

平成 17 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(概要)

- 環境省水・大気環境局大気生活環境室 -

ヒートアイランド現象による都市の気温上昇は、熱中症の増加などの人の健康、生態系の変化、大気汚染濃度の上昇、集中豪雨の発生、エネルギー消費の増加など多くの対象に
関与していると考えられます(表1参照)。

政府のヒートアイランド対策大綱が策定され、具体的なヒートアイランド対策が推進されて
いますが、施策の実施にあたっては、その地域におけるヒートアイランド現象の実態
把握及びメカニズムの把握を行うとともに、影響の地域性を考慮して対策を策定する
ことが重要となります。

そこで、本年度は都市の気温上昇が及ぼす『熱中症の発生』と『エネルギー消費』への
影響を取り上げ、全国の代表的な都市を対象に定量的評価を行い、影響の地域性について
検討を行いました。また、中核市以上の規模の16都市を対象とし、ヒートアイランド現象
の実態把握と都市の熱環境特性を分析し、熱環境カルテとして整理しました。

表1 ヒートアイランド現象による環境影響と本年度検討対象範囲(黄色部分)

出典)平成15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から抜粋・作成

対象	影響
人の健康	熱中症の増加
	循環器系疾患の増加
	冷房空間との往来による疲労感の増大
	睡眠障害
	ウィルス感染の可能性の増大
生態系	生物相の変化
	植物の成長阻害
大気汚染	NOx等の大気汚染濃度の上昇(冬季)
	光化学オキシダント濃度の上昇(夏季)
気象	集中豪雨発生への関与
エネルギー	夏季消費量の増大と冬季消費量の減少

【1.熱中症の発生に及ぼす影響】

13都市における平成17年5月1日より9月30日の間に報告された2,668熱中症搬送患者データを
用い、気温との関係の分析、年齢別・発生場所別などの発生の要因分析を行い、
以下のような状況を整理しました。

- ・日最高気温と熱中症の発生率とを地域別に検討したところ、地域ごとの明瞭な違いは認められませんでした。
- ・年齢階級別に発生率を見ると、10代および65歳以上の高齢者で高くなっています。
- ・若年層（10代）では運動中の発生が多く、高齢者では特に女性の屋内居室での発生が多くなっています。
- ・症状の程度を見ると、若年層ほど軽症の割合が高く、高齢になるに従い中等症、重症の割合が高くなっています。
- ・発生時間をみると、日中の発生が多いものの、朝方や夜間なども含め、熱中症は終日発生しています。
- ・日最高気温、推定 WBGT、日高温時間数のランクごとに熱中症発生の頻度を見たところ、特に推定 WBGT において熱中症発生との明瞭な関係が認められました。

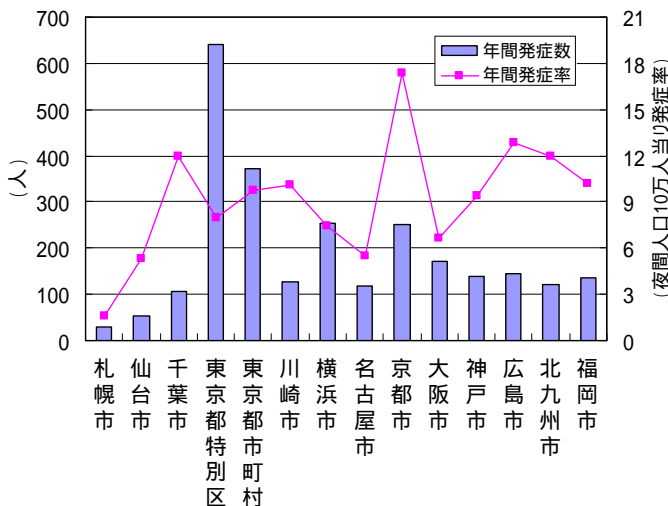


図1 地域ごとの熱中症発生数と発生率

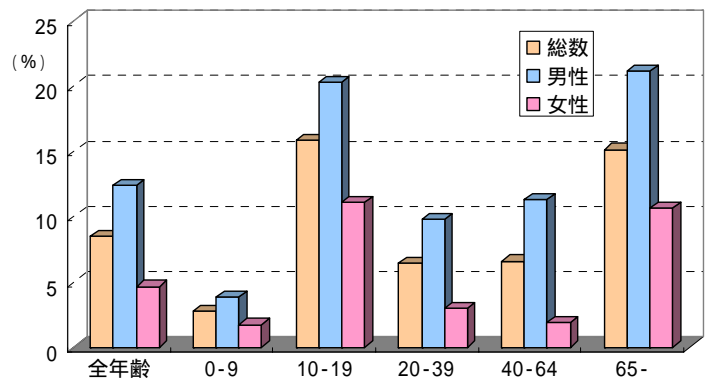


図2 年齢階級別の熱中症発生率

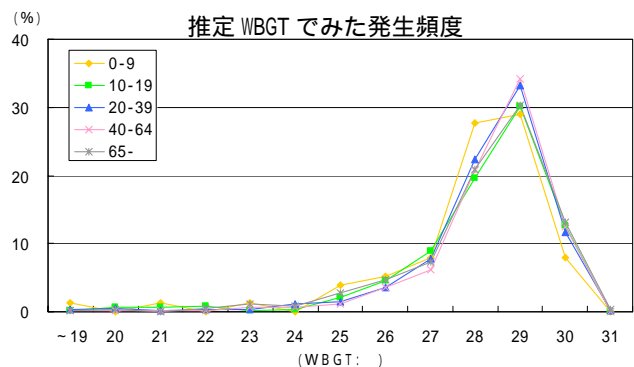
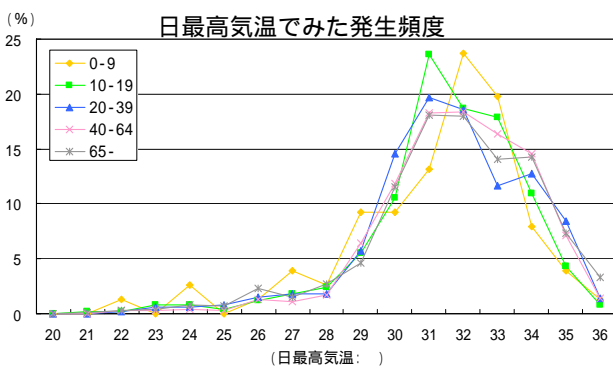


図3 指標ごと年齢階級別発生頻度分布

以上のようにいくつかの熱中症発生の特徴的な面が明らかになりましたが、熱中症発生については都市、地域別の傾向なく、暑い日には熱中症がいつでも発生する可能性があることから、地域にかかわらず熱中症に対する予防意識を持続することが重要であると考えられます。また、WBGTのような指標を用いた熱中症予防のための情報をリアルタイムに提供するなどの手法が有効であると考えられます。

【2. エネルギー消費に及ぼす影響】

気温変化がエネルギー消費に及ぼす影響について、昨年度大阪府を対象として評価を行った結果、通年1の気温上昇に伴いエネルギー消費が微増することが明らかになりました。そこで、今年度は全国8都市を選定し、気温上昇が民生部門（家庭部門・業務部門）のエネルギー消費全体に及ぼす影響の地域特性を検討しました。

気温が1上昇した場合、民生部門全体の年間エネルギー消費量は福岡市を除く各地域で減少することが示されました。変化率を変化絶対量として表現した結果、東京23区の増減量が極端に多くなることが示されました。

都心について注目すると、東京都全体では、負の値を示すのに対して、都心3区や千代田区では正の値を示します。これらの地域では年間を通して気温が1上昇することによって年間エネルギー消費量は増加することが考えられます。

エネルギー消費の削減を目的として、ヒートアイランド対策を実施する場合は都心から優先的に導入すること効果的であり、対策を実施する際には、夏季の温度上昇を抑制する対策の選択により、エネルギー消費に対する効果が発揮されると考えられます。

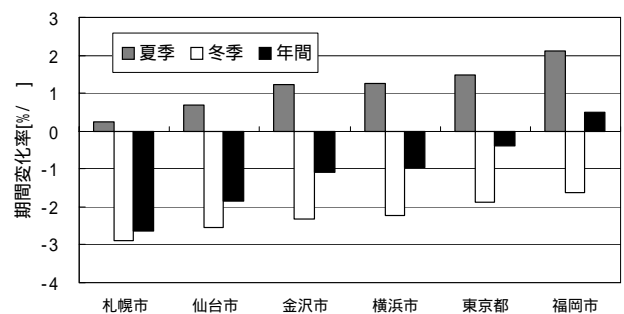


図4 民生部門全体の期間変化率

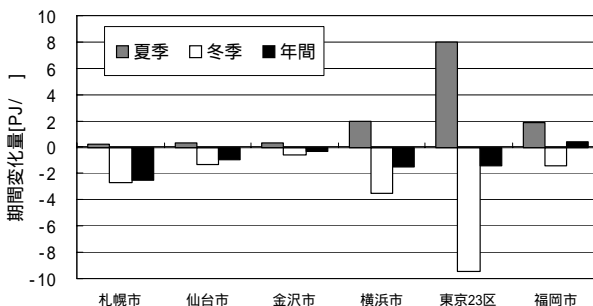


図5 民生部門全体の期間変化量

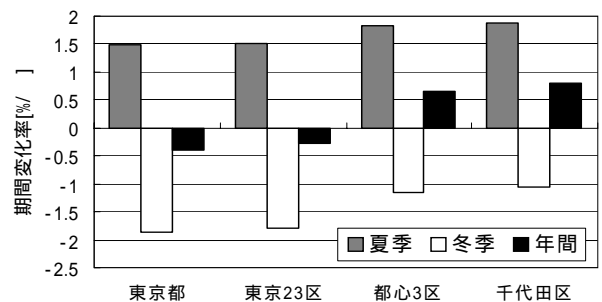


図6 評価領域の相違による期間変化率の変化

【3. 都市の熱環境関連情報の検討】

アメダスが全国的に整備された1980年代前半の5年間と最近5年間（2000～2004年）の夏季（8月）の最高気温、最低気温の平均値の差は図7に示すとおりです。

最低気温は関東から東海・中部地方の沿岸地域及び近畿、中国、四国、九州地方のほとんどの地域で上昇がみられます。一方、中部、北関東の内陸地域、新潟県、東北、北海道ではほとんど上昇していないか、または低下しています。

最高気温は関東地方以西で上昇がみられ、中部地方でもっとも上昇が大きくなっています。また、房総半島、紀伊半島、四国、九州の太平洋沿岸では上昇がやや小さくなっています。一方、東北、北海道では最高気温は低下傾向にあります。

このように気温変化の傾向は地域によって異なることから、地域ごとの熱環境の特性を把握するため、全国規模でのヒートアイランド現象発生状況の実態把握を行うとともに、代表的な都市について熱環境に関連する情報を整理し、熱環境特性を分類し、熱環境カルテをとりまとめました。

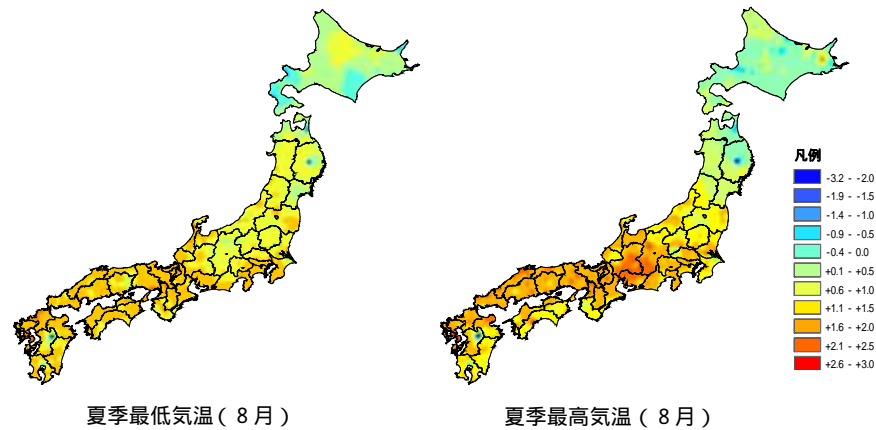


図7 1980年代前半と2000年代前半の気温差

1) 都市の熱環境関連情報の整理

都市の熱環境を形成する要素としては、大局的には地球温暖化による気温上昇や年ごとの暖冬・冷夏等の気候傾向がありますが、こうした広域的に影響を及ぼす要素ではなく、都市化に伴う地域的な気温形成に影響する要素を主眼に情報を整理しました。



図8 熱環境形成に係わる要素

地域的な気温形成に寄与する要素として、気温上昇に資するものとして都市化に伴う建築物・舗装面等の人工的な地表面被覆の増加、人工排熱の増加、都市形状の変化による夜間放射の減少が挙げられます。一方、気温上昇を抑制する要素として、水面・緑地等の自然的被覆、熱の換気に寄与する海風、山風、上空風が挙げられます。

今回の実態把握にあたっては、高度経済成長期の1960年代からの気温データの統計的連続性が確認されている都市のうち気候特性等を考慮して札幌、旭川、仙台、宇都宮、熊谷、東京、横浜、名古屋、浜松、岐阜、甲府、新潟、京都、高松、福岡の16都市を対象としました。この16都市を対象に熱環境に関連する情報として、気温等の観測結果に加え、1960年から調査が行われている人口集中地区人口・面積により都市規模の推移を整理するとともに、土地利用に関する情報及び風環境に関する情報を収集・整理し、都市毎に熱環境カルテをとりまとめました。

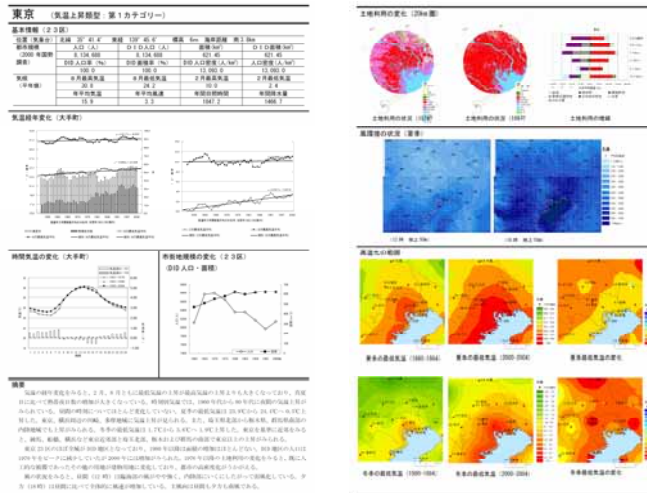


図9 熱環境カルテの例（東京）

2) 都市の熱環境特性の類型化

熱環境特性に関する情報整理により都市の規模、形態や都市の立地する地形、気候等により都市の熱環境特性に違いが見られることがわかってきました。そこで、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により都市の熱環境特性の分類を試みました。分析には1960年代から現在までの気温変化指標を用いました。（表1参照）

表1 分析に用いた気温変化指標と主成分得点

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)	酷暑日年間日数 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未満年間日数 トレンド (基準値)	20以上年間日数 トレンド (基準値)	25以上年間日数 トレンド (基準値)	30以上年間日数 トレンド (基準値)	35以上年間日数 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

主成分分析の結果、第一主成分は全般的な気温上昇を表していると考えられます。第二主成分について、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考えられます。また、主成分分析の結果をもとに固有値が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、図11に示す4つのグループに類型化しました。

第1グループとして東京、横浜、京都、福岡、新潟が整理されました。第一主成分を負の値、第二主成分は正の値となっており、最低気温の上昇による日較差の縮小傾向が強いと考えられます。このグループの時刻別気温の変化をみると、昼間に比べて夜間の気温上昇が大きいことが確認できます。第1グループの都市は、新潟を除き大都市であり、気温観測地点周辺は早い段階から都市化が進行し、近年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化がみられます。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上昇が抑制されていることも考えられます。

第2グループとして宇都宮、前橋、熊谷、甲府、岐阜が整理されました。第一主成分は

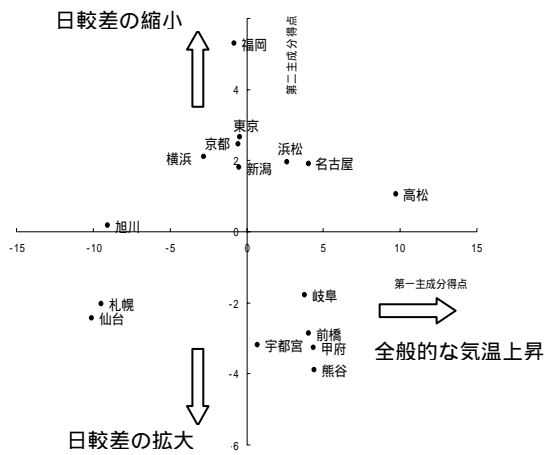


図 10 主成分分析の結果

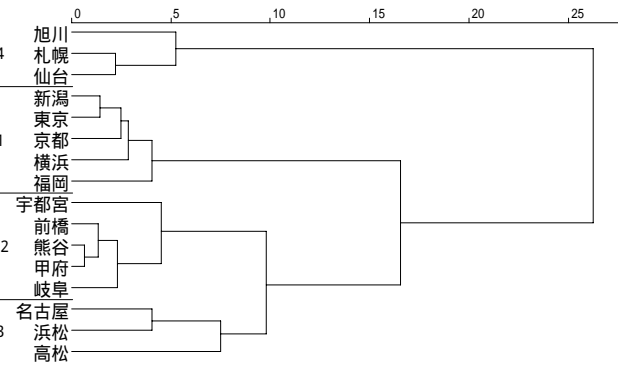


図 11 クラスタ分析の結果

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グループと考えられます。気温変化の長期傾向をみると夏季には最高気温上昇が最低気温の上昇を上回っています。このグループの都市は内陸部にあり、風環境の状況を見ると風速が弱い地域に該当しています。また、気温観測地点の周辺は、近年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、地表面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ます。

第3グループとして名古屋、高松、浜松が整理されました。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、日較差が縮小している傾向にあると考えられます。時刻別気温の変化をみると、やや夜間の上昇が大きくはありますが、全時刻で気温上昇がみられます。また、海に近い立地ですが、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ます。

第4グループとして札幌、旭川、仙台が整理されました。このグループ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ます。このグループ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、低下傾向にあります。

3) 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、気温上昇の傾向による4つのグループに整理できました。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ました。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ります。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ませんでした。

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ります。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ます。