

8章 発汗の国際比較—タイ国との共同研究

小坂 光男, 松本 孝朗
大渡 伸, 土屋 勝彦
嶋津 宗典, 李 丁範

私共は、最近の数年間、タイ国・チェンマイ大学医学部・生理学教室と共同研究を開始し、環境適応の基本概念に則って、暑熱環境条件下における発汗機能解析と国際比較を実施し、暑熱順化形成過程における生体反応、特に体温調節研究を推進している。本報告においては、1. 日本、タイ、アフリカの被験者による発汗機能の国際比較とその検討、2. 同上3群被験者の体温変動域の比較とその検討につき、既発表データを基に Review する。

1節 日本、タイ、アフリカ被験者による発汗能の比較

(1)実験条件：被験者は日本人 (n=60), タイ人 (n=30), アフリカ人 (n=6) による繰り返し実験を実施した。実験室内環境条件はタイ・チェンマイ大学の研究室内条件 (気温・湿度) に合わせて長崎大学・熱研・人工気象室内条件を Set した。発汗測定はカプセル法により、N₂ガス灌流による発汗部皮膚からの相対湿度変化 (%・rh) を Hygrometer で記録したのち換算式によって絶対値 (mg/cm²・min) に変換・表示した (各図参照)。

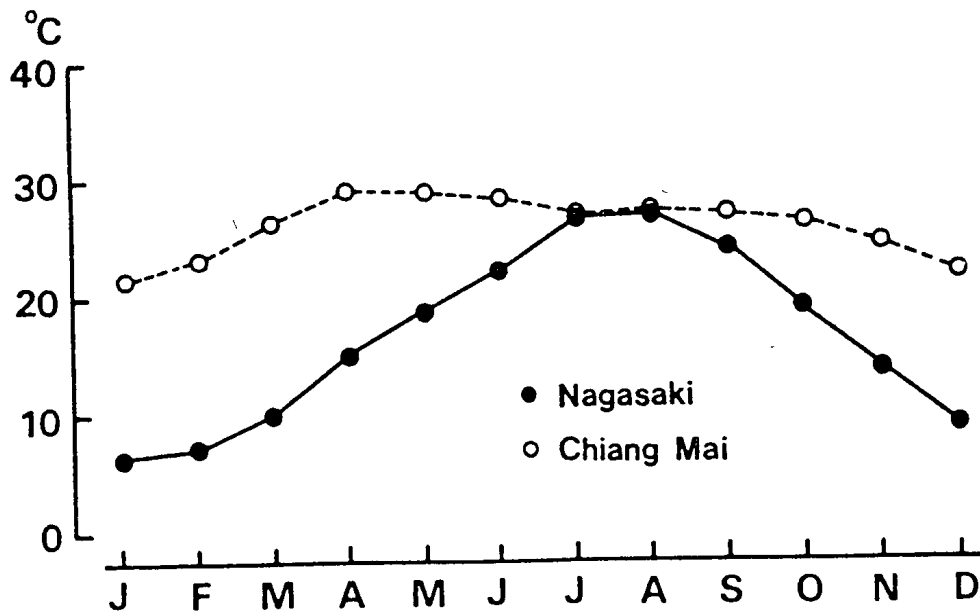
(2)実験結果：図1に示す如く、タイ国・チェンマイは地理的に熱帯地域の真中に位置し、1年を通じて乾期と湿期を繰り返し年間月別平均気温は図2に示す如く、季節的変動が少なく、日本・長崎における四季変化を示す温度分布と相違している。図3には、人工気象室26.6°C, 33% r·hにおける、日本人被験者の発汗実験記録例を示し、43°Cの温水に両下肢を浸水させ胸部と腹部からの発汗誘発を試みた実験であり、鼓膜温 (T_{tym}), 口腔温 (T_o) 及び平均皮膚温 (meanT_s) を同時記録している。図4は、タイ被験者の記録例でタイ・チェンマイ大学医学部生理学教室で実施・実験室内環境条件は26.6°C, 33% r·h



A map of Chiang Mai where locates 18° 47' N and 98° 39' E (Nagasaki 32° 44' N and 129° 52' E). Mean annual ambient temperature is 26.6°C and 16.6°C in Chiang Mai and Nagasaki, respectively.

図 1

であった。図 3 と図 4 の縦・横軸は等倍率であり、タイ被験者は一見して日本人被験者に比し発汗量が少なく、発汗潜時も長くなっている。図 5 には、アフリカ被験者の記録例を示す。この実験は当研究所で研修中のアフリカ人を被験者としており、人工気象室を前二者と同一条件に set した。アフリカ被験者では、日本・タイ被験者例に比し、更に発汗潜時が長いのが特徴である。図 6、図 7 は夫々、日本、タイ、アフリカ被験者による発汗潜時（図 6）と発汗量（図 7）の比較でアフリカ被験者 5 例中 2 例では、30 分間の温水負荷にて発汗を認めず、さらに 10 分間延長した例もある。アフリカ被験者の発汗潜時の平均は 22.8 ± 8.58 分であり、日本被験者より有意に長く ($p < 0.01$)、タイ被験者よりも長い傾向を示した。また、胸部、腹部の局所発汗量は、図 7 に示す如く



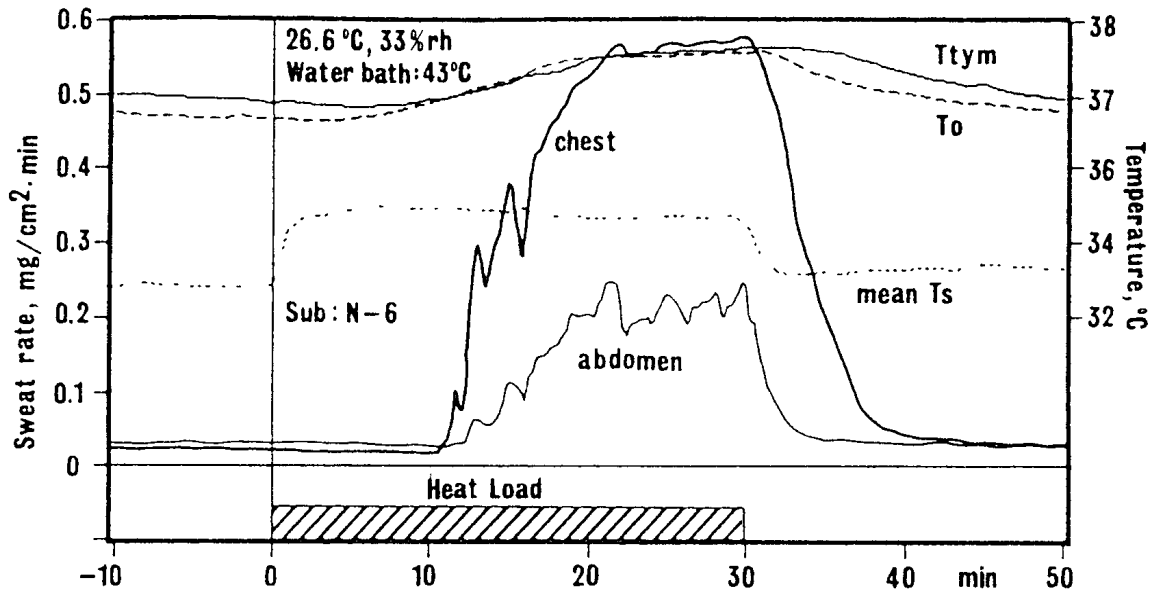
Mean monthly ambient temperatures in Nagasaki (32°44'N, 129°52'E, Japan) and in Chiang Mai (18°47'N, 98°59'E, Thailand). The experiments were carried out in the hottest months in both places, from August to September in Nagasaki and from March to April in Chiang Mai.

図2

日本被験者に対し、タイ、アフリカのそれは、有意に少量 ($p < 0.05$) であった。日本、被験者 ($n = 60$) とタイ被験者 ($n = 30$) で夫々胸部と腹部における発汗量を比較した結果を図8に示す。左(タイ)、右(日本)の図の座標は等尺大でない点に注意。日本被験者は60名中50名まで胸部発汗量が腹部のそれを上廻る。一方、タイ被験者は30名中20名まで腹部発汗量が胸部発汗量を上廻り幼少からの成育環境によって、発汗部位に差が生ずる点は興味深い。

(3)考察：発汗の部位差について納得し決定的実験データはないが、総じて発汗量は体表皮膚の露出部で多く、皮膚圧迫によって抑制を受ける(皮膚圧反射)。また交感神経地域性支配の報告もあり、今後更に検討を要する。表1に示す如く、熱帯地被験者は日本被験者に比較し、少量の発汗で体温をより低く保持し、図9に示す如く、少量発汗でその部位の皮膚温低下は顕著ではなく、非蒸泄性熱放散(Dry heat loss)に依存する特性がある。上記の発汗特性は、発汗の中枢性及び末梢性機序を介すると考えられるが、特に末梢性機序について、私共は、イオン能動輸送(Iontophoresis)を用いてアセチルコリン(ACh)感受性を判定するために定量的軸索反射性発汗試験(Quantative

TYPICAL RECORDING OF A JAPANESE SUBJECT



A typical recording of a Japanese subject in Nagasaki, oral and tympanic temperatures as well as mean skin temperature colmulated by a personal computer and local sweat rates on the chest and abdomen were recorded before during and after heat load by immersion of the lower legs in a hot water bath (43°C). Sub. N-6 No. 6 subject in Nagasaki Ttym tympanic temperature, To. mean oral temperature Ts. mean skin temperature calculated, of the chest, forearm, thigh and leg, after Ramamathan 1964

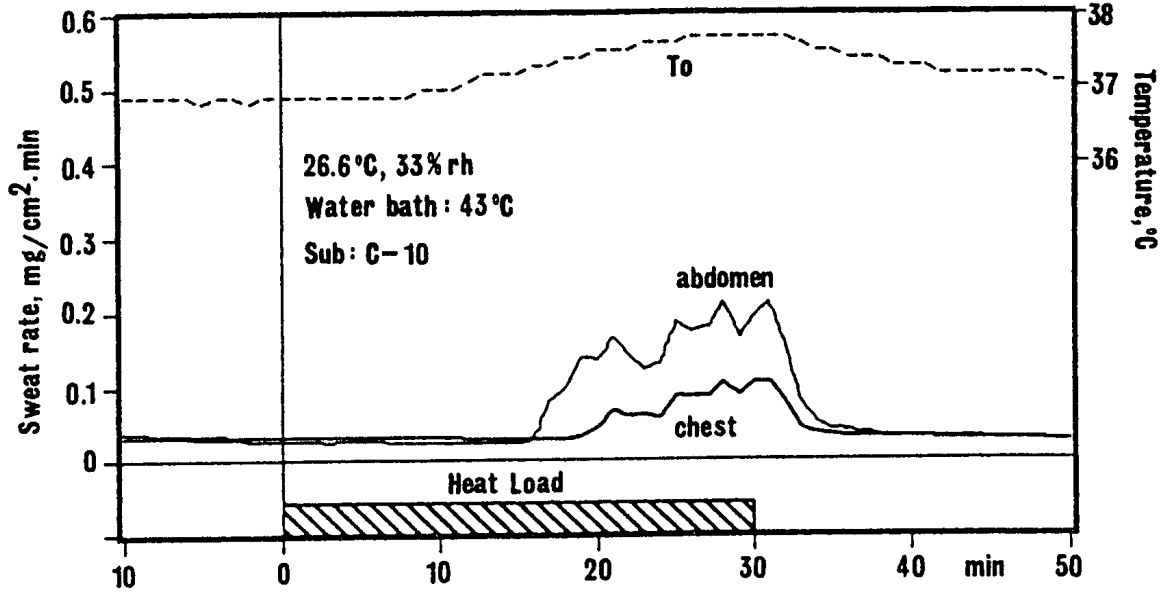
図 3

sudomotor axon reflex test : QSART) を実施し図10の如く図 6, 7 の結果と同傾向を示し, 熱帯地被験者は ACh 感受性が低下している事を示した。

2 節 日本, タイ, アフリカ被験者の体温変動域の比較とその検討

暑熱ストレス下における熱帯地住民の体温調節反応量が日本人に比して小さい事は, 体温や発汗にみる habituation phenomenon としての特徴であり, また図11に示す如く, 日本人被験者に比して同一加温負荷条件下で体温変動が小さい。更に, 生体において, 発熱や生理的高体温が42°Cを超える事は稀であり, 本報告では, 私共は, 暑熱順化の形成過程における体温上昇には negative feed back loop による体温上昇抑制機構の存在を仮定して実験した結果を報告する。①熱帯地住民は, 頻回に亘る発熱性疾患の Incidence によ

TYPICAL RECORDING OF A THAI SUBJECT



A typical recording of a Thai subject in Chiang Mai. Oral temperature and local sweat rate on the chest and abdomen were recorded before, during and after heat load by immersion of the lower legs in a hot water bath (43°C).

Sub C-10: No. 10 Subject in Chiang Mai

To: oral temperature

図 4

TYPICAL RECORDING OF AN AFRICAN SUBJECT

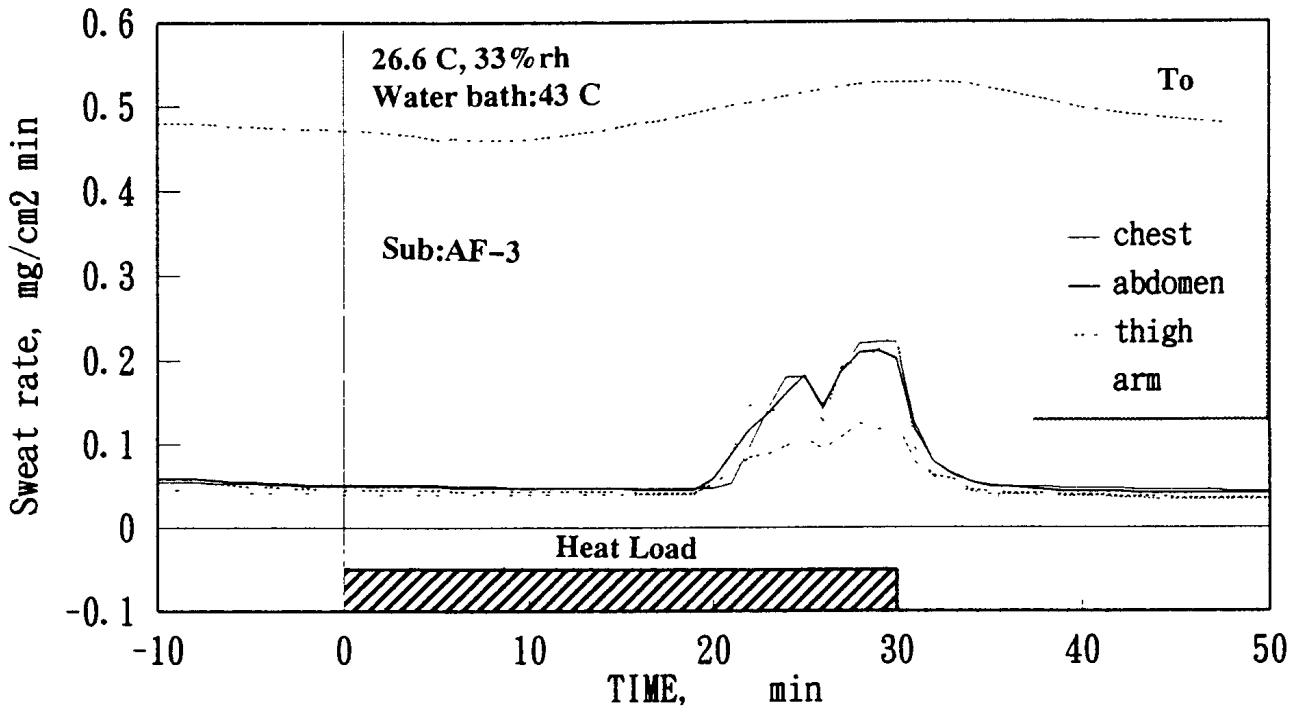


図 5

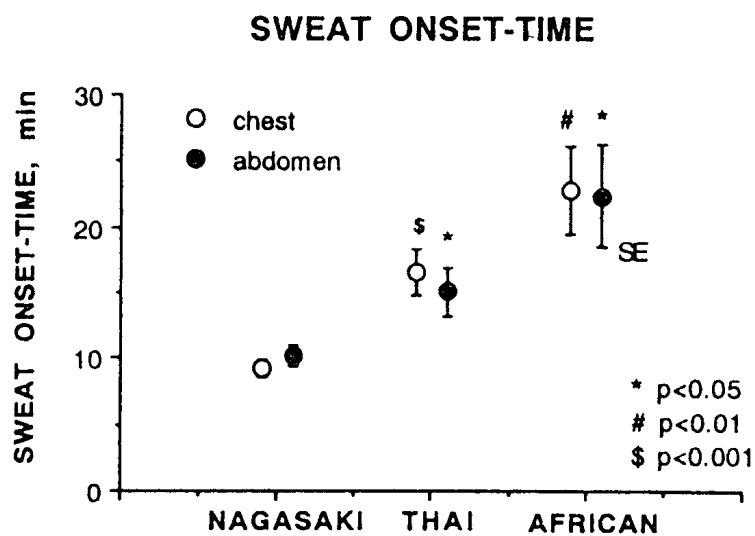


図 6

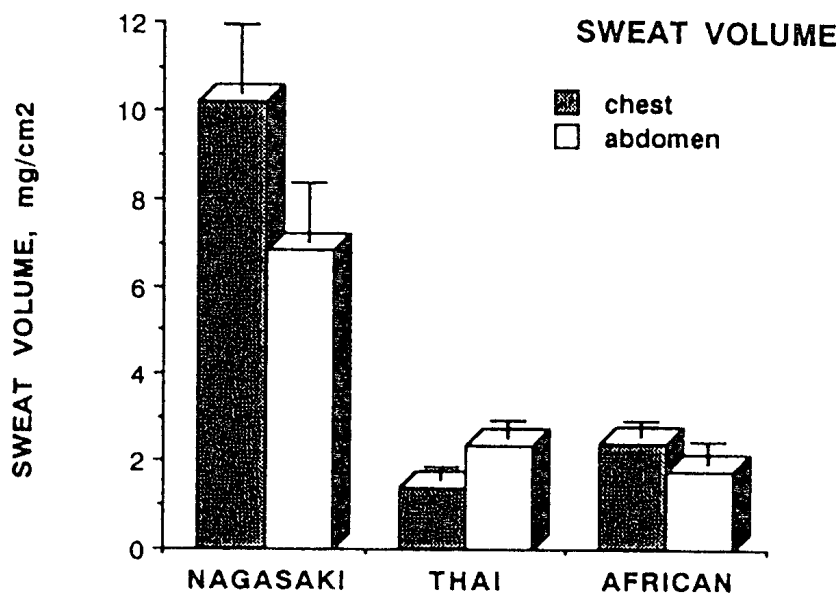


図 7

る Exogenous Biological Agent (例: L P S) と Macrophage (Mφ) の免疫反応を介して Endogenous I L-1 α・β の分泌 → B B B → P G E₂ → P O / A H を経て体温の Effector mechanism の駆動による高体温 (発熱) の誘起があるが、高体温 (発熱) 自体が Mφ の増殖抑制, Mφ からの I L-1 α・β の分泌抑制といった実験結果から negative feed back system が成立する (図12参照)。②更に、高体温 (発熱) が Mφ の細胞内で熱ショック蛋白 (H S P)

8章 発汗の国際比較—タイ国との共同研究

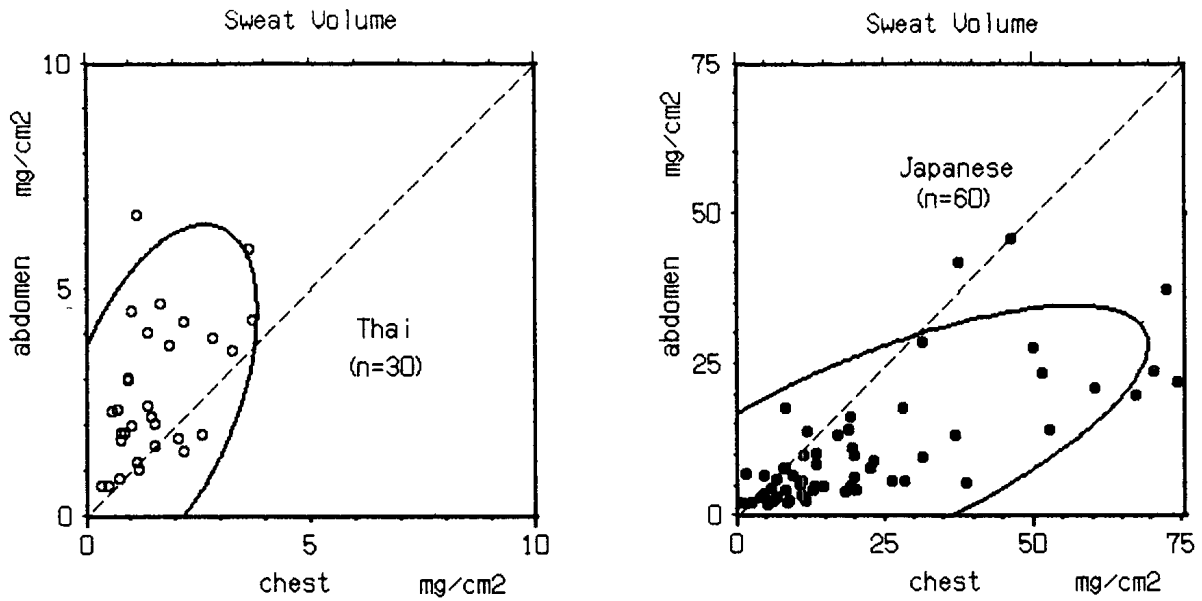


図 8

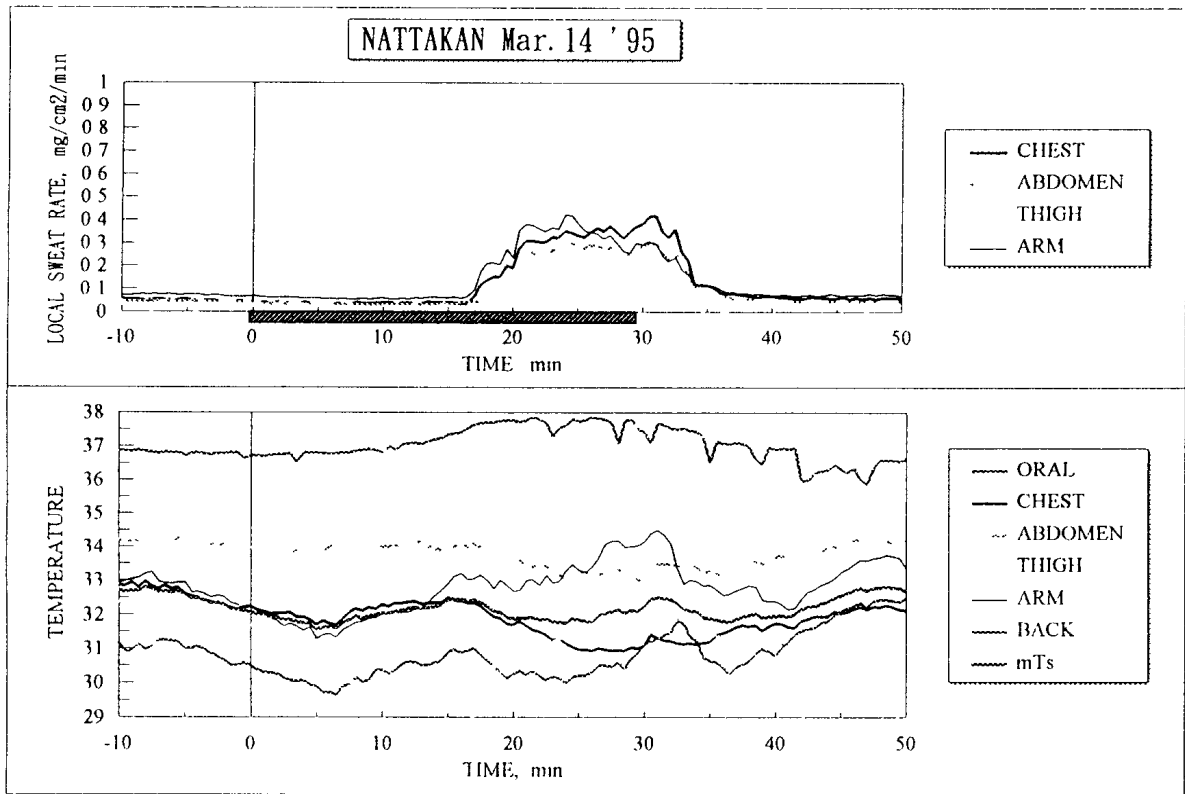
表 1

Comparison of sublingual temperature among Japanese, Thai and African.

	before	at the onset	at the end
JAPANESE	36.76±0.10	36.84±0.09	37.42±0.10
THAI	36.71±0.23	36.98±0.27	37.18±0.32
AFRICAN	36.72±0.12	36.85±0.16	37.16±0.15

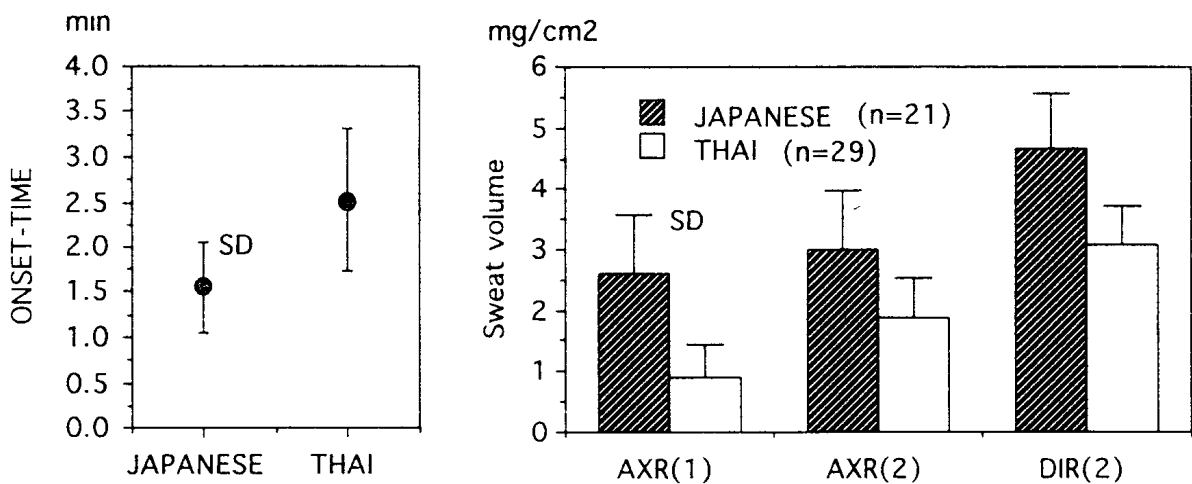
°C (mean±SD)

を誘導する過程で Heat Shock Transcription Factor(H S F)が I L-1 α ・ β のアミノ酸の塩基の sequence の各部で Homology であるので競合現象もあり、結果として I L-1 α ・ β の分泌を抑制する negative feed back loop が図12の如く成立し、体温上昇の抑制を示唆する結果を得ている。



☒ 9

QSART



☒ 10

CHANGES IN ORAL TEMPERATURE DUE TO HEAT LOAD

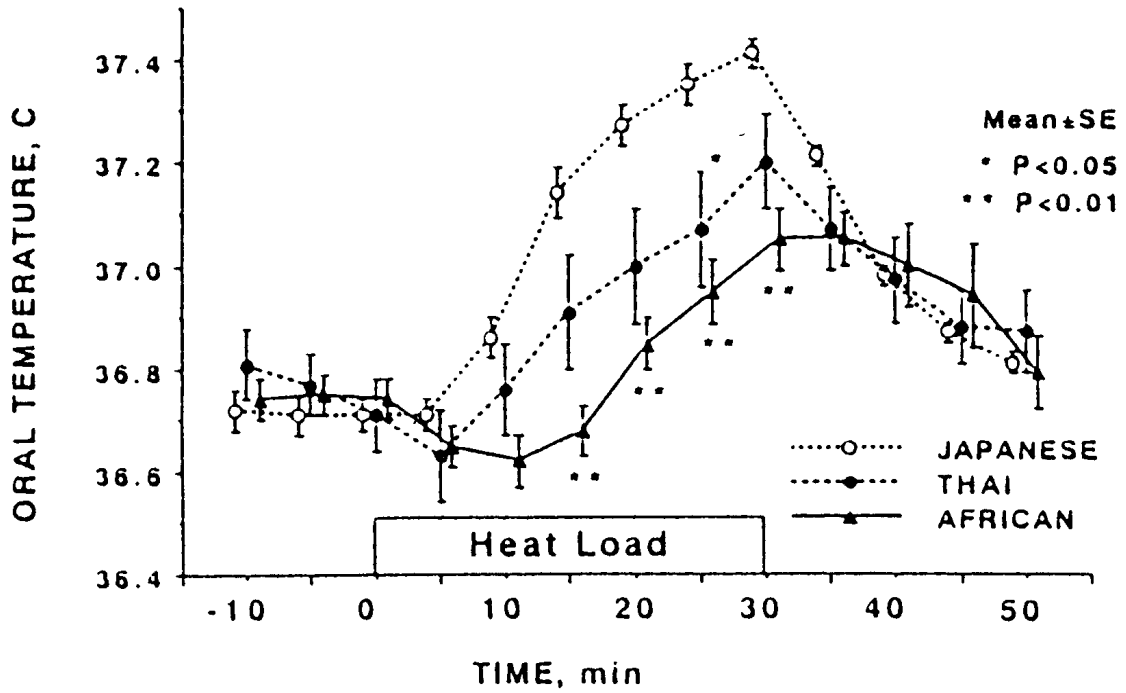


図 11

A Speculation of Negative Feed Back Loop of Fever

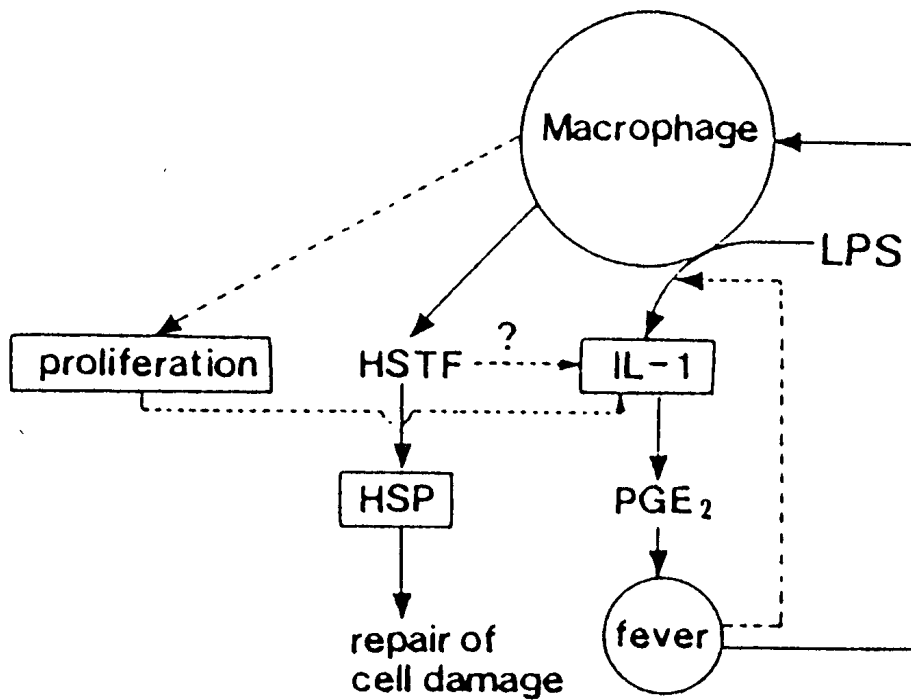


図 12

参考文献

- ①Matsumoto T, Kosaka M, Yamauchi M, et al. (1991) Trop. Med., 33, 127-133.
- ②Matsumoto T, Kosaka M, Yamauchi M, et al. (1993) Trop. Med., 35, 23-34.
- ③Matsumoto T, Yamauchi M, Kosaka M, et al. (1994) Jpn. J. Biometeor., 31(3),143.
- ④Kosaka M, Lee J-M, Matsumoto T, et al. (1995) Body Temperature and Metabolism, Ed. Nagasaka T and Milton A S, IPEC, Tokyo, 153-156.
- ⑤Low PA, Caskey PE, Msee RR, et al. (1983) Annals of Neurology, 14(5), 573-580.