

鶴見川周辺部および多摩川河川敷における熱環境の調査研究

Field Observation on Thermal Environment around the Turumi River and in the Tama River

川又孝太郎*, 河原能久**, 菅 和利***
玉井信行****

By Koutaro KAWAMATA, Yoshihisa KAWAHARA, Kazutoshi KAN
and Nobuyuki TAMAI

Field observation was carried out around the Turumi river and in the Tama river to estimate their cooling effect on the thermal environment in the surrounding area. The hourly measurement of air temperature distribution revealed that the affected zone by the Turumi river was restricted to the region close to the river course. The infrared thermal image sensor was applied to identify the correlation between the land cover and the surface temperature in the Tama river. It was found that at noon the surface temperature was the highest on revetment works, then pavements, playground and the lowest on grass field.

Keywords: thermal environment, river, cooling effect, field observation

1. はじめに

近年、都市化の進展に伴う地表面被覆の変化や人工熱発生量の増大により都市の熱環境が悪化し、いわゆるヒートアイランド現象が顕在化している。このような熱環境を改善するために、緑地や水域などの確保をはかり都市域での微気象を緩和しようとする動きがある。また、河川は都市化の進んだ地域においては貴重なオープンスペースであり、自然を残しながらの河川空間の有効な整備が求められている。このように河川の環境機能の向上に関する要請は強いが、現状の環境機能の評価は必ずしも十分なされてはいない。

河川が周辺市街地の熱環境に及ぼす緩和作用についてはいくつかの報告がある^{1)~6)}。例えば、福岡ら¹⁾は広島市太田川での観測から夏期の気温低下は平均約2℃であり、その影響範囲は200m~1km程度であると報告している。北川ら³⁾は荒川において河道内が周辺部より夏期に3℃程度涼しく、その影響は900m離れた周辺都市域にまで及ぶことを報告している。また、川幅約100m程度の鴨川では、河道内の気温は全般的に都市部よ

-
- * 学会員 東京大学大学院 土木工学専攻
(〒113 東京都文京区本郷7-3-1)
- ** 正会員 工博 東京大学助教授 工学部土木工学科
- *** 正会員 芝浦工業大学助教授 工学部土木工学科
(〒108 東京都港区芝浦3-9-14)
- **** 正会員 工博 東京大学教授 工学部土木工学科

り3℃程度低いが、周辺部に影響を及ぼす程ではないことが示されている。しかし、河川が周辺部の熱環境に及ぼす影響はその地域の地形や都市構造に強く依存しており、微気象の緩和効果を定量的に評価するためにはさらに多くの観測結果を蓄積することが不可欠である。また、河川敷での地表面温度や気温の時空間的変化と地被状態との関係を報告した例も少なく、熱環境の実態の把握は今後の河川環境整備のあり方を考える上で有用であると考えられる。

本研究では都市河川と周辺地域の熱環境に関する実態を把握することを目的として、鶴見川および多摩川で現地観測を行った。ここでは第1報として夏期に実施した観測結果を報告する。

2. 鶴見川周辺部における熱環境

2. 1 対象地域

観測は神奈川県横浜市を流れる鶴見川のうち鶴見区内の領域（川沿いの距離で約4kmの区間）について行った。対象地域を図-1に示す。なお、河口から7km離れたこの地域を選んだのは、海の影響が直接には及ばないと判断したからである。

2. 2 LANDSAT TMデータの解析

観測に先立ち、河川が周辺部の熱環境に与えている影響の概要を把握するためにリモートセンシングデータの解析を行った。本研究ではLANDSATのTMバンド6のデータ（午前9時30分取得）から求めた輝度分布図を使った。ただしTMバンド6の解像度は120m平方であるため、狭い領域に関する議論はできないことに注意しなければならない。解析した

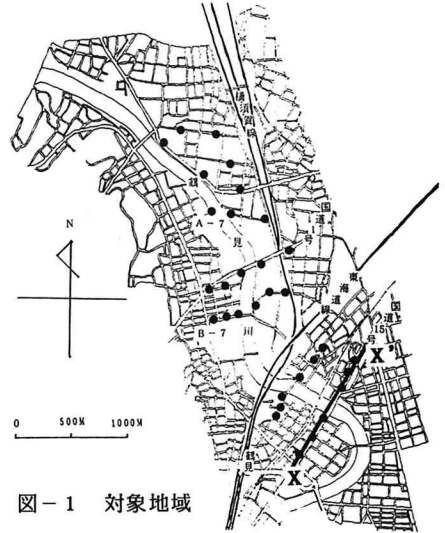
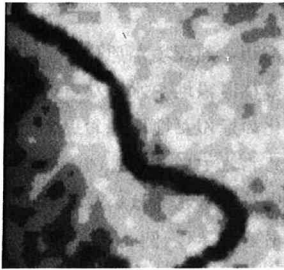
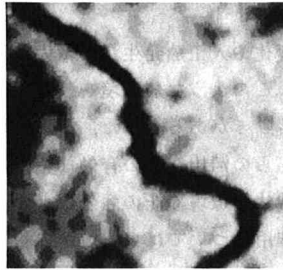


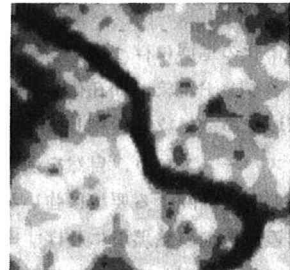
図-1 対象地域



(a) 1984年8月16日



(b) 1986年8月6日



(c) 1990年8月17日

図-2 TMバンド6の輝度分布

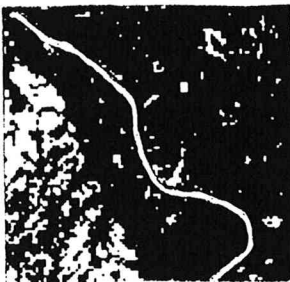
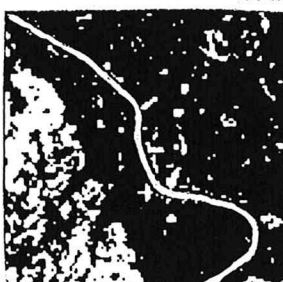
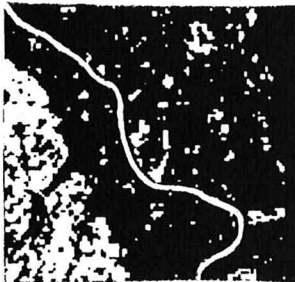


図-3 植生指標

データは、盛夏であることと対象領域に雲がかかっていないことを条件に選り出した1984年8月16日、1986年8月6日、1990年8月17日の3データである。これらの輝度分布図を図-2に示す。白いほど輝度値が高いこと、つまり高温域であることを示す。これら3日の気象条件は表-1のようである。3枚の輝度分布図を比べてみると、類似点が数多く見受けられる。これらを土地利用図と比較すると、第一京浜、第二京浜、三角大通りなど主要道路が常に高い輝度を示していることがわかる。また、変電所や工場なども高くなっている。逆に低い輝度値を与える場所は水面とその周辺及び公園等が挙げられる。植生の輝度は低くなっていると考えられるので、その影響を見るために植生指標を求めてみた(図-3)。図中では植生域を白く表してある。輝度と植生指標の2つの分布を見比べてみると確に対応関係が認められ、植生のある場所の輝度は低くなっている。

表-1 気象条件(横浜:午前9時)

	1984年8月16日	1986年8月6日	1990年8月17日
気温℃	29.5	29.1	29.6
風向	WSW	NNE	SW
風速m/s	2.9	5.2	4.7

さらに詳しくみるために、鶴見川を横断する道路沿いの輝度分布を求めた。図-4は図-1中のラインX-X'の輝度分布である。輝度分布からは堤防からおよそ100m離れたところまで輝度が低くなっていることがわかる。表-1より風向は年により違っても関わらず輝度の傾向は似ている。つまり河川周辺部の輝度が低くなっている理由は河川の効果と言うより植生など地表面被覆の影響ではないかと考えられる。また、解像度が120m平方しかないため平均操作の段階で輝度の低い部分が広がったとも考えられる。したがって、河川の影響は輝度に関してはほとんど存在せず、あるとしても堤防から100m以上離れた場所には及んでいないことがわかる。

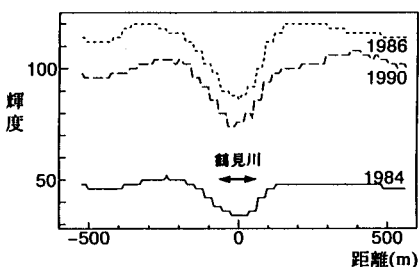


図-4 道路沿いの輝度分布

2. 3 現地観測

(a) 観測方法

観測は1992年8月6日から7日にかけて行った。観測網の均一さと観測実施の確実さとに留意して観測点32点を配置した。自動車3台を用いて移動観測し、毎時(午前0~2.8時を除く)の気温と風向を測定した。気温測定にはサーミスタ温度計を用い、風向測定にはタフトを用いた。温度計は日射を遮蔽するために発泡スチロール製の円筒内に固定し、自動車のルーフから突き出した棒に固定した。また、河川水温は図-1中のA-7点付近において測定した。観測領域は都市化のかなり進んだ地域であり、図中の左岸中・上流部には工場が多く、右岸中・上流部は住宅密集地であり、下流部は市街地である。観測日の横浜地方気象台における気温及び風向風速を図-5に示す。観測期間を通じて南方のやや強い風が吹いていた。

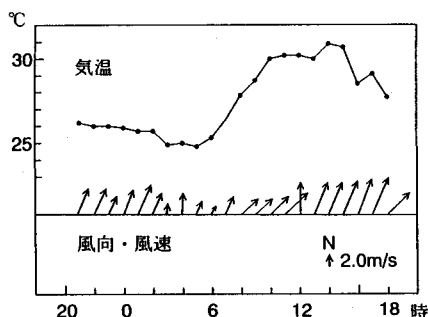


図-5 観測日の気象条件(横浜)

(b) 観測結果

堤防上の点A-7と川から約250m離れた図-1中の点B-7での気温の時間的変化を表わしたのが図-6である。参考のため河川水温の変化も示した。この図より、夜間には両者の差は小さいが、日中では堤防上の地点の方が堤防下の地点

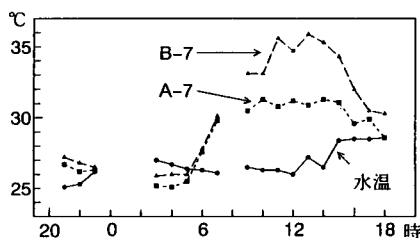


図-6 気温の時間的変化(代表点)

より4～5℃も低くなっていることがわかる。次に、気温の空間的分布にみられる特徴を考える。図-7は気温と風向の分布図であるが、LANDSATデータと比較するために午前9時の図を、日中の代表例として午後2時の図を示した。堤防から100m以内の地域にも鶴見川に近いほど気温が低いといった一定の傾向は認められない。それよりも、主要道路や工場等がその周辺の気温に及ぼす効果の方が大きいと考えられる。

全観測地点について気温と河川からの距離との関係を検討したものが図-8である。図(a)では、横軸に川からの距離を、縦軸に日中(午前6時から午後6時)の平均気温をとっている。なお、昼間の平均水温は27.1℃である。また、市街地平均気温として川から300m以遠にある測定点の平均気温を示した。堤防上の観測点であるA-7地点では気温は30.2℃である。一方、堤外地の気温は31.4℃～33.6℃となっておりA-7地点より1.2℃～3.4℃高い。川に近い観測地点においても気温の高い地点は存在し、川からの距離と気温の相関について明確な傾向はみられない。つまり日中には堤防により河川上の冷たい空気が遮られてしまっている。一方、夜間の平均気温についても同様にグラフにしてみると図(b)のようになる。この図から日中と異なり河川堤防上と周辺部の気温の差異がほとんど見られなくなっていることがわかる。

3. 多摩川河川敷における熱環境

3. 1 観測位置と観測方法

河川敷の利用が進んでいる河道内での地表面温度や気温の状況を把握するために、多摩川で現地観測を行った。観測位置は河口から約20kmの位置にある新二子橋周辺である。図-9に橋周辺部を写した空中写真を

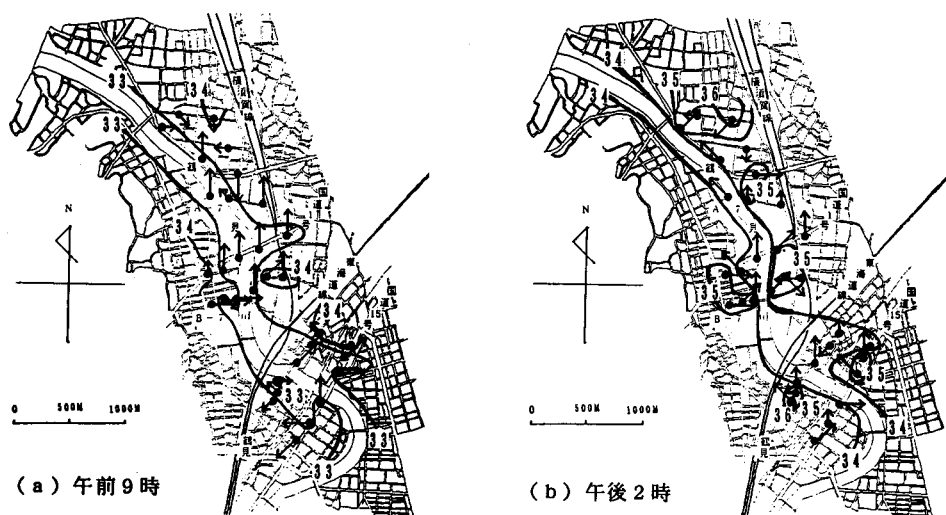


図-7 気温の空間分布

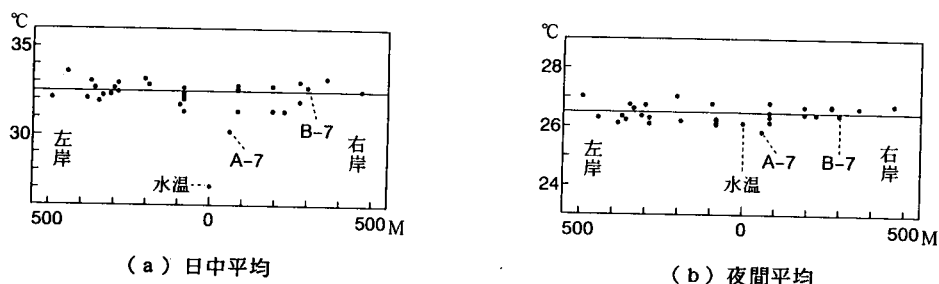


図-8 気温と川からの距離との関係

示す。新二子橋上から赤外線熱画像装置（日本アビオニクス製TVS-2000ST）による熱映像撮影を行ない、河道内の表面温度を測定した。また、いくつかの代表的な地被条件の場所において、地表付近、0.5m、1.0m、1.5mの地点における気温測定と風向観測を同時に行った。観測日は1992年8月16日で早朝、日中、夕方の3回に分けて測定した。観測日の気象状況は快晴で観測中南東の風、すなわち川に沿って下流から上流へ向かう方向に強く吹いていた。橋上から河道及び高水敷を俯瞰し移動しながら、河川の横断方向に連続して撮影を行った。橋上からでは、赤外線センサーの視界が狭く、一画面で数m四方しか写らない。そのため、横断面全てを撮り終えるのに1時間ほどかかった。熱映像の1例を図-10に示す。これは河川公園中の人工河川を写した画像であり、撮影時刻は昼の12時半である。白色ほど高温域であることを示している。図中のA点は水面、B点は草地、C点は裸地であり、地表面温度はそれぞれ30.3℃、38.9℃、46.4℃である。このように熱映像から各地点の地表面温度を瞬時に知ることができる。

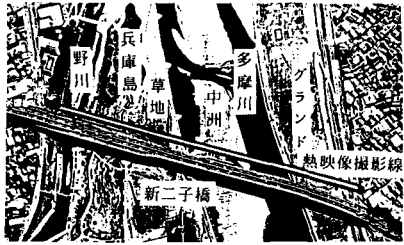


図-9 多摩川観測位置図

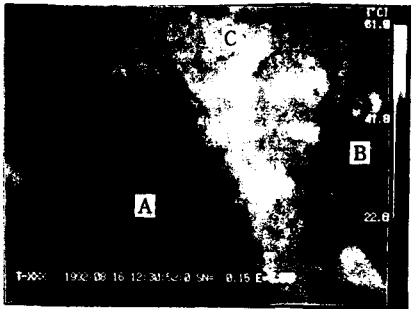


図-10 表面温度分布の赤外線熱画像

3. 2 観測結果

熱映像データから求められた表面温度の川幅方向の分布と地被状態との関係を図-11に示す。早朝（午前4時半～5時半）、日中（午後0時～1時）、夕方（午後5時半～6時半）の観測結果を表わしている。図中、同じ地被状態が続く部分及び人工河川左岸にある売店の表面温度は省略した。中洲の両側の省略部分は多摩川本川であり、人工河川右岸のそれは草地である。また図中に示されていない地被状態のうち代表的なものとして、野川の右岸及び多摩川の両岸の護岸、人工河川の両岸の砂利道及び図の右端のアスファルト道路が挙げられる。観測地域の地被状態はおおまかに水面、草地及びコンクリート、石等の3つに分けられる。朝方は草地在やや低い程度で植生による違いは小さくほぼ一様である。しかし、昼間には植生に対応して大きな違いがみられる。水面は最も低くおよそ32～33℃であるが、人工河川は伏流水を利用しているため27℃位でさらに5℃程低い。草地は45℃位であるが右岸の草地は左岸の野川寄りの草地より5℃程高くなっている。これは右岸の草地在左岸のそれより荒れていて裸地に近いたことが原因であろう。コンクリートや石は地表面温度が最も高く50℃を超える。夕方になると再び植生による違いは減少するが、コンクリートや石は草地より5℃程度高くなっている。これは草地より熱容量が大きいため温度の低下が遅れるためであろう。気温の鉛直分布と地被状態との関係を図-12に示す。早朝においては、どの地被条件においても地表面温度から高さ1.5mまではほとんど温度差はみられない。しかし、昼になると地表面は太陽光を吸収して急速に暖まり、地被条件によって大きな違いが生じている。草地では比較的低温約40℃までしか上がらないが、川原では48℃位に、護岸では50℃以上にもなっている。一方、強い風のために気温についてはいずれも35℃位でほとんど差がない。

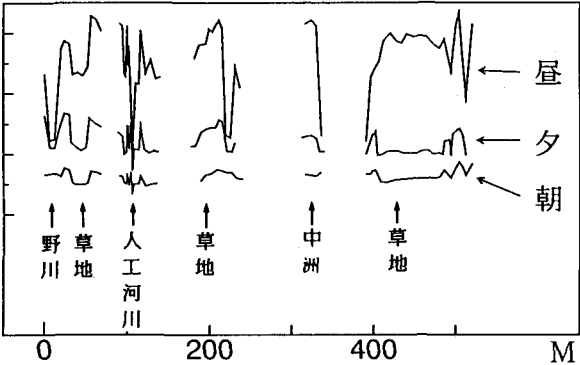


図-11 表面温度分布と被地状態の変化

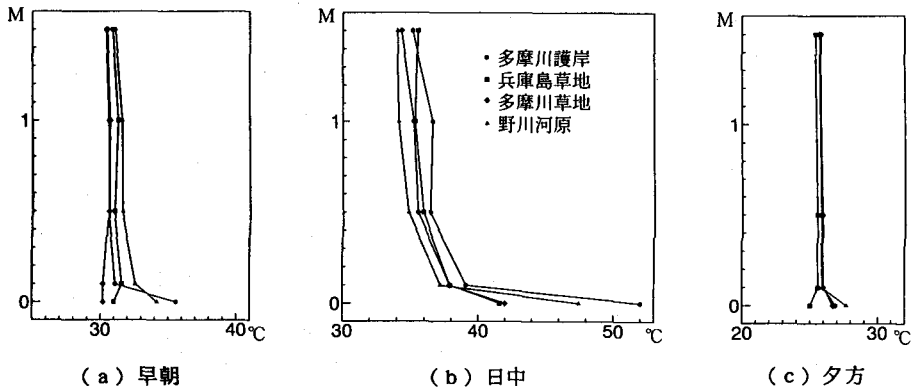


図-12 代表的な地点での気温分布

4. 結論

都市河川の周辺地域の熱環境に及ぼす影響を把握することや河道内での温度分布の現況を理解する目的で鶴見川および多摩川での現地観測やリモートセンシングデータの解析を行った。その結果として次のことが明らかとなった。

- (1) 河道沿いに風の通る気象条件下で観測した気温分布から判断する限り、鶴見川の日中の気温緩和効果は河道内では平均1~3℃と評価されるが、周辺部では明瞭には認められない。
- (2) 多摩川の高水敷地表面温度は日中には地被条件によって大きく異なるが、日没後には地被条件による差異は小さくなっている。
- (3) 熱環境の解析に際して衛星データは地表面被覆の効果を見ることには適しているが、河川の気候緩和効果を直接判断するのは難しい。

謝辞

本観測の実施に際し、芝浦工業大学土木工学科管研究室のメンバー、東京大学土木工学科河川・応用水理研究室のメンバーから多大な協力を得た。特に東京大学の秋山真一郎君には現地観測データの整理に関して、高道孝幸君にはリモートセンシングデータの解析に関して助力を得た。また、本研究の一部は(財)河川環境管理財団の研究助成金(代表:河原能久)によった。建設省京浜工事事務所からは観測に際し御協力いただいた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 福岡義隆ら：都市気候に及ぼす河川水の影響，水温の研究，Vol. 24, No. 1, pp. 2-9, 1980.
- 2) 村川三郎ら：都市内河川が周辺の温熱環境に及ぼす効果に関する研究，日本建築学会計画系論文報告集，Vol. 393, pp. 25-34, 1988.
- 3) 北川 明ら：河川周辺の気候の快適性，土木技術資料，Vol. 31, No. 10, pp. 38-43, 1989.
- 4) 村川三郎ら：都市内河川が周辺の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，Vol. 415, pp. 9-19, 1990.
- 5) 片山忠久ら：海岸都市における河川の暑熱緩和効果に関する調査研究，日本建築学会計画系論文報告集，Vol. 418, pp. 1-9, 1990.
- 6) 武若 聰ら：都市河川が周辺地の気候に及ぼす効果，環境システム研究，Vol. 20, pp. 33-40, 1992.