

B-10 地球温暖化によるアジア太平洋地域社会集団に対する影響と適応に関する研究

(3) 社会集団の健康事象に及ぼす気候変動の影響

—アジア太平洋地域のライフスタイル研究—

研究代表者 国立公衆衛生院 労働衛生学部 内山 巖雄

厚生省 国立公衆衛生院 生理衛生学部体力生理室	佐々木昭彦
保健統計人口学部	兵井 伸行
建築衛生学部	高橋 美加
環境庁 国立環境研究所 社会環境システム部環境計画室	原沢 英夫
警察庁 科学警察研究所交通部交通安全研究室	西田 泰
筑波大学体育科学系環境保健学研究室	本田 靖
大阪教育大学教養学科健康科学講座	永井由美子
長崎大学医学部原爆被災資料センター疫学部	本田 純久・三根真理子
公衆衛生学教室	門司 和彦・竹本泰一郎
Mahidol University, Faculty of Environment and Resource Studies, Thailand.	Laddawan Thong-Nop, Kobkaew Manomaipiboon, Rungjarat Hutacharoen

平成 8～10 年度合計予算額 13,743 千円

(平成10年度予算額 3,639 千円)

(要旨) 温暖化による死亡リスクの予測を 1972-1995 年既存統計を用いた分析を基に行った。日最高気温と日別死亡率の関係では 65 歳以上の高齢者では日最高気温が 33℃を越えると死亡数が再び上昇する V 字型を描く事が確認されたが、1970 年代、1980 年代、1990 年代の 3 つの期間に分けた時の経年的変化を観察すると、北海道では V 字型の底部の日最高気温が温暖側へ単純シフトしたこと、九州や東京では沖縄県 (1981-90 年) に見られた様に V 字型から L 型への移行する傾向が 33℃以上の死亡でみられ (1991-95 年)、温暖化への異なる適応が生じている可能性が示唆された。これらの気温と外気温の変化に伴う死亡モデルを用いて GIS による地域別の将来リスクの推定を試みた。人口の高齢化を補正しても、各地域で温暖化による死亡リスクが増加したが、死亡以外の影響事象や、都市の環境要因など、複合的かつ時間・空間的に変化する事柄についての分析は十分でなく、今後気温以外の日射量と暑熱負荷量などの指標の選択と、個体と環境を含む動的変化をを考慮したモデルの開発が必要となろう。

一方、タイ国では、既存の正確な死因別死亡統計が入手困難なため、バンコクを中心とする都市部の病院における死亡統計を分析したが、死因が熱帯の感染症や治療の遅れからくる敗血症が中心であり、また気温の季節変動や日内変動が乏しく、影響をどのように評価し、対処す

べきかが課題となる

ライフスタイルの違いによる温暖化への適応機構のうち、生理学的反応を調査する目的で高齢者と若年者の心電図RR間隔変動スペクトル分析（心拍数変動）の調査を行った。60～75歳の男性の高齢者は健常者でも20代の若年者より明らかに暑熱ストレスへの自律神経調節能力は低下していたが、その他の生理的指標（直腸温、血圧、脈拍、皮膚温、発汗量）の変化の現れ方は一様ではなかった。すなわち高齢者には暑熱ストレスに対する自覚症状が乏しいこと、暑熱負荷に対して交感神経系が副交感神経系に対して優位を示さなかったり、逆の反応を示すなど、若年者に見られた正常の適応機構が働かない、または著しく遅れる者が存在することがわかった。また、タイおよびわが国で、日常生活環境温度下におけるこれらの指標を基に温暖化に対する適応機構を分析中である。

今期の研究調査では、以上の結果を総合して、温暖化に対して高齢者がハイリスクグループであること、亜熱帯に属するアジア各国の温暖化による健康リスクの推測は死亡構造や人口の年齢構造が異なるために新たな推測手法が必要であり、今後の研究課題と考えられる。

（キーワード） 温暖化、生活環境温度、日最高気温、ライフスタイル、RR間隔変動、健康リスク

1. 温暖化に対する生存リスクと戦略

佐々木昭彦・内山 巖雄（国立公衆衛生院）

（1）影響研究からリスク研究へ

人類はこれまで自然環境を生活するのに快適なものにするために多くの努力を傾注してきた。その結果とも言える地球温暖化は、人類の進化の歴史から見ると、さらに合理的な温度快適性への対策を要求していることになる。その対策を決定する要因は大きく①温暖化の原因を除去する方策としての省エネルギー、②空調を主とする生活空間の制御（温度、個体差、暴露期間）、③生理的適応（世代、労働と都市生活）に分けられる。しかし、②に関しては快適な温度の個人差、制御する時間の問題があり、③に関しては短期的な適応の他に世代を越えた長期間を要する適応の問題、労働状況や都市・農村生活によるライフスタイルの違いなど、多くの要因が絡んでいる。さらにより重要なことは、われわれが健康影響と対策に関して何を知っており、何を研究すべきか、どのような提言をすべきかを合理的に判断できるほど、われわれが生活し、行動する場の温度環境を把握していないという事実である。この不確実性のために研究者はもとより、行政担当者や一般国民に基本的認識と判断に大きな差異があることと、将来起こる影響の予測の部分が多いことから、健康の影響研究から健康リスクの研究へという流れが必然的に生じてくるのである。

これまで IPCC 作業部会は局地という比較的マクロな観点から健康影響を報告し（McMichael

et al.: Climate change and Human Health, WHO, 1996)、イギリスの C.ベンサムと S.セバックが 1995 年の猛暑という特定現象の影響を分析した (Paltikof,JP, et al.: Economic Impacts of the Hot Summer and Unusual Warm Year of1995, Department of Environment, UK, 1997)。一方、ドイツの G.ジェンドリツキーは都市の生活圏の微妙な多様さ (標高差による温度感覚) をメッシュ情報として都市計画に利用した (Applied Urban Climatology・Stadoekologie, DeutscherWetterdienst, 1997)。われわれは既存の死亡統計の分析や個人別の温度環境の測定を行い、熱帯アジアの気候と社会条件における健康影響を調査した (安藤満編: 地球温暖化による人類の生存環境と環境リスクに関する研究、環境庁・国立環境研究所、1996)。

人間では単純な温度暴露はありえず、必ず行動適応や人工環境への適応を伴い、そこにはその時々で変化する快適性について回る (R.モース: 環境の人間性—行動科学的アプローチ、p.91-93、p.110、朝倉書店、1979)。平成 8～10 年度の研究は、以上のような議論をふまえた観点から、地球温暖化による健康リスクを日本の生活環境の分析と、タイ国の生活環境との対比を軸として進められた。いうまでもなく、地理的、経済・技術的、社会・文化的な違いが大きな影響を与えているが、他方では均一の価値観とライフスタイルがかなり類似した生活行動や環境問題を生んでいるように思われる。

比較研究の第 1 期としては、何が比較の対象となるのか、どのように違うのか、あるいは共通するのか、という点を中心に調査した。まだ、結果の分析は一部途中のものもあり、温暖化による健康リスクの評価と対策の提言は次の期の研究に待つところが大きい。しかし少なくとも、慢性的な暑熱を経験している地域の近代化と都市化がどのようなものであるか、どこが日本の姿と共通し、温暖化後の状態をシミュレートしうるかを判断するための前提の 1 つになると期待される。

(2) リスク評価の指標

本研究の課題は、温暖化による健康影響に関わるリスク (健康リスク) の概念、対象および問題の性格を、社会集団の特徴と関連づけて明らかにすることである。健康リスクは、マクロ・リスク (局地レベルの動植物および陸水の環境と人間の生存環境への生態学的影響の予測) とマイクロ・リスク (個人レベルの生活環境の快適性、行動の選択、身体状況など) をとらえさらにそれらを統合したリスク評価 (リスク要因の相互関係と総合評価) の 3 段階に分けて考えるのが妥当であろう。

統合リスク評価については、後述するリスク予測の手法を通じて最終的に扱えるようになるであろうが、現時点では個別性のある議論は不可能である。むしろ、実際の生活状況や社会システムなどが健康影響にどのように関わってくるかを評価することの方が実際的であるので、リスク評価指標を得るための手法の開発を重視すべきであろうと思われる。現在可能なリスク指標としては、個人的な生理的指標、例えば心電図の RR 間隔変動、エネルギー代謝などが暑熱負荷量や暑熱ストレスを反映することが分かっている。また集団的には、固有の医療システムの下では疾病認識・受療行動・療養環境など健康に影響を与える条件に違いがあり、それらの

相違が長期的に影響しあって疾病構造・死亡構造に反映すると考えられる。したがって、実際のデータや計測値からこれらの違いを検出するための手法を開発することが具体的な課題となる。さらに、これらを基にして様々の疾病や死亡に対する温暖化の健康リスクのメカニズムを解明し、国別・地域別の予防対策の優先性の違いとして特徴づけることが、現実的な方策を決定するための前提として必要である。

今期の調査研究の一つとして行った高齢者の心電図のRR間隔変動のスペクトル分析（自律神経調節機能の評価、以下RR間隔分析）の温度による違いについては、人工気候室における温度負荷への反応を検討した（室温25℃と35℃、相対湿度はいずれも50%）。60～75歳の男性の高齢者は健常者でも20代の若年者より明らかに暑熱ストレスへの自律神経調節能力は低下していたが、その他の生理的指標（直腸温、血圧、脈拍、皮膚温、発汗量）の変化の現れ方は一様ではなかった。すなわち高齢者には暑熱ストレスに対する自覚症状が乏しいこと、暑熱負荷に対して交感神経系が副交感神経系に対して優位を示さなかったり、逆の反応を示すなど、若年者に見られた正常の適応機構が働かない、または著しく遅れる者が存在することがわかった。この点は高齢者の熱中症や循環器疾患患者における死亡リスクとして認識されるべきであり、事前診断や検査によって予防対策への一つの指標となる可能性がある。現在これら的高齢者について屋外労働（不法放置自転車撤去、道路掃除など）を含む日常生活における温度環境とRR間隔分析の関連との分析を進めている。さらに、今後より様々な生活環境に生活している者についても性・年齢階級別に自律神経系の適応能力を評価することを予定している。

RR間隔分析についてはさらに、タイ国のバンコク周辺住民における生活・労働の温度環境との関係を比較調査している（Manomaipiboon et al, 1998）。これらの対象者は屋内事務系作業、屋外作業、空調設備の有無と使用状況、昼夜の労働時間帯、通勤手段によって暑熱暴露の状況が大きく変化していることが明らかになった。今後、温度環境に対するストレスの大きさと適応行動が各年齢層によってどのように異なり、暑熱に適応しているかを検討して、元々暑い地域に住むアジアの人々が温暖化によってより大きな影響を受けるのか否かを推測する手法を検討する予定である。この研究は、第1期と第2期の国内調査と対応させて日本における温暖化の将来影響を予測することも意図しているが（内山・佐々木、1994・1996）、1999年の乾季まで最終調査が実施されており、結果の分析はいましばらくかかる予定である。

一方、局地的・全地球的な環境変動を介する「超間接的」な健康への影響は、温度それ自体が直接的なパラメータとはなることはなく、各々の環境に固有なメカニズムが主として作用する。しかも温度は例えば化学物質のような絶対量を計れるものではなく、相対的なものである。化学物質暴露による健康影響を評価する場合の様に、量-反応関係に基づく評価を行うことを困難にしていると考え（丹後俊郎）。ここに従来からある温熱生理学や生気象学が提供する様々の知見と、地球温暖化問題が求めている答えとの間に存在するずれの原因の一端があると思われる（もう1つの原因は集団属性と社会環境のシステムであろう）。これを回避する手段として、GISやシミュレーション・モデルなどの手法を通じて、温度と日射による負荷

とを時間・空間的に合成し、その結果として生ずる複合現象としてとらえるならば、具体的な健康リスクとして表現することができるかもしれない。

平成8～10年度の研究は上記の段階までしかしていないが、アジア諸国において広く温暖化の影響を予測する実施可能な手法としては、受け入れやすい技術移転であると思われる。今後これに続くデータの収集、分析、予測を進めたい。

(3) リスク情報の収集

局地的なリスク情報としては、国別資料とインターネット情報（兵井）と、暑熱による自動車内死亡などの特定テーマについての国内情報（高橋、ゴップギャウ）とがある。また、都市レベルではヒートアイランドに関するGIS（白）と日射量（佐々木）に関する情報がある。さらに、生活環境と行動選択を考慮した情報としては、生活温度、空調設備普及状況、電力消費量、移動・交通量など様々のスケールで計測・入手可能なものがある（佐々木）。生活行動や健康状況などの個別性が高い指標では、情報収集のカバー率の向上やルーチン化はまだ相当問題があるものの、これらの情報は以前から検討されているリスク情報のデータベースの枠組みを決める条件となる。

参考までに夏期に酷暑の続いた1995年に行なった沖縄県と長崎県の病院の空調設備の利用状況に関するアンケート結果を紹介する。入院患者に空調による温度感覚、自覚症状、空調設備使用の好き嫌い等を尋ねた。この時期の日平均気温は沖縄本島29℃、長崎県26.7-28.7℃と差が小さかった。しかし、沖縄では空調設備の稼働期間は4月～12月（2～12か月間）、8月中旬の稼働時間は7時～23時（延べ8～20時間）と長崎県よりも長かった。病棟の温度環境は18℃-28℃と非常に異なっており、時間的にも変動していた。男性高齢者は温冷感が昼夜で変動し、女性は暑くても衣服を脱がない、病棟での空調温度に対する適応には自宅の空調の設定温度の影響が大きいという結果が得られており、高齢者のリスク評価では、性や年齢だけでなくこのような行動や経験をも考慮すべきであるということがわかっている。

(4) リスク分析

死亡統計に見られる死亡リスクと上述の生活環境におけるリスクについて、温暖化による要因対策の優先性と、ハイリスク集団の局在性（地域、年齢、行動、その他の属性）という現象の観察と統計的分析を経て、温度上昇に関する健康リスクのモデル化を行うのがリスク分析の課題である。情報の入手しやすさという点では国内の死亡統計が先行したが、生活環境の変化と温度変化についての時系列分析はまだこれからといえる。

前期の研究では1972-1990年の日最高気温と日別死亡率の関係がV字型を描く事の確認が主であったが、今期は1991-1995年までのデータを加え、3つの期間に分けた時の経年的変化を示した。すなわち、北海道ではV字型の底部の日最高気温が温暖側へ単純シフトしたこと、九州や東京では沖縄県（1981-90年）に見られた様にV字型からL型への移行する傾向が33℃以上の死亡でみられ（1991-95年）、温暖化への異なる適応が生じている可能性を示唆した（本田

靖、1998・1999)。

都市部と農村部の比較に関する既存の死亡統計の限界があることや、死亡場所が経年変化(性・年齢、疾患別に異なる)し、温度調節された病院での死亡が増加していることに対する補正が行われていないなど、環境要因の作用メカニズムを推定する方法の開発が遅れている(門司和彦、1994)。この点で、長崎県の被爆者のコホート集団は、夏季の暑熱を経験し、坂の多い居住空間を特徴とする都市での生活集団で、長期フォローされた検診所見と療養状況が把握されており、上述の課題の解決を進展させる可能性を持っていた(本田純久ほか、1997)。しかし、現在のところ温度と死因との関係の分析にまでしか至っていない。

また、暑熱の関係する可能性のある死因の一つとして自動車交通事故を分析し、死亡数が南と北の地域で異なる温度依存性をみつけているが(森直代ほか、1996)、温度影響のメカニズムについては運転者等の立場ごとの分析が担当者の都合で実施できていない。その他、駐車時の乳幼児の熱中症死亡について、警察庁科学警察研究所の協力を得て1985-1998年の個別事例の調査を実施し、外気温の状況と事故リスクとの関係を明らかにした(高橋美加ほか、1999)。温暖化に伴う自動車という移動環境と屋外空間のリスクと、それに関する情報を伝達する方法について新たな視点を提供したといえる。以下に述べる疾病への予防対策とともに、リスク認知の課題として位置づけられると期待している。

一方、タイ国では、既存の正確な死因別死亡統計が入手困難なため、バンコクを中心とする都市部の病院における死亡統計を分析したが、死因が熱帯の感染症や治療の遅れからくる敗血症が中心であり、また気温の季節変動や日内変動が乏しく、影響をどのように評価し、対処すべきかが課題となる(Laddawan Thong-Nop et al、1997)。日本や他の先進国では疾患別死亡の温度依存性が明確であるにも関わらず、このような地域では分析の手法が別途必要であると思われる。なぜならば、温暖化によるマラリアを媒介する様な昆虫の問題が指摘されているにもかかわらず、有病率および治療面での温度との関連性(疾病の悪化や余命の延長など)については情報が乏しいからである。

この点で、以前に調査を行ったパプアニューギニアにおける死亡の多くを占める乳幼児のマラリア死亡の分析では、標高約1000mという高地居住の条件を別にしても、日別死亡率から気温との関係を明確にすることができなかった(大塚柳太郎・中澤港、1996)。熱帯性気候における温度が、年齢別の死亡構造とどのように関するのかを解明する方法論が必要とされる。その背景として、熱帯で人々が死んでいく環境についての情報が、国際統計の整備にもかかわらず不足しており、ライフスタイルや生活環境との関連をさらに調査する必要がある。

高齢化に伴い、何らかの疾病を持つ人が増加し、これが今後医療と公衆衛生の主要な問題となることは指摘されている(Heyes、1999)。熱中症のリスクは高齢者に高いことがこれまでの調査でも明らかとなったが、いわゆる生活習慣病といわれる慢性非感染性疾患(高血圧、動脈硬化、心疾患、糖尿病など)に関しては、これらの患者が今後さらに高齢化していくにも関わらず、疾患治療の場面における生活環境の問題点(外出・通院手段、睡眠環境、空調環境など)がまだ顕在化していないために、関係者の理解を得ることが課題となっている。先行研究とし

て人間ドック受診者の調査から、各種の検査所見に異常を示す者は、正常者に比較して普段の生活環境温度が職場、自宅とも約1～2℃低い環境を好むことがわかっており（佐々木ほか、1996）、生活史・生活環境史と健康状態の変化との関係から、疾病と治療に対する温度の影響をとらえることが必要と思われる。

（5）リスク予測、リスク対策の提示の問題

外気温の変化に伴う死亡モデル（本田）と、それを基にしたGISによる地域別の将来リスクの推定（原沢）が試みられた。しかし、死亡以外の影響事象や、都市の環境要因など、複合的かつ時間・空間的に変化する事柄についての分析は十分でなく、今後気温以外の日射量と暑熱負荷量などの指標の選択と、個体と環境を含む動的変化を考慮したモデルの開発が必要となろう（佐々木）。

IPCCの第3次報告書の作成作業では、適応、不確実性、脆弱性などの概念が影響全般について検討されている。しかし、社会集団の健康影響ではこれらを要素ごとに分けて、影響要因を国別の事情と関係なく普遍化することは難しい。さらにリスク対策の立案を前提とした、リスクの提示およびその低減効果の提示が、社会的な合意形成（リスク予防のシステム化）のために必要となるが、この面ではまだほとんど入り口の段階である。今後の研究に待ちたい。

（6）研究テーマの構成

サブテーマの分担研究者によるこの3年間のそれぞれの研究テーマは、主に5つから成り立っており、それらの結果を総合して本稿を作成した。以下にそれぞれを報告する。

研究テーマの構成

- （1）生存リスクと戦略（佐々木昭彦、内山巖雄）
- （2）GISによるリスク予測（原沢英夫）
- （3）全国死亡統計の解析（本田靖）
- （4）長崎原被災者コホートの死亡構造（本田純久ほか）
- （5）高齢者における心拍数変動と暑熱適応（永井由美子ほか）
- （6）生活温度と心拍数変動の関係-----タイと日本の場合（ゴップギャウ、高橋美加ほか）
- （7）タイの病院死亡統計（ラダワンほか）
- （8）乳幼児の車内熱中症事故（高橋美加ほか）
- （9）アジアの社会的インフラとリスク情報（兵井伸行）

2. GISによるリスク予測

国立環境研究所 原沢英夫

[キーワード]

温暖化の健康影響, 影響リスク, 社会・経済条件

2.1 温暖化の健康影響評価のためのデータベース開発

温暖化の健康影響の評価に必要な気象情報（現状）、将来気候情報（気候シナリオ）、社会・経済・環境情報を収集し、影響評価が円滑に行うとともに、評価結果を地図化して視覚的に判定できるように地理情報システムを活用している。また、1997年12月に日本で開催された温暖化防止京都会議では、日本の2010年頃までの温室効果ガスの削減率が6%となり、この目標達成のために国や都道府県レベルでは、温室効果ガスの削減計画の策定が求められる温暖化防止対策推進法も検討されている。よって温暖化の影響については、今後、都道府県レベル、さらには市町村レベルでの温暖化の影響評価を行い、その結果に基づいて優先的に対策を行う分野などの環境政策決定上の重要な情報となりえる。

表 2.1 温暖化の健康影響評価のステップと情報

影響評価		地域スケール 都道府県（市町村）	国スケール	アジアスケール
気候シナリオ	共通項目	←気温, 降水量（地域 GCM） (GCM) →		
	地域項目	雲量, 日射量		
	スケール	20km メッシュ	50km メッシュ	数百 km メッシュ
社会・経済条件	共通項目	人口（現状, 将来）, 高齢化率, 健康・衛生関連社会資本		
	地域項目	エアコン率, エネルギー使用量（ヒートアイランド）		
		緑被率, 水面面積		
予測・評価	評価指標	死亡者数, 死亡リスク		
適応策	監視	熱射病		
	社会的			
	生理的			

2.2 温暖化の健康リスク評価

(1) 健康リスク評価の重要性

IPCCの第二次評価報告書は、すでに温暖化が始まっていることを示す証拠があることを示し、2100年には中位の予測で気温は2℃上昇（不確実性を考慮すると1～3.5℃の範囲）、海面は50cm（同じく15～95cm）上昇すると予測している。また台風や熱波など極端な気象現象（異常気象）の頻度や規模が変化する可能性があり、思いもよらないことが起こるかもしれないとしている（IPCC, 1996）。

温暖化の影響・適応・対策を扱っているIPCCの第二作業部会では、多くの分野における影響や適応の可能性等について最近の研究成果がレビューされており、人間の健康への影響については、直接・間接的を問わず、その多くが悪影響であること、例えば、健康への直接影響として熱波の強度と持続期間の増大に伴い、死亡（主に循環器系－呼吸器系）や疾病が増加することが予

測されている。一方、寒冷地の気温上昇は、寒さに関連した死亡の減少をもたらすとしている（環境庁、1996）。

温暖化をもたらす直接的な健康影響として暑熱（気温上昇）による影響を評価するための方法を示し、影響人口と死亡リスクの影響を算定する2つの指標を用いて、気温上昇の日本への影響を検討した。とくに、今回は、①温暖化の健康影響の評価フレームワーク、②健康リスク指標としての影響人口、死亡リスクの定義、を踏まえ日本全国を対象として、③温暖化と人口高齢化との相互比較、④温暖化の影響の地域的な特徴について検討を行った。

(2) 健康リスク評価のフレームワーク

図 2.1 は、健康影響の評価フレームワークと用いたデータや地理情報、モデルについて示したものである。気象データ、地域の人口、社会・経済データなどを収集し、地理的情報として加工、蓄積した地域データベースを構築するとともに、気温と死亡者数に関する本田らの研究成果（気温-死亡リスクモデル、本田ら、1995）や人口予測モデルなどのリスク評価のための評価、予測モデルを準備した。さらに解析や結果の表示を行うために地理情報システム（GIS: Geographical Information System）を活用している。地域データベースをもとに、将来の人口増加と気温変化のシナリオを想定して、各種のケースについて計算を行った。

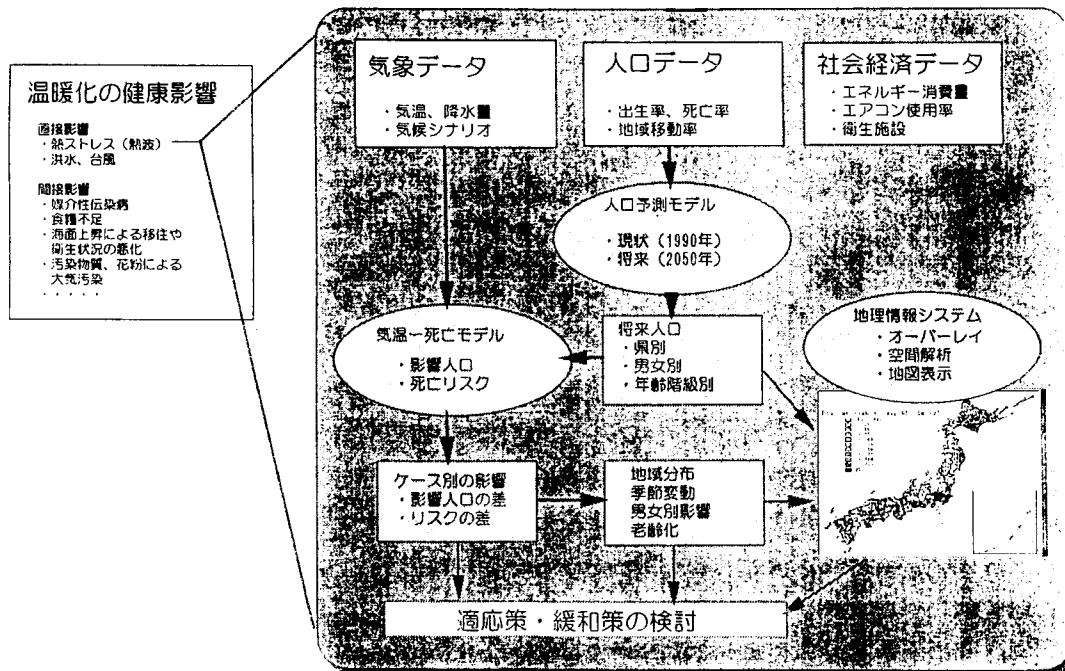


図 2.1 温暖化の健康リスク評価のフレームワーク

(3)健康リスク評価のための基礎データ

健康リスクの評価のための基礎データとしては、現在構築中のGISデータベースを活用している。以下はリスク評価に必要なデータの概略を示す。

1) 気象データ

温暖化の影響評価には将来の気温・降水量変化を示す気候シナリオが必要である。しかし現状では大気大循環モデル(GCM)を用いて計算された結果は、数百kmのメッシュに関する気候値であり、日本のように国土の狭い国を地域レベルで十分対応する精度のものはない。そこで、今回の解析では、影響評価の一つの方法として使われる気温を任意に変える方法をとった。具体的には、過去の平均的気温に比べて、1℃、2℃、3℃上昇した場合を想定した。

気象データは、アメダスデータ(1976-1986年)とSDPデータ(1987-1993年)の計18年間の日データをもとに、日最高気温を求めた上で、月毎に18年間の平均値等を求めた。また、都道府県を代表する気温測定地点として、県庁所在地にある観測地点を選定してデータを利用した。気温-死亡リスクモデルに入力する代表値としては、日最高気温データを月別に18年間プールし、平均値をとったもの(日最高気温の長期平均値:月別値)を用いた。

2) 気温-死亡リスクモデル(本田ら, 1995; Uchiyama and Sasaki, 1996)

本田らの研究成果から、県別、男女別の日最高気温と死亡率がV字型関係を示すモデルを用いた。気温と死亡率との解析から、65歳以上の人口集団で気温と死亡率とに特異な関係がみられる。すなわち、東京の場合、33℃を越えると死亡が増加する。図5.2.2は、東京等における気温-死亡リスクモデル(65歳以上の男性を対象)をプロットしたものである。縦軸は1日当たりの総死亡数に率 10^8 (1/日 $\times 10^8$)を掛けた値を用いている。この図は、33℃を境に気温と死亡の関係の傾向が変わることを示している。この変曲点に相当する気温は地域によって異なり、県別に得られたモデルの一例を図は示している。

3) 県別人口の将来予測

温暖化による気温上昇の相対的な影響が図5.2.2に表されているわけであるが、対策などを検討する際には、各地域で何人が影響を受けるか、絶対数が問題となる場合がある。そこで、温暖化といった将来の気候による影響を検討する場合には、人口についても将来値を用いる必要がある。本研究では、県別・男女別人口の将来予測モデルを既存の研究事例をもとに構築し、それを用いて2050年までの人口予測を行った。

厚生省社会保障・人口問題研究所の1990-2010年の県別将来推計人口と、2090年までの日本の推計総人口の参考値(人口問題研究所, 1994a; 1994b)を元に、コーホート要因法を用いて県別の将来人口を5年間隔で推計し、2050年までの県別人口を推定した。人口の純移動率が減少した場合を1990-2010年について県別に再現し、2010年の出生率、移動率、生存率を用いて2050年まで計算した。1990年の65歳以上の人口の比率は約12%、2050年には28%になると想定され、2050年前後で65歳以上の高齢者人口の比率が最も高くなると予想される。

4) 影響人口、死亡リスクの計算

気温－死亡リスクモデルを用いた影響人口と死亡リスク（リスク指標）を次のように定義した。

・影響人口(死亡数の推定値, P_{risk} と表示) : 現状及び将来の日最高気温の長期平均値(月別)に対して気温－死亡リスクモデルから計算される死亡数であり, 影響を受ける人口の絶対数という意味で影響人口と呼ぶ。単位は, 人/日である。

$$P_{risk} = F_{65+}(T) \times P_{65+} \quad (1)$$

ここで, $F_{65+}(T)$ は気温－死亡リスクモデルから, 気温 T (°C) のときに求められる 65 歳以上のグループの死亡率, P_{65+} は 65 歳以上の人口である(本研究の場合は都道府県別の人口)。

・死亡リスク(リスク指標値, M_{risk} と表示) : 影響人口を全人口(この場合県の全人口)で割った値。全人口で割ることで, 標準化していることから, 現在と将来の比較が容易である。単位は, 1/日である。

$$M_{risk} = P_{risk} / P_{total} \quad (2)$$

ここで, P_{total} は, 県総人口である。

以下のようなケースを設定して計算を行った。

- ケース 1 : 1990 年(現状)
- ケース 2 : 1990 年(+1~+3 度上昇)
- ケース 3 : 2050 年(+0 度, 現状と同じ)
- ケース 4 : 2050 年(+1~+3 度上昇)

(4) 健康リスクの評価

1) 影響人口及び死亡リスク

ケース 1-4 について影響人口及び死亡リスクを計算(月別, 県別)した結果の例として, ケース 1 及びケース 4 について表 5.2.2 に示した。今回は県別人口の将来予測値, 将来の気温上昇を考慮して, 気温と死亡の影響を検討したが, とくに暑熱の影響が懸念される 8 月を取り上げて, ①65 歳以上の人口の増加(高齢化)と温暖化の 2 つの要因による死亡リスクの差, ②地域的な特徴について検討した。

2) 影響人口、死亡リスクの差

各ケースの絶対値よりも, ケース間の差をとることにより, 変化の度合いが明らかになると考え, ケース間の差をとり, (1)~(3)のような値を求めた。(3)は(1)と(2)を加算した値となっている。

表 2.2 影響人口 (P_{risk}) と死亡リスク (M_{risk}) の計算値

月	影響人口 (人/日)								死亡リスク (1/日、 $\times 10^{-7}$)				
	1990年				2050年				1990年		2050年		
	現状	+1度	+2度	+3度	+0度	+1度	+2度	+3度	現状	+0度	+1度	+2度	+3度
1	2110	2100	2089	2084	4434	4419	4397	4389	171	396	395	393	392
2	2102	2098	2086	2063	4422	4418	4393	4356	170	395	395	392	389
3	2032	1967	1944	1929	4295	4117	4072	4049	164	384	368	364	362
4	1826	1791	1778	1759	3839	3738	3713	3689	148	343	334	332	330
5	1731	1694	1676	1670	3628	3564	3512	3501	140	324	318	314	313
6	1669	1659	1648	1641	3500	3486	3466	3455	135	313	311	310	309
7	1642	1643	1645	1665	3456	3459	3463	3499	133	309	309	309	313
8	1644	1654	1678	1724	3461	3480	3526	3623	133	309	311	315	324
9	1659	1645	1643	1645	3487	3461	3459	3461	134	312	309	309	309
10	1754	1717	1698	1677	3681	3613	3577	3512	142	329	323	320	314
11	1916	1880	1813	1787	4023	3965	3801	3727	155	359	354	340	333
12	2078	2031	1963	1950	4379	4266	4105	4079	168	391	381	367	364

影響人口の差、死亡リスクの差

- (1) 2050年 (+3℃上昇) - 2050年 (+0℃, 気温上昇なし)
- (2) 2050年 (+0℃気温上昇なし) - 1990年 (現状)
- (3) 2050年 (+3℃上昇) - 1990年 (現状)

・高齢化と温暖化による死亡リスクの差

影響人口と死亡リスクの計算は、県別に行なった。全国集計値でみると、影響人口は1990年に1644人/日(ただし8月のみ)が、2050年に3℃気温が上昇した場合は、3623人/日と増大する。影響人口は都道府県の人口規模に依存するので、影響人口を県別人口で割った死亡リスクで比較すると、1990年では 1855×10^{-7} 人/日であり、2050年には 4284×10^{-7} 人/日に増大する。これらの値は、2050年で65歳以上の人口が増加する高齢化と温暖化の2つの要因が関与しているので、2050年で温度上昇なし(現状と同じ気温)の場合の死亡リスクを計算して、両者の効果を分離してみると、高齢化に対する3℃の気温上昇による死亡リスクの増加割合は、8%程度となる。温暖化(ここでは3℃上昇)に比べて、高齢者人口の増大による影響人口、死亡リスクが大きいのは当然であるが、前者のリスクは季節、地域が局在し、対策を考慮する上で無視できない。

3) 地域別に算定した影響人口及び死亡リスクの比較

表 2.3は、社会保障・人口問題研究所の分類を参考に数県をグループ化して、その影響人口と死亡リスクの値をケース毎にプロットしたものである。死亡リスクでみると、現在 $93 \sim 169 \times 10^{-7}$ /日から2050年には3℃上昇の場合、 $276 \sim 373 \times 10^{-7}$ 増加するが、地域によって特徴がみられる。現状では、南関東(埼玉、千葉、東京、神奈川)、九州の影響人口がそれぞれ1位、2位にあがっているが、2050年には、後者は4位に後退している。これは、人口の将来変動に関連している。すなわち、前者では2050年の東京の人口は減少するが、他3県は増加して、地域の総人口が3180万人から3840万人へ増加すると予測される。65歳以上の高齢者人口も300万人から1040万人と増加するので、影響人口は338.4人/日から1122.3人/日に増大する。総人

口で除した死亡リスク指標で見ると全国平均値に近くなるので、高齢化と都市への人口集中が影響人口を高くしているといえる。一方、九州地方は、地域総人口が1330万人から2050年には950万人と減少しているが、高齢者人口は190万人から280万人と約1.5倍になっている。影響人口は、207.1人/日から298.5人/日となり、当然ながら高齢者人口とほぼ同様に約1.5倍となる。東京に比べて、高齢者人口の伸びは少ない（主として人口減少のため）といった特徴がある。

表 2.3 地域別の影響人口(P_{risk})と死亡リスク(M_{risk})の計算値

# 地域	1990年			2050年				リスク $\times 10^{-7}$		
	人口	65歳以上	現状+0度 影響人口	人口推定	65歳以上	2050+0度 影響人口	2050+3度 影響人口	90(+0)	50(+0)	50(+3)
1 北海道	564.4	67.6	76.7	353.7	109.1	121.7	127.0	135.8	343.9	359.0
2 東北	973.8	136.3	153.7	669.0	196.8	221.1	225.6	157.8	330.6	337.3
3 北関東	674.7	83.4	95.8	705.3	190.6	222.6	228.7	142.1	315.6	324.2
4 南関東	3179.7	300.3	319.9	3838.2	1036.5	1122.3	1173.3	100.6	292.4	305.7
5 北陸	558.3	83.0	93.6	396.6	116.9	133.4	143.3	167.6	336.3	361.4
6 東山	301.0	47.4	50.7	261.0	72.8	78.9	79.6	168.6	302.2	304.8
7 東海	1422.1	160.9	176.7	1321.9	374.6	417.1	446.1	124.3	315.5	337.4
8 東近畿	367.2	47.1	54.4	403.7	105.8	122.6	130.4	148.1	303.7	322.9
9 西近畿	1674.2	182.0	204.4	1351.4	372.2	420.4	447.1	122.1	311.1	330.9
10 中国	774.5	116.0	125.9	556.5	163.0	176.8	181.4	162.6	317.7	326.0
11 四国	419.5	66.2	74.0	258.3	82.4	92.1	96.3	176.3	356.7	373.0
12 九州	1329.6	190.4	207.1	952.3	275.4	298.5	309.1	155.8	313.4	324.6
13 沖縄	122.2	12.2	11.3	126.3	35.9	33.5	34.9	92.8	265.7	276.3
合計	12238.9	1492.8	1644.2	11194.0	3132.0	3461.0	3622.7	1854.5	4104.9	4283.5

2.3 県レベルの温暖化の健康影響の評価

本研究では、市町村レベルから都道府県レベル（国レベル）、そしてアジア地域レベルの異なる空間スケールにおける影響評価を行うためのデータベース構築を念頭においている。従来開発した温暖化の健康への影響評価手法をI県に適用した結果を以下に示す。I県は、1995年において65歳以上の人口は約19万人（県人口の16.1%）、2050年には、23万6千人（27%）に増加すると予想される。2050年に気温が3℃上昇した場合を仮定して、I県において高齢化が進んだ場合の死亡者数の増加、温暖化による日最高気温の上昇による死亡者数の増加、これらの相互影響について検討した結果が図 2.1 である。I県において8月に温暖化の影響により死亡者数が増大し、その他の月では温暖化により死亡者数が減少することが明らかである。

2.4 社会的指標（県別）と死亡リスクの相関分析

1990年時点の死亡リスクと社会的指標とのデータベース（県別、みんりょくデータベース等により構築）を用いて、死亡リスクに関連する社会的指標について検討した。取り上げた指標項目は、ルームエアコン保有率(%), 電力使用量（百万KWh）, 病院総数（箇所）, 社会福祉施設総数（箇所）等である。死亡リスク年間値は、月別死亡リスクを1年間について加算した値である。

死亡リスクの説明要因としての社会的条件については、極端に気温が低い県を除くと、1990

年の死亡リスクと負の相関を示す。これは、ルームエアコン保有率など、人間の生活環境を調節したり、あるいは健康状況を診断したり、回復をはかる社会的施設の整備の違いにより、死亡リスクが下がり得ること、すなわち、温暖化による気温上昇による死亡リスクの増大をこうした社会条件を整えることにより下げる可能性を示されている（社会的な適応策）。2050年時点で、社会・経済の動向が余り変わらなければ、社会・経済条件が将来の温暖化による死亡リスクの増加に影響を与えると予想される。

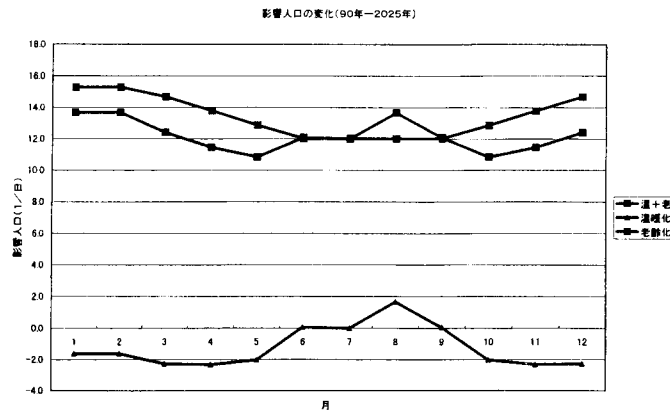


図 2.1 I 県における影響人口(P_{risk})の計算結果

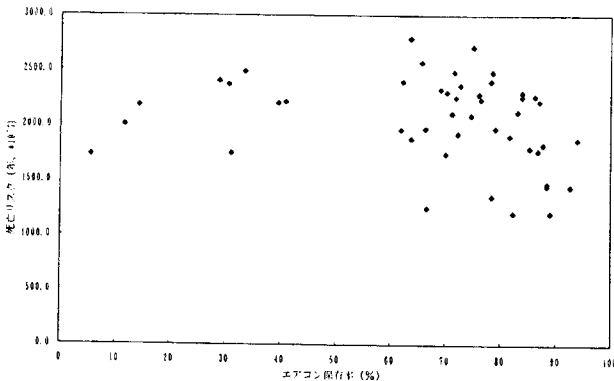


図-2(a) エアコン保有率と死亡リスク

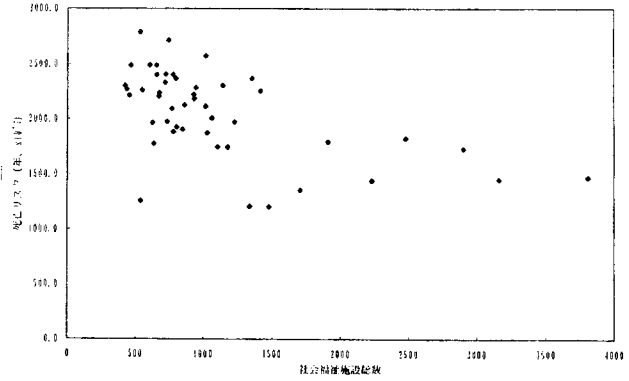


図-2(c) 社会福祉施設総数と死亡リスク

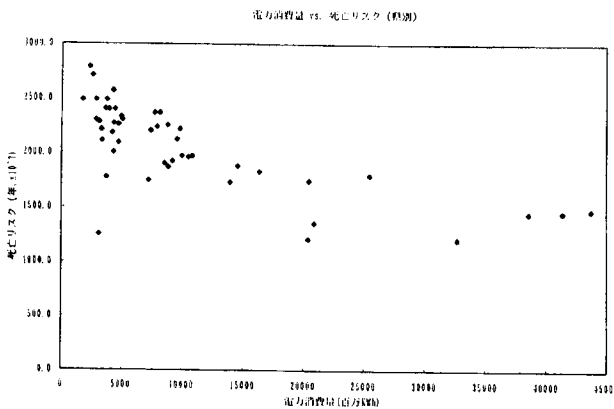


図-2(b) 電力消費量と死亡リスク

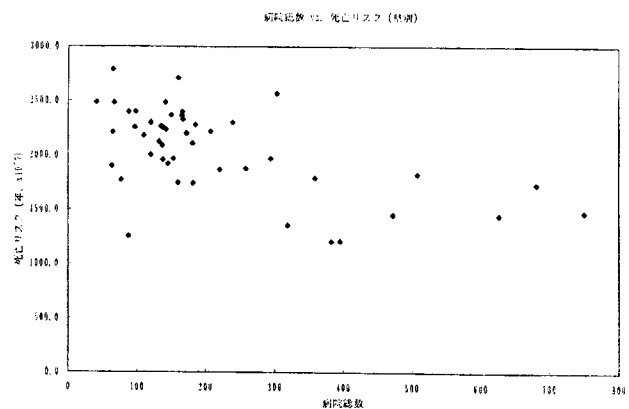


図-2(d) 病院総数と死亡リスク

図 2.2 社会的指標と死亡リスクの相関

2.5 今後の課題

健康への温暖化の影響は、これと関連づけた人間の健康状態や環境状況に関するデータが乏しく、研究事例も非常に少ない。本研究は、気温と死亡の関係を一つの影響評価モデルとして考え、都道府県別に将来人口変化を考慮して影響の予測と社会関連指標との関連について検討した。得られた結果及び今後の検討課題は以下のとおりである。

- ①気温上昇をもたらす死亡リスクを評価する指標を提案し、これを用いて将来の影響を予測する方法を示した。
- ②将来の影響やその対応策を考える場合、気温上昇とともに、高齢化など人口構成の変化が重要な要因であることがわかった。とくに高齢化社会の到来は、温暖化にたいする高齢化社会の脆弱性をさらに増大することが予想される。
- ③2050年夏季における温暖化による影響は、死亡リスク指標で見ると65歳以上の人口増加（高齢化）による要因の1割弱程度と推定される。この値が小さいとみるか、今から対策を施す必要があるような値とみるか、対応も考慮した評価について今後検討する必要がある。
- ④一方温暖化は冬場の死亡率を低下させる傾向がある。農業や水資源への影響など、年間トータルの評価が適した分野もあるが、健康影響については、夏季と冬季で悪影響と好影響が相殺すると言った評価の仕方はできない。今後影響評価結果を踏まえて、対応策とくに適応策が必要となるが、対策立案にあたっては、温暖化の健康リスクへの影響についての基本的な捉え方を行政サイドからの参加もつり検討する必要があるだろう。
- ⑤温暖化の影響については、人間の死亡という最も深刻な影響として捉えられるとともに、疾病の視点からも評価する必要がある。暑熱に対する疾病の評価と将来予測の方法論の開発がますます重要になってきた。

[参考文献]

- 1) IPCC (1996) Climate Change 1995 Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analysis, Cambridge University Press, 880pp.
- 2) 環境庁 (1996) IPCC 地球温暖化第二次レポート, 128pp.
- 3) 厚生省人口問題研究所 (1994a) 都道府県別将来推計人口-平成2年-22年間毎5年.
- 4) 厚生省人口問題研究所 (1994b) 日本の将来推計人口-平成3年(1991)-37年(2025年) (2026-2090年参考推計).
- 5) 本田ら (1995) 九州における日最高気温と死亡との関係, 日本公衛誌, 42(4), 260-268.
- 6) Uchiyama, I., and Sasaki A. eds. (1996) Proceeding of Health Effects and Risk Evaluation of Global Warming(1993-1995), Nat. Inst. Pub. Health, 56pp.

[学会発表]

- 1) 原沢英夫・本田靖・佐々木昭彦・内山巖雄 (1997) 温暖化の日本への影響～暑熱の人間健康への影響評価について～, 第5回地球環境シスポジウム予稿集, 273-279.
- 2) 原沢英夫・本田靖・佐々木昭彦・内山巖雄 (1997) 温暖化の健康影響のリスク評価について, 気候影響・利用研究会会報, 13, 74-75.

- 3) 原沢英夫(1997)地球温暖化の健康への影響, 茨城保険医新聞, 4月5日号.
- 4) 原沢英夫(1997) 3.2 環境計画の手法, 3.3 環境影響評価の手法 (環境アセスメントとリスクアセスメント), 環境保全工学, 技法堂出版, 138-150, 151-158.
- 5) Harasawa, H., Y. Honda, I. Uchiyama, and A. Sasaki (1998) Potential Impact of Global Warming in Japan - Impact Assessment of Warming on Human Health, Jour. Global Environment Engineering, 4, 105-117.
- 6) Harasawa, H. (1999) Assessment of potential impact of global warming on human health in Japan. In 1998 International Symposium on Human Biometeorology, Shibata, M., M. Iriki, K. Kanosue and Y. Inaba, eds., 150-155.

3. 死亡統計を用いた気温と死亡との関連に関する研究

筑波大学体育科学系
環境保健学研究室
本田 靖

本年度の研究として、1990年から1995年までの資料が得られたので、1990年以降の九州地方のデータから、「暑い夏」と「寒い夏」の相違を解析し、また気候の異なる九州地方、東京都、北海道の年代による推移を1972年から1995年までを3期間に分けて検討した。なお、これらの結果は平成11年度の日本生気象学会などにおいて発表の予定である。

1. 「暑い夏」と「寒い夏」－九州地方での検討

緒言 平均的な気温、すなわち気候の相違によって気温と死亡との関連が影響を受けることは既に報告した¹⁾。今回は、同一地方において、平均的な気温が低い、いわゆる「寒い夏」と平均的な気温が高い「暑い夏」とで気温と死亡との関連が異なるかどうかを検討した。

資料 主に官庁統計を用いた。死亡に関しては許可を得て（総統承158号）日別解析のできるファイルを用いた。詳しくは参考文献²⁾に記した。

方法 まず、表1に示した長崎県の気温を用いて、1990年、1994年、1995年を暑い夏、1991年から1993年までを寒い夏とした。次に、参考文献²⁾と同様の方法で、7区分した日最高気温をもちいて、1990年から1995年まで毎年、死亡率との関連をみた。

表1 長崎県における月平均気温

	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年
1月	6.6	7.3	8.3	7.7	7.4	7.0
2月	10.8	6.8	8.0	8.6	7.7	7.8
3月	12.0	11.4	11.7	10.1	9.4	10.8
4月	14.9	15.6	16.0	14.5	16.3	14.5
5月	19.0	18.4	19.0	18.8	19.9	18.6
6月	23.5	23.1	21.3	22.3	22.3	21.6
7月	27.7	27.0	25.5	25.1	28.9	26.8
8月	29.1	26.8	26.9	25.7	29.3	28.5
9月	25.8	24.9	25.1	22.9	24.6	23.6
10月	19.5	18.8	19.0	18.2	20.4	19.8
11月	15.7	13.5	14.0	15.5	16.0	12.7
12月	9.1	10.5	10.4	9.3	10.7	7.6

Fig. 1 Relationship between daily maximum temperature and mortality rate from all causes (Kyushu, 65+ years old males)

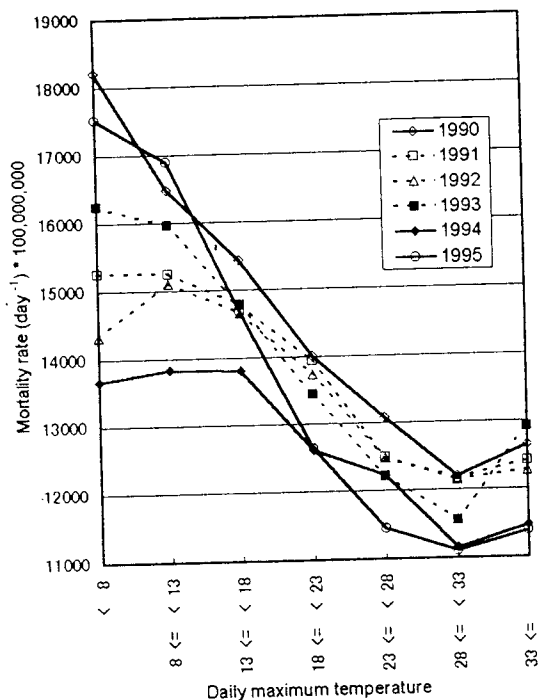
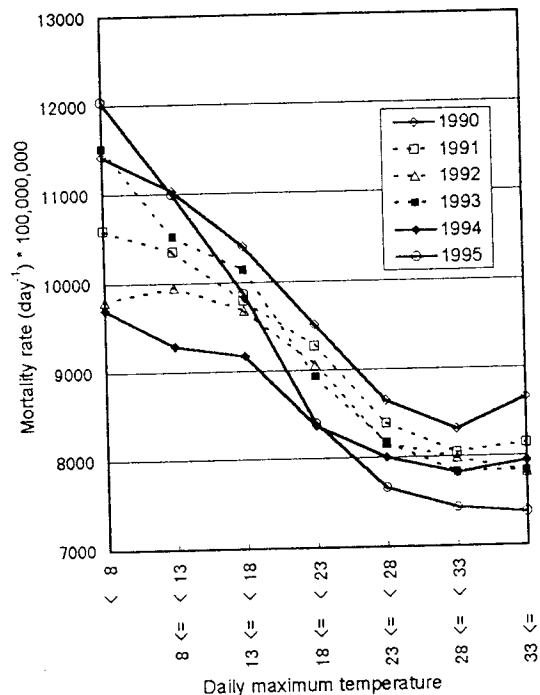


Fig. 2 Relationship between daily maximum temperature and mortality rate from all causes (Kyushu, 65+ years old females)



結果と考察 Fig. 1は男, Fig. 2は女の例である. 図の点線は寒い夏, 実線は暑い夏である. 男では, もっとも冷夏だった1993年に33+°Cでの死亡率が高くなっており, 冷夏で高気温になると死亡率が高くなるかに見える. しかしながら他の寒い夏でも女でもそのような傾向は全く見られない. よって, 少なくとも月平均気温が25°C程度の冷夏では33+°Cでの死亡率に大きな影響はないようである.

2. 年次推移

緒言 沖縄県の解析では, 1970年代と比較して1980年代には人口が高齢化したにもかかわらず, 各日最高気温区分での死亡率が年次とともに低下することが認められた³⁾. 沖縄県は人口が少ないため, その傾向に統計的な不安定さが残っていた. 本年度は同様の方法で, 気候の異なる九州地方, 東京都, 北海道の解析をおこなった.

方法 上記1.と同様の方法で気温と死亡との関連をみた. 期間は1972-1979年, 1980-1989年, 1990-1995年に3区分した.

結果と考察 Fig. 3, 4, 5にそれぞれ九州地方, 東京都, 北海道の65+歳男のグラフを示す. 女に関しては, 若干男と異なる部分もあるものの, 気温と死亡とがV字型の関係を示すこと, そのV字型が年次とともに下へシフトすること, すなわち死亡率が低下することの2点では同様の傾向を示した (Fig. 6に九州地方の例のみ示す). 65+歳人口が高齢化しているというのはこれら3地域に共通なので, 気候に関わりなく, 人口の高齢化を凌駕する形で死亡率が低下してきていることになる. このことは, 気温の高い日のみならず, すべての気温について死亡率を低下させる要因が存在することを示唆している. この要因を明らかにすることにより, 低温への感受性を増大させることなく高温への適応が可能になると考えられる.

Fig. 3 Relationship between daily maximum temperature and mortality rate from all causes by era (Kyushu, 65+ years old males)

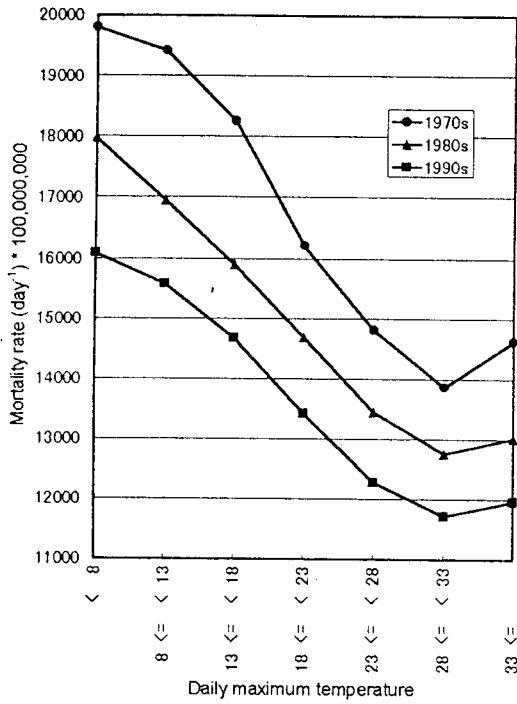


Fig. 4 Relationship between daily maximum temperature and mortality rate from all causes by era (Tokyo, 65+ years old males)

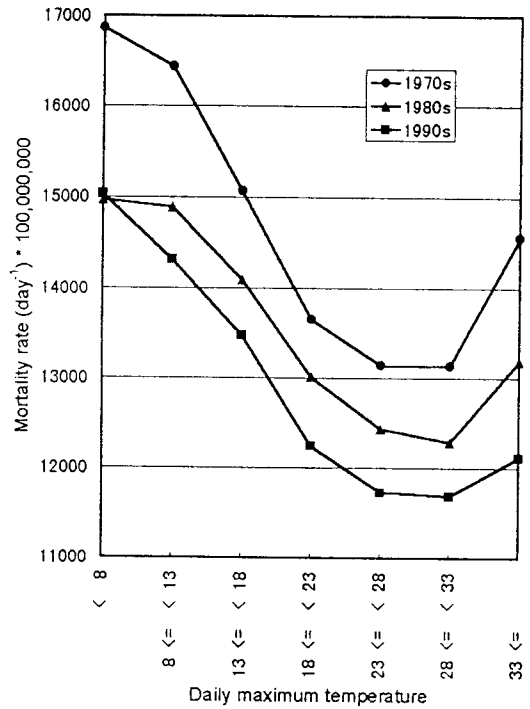


Fig. 5 Relationship between daily maximum temperature and mortality rate from all causes by era (Hokkaido, 65+ years old males)

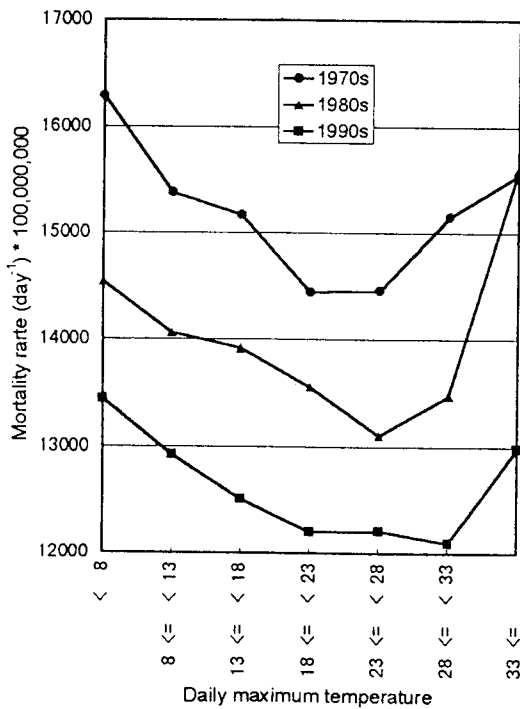
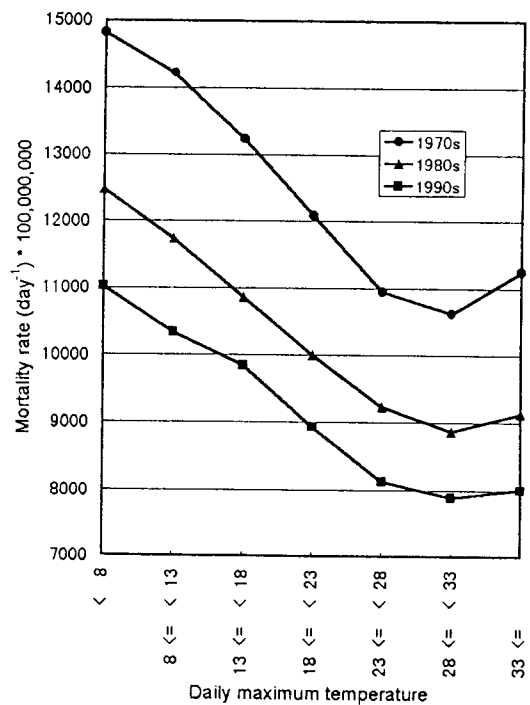


Fig. 6 Relationship between daily maximum temperature and mortality rate from all causes by era (Kyushu, 65+ years old females)



さらに、3つに分けた年代別の変化を詳しくみると、北海道では1970年代にはV字型の谷は18~23℃であったが、1980年代は23~28℃、さらに1990年代は28~33℃とより高い気温に平行移動していることがわかる。これに対して、九州地区および東京では、谷間の気温は変わらず、再び死亡率が右上がりになる角度が徐々になだらかになり、L字型に近づいていることが注目された。前期の先行研究で推測した、適応がないままに平均気温が上昇すると、V字型の谷間が右側にシフトする事を予測したが、そのような現象がこの30年間に北海道で見られたことは興味深い。一方九州、東京では、33℃以上になった時の死亡率は低下傾向にあり、何らかの適応がおこっているとも考えられる。しかし、この変化が何によっておこっているかは、既存の死亡統計分析では限界があり、今後のコホート調査による詳しい調査・研究が必要となろう。

参考文献

- 1) Honda Y, Ono M, Uchiyama I, Sasaki A. Shift of the short-term temperature-mortality relationship by a climate factor — some evidence necessary to take account in estimating the health effect of the global warming. *J Risk Res* 1998;1:209-220.
- 2) 本田靖, 小野雅司, 内山巖雄, 佐々木昭彦. 九州における日最高気温と死亡との関係. *日公衛誌* 1995;42:260-268.
- 3) Honda Y, Ono M, Sasaki A, Uchiyama I. Relationship between daily maximum temperature and mortality rate in Okinawa, Japan. *Jpn J Biometeor* 1997;34:81-87

本年度の発表論文

1. Honda Y. Temperature-mortality relationship and its shift due to a climatic factor. *Proceedings of the '98 ISHB*, 1998.
2. 本田靖, 内山巖雄. 生活環境と健康. *地球環境* 2:127-135; 1998.
3. Honda Y, Uchiyama I. Daily mortality and meteorological factors in Japan. *Global Environmental Research* 1:67-75; 1998.

4. 長崎原爆被爆者集団の死因別死亡率と気温の関連

本田純久・三根真理子（長崎大学医学部原爆被災学術資料センター）、門司和彦・竹本泰一郎
（長崎大学医学部公衆衛生学）、佐々木昭彦・内山巖雄（国立公衆衛生院）

地球温暖化による健康影響が注目を集めており、多くの医学研究が行われている。本研究は地球温暖化の健康影響の一側面として、気温と死亡率の関連を明らかにすることを目的に、長崎市の月別平均気温と長崎市在住の原爆被爆者の死因別死亡率との相関を調べた。

対象

長崎市在住の原爆被爆者を対象集団とした。1980年1月時点での対象者数は78,936人（男：31,417人、女：47,519人）であった。対象集団を1980年1月から1984年12月までの15年間追跡し、月別の総死亡率及び死因（がん、心疾患、脳血管疾患）別死亡率を求めた。気温のデータは長崎海洋気象台で観測された長崎市の気温から、月別の日平均気温、平均日最高気温、平均日最低気温を求めた。1980年1月から1994年12月までの15年間の月別の総死亡率及び死因別死亡率と月別の日平均気温、平均日最高気温、平均日最低気温について、性別ごとの相関係数を求めた。

結果

総死亡率： 9月の月別平均気温と男性の総死亡率、および1月、2月、6月の月別平均気温と女性の総死亡率の間に、統計的に有意な正の相関がみられた。

がん： 2月、9月の月別平均気温と男性のがんによる死亡率、および1月、2月、3月の月別平均気温と女性のがんによる死亡率の間に正の相関、5月、6月の月別平均気温と女性のがんによる死亡率の間に負の相関がみられた。

心疾患： 3月の月別平均気温と男性の心疾患による死亡率の間に負の相関、6月の月別平均気温と女性の心疾患による死亡率の間に正の相関がみられた。

脳血管疾患： 12月の月別平均気温と男性の死亡率の間に負の相関、3月、7月の月別平均気温と女性の死亡率の間に負の相関がみられた。

考察

死因別死亡率と気温との相関では、がんによる死亡率に気温との強い相関がみられた。また心疾患や脳血管疾患による死亡率と気温との相関では、12月や3月といった比較的寒い季節に、死亡率が気温と負の相関関係にある（温度が低いほど死亡率が高い）現象がみられた。

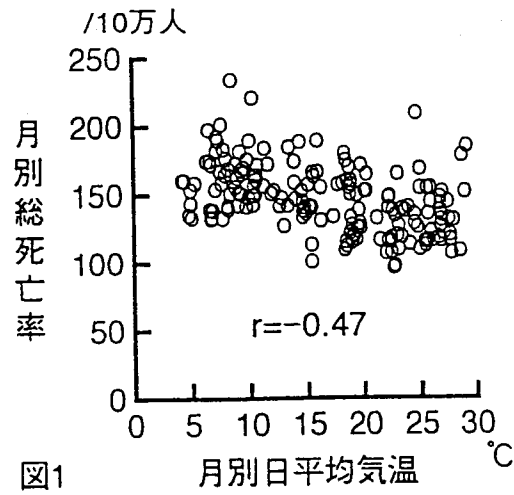


図1

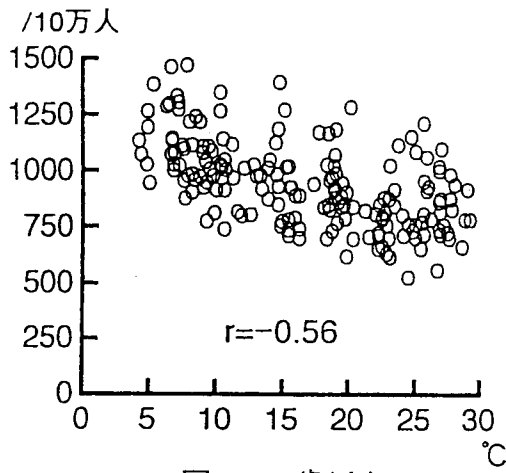


図2 80歳以上

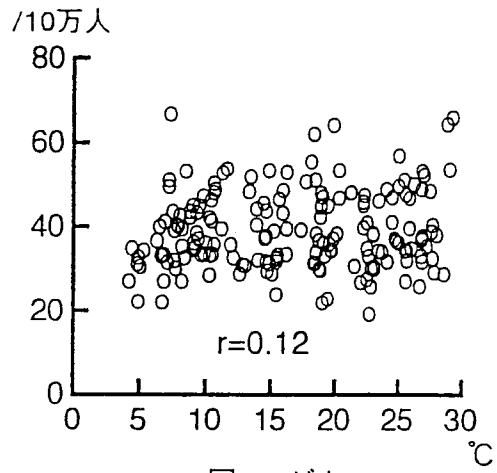


図3 がん

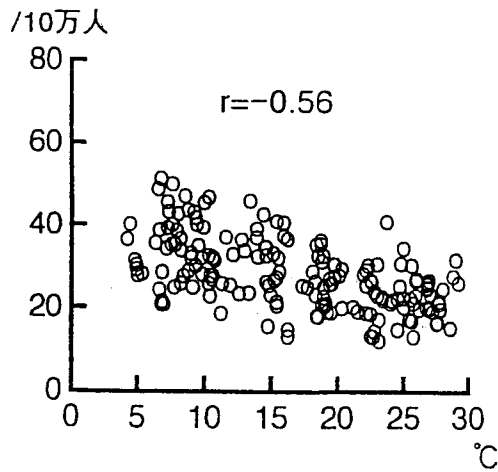


図4 心疾患

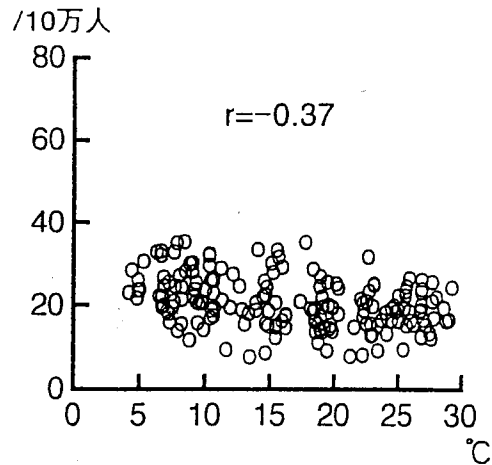


図5 脳血管疾患

表1 月別平均気温と総死亡率の相関係数 (1980~1994年)

	男性			女性		
	日平均	日最高	日最低	日平均	日最高	日最低
1月	0.076	-0.009	0.091	0.460+	0.399	0.481+
2月	0.190	0.232	0.096	0.422	0.475	0.335
3月	-0.032	-0.176	0.138	0.369	0.363	0.286
4月	0.513*	0.500+	0.506+	0.077	-0.102	0.047
5月	0.390	0.286	0.418	0.169	-0.033	0.301
6月	-0.029	-0.052	0.021	0.225	-0.165	0.516*
7月	0.138	-0.058	-0.213	-0.080	0.034	-0.099
8月	0.253	0.275	0.179	0.135	0.142	0.183
9月	0.458+	0.500+	0.386	-0.001	0.103	-0.024
10月	0.041	-0.065	-0.027	0.359	0.374	0.306
11月	0.342	-0.280	-0.383	0.080	0.229	-0.003
12月	0.141	-0.124	-0.110	0.333	0.244	0.323

+p<0.1、*p<0.05

表2 月別平均気温とがんによる死亡率の相関係数 (1980~1994年)

	男性			女性		
	日平均	日最高	日最低	日平均	日最高	日最低
1月	0.378	0.402	0.321	0.556+	0.574*	0.496+
2月	0.587*	0.594*	0.502+	0.539+	0.530*	0.486+
3月	0.060	-0.001	0.097	0.698+	0.635*	0.716**
4月	0.025	-0.087	0.101	0.122	0.064	0.172
5月	0.063	-0.027	0.153	-0.3924	-0.683	-0.027
6月	0.105	-0.055	0.139	-0.463+	-0.385	-0.410
7月	0.094	0.163	0.087	0.241	0.258	0.335
8月	0.369	0.346	0.335	0.310	0.321	0.359
9月	0.578*	0.682**	0.463+	0.088	0.166	0.055
10月	0.241	0.301	0.267	0.188	0.204	0.251
11月	0.107	0.167	0.047	0.065	0.158	0.020
12月	-0.341	-0.304	-0.286	0.315	0.250	0.355

+p<0.1、*p<0.05、**p<0.01

表3 月別平均気温と心疾患による死亡率の相関係数 (1980~1994年)

	男性			女性		
	日平均	日最高	日最低	日平均	日最高	日最低
1月	0.106	-0.083	-0.172	0.270	0.178	0.326
2月	-0.289	-0.222	-0.386	0.356	0.377	0.291
3月	-0.458+	-0.546*	-0.355	-0.056	-0.147	0.000
4月	0.289	-0.215	-0.271	-0.258	-0.270	-0.194
5月	0.194	0.052	0.252	-0.008	-0.052	0.147
6月	-0.106	0.163	-0.242	0.153	-0.251	0.478+
7月	-0.141	-0.152	-0.122	0.141	0.295	0.052
8月	0.117	0.107	0.081	0.295	0.280	0.305
9月	0.366	0.386	0.316	0.088	0.106	0.124
10月	0.096	-0.264	0.023	0.052	0.023	-0.181
11月	0.336	-0.248	-0.358	0.198	0.306	0.092
12月	-0.060	0.021	-0.113	0.127	0.139	0.104

十：p<0.1、p<0.05

表4 月別平均気温と脳血管疾患による死亡率の相関係数 (1980~1994年)

	男性			女性		
	日平均	日最高	日最低	日平均	日最高	日最低
1月	-0.168	0.199	-0.164	0.090	0.105	0.057
2月	-0.242	0.261	-0.218	0.181	0.126	0.194
3月	0.260	0.351	0.118	0.413	0.301	0.479
4月	-0.038	-0.046	-0.133	0.038	0.065	0.089
5月	0.076	0.049	-0.293	0.282	0.402	0.074
6月	0.049	0.199	-0.115	0.156	0.130	0.332
7月	0.189	0.239	0.067	0.525*	0.449+	0.572*
8月	0.055	0.044	0.014	0.278	0.308	0.236
9月	0.090	0.075	0.125	0.166	0.091	0.186
10月	-0.038	-0.040	-0.185	0.069	0.137	0.025
11月	-0.237	-0.236	-0.222	0.024	0.134	0.024
12月	-0.443	-0.502+	-0.419	0.230	0.095	0.258

十：p<0.1、*：p<0.05

表5 月別平均気温とがんによる死亡率の相関係数 (1980~1994年)

	男性			女性		
	日平均	日最高	日最低	日平均	日最高	日最低
総死亡率						
1月	0.378	0.402	0.321	0.556+	0.574*	0.496+
2月	0.587*	0.594*	0.502+	0.539+	0.530*	0.486+
3月	0.060	-0.001	0.097	0.698+	0.635*	0.716**
6月	0.105	-0.055	0.139	-0.463+	-0.385	-0.410
9月	0.578*	0.682**	0.463+	0.088	0.166	0.055
がん死亡率						
1月	0.378	0.402	0.321	0.556+	0.574*	0.496+
2月	0.587*	0.594*	0.502+	0.539+	0.530*	0.486+
3月	0.060	-0.001	0.097	0.698+	0.635*	0.716**
6月	0.105	-0.055	0.139	-0.463+	-0.385	-0.410
9月	0.578*	0.682**	0.463+	0.088	0.166	0.055
心疾患死亡率						
3月	-0.458+	-0.546*	-0.355	-0.056	-0.147	0.000
6月	-0.106	0.163	-0.242	0.153	-0.251	0.478+
脳血管疾患死亡率						
12月	-0.443	-0.502+	-0.419	0.230	0.095	0.258

5. 高齢者の暑熱環境における体温調節とR-R間隔変動

内山巖雄・佐々木昭彦・高橋美加（国立公衆衛生院）、永井由美子（大阪教育大学）、
中山栄純（東京医科歯科大学大学院）

はじめに

地球温暖化は、年間を通じて平均的な気温上昇をもたらすほかに、夏季の最高温度は変化しない場合でも、従来のパターンからは予想できないような高温期間の様々な変動によって、熱ストレスを増加させる恐れがある。空調による快適さを実現した都市化した環境で暮らす人々ほど、外出時の高温曝露や室内においても持続する高温状態への適応が問題となる。特に、戸外活動では従来の適応能力や生活習慣が失われている一方、そのことを自覚する機会も減っていると思われるために熱射病になる危険性が大きい。本研究は、ハイリスクを持つ高齢者の夏季の温熱負荷に対する体温、心電図R-R間隔変動及び主観申告等の変化を測定し高齢者の適応能力を若年者と比較検討した。

対象と方法

隣接する2つの人工気候室を用い、1室を25°C、50%RHの常温室、もう一方を日本で夏季に経験する環境として35°C、50%RHの暑熱曝露室とした。実験開始後30分間は常温室に滞在し、その後暑熱曝露室に移動し、60分間滞在した後、常温室に戻った。なお実験期間中は移動以外は椅座位安静とした。被験者は全て男性で東京都内在住の高齢者12名(平均年齢71.0±3.5歳)と若年者12名(同23.4±2.7歳)とし、着衣は綿のトランクス、Tシャツ、作業ズボンとした。測定項目は直腸温、皮膚温(7点)、体重減少量、心電図R-R間隔変動のスペクトル分析によりLF(低周波成分、0.039-0.148Hz)、HF(高周波成分、0.148-0.398Hz)を求め、快適感、全身及び局所温冷感の申告も行った。

結果

Fig.1に直腸温の30分目以降の推移を示した。直腸温は暑熱曝露終了時、若年者は0.07°Cの上昇、高齢者は0.20°Cの上昇を示し有意な差が認められた。体幹部及び末梢部皮膚温は暑熱曝露による両群の違いはなかった。

LF及びHFは10分間平均を用いた。HFは40~50分の値以外はLFと同様に若年者の方が有意に高い値を示した(Fig.2)。常温室では若年者のHFの値が高齢者と比較して高い傾向を示したが、暑熱曝露室ではHFが減少し、LF/HFが高くなり交感神経が優位となった(Fig.3)。高齢者のHFは大きな変化がなく、LF/HFは暑熱曝露中に若年者よりも遅れて上昇した。

体重減少量は高齢者が0.14gに対し若年者は0.18gと発汗による適応が強く見られた($p < 0.01$)。これは暑熱曝露室での交感神経活動と体内水分量の違いによるものと考えられる。暑熱曝露時の快適感は、若年者の方がより不快とする申告をした(Fig.4)。全身及び局所温冷感も同様に若年者の方が有意に暑いとする申告をした。

対象者14人の個別の特徴と、HFとLF/HF比の暑熱時および回復時の経過(0、30、60分値と回復30分値)を表1と2にまとめた。HFの低下8人(#4-8、11、12、14)と、LF/HF比の上昇7人(#1、4、6-9、13)とがいずれもみられる高齢者は4人と少ない(#4、6-8)。それ以外のHFとLF/HF比とも不変か、または逆の反応を示した高齢者4人(#2、3、5、10)は、暑熱負荷に対する自律神経機能が弱いことになる。

考察

(1) 若年者と高齢者の違い

35°C・50%RHの暑熱曝露下での1時間の安静という、夏季の暑熱としては通常の負荷に対して、66-77歳の健常高齢者は体温が上昇するものの、自律神経バランスの適応が遅れ、発汗量が少なかった。結果的に適応がわるく、うつ熱状態になりやすいといえる。一方、自覚症状があまりみられなかったことは、従来から報告されている温度感受性が低下していることを示し、この面でも飲水や通気などの行動を通じた能動的適応が若年者よりも弱く、遅れる可能性が高い。特に都市環境における独居高齢者の場合、生活環境の温度情報と適応行動の選択可能性を含めて、暑熱対策を考慮する必要がある。

(2) 暑熱負荷指標としての心拍数R-R変動

HFとLF/HF比は、35°C・50%RHの1時間の安静時の暑熱曝露に対して、年齢を問わずはっきりとした反応を示し、しかも既存指標の直腸温や発汗量とも異なる変動を個体によって示すことから、暑熱に対するリスク評価の指標として手実用的な価値があると思われる。今後例数を増やすことによって、加齢・身体特性・健康状態との関係を明らかにすれば、非侵略的なリスク予測の手法となる可能性が高い。

とくに暑熱負荷に対する自律神経機能が弱い高齢者がどのような特徴をもつかを分析することによって、リスクの程度を評価するとともに、温暖化に対する生活環境対策を決定するための調査の実施が可能になると思われる。

謝辞： 東京都港区シルバー人材センターの皆さまのご協力に感謝致します。

(発表)

内山巖雄、佐々木昭彦、高橋美加、永井由美子、中山栄純：高齢者の暑熱環境における体温調節とR-R間隔変動、日本衛生学会総会、1998

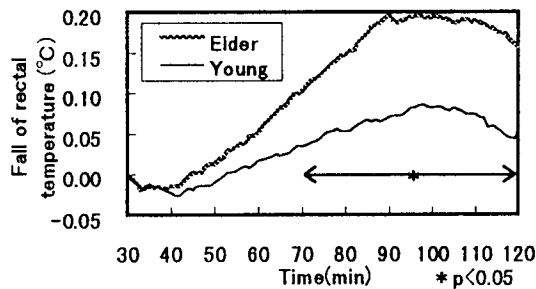


Fig.1 Changes in fall of rectal temperature.

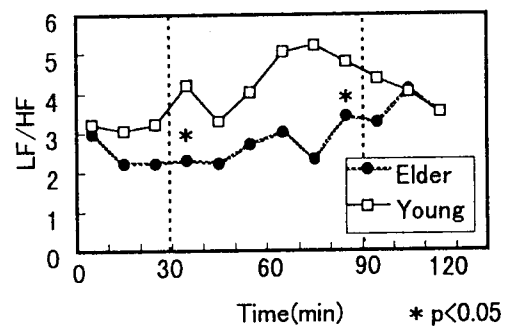


Fig.3 Changes in LF/HF.

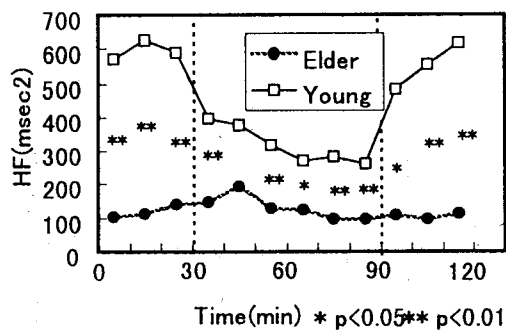


Fig.2 Changes in HF.

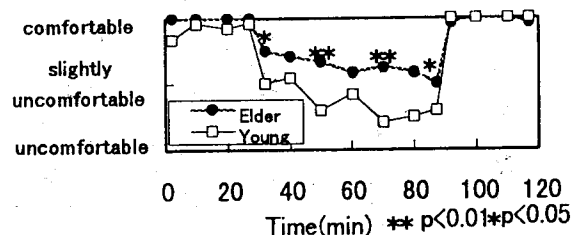


Fig.4 Changes in comfort sensation.

表1 高齢者の24時間温度環境調査のフェースシート(98.7)

ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
年齢	70	70	71	70	75	74	68	66	69	75	69	66	70	77
身長	160	162	163	163	163	154	168	163	161	152	160	161	156	160
体重	63	65	70	65	65	48	60	62	53	42	50	49	50	60
測定日	7月8日	7月8日	7月9日	7月9日	7月15日	7月15日	7月15日	7月18日	7月17日	7月22日	7月23日	7月23日	7月24日	7月24日
体の不調	のぼせ、腰痛痛				腰痛									
血圧	160/80	150/93	154/66	128/84	138/80	120/70	114/70	120/70	125/80	150/96	138/96	140/72	130/80	180/90
運動習慣		2R73/年	回転座椅子						歩→杖カ-					歩行
住居形態	7A-12F	7A-13F	7A-15F	7A-15F	7A-22F	7A-22F	7A-23F	7A-23F	7A-23F	7A-23F	7A-23F	7A-23F	7A-23F	7A-23F
空調有無	無	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有
温度嗜好	普通	普通	普通	寒さに弱い	普通	寒さに強い	普通	暑寒に強い	暑寒に強い	暑寒に強い	暑寒に強い	寒さに強い	暑寒に強い	暑寒に強い
以前の職種	コカ、トラック運転	ビル運搬	建築板金工	-	-	技術者	会社経営	営業	営業	事務	自営	設計	学校管理	スクワア°回収
現在の職種	自転車整理	自転車整理	自転車整理	自転車整理	自転車整理	自転車整理	自転車整理	自転車整理	自転車整理	自転車整理	自転車整理	自転車整理	自転車整理	自転車整理
暑さ	無	無	無	有	無	無	無	無	無	無	無	有	有	無
空調有無	無	無	無	有	無	無	無	無	無	無	無	有	有	無
実験中の状況														
最高血圧上昇(mmHg)	129→140	134→124	149→143	126→128	121→115	116→99	105→89	101→95	110→111	155→140	115→120	122→121	120→120	144→134
心拍上昇	5(62→67)	3(71→74)	2(47→49)	17(88→105)	7(83→76)	4(88→72)	5(74→79)	2(57→59)	5(86→71)	1(57→68)	5(88→93)	8(71→79)	3(82→85)	-8(82→74)
直腸温上昇(°C)	0.45	0.07	0.01	0.27	0.22	0.18	0.14	0.17	0.08	0.35	0.26	0.14	0.26	0.2
皮膚温上昇(°C)	1.67	1.27	2.02	2.11	1.97	1.37	2.88	2.03	0.91	2.31	1.95	2.11	1.57	1.43
体重減少量(g)	0.153	0.211	0.145	0.098	0.14	0.131	0.081	0.113	0.146	0.106	0.13	0.105	0.129	0.165
不快感	0→0	0→0	0→-3	0→-2	0→0	0→0	0→-2	0→-2	0→-2	0→0	0→-1	0→-2	0→-1	0→-1
HF	41.0	32.4	188.6	38.1	24.8	56.5	18.5	208.4	62.7	77.3	97.7	265.9	65.1	58.6
0	36.9	86.2	708.0	36.8	16.0	38.5	39.7	273.9	46.4	75.2	68.7	272.4	115.6	39.7
30	24.4	53.9	592.5	11.1	14.0	21.0	19.6	252.1	44.0	93.1	64.0	147.8	85.7	40.2
60	37.9	41.4	350.4	8.6	13.0	29.2	11.9	174.5	51.8	115.5	53.6	140.6	76.7	42.5
90	37.0	43.7	341.9	14.1	23.0	25.9	17.7	253.1	46.7	101.5	64.6	174.0	99.8	64.7
LF/HF														
0	8.9	8.6	0.6	4.0	3.3	1.8	2.1	2.6	2.5	1.3	0.4	1.9	2.1	1.1
30	4.8	2.2	0.7	2.2	0.9	1.9	2.9	2.2	5.0	1.1	0.9	1.1	2.4	2.2
60	11.4	5.2	1.6	3.8	2.2	2.0	6.5	1.6	2.7	2.5	0.4	2.6	4.5	1.0
90	12.1	5.3	3.1	6.5	1.8	2.4	9.8	3.8	4.1	0.6	0.5	1.9	3.4	1.2
120	9.2	7.0	2.6	4.1	2.2	3.0	2.8	2.8	5.1	1.4	0.5	2.1	4.2	1.3

6. 生活温度と心拍数変動の関係——タイと日本の場合

佐々木昭彦、高橋美加、内山巖雄、門司和彦、名嘉幸一、

Kobkaew Manomai-piboon, Rungjarat Hutacharoen, Debbhanom Muangman

健康リスクの評価

1970年以降の日本の都道府県別死亡統計をみると、28-33℃および33℃以上では死亡率の再上昇（最低レベルより5-10%高い）が多くの県で認められ、関東以北に顕著である。温度の影響の制御が十分に成功していない、あるいは影響をあまり意識していないといえる。この矛盾は社会の構造と人々の認識とのずれに起因するといえるが、都市生活環境ではマイノリティの人々にその影響が出やすい。

たとえば 1995年8月と1996年8月に継続して調査した阪神大震災後の仮設住宅（断熱性が低く、熱放射と換気の制御が不良で、暑熱を空調が解消してない）における高齢者の死亡の背景には、医療サービスや生活全般の不備の外に、住環境の悪化の下で不快、不眠、防虫などを毎日どうやり過ごすかが切羽詰まっていた。仮設住宅を離れて避暑地で過ごさせて生き返ったという高齢者の発言や、新居に移った人々の生活温度は必ずしも改善していないものの、行動の自由と環境の快適さが満足をもたらした。

協力を得た男女の高齢者20人（50-64歳9人と60-82歳11人）に、携帯用自動記録計（Mac cuo、ヴァイン）を用いて生活温度（ T_m ）を24時間計測し、行動と対応させた。1995年には、空調嫌いが12人（実際の非使用者は3人）、空調好きは4人であったが、窓を開けにくい睡眠時には14人が空調下でも不快と訴えた。24時間の活動は、自由時間11-60%（平均6.6hr）と家事0-32%（同3.3hr）の割合が大きく、外出（9人）と散歩（7人）の割合が減っていた。外気温は平均30.5℃（25.8-35.6℃）であった。活動別の生活温度は、睡眠31.4±2.6℃、風呂・したく30.1±2.9℃、家事30.1±3.2℃、自由時間29.9±3.1℃、食事29.6±2.8℃であった。屋内活動（30-31.5℃）は屋外活動と同様の暑さであった（外出31.5±3.8℃、散歩30.0±1.9℃）。睡眠時は他の屋内活動よりも約1.3-2.8℃、外気温よりも約6℃高かった。同一住環境でも生活温度のバラツキは大きく、多くの活動では平均外気温よりわずかに低いが、睡眠時は高くして不眠を訴える人が2/3を占め、高齢者は仮設住宅に適應していなかった。

以上の事実は、特定の人工環境を背景とする集団における感覚と行動の満足、およびそれらと健康との関係として評価する場合に、どのような社会や個人の現象（特徴）に注目すべきか、どこにどのようなしくみで実際のリスクが温暖化によって増大しうるかを想定するのに役立つと思われる。

行動要因の分析：バンコクにおける生活行動からみたR-R間隔変動のスペクトル解析特性と生活温度

健康への温度暴露の影響を評価するとき、風土、個人差、生活習慣などを考慮し、適切な評価尺度をもつことは重要である。日本と対照的な環境をもつタイ国バンコクにおけるライフスタイルとR-R間隔変動のスペクトル解析を行い、温度暴露による健康リスク予測を評価するための指標を検討した。体感温度は都市部では外気温とかなり違ってくるので、体の周囲の温度（生活温度、 T_m ）に注目して調査を続けてきた。行動種別を伴う自律神経機能評価として使われるR-R間隔変動のスペクトル解析によるLF（低周波成分）、HF（高周波成分）、およびLF/HF比は温度影響の評価に使えるのではないかと考えている。しかし、実際の日常生活では、温度への適應が仕事の拘束、個人差、心理的な要素で束縛され、人工的環境では自然環境への対応

の低下が懸念される。そこで、R-R間隔変動のスペクトルを生活パターンと仕事内容と対応させて検討した。

対象と方法： 1997年4月9-21日に調査したデータを用いた。バンコク郊外にあるMahidol大学サラヤ地区の男性職員10人（34-51歳）を対象とした。肉体労働8人、事務労働2人で、大半は自然な環境で暮らしているが、職場の一部では空調を利用していた。温度センサー（ T_m ）を衣服の胸あたりに装着し、心電図電極を胸部につけて、シャワー時を除いて1分ごとに24時間測定した。生活行動を記録用紙に30ごとに自己記入させた。共通の生活パターンとして、勤務時間（8:30-16:30）、睡眠時間、自由時間（勤務、睡眠、通勤以外の拘束されない時間）を設定し、各領域のLF、HF、LF/HF比を比較した。

結果と考察： データのまとめを表1に示した。なお、この時期のバンコク市内は気温は平均30.3、最高36.4(3pm)、最低23.7（7 am）、平均相対湿度は64%であった。

1) 各領域の生活温度 T_m の平均と標準偏差は、勤務 35.5 ± 3.3 、睡眠 35.4 ± 2.6 、自由 34.9 ± 3.2 であった。Wの平均値は大きい、各個人の最高値はほとんど他の領域の中にあつた。空調を利用できない多くの時間では、行動による順応が勤務の継続に重要であると考えられる。一方、夜間の外気温の低下を有効に利用できない睡眠時は、生活温度が高くストレスになると予想された。LFは各領域間で差がなかったが、HFとLF/HF比は有意差がみられた（ $F=6.78$ 、 $p=0.005$ ； $F=24.1$ 、 $p=0.0001$ ；図1）。

2) 時間経過をみるとLF/HF比の変動幅は、勤務終了時に低下する現象が全員に見られた（図2）。時間拘束から開放されることでHFが増加し、LF/HF比が低下したと考えられる。また、心拍数が安定しているにもかかわらず、睡眠時のLFが勤務時よりも高い人が見られた（図3）。例数が少ないが、仕事内容は各領域のLF、HF、LF/HF比と有意な関係がなかった。

自律神経機能の抑制がみられる睡眠時を詳細に検討すると、LF、HF、LF/HF比の変動は T_m の変動と関連していた。 T_m への適応能力を評価するのに有効であろう（図4、HF上昇と T_m の低下）。この集団は仕事や環境条件が比較的厳しくない、規則的な都市型の生活をしているので、異なる生活型の集団と比較することが適応能力評価に重要である。

発表

前山美由紀、中田克子、福永陽子、鳥居栄子、日根睦乃、藤田佐規子、細田有里：仮設住宅居住者の生活温度調査
平成7年度兵庫県伊丹保健所事業報告、1996

佐々木昭彦、内山巖雄、Kobkaew Manomaipiboon：(4) バンコクにおける生活行動からみたR-R間隔変動のスペクトル解析特性と生活温度

佐々木昭彦、内山巖雄、Manomaipiboon, Hutacharoen R：心拍数R-R変動特性に対するタイ人の生活行動と個人別温度環境の影響—バンコク郊外の大学職員の場合—、第10回産業背陰茎・行動学研究会、東京、98.7)

内山巖雄、佐々木昭彦、Manomaipiboon K, Hutacharoen R：R-R間隔変動のスペクトル解析と生活温度：バンコクの生活行動(1)

Sasaki A, Uchiyama I, Hyoui N, Harasawa H, and Thong-Nop L: Toward Asian Network on Health Impact by Global Climate Change, NIPH Document, pp.1-24, 1997) .

第11回地球環境研究者交流会議「地球環境研究の新たな視点—地球環境リスク研究の推進に向けて—」（国立環境研究所地球環境研究センター、東京、3.24）

文献

- 本田靖、小野雅司、佐々木昭彦、内山巖雄：九州における日最高気温と死亡との関係、日公衛誌、42：260-267、1993
- 初山政子：季節病／Seasonality in Human Mortality, University of Tokyo Press, 1977
- 森直代、荒記俊一、横山和仁、内山巖雄、佐々木昭彦、本田靖：交通事故死亡に及ぼす気象条件の影響—東京都（1978-1990年）における解析。日衛誌50: 406, 1995
- 原沢英夫、佐々木昭彦、内山巖雄：温暖化による健康リスク評価のためのGISデータベースの応用。日公衛誌43: 934, 1996
- 1 内山巖雄、佐々木昭彦編：地球温暖化の健康影響と健康リスク評価に関する研究。平成5年度環境庁地球環境研究総合推進費報告書（国際版）、37pp.、1994
- 2 内山巖雄：地球環境に関するシンポジウム。日本医学会、名古屋、1995.4
- Sasaki, A, Uchiyama I et al. : Health effect and risk at population level in Japan by global warming, Soc. Risk Analysis, p.131, 1995
- 佐々木昭彦ほか：種々の社会集団における温度環境と生活行動の調査。安藤満編『地球温暖化による人類の生存環境と環境リスクに関する研究』、国立環境研究所、p.27-31, 1993
- 内山巖雄、佐々木昭彦ほか。地球温暖化による人類の生存環境と環境リスクに関する研究。(3) 地球温暖化による健康影響と健康リスク評価に関する研究。平成5年度報告書。1994
- 財団法人環境調査センター：地球温暖化防止のための社会経済システムの構造改革に関する研究。地球環境研究センター、1993
- 佐々木昭彦・内山巖雄、門司和彦・竹本泰一郎、名嘉幸一：病院の空調設定と患者の温冷感・適応行動。第69回日本産業衛生学会、旭川、1996
- 本田靖、小野雅司、佐々木昭彦、内山巖雄：気温と死亡との関係にたえるインフルエンザの影響。日公衛誌、42: 1450、1995
20. 中澤港：バブア・ニューギニア高地Huli語族の死亡構造。第46回日本人口学会、1994

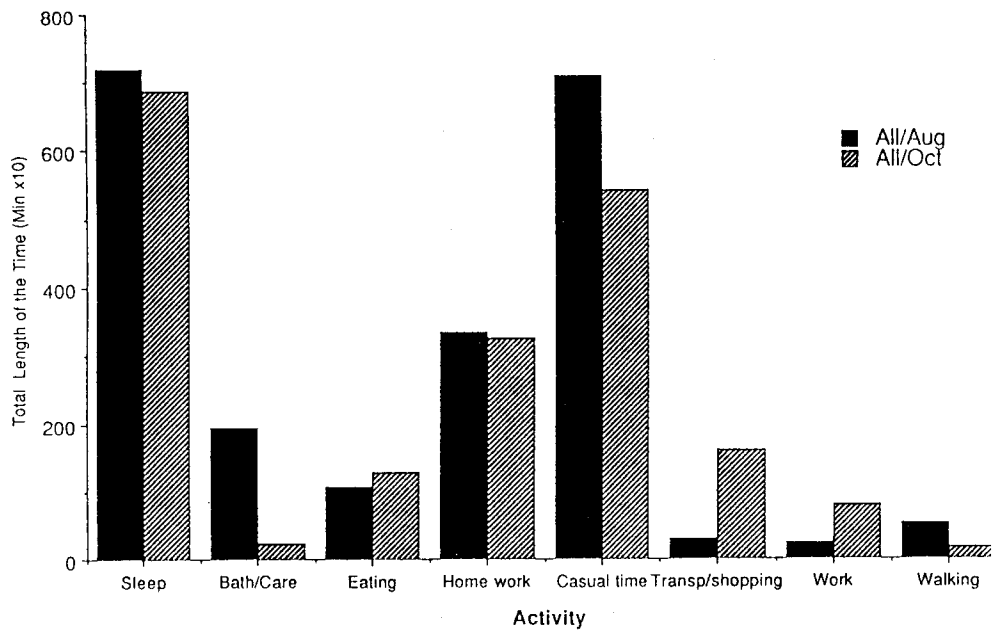


Fig. Difference of the total length of the time of each activities between August and October of 1995 (N=14)

95年8月から10月への生活変化

(1) 行動別の時間 (上図)

風呂/身支度 (女性) と自由時間 (男性および50-64歳) が減少する。

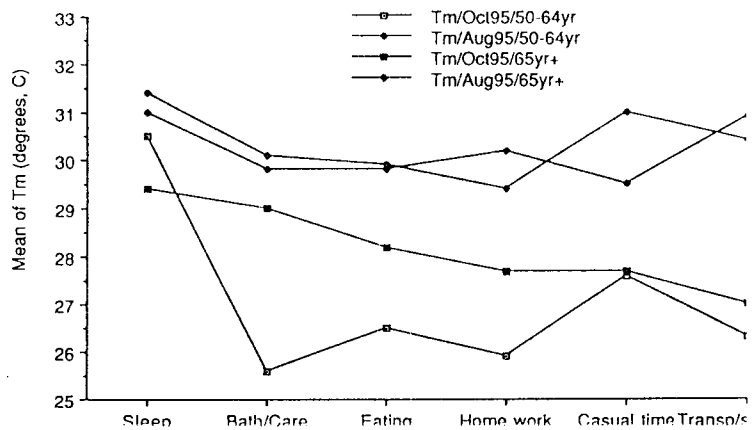
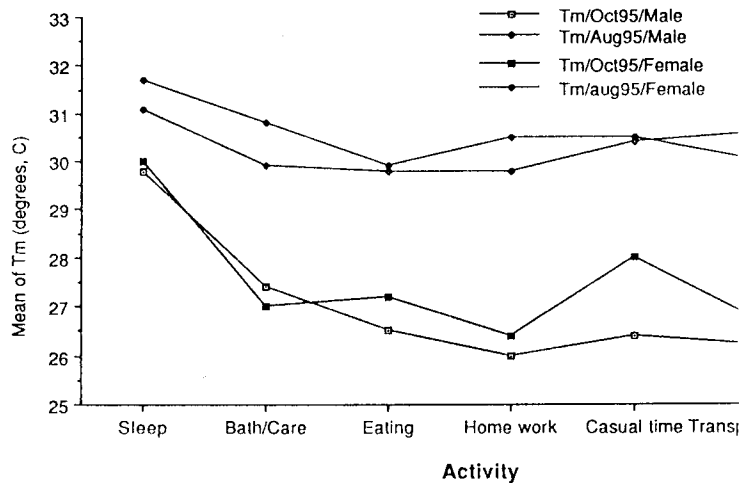
外出/買物が増加 (男性および50-64歳) する。

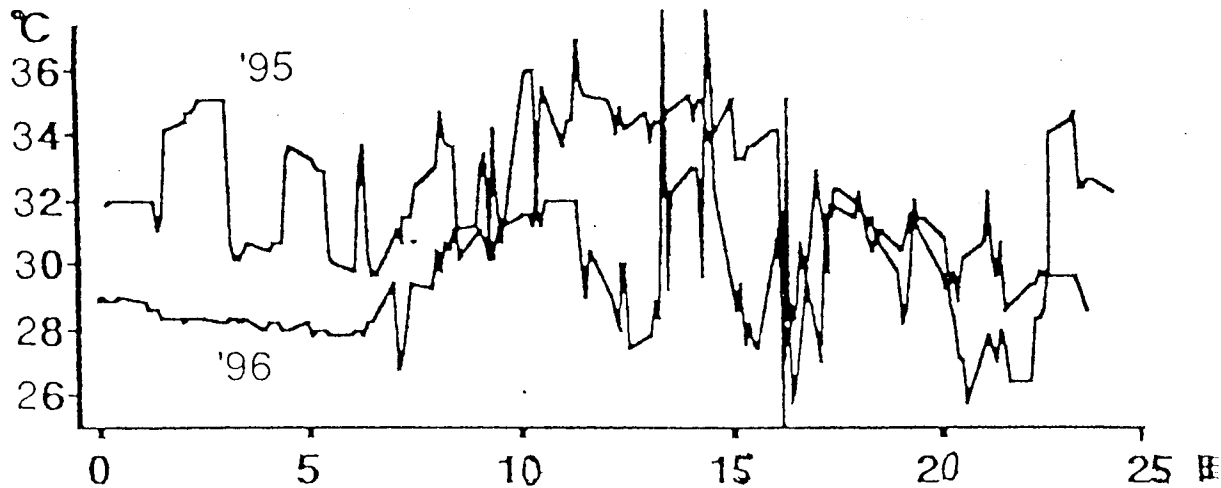
(2) 活動別のTm

24時間全体では、10月には8月よりも2℃低下する。男性は3.3℃と大きい、年齢による違いはない。個人別でも、月間差は同様にみられた (最大5℃、最小1.5℃)。

活動別にみると (下図)、10月でも睡眠は他の活動より性、年齢をとわずTmが高い。また、自由時間は家事、外出/買物より高いことがある (女性、50-64歳)。

性差は8月、10月とも小さい。10月には大きな年齢差があり、65歳以上では風呂/身支度、食事、家事のTmが高い。





上図(図1)は、51歳女性の仮設住宅('95)と、一戸建て新居('96)における8月の同様の時期のTmの24時間記録(1分間隔)を重ねたもの。

仮設住宅では、深夜の温度が高く、空調の断続による大きな変動を伴い、日中は暑い戸外に出られないので、室温は夕方にかけて低下していく。

新居では、深夜の温度が低く安定しているが、日中は外気温とともに上昇し(窓の解放、戸外での行動)、夕方は変動しつつも30°C前後に留まる。

下図(図2、3)は、仮設住宅への継続居住群7人(Temporary house)と、新居への転居群9人(New house)の1995年と1996年の8月におけるTmの平均値を、睡眠時(左)と自由時間(右)についてプロットしたもの(1995年のTm順に並べ、各個人を折線で結んだ)。

両群とも全体としては、睡眠時、自由時間のTmは1995年、1996年のいずれも同様の分布を示す。しかし、個人別にみると、*で示した年次間の有意差のある例が転居群に多い。

1996年のレベルには、温度嗜好と行動適応の両方が影響を与えているが、1995年にはそれらが抑えられたり、未発達であったと思われる。この点に仮設住宅の非生理的な居住条件が現われているといえる。

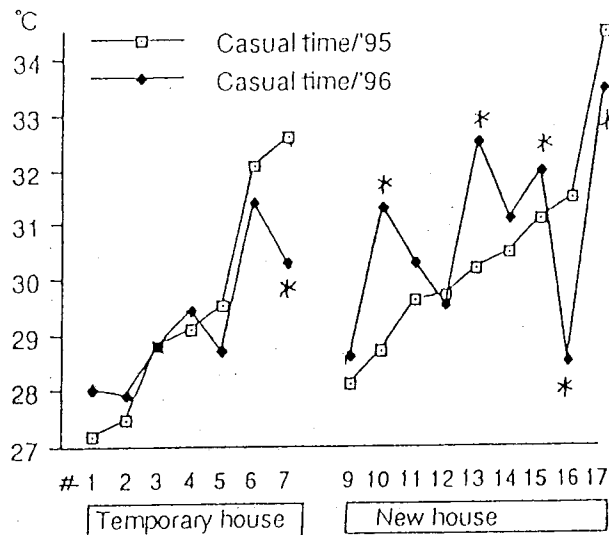
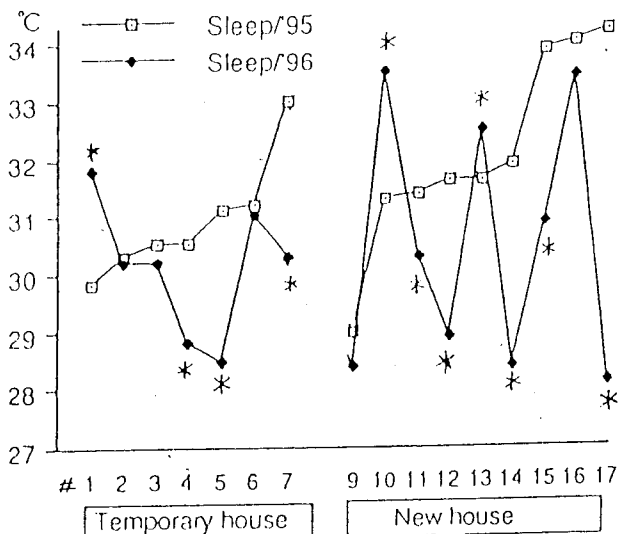


Table All Subjects collected Datas (1)

Subject No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Usual Work	physical labor	physical labor	physical labor	physical /official labor	physical /official labor	physical /official labor	official labor	official labor	driver	driver
Work Time	8.30 - 16.30	8.30 - 16.30	8.30 - 16.30	8.30 - 16.30	8.30 - 16.30	8.30 - 16.30	8.30 - 16.30	8.30 - 16.30	holiday	holiday
Comparatively Natural or Man-made Living	Natural Living	Natural Living	Natural Living	Natural Living	Natural Living	Natural Living	Man-made Living	Man-made Living	Natural Living	Natural Living
Heart Rate Max / Min	111 / 49	140 / 52	106 / 34	121 / 50	115 / 45	134 / 52	123 / 52	112 / 46	123 / 53	103 / 51
Age	51	44	55	41	40	42	34	34	42	50

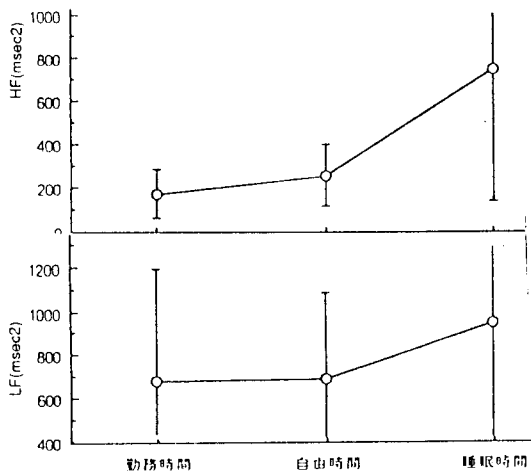


図1 LF, HFと設定した相関

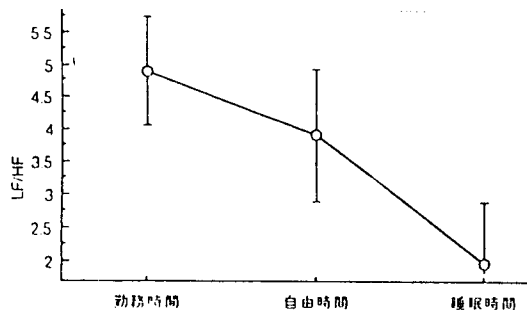


図2 LF/HFと設定した相関

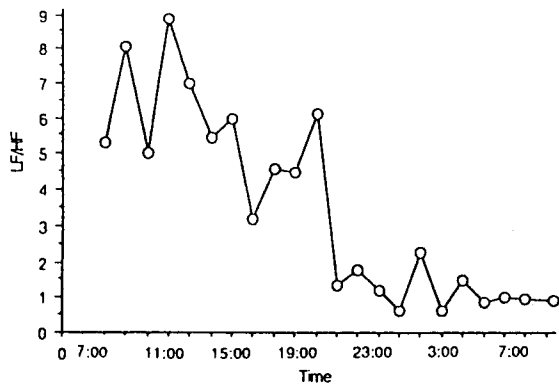


図3 対象者の1日生活からみたLF/HF値の変動

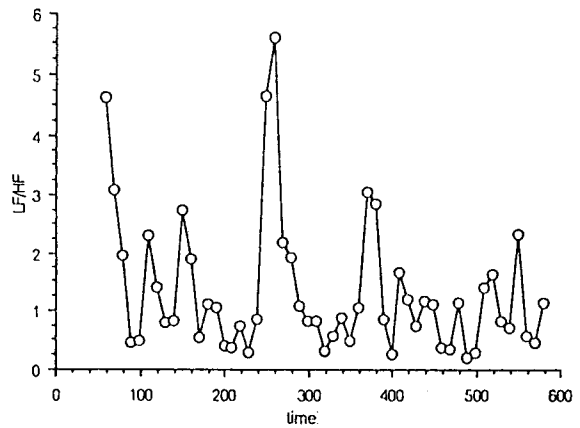
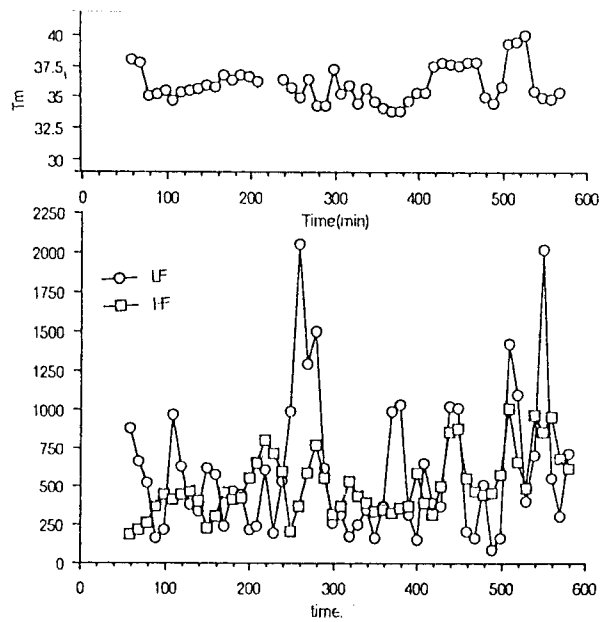


図4.2 同じ対象者の Sleep Time までの Tm, LF, HF, LF/HF の時間変化

7. タイの病院死亡統計

LaddawanThong-Nop (Mahidol University)、佐々木昭彦、内山巖雄 (国立公衆衛生院)

気象情報

バンコクの気温の経年変化をみると、平均気温の30-35℃領域が1987年を除いて増加し、1991-93年と95年には1ヶ月前後の増となっている。また、最高気温も同様に35-40℃領域が91-95年に増加し、1-2ヶ月の増となっている。最高・平均気温の年平均値が年化しなくとも、高温日（平均気温 \geq 30℃、最高気温 \geq 35℃）は1991年以降年間約1-2ヶ月増加して、1986年と比べると2倍以上となっている。

平均気温と相対湿度の関係は25-32℃と60-90%の範囲に集中して負相関を示す日を中心をなすが、一部の日は低温と低湿度側に散在的に分布する（図1）。平均気温30℃以上と相対湿度70%以上の組み合わせが高リスク日の1つと考えられるが、疾患別にその出現頻度を確認する必要がある。

表1 バンコクの気温の経年変化

年次	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
平均気温										
15-20℃	2	33	0	0	0	0	1	0	0	0
20-25℃	32	129	32	23	12	6	30	27	17	25
25-30℃	306	202	286	308	310	281	265	285	313	274
30-35℃	24	0	47	34	43	51	65	53	35	62
(対86年増)	0	-24	+23	+10	+19	+27	+41	+29	+9	+38
最高気温										
20-25℃	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0
25-30℃	32	29	31	13	19	2	34	29	12	25
30-35℃	302	279	299	317	305	282	236	281	294	295
35-40℃	29	56	35	35	41	53	88	55	59	62
(対86年増)	0	+27	+6	+6	+12	+24	+59	+26	+30	+32

死亡統計

タイ国の1986-89年の全国統計の月別総死亡率は年間を通じてあまり変動せず、経年的にも変化しないが、腸管感染症とマラリアは6-8月の雨期に多く、心疾患と交通事故は11-4月の乾季に多い（図2）。前者は熱帯に特有な現象であり、水の量や質と関係するが、後者は日本やヨーロッパのパターンと共通で、暑熱そのものと脱水が関わると考えられている。すなわち、全く異なるメカニズムが併存して気候が死亡に影響を与えて、温暖化による健康リスクへの対策を複雑で、困難なものとする可能性がある。また、先進国の地理的条件と生活環境に基づく死亡-温度関係と対策では、熱帯地域に役立たない恐れもある。

これらの点を整理すると、以下の事柄が問題と思われる。

- 1) 熱帯性気候は既に「日別化」されている可能性がある（あるいは日間分析という手法自体が、

日間差の増大のために、比較的それが少ない日本と同じ影響はもちえない)。したがって、日本では認められなかった高温日の連続効果を、あらためて検討する必要がある。

- 2) 温度と同等に雨量もまた影響を与える(時間的推移を考慮した複合指標を検討する)
- 3) 死亡年齢と死因の組み合わせに対する気候影響を考慮した先進国との統計比較(感染・療養・死亡の過程に影響を与える生活環境要因があまりデータとして把握されていない)
- 4) 療養条件および一般病棟では空調が普及していない現実を考慮した統計比較(快適な環境と治療期間・質とのいずれがより大きく死亡に影響を与えるか)

病院の死亡小票データ

タイ国では、死亡日のついた死亡統計情報は利用できないので、個別の病院ごとにデータを収集する必要がある。そこで主要な都市の公的病院を中心に問い合わせを行い、それぞれの事情(情報公開の方針、情報の整理方式、情報形態、担当者の負担)と、データ収集の費用および時間を考慮してデータの収集を図った。バンコク市内と周辺地域については表2のように入手した。1985-95年の日別死因別データを基本としたが、疾病分類方式(ICD 9または10以外)やコンピュータ化に伴う処理作業が進んでいない場合は、1990年以降しかない例がみられた。現在バンコクの9病院とチェンマイの1病院についてデータを解析中である。

Table 2. List of Hospitals in Bangkok and Death Data Availability

#	Hospital	Tel	Beds	Rec/Com	Data	Visit
23	Rachavithi	246-0052	1167	86-/93-	OK	96.8
25	Ramuthibodii	246-1073	900	86-/90-	OK	96.8
33	Siriraj	411-0241	2248	86-/90-	OK	96.8
26	Leatsin	235-6900	485		2528-35,	96.8/97.4
5	Chulalongkorn	252-8131	?		disk 91- 95	96.8/97.4
27	Wachira	243-0151	?	91-95	monthly	96.8
8	Police	252-8111	854	86-/93-	Denied	96.8
3	Klang (City H)	221-614	500	89-95	Yes	97.4
9	Nopara(tana)thani	517-4270	580	14y	Yes	97.4
20	Pumipol	531-1970	800	40y	Denied	97.4
10	Bumratnaradun	588-3101	500	88-952	Negotiated	97.4
14	Phayathai 1	245-2620	300		Yes	97.4
11	Bangkok Christian	318-0066	550	No		96.8

文献

Laccawan Thong-Nop: Report of Invitation and Discussion in NIHP and NIES, Funded by Agency of Science and Technology, 1997.10

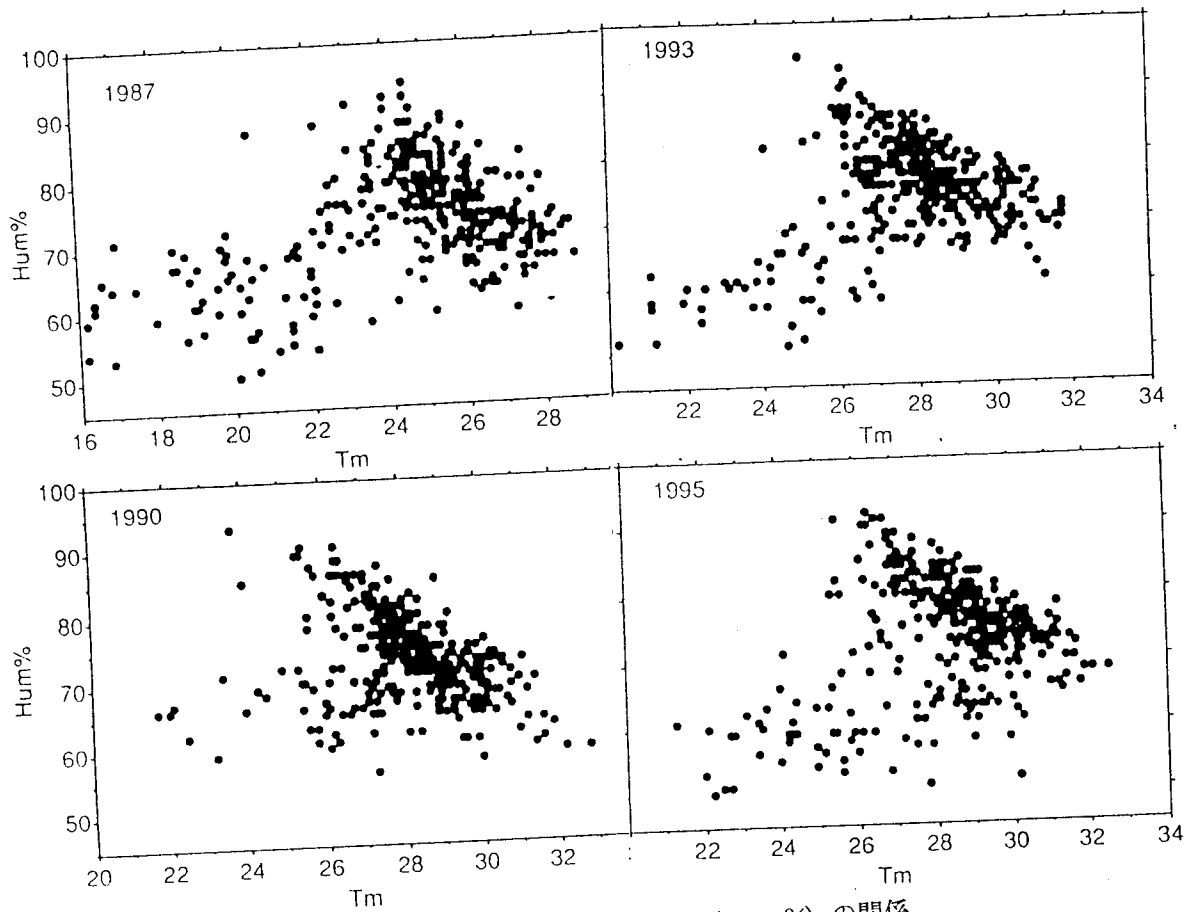


図1 バンコクの日平均気温 (Tm) と相対湿度 (Hum%) の関係

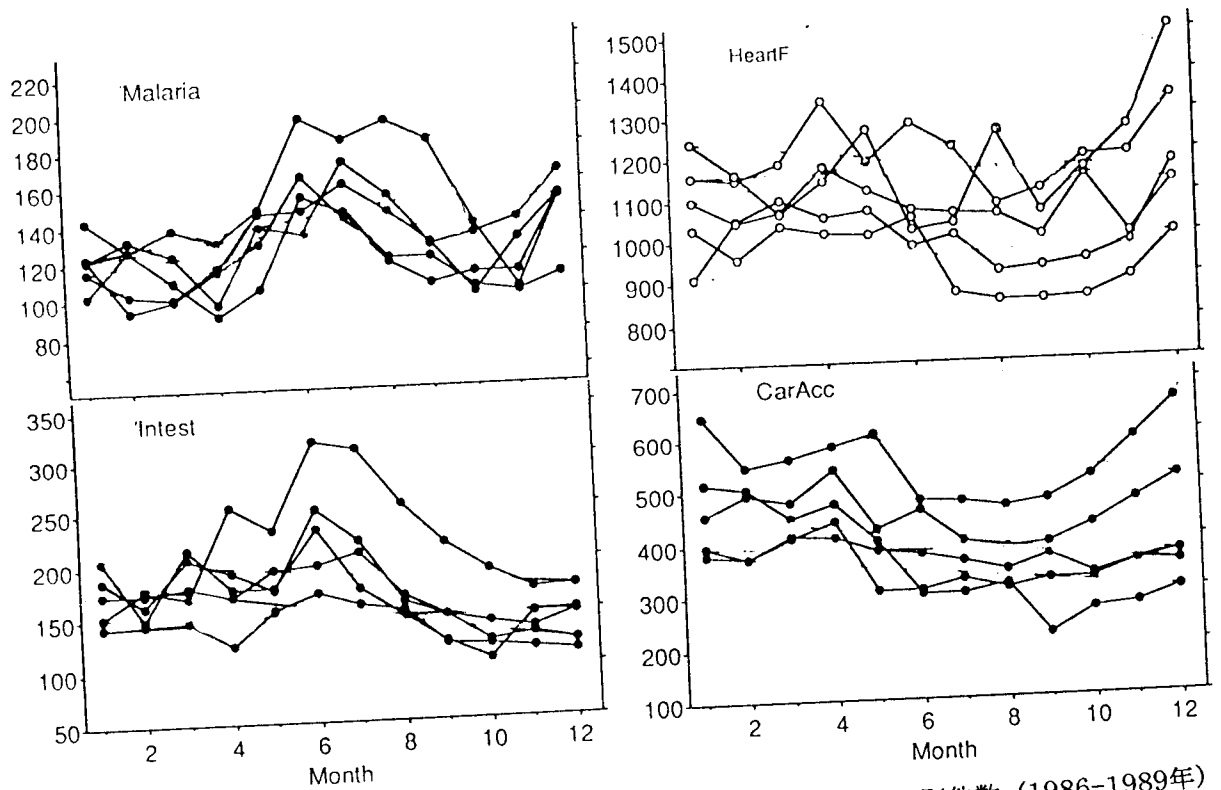


図2 タイ国におけるマラリア、消化器感染症、心不全、自動車事故の月別件数 (1986-1989年)

8. 新聞記事からみた乳幼児の自動車内熱中症により死亡の問題

高橋 美加, 佐々木 昭彦, 西田 泰* (国立公衆衛生院, *科学警察研究所)

1. はじめに

日本では近年、乳幼児の自動車内熱中症死亡事故が毎年のように報告されている。複数の背景要因が下記のように錯綜しているはずであるが、母親の育児ストレスとパチンコ狂いとして情緒的に捉えられている。その結果、自動車内が温室効果を持つことは周知であるにもかかわらず、車内の温熱環境と、日照、駐車場の地質、車の設計・デザイン、空調の安全な使い方などの要因との関係や、ライフスタイルに応じた車内の使われ方と事故発生メカニズムとの関係について統計的な分析が進んでいない。また、局地的気象のダイナミックな変動リスクについては、従来一般の気象教育では扱っていない。そこで、本研究では過去の乳幼児の車内放置による熱中症死亡事故を分析し、死亡に至る気象条件を検討し、事故の起きた季節、時間、場所等が乳幼児の死亡リスクにどの程度影響を与えたのかを調査した。

2. 対象と方法

(1) 新聞事例の収集

1985～1998年の「佐賀新聞記事データベース」や「朝日新聞Digital News Archives」等を用い、「児・車・熱・死」などのキーワードを検索した。これによって事故の存在を確認し、朝日・読売・毎日新聞の縮刷版や地方版、地方紙等から事故情報を収集し整理した。

(2) 問い合わせ項目

不明の点や詳細については、警察庁を通じて所轄署に対して該当事故に関するアンケート調査を1991年1月に行った。項目は、影響要因として駐車場所（屋根の有無）・車種（年式、色）・車内条件（窓の開閉、エアコンの使用）など、現場の状況（場所、日差し、地質、車体の向き）、子供の状況（飲食物の有無、身長、体重、服装、死因、解剖の有無など）、放置の状況（放置開始時間、様子を見に行った時間、事故発見時間、放置中の子供の状態など）、事故後の車内温度測定や現場検証実験の結果（外気温、車内温度）であった。

(3) 気象データ

事故現場に出来るだけ近く標高差の少ない観測地点のデータを収集した。気温、風速、風力、日照、降水量については地域気象観測（アメダス）資料を、天気、全天日射量などについては地上気象観測原簿を用いた。

3. 結果

(1) 事故発生パターン

表1に自動車内熱中症による乳幼児の死亡事故記録を示す。1987-98年の死亡件数は26件である。事故は3月から10月まで分布しているが、特に初夏から残暑（6～9月）が18件と主な時期であった。しかし、春（3月）にも3件あった。1994年までは猛暑の91年を除いて、毎年1件程度であったが、95年以降は毎年4～5件生じた。2歳以下が主で24名（20件）、3～5歳は5名（5件）、男女数は同程度であった。地域的には北海道1件、本州16件（#13以外は太平洋側）、九州7件であった。

さらに両親の放置理由をパチンコ、買い物、その他に分類すると、年齢によって異なる分布を示した

(表2)。すなわち、パチンコによる死亡は3歳以上ではみられず、0-2歳に集中しており、とくに1歳で7/8とはほぼ全てを占める。このことは育児ストレスが背景にあることを示唆すると思われるので、単なる親の都合や不注意を指摘しただけでは問題は解決しないといえる。

(2) 事故の発生と気温・全天日射量との関係

天気：各事故当日の日中はほぼ晴れていた。ただし、1996.5.18(愛知県)は地域が特定できないが、同日の名古屋は唯一曇りで日照がなかった。各事故の前日の日中はほぼ晴れであるが、#1,6,7の3件は雨であった。

気温：事故当日の気温変化を図1に、全天日射量変化(現場近隣のデータがあるもの)を図2に示す。3月と10月の事故当日の気温はおおよそ20°C以下であり、図中#19では事故発生時刻に近い15時でも約11°Cと一番低いが、緯度が比較的低いために熊本の全天日射量は2.5MJ/m²と高かった。このケースではエアコン不使用中窓を少し開けていた。#9でも発生時刻に近い12~13時に20°C程度であり、窓も少し開けていた。#18は事故発生時刻に近い14時でも約13°Cであった(現場実験では当日16時の気温14°Cに対して15分間後に車内45°Cになった)。

時間：放置2時間以内に発生した事故(表中*を除き#6,7,8,12,16,18,19,21、計8件)について、発生時間内の最高気温は#8,12,16,21では28.5°C~33.7°Cであり、エアコンの予期せぬ停止が事故につながったと考えられる。#6,7,18,19はエアコン未使用と考えられ、最高気温は10.9~26.0°Cと低めであった。全天日射量のわかる#6,8,16,19,21の事故発生時の全天日射量は1.82~3.12MJ/m²であり、#19を除き全天日射量の増加中か最高値の時間に発生した。2時間半放置した#2では全天日射量の減少中に発生した(17時に約1MJ/m²(最高)、18時過ぎには0まで低下)が、気温は26~27°Cと高めであった。

(3) エアコンの使用、窓の開閉

地域・季節を問わず25°C付近を境にエアコンの使用が異なった(#4除く)。気温20°C以下でも、2MJ/m²の日射が2時間程度あれば死亡事故が発生し、数cm程度の窓開けによる排熱効果は少ない(#9,19)。25°C以上ではエアコンを使用しない場合、日射が1MJ/m²以下でも事故が発生した(#2;茨城県7月。途中でエアコン停止。10ヶ月女児)。途中で冷房が切れて車内温度が上昇したために発生したと考えられる事故があった(#2,8,12,13,16)。

4. 考察

(1) 気温が33°C以上になると体温調節機構の衰えた高齢者の死亡リスクが高くなる¹⁾ので、体温調節機構の不完全な乳幼児²⁾や体の弱っている高齢者では、車内温度の上昇により死亡リスクが高まることが示唆される。また、東京や北海道では自動車事故による死亡は気温上昇とともに増加する傾向がみられる³⁾が、駐車中の車に放置された乳幼児の死亡も気温が高いと多くなることがわかった。一方、自動車内の冷房を必要と感ぜないほどの気温条件でも事故は発生しており、その認識も重要である。

(2) 米国では車のトランク内で熱中症により死亡した9事例(1987~98)の研究がある⁴⁾。その死亡者年齢は2~6歳、事故当時の気温は非常に暑い(最高41.1°C、平均35.3°C)。日本では2歳以下の乳幼児が主であり、また、気温35°C以上での事例はみられない。体温調節反応や子供の行動、気温条件の点で特徴が異なるが、国際的な事例の比較検討は今後の重要な課題である。

(3) 新聞記事では当日の気温、事件発生後の車内温度、乳幼児の体温などの記載はあるが、それらの関連性は漠然としており、直接死因や解剖結果も公表されないため、新聞読者がリスク認識を具体的にすることは少ないと予想される。また、駐車時のバッテリー消耗を介するエンジン停止やエアコンの故障とい

う予期せぬ原因による事故が度々発生しているが、その件数の年による減少はみられず、一般や自動車メーカーにリスクとして認識されることが必要である。

結果で述べたパチンコと特定年齢の死亡との関係のほかに、買い物やその他の原因の場合についても、その背景を調査することは現実的には不可能であるが、検討が必要と思われる。現在の生活状況では、子供を連れて行動できないために自動車に放置せざるを得ないことが少なくない。また、屋根のない駐車場や路上での駐車を避けえない現実を考えると（表1は樹木等の日陰が、太陽の移動からみても効果がないことを示唆する）、消極的対策ではあるが屋根付きの駐車場を整備すべきであろう（あるいは障害者と同様に、乳幼児をもつ親に優先駐車させる）。

一方、自動車が強い温室効果をもつことは日常的な経験でもある（新聞敦、浅野英夫：自動車用室内の日射受熱量シミュレーション、1994）。しかし、自動車メーカーは主に空調の気流の均質性にばかり関心をもち、快適性から見て同等に重要な窓の断熱性や車内の蓄熱防止を考慮していない（乳幼児はとくにハンディの大きな後部座席でベビーシート着用が義務化される）。また、走っている時の性能しか眼中になれば、渋滞時や駐車時の乗車時間の割合がかなり大きいことを無視することになり、外気温に依存する死亡事故を予防する安全対策となる自動車のアメニティは向上しないといえる（森直代ほか、1996）。

謝辞 警視庁、各道府県警察署、阿蘇広域消防本部の方々のご協力を得た。

参考文献

- 1) Honca Y., et.al. (1996): Relationship between ambient temperature and mortality rate in Japan, and preliminary projection of the effect of global warming on human mortality. Uchiyama I. and Sasaki A. eds.: Proceeding of health effects and risk evaluation of global warming (1993-1995), pp27-33.
- 2) 中山昭雄編 (1981): 「温熱生理学」. 理工学社, p137
- 3) Mori N., et.al. (1996): The effects of daily meteorologic conditions on car accident ceaths - comparison between Tokyo, Hokkaido, Osaka, and Hukuoka prefectures-. Uchiyama I. and Sasaki A. eds.: Proceeding of health effects and risk evaluation of global warming (1993-1995), pp36-39.
- 4) Centers for Disease Control and Prevention (1998): Fatal car trunk entrapment involving children - united states 1987-1998. The Morbidity and Mortality Weekly Report, 47(47), pp1019-1022.

Table 1 Cases of children's heat-related deaths in parked cars

Year day	Place	Parking Place		Children		Car Type (color)	Conditions	"left alone" - stopped time	#
1987. 6.4	Tokyo	parking lot	Mother	F	2 years	car	no openings	13:00-15:40 (2h40')	5
1988. 10.1	Kanagawa	parking lot, pinball	Mother	M	2 months	car		11:45-13:45 (2h00')	7
1990. 7.22	Fukushima	parking lot, pinball	Mother	F	6 months	(black)	air-conditioning on and accidentally stopped	10:30-11:00 (sleeping)-13:00 (death) (45')	10
1991. 8.3	Mie	parking lot	staff	F	2 months	Bus	-	1,16:00-3,4:30 (death) (40h)	
8.14	Aichi	parking lot, pinball	Father	F	2 years and 1 year	(black)	air-conditioning on and accidentally stopped	11:15-12:00 (death) (45')	8
9.2	Hiroshima	road	oneself	M	4 years	broken- down car		(13:00)-18:00 (5h00'?)	14
1992. 7.28	Tottori	parking lot, pinball	Parent	M	10 months		with air-conditioning (cooling-heating)	19:30 (cooling)-22:00 (heating) (2h30')	13
1993. 7.?	Aichi	parking lot	Parent	F	4 months	car		15:00 (sleeping)-16:30 (1h30')	
6.20	Fukushima	parking lot, pinball	Parent	M	1 year	car		16:00-17:30 (1h30')	
1994. 3.30	Oita	parking lot, pinball	Mother	F	1 year	car (black)	no openings	12:30-14:00 (1h30')	18
5.7	Fukushima	parking lot	Father	M	3 months	car	not drop a child	8:00-18:00 (10h)	
9.3	Fukuoka	parking lot, pinball	Parent	M	1 year	car (moss- green)	air-conditioning on and accidentally stopped	12:30-14:20 (1h50') (13:30 death)	16
1995. 6.11	Fukuoka	parking lot, pinball	-	F	2 months	car (silver)	window and sunroof 2cm open	9:45-13:34 (3h50') (13:00 death)	
6.30	Hyougo	parking lot	oneself	M	5 years	-		?-16:35	11
7.7	Nagasaki	parking lot, pinball	Mother	M,F	1 year, 9	track		p.m.	20
7.25	Yamaguchi	parking lot, supermarke	-	M	3 months	-	windows open	13:00-17:30 (4h30')	15
1996. 3.6	Kumamoto	parking lot, pinball	Parent	M	4 months	car (white)	without air-conditioning, windows 2.5cm and 4cm open.	14:30-16:30 (2h)	19
5.18	Aichi	parking lot	-	-	7 months	-		-	
6.15	Tokyo	road	Mother	M,M	2 years,1	RV	without air-conditioning and no openings	12:30-13:40 (1h10')	6
8.16	Okinawa	parking lot	staff	-	3 years	track	not drop a child	9:00-11:30 (2h30')	21
1997									
7.9	Ibaraki	parking lot, pinball	Parent	F	10 months	car	with air-conditioning (18°C set)	17:00 (sleeping)-(air- conditioner stopped)-19:30	2
10.13	Aichi	-	-	M	1 year	track	window 3cm open	10:00-13:36	
1998. 3.26	Chiba	parking lot, pinball	Mother	F,F	2 years,1	track	with air-conditioning (21- 22°C set)	12:00 (sleeping)-19:00	4
7.11	Okinawa	parking lot	-	M	3 years	car		?-12:20 (less 1h)	22
8.5	Hyougo	road	Mother	F,F	3 years, 10 months	car	air-conditioning on and accidentally stopped	13:30-14:30 (1h00')	12
8.17	Hokkaido	parking lot, pinball	Parent	M	1 years	car (white)	with air-conditioning	11:00-13:30 (2h30')	1

There are another 3 cases without details: 1984.7 Aichi, 1994.9 Yamagata and 1995.4 Hiroshima.

Table 2 Age distribution by sex of children's death (1985-98) in parked cars. Parenthesis are by parents' pinball. No case over 6 years old.

Age	Sex		Both (Pinball)	(Pinball)	[1]
	M	F			
Infant	5	6	11	(7)	[1]
1-year	7	2	9	(8)	
2-year	1	4	5	(3)	
3-year	1	2	3	(0)	
4-year	1*	0	1	(0)	
5-year	1*	0	1	(0)	
Total	17	14	30	(18)	[1]

*Entrapped by themselves.
[1] Unknown for sex.

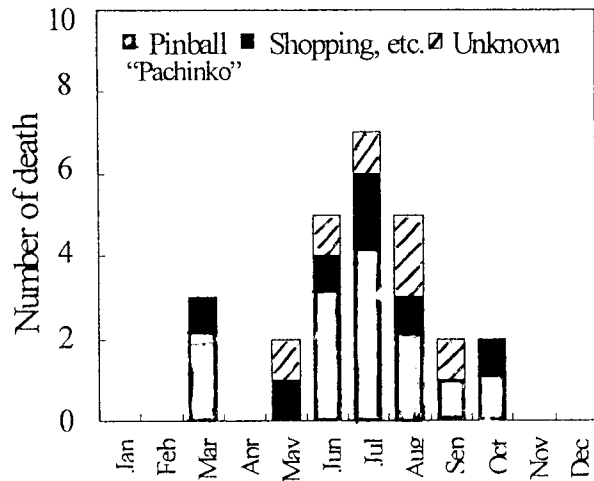


Figure 1 Monthly distribution of children's death in parked cars left for various reasons (1985-98).

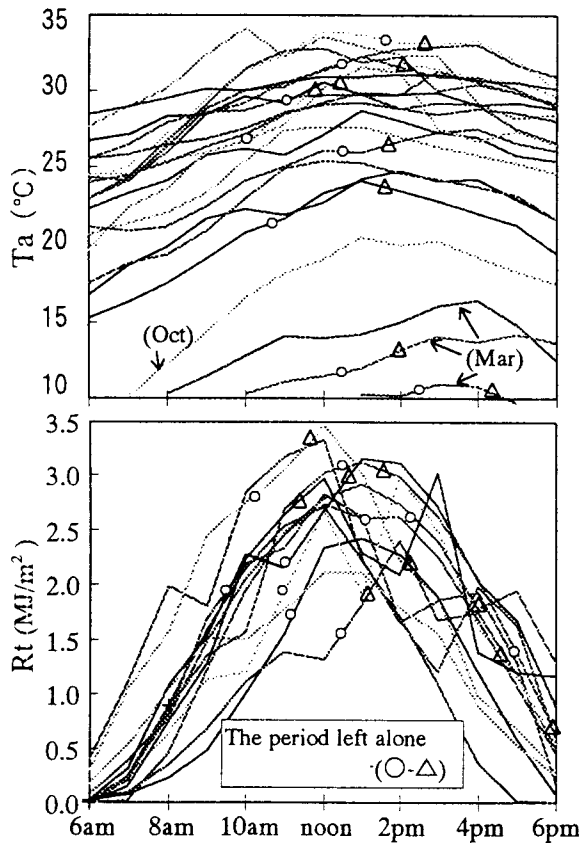


Fig. 2. Ambient temperature (T_a) and total solar radiation (R_t).

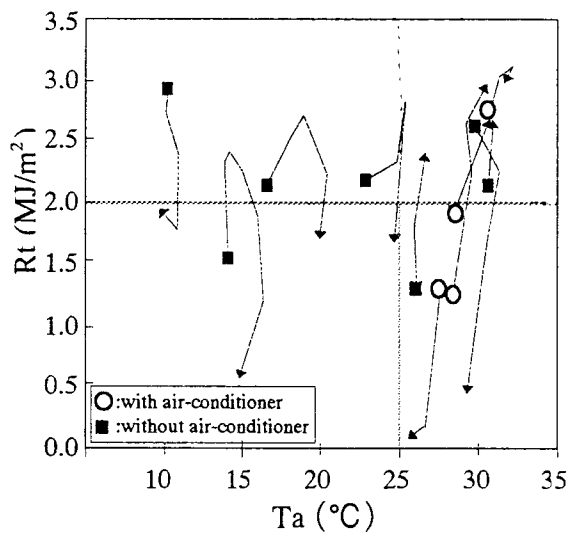


Figure 3. R_t against T_a on the day of accident

9. タイ国における地球温暖化による健康影響に関する研究の動向

国立公衆衛生院 兵井伸行

【緒言】我が国を含む先進諸国における地球温暖化による健康影響に関する研究は、主に気温上昇に起因する熱ストレスと死亡率の変化ならびに媒介動物による感染症の変化を対象としており、その他に順化、アレルギー疾患や、栄養障害、過密な住環境による健康問題などに関する研究が行われてきている。しかしながら、温暖化により大きな影響を受けるであろう発展途上地域においては、これらの研究がほとんど実施されていない状況にある。そこで、昨年は、韓国、台湾を対象にデータの所在や研究の動向を把握するとともに、今後の情報交換のネットワークの基礎を形成するために調査を行った。今年度は、さらにタイ国において同様の調査を実施した。

【方法】従来の関係機関からの情報に基づき、タイ国における地球温暖化による健康影響に関するデータの所在や研究の動向について基礎的調査を行った。また、国際機関等の地球温暖化の健康影響に関する指標についても若干の検討を行った。

【結果および考察】

1. 地球温暖化による健康影響に関するデータについて

タイ国における地球温暖化による健康影響に関する基礎的データは年齢別死亡率、地域別人口、気温などの基本的データは存在しているものの、特に死亡率についての信頼性には疑問が残る。また、従来地球温暖化による直接的な健康影響、特に気温上昇にともなう健康影響についてはほとんど研究されてこなかったといえる。しかしながら、研究者ベースでは、地球温暖化による健康影響についての関心は最近高まっており、1997年には国家研究委員会の下、チュラロンコン大学の環境研究所にデータベースが設置されており、インターネットでアクセス可能である（www.start.or.th/GCRC）。主な研究機関は、保健省大臣官房医療工学課、キングモンクット工科大学エネルギー・材質科、タマサート大学国際工科大学研究所、気象庁、環境院などである。

今後これら各研究機関、研究者が相互に緊密な情報交換を行いながら、各々研究を進めて行くことが重要であると考えられる。この点で、我が国における過去の研究を共有化し、相互比較が可能となる研究の枠組み、分析の方法や方向性について相互に検討することが望まれる。

2. 環境指標

OECD（1993）、UNEP/RIVP（1994）、世界資源研究所（WRI、1995）、世界銀行（1994）、SCOPE（1995）などの機関が環境をモニタリングするための指標の開発を推進してきており、健康に関してはWHOが1993年に環境保健指標を開発して

いる。さらに、WHOは Indicators for Policy and Decision-making in Environment Health (1997) において政策形成に必要な様々な環境指標について検討しており、CO₂、メタンなどの温室効果ガスの発生、オゾン層破壊物質の製造などとともに粗死亡率、呼吸器系疾患やその死亡率などの健康影響指標があげられている。しかしながら、これらデータは基本的に国単位であり、さらに小さな地域での指標の活用、適切な人口規模については検討されていない。

いずれにしても、現段階では、死亡に至る前段階としての有病率の変化、順化の影響、健康影響の経済的分析などが必要であり、さまざまな研究機関、研究者の情報交換が望まれているといえる。

【まとめ】タイ国における地球温暖化による健康影響に関する基本的データは存在するものの、これまで健康影響に関する研究は余り実施されてこなかった。今後我が国などの過去の研究を共有化し、相互比較が可能となる研究の枠組み、分析の方法や方向性の検討が強く望まれ、研究結果や関連情報の発信を積極的に推進する必要がある。同時に国単位のデータとさらに小さな単位でのデータの比較検討が求められ、適切な地域単位の設定についてのモデルの開発が望まれる。

Basic data on Global Warming and Health in Thailand

	ICD	By age (interval)	By sex	Smallest regional unit	Period	Update
Morbidity	9, 10	5	no	province	1950-	annual
Mortality	9, 10	5	yes	province	1950-	annual
IMR	-	-	no	province	1950-	annual
	By age (interval)	By sex	Urban/Rural	Smallest regional unit	Period	Update
Population	5	yes	yes	district	1960-	every 10 yr
Population Growth Rate	-	-	yes		1974,76,85,86	
Population Density	5	yes	yes	district	1960-	every 10 yr
	Hourly/Daily/ Weekly/Monthly		Smallest regional unit	Period	Update	
Temperature	every 3 hr/d/w/m		province	1951-	annual	
Precipitation	day/w/m		province	1951-	annual	
Sunshine	every 3hr/d/w/m		province	1951-	annual	
CO2	-	-	-	-	-	
			Period	Update		
GNP per Capita			1960-	annual		
Energy consumption per capita			-	-		
Distribution of GDP			1960-	annual		

The Global Change Research Center (GCRC) , the Environmental Research Institute, Chulalongkorn University (ERIC)

The categories of research for global change in the Database (1997)

1. Atmospheric Chemistry and Radiation
2. Global Change and Terrestrial Ecosystems
3. Land Use and Land-Cover Change (involving with the socio-economic factors)
4. Global Change and Hydrological Cycle
5. Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone
6. Ocean Flux
7. Ocean Ecosystem Dynamic
8. Past Global Change
9. Others.

List of Researchers and Research Institutions

1. Ms. Nitaya Mahabhol
Extraordinary expert in Medical Engineering
Office of Permanent Secretary, Ministry of Public Health
Thanon Tiwanond, Amphoe Muang, Nontaburi
66-2-591-8523
2. Dr. Pojanee Khummongkol
School of Energy and Materials Member of School Committee
King Mongkut's Institute of Technology Thonburi
91 Thanon Sukaswat 48, Bang Mod, Khet Ratburana, Bangkok
66-2-470-5653
3. Prof. Dr.Prida Wibusawas
International Institute of Technology
Thmamasart University, The Rangsit Center
99 Moo 18, Thanon Paholyothin, Klong Luang, Pathumthani
4. Mr. Virah Mavichak
Deputy Director-General
Department of Industrial Works
75/5 Thanon Rama VI, Bangkok
66-2-202-3000

5. Ms. Mutana Brikshawana
The Meteorological Department
4353 Thanon Sukumvit, Bangna, Bangkok
66-2-399-4566
6. Dr. Sitanon Jesdapipat
Director of Natural Resource Management Project
Thailand Environment Institute
210 Sukhumvit 64, Bangchak Refinery, Building 4
Prakanong, Bangkok
66-2-331-0047
7. Mr. Supavit Piamphongsant
Inspector General
Office of the Permanent Secretary
Ministry of Science, Technology and Environment
Thanon Rama VI, Ratchathewi, Bangkok