

東京都心における「風の道」の実態調査 (その2. 日本橋川)

環境工学 - 都市環境・都市設備

ヒートアイランド現象 風の道 実測調査 海風
高架道路

準会員 ○天田 拓哉^{*1} 正会員 足永 靖信^{*5}
同 瀬野 太郎^{*1} 同 成田 健一^{*6}
正会員 田村 健^{*2} 同 三上 岳彦^{*7}
同 増田 幸宏^{*3} 同 高橋 信之^{*8}
同 鍵屋 浩司^{*4} 名誉会員 尾島 俊雄^{*9}

1. 研究目的

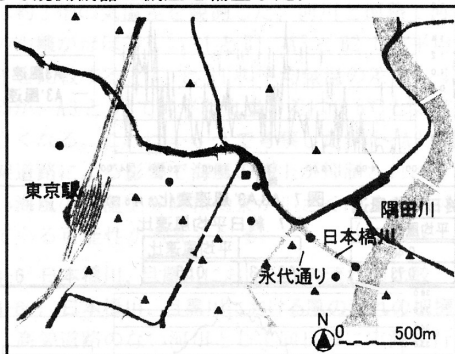
近年、東京においてヒートアイランド現象が深刻化しており、現在様々な取り組みが行われているが、都市レベルの対策のひとつとして冷涼な海風を都市に取り込むことが有効であると考えられる。河川は都市内部へと海風を通す機能を持つことが片山¹⁾、村川^{2)~3)}らの既存研究で報告されているが、東京都心部では河川上の空間に高架道路があることが多く、風の流れに影響を与えていると考えられる。

そこで本研究では高架道路がある日本橋川で実測調査を行い風の流れの実態を把握する。日本橋川とほぼ平行に位置する永代通り、また日本橋川上の高架道路下と高架道路から外れた地点でも同様に実測調査を行い、高架道路下の状況と比較することで高架道路による風の流れへの影響を検証する。

2. 実測概要

観測期間は、2005年7月30日0時から8月6日24時までの8日間である。観測対象地域は、日本橋川と永代通りを中心とした隅田川から東京駅を含む範囲である。

風向、風速は日本橋川上で4地点、永代通りで4地点、屋上で1地点の計9地点で観測した。温度、湿度(一部温度のみ)は上記に加え図1に示す観測点で観測した。表1に観測機器概要を示す。また温度計、温湿度計には強制通風筒を取り付け、観測期間中を通して常に換気を行い、実測後キャリブレーションを行うことで観測機器の機差を補正した。



凡例
●: 地上観測点 (風向、風速、温度、湿度)
■: 屋上観測点 (風向、風速、温度、湿度)
▲: 地上観測点 (温度、湿度)

図1 対象地域観測点図

表1 観測機器概要

	メーカー名/型番	測定項目	測定高さ	測定間隔
気象観測装置 (地上観測点)	DAVIS/Vantage Pro2	風向、風速	3.5m	5分
		温度、湿度	3.0m	
気象観測装置 (屋上観測点)	DAVIS/Vantage Pro2	風向、風速	70m	10分
		温度、湿度	70m	
風向風速計	小笠原計器製作所/C-W800	風向、風速	3.5m	5分
温湿度計	TANDD/TR-72U/TR-72S	温度、湿度	3.0m	2分
	ESPEC/RS-11			
	ESPEC MIC/RSW-20			
温度計	ESPEC MIC/RT-30S	温度	3.0m	2分
	HIOKI/3633			

3. 実測結果

3-1 日本橋川における風の流れの把握

解析は、ヒートアイランド現象が顕著にみられる盛夏の日(晴天で弱風の日)であると考えられる8月5日0時から8月6日24時までの2日間のデータを用いて行う。日本橋川における風の流れの傾向を考察するために海風の流入口となる河口観測点A1での風向の出現頻度を基準とし、表2のようにCase1、Case2に場合分けを行った。

表2 A1 風向出現頻度

Case1	
風向	出現頻度(%)
ESE	60.76
SE	29.17
合計	89.93

Case2	
風向	出現頻度(%)
E	4.51
ENE	3.47
S	0.35
Calm	1.74
合計	10.07

3-1-1 Case1(A1風向 東南東、南東時)

河口観測点A1での風向の約9割を占めるCase1における日本橋川上での風向を図2に示す。この時、A1からA3まで河川に沿って河口側から風が吹いていることが確認できる。この時の屋上観測点では南、南南東の風向を観測した。A4で北側からの風向を多く観測しているのは北側にある超高層ビルの存在による上空風の吹き降ろしの影響が考えられる。

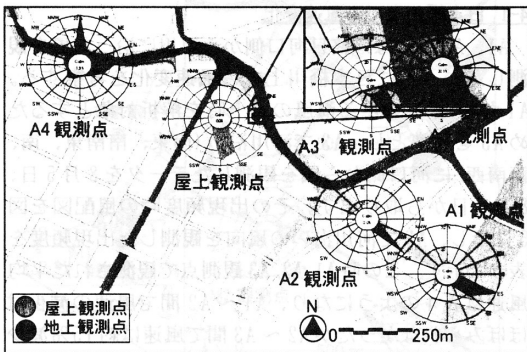


図2 日本橋川風配図(Case1)

3-1-2 Case2(A1風向 東北東、東、南、風速0.4m/s未満で風向が決まらない時)

観測点A1での風向の出現頻度が少ないCase2の時の日本橋川上での風向を図3に示す。この時もA1からA2までは河川に沿った河口側からの風が吹いていることが確認できる。A3では河川に直行する街路に沿った風向を観測した。A4では東南東、南東の風を多く観測したが、これは一般風の影響が考えられる。また、屋上観測点では北、北東、東北東、東の風向を観測した。

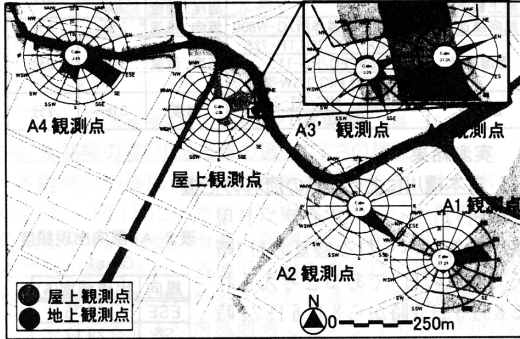


図3 日本橋川風配図(Case2)

3-2 日本橋川上での気温

日本橋川における8月5日の気温変化のグラフを図4に示す。気温はほぼ終日、河口から上流に向かうに従い観測点A1、A2、A3の順に高くなる。A3とA1の終日の平均気温の差は1.3℃、気温差は最大で2.2℃(11時)を観測した。

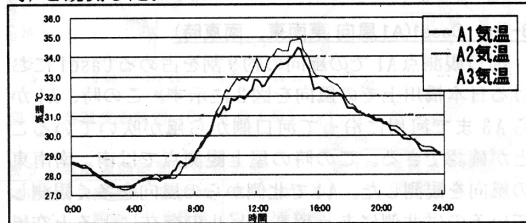


図4 日本橋川上気温変化(8月5日)

4 高架道路による風の流れへの影響

4-1 日本橋川上での風速変化

A1、A2ではほぼ終日河口側から河川に沿った風を観測したが、次に日本橋川上での風速変化を考察する。A1からA3にいたる海風の遡上時を解析対象とするためA3を基準とし、A3で河川沿い(南東、南南東、南、南南西)に河口側から風を観測したデータを8月5日、8月6日から取り出す。その出現頻度時の風配図を図5に示し、A3で河川沿いの風向を観測した出現頻度を表3に示す。この時A1、A2、A3観測点で観測された平均風速は表4のようになり、A1～A2間で風速の減少はほぼみられなかったがA2～A3間で風速は約75%減少していることが分かる(表5)。A2～A3間で高架道路が海風の遡上に影響を与えている可能性が考えられる。

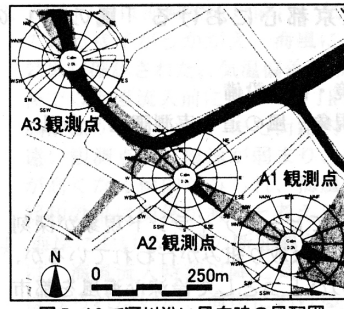


図5 A3で河川沿い風向時の風配図

表3 A3風向出現頻度

風向	出現頻度(%)
SE	7.29
SSE	33
S	11.1
SSW	1.73
合計	53.47

表4 平均風速

観測点	平均風速(m/s)
A1	2.32
A2	2.28
A3	0.57

表5 平均風速比

平均風速比	
A2/A1	0.98
A3/A2	0.25

4-2 河川上高架道路の有無による風の流れへの影響

河川上での高架道路の有無による風の流れの違いを比較するために、高架道路の下に観測点A3、高架道路の下から外れた場所に観測点A3'を設置した。A3、A3'における8月5日終日の風配図を図6に、8月5日の風速変化を図7に示す。A3、A3'では風向には違いはみられないが、風速を比較するとほぼ終日を通してA3に比べA3'で高い値を観測した。8月5日の終日平均風速は表6のようになっており、終日平均風速比はA3'に比べA3では0.55倍となりA3'よりA3で風速が弱い様子が窺える(表7)。これは高架道路がなければ、海風が通り抜けやすいためと考えられる。

4-3 河川上高架道路の有無による気温の違い

8月5日のA3とA3'の気温変化を図8に示す。図8よりA3で終日を通してA3'より高い気温を示した。終日の平均気温の差は1.0℃、気温差は最大で1.5℃(8時20分)を観測した。A3'に比べA3では海風の風速が減少し、海風による気温上昇緩和効果が小さくなるためだと考えられる。

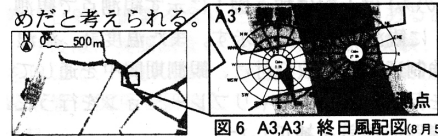


図6 A3,A3' 終日風配図(8月5日)

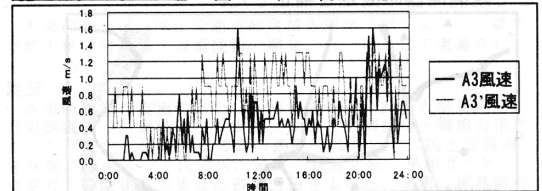


表6 終日平均風速

観測点	平均風速(m/s)
A3	0.40
A3'	0.73

表7 終日平均風速比

平均風速比	
A3/A3'	0.55

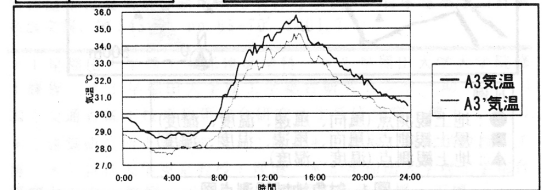


図8 A3,A3' 気温変化(8月5日)

4-4 河川上と街路での風の流れの比較

4-4-1 河川上と街路での風の流れの把握

日本橋川と日本橋川とほぼ平行に位置する永代通りで風の流れの比較を行う。A1、B1は8月5日においてほぼ終日河口側からの河川、街路に沿った風を観測した。A1、B1からの距離がほぼ等しい河川上A3、街路上B2では8月5日の4時～11時で風向が不安定となったが図9のように12時～24時では河川上A1、A3、街路上B1、B2で河口側からの河川、街路に沿った風を観測した。

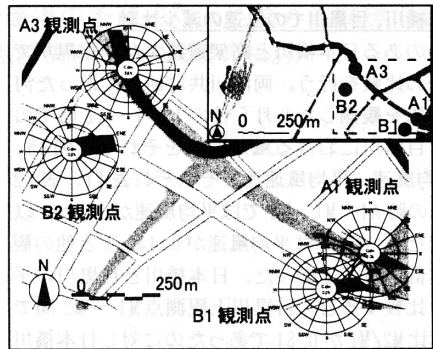


図9 河川、街路風配図(8月5日 12:00～24:00)

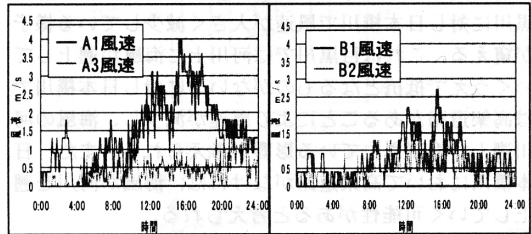


図10 日本橋川上風速変化(8月5日) 図11 街路上風速変化(8月5日)

4-4-2 河川と街路での風速の比較

日本橋川と街路で8月5日の風速変化をそれぞれ図10、図11に示す。河川、街路共に河口側から河川、街路に沿った風を観測した12時～24時での平均風速、平均風速比をそれぞれ表8、表9に示す。ほぼ等距離にある河川上のA1～A3間と街路上のB1～B2間での風速の減少を比較するとA1～A3での風速の減少がB1～B2での減少よりも大きく、平均風速比ではB2/B1の値がA3/A1の値の約2倍である。これは河川上の高架道路が海風の遡上を抑制している影響が考えられる。また、ほぼ終日河口側から河川、街路に沿った風が吹き、海風の流入口となるA1、B1の8月5日の終日平均風速を表10に示す。終日の平均風速はA1でB1の約2倍である。これは、街路に比べ河川に風が流入しやすいためだと考えられる。

表8 平均風速
(8月5日 12時～24時)

観測点	平均風速(m/s)
A1	2.13
A3	0.55
B1	1.04
B2	0.59

表9 平均風速比
(8月5日 12時～24時)

平均風速比	
A3/A1	0.26
B2/B1	0.57

表10 平均風速比
(8月5日 12時～24時)

観測点	平均風速(m/s)
A1	1.49
B1	0.77

4-5 河川と街路での気温差比較

8月5日の日本橋川、街路での気温変化を図12、図13に示す。河川、街路共に河口側から河川、街路に沿った風を観測した12時～24時の平均気温はA1で31.6℃、A3で33.1℃、B1で33.0℃、B2で33.7℃であった。A1～A3間での平均気温の差は1.5℃、B1～B2間での平均気温の差は0.7℃となり、街路に対し日本橋川では約2倍の気温差を観測した。河川と街路で河口からの距離がほぼ等しいA1とB1、A3とB2での平均気温の差を比較するとA1とB1の平均気温の差は1.4℃であるが、A3とB2での平均気温の差は0.6℃と気温差は小さくなる。これは4-3-2で考察したA1～A3の間で高架道路による影響で海風の遡上が抑制され、それに伴い海風の気温上昇緩和効果が小さくなるのが影響している可能性が考えられる。

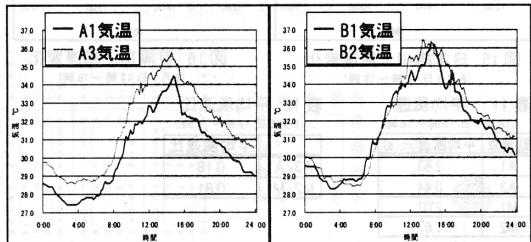


図12 日本橋川上気温変化(8月5日) 図13 街路上気温変化(8月5日)

4-6 日本橋川、目黒川における風の流れの比較

4-6-1 日本橋川、目黒川における風の流れの把握

高架道路のない河川として同日時に実測を行っていた目黒川と日本橋川で風の流れを比較する。図14のように8月5日の12時～18時においては日本橋川、目黒川ともに河川に沿った河口側からの風を観測し、この時間帯を対象に両河川を比較する。

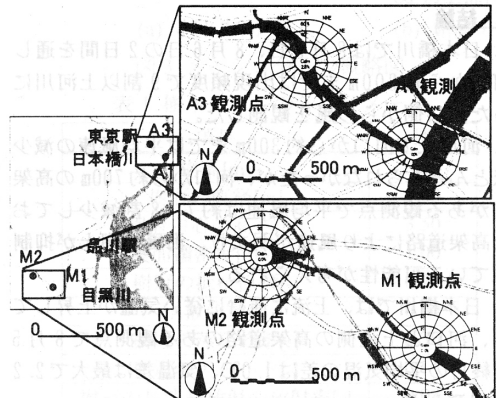


図14 日本橋川、目黒川風配図(8月5日 12時～18時)

4-6-2 日本橋川、目黒川での風速の減少比較

高架道路のある日本橋川と高架道路がない目黒川で風速の減少の比較を行う。両河川共に河川に沿った河口側からの風を観測した8月5日の12時～18時での日本橋川、目黒川における風速変化をそれぞれ図15、図16に平均風速、平均風速比をそれぞれ表11、表12に示す。この時A1、M1、M2では平均風速が1.6m/s以上を観測したが、A3では平均風速が0.44m/sと他の観測点に比べ低い風速であった。日本橋川と目黒川の平均風速比を比較すると、目黒川上観測点M1～M2間での平均風速比M2/M1が0.81であったのに対し日本橋川上観測点A1～A3間での平均風速比A3/A1は0.18と目黒川に対し日本橋川で風速が大きく減少している様子が窺える。これは目黒川では河川上に海風が遡上していくうえで抵抗となるものがないのに対し日本橋川では高架道路があることにより風速が減少し、海風の河川遡上が抑制されている影響が考えられる。また、日本橋川において高架道路がなければ、海風が河川を遡上していく可能性があると考えられる。

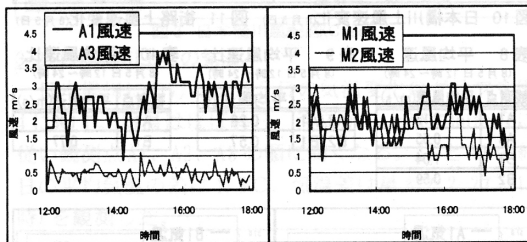


図15 日本橋川上風速変化
(8月5日12時～18時)

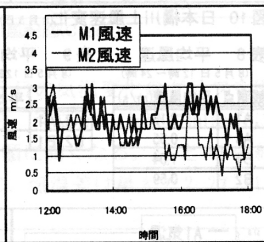


図16 目黒川上風速変化
(8月5日12時～18時)

表11 平均風速

観測点	平均風速(m/s)
A1	2.63
A3	0.44
M1	2.07
M2	1.67

表12 平均風速比

	平均風速比
A3/A1	0.18
M2/M1	0.81

5. 結論と展望

5-1 結論

1. 日本橋川では8月5日、8月6日の2日間を通して河口から約300mまでは出現頻度で9割以上河川に沿った河口側からの風を観測した。

2. 河川上で河口から約300mまでは平均風速の減少はほとんどみられなかったが、河口から約700mの高架道路がある観測点で平均風速は約7、8割減少しており、高架道路により風速が弱まり、海風の遡上が抑制されている可能性が考えられる。

3. 日本橋川では、上流に進むに従い気温が上昇しており、河口と上流側の高架道路のある観測点で8月5日の終日の平均気温の差は1.0℃、気温差は最大で2.2℃を観測した。

4. 高架道路下から外れた観測点に比べ高架道路下の観測点ではほぼ終日を通して風速は低くなり、8月5日の終日平均風速比は0.55であった。また、気温も終日を通して高い値で終日の平均気温の差は1.0℃、気温差は最大で1.5℃であった。これは高架道路がある河川上で風が通りぬけにくく、それに伴い気温上昇緩和効果が小さいためだと考えられる。

5. 河川と街路で海風の入り口となる河口付近観測点では街路に比べ河川で高い風速となり、終日の平均風速では河川で街路の約2倍の風速を観測した。これより街路に比べ河川に海風が流入しやすいものと考えられる。

5-2 今後の展望

今回の実測調査では高架道路がある日本橋川において実測を行ったが、河川における海風遡上が「風の道」としてどの程度効果があるかを把握するために高架道路のない河川幅が異なる河川での実測調査やシミュレーションを行うことが必要である。また、高架道路による風速への影響はみられたが、河川を遡上する海風が市街地に及ぼす気温上昇緩和効果について、周辺地域の建物配置、人工排熱の状況と照らした解析を行うことで河川によるヒートアイランド現象緩和効果を定量化していく必要がある。

注記

本実測調査は、国土交通省総合技術開発プロジェクト「都市空間の熱環境評価・対策技術の開発」の一環として実施されたものである。

謝辞

本実測調査の実施にあたり、田中博春氏（首都大学東京）には実測調査の計画段階から実施に到るまで御指導・御協力頂きました。また、気象観測装置の設置等において国土交通省、東京都、中央区、千代田区、江東区、平和サービス、東京ガスの関係者の皆様に御協力頂きました。また、尾島研究室の皆様には実測調査の準備及び実施におきまして御協力頂きました。ここに記し、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 片山忠久他：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、第419号、pp1-9、1990.12
 - 2) 村川三郎他：都市内河川が周辺の温熱環境に及ぼす影響に関する研究、日本建築学会計画系論文報告集、第393号、pp25-34、1988.11
 - 3) 村川三郎他：都市内河川が周辺の温熱環境に及ぼす影響に関する研究（続報） 水平および鉛直的影響範囲の検討、日本建築学会計画系論文報告集、第415号、pp9-19、1990.9
- *1 早稲田大学理工学部建築学科 *2 早稲田大学大学院修士課程 *3 早稲田大学理工学総合研究センター助手 *4 国土交通省国土技術政策総合研究所主任研究官・博士（工学） *5 建築研究所 首席研究員・工博 *6 日本工業大学 教授・工博 *7 首都大学東京 教授・理博 *8 早稲田大学理工学総合研究センター 教授・工博 *9 早稲田大学 教授・工博