

1. 調査の目的

八都県市すべての自治体が活用できるものを目標に、ヒートアイランド対策の重要な要素の一つとして考えられる「風の道」について、既存の研究等で得られている知見、及び国内における「風の道」に配慮した取り組み事例等を収集・整理する。ヒートアイランド対策における「風」の役割は以下のよう

- ・市街地内の空気及び熱の換気により、市街地の高温化を抑制する
- ・風上に水面や緑地等の冷熱資源が存在する場合には冷気を運搬し、市街地の気温を低下させる
- ・ある程度までの強さの風は体感温度を低下させ、快適性を向上させる

本調査においては、上記の点を踏まえた上で、既存のデータ等を整理し、「風の道」を活用し、緑地整備や人工排熱量の低減、地表面被覆の改善といった他の取組と組み合わせた施策の展開の可能性について検討する。そして、環境の視点から「風の道」の問題提起をし、まちづくり・都市計画を検討する際、ヒートアイランド対策の一環として「風の道」に対する配慮事項とを整理する。

上記により、八都県市における今後のヒートアイランド対策展開のための基礎資料を作成することを目的とする。

2. 「風の道」に関する既往知見の収集・整理

風の道に関する既往の研究論文等について、過去 10 年間の文献を JDreamⅡ（科学技術医学文献データベース）により収集・整理を行った。収集結果は資料編に整理した。

2. 1 「風の道」の体系的整理

「風の道」が体系的に整理された文献は、三上岳彦（首都大学東京大学院教授）「風と緑の効果と活用したまちづくりー東京都内の「風の道」とヒートアイランド効果ー」であった。その概要を以下に示す。また、次項以降にこの類型に沿ってその特徴に関連する文献を整理した。

三上（2006）によると、東京における風の道は表 2-1、図 2-1 のように整理されている。海陸風は、一般に、陸地と海洋の温度差で生ずるため、日中は海から陸に向かう海風が、夜間は陸から海に向かう陸風が卓越する。

山地に近い東京西部では、日中は山麓平野から山地斜面を上昇する谷風が吹き、夜間は山地斜面を吹きおろして山麓平野に向かう冷涼な山風が吹く。さらに、都市内部に散在する公園緑地は（クールアイランド）を形成しており、夏季日中には緑地内の冷気が風下側に流出し、夜間の晴天静穏時には放射冷却で生成された冷気が周囲に流出する「にじみ出し現象」が起こり、微弱であるが一種の風の道効果を生み出している。

表 2-1 「風の道」を構成する風の類型化と概要

風の種類		規模	エリア	時間	厚さ	風向	風速	緩和効果	「風の道」	事例波及効果
海陸風	海風	大規模	首都圏	昼頃～夜間	500m～1km	南～南東	5m/s以上	熱帯夜緩和	荒川	区北西部昇温
		中規模	区内	午前～午後	200m～500m	海岸線に直交	5m/s以下	海岸昇温抑制	小河川・街路	ビル風下昇温
	陸風	中規模	埼玉～栃北部	夜半～早朝	500m以下	北～北西	2m/s程度	熱帯夜の緩和	街路	区部高温緩和
山谷風	山風	中規模	谷口扇状地	夜間～早朝	数10m～	西～北西	数m/s	夜間高温化緩和	谷すじ	
	谷風	中規模	山間谷すじ	昼間	数10m～	東～南東	数m/s		谷すじ	
公園風	風下流出	中規模	緑地風下市街地	昼間	数m～数10m	南～南東	数m/s	昼間の昇温緩和	街路	
	にじみ出し	小規模	緑地風下市街地	夜間～早朝	数m～50m	緑地から全方向	10～30cm/s	熱帯夜の緩和	街路	

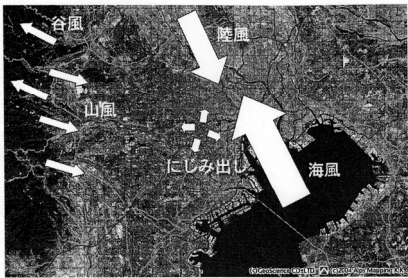


図 2-1 東京圏における「風の道」を構成する風の種類

出典：三上岳彦：風と緑の効果と活用したまちづくりー東京都内の「風の道」とヒートアイランド効果ー、季刊環境研究 2006 NO.141

2. 2 「海陸風」の活用に関する知見

1) 海陸風のメカニズム

南関東における海風は、その規模と時間帯から大規模海風と中規模海風に大別される。夏の午前中には沿岸部では海岸線にほぼ直交する中規模海風が進入する。午前中は海陸の温度差が比較的小さいため、海風の厚さは500m以下で平均風速は5m/sを超えることは少ない。

夏の午後から夜間にかけて吹く大規模海風は、河川や広幅員道路に沿って流入し、進入距離は海岸から最大10km程度である。海風の平均風速は5m/s以上に強まり、厚さが500mから1kmに達する。風向はほぼ南よりで太平洋から関東平野全般に及ぶ。¹⁾ (図2-2 参照)

海風が海域から市街地へ進入すると、市街地内の建物等の構造物の凹凸形状による影響を受け、地表面に近い高さに乱れた風の層（内部境界層）が形成される。一般にこの層の厚さは風が吹き込む距離の10～100分の1程度の割合で大きくなるととされている。そのため、沿岸部では高温で風速の弱い層は薄い、が、内陸に行くにしたがって徐々に厚さを増していく。したがって、海岸からある程度距離が離れた地点では地上部付近では直接海風の恩恵を受けることができない。

しかし、河川空間は市街地に比べ凹凸形状が小さく、風が吹き抜けやすい連続開放空間であるため、海風は地表付近を吹き込み、また水面の表面温度が市街地に比べて低いため、海風の冷涼な空気を風速、温度とも維持したまま内陸地域に運ぶことが可能となる。²⁾

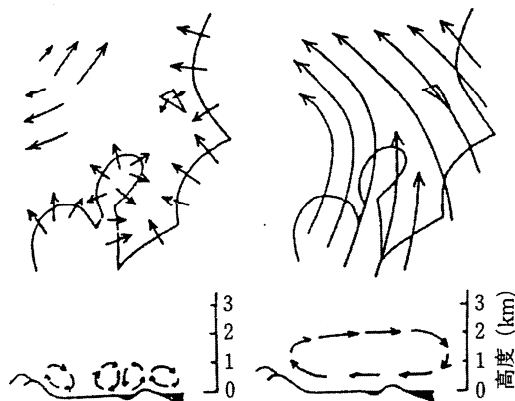


図 2-2 南関東における2種類の海風系

上は地上風、下は鉛直循環の模式図

左：中規模海風、右：大規模海風

出典 浅井富雄：ローカル気象学，東大出版会（1996）

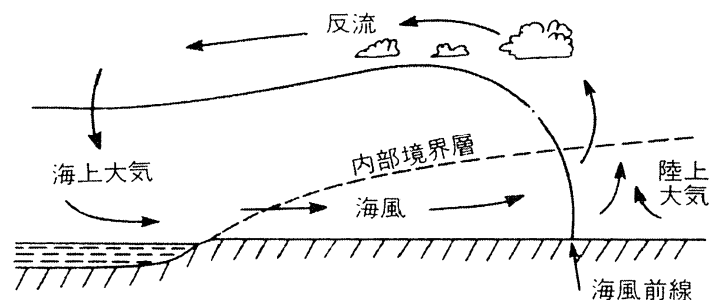


図 2-3 海風の進入に伴う内部境界層の発達の様式図

出典 Oke, T.R. : Boundary Layer Climate (2nd ED.)
Methuen, New York (1987)

¹⁾ 三上岳彦：風と緑の効果と活用したまちづくりー東京都内の「風の道」とヒートアイランド効果ー、
季刊環境研究，NO.141, pp29-34

²⁾ 成田健一：風の道と都市気候形成，日本風工学会誌，NO.107， pp109-114（2006）

2) 河川の「風の道」機能に関する調査事例

冷涼な海風を暖めることなく陸域に導入する経路は河川となる。河川の「風の道」機能に関連する調査事例を表2-2に整理した。ここでは河道幅100m以上の大規模河川と数十mの中小規模の河川に分けて整理を行った。

表2-2 既往調査における調査対象河川と測定対象

規模	河川名	地域	河川の規模等	測定の対象
大規模	隅田川	東京都	河道幅約200m	水面の熱収支 周辺市街地への影響範囲
	荒川	東京都	河道幅数百m	高規格堤防整備・未整備での効果の有無 河道気温の鉛直分布、水平分布 海岸距離と気温の関係
	多摩川	東京都	河道幅数百m	周辺市街地への影響範囲 河川敷空間の温熱体感
	庄内川・新川	名古屋市	庄内川約200m 新川約160m	風の道効果
	太田川及び派川	広島市	河口デルタ地帯、 河道幅200～300m（太田川）	周辺市街地への影響範囲 河道内の気温分布（鉛直）
	那珂川	福岡市	河道幅数百m	風の道効果 周辺市街地への影響範囲
中小規模	中川運河	名古屋市	約6～80m	風の道効果
	堀川・新堀川	名古屋市	河道幅数十m	風の道効果 周辺市街地への影響範囲
	日本橋川	東京都	河道幅4～50m	高架道路の有無による風の違い 街路空間との風の効果の比較
	目黒川	東京都	河道幅2～30m	風の道効果 周辺市街地への影響範囲
	山崎川	名古屋市	河道幅数十m	風の道効果

(1) 河川の「風の道」機能に関する知見のまとめ

- 海風が遡上する距離は河川の状態によって異なるが、その気温低減効果は上流にさかのぼるほど小さくなる。
- 河川沿岸市街地の気温低減効果は、河川規模によって異なっており、大規模河川では400m程度、中小規模河川では数十m程度の範囲で効果が確認されている。
- 沿岸建物の構造により、市街地への気温低減効果の拡がり等に違いが見られることが確認されている。

(2) 大規模河川

- ・隅田川の調査では、街路内の風に対して河川の風下となるエリアでは、温度低下と絶対湿度の上昇が300～400m程度の範囲に及んでいた。（文献NO.1）
- ・荒川の調査では、海岸からの距離が同じ地点を河道内外で比較すると、河道内でより低い気温となっている。河道外との差は内陸でより拡大しており、相対的に低温な海風が河道上でより保存されている。ただし、海岸から約15～35km離れた地域では正の値を示す地点もある。（文献NO.6）
- ・多摩川の調査では、平均気温と河川からの距離の関係が傾き0.0063（℃/m）、絶対湿度と河川からの距離の関係が-0.0037（g/m³/m）であった。多摩川から350～400m程度の範囲で熱環境が緩和する効果があると考えられる。（文献NO.7）

(3) 中小規模河川

- ・日本橋川では、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 700m の高架道路がある観測点で平均風速が約 7、8 割減少している。(文献 NO.17)
- ・目黒川では、風向が河道に平行するとき、河川は連続した風の道となる。目黒川は「く」の字型の河道形状を有するため、南風時には必ずしも連続した風の道とならない。また、風向によっては、河岸の建物が上空の冷風を河道に誘導し、途中からでも風の道が発生しうる。(文献 NO.19)
- ・目黒川の調査では、河口から約 4km で市街地平均温度とほぼ等しくなっている。(文献 NO.19)

表 2-3 河川の風の道効果の調査事例

NO	和文標題	著者名	資料名	巻	号	ページ
1	都市気候に及ぼす河川水の熱的影響に関する実測研究 隅田川における熱収支と周辺影響の検討	成田健一、植村明子、三坂育正	日本建築学会計画系論文集		545	71-78
2	沿川市街地におけるヒートアイランド現象改善効果について	田村英記、前村良雄、山口将文	リバーフロント研究所報告		17	196-203
3	大規模河川周辺部における都市熱環境の緩和効果	笹尾将登、加藤拓磨、土屋修一、山田正	土木学会年次学術講演会講演概要集(CD-ROM)	61st	Disk 1	111-112
4	都市空間の温度管理(ヒートアイランド) 水辺が市街地の熱環境に与える影響	加藤拓磨、土屋修一、山内格、江花亮、山田正	環境技術	35	7	507-512
5	都市内河川による大気冷却効果	武若聡、池田駿介、平山孝浩、萱場祐一、財津知享	土木学会論文集	479		11-20
6	都市域における河川周辺の熱環境について	鈴木智恵子、三上岳彦	雨水技術資料	35		27-35
7	世田谷区多摩川における夏期日中の熱環境に関する研究	神足洋輔、村上和男、伊藤一正、伊藤一正	土木学会年次学術講演会講演概要集(CD-ROM)	61st	Disk 1	107-108
8	新しい屋外用温熱感指標による河川の熱環境評価 一多摩川河川敷における観測を例に	神田学、木内豪、小林裕明	水工学論文集	40		237-242
9	名古屋市内に位置する河川の伊吹おろしの「風の道」としての働き	橋本剛、堀越哲美、宇野勇治、八尋太郎、岡崎学、大矢公則、橋本雅夫	人間-生活環境系シンポジウム報告集	26th		263-266
10	都市近郊に位置する河川の「風の道」としての働き ～夏季の実測調査に基づいて～	橋本剛、堀越哲美	第25回人間-生活環境系シンポジウム報告集	25		39-42
11	広島市広域圏の気候特性が地域環境に及ぼす影響に関する研究 その14 都市の幾何形状と気温の関係	谷口明、清田誠良、清田忠志、中村安弘	日本建築学会学術講演梗概集 D-1 環境工学1	2006		553-554
12	都市域におけるヒートアイランド現象の緩和対策に関する研究 その1 広島市の都市域における海陸風および風の時間帯での気温の特性	清田忠志、谷口明、清田誠良、中村安弘	日本建築学会環境系論文集		602	69-75
13	広島市広域圏の気候特性が地域環境に及ぼす影響に関する研究 その8 夏季の気温と周辺環境の関係	谷口明、清田誠良、清田忠志、中村安弘	日本建築学会学術講演梗概集 D-1 環境工学1	2005		721-722
14	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) 水平および鉛直的影響範囲の検討	村川三郎、関根毅、成田健一、西名大作、千田勝也	日本建築学会計画系論文集報告集		415	9-19
15	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	村川三郎、関根毅、成田健一、西名大作	日本建築学会計画系論文集報告集		393	25-34
16	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	片山忠久、石井昭夫、西田勝、林徹夫ほか	日本建築学会計画系論文集報告集	1990		1-9
17	東京臨海・都心部におけるヒートアイランド現象の実測調査と数値計算(その8) 日本橋川周辺の実測調査	天田拓哉、瀬野太郎、田村健、増田幸宏、高橋信之、鍵屋浩司、尾島瀬野太郎、田村健、増田幸宏、高橋信之、鍵屋浩司、尾島俊雄	日本建築学会学術講演梗概集 D-1 環境工学1	2006		505-506
18	東京臨海・都心部におけるヒートアイランド現象の実測調査と数値計算(その5) 街路、河川上の風の性状	瀬野太郎、田村健、増田幸宏、高橋信之、鍵屋浩司、尾島俊雄	日本建築学会学術講演梗概集 D-1 環境工学1	2006		499-500
19	東京臨海・都心部におけるヒートアイランド現象の実測調査と数値計算(その9) 目黒川・大崎周辺の実測調査	成田健一、鍵屋浩司	日本建築学会学術講演梗概集 D-1 環境工学1	2006		507-508
20	水による微気候改善	木内豪				
21	名古屋市内における海風の運河遡上効果に関する研究	橋本剛、松橋恭子、宮本敦、渡辺慎一、鄭相元、堀越哲美	日本建築学会東海支部研究報告集	1995		313-316
22	名古屋における運河を利用した風の道に関する研究 その1 堀川、新堀川における海風遡上が熱環境に及ぼす影響	橋本剛、堀越哲美、渡辺慎一、鄭相元	日本建築学会大会学術講演梗概集	1995		579-580
23	名古屋市内における運河を遡上する海風の熱緩和効果	橋本剛、荒木孝一、堀越哲美	日本建築学会大会学術講演梗概集	1995		581-582
24	名古屋における運河を利用した風の道に関する研究 その3 運河を遡上した海風が都心部熱環境に及ぼす影響	橋本剛、今堀琢士、大沢匡弘、宮本征一、堀越哲美	日本建築学会東海支部研究報告集	1996		385-388
25	都市内河川に接した緑地、及び市街地における温湿度環境の形成に関する研究	今堀琢士、橋本剛、宮本敦、宮本征一、堀越哲美	日本建築学会東海支部研究報告集	1996		389-392
26	名古屋における運河を利用した風の道に関する研究 その4	橋本剛、堀越哲美	日本建築学会大会学術講演梗概集	1996		575-576
27	名古屋・中川運河における海風遡上が人体及び周辺熱環境に及ぼす影響	向井愛、堀越哲美	日本建築学会東海支部研究報告集	1998		497-500
28	名古屋市中川運河における海風遡上が体感気候に及ぼす影響	向井愛、堀越哲美	日本建築学会大会学術講演梗概集	1998		689-690
29	河川周辺における建築形態と海風による熱緩和効果との関係	川島崇功、堀越哲美	日本建築学会東海支部研究報告集	2001		497-500
30	海風の運河遡上による都市暑熱環境の緩和効果 一名古屋市の堀川及び新堀川における事例一	橋本剛、松橋恭子、堀越哲美	日本建築学会計画系論文集	545		65-70
31	都市内河川の海風遡上が周辺温熱環境に及ぼす影響 一名古屋山崎川の場合一	菊池信、堀越哲美、渡邊慎一	日本建築学会大会学術講演梗概集	2000		513-516
32	名古屋市堀川を遡上する海風の周辺への浸透効果と市街地ラフネスの関係	川島崇功、堀越哲美	日本建築学会大会学術講演梗概集	2001		713-714
33	名古屋市中川運河における海風遡上が体感気候に及ぼす影響	向井愛、堀越哲美	日本建築学会計画系論文集	553		37-41
34	名古屋近郊に位置する庄内川及び新川の海風の「風の道」としての働き	橋本剛、堀越哲美	日本建築学会環境系論文集	571		55-62
35	名古屋市堀川を遡上する海風が都市気候形成に及ぼす影響	橋本剛、堀越哲美、田中稲子	日本建築学会東海支部研究報告集	2005		469-472
36	都市近郊に位置する河川の都市暑熱環境緩和効果	橋本剛、堀越哲美	日本建築学会東海支部研究報告集	2002		505-508

2. 3 「山谷風」の活用に関する知見

1) 山谷風のメカニズム

山谷風は、夜間に冷たくなった地表面に接した空気が冷える放射冷却現象により生成された冷気が斜面に沿って流下してくるものである。

図2-4に示すように、夕方の時点(a)では斜面の上部、中部では斜面下方向に風向が向いているのに対し、斜面下部では風向は反対側を向いており、斜面より右方向へは風が吹いていない。深夜になると斜面下部においても斜面に沿った方向で風が吹いており、山から斜面より右下方へ風が吹きおりてくる様子が分かる。

山谷風は、風が弱い夜間の晴天の放射冷却が盛んになることが発生する条件となるとされている。

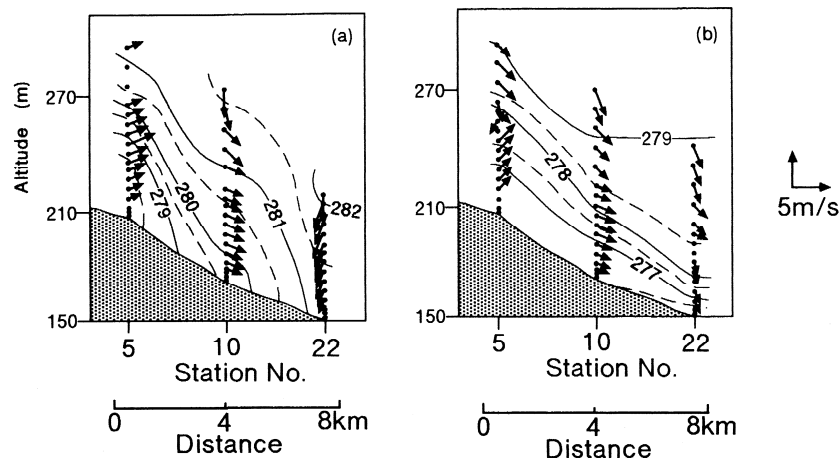


図2-4 山谷風のメカニズム

出典 狩野真規、三上岳彦：谷口に位置する市街地におけるヒートアイランドの時空間変動，日本地理学会発表要旨集，NO. 63 (2003)

2) 山谷風の調査事例

ドイツのシュツットガルトのクリマアトラス（都市環境気候図）に示される「風の道」とは夜間に山地斜面を流れおる冷涼な風を都市内に導くことを意図している。国内でも神戸市（森山、竹林 2000）や京都市（竹林 2003）において計測されている。

南関東においては、市街地は主に平野部に分布していることもあり、ヒートアイランド対策としての山谷風の調査事例は少なく、狩野、三上（2003）による青梅市周辺における調査などに限られている。図2-5にその調査結果図を示す。

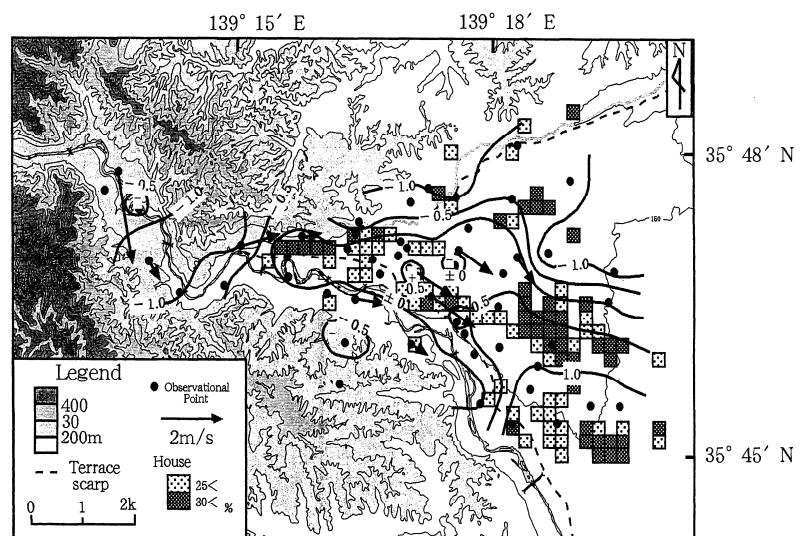


図 全測点の平均気温からの偏差分布（好天事例の18時から21時までの平均）
図中の矢印は風を示し、ベクトル平均である。

図2-5 青梅市の谷口周辺における観測結果

出典 狩野真規、三上岳彦：谷口に位置する市街地におけるヒートアイランドの時空間変動，日本地理学会発表要旨集，NO. 63 (2003)

2. 4 「公園風」の活用に関する知見

1) 公園風のメカニズム

「公園風」という用語は三上が示しているもので、まだ一般化されている言葉ではないが、ここでは、公園及び緑地で生成される冷気が風により市街地へ移流すること及び無風時の深夜から早朝にかけては滞留した冷気が重力により沈降し、周辺へにじみ出すことを指している。

また、気温低下のメカニズムは樹林地と芝生地や河川敷などの開けた緑地で異なっている。樹林地は樹冠による日射の遮へい樹木の蒸散効果により冷気が生み出されるが、開けた緑地は夜間の放射冷却により冷気が生み出される。

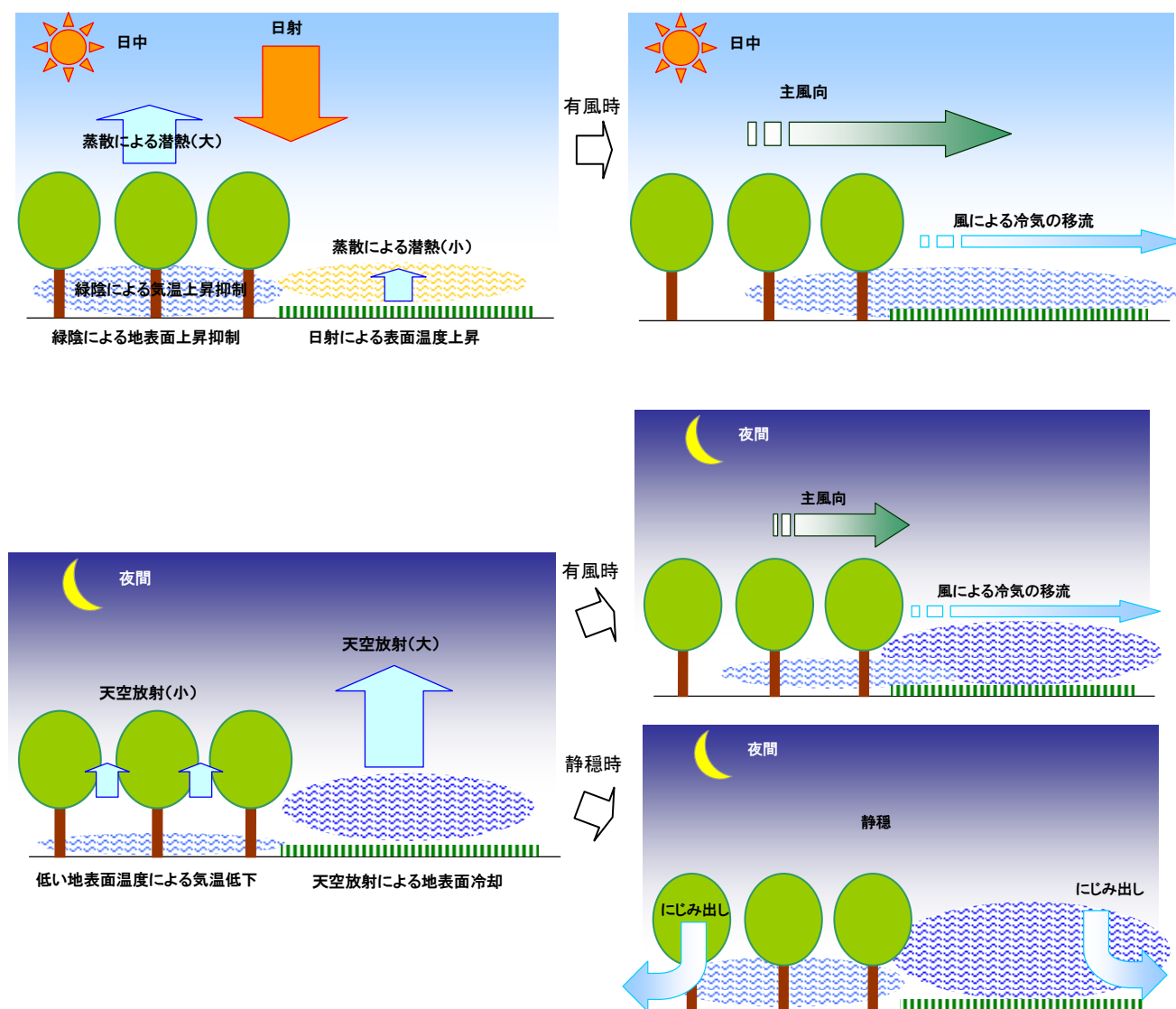


図 2-6 樹林地、芝生地による日中と夜間の冷気生成メカニズムの違い

2) 公園風の調査事例

図2-7に新宿御苑及び周辺市街地における観測結果を示す。これによると昼夜を問わず緑地内は周辺市街地より1～4℃低くなっている。日中、南風(3.2m/s)が吹く状況(8/5 16:40)では風下側250mの範囲まで気温低下が見られる。また夜間の晴天で風がほとんどない時(8/5 4:50)には南側80m、北側100mの範囲で気温低下が見られる。このときの風速は0.1~0.2m/sという非常に弱い風であり、緑地から外側に向かって吹き出していた。

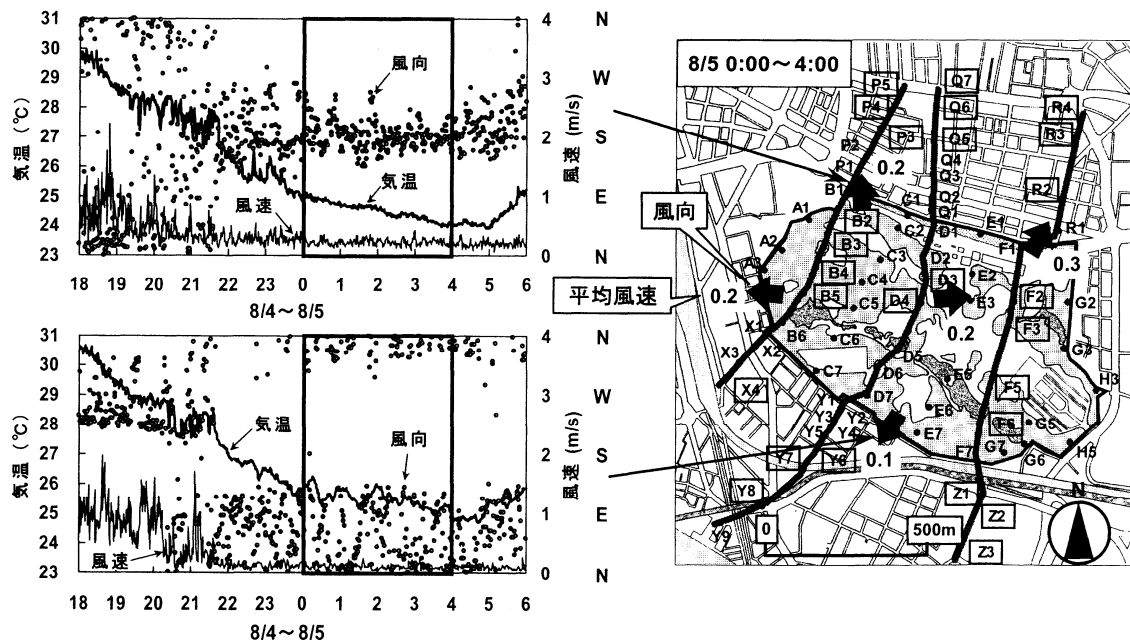


図2-7(1) 新宿御苑の実測事例

出典 成田健一: 風の道と都市気候形成, 日本風工学会誌, NO. 107, pp109-114(2006)

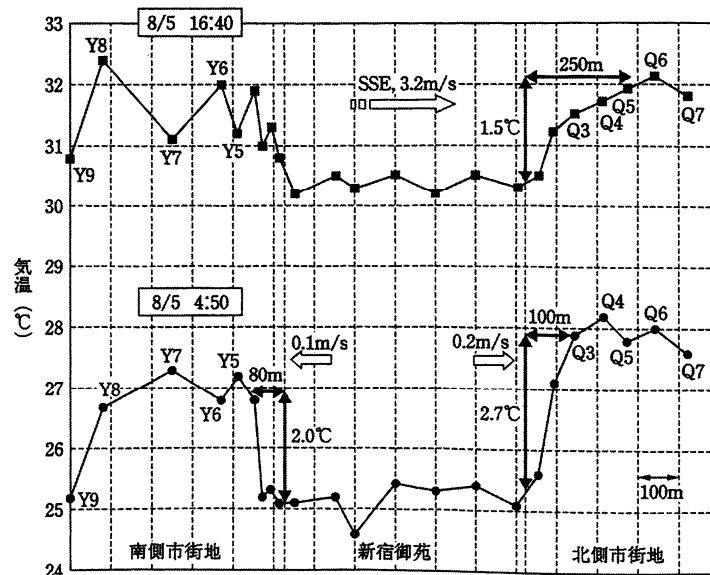


図2-7(2) 新宿御苑と南北市街地の気温断面図

出典 風と緑の効果と活用したまちづくり—東京都内の「風の道」とヒートアイランド効果—, 季刊環境研究, NO. 141, pp29-34

図2-8に山田（1993）による埼玉県栗橋町における河川、緑地に囲まれた市街地における気温分布の調査事例を示す。

日中、夜間ともに市街地中心部の気温が高く、周辺の農地や利根川の気温は低くなっている。利根川と市街地が近接している地域は等高線が密であり、河川上と市街地の気温差が大きいことが示されているが、利根川と農地はほぼ同等の気温となっている。緑被率と気温の相関関係をみると緑被率が大きいほど気温が低くなっている関係が示されている。

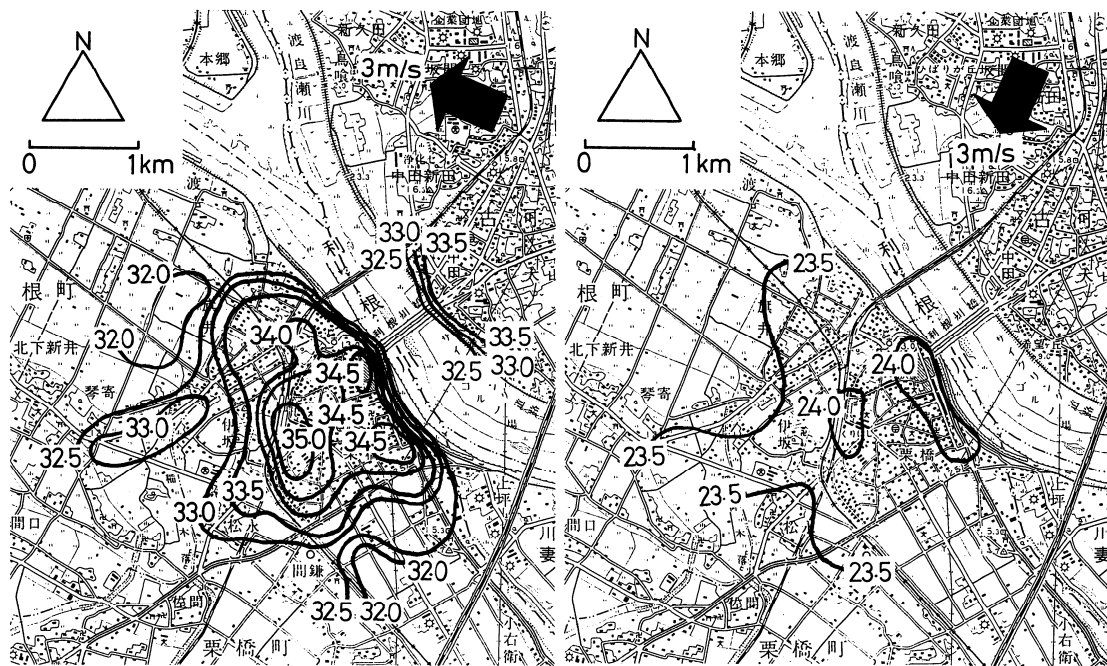


図-1 1990年8月8日14時、
埼玉県栗橋町における気温分布（℃）

図-2 1990年8月9日4時、
埼玉県栗橋町における気温分布（℃）

図2-8（1） 気温分布図（左：最高気温時、右：最低気温時）

出典 山田裕之：埼玉県栗橋市における都市気温分布と緑地の夏季の気温低減効果について
造園雑誌, NO. 56 VOL5, pp. 331-336

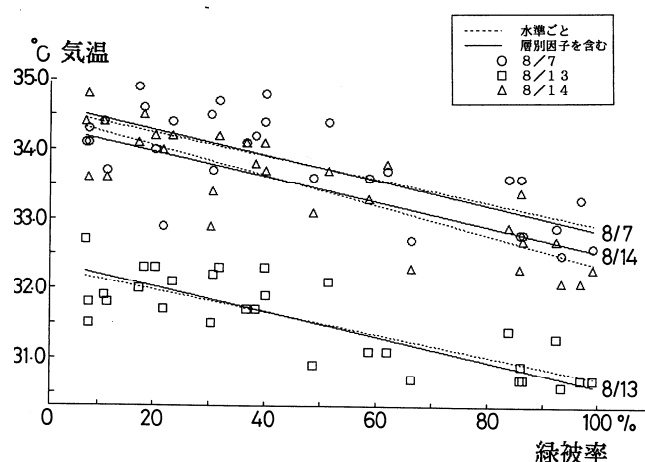


図2-8（2） 緑被率と気温の相関関係

出典 山田裕之：埼玉県栗橋市における都市気温分布と緑地の夏季の気温低減効果について
造園雑誌, NO. 56 VOL5, pp. 331-336