

# 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(概要)

—環境省環境管理局大気生活環境室—

## 【1. ヒートアイランド対策の推進に必要な環境影響の把握】

ヒートアイランド現象の進行に伴い、熱中症の発生が多くなるなど、その対策が急務となっています。しかし、その対策の効果を最大限に引き出すためには、対策の対象となる原因とその影響との関係、すなわち「原因と現象との関係」と「現象と影響との関係」を定量的に把握する必要があります。

また、長期的に施策を実施しなければならないヒートアイランド対策にとって、特に重要なのがその効果を定量的に把握しつつ推進することです。最終的には影響の緩和で効果を見るべきですが、影響と現象との明確な関係が示されていれば、気温などの現象によって対策の進捗状況をモニタリングすることが、簡便でかつ有効な方法になります。

そこで、環境省ではヒートアイランド現象による環境影響を体系的に把握するとともに影響の定量的評価を試み、環境影響の緩和に向けたヒートアイランド対策の推進に資することとしました。今年度は、関連する影響項目を抽出し、既存研究などから影響評価に関する現状の知見を整理しました。

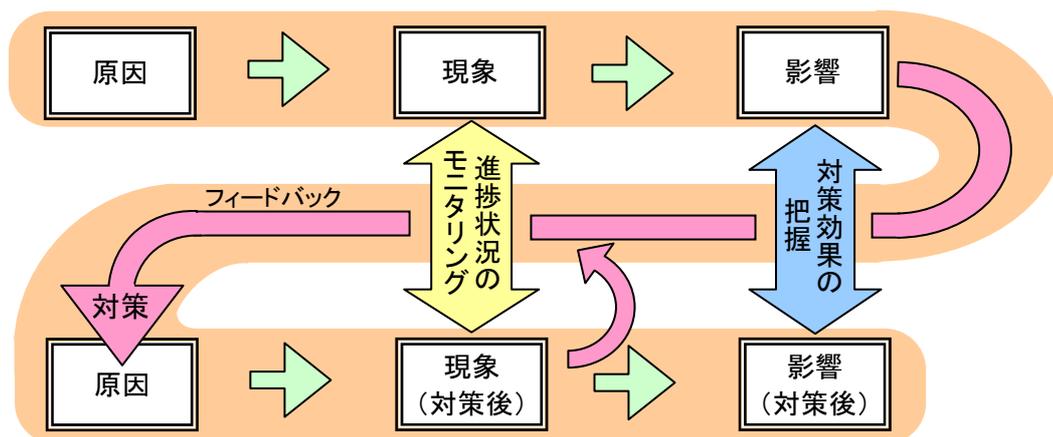


図1 ヒートアイランド対策の進め方

## 【2. ヒートアイランド現象による環境影響の整理】

### 2.1 検討上の問題点の整理

ヒートアイランド現象とは、都市部の気温が郊外に比べて島状に高くなる現象のことですが、より単純には都市における気温上昇と捉えることができます。しかし、都市の気温上昇には地球温暖化による影響が含まれていることや、影響には気温上昇だけでなく大気汚染など都市に特有の要因が関係していると考えられます。

検討の過程では、環境影響を定量的に把握する際の以下のような問題点が挙げられました。

#### (問題点1) 原因と現象との関係が定量的に明確でない！

- ①都市の気温上昇には、地球温暖化による影響が少なからず存在しているため、どの程度がヒートアイランド現象によるものかといった定量的な見極めが難しい。
- ②ヒートアイランド現象の強さを評価する指標の一つにヒートアイランド強度、すなわち「都心部と郊外の気温差」があるが、都心部と郊外を具体的に定義することが難しい。

③地域的な熱特性の違いに着目すると、内陸の都市は一般的に風が弱く熱環境が脆弱であると言える。また、北と南の都市ではベースとなる気温が異なる。このような地域熱特性を考慮せずに、地域間で原因と現象の関係を一律なものとすることはできない。

そのため、図2に示すように、どのような原因によるかは考慮せず、現象としての気温上昇とその影響の関係に着目して検討しました。

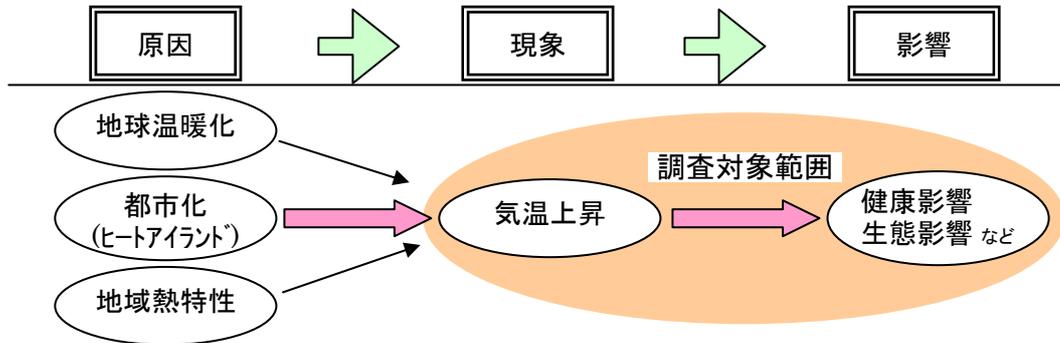


図2 本調査の対象範囲(原因と現象の関係)

(問題点2) 気温上昇以外の要因による影響を受けている！

- ①都市では、気温の上昇だけでなく、その他の都市特有の環境変化（大気汚染やライフスタイルの変化、生息場所の減少など）にもさらされている。
- ②集中豪雨の発生や大気汚染濃度の上昇には、気温の上昇だけでなく、気圧配置やより広域的な風の方が重要な要素となる。
- ③生物は環境の変化に対する馴化能力を備えていると言われている。例えば、真夏日がある一定の日数以上続けば熱中症の発生は少なくなるが、元来ベースとなる気温が異なる地域の人々の長期の馴化については今のところ不明である。一方、冷房空間が拡大しているため、人の暑熱暴露状況の実態を把握することは難しい。

そのため、本調査では、図3に示すような大気汚染やライフスタイルの変化などの複合的な影響は考慮せず、気温上昇を主として、その影響との関係を検討しました。

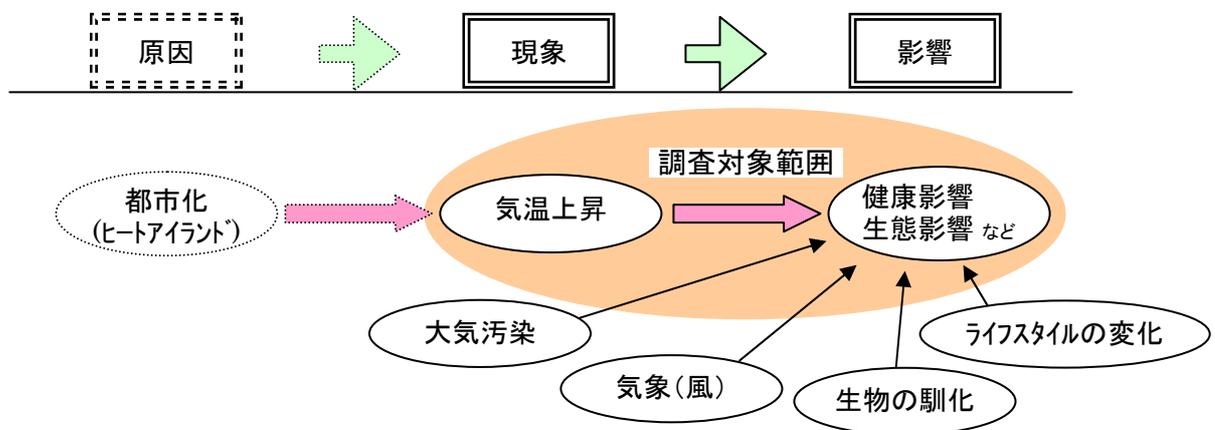


図3 本調査の対象範囲(現象と影響の関係)

## 2.2 環境影響の整理

上記のような考え方にもとづき、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による環境影響とその影響を評価する際に有用と考えられる指標の例を表1に整理しました。ここでは、影響の対象を人の健康、生態系、気象およびエネルギーの4つに分類し、【影響を捉える指標】とそれに関連する【現象の指標例】およびそれらの関連についての研究事例をまとめています。ここで整理したものはあくまで現時点における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修正されるものです。

表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°C、高齢者(65歳以上): 33°C)	
		WBGT	WBGT(湿球黒球温度) 28°C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°C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°C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	ヒトジシカの分布は年々北上しており、その分布は年平均気温11°C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°C以上の積算温日数(ヒトジシカの1世代当たりの積算温日数は350°C・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°C)を境にして光合成速度は低下する。
大気汚染	NO <sub>x</sub> 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。
	光化学オキシダント	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

今回の調査では、「夏季の最高気温の上昇」が、影響の説明能力に優れた現象の指標として導かれました。夏季の最高気温は、熱中症やその他の暑熱関連疾患の搬送人数や死者数、また、光化学オキシダント濃度の増加など、多くの影響との関連が示されました(図4)。

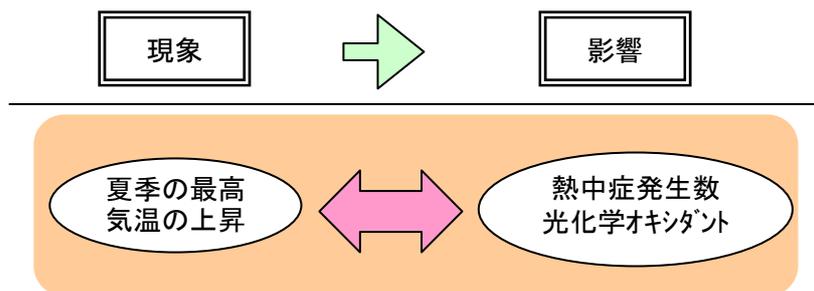


図4 強い関連が示された影響項目とその現象指標

一方で、ヒートアイランド現象がより顕著となる夏季の最低気温の上昇や冬季の気温上昇による影響については、はっきりとした関係を見ることはできませんでした。例えば熱帯夜の日数が増えることによる影響や、冬季の気温が下がらないことによる植物の休眠環境に与える影響やエネルギー消費の減少などについては必ずしも十分に評価されているとは言えない状況にあります。また、集中豪雨など複合的な要因が絡む影響については、そのメカニズムの解明などさらなる研究の進展が期待されます。

### 【3. ヒートアイランド現象による環境影響の定量的把握に向けた課題】

調査の結果、総体としてヒートアイランド現象が少なからず関与していることは言えるものの、現状ではその関係を定量的に分析できるまでには至っておらず、今後の調査研究の必要性が認識されました。現段階の整理として、ヒートアイランド現象に係る原因、気温変化に着目した現象および影響の関係を模式的に、図5に示しました。

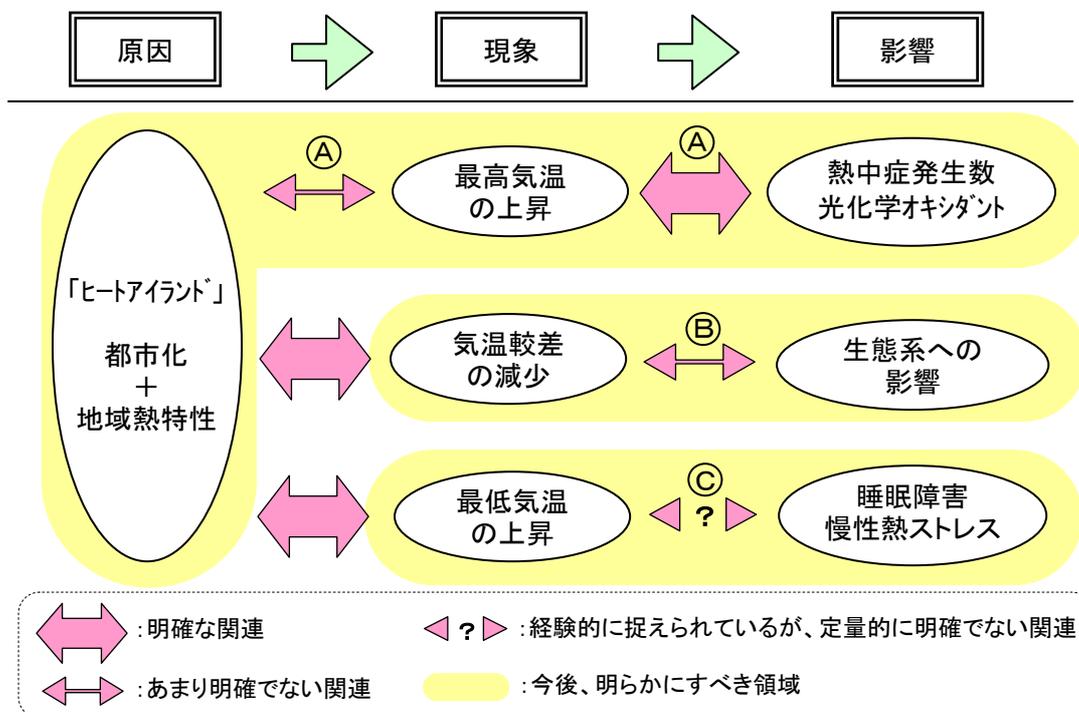


図5 ヒートアイランドに係る原因・現象(気温の変化)・影響の関連模式図

#### ヒートアイランド現象としての最高気温の上昇と熱中症の関係(図中 ㊸)

熱中症などの健康影響と夏季の最高気温との関連について多くの知見を整理することができましたが、今後は地球温暖化の影響や地域熱特性の違いを考慮した影響把握が必要になります。そのため最高気温の上昇と熱中症の発生のより詳細な地理的、時間的關係について、救急搬送された患者の搬送状況(場所、時刻など)がわかる個別データなどを用いて解析し、最高気温の高まりと都市化の關係、その結果としての熱中症の発生を把握し、その影響の緩和に資することが重要となります。

#### 冬季の気温上昇による植物の休眠に与える影響(図中 ㊹)

これまで気温の上昇による開花日の早期化などが取り上げられていた植物への影響についても、気温較差の減少による休眠および休眠打破に与える影響など、ヒートアイランド現象との關係に焦点をあてた検討が必要となります。

#### 最低気温の上昇と睡眠障害などの熱ストレスの關係(図中 ㊺)

調査では、夏季の日中の気温上昇による影響が見られました。しかし、夏季の熱ストレスに対する一般市民の関心は、むしろ夜間の気温が高止まりすることによる睡眠障害や高温に長時間暴露することによる体の疲労・変調にあります。言い換えれば、市民は経験的にヒートアイランド現象(最低気温の上昇や高温暴露時間の増加)を実感しているにもかかわらず、その影響を表現できる適当な指標は開発されていないということです。最低気温の上昇による睡眠障害などの影響を定量的に示すことができれば、「都市化」→「最低気温の上昇」→「睡眠障害」という一連のヒートアイランド現象による影響を把握することができるものと考えられます。このためには、睡眠障害など、インパクトが強くないが慢性的な熱ストレスによる生理的、心理的な影響指標と、それらの指標をうまく説明できる気温や湿度などの熱ストレス指標の開発が必要となります。

#### 気温上昇以外の要因に係る影響

今回の調査では、一貫して気温上昇による影響を取り上げました。しかし気温上昇以外にもヒートアイランド現象に関連する要因はあります。その一つに「都市の風」が挙げられます。風は気温と密接に關係し、風が弱くなれば気温が上昇しますし、熱性低気圧の形成は、水平風の強さに影響します。さらに、風は大気汚染に影響したり集中豪雨の発生の要因となります。この風について、都市化との關係を明らかにして「都市の風」が変わることによる影響を把握することも今後の課題です。

その他、気温上昇にともなう冷房空間の拡大による影響についても引き続き検討する必要があります。夏季の電力消費が増大することによるCO<sub>2</sub>の排出量への影響は、冬季における影響や各都市が元来有する熱特性の違い(南北、内陸・沿岸の違いなど)を考慮して評価すべきものと考えられます。特に都市の気温が今後ますます上昇した場合の影響を把握することが重要です。また冷房空間における長時間の滞在や屋外と冷房空間との往来による人体への生理的な影響についても、より定量的に評価する必要があります。