

第 6 章 健康分野

《目次》

6.1 影響のメカニズム	2
(1) 影響のメカニズムの構成要素	2
(2) 影響のメカニズム	3
6.2 現在把握されている影響	4
(1) 暑熱の影響	5
(2) 感染症への影響	7
(3) その他	11
6.3 将来予測される影響	12
(1) 暑熱の影響	13
(2) 感染症への影響	14
6.4 脆弱性の評価	19
(1) 脆弱性の評価手法の例	19
(2) 脆弱性評価における課題	21
6.5 適応策	23
(1) 適応策メニューとその体系	23
(2) 適応策の選択・実施にあたっての考え方	25
(3) 適応策を実施する上でのバリア	25
(4) 適応策として参考にできる既存の事例・政策	26
(5) 適応策の評価手法に関する研究動向	28
6.6 今後の課題	29
(1) 影響	29
(2) 脆弱性	29
(3) 適応	30

※図表・写真等の使用に際しては、出典を必ず明記いただけますようお願いいたします。

※ **要通知！** 印のある図表・写真は使用にあたり執筆者等への連絡が必要のため環境省に問合せ願います。

※ **要許諾！** 印のある図表・写真は使用にあたり学会等、引用元の使用許諾等が別途必要ですのでご注意ください。

6.1 影響のメカニズム

(1) 影響のメカニズムの構成要素

健康分野における影響は、暑熱の影響、感染症への影響及びその他の影響（大気汚染、自然災害、衛生害虫）に分けられる。それぞれにおける温暖化影響のメカニズムを構成する要素を、表 6-1 に示す。

表 6-1 構成要素

カテゴリー		気候要素	自然的要素	社会的要素	影響
暑熱の影響		・ 夏季の最高気温 ・ 湿度 ・ 日射	・ 地形	・ ヒートアイランドの原因となる都市構造・排熱	・ 熱中症 ・ 死亡リスクの増加 ・ 睡眠障害
感染症への影響		・ 夏季や冬季の気温、年平均気温 ・ 雨量 ・ 湿度	・ 媒介動物の分布拡大、数の増加 ・ 海水温の上昇による海水中の細菌数増加	・ 上下水道の整備 ・ 雨水マス等排水路の整備 ・ 農業（稲作等）や畜産業の構造変化 ・ ワクチン接種状況 ・ 啓発活動 ・ 高齢化・免疫不全者の増加 ・ 海外との人の移動、物流の増加 ・ 食習慣（魚介類の生食等）	・ 水系感染症の増加 ・ 蚊媒介感染症の増加
その他	大気汚染への影響	・ 高濃度の光化学オキシダントが発生する気象条件の増加（高温、日射）	・ 地形	・ 光化学オキシダントの大陸からの移流	・ 局地的な高濃度発生による直接的な健康障害 ・ 死亡リスクの増加
	自然災害による影響	・ 大雨 ・ 大型台風 ・ 干ばつ		・ 上下水道の整備	・ 蚊媒介感染症の増加 ・ 水系感染症の増加
	衛生害虫による影響	・ 年平均気温 ・ 冬季平均気温	・ 衛生害虫の分布、数	・ 海外旅行の増加 ・ 貿易の増加	・ 衛生害虫による咬症・刺咬等患者数の増加

(2) 影響のメカニズム

健康分野における温暖化影響のメカニズムの全体像を図 6-1 で示す。

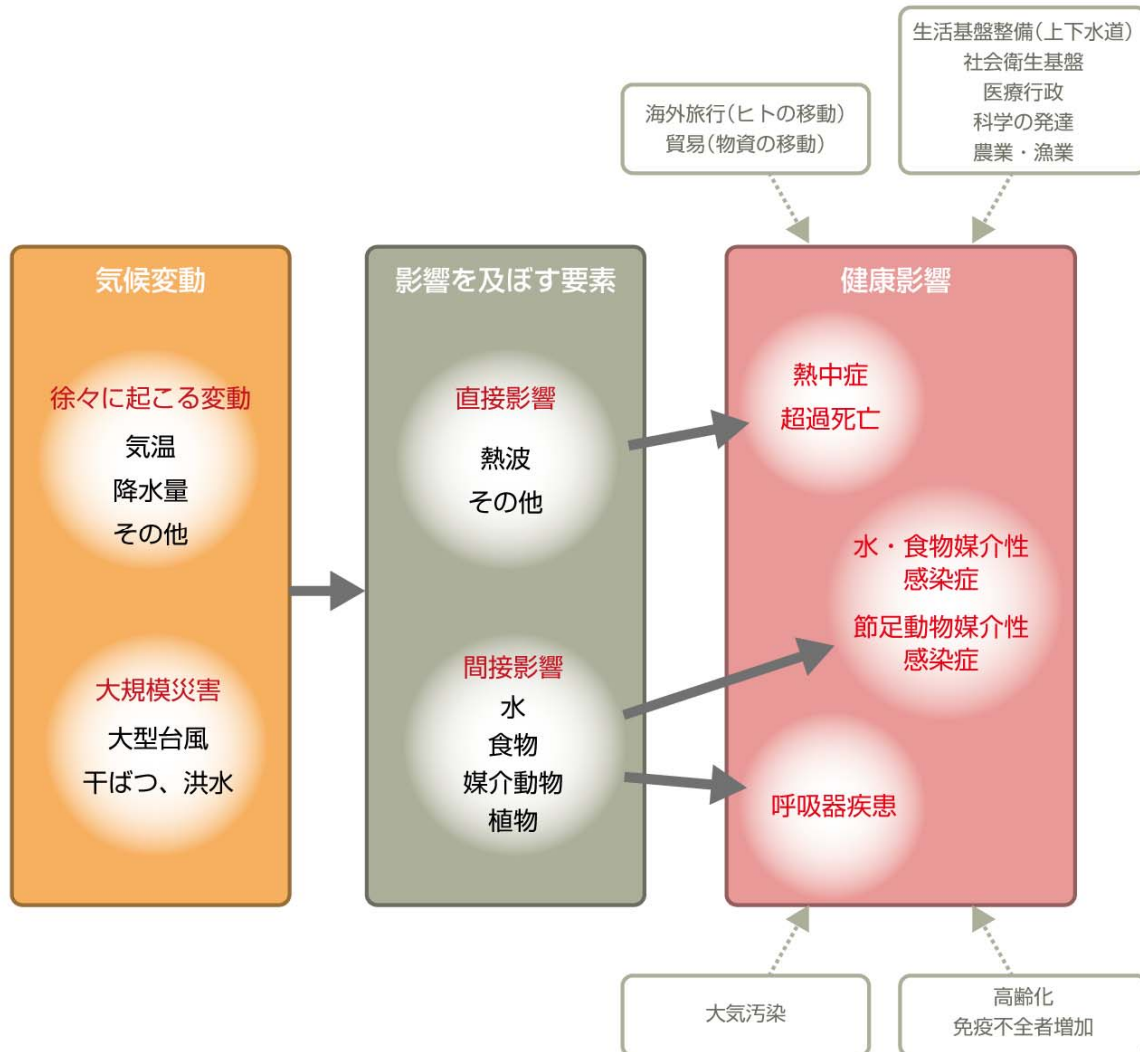


図 6-1 地球温暖化の要因及び健康分野への温暖化影響のメカニズム

6.2 現在把握されている影響

健康分野において現在把握されている影響の事例を以下に整理する。なお、表 6-2 では地域別の影響を含めた要約を示している。

表 6-2 現在把握されている影響

カテゴリー		現在把握されている影響
暑熱の影響	死亡リスク	・死亡率が最低になる日最高気温（至適気温）の地域ごとの相違（北海道、東北地方など寒冷な地域で低く、鹿児島県、沖縄県など温暖な地域では高い）
	熱中症	・熱中症患者数の増加
感染症への影響	水系感染症	・ビブリオ・バルニフィカス症の発生地域の拡大
	蚊媒介感染症	・ヒトスジシマカ分布域の東北地方への拡大 ・近畿地方でのアカイエカの幼虫越冬の確認 ・東南アジアの日本脳炎媒介蚊の沖縄への侵入

(1) 暑熱の影響

1) 死亡リスク

暑熱による死亡は、熱波の直接的な影響と考えられるが、生理学的な適応が起こることから、人種による相違が認められる。以下に示すように、都道府県による相違が認められることから、非生理学的な適応も起こることが考えられる。非生理学的適応には、もちろんエアコンの使用も考えられるが、それ以外に、暑い時期の過ごし方などにも相違があるものと考えられる。

世界的に見ると、近年の気温上昇で、2000 年時点で認められている最も大きな影響は低栄養によるものであり、次いで下痢性の疾患といわれている。また、最も大きな影響を受けるのは東南アジアであり、単位人口あたりの影響はアフリカが最も大きいといわれている (Ezzatti et al. eds., 2004)。

日本は、経済的に恵まれた状況にあり、また公衆衛生のインフラも進んでいるため、低栄養、下痢性疾患による影響が大きいとは考えられない。現在、明らかに認められている影響は、熱波による死亡の増加と熱中症の増加である。

気温と死亡には、ある気温（至適気温=OT）で死亡率が最低となり、それより高い気温及び低い気温では死亡率が高いという V 字型の関連が認められる。また、その V 字型そのものが、北海道など寒冷な気候の地域では低温側に、鹿児島県など温暖な気候の地域では高温側に位置する（図 6-2 参照）。なお、北海道の死亡率が東京、沖縄県に比べて高いのは、人口構造などの相違によるものである。この気候による気温－死亡関係の修飾は、欧米でも認められており (Curriero et al., 2002 ; Keatinge et al., 2000)、少なくとも亜熱帯から亜寒帯までの中緯度地域では世界共通と考えられている。

日本における研究によると、長期間の平均気温といった、平均的な気候の指標では、都道府県別のきれいな直線的関連が得られず、沖縄県が他の都道府県から離れたところに位置する。これは、沖縄県が海に囲まれた比較的小さな島嶼であることによる。すなわち、沖縄県では夏にも気温が極端に上昇せず、33℃程度であるのに対し、冬には他の都道府県のように気温が低下しない。このことから、環境省の研究班で検討したところ、日最高気温の 80～85 パーセンタイル値¹を用いると、前述の至適気温ときわめて相関が高いことが明らかになった（Honda et al., 2007）（図 6-3 参照）。

前述のように、この気候による相違は、単に生理学的な適応によるものではなく、行動などの非

¹ 日最高気温の 80 パーセンタイル値とは、観察期間の日最高気温全体のうち、その値以下の日最高気温が 80% を占める値をいう

最終稿

生理学的適応も含んだものである。たとえば、沖縄県の本島ではエアコンの普及率はほぼ 100%に近いものと考えられるが、やはり気温が至適気温を超えると死亡率は高くなる。

なお、熱波に際して熱中症による救急搬送は増加するものの、死因として熱中症と報告される例は多くない。死因別の解析では、至適気温を超えて死亡率が上昇するのは循環器疾患、呼吸器疾患が主であった。

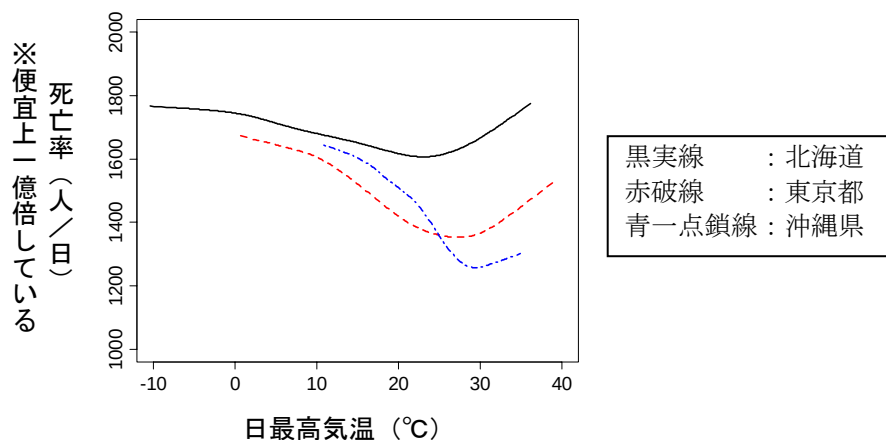


図 6-2 気候による気温と死亡率の関係 (1972～1995 年)

資料提供：筑波大学大学院人間総合科学研究科 本田靖教授

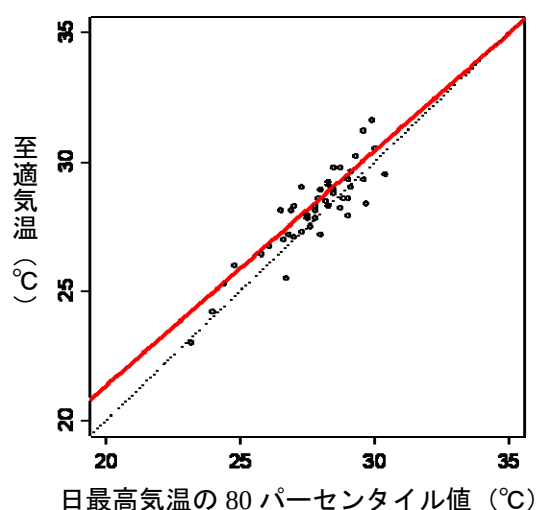


図 6-3 死亡率が最低になる至適気温 (OT) と日最高気温の 80 パーセンタイル値との関連 ()
(赤線は OT と日最高気温の 80 パーセンタイル値の近似直線)
(点線は日最高気温の 80 パーセンタイル値と OT が等しい場合の直線)

(Honda et al., 2007)

2) 熱中症

暑熱による影響として、日本全国で夏季を中心に多数の熱中症患者が報告されている。国立環境研究所がとりまとめている東京都及び全国政令市消防局データによると、2007 年は多くの都市で過去最高を記録し、東京都及び 17 政令市合計で 5,000 名を超える患者が報告された (表 6-3 参照)。その他、①女性に比べ男性が多い (男性が全体のおよそ 2/3)、②男性では 19～39 才、40～64 才、65 才以上がそれぞれ 25～30%を占めているのに対し、女性では 65 才以上が過半数を占めている (図 6-4 参照)、③高齢者になるに従って重症者の割合が増加する、④19～39 才、40～64 才では比較的

最終稿

多様な場所で発生しているのに対し、7～18才では運動中・学校、65才以上では自宅（居室）での発生が多いといった特徴が見られる。また気温との関連では、最高気温の上昇に伴って患者の増加が見られる（図 6-5 参照）が、都市によって、あるいは同一都市においても年によって発生率に違いが見られる（図 6-6 参照）。この点に関しては、温度指標（日最高気温以外の指標）の他、熱中症発生に関与する要因を明らかにする必要がある。

表 6-3 都市別・年別熱中症患者数

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
札幌市						29	68	95
仙台市			66	18	54	54	37	115
さいたま市						176	164	350
千葉市*	59	74	104	56	114	115	178	164
東京 23 区*	269	393	416	207	521	642	363	879
都下市町村*	143	186	227	147	271	373	225	389
横浜市*	92	212	190	131	221	253	226	398
川崎市*	47	88	98	85	157	126	90	166
新潟市								119
静岡市								158
浜松市								115
名古屋市*	85	140	134	100	101	119	163	231
京都市					199	252	211	407
大阪市			184	126	201	172	240	339
堺市・高石市						79	96	173
神戸市				114	134	140	176	262
広島市*	39	112	79	69	182	145	180	267
北九州市				104	178	124	200	205
福岡市						136	280	270
合計	734	1,205	1,498	1,157	2,333	2,935	2,897	5,102
小計*	734	1,205	1,248	795	1,567	1,773	1,425	2,494

注) 2000 年～2007 年データのある都市

資料提供：国立環境研究所環境健康研究領域総合影響評価研究室 小野雅司室長

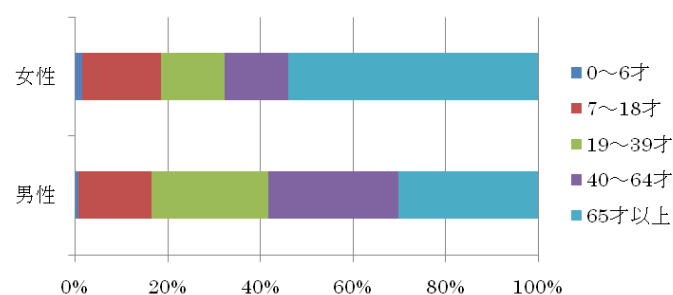


図 6-4 性別・年齢階級別の熱中症患者数（割合）

資料提供：国立環境研究所環境健康研究領域総合影響評価研究室 小野雅司室長

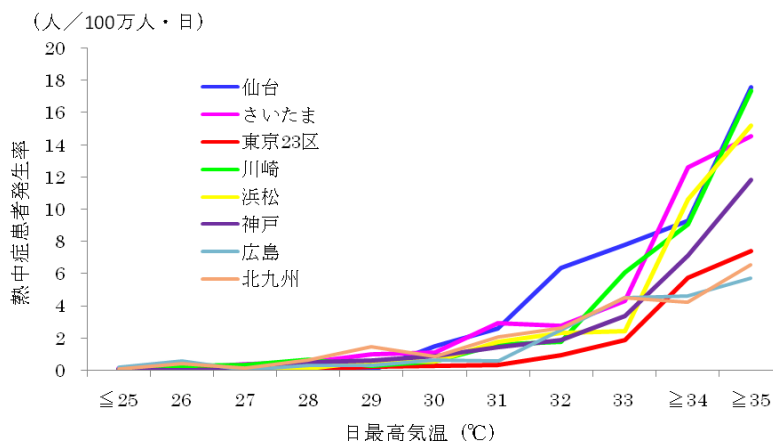


図 6-5 主要都市における日最高気温別の熱中症患者発生率

資料提供：国立環境研究所環境健康研究領域総合影響評価研究室 小野雅司室長

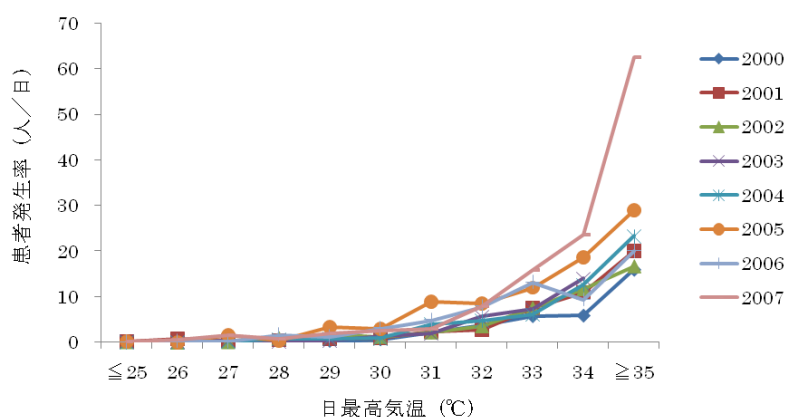


図 6-6 年別・日最高気温別の熱中症患者発生率（東京 23 区）

資料提供：国立環境研究所環境健康研究領域総合影響評価研究室 小野雅司室長

(2) 感染症への影響

日本において、気候変動・地球温暖化の感染症への影響は、感染症の患者数や死亡数の増加という形ではいまだ現れていない。しかし、地球温暖化によると考えられる以下のような現象はわが国でも現れつつある。

1) 水系感染症の原因となる菌の分布域の拡大

① 海水中のビブリオ・バルニフィカス菌検出域の北上

日本近海の海水には、下痢・腹痛や皮膚疾患、壊死などを起こすおそれのあるビブリオ・バルニフィカスという細菌が存在する。この菌は海水表面温度が 20℃以上になると検出率が増加するが、夏季の海面温度 20℃の北限線が、北上し北海道に達している。一方、ビブリオ・バルニフィカス感染症が東北地方でも報告されている（古城八寿子, 1999）。このことは、海水温の上昇が、ビブリオ・バルニフィカス感染症の発生の北上に何らかの影響を与えていると考えられる。

2) 蚊媒介感染症の原因となる蚊の分布域の拡大

① ヒトスジシマカの分布域の北上

最終稿

ヒトスジシマカはデングウイルスやチクングニヤウイルス媒介蚊として知られており、デング熱やチクングニヤ熱の流行を起こす蚊として知られている。ヒトスジシマカはわが国に広く分布しており、分布域の北限は 1950 年代には北関東であった。その後北限は北上し、現在は東北地方（秋田県、岩手県）であるが、東北地方においても年々北上している（図 6-7 参照）。ヒトスジシマカの存在がすぐにデング熱、チクングニヤ熱の流行に結びつくものではないが、流行が起こりうる素地を有する地域が年々北に拡大しているといえる。

②東南アジアからの新たな日本脳炎媒介蚊（*Culex vishnui*）の侵入

日本においては水田や水を供給する水路で発生するコガタアカイエカが日本脳炎ウイルス媒介蚊であることが知られている。一方、インド、中国、東南アジアで重要な日本脳炎媒介蚊である *Culex vishnui* は従来日本には分布していなかったが、分布域が拡大し、1992 年石垣島、2002 年沖縄において存在が確認された（図 6-8 参照）。*Culex vishnui* の侵入が直ちに日本脳炎患者数の増加に結びつくものではない。しかし、わが国において日本脳炎患者数の減少にはコガタアカイエカの減少が要素のひとつとして考えられていることから、新たな媒介蚊の侵入はヒトへの日本脳炎ウイルス感染を考える上で注意すべき現象といえる。

3) 国外で現在把握されている感染症の影響

世界的には気候変動・地球温暖化の感染症への影響がすでに現れつつある。

①水系感染症の増加

水を介した感染症（水媒介感染症）は細菌によるものが主である。代表的な水媒介感染症であるコレラはコレラ菌によって起こる感染症である。コレラ菌で汚染された水を飲んだり、汚染された水で洗った生ものを食べて感染する。コレラ菌は海水中のプランクトンと共生して生存しており、海水温が上昇するとコレラ菌の増殖が盛んになることが知られている。南アジアのバングラデシュにおいては海水温が上がった年にはコレラ患者の増加が観察されている。また、南米においてもエルニーニョによって海水温が上昇した年に多数のコレラ患者の発生が起こっている。

②蚊媒介感染症の増加、拡大

デング熱はデングウイルスによって起こる感染症である。デング熱は世界のほぼ全域の熱帯・亜熱帯地域で発生する。日本の南に位置する台湾においては従来デング熱の大きな流行はなかったが、2000 年代にはいり大きな流行が起こるようになってきた。これは、デング熱の大流行を起こす蚊として知られているネッタイシマカが温暖化により台湾に生息するようになったことが要因の一つと考えられている。

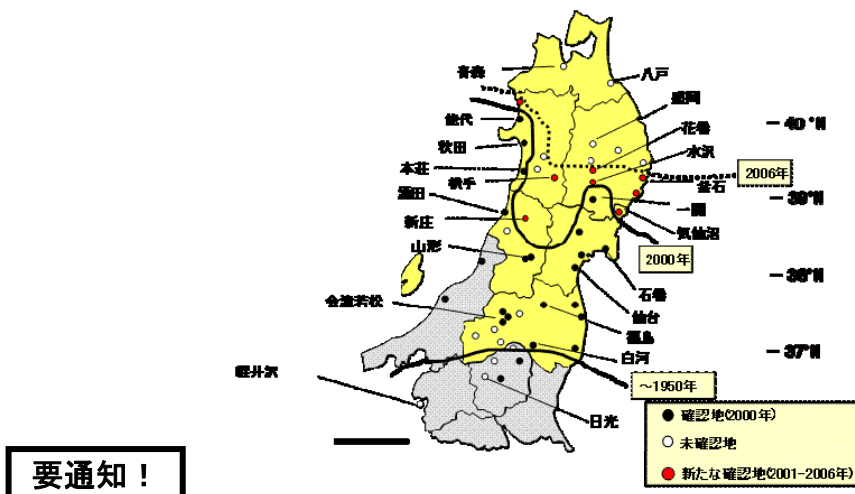


図 6-7 東北地方におけるヒトスジシマカの分布域の北限（2000～2006 年）
(Kobayashi M., Komagata O. and Nihei N., 2008)

要通知！

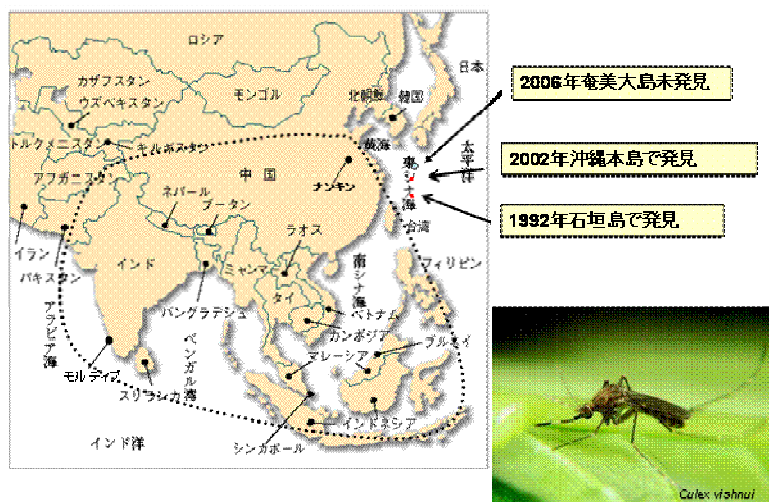


図 6-8 インド、中国、東南アジアで重要な日本脳炎媒介蚊である *Culex vishnui* の分布域の拡大

資料提供：国立感染症研究所昆虫医科学部 小林睦生部長

コラム：世界各地で流行した感染症の例

・北イタリアで 2007 年に突然流行したチクングニヤ熱

チクングニヤ熱は蚊が媒介するウイルス感染症で、主にヒトスジシマカとネッタイシマカが媒介する。2005～2006 年にかけてインド洋島嶼国、インド、スリランカなどで 170 万人規模の患者が発生し、レニオン島では 250 名以上が死亡した。

2007 年に、インドで感染した 1 人の患者が原因となって、突然北イタリアの小さな村でチクングニヤ熱の流行が起こり、約 300 名の患者

(1 名死亡) が発生した。

イタリアでは 1990 年に初めてヒトスジシマカが確認され、その後約 16 年間でほぼ全土に分布域が拡大し、蚊の発生密度も高いことが報告されている。今後の温暖化の進み具合によってはヨーロッパ諸国全域にヒトスジシマカの分布が拡大することが予想され、感染症のリスク地域が拡大する可能性が考えられる。

ヒトスジシマカの現状の分布域
に関する図を掲載予定

図 6-9 ヨーロッパにおけるヒトスジシマカの現状の分布域（赤色の部分）とチクングニヤ熱の流行
(ECDC Mission Report, 2007)

・東アフリカで起こったリフトバレー熱の流行

リフトバレー熱は、主に東アフリカにみられるウイルス感染症である。通常は羊、ヤギ、牛などに見られる感染症で、これらの動物はリフトバレーウイルスに感染した蚊に吸血されることで感染、発症する。人は、感染蚊による吸血や、感染動物の血液や体液との接触によって、リフトバレーウイルスに感染する。通常この地域は乾燥しており、蚊の数は乾燥によってある程度以下に抑えられている。このことにより感染蚊や感染動物もあまり多くないため、人への感染は起こらない。しかし、エルニーニョによって雨量が増加すると、急激に蚊の数が増加し、それに伴って感染蚊と感染動物が増加することにより、人の感染が増加する。この現象もエルニーニョの感染症への影響と理解されている。

・アメリカ合衆国で起こったハンタウイルス肺症候群

ハンタウイルス肺症候群は、アメリカ大陸にみられる感染症である。この感染症をおこすウイルスは、ネズミなどのげっ歯類の間で維持されている。人は病因となるハンタウイルスに感染したげっ歯類のフンや尿中に排泄されたウイルスを吸い込むことによって感染する。従って、人家の周りに生息するげっ歯類が感染源となる。

通常は、感染しているげっ歯類の数が少ないため、人への感染は起こらない。しかし、エルニーニョによって雨量が増加し、げっ歯類のエサとなる植物が増加すると、それに伴いげっ歯類の数が増加する。その結果、感染するげっ歯類の数も増加するため、人が感染する率も増加し患者が発生する。この現象はエルニーニョの感染症への影響と理解されている。

(3) その他**1) 自然災害による影響****・ハリケーンや津波による感染症**

米国で 1975 年から 1997 年にかけて起こった大洪水やハリケーン等が、蚊が媒介する東部ウマ脳炎、西部ウマ脳炎、セントルイス脳炎の患者発生数にどのように影響したかを調べた研究がある (Nasci and Moore, 1998)。

これによると、全体で 13 の自然災害のうち、ヒトとウマに西部ウマ脳炎の症例が増加したのが 1 例だけで、その他は全く蚊が媒介する感染症の発生に影響が認められなかった。これは、ハリケーンでは被災地でウイルスをもった野鳥や媒介蚊にも相当甚大な被害が発生し、個体数が極端に減少することが関係すると考えられている。2005 年にニューオリンズを襲ったハリケーン(カトリーナ)の場合でも、当初、ウエストナイル熱が流行することが危惧されていたが、患者数はほとんど増加しなかった。秒速 60m を超す風が発生すれば、蚊や野鳥は、洞窟などに避難しないかぎり生存できないと考えられる。また、インドネシアで起こった大地震のよる津波では、内陸数キロにわたって海水が侵入し、塩分濃度が高まった水溜まりでは蚊の幼虫が發育できないことが知られており、実際、マラリア、デング熱の流行が起こらなかった。

このような事例からは、大規模な自然災害が直接的に蚊媒介性感染症の流行につながることは少ないと推察される。

2) 衛生害虫への影響

衛生害虫はコガタアカイエカやネッタイシマカのように病気を伝播する媒介昆虫とスズメバチやハネカクシのように体内に保有する毒によって人間に害を与える有毒昆虫に大きく分けられる。また、同じく節足動物であるクモ、サソリ、アレルギーの原因となる微小なダニなども便宜的に衛生害虫に含める場合がある。

セアカゴケグモは神経毒を持つゴケグモで、抗毒血清が開発される以前のオーストラリアでは、相当数の咬症患者が死亡していた。1995 年に大阪湾岸で初めて分布が確認されて以来、急速に分布域を拡大しており、現在、兵庫県、京都府、和歌山県、三重県、愛知県などに分布が確認されている (図 6-10 参照)。ゴケグモの密度が高いオーストラリアのブリスベンは、大阪府より年平均気温が高く、冬期 (7 月) の平均気温は約 15℃と奄美大島の平均気温 (1 月) とほぼ一致する。今後我が国で温暖化が進んだ場合、セアカゴケグモの発生密度がより高まることが予想される。

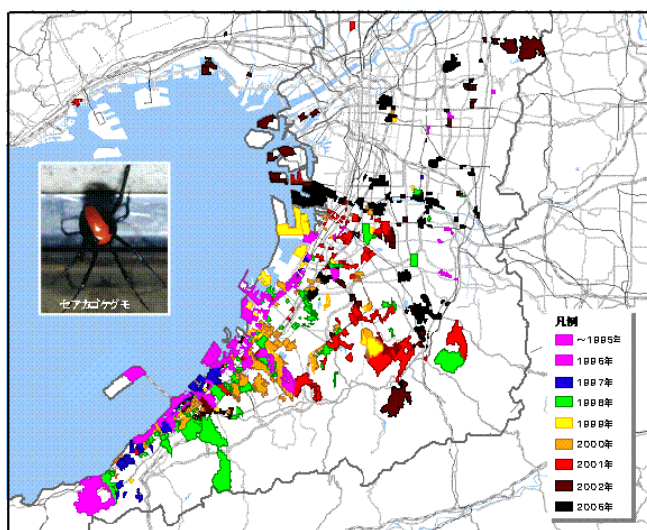
要通知！

図 6-10 大阪府におけるセアカゴケグモの分布拡大 (小林, 二瓶, 2007))

6.3 将来予測される影響

健康分野において将来予測されている影響の事例を以下に整理する。なお、表 6-4 では地域別の影響を含めた要約を示している。

表 6-4 将来予測される影響

カテゴリー		将来予測される影響
暑熱の影響	死亡リスク	・全国的な死亡リスクの増加。特に、北海道や東北地方における増加傾向が大きい。
	熱中症	・熱中症患者数の増加
	夜間の睡眠障害	・熱帯夜日数は、北海道、東北、北陸地方を除いて増加する。 睡眠障害発生の増加
感染症への影響	水由来	・ビブリオ・バルニフィカス感染症の北海道への発生拡大
	媒介動物由来	・ヒトスジシマカの東北地方への分布北上、北海道への侵入・定着 ・日本脳炎の北海道への発生拡大 ・コガタアカイエカの東北地方での生息密度の上昇 ・ネッタイシマカの侵入（四国以南）・定着（九州、沖縄） ・都市部での蚊の発生密度の上昇（関東、中部） ・デング熱の東北～中国地方での小流行、四国以南の地域での流行
その他	大気汚染への影響	・光化学オキシダントの日最高濃度の上昇に伴う超過死亡の発生（関東～四国）

(1) 暑熱の影響

1) 死亡リスク

「現在把握されている影響」で述べた気温と死亡の関連に基づき、温暖化による影響の将来推定を行った。気温と死亡の関係については、県別に推定した現在の至適気温、ならびに暑熱日（日最高気温が至適気温より高い日）における死亡率の相対リスクが、将来も変化しないと仮定している。即ち、次第に上昇していく気温に対して生理学的・非生理学的な適応が一切とられないことを仮定している。また、社会経済的条件については、気候変化に起因する影響のみを切り出して示すため、人口の大きさ・分布を将来不変と仮定している。気候変化シナリオは IPCC-SRES-A2 シナリオの排出量を前提とした気象庁統一気候シナリオ第 2 版を補正して用いた。ここでは熱ストレスの影響を評価するため、至適気温よりも高い気温において、至適気温と比べた場合の超過死亡を評価している。図 6-11 はその将来推定マップである。寒冷な地域で影響が大きい。これは、たとえば同じ 33℃ であっても、北海道など寒冷な地域では前掲図 6-2 で見られたように、相対的なリスクが温暖な地域よりも大きいことによる。

なお、死因別に年次推移を観察すると、循環器疾患は減少傾向にあるのに対し呼吸器疾患は増加傾向にあるので、将来は呼吸器疾患患者からの超過死亡が増加するものと懸念される。また、熱ストレスの影響の増加のみでなく、寒冷の影響の減少と合わせて評価する必要があるが、そのためにはインフルエンザの影響などを考慮した解析が必要となる。インフルエンザは寒い時期に多いため、低気温での死亡を増加させるが、寒い日ほど、あるいは寒い地方ほど死亡率が高いわけではないからである。すなわち、インフルエンザの影響を取り除かない場合、そのことによって寒冷の影響が過大評価されてしまう。このことはイギリスの研究でも確かめられている (Armstrong, 2006)。

要通知！



図 6-11 ある人が 1 年間に熱ストレスで死亡する確率 (%) (環境省, 2008)
(左 : 1981~2000 年、中央 : 2031~2050 年、右 : 2081~2100 年)

2) 熱中症

東京都を対象に熱中症患者の将来予測を行った。予測は、救急搬送患者数と病院受診患者中の救急搬送患者数割合から推計した自力受診者を含む熱中症患者数を基に算定した 2000~2007 年の日最高気温別患者発生率より、上位推計、中位推計、下位推計モデル (温度・影響関数) を年齢階級別に作成して行い、1980~2000 年、2031~2050 年、2081~2100 年の推計値を用いて基準年 (1981~2000 年平均) からの超過患者数を求めた。なお、人口は 2000 年の人口を使用し、気候統一シナリオは RCM20 に基づいた。RCM20 とは、気象庁と気象研究所が開発した水平解像度 20km の地域気候モデルで、梅雨や地域的な降雪の違いなど、日本周辺の重要な現象変動を高い解像度で良く再現できるものである。

2031~2050 年については熱中症患者数にほとんど変化がみられなかった (上位推計 : 最大 452 名、平均 13 名) が、2081~2100 年については基準年と比べ、上位推計で最大 4,000 名程度 (平均 1,000 名程度) の患者増が推計された (表 6-5 参照)。

表 6-5 熱中症患者の将来推計 (東京都 : 1981~2000 年平均からの超過数)

	上位推計		下位推計	
	平均	(最大)	平均	(最大)
2031-2050 年	13	(452)	-19	(142)
2081-2100 年	968	(4,098)	401	(2,001)

資料提供 : 国立環境研究所環境健康研究領域総合影響評価研究室 小野雅司室長

表 6-6 には、地域別の真夏日 (日最高気温 30℃ 以上の日)、猛暑日 (日最高気温 35℃ 以上の日) の将来予測を示した。年間の真夏日日数は、2031~2050 年には全国平均で 6 日、最高で 38 日、2081~2100 年には全国平均で 19 日、最高で 62 日増加すると予測された。年間の猛暑日日数は、2031~2050 年には全国平均で 0 日、最高で 2 日、2081~2100 年には全国平均で 2 日、最高で 7 日増加すると予測された。

表 6-6 年間の真夏日、猛暑日日数の将来予測 (1981~2000 年からの増加数)

地域	真夏日		猛暑日	
	2031-50	2081-2100	2031-50	2081-2100
北海道	0~0	1~1	0~0	0~0
東北	-1~1	5~9	-1~0	0~0
関東	-3~2	10~21	-1~-1	0~4
北陸	0~7	7~15	-1~0	0~1
東海	-2~5	6~24	-1~0	0~5
近畿	3~14	17~24	-1~1	1~6
中国	7~13	16~23	0~0	1~4
四国	2~13	20~22	-1~0	1~4
九州	5~18	24~41	-1~1	0~4
沖縄	38~38	62~62	-1~-1	0~0

資料提供 : 国立環境研究所環境健康研究領域総合影響評価研究室 小野雅司室長

最終稿

3) 夜間の睡眠障害

表 6-7 には、夜間の睡眠障害と大きく関係する熱帯夜（最低気温 25℃以上）日数の地域別将来予測結果を示した。年間の熱帯夜日数は、2031～2050 年には全国平均で 3 日、最高で 40 日、2081～2100 年には全国平均で 7 日、最高で 65 日増加すると予測された。2031～2050 年、2081～2100 年とも熱帯夜日数が最も増えると予測されたのは沖縄県であった。従って、将来的には夜間睡眠障害が増加する可能性がある。

表 6-7 年間の熱帯夜日数の将来予測（1981～2000 年からの増加数）

地域	熱帯夜（最低気温が 25℃以上）	
	2031-50	2081-2100
北海道	0～0	0～0
東北	-1～0	0～1
関東	-1～1	0～12
北陸	0～0	0～3
東海	-1～2	0～10
近畿	0～8	0～16
中国	0～2	2～9
四国	0～6	3～13
九州	0～15	5～26
沖縄	40～40	65～65

資料提供：国立環境研究所環境健康研究領域総合影響
評価研究室 小野雅司室長

(2) 感染症への影響

1) 水系感染症の増加

上下水道の整備が進んでいるわが国においては、温暖化によって近い将来水系感染症が大流行することは考えにくい。ただし、海水温上昇によって海水中の細菌数の増加や北限の上昇が起これば、水系感染症、あるいは生の海産物由来の感染症の増加は起こりうる。さらに、気候変動による大規模災害により、上下水等の生活のインフラが大きく破壊されてしまう事態が生じれば水系感染症の地域的流行は起こりうると考えられる。

2) 蚊媒介感染症の国内感染、増加

①デング熱、チクングニヤ熱の国内発生

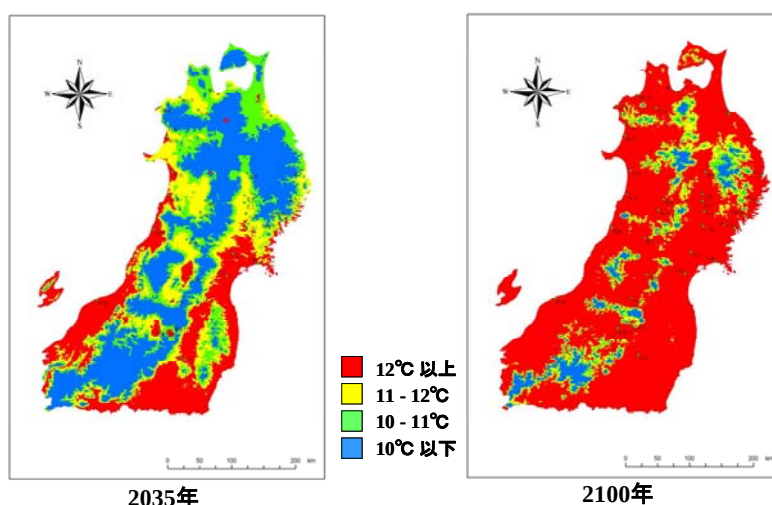
デング熱を起こすデングウイルスやチクングニヤ熱を起こすチクングニヤウイルスはまだ日本には侵入していない。しかし、これらのウイルスを媒介するヒトスジシマカは生息しその生息域は北上している。デングウイルスやチクングニヤウイルスはヒトー蚊ーヒトの経路で感染することから、海外において感染したヒトが帰国することにより流行は起こりうる。また温暖化により冬季にも十分な数の蚊が生息し夏季における蚊数の増加が起こる状況になれば、日本国内でデングウイルスやチクングニヤウイルスが維持される状況も起こりうる。さらに、デング熱大流行を起こしうるネッタイシマカが侵入定着することになればデング熱の流行も起こりうる。

MIROC (Model for Interdisciplinary Research On Climate; K-1 Model Developers)は、高解像度大気海洋結合モデルによる 20 世紀再現と社会経済シナリオにもとづく 21 世紀予測を目的に、K-1 チームによって作成された温暖化予測気象モデルである。このモデルを用いた年平均気温の将来予測結果

最終稿

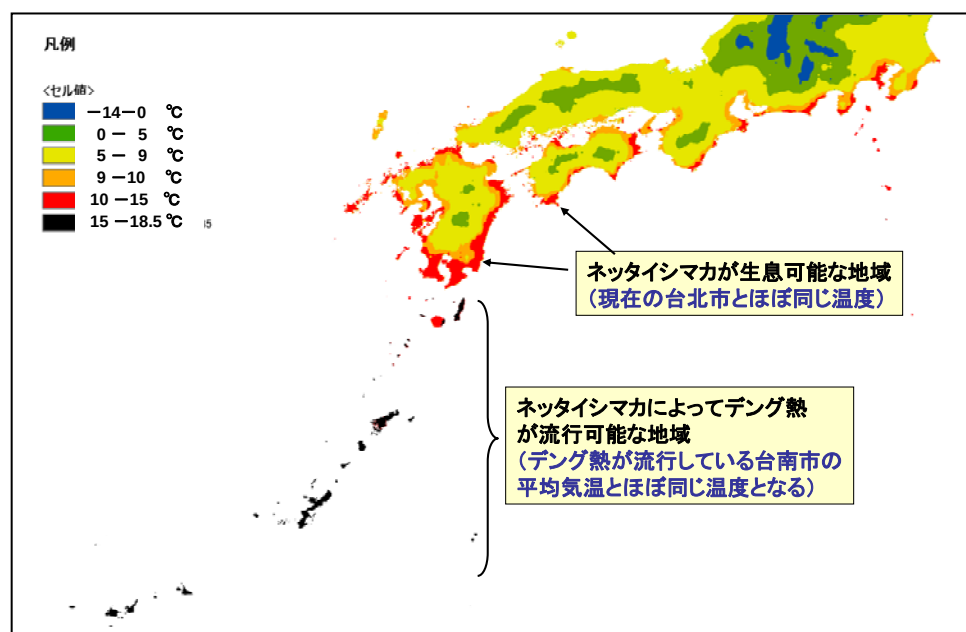
によると、ヒトスジシマカが安定して分布する年平均気温 11°C 以上の地域が、2035 年には青森県の津軽平野、青森市周辺、八戸市周辺に拡大する。また、2100 年には東北地方のほぼ全ての平地にヒトスジシマカの分布が広がり（図 6-12 参照）、北海道の南部および札幌市周辺の平地にも分布域を広げる可能性が示された。成虫の発生密度がどの程度になるか予測が難しいが、デング熱やチクングニア熱の流行する可能性のある地域が今後明らかに拡大すると考えられる。

また、デング熱の重要な媒介蚊であるネッタイシマカは、1 月の平均気温が 10°C 以上の地域に分布する可能性が指摘されている。MIROC (K1) モデルで 2100 年における 1 月の平均気温を推計したところ、沖縄から種子島まで現在デング熱が流行している台湾南部の都市とほぼ同様の平均気温になることが明かとなった。また、ネッタイシマカが分布可能な地域が九州南部から東西の海岸線、高知県、紀伊半島の南部、静岡県、神奈川県、千葉県南部と広範囲に拡大することが示された（図 6-13 参照）。



要通知！

図 6-12 MIROC (K1) データによる予測年平均気温の分布
(Kobayashi M., Komagata O. and Nihei N., 2008)



要通知！

図 6-13 1 月の平均気温の温度分布とネッタイシマカの分布域の拡大予測 (2100 年)
(Kobayashi M., Komagata O. and Nihei N., 2008)

最終稿

②日本脳炎患者発生地域の北上

日本脳炎ウイルスは、水田や水を引くための水路で発生するコガタアカイエカが媒介する。日本脳炎ウイルスは自然界では蚊－ブタ－蚊の感染サイクルで維持されることから、毎年、ブタの日本脳炎ウイルス抗体陽転率が日本脳炎ウイルスの活動（実際には感染蚊の活動）を反映する。日本脳炎ウイルスの活動は、気候との関連があることが知られている。特に、夏季の気温が高い年には日本脳炎ウイルスの活動が活発になり、東北地方においても高い活動が見られる。ただし、わが国ではワクチン接種や不顕性感染（症状を示さない感染）によって国民のほとんどが防御免疫を獲得しているため、患者数としては反映されない。現在患者数は毎年 10 人未満であるが、今後、温暖化によって日本脳炎媒介蚊の生息域が拡大し、蚊の活動が活発化することが予想され、その結果日本脳炎の発生域が北上すること、また患者数も増加していくことが予想される。

③マラリア

マラリアは過去には日本でも発生していたが、蚊の生息条件や住宅構造、人の行動様式などが変わり、マラリア患者がいなくなったため、現在の日本では発生していない。従って、マラリアは、温暖化によって新たに日本に侵入する感染症ではないが、これらの生活条件が温暖化や大規模な自然災害などによって変化すると、“再発・再流行”する可能性がある。

コラム：大気汚染への影響

大気汚染物質としては大気中微小粒子、窒素酸化物（NO_x）、硫黄酸化物（SO_x）、光化学オキシダント（O_x）などがある。多くの大気汚染物質は温暖化が濃度の上昇に直接影響することはないが、O_x は、その成分のほとんどを占めるオゾン（O₃）が気温の上昇によって生成が速まる性質があるため、温暖化によって濃度が上昇すると考えられている。工場や自動車交通が集中して O_x 濃度が高くなっている都市部では、温暖化によってさらに O_x 濃度が上昇し、光化学スモッグの発生頻度が増え、健康被害が増加することが予測される。

また、気温の上昇は自動車や給油所、石油精製施設などから、光化学オキシダントの原因物質のひとつである揮発性有機化合物（VOC）等の揮発量を増加させる。また、植物の活動も活発になり植物由来の VOC も増加するなど、温暖化は光化学オキシダント濃度の上昇に繋がる。さらに、温暖化の副次的な影響として、夏季のエアコン使用が増加し、電力需要が増大することになり、発電所の石油、天然ガス利用が増大して、温室効果ガスだけでなく NO_x の排出量が増大して、さらに光化学オキシダント濃度を上昇させる可能性がある。

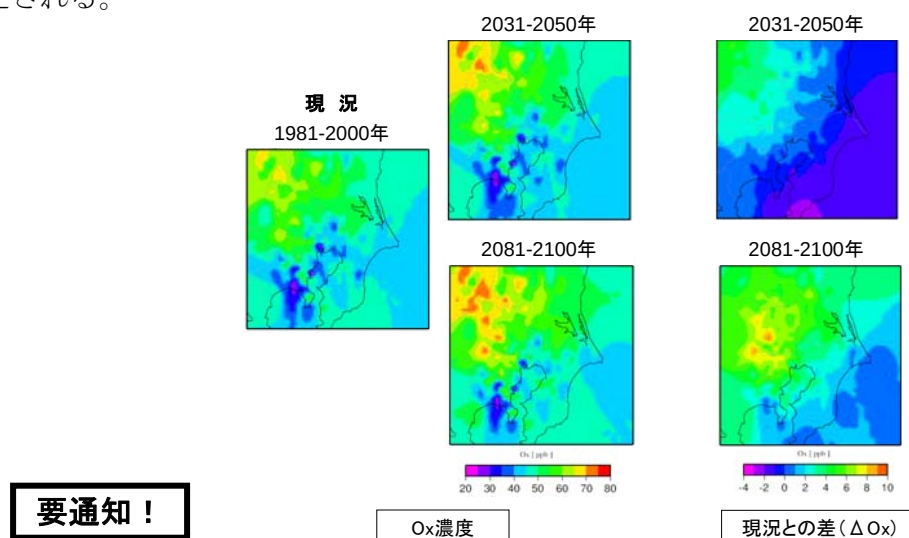
O_x の健康影響としては、高濃度の光化学スモッグが発生した時のような目の症状（チカチカする、涙が出る等）、呼吸器の症状（喉が痛い、せきが出る、息苦しい等）や症状が重くなると吐き気や頭痛等が知られている。他方、最近 10 年くらいの疫学研究で、O_x は微小粒子状物質（PM_{2.5}）などと同様に、濃度が死亡に関連していることが明らかにされている。つまり、O_x 濃度が高い日にはわずかではあるがその日、あるいは翌日の死亡率が上昇する傾向がある。

そこで、汚染物質の排出状況は現況と同じと仮定し、温暖化による気象パターンの出現頻度の変化により O_x 発生状況が現状と比べどのくらい（温暖化によって）増加し、その健康影響はどのくらいになるかを検討した。

O_x が高濃度になる条件には日射や風速などの気象条件が影響し、単純に気温との関係だけで推定できるものではない。そこで、夏季（6 月～8 月）を対象として、まず現状（1981 年～2000 年）の気象パターンを分類してパターン別の O_x 濃度を推定し、これを気候統一シナリオ RCM20 で推定した 2031 年から 2050 年、2081 年から 2100 年の気象パターンに当てはめるという方法で、地域ごとに将来の O_x 濃度を推定した。健康影響については、高濃度時の目や呼吸器などの症状の発生や、呼吸器疾患患者の症状悪化、学童の欠席率の上昇などが報告されているが、いずれも O_x 濃度との関係（相対リスク）が十分に明確ではないので、これまでに多くの研究成果の蓄積がある死亡の増加を対象とした。将来人口の推計は 2 種の社会シナリオによる人口を基に推計した。

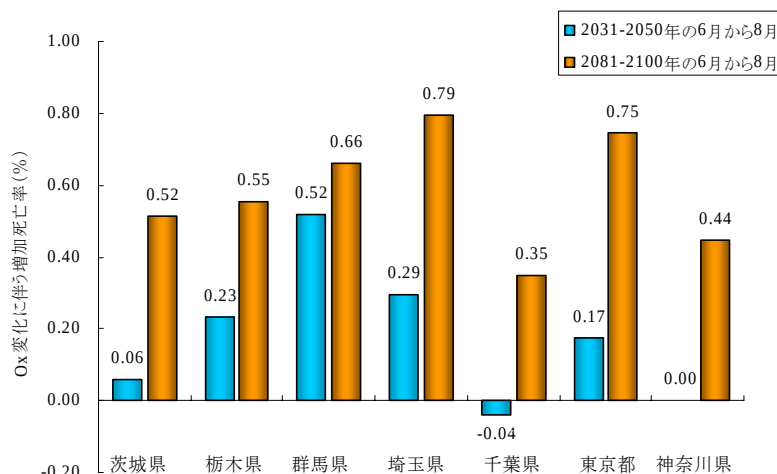
気象パターンを推定するために必要な気象官署と O_x 濃度の常時測定局が得られる関東圏、関西圏（大阪府）、東海圏（愛知県）で詳細な推計を行った結果、関東 7 都県ではほとんどの地域で将来 O_x 濃度上昇が見込まれ、大阪府、愛知県でも府県内で地域による違いはあるものの平均的には O_x 濃度が上昇した。O_x 濃度の上昇による死亡率の増加については、国内の研究がないことから米国におけるリスク比（RR）を基にした（Ito et al. 2005, Bell et al. 2005, Levy et al. 2005）。関東地方では 2031 年～2050 年より 2081 年～2100 年の方が濃度の上昇が大きく、埼玉県を中心に地域的には 7～8ppb の濃度上昇が予測される結果となった。関西圏、東海圏では 2081 年～2100 年より 2031 年～2050 年の方が濃度の上昇が大きく、地域によっては 5ppb 以上の上昇が予測される結果となった（図 6-14 参照）。この濃度の増加分に対応する夏季における死亡率の増加を関東圏について見てみると、2031 年からの 20 年では千葉県の -0.04% から群馬県の 0.52% となり、全体では 0.2% の増加となった。同じく 2081 年からの 20 年では、千葉県の 0.35% から埼玉県の 0.79% とすべての都県で増加となり、全体では 0.6% の増加と推定された（図 6-15 参照）。これに対する両期間中（それぞれ 60 か月）の死亡数は約 2,600 人、死亡数は約 7,100 人と推定された。

なお、近年大陸からの移流が原因と思われる高濃度 O_x が観測され、これまで O_x 濃度が低かった（日本海側）地域でも、1時間値が 120ppb 以上となり「光化学スモッグ注意報」が発令される事例が出ている。Tanimoto et al. (2005) は、春季にアジア大陸から日本に到達する O_3 濃度が日本の環境基準である 60 ppb を既に超えることがあること、中国・韓国など東アジア諸国からの窒素酸化物の排出で日本国内の O_x 濃度を 5～20 ppb 上昇させているとした。今後も東アジアからの NO_x 排出量は増加することから、日本での O_x 濃度の上昇傾向は続くと考えられ、移流による O_x 濃度の上昇は今回推定した将来の温暖化による影響よりもはるかに大きいと推察される。今回用いた過去の気象パターンによる推定方法では、これまで高濃度になっていなかった地域では移流の影響は考慮できなかったもので、このような地域で今後移流による濃度上昇が進めば、これに温暖化の影響が加わり、さらに濃度の上昇が加速することが想定される。



要通知！

図 6-14 関東地域における将来の O_x 濃度分布推定結果及び現況と将来の O_x 濃度差（夏季（6～8 月）の平均値）（環境省，2008）
 (O_x 濃度／左：1981～2000 年（現況）、中央上：2031～2050 年、中央下：2081～2100 年）
 （現況との差／右上：2031～2050 年と現況との差、右下：2081～2100 年と現況との差）



要通知！

図 6-15 温暖化による O_x 濃度上昇に伴う死亡率の増加
 （都市集中型の社会シナリオを用いた全年齢の夏季 20 年間における増加死亡率）
 （環境省，2008）より作成

注）死亡数は事故死を除いたもの

6.4 脆弱性の評価

(1) 脆弱性の評価手法の例

健康分野における脆弱性の評価手法及び評価事例の結果について、最新の科学的知見をもとに以下に整理する。

表 6-8 脆弱性の評価手法の例

カテゴリー		脆弱性の重要な要素	脆弱性評価における課題
暑熱の影響	死亡リスク	・年齢、地域性等	・高齢者、特に高齢者単独世帯への介入による対策効果、エアコン使用による健康影響削減効果の評価手法の確立 ・将来のエアコン普及率の予測 ・猛暑日における電力供給不足の可能性とその影響評価
	熱中症	・年齢、エアコン普及率等	
	夜間の睡眠障害	・エアコン普及率等	
感染症への影響	水由来	・年齢、健康弱者数 等	・健康弱者の各地域における比率及びその推移の十分な把握 ・感染症の感染源となる媒介蚊の発生状況のモニタリング
	媒介動物由来		
その他	大気汚染への影響	・原因物質の発生・移流、地形、気象条件、日射、気温等（光化学オキシダント濃度が上昇する条件）	・光化学オキシダント濃度の観測網に含まれていない地域の住民に対する脆弱性評価 ・光化学スモッグ予報の実施等の十分な情報提供

1) 暑熱の影響

①死亡リスク

暑熱による死亡では、年齢及び地域性等が脆弱性の重要な要素として挙げられる。

図 6-16 は循環器疾患・女性の例である。男性でも傾向は同様に、年齢階級別に気温と死亡との関連を見ると、高齢者で熱波による影響が大きい。また、前掲図 6-2 を見ると、北海道では至適気温より低い気温と比べ、至適気温より高い気温での死亡率が高く、熱波に対しては脆弱であることが伺える。

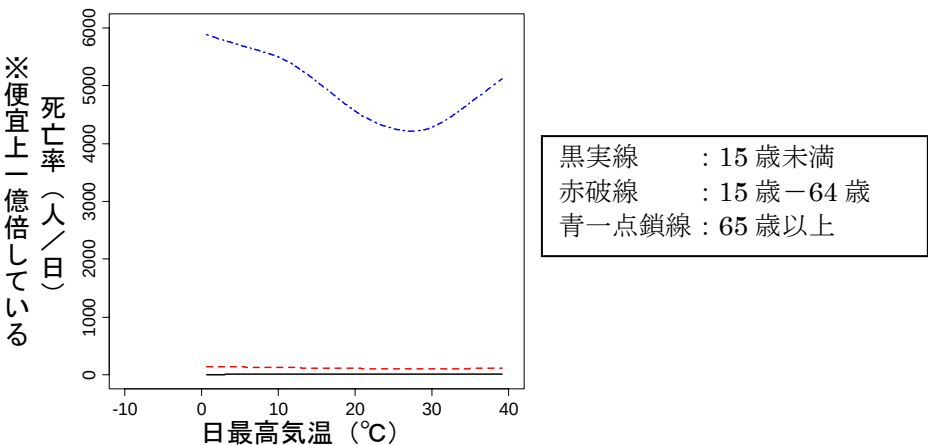


図 6-16 年齢別に見た気温と死亡率の関連

資料提供：筑波大学大学院人間総合科学研究科 本田靖教授

最終稿

②熱中症

暑熱による熱中症では、年齢及びエアコン普及率等が脆弱性の評価における重要な要素として挙げられる。

日最高気温別の熱中症患者発生率をみると約 28℃から患者の発生が見られ、31℃、32℃を越えると急激に増加している。年齢別にみると、0～6 才、7～18 才、19～64 才では、33℃あるいは 35℃を超えてからの発生率はわずかながら増加が緩やかになる傾向が見られるが、65 才以上の高齢者では、気温が高くなるに従って急激に上昇している（図 6-17 参照）。

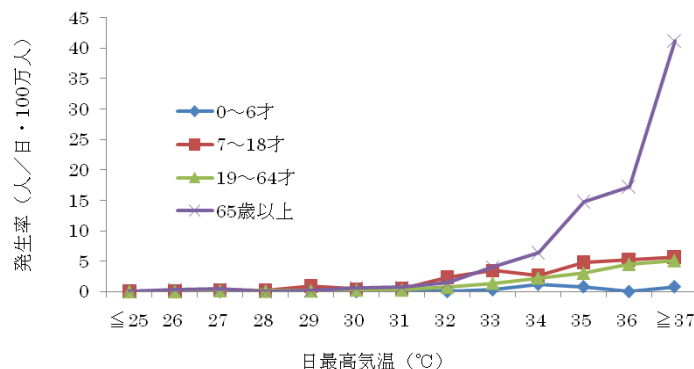


図 6-17 年齢階級別・日最高気温別の熱中症発生率（東京 23 区・2007 年）

資料提供：国立環境研究所環境健康研究領域総合影響評価研究室 小野雅司室長

また、脆弱性評価において、特に影響を受ける側の適応能力に着目した場合に重要となる要素の例として、図 6-18 に地域別のルームエアコン普及率を示す。北海道、東北ではルームエアコン普及率が低く、特に北海道は 10%程度となっている。気候統一シナリオ RCM20 による将来予測では北海道では猛暑日の出現は予測されていないが、東北地方では最大で 10 日程度の猛暑日が予測されている。十分な備え（ルームエアコン設置）のない地域・世帯では高温の影響をより強く受けると考えられる。

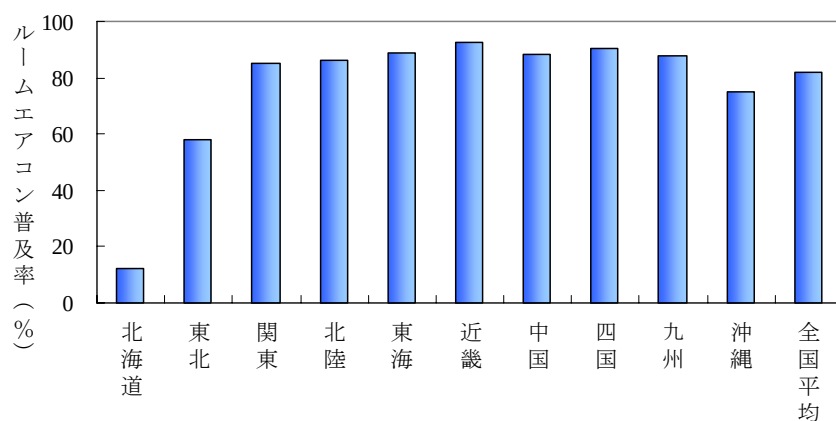


図 6-18 ルームエアコン普及率（平成 16 年）

資料提供：総務省統計局 より作成

③夜間の睡眠障害

暑熱による夜間の睡眠障害でも、エアコン普及率等が脆弱性評価の一つの要素として挙げられる。

気候統一シナリオ RCM20 による将来予測（前掲表 6-7 参照）によると、北海道では熱帯夜の出現は予測されていないが、東北地方では最大で 10 日程度の熱帯夜が予測されており、エアコンを設置していない世帯での睡眠障害が懸念される。

最終稿

2) 感染症への影響

感染症影響では、年齢及び健康弱者数等が脆弱性の評価における重要な要素として挙げられる。

通常、成人に比して高齢者や小児は免疫機能が劣っており、感染症に対する感受性が高く、症状が重篤になりやすいことが知られている。水系感染症、蚊媒介感染症いずれにおいても高齢者や小児はより一層の注意が必要である。

さらに、今後臓器移植等の増加や、HIV（ヒト免疫不全ウイルス）感染者等の増加によって、免疫不全状態のヒトが増加すれば、これらの人々も水系感染症や蚊媒介感染症に対して感受性が高くなると考えられる。

3) その他（大気汚染への影響）

光化学オキシダント濃度が上昇する条件としては、原因物質である工場からの排煙や自動車排出ガスなどに含まれる窒素酸化物や炭化水素などの発生あるいは移流があり、それが滞留しやすい地形（盆地状など）や気象条件（風が弱い）であること、そして光化学反応を進める強い日射、高い気温などがある。

例えば、関東地方は高濃度の光化学オキシダント生成が生じやすい条件が揃っているといえ、関東地方における高濃度の光化学オキシダントの発生条件について検討すると、南部に日本有数の工業地帯や人口密集地を擁し大気汚染物質の排出量が多く、東京湾からの海風が卓越すると内陸地域にこれらの汚染物質が移流しやすい。さらに正午前後は北よりの陸風と南よりの海風が関東平野で収束することにより汚染物質が蓄積しやすいのである。

なお、光化学オキシダントの平均濃度は季節的には4月から9月に高くなるが、光化学スモッグ注意報が発令されるような高濃度事象は、6月から8月に集中している。

(2) 脆弱性評価における課題

脆弱性評価のための手法・ツール等に関する現状の課題について、以下に整理する。

1) 暑熱の影響

既存の脆弱性評価における課題としては、高齢者、特に高齢者単独世帯への介入による対策効果及びエアコン使用による健康影響削減効果の評価手法の確立、将来のエアコン普及率の予測、猛暑日における電力供給不足の可能性とその影響評価等が例として挙げられる。

ただし、例えば高齢者や呼吸器・循環器に疾患を持つ人たちが脆弱であるということは確かであるが、脆弱性の程度に関しては未解決の問題も多い。たとえば、温暖化が進むと、熱波の際の気温も高くなり、熱波の期間も長くなる可能性がある。しかしながら、ここまで用いられた手法では、得られたデータの範囲での熱ストレスの相対リスクが、より強烈な熱波でも変わらないと仮定しており、熱波が続くことによる累積的な影響は考慮されていない。1日の熱波であれば体調を崩すだけで死亡せずにすんだ例でも、体調を崩した状態で熱波を経験すると、更に体調を崩し、場合によっては死亡することになる。

また、温暖化による健康影響が熱ストレスの直接影響のみで起こるわけではないことも認識しておく必要がある。食糧自給率の低いわが国では、輸入先の国が温暖化の影響で農産物の収穫が減少すると、少なくとも大きな経済的打撃を受けるし、最悪の場合は食糧不足に陥る可能性もある。食糧不足になれば、低栄養による健康影響も生じる。飢餓という極端な状況でなくても、低栄養によって感染症にかかりやすくなったり、熱波に対する脆弱性が高まることで死亡することも考慮されるべきである。

最終稿

2) 感染症への影響

わが国における地球温暖化による感染症への脆弱性の評価で重要な要素と考えられる、高齢者や小児の人口に占める割合、免疫不全患者の数等、健康弱者の各地域における比率及びその推移を十分に把握する必要がある。また、感染症の感染源となる媒介蚊の発生状況をモニタリングすることも今後の課題と考えられる。

3) その他（大気汚染への影響）

現在、光化学オキシダント濃度の観測網に含まれていない地域の住民に対しては、脆弱性の評価を行うことが困難であるという課題がある。その場合、光化学スモッグ予報の実施など十分な情報提供を行うことで対応する必要がある。

6.5 適応策

(1) 適応策メニューとその体系

適応策の具体的なメニュー及びその体系を表 6-9 に示す。ここでは、カテゴリー別（暑熱による影響・感染症への影響・その他の健康影響）及び実施主体別（行政等・個人・研究者）に、適応策メニューを示している。

なお、この表は、温暖化影響に対する適応策として考え得るオプションを参考情報として示したものであり、必ずしもこれらの施策の導入を推奨するものではない。実際の選択に際しては、地域の様々な状況や制約等を考慮して検討される必要がある。

表 6-9 適応策メニューとその体系（カテゴリー別・実施主体別）

暑熱の影響	
実施主体	具体的な適応策メニュー例
行政等 (地方自治体を含む)	【既に実施されている適応策】 ・保健指導マニュアルの作成・普及（環境省） ・条例・制度・計画等の制定・構築（草津市、多治見市における熱中症予防条例の制定等） ・職場・学校での取組の支援
	【今後上記のほかに可能な適応策】 ・高齢者世帯への指導（ポスターの配布、介護制度の活用） ・熱波警報システムの整備・活用促進の検討・実施 ・ヒートアイランドを防ぎ、CO₂消費の少ない熱対策を含んだ都市計画 ・地区ごとのシェルター整備
個人 (民間を含む)	【今後可能な適応策】 ・高齢者のケア（例：民生委員、町内会、ボランティア等によるケア）
研究者	【既に実施されている適応策】 ・生気象学会の指針に基づく取組の推進 ・救急医学会の取組の推進

感染症への影響	
実施主体	具体的な適応策メニュー例
行政等 (地方自治体を含む)	【既に実施されている適応策】 ・感染症サーベイランス ・上下水道の整備 ・ワクチン接種 ・各種病原体に対する抗体調査 ・啓発活動 ・媒介蚊対策 ・媒介蚊の各地方における調査（発生状況調査含む） ・媒介蚊防除対策の立案可能な人材の養成
	【今後上記のほかに可能な適応策】 ・媒介動物、海水中の細菌数等の各地域における継続的な調査

感染症への影響	
実施主体	具体的な適応策メニュー例
個人 (民間を含む)	【既に実施されている適応策】 ・媒介蚊との接触忌避 ・媒介蚊発生環境の除去、幼虫防除 ・魚介類の生食時の衛生状況注意
	【今後上記のほかに可能な適応策】 ・体調管理
研究者	【既に実施されている適応策】 ・媒介蚊分布域の調査 ・媒介蚊種特定及び特定法の開発 ・殺虫剤抵抗性の出現状況調査、機序の解明及び発達状況に関する調査 ・病原体の検出 ・防除に関する情報の提供
	【今後上記のほかに可能な適応策】 ・自然界における病原体検出、評価手法の確立 ・温暖化の各種病原体の増殖に及ぼす影響解明 ・感染症のヒト感染状況調査手法の開発 ・各種感染症の検査・診断法の開発と標準化 ・新ワクチン、新治療薬の開発

その他（大気汚染への影響）	
実施主体	具体的な適応策メニュー例
行政等 (地方自治体を含む)	【既に実施されている適応策】 ・光化学オキシダント観測網の強化 ・光化学オキシダント注意報発令体制、予測システムの強化
個人 (民間を含む)	【既に実施されている適応策】 ・大気汚染物質（NO_x、VOC）の排出抑制 ・光化学オキシダントの高濃度時の外出自粛など適切な対応
研究者	【既に実施されている適応策】 ・日本における光化学オキシダントによる健康影響に関する疫学的情報の蓄積

(2) 適応策の選択・実施にあたっての考え方

健康影響への適応策の考え方として、基本的には、既に実施されている対策を今後も充実強化しつつ、行政や研究機関における調査・研究、各種情報の収集・蓄積・発信、専門家等の育成等を確実に推進することと、さらに個人のレベルでの適応策も多いことから、普及啓発を図ることが重要となる。

暑熱の影響に対しては、特に、熱中症対策等として個人が日常的に注意することで被害を避けることが可能である。例えば、高温環境下での運動や作業を避ける、水分補給を心がける、窓の開放や冷房器具の適切な使用等を通して熱中症等の発生を予防することができる。これら熱中症予防対策について、地方自治体や町内会等を通じて地域住民に適切に情報提供していくことが重要となる。既に、環境省による熱中症環境保健マニュアル・熱中症予防情報サイト、厚生労働省による熱中症予防に関する各種情報提供、日本体育協会によるスポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック等があり、このような情報提供を今後も充実強化していく必要がある。

感染症への影響に対しては、地球温暖化による感染症対策として、現在行われている感染症対策と異なる特別なものはない。現在、我が国において行われている感染症対策の充実が地球温暖化による感染症への影響対策に直結する。感染症サーベイランスを充実させ、感染症発生の早期把握、病原体同定を迅速に行い、問題となる病原体に対する早期対策をとることが必要となる。

その他、大気汚染への影響に関しては、個人レベルで行いうる大気汚染物質の排出抑制等の促進や行政としての予防策の推進が重要である。衛生害虫に関しては、衛生害虫の発生状況に関する情報の共有化、衛生害虫に関する基本的な知識の普及啓発の推進が特に重要となる。

(3) 適応策を実施する上でのバリア

適応策を実施する上でのバリアを以下に整理する。

1) 暑熱の影響

- ・暑熱への適応策（エアコン使用等）と省エネ対策とのバランス
- ・高齢者世帯への予防情報伝達ルートの未整備
(ただし、既存システムを活用すれば、新たな制度は不要である。例えば、介護制度、民生委員、自治会・町内会等の活用が考えられる。)

2) 感染症への影響

- ・各自治体における感染症対策の予算、人員不足
- ・媒介蚊対策の予算、人員不足、及び専門家育成システムの不在
- ・媒介蚊の防除に関する実施主体の不明確さと防疫用殺虫剤の備蓄体制の未整備

3) その他（大気汚染への影響、衛生害虫）

- ・環境情報と死亡データなど、既存データとのリンクの不十分さ
- ・健康被害や受診情報の収集、蓄積、管理体制の未整備
- ・有毒昆虫や毒グモに関する適応策の法的な根拠の未整備（対応に苦慮する場合がある）。

(4) 適応策として参考にできる既存の事例・政策

1) 暑熱の影響

・滋賀県草津市の取組

滋賀県草津市では、平成 16 年 7 月に市内の高校で体育祭の最中に起きた熱中症事故（16 名）を受け、平成 17 年に熱中症予防を目的に、わが国初の条例「草津市熱中症の予防に関する条例」を制定した。条例では、「熱中症に対する知識の普及・啓発およびその予防等に関する市、市民、事業者等の役割を明らかにするとともに、予防対策その他の必要な措置を講ずることにより、市民の熱中症による被害を防止し、健康で安全な地域社会の実現を図ることを目的とする。」と唱われている。市、市民、事業者、施設管理者に明確な責任を持たせるとともに、熱中症が発症しやすい気象条件になった場合には、直ちに熱中症厳重警報（以下「警報」という。）を発令し、市民等に対する注意を喚起するとともに、市長は警報発令の周知を行うための必要な措置をとり、市民、事業者、施設管理者等は、警報が発令されたときは、直ちに熱中症の発症を回避するための措置を講ずるものとする、とされている。

2) 感染症への影響

・富山県の蚊調査

富山県においては昭和 40 年代より、富山県衛生研究所によって、県内十数か所において、蚊発生数、種属の同定、感染状況調査が毎年経時的に行われている。この調査によって蓄積されてきたデータは蚊媒介性感染症対策にとって重要であるばかりでなく、この間に整備されている気象データとあわせ、気候変動と蚊媒介性感染症の関連を解析するための貴重なデータとなっている。

・兵庫県西宮市における蚊対策

西宮市は、デング熱・チクングニヤ熱の媒介蚊であるヒトスジシマカ、ウエストナイル熱の媒介蚊であるアカイエカおよびチカイエカの発生状況調査を、市内を 10 地域に分けて実施した。各地域に存在する道路、公園、マンション、市営住宅、一戸建て住宅、公共施設の雨水マスの有水状態、幼虫発生状態を詳細に検討し、公園の雨水マスではアカイエカが、マンション、公共施設、一戸建て住宅の雨水マスにはヒトスジシマカが主に発生していることが明らかとなった。道路の雨水マスには両種がほぼ同程度に発生していたが、市内全体の雨水マスの数が相当数なため、蚊の発生源としては重要と考えられた（図 6-19 参照）。

西宮市の環境衛生課では、西宮浜（人工の埋め立て島）で調査可能な全ての雨水マスに幼虫防除のために薬剤（昆虫発育制御剤：IGR）を投入し、防除効果の判定と費用の算定を試みた。島の面積は 3.01km² で、確認された雨水マスは約 7,000 ヶ所。全てのマスに薬剤（錠剤）を 1 個投入するために、22 名の専門業者に協力を依頼して、1 回の幼虫防除に約 51 万円の経費がかかる計算となった。この薬剤は 1 ヶ月ほどしか効果は持続しないことから、5 月から 9 月まで 5 回行くと、3.01km² の狭い地域で約 250 万円の防除費用が必要な計算となる。この試算をもとに西宮市の市街地全域（52km²）に薬剤を投入した場合、幼虫防除の費用だけで 4,300 万円以上必要であることが明らかとなった。



図 6-19 兵庫県西宮市の西宮浜（人工埋め立て島）における感染症媒介蚊の防除対策の試み

資料提供：Google Earth より転載

国立感染症研究所昆虫医科学部 小林睦生部長

・神奈川県横浜市における蚊対策

横浜市泉区緑園 2 丁目の自治会は面積約 8.5ha、175 所帯が暮らしている閑静な住宅地である。以前からヒトスジシマカの発生が問題となっていたが、2005 年、2006 年に住民参加の防除対策が行われている。2005 年はフェニトロチオンの 10%乳剤、2006 年はピリプロキシフェン 0.5%発泡錠 1 錠を各雨水マスに 6 月から 9 月まで毎月投入した。事前調査で 894 ケ所に道路の雨水マスが確認されており、住宅地内の雨水マスにも投入したことから、毎回 1,000 ケ所以上に薬剤を投入した（図 6-20 参照）。

アンケートで防除効果を住民に尋ねたところ、1 年目、2 年目ともに 80%前後の住民から効果があったとの回答を得た。また、今後もある程度費用がかかるが、防除を行う必要があると回答した住民が 80%以上存在し、いままで雨水マスで発生するヒトスジシマカに相当悩まされていた実態が伺われる（緒方 2007）。



図 6-20 横浜市泉区緑園 2 丁目自治会における蚊幼虫防除の取組

資料提供：国立感染症研究所昆虫医科学部 小林睦生部長

コラム：米国イリノイ州クック郡における蚊対策

2002年にイリノイ州では全体で884名のウエストナイル熱および脳炎患者が発生し、その中で北東部に位置するクック郡では634名の患者が確認された。

クック郡では、蚊の対策及び防除を専門としている部署が行っているが、幼虫防除を重視する地域と、あまり積極的に幼虫防除を行っていない地域が混在していた。表6-10で示すとおり、雨水マスへの幼虫防除剤の投与実績を指標として幼虫防除対策を積極的に行っている地域では、患者発生数が他の地域より明らかに少ないとの結果であった。それぞれの人口、面積がほぼ同様な地域で比較を行っている。

なお、2002年においてはクック郡の一部の地域における防除には1億円以上の予算が使われた。

表 6-10 米国イリノイ州クック郡における平常時からの幼虫対策の評価

地区名	面積 (人口)	薬剤処理 雨水マス数 (自治体の取組)	患者発生率 (患者数/10万人)	2002年の ウエストナイル熱 患者数
N S 地区	126 km ² (32 万人)	30,000	51	160
D P 地区	121 km ² (39 万人)	333,000	4	14
S C 地区	544 km ² (111 万人)	26,000	20	216
NW地区	386 km ² (77 万人)	120,000	5	38

出典：Haramis(2004)

(5) 適応策の評価手法に関する研究動向

蚊対策に関しては、蚊発生に対する防除効果の評価を実施した例があり、前述したとおり薬剤による幼虫防除の防除効果の判定や費用算定が行われている。しかし、わが国において、暑熱の影響など多くの健康影響に対する適応策については、その効果を評価する試みはまだ行われていない。健康被害に関する情報の集積、発信等が、適応策の評価手法の策定に向けた今後の課題と考えられる。

6.6. 今後の課題

(1) 影響

1) 暑熱の影響

- 現在研究されている影響は、重要性よりも手がかりの有無によって選択されているところが多い。例えば、農業生産の減少によって起こると考えられる栄養障害、暴動、飢饉、戦争といった健康に対する間接影響については、影響度としては大きいと考えられるが、不確実性が高いことやデータの不在等のため、可能性が述べられることはあっても研究は殆ど行われていない。今後は、複合的で予測が困難であっても、非常に重要と思われる研究を進めていくことが必要。

2) 感染症への影響

- 気象条件の各要素（気温、雨量、大規模自然災害等）の各種感染症発生に及ぼす影響の解明。
- 自然界における病原体検出法及び評価手法の確立。
- 媒介動物の分布。数の評価システム手法や評価手法の確立。特に以下のような研究が必要。
 - ・媒介蚊の発生密度推定法の確立
 - ・媒介蚊密度、感染蚊密度と感染症患者発生数の関連の解明
 - ・地理情報システムの感染症発生研究への導入に関する研究
 - ・感染症の発症に関する予測モデルの確立研究
- 自然界における細菌数と感染症発生数の関連性の解明。
- 水媒介感染症の病原細菌の海水等における数量の評価法の開発。
- 温暖化の各種病原体の増殖に及ぼす影響の解明。
- 感染症の確定診断のための検査法の確立及び標準化。

3) その他（大気汚染への影響、自然災害等）

- 大気汚染観測データの共有化の推進。
- 光化学オキシダントによる死亡の相対リスク評価。
- 光化学オキシダントによる死亡以外の健康被害に関する情報収集と評価。
- 移流による汚染を考慮に入れた光化学オキシダントによる健康影響の評価手法の確立。
- 自然災害等による健康影響の評価。

(2) 脆弱性

1) 暑熱の影響

- 年齢（一般、幼児、高齢者）による熱ストレスに対する感受性の相違についての調査。
- 熱ストレス感受性集団（基礎疾患等）の同定。
- 地域別（特に、北海道、東北地方など寒冷地域）の、ルームエアコン未普及世帯の属性（年齢構成、経済状況）の調査。また生活困窮世帯に対しても同様のルームエアコン未普及世帯の属性調査。
- 工場（特に中小企業等）における暑熱対策の現況及び将来動向の把握。

2) 感染症への影響

- 各種水系感染症や蚊媒介感染症に対する年齢と感受性、病態の関連、及び免疫不全患者における病態の解明。

最終稿

3) その他（大気汚染への影響、自然災害、衛生害虫）

- 高齢者や屋外作業者における大気汚染の健康影響。

(3) 適応

1) 暑熱の影響

- 緊急避難的な対応策の体系の構築（ルームエアコン未普及世帯者用の避難シェルターの設置など）。
- 熱中症予防における、高齢者、特に単独世帯の高齢者への地方自治体や自治会等を通じた啓発活動の評価。
- 熱中症保健指導マニュアル（環境省）や日常生活における熱中症予防指針（日本生気象学会）等の積極的活用をはかるための方策の確立。

2) 感染症への影響

- 各種水系感染症や蚊媒介感染症の新サーベイランス手法の開発
- 防除対象の幼虫発生源の特定を効率的に行うための手法の開発
- ネットアイシマカのおが国への侵入を早期発見するためのモニタリング法の確立
- 媒介蚊の定着条件の解明
- 各種病原体に対するワクチン開発
- 新治療法の開発
- 地球温暖化とともに増加が予想される感染症については、感染患者の海外からの帰国による病原体の侵入や、物資の輸入に伴う媒介蚊等の国内への侵入の可能性がある。特に発展途上国における感染症対策の推進が、日本への病原体侵入の防止につながることから、発展途上国への技術移転支援や調査研究における国際協力を進めることが重要である。

3) 健康影響全般

- 健康影響調査、医学的適応策の開発、ヒトと媒介動物の生態、地理情報システムによる解析など総合的な適応策の確立をめざし、開発途上国への技術移転等を目指した「温暖化適応策総合研究センター（仮称）」の創設

最終稿

引用文献

- Armstrong B., 2006 : Models for the Relationship Between Ambient Temperature and Daily Mortality, *Epidemiology*, 17, 624-631.
- Curriero FC et al., 2002 : Temperature and Mortality in 11 Cities of the Eastern United States, *Am J Epidemiol*, 155, 80-87.
- ECDC, 2007 : Chikungunya in Italy, ECDC Mission Report, 17-21.
- Ezzatti et al. eds, 2004 : Comparative Quantification of Health Risks, WHO, 2278pp.
- Haramis, 2004 : Larval control activity and West Nile case in Cook County, Illinois 2002, The Fifth National Conference on West Nile virus in United States, Denver, Colorado.
- Honda Y., Kabuto M., Ono M. and Uchiyama I., 2007 : Determination of Optimum Daily Maximum Temperature Using Climate Data, *Env Health Prev Med*, 12, 209-216.
- Ito K., S.F. De Leon and M. Lippmann, 2005 : Association between ozone and daily mortality analysis and meta-analysis, *Epidemiology*, 16 (4), 446-456.
- J.I. Levy, S.M. Chemerynski and J.A. Sarnat, 2005 : Ozone exposure and mortality. An empiric Bayes metaregression analysis, *Epidemiology*, 16 (4), 458-468.
- Keatinge WR et al, 2000 : Heat related mortality in warm and cold regions of Europe: observational study, *BMJ*, 321, 670-673.
- Kobayashi M., Komagata O. and Nihei N., 2008 : Global warming and vector-borne infectious diseases, *J. Disast. Res*, 3(2), 105-112.
- 環境省, 2008 : 地球温暖化「日本への影響」－最新の科学的知見－（環境省地球環境研究総合推進費 S-4「温暖化影響総合予測プロジェクト」）
- 古城八寿子, 1999 : *Vibrio vulnificus* 感染症－診断と治療のフローチャートの試み, *日本皮膚科学会誌*, 109, 875-884.
- 総務省統計局 : 平成 16 年全国消費実態調査
- 小林睦生, 二瓶直子, 2007 : 生物毒と神経 クモ, *Clinical Neuroscience (臨床神経科学)*, 25(8), 924-925
- M.L. Bell, F.D. Dominici and J.M. Samet, 2005 : A meta-analysis of time-series studies of ozone and mortality with comparison to the national morbidity, mortality, and air pollution study, *Epidemiology*, 16 (4) , 436-444.
- Nasci R.S. and Moore C.G., 1998 : Vector-borne disease surveillance and natural disasters, *Emerging and Infectious Diseases*, 4(2), 333-334.
- 緒方一喜, 2007 : 緑園地域住民によるヒトスジシマカ防除作戦－地区衛生組織活動の復活, *有害生物*, No.4, 25-32.
- Tanimoto H., Sawa Y., Matsueda H., Uno I., Ohara T., Yamaji K., Kurokawa J. and Yonemura S., 2005 : Significant latitudinal gradient in the surface ozone spring maximum over East Asia, *Geophysical Research Letters*, 32, L 21805.