能性があることが考えられる。Fig.21に各観測サイトにおける河川周辺の気温分布の概略図を示す。サイト1は大河川である荒川に対して横断方向に風が吹くサイトであり、気温分布は河川からの距離に応じて徐々に高くなっている。サイト2は([5]の観測結果も含める)大河川である荒川を遡上する風が吹くサイトであり、河川上ではほぼ一定の気温を示し、河岸に近い市街地では気温勾配が大きく、河川から離れるにつれて気温勾配が小さくなる。サイト3は中小河川である目黒川を遡上する風が吹くときはサイト2と同様の形の気温分布を示し、目黒川を横断する風が吹くときの気温はほぼ一様分布となる。目黒川は気温低減のポテンシャルが小さいことがこの現象が起きている理由と考えられる。

以上により、大小川幅の異なる河川周辺における気温特性が明らかとなった。河川付近の気温分布を一般化することができれば、河川が持つヒートアイランド緩和効果を定量的に評価することが可能となるだろう。そのために、今後はこれらの観測結果を基に河川付近の温度境界層を理論的に表現することが課題である。

4 まとめ

都市部を流れる河川が周辺に与える熱環境緩和効果と河川周辺の気温の空間分布特性を明らかにするためにそれぞれ周辺土地利用や卓越風向が異なる大河川である荒川と中小河川である目黒川周辺で気象観測を行った。得られた結果を以下に示す。

(1) 河川を横断する風が吹く水面幅200mの荒川は周辺に比べて最大約3℃気温が低く、900m先までその効果が及んでいることを示した。

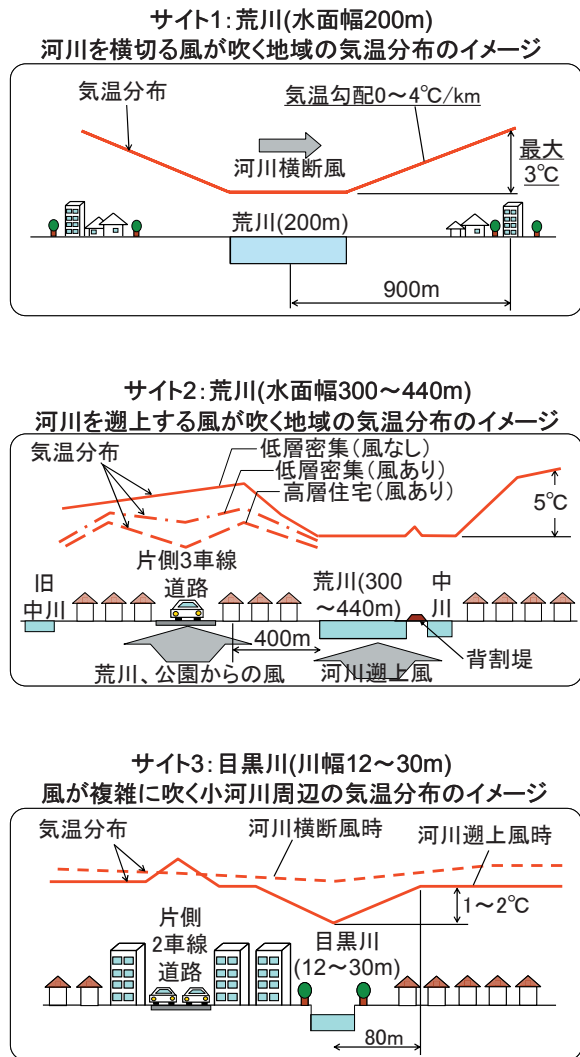


Fig.21 Schematic presentation of air temperature distribution by the observational result in each site

- (2) 荒川からの距離に応じた気温勾配は朝の7時～9時頃に最も低く日中に最も高くなる。
- (3) 河川を遡上する風が吹く水面幅440mの荒川は周辺に比べて約4.2℃気温が低く、500～800m先までその効果が及んでいることを示した。
- (4) 荒川と中川の間にある背割り堤上で気温が約1℃上昇することを示した。
- (5) 建物が密集し人工排熱が多いと考えられるエリアを流れる目黒川周辺の気温分布は上空の風向が東風時と南風時の2パターンに分類できることを示した。
- (6) 河川周辺の道路上の気温を全て計測し空間的に密な都市の気温分布を平面的に示した。
- (7) 目黒川の周辺熱環境緩和の影響範囲は最大で約2℃で70m先まで及ぶことを示した。
- (8) 目黒川と山手通りは両者を横断する道路がある場所で熱交換を行っている可能性があることを示した。
- (9) 荒川、目黒川共に河川からの影響範囲は川幅と同オーダー程度であり、川幅に関係なく河川の熱環境緩和効果を単純化できる可能性を示唆した。

謝辞：本研究の遂行にあたり文部科学省科学研究費補助金基盤研究(B)(代表：山田正(中央大学))及び中央大学理工学研究所の研究補助を受けた。また、本研究で用いた観測データ取得にあたり真夏の厳しい気象条件の下、中央大学水理研究室の学生一同に多大な協力を頂いた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- [1] 総務省消防庁：平成22年夏季(7月～9月)の熱中症による救急搬送の状況，2010.10
- [2] 環境省：ヒートアイランド対策大綱，2004.3
- [3] 東京都環境局：ヒートアイランド対策取組方針，2003.3
- [4] 村川三郎，関根毅，成田健一，西名大作：都市内河川が周辺に温熱環境に及ぼす効果に関する研究(続報)，日本建築学会計画系論文報告集，第415号，1990.9
- [5] 武若聡，池田駿介，平山孝浩，萱場祐一，財津知享：都市内河川による大気冷却効果一都市内河川内外の夏期の熱環境および気象観測一，土木学会論文集，No.479，II-25，pp.11-20，1993.11
- [6] 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，2009.2
- [7] 成田健一，植村明子，三坂育正：都市気候に及ぼす河川水の熱的影響に関する実測研究一隅田川における熱収支と周辺影響の検討，日本建築学会計画系論文集，第545号，pp.71-78，2001.7
- [8] 川又孝太郎，河原能久，菅和利，玉井信行：鶴見川周辺部ならび多摩川河川敷における熱環境の調査研究，水工学論文集第37巻，pp.189-194，1993.2
- [9] 菅和利，河原能久：都市河川，運河が周辺市街地の熱環境に及ぼす較果，水工学論文集，第37巻，pp.195-200，1993.2
- [10] 橋本剛，船橋恭子，堀越哲美：海風の運河遡上による都市暑熱環境の緩和効果一名古屋市の堀川および新堀川における事例一，日本建築学会計画系論文集，第545号，pp.65-70，2001.7
- [11] 松本太，一之瀬俊明，白木洋平，李龍太：都市内河川の大規模復元による「風の道」の効果に関する気候学的研究一韓国ソウル市清溪川を事例として一，日本生気象学会雑誌，Vol.46(2)，pp.69-80，2009
- [12] 大野修平，加藤拓磨，山田正：都市部における中小河川周辺の熱環境一目黒川を事例として一，中央大学理工学研究所論文集，第15号，pp.11-18，2009
- [13] 成田健一：都市内河川の微気象的影響範囲に及ぼす周辺建物配列の影響に関する風洞実験，日本建築学会計画系論文報告集，第442号，1992.12
- [14] 栗城稔，木内豪，小林裕明：河川の微気象緩和効果の影響範囲に関する風洞実験，土木技術資料，Vol.38，No.12，pp.26-31，1996
- [15] 伊藤洋太郎，茂木耕作，相馬一義，萬和明，田中賢治，池淵周一：詳細な陸面過程を組み込んだ雲解像モデルによる練馬豪雨に対する都市の影響評価，水工学論文集，第50巻，pp.385-390，2006.2
- [16] 足永靖信，東海林孝幸，河野孝昭：地球シミュレータを用いた東京都心10km四方における高解像度のヒートアイランド数値解析，日本建築学会環境系論文集，第616号，pp.67-74，2007.6
- [17] 大野修平，小田村康幸，山田正，加藤拓磨：気温計測における移動観測の精度に関する研究，土木学会関東支部第36回技術研究発表会，II-29，2009.3

- [18] 加藤拓磨, 中根和郎, 山田正: 小規模水面における水の蒸発メカニズムに関する基礎的実験, 水工学論文集, 第53巻, 2009.2
- [19] 大野修平, 加藤拓磨, 山田正: 都市部における河川周辺の気温特性, 土木学会第64 回年次学術講演会, II-215, 2009.9