

都市河川が有するヒートアイランド抑制効果について

Heat island inhibiting function of urban rivers

研究 第四部 研究員 伊藤 将文
研究 第二部 主任研究員 須藤 忠雄
研究 第二部 次 長 前村 良雄
東京工業大学大学院 准 教 授 木内 豪
中央大学 理工学部 教 授 山田 正

東京、大阪、名古屋等の大都市圏においては、人口、経済活動が集中したことにより、「ヒートアイランド現象」が顕著に現れ、冷房に多量のエネルギーを要することから、低炭素社会の構築が叫ばれる今日、早急な対策が求められている。この問題に対処するため、気温緩和機能を有する河川や緑地等の保全・再生が自然の少ない都会にあって、付加価値の高い対策として期待されている。

本研究は河川等の水面による都市域の気温緩和効果を定量的に把握することを目的とし、目黒区内の目黒川及びその周辺地域において微気象観測を行い、目黒川の有する気温緩和機能の評価を行うものである。本稿の内容は、目黒区より受託した「風の道」づくり検討業務及び関連した調査研究の内容を交えて目黒川と市街地の熱交換状況を記載するものである。

観測の結果、目黒川の河川水温は平均すると28℃程度で、最大30℃程度となっており、日中の目黒川直上の気温に較べ5℃程度低く、大気にとって河川水面は冷却熱源になり得ることが確認された。また、目黒川及び平行する山手通りの気温の測定結果から、日中は市街地に比べ目黒川直上の気温が低いことが確認された。

風の動態については、山手通りに目黒川方面から冷涼な空気が移送された場合、他の風向の時と比較して気温が低下することが確認された。

以上より、河川が都市域のヒートアイランド現象を抑制する冷却熱源となり得ることが確認された。

キーワード : 目黒川、ヒートアイランド現象、河川遡上風、気温、風向・風速、蒸発散効果

In metropolitan areas, such as Tokyo, Osaka and Nagoya, where “heat island phenomenon” has become obvious due to the concentration of population and economic activities. Conservation and restoration of rivers and green area, which are considered to have temperature moderating effects, are expected as value-added measures in urban areas, where there is little wilderness left.

This study aims to quantify temperature moderating effects due to the water surface in urban river of the Meguro River through micrometeorological observations in the river and surrounding urbanized areas. In addition, the contents of this article bring contents of duties about the examination wind tunnel given in trust from Meguro city and research related to the heat exchange situation of the Meguro River and city area along the river.

As a result of observations, relation between water temperature, air temperature directly above the water surface and air temperature on city area has been confirmed. Hence, it is confirmed that rivers can be a cooling source to inhibit the heat island phenomenon in urban areas.

Key words : *Meguro River, heat island phenomenon, wind through river, temperature, wind direction and velocity, evapotranspiration effects*

1. はじめに

近年、地球温暖化による経年的な温度上昇により、地球規模で年間降水量の変化や熱波等の異常気象が確認されており社会問題となっている。また、都市域においては、地球温暖化に加えて人工排熱、コンクリートやアスファルト等の人工被覆の増大に伴い、ヒートアイランド現象による高温化が問題となっている。

現在では、気象庁、国立環境研究所等よりヒートアイランド現象で上昇した都市域の気温の影響で熱中症患者数の増加等、人体への悪影響が報告されている(図-1)。

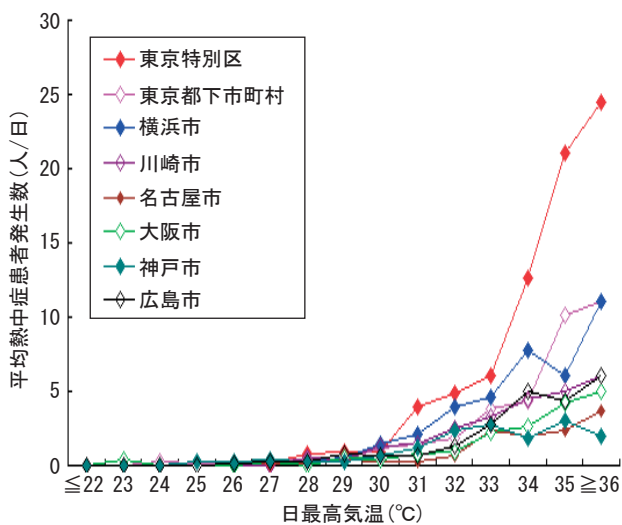


図-1 日最高気温と熱中症患者数との相関関係¹⁾

また、ヒートアイランド現象は、都市の気候にも影響を与えており、近年、大都市で発生している夏の局地的な雷雲、突発的な豪雨による浸水等も、ヒートアイランド現象が原因と考えられている。

このような状況から政府は、ヒートアイランド対策に関する方針として「ヒートアイランド政策大綱」(2004年3月)を策定した。「ヒートアイランド政策大綱」では、大気冷却効果が期待される河川等の水路の再生や緑地の保全等による対策の推進が挙げられている。

本研究で対象とする目黒区においても、公園、緑地、池、河川水面等の都市の気温緩和機能を有するみどりや水辺と、道路や住宅地の緑化、建物の屋上緑化等により創出した環境のネットワーク化を図る「風の道」づくりを重点プロジェクトに掲げている(図-2)。

本研究は、都市河川目黒川を対象とした微気象観測より得た都市の熱環境の現状について整理し、ヒートアイランド現象の抑制効果について検証することを目的とするものである。

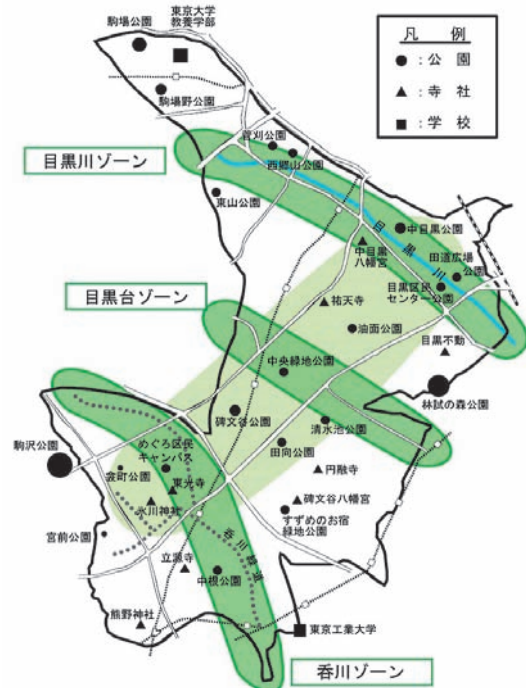


図-2 目黒区「風の道」づくりプロジェクト対象地域²⁾

2. 全国の都市域における気象状況

ヒートアイランド現象は、クーラー、自動車の排ガス等の人工排熱の増加、建物・道路等人工被覆地の増加、自然地の減少等による熱の吸収・放出の変化等が原因と考えられている。

これらの影響が大きい大都市(札幌、仙台、東京、名古屋、京都、福岡等)では、1900～2004年までの105年間に年平均気温が+2.2～+3.0°C上昇したことが、気象庁より報告されている。これは、都市化の影響の小さい中小規模の都市に比べ、1～2°Cも気温上昇量が大きく、ヒートアイランド現象による大都市の高温化を裏づけるものである(図-3、表-1)。

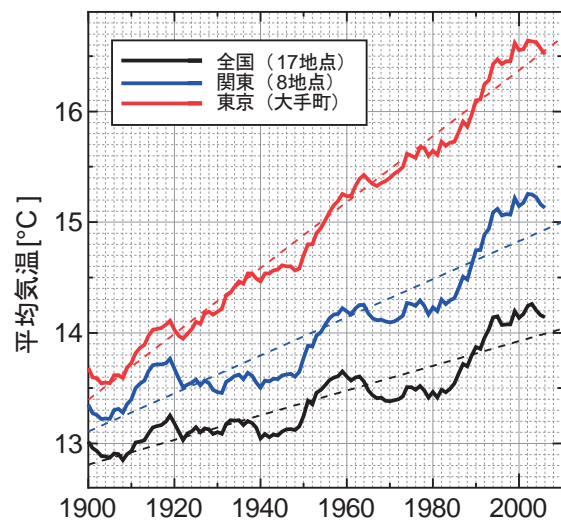


図-3 主要都市における過去105年間の気温変動³⁾

表-1 関東地方における過去105年間の気温上昇量⁴⁾

都市	105年あたりの平均気温上昇量 (°C / 105年)				
	平均気温			日最高 気温 年平均	日最低 気温 年平均
	年間	1月	8月		
宇都宮	1.66	1.88	1.26	0.60	2.30
前橋	1.78	1.49	1.88	1.43	1.83
水戸	1.13	1.29	1.03	0.36	1.30
熊谷	1.92	2.02	1.77	1.43	2.14
東京	3.00	3.80	2.41	1.80	3.87
横浜	1.74	2.41	1.22	1.67	2.12
中小都市 平均	1.11	1.01	0.88	0.74	1.49

3. 気象観測の概要

3-1 観測対象域の概要

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、河川指定延長7.82kmの二級河川である。本調査研究では、目黒区内を貫流する約2.8km区間（池尻大橋（国道246号）から目黒駅周辺）を対象とした。



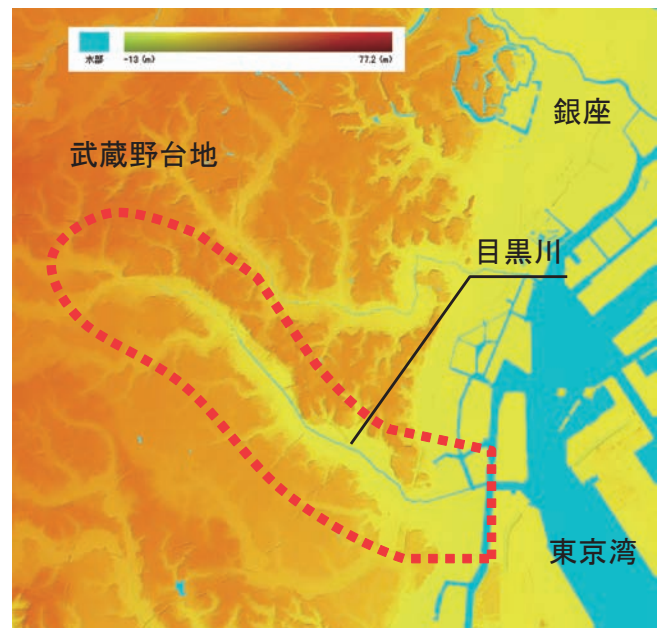
図-4 観測対象域

周辺地域は、市街化され、目黒川と並行した山手通りや目黒川を横断する駒沢通り等の幹線道路が整備されており、自動車や人間活動による排熱が多く発生し、幹線道路沿いには風の移送を妨げる中高層建築物が立ち並ぶなど、ヒートアイランド現象が生じやすい環境であると推察される（写真-1）。



写真-1 目黒川周辺区域（中目黒駅周辺）

しかし、目黒区は、目黒川河口から約4～7km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。このような地形条件を有することから、東京湾からの遡上風によるヒートアイランド現象の緩和効果が期待される地域である（図-5）。

図-5 地形図⁵⁾

本稿は目黒区の環境政策のひとつである「風の道」づくりの基礎情報として、目黒川が有する潜在的な熱環境緩和効果を検討することを目的とし、目黒川及び周辺地域の気温分布及び風の動態を把握するために2007年7～9月に実施した微気象観測の結果を報告するものである。

3-2 気象観測の考え方

気象観測にあたっては、次の4項目の確認を目的として実施した。

①目黒川周辺地域の夏期の気温変動傾向

周辺地域の熱環境の条件が厳しい夏季の経年的な気象変動傾向を把握する。

②猛暑日の条件設定

夏期において、特に人間の生活に負の影響を及ぼす熱環境に厳しい条件の日を抽出し、データ整理の基礎

条件とする。

③風向・風速の傾向

観測域の風向・風速の傾向を把握する。

④気温の分布傾向

目黒川周辺地域の熱環境特性を検証する。

⑤河川と市街地の熱交換状況

③、④の結果を踏まえて、目黒川と市街地の熱交換による気温低減効果を検証する。

以上の気象観測項目について、図-6に示す工程で検証した。

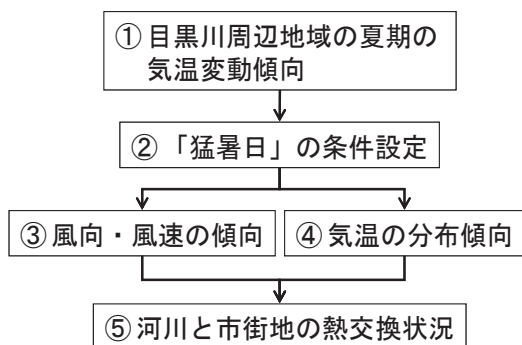


図-6 気象観測の流れ

4. 気象観測結果

4-1 目黒川周辺地域の夏季の気温変動

(1) 観測地点の概要

目黒区による2006年の気温観測データを用いて目黒川周辺地域の気象変動の傾向を調査した。観測値には、参考値として気象庁の気象観測統計データの内、東京大手町及び関東地方の平均気温を併記した。

図-8に、図-7、図-9に用いたデータの観測地点を示す。

東山観測所は、中目黒駅北西の高台に位置する中学校の屋上、目黒区役所観測所は目黒川より山手通りを挟んだ市街地で周辺はコンクリートで被覆されており、中目黒公園観測所は、目黒川の東の中目黒公園内で周辺は草地で被覆されている等、各観測所は条件が大きく異なる。

(2) 年間気温変動

上記3箇所の観測値を平均した2006年の月平均気温より、目黒区の気温の年間変動特性は、1月に最低気温、8月に最高気温が確認され、東京大手町の気象庁及び関東地方における気象庁の地上気象観測（東京大手町を含む）と類似した傾向が見られる（図-7）。

よって、本研究においては、気温が高く、ヒートアイランド現象が顕著に見られると考えられる8月に着目した。

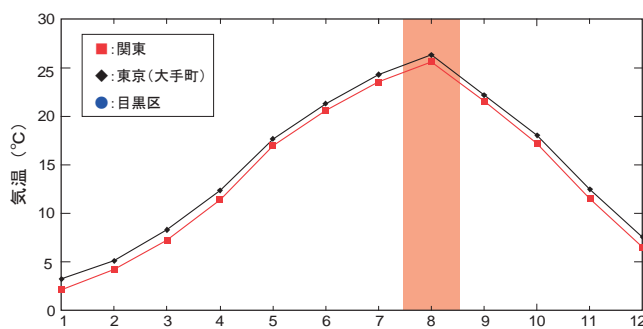


図-7 月平均気温 (2006年) 6)



図-8 目黒区の気象観測地点

(3) 8月の日気温変動

2006年8月の時間平均気温では、区内の観測地点は、標高、地表面被覆等、計測環境の諸条件が異なるため、気温の最高値等の値に差が生じたと考えられる。

しかしながら、概ね5時～6時の時間帯において気温が最低となり、13時～15時の時間帯に最高気温となる傾向が確認された(図-9)。

参考値として併記した東京(大手町)の気象観測統計データでは14時に最高気温を示しており、観測状況に関わらず類似した傾向が見られる。

また、同図より図-1で示した熱中症患者数が急増し、生活環境に負の影響を及ぼす気温30℃以上の時間帯は、概ね12時～18時であることが確認された。同時帯においてヒートアイランド現象の抑制対策を行う必要があると考えられる。

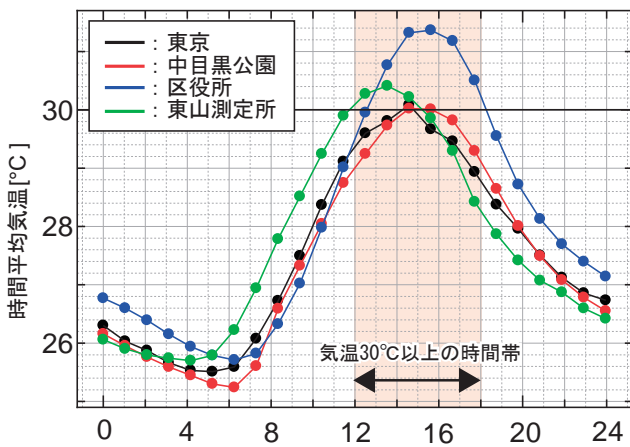


図-9 時間平均気温 (2006年8月)⁶⁾

4-2 猛暑日の条件設定

前項の結果を踏まえ、より限定した気温条件の日のデータを用いて、対象域の気温条件を評価することとした。

その指標として、日最高気温が35℃以上の「猛暑日」(2007年4月に気象庁が制定した予報用語)を用いた。本研究では、気温以外に更に厳密に以下の条件を定め、2007年8月の観測結果よりそれら条件を満たす13日間を抽出した。

- ① 気温が最高となる8月における過去29年間(1972～2001年)の全天日射量の平均値は14.8MJ/m²であり、猛暑日の条件として年間平均よりも高い全天日射量15.0MJ/m²とした。
- ② 降雨による大気中の水蒸気量の増加は、目黒川によるヒートアイランド抑制効果の把握を困難とするおそれがあるため、『日降水量が0mmの日』とした。

4-3 風向・風速の結果

(1) 上空の風向

図-10に観測区域内に設けた4つの観測地点の風向を風配図で示す。観測地点はそれぞれビルの屋上、高度約15～30m地点の風向を示すものである。

全地点において、南～南西方向の風が卓越していることが確認された。

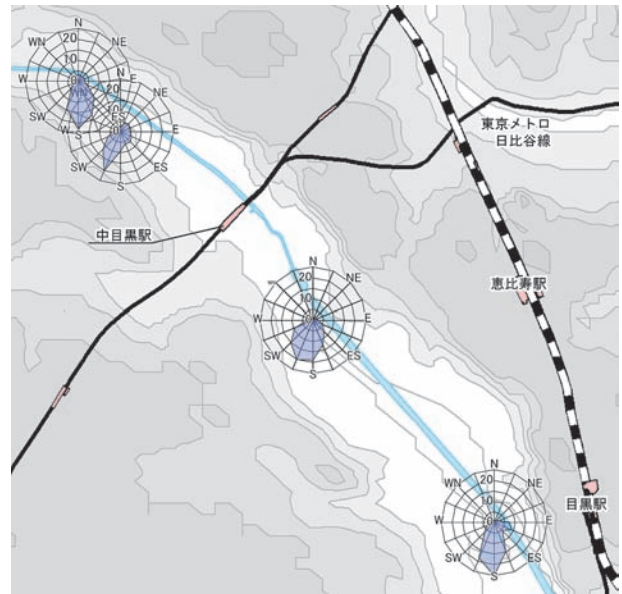


図-10 上空の風配図 (12:00～18:00)

(2) 地上付近の風向

地上付近の風向・風速を目黒川(中里橋 高度約2.5m)、山手通り(目黒やわた歩道橋 高度約6m)で観測を行った(図-11)。



図-11 地上付近の風向・風速観測地点

その結果、目黒川、山手通りともに東南東～南東方向の風が卓越しており、上空とは異なる風の動態が確認された(図-12)。

地上部付近の風向は目黒川、山手通りともに東京湾方向からの風であり、海風が風向に影響を及ぼしているものと推測される。

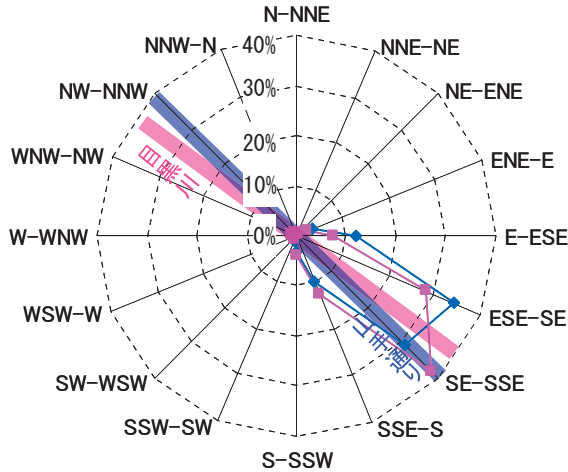


図-12 地上付近の風配図 (13:00 ~ 13:30)

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が確認された(図-13)。

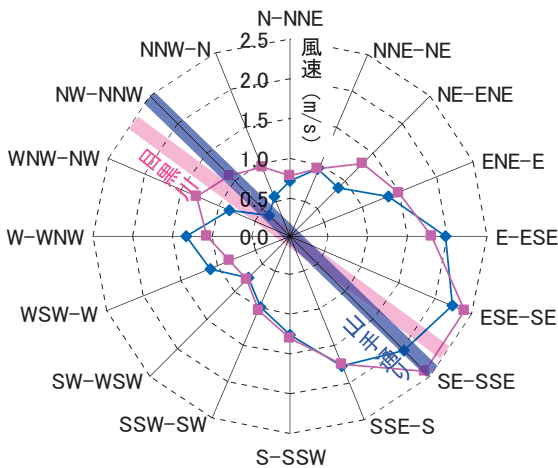


図-13 地上付近の風速 (13:00 ~ 13:30)

4-4 気温の分布状況

(1) 河川横断方向の気温分布

観測では人間が体感する気温を把握するため、地上1.5～2.5mに機器を設置し観測した。観測点の選定は、河川からの距離と気温の関係、河川縦横断方向の気温状況を確認することを目的に観測地点を配置した(図-14、図-16)。

気温が上がる13時の河川横断方向の気温分布を図-15に示す。

この結果から、市街地に比べ目黒川付近や樹木の多い緑地付近の気温が低いことが確認された。

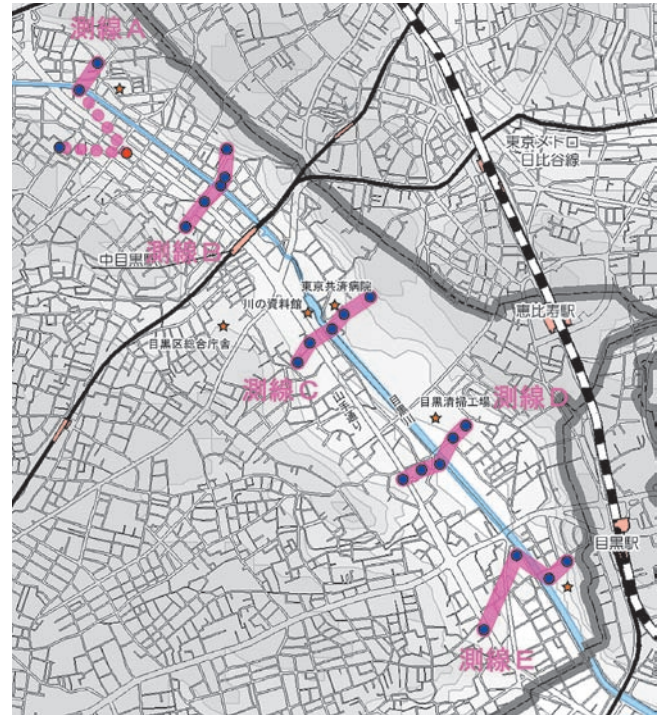


図-14 気温観測(河川横断方向)平面図⁶⁾

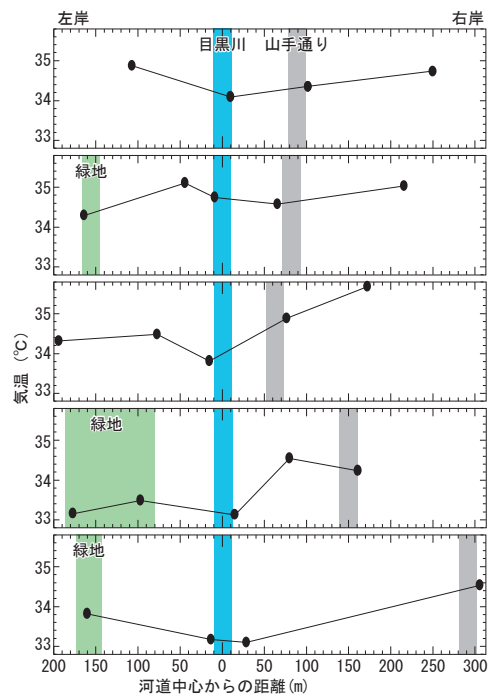


図-15 河川横断方向の気温分布⁶⁾

(2) 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を示す。

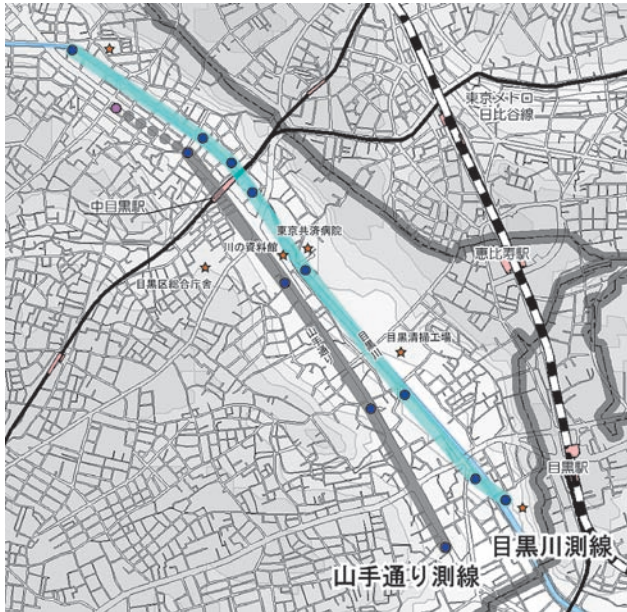


図-16 気温観測(河川縦断方向)平面図⁶⁾

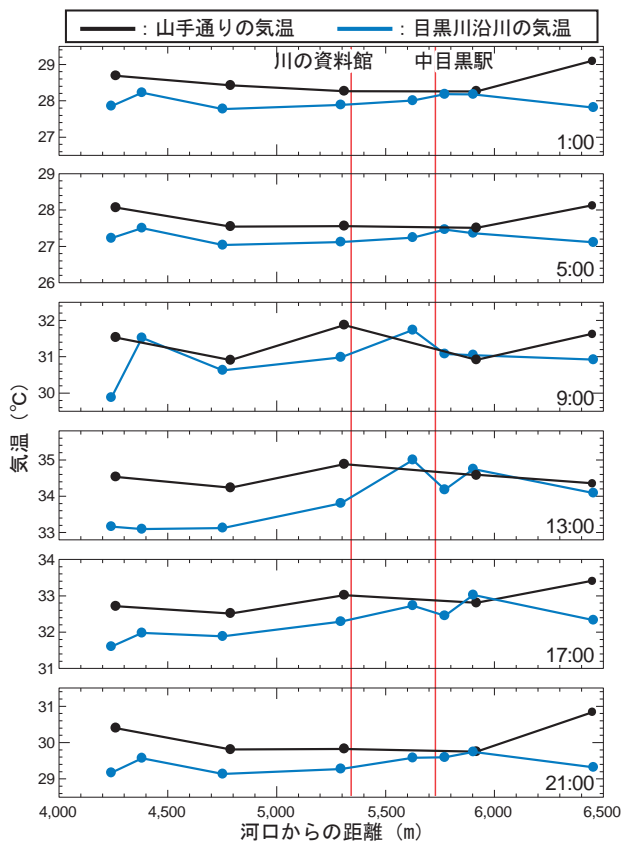


図-17 河川縦断方向の気温分布⁶⁾

図-17より、1時～9時にかけては目黒川と山手通りの気温差は小さく、13時に気温差が大きく、特に川の資料館より下流で顕著に現れた。

一方、川の資料館付近より上流では、下流部に比べ気温差は小さい傾向であることが確認された。

4-5 河川と市街地の熱交換状況

河川直上の観測地点(中里橋)と山手通り直上の観測地点(目黒やわた歩道橋)において、日中最大2℃近い気温差が確認された。この原因として、目黒川直上では、水温が低く空気との熱交換により気温の緩和現象が生じているためと考えられる。

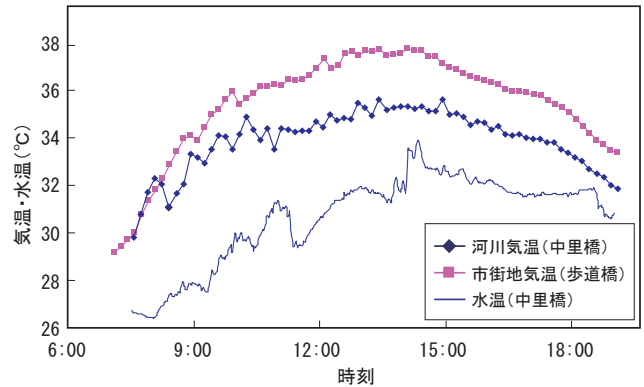


図-18 ある「猛暑日」における気温と水温の時間変化

このため、目黒川方向より山手通りに空気が移送された場合、熱交換により気温緩和効果が得られると考えられる。

図-11に示すとおり、山手通り直上の観測点の東側に目黒川は流れているが、ビルに挟まれた位置関係により、東北東～南東方向からの風が吹く場合に、目黒川からの冷涼な空気が移送され、気温緩和現象が確認できるものと予想される。

結果は図-19に示すとおり、東～南の風が確認された場合、山手通り直上の観測地点において気温の低下が確認された。特に東～東南東の風が吹いた場合に、その気温低下が最も顕著に現れ、最大約0.7℃の気温低下が確認された。

逆に市街地(特に北西方向)からの風が確認された場合、気温は最大0.5℃程度瞬間的に上昇する傾向が確認された。

これらの結果より、目黒川からの空気が市街地に移送された場合、市街地の熱緩和効果があることが確認された。

この結果より、図-20において13時に川の資料館付近から上流域で山手通りと目黒川直上の気温分布が類似した傾向を示したことについて、川の資料館付近で山手通りと目黒川が最も接近し、その間にあるオープンスペースで山手通り沿いの温度の高い空気と目黒川沿いの温度の低い空気が混合し、遡上風により上流に移送されたものと推測される。

以上の結果から、目黒川は、河川遡上風を有し、また河川沿いの気温が低い傾向にあることから、「風の

道」づくりの基幹となる河川による市街地の冷却の効果を期待できる条件を有することが確認された。

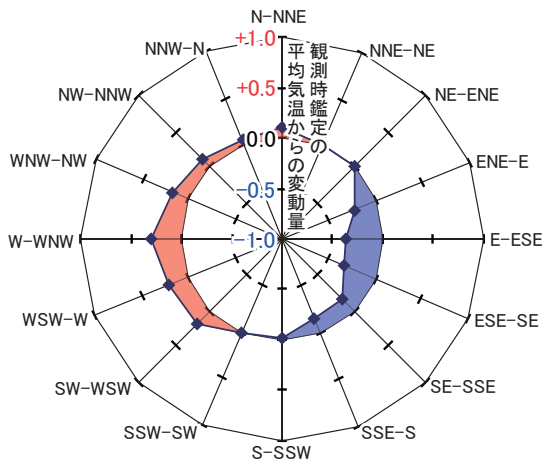


図-19 山手通り直上の観測地点における風向及び気温の関係 (13:00 ~ 13:30)

4-6 気温の面的分布

気温の平面分布を図-20に示す。

目黒川左岸側が比較的気温が低く、山手通り西側の低層住宅等の建築物が密集した地域で比較的高い気温が確認された。しかしながら、上空の風向きは河川遡上方向もしくは、左岸から右岸側に吹く風(北東方向)が卓越している。

気温の横断分布より河川周辺で気温が比較的低いこと、地表付近において河川遡上風が卓越していることが確認されており、河川上の風の動態が少なからず、地域の気温分布に影響していると考えられる。

観測域の気温分布の傾向を把握するためには、大局的な風向・風速、または標高、地表面被覆等の地形条件等を含めた解析が必要と考えられ、現段階では明確な風向・風速と気温分布との関係を述べることは困難である。

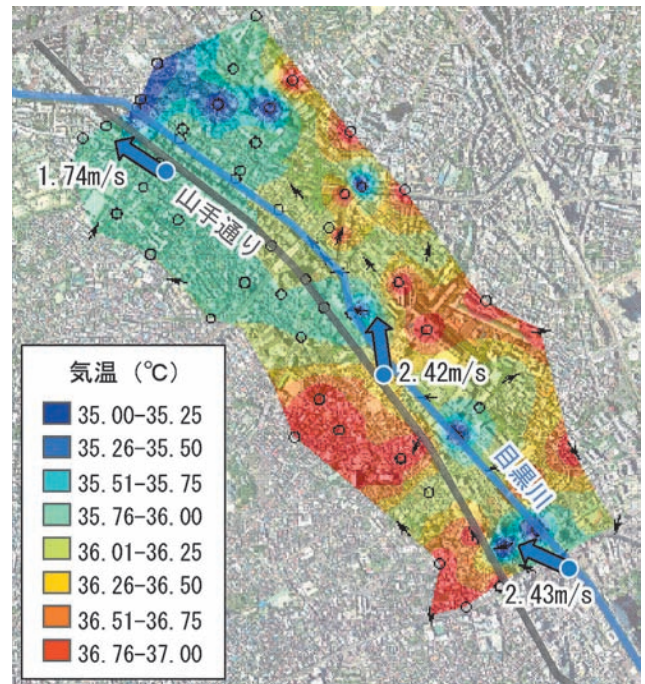


図-20 観測域の気温分布 (13:00) ⁶⁾

5. 今後の課題

目黒川を中心とした地域の広域的な気温分布と風の動向を確認した結果、河川沿いの気温が低く、河川遡上風を有することが確認された。しかし、川の資料館から中目黒駅周辺では、面的に詳細な風の動態が把握できておらず、目黒川と山手通りの熱交換については推測の域を出ていない。今後、面的な風の動態を把握し、目黒川と市街地を繋ぐ「風の道」の存在を日データより立証することが今後の課題として挙げられる。

<参考文献>

- 1) 国立環境研究所 熱中症患者情報ネットワーク 2004年報告書
- 2) 平成19年度 目黒区環境基本計画
- 3) 気象庁 気象統計情報
- 4) 異常気象レポート2005(気象庁)
- 5) 数値地図5mメッシュ(標高)国土地理院
- 6) 平成19年度 目黒川における都市域の冷却効果に関する調査研究業務報告書(目黒区)