「風の道」に関する調査・研究業務
－調査報告書－

平成 19 年 11 月

八都県市首脳会議環境問題対策委員会幹事会

目次

はじめに…… 1

１．調査の目的…… 3

２．「風の道」に関する既往知見の収集・整理…… 3
２．１　「風の道」の体系的整理 …… 3
２．２　「海陸風」の活用に関する知見 …… 4
２．３　「山谷風」の活用に関する知見 …… 7
２．４　「公園風」の活用に関する知見 …… 8

３．八都県市における気温分布の現状と推移…… 11
３．１　既存の気温測定状況 …… 11
３．２　気温分布の推移 …… 11

４．八都県市における熱環境地域特性把握　－風と気温の対応－…… 15
４．１　常時監視測定局気温データとアメダス気温データの比較、統合の検討 …… 15
４．２　八都県市スケールの風向・風速データの整理 …… 18
４．３　風の条件の違いによる気温分布の違い …… 23

５．ヒートアイランド現象の原因及び影響の分布…… 25
５．１　八都県市の市街化状況 …… 25
５．２　ヒートアイランド現象の原因分布（人工排熱分布） …… 26
５．３　ヒートアイランド現象の原因の分布（地表面被覆・都市形態の地域特性）…… 27
５．４　ヒートアイランド現象の影響の分布 …… 28

６．風の道を活用したヒートアイランド対策の検討…… 30
６．１　都市計画スケールでの風の活用 …… 30
６．２　街区・建物スケールでの風の活用 …… 35
６．３　風の活用における留意事項 …… 36

７．今後の展開…… 37
７．１　地域の熱環境特性を考慮した配慮事項の整理 …… 37
７．２　熱環境の地域特性の分析 …… 37
７．３　熱環境の地域特性に応じた効果的なヒートアイランド対策の推進 …… 39

はじめに

地球温暖化とヒートアイランド現象があいまって、東京の年平均気温はこの 100 年間で約 3℃上昇している。都市化の影響の少ない 17 地点の気象官署の平均値でも約 1 ℃の気温上昇が見られることから、ヒートアイランド現象により約 2 ℃上昇しているとされている。気温の上昇により夏季の熱中症や睡眠阻害の増加や都市型集中豪雨の発生、サクラの開花や紅葉の時期の変化などさまざま影響が表出している。

ヒートアイランド対策としては政府においては「ヒートアイランド対策大綱」（平成 16 年 3 月）により対策の方向性を示し、また各地方公共団体においても独自の対策計画等が推進されている。ヒートアイランド対策として保水性舗装や高反射率塗料等の対策技術の開発が進められているが、こうした新しい技術による対策と並行して、「風、緑、水」などの自然的資源を活用した対策も注目されている。自然的資源を活用するヒートアイランド対策は多くの場合、二酸化炭素排出量を削減することにもつながり、地球温暖化対策としての効果も期待されている。

このような「風、緑、水」などの自然的資源の活用事例として、国外ではドイツ シュツットガルトでは、地域の風や熱環境を分析したクリマアトラス（環境気候図）や韓国ソウル市の清渓川に架かる高架道路を撤去し、水辺の再生と風による効果でヒートアイランド現象の緩和を図るなどの事例がある。国内においても都市再生の一環として、目黒川を風の道として活用する事業や皇居などの大規模緑地の冷熱を活用しようという試みが実施されている。

今回調査対象となる八都県市の範囲においては、湾岸沿いの比較的海風が豊富な地域から、内陸の風が脆弱な地域がある。本報告では、八都県市という多様な特性を含む地域において、各種の知見、事例を整理し、「風の道」を活用した対策を検討する上で参考となるよう、ヒートアイランド対策の基礎資料を作成した。

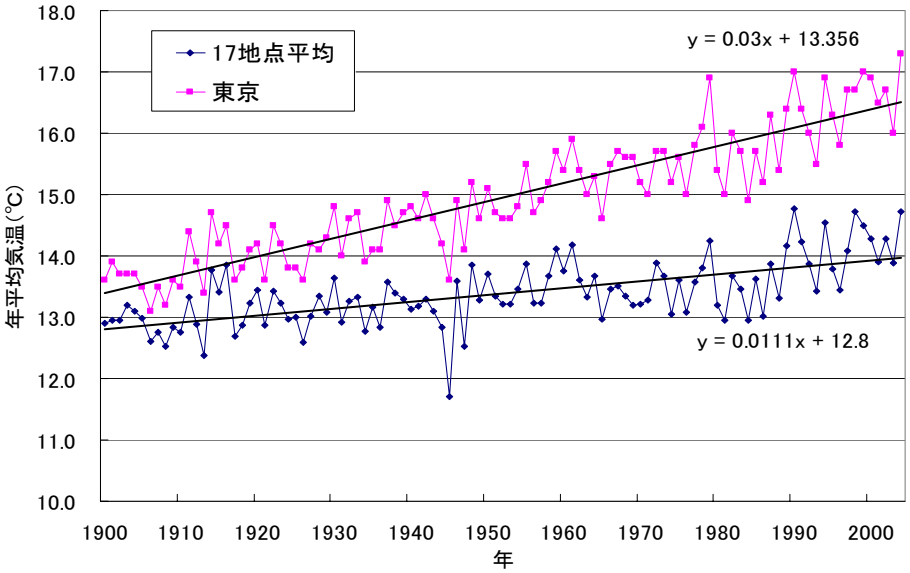


図　100 年間の年間平均気温の変化

17 地点（網走、根室、寿都、山形、石巻、伏木、長野、水戸、飯田、銚子、境、浜田、彦根、宮崎、多度津、名瀬、石垣島）

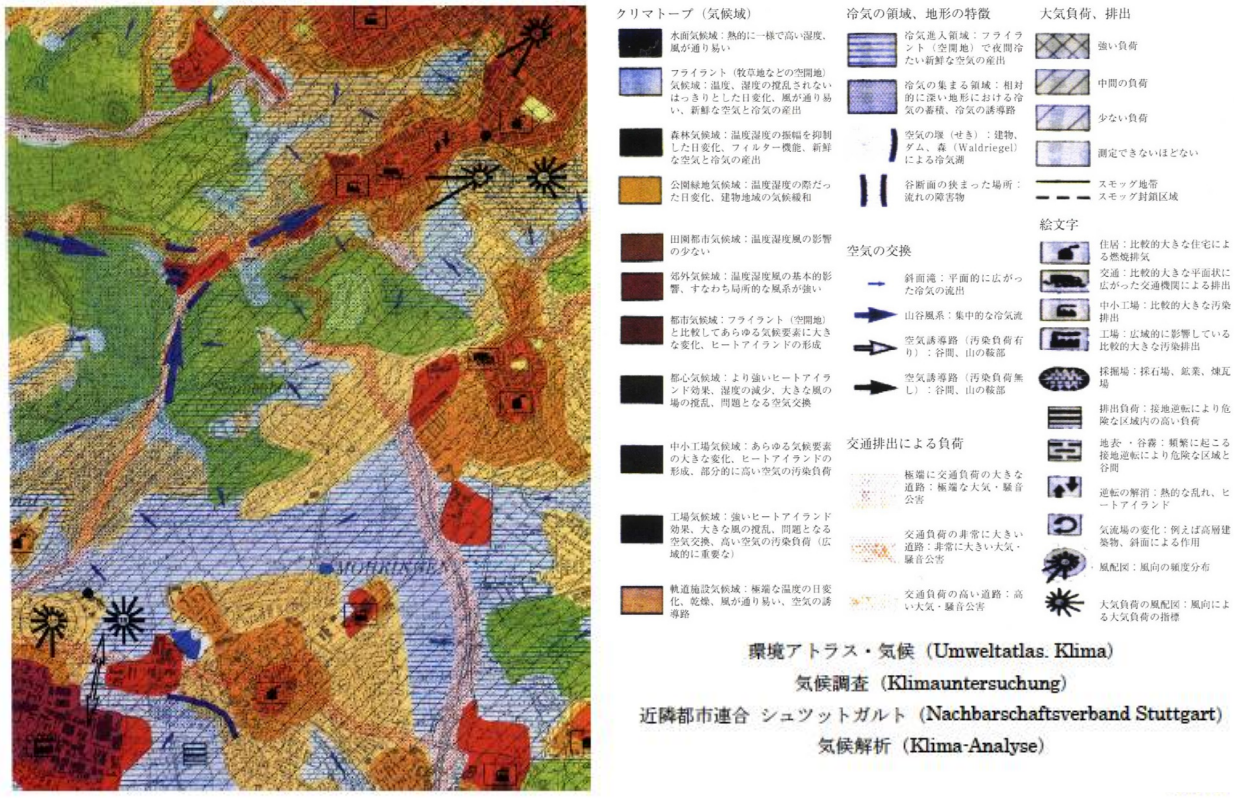


図　シュツットガルトのクリマアトラス
出典：都市環境のクリマアトラス
日本建築学会編著

図　ソウル市清渓川高架道路の撤去前、撤去後（イメージ図）
出典：清渓川復元推進本部 HP

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に位置付けられる。

・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－東京都内の「風の道」とヒートアイランド効果―」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り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	都心部昇温抑制	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～都北部	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	小規模	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	緑地周辺市街地	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	

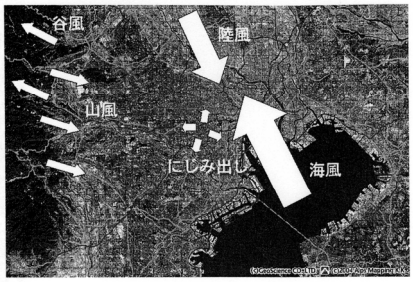


図２－１　東京圏における「風の道」を構成する風の種類

出典：三上岳彦：風と緑の効果と活用したまちづくり－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 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か小さく、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進み、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)]

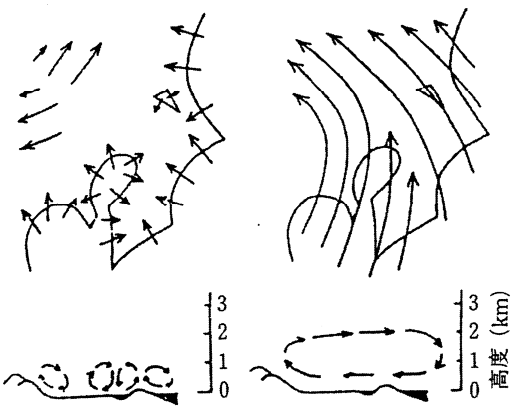


図 2-2　南関東における２種類の海風系
上は地上風、下は鉛直循環の模式図
左：中規模海風、右：大規模海風
出典　浅井富雄：ローカル気象学，東大出版会（1996）

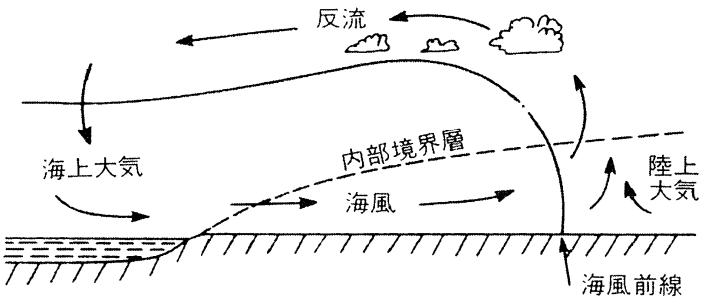


図 2-3　海風の進入に伴う内部境界層の発達の模式図
出 典　Oke,T.R. : Boundary Layer Climate(2nd ED.) Methuen,New York(1987)

---

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―、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

⑴ 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況によって異なるが、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。

⑵ 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、財津知亨	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 －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	名古屋市近郊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凪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	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	名古屋市における海風の運河遡上効果に関する研究	橋本剛、舩橋恭子、宮本敦、渡辺慎一、鄭桓元、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、鄭桓元	日本建築学会大会学術講演梗概集	1995		579-580
23	名古屋市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	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 －名古屋市の堀川及び新堀川における事例－	橋本剛、舩橋恭子、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 －名古屋市　山崎川の場合－	菊池信、堀越哲美、渡邉慎一	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	名古屋市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	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	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向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。

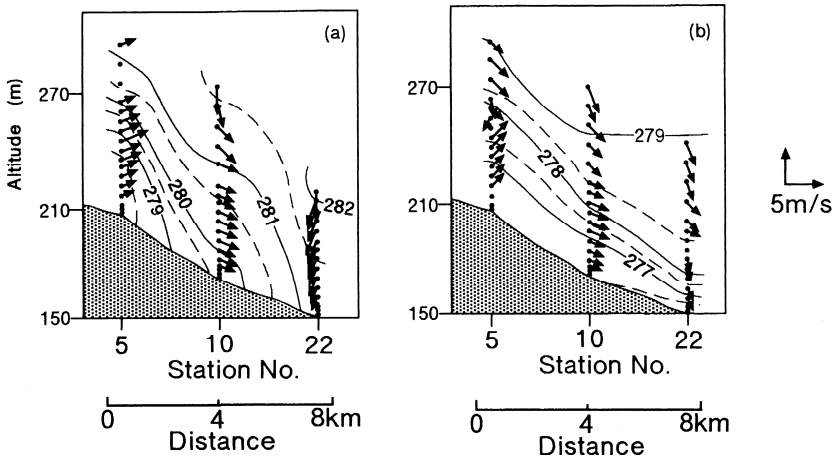


図２－４　山谷風のメカニズム

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り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。

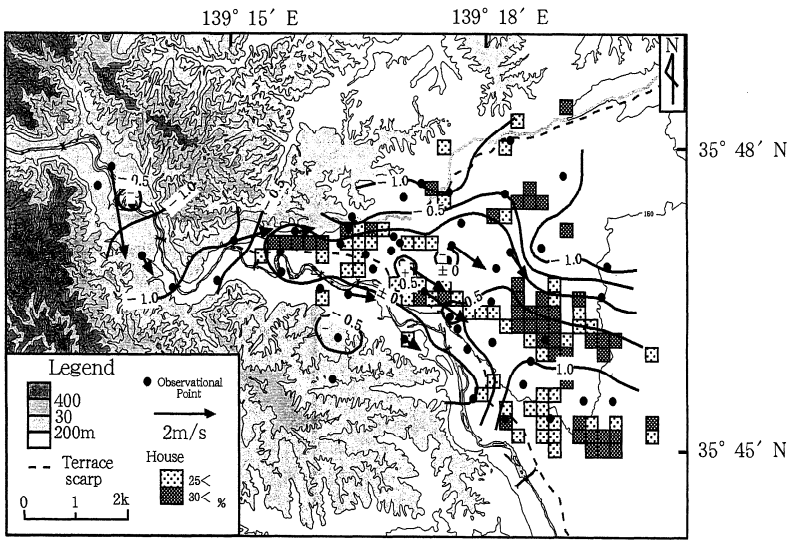


図　全測点の平均気温からの偏差分布（好天事例の 18 時から 21 時までの平均）
図中の矢印は風を示し、ベクトル平均である。

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。

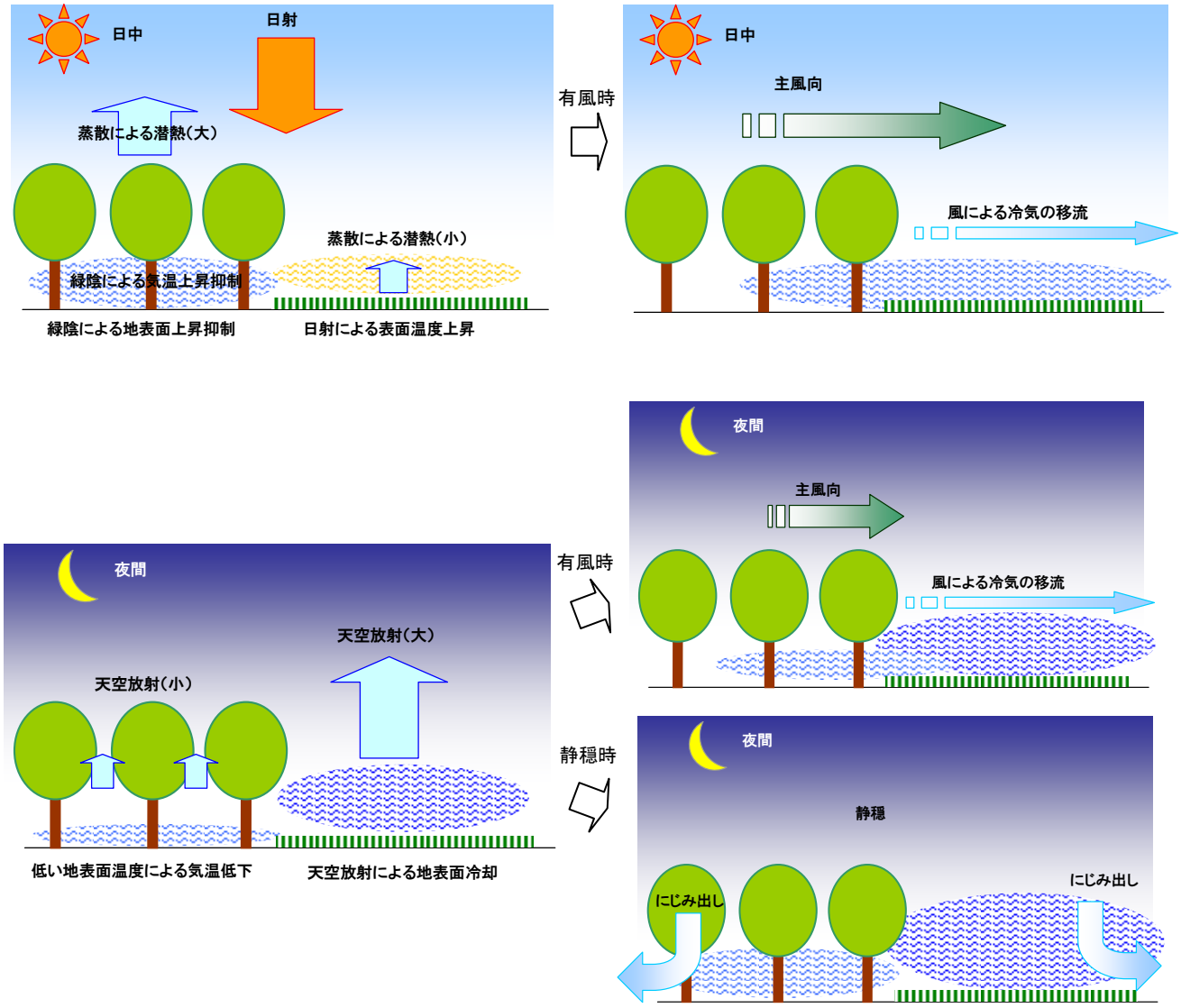


図２－６　樹林地、芝生地による日中と夜間の冷気生成メカニズムの違い

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。

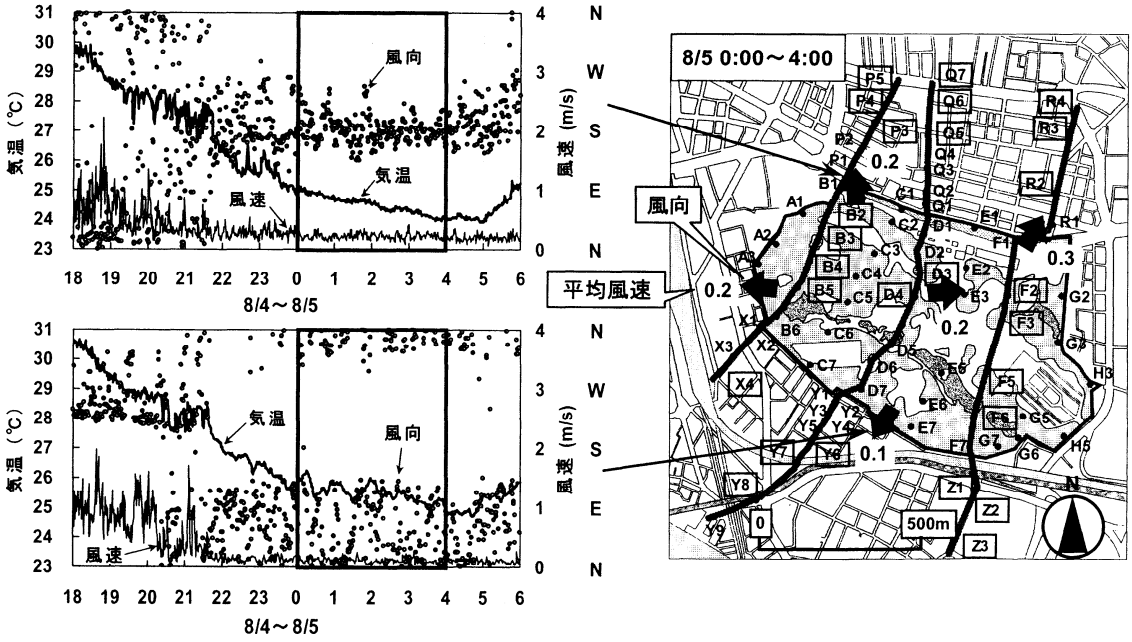


図２－７（１）　新宿御苑の実測事例

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)

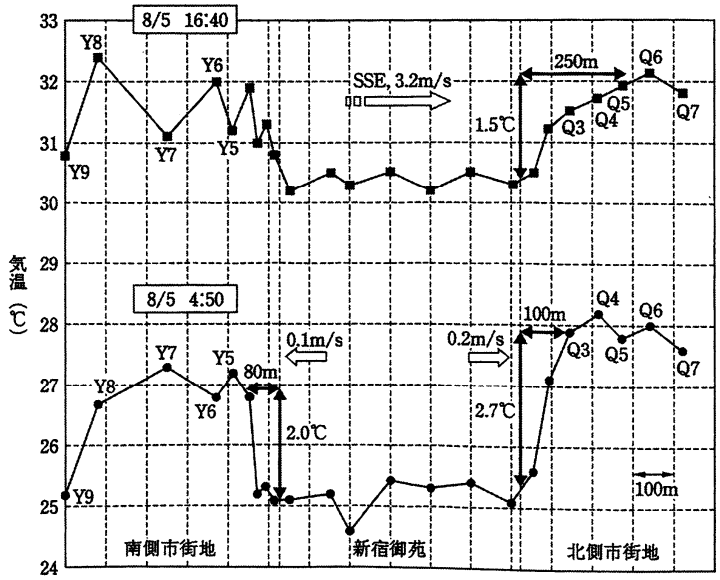
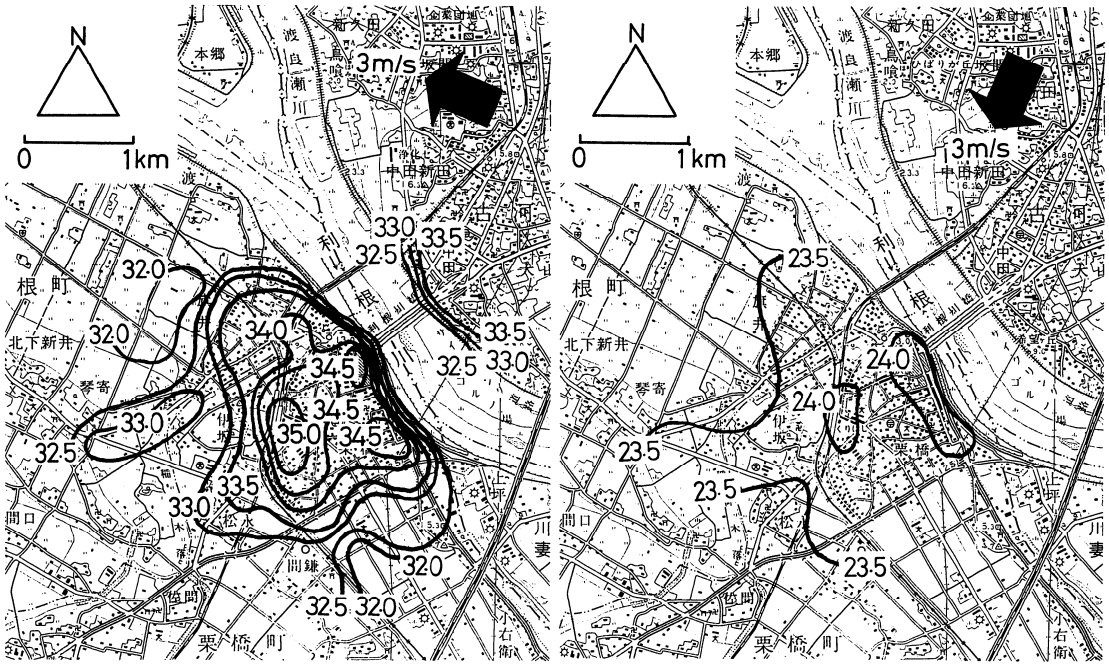


図２－７（２）　新宿御苑と南北市街地の気温断面図

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

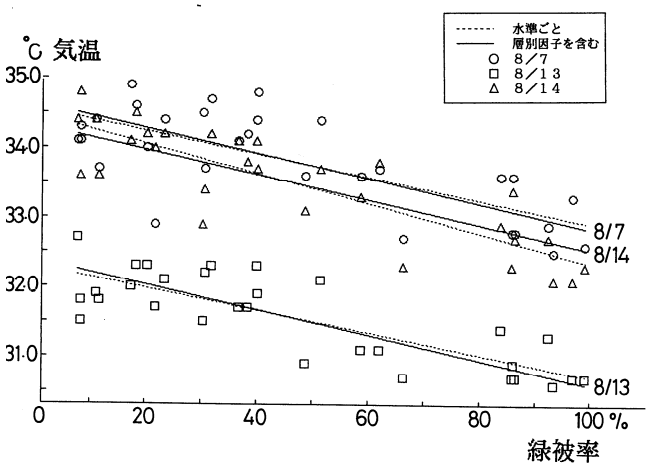


図２－８（２）　緑被率と気温の相関関係

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

３．八都県市における気温分布の現状と推移

３．１　既存の気温測定状況

公的な機関が継続的に行っている気温・風向・風速等の観測データは表３－１に示す種類のものがある。このうち、気象官署及びアメダスにおける気象観測は、「地上気象観測指針」（気象庁）に基づき、観測露場、観測方法、観測機器の精度等が定められており、全国一律の水準で観測が行われている。一方、大気汚染常時監視測定局の気温観測は観測主体毎に観測方法が異なっており、データの精度にばらつきが含まれている。

そのため、気温の絶対値を比較や長期的な推移を把握するにあたっては、測定データの精度保証がなされており、かつ過去 30 年近い期間の時間値データが蓄積されているアメダスを用いることが適しているといえる。

アメダスの過去 25 年データを用いて、八都県市を含む地域の気温上昇の経年的変化を分析し図３－１～３に整理した。

表３－１　既存の気温等の観測網

名称等	所管	概要
気象官署 （気象台・測候所）	気象庁	八都県市管内（離島除く）には８ヶ所設置されている
アメダス （地域気象観測システム）	気象庁	八都県市管内（離島除く）には 53 ヶ所、このうち 36 ヶ所では気温、風向・風速等を観測している
大気汚染常時監視局 （一般環境大気測定局、 自動車排出ガス測定局）	環境省、自治体	八都県市管内には 915 ヶ所設置され、大気汚染物質と風向・風速等を観測している。このうち 134 ヶ所では気温、を観測している
環境省広域測定	環境省	広域のヒートアイランド現象を把握するため、関東、中部、近畿の各圏で気温測定を主体に 17 ヶ所の気象観測を行っている。関東では 7 ヶ所で観測を行っている。

３．２　気温分布の推移

関東平野の気温の高温化状況について、30℃以上の時間数、35℃以上の時間数、夜間（22～6 時）の 25℃以上時間数の５年ごとの推移を図３－１～３に整理した。

１）30℃以上時間数の経年変化

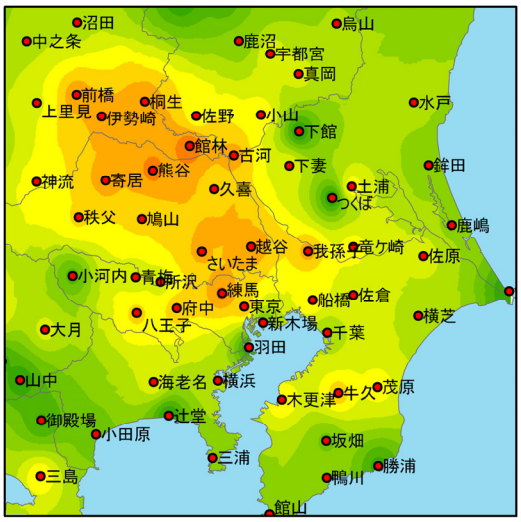
1992 年以降、30℃以上時間が 250 時間を超える範囲が拡大し、最近 5 年間まで同様の傾向が続いている。

２）35℃以上時間数の経年変化

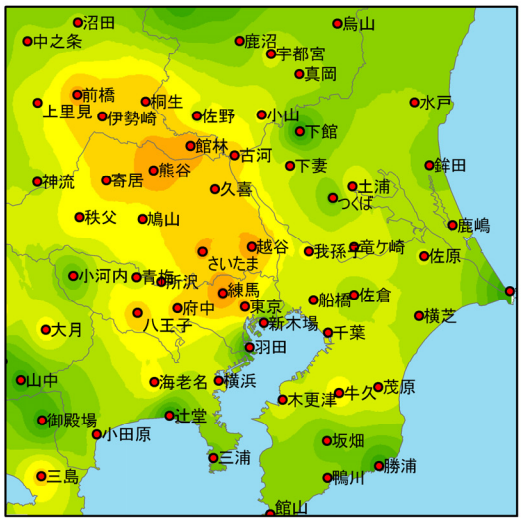
1991 年までは 35℃以上の時間はほとんどなかったが、1992 年以降急激に増加している。地域的には東京・埼玉の都県境から群馬県前橋市までの範囲に北西方向に広がっている。

３）夜間（22～6 時）の 25℃以上時間数の経年変化

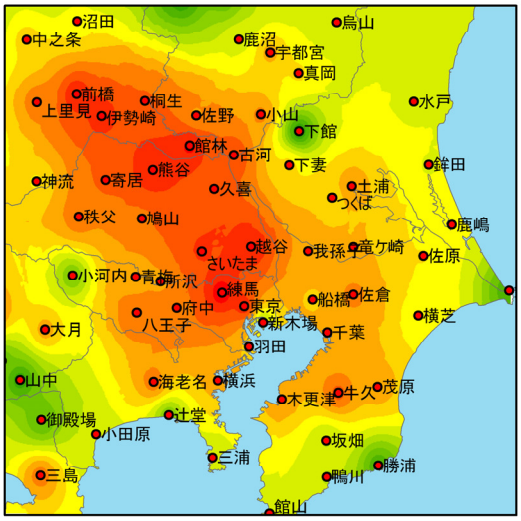
1980 年代は東京都心や横浜、千葉で 25℃以上時間数が多い状況であったが、東京湾沿岸を中心に次第に時間数の増加がみられる。最近 10 年では、熊谷、館林でも 200 時間を超える時間数がみられる。



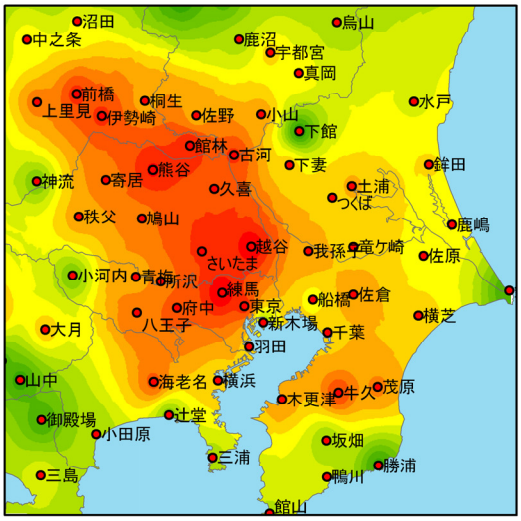
1982～86



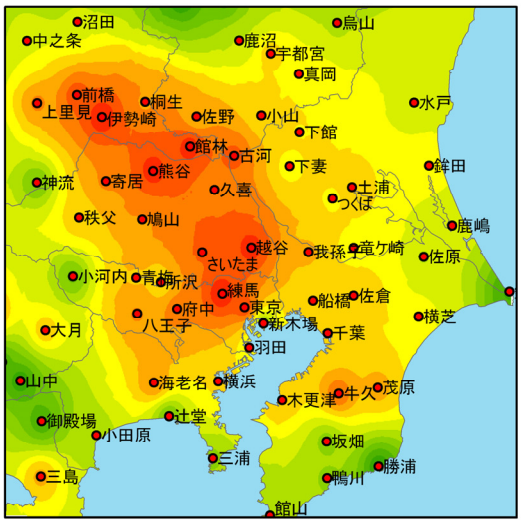
1987～91



1992～96



1997～2001



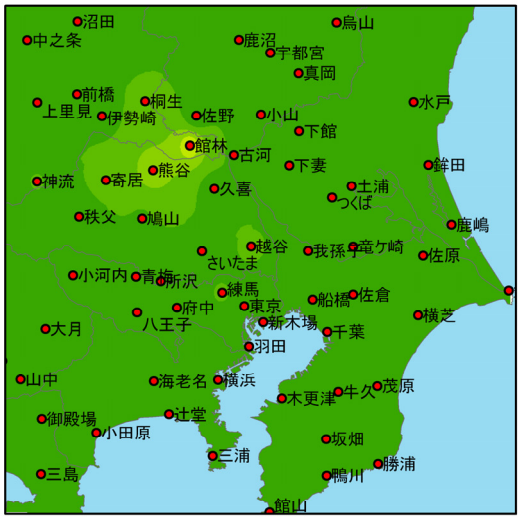
2002～2006

7・8月の30℃以上時間数/年
（5年ごとの年間平均値）（n=1488時間/年）

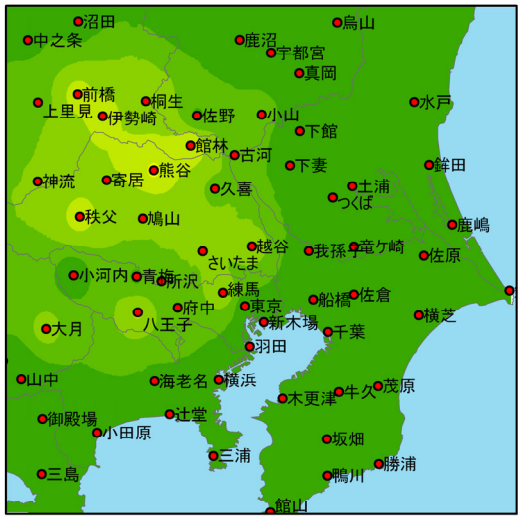
凡例

0.0 - 25.0
25.1 - 50.0
50.1 - 75.0
75.1 - 100.0
100.1 - 125.0
125.1 - 150.0
150.1 - 175.0
175.1 - 200.0
200.1 - 225.0
225.1 - 250.0
250.1 - 275.0
275.1 - 300.0
300.1 - 500.0

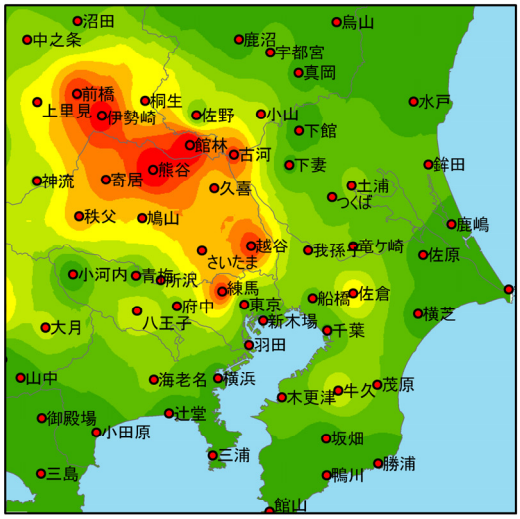
図３－１　高温時間数分布状況の推移（30℃以上時間数）



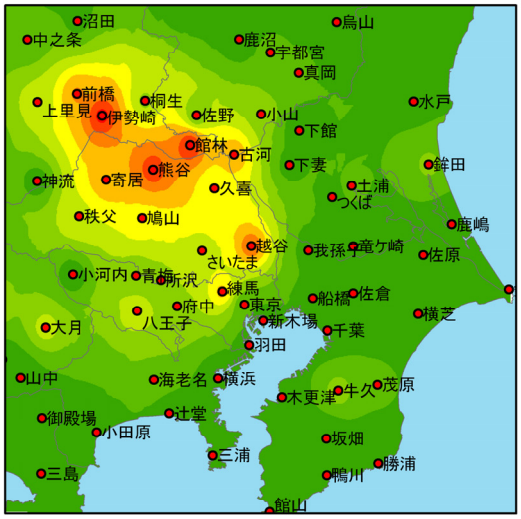
1982～86



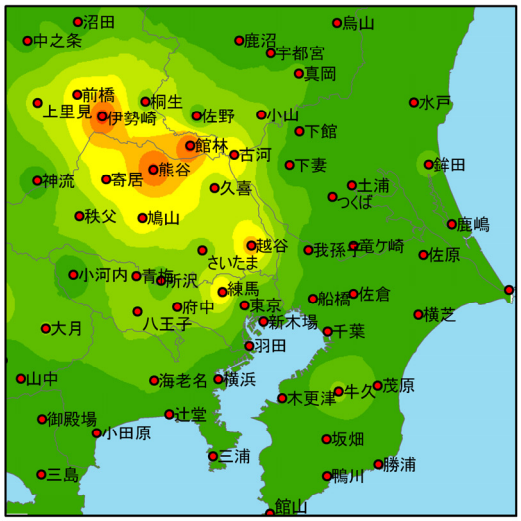
1987～91



1992～96



1997～2001



2002～2006

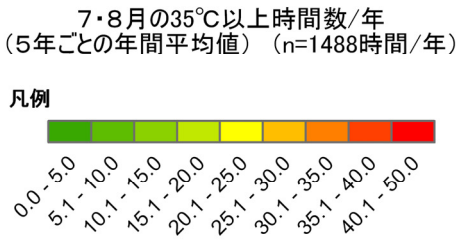
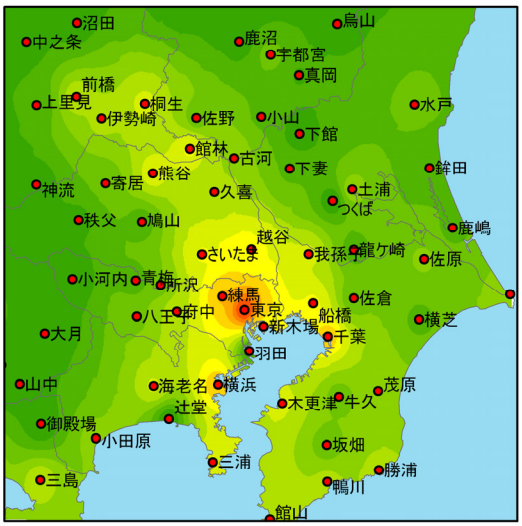
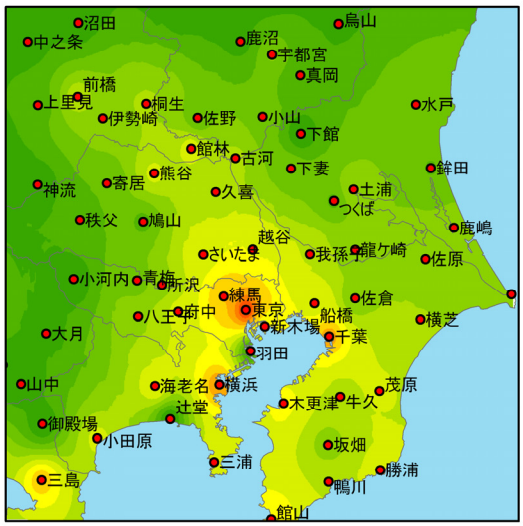


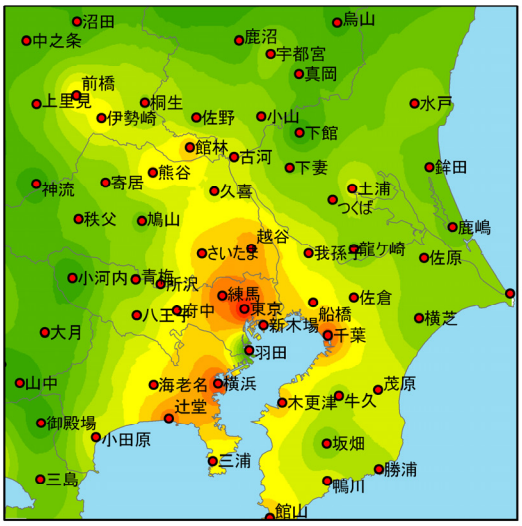
図３－２　高温時間数分布状況の推移（35℃以上時間数）



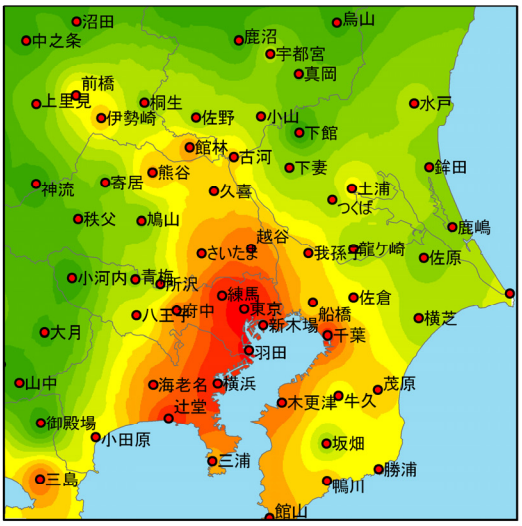
1982～86



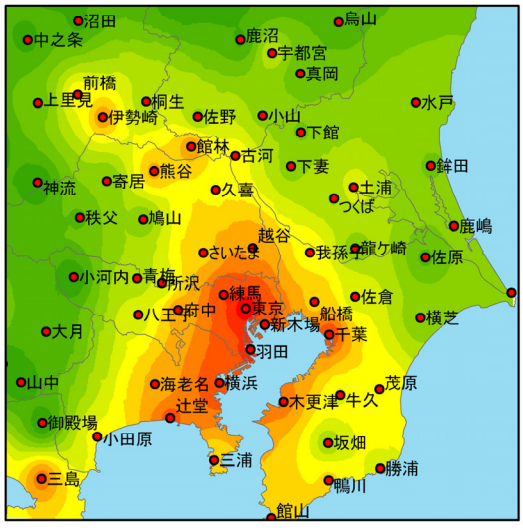
1987～91



1992～96



1997～2001



2002～2006

7・8月の夜間（22～6時）の25℃以上時間数/年
（5年ごとの年間平均値）（n=558時間/年）

凡例

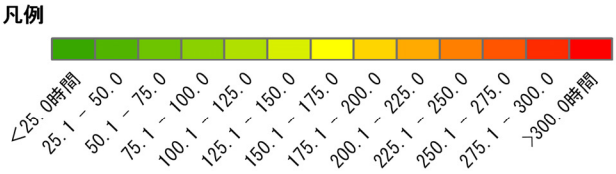


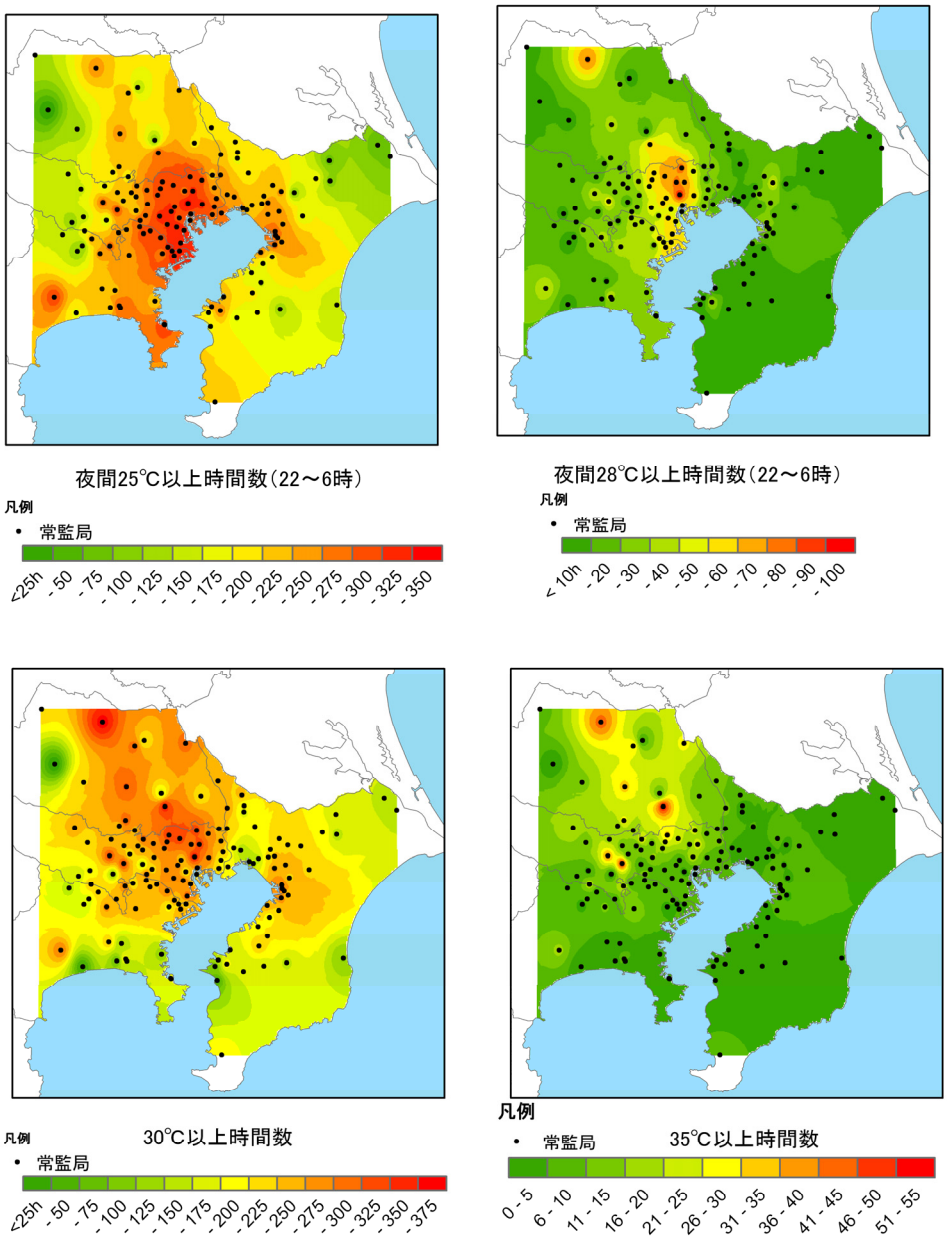
図３－３　高温時間数分布状況の推移（夜間 25℃以上時間数）

４．八都県市における熱環境地域特性把握　－風と気温の対応－

４．１　常時監視測定局気温データとアメダス気温データの比較、統合の検討

八都県市内において気温を観測している大気汚染常時監視測定局は 134 局存在する。(立体局、自動車排ガス測定局を除く）一方、アメダスで気温観測を行っているのは 36 局である。アメダスでは気温観測方法は統一されているが、大気汚染常時監視測定局では、自治体によって測定方法が様々である。また、設置場所についてもビルの屋上や学校、公園内など周辺環境が多様である。そのため、気象観測及びアメダスによる気温データと大気汚染常時監視測定局の気温データを合成して分析することは賢明ではない。

図４－１～２に過去５年間の大気汚染常時監視測定局とアメダスの観測結果による高温時関数分布を示す。



大気汚染常時監視測定局（2002～2006）
7･8月の高温時間数/年

図４－１　大気汚染常時監視局による高温時関数分布

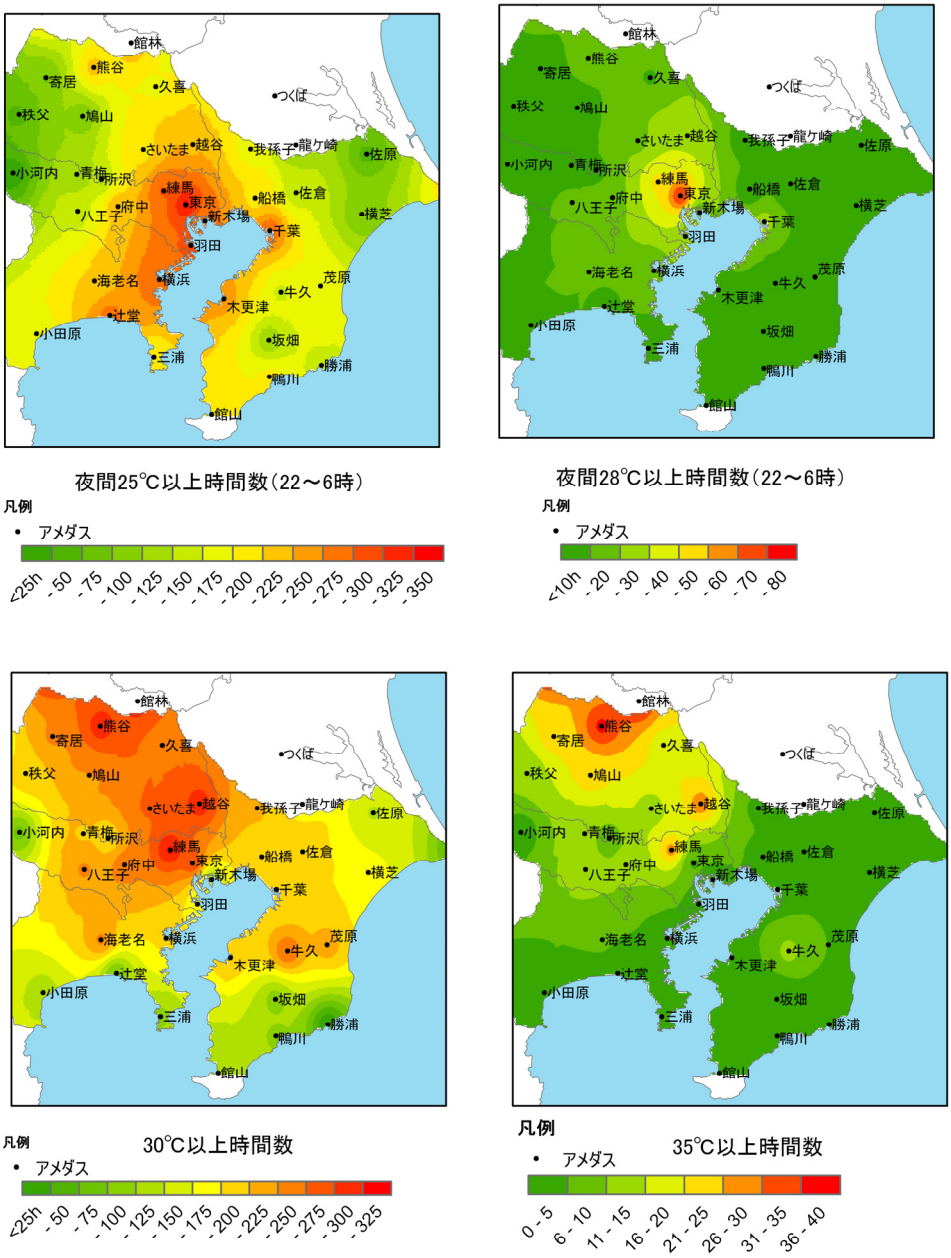


図４－２　気象官署・アメダスによる高温時関数分布

両者の結果とも全般的には、夜間については沿岸部及び都心付近の気温が高く、日中の気温は内陸部のほうが高くなっているという分布形状は同様である。

ただし全般的に時間数は大気汚染常時監視測定局のほうが多くなっている。これは、観測機器の設置環境や測定方法の違いが要因と考えられる。

詳細に見ていくと、東京都大田区と川崎市及び千葉県君津市付近については、大気汚染常時監視測定局の測定結果のほうが高温であることを示している。これは、沿岸部の工業地帯の排熱による影響を受けていることが想定される。

以上のことから、大気汚染常時監視測定局の気温データは気温の絶対値を分析するには課題が残されるものの、分布形状はアメダスとほぼ相似形をなしている。またアメダスに比べ、高密度で観測が行われていることから、より細かい地域特性を把握できるものと考えられる。そこで、以降の気温分布の地域特性を分析する基礎データとしては、大気汚染常時監視測定局の測定データを用いることとした。

ただし、使用にあたっては以下の以降に注意を払う必要がある。

大気汚染常時監視測定局の気温データを解析に用いる際の留意事項

〔観測地点の周辺環境〕
- ・等温線図等を作成する場合、評価対象範囲に十分な測定局数が存在しているかの確認

〔観測地点の周辺環境〕
- ・観測地点が周辺地域の気温を代表しているといえるかの確認
- ・評価対象とする観測地点について、空調排熱等の熱源や緑地や水面などの冷熱源が存在するなど局地的な環境の差の有無の確認。

〔観測方法・観測機器〕
- ・気温の観測方法が同一か否かの確認
  （百葉箱内での観測は強制通風筒による観測に比べて日射の影響により高温になりやすい）
- ・異常値が観測されていないのなど、観測機器の測定精度の確認

４．２　八都県市スケールの風向・風速データの整理

風向・風速は気温と同様に観測地点周辺の建物等の影響を受けることがある。また、観測局によって観測高さがまちまちであることから、広域的に一律に風向・風速を評価することが非常に難しく、常時監視測定局のデータを使用することは困難である。そこで、シミュレーション結果による風向・風速分布により八都県市の夏季の風況を把握した。

使用するデータは、風力発電施設設置の検討に用いられる(財)日本気象協会で開発された LAWEPS（Local Area Wind Energy Prediction System；局所風況予測システム）による 2000 年度(注)の１km メッシュ風向・風速データとする。LAWEPS による夏季の風向風速の状況を図４－３に示す。

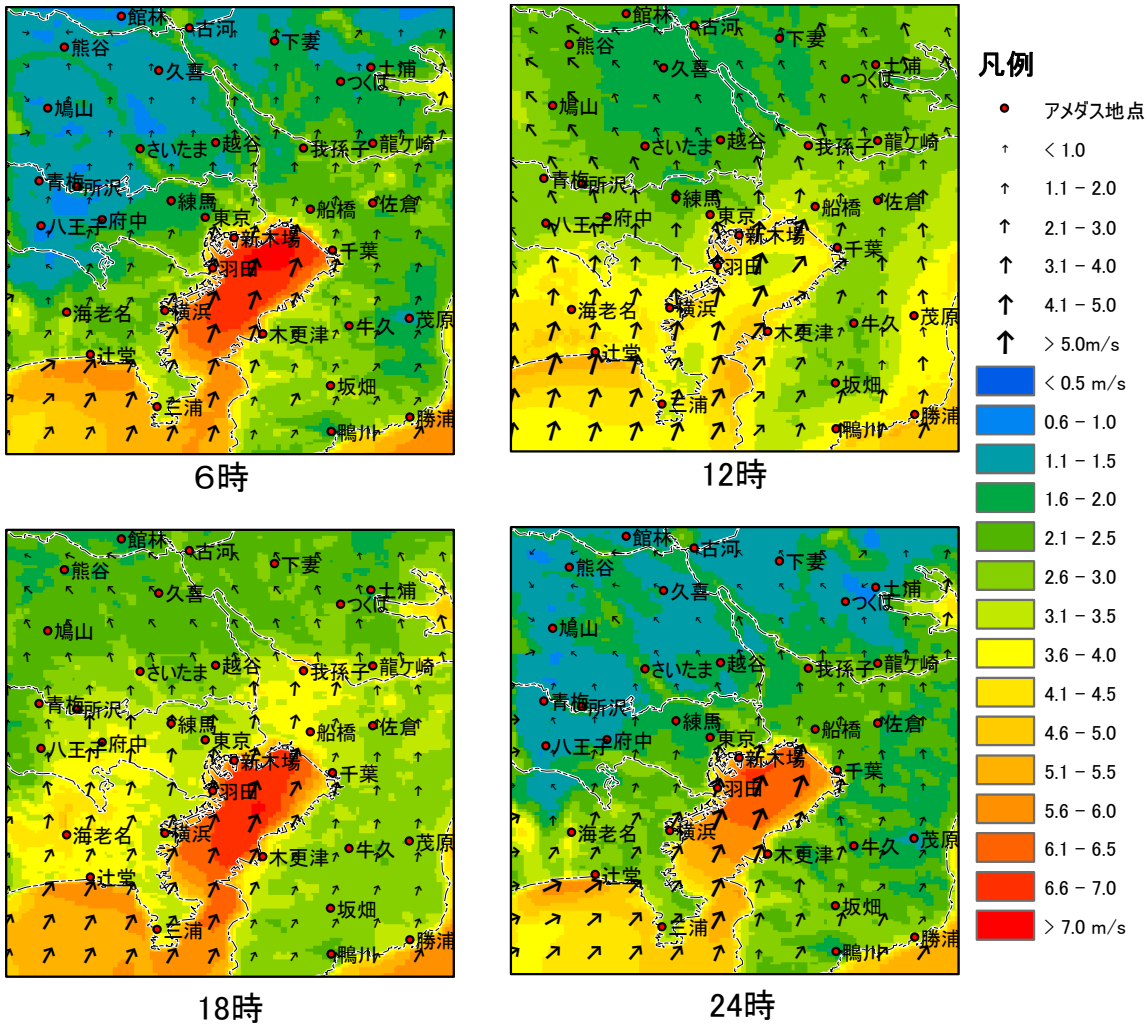


図４－３　LAWEPS による夏季の風向風速の分布状況（2000 年 7 月～8 月の平均値）

（注）気象官署データの統計により、2000 年は全国的にみて特異な風況の年でないことが確認されている。

表２－１に示す三上の風の類型化に従い、図４－３及び図４－４をもとに、八都県市の風の資源を整理すると以下のとおりとなる。

１）海風の状況

海風は南西方向から吹き込み、その風速は午後から夕方にかけて大きくなる。風速の強い東京湾、相模湾沿岸部及び房総半島南部、東部の気温上昇を抑制する効果がある。ただし、建物の高密化が進んだ都心部では風の流入が阻害され、市街地内部では冷涼な海風の効果を享受できていないと考えられる。

２）陸風の状況

図４－５に示すように、さいたまでは深夜から早朝にかけて北系の風の頻度が高い。これは海陸風循環として内陸部でも北風が吹いていることを示す。風速は２m/s 程度で風の資源としては脆弱なものであるが、風向別の気温を見ると北系の風の時には南風に比べて気温が３℃程度低くなっている。

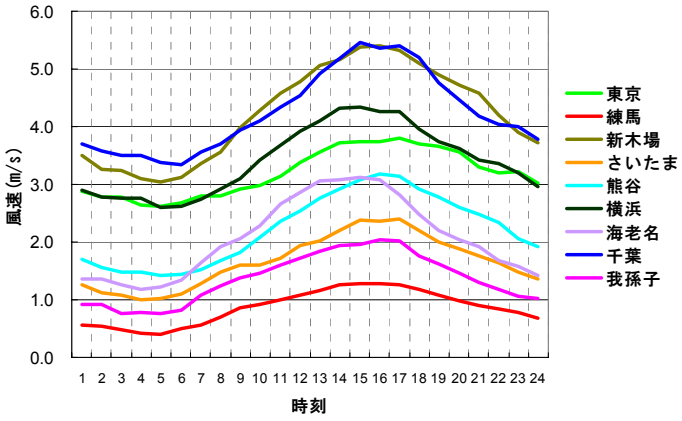


図４－４　夏季（7～8 月）の風速時系列変化

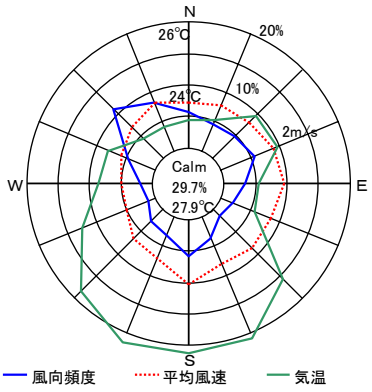


図４－５　アメダスさいたまの夜間（１～６時）の風向別頻度・風速・気温

３）公園風の状況

新宿御苑内に設置されている大気汚染常時監視測定局の国設新宿局及び樹林地に設置されている多摩市愛宕測定局や調布市深大寺測定局では周辺に比べて気温が低く観測されている。（資料編参照）

このことから、都市内及び近郊に位置する大規模緑地で冷気が生成され、クールスポットとなっていることがうかがえる。また、緑地の気温低下のシミュレーションを参考事例として、環境省で行われた解析結果を次ページ以降に示す。

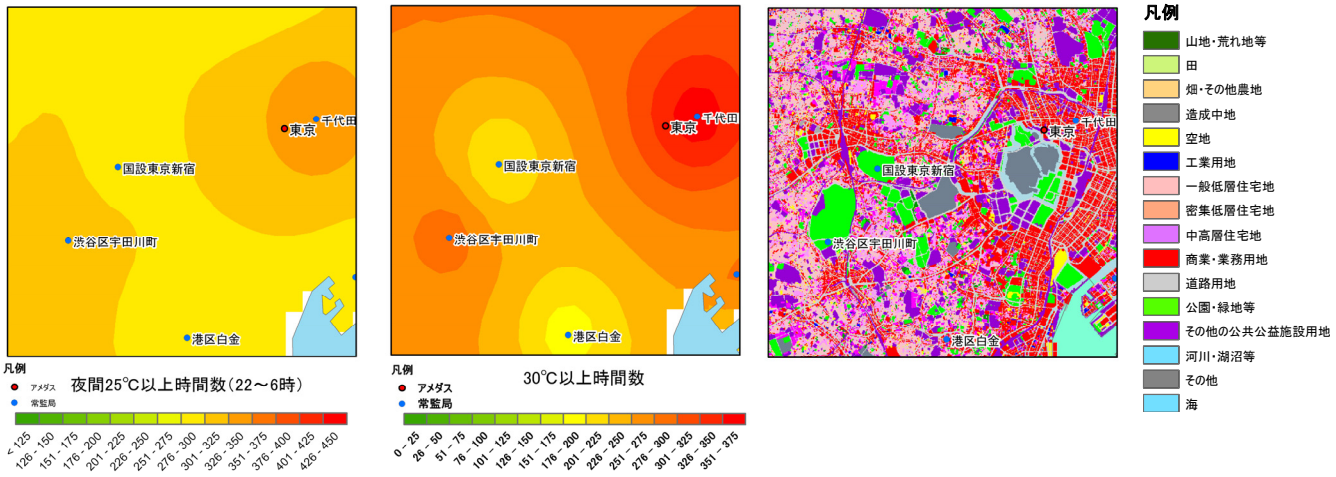


図４－６　国設東京新宿局（新宿御苑）周辺の気温データの状況及び土地利用状況

〔参考資料：都市内及び都市近郊緑地による気温低下効果の分析の例〕

出典：平成 18 年度ヒートアイランド現象の実態把握及び対策評価手法に冠する調査報告書　平成 19 年 3 月　環境省

市街地周辺において緑被率 0.4 以上のメッシュが分布しているエリアを対象に緑地による気温低下効果の分析を行った。分析対象エリアは、図 1 に示す都心、横浜市緑区、多摩丘陵、狭山丘陵の 4 つのエリアとした。

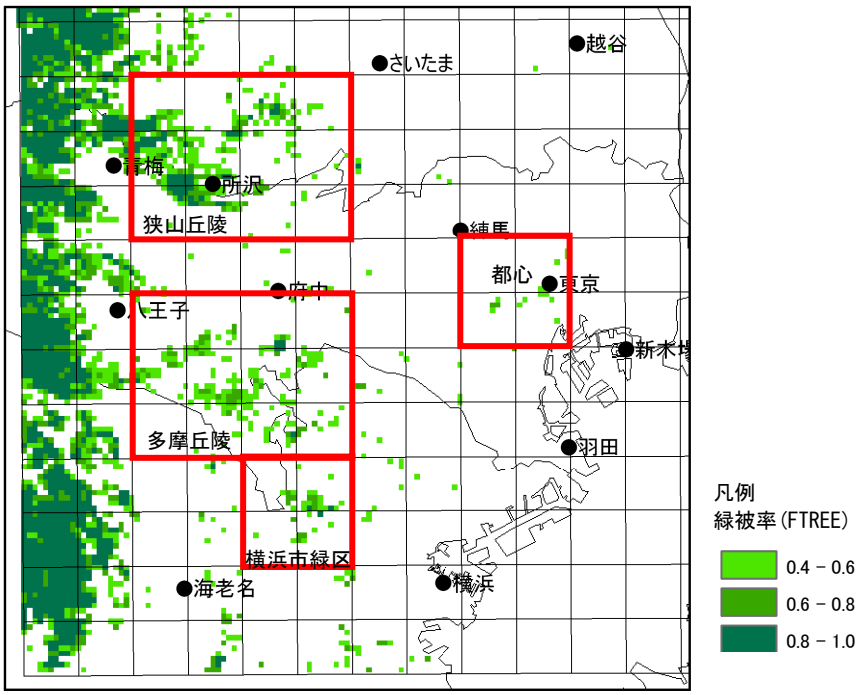


図 1　都心内及び都市近郊緑地の分布状況と分析対象エリア

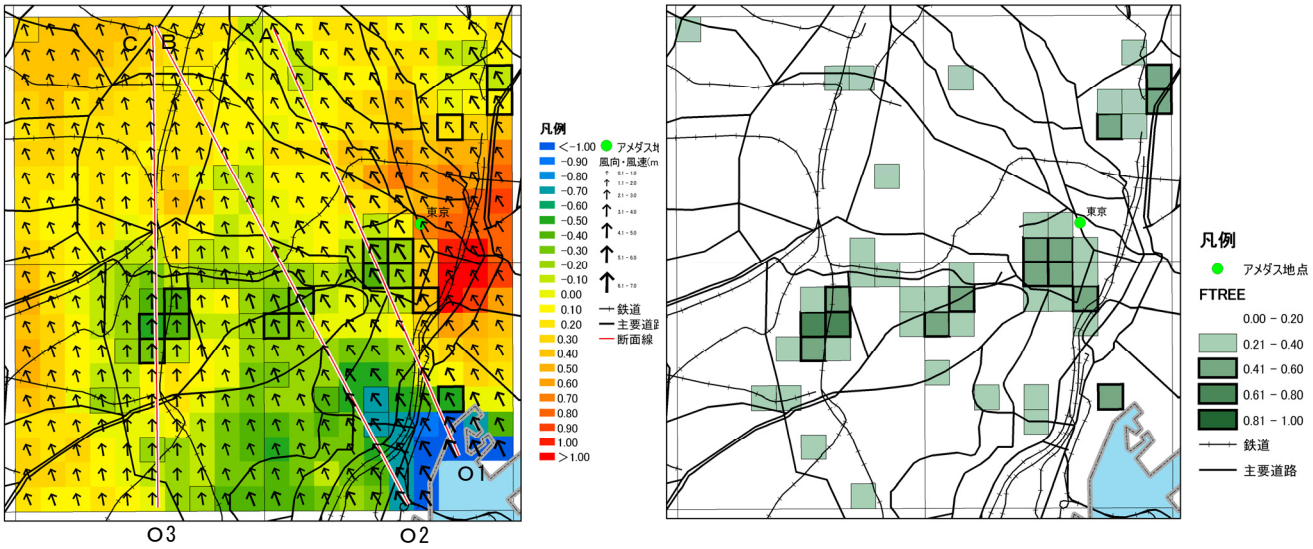


図２（１）　都心緑地周辺の気温偏差・風向・風速分布（左図）　緑地メッシュ分布（右図）

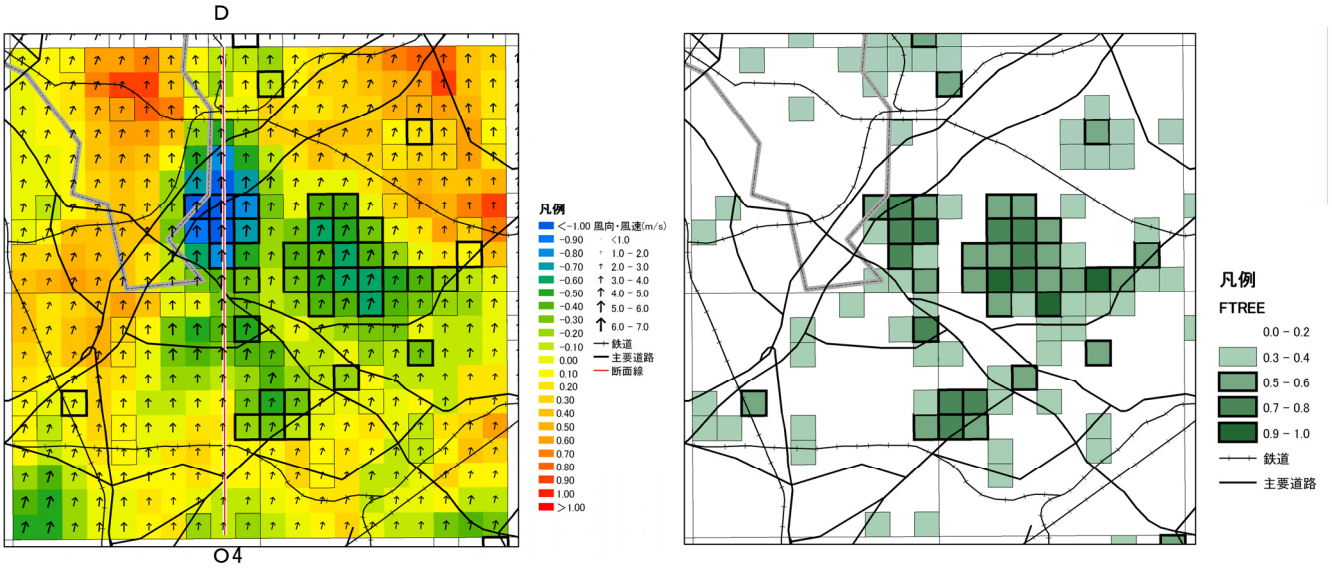


図 2(2)　横浜市緑区緑地周辺の気温偏差・風向・風速分布（左図）　緑地メッシュ分布（右図）

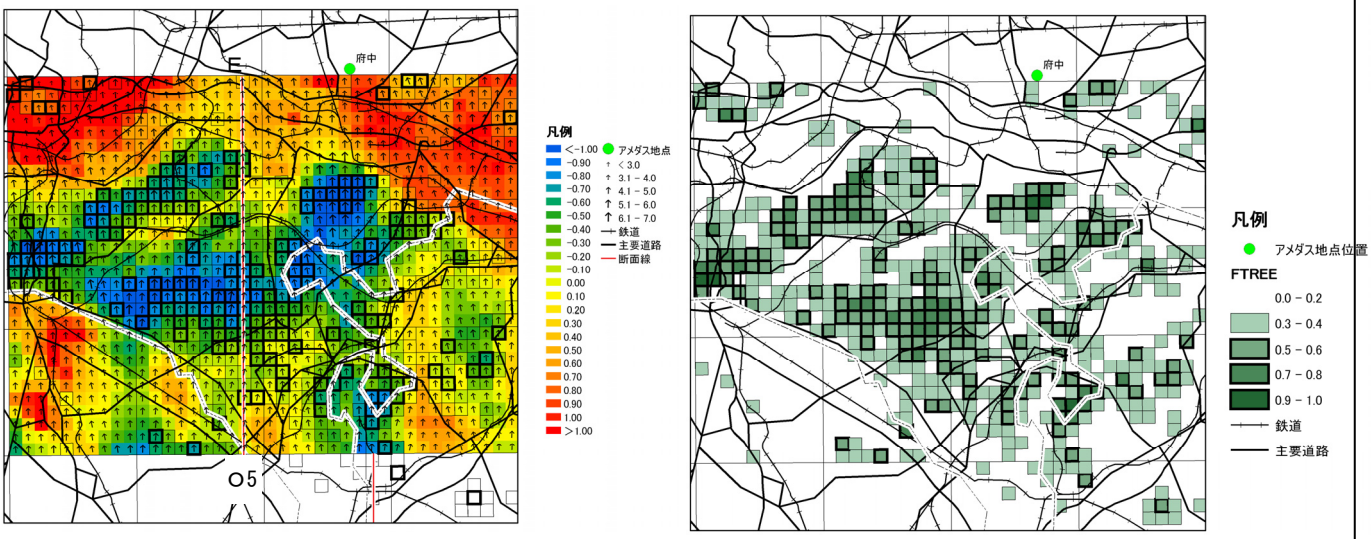


図 2(3)　多摩丘陵緑地周辺の気温偏差・風向・風速分布（左図）　緑地メッシュ分布（右図）

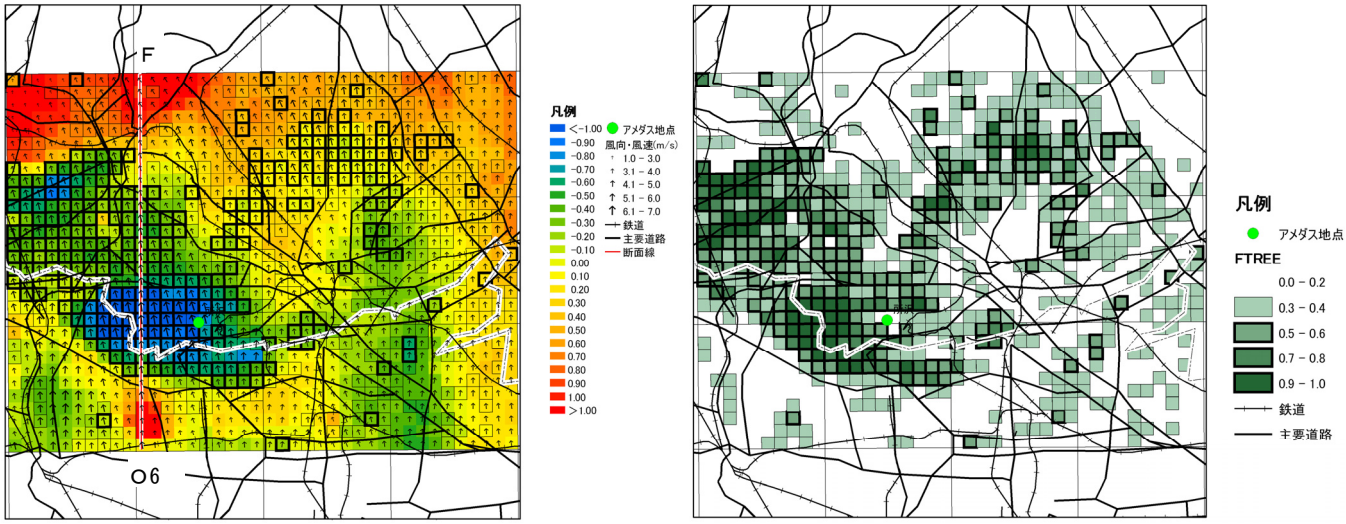


図 2(4)　狭山丘陵区緑地周辺の気温偏差・風向・風速分布（左図）　緑地メッシュ分布（右図）

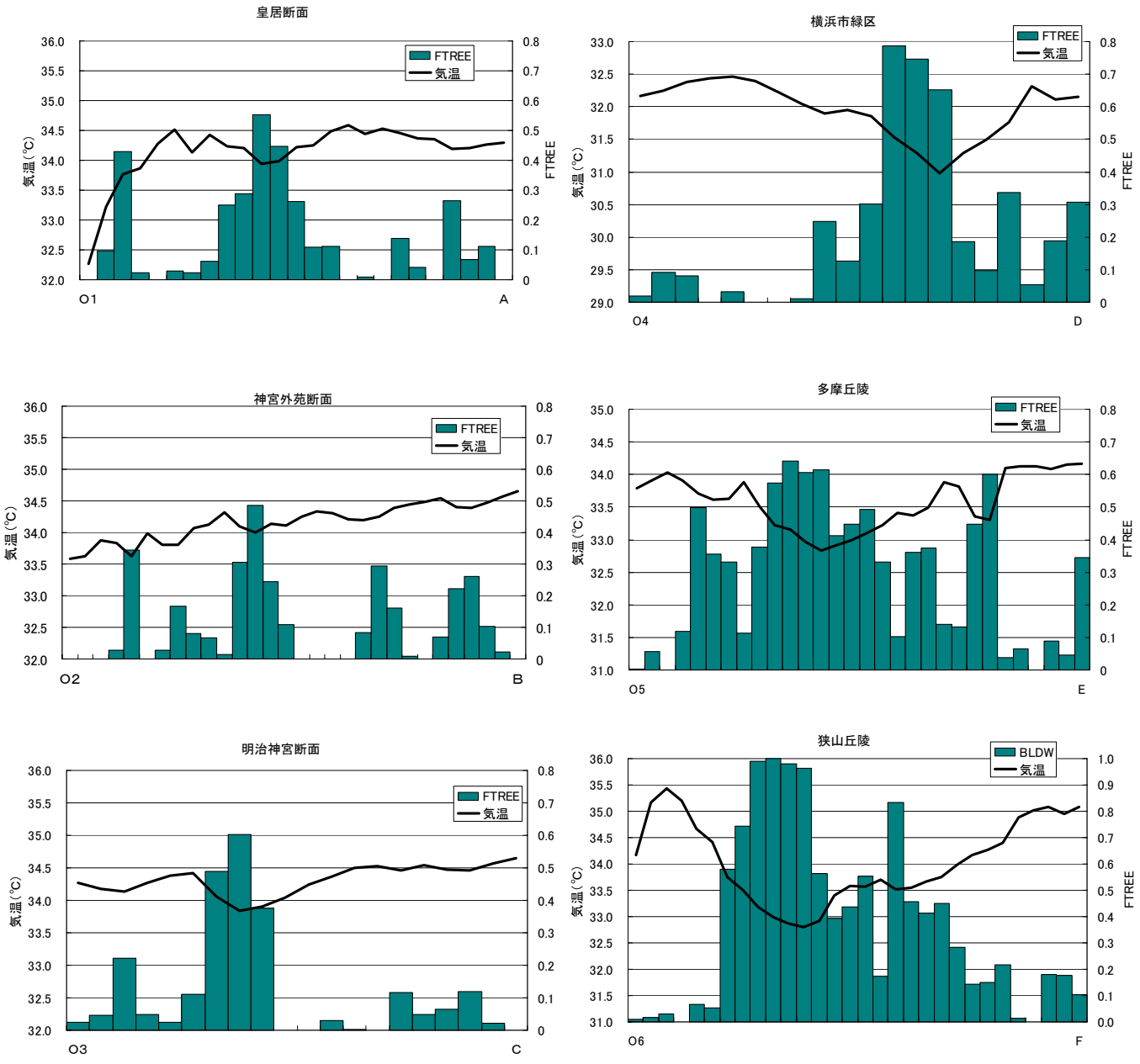


図３　緑地周辺の気温断面図

４．３　風の条件の違いによる気温分布の違い

東京（大手町）における過去５年間の８月における１mm 以上の降雨が確認されずかつ真夏日（日最高気温が 30℃以上の日）の平均風速の出現頻度を図４－７に示す。平均風速は約 3.2m/s であった。これをもとに、弱風日を 2.2m/s 以下（出現頻度約 15%）、強風日を 5.0m/s 以上（出現頻度約 10%）の日として気温分布を整理した。

また、東京における風速の時系列変化を図４－８に示す。全般的に午後から風速が強くなり 18 時頃にピークを迎え、早朝に最も風が弱くなる傾向にある。強風時、弱風時の時系列変化もほぼ同様の形状を示している。

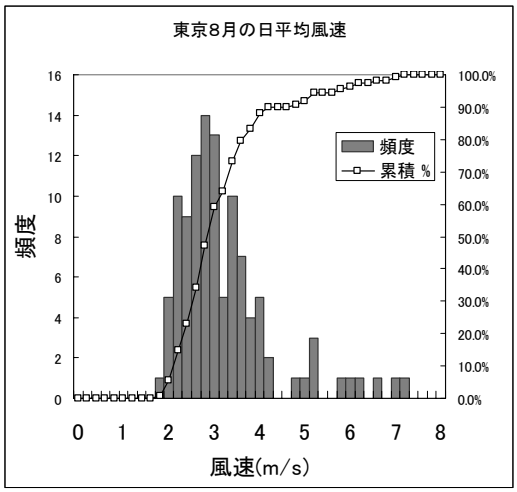


図４－７　東京における日平均風速の出現頻度

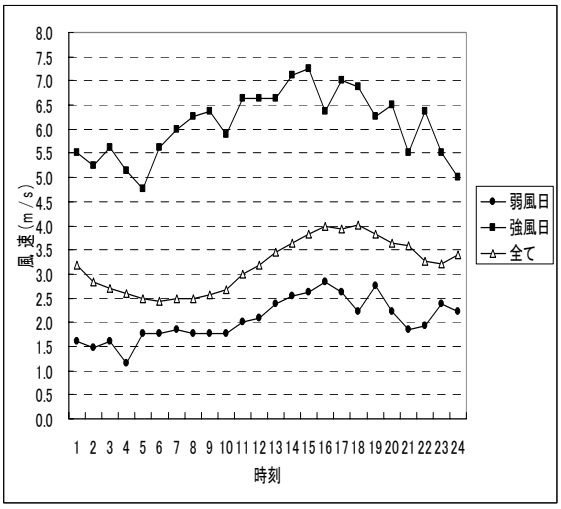
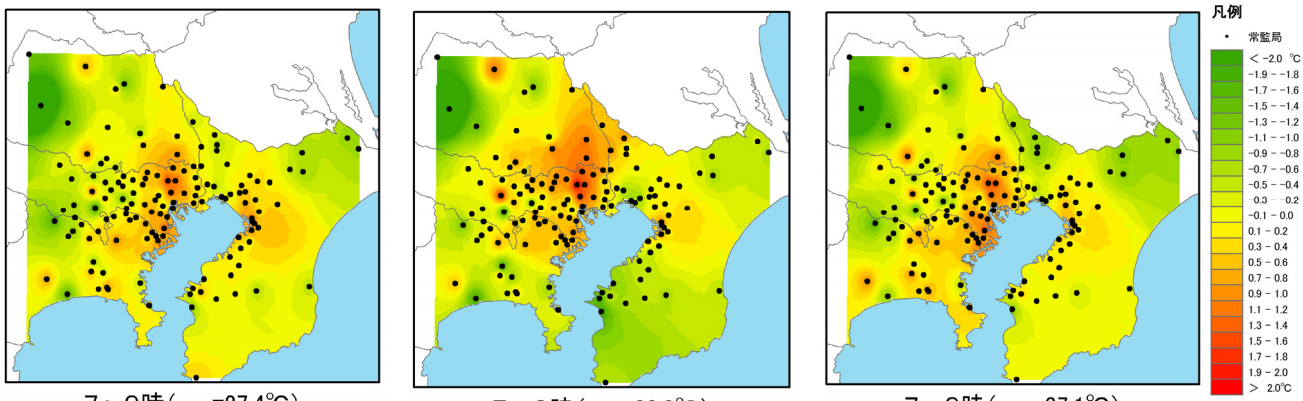


図４－８　東京における風速の時系列変化

図４－９～11 に全真夏日（150 日）、強風日（13 日）、弱風日（23 日）のそれぞれの時間帯別気温偏差分布図を示し、風速の違いによる気温分布傾向の地域性を整理した。

１）海風の進入状況

強風時は相模湾沿岸、房総半島南部及び東京湾最奥部の千葉県東部において７～９時の時間帯から周辺に比べて気温が低くなっており、海風による気温上昇抑制が早い時間から始まっている状況が見られる。また、海風が最も強くなる 16～18 時の気温低下範囲は、千葉県東部においては茨城県境付近まで伸び、全真夏日、弱風日に比べ範囲が広がっている。このことから千葉県東部は東京湾の海風により高温化が抑制されている地域と考えられる。

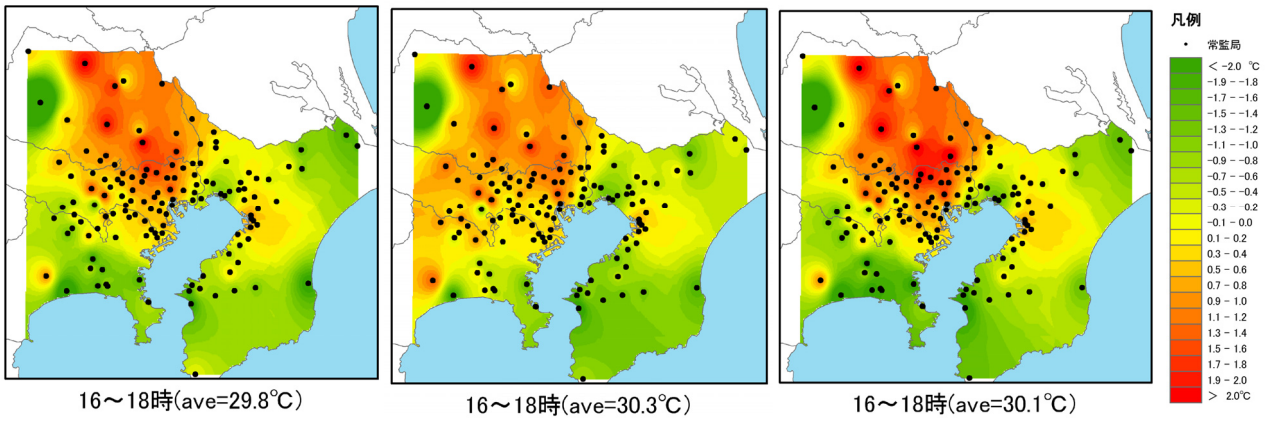


７～９時（ave=27.4℃）
全真夏日（n=150）

７～９時（ave=28.8℃）
全真夏日のうち強風日（n=13）

７～９時（ave=27.1℃）
全真夏日のうち弱風日（n=23）

図４－９（1）　風による気温分布の違い（7～9 時）



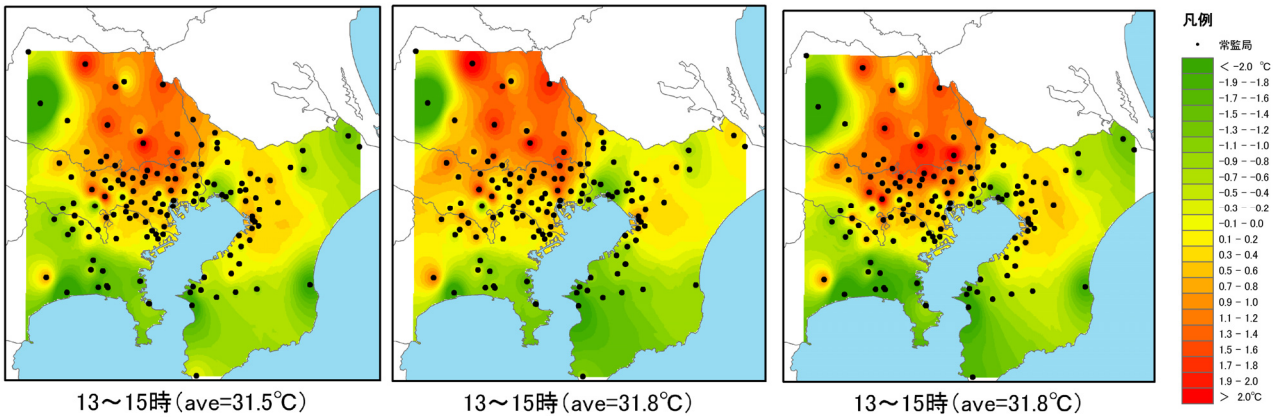
16～18時(ave=29.8℃)　16～18時(ave=30.3℃)　16～18時(ave=30.1℃)

全真夏日(n=150)　全真夏日のうち強風日(n=13)　全真夏日のうち弱風日(n=23)

図４－９(2)　風による気温分布の違い（16～18 時）

２）日中の気温分布状況（最高気温出現時　13～15 時）

日中の高温域の分布を見ると、弱風日は埼玉県と東京都との都県付近が最も高温化しているのに対し、強風日は埼玉県のより内陸部で高温化している傾向になっている。



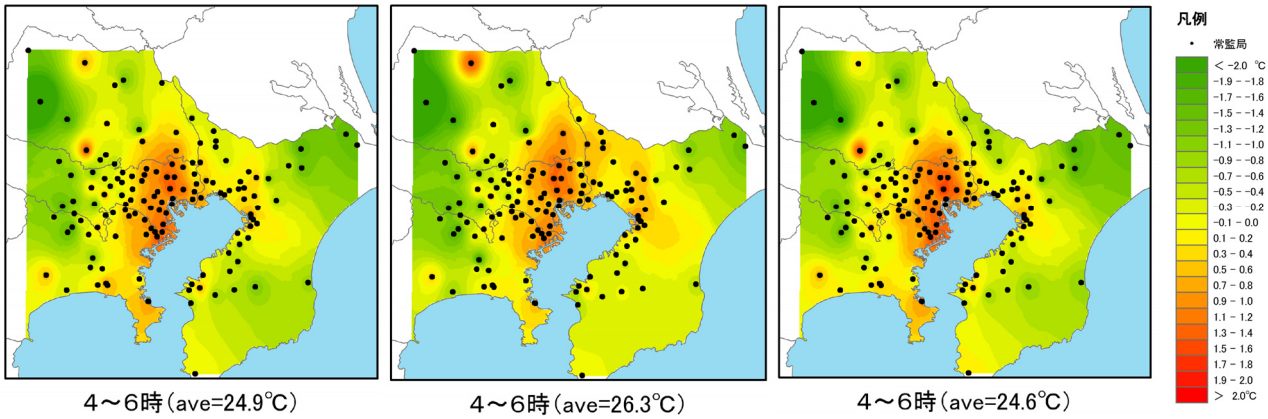
13～15時(ave=31.5℃)　13～15時(ave=31.8℃)　13～15時(ave=31.8℃)

全真夏日(n=150)　全真夏日のうち強風日(n=13)　全真夏日のうち弱風日(n=23)

図４－10　風による気温分布の違い（13～15 時）

３）夜間から早朝の気温分布状況（最低気温出現時　４～６時）

夜間から早朝の気温偏差分布をみると、強風日は高温域が都心から北側に広がっているのに対し、弱風日は都心を中心に高温化している状況が顕著であり、典型的な都心のヒートアイランド現象が示されている。ただし、平均気温については、全真夏日、弱風日に比べ、強風日の方が南風の影響で 1.5℃程度高くなっている。



4～6時(ave=24.9℃)　4～6時(ave=26.3℃)　4～6時(ave=24.6℃)

全真夏日(n=150)　全真夏日のうち強風日(n=13)　全真夏日のうち弱風日(n=23)

図４－11　風による気温分布の違い（4～6 時）

５．ヒートアイランド現象の原因及び影響の分布

５．１　八都県市の市街化状況

八都県市の土地利用の状況を図５－１に示す。

ヒートアイランド現象の原因分布については、図中の建物用地等の市街化された地域を中心に既往の資料等から整理をおこなった。

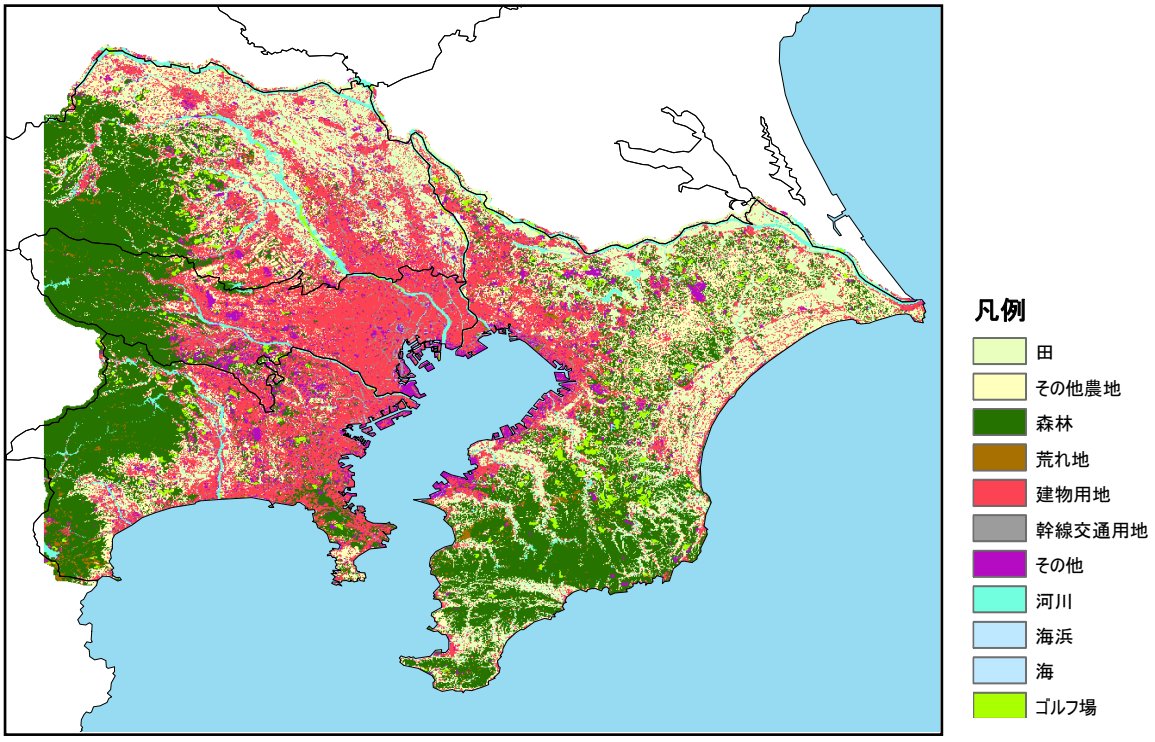


図５－１　八都県市の土地利用状況（平成９年）

出典：国土数値情報　土地利用メッシュ　国土交通省国土計画局

５．２　ヒートアイランド現象の原因分布（人工排熱分布）

図５－２にヒートアイランド現象の原因の一つである人工排熱（顕熱）の分布を示す。分布形状及び強度は時間帯毎に異なり、深夜の 0～6 時には幹線道路の自動車排熱及び臨海工業地帯からの排熱が顕著である。昼間になると業務ビルの活動が始まることにより都心での人工排熱が大きくなる。19～24 時になると都心の人工排熱は小さくなる。また、郊外の住宅地からの空調排熱があるため、幹線道路からの排熱が特に目立つことはない点が深夜と異なる。

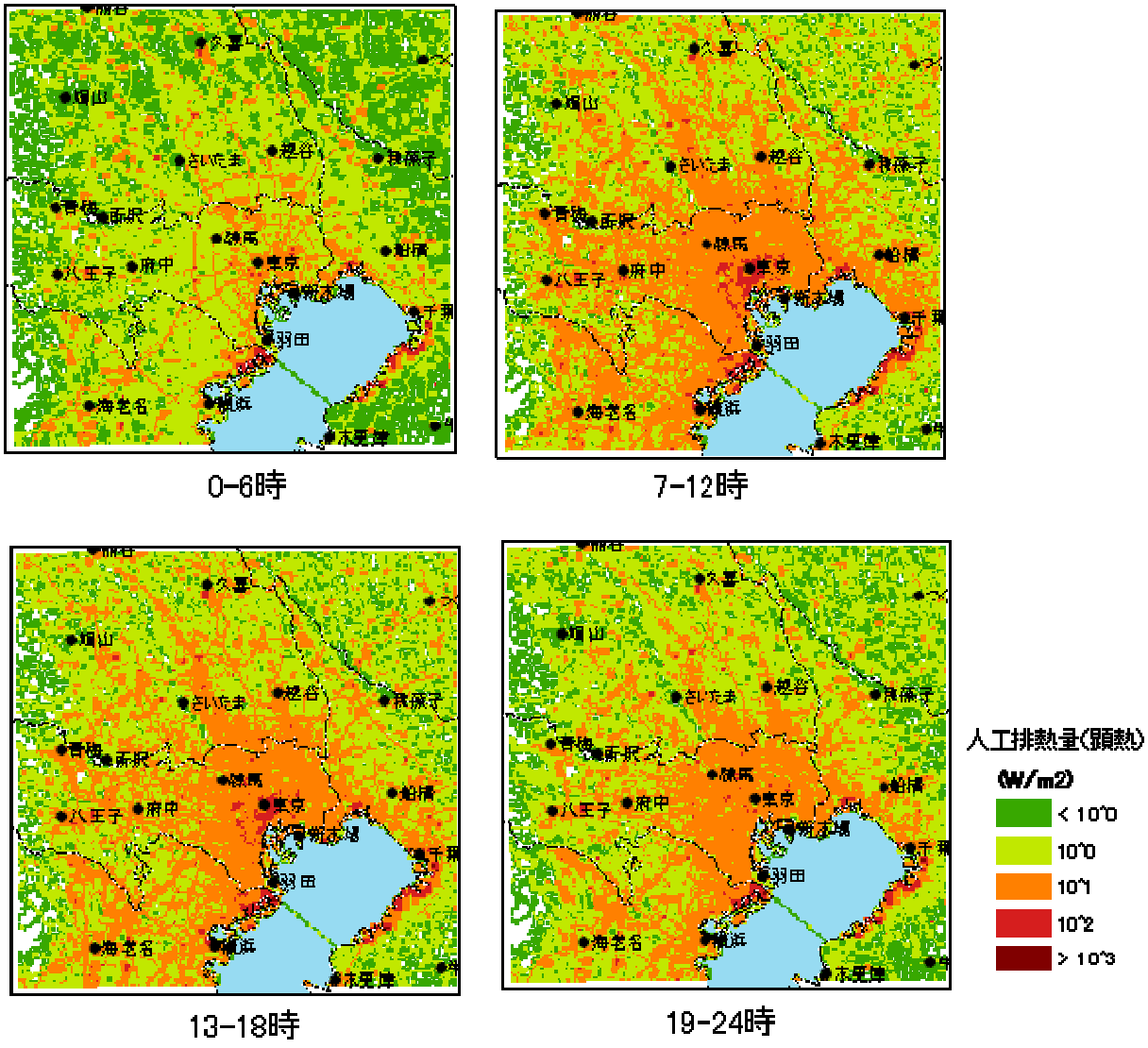


図５－２　人工排熱（顕熱）分布図

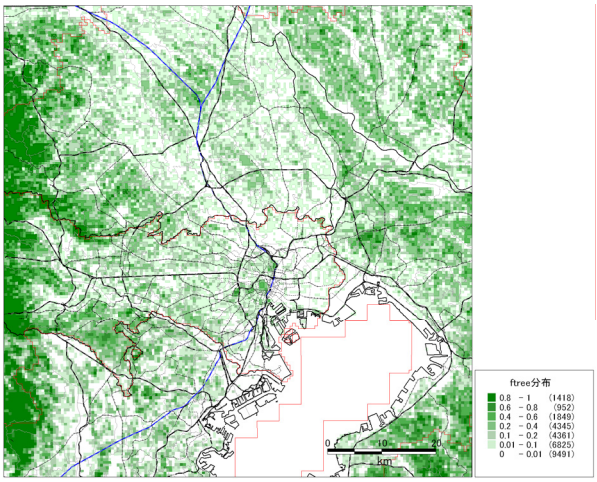
出典：平成 18 年度ヒートアイランド現象の実態把握及び対策評価手法に関する調査（環境省）

５．３　ヒートアイランド現象の原因の分布（地表面被覆・都市形態の地域特性）

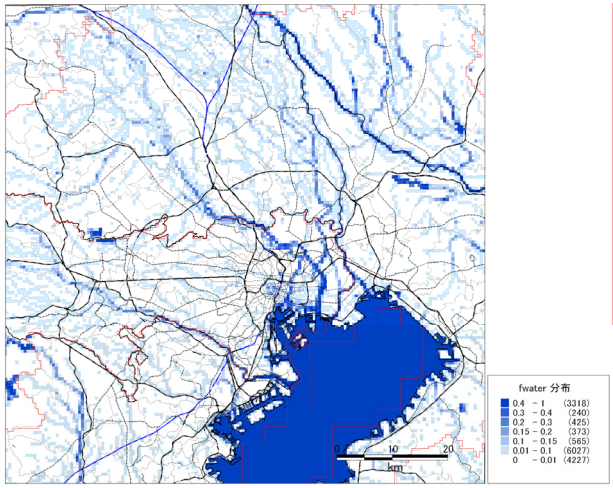
図５－３に地表面被覆の代表的な指標として緑被率、水面率、都市形態の代表的な指標として建ぺい率、建物高さの分布状況の分布を示す。

緑被率は基本的に都心が低く、郊外に行くほど高くなる。都心では皇居や明治神宮などまとまった緑地が残されているが、その他は多摩丘陵、狭山丘陵及びその他の山地などに緑が残される状況となっている。水面は荒川、利根川、多摩川などの大規模河川の他に内陸部では細かい水路等が分布している。

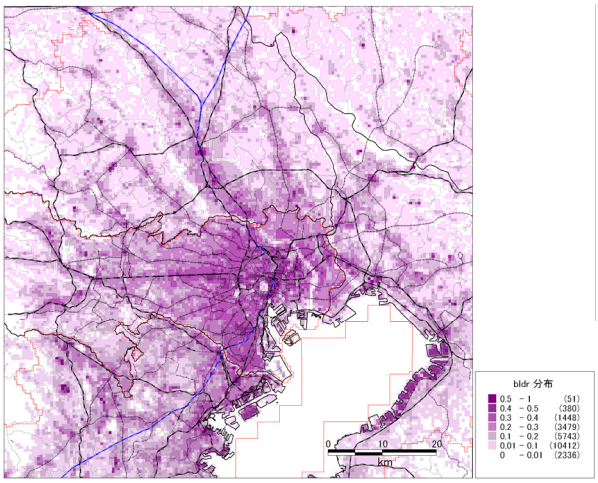
建ぺい率及び建物高さは鉄道沿線に沿って都心から放射状に伸びる形状をしている。中高層建物は主に東京 23 区に分布しているが、多摩ニュータウンなど郊外の新興住宅地で中高層建物の分布がみられる。



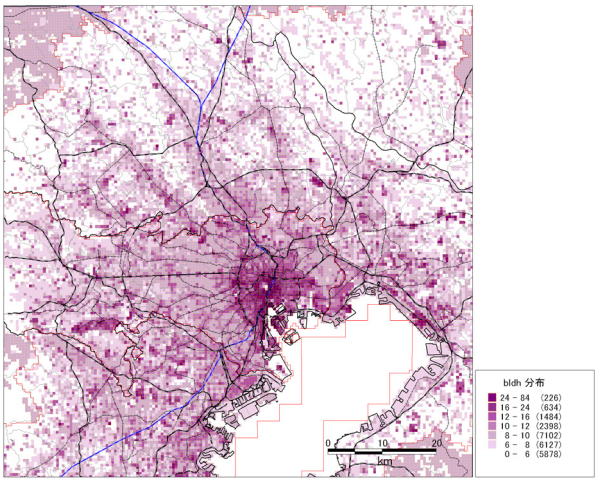
緑被率分布



水面率分布



建ぺい率分布



建物高さ分布

図５－３　地表面被覆・都市形態分布の例

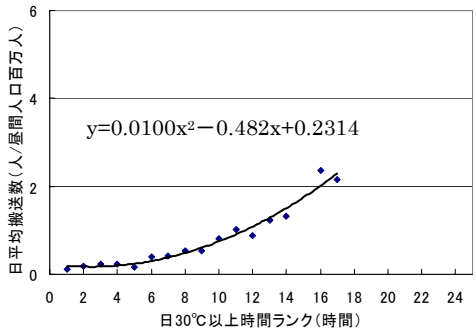
出典：平成 18 年度ヒートアイランド現象の実態把握及び対策評価手法に関する調査（環境省）

５．４　ヒートアイランド現象の影響の分布

１）熱中症影響の分析

熱中症増加曲線を考慮した熱中症ハザードマップと昼間人口の重ね合わせによる熱中症発生リスク分布を示した。

ただし、昼間人口には室内にいる人口も含まれているため、屋外の人口や空調を使っていない屋内人口を推定することが必要と考えら得られる。



熱中症増加気温曲線
（東京都内 30℃以上気温時間数）

出典）平成 16 年度ヒートアイランド現象による環境影響に関する調査検討業務報告書（環境省）

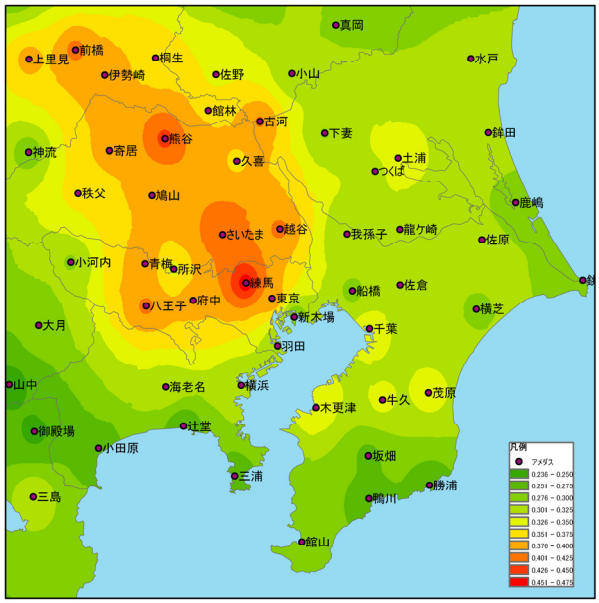


図５-4 熱中症増加気温曲線を考慮した熱中症発生ハザードマップ

$r=\Sigma f(x_n)/n$

r：夏季平均熱中症発生数（人/日・昼間人口百万人）

$f(x_n)$：熱中症増加気温曲線 $y_n=0.0100x_n^2-0.482x_n+0.2314$

x_n: 1 日の 30℃以上時間数

y_n: 1 日平均搬送数（人/昼間人口百万人）

n：7～8 月の日数（62 日）

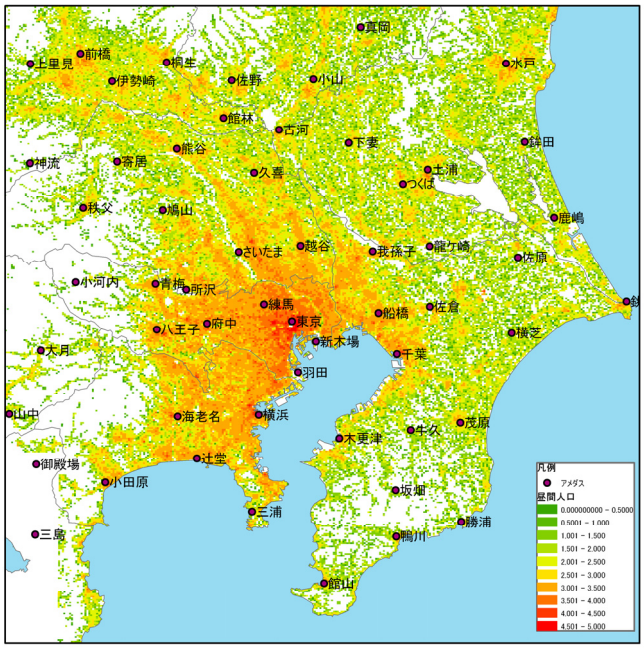


図５－５　４次メッシュ昼間人口分布 log（pop）

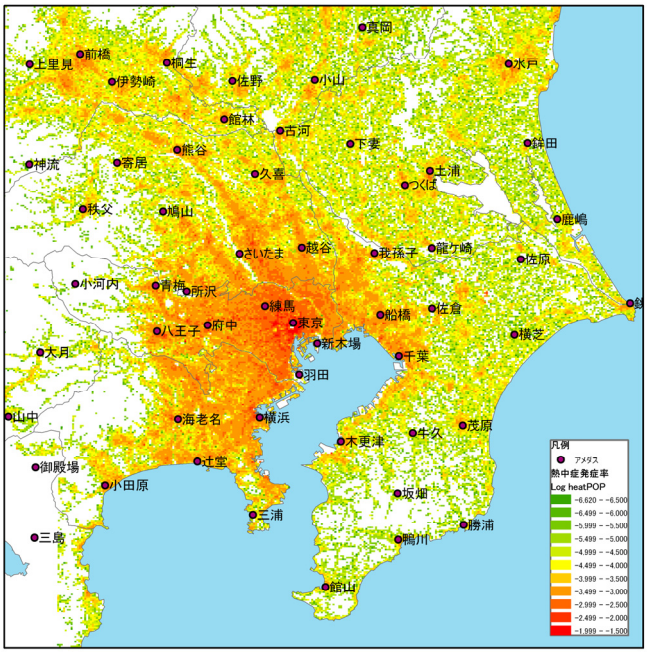


図５－６　熱中症発生確率分布（人／日）

２）睡眠阻害の影響分布

熱帯夜日数と夜間人口分布人口の重ね合わせにより睡眠阻害影響分布ができる。

ただし、熱帯夜日数と睡眠阻害との関係は不明瞭であるので、睡眠阻害の気温指標については今後検討を進める必要がある。

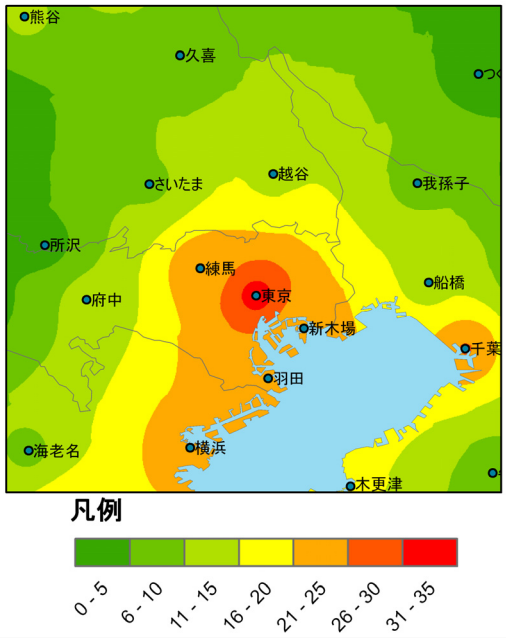


図 5-7　年間熱帯夜日数（1997～2006 平均値）

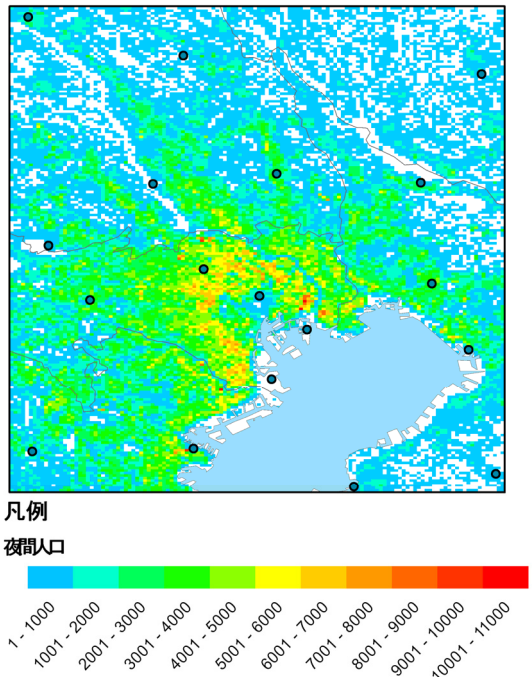


図 5-8　夜間人口分布（H12 国勢調査）

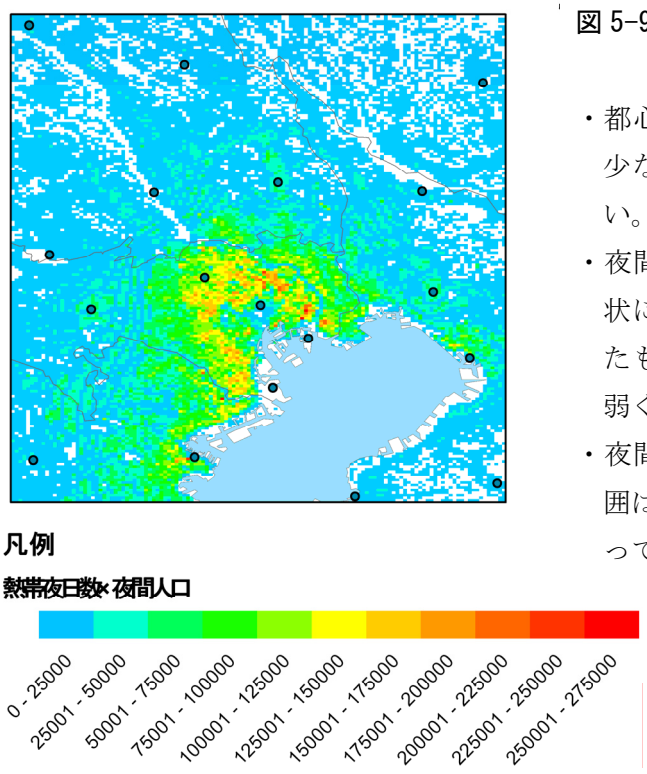


図 5-9　睡眠阻害影響の分布イメージ

・都心が最も高温化するが、夜間人口が少ないため、影響を受ける人口は少ない。

・夜間人口分布は鉄道沿線に沿って放射状に伸びているが、熱帯夜日数を乗じたものは放射状に伸びた部分の強度が弱くなる。

・夜間の高温化による影響人口が多い範囲は熱帯夜日数 16～25 日のエリアとなっている。

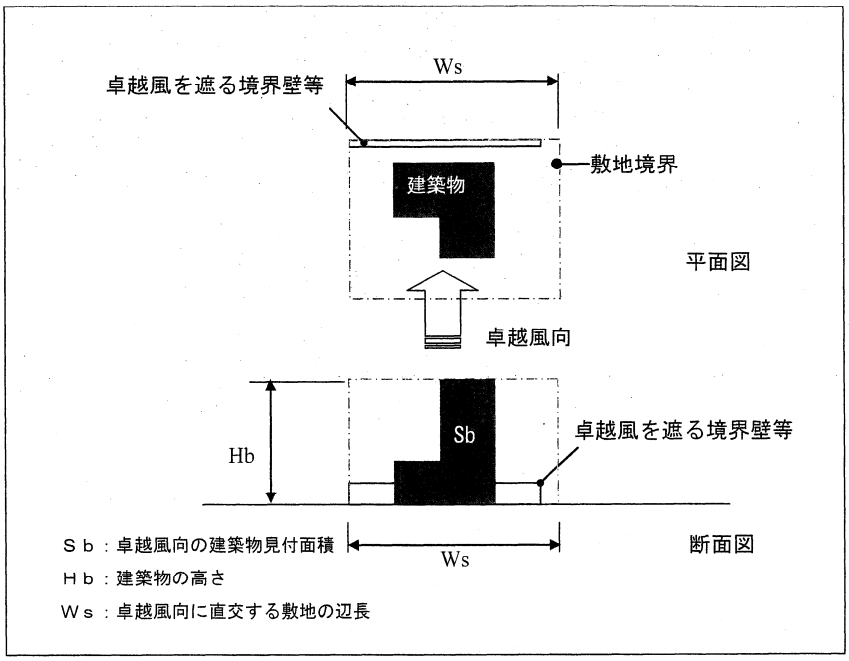
６．風の道を活用したヒートアイランド対策

６．１都市計画スケールでの風の活用

１）海風の活用

（１）活用の考え方

沿岸部においては、陸域に進入する海風を建物等により阻害しないよう配慮することが重要である。そのためには主風向に対して、見付け面積をできるだけ少なくするなどの工夫が考えられる。建築物の環境性能を総合的に評価するシステムのうち、特にヒートアイランドに重点を置いた「CASBEE-HI 評価マニュアル 2006」（財団法人建築環境・省エネルギー機構）によると、卓越風向に対する見付け面積の比が小さいほど評価が高いとされている。



レベル	内　容
レベル1	卓越風向に対する建築物の見付面積比が 90%以上
レベル2	卓越風向に対する建築物の見付面積比が 70%以上 90%未満
レベル3	卓越風向に対する建築物の見付面積比が 50%以上 70%未満
レベル4	卓越風向に対する建築物の見付面積比が 30%以上 50%未満
レベル5	卓越風向に対する建築物の見付面積比が 30%未満

□解　説

・夏期の卓越風を遮らないという観点から評価する。
・夏期の卓越風向に対する見付面積比により評価する。本来、隣接建築物の影響を考慮する必要があるが、ここでは、隣接地は空地と考えて評価する。
・卓越風向に対する建築物の見付面積比は、図Ⅱ.1.3のSb／(Ws×Hb)×100(%)で定義する。
・卓越風向が敷地辺に直交しない場合には、できるだけ卓越風向に近い直交風向を卓越風向に置き換えて評価してもよい。
・風を遮る境界壁等を考慮して評価すること。

図６－１　CASBEE-HI における卓越風阻害の評価
出典：「CASBEE-HI 評価マニュアル 2006」（財団法人建築環境・省エネルギー機構）

図６－２に成田らが風洞実験をもとに示した河風を季節別に選択的に導入するための河川沿いの建物配置のイメージ図をしめす。これは、集合住宅のような中層建物が河川の両側に連続して川に対して 45° の「逆ハの字型」で建っている場合、夏季日中南よりの冷たい海風は積極的に市街地に導き、冬季の北よりの季節風の侵入は極力抑えるという建物配置を示したものである。このように沿岸建物の配置形状を工夫することで、川をさかのぼる海風を市街地内により多く導入できる可能性がある。

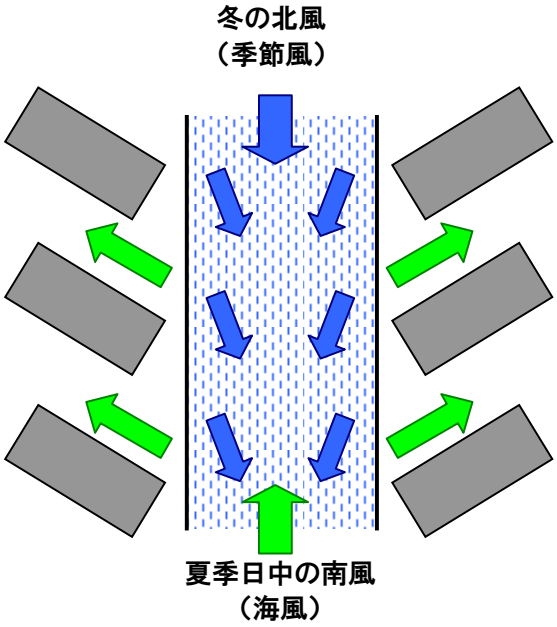


図６－２　河川沿いの建物配置の工夫による河風の選択的導入のイメージ
出典　成田健一、清田誠良：都市環境のクリマアトラス，日本建築学会編著, pp83-91（2000）

（２）活用事例　－目黒川を「風の道」とした大崎駅周辺地域の再開発－

平成 14 年に施行された都市再生特別措置法を契機に「大崎駅周辺地域　都市再生緊急整備地域まちづくり連絡会」が設立され、「都市再生ビジョン」を策定した。その５つの目標のひとつに「次世代に継承する優れた環境づくりに取り組む街」として、環境の目標を定めた。さらに、この環境目標を実現するための「環境配慮ガイドライン」を策定した。

「環境配慮ガイドライン」の中で目黒川を環境資源として活用することとし、目黒川を軸とした風の道や親水空間の整備などを目指している。（図６－３参照）

目黒川は北西から南東方向に流下しており、既存道路は南北方向に走っていたため、目黒川に対して「逆ハの字」型の街区形状になっていた。そのため、新たに建物の向きを変えるということではなく、道路に沿って建物を建てると「逆ハの字」型となる地域である。

本事業については、整備中であり、「風の道」の対策効果はまだ把握できていない段階である。

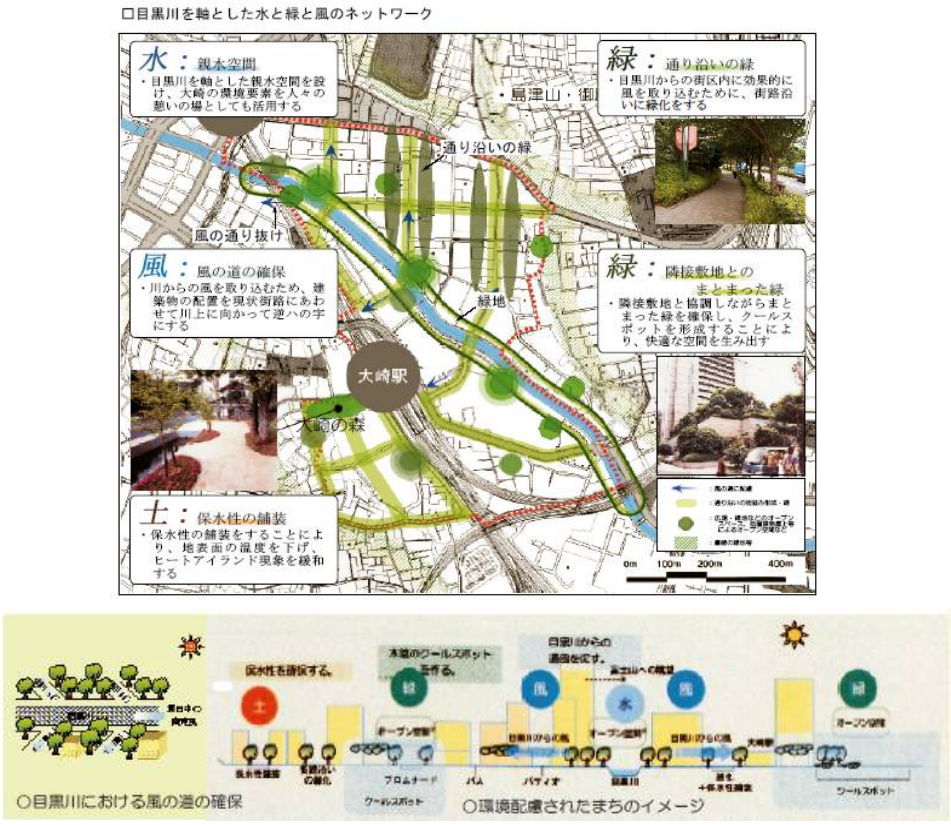
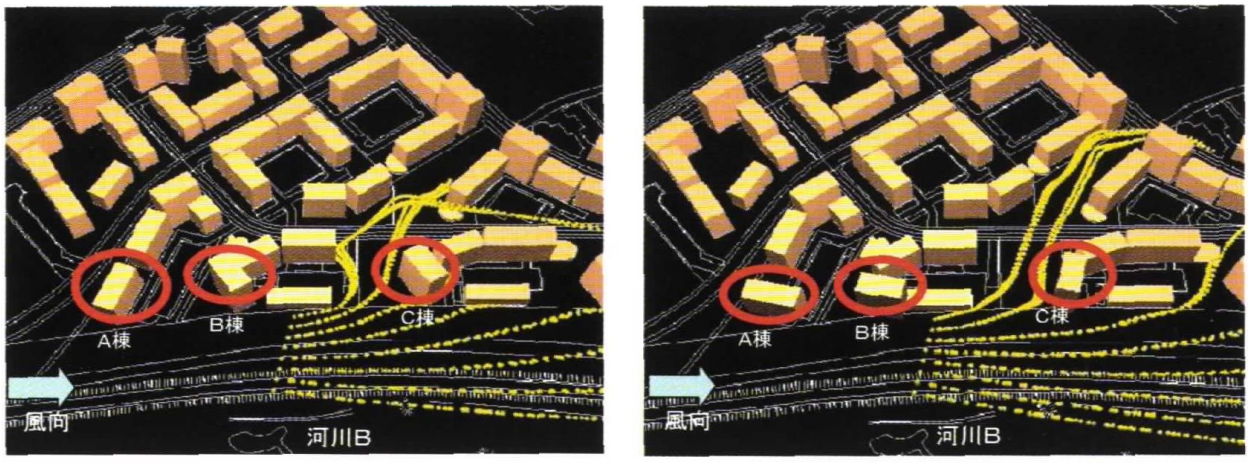


図６－３　大崎地区都市再生ビジョン（風の道関連部分）

（３）河川の「風の道」機能効果の検討事例

図６－４に足永らがコンピュータシミュレーション（CFD 解析）により建物配置の変更による川風の住宅地内への吹き込み方の違いを解析した結果を示す。これによると、図中のＣ棟の配置方向を変更した結果、風が住宅地内を通り抜ける状況が示されている。



(a) 建物配置変更前　　(b) 建物配置変更後

（夏季日中の CFD 解析結果をパーティクル表示、○で囲んだ 3 棟は配置変更の建物を指す）

図６－４　建物配置の変更が住宅地の風の道形成に及ぼす影響

出典　大黒雅之、村上周三他：CFD を利用した屋外温熱空気環境設計手法に関する研究－川風の温熱空気環境改善効果の解析―日本建築学会技術報告集，NO.16(2002)

２）「公園風」の活用

（１）活用の考え方

公園風は海風に比べ、非常に脆弱な冷熱資源である。その活用範囲を拡大させるためには、人工排熱等で暖めることなく遠くまで冷気を移送する工夫が必要となる。そのためには、緑地の保全に加え、緑地の拡大や周辺道路への街路樹の植栽、建物の屋上緑化、敷地緑化、保水性舗装の敷設などの方策が考えられる。

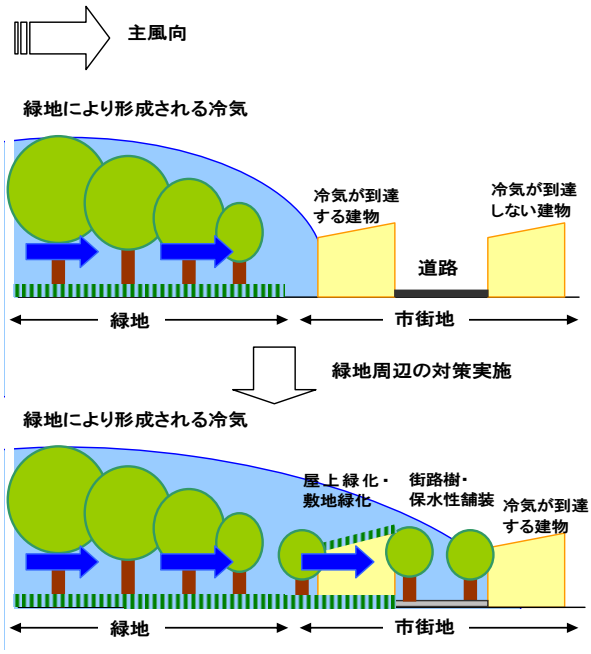


図６－５　緑地の保全・活用方策のイメージ

（２）活用事例　－皇居を冷熱源、行幸通りを風の道とした大丸有地区の再開発－

皇居とＪＲ東京駅に挟まれた地域である大手町、丸の内、有楽町（大丸有地区）において、皇居を公園風の冷熱資源とし大丸有地区のヒートアイランド対策として活用することが計画されている。具体的には、皇居から東京駅へ通じる行幸通りに街路樹を４列植栽するとともに、保水性舗装を敷設することを計画している。また、再開発で建築した建物に壁面緑化、屋上緑化を施したり、ミスト散水装置を設置するなどの対策が行われている。

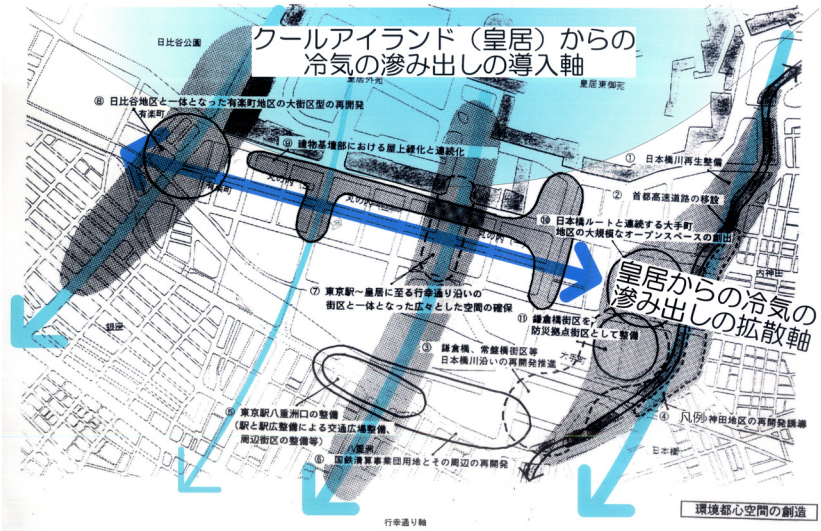
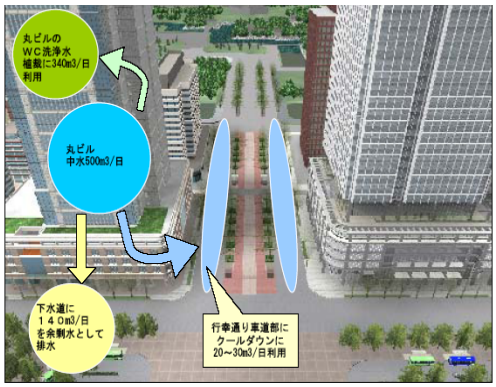


図６－６　大丸有地区風の道活用イメージ



４列植栽

図６－７　行幸通りの対策イメージ

３）水と緑のネットワークの形成

都市の熱で風を暖めず、冷涼なままできるだけ内陸部に運ぶことが重要であることから、河川と緑地等により水と緑のネットワークを形成することが効果的であると考えられる。

（１）活用の考え方－目黒区の「風の道づくり」

東京都目黒区では目黒川や呑川などを風の道として位置付け、既存緑地の保全や屋上緑化、敷地緑化などによって水と緑のネットワーク化によるヒートアイランド対策を環境施策の重点プロジェクトとしている。

＜区内の河川や緑道と「風の道」づくりとの関係＞

図６－８　目黒区の「風の道づくり」のイメージ図

出典　めぐろの環境（環境報告書）平成 19 年度版

（２）活用事例－東京都江戸川区一之江境川親水公園

東京都江戸川区では、水と緑のネットワーク化を目指し 1970 年代より中小河川や水路等の汚染された廃止流路を親水空間として再整備する動きが起こり、現在までに親水公園５路線、親水緑道 18 路線が整備されている。

図６－９に江戸川区一之江境川親水公園周辺で観測された気温分布の状況を示す。断面図を見ると水面付近で最も気温が低く、水面から隣接する植栽部にかけて低温域を形成している。平面図を見ると、公園内で最も気温が低く、風下となる公園西側の樹木付近に低温域が形成されている。風下において、約 70ｍの範囲で最大 0.5℃の効果が確認できる。

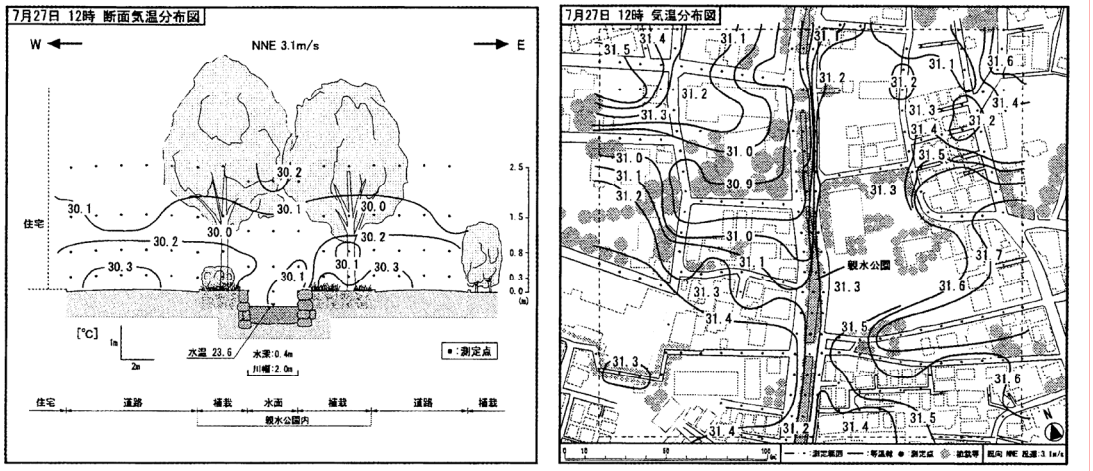


図６－９　一之江境川親水公園周辺の気温観測結果（左：断面図、右：平面図）

出典　松永知仁、畔柳昭雄：都市を冷やすＣＬＰ構想－親水公園の微気象形成効果に関する研究 環境情報科学 35-4, pp110-111（2007）

６．２　街区・建物スケールでの風の活用

１）都市河川の活用

都市内河川の冷気の活用にあたっては、コンクリート護岸となっている都市河川を護岸緑化をするなどして、水面で生成された冷気を保全し、市街地へ導入することが重要である。

図 6-10　都市河川の護岸緑化の例（神田川）

２）建物換気への陸風の活用

内陸部では深夜から早朝にかけての比較的冷涼な陸風（北風）が吹く。また、緑地付近では日中、夜間ともに冷涼な環境が創出される。こうした冷熱を夕涼みや換気等に活用し、冷気を活用することで冷房エネルギー削減による二酸化炭素の排出削減につながる。

６．３　風の活用における留意事項

生活環境である屋外地上付近において、夏季の高温時に冷涼な風が吹くことは体感的な涼しさを得られることができる。また、上層部に海風が進入することで暖まった都市の空気が換気され、都市全体を冷却することが可能となる。このように夏季における風の道は原則的に人の生活環境に正の効果をもたらすものとなる。

ただし、表 6-1 に示すように風速が５ｍを超えると砂埃が立つなど不快な状況となる。特に高層ビル周辺の街路ではビル風による強風害が生じるおそれもあるので、歩行空間に植栽をするなどして、必要以上に強い風を弱める措置が必要である。また、歩行空間への植栽は緑陰の効果ももたらすため、夏季の暑熱緩和には有効である。

関東地方では夏季の主風向が南風であるのに対し、冬季の主風向は北風となる。一般的に冬季の風速のほうが夏季に比べて強い。寒い時期に体に風を受けると体感的な寒さが増し、不快感が増してしまう。こうした状況を避けるため、風の道を形成する場合には、冬季の北風による負の影響を弱めるよう建物や塀などの配置方向を工夫し、風速を低減させるなどの措置が必要となる。

また、建物配置や街路形成による風の道の対策効果をあらかじめ把握するには、図６－４に示すようなＣＦＤ（Computed Fluid Dynamics;数値流体力学）モデルによるシミュレーションを行うことが有効である。シミュレーションを行う際には、夏季の代表風だけでなく、冬季の代表風を条件とすることで、風の道の季節的な効果及び負の影響を可視化することが可能となる。

表６－１　ビューフォート風力階級表（参考）

風力階級	地表物の状態（陸上）	相当風速(m/s)
0	静穏。煙はまっすぐに昇る。	0.0-0.2
1	風向きは煙がなびくのでわかるが、風見には感じない。	0.3-1.5
2	顔に風を感じる。木の葉が動く。風見も動きだす。	1.6-3.3
3	木の葉や細かい小枝がたえず動く。軽く旗が開く。	3.4-5.4
4	砂埃がたち、紙片が舞い上がる。小枝が動く。	5.5-7.9
5	葉のある灌木がゆれはじめる。池や沼の水面に波頭がたつ。	8.0-10.7
6	大枝が動く。電線が鳴る。傘はさしにくい。	10.8-13.8
7	樹木全体がゆれる。風に向かっては歩きにくい。	13.9-17.1
8	小枝が折れる。風に向かっては歩けない。	17.2-20.7
9	人家にわずかの損害がおこる。	20.8-24.4
10	陸地の内部ではめずらしい。樹木が根こそぎになる。人家に大損害がおこる。	24.5-28.4
11	めったに起こらない広い範囲の破壊を伴う。	28.5-32.6
12		>32.7

出典：気象庁ＨＰ

７．今後の展開

７．１　地域の熱環境特性を考慮した配慮事項の整理

これまで八都県市における気温、風等の熱環境の状況、人工排熱や地表面被覆等のヒートアイランド現象の原因分布の状況、また熱中症と睡眠阻害を代表指標としてヒートアイランド現象による環境影響の分布、対策事例について見てきた。ここでは、これらの情報を集約し、**地域の熱環境特性を考慮した配慮事項の整理を行った。**下図に検討のイメージを示す。

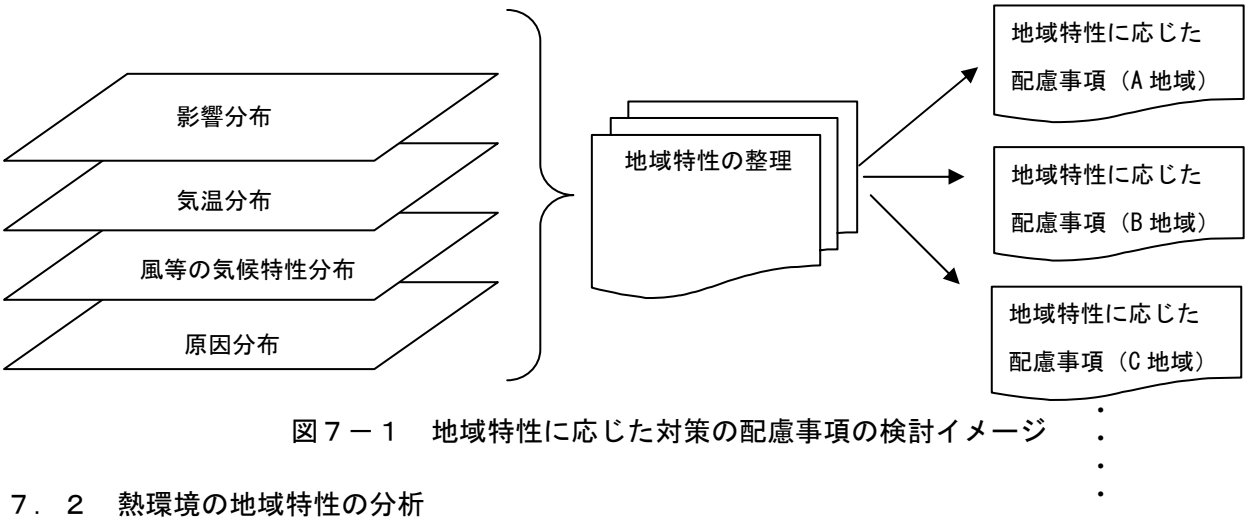


図７－１　地域特性に応じた対策の配慮事項の検討イメージ

７．２　熱環境の地域特性の分析

これまでに整理した種々の情報から、以下のような状況が整理された。

１）風及び気温の分布

・横浜から川崎の臨海工業地帯、東京都湾岸部及びその後背地域は、気温が高温化しやすい状況である。（図 4-1、図 4-9(1)、図 4-11 参照）

・東京湾西部（横浜～東京湾岸部）、東京湾東部（千葉県内房地域）は海に近い立地条件ではあるが、相模湾沿岸及び東京湾最奥部（千葉県東部）に比べて風速が弱くなっている。（図 4-3 参照）

・相模湾沿岸部、千葉県東部は土地利用としてはある程度市街化が進んでいるが、海風が強くまた気温が高温化しにくい地域であることから、海風により上昇が抑制されていると考えられる。（図 4-1、図 4-3、図 4-9(2)、図 4-10、図 5-1 参照）

・東京 23 区の北西部から埼玉県にかけては非常に風が弱く、また最高気温が高温化している地域である。（図 4-1、図 4-3、図 4-5、図 4-10 参照）

２）ヒートアイランド現象の原因分布

・東京都心地域は昼間人口密度が非常に高く、昼間の人工排熱量も非常に多い地域である。（図 5-2、図 5-5 参照）

・東京 23 区から川崎市、横浜市及び千葉市の湾岸部にかけては建ぺい率が高い地域となっている。特に東京都心は建物高さが非常に高くなっている。（図 5-3 参照）

・川崎市及び千葉市から市原市にかけての湾岸部の臨海工業地帯は、日中、夜間ともに非常に人工排熱量が多い地域となっている。（図 5-2 参照）

・建物はさほど高くはないが建ぺい率の高い住宅地域が鉄道沿線に沿って放射状に分布し、夜間人口の多い地域となっている。（図 5-3、図 5-8 参照）

・神奈川県中北部から東京都西部、埼玉県西部の丘陵地域には樹林が広がっている。（図 5-3 参照）

３）ヒートアイランド現象の影響分布

・日中の最高気温が高い地域は内陸部となっている。こうした地域においては熱中症の発生リスクが高くなる。（図 5-4 参照）

・日中の都心は人口が集中し、空調等のエネルギー消費量が増加して、空調に伴う排熱量が増加している。（図 5-2 参照）

・夜間の高温化による睡眠阻害の発生は、夜間気温が高く夜間人口分布が多い東京 23 区の外縁部から神奈川県、埼玉県、千葉県の都県境に隣接する地域に多くなる可能性がある（図 5-9 参照）

４）熱環境の地域特性の整理

上記のような地域特性を踏まえ、主に風の特性を基本とした熱環境地域特性の概況を図７－２及び表７－１に整理した。

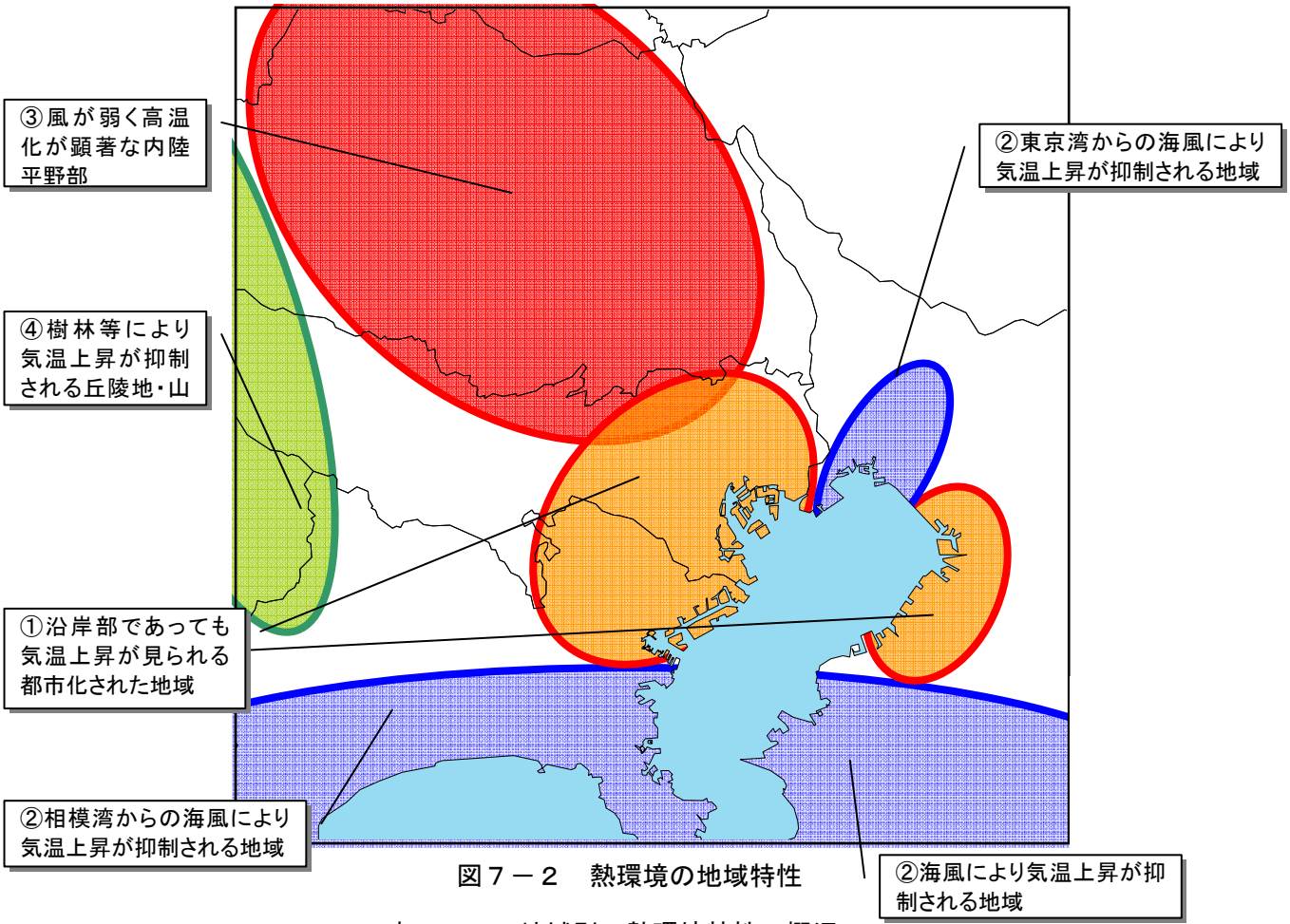


図７－２　熱環境の地域特性

表７－１　地域別の熱環境特性の概況

地域区分	日中
①都市域の沿岸部	比較的海に近い立地であるが、高温化が見られることから、海風の進入が阻害されていることが考えられる。
②都市域以外の沿岸部	相模湾、房総半島南部及び東京千葉県境付近は海風の効果により気温上昇が抑制されている。
③内陸市街地部	風が非常に弱く、気温上昇も顕著である。 熱中症の発生リスクが高い地域といえる。
④内陸丘陵地	風は弱いが緑地等の被覆の状態により気温上昇が抑制されている。

７．３　熱環境の地域特性に応じた効果的なヒートアイランド対策の推進

今回の調査により、首都圏にあっても沿岸部、内陸部などの地域性により、風や気温等の熱環境の状況が異なることが把握できた。また、都市内を流れる河川は冷熱資源として重要な要素である。

今後はこうした熱環境の地域特性に応じた以下のような配慮事項を具体化していくことが重要である。

表７－２　地域特性に応じた配慮事項

地域	配　慮　事　項
都市域の沿岸部	東京湾沿岸部の都市化された地域においては、建物形状、街区構造等の工夫により市街地に効果的に海風を導入し、熱の換気を図る。
都市域以外の沿岸部	相模湾沿岸部、房総半島南部等の都市化されていない沿岸地域では、海風により気温上昇が抑制される熱環境を維持・保全するため、建物形状、街区構造等について、海風を阻害しないよう配慮する。
内　　陸　　部	埼玉県や多摩地域などの風が弱い内陸部では公園・緑地からの公園風や冷涼な陸風を効果的に活用するため、地表面や建物被覆の緑化等を図る。
大規模河川周辺部	荒川、多摩川、相模川等の大規模河川周辺部では、建物形状等を工夫し、河川から市街地内へ冷涼な風を取り込むよう配慮する。
都市河川周辺部	神田川、目黒川、綾瀬川といったコンクリート護岸化された都市河川においては、護岸緑化などにより河川水面で形成される冷気を保全し、川風による市街地の気温低下を図る。