

The 12th Symposium on Man-Thermal Environment System (Tokyo 1988)

PRESENTATION 5**OBSERVATION OF THERMOREGULATORY CHARACTERISTICS
IN MIDDLE-AGED WORKERS**

Shin-ichi SAWADA

National Institute of Industrial Health

In order to clarify the characteristics of age-related change of thermoregulatory system in industrial workers, a field investigation of their thermoregulatory function was performed for 100 male workers consisting of the middle-aged (45-59 years old; $n=53$) and the young (20-29 years old; $n=47$) in the same work place. While not at work, the subjects kept rest on chairs in a thermoneutral test room, and then their thermoregulatory responses were observed.

Physiological measurements were made including oral temperature, skin temperatures (of face, neck, fingers, and hands), blood pressure and heart rate. Systemic thermal and comfort sensations, and local thermal sensations were asked by the investigators. As an indirect index of thermoregulatory behaviour, the subjects were also asked whether they would want to keep room temperature higher or lower, to be clothed more heavily or lightly, and to have a hotter or colder drink at that time. In addition, a self-registered questionnaire survey was made about clothing, subjective sensitivity to thermal stress, health practices and physical health status etc.

This investigation was conducted between 3.00 p.m. and 6.00 p.m. each day in the early and middle of October. During this period, dry bulb, wet bulb and globe temperatures and air velocity ranged from 21 to 27°C, from 16 to 22°C, from 21 to 28°C, and from 0 to 0.2m/s, respectively.

The following results were obtained by making comparisons of measured variables between the middle-aged and the young workers:

1) There was no significant difference of oral temperature between the two groups.

2) No significant differences between them were found in the means and variances of skin temperature of face and neck, while the variance of skin temperatures of fingers, back, and palm of hands were significantly smaller in middle-aged group. (F-test; $p<0.001$)

3) Votes for systemic and local thermal sensation were insignificantly different (U-test; n.s.) between the two groups, and thermal discomfort was reported by less than 20% of both groups.

4) At the time of investigation, middle-aged group tended to report a want for having hotter drinks while young group tended to report a want for colder drinks. (U-test; $p<0.01$)

5) Analysis of questionnaires suggested that middle-aged workers tend to be more conscious of a decline in autonomic thermoregulatory responses such as shivering, sweating, and fever in daily life.

Following these simple comparisons between middle-aged and young workers, similar comparisons between hypertensive and normotensive subjects within the middle-aged group were also made and some of those findings were presented.

第12回 人間-熱環境系シンポジウム報告集 (東京 昭和63年12月)

研究発表5

中高年齢作業者の体温調節系の特性の観察

産業医学総合研究所

澤田晋一

【はじめに】

労働力人口の高齢化が進行しつつある現状では、中高年齢労働者の作業温度環境への適応条件を把握しておくことは、彼らの作業安全性・快適性の確保のために必須のことと考えられる。加齢や老化と体温調節の生理学的・労働衛生学的研究は今までにも少なくないが、一貫性・再現性のある確定的知見に乏しく一定の見解は得られていない¹⁾。特に我が国においては、年齢差を論じた実証的資料は少ないと言われ²⁾、生理学的にもさらに詳細なデータの蓄積が望まれているのが現状である³⁾。

本研究は、中高年齢労働者にとって安全かつ快適な空調・温熱条件を明らかにするための前提として彼らの体温調節機能の特性の理解を深めるために、ひとつの試みとして中間温度環境下で安静状態の中高年齢作業者と若年作業者に対して体温・皮膚温の計測、主観的温冷感・快適感などの問診、寒暑に対する体質などのアンケート調査をおこない、得られた結果をもとに中高年齢作業者の体温調節機能の特徴の一端をまとめたものである。

【調査対象と方法】

都内の某事業所の同一職種の男性中高年齢作業者(平均年齢51才±4.8, n=53)と男性若年作業者(平均年齢22才±2.2, n=47)を対象に、1987年10月、非作業時に以下の測定を実施した。事業所内の一室に実験用器材を設置し、①舌下温、②顔面・頸部と左右手指の皮膚温、③全身的温冷感・快適感、④身体部位別温冷感(顔面、頸部、手指、前腕、上腕、胸、腹、背中、腰、大腿、下腿、足部)、⑤温熱(冷却)追求行動性(体温調節行動)の指標として測定時の部屋の温度調節・着衣の増減・熱い(冷たい)飲み物の欲求の程度などの問診、⑥自記式アンケート調査(着衣内容・寒暑に対する体質・生活習慣・健康状態etc)、⑦温熱4条件(乾球温、湿球温、黒球温、気流)、⑧血圧・心拍数を測定した。

舌下温は、婦人用水銀体温計を使用して、5分間測定した。舌下温の測定中に、顔面・頸部8点および左右手指3点の合計40点の皮膚温を赤外線放射温度計BestempM4DTによって測定し、データ・ロガーに記憶させた。各被験者が問診や体温・皮膚温の測定を受けている時点の温熱4条件を、乾球温・湿球温はアスマン通風乾湿計で、気流は無指向型熱線風速計で、輻射熱はグローブ温度計による黒球温でそれぞれ測定した。被験者に椅座安静状態を保たせ、アンケート調査回答(5~10分)→問診(5分)→舌下温・皮膚温測定(5分)→血圧測定(2~3分)の手順で、午後3時~午後6時の間に実施した。

温熱4条件の総合指標として乾球温 t_a 、湿球温 t_w 、黒球温 t_g 、気流 v を次式に代入して、Bedfordの等価温感Equivalent Warmth(EW)を算出した。 $EW=9.979x-0.1495x^2-2.89, x=0.0556t_a+0.0538t_w+0.0372t_g+0.00144/v(100-t_a), t_w-t_g+0.169/v(t_g-t_a), f=\exp[18.6686-4030.183/(235+t_a)]-0.5(t_a-t_w)$

【結果と考察】

①測定時の温熱4条件と着衣の状態:

測定時の温熱条件の日内変動は無視しうるものであったが、日間変動は比較的大きく、気温(乾球温)は低い日で約21℃、高い日で26℃を越えた。しかし、温熱4条件と等価温感を、若年群と中高年齢群の2群に分けて比較しても平均値に有意差なく(t -test; n.s.)範囲もほぼ同一で、乾球温: 21-27℃、湿球温: 15-22℃、気流: 0-0.2m/s、黒球温: 21-28℃、等価温感: 67-77であった。したがって、今回実施した中高年齢群と若年群の比較測定は若干の変動幅はあるにせよほぼ同一の温熱条件の下で行われたといえる。また、対象者は全員同一の作業服を着用しており下着内容も日常的なもので(パンツ、靴下、短靴、半袖アンダーシャツ、etc.)、着衣の程度に顕著な差は認められなかった。

②体温・皮膚温の特徴:

(i) 舌下温(体温)の分布——中高年齢群と若年群の単純比較では平均・分散共に統計学的に有意差はなかった(t -test, F -test; n.s.) (表1)。高齢者は体温が低いと言われているが、図1からも明らかのように、今回の調査結果では年齢がすすむにしたがって舌下温が低くなるような傾向は認められない($r=-0.004$; n.s.)。WHOの高血圧判定基準に従い、中高年齢群を高血圧群(境界域を含む)と正常血圧群に細分類しても同様な結果であった。老人の体温が低いとする報告⁴⁾⁵⁾は、65才以上の老人が対象でしかも腋窩温を測ったものであり、体温測定部位と対象年齢層が異なるので、今回の調査結果と一概には比較出来ない。しかし、本研究の中高年齢作業者は、高齢といってもただか60才未満の現役労働者である。したがって、この程度の年齢水準では安静時の体温には加齢変化は一般にまだ認められないのかもしれない。

(ii) 部位別平均皮膚温の特徴——表1に、顔面・頸部・手背・手掌・手指各部位の平均皮膚温の平均と標準偏差をまとめた。測定した40点のすべての部位で、2群間の平均値に有意差は認められなかった(t -test; n.s.)が、顔面・頸部をのぞく末梢手指のほとんどすべての部位で、若年群は中高年齢群に比べて分散が有意に大であった(F -test; $p<0.001$)。表2に、部位別平均皮膚温(顔面、頸部、手背、手掌、手指)と環境温との関係を、中高年齢正常血圧群と中高年齢高血圧群および若年群の3群に分けて、相関係数と一次回帰式で示した。顔面と頸部の平均皮膚温と環境温の間には3群とも有意な正の高い相関を認めた。しかし、手背、手掌、手指の平均皮膚温と環境温の関連では、若年群は有意な高い正の相関を維持したが、中高年齢群では正常血圧群で正の有意な相関を示したものの回帰係数が若年群に比べ小さく、さらに中高年齢高血圧群は、ほとんど無相関かつ回帰係数も0に近かった。これは、中高年齢群でも正常血圧者は若年群と同じように末梢手指皮膚温が環境温の変化に反応するがその反応性が低いこと、さらに高血圧群は環境温の高低に無関係な皮膚温の反応性を示すことを示唆する。

③全身的温冷感・快適感、身体部位別温冷感の特徴:

全身および身体部位別温冷感を、中高年齢群と若年群に分けて単純比較した結果、どの項目でも中高年齢群と若年群で統計学的に有意な差は認められなかった。また、温熱的快適感も、不快感を訴える者が中高年齢群に17%(53名中9名)、若年群に19%(47名中9名)存在したが、両群間で有意差は認められなかった。すなわち、今回の測定時の程度の温熱条件では、両群

第12回 人間-熱環境系シンポジウム報告集 (東京 昭和63年12月)

Table 1 Comparison of oral and skin temperatures between middle-aged and young workers.

	Total	Ts-1	Ts-2	Ts-3	Ts-4	Ts-5
middle-aged	37.1±0.2	34.1±1.0	34.3±0.8	33.9±1.1 ^c	33.5±1.1 ^c	33.7±1.2 ^c
young	37.1±0.3	33.9±1.0	34.4±0.8	33.5±2.4	33.0±2.4	33.0±3.1

Values are mean±SD; c: p<0.001 (F-test)

Total=Oral temperature, Ts-1=skin temp of face, Ts-2=skin temp of neck,

Ts-3=skin temp of hand palm, Ts-4=skin temp of hand back, Ts-5=skin temp of fingers

Table 2 Correlation coefficients and regression lines between dry bulb (DB) and skin temperatures (Ts-1-5) in young, middle-aged normotensive (N), and middle-aged hypertensive (H) groups.

	Young	Middle-aged (N)	Middle-aged (H)
Ts-1×DB	y=0.36x+25.2 r=0.79 ^c	y=0.44x+23.2 r=0.78 ^c	y=0.40x+24.1 r=0.61 ^c
Ts-2×DB	y=0.20x+29.6 r=0.55 ^c	y=0.29x+27.4 r=0.69 ^c	y=0.21x+29.1 r=0.38 ^a
Ts-3×DB	y=0.70x+16.7 r=0.64 ^c	y=0.35x+25.5 r=0.56 ^b	y=-0.03x+34.6 r=-0.05
Ts-4×DB	y=0.74x+15.2 r=0.67 ^c	y=0.44x+22.9 r=0.73 ^c	y=0.07x+31.4 r=0.11
Ts-5×DB	y=0.84x+12.9 r=0.61 ^c	y=0.42x+23.7 r=0.66 ^b	y=0.09x+31.4 r=0.10

a: p<0.05, b: p<0.01, c: p<0.001

グループ項目: 年齢血圧別分類

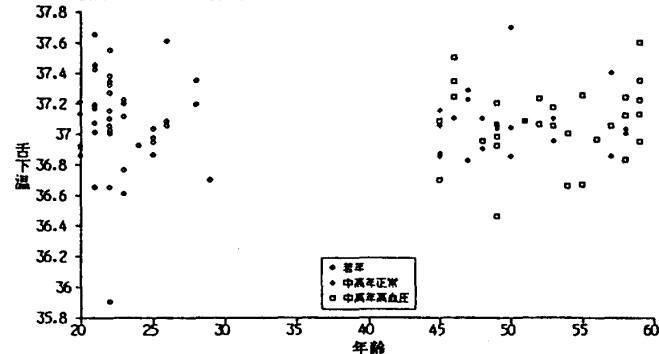


Fig.1 Relationship between age and oral temperature in young (○), middle-aged normotensive (◆), and middle-aged hypertensive (□) groups.

の単純比較だけでは主観的なレベルでの全身のおよび局所的温冷感や快適感などの申告パターンに中高年作業者に特徴的な傾向を見出し得なかった。

④温冷追求行動性(体温調節行動)の指標としての飲み物・衣服・空調に対する欲求:

測定時の部屋の温度調節や着衣の増減の欲求は若年群で温度を下げて欲しいとか薄着をしたいという申告が中高年群に比べてやや多かったものの、両群で統計的に有意差はみられなかった(図2 a, 2 b)。一方、飲み物に対する欲求は、中高年群が熱い飲み物を、若年群が冷たい飲み物を欲する頻度が大という特徴を認めた(U-test, p<0.01)(図2 c)。これは、気温や体表の温熱刺激に対しては両群で特に差を認めない同一温熱条件下でも、中高年群は身体内部の加温を欲するものが多く、逆に若年群は身体内部の加冷を欲するものが多いことを示唆する。

⑤アンケート調査からみた自律性体温調節反応・寒暑に対する嗜好の特徴:

自覚的耐暑性・耐寒性・暑さ・寒さや温冷に対する嗜好・体質に関するアンケート調査の結果を、中高年群と若年群間で統計学的に有意な項目を中心に図3 a, b, c, d, eにまとめた。若年群は寒いとすぐにふるえがおこる者が多いが、中高年群はふるえがおこりにくいとふるえが多くなる者が多く(図3 a)(U-test, p<0.05)、有意ではないが中高年群は若年群より汗かきが少ない(図3 b)。風邪をひいた時など若年群は発熱する者が多いが、その傾向が中高年群で少ないことも明らかである(図3 c)(U-test, p<0.05)。若年群は冷たい物を飲食することが好きで摂取頻度も高いのに反して、中高年群は熱い物を飲食することを好む傾向を示した(図3 d, e)(U-test, 各々p<0.01, p<0.05)。

高齢者は寒冷環境でふるえによる熱産生の反応が不十分になり⁶⁾、暑熱環境では発汗が起こりにくく発汗量が少ない^{7,8)}といわれる。また、老人は発熱しにくくともいわれ、それを支持する老齢動物を用いた研究もある⁹⁾。老人の体温調節機能の特徴を示すこれらの研究は、いずれもその生理的指標の観察結果を根拠にしている。一方、本研究は単にアンケートにより本人の経験的印象を回答にさせたにすぎないが、それでも今回の中高年群の回答パターンは、このような従来の生理学的知見との対応性がみられ、彼らは自らの体温調節機能の低下や変化を経験的に自覚し得ることを示唆する。また、老人は厚着を好むともいわれているが、今回のデータではその傾向ははっきりしなかった。しかし、中高年群が若年群に比べて冷たい物より熱いものを好みかつ摂取頻度も高いと申告したことは、中高年者は身体を(特に内部を)加温することを好む傾向がはっきり出ているとみてよいのではなかろうか。

【結論】

以上の知見から次のことが結論または示唆される。約21~27℃の中間温環境下で着衣・安静状態の条件下では、中高年作業者は、①舌下温からみた体温は、若年群と有意差がない。②末梢手指皮膚温の分散が有意に小さく、特に高血圧群では環境温との相関がほとんど無かった。これは、中高年で高血圧の者は、皮膚血管調節力からみた体温調節機能の低下を示唆する。③全身および局所の温冷感の申告にも若年群に比べて特徴ある傾向はみられず、温熱的快適感も若年群と同様80%以上が不快と訴えなかった。④外気温や着衣条件においては温熱(冷却)追求行動の欲求に差がない場合でも、飲み物による体内加温を欲するものが多い。⑤普段の生活の中で、ふるえや発汗・発熱などの自律性体温調節反応の低下を経験的に自覚している者が多い。

第12回 人間-熱環境系シンポジウム報告集 (東京 昭和63年12月)

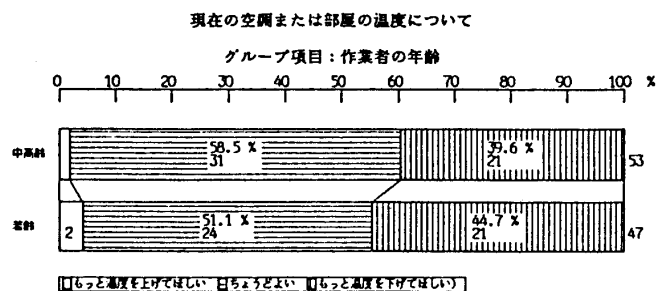


Fig. 2a

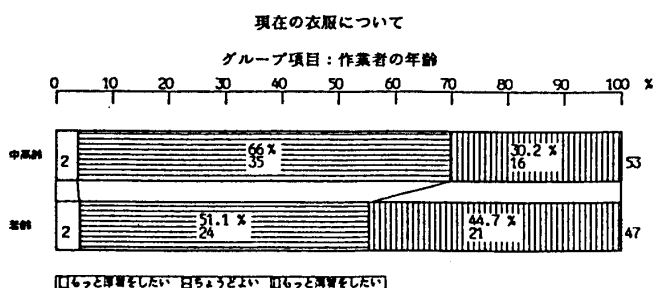


Fig. 2b

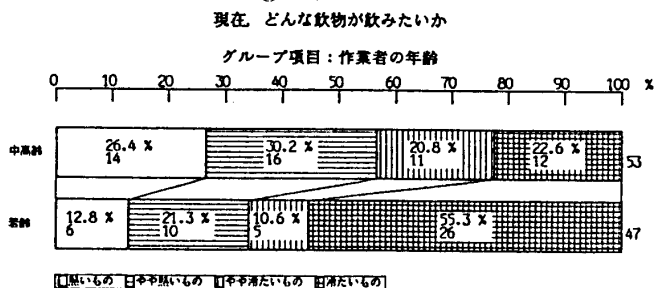


Fig. 2c

【謝辞】本研究の実施にあたっては、産業医学総合研究所労働保健研究部長山本宗平博士の御助言を賜り、同研究所の原谷隆史、中館俊夫、安河内朗、各博士にも御協力をいただいた。記して謝意を表します。

【引用文献】

- 1) 入来正躬：ホメオスタシスに対する加齢の影響—体温調節を中心として—、高齢雇用者の労働適応能力に関する研究、14/24、高齢者雇用開発協会、1983
- 2) 榎原裕ほか：某印刷工場女子検査作業者の温冷感、快適感と温熱条件との関係、日生気誌、18(2)、92/100、1981
- 3) 入来正躬：老化と体温調節、空気調和・衛生工学、54、969/975、1980
- 4) 入来正躬、小坂光男、村上憲、村田成子：老人腋下温の統計値、日老医誌、12、172/177、1977
- 5) 田坂定考ほか：健康日本人腋下温の統計値について、日新医学、44、633/638、1957
- 6) 緒方維弘：老年者における体温調節の特徴、老年病、7、219/224、1963
- 7) R.F.Hellon & A.R.Lind: Observation on the activity of sweat glands with special reference to the influence of aging, J.Physiol.(Lond), 133, 132/144, 1956
- 8) K.G.Foster et al.: Sweat responses in the aged, Age and Ageing, 5, 91/101, 1976
- 9) J.M.Lipton & C.B.Ticknor: Influence of sex and age on febrile responses to peripheral and central administration of pyrogens in the rabbit, J.Physiol.(Lond), 295, 263/272, 1979

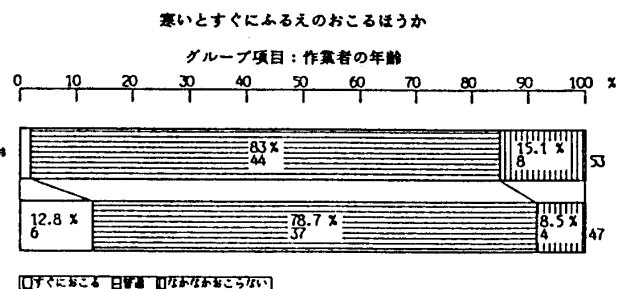


Fig. 3a

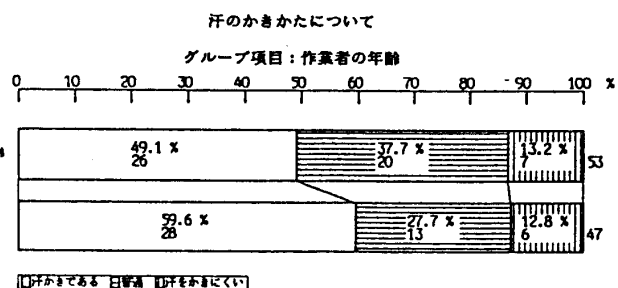


Fig. 3b

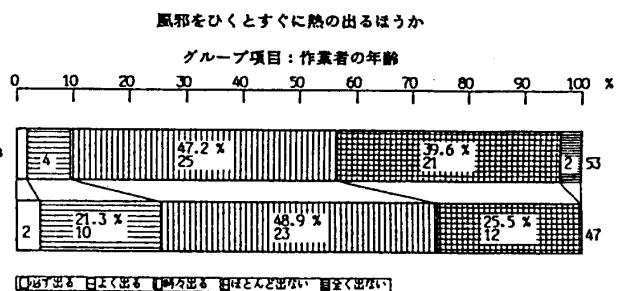


Fig. 3c

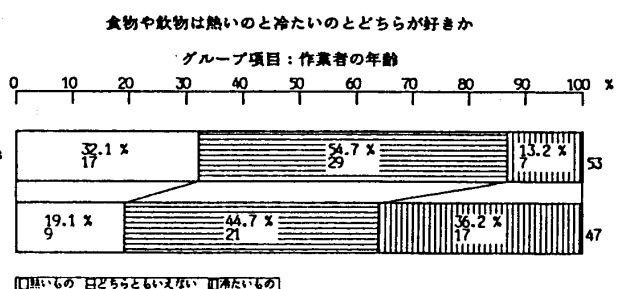


Fig. 3d

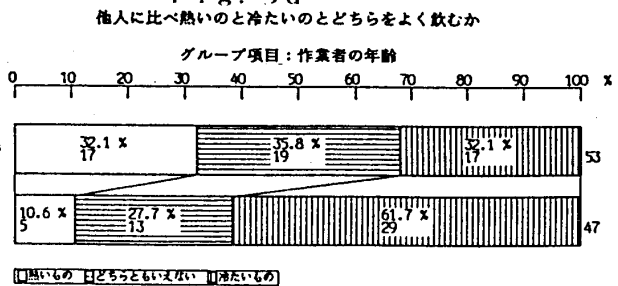


Fig. 3e