日本農村医学会雑誌

第 38 巻 平成元年 7 月 第 2 号

綜説：

地球規模気候変動による健康と疾病への影響

安 藤 満*

地球温暖化と紫外線（UV-B）照射の増大がもたらす疾病や死亡への影響について概括した。

- (1) 異常に高い気温―「熱波」は高令者のようなリスクの高い人にとって疾病や死亡の増大を招く可能性がある。
- (2) 温暖化による都市における光化学オキシダントの増大は、人の健康に影響し、眼の炎症や種々の呼吸器系疾病を増大させると予想される。
- (3) 農業化学物質や農業の環境負荷量の増大により、それら化学物質への暴露が増えると予想される。
- (4) 温暖化は蚊のような媒介性動物の季節的・地理的分布に影響し、種々の動物媒介性の感染症の発生を変化させると予想される。
- (5) 成層圏オゾンの減少はUV-B照射の増大を引き起こすため、各種の皮膚の疾病や眼の疾病の増大へ結び付くと予想される。

①地球温暖化 ②紫外線照射 ③熱波 ④大気汚染 ⑤農業汚染

は じ め に

人類が化石燃料を大規模に使用しはじめた産業革命以後、大気中の炭酸ガス(CO₂)濃度が徐々に増加していったことが、南極の氷床のコア中の気泡の分析から明らかにされている。二つの世界大戦を経るなかで化石燃料の消費は急増し、それに伴い大気中のCO₂濃度の急増が引き起こされた。この傾向はハワイのマウナロアにおけるCO₂濃度の経時観察により確認された。すなわちCO₂濃度は、暖房用の化石燃料使用が増え光合成による炭素固定の低下する冬季に上昇し、逆に夏

季に減少する一峰型のパターンを繰り返しながら、年ごとに上昇してきている。その上昇は石油消費が鈍化した「石油ショック」以降も止むことがない。産業革命以前280 ppm前後であったCO₂濃度は、1987年現在348 ppmを超えている。この結果による気温上昇は0.5℃前後、海水面の上昇は10～20 cmに及んでいると考えられている¹⁾。今日の傾向が継続すると2030年から2050年にはCO₂は二倍化し、600 ppmに近い濃度になると予想される²⁾。CO₂以外の「温室効果ガス」の存在は、この影響をさらに深刻化すると予想される。このようなCO₂や種々の「温室効果ガス」濃度の上昇がどのような気候変動を引き起こし、その結果人類の健康像にどのように影響してくるのであろうか。

1988年11月9日より11日まで、世界保健機関

* 国立公害研究所環境保健部

(受付：1988年5月23日)

(WHO)と世界環境計画(UNEP)の主催で、28か国と国連機関が参加した、気候変化に関する政府間パネル(IPCC)の検討がジュネーブで行なわれ、以下の3分野について国際的検討を実施することとなった。

第一部会(議長 イギリス):温暖化メカニズムに関する科学的知見

第二部会(議長 ソビエト):温暖化の環境および社会経済への影響

第三部会(議長 アメリカ):対応策のあり方

日本は第二部会の副議長国となっているが、各国から積極的貢献を行なうことが期待されている。現在IPCCの各委員会のなかで、地球温暖化について科学的検討が加えられつつある。CO₂濃度上昇についての影響については、アメリカ環境保護庁(USEPA, 1988)²⁾の報告をはじめ多数の報告がある。また、疾病への気象学的影響については世界気象機関(WMO), UNEP および WHO において種々検討されている。

現在、アジア地域には28億の人々が暮らしている。その大部分は農村地域に居住しており、温暖化によって受ける直接的および間接的影響は非常に大きなものと予想される。こうした点で、今後日本農村医学会の果たす役割も大きいものとならざるを得ないと考えられる。ここでは地球温暖化についての報告をレビューするとともに、著者が関与している第二部会の健康影響の委員会でもまとめつつある気候変動が人類の健康像に与える影響について、簡潔に報告したい。

温暖化の影響

CO₂は赤外放射(地球放射)を吸収するため、対流圏におけるCO₂濃度の上昇は太陽の反射光をより多く吸収し、対流圏の気温上昇をもたらすことになる(温室効果)。さらに、メタンやフロン、オゾン、亜酸化窒素等のCO₂以外の「温室効果ガス」の増加は温暖化を加速することになる。気温上昇に伴い水の蒸発は増え、地球規模では乾燥化が進行する地域と、降雨の増加する地域が出てくる。また、気温の上昇に伴う水温の上昇は、第一義的には水を膨張させ海面上昇をもたらす¹⁾。

将来CO₂濃度が現在の二倍化した際の平均気温の上昇については、大気循環モデルを用いたさまざまな予測がある。USEPAの用いたいくつかのモデルは、地球平均で1.5から4.5℃、中緯度の温帯地方で4~5℃の上昇を予想しており、その予測に基づいて温暖化の影響を検討している²⁾。4~5℃の温度上昇を日本に当てはめると、関東平野域の気温が現在の九州南部の気温に近くなり、九州・四国の海岸平野部におけ

る7・8月の真夏の気温が平均で30℃以上という状況になることを意味している³⁾。

自然生産系への影響

森林や作物の生育条件も温暖化により当然大きな影響を受ける。照葉樹林が北上し、落葉広葉樹が後退してゆくことになると考えられるが、数十年のテンポで進むこのような急激な気候変化に、生物相の北方への遷移が追従できるか疑問視されている。USEPA(1988)²⁾の報告は、アメリカにおいては森林の植生を構成するかなりの種が絶滅することになると予想している。森林を形成する優先種の植物の絶滅は、それに依存する動物種の絶滅をもたらすであろう。

農作物の生育も地球規模の気候変動により大きな影響を受け、現在の温暖地の穀倉地帯においては乾燥化が心配されている。とくに世界の穀倉地帯であるアメリカ中西部は乾燥化が著しく、作物生産が著しく減少すると予想されている。その一方、北部寒冷地の収穫が増加してゆくが、そこにおいても灌がいの成否が収穫を大きく左右するようになると予想されている。このように、温暖化によりアメリカの穀物輸出能力は大きく落ちることが予想される。

温暖化の進行により、2100年には海水面が0.5~2 m上昇すると予想されているが、1 mの上昇は現在の海岸線の入江の水没を招く。その結果海岸の豊富な生産性は大幅に失われるため、漁業にとって深刻な打撃となるであろう²⁾。さらに海岸線については、大規模な護岸工事を行ない陸地の保全を企てる必要がある。それでも低地についてはかなりの面積が失われると予想されている。港湾施設についても使用が不可能になるものがかなり多く出てくると考えられる。温暖化の進行はレジャー施設にも大きな影響を及ぼし、冬期のスキー場は現在よりかなり寒冷な北方(日本では東北や北海道)に限定されるであろうと予想されている。

人の健康と疾病への影響

対流圏のCO₂やCO₂以外の「温室効果ガス」濃度の上昇は、気温の上昇をもたらすし、人類の健康像に種々の影響を起こすと予想される。その一方で、「温室効果」により成層圏の温度は低下し、成層圏におけるオゾン(O₃)生成が抑成される。また「温室効果ガス」特にクロロフルオロカーボン(フロン)は成層圏のO₃と反応し、O₃濃度を著しく減少させる。その結果紫外線(特にUV-B)の吸収が少なくなり、地上におけるUV-Bの照射の増大が予想される。ここでは地球温暖化とそれに伴うUV-B照射の増大により、人類の健康

図1. 地球規模気候変動に伴う健康への影響
Impact of Global Climate Change
on Health

や疾病にどのような影響が現われるかについて概括したい。

図1に地球温暖化によってもたらされると予想される健康影響をフローチャートによって示す。以下に予想される各項目の健康影響について詳しく述べてい。

(1) 熱波

近年心疾患による死亡の増加が報告されているが、体熱の生成や発散は心血管系によって調節されているため、高い気温は心血管系の障害に対して大きなリスクを持つと考えられている。高い気温の際は死亡や病気の増加が伴うことが多く、異常に高い気温—「熱波」の際は過剰死が観察されている。このような死亡の増大を引き起こす高い気温の閾値には地域による差があることが知られ、温かい地方における閾値は高く、寒冷な地方における閾値は低い⁴⁾。「熱波」が襲来すると65才以上の高齢者の死亡のほか、全死亡も増加することが知られている^{5,6)}。全死亡の場合、閾値以上の「温度」と「継続日数」の積が最も強く死亡に反映するとされている。また季節的には、初夏の「熱波」は晩夏の「熱波」に比べその影響が大きいことも知られている^{7,8)}。

(2) 大気汚染

対流圏における気温の上昇とUV-Bの照射の増加

は、大気中の光化学反応を促進するため、都市域における高濃度のオキシダントの持続をもたらす。多くの大都市やその周辺においては夏に高いオキシダント濃度が観察されるが、4～5℃の気温の上昇は汚染地域をさらに拡大するであろう。光化学オキシダントとしてはオゾン、酸化窒素、各種のアルデヒド、パーオキシセチルナイトレート、プロピレングリコールナイトレート等があるが、これらオキシダントは人にさまざまな急性あるいは慢性的の障害を引き起こす。それらには眼に対する刺激、急性呼吸器障害、慢性気管支炎、慢性呼吸不全、肺気腫そして気管支喘息がある^{9,10)}。特に濃度の増大が予想されるオゾンは肺癌生成を促進することが知られており、またホルムアルデヒドは副鼻腔の癌を引き起こすことが知られている¹¹⁾。

(3) 化学物質汚染

温暖化は穀物生産に大きな影響を及ぼすが、穀物生産は水分供給と病害虫の発生により左右される。温暖化に伴う灌がいの進展は、農薬や肥料の農場からの流出をもたらす、地表水や地下水の水質を悪化させ、飲料水の水質の劣化をもたらすであろう。さらに温暖化により植物の病害虫の発生が増えるため、これらを抑制するために多種類の農薬が用いられることになる。また、気温の上昇は有機化合物の気化を促進するため、大気中の化学物質の循環が促進され、汚染の広域化がもたらされる。その一方、高温とUV-B照射は化学物質の分解速度を高める方向にも働く。それゆえ、温暖化は多数の有機汚染質の環境中濃度に影響し、ひいては人間の暴露を増大させる可能性が強い¹²⁻¹⁶⁾。

(4) 動物媒介性感染症

温暖化は各種の動物媒介性の感染症の発生を変化させる可能性がある。温暖化は気温と同時に降水量を変化させるため、媒介性動物例えば蚊の季節的・地理的分布を変化させる。現在でも熱帯においては、蚊によって媒介される感染症が病気の発生や死亡に大きく寄与している。Anopheles属の蚊によるマラリアのほか、フィラリア症、デング熱は多くの国で発生が増加する可能性があるし、以前発生のみられた国においては、再び侵入してくる可能性がある²⁾。

(5) UV-B 照射

波長280 nm から320 nm の紫外線(UV-B)は生体障害作用が強く、その照射の増大は人間の健康にとって雪盲、白内障や皮膚癌など種々の障害を引き起こす。UV-B照射は皮膚における感染や癌に対する抗原抗体反応を低下させる。皮膚癌には基底細胞癌と扁平上皮癌があるが、扁平上皮癌はUV-B照射と密接な関連がみられる¹⁷⁾。緯度の低い地方は高い地方に比べ黒色

腫を含む皮膚癌の発生が高いことが明らかにされており、UV-B照射との関連が指摘されている¹⁸⁾。

取り組まれるべき予防医学上の対策

- (1) 熱波対策：今後増大すると予想される「熱波」の発生頻度について調査するとともに、それによる過剰死の発生頻度を予測する。空調の充実が「熱波」の襲来時の死亡を減少させるため、高齢者や病弱者の過剰死の予防対策上重要な施策である。しかしその一方、その空調がエネルギー消費を増加させ、温暖化を進めることとなることに配慮が必要である。
- (2) 大気汚染対策：温暖化の進行に向けてオキシダントをはじめとした大気汚染の動向を把握するとともに、住民の呼吸器系疾病の発生率推移を予測する。同時に各種のオキシダント生成に寄与する大気中微量汚染物質（炭化水素類、NO_x等）の発生を抑制していく必要がある。
- (3) 化学物質汚染対策：今後温暖化に伴って増大する地球規模の化学物質の汚染動向を調査するモニタリングの必要性がある。さらに人類の暴露量変動について予測し、化学物質の環境負荷量を削減していく施策が必要とされる。
- (4) 動物媒介性感染症対策：媒介性動物の温暖化に伴う分布域の変動を調査するとともに、ワクチン等の有効な対策のない感染症に対する警戒が必要とされる。そのなかでもとくにリスクの大きいと考えられるマラリアやデング熱等の感染症の拡大防止のため、有効な予防対策を早急に確立する必要がある。
- (5) UV-B照射対策：成層圏のオゾン減少とUV-B照射増大との関係を調査し、黒色腫を含む皮膚癌や種々の皮膚病、白内障等の発生率推移について調査を開始する。UV-B照射への防御対策を講じ、これらの疾病の発生の抑制を計る必要がある。

結 論

現在の状況のまま進行すると21世紀の前半、今後40年ほどで1.5～4.5℃の地球の温暖化がもたらされるのは避けがたくなりつつある。化石燃料の消費によるCO₂濃度の上昇とCO₂以外の「温室効果ガス」の増加がその原因と考えられるため、代替エネルギー（太陽エネルギーや水力発電等）の利用を促進する一方、CO₂以外の「温室効果ガス」の放出を抑制していく方策が望まれる。それによってCO₂濃度の二倍化で予想されているほどの温暖化の到来は、数十年遅らせることができると言われている。そのような努力を払ってもある程度の温暖化は避けられないため、温暖化によるリス

クについて科学的な検討を行なう必要がある。

ここでは温暖化問題を人間の健康や疾病に及ぼす影響に限って検討した。温暖化によって発生率の増大すると予想される疾病は、「熱波」による過剰死、大気汚染による呼吸器系疾病、化学物質による中毒、動物媒介性感染症さらに紫外線照射による皮膚癌等非常に多彩である。今後、このような疾病に対する予防医学上の施策が必要とされると考えられる。

その一方で、有効な対策も立てられず、温暖化の影響を最も強く受ける国は、莫大な農村人口を抱えた発展途上国と考えられている。日本は化石燃料の大量消費のうで工業化を果しておきており、地球規模の温暖化に責任を持つ先進国の一つと言える。このため国内の対策のみではなく、発展途上国における温暖化の影響についても調査し、適切に対応してゆく必要がある。代替エネルギー利用技術の開発はもちろん、各種の疾病の発生の増加については、調査に協力するとともに、予防医学上の対策についての援助を行なっていく必要がある。日本農村医学会はそのような国際的な貢献のできる学会の一つと考えられる。

参 考 文 献

- 1) Brown, L. R., Flavin, C., Durning, A., Shea, C. P., Postel, S., Heise, L., Wolf E. C., Chandler, W. C., and Jacobson, J. 1988. State of the World. W. W. Norton & Company, Inc., New York.
- 2) United States Environmental Protection Agency 1988. The potential effects of global climate change on the United States. Draft Report to Congress.
- 3) Uchijima, Z. and Seino, H. 1988. Probable effects of CO₂ induced climatic change on agroclimatic resources and net primary productivity in Japan. Bull. Natl. Inst. Agro-Environ. Sci., No. 4, 67-88.
- 4) Kalkstein, L. S., and Davis, R. E. 1989. Weather and human mortality. Annals of the Association of American Geographers 79, 44-66.
- 5) Marmor, M. 1978. Heat wave mortality in nursing homes. Environmental Research 17, 102-115.
- 6) Schuman, S. H. 1972. Patterns of urban heat-wave deaths and implications for prevention. Environmental Research 5, 59-75.
- 7) United Nations 1986. Determinants of Mortality Change and Differentials in Developing Countries. Population Studies No. 94. United Nations, New York.
- 8) Weihe, W. H. 1988. Climate change and human health. World Congress of Climate and Development. Hamburg.
- 9) Lee, S. D., Mustafa, M. G., and Mehlman, M. A. 1983. International Symposium on the Biomedical Effects of Ozone and Related Photochemical Oxidants. Princeton Science Publishers, Princeton, N. J.

- 10) National Academy of Sciences, Committee on Medical and Biological Effects of Environmental Pollutants 1977. Ozone and Other Photochemical Ooddants. National Academy of Sciences, Washington, D. C.
- 11) Stokinger, H. E. 1965. Ozone toxicology. Archives Environmental Health 10, 719—731.
- 12) Ando, M., Hirano, S., and Itoh, H. 1985. Transfer of hexachlorobenzene from mother to new-born baby through placenta and milk. Archives of Toxicology 56, 195—200.
- 13) Bidleman, T. F., Christensen, E. J., Billings, W. N., and Leonard, R. 1981. Atmospheric transport of organochlorines in the North Atlantic gyre. Journal of Marine Research 39, 443—464.
- 14) Rapaport, R. A., Urban, N. R., Capel, P. D., Baker, J. E., Looney, B. B., Eisenreich, S. J., and Gorham, E. 1985. "New" DDT inputs to north America: Atomospheric deposition. Chemosphere 14, 1167—1173.
- 15) Rovinsky, F. Y. A., Afanasjev, M. T., Brutseva, L. V., and Yegorov, V. I. 1982. Background environmental pollution of the Eurasian continent. Environmental Monitoring and assessment 2, 379—386.
- 16) Tanabe, S., Tatsukawa, R., Kawano, M., and Hidaka, H. 1982. Global distribution and atmospheric transport of chlorinated hydrocarbons. Journal of the Oceanographical Society of Japan 38, 137—148.
- 17) Blum, H. F., Grady, H. G., and Kirby-Smith, J. S. 1941. Quantitative induction of tumors in mice with ultraviolet radiation. Journal of National Cancer Institute of U. S. 2, 259—268.
- 18) Blum, H. F. 1959. Carcinogenesis by Ultraviolet Light. Princeton University Press, Princeton, N. J. Health

Effects of Global Climate Change on Health and Diseases

Mitsuru ANDO*

Effects on morbidity and mortality following both global warming and ultraviolet (UV-B) radiation increase are summarized.

- (1) The abnormally high atmospheric temperature ("heat wave") may be associated with increase in morbidity and mortality of high risk groups, such as the elderly.
- (2) Increased photochemical oxidants in urban areas with warming trend will have effects on human health and could cause inflammatory disease of eyes and many types of respiratory diseases.
- (3) The concentration of agrochemicals and pesticides in the environment would increase thereby resulting in human exposure.
- (4) Since the climate change would affect the seasonal and geographical abundance of major vector species like mosquito, the incidence of vector-borne diseases could be affected.
- (5) Since depletion of stratospheric ozone layer effect would increase UV-B radiation, a number of diseases of the skin and eyes may increase.

* *Environmental Health Science, National Institute for Environmental Studies*