

過密都市における河川の風道・冷却効果について

Ventilation path and cooling effect of rivers in a congested city

水辺・まちづくりグループ 研 究 員 森川 陽一
生態系グループ グループ長 前村 良雄
河川・海岸グループ 研 究 員 伊藤 将文

本稿は、平成19年度から平成21年度にかけて目黒区より受託した「目黒川における都市域の冷却効果に関する調査研究委託業務」の成果を活用し、過密都市における目黒川の風道・冷却効果に関する調査研究の概要について報告するものである。

目黒区では、区の一部が、国における「地球温暖化・ヒートアイランド対策モデル地域」、東京都における「ヒートアイランド対策推進エリア」に指定されており、区環境基本計画の重点プロジェクトに『「風の道」づくり』を掲げ、目黒川における都市域の冷却効果に関する調査研究を位置付けている。

そこで、盛夏に微気象観測を行い、目黒区内の目黒川とその周辺地域の気温分布及び風の動態の把握を行うとともに、熱環境改善対策（リバーウォーク、護岸緑化、打ち水）の効果を検証した。

観測の結果、目黒川及び目黒川沿いの桜並木による冷却効果により、目黒川沿いの気温はその周辺に比べ低いことが確認された。また、目黒川では東京湾方向からの遡上風が卓越しており、その涼風が市街地側に流入することにより周辺市街地の気温上昇を抑制していることが確認された。さらに、打ち水等の熱環境改善対策による定量的な効果について確認した。

キーワード：目黒川、ヒートアイランド現象、風の道、河川水面の冷却効果、熱環境改善対策

This paper aims to summarize an outline of research studies on the ventilation path and cooling effect of the Meguro River in a congested city by making use of the results of “Commissioned Research Studies on the Cooling Effect of the Meguro River in Urban Areas” funded by Meguro Ward from FY 2007 to FY 2009.

A part of Meguro Ward has been designated as a “model area for global warming and heat island mitigation measures” by the national government, and as an “area for promotion of heat island measures” by the Tokyo Prefectural Government. The ward sets a goal of developing ‘ventilation paths’ and characterizes research studies on the cooling effect of the Meguro River in urban areas as one of its priority projects for the basic environment plan of the ward.

To that end, micrometeorological observations were conducted during midsummer in order to check the temperature distribution and wind dynamics in the Meguro River and the surrounding areas in Meguro Ward, and to verify the effect of thermal environment improvement measures (riverwalks, green revetment, water sprinkling).

Observation results show that the temperature in areas along the Meguro River is lower than that of surrounding areas due to the cooling effect of the Meguro River and a row of cherry blossom trees along the Meguro River. In addition, it was confirmed that an extraordinary wind blows against the river flow from the direction of Tokyo Bay, and that this cool wind blows into urban areas and curbs the rise in temperature in surrounding urban areas. It was also confirmed that thermal environmental improvement measures, including water sprinkling, have a quantitative effect.

Key words : *Meguro River, heat island phenomenon, ventilation path, cooling effect of river surface, thermal environment improvement measures*

1. はじめに

近年、東京等の大都市圏では、都市域の気温が郊外に比べて島状に高くなる「ヒートアイランド現象」が顕著となっており、熱帯夜の増大や熱中症の増加等、生活環境へ悪影響を及ぼしている。また、夏の局所的な集中豪雨もヒートアイランド現象が原因と指摘されている。

このような中、目黒区では、区の一部が、国における「地球温暖化・ヒートアイランド対策モデル地域」、東京都における「ヒートアイランド対策推進エリア」に指定されており、区環境基本計画の重点プロジェクトに『「風の道」づくり』を掲げ、目黒川における都市域の冷却効果に関する調査研究を位置付けている。

本稿は、平成19年度から平成21年度にかけて目黒区より受託した「目黒川における都市域の冷却効果に関する調査研究委託業務」の成果を活用し、過密都市における目黒川の風道・冷却効果に関する調査研究の概要について報告するものである。

2. 調査研究の概要

2-1 調査対象地域の概要

目黒川は、世田谷区、目黒区、品川区を貫流し、東京湾に注ぐ、流域面積45.8km²、延長約8km（支川を合わせた河川延長は30.3km）の二級河川である。

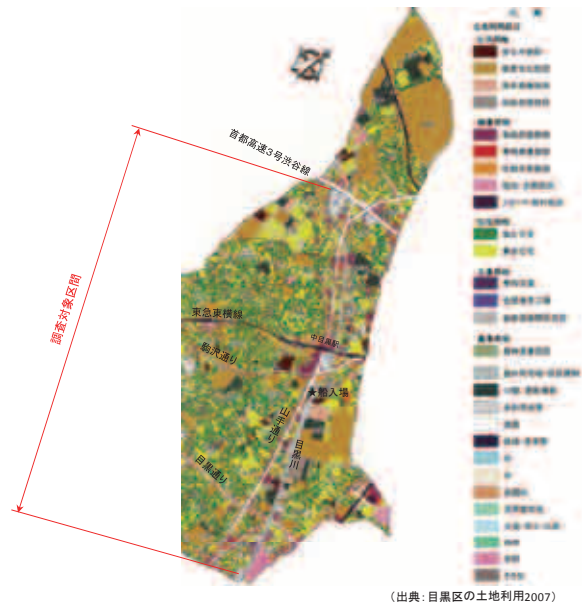
なお、目黒川の上流部や支川は暗渠化され、平常時の流量は極めて少なかったが、東京都の清流復活事業として下水道再生水を導水し、流水の確保に努めているところである。

目黒区内の目黒川は、河口から約4～8kmに位置しており、東京湾から続く谷地の底を目黒川が流下している。本調査では、目黒区内の目黒川のうち、首都高速道路渋谷線及び国道246号線の大橋より下流部分の開渠区間周辺を対象地域とした。（図-1）

なお、目黒川の川幅は、目黒川船入場より下流側で約26m程度、上流側で約13m程度であり、兩岸には桜並木が形成されている。また、目黒川周辺は住居・店舗等が連なり、中高層建築物も多く見られる。



写真-1 目黒川の状況



（出典：目黒区の土地利用2007）

図-1 調査対象地域

2-2 調査の流れ

平成19年度は、基礎調査として、目黒川及び周辺地域における夏季の広域的な気温分布及び風の動態を把握するための気象観測を実施した。

平成20年度は、平成19年度の観測結果から目黒川沿いと周辺市街地とで熱交換が行われていると推察された中目黒駅周辺を対象に局所的な気象観測を実施するとともに、一般的な熱環境改善対策の効果について検証した。

平成21年度は、補足的な気象観測を実施しながら目黒川の風道・冷却効果のとりまとめを行うとともに、目黒川を活かした熱環境改善対策（案）の検討を行った。

なお、気象観測は、夏季の一定期間を連続して観測する「定点観測」と、特定の調査項目に対して夏季の選定した日に観測する「集中観測」により実施した。また、「定点観測」により得られたデータについては、猛暑日または、降雨が無く日射量が安定しているなど、夏季の生活に厳しい影響を及ぼす熱環境の日を「解析対象日」として選定し、その平均値を使用した。（「解析対象日」：平成19年度13日、平成20年度5日）

3. 調査結果

3-1 広域的な風の動態及び気温分布

(1) 上空の風向・風速

上空の風の動態について、ビルの屋上4箇所（高度約25～45m）に風向・風速計を設置し観測した。各観測地点における12：00～18：00の風向の頻度を風配図として図-2に示す。全地点において、南～南西方向からの風が卓越していることが確認された。

また、上空の風速の頻度分布を図-3に示す。目黒川上流域（地点①及び②）では下流域（地点③及び④）に比べ、上空の卓越した風速は2m/s程度弱い傾向が見られた。

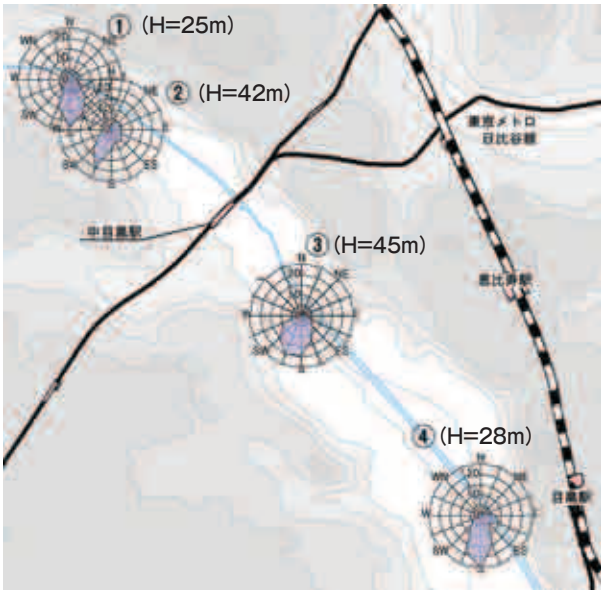


図-2 上空の風配図 (12:00 ~ 18:00)

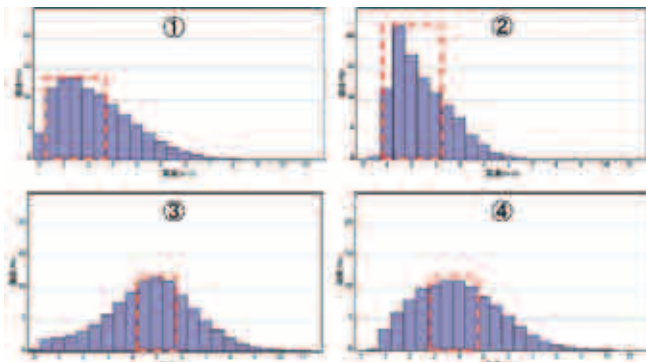


図-3 上空の風速の頻度分布

(2) 地上付近の風向・風速

地上付近の風向・風速観測地点を図-4に示す。

目黒川では中里橋上の地上から約2.5mの高さに、目黒川と平行する山手通りでは「目黒やわた歩道橋」上の地上から約6mの高さに観測機器を設置した。

観測の結果、地上付近の風向は、図-5に示すとおり、目黒川、山手通りともに東南東～南東方向からの目黒川に沿った風（東京湾方向からの風）が卓越していることが確認された。

また、この間の風速は、目黒川及び山手通りともに東北東～南の風の風速が卓越しており、特に卓越風向が確認された東南東～南東において最大風速（2～2.5m/s程度）が確認された。（図-6）



図-4 地上付近の風向・風速観測地点

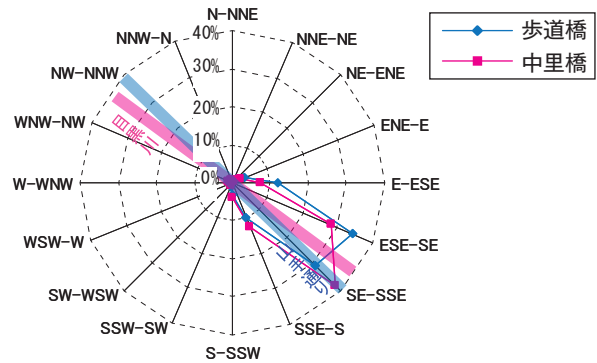


図-5 地上付近の風配図 (13:00 ~ 13:30)

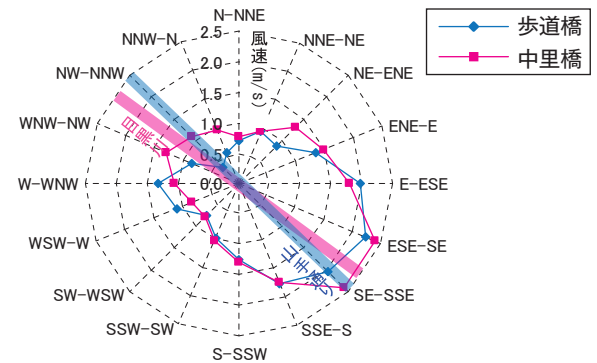


図-6 地上付近の風速 (13:00 ~ 13:30)

(3) 河川横断方向の気温分布

目黒川横断方向の気温分布について、図-7に示す5測線で観測を行った。観測地点のデータは、地上1.5～2.5mに観測機器を設置したものであるが、測線Aの山手通り沿いに設置した観測機器は地上約6mに設置したため参考値とした。図-8に、気温が上昇する13時の河川横断方向の気温分布を示す。

この結果から、目黒川沿いの気温はその周辺に比べて低くなる傾向が確認された。また、公園等のまとまった「緑地」についても、目黒川沿いと同程度に気温が低くなる傾向が確認された。

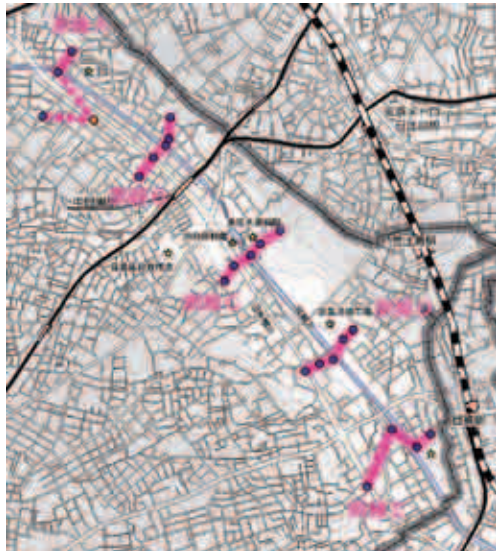


図-7 気温観測（河川横断方向）平面図



図-9 気温観測（河川縦断方向）平面図

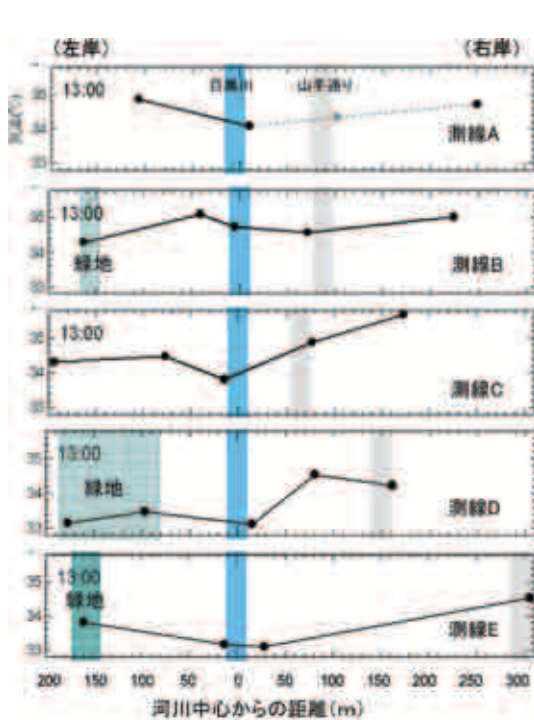


図-8 河川横断方向の気温分布

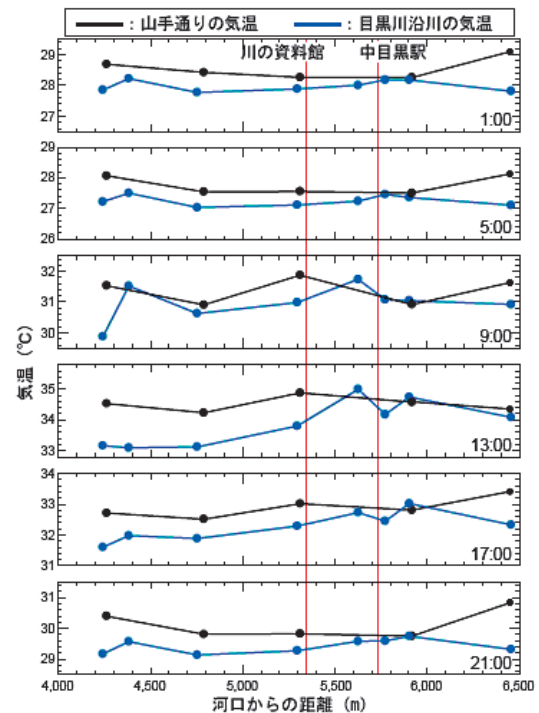


図-10 河川縦断方向の気温分布

(4) 河川縦断方向の気温分布

次に目黒川沿いと山手通りの縦断的な気温分布の時系列変化を図-10に示す。

目黒川と山手通りの気温差は、1時～9時にかけては小さかったが、日中の気温が上昇する13時には川の資料館より下流でその差が顕著に現れた。

一方、川の資料館付近より上流では、目黒川と山手通りの気温差が小さい傾向となることが確認された。

これは、目黒川上の冷涼な空気が山手通り側へ流入しているためと推察された。

3-2 中目黒駅周辺の局所的気象観測

前述した目黒川上の冷涼な空気が山手通り側へ流入していると推察された川の資料館付近から中目黒駅周辺で、より詳細な傾向を把握するための気象観測を実施した。

(1) 河川横断方向の気温分布

目黒川横断方向の気温分布について、図-11に示す7測線で観測を行った。ライン1～4及びライン7の13時の気温分布を図-12に示す。ライン4の駒沢通りを除いて、目黒川沿いの気温はその周辺に比べて低くなる傾向が確認された。

一方、ライン4の駒沢通りでは逆に山手通りの気温

が目黒川沿いよりも低くなった。これは、目黒川からの涼風が山手通り沿いの気温上昇を抑制していることが一因として考えられる。

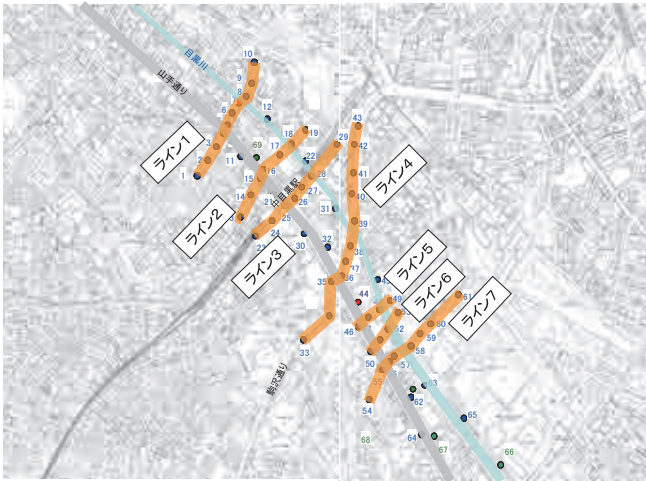


図-11 気温観測(河川横断方向)平面図

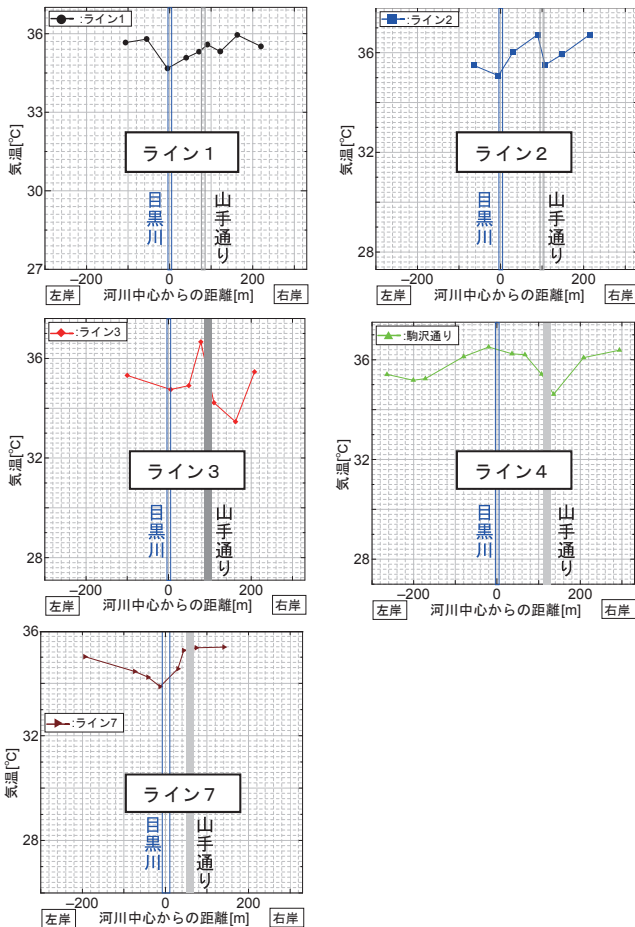


図-12 河川横断方向の気温分布(13時)

(2) 河川縦断方向の気温分布

河川縦断方向の気温分布について、目黒川(両岸)及び山手通り(目黒川側・区役所側)の4測線の気温分布を確認した。(図-13)

河川縦断方向の時系列の気温分布を図-14に示す。目黒川沿いと山手通り沿いの気温差は、1時、5時、21時にはほとんど見られないが、日中気温が上昇するにつれてその差が大きくなり、特に13時には川の資料館下流で目黒川沿いの気温が山手通り沿いより2℃程度低いことが確認された。

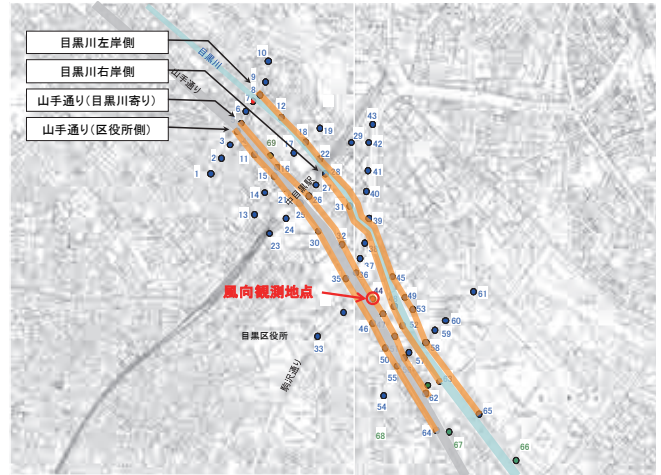


図-13 気温観測(河川縦断方向)平面図

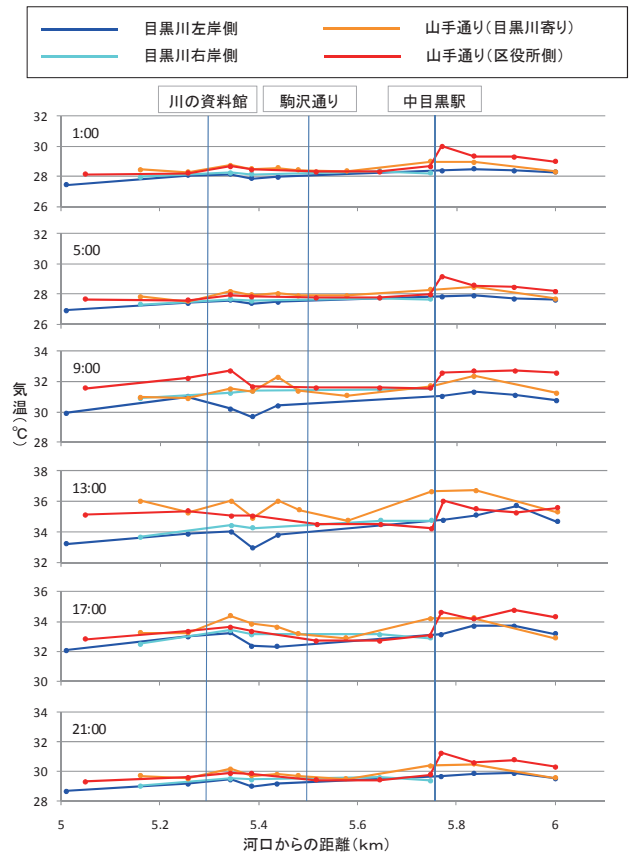


図-14 河川縦断方向の気温分布

一方、13時の川の資料館から中目黒駅間については、目黒川沿いの気温が上流側ほど高いのに対し、山手通り沿いの気温は降下または横ばい傾向であることが確認された。これは、目黒川右岸側の川の資料館上流にオープンスペース（親水公園）があり、目黒川上を東京湾方向から遡上する涼風がこのオープンスペースで山手通り側へ流入して気温の上昇を抑制しているためと考えられる。なお、図-13に示すオープンスペースの山手通り沿いで風向観測を行った結果、図-15に示すとおり、東～南東方向からの風が卓越していることを確認した。

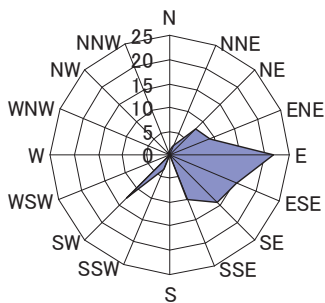


図-15 オープンスペースにおける風配図

(3) 昇温度

各観測点（65測点）における気温の時系列変化を図-16に示す。最低気温となる5時の気温は各観測点とも概ね28℃前後となっているが、最高気温となる14時の気温は概ね33～37℃と測点によってバラツキがある。気温上昇が抑制されている区域を把握するため、各測点における14時と5時の気温差を「昇温度」と定義し、図-17に示すとおり昇温度区分図として整理した。

図-17から、目黒川沿い、山手通り沿いの駒沢通りから中目黒駅周辺の気温の上昇が抑制されていることが確認された。この結果からも、目黒川の涼風が山手通り側へ流入し中目黒駅周辺の気温上昇を抑制していることが読みとれる。

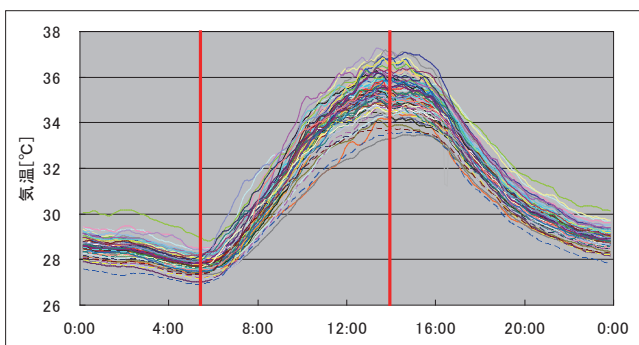


図-16 各観測点における気温の時系列変化

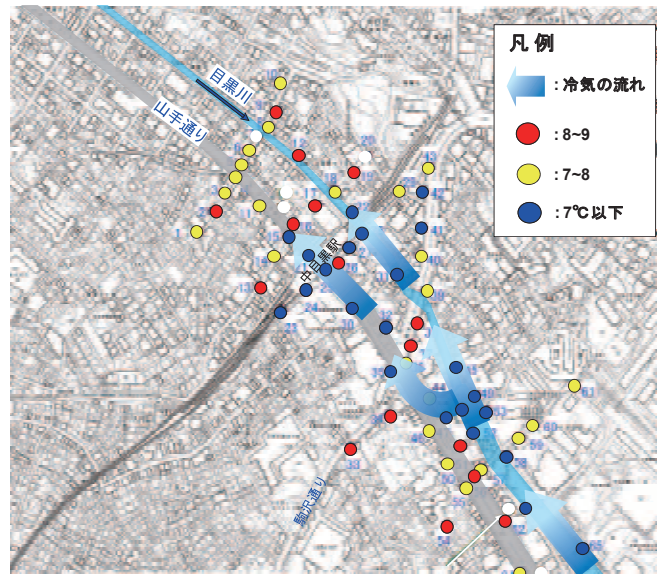


図-17 昇温度区分図（中目黒駅周辺）

3-3 熱環境改善対策の効果観測

(1) リバーウォークの効果観測（河道内及び周辺の気温分布観測）

河川水面は、大気にとって効果的な冷源として機能していることが推察される。本観測では、河道内及び周辺の気温分布について観測し、リバーウォークの効果（河川水面に近づくことによる効果）を検証した。

観測は、図-18に示すとおり、宿山橋付近（川幅約13m）と田楽橋付近（川幅約26m）で、平成20年8月8日に実施した。



図-18 河道内及び周辺の気温観測箇所

気温が最も上昇する時間帯である14時の宿山橋付近及び田楽橋付近の河道内の気温分布状況を、図-19及び図-20にそれぞれ示す。

なお、図-21に示すとおり、14時の目黒川の水温は、宿山橋付近で約30℃、田楽橋付近で約30.5℃であった。

河道内の気温分布を見ると、いずれも水面に近づくにつれて気温が低くなり、河川水面の冷熱源としての効果を確認した。

また、水面付近と橋面付近の気温差を比較すると、川幅13mの宿山橋付近では、気温差が最大で約6～7℃（高低差6m）であったのに対し、川幅26mの田楽橋付近では、気温差が最大で約4℃（高低差8m）であり、両者の違いが確認された。

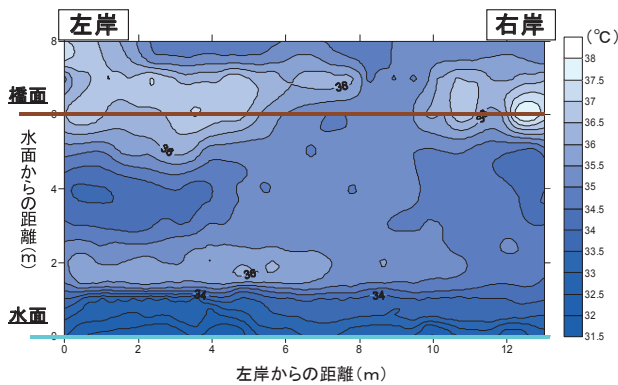


図-19 宿山橋付近の河道内の気温分布

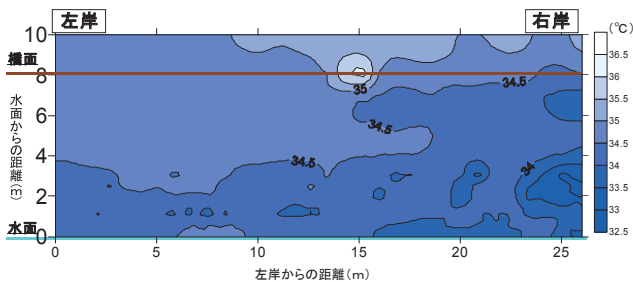


図-20 田楽橋付近の河道内の気温分布

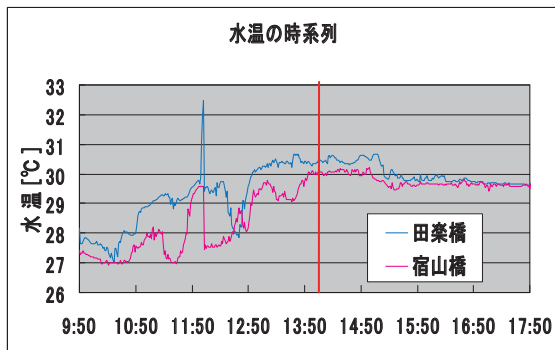


図-21 水温の時系列変化

次に、その時の周辺の気温観測結果を、図-22及び図-23にそれぞれ示す。

いずれの測線においても、目黒川沿いの気温が周辺に比べて低くなる傾向が見られた。

また、田楽橋周辺の方が、宿山橋周辺よりも気温の

上昇が抑制されている傾向も見られるが、この差は、河川断面のみならず、川沿いの植生や風の状況、水面への日射等の要因の組み合わせにより発生するものと推察される。

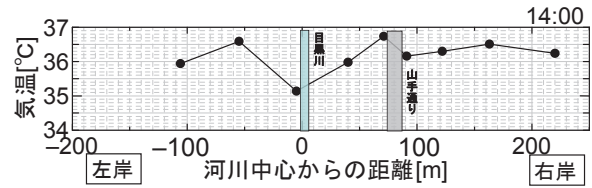


図-22 宿山橋付近の周辺の気温分布

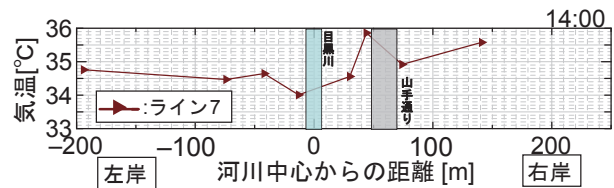


図-23 田楽橋付近の周辺の気温分布

(2) 護岸緑化の効果

目黒川では、東京湾方向からの遡上風が卓越しており、また、河川水面による大気冷却効果によって涼風が保たれていると考えられる。

本観測では、この涼風を維持するための護岸緑化の効果について検証した。

観測は、ビル屋上にサーモグラフィーを設置し、護岸緑化の実施箇所及び未実施箇所、水面のそれぞれの表面温度を計測することとし、平成20年8月8日に実施した。

図-25にそれぞれの表面温度の時系列変化を示す。緑化された護岸の表面温度は、水面とほぼ同じで、コンクリート護岸に比べて最大で約4℃低くなることが確認された。また、コンクリート護岸と緑化護岸の表面温度差は、外気温の上昇する日中の時間帯ほど顕著になることが確認された。

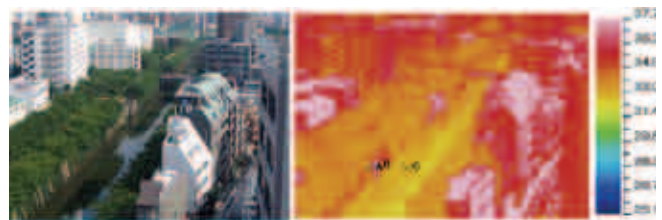


図-24 サーモグラフィーによる表面温度観測

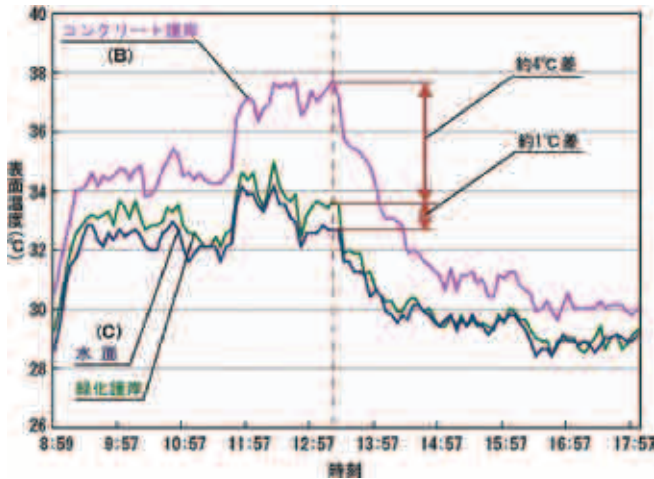


図-25 河道内の表面温度時系列変化

(3) 打ち水の効果観測

本観測では、打ち水前後の外気温及び路面温度を計測することにより、打ち水の効果について検証した。

観測は、目黒区の「打ち水大作戦」開催日であった平成20年8月7日に実施した。

打ち水前後の外気温の時系列変化のグラフを図-26に示す。なお、打ち水は正午より約10分間行われた。

打ち水を実施した範囲の4箇所を外気温の観測を行った結果、各地点で打ち水開始直後から気温の減少傾向が見られた。また、それらの気温平均値と、近傍の打ち水未実施箇所の気温を比較したところ、最大約0.7°Cの打ち水による気温低減効果が確認された。

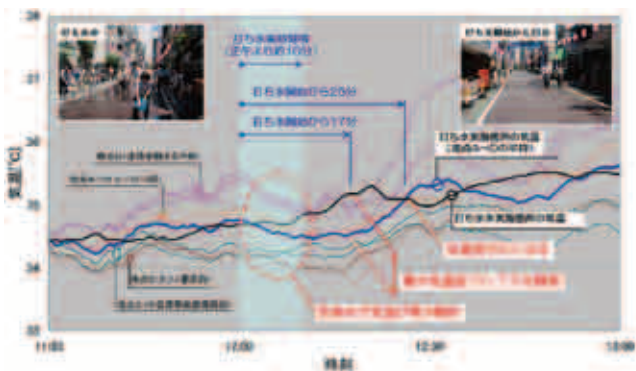


図-26 打ち水前後の外気温の時系列変化

次に、打ち水前後の路面温度の時系列変化のグラフを図-27に示す。観測には、サーモグラフィを用いた。

観測の結果、打ち水開始直前と比べて、最大で約6°Cの路面温度の低下が見られ、打ち水による路面温度低下傾向は打ち水開始から約20分間持続した。

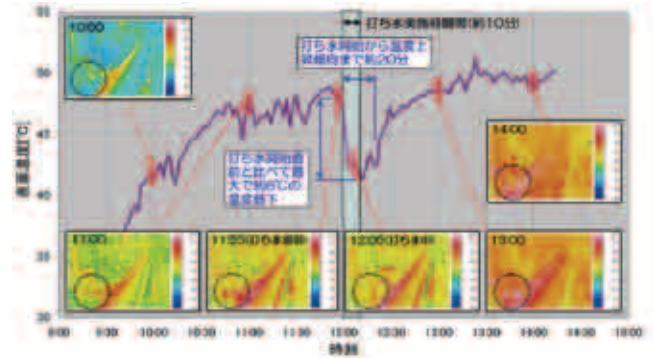


図-27 打ち水前後の路面温度の時系列変化

4. まとめ

目黒川では、夏季日中に東京湾方向からの遡上風が卓越しており、その遡上する涼風が市街地側に流入することにより周辺市街地の気温上昇を抑制していることが確認された。このことは、目黒川が涼風を運ぶ「風の道」としての大きな役割を担っているとともに、涼風を周辺市街地に供給するというポテンシャルを有していると言える。

また、目黒川及び目黒川沿いの桜並木による冷却効果により、目黒川沿いはその周辺に比べて気温の上昇が抑制されており、夏期の過密都市における熱環境を改善するインフラとしても重要な役割を担っていることが確認された。

さらに、熱環境改善対策として、リバーウォーク、護岸緑化、打ち水の定量的な効果を確認した。

目黒区では、ヒートアイランド対策として、緑化の推進、表面温度上昇抑制対策、環境にやさしいライフスタイルへの転換など、各種施策を推進している。今回の調査研究で確認された過密都市における目黒川の風道・冷却効果を維持・向上させていく上で、冷却源となる目黒川水面の確保及び水温の低下策（水循環健全化による湧水の保全・復活等）や目黒川沿いの緑化及び表面温度上昇抑制策（保水性舗装・打ち水等）などを、行政、区民、事業者等が連携して取り組んでいくことが重要であると考えられる。

5. おわりに

本調査研究において、業務発注者である目黒区環境保全課から多大なるご助言を頂いた。また、「過密都市における目黒川の風道・冷却効果に関する検討会」委員長の中央大学工学部 山田正教授をはじめ、東京工業大学大学院総合理工学研究科 木内豪准教授、目黒区関係各課長から貴重なご意見を賜った。ここに記して、厚く御礼申し上げる。