

## 2.4 都市の熱環境特性の類型化

### 1) 統計的手法による検討

統計的手法により、気温上昇傾向の特徴を把握し、各都市を類型化するため、主成分分析及びクラスター分析を試みた。分析データとして表2-5に示す1960年代から現在までの気温変化指標を用いた。

主成分分析の結果、第一主成分は冬日、真冬日では負であり、その他の指標では正であることから、全般的な気温上昇を表していると考えられる。第二主成分については最高気温に関連する真冬日、真夏日、酷暑日日数、また非常に高温の30以上、35以上時間数において負の値、最低気温に関連する冬日、真夏夜、熱帯夜日数については正の値となっている。そのため第二主成分の正は最低気温の上昇に伴う日較差の縮小を表し、負は最高気温の上昇に伴う日較差の拡大を表していると推察できる(表2-6)。主成分分析の結果、固有値が1以上であった第三主成分得点までをクラスター分析により分析した。

表2-5 分析に用いた16都市の気温変化の指標と主成分得点

地点名	冬日年間日数 トレンド (基準値)	真冬日年間日数 トレンド (基準値)	夏日年間日数 トレンド (基準値)	真夏日年間日数 トレンド (基準値)	酷暑日日数 トレンド (基準値)	真夏夜年間日数 トレンド (基準値)	熱帯夜年間日数 トレンド (基準値)	0未満年間時間数 トレンド (基準値)	20以上年間時間数 トレンド (基準値)	25以上年間時間数 トレンド (基準値)	30以上年間時間数 トレンド (基準値)	35以上年間時間数 トレンド (基準値)	第一主成分得点	第二主成分得点	第三主成分得点
旭川	2.40	-0.42	-1.35	-0.76	-0.86	-2.35	-1.37	0.56	-0.70	-1.76	-1.18	-0.43	-9.04	0.18	2.89
札幌	0.95	3.08	-1.11	-0.63	-0.83	-1.30	-1.36	-0.60	-1.20	-1.64	-1.29	-0.36	-9.48	-2.03	0.17
仙台	-0.84	1.14	-1.90	-1.49	-0.87	-1.39	-1.17	-1.68	-1.90	-1.69	-1.47	-0.44	-10.11	-2.45	-1.93
新潟	0.32	-1.88	-0.11	-0.92	-0.38	0.03	-0.43	-0.15	1.76	-0.60	-0.55	-0.19	-0.51	1.80	0.59
宇都宮	-0.64	-0.07	0.80	1.14	0.11	-0.24	-1.13	-1.75	-0.22	-0.25	0.46	-0.06	0.72	-3.18	-0.68
前橋	-0.07	-0.08	0.56	1.20	1.47	0.14	-0.66	0.02	0.10	0.35	0.87	1.28	4.05	-2.86	1.02
熊谷	-0.76	-0.08	0.59	0.81	1.84	-0.40	-0.38	-0.60	0.10	0.51	0.99	1.69	4.41	-3.88	0.27
岐阜	-0.59	-0.07	0.46	0.63	1.01	0.49	0.71	-0.21	-1.03	0.50	0.98	0.96	3.76	-1.79	-0.44
名古屋	-1.18	-0.09	0.22	-0.28	-0.36	1.28	1.05	-0.33	1.36	1.18	0.46	-0.34	4.06	1.92	-1.88
甲府	-0.49	-0.50	0.14	0.84	1.53	0.69	-0.72	-0.95	0.39	0.41	0.88	1.43	4.36	-3.27	0.12
浜松	1.41	-0.08	0.37	1.60	-0.56	0.42	0.42	1.47	0.18	0.87	0.42	-0.24	2.61	1.95	1.91
東京	-0.12	-0.28	-0.37	-0.53	-0.69	0.49	0.95	0.98	-0.58	0.23	0.06	-0.78	-0.42	2.65	-0.55
横浜	-0.26	-0.28	-1.20	-0.96	-0.62	-0.30	0.59	0.95	-0.38	-0.09	-0.63	-0.40	-2.79	2.11	-0.36
京都	-1.14	-0.10	0.30	-0.15	-0.79	0.14	0.90	-0.08	-0.05	0.19	-0.29	-2.15	-0.54	2.47	-2.10
福岡	1.10	-0.17	0.41	-1.36	-0.95	1.35	1.07	1.48	0.69	0.06	-1.41	-0.82	-0.83	5.30	0.40
高松	-0.07	-0.10	2.18	0.86	0.96	0.96	1.54	0.89	1.49	1.70	1.71	0.85	9.75	1.07	0.55

表 2 - 6 気温変化指標と成分行列

気温変化指標	成分行列			定義
	1	2	3	
冬日年間日数	-0.382	0.279	0.855	最低気温が 0 未満
真冬日年間日数	-0.472	-0.311	-0.186	最高気温が 0 未満
夏日年間日数	0.904	0.038	0.061	最高気温が 25 以上
真夏日年間日数	0.704	-0.445	0.248	最高気温が 30 以上
酷暑日年間日数	0.700	-0.637	0.126	最高気温が 35 以上
真夏夜年間日数	0.787	0.407	-0.259	最低気温が 30 以上
熱帯夜年間日数	0.578	0.693	-0.255	最低気温が 25 以上
0 未満年間時間数	0.189	0.768	0.474	
20 以上年間時間数	0.665	0.397	0.135	
25 以上年間時間数	0.947	0.206	-0.103	
30 以上年間時間数	0.911	-0.319	0.026	
35 以上年間時間数	0.522	-0.672	0.319	

## 2) 分析結果の考察と都市の類型化

第一主成分得点、第二主成分得点のプロットを図 2 - 20、クラスター分析の結果を図 2 - 21 に示す。クラスター分析の結果、次の 4 つのカテゴリーに類型化できると考えられる。

第 1 カテゴリーとして東京、横浜、京都、福岡、新潟が整理された。このカテゴリーの第一主成分は負の値、第二主成分は正の値となっており、全般的な気温上昇の傾向は比較的強くはないけれども最低気温の上昇による日較差の縮小傾向が強い都市のカテゴリーと考えられる。このカテゴリーの都市の時刻別の気温変化をみると、昼間に比べて夜間の気温上昇が大きく（図 2 - 15）また長期傾向を見ると最高気温に比べて、最低気温が上昇している状況（図 2 - 14）が確認できる。都市規模は、新潟を除くと早い段階から都市化が進行した大都市であり、気温観測地点周辺の土地利用の変化は、被覆の人工化ではなく、空地等が建物用地へ転換した都市の高密度化がみられる（図 2 - 19）。また、これらの都市は海岸に近い都市が多く、海陸風が比較的強い環境であることから、海陸風により最高気温の気温上昇が抑制されていることも考えられる（図 2 - 20）。

第 2 カテゴリーとして宇都宮、前橋、熊谷、甲府、岐阜が整理された。第一主成分は正の値、第二主成分は負の値となっており、全般的な気温上昇傾向と最高気温上昇に伴う日較差の拡大傾向があるカテゴリーと考えられる。このカテゴリーの都市の時刻別の気温変化（図 2 - 15）をみると日中、夜間ともに気温上昇がみられ、大都市に比べると気温の日較差が大きく、気温の日周期はピークが急な形状を呈している。これらの都市は内陸部に位置しており、風環境の状況を見ると風速が弱い地域に該当している。また、これらの都市の気温上昇の長期傾向（図 2 - 14）をみると、1980 年代以降に真夏日や熱帯夜が増加している傾向が見られる。気温観測地点の周辺の土地利用は、図 2 - 19 に示すように 1976 年以降に自然的土地利用から、人工的土地利用に転換された状況が見られる。こうしたことから、最近 2～30 年間の被覆の人工化が気温上昇に関係していることも示唆される。

第3カテゴリーとして名古屋、高松、浜松が整理された。第一主成分、第二主成分ともに正であることから、全般的な気温上昇の傾向が強く、やや日較差が縮小している傾向にあると考えられる。このカテゴリーの時刻別気温変化をみると、やや夜間の上昇が大きくはあるが、全時刻で気温上昇がみられる（図2 - 14）。また、海に近い立地であるが、名古屋や高松は東京、福岡等に比べて風が弱い地域となっている（図2 - 20）。土地利用についてみると、浜松、高松においては気温観測地点周辺の2 km 圏内における被覆の人工化率が大きくなっている（図2 - 19）。こうした風環境や土地利用の要素が気温上昇に寄与していることが示唆される。

第4カテゴリーとして札幌、旭川、仙台が整理された。このカテゴリーは全般的な気温上昇を表す第一主成分がかなり小さい値をもち、気温上昇は顕著でない都市であると考えられる。このカテゴリーの都市は北日本に位置しており、冬季の最低気温は上昇傾向にあるものの、夏季の気温は近年の北日本の冷夏の影響を受け、低下傾向にある。

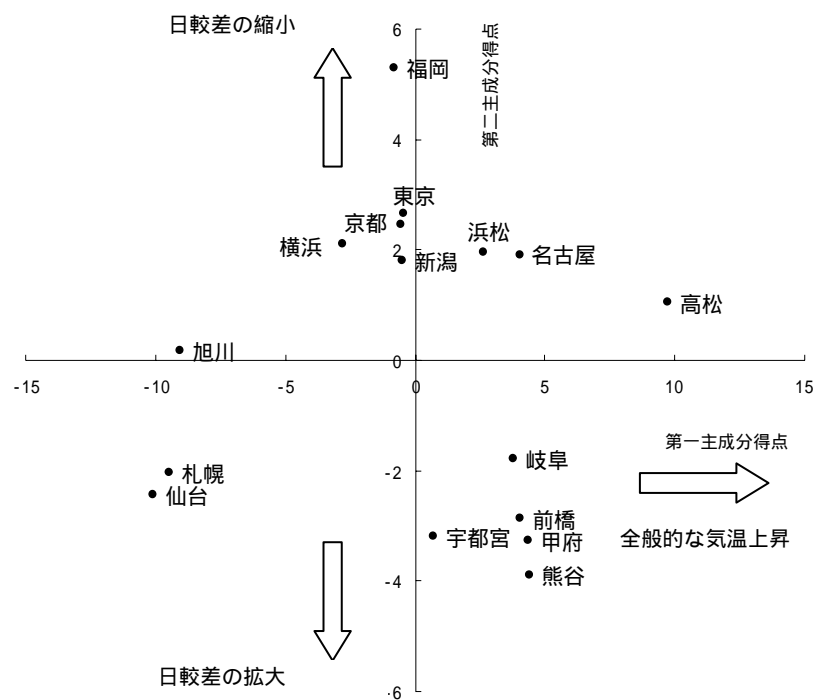


図2 - 21 主成分分析の結果

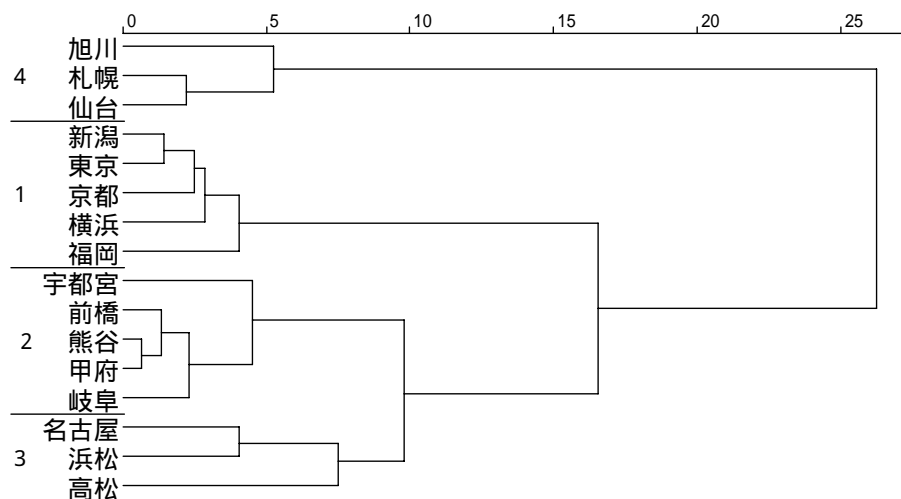
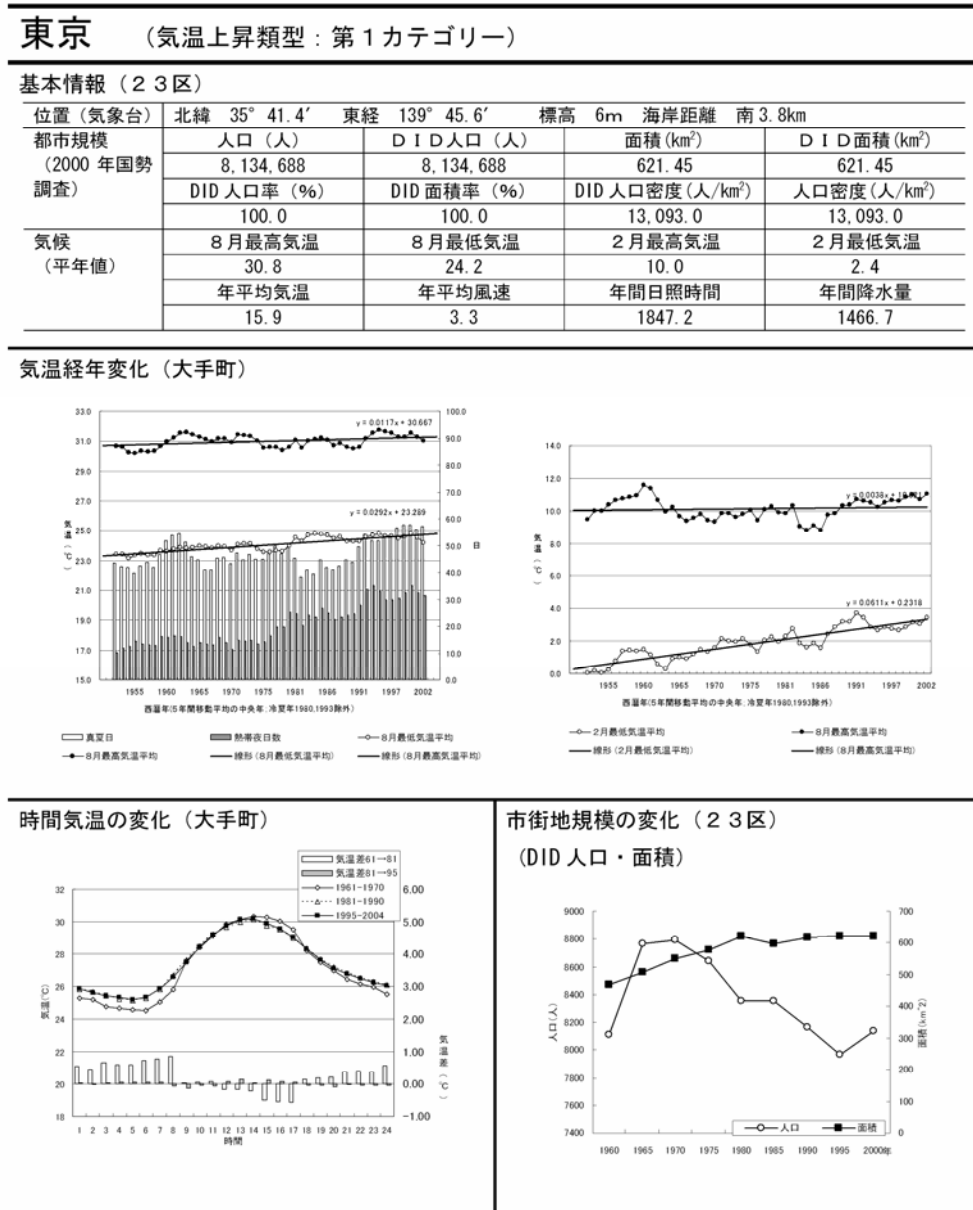


図2 - 22 クラスタ分析の結果

### 3) 熱環境カルテの整理

都市毎に気温変化の状況、都市化の情報及び風環境の情報を整理して、熱環境カルテを取りまとめた。熱環境カルテの例を図2-23に示す。



#### 摘要

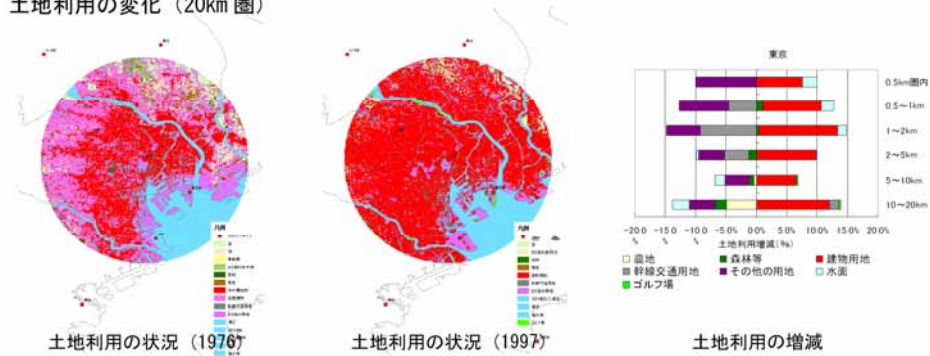
気温の経年変化をみると、2月、8月ともに最低気温の上昇が最高気温の上昇よりも大きくなっており、真夏日に比べて熱帯夜日数の増加が大きくなっている。時刻別気温では、1960年代から80年代に夜間の気温上昇がみられている。昼間の時刻についてほとんど変化していない。夏季の最低気温は23.9℃から24.4℃へ0.5℃上昇した。東京、横浜周辺の川崎、多摩地域に気温上昇が見られる。また、埼玉県北部から栃木県、群馬県南部の内陸地域でも上昇がみられる。冬季の最低気温は1.7℃から3.6℃へ1.9℃上昇した。東京を基準に近郊をみると、練馬、船橋、横浜など東京近郊部と埼玉北部、栃木および群馬の南部で東京以上の上昇がみられる。

東京23区のほぼ全域がD I D地区となっており、1980年以降は面積の増加はほとんどない。D I D地区の人口は1970年をピークに減少していたが2000年には増加がみられた。1976年以降の土地利用の変化をみると、既に人工的な被覆であったその他の用地が建物用地に変化しており、都市の高密度化がうかがえる。

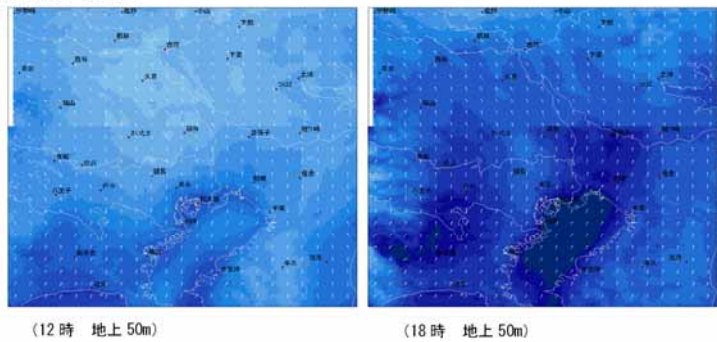
風の状況を見ると、昼間(12時)は臨海部の風がやや強く、内陸部にいくにしたがって弱風化している。夕方(18時)は昼間に比べて全体的に風速が増加している。主風向は昼間も夕方も南風である。

図2-23(1) 熱環境カルテの例(東京)

土地利用の変化 (20km 圏)



風環境の状況 (夏季)



高温化の範囲

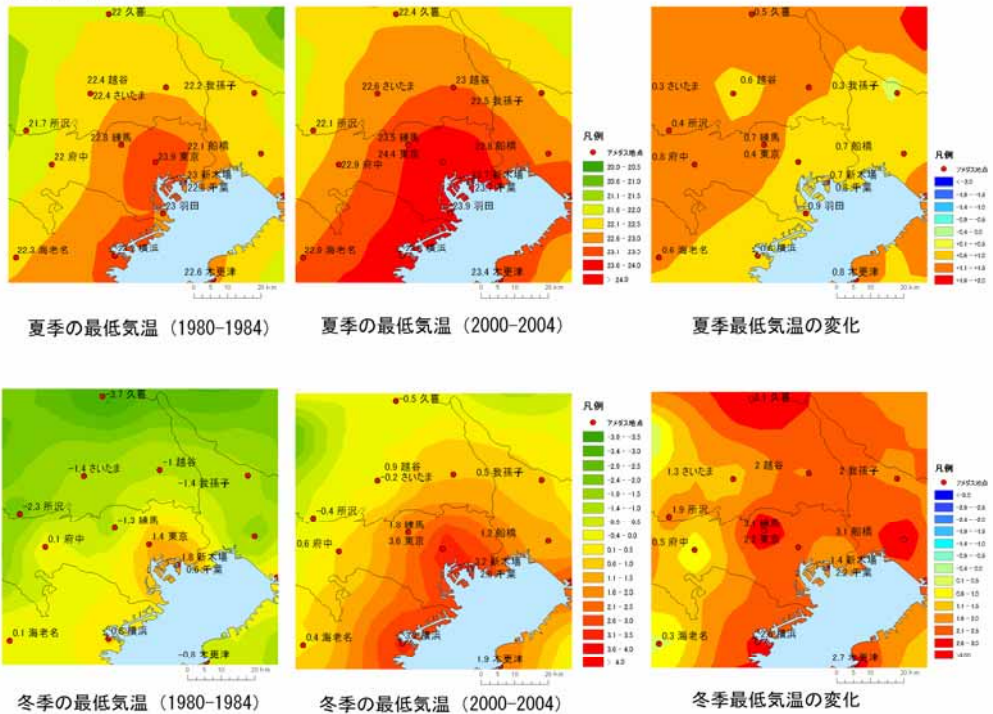


図 2 - 23(2) 熱環境カルテの例 (東京)

## 2.5 今後の課題

気温上昇の特性が都市規模や地域の気候特性等によって異なることが確認でき、「最高気温の上昇傾向が強い都市」、「最低気温の上昇傾向が強い都市」、「全般的に気温上昇がみられる都市」及び「気温上昇傾向は顕著でない都市」に整理された。また、気温上昇には地形、土地利用、風等の要因の関与が示唆された。ただし、昼間の気温形成には日射の影響が強いため、人工排熱の寄与度が低く、夜間の気温形成には人工排熱や建物、地表面被覆等の蓄熱等の寄与が相対的に大きくなることから、最高気温が出現する昼間と最低気温が出現する夜間では気温形成のメカニズムが異なる。今回の検討では全国的に整備されている統計情報等を基本としたため、人工排熱、被覆等がどれだけ気温上昇に寄与しているかを定量的に把握することはできなかった。

今後、ヒートアイランド対策の有効性を検討するにあたっては、地域ごとの気温形成のメカニズムを考慮する必要がある。そのため、気温上昇に係わる地域特性の異なる地域から代表的な都市を選定し、詳細なデータをもとにシミュレーション等の定量的な手法により検討を進めていくことが必要と考える。