



神奈川県

環境農政部環境計画課

平成16年度ヒートアイランド現象実態調査 報告書

(概要版)

平成17年3月
神奈川県

目次

1 .	本業務の目的と調査の内容.....	1
2 .	ヒートアイランド現象の実態把握.....	3
3 .	都市環境気候の変化.....	6
4 .	土地被覆状況の推移.....	9
5 .	大気汚染分布図.....	11
6 .	人工排熱分布図.....	14
1)	建物起源の人工排熱.....	14
2)	自動車起源の人工排熱.....	14
3)	人工排熱分布図.....	15
7 .	都市環境気候解析図.....	16
8 .	ヒートアイランド対策の検討.....	17

1. 本業務の目的と調査の内容

都市域での高温化は、熱帯夜の増加、熱中症・睡眠障害など健康への影響、空調負荷などの増加によるエネルギー消費増加、集中豪雨などさまざまな形で人間生活への影響として現れており、特に近年は対策を余儀なくされるほどの問題として重視されている。しかしながら、ヒートアイランド現象は長年の都市の発達と共に徐々に顕在化してきたものであり、その軽減対策の効果が実感できるものとして成果をあげるためには、継続的な調査研究と広範囲で地道な対策の実施が必要であると考えられる。

本業務では神奈川県における今後のヒートアイランド現象の効果的な緩和対策を検討するために、県域におけるヒートアイランド現象の調査・解析を実施し実態を把握することを目的とし、以下の調査を行い報告書としてまとめた。

1. はじめに（本業務の背景と目的）
2. ヒートアイランド現象の実態把握
 - 1) 平均気温の推移
 - 2) 夏の平均最高気温（真夏日）の推移
 - 3) 熱帯夜数の推移
 - 4) 冬日日数の推移
 - 5) 都市化の影響が少ない地域との比較
 - 6) 熱中症患者数と高温化との関係
3. 都市環境気候の変化
 - 1) 真夏日日数分布の推移
 - 2) 熱帯夜日数分布の推移
 - 3) 冬日日数分布の推移
 - 4) 30 超過時間分布の推移
 - 5) 真夏日及び熱帯夜の気流の状況
 - 6) 典型的な真夏日の状況
4. 土地被覆状況の推移
5. 地表面温度分布図（人工衛星データ）
6. 大気汚染分布図
 - 1) NO_x（窒素酸化物）濃度分布
 - 2) O_x（オキシダント）濃度分布
 - 3) SPM（浮遊粒子状物質）濃度分布及び大気汚染物質と気温、風速との関係
7. 人工排熱分布図
 - 1) 建物起源の人工排熱
 - 2) 自動車起源の人工排熱
 - 3) 人工排熱起源別人工排熱量の合計の分布
8. 都市環境気候解析図

- 9 . ヒートアイランド対策の検討
 - 1) ヒートアイランド対策実施の手順
 - 2) 対策例
 - 3) 人工排熱の分布から見た、神奈川県各都市における都市域の高温化の原因と対策の方向性に関する検討

2. ヒートアイランド現象の実態把握

神奈川県内のどの地域で都市化に伴う高温化が進んでいるかを調査するために、県内の AMeDAS 及び大気汚染常時監視地点データと、都市化の影響が少ないと思われる他地域のデータを比較し、ヒートアイランド現象の実態把握を行った。1) 平均気温の推移、2) 夏の平均最高気温（真夏日）の推移、3) 熱帯夜数の推移、4) 冬日日数の推移、5) 都市化の影響が少ない地域との比較、6) 熱中症患者数と高温化との関係、の6項目の調査を行った。例として、平均気温の変化の調査結果と熱中症患者数と高温化との関係の調査結果を以下に掲載する。

神奈川県内の年平均気温の変化を、県内の AMeDAS（横浜、三浦、海老名、小田原）及び、県の大気汚染常時監視測定局のデータ（108 地点のうち気温観測が行われている地点）をもとに調査した。その結果、神奈川県内の 1975 年～2003 年の間（ ）の年平均気温の上昇量は、最大約 0.07 / 年であった（図 1）。

全年数 29 年のうち、25 年分以上のデータがある地点を解析対象とした。

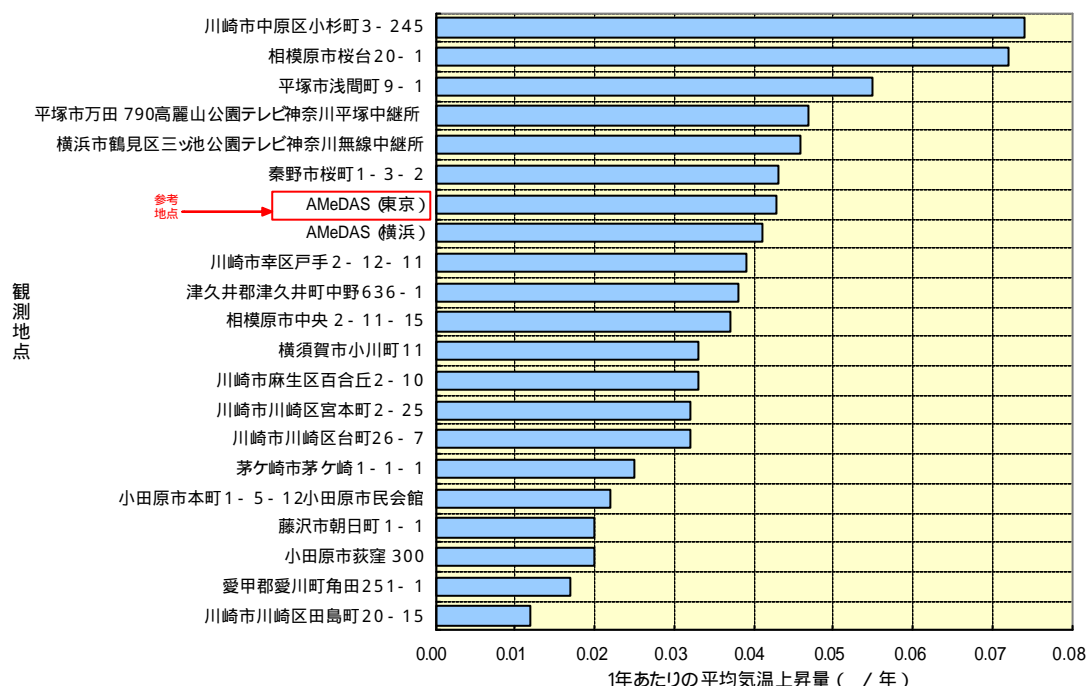


図 1 年平均気温の上昇量 (/ 年)(上昇量の大きい 20 地点について)

また、参考のために、同期間の東京都の年平均気温上昇量を計算したところ、0.043 / 年であった。従って東京と同等以上の年平均気温の高温化が、川崎市、相模原市、平塚市、横浜市、秦野市にある観測地点で観測されていることが分かった。

以上より、都市化による高温化が顕著であると考えられている東京と同程度以上の高温化が、神奈川県内のいくつかの地点でも進行している可能性があることが確認された。上記 5 地点について、1975 年～2003 年の年平均気温の推移グラフを図 2 に示す。

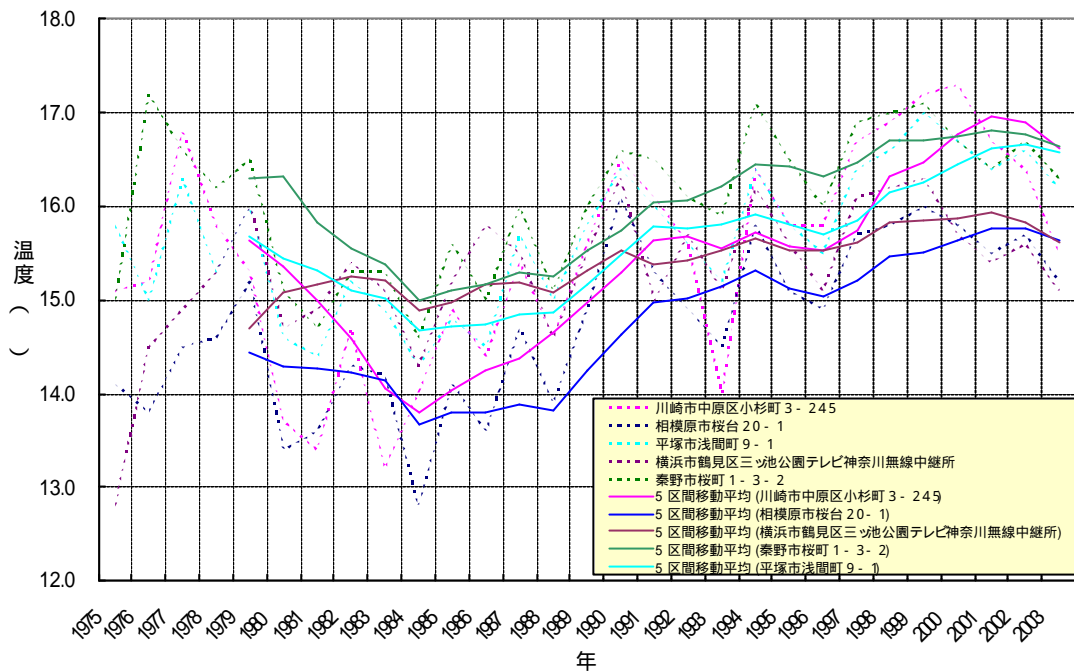


図 2 年平均気温の推移（上昇量の大きい 5 地点について）

次に、これらの神奈川県内の観測地点の傾向を、都市化の影響が少ないと思われる地点と比較し、都市化の影響について推測した。気象庁では、従前から長期間にわたって観測を継続している気象観測所の中から、都市化による影響が少ない次の 17 地点を選出し、日本の平均気温を算出するための地点として用いている。

網走、根室、寿都（すつつ）、山形、石巻、伏木（高岡市）、長野、水戸、飯田、銚子、境、浜田、彦根、宮崎、多度津、名瀬、石垣島

本調査では、以上 17 地点のうち対象地域に比較的近い関東甲信地域内の、長野、水戸、飯田、銚子の 4 地点（以下「基準 4 地点」という）の観測データを、都市化の影響が少ない地域の傾向の指標として用いた。基準 4 地点の平均気温、真夏日日数、熱帯夜日数、冬日日数の対象期間（1975～2003 年）変化量を計算したところ表 1 のとおりとなった。

表 1 基準 4 地点平均の年平均気温、真夏日日数、熱帯夜日数、冬日日数の変化量

項目	単位	基準 4 地点の 平均変化量	神奈川県内で 基準 4 地点より大きな変化量が 確認された観測地点、市町村数
年平均気温	(/ 年)	0.036	10 地点 (6 市町村)
真夏日日数	(日 / 年)	0.597	5 地点 (5 市町村)
熱帯夜日数	(日 / 年)	0.067	18 地点 (11 市町村)
冬日日数	(日 / 年)	-0.527	15 地点 (8 市町村)

表 1 の右列に記載の通り、基準 4 地点の平均よりも変化量の大きい観測地点が神奈川県内に 5 地点から 18 地点存在している（括弧内の市町村数は、観測地点が存在する市町村の数）。

以上の年平均気温、真夏日、熱帯夜、冬日の推移より、神奈川県内においてここ 30 年間での高温化の程度が大きいと思われる観測地点が存在した 10 市町村について選出し、表 2 にまとめた。表 2 で、「 Δ 」は東京及び、基準 4 地点平均の両方より変化量が大きい観測地点があること、「 Δ 」は東京または基準 4 地点平均のどちらか一方より変化量が大きい観測地点があることを示す。

表 2 神奈川県内での高温化の程度が大きい観測地点が存在する市町村

市町村\項目	平均気温	真夏日	熱帯夜	冬日
横浜市				
川崎市				
平塚市				
秦野市				
相模原市				
藤沢市				
海老名市				
横須賀市				
三浦市				
津久井町				

表 2 において、3 つ以上の項目に Δ または Δ がついている地点については、都市化に伴う高温化が進んでいる可能性があると考えられる。また、横須賀市については、真夏日日数の 1 年あたりの平均増加量において第 2 位にあることと、もともと冬日が少なく変化傾向が現れにくいことを考慮すれば、同様の可能性について考えてよいと思われる。

3. 都市環境気候の変化

過去 30 年の神奈川県における気候の変化を、熱帯夜、真夏日、冬日、30 超過時間の分布図を比較することによって確認した。また気流に関しても真夏日、熱帯夜の特徴を調査した。使用したデータは第 2 章と同じく県内の AMeDAS のデータ (4 地点) 及び、県の大気汚染常時監視地点のデータ (108 地点のうち、気温観測が行われている地点) である。

分布図の作成は次のように 3 期間にわけて行った。第一章で作成した熱帯夜、真夏日、冬日と 30 超過時間の年別の値を以下の 3 期間にわけ、各期間における値を平均した。平均する際に、第一期、第二期は 8 年以上、第三期は 7 年以上のデータが無い地点はデータなしとして取り扱った。

- 第一期 : 1975 年～1984 年
- 第二期 : 1985 年～1994 年
- 第三期 : 1995 年～2003 年

以上の方法で作成した分布図のうち、例として真夏日日数分布の推移を図 3、4、5 に示す。

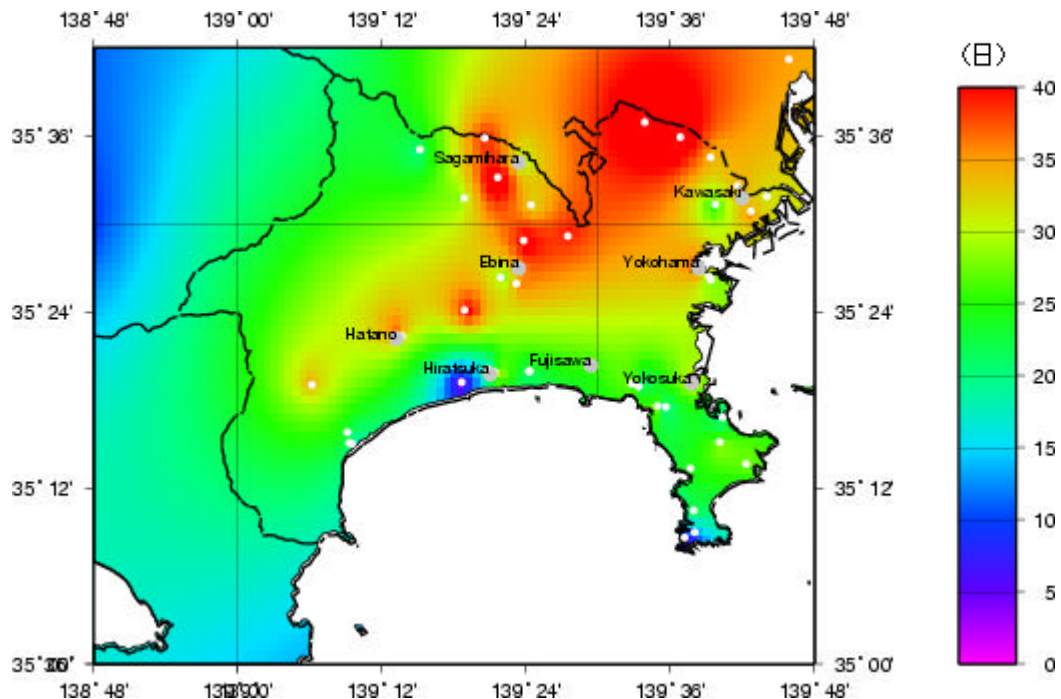


図 3 真夏日日数の分布 (1975 年～1984 年の平均)

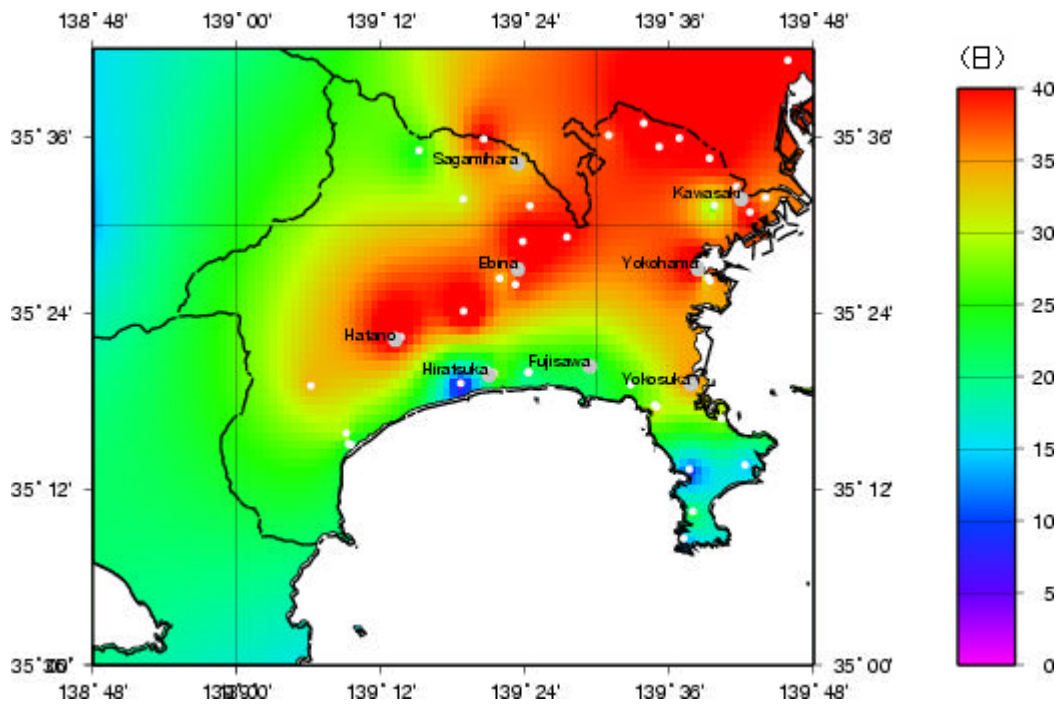


図 4 真夏日日数の分布 (1985 年~1994 年の平均)

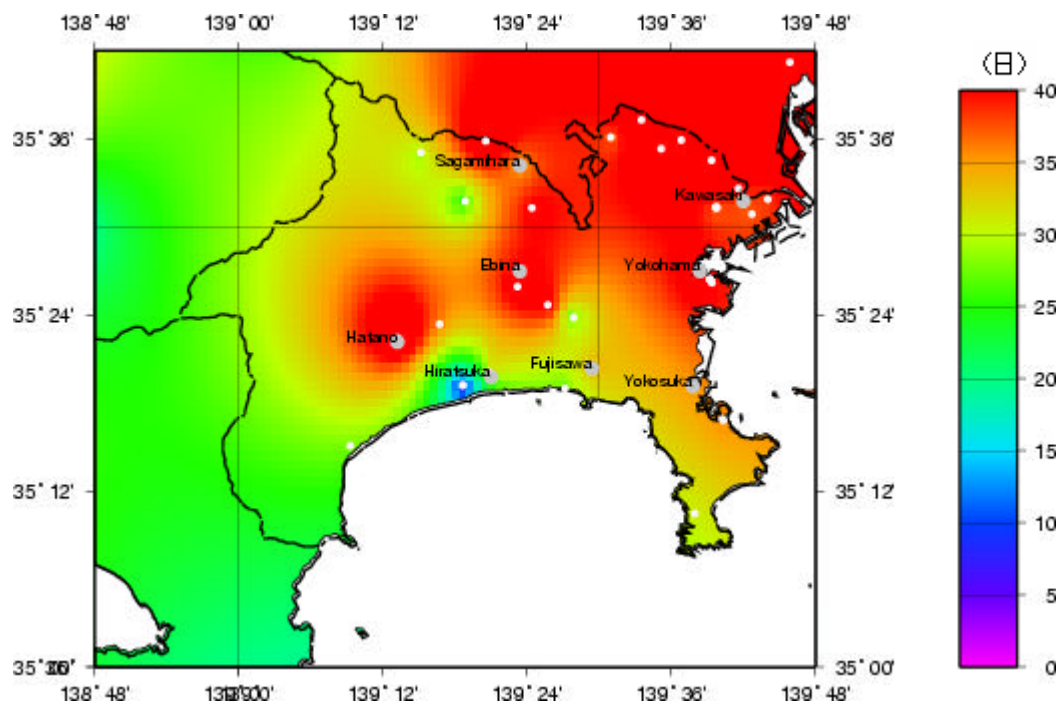


図 5 真夏日日数の分布 (1995 年~2003 年の平均)

以上の図より、真夏日日数の分布は、第一期（図3）、二期（図4）、三期（図5）と次第に35日を超過する範囲が広がっていることが分かる。特に川崎市、横浜市、横須賀市にかけての東京湾岸、相模原市、海老名市、秦野市の県北部～中央部にかけての地域で、40日を越える範囲が広がっている。

以上の真夏日の分布および調査報告書本編に掲載している熱帯夜、冬日、30 超過時間分布図の傾向をまとめると、熱帯夜日数が15日/年以上の範囲、真夏日日数35日/年以上の範囲、冬日日数10日/年以下の範囲、30 超過時間数210時間/年以上の範囲が、それぞれ第一期～第三期にかけて拡大していることがわかった。また、熱帯夜日数の増加と冬日日数の減少はどちらも東京湾岸から先行して起きている傾向にあり、また真夏日日数と30 超過時間数の増加は海老名市、秦野市などの内陸でも起きている様子が分布図から確認された。

また気流に関しても真夏日、熱帯夜の特徴を調査した。その結果、真夏日には真夏日でない日に比べ南風が強く入っており、熱帯夜の日には風が弱く、熱帯夜でない日は北よりの風となっていることがわかった。このような風の特徴は、真夏日の発生している昼間は発生した人工排熱や高温な気塊がより内陸へ運ばれる傾向を、また熱帯夜の発生している夜は風が弱いため内陸の熱が他地域へ運ばれない傾向をもたらしていると思われる。ただし気温分布は風向風速に左右されやすいと考えられ、また主な熱の発生源が東京湾沿いに分布しており、発生した人工排熱が風により移送されどのように気温分布に影響しているかを解明するためには更なる詳細な調査が必要である。

4 . 土地被覆状況の推移

財団法人日本地図センターの細密数値情報(10mメッシュ土地利用)データを元に500mメッシュにおける1974、1994年の植生水面、建物、道路が占める面積率の差(1994年の面積率から1974年の面積率を引いた値)の分布図を以下に示す。

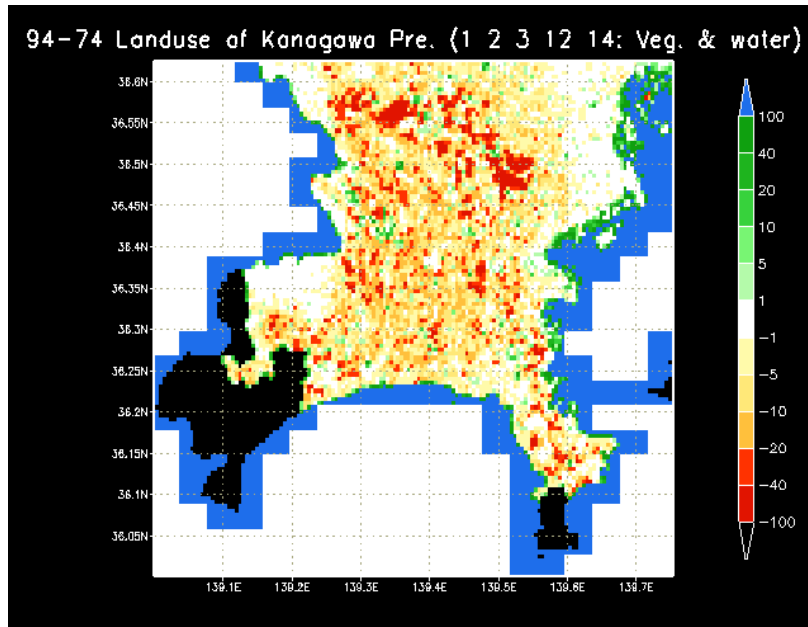


図 6 1994年と1974年の植生水面面積率の差(%)

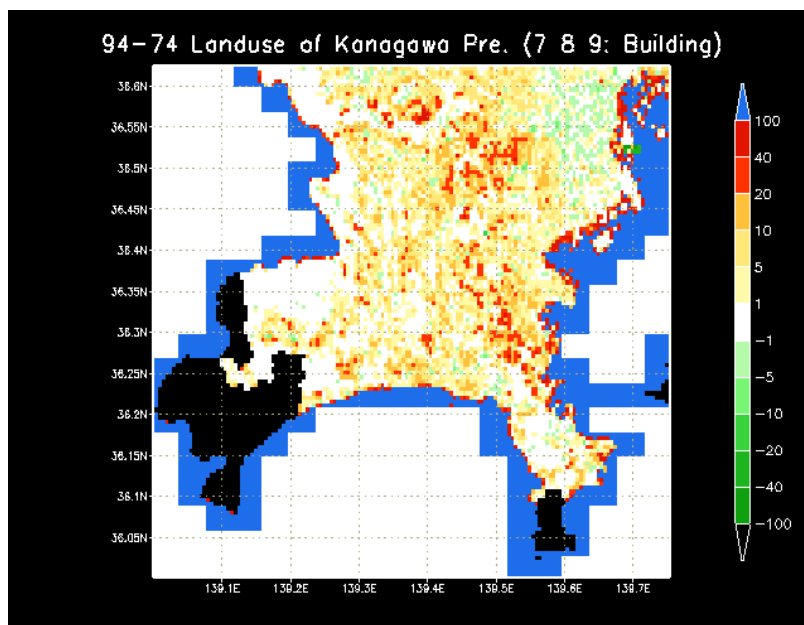


図 7 1994年と1974年の建物面積率の差(%)

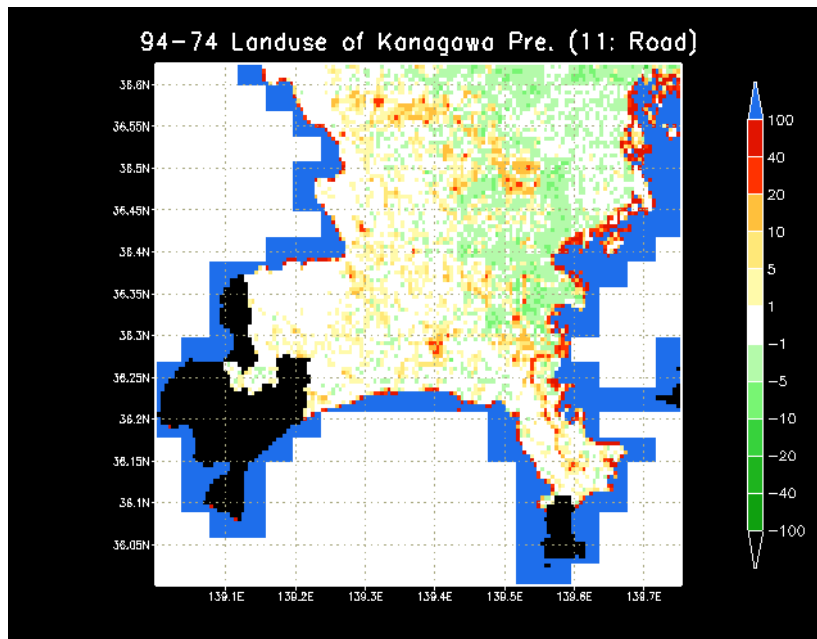


図 8 1994 年と 1974 年の道路面積率の差 (%)

植生水面の面積率の差 (図 6) を見ると、1974 年に比べ 1994 年の方が県全域にわたって減少しており、沿岸部と県西部を除いた地域では軒並み 10-20%減少している。もともと植生水面が少ない横浜市と川崎市では減少率が少ない。平塚市、秦野市、相模原市、藤沢市、海老名市では植生水面の面積率が 10-20%と顕著に減少していることが分かる。

建物面積率の差 (図 7) を見ると、20%を超える顕著な増加が見られる地域は横浜市と川崎市の周辺部に集中しており、山地を除く地域ではおおむね 5-20%程度の増加が見られる。

道路用地の面積率の差 (図 8) を見ると川崎市、横浜市の一部の地域では 5%程度の減少が見られるほか、横須賀市から横浜市にかけて道路用地が増加しており、その他の地域では 5%程度の増減となっており、殆ど変わっていないと見ることができる。

神奈川県における都市化の特徴として、植生水面の減少と建物の増加が土地被覆状況の推移にあらわれている。

図 6,7,8 を作成するために使用した 1974 年の細密数値情報データの中で、県の南西部と三浦半島の一部の地域のデータ (図 6,7,8 の黒色の部分) が欠損しており、考察の対象外とした。

5. 大気汚染分布図

ヒートアイランド現象が大気汚染に影響を与えているかを確認するためには、気象、地形の状況や大気汚染物質の発生量の時間変化も考慮した詳細な調査が必要である。本調査ではまずは現状を把握するために、NO_x、O_x、SPM という3種類の大気汚染物質につき大気汚染常時監視地点の観測データに基づく濃度変化や、高濃度日でかつヒートアイランド現象が発生していると思われる真夏日の分布の事例を調査した。本要約版ではNO_x(窒素酸化物)濃度変化、分布を提示する。

図9は2001年～2003年までのNO_x濃度(1時間毎のデータをもとにした日最大値)の推移を示す。観測地点は横浜市中区日本大通1(一般大気環境測定局)である。

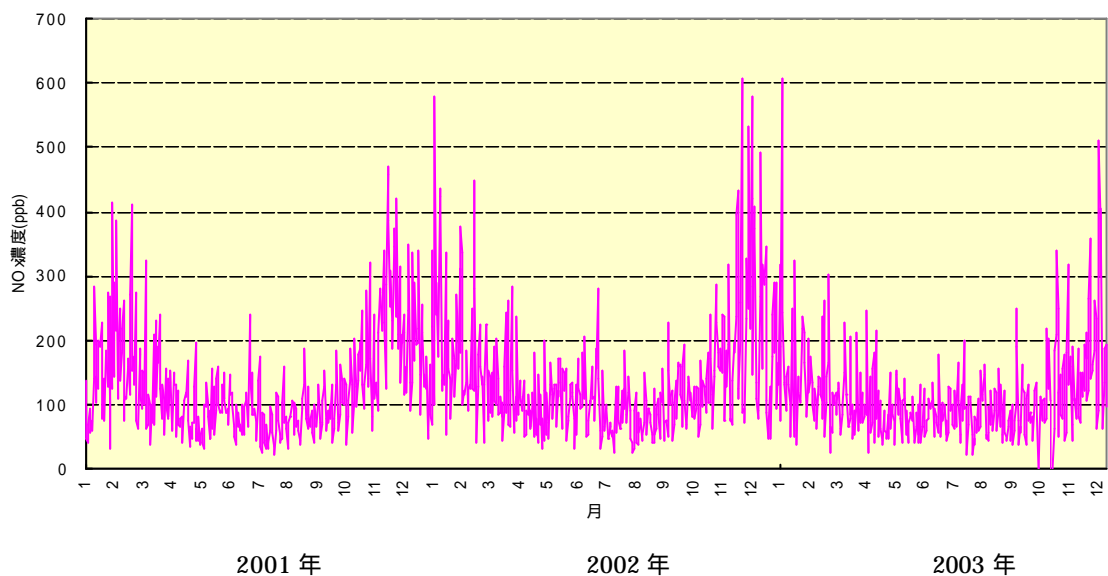


図9 横浜(中区日本大通1)のNO_x濃度(日最大値)の推移(2001年～2003年)

次に、夏季の気象条件とNO_x濃度との関係を見るために、気温、風速とNO_x濃度との関係を散布図にした(図10,11)。図10からは、夏季における日最高気温とNO_xの高濃度発生との関係は見られない。一方、図11から、日平均風速が弱いほどNO_xの高濃度が発生しやすい傾向が見られる。

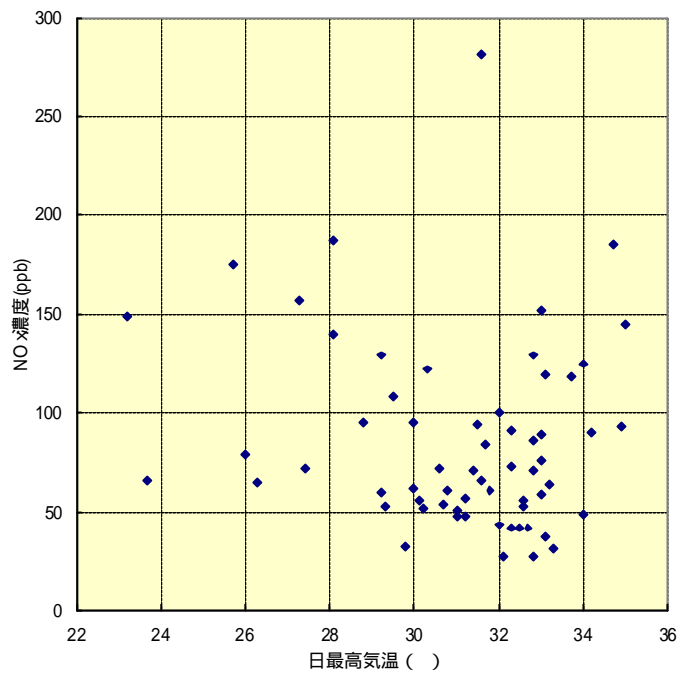


図 10 横浜（中区日本大通 1）における日最高気温と、NOx 濃度（日最大値）との関係
（2002 年 7 月と 8 月）

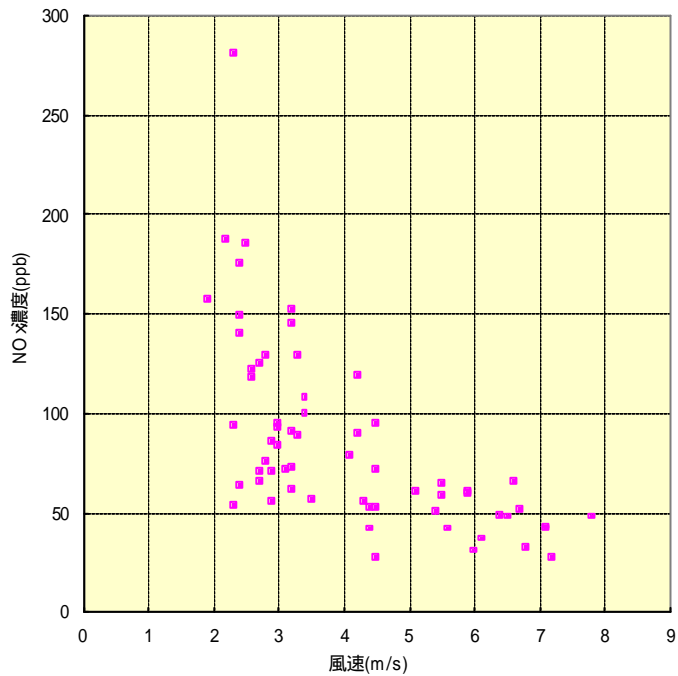


図 11 横浜（中区日本大通 1）における日平均風速と、NOx 濃度（日最大値）との関係
（2002 年 7 月と 8 月）

表 3 に関係を調査した NOx、Ox、SPM の日最大濃度と気温（日最高気温）、風速（日平均値）との間の相関係数をまとめた。本表より 3 種類の物質とも風速とは負の相関があり、日平均風速が弱い日に高濃度が発生しやすいことがわかる。気温と濃度の関係については、Ox のみある程度の正の相関が見られ、日最高気温が高い日に高濃度が発生しやすいことが示唆される。

表 3 相関係数一覧（横浜（中区日本大通 1））

（2002 年 7、8 月の 1 時間毎の観測値による日最大濃度と気温、風速との相関）

	NOx	Ox	SPM
気温	-0.14	0.36	0.12
風速	-0.64	-0.40	-0.53

本相関係数の計算に利用したデータ数は 62 個であり、有意水準を 1% とすると 2 変数の関係が有意である相関係数約 0.286 である（相関係数が約 0.286 以上であれば 2 つの変数の母集団が無相関である確率は 1% 以下である）。従って NOx 濃度と気温、SPM 濃度と気温以外については何らかの関係性が示唆されていると考える。ただし相関係数は 2 つの変数間の間接的なものも含めたなんらかの関係の可能性を示すものであり、必ずしも直接的な因果関係を示すものではない。

以上、今回使用可能なデータをもとに NOx、Ox、SPM に関して濃度の年変動と、代表的な高温日に関して大気汚染物質の濃度分布を調査した。また風速や気温との関係についても考察した。本調査の範囲では 3 つの大気汚染物質とも日平均風速と大気汚染物質濃度との関係が見られ、Ox に関しては日最高気温との関係性が示唆された。

大気汚染状況は気温、風速のみでなく、風向、湿度、日射量、降水の状況等の因子によって大きく変化する。また他地域から大気汚染物質が風で輸送される場合や、内陸の山地付近では風で運ばれた汚染物質が山に遮られて滞留するなどの地形の影響もある。本調査では気温、風速という単一の因子との関係を検討したが、ヒートアイランド現象が大気汚染に与える影響のより具体的なメカニズムの解明のためには、それ以外の気象要素や発生源の状況も考慮した更なる調査が必要である。

6 . 人工排熱分布図

神奈川県域における人工排熱を、各種資料をもとに算出した。東京都においては人工排熱の構成比は建物 50%、交通 28%、事業所 20%、その他 2%との報告がある（「平成 15 年度 都市における人工排熱抑制によるヒートアイランド対策調査報告書」、国土交通省・環境省、2004 年、p11）。この調査を参考に、神奈川県においても建物、交通、事業所からの人工排熱を算出した。

1) 建物起源の人工排熱

建物からの人工排熱については業務ビル（事務所、工場内事務所、商業施設、ホテル、学校、その他）と、戸建住宅、集合住宅について調査した。算出した建物起源の人工排熱分布図を図 12 に示す。

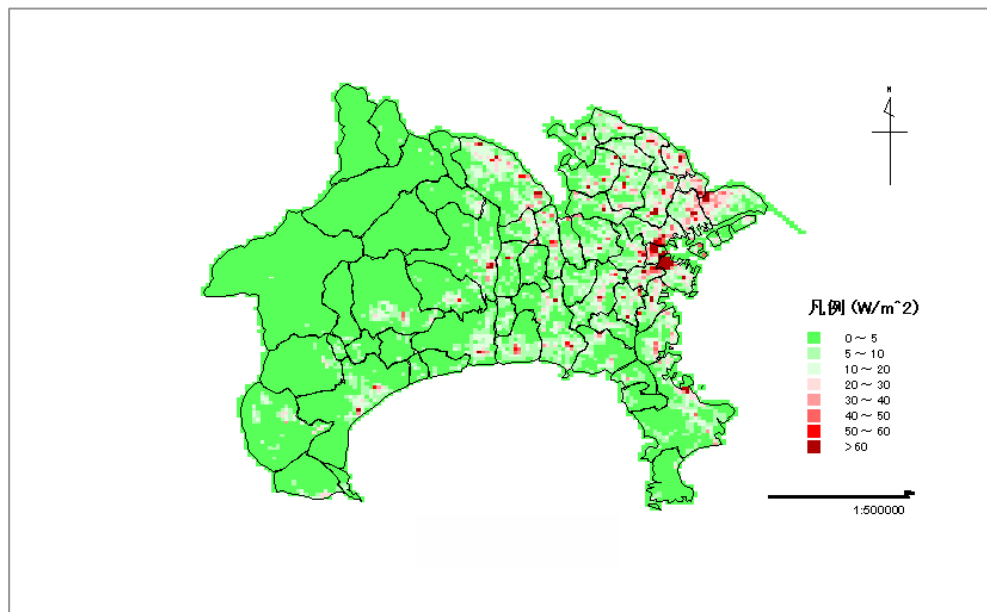


図 12 建物起源の排熱分布図（1 日平均）

2) 自動車起源の人工排熱

交通を起源とする排熱量に関しては、東京都における調査によると自動車起源のものが 90% を占める（国土交通省 環境省、2004 年、平成 15 年度 都市における人工排熱抑制によるヒートアイランド対策調査報告書、p12）。神奈川県においても交通起源の排熱は自動車起源の排熱を推定することにより大部分は把握できると考え、自動車起源の排熱をセンサズ道路とそれ以外の細道路について算出した。図 13 に自動車起源図の人工排熱分布図を示す。

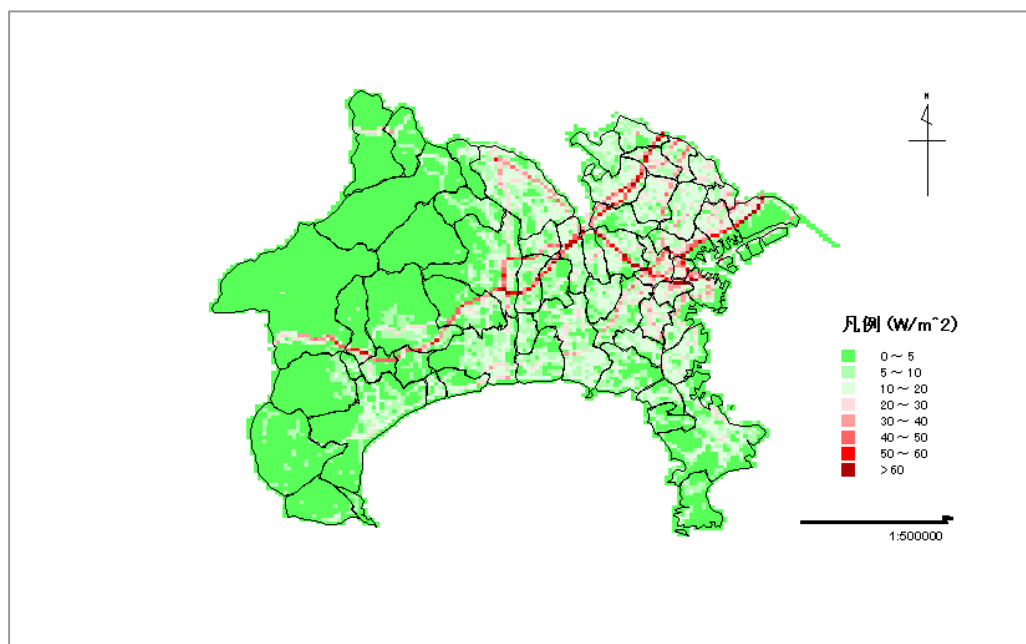


図 13 自動車起源の排熱分布図（1日平均）

3) 人工排熱分布図

1) 2)により算出した建物起源及び自動車起源のメッシュ毎の1日平均排熱量に、同メッシュ毎の事業所からの人工排熱量を加えて作成した、建物、自動車、及び事業所からの人工排熱量の合計の分布図を図 14 に示す。なお、算出に必要な基礎データが不足していたため、清掃工場、火力発電所、下水処理場起源の排熱については、本調査の事業所起源の排熱には含まれていない。

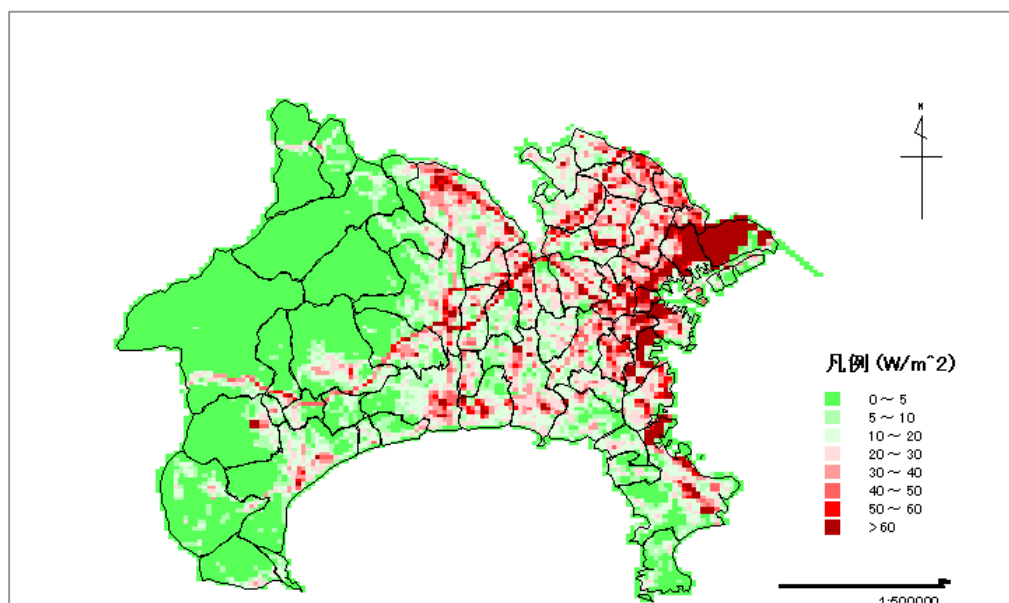


図 14 人工排熱分布図（建物自動車等排熱の合計、1日平均）

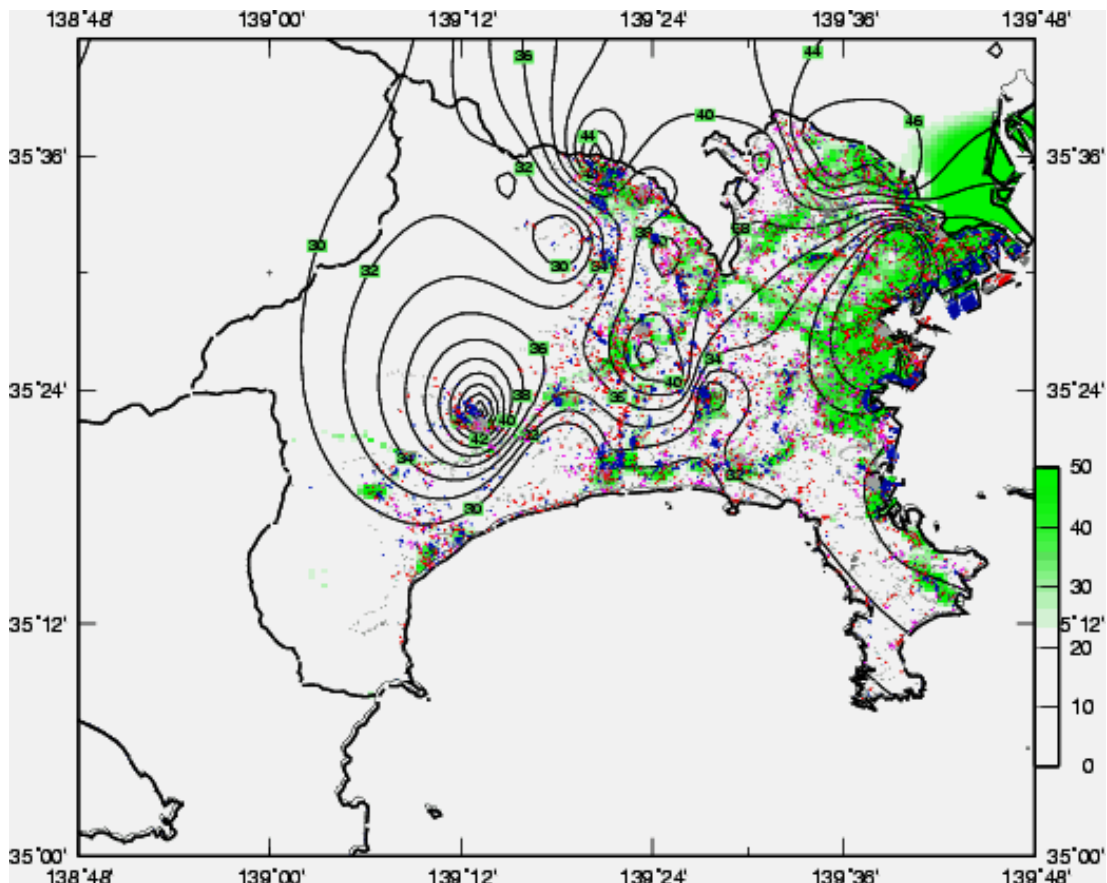
7. 都市環境気候解析図

ここまでに調査、作成した人工排熱分布図、真夏日、熱帯夜の発生日数分布等を利用し、神奈川県域で特にヒートアイランド対策を実施していくべき地域を検討する。

本概要版では人工排熱分布と、真夏日日数分布を重ねた都市環境気候解析図を図 15 に示す。図中線や色の意味は以下の通りである。

- 緑色 : 人工排熱分布 (一日平均) [W/m²]
- 等値線 : 真夏日日数の分布 (1995 ~ 2003 年の平均) [日]
- その他 : 赤色 商業・業務用地
桃色 中高層住宅地
青色 工業用地

本図より、川崎市や横浜市、横須賀市、相模原市、秦野市などの真夏日日数が多い地域は、人工排熱の量が多い地域でもあることがわかる。



真夏日日数分布 (等値線) の単位は「日」

図 15 人工排熱 (緑色) と真夏日日数分布 (等値線) 及び土地利用の重ね合せ図

8 . ヒートアイランド対策の検討

ヒートアイランド対策に関しては既に多くの研究や試みがなされているため、神奈川県においては、これまでの事例、研究成果及び国の対策方針と、神奈川県の地理や気候、産業や都市の特徴をふまえた対策を検討する必要があると考えられる。

