

5. ヒートアイランド現象による環境影響の検討

5.1 ヒートアイランド現象による環境影響の把握指標

これまでの調査で、気温上昇による環境影響項目を抽出し、それらについて既存文献の整理や有識者へのヒアリングをとおしてヒートアイランド現象との関係を検討した。

表5-1に、環境保全上重要と思われる影響を中心として、その影響を評価する際に有用と考えられる指標の例を整理した。現象と影響の関係が未解明なものなど、利用可能な指標が見当たらないものには「-」を記した。ただし、これらはあくまで現時点での知見を整理したものであり、今後の研究の進展に合わせて変更されるべきものである。

表5-1 ヒートアイランド現象による環境影響とそれを捉える指標例

対象	影響指標	現象の指標	指標の適用例
人の健康	熱中症	発生数	最高気温 年齢階層により、発生数が急増する気温に違いがある。(生産年齢層(15~64歳): 35、高齢者(65歳以上): 33)
		WBGT	WBGT(湿球黒球温度)28以上で熱中症発生が急増する。
	循環器系疾患	死亡率	最高気温 33以上で高齢者(65歳以上)の心疾患による死亡率が上昇する。
	疲労感	主観的回答	屋内外往来頻度 冷房空間と屋外の往来頻度が多いほど疲労感を生じる。一般的に気温差が5以上で体温調節機能に影響をおよぼす。
	睡眠障害	-	室内温度 -
	ウイルス感染	媒介蚊生息域の拡大	年平均気温 ヒトジマカの分布は年々北上しており、その分布は年平均気温11以上の地域と類似している。
媒介蚊の個体群密度の増加		日平均気温 平均気温11以上の積算温日数(ヒトジマカの1世代当たりの積算温日数は350・日)	
生態系	生物相	個体数の変化 (経年変化)	ある一定の地域に生息する生物種の経年変化
	植物の成長	光合成速度	気温・湿度 最適温度(スギの場合25)を境にして光合成速度は低下する。
大気汚染	NOx等	汚染濃度の上昇	- 冬季における混合層内、夏季における海風前線の前面で大気汚染濃度が上昇する。
	光化学オゾン	汚染濃度の上昇	最高気温 都市上空(混合層内)で光化学反応が促進される。
気象	集中豪雨	集中豪雨の頻度	- 都内における積乱雲の発生にヒートアイランド現象が関与している可能性がある。
エネルギー	消費量	消費量の増加	気温・最高気温 電力消費量の増加
		消費量の減少	気温・最低気温 電力消費量、灯油消費量、ガス消費量の減少

5.2 ヒートアイランド現象による環境影響の評価

上記 5.1 で示した環境影響やその指標例に関して分析上の留意点などを以下に整理した。

1) 人の健康

【熱中症】

熱中症の要因分析としては、一般的にその発生頻度と日最高気温の関係が取り上げられている。生産年齢層（15～64歳）で35℃、高齢者（65歳以上）では33℃以上で熱中症が急増するとの報告があり、熱中症の発生はインパクトの強い最高気温の影響を受けることが推測される。しかしヒートアイランド現象の特徴は、最高気温の上昇よりも最低気温の上昇や高温暴露時間の増加にあり、夏季における近年の日最高気温の上昇は、都市部と郊外とを比べると必ずしもその差は大きくない。ヒートアイランド現象による健康影響を検討するためには、高温暴露の増加を適切に評価できる指標（例えば33℃以上時間数の増加）や、発症に至る手前での熱ストレスによる健康影響を評価できるような指標の開発が必要である。

また、単純に気温との関係を分析するよりも、WBGTなど気温以外の熱ストレス要素を総合的に考慮できる指標を用いる方が望ましいと考えられる。

特に高齢化が進展するわが国では、室内で発症する高齢者の温熱環境を適切に評価するための検討も必要である。

【熱中症以外の疾患】

暑熱化が進むに従い、熱中症以外の疾患、例えば循環器系疾患や心疾患などの増加も予想される。これらの影響を評価するためには、臨床的に疾患と気温や湿度などとの関係を明らかにするとともに、疾患別の救急搬送データなどを用い、都心部と郊外のデータを比較するなどにより詳細な解析を実施する必要がある。

【疲労感】

ここでは、夏季における屋外と冷房空間の往来頻度との関連を取り上げた。今後ますます暑熱化が進む都心部での快適空間を確保するため、冷房空間の整備は促進され、屋外環境と冷房空間の気温差が広がるとともに冷房空間での滞在時間は増加することが予想される。その影響は今のところ被験者の疲労感をたずねる主観的なアンケート回答によっているが、適切に影響を評価しようとするれば、やはり客観的な指標の開発が必要である。

屋外と冷房空間の温度差については、一般的に5℃以上（例えば、室内気温が28℃のとき外気温が33℃以上）ある場合に体温調節機能に支障をもたらすと言われている。

(東京都内における33 以上時間数の分析)

高齢者の熱中症発生が高まる気温 33 を一つの目安として、東京都内におけるここ 20 年間の高温時間数の変化を見た。湾岸の新木場、湾岸から 4～5km の大手町、内陸の練馬、内陸で郊外の青梅の各地域における、1980 年(1988～1992 年の 5 年間)と 2000 年(1998～2002 年の 5 年間)の 33 以上時間数を、時間帯別に比較した。

これを見ると、新木場を除き 33 以上時間数はおおよそ 3 倍に増加していた。増加時間数で見ると大手町と青梅は 200 時間弱となっているが、練馬は 432 時間も増加しており熱中症による健康リスクが増加していると考えられる。

一方、破線で示した風速を見ると、日中では青梅を除けばここ 20 年間で風速が弱くなっている傾向が見られる。また、風速が最も強くなる 14:00～16:00 の各地点の風速を比較すると、新木場の 6m/sec、大手町の 4m/sec、練馬・青梅の 2m/sec となっており、海からの距離に応じて風が弱くなっている様子が分かる。

熱中症の発生インパクトとしての最高気温は、湾岸では低く、海に近い都心部と内陸の郊外ではほぼ同様、そして内陸の都心部では著しく増加していることがわかり、これには風速が影響している可能性があるかと推測された。すなわち、熱中症による健康影響の観点からも、風による換気効果を考慮した都市の形成の必要性が改めて示唆された。

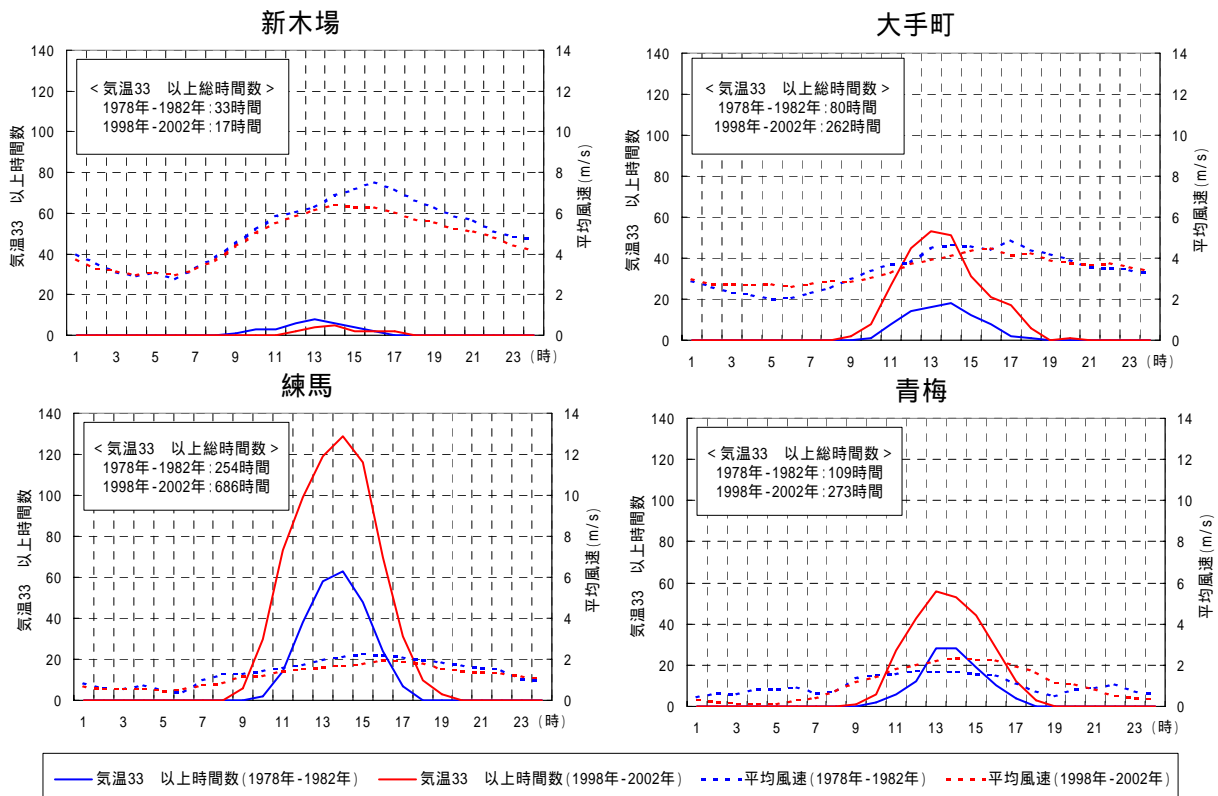


図 東京近郊(大手町・新木場・練馬・青梅)における気温 33 以上時間数と風速*の時刻別変化

*風速は、大手町において気温 33 以上が観測された日の各地点の平均風速 出典) アメダス観測年報

【睡眠障害】

国立環境研究所が平成 15 年度に行った温暖化に関するアンケート調査では、これまでに経験した夏季の熱ストレスによる心理生理的的症状を聞いている（図 5 - 1）。その結果、回答が最も多かったのが「眠れない」、次いで「(体調の) 疲労・変調」となっている。人の体温は通常夜から朝方にかけて下がるが、熱帯夜など夜間の高温は睡眠を妨げる要因となる。室温と就寝中の人の体動を実験した調査結果によると、室温 22（10 月）に比べて 28 では体動が 2 倍になった（図 5 - 2）。

日本人の睡眠時間は盛夏の 7～8 月に短くなるが、ヒートアイランド現象による熱帯夜の増加が夏季の睡眠環境をより一層悪化させているものと考えられる。

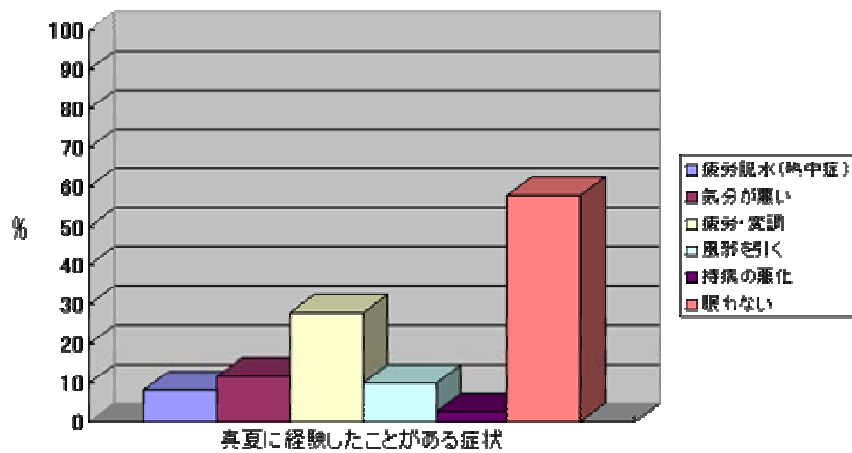


図 5 - 1 真夏に経験したことがある症状

出典) 国立環境研究所 <http://www.nies.go.jp/impact/index.html>

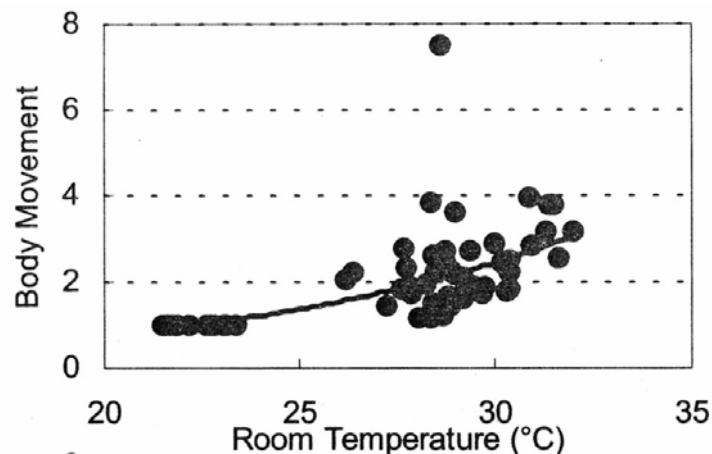


図 5 - 2 室温と体動の関係

出典) P.24～25 の関連文献リスト (C - 1)

【ウイルスへの感染】

ヒートアイランド現象や温暖化の進展にともない、ウイルス媒介蚊の生息北限が北上している。これにより、これまでそのおそれなかった都市においても、西ナイルウイルスやデング熱などの感染症の可能性を否定できなくなっている（図5 - 3）。

感染による健康リスクは媒介蚊の個体群密度や播種率、より根本的にはウイルスが国内へ持ち込まれる可能性によって影響される。気温の上昇は、媒介蚊の個体群密度を増加させる要因となるが、実際に個体群密度が増加するかどうかは気温だけでなく媒介蚊の産卵場所や生息場所の多寡によっても影響されると考えられる。また、国内へのウイルスの持ち込みには、ヒートアイランド現象のみでなく、国際化など他の要因も影響すると考えられる。

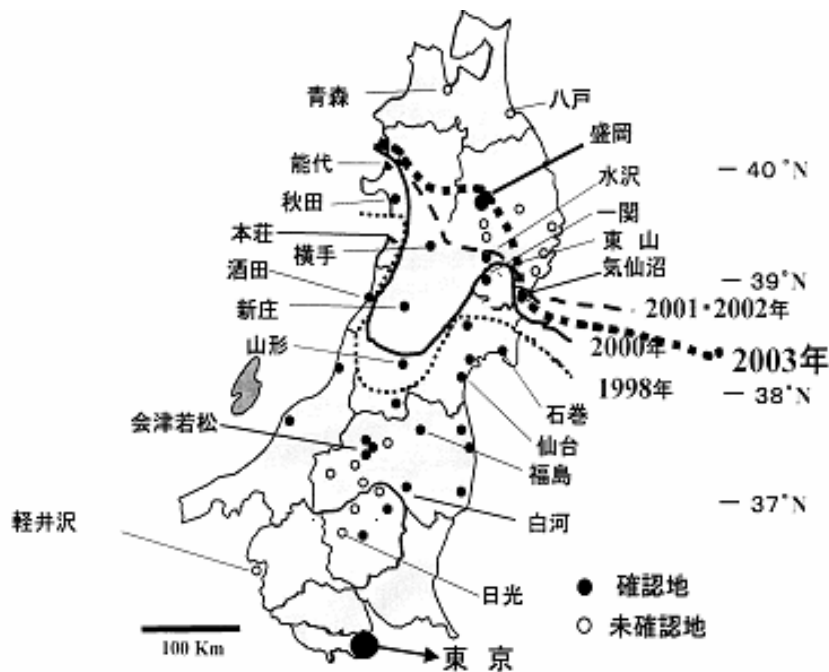


図5 - 3 東北地方におけるヒトスジシマカの分布北限の移動(1998～2003)

出典)国立感染症研究所 小林睦生氏より提供

【冬季の健康影響】

冬季における寒さの緩和による健康影響については、夏季に比べてその評価が難しい。ヒートアイランド現象は、朝方の最低気温の上昇が著しいことが知られている。しかしこの時間帯は一般的には就寝時間であり、外気温の変化がどの程度熱ストレスとして人間に影響するかは不明である。

冬季における就寝中の室内温度は、ヒートアイランド現象による外気温の上昇によっても左右されるが、家屋構造の変化、すなわち気密性や断熱性の向上によっても影響を受けると考えられる。さらに室内温度の変化は寝具により緩和され、どの程度就寝中の人間に対する熱ストレスの変化に影響を及ぼすかは検討を要する。

2) 生態系への影響

気温変化に対して、人は人工的に快適環境を作り出すことによって適応してきたが、動植物は自らを適応させるほかない。

関連文献の整理では、単体の植物に対する気温や湿度の変化による影響を扱っているものが多い。夏季の高温化が植物の生長に悪影響を与える。例えばケヤキは 25 以上で蒸散速度が低下し、35 以上では光合成をほとんど停止する。また、生物季節による評価では、休眠やその打破の時期の変化により、植物の発芽日や開花日に影響を与えていることが示されている。しかし、総合的に都市の生態系の変化をヒートアイランド現象による影響として扱っているものはあまりない。それは気温などの気象変化よりも生息に適した場所の喪失や大気汚染など、都市化そのものによる影響が大きいためではないかと予想される。

IPCC (気候変動に関する政府間パネル) の第 2 作業部会報告書では、北半球の中緯度帯において年平均気温が 1 以上上昇するとイネ科類の作付け温度限界線が約 150 ~ 200km 北へ移動し、高度限界が約 150 ~ 200m 上昇するとされている。

有識者ヒアリングにおいて、東京都目黒区にある国立科学博物館附属自然教育園内における生物相の変化についての報告があったが、1950 ~ 2002 年までの園内の主要樹種の変遷を見ると、シュロは 3 本が 1,082 本に増加し、一方スギは 121 本が 10 本に減少していた (図 5 - 4)。

このような生物相の変遷を都市全体として把握しようとした場合、どのような方法が現実的かつ適切かについては検討する必要がある。

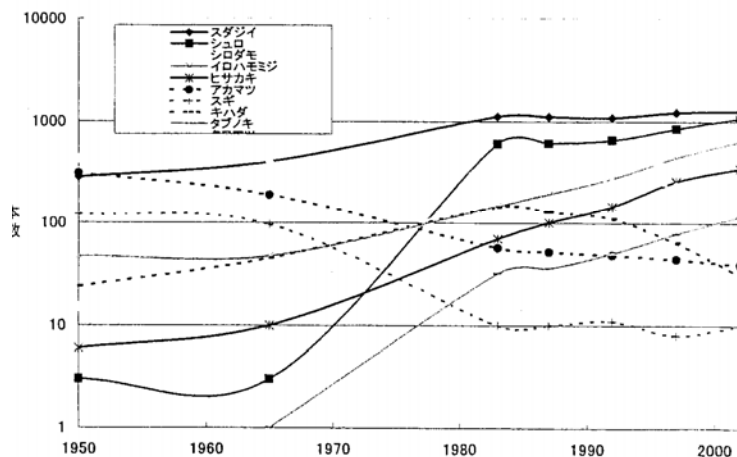


図 5 - 4 自然教育園の種樹の増減

出典) 国立科学博物館附属自然教育園 萩原信介氏提供

3) 大気汚染への影響

冬季における都市部の大気汚染濃度の上昇は、北海道などの寒さの厳しい地域において、静穏でよく晴れた明け方のヒートアイランド現象が顕著となる場合に出現が報

告されている。また、夏季においても光化学オキシダントやそのほかの大気汚染物質の高濃度化にヒートアイランド現象が関与しているとの研究報告がある。しかし、大気汚染濃度が上昇する場所は、単純に気温が高くなる場所と合致するわけではなく、より広域の風の場合や大気汚染物質の発生源の状況などが強く影響すると考えられる。

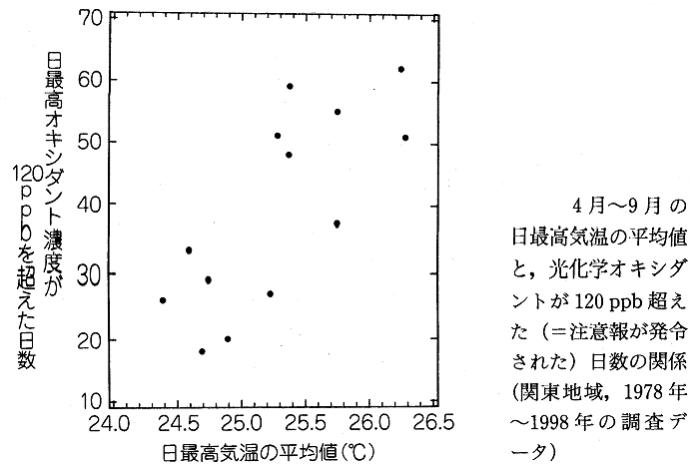


図5 - 5 日最高気温の平均値と光化学オキシダントが120ppbを越えた日数

(関東地域 1978年～1998年、4月から9月)

出典)若松・篠崎「広域大気汚染」p167、裳華房、2001年

4) 気象への影響

都市部における集中豪雨は、地表面の暑熱化がその発生の一要素となっていると考えられる。しかし、その発生メカニズムには、気圧配置など様々な要素が絡んでおり、ヒートアイランド現象による気象への影響を定量的に評価するまでには至っていない。上記大気汚染への影響とともに今後の研究に期待するところである。

5) エネルギー

気温の上昇によるエネルギー消費への影響は、暑熱化する夏季と暖かなくなる冬季では異なる。夏季には冷房需要の増大による電力消費量および昼間のピーク電力が増大する。一方、冬季には寒さが緩和されることにより、暖房に使われる電力・灯油などの消費量、給湯に使われるガスなどの消費量が減少する。

定量的にエネルギー消費の増減を検討した事例は多くないが、東京において空調・給湯用エネルギーの変化を通年で推定したものでは、業務部門のエネルギー消費が増えるものの家庭でのエネルギー消費の減少効果が大きく、全体としてはエネルギー消費量が減少すると報告されている。

また、都市によってもその影響には差があり、冷暖房エネルギーのみに注目した研究では、札幌など北に位置する都市では冬季の影響が大きくなり通年でエネルギー消費量の減少が推測された。一方、東京など既に通年で0を下回る日が少なくなってい

る都市では、冬季のエネルギー消費量の減少よりも夏季における冷房消費の増大の影響の方が大きくなり、通年でエネルギー消費量の増大が推測された。