

日本熱帯医学会雑誌

Japanese Journal of Tropical Medicine and Hygiene

第 6 卷 第 3, 4 号

昭和 53 年 12 月 15 日

内 容

原 著

- 沖縄(亜熱帯)生育者と本土(温帯)生育者の発汗反射, 能働汗腺数
および体温の比較研究辻田 純三, 堀 清記 157-165
- 東アフリカ・ケニア, タベタ地区におけるヒト住血吸虫症の浸淫状況 (英文)
.....片峰 大助, Siongok, T.K.A. 川島健治郎, 中島 康雄,
野島 尚武, 今井 淳一 167-180
- 東アフリカ・ケニア, タベタ地区における住血吸虫症の媒介貝類について (英文)
.....野島 尚武, 片峰 大助, 川島健治郎, 中島 康雄,
今井 淳一, 坂本 信, 嶋田 雅暁, 宮原 道明 181-193
- 東アフリカ・ケニア, タベタ地区における住血吸虫症の病原保有宿主としての
野生ネズミ類に関する研究 (英文).....川嶋健治郎, 片峰 大助, 坂本 信,
嶋田 雅暁, 野島 尚武, 宮原 道明 195-203

総 説

- ランブル鞭毛虫症と栄養失調 —Ornidazole での治療成績— (英文)
.....Lasserre, R. 205-210

学術記録

- 日本熱帯医学会九州支部第 2 回大会講演要旨 211-221

会 報

- 昭和53年度第 2 回幹事会記録 223
- 昭和53年度評議員会記録 223-224
- 第20回会務総会記録 224-225
- 投稿規定 226-227

沖縄(亜熱帯)生育者と本土(温帯)生育者の発汗反射、 能働汗腺数および体温の比較研究

辻田 純三・堀 清記

昭和53年4月10日 受付

緒 言

高温環境に馴化していないヒトに暑熱馴化を行わせると、同じ暑熱負荷に対して発汗反応が早く起こり、汗量が増加し、汗による放熱量の増加により体温上昇度が減少して、高温環境に耐える能力が獲得されることが知られている (Adolph, 1946; Dill *et al.*, 1938)。一方、出生時より熱帯に生活するような長期間高温環境に馴化したヒトは、中程度の暑熱負荷時には発汗反射の発現が遅延し、汗量が少なくて体温上昇度も低いといわれている (Kuno, 1956)。発汗潜時の延長と汗量の減少は汗による放熱量の減少を意味するから、長期間の馴化によって乾性放熱 (対流, 伝導, 輻射による放熱) 能力の向上があるものと推定される。しかし、汗量について、熱帯住民は温帯住民や寒帯住民より能働汗腺数が多いことから、暑熱負荷量が多くなれば熱帯住民の方が汗量が多くなり、発汗能力として優れているものと推測されている (久野, 1956)。亜熱帯の沖縄生育者と温帯の本土生育者の発汗反射については、能働汗腺数および高温環境下における乾性放熱量の比較を行った研究報告は少なく、わずかに発汗潜時について発汗性の低下した冬期における比較報告がなされているにすぎない (Hori *et al.*, 1976)。発汗反射と乾性放熱は季候の影響をうけること、および乾性放熱量は平均皮膚温が環境温より高い範囲においては平均皮膚温の高い方が多いことが知られているので (Robinson, 1949)、長期間の高温馴化が発汗反射

と高温曝露時の乾性放熱および能働汗腺数にどのような影響を与えるかを研究することは長期間の高温馴化の本態を解明するために必要である。そこで、沖縄生育者および本土生育者で最近沖縄に移住したヒトについて、夏季に発汗反射と高温環境下における皮膚温及び能働汗腺数の比較をして、両者の体温調節のパターンの差異について検討を加え、長期間の高温馴化と短期間の高温馴化の違いについて考察を加えた。

実験方法

沖縄に生れ育った成人男子7名と、本土に生れ育って沖縄へ移住してからの期間が3年以内の成人男子7名について7月に身体計測及び、高温環境下での体温の測定と発汗反射の測定を行った。能働汗腺数は生後3年以内にその数が決まるといわれているので、西宮市において沖縄より本土に最近移住した成人男子30名と本土に生れ育った成人男子20名について測定した。

皮下脂肪厚は栄研式皮脂厚計を用い、皮膚を10 g/cm²の圧力でつまんでから2秒後に測定した。測定は5回行って、その平均値をその部位の皮脂厚とした。皮脂厚の測定部位と平均皮脂厚算出のための加重平均係数は次の通りである (堀ら, 1974)。

	部 位	係 数
上腕:	右腕背面肩峰と肘頭の間と	0.141
	右腕前面中央部の平均値	
背:	右肩甲骨下角直下	0.143
胸:	右前腋窩皺壁と右乳頭の間	0.143
腹:	右乳線上, 臍の高さ	0.139

腰： 右肋骨下縁と右腸骨稜の中間 0.139
 大腿： 右大腿中央， 前面背面の平均値 0.295
 体脂肪含有率 f は予知式

$$f(\%) = 28.9 \times \frac{\text{体表面積}(m^2) \times \text{平均皮脂厚}(mm)}{\text{体重}(kg)} + 3.69$$

により求めた。

体表面積の算出には高比良の式を使用した。高温環境下での体温の測定は，発汗のない状態での乾性放熱量の比較が目的であるから体温の日内変動の影響を避けるため，午後3時に，30°C，湿度70%の室内に水泳パンツだけを着用させて座位にて30分間安静をとらせ，発汗準備状態としたときの全身10カ所の皮膚温をパイロメーターを用いて測定した。口内温（舌下温）は婦人体温計を用いて測定した。皮膚温の測定部位と平均皮膚温測定のための加重平均係数は次の通りである（Hori *et al.*, 1977）。

部位	係数
額： 前額中央眉上 2 cm	0.098
胸： 乳腺と第4肋骨の交点	0.083
腹： 乳腺上，臍の高さ	0.162
背： 肩甲骨下角直下	0.083
上腕： 三角筋中央点	0.082
前腕： 前腕内面中央線，下から 1/3	0.061
手： 手背中央線，上から 1/2	0.053
大腿： 大腿前面中央線，上から 1/2	0.172
下腿： 下腿後面中央線，上から 1/3	0.134
足： 足背中央線，上から 1/2	0.072

発汗反射は右肩甲骨下に内面が 12.6 cm² の発汗カプセルを装着しておき，発汗準備状態の被検者を 42°C のよく攪拌された湯に膝から下の両下肢を湯浴させ（Ohara, 1966），2分ごとにカプセル内の濾紙をかえて肉眼ではっきり発汗が発現したことが判るまで濾紙の交換を行って濾紙の重量の増加より求めた。濾紙の重量の増加が認められる最初の濾紙からは，発汗時間が不明確で発汗速度を正確に求めることができないので，便宜的に次の濾紙の重量増加から初期発汗速度の増加率を求め，発汗開始後の発汗速度の経時変化を図に画

き，この図形から発汗速度がゼロとなるべき時間を求め，このときを発汗開始時間とみなして，両下肢温浴開始時から発汗開始までの時間を発汗の潜時とした。

能働汗腺数の測定は次のように行った。皮膚表面にヨードアルコール液を塗布し乾燥したのち，発汗反射を測定したときと同じ条件で発汗させた後，ヨードカリ澱粉紙を圧着して，単位面積当たりの汗孔着色点を数えて能働汗腺密度とした（大原, 1977）。下肢の汗腺数は発汗が充分発現した状態で温浴を中止させて，乾いたタオルでよくぬぐった後測定した。能働汗腺の測定部位と平均濃度汗腺密度算出のための加重平均係数は次の通りである（大原, 1977；Weiner *et al.*, 1969）。

部位	係数
額： 前額中央眉上 2~3 cm	0.095
胸： 右胸，乳頭上 3~4 cm	0.123
背： 右肩甲骨中央	0.123
上腕： 左上腕外側肩峰と肘頭の間	0.120
前腕： 右前腕内面中央線，上から 1/2	0.090
大腿： 右大腿前面中央，上から 1/2	0.252
下腿： 左下腿外側中央線，上から 1/3	0.197

結 果

1. 身体計測

沖縄出身者（O群）と本土出身者（M群）の身体計測の結果を表1に示した。O群の身長および体重の平均値はそれぞれ，166.6 cm と 58.6 kg で M群のそれぞれの平均値 169.7 cm および 61.9 kg よりかなり小さかったが，この差は統計的には有意の差ではなかった。体表面積と体重の比は平均値で O群の方が M群よりわずかに大きかった。O群の胸囲，上腕囲および大腿囲の平均値はそれぞれ，86.6 cm, 26.1 cm, 及び 49.6 cm で M群のそれぞれの平均値 86.4 cm, 27.1 cm, 51.9 cm と比較すると O群は M群より胸囲がわずかに大きく，上腕囲と大腿囲がわずかに小さく，O群の身体的特徴は M群と比較して体格は小さいが体型の差はわずかであることが判る。

Table 1 Characteristics of subjects

Groups	Age (yr)	Height (cm)	Wt (kg)	B.S.A. (m ²)	B.S.A.	G.C. (cm)	G.A. (cm)	G.T. (cm)
					$\frac{B.S.A.}{Wt}$ (cm ² /g)			
O	21.0	166.6	58.6	1.67	0.285	86.6	26.1	49.6
	±1.9	±5.7	±5.5	±0.10	±0.010	±3.3	±0.8	±1.6
M	19.4	169.7	61.7	1.73	0.281	86.4	27.1	51.9
	±1.3	±7.5	±6.6	±0.13	±0.011	±4.1	±1.3	±2.0

O: Okinawa group, M: Main Islands group, Wt: Body weight, B.S.A.: Body surface area, G.C.: Girth of chest, G.A.: Girth of upper arm, G.T.: Girth of thigh. Mean values are given with their standard deviations.

Table 2 Skinfold thickness and body fat of subjects

Groups	Skinfold thickness (mm)						Mean	Body fat (%)
	Chest	Abdomen	Back	Waist	Upper arm	Thigh		
O	8.0	11.0	8.6	10.5	4.3	9.8	9.3	11.4
	±3.5	±5.0	±1.4	±3.8	±0.8	±8.4	±2.8	±2.4
M	8.7	11.3	9.0	11.6	5.1	11.0	9.9	11.6
	±3.9	±6.3	±1.8	±5.1	±0.8	±4.4	±3.1	±2.2

O: Okinawa group, M: Main Islands group. Mean values are given with their standard deviations.

2. 皮脂厚

皮脂厚の測定値は表皮と真皮、及び皮下脂肪層の厚さをそれぞれ二層ずつ含んでいるが、測定値そのものを皮脂厚として表わした。測定部位別の皮脂厚と平均皮脂厚を表2に示した。どの測定部位をみてもO群の平均値はM群の平均値より小さかったが有意差のある部位はなかった。皮脂厚は部位によって異なるが、O群では胸部が最も厚く、M群では腰部が最も厚く両群ともに上腕部が最も薄かった。即ち、両群に多少の部位による差はあるが、皮下脂肪の部位別分布は類似していた。皮下脂肪厚と体重、体表面積より算出された体脂肪含有率の平均値はO群で11.4%でM群の11.6%よりわずかに小さかった。

3. 口内温および皮膚温

口内温、全身10カ所の部位別皮膚温、平均皮膚温、 $T_{or}-\bar{T}_s$ gradientの平均値及び標準偏差を表3に示した。O群の口内温の平均値は37.0CでM群の平均値36.7Cよりやや高かった。皮膚温は測定されたどの部位でもO群の平均値はM

Table 3 Oral temperature and skin temperatures

Groups	Okinawa		Main Islands	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.
T_{or}	37.0	0.2	36.7	0.3
Forehead	35.9	0.3	34.9	1.4
Chest	34.4	1.0	34.1	0.9
Abdomen	34.5	0.9	34.0	0.5
Back	35.0	1.0	34.4	0.6
Upper arm	35.2	0.9	34.8	0.8
Forearm	35.4	0.7	35.1	0.6
Hand	35.4	0.7	35.0	0.9
Thigh	34.8	0.9	34.4	0.5
Calf	35.0	0.8	34.8	0.6
Foot	34.7	1.2	34.4	0.9
\bar{T}_s	35.0	0.7	34.5	0.4
$T_{or}-\bar{T}_s$	2.02	0.8	2.20	0.6

T_{or} : Oral temperature, \bar{T}_s : Mean skin temperature.

Mean values (in C) are given with their standard deviations (S.D.).

群の平均値より高く、したがって O 群の平均皮膚温の平均値は 35.0°C で M 群の平均値 34.5°C より高かった。しかし、これらの差は統計的には有意でなかった。皮膚温の最も高い部位は O 群では前額部で 35.9°C で、M 群では前腕部の 35.1°C であった。一方、最も低い部位は O 群では胸部で M 群では腹部であった。O 群は M 群と比較して前額で 1.0°C 軀幹部で 0.47°C、四肢で 0.33°C 高く、両群の間で皮膚部位による差がかなりあった。 $T_{or}-\bar{T}_s$ gradient の平均値は O 群で 2.0°C で M 群の平均値 2.2°C より小さかった。しかし、この差は有意差ではなかった。 $T_{or}-\bar{T}_s$ gradient の値は体表面積当たりの代謝量が等しい場合は、身体の熱貫流率と逆比例関係にあるので、O 群の熱貫流率は M 群のそれより大きいことが推測される。

4. 発汗反射と初期発汗速度

O 群と M 群の被検者別の発汗の潜時と初期発汗速度の両群の平均値および標準偏差を表 4 に示

した。O 群の発汗の潜時の平均値は 6.1 分で M 群の平均値 4.0 分よりかなり大きく、O 群の初期発汗速度の増加率の平均値は $0.24 \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{min/min}$ で M 群の平均値 $0.33 \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{min/min}$ よりかなり小さかったが、いずれも有意差ではなかった。以上の結果より、O 群の発汗の特徴は M 群と比較して発汗反射の発現が遅く初期発汗速度が低いことであることが判る。

5. 能働汗腺の密度

全身 7 カ所の皮膚の能働汗腺密度と平均能働汗腺密度の平均値と標準偏差を表 5 に示した。O 群の能働汗腺密度の平均値は、測定されたどの部位でも M 群の平均値より大きい。しかし、その差は統計的には有意ではない。両群とも最も密度の高い部位は前額部であり、以下密度の高い順位は胸、背、上腕、前腕、大腿、下腿となり一致している。平均能働汗腺密度は O 群の平均値が $147.6 \text{ glands/cm}^2$ で M 群の平均値 $140.8 \text{ glands/cm}^2$ よりわずかに大きい。総能働汗腺数は平均能働汗

Table 4 Latent period for sweating and initial sweat rate

Groups	Subjects	Onset of sweating (min)	Initial rate of increase in sweat rate ($\text{mg/cm}^2 \cdot \text{min/min}$)
O	Y.H.	7.2	0.28
	K.Y.	3.8	0.57
	H.S.	5.2	0.17
	A.G.	6.0	0.07
	T.M.	9.4	0.16
	T.T.	5.8	0.20
	H.S.	5.5	0.27
M±S.D.		6.1±1.6	0.24±0.15
M	S.T.	4.2	0.42
	M.S.	5.2	0.36
	H.M.	1.0	0.44
	M.K.	6.0	0.27
	Y.M.	4.2	0.05
	H.H.	4.0	0.48
	T.Y.	3.4	0.31
M±S.D.		4.0±1.5	0.33±0.13

O: Okinawa group, M: Main Islands group.

M±S.D.: Mean values and their standard deviations.

Table 5 Numbers of active sweat glands

Groups	No.	Forehead	Chest	Back	Upper arm	Forearm	Thigh	Leg	Mean
O	30	206.0	158.8	156.1	141.9	128.4	125.5	119.9	138.8
		±34.5	±32.7	±24.9	±17.1	±14.6	±16.2	±13.4	±19.7
M	20	197.2	153.1	145.6	129.6	126.3	117.3	116.4	131.6
		±21.9	±22.2	±16.2	±9.8	±13.6	±11.1	±10.7	±13.7

O: Okinawa group, M: Main Islands group, No.: Numbers of subjects.
Mean values (in glands/cm²) are given with their standard deviations.

腺密度と体表面積の積で求められるが、O群の体表面積はM群のそれより小さい傾向にあるため、総能動汗腺数はほとんど差がないものと推定される。

考 察

季候はヒトの体温調節機能に影響を及ぼし、異なる季候下に長期間生活した場合には、発育状態、身体構成や体型にも差異が生じることはよく知られている (Lewis *et al.*, 1960)。沖縄は亜熱帯に属し、沖縄の季候は温帯の日本本土の季候と比較して、夏の高温期間が長く、冬は温暖で、したがって季節による気温の変化が少なく、また、一年を通じて気温の日内変動巾が少ない。日本本土に生育したヒトが季候の異なる沖縄に移住した場合に、季候の人体生理機能に及ぼす影響は比較的短期間に現われ (Williams *et al.*, 1967; Whyndham, 1967)、本土生育者の体温調節機能と、沖縄に生育したヒトとの体温調節機能の差は、主として生育期における長期間の季候の差異によってもたらされたものとみなしうる。

身体計測の結果より、沖縄生育者の体格、体型上の特徴は本土生育者と比較して、身長が低く、体重が軽く、身体幹部に比して四肢の囲径が小さいことで、この体格、体型の特徴は低温季候下で生息する哺乳動物が体格が大きくなるという Bergman の法則および高温季候下では軀幹部に比し四肢が細長くなる Allen の法則と一致するものである (堀ら, 1976; Coon *et al.*, 1950)。

体表面積と体重の比は沖縄生育者の方が本土生育者より大きい。高温環境下での歩行やランニン

グあるいは階段を昇るような体重の移動を伴う身体運動を行うときは、エネルギー消費量及び代謝量(産熱量)は体重に比例するが、放熱量は皮膚温が環境温より高い場合には体表面積に比例するので、体表面積と体重との比は大きい方が高温環境下での体温調節に有利である。したがって沖縄生育者の体型は本土生育者に比べて高温環境下で有利な体型を有する傾向があると言える。

脂肪の熱伝導率は非脂肪組織の熱伝導率より低く、そのため皮下脂肪層が厚い場合は体熱の放散に不利である (Keys *et al.*, 1953)。表2に示されたように、沖縄生育者の皮下脂肪厚は測定されたどの部位をみても本土生育者より薄く、ことに放熱に有効な四肢に於て薄い傾向を示し、皮下脂肪厚の差からも、沖縄生育者の体熱放散は本土生育者より有利であると推定される。高温季候下で生活すると摂取養価量が減少すること (Johnson *et al.*, 1947; Welch *et al.*, 1958) 及び摂取養価量の減少は体脂肪量の減少をきたすことが知られているので、沖縄生育者の皮下脂肪厚の減少は長期間の高温環境下での生活による摂取養価の減少が原因になっているものと推定される。皮膚よりの伝導、対流および輻射の機転による放熱(乾性放熱)量は平均皮膚温と環境気温の差に比例するので、発汗のない状態での放熱量は平均皮膚温が高いほど大きい。表3に示された皮膚温は環境温 30°C の安静時の皮膚温で、この状態は発汗準備状態といわれ、皮膚血管の拡張による皮膚温の上昇により放熱を増加させて体温を調節できる極限状態での両群の皮膚温を示している。沖縄生育者の皮膚温は測定されたどの部位でも本土生育者より高く、従って平均皮膚温も高い。このことはおそらく沖

縄生育者の皮膚血管の拡張度が本土生育者のそれより強く、皮膚循環血液量が多くなって皮膚温が高く維持されたものと推定される。

皮膚温の部位差をみると、沖縄生育者は本土生育者と比べて軀幹部の皮膚温に比して四肢の皮膚温が低くなっている。環境温度が中和温域より上昇すると、軀幹部より四肢の皮膚温の上昇度が大きくなって軀幹部と四肢の皮膚温の差が小さくなるので、沖縄住民の四肢の皮膚温は、環境温が30°Cより少し高くなるとさらに上昇する可能性を有するものと推察される。表3に示されたように、沖縄生育者の $T_{or}-\bar{T}_s$ gradient の平均値2.02°Cは本土生育者の平均値2.2°Cよりかなり小さい。代謝量に大きな差がないときは $T_{or}-\bar{T}_s$ gradient と身体の熱貫流率とは逆比例の関係にある。したがって高温環境下では沖縄生育者は本土生育者と比較して高い熱貫流率を有し、体熱の体表への運搬能力が秀れていることが推察される。以上のように両群の皮膚温と身体の熱貫流率の差異より、沖縄住民の乾性放熱能力が本土生育者より秀れていることを推定させる。

高温環境に馴化していないヒトに短期間の高温馴化を行わせると発汗反射の発現が早くなり汗量が増加することはよく知られているが (Adolph, 1946; Dill *et al.*, 1938), 熱帯に生下時より生活するような長期間の高温馴化者は、少なくとも中程度の高温負荷に対しては発汗の潜時が長く、汗量も少ないといわれている (Kuno, 1956)。本研究においては表4より明らかなように、沖縄生育者は本土生育者と比較して発汗の潜時が長い。汗腺細胞より分泌される汗の precursor fluid は汗腺の導管部で吸収されるものとされているので、真の発汗反射の発現の潜時は皮膚に汗が分泌される時間よりも早いものであろう。しかし、汗腺細胞での分泌反射の発現時間と皮膚への汗の分泌が現れる時間とは相関が強いと思われるので、皮膚への汗の分泌の潜時は真の発汗反射の発現の潜時の長短を示すものと考えてよい。沖縄生育者は本土生育者より初期における発汗速度の増加の割合も少ないので、同一高温負荷に対して汗量の少ないことは明らかである。しかし、我々はすでに沖縄

生育者は汗量が少ないにもかかわらず、体温の上昇度は変わらないことを報告している (Hori *et al.*, 1976)。その理由は、体温中枢の馴れ “Habituation” (Glaser *et al.*, 1953) によって、かえって発汗反射を生じる中枢の感受性が低下するためと言われている。本研究においても、下肢をつけることによって発汗準備状態より、下肢より体内に熱の入る量、従って体温上昇度が両群においてほぼ等しいと思われるので、発汗速度の増加度は体温上昇に対する発汗中枢の感受性を表わすとも解釈できるが、この値は表4より、沖縄住民の平均値 $0.24 \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{min/min}$ は明らかに本土生育者の平均値 $0.33 \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{min/min}$ より小さく、沖縄生育者の発汗中枢の感受性が本土住民のそれより低いことがうかがわれる。しかし、発汗速度は中枢機序の他、末梢の機序も関与していることが知られているので、末梢での発汗に関与する生理反応、例えば汗腺の反応性等に差があれば、必ずしも中枢での感受性の変化がなくても発汗速度の差異を説明することは可能である。

高温環境下での体熱の平衡を考えると発汗反射の発現がおくれ、汗量が少ないことは汗による放熱量が少ないことを示す。それにもかかわらず体温上昇度がむしろ低い (Hori *et al.*, 1976) のは、沖縄生育者が放熱に有益な体型をもち、皮下脂肪厚が少ない放熱に有利な体構成を有し、そのうえ、おそらく皮膚循環が良好であることによって皮膚温を高く維持する能力に秀でており、乾性放熱能力が高いことによって補っているものと思われる。

能働汗腺数密度の平均値は表5に示されたように、測定されたすべての部位で沖縄生育者の方が本土生育者より大きいとその差は少ない。能働汗腺密度に関しては functioning active sweat gland (実際に発汗を行う汗腺) は温度負荷により変わるとする学者もあるが、久野 (1956) によれば、温熱性発汗は全身のすべての能働汗腺に同時に起こるとして、これを発汗の普現法則と呼んでいる。本研究での能働汗腺密度を発汗の普現性によって真の能働汗腺数を示しているものとするれば、沖縄生育者は能働汗腺密度が高いので、もし汗腺の発

汗能力が等しいと仮定すると皮膚表面積当たりの発汗能力が秀れており、皮膚面積当たりの汗量が等しい場合、沖縄生育者は皮膚の濡れ面積 (wetted area) の割合が大きくなり、発汗による放熱効率がよい傾向を示すものと思われる。総能働汗腺数は、平均能働汗腺数と体表面積の積に比例する。体表面積は沖縄生育者の方が本土生育者より小さい傾向があるので、総能働汗腺数は両群の差はほとんどないものと推定される。しかし、上述のように発汗による放熱能力の優劣は、総能働汗腺数より能働汗腺密度の方がより関連が強いと考えられるので、能働汗腺密度からも沖縄生育者の方が本土生育者より高温環境下での体熱放散能力が秀れているものと推論される。

要 約

沖縄に生れ育った成人男子7名、及び本土に生れ育って沖縄へ移住してからの期間が3年以内の成人男子について、7月に身体計測および30°C、湿度70%の室内に安静を保たせたときの口内温、及び全身10カ所の皮膚温を測定し、その後で42°Cの水に両下肢を温浴させ、背部の局所発汗を濾紙法で測定することにより、発汗反射の観察を行って次のような結果を得た。

1. 沖縄生育者は本土生育者より身長は低く、体重は軽く、四肢の囲径が小さく皮下脂肪厚が薄かった。これらの身体的特徴は一般に高温環境下に生活するヒトの身体的特徴と一致し、高温環境下での体熱放散に有利な体型、体格を有すること

が判った。

2. 沖縄生育者の皮膚温は本土生育者の皮膚温より高く、乾性放熱能力が秀れており、また口内温と平均皮膚温の差が少ないことから、身体の熱貫流率が高いものと推定される。沖縄生育者の秀れた乾性放熱能力が、高温環境下での発汗の発現が遅くて発汗量が少量であるにもかかわらず、体温上昇度がむしろ低い理由の一つと考えられる。

3. 沖縄生育者の発汗反射発現の潜時の平均値は6.1分で本土生育者の4.0分よりかなり長く、従来報告されている熱帯住民の発汗反射の特徴と一致した。沖縄生育者の発汗反射の発現時に起こる発汗速度の増加率は、本土生育者のそれより低く、体温の上昇に対する発汗の増加量が少ないことが示唆された。

4. 沖縄生育者の能働汗腺密度は、測定されたすべての皮膚部位に於て本土生育者より高く、発汗による放熱能力が秀れていることが推定された。

5. 沖縄生育者の高温環境下における体温調節能力が、本土生育者で沖縄へ移住した者より秀れていることは、生下時より高温環境に曝露される機会が多く、長期間の高温馴化により獲得されたものと思われる。

謝 辞

稿を終るにあたり、研究に際し多大の御協力を頂きました琉球大学保健学部、赤松 隆教授に心から感謝の意を表します。なお、本研究は文部省科学研究費の援助によって行われた。

文 献

- 1) Adolph E. F. (1946): The initiation of sweating in response to heat, *Am. J. Physiol.*, 145, 710-715
- 2) Coon, C. S., Garn, S. M. and Birdsell, J. B. (1950): *Races: A study of the problems of race formation in man*, Charles C. Thomas, Illinois
- 3) Dill D. B., Hall, F. G. and Edwards, H. T. (1938): Changes in composition of sweat during acclimation to heat, *Am. J. Physiol.*, 123, 412-419
- 4) Glaser, E. M. and Whittow, G. C. (1953): Evidence for a non-specific mechanism of habituation, *J. Physiol. (Lond)*, 122, 43
- 5) Hori, S., Ihzuka, H. and Nakamura, M. (1976): Studies on physiological responses of resi-

- dents in Okinawa to a hot environment, *Jap. J. Physiol.*, 26, 235-244
- 6) 堀 清記, 飯塚平吉郎, 中村 正 (1974): 沖縄住民と本土住民の皮下脂肪厚および体脂肪含有率の比較, *栄養と食糧*, 27 (7), 335-339
 - 7) Hori, S., Ohnaka, M., Shiraki, K., Tsujita, J., Yoshimura, H., Saito, N. and Panata, M. (1977): Comparison of physical characteristics, body temperature and basal metabolism between Thai and Japanese in a neutral temperature zone, *Jap. J. Physiol.*, 27, 525-538
 - 8) 堀 清記, 斉藤 昇, 吉村寿人 (1976): 熱帯住民の高温環境への適応に関する試論, *東南アジア研究*, 14 (1), 123-131
 - 9) Johnson, R.K. and Kark, R.M. (1947): Environment and food intake in man, *Science*, 105, 378-379
 - 10) Keys, A. and Brožek, J. (1953): Body fat in adult man, *Physiological reviews*, 33, 245-325
 - 11) Kuno, Y. (1956): Human perspiration, Charles C. Thomas, Springfield
 - 12) Lewis, H. E., Masterson, J. P. and Posenbaum, S. (1960): Body weight and skinfold thickness of men on a polar expedition, *Clin. Sci.*, 19, 551-561
 - 13) Ohara, K. (1966): Chloride concentration in sweat: Its individual, regional, seasonal and some other variations and interrelations between them, *Jap. J. Physiol.*, 16, 274-290
 - 14) 大原孝吉 (1977): 発汗の観察と測定法, 130-131, *生理学実習書*, 日本生理学会編, 南江堂, 東京
 - 15) Weiner, J. S. and Lourie, J. A. (1969): *IBP Handbook No. 9. Human Biology, A guide to field methods*, Oxford and Edinburgh, London
 - 16) Welch, B. K., Buskirk, E. R. and Iampietro (1958): Relation of climate and temperature to food and water intake in man, *Metal. Clin. Exp*, 7, 141-148
 - 17) Whyndham, C. H. (1967): Effect of acclimatization on the sweat rate/rectal temperature relationship, *J. Appl. Physiol.*, 22, 27-30
 - 18) Williams, C. G., Whyndham, C. H. and Morrison, J. F. (1967): Rate of loss of acclimatization in summer and winter, *J. Appl. Physiol.*, 22, 21-26

COMPARATIVE STUDIES ON SWEATING REFLEX, NUMBERS OF ACTIVE SWEAT GLAND AND BODY TEMPERATURE OF SUBTROPICAL NATIVES AND TEMPERATE NATIVES

JUNZO TSUJITA AND SEIKI HORI

Received for publication 10 April 1978

Anthropometric measurements and measurements of body temperature and latent period for onset of sweating were made in the summer in Okinawa on 7 young male Japanese who were born and

The 1st Department of Physiology, Hyogo College of Medicine, Nishinomiya 663, Japan.

reared in Okinawa, subtropical zone (Group O), and 7 young male Japanese who were born and reared in the Main Islands of Japan, temperate zone, but moved to Okinawa in less than three years (Group M). Measurement of numbers of active sweat glands were made on 30 subjects in Group O and 20 subjects in Group M in Nishinomiya.

After staying at rest for 30 min in a room with a temperature of 30 C and 70 per cent R. H., oral temperature and skin temperatures at 10 sites were measured. Sweating was induced by immersing the legs just below the knees and the time of the onset of sweating was determined by measuring the weight of the filter paper mounted on the back which was changed at 2 min intervals. Counting of numbers of the active sweat glands at seven sites was made by the Minor's calorimetric methods after sweating was induced by the foot bath method.

Group O showed a little shorter height, lighter body weight and higher ratio of body surface to body weight than Group M. The skinfold thickness for Group O was thinner than that for Group M. The mean values of oral temperature and skin temperatures for Group O were slightly greater than those for Group M. The mean value of $T_{or} - \bar{T}_s$ gradient for Group O was slightly smaller than that for Group M. The mean value of the density of active sweat gland for Group O was greater than that for Group M.

These results suggest that the capacity of Group O for non-evaporative heat dissipation is superior to that of Group M, Group O has higher conductive-convective heat transfer coefficient from core to skin than Group M, and the efficiency and capacity of evaporative heat dissipation for Group O are superior to those for Group M.

The anthropometrical characteristics, higher skin temperature, higher conductive-convective heat transfer coefficient, longer latent period of sweating reflex, and greater density of the active sweat gland for Group O might be explained as due to a result of long-term heat acclimatization to hot climate.

PREVALENCE OF HUMAN SCHISTOSOMIASIS IN THE TAVETA AREA OF KENYA, EAST AFRICA¹

DAISUKE KATAMINE², T. K. ARAP SIONGOK³, KENJIRO KAWASHIMA⁴,
YASUO NAKAJIMA², HISATAKE NOJIMA² AND JUN-ICHI IMAI²

Received for publication 1 August 1978

Abstract: A total of 963 individuals in three villages were examined for schistosomiasis by both skin test and schistosome ova detection in stool and urine in 1974. The antigen used for skin test was VBS adult *S. japonicum* antigen (1:10,000 dilution). Stool and urine samples were examined through the concentration methods. Egg-positive rate was 62.2 per cent in Jipe, 68.0 per cent in Eldoro, 69.6 per cent in Kivalwa. Jipe was infested mostly by *S. mansoni*, Kivalwa by *S. haematobium* and Eldoro by both two schistosomes. The egg-positive rate was higher in females than in males in Eldoro. In Jipe and Kivalwa, however, the differences in the rate between males and females were not statistically significant. The rate increased with age in children, reached a peak between the ages of 5 and 14 years and then decreased gradually. The positive rate of skin test was 76.4 per cent in total, higher than that of stool and urine examinations. The skin reaction was weak or absent among many egg-positive children. The skin-test-positive rate increased as the age advanced and reached 95 per cent in inhabitants from 40 years up. The positive rate of skin test was higher among males than females in Jipe. No significant difference in the rate between males and females was found in Eldoro and Kivalwa. Among the egg-positive subjects there was no significant difference in skin reaction between *S. mansoni* infection and *S. haematobium* infection. In 1975 stool and urine samples from Jipe, Kivalwa, Kuwahoma and Chala were examined. Kuwahoma proved to be infested by *S. haematobium*. In Chala schistosome infection was rare. There exist villages infested by *S. mansoni* and/or *S. haematobium* in the small area. It seems that VBS adult *S. japonicum* antigen for skin test and the concentration methods for stool and urine examinations are of use in the epidemiological survey in the areas where *S. mansoni* and/or *S. haematobium* infections are prevailing.

INTRODUCTION

It was revealed by the previous investigations made by the Division of Vector Borne Diseases, National Public Health Laboratory Services, Kenya and some others that schistosomiasis *mansoni* and haematobia are prevailing in villages around

1 Studies on Schistosomiasis in Kenya, East Africa (Report 1) conducted by Schistosomiasis Research Team (Leader: D. Katamine), Institute for Tropical Medicine, Nagasaki University and Kenyan Counterparts, supported by a Scientific Research Grant from the Ministry of Education, Japan. 2 Department of Parasitology, Institute for Tropical Medicine, Nagasaki University, Nagasaki, Japan. 3 Division of Vector Borne Diseases, National Public Health Laboratory Services, Ministry of Health, Nairobi, Kenya. 4 Laboratory of Medical Zoology, School of Health Sciences, Kyushu University, Fukuoka, Japan.

Taveta Town located at the base of Mt. Kilimanjaro, near Kenya-Tanzania border, within the boundaries of Kenya (Highton, 1974). Some villages surrounding this town (i.e. Jipe, Eldoro, Kivalwa, Kuwahoma and Chala) were selected for our three years investigations into schistosomiasis in Kenya beginning in 1974. Jipe is a fishing village of Luo people totally depending on fishing in Lake Jipe. Eldoro, Kivalwa and Kuwahoma are situated along the irrigation canals from the Lumi River and Chala on the Lumi River. The inhabitants of these villages are engaged in cotton, maize and banana production or stock farming except some working at sisal estates.

The present paper reports the data collected on stool and urine examinations and skin test for schistosomiasis in the area during the first and second years of the investigations.

MATERIALS AND METHODS

In the three villages, Jipe, Kivalwa and Eldoro, 1,170 individuals were subjected to stool and urine examinations and skin test using VBS *S. japonicum* antigen during the survey period of the first year (December, 1974). However, the statistics of three combined examinations were compiled from 963 inhabitants, because some of them did not provide enough quantities of stool and/or urine samples (Figure 1).

Stool examination: The fecal sample, at least 1 g, usually 3 to 5 g, was processed according to the MIFC method (Blagg *et al.*, 1955) which was modified by Ota and Sato (1957) for schistosome ova detection. Ten ml of MF solution and one drop of Tween 80 were added to each 1 g of stool sample and mixed well. The suspension was strained through gauze into a centrifuge tube. Approximately 2 to 4 ml of ether was poured into the tube for each 1 g of initial sample. The centrifuge tube was stoppered, shaken vigorously for 30 sec, left standing for 2 min and centrifuged at 1,600 rpm for 1 min. The plug under the ether was loosen and the supernatant was discarded. The deposit in the bottom of the tube was examined under microscope for schistosome ova. The MF solution consisted of 200 ml of stock solution, 250 ml of water, 25 ml of formalin and 5 ml of glycerine. To make 1,000 ml of stock solution, water was added to the mixture of sodium merthiolate 1 g, 500 ml of ethyl alcohol and 100 ml of acetone.

Urine examination: The urine sample, usually 100 to 200 ml, was provided at noon or in the early afternoon. Immediately, 4 ml of formalin was pipetted to each 100 ml of sample. The sample was then placed in the conical flask and sedimented for more than 30 min. The upper layer was discarded and the bottom layer was centrifuged at 1,000 rpm for 2 min. The sediment was examined microscopically.

Skin test: The antigen solution (1: 10,000 dilution of VBS extract of adult *S. japonicum*) was prepared after the method of Chaffee *et al.* (1954) with slight modification. Intradermal injection of 0.02 ml of VBS antigen solution was given to the volar surface of the forearm of each individual. At 15 min after injection the edge

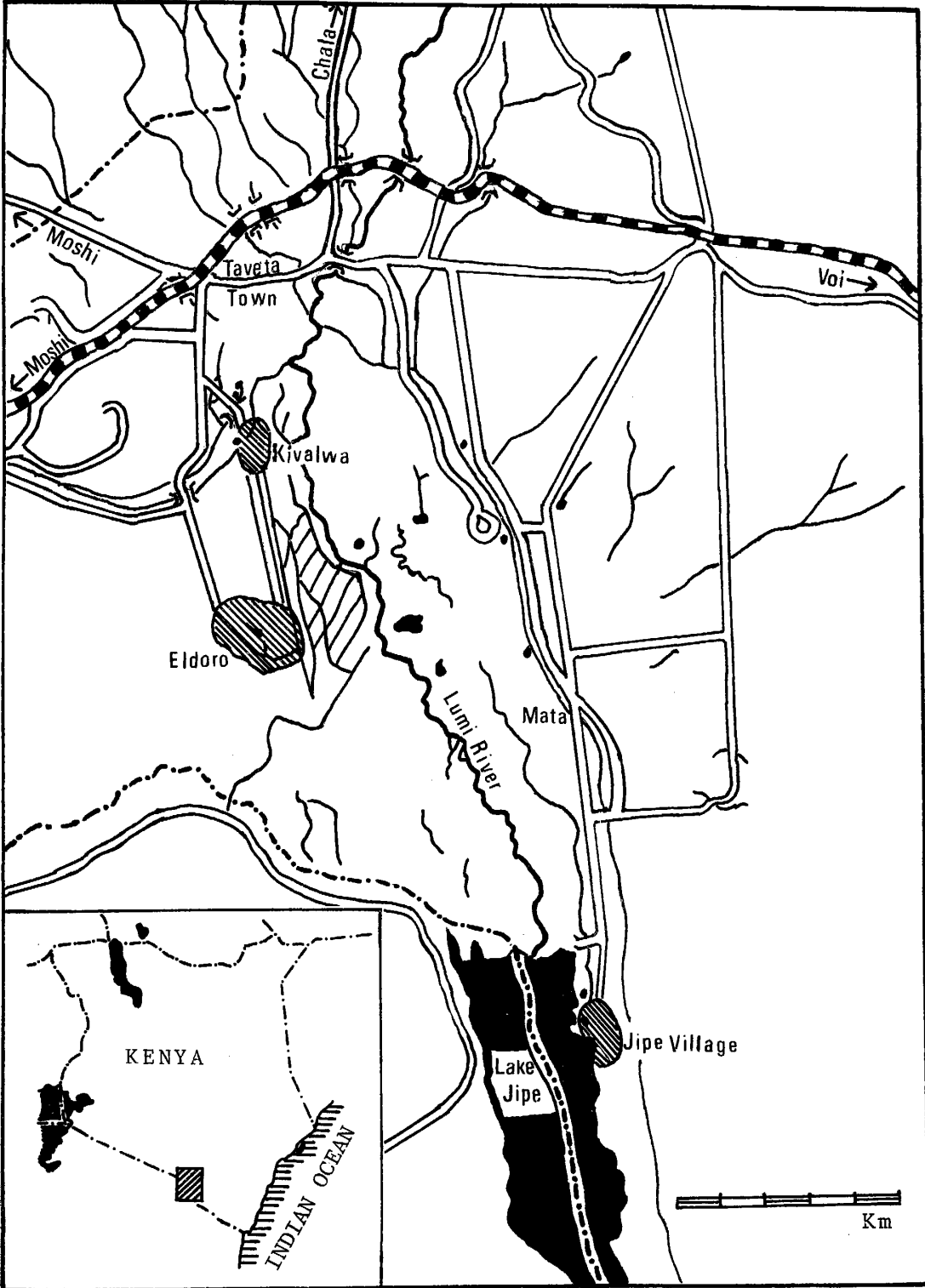


Figure 1 Map indicating three villages examined during the survey period of the first year. Hatched areas indicate the same villages; solid lines, the Lumi River, streams and irrigation canals; parallel lines, main roads in the area.

of wheal was outlined with a ball-point pen. The tracing was transferred to the paper with individual's name and other information by moistening with alcohol and pressing over the inked area. Two diameters of the wheal were measured at right angles. An average of diameters was designated as the wheal size. The wheals with sizes smaller than 8 mm in average diameter were classified as negative reaction, and the wheals with sizes 8 mm or more as positive reaction.

During the survey period of the second year (November, 1975) 173 individuals of the two villages (i.e. Jipe and Kivalwa) who were examined in the previous year, and 142 inhabitants of Kuwahoma as well as 302 inhabitants of Chala provided urine and stool samples. The samples were examined by the same methods as in the previous year's survey.

RESULTS

As shown in Tables 1 and 3 the prevalence rates of schistosomiasis determined by stool and urine examinations in 1974 were 62.2 per cent in Jipe, 68.0 per cent in

Table 1 Results of stool and urine examinations for schistosome eggs in three villages of the Taveta area in 1974

Village	Number examined	Number infected	Eggs detected		
			<i>S. mansoni</i>	<i>S. haematobium</i>	Both together
Jipe	262	163 (62.2)	156 (59.5)	1 (0.4)	6 (2.3)
Eldoro	441	300 (68.0)	66 (15.0)	115 (26.1)	119 (27.0)
Kivalwa	260	181 (69.6)	5 (1.9)	159 (61.2)	17 (6.5)
Total	963	644 (69.6)	227 (23.6)	275 (28.6)	142 (14.7)

(): %

Table 2 Positive rates for schistosome egg examinations and skin test by sex in three villages

Village	Sex	Number examined	Egg-positive (%)	Skin-test-positive (%)
Jipe	Male	148	64.2	85.1
	Female	114	59.6	71.1
	Total	262	62.2	79.0
Eldoro	Male	183	61.2	73.2
	Female	258	72.9	72.9
	Total	441	68.0	73.0
Kivalwa	Male	121	71.1	78.5
	Female	139	68.3	80.6
	Total	260	69.6	79.6
Totals	Male	452	64.8	78.5
	Female	511	68.7	74.6
Total		963	66.9	76.4

Table 3 Results of stool and urine examinations for schistosome eggs and skin test in three villages

Village	Number examined	Number passing eggs				Number skin-test-positive
		<i>S. mansoni</i>	<i>S. haematobium</i>	Both together	Total	
Jipe	262	156 (59.5)	1 (0.4)	6 (2.3)	163 (62.2)	207 (79.0)
Eldoro	441	66 (15.0)	115 (26.1)	119 (27.0)	300 (68.0)	322 (73.0)
Kivalwa	260	5 (1.9)	159 (61.2)	17 (6.5)	181 (69.6)	207 (79.6)
Total	963	227 (23.6)	275 (28.6)	142 (14.7)	644 (66.9)	736 (76.4)

(): %

Eldoro and 69.6 per cent in Kivalwa. In Jipe *S. mansoni* eggs were detected in 156 individuals (59.5%), *S. haematobium* eggs in one and both together in six (2.3%). In Eldoro *S. mansoni* eggs were found in 66 individuals (15.0%), *S. haematobium* eggs in 115 (26.1%) and both together in 119 (27.0%). In Kivalwa *S. mansoni* eggs were detected in five individuals (1.9%), *S. haematobium* eggs in 159 (61.2%) and both together in 17 (6.5%). The results indicated the predominance of *S. mansoni* infection in Jipe, the predominance of *S. haematobium* infection in Kivalwa and nearly even occurrence of two species in Eldoro.

In Eldoro 112 males out of 183 (61.2%) and 188 females out of 258 (72.9%) were found positive for schistosome eggs (Table 2). Using the χ^2 test the difference in the egg-positive rate between males and females was statistically significant ($p < 0.025$) in this village. In Jipe and Kivalwa the egg-positive rates seemed to be somewhat higher among males than females (Table 2), but the computed values of χ^2 were not statistically significant. As shown in Tables 2 and 3, the positive rates of skin test with VBS *S. japonicum* antigen were 79.0 per cent in Jipe, 73.0 per cent in Eldoro, 79.6 per cent in Kivalwa and 76.4 per cent in total, higher than those of egg examinations. The positive rate of skin test was higher among males than females in Jipe. The difference was statistically significant ($p < 0.01$) in the χ^2 test. In Eldoro and Kivalwa, however, the data did not indicate any statistically significant difference in the positive rate of skin test between males and females.

The age distribution of egg-positive rate and that of skin-test-positive rate are shown in Table 4 and Figure 2. The youngest age of egg-positive individuals was two years. The egg-positive rate was 33 per cent in the age group of 1 to 4 years, 75 per cent in that of 5 to 9 years, and 80 per cent among teen-agers. In the older age groups the rate declined to 60 per cent. On the other hand, skin-test-positive rate increased as the age advanced, reaching 95 per cent in the age groups from 40 years up. Children of 9 years and downward have a higher egg-positive rate than the skin-test-positive rate (Figure 2). At every village the peak of the egg-positive rate was found either in the age group of 5 to 9, or in that of 10 to 14 years, and then gradually declined at the older age, remarkably in the cases of *S. haematobium* (Table 4, Figure 3).

There were found 541 skin-test-positive individuals among 644 egg-positive cases, or in 84 per cent. The rate was higher than the incidence of 61 per cent among the

Table 4 Positive rates for schistosome egg examinations and skin test by age in three villages

Age group (years)	Jipe			Eldoro			Kivalwa		
	Number examined	Percent egg-positive	Percent skin-test-positive	Number examined	Percent egg-positive	Percent skin-test-positive	Number examined	Percent egg-positive	Percent skin-test-positive
1-4	24	33.3	41.7	66	34.8	30.3	27	29.6	25.9
5-9	66	78.8	71.2	120	69.2	65.8	81	81.5	70.4
10-14	47	74.5	91.5	102	85.3	85.3	60	83.3	98.3
15-19	21	57.1	66.7	32	81.3	84.4	21	71.4	95.2
20-29	50	58.0	84.0	42	59.5	92.9	18	50.0	88.9
30-39	30	50.0	90.0	41	68.3	82.9	15	86.7	93.3
40-49	18	50.0	100	24	75.0	91.7	13	53.8	92.3
50-	6	50.0	100	14	71.4	100	25	52.0	88.0
Total	262	62.2	79.0	441	68.0	73.0	260	69.6	79.6

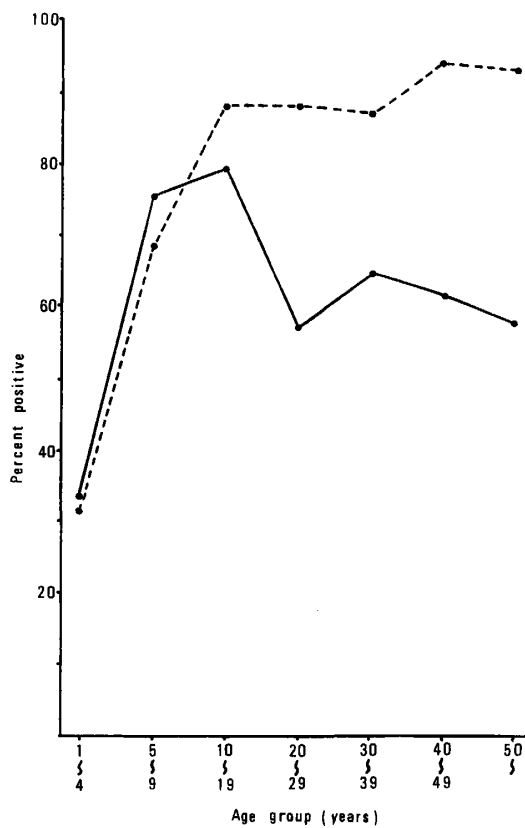


Figure 2 Egg-positive rates and skin-test-positive rates by age in the Taveta area. Circles connected by solid line indicate egg-positive rates; circles connected by broken line, skin-test-positive rates.

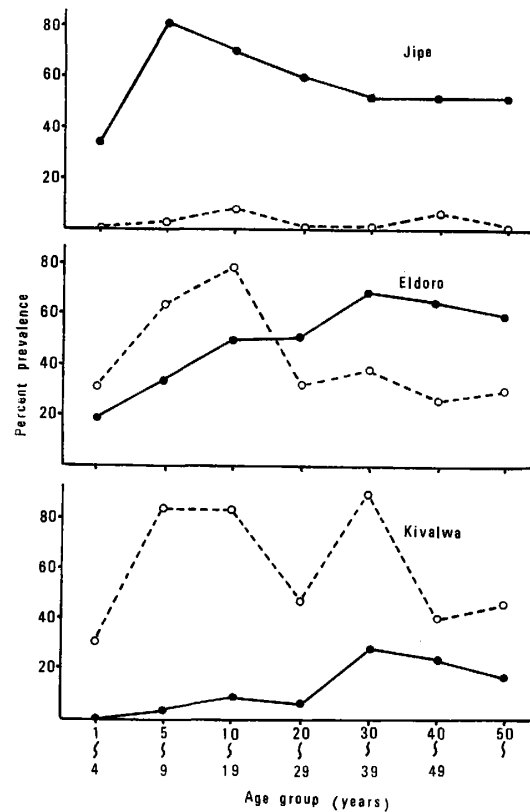


Figure 3 Prevalence of schistosomiasis mansoni and haematobium by age in three villages. Solid circles connected by solid line indicate rates of *S. mansoni* ova detection; open circles connected by broken line, rates of *S. haematobium* ova detection. Cases of double infection were included.

Table 5 Results of skin test among egg-positive subjects and egg-negative subjects from Jipe, Eldoro and Kivalwa

Village	Number examined	Number skin-test-positive	Number skin-test-negative	Positive for schistosome ova			Negative for schistosome ova		
				Number examined	Number skin-test-positive	Number skin-test-negative	Number examined	Number skin-test-positive	Number skin-test-negative
Jipe	262	207 (79.0)	55 (21.0)	163	138 (84.7)	25 (15.3)	99	69 (69.7)	30 (30.0)
Eldoro	441	322 (73.0)	119 (27.0)	300	242 (80.7)	58 (19.3)	141	80 (56.7)	61 (43.3)
Kivalwa	260	207 (79.6)	53 (20.4)	181	161 (89.0)	20 (11.0)	79	46 (60.5)	33 (39.5)
Total	963	736 (76.4)	227 (23.6)	644	541 (84.0)	103 (16.0)	319	195 (61.1)	124 (38.9)

(): %

Table 6 Results of skin test in 644 subjects with schistosomiasis by type of eggs detected

	Number examined	Number skin-test-positive	Number skin-test-negative
<i>S. mansoni</i>	227	191 (84.1)	36 (15.1)
<i>S. haematobium</i>	275	229 (83.2)	46 (16.8)
Both together	142	121 (85.2)	21 (14.8)
Total	644	541 (84.0)	103 (16.0)

(): %

egg-negative inhabitants. The difference was highly significant ($p < 0.001$) in the χ^2 test. It must be emphasized, however, that there were 103 skin-test-negative persons among 644 egg-positive inhabitants, or in 16 per cent. Only 124 inhabitants were negative in both egg examination and skin test (Table 5). Among the egg-positive subjects, there was no significant difference in skin reaction between *S. mansoni* infection and *S. haematobium* infection, in the χ^2 test (Table 6). Under the age of 5 years, the positive rate of skin test seemed to be somewhat lower among *S. haematobium* infected children than *S. mansoni* infected children (Figures 4 and 7), but the computed value of χ^2 was not significant. In the same aged groups, the wheal sizes of skin reaction also seemed to be somewhat

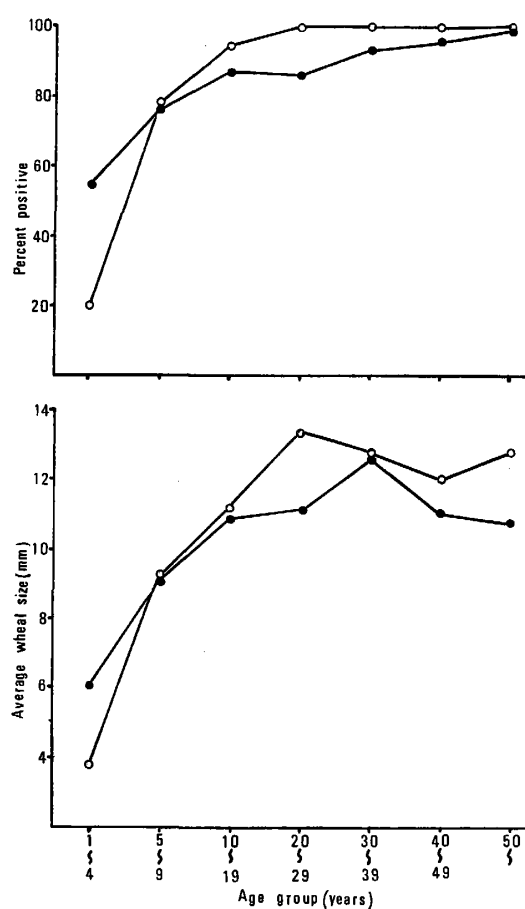


Figure 4 Rates of positive skin reactions and average wheal sizes by age in individuals with *S. mansoni* infection and those with *S. haematobium* infection. *S. mansoni* infected cases numbered totally 227 and *S. haematobium* infected ones 275. Solid circles, *S. mansoni* infection; open circles, *S. haematobium* infection.

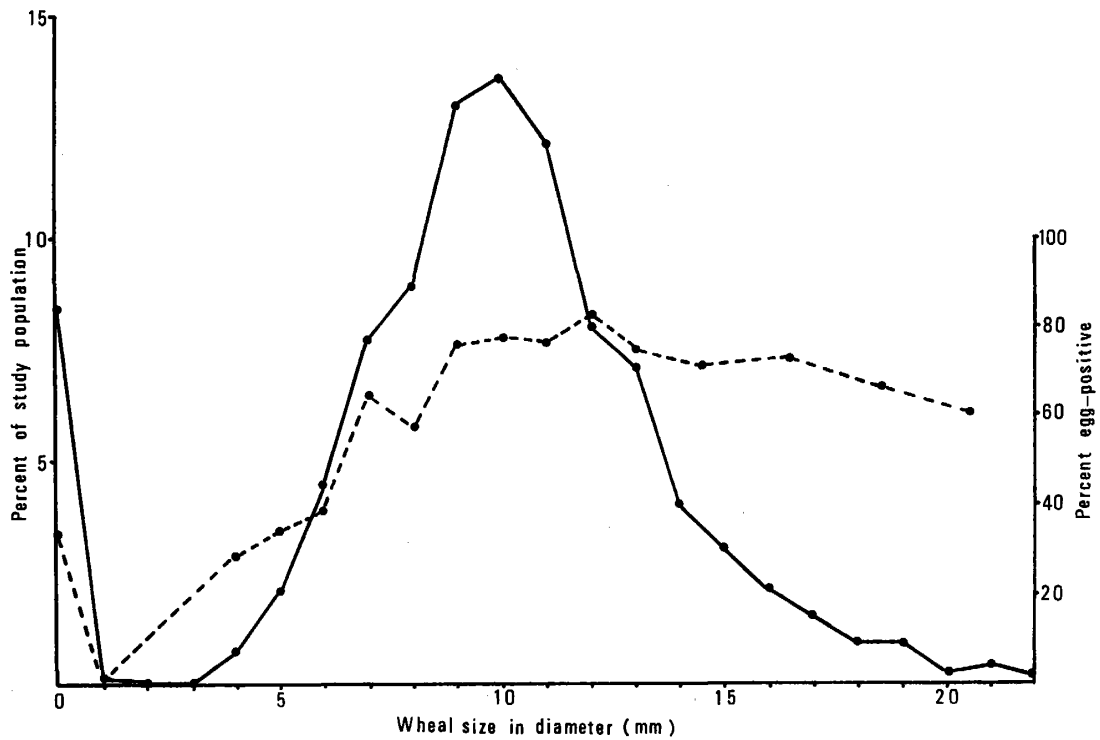


Figure 5 Percentages of individuals with different intensities of skin reaction in the study population and egg-positive rates related to wheal sizes. Solid line connecting solid circles, distribution curve of wheal size; broken line connecting solid circles, distribution curve of egg-positive rate.

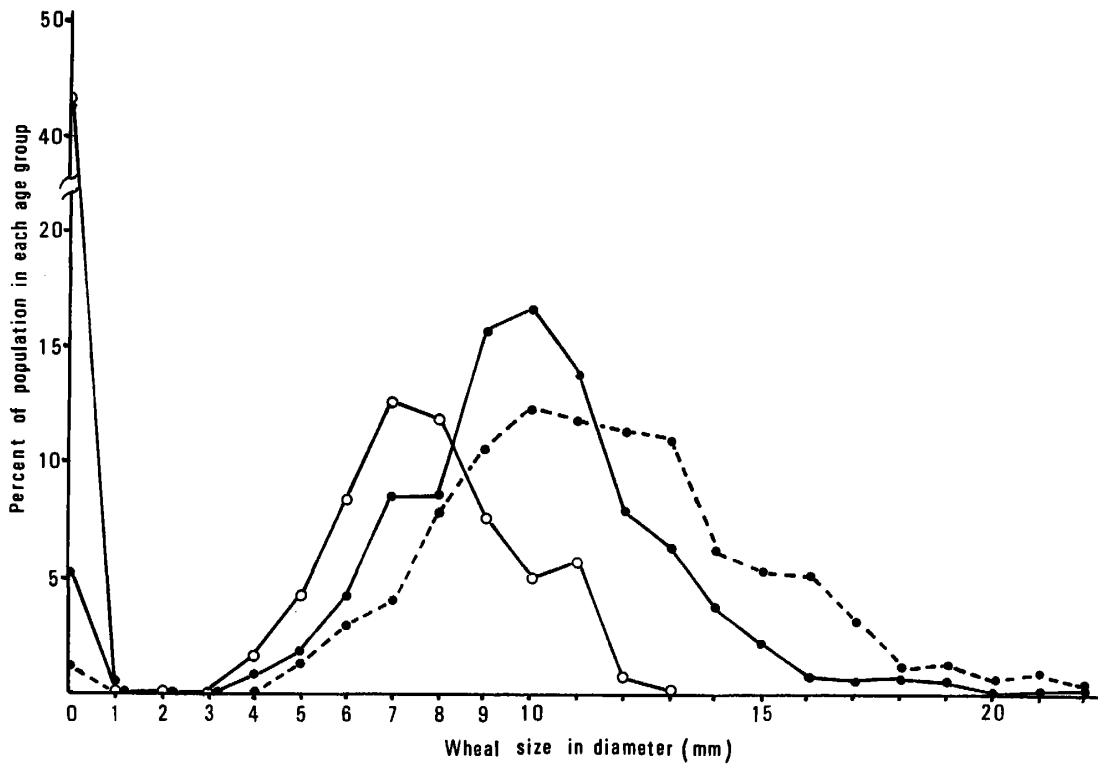


Figure 6 Intensity distribution of skin reactions in three age groups. Solid line connecting open circles, 1-4 age group (114 individuals); solid line connecting solid circles, 5-19 age group (550 individuals); broken line connecting solid circles, group from 20 years up (296 individuals).

9 mm in diameter or larger, whereas the egg-positive rate was much lower in the skin-test-negative group with wheals less than 7 mm in diameter. On the other hand, eggs were detected in 29 to 35 per cent of the individuals with wheals which disappeared, remained in the same size, or increased 1 to 2 mm in diameter, mostly among children younger than 5 years of age (Figures 4 and 5). Most infected adults were positive for the skin test (Figure 4).

The results of stool and urine examinations carried out in 1975 also support the findings that *S. mansoni* infection is predominant in Jipe in contrast to high incidence of *S. haematobium* infection in Kivalwa. In Kuwahoma, which was not included in the previous year's survey, *S. mansoni* eggs were detected in seven individuals (5%), *S. haematobium* eggs in 52 (37%) and both together in two (1%) indicating predominance of *S. haematobium*. In Chala on the upper stream of the Lumi River schistosome eggs were found only in 25 individuals (8.3%) out of 302 examined inhabitants (Table 7).

Table 7 Results of stool and urine examinations for schistosome eggs in four villages of the Taveta area in 1975

Village	Number examined	Number infected	Eggs detected		
			<i>S. mansoni</i>	<i>S. haematobium</i>	Both together
Jipe	101	74 (73.3)	67 (66.3)	4 (4.0)	3 (3.0)
Kivalwa	72	57 (80.0)	0	55 (76.4)	2 (3.0)
Kuwahoma	142	61 (43.5)	7 (5.0)	52 (37.0)	2 (1.0)
Chala	302	25 (8.3)	16 (5.0)	7 (2.0)	2 (0.6)
Total	617	217 (35.1)	90 (14.5)	118 (19.1)	9 (1.5)

(): %

DISCUSSION

Thick smear method (Kato and Miura, 1954) were used to detect *S. mansoni* ova in stool samples by some investigators (Cook *et al.*, 1974; Warren *et al.*, 1974; Siongok *et al.*, 1976). In the present studies, however, the rationale to apply the MIFC method which was modified for schistosome ova detection by Ota and Sato (1957) to the examination of stool samples is that more than 1 g of sample can be examined by the concentration methods in contrast to 50 mg per slide by the thick smear method, and that the concentration method is, at least, a few times more sensitive than the smear method in spite of some ova missed in the process of concentration (Ota and Sato, 1957; Okabe *et al.*, 1960; Iijima *et al.*, 1962).

It is generally accepted that more *S. haematobium* ova are discharged into urine about midday than at other times in many endemic areas (Bennie, 1949; Stimmel and Scott, 1956; Jordan, 1960; Onori, 1962; Bradley, 1963; McMahan, 1976). In the present studies, urine samples were collected at noon or in the early afternoon, lest many egg-positive individuals should be overlooked. The urine samples were fixed with formalin, sedimented and centrifuged, although some ova might have been

lost in the process as pointed out by Olivier (1973).

Melcher's antigen has been recommended as the standard or reference antigen for skin test (Olivier, 1973), and the scapular region as a sensitive site for skin testing (Kagan *et al.*, 1961). Coca's *S. japonicum* antigen was reported to be a little less sensitive to children with schistosomiasis mansoni and/or schistosomiasis haematobia than *S. mansoni* antigen, although there was no difference in wheal size between the two antigens and the nitrogen content was 10 per cent less in the *S. japonicum* antigen (Kagan *et al.*, 1966). However, it was reported that *S. japonicum* antigen was effective in the skin test in *S. mansoni* endemic area in Brazil (Pellegrino *et al.*, 1962), that the reactivity of VBS antigen was similar to Melcher's antigen (Kagan *et al.*, 1961), and that VBS antigen was stable in antigenicity (Ishizaki, 1973). In the present studies VBS adult *S. japonicum* antigen was used in the three villages. The injection site was the volar surface of the forearm. If the scapular region had been used, every individual would have to remove the shirt and it would have been time-consuming and inconvenient especially for women.

It is interesting to find an endemic locale of *S. mansoni* infection (i.e. Jipe), those of *S. haematobium* infection (i.e. Kivalwa and Kuwahoma), that of two types of schistosome infections (i.e. Eldoro) and a locale where schistosome infection is rare (i.e. Chala) in this small area, presenting an ideal ground for comparative studies of two schistosome species.

There is, in general, little difference in sex ratio of the infection. The greater pervalence of schistosomiasis for females in Eldoro, a farming village may indicate a higher chance of exposure to schistosome cercariae for women in this locale through washing clothes and utensils and drawing water.

In the three villages surveyed in 1974, egg-positive rate increases rapidly with age in children, reaches a peak between the ages of 5 and 14 years and then gradually decreases. The decline appears to be more rapid in *S. haematobium* infection than in *S. mansoni* infection. Similar age prevalence relationships in schistosomiasis have been observed in some endemic areas (Pesigan, 1951; Clarke, 1967; Jordan, 1967; Siongok *et al.*, 1976).

It was reported that the positive rate for skin test with *S. japonicum* antigen was very low in children under the age of 10 years in *S. japonicum* endemic areas (Yokogawa, 1974), that more than 20 per cent schoolchildren passing *S. mansoni* ova were negative for skin test with Melcher's *S. mansoni* antigen in a hyperendemic area (McMahon, 1967); and that children below 5 years of age passing schistosome ova were far less reactive than the older individuals in endemic areas in Brazil (Kagan *et al.*, 1961). In the present studies the positive rate is lower for skin test than for egg examinations in children under the age of ten years. The wheal size is smaller in this age group than in the older age groups. These findings are essentially similar to those of previous workers. Kagan *et al.* (1966) reported that the children with schistosomiasis haematobia showed a higher skin reactivity to Coca's *S. mansoni* antigen and Coca's *S. japonicum* antigen than the ones with schistosomiasis mansoni in Southern Rhodesia. In the present studies, however, there is no significant difference in the positive rate of skin reaction between *S. haematobium* infected cases under the age of five years and the same aged *S. mansoni* infected cases. The wheal size of

skin reaction is not significantly different between the two groups, either. In the older age groups there seems to be no difference in skin reactivity between the two schistosome infections. There are possibilities, that the children with schistosomiasis haematobia are less reactive to VBS *S. japonicum* antigen than to Coca's antigens, and/or that the degree of hypersensitivity in the cases with schistosomiasis haematobia in the Taveta area is lower than that in Southern Rhodesia.

As is well known, skin test continues to be positive for 20 years or more after recovery from infection (Yokogawa, 1974), while the egg-positive rate reaches a peak in childhood or puberty with gradual decline in older age group. It is, therefore, not surprising to find that the positive rate of skin test becomes higher than that of egg examination in age group from 10 years up. The group of individuals who are skin-test-positive and egg-negative most probably includes some cases passing a small number of ova which escape detection even with the concentration methods, besides the cured individuals who had been treated with schistosomicides, and the ones with *S. bovis* infection (Sadun and Biocca, 1962) or other trematode infections (Hunter *et al.*, 1958; Sadun *et al.*, 1959) with which cross reactions occur. If the examinations for ova were repeated a few times as recommended by some investigators (Iijima *et al.*, 1962), the egg-positive rate would rise a little higher.

The results of the present investigations indicate that the concentration methods for schistosome ova and VBS adult *S. japonicum* antigen are of use in epidemiological surveys of the areas where schistosomiasis mansoni and/or schistosomiasis haematobia are prevailing. The results also support the view that *S. mansoni* and *S. haematobium* infections are still prevailing in this area.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to express their appreciation to Kenyan Government Officials and people of Taveta District for their cooperation to the studies. A special debt of gratitude is due to Dr. J. N. Itotia, Director of the National Public Health Laboratory Services, Nairobi, and Dr. H. K. Githaiga, Parasitologist, Division of Vector Borne Diseases, National Public Health Laboratory Services, Nairobi, as well as Mr. R. L. Musa, Mr. J. Nandoya, Mr. H. Mwinga and Mr. K. Kokoi, Field Technicians, Medical Research Laboratory, Division of Vector Borne Diseases, Taveta, Coast Province, for helpful suggestions and assistance.

REFERENCES

- 1) Bennie, I. (1949): Urinary schistosomiasis, the best time to obtain specimens, *S. Afr. Med. J.*, 23, 97-100 (Cited by Jordan, P., 1967)
- 2) Blagg, W., Schloegel, E. L., Mansour, N. S. and Khalaf, G. I. (1955): A new concentration technic for the demonstration of protozoa and helminth eggs in feces, *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 4 (1), 23-28
- 3) Bradley, D. J. (1963): A quantitative approach to bilharzia, *E. Afr. Med. J.*, 40, 240-249
- 4) Chaffee, E. F., Bauman, P. M. and Shapilo, J. J. (1954): Diagnosis of schistosomiasis by complement-fixation, *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 3 (5), 905-913

- 5) Clarke, V. de V. (1967): A clinical study of intestinal bilharziasis (*Schistosoma mansoni*) in Africa, 49–58, Arnold, London
- 6) Cook, J. A., Baker, S. T., Warren, K. S. and Jordan, P. (1974): A controlled study of morbidity of schistosomiasis mansoni in St. Lucian children, based on quantitative egg excretion, *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 23 (4), 625–633
- 7) Highton, R. B. (1974): Health and disease in Kenya, 347–355, East African Literature Bureau, Nairobi, Dar Es Salaam, Kampala
- 8) Hunter, G. W., Ritchie, L. S., Pan, C., Lin, S., Sugiura, S., Nagano, K. and Yokogawa, M. (1958): Immunological studies. II. Intradermal tests and their application in the field for the detection of schistosomiasis japonica, paragonimiasis and clonorchiasis, *Milit. Med.*, 122 (2), 85–96
- 9) Iijima, T., Ito, Y., Nakayama, S. and Ishizaki, T. (1962): Studies on diagnosis of schistosomiasis 1. Statistical studies on recovering schistosome eggs in human feces with repeated MIFC technique, *Jap. J. Parasit.*, 11 (6), 483–487 (In Japanese with English summary)
- 10) Ishizaki, T. (1973): Recent developments in the diagnosis and treatment of schistosomiasis in Japan, *Tokyo J. Med. Sc.*, 81 (1), 31–43 (In Japanese)
- 11) Jordan, P. (1960): Periodicity of ova output and intensity of infection (*S. haematobium*), *Annu. Rep. 1959–60, E. Afr. Inst. Med. Res.*, Nairobi, p. 25 (Cited by Jordan, P., 1967)
- 12) Jordan, P. (1967): *Bilharziasis*, 93–103, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York
- 13) Kagan, I. G., Kaiser, R. L. and Kent, N. (1966): Comparison of *Schistosoma mansoni*, *S. japonicum*, and *Trichinella spiralis* antigens in skin tests on persons with schistosomiasis mansoni and haematobium, *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 15 (5), 719–724
- 14) Kagan, I. G., Pellegrino, J. and Memoria, J. M. P. (1961): Studies on the standardization of the intradermal test for the diagnosis of bilharziasis, *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 10 (2), 200–207
- 15) Kato, T. and Miura, M. (1954): On the comparison of some stool examination methods, *Jap. J. Parasit.*, 3 (1), 35 (In Japanese)
- 16) McMahan, J. E. (1967): Intradermal test in the diagnosis of *Schistosoma mansoni* infection, *E. Afr. Med. J.*, 44 (10), 437–440
- 17) McMahan, J. E. (1976): Circadian rhythm in *Schistosoma haematobium* egg excretion, *Intern. J. Parasit.*, 6 (5), 373–377
- 18) Okabe, K., Ono, N., Tanaka, T. and Ikuyama, T. (1960): Comparative studies on several techniques for detecting the eggs of *Schistosoma japonicum* in feces, *J. Kurume Med. Ass.*, 23 (4), 1388–1393 (In Japanese with English summary)
- 19) Olivier, L. J. (1973): Epidemiology and control of schistosomiasis (bilharziasis), 620–704, S. Karger, Basel
- 20) Onori, E. (1962): Observations on variations in *Schistosoma haematobium* egg output, and on the relationship between the average egg output of infected persons and the prevalence of infection in a community, *Ann. Trop. Med. Parasit.*, 56 (3), 292–296
- 21) Ota, S. and Sato, S. (1957): Studies on several techniques for detecting helminth eggs, with special reference to concentration of *Schistosoma japonicum* ova with MIFC method, *Kitakanto Igaku*, 7 (1), 68–71 (In Japanese)
- 22) Pellegrino, J., Biocca, E. and Memoria, J. M. P. (1962): A reacao intradermica na esquistosomose mansonica. VII. Reacoes cruzadas con antigenos de *Schistosoma japonicum* e *Schistosoma bovis*, *Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo*, 4, 136–139 (Cited by Kagan *et al.*, 1966)
- 23) Pesigan, T. P. (1951): Analysis of 4,302 cases of schistosomiasis japonica, *J. Philip. Med. Ass.* 27 (4), 203–211
- 24) Sadun, E. H. and Biocca, E. (1962): Intradermal and fluorescent antibody tests on humans exposed to *Schistosoma bovis* cercariae from Sardinia, *Bull. Wld Hlth Org.*, 27 (5), 810–814
- 25) Sadun, E. H., Lin, S. S. and Walton, B. C. (1959): Studies on the host parasite relationships

- to *Schistosoma japonicum*: III The use of purified antigens in the diagnosis of infections in human and experimental animals, *Milit. Med.*, 124 (6), 428-436
- 26) Siongok, T. K. A., Mahmoud, A. A. F., Ouma, J. H., Warren, K. S., Muller, A. S., Handa, A. K. and Houser, H. B. (1976): Morbidity in schistosomiasis mansoni in relation to intensity of infection: Study of a community in Machakos, Kenya, *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 25 (2), 273-284
- 27) Stimmel, C. M. and Scott, J. A. (1956): The regularity of egg output of *Schistosoma haematobium*, *Texas Rep. Biol. Med.*, 14, 440-458
- 28) Warren, K. S., Mahmoud, A. A. F., Cummings, P., Murphy, D. J. and Houser, H. B. (1974): Schistosomiasis mansoni in Yemen in California: Duration of infection, presence of disease, therapeutic management, *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 23 (5), 902-909
- 29) Yokogawa, M. (1974): A symposium on epidemiology of parasitic diseases, 83-99, *Intern. Med. Found. Jap.*, Tokyo

東アフリカ・ケニア，タベタ地区における ヒト住血吸虫症の浸淫状況¹

片峰 大助²・Siongok, T. K. A.³・川島健治郎⁴
中島 康雄²・野島 尚武²・今井 淳一²

1974年にタベタ地区の3村落の住民に皮内反応と検便，検尿による住血吸虫卵の検出を試み，963名の結果について集計を行った。皮内反応の抗原としては VBS adult *S. japonicum* antigen (1:10,000 dilution) を用い，糞便と尿の検体は集卵法にて検査した。虫卵陽性率は Jipe 62.2%，Eldoro 68.0%，Kivalwa 69.6% であった。Jipe では主に *S. mansoni*，Kivalwa では *S. haematobium* Eldoro では両種の浸淫が認められた。Eldoro では男性より女性に虫卵陽性率が高かったが，Jipe と Kivalwa では推計学的に虫卵陽性率の有意な性差は認められなかった。虫卵陽性率は小児では年齢と共に上昇し，5歳と14歳の間で最高値に達し，以後次第に減少した。皮内反応の陽性率は全体で76.4%で，虫卵陽性率より高い。小児では虫卵陽性者の多数で，皮内反応は弱い或は全く反応を呈さなかった。皮内反応陽性率は年齢と共に増加し，40歳以上の住民では95%に達した。Jipe では女性より男性に皮内反応陽性率が高かったが，Eldoro と Kivalwa では性差は認められなかった。虫卵陽性の者では *S. mansoni* 感染者と *S. haematobium* 感染者の間に皮内反応の差は認められなかった。

1975年に Jipe, Kivalwa, Kuwahoma, Chala の村落住民に検便と検尿を行った。Kuwahoma では *S. haematobium* の浸淫が認められた。Chala では住血吸虫の感染は稀であった。この限られた地域にそれぞれ *S. mansoni*, *S. haematobium* の感染が流行する村落，両種の感染の流行する村落が存在することが確認された。これら両種の住血吸虫症の流行する地域の疫学的調査に於て，皮内反応に VBS adult *S. japonicum* antigen を，検便，検尿に集卵法を用い得ることが明らかにされた。

1 ケニアにおける住血吸虫症の研究（第1報）本研究は長崎大学熱帯医学研究所に対する文部省特別事業費により行われた。 2 長崎大学熱帯医学研究所寄生虫学部門 3 ケニア国保健省公衆衛生研究所動物媒介疾患部門 4 九州大学医療技術短期大学部医動物学研究室

HOST SNAILS OF HUMAN SCHISTOSOMIASIS IN THE TAVETA AREA OF KENYA, EAST AFRICA¹

HISATAKE NOJIMA², DAISUKE KATAMINE³, KENJIRO KAWASHIMA⁴,
YASUO NAKAJIMA³, JUN-ICHI IMAI³, MAKOTO SAKAMOTO³,
MASAAKI SHIMADA³ AND MICHIAKI MIYAHARA⁴

Received for publication 1 August 1978

Abstract: The present study was carried out in the permanent water streams of Lumi River, Irrigation Furrow and Lake Jipe in the Taveta area, Coast Province, Kenya during the dry seasons of 1974 and 1975, and the experimental infection was made at laboratory in Japan.

Freshwater snails collected in the Taveta area were as follows: *Biomphalaria pfeifferi* (Krauss), *B. sudanica* (Martens), *Bulinus globosus* (Morelet), *B. tropicus* (Krauss), *B. forskalii* (Ehrenberg), *Lymnea natalensis* (Krauss), *Ceratophallus natalensis* (Krauss), *Segmentorbis angustus* (Jickeli), *Gyraulus costulatus* (Krauss), *Bellamyia unicolor* (Olivier) and *Melanooides tuberculata* (Müller).

B. pfeifferi was commonly found in river and irrigation canal, whereas *B. sudanica* only in lake. Natural infection of *Schistosoma mansoni* was found in *B. pfeifferi*, but not in *B. sudanica*. Both the two species were experimentally proved to be suitable intermediate snail hosts of *S. mansoni*. Therefore it was indicated that *B. pfeifferi* is the host snail of *S. mansoni* in the endemic area along river and irrigation canal while *B. sudanica* is suspected of playing the role in the transmission of *S. mansoni* in lakeshore.

B. globosus was commonly found in irrigation canal. Around 10 per cent of the snails proved to be naturally infected with *S. haematobium* on the conditions that many snails occurred. This snail was also experimentally proved to be susceptible to *S. haematobium*. *B. forskalii* was widespread, but the snail density seemed to be low. *B. tropicus* is well known as the not-intermediate snail host of *S. haematobium*. Therefore there might be a possibility to contribute only by *B. globosus* to the transmission of *S. haematobium* in this area.

INTRODUCTION

Schistosoma mansoni and *S. haematobium* are endemic in the Taveta area of Kenya located at the base of Mt. Kilimanjaro. Katamine *et al.* (1978) studied in detail the prevalence of schistosomiasis in some villages in this area and demonstrated that there

1 Studies on Schistosomiasis in Kenya, East Africa (Report 2) conducted by Schistosomiasis Research Team (Leader: D. Katamine), Institute for Tropical Medicine, Nagasaki University and Kenyan Counterparts, supported by a Scientific Research Grant from the Ministry of Education, Japan. 2 Department of Parasitology, Institute for Tropical Medicine, present address: Department of Medical Zoology, Faculty of Medicine, Kagoshima University, Kagoshima, Japan. 3 Department of Parasitology, Institute for Tropical Medicine, Nagasaki University, Nagasaki, Japan. 4 Laboratory of Medical Zoology, School of Health Sciences, Kyushu University, Fukuoka, Japan.

are a village where *S. mansoni* is highly endemic, two villages where *S. haematobium* is highly endemic, a village where both the two schistosomes are endemic and a village where schistosome infection is rare. The same authors suggested that the fact mentioned above would be mainly influenced by the distribution of host snails of schistosomiasis in this area.

Up to the present the species and distribution of freshwater snails in Kenya and adjacent territory have been reported by Mozley (1939), Teesdale (1954), Mandahl-Barth (1954, 1962) and Brown (1974), and the records of snail collections in the Taveta area were found in only two reports by Teesdale (1954) and Brown (1974, personal communication).

The work reported here was undertaken as a part of the research programme on the epidemiology of schistosomiasis in the Taveta area to clarify the distribution of host snails of schistosomiasis, and to establish their roles in existing transmission patterns in this area.

WATER SYSTEM IN THE TAVETA AREA

The Taveta area is located 180 km inland from the east coast in Coast Province of Kenya just near the boundary of Tanzania. The climate is of periodically dry savanna with an average annual precipitation of 700 mm and the altitude is around 720 m above sea level. The room temperature at the laboratory frequently rose above 30 C in the daytime and sometimes fell below 20 C at night during the stay in this area.

The permanent water streams, which many inhabitants naturally use for their lives, may be conveniently divided into the following three sections:

1. Lumi River

This river is separated into the three not-joining courses of which the upper one runs from Mt. Kilimanjaro and soon goes underground, of which the middle one runs from north Chala to Timbila where it also goes underground, and of which the down one runs to Lake Jipe. The middle course originates from the big spring and the down one originates from Njoro Kubwa Spring, which is as far as a hundred meters from the end of the middle course and is ten times bigger than the former spring. Therefore the courses of Lumi River may be not directly connected in turn even during the rainy season. A part of numerous water from Njoro Kubwa Spring is supplied for Irrigation Furrow too.

2. Irrigation Furrow

Water source of this irrigation is the same as that of the down course of Lumi River mentioned above. It runs through Kivalwa up to Eldoro and Kitovo in order to supply water to sisal estate and to inhabitants. It gradually slows down and dries up at Eldoro and Kitovo.

3. Lake Jipe

Seasonal fluctuation of water level may be more than 200 cm. Main vege-

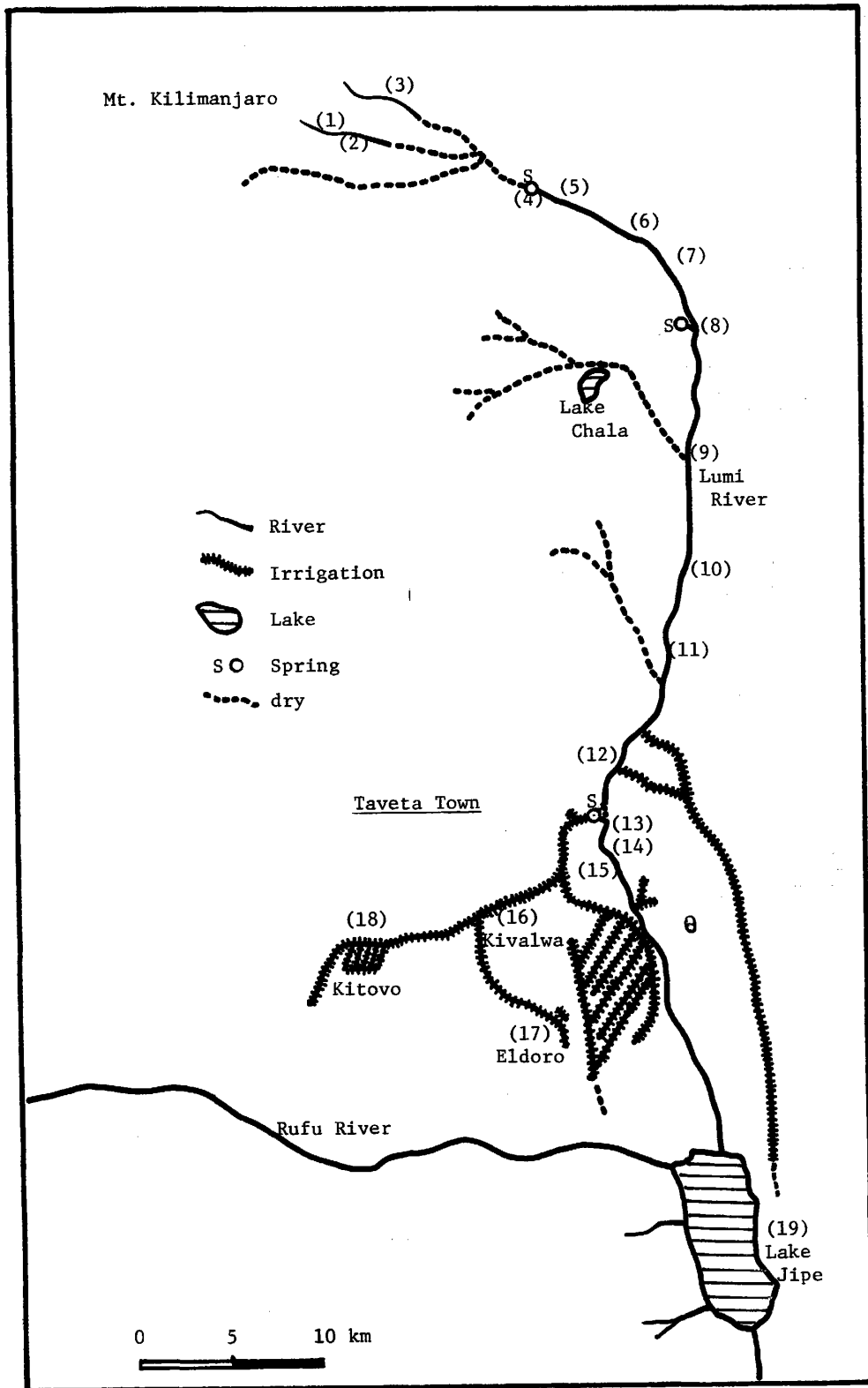


Figure 1 Water sources and courses in the Taveta area.
Nos. 1 to 19 correspond to points of snail surveys (Table 2)

tations of the lakeshore consist of around 10 m in width dried zone of rush and almost 50 m in width swamp zone of papyrus.

MATERIALS AND METHODS

The present observations were made from September to December of 1974 and from August to November of 1975. A part of the experimental studies were done in Japan.

Snail collection: Snails were collected at random at 19 places in the permanent water streams of spring, Lumi River, Irrigation Furrow and Lake Jipe (Figure 1). Snail collection was made by hand or snail scoop. The surface temperature of water and other information were recorded when snails were collected. The typical snail samples were identified by Dr. D. S. Brown of British Medical Council, Kisumu in 1974.

Natural infection of snails with schistosome: The snails collected were brought to the laboratory and examined individually for schistosome infection in well water in small dishes (18 mm in diameter) which were placed for 5 hours under diffused sunlight. Identification of schistosome cercariae was difficult, because sufficient numbers of laboratory hamsters or mice were not available. Therefore, the limited numbers of hamsters or mice were exposed to schistosome cercariae pooled from some infected snails.

Experimental infection of snails with schistosome: *Biomphalaria pfeifferi* and *B. sudanica* used in the experimental infection were collected from the places where none of naturally infected snails with *S. mansoni* were found. They were examined by shedding method for schistosome infection at least 3 times at one week interval before use for experiment. *Bulinus globosus* used in the infection experiment was new offspring reared in laboratory. *B. tropicus* used was from Lake Jipe. The snails were exposed to different numbers of miracidia of *S. mansoni* and *S. haematobium* obtained from human infection, respectively. Each snail was kept in the small dish with 2 ml of water and miracidia for 5 hours. After the exposure of the snails to miracidia, they were maintained in the air-circulating water aqualium with mud-sand filter. The water temperature in an aqualium at laboratory in Taveta was 24–26 C in spite of around 10 C of variation in the room temperature in a day, whereas in Japan it was adjusted to 23–24 C or 25–26 C.

RESULTS

1) Species and distribution of freshwater snails:

Species of freshwater snails collected are as follows; *Biomphalaria pfeifferi* (Krauss), *B. sudanica* (Martens), *Bulinus globosus* (Morelet), *B. tropicus* (Krauss), *B. forskalii* (Ehrenberg), *Lymnea natalensis* (Krauss), *Ceratophallus natalensis* (Krauss), *Segmentorbis angustus* (Jickeli), *Gyraulus costulatus* (Krauss), *Bellamya unicolor* (Olivier) and *Melanoides tuberculata* (Müller). Among them, *Biomphalaria* and *Bulinus* snails would be considered as the hosts of schistosomiasis. The distribution of these

snails are shown in Table 1. *B. pfeifferi* was commonly found in many places such as 5–12, 16, 17 and 18, indicating that this snail occurs in Lumi River and in Irrigation Furrow, while *B. sudanica* occurs in Lake Jipe (19). *B. globosus* was commonly found in Irrigation Furrow (16, 17, 18) and *B. tropicus* occurs in both irrigation (17) and lake (19). Although *B. forskalii* was widespread, the number of snails collected was rather small in any places (5, 17, 19) (Figure 1, Tables 1 and 2).

Table 1 Freshwater snails in the Taveta area

Snail Species	River (Lumi)	Irrigation (Kivalwa, Eldoro, Kitovo)	Lake (Jipe)
<i>Biomphalaria pfeifferi</i> (Krauss)	++	+++	0
<i>B. sudanica</i> (Martens)	0	0	+++
<i>Bulinus globosus</i> (Morelet)	0	+++	0
<i>B. tropicus</i> (Krauss)	0	+	++
<i>B. forskalii</i> (Ehrenberg)	+	+	+
<i>Lymnea natalensis</i> (Krauss)	+	++	++
<i>Ceratophallus natalensis</i> (Krauss)	0	+	+++
<i>Segmentorbis angustus</i> (Jickeli)	0	0	+
<i>Gyraulus costulatus</i> (Krauss)	0	+	0
<i>Bellamya unicolor</i> (Olivier)	0	0	++
<i>Melanooides tuberculata</i> (Müller)	+	+	++

found not (0), sometimes (+), easily (++) and commonly (+++)

2) Natural infection of *Biomphalaria* snails with schistosome:

Results of the investigations are summarized in Table 2. Fourteen out of 238 *B. pfeifferi* from Lumi River (Timbila, 11) were proved to be naturally infected with mammalian schistosome cercariae which were identified as *S. mansoni* by infection experiment in mice. However, all *B. pfeifferi* collected from any other places of Lumi River were negative for schistosome. One out of 1,505 *B. pfeifferi* from irrigation (Eldoro, 17) was also proved to be naturally infected with *S. mansoni*. Although *B. sudanica* was wide-spread in papyrus swamp along the lakeshore of Lake Jipe, all showed negative results for schistosome.

3) Natural infection of *Bulinus* snails with schistosome:

Results of the investigation are also summarized in Table 2. In different places of Irrigation Furrow such as Kivalwa (16), Eldoro (17) and Kitovo (18), *B. globosus* proved to be naturally infected with mammalian schistosome cercariae, some of which were all identified as *S. haematobium* by exposing laboratory hamsters and mice. The positive rates in this snail showed 8.0 per cent in Kivalwa (16), 12.0 per cent in Eldoro (17), and 4.7 per cent in 1974 and 14.4 per cent in 1975 in Kitovo (18), respectively. Around 10 per cent of snails were positive for *S. haematobium* on conditions that many *B. globosus* snails occurred. *B. forskalii* and *B. tropicus* were not proved to be naturally infected with schistosome.

Table 2 Local distribution and natural infection of *Biomphalaria* and *Bulinus* snails in the Taveta area

Locality	Tem.	Snail species	No. exam.	No. (%) infected with <i>Schisto.</i>	infected with Other trematoda
Lumi river					
Upper course					
(1), (2), (3)	22-24 C	no snail			
Middle course					
(4) Chala big spring	18 C	no snail			
(5)	18.5 C	B. p.	50	0	0
		B. f.	43	0	0
(6)	22.0 C	B. p.	90	0	0
(7)	23.0 C	"	10	0	0
(8) Chala small spring	24.0 C	"	19	0	0
(9)	24.5 C	"	14	0	0
(10)	26.0 C	"	37	0	0
(11) Timbila	26.5 C	"	238	14 (5.9)	0
(12)	27.0 C	"	20	0	0
Lower course					
(13), (14), (15)	22-24 C	no snail			
Irrigation Furrow					
Kivalwa					
(16)	22-24 C	B. p.	15*	0	3 (20.0)
		"	2	0	0
		B. g.	562*	45 (8.0)	48 (8.5)
		"	4	0	0
Eldoro					
(17)	28-29 C	B. p.	56*	0	1 (1.8)
		"	1,505	1 (0.1)	181 (12.0)
		B. g.	75*	9 (12.0)	0
		"	4	0	0
		B. f.	59*	0	0
		B. t.	59*	0	1 (1.7)
		"	33	0	0
Kitovo					
(18)	28-29 C	B. p.	43*	0	4 (9.3)
		"	227	0	11 (4.8)
		B. g.	43*	2 (4.7)	1 (2.3)
		"	605	87 (14.4)	1 (0.2)
Lake Jipe					
(19) Kilometa-Saba	26-28 C	B. s.	131*	0	3 (2.3)
		"	422	0	7 (1.7)
		B. f.	1	0	0
		B. t.	41*	0	6 (14.6)
		"	48	0	0

B. p.: *Biomphalaria pfeifferi* * 1974B. s.: *B. sudanica*B. g.: *Bulinus globosus*B. t.: *B. tropicus*B. f.: *B. forskalii*

4) Experimental infection of *Biomphalaria* snails with *S. mansoni*:

Results of the experiments are shown in Tables 3 and 4. In the experimental exposure of *B. pfeifferi* and *B. sudanica* to *S. mansoni* miracidia, both the two species of snails proved to be very susceptible to *S. mansoni*. The exposure of *B. pfeifferi* to a single miracidium showed 67 per cent in the positive rate, but the exposure of *B. sudanica* to the same dose showed negative result. The exposure of *B. pfeifferi* to 3 miracidia showed 100 per cent in the positive rate, and also the exposure of *B. sudanica* to 5 miracidia did 100 per cent. *S. mansoni* cercariae were recognized from *B. pfeifferi* 30–34 days after exposure and from *B. sudanica* 34–42 days at 24–26 C.

Table 3 Experimental infection of *B. pfeifferi* with different numbers of *S. mansoni* miracidia

No. of snails exposed	No. of miracidia per snail	No. (%) surviving 30–46 days	No. (%) positive	Cercarial incubation period (days)
10	1	6 (60)	4 (67)	32
9	3	6 (67)	6 (100)	30–32
8	5	4 (50)	4 (100)	30–32
20	5	18 (90)	18 (100)	1–34
9	10	5 (56)	5 (100)	32
10	20	7 (70)	7 (100)	32–34

Water temperature: 24–26 C

Table 4 Experimental infection of *B. sudanica* with different numbers of *S. mansoni* miracidia

No. of snails exposed	No. of miracidia per snail	No. (%) surviving 34–46 days	No. (%) positive	Cercarial incubation period (days)
10	1	7 (70)	0	—
10	3	6 (60)	4 (67)	34–42
9	5	6 (67)	6 (100)	34–40
10	10	4 (40)	4 (100)	36–42
10	20	7 (70)	7 (100)	36–40

Water temperature: 24–26 C

5) Experimental infection of *Bulinus* snails with *S. haematobium*:

Results of the experiments are shown in Table 5. In the experimental exposure of *B. globosus* and *B. tropicus* to *S. haematobium*, the former proved to be susceptible, but the latter showed negative for infection. The exposure of adult *B. globosus* (11–12 mm shell height) to a single miracidium showed negative result, but 10, 30 and 40 per cent of the adult snails were able to be infected when they were exposed to 3, 5 and 10 miracidia respectively. It seems that at least 20 miracidia are needed

to infect all of adult *B. globosus*. On the other hand, the exposure of young *B. globosus* (2.5–8.5 mm shell height) to 5 miracidia showed 100 per cent in the positive rate. *S. haematobium* cercariae were recognized 88–93 days after exposure at 23–24 C, and 44–48 days at 25–26 C.

Table 5 Experimental infection of *Bulinus* snail with *S. haematobium*

Snail species (size)	No. of snails exposed	No. of miracidia per snail	Temp.	No. (%) surviving 44–126 days	No. (%) positive	Cercarial incubation period (days)
	10	1	23–24 C	9 (90)	0 (0)	
<i>B. globosus</i>	10	3		10 (100)	1 (10)	89
(11–12 mm shell height)	10	5		10 (100)	3 (30)	86
	10	10		10 (100)	4 (40)	88–93
	10	20*	25–26 C	9 (90)	9 (100)	44–48
<i>B. globosus</i>	33	5*	25–26 C	26 (79)	26 (100)	44–46
(2.5–8.5 mm)						
<i>B. globosus</i>	22	5*		17 (77)	4 (24)	44–48
(11.5–14.5 mm)						
<i>B. tropicus</i>	26	10–20	24–26 C	18 (69)	0 (0)	

*: Miracidia were hatched from feces of infected hamster with *S. haematobium* originating human infection.

DISCUSSION

It was impossible in this study to make quantitative observations on the snail population and schistosome infection rates of the snails in any water streams, because of random surveys during a short period. However this study indicates the possible transmission pattern of schistosomiasis in waters in the Taveta area.

It is quite natural and well known that water connection directly influences the spread, distribution and redistribution of host snail of schistosomiasis. The permanent water streams in the Taveta area would be classified into the following sections due to water connection; the upper course of Lumi River, the middle course of Lumi River, the down course of Lumi River, Irrigation Furrow, and Lake Jipe. No host snail was collected in any place surveyed of the upper course of Lumi River (1, 2, 3 in Figure 1 and Table 2) and the down course of Lumi River (13, 14, 15). In the down course of Lumi River, plenty and rapid water stream refuses snail habitat. In the upper course, there is a temporary increase of water stream during the rainy season, but water conditions would not be unfavorable for snail habitat during the dry season. On the other hand, host snails were collected in 12 places of the middle course of Lumi River, Irrigation Furrow and Lake Jipe where are stagnant waters. The snails are able to grow up and reproduce in places such as stagnant waters, and would be widely redistributed from there.

In general, irrigation is typical permanent water stream and the use of irrigation

to expand agricultural productivity is likely to increase the prevalence and incidence of schistosomiasis. Webbe (1963) concluded that the snails do not thrive well in well maintained irrigation canals, but that conditions encountered in many irrigation schemes, including low-gradient canal systems with slit and vegetation, unsatisfactory water management schedules employed for conveyance systems, poor drainage channels with night storage dams and temporary pools, provide suitable habitats for the snails. Irrigation Furrow in the Taveta area quite coincides in such conditions. Recently Choudhy (1975) also claimed the risk of irrigation for the prevalence and incidence of schistosomiasis in Kenya as have been reported by many workers (Sturrock, 1965, 1966; Webbe, 1963; Webbe and Jordan, 1966; McCullough *et al.*, 1968; Highton, 1974) in East Africa.

Much information has not been given about natural infection rates of *Biomphalaria* snails, because naturally infected snails were rarely found in the field. A few workers including Gordon *et al.* (1934) and Teesdale (1962) reported 0 to 30 per cent (usually around 3% or low) in natural infection rates of *B. pfeifferi* with *S. mansoni*. Prentice (1970) concluded that it was very difficult to find naturally infected *B. sudanica* (none out of 245,000), but exceptionally Magendantz (1972) reported relative high infection rates (0.5 to 7.7%, average 1.6%) in the same Lake Victoria. In the present study, 5.9 per cent of *B. pfeifferi* collected from Lumi River (Timbila, 11) and 0.1 per cent of the same snail from Irrigation Furrow (Eldoro, 17) proved to be naturally infected with *S. mansoni*, whereas, naturally infected *B. sudanica* failed to be found out in Lake Jipe.

Most workers have found out naturally infected *B. globosus*, and some workers including Blacklock and Thompson (1924), Hira and Muller (1966) and Paperna (1968) reported that natural infection rate was relatively high (mostly higher than 5%) and it temporarily rose nearly 50 per cent. In this study, around 10 per cent of *B. globosus* from Irrigation Furrow proved to be naturally infected with *S. haematobium* on the conditions that many snails occurred. A rise in percentage of *B. globosus* infected with *S. haematobium* as the snail density increases was also recognized in Irrigation Furrow. This fact was already reported by Teesdale and Nelson (1958), Webbe (1962) and Hira and Muller (1966).

Up to the present, natural infection of *B. forskalii* with *S. haematobium* has never been found in the field, in spite of numerous snail surveys previously reported. In this study, none out of 103 *B. forskalii* was infected with *S. haematobium*.

The relationships between the number of miracidia exposed to snail and the infection rate have been reported by many earlier workers. In the experimental infection of *B. pfeifferi*, 60 to 100 per cent of the snails were infected with *S. mansoni* when the snail was exposed to 10 miracidia (Cridland, 1955), and when the snail was exposed to 3 miracidia (Prentice *et al.*, 1970). In the experimental infection of *B. sudanica*, 52 per cent of the snails were infected with *S. mansoni* when the snail was exposed to 8 miracidia (McClelland, 1962), and 16 and 41 per cent of the snails were infected when exposed to 3 and 10 miracidia respectively (Prentice, 1970). In the present study, the exposure of *B. pfeifferi* to 3 miracidia of *S. mansoni* and the exposure of *B. sudanica* to 5 miracidia showed 100 per cent in the positive rate. The exposure of *B. pfeifferi* to a single miracidium showed highly 67 per cent in infection rate,

whereas the exposure of *B. sudanica* to the same dose showed negative result. These experimental infection rates obtained in this study seem to be higher than the results in the previous papers mentioned above.

As regards to the age resistance of host snails to schistosomes, Archibald and Marshall (1932) noticed that young *B. truncatus* was more susceptible to *S. haematobium* than the adult snail. And Moore *et al.* (1953), Chu *et al.* (1966a), Sturrock (1967) and Lo (1972) recognized this phenomenon in their experimental studies of *B. truncatus*, *B. truncatus*, *B. nasutus productus* and *B. guernei*, respectively. Webbe and James (1972) got 47.1, 55.8 and 96.0 per cent of high infection rates in the experimental infections of young *B. globosus* (4–5 week age, 5–6 mm) with 1, 3 and 7 miracidia of *S. haematobium*, respectively. In this study, the exposure of young *B. globosus* (2.5–8.5 mm) to 5 miracidia showed 100 per cent in the infection rate, but at least 20 miracidia were needed to infect all of adult *B. globosus* snails. In the exposure of *Bulinus* snail to different numbers of miracidia, it has been reported that an increase in infection rate occurred as the snails were exposed to an increasing number of miracidia (McClelland, 1965; Chu *et al.*, 1966b; Lo, 1972; Webbe and James, 1972). In this study, the exposure of adult *B. globosus* (11–12 mm) to 1, 3, 5, 10 and 20 miracidia showed 0, 10, 30, 40 and 100 per cent in infection rate respectively. Infection rate of *B. globosus* increased with numbers of miracidia of *S. haematobium*.

B. pfeifferi was found to be naturally infected with *S. mansoni* in the middle course of Lumi River and in Irrigation Furrow, and this snail was easily infected experimentally. This fact seems to show that the transmission of *S. mansoni* may take place in some places of the middle course of Lumi River and of Irrigation Furrow. No naturally infected *B. sudanica* with *S. mansoni* was found from the field in Lake Jipe, but the snail was proved to be susceptible to *S. mansoni* originating human infection. Papyrus swamp of Lake Jipe was the main habitat of *B. sudanica*. Therefore, it would be suggested that the transmission of *S. mansoni* by *B. sudanica* takes place there in Lake Jipe.

B. globosus was found to be naturally infected with *S. haematobium* in Irrigation Furrow, and this snail was easily infected experimentally, especially when the snail was young. This fact seems to show that the transmission of *S. haematobium* takes place in any place of Irrigation Furrow. *B. forskalii* was widespread, but the snail density seems to be low. *B. tropicus* is well known as the not-intermediate snail host of *S. haematobium*. Therefore, there might be a possibility to contribute only by *B. globosus* to the transmission of *S. haematobium*.

It was concluded that *Biomphalaria pfeifferi*, *B. sudanica* and *Bulinus globosus* are the most important species in the transmission of schistosomiasis in the Taveta area.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to express their sincere gratitude to Kenyan Government Officials for their cooperation to the studies. A special debt of gratitude is due to Dr. J. N. Itotia, Director of the National Public Health Laboratory Services, Nairobi, Dr. T. K. A. Siongok, Head of the Division of Vector Borne Diseases, National Public Health Laboratory Services, Dr. H. K. Githaiga, Parasitologist, Division of Vector

Borne Diseases, National Public Health Laboratory Services, and field technicians (Mr. R. L. Musa, Mr. J. Nandoya, Mr. H. Mwinga) of the Medical Research Laboratory, Division of Vector Borne Diseases, Taveta.

The authors are deeply indebted to Dr. D. S. Brown, Medical Research Council Project, Kisumu, and Zoology Department, British Museum, London for his helpful identification of snail samples.

REFERENCES

- 1) Archibald, R. G. and Marshall, A. (1932): A descriptive study of the cercariae of *Schistosoma haematobium* in the Sudan, *J. Trop. Med. Hyg.*, 35, 225-228
- 2) Blacklock, D. B. and Thompson, M. G. (1924): Human schistosomiasis due to *S. haematobium* in Sierra Leone, *Ann. Trop. Med. Parasit.*, 18 (2), 211-234
- 3) Brown, D. S. (1974): Current work on snails, *E. Afr. J. Med. Res.*, 1 (3), 213-216
- 4) Chu, K. Y., Massoud, J. and Sabbaghian, H. (1966a): Host-parasite relationship of *Bulinus truncatus* and *Schistosoma haematobium* in Iran, 1. Effect of the age of *B. truncatus* on the development of *S. haematobium*, *Bull. Wld Hlth Org.*, 34, 113-119
- 5) Chu, K. Y., Sabbaghian, H. and Massoud, J. (1966b): Host-parasite relationship of *Bulinus truncatus* and *Schistosoma haematobium* in Iran, 2. Effect of exposure dosage of miracidia on the biology of the snail host and the development of the parasites, *Bull. Wld Hlth Org.*, 34, 121-130
- 6) Choudhy, A. W. (1975): Potential effects of irrigation on the spread of bilharziasis in Kenya, *E. Afr. Med. J.*, 52 (3), 120-126
- 7) Cridland, C. C. (1955): The experimental infection of several species of african freshwater snails with *Schistosoma mansoni* and *S. haematobium*, *J. Trop. Med. Hyg.*, 58, 1-11
- 8) Gordon, R. M., Davey, T. H. and Peaston, H. (1934): The transmission of human bilharziasis in Sierra Leone, with an account of the life cycle of the schistosomes concerned, *S. mansoni* and *S. haematobium*, *Ann. Trop. Med. Parasit.*, 28, 323-418
- 9) Highton, R. B. (1974): Schistosomiasis, Health and Disease in Kenya, 1st ed., 347-355, East African Literature Bureau
- 10) Hira, P. R. and Muller, R. (1966): Studies on the ecology of snails transmitting urinary schistosomiasis in Western Nigeria, *Ann. Trop. Med. Parasit.*, 60 (2), 198-211
- 11) Katamine, D., Siongok, T. K. A., Kawashima, K., Nojima, H., Imai, J. and Nakajima, Y. (1978): Prevalence of human schistosomiasis in the Taveta area of Kenya, East Africa, Japan. *J. Trop. Med. Hyg.*, 6 (3, 4), 167-180.
- 12) Lo, C. T. (1972): Compatibility and host-parasite relationships between species of the genus *Bulinus* (Basommatophora: Planorbidae) and an Egyptian strain of *Schistosoma haematobium* (Trematoda: Digenea), *Malacologia*, 11, 225-280
- 13) Magendantz, M. (1972): The biology of *Biomphalaria choanomphala* and *B. sudanica* in relation to their role in the transmission of *Schistosoma mansoni* in Lake Victoria at Mwanza, Tanzania, *Bull. Wld Hlth Org.*, 47, 331-342
- 14) Mandahl-Barth, G. (1954): The freshwater molluscs of Uganda and adjacent territories, *Ann. Mus. Congo Belge. Zool. Sci.*, 32, 1-206
- 15) Mandahl-Barth, G. (1962): Key to the identification of East and Central Africa freshwater snails of medical and veterinary importance, *Bull. Wld Hlth Org.*, 27, 135-150
- 16) McClelland, W. F. (1962): East Africa Institute for Medical Research Annual Report for 1961-1962, 10-17, Mwanza, Tanzania, East African Common Services Organization
- 17) McClelland, W. F. (1965): Individual and mass exposures of *Bulinus nasutus* to *Schistosoma haematobium* and *Biomphalaria sudanica* to *S. mansoni*, and the effects of concentration of miracidia

- on infection rates, Proc. Centr. Afr. Sci. & Med. Congr., Lusaka, 1963, 819-827, Pergamon: London
- 18) McCullough, F. S., Eyakuze, V. M., Msinde, J. and Nditi, H. (1968): Water resources and bilharziasis transmission in the Misungwi Area, Mwanza District, North-West Tanzania, E. Afr. Med. J., 45 (5), 295-308
 - 19) Moore, D. V., Thillet, C. J. and Carney, D. M. (1953): Experimental infection of *Bulinus truncatus* with *Schistosoma haematobium*, J. Parasit., 39, 215-221
 - 20) Mozley, A. (1939): The fresh-water mollusca of the Tanganyika territory and Zanzibar Protectorate, and their relation to human schistosomiasis, Trans. Roy. Soc. Edinb., 59, 687-743
 - 21) Paperna, I. (1968): Studies on the transmission of schistosomiasis in Ghana, The infection rate of snails at transmission site, Ghana Med. J., 7 (2), 63-70
 - 22) Prentice, M. A., Panesar, T. S. and Coles, G. C. (1970): Transmission of *Schistosoma mansoni* in a large body of water, Ann. Trop. Med. Parasit., 64 (3), 339-348
 - 23) Sturrock, B. M. (1967): The effect of infection with *Schistosoma haematobium* on the growth and reproduction rates of *Bulinus (Physopsis) nasutus productus*, Ann. Trop. Med. Parasit., 61, 321-325
 - 24) Sturrock, R. F. (1965): The development of irrigation and its influence on the transmission of bilharziasis in Tanganyika, Bull. Wld Hlth Org., 32 (2), 225-236
 - 25) Sturrock, R. F. (1966): Bilharzia transmission on a new Tanzanian irrigation schema, E. Afr. Med. J., 43 (1), 1-6
 - 26) Teesdale, C. (1954): Freshwater molluscs in the Coast Province of Kenya with notes on an indigenous plant and its possible use in the control of bilharzia, E. Afr. Med. J., 31 (8), 351-365
 - 27) Teesdale, C. (1962): Ecological observations on the molluscs of significance in the transmission of bilharziasis in Kenya, Bull. Wld Hlth Org., 27, 759-782
 - 28) Teesdale, C. and Nelson, G. S. (1958): Recent work on schistosomes and snails in Kenya, E. Afr. Med. J., 35, 427-438
 - 29) Webbe, G. (1962): The transmission of *Schistosoma haematobium* in an area of Lake Province, Tanganyika, Bull. Wld Hlth Org., 27, 59-85
 - 30) Webbe, G. (1963): Known transmission patterns of *S. haematobium* in Tanganyika and the possible influence of irrigation on incidence of infection, E. Afr. Med. J., 40 (5), 235-239
 - 31) Webbe, G. and Jordan, P. (1966): Recent advances in knowledge of schistosomiasis in East Africa, Trans. Roy. Soc. Trop. Med. & Hyg., 60 (3), 279-306
 - 32) Webbe, G. and James, C. (1972): Host-parasite relationships of *B. globosus* and *B. truncatus* with strains of *Schistosoma haematobium*, J. Helminth., 46 (2), 185-199

東アフリカ・ケニア，タベタ地区における 住血吸虫症の媒介貝類について¹

野島 尚武²・片峰 大助³・川島健治郎⁴・中島 康雄³・
今井 淳一³・坂本 信³・嶋田 雅暁³・宮原 道明⁴

ケニア国タベタ地区での淡水産貝類は以下の 8 属 11 種である。即ち *Biomphalaria pfeifferi*

1 ケニアにおける住血吸虫症の研究 (第 2 報) 本研究は長崎大学熱帯医学研究所に対する文部省特別事業費により行われた。2 鹿児島大学医学部医動物学教室 3 長崎大学熱帯医学研究所寄生虫学部門 4 九州大学医療技術短期大学部医動物学研究室

(Krauss), *B. sudanica* (Martens), *Bulinus globosus* (Morelet), *B. tropicus* (Krauss), *B. forskalii* (Ehrenberg), 以上5種は住血吸虫との関係種, *Lymnea natalensis* (Krauss), *Ceratophallus natalensis* (Krauss), *Segmentorbis angustus* (Jickeli), *Gyraulus costulatus* (Krauss), *Bellamya unicolor* (Olivier) *Melanoides tuberculata* (Müller) である。

B. pfeifferi は Lumi 川と灌漑用溝に, *B. sudanica* は Jipe 湖畔に, それぞれの多数の棲息をみたが, マンソン住血吸虫の自然感染は *B. pfeifferi* のみに見られた。*B. globosus* は灌漑用溝のみに多数棲息し, *B. tropicus* は灌漑用溝と Jipe 湖畔に, *B. forskalii* は少数ながらあらゆる水系に見出された。ビルハルツ住血吸虫の自然感染は *B. globosus* のみに見出され, その貝の棲息数が多いと約10%の高い感染率が常時認められた。

一方これらの実験感染では, *B. pfeifferi* には3隻のミラシジウムで, *B. sudanica* には5隻のそれで100%感染が成立し, 両種ともマンソン住血吸虫の好適な中間宿主であることがわかった。

B. globosus は 1.5~8.5 mm の若い貝は5隻のミラシジウムで100%感染が成立し, 11~12 mm の成貝では20隻以上のミラシジウムが必要である。ビルハルツ住血吸虫の好適な中間宿主であることがわかった。

以上からタバタ地区でのマンソン住血吸虫症, ビルハルツ住血吸虫症の媒介中間宿主として, 前者には *B. pfeifferi* と *B. sudanica* が, 後者には *B. globosus* が主な役割を演じていることが推測される。

INVESTIGATIONS ON THE ROLE OF WILD RODENTS AS RESERVOIRS OF HUMAN SCHISTOSOMIASIS IN THE TAVETA AREA OF KENYA, EAST AFRICA¹

KENJIRO KAWASHIMA², DAISUKE KATAMINE³, MAKOTO SAKAMOTO³,
MASAAKI SHIMADA³, HISATAKE NOJIMA⁴
AND MICHIAKI MIYAHARA²

Received for publication 1 August 1978

Abstract: These investigations were carried out in some of the villages around Taveta Town, Coast Province, Kenya, during the dry seasons of 1974, 1975 and 1976. The authors examined 83 wild rodents from villages where there is a high infection rate of *S. mansoni* and/or *S. haematobium*. The number and species of the rodents collected were as follows: 41 *Pelomys* sp., 2 *Arvicanthis* sp., 6 *Dendromus* sp., 5 *Thamnomys* sp., 1 *Rattus rattus* from Jipe, 4 *Pelomys* sp., 3 *Arvicanthis* sp., 3 *Mastomys* sp. from Eldoro, 1 *Pelomys* sp., 10 *Arvicanthis* sp., 7 *Mastomys* sp. from Kivalwa. Among them, 18 *Pelomys* sp. (43.9%) from Jipe and 1 *Pelomys* sp. (25.0%) from Eldoro proved to be infected with *Schistosoma* flukes. These flukes were identified as *S. mansoni* on the basis of their morphological features as well as the infectivity to their transmitters. In the experimental exposure of *Biomphalaria sudanica* to miracidia obtained from *Pelomys* sp., a number of cercariae were observed. This snail also proved to be infected with *S. mansoni* from human infection. From these investigations, it was suggested that the creek rodent, *Pelomys* sp. may play the role as a reservoir host of *Schistosoma mansoni* in this area.

INTRODUCTION

For a long time it was generally believed that in Africa the transmission of *Schistosoma mansoni* and *S. haematobium* was entirely interhuman. However, in 1952 a schistosome of man was found by Kuntz in a rodent and this stimulated a great deal of laboratory and field investigations on rodents as reservoirs of human schistosomiasis in Africa.

According to the reviews by Nelson (1960) and Nelson *et al.* (1962), a variety of wild animals including wild rodents have been found naturally infected with *S. mansoni* or *S. haematobium*, but up to the time of the present investigation there was no

1 Studies on Schistosomiasis in Kenya, East Africa (Report 3) conducted by Schistosomiasis Research Team (Leader: D. Katamine), Institute for Tropical Medicine, Nagasaki University and Kenyan Counterparts, supported by a Scientific Research Grant from the Ministry of Education, Japan. 2 Laboratory of Medical Zoology, School of Health Sciences, Kyushu University, Fukuoka, Japan. 3 Department of Parasitology, Institute for Tropical Medicine, Nagasaki University, Nagasaki, Japan. 4 Department of Medical Zoology, Faculty of Medicine, Kagoshima University, Kagoshima, Japan.

evidence to suggest that rodents played a part in the transmission of human schistosomiasis in Africa.

During the dry seasons of 1974, 1975 and 1976, the authors carried out field and experimental investigations on the role of wild rodents as reservoirs of human schistosomiasis in the Taveta area of the Coast Province of Kenya. The present paper reports the results of these investigations and records a high infection rate of *S. mansoni* in wild rodents.

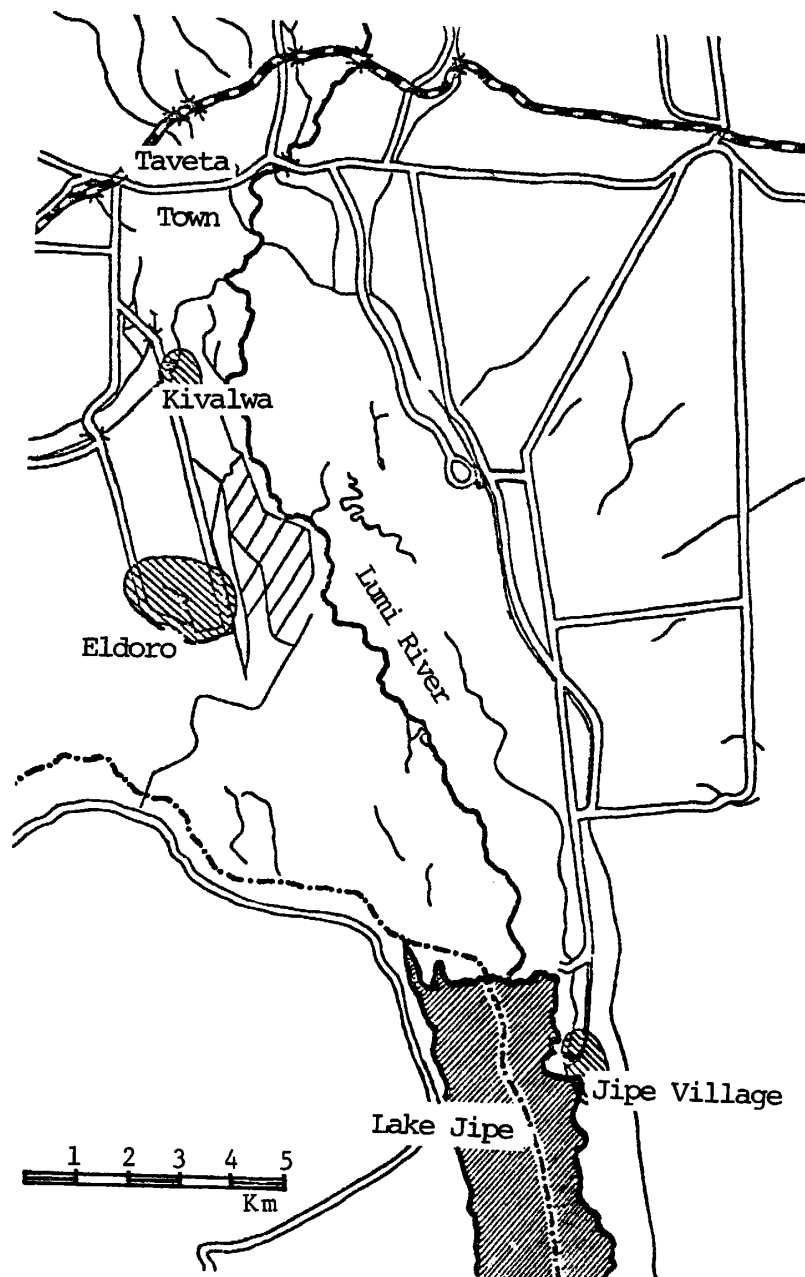


Figure 1 Map of the Taveta area, Coast Province, Kenya showing the locations of villages studied.

MATERIALS AND METHODS

Most of the wild rodents were captured by cage traps in the papyrus swamp along the Lake Jipe shore (Figure 1). The traps were also set in the sugar cane field along the irrigation canals in the villages Kivalwa and Eldoro.

The technique used in examining the rodents in 1974 was to crush the liver and portal veins between glass plates under a dissecting microscope to search for adult schistosome flukes and to crush pieces of liver and intestine between slides and examine them with a higher objective for eggs.

In 1975, the wild rodents were anaesthetized with Nembutal and the adult schistosomes were perfused from the portal veins and livers with citrated saline. The adults obtained were washed in saline and then fixed in Bouin's solution with slight pressure under a cover slip at the room temperature. These adults were preserved in 70 per cent ethanol. After sending them to Japan, they were stained with Carmine and mounted.

In order to collect the eggs of the schistosomes, the liver and intestine of the rodent were washed with saline and homogenized. After separating the residues, they were washed several times. The residues were examined under a dissecting microscope and the eggs were collected with a Pasteur pipette. These eggs were measured and compared with those from human infections.

Miracidia were hatched from the eggs obtained from the infected rodents, and were exposed to *Biomphalaria sudanica* that originated from Lake Jipe.

RESULTS

(1) Natural infection of wild rodents with schistosome

The results of the field investigation are summarized in Table 1. As shown in

Table 1 Natural schistosome infections in wild rodents in the Taveta area

Species of rodent	Villages surveyed	1974			1975			Total		
		No. examined	No. infected	(%)	No. examined	No. infected	(%)	No. examined	No. infected	(%)
<i>Pelomys</i> sp.	Jipe	27	12	(44.4)	14	6	(42.9)	41	18	(43.9)
	Kivalwa				1	0	(0)	1	0	(0)
	Eldoro				4	1	(25.0)	4	1	(25.5)
<i>Aroicanthis</i> sp.	Jipe	2	0	(0)				2	0	(0)
	Kivalwa				10	0	(0)	10	0	(0)
	Eldoro				3	0	(0)	3	0	(0)
<i>Mastomys</i> sp.	Kivalwa				7	0	(0)	7	0	(0)
	Eldoro				3	0	(0)	3	0	(0)
<i>Dendoromus</i> sp.	Jipe	6	0	(0)				6	0	(0)
<i>Thammomys</i> sp.	Jipe	3	0	(0)	2	0	(0)	5	0	(0)
<i>Rattus rattus</i>	Jipe	1	0	(0)				1	0	(0)

Table 2 Summarized data of the positive cases of naturally infected creek rodent, *Pelomys* sp. with schistosomes in 1975

Rodent No.	Date captured	Date autopsied	Eggs in faeces	Eggs in liver	Adults found
10*	Sept. 4	Sept. 5	—	—	4 ♂
15**	Sept. 7	Sept. 7	—	—	1 ♂
21*	Sept. 14	Sept. 14	—	+	4 ♂, 3 ♀
28*	Sept. 17	Sept. 17	—	+	2 ♂, 2 ♀
S-3*	Oct. 8	Nov. 5	+	+	2 ♂, 2 ♀
S-6*	Oct. 16	Nov. 11	+	+	8 ♂, 2 ♀

* captured from Jipe. ** captured from Eldoro.

Faecal examination was done at the date autopsied.

this Table, only the creek rodent, *Pelomys* sp. proved to be infected with schistosomes. During the two periods of observation, 18 out of 41 (43.9%) *Pelomys* sp. collected from the Lake Jipe shore were infected with *S. mansoni* and one out of four from Eldoro. Table 2 shows the number and sex of flukes recovered in six infected *Pelomys* sp. in 1975. The largest number of adult flukes was 10 (8 ♂, 2 ♀) and the smallest was one (1 ♂). It should be noted that the results of faecal examination of infected *Pelomys* sp. with schistosomes were negative for viable eggs until October and were positive after that. Other wild rodents such as *Arvicanthis* sp., *Mastomys* sp., *Dendromys* sp., *Thamnomys* sp. and the house rat, *Rattus rattus* were all negative for *Schistosoma* infection.

(2) Diagnostic features of schistosome found in *Pelomys* sp.

Adult flukes (Figures 2 and 3): The intestine of the male divides immediately posterior to the oesophageal gland into two intestinal crura which reunite to form a single caecum at approximately two-fifth or two-sixth of the total length of the intestine from the anterior end of the fluke. The number of testes is five to seven. In the female, the ovary lies in the anterior half of the body. Only one egg at a time is found in the uterus.

Eggs (Figure 4): The majority of eggs recovered from liver, intestine or faeces of the rodents are generally oval in shape and bear a lateral spine. The length and width of the 100 eggs averaged 143.2 ± 12.19 microns and 57.7 ± 6.58 microns, respectively. The measurements of the eggs of schistosomes found in *Pelomys* sp. and those of *S. mansoni* from human infections are shown in Table 3. The differences of length and width of the eggs are not statistically significant.

Finally, these flukes found in *Pelomys* sp. were identified as *S. mansoni* on the basis of the morphological features of the adults as well as those of the eggs.

(3) Experimental infections of snails and hamsters with schistosome found in *Pelomys* sp.

B. sudanica experimentally exposed to miracidia obtained from the eggs of *S. mansoni* parasitic in *Pelomys* sp. were transferred to Japan and observed. Two of the three snails which survived 56 days after exposure produced *S. mansoni* cercariae

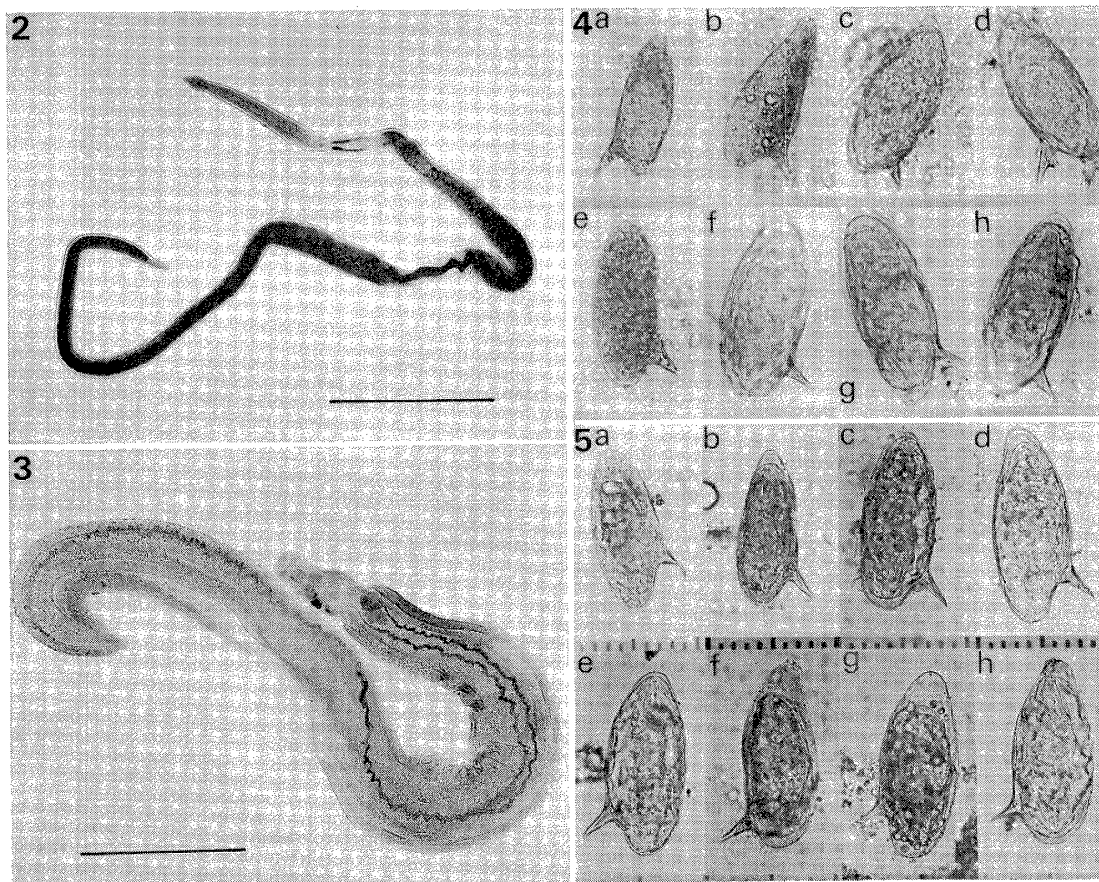


Figure 2 Adult *S. mansoni* (female) from wild *Pelomys* sp. (Scale 1.0 mm).

Figure 3 Adult *S. mansoni* (male) from wild *Pelomys* sp. (Scale 1.0 mm).

Figure 4 Eggs of *S. mansoni* from wild *Pelomys* sp. (Scale 10 microns).

Figure 5 Eggs of *S. mansoni* from the patient in the Taveta area (Scale 50 microns).

which were used to infect hamsters. Sixty-three days after exposure, the eggs of *S. mansoni* appeared in the faeces of the infected hamsters. The results of these experiments prove that *S. mansoni* obtained from *Pelomys* sp. is infective to *B. sudanica* and also to hamsters. At the same time, wild rodents were exposed to *S. mansoni* cercariae originating from human infections. In this experiment, one *Pelomys* sp. became infected. It was also shown that *B. sudanica* was susceptible to *S. mansoni* derived from human infection.

Table 3 Mean and standard deviation of measurements of the eggs of *S. mansoni* from rodent and human infections (in microns)

	Eggs from rodents (n=100)	Eggs from human (n=100)
Length	143.2 ± 12.19	140.1 ± 10.47
Width	57.7 ± 6.58	58.3 ± 5.45

DISCUSSION

In Africa two species and one variety of *Schistosoma* in the group with lateral

spined eggs have been reported: these are *S. mansoni* Sambon, 1907 and *S. rodhaini* Brumpt, 1931. *S. rodhaini* is common in rodents (Stijns, 1952; Schwetz, 1954), although it has never been found in human beings. According to the description of the eggs of *S. rodhaini* by Fripp (1967), the majority of eggs of *S. rodhaini* recovered from the liver, intestine or faeces of the mammalian hosts are generally oval and bear a prominent terminal or slightly subterminal spine usually directed laterally, with the angle of the direction varying from 0 to 90° to the long axis of the eggs, and at the opposite end of the eggs is a short blunt tubercle which may be straight or occasionally absent, but usually bends in a direction opposite to that of the spine. Schistosomes found in the rodents in the present study are distinguished from *S. rodhaini* by the shape of the eggs which are characteristic for typical *S. mansoni*. Schwetz (1953) found a new schistosome in wild rodents from the Albertville area of the former Belgian Congo and named it as *S. mansoni* var. *rodentorum*. This fluke produces lateral spined eggs similar to those of *S. mansoni* from which it is distinguished by several features. The differences were summarized by Schwetz (1953) as follows: in general appearance the eggs are elongated and sometimes slightly twisted, with one end rounded and the other narrowed. The spine bears near – sometimes very near – to the rounded end. The notch between the base of the spine and the body of the egg is distinct and is often wide and deep. Although some of the eggs in the present study were similar to those of *S. mansoni* var. *rodentorum*, living miracidia were not recognized in any of them (Figures 4a, b), and the eggs of normal appearance including living miracidia were identical in shape with those typical of *S. mansoni* (Figures 4 and 5 except 4a, 5). It seems that the egg of *S. mansoni* var. *rodentorum* might be an abnormal form of *S. mansoni* parasitic in rodents. In fact, Schwetz (1956) has already noted that *S. mansoni* var. *rodentorum* might be *S. mansoni* parasitic in rodents. Teesdale and Nelson (1958) also considered that *S. mansoni* var. *rodentorum* is nothing other than *S. mansoni* in rodents. According to the study by Taylor (1970), hybridisation occurred readily between *S. mansoni* and *S. rodhaini*, and the hybrids produced eggs which showed clear hybrid inheritance. The eggs of schistosome in the present study were not like those of the hybrids. As shown in Table 3, there were no differences in the sizes of the eggs of *S. mansoni* between human and rodent infections. Moreover, the morphological features of the adult flukes of schistosomes found in the rodents in the present study were identical with those of *S. mansoni* originating from human infection. Finally the flukes found in the rodents in the present study were identified as *S. mansoni* based on their morphology as well as their snail hosts.

In Kenya, Nelson (1960) examined 226 rodents from the endemic areas of schistosomiasis *mansoni* and schistosomiasis *haematobia*, and found a single male schistosome of the *S. mansoni* type parasitic in only one rodent, a *Dasymys*. He concluded that the evidence from Africa suggested that rodents played very little part in the transmission of human schistosomiasis. According to Nelson's opinion (1960), the few positive findings were usually "dead end" infections indicating an occasional zooanthroposis with man as the maintenance host and the rodent as an incidental host. In 1962, Nelson *et al.* reviewed the results of further surveys of the natural infection of rodents with schistosomes in Kenya where they examined more than

1,000 rodents. According to their study, *S. mansoni* was found in one out of 63 *Otomys*, two out of 250 *Mastomys* and one out of four *Dasymys*. *S. rodhaini* was found in one out of 60 *Thallomys* and two out of ten *Lophuromys*. Moreover, *S. bovis* was found in one *Mastomys* and three *Lophuromys*. Again, the low natural infection rate found in the rodents suggested that they were of no importance as reservoirs of human schistosomiasis in Africa. However, they concluded that since rodents can maintain *S. rodhaini* in isolated foci the examination of more swamp rodents might reveal active foci of rodent transmitted *S. mansoni* in Africa. The same authors were evidently uncertain of the role of baboons as true maintenance hosts of *S. mansoni*, even though high prevalence rates were recorded in Kenya and Uganda. Subsequent studies by Fenwick (1969) in Tanzania have shown that baboons can maintain the infection in their own community and are the source of infection to man. According to the study by Schwetz (1954) in the former Belgian Congo, schistosomiasis of rodents is chronic and seems to be of low virulence and he suggests that rodents were infected for ages before man appeared and that they came to tolerate their schistosomiasis. When man began to frequent the same watercourse and was exposed to infection, the chronic infection seen in rodents became an acute infection in the human host. This hypothesis was not supported by Pitchford and Visser (1962) who investigated the role of naturally infected wild rodents in the epidemiology of schistosomiasis in the Eastern Transvaal. Although they found schistosomiasis in rodents in a highly endemic area in their initial investigation, the original 22 per cent infection rate dropped until eventually it was extremely difficult to find any infected rodents two years later. They concluded that rodents seem incapable of maintaining *S. mansoni* infection without additional human pollution. In the present study, it is still not clear whether man contributes to the presence of *S. mansoni* in rodents or whether rodents can maintain *S. mansoni* in the absence of man, but high infection rate of *S. mansoni* among the creek rodent, *Pelomys* sp. and its ability to pass viable eggs in the faeces suggest that this rodent may serve as a reservoir of human schistosomiasis mansoni in this particular area. These observations suggest that further studies would be of value to determine the role of the creek rodent in the transmission of *S. mansoni* to man.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors express their deep gratitude to Kenyan Government officials for their excellent cooperation to these studies. The authors are particularly grateful to Dr. J. N. Itotia, Director of the National Public Health Laboratory Services, Nairobi, Dr. T. K. A. Siongok, Head of the Division of Vector Borne Diseases, National Public Health Laboratory Services, Dr. H. K. Githaiga, Parasitologist, Division of Vector Borne Diseases and field technicians (Mr. R. L. Musa, Mr. J. Nandoya, Mr. H. Mwinga, Mr. K. Kokoi) of the Medical Research Laboratory, Division of Vector Borne Diseases, Taveta, without whose help they could not have carried out any studies in endemic areas, and to Dr. J. E. Tremlett, Director of Veterinary Services, Veterinary Research Laboratories, Kabete who kindly supplied them with hamsters.

The authors are deeply indebted to Prof. G. S. Nelson, London School of

Hygiene and Tropical Medicine and to Dr. C. A. Wright, British Museum (Natural History), London for their helpful comments which aided in the preparation of this manuscript.

REFERENCES

- 1) Fenwick, A. (1969): Baboons as reservoir hosts of *Schistosoma mansoni*, Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg., 63, 557-567
- 2) Fripp, P. J. (1967): On the morphology of *Schistosoma rodhaini* (Trematoda, Digenea, Schistosomatidae), J. Zool., London, 151, 433-452
- 3) Kuntz, R. E. (1952): Natural infection of an Egyptian gerbil with *Schistosoma mansoni*, Proc. Helminthol. Soc. Washington, 19, 123-124
- 4) Nelson, G. S. (1960): Schistosome infections as zoonosis in Africa, Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg., 54, 301-324
- 5) Nelson, G. S., Teesdale, C. and Highton, R. B. (1962): The role of animals as reservoirs of Bilharziasis in Africa, In Chiba Foundation Symposium: Bilharziasis, 127-149, London
- 6) Pitchford, R. J. and Visser, P. S. (1962): The role of naturally infected wild rodents in the epidemiology of schistosomiasis in the Eastern Transvaal, Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg., 56, 126-135
- 7) Schwetz, J. (1953): On a new schistosome of wild rodents found in the Belgian Congo, *Schistosoma mansoni* var. *rodentorum* var. nov., Ann. Trop. Med. Parasit., 47, 183-186, 2 plates
- 8) Schwetz, J. (1954): On two schistosomes of wild rodents of the Belgian Congo: *Schistosoma rodhaini* Brumpt, 1931; and *Schistosoma mansoni* var. *rodentorum* Schwetz, 1953; and their relationship to *S. mansoni* of man, Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg., 48, 89-100
- 9) Schwetz, J. (1956): Rôle of wild rats and domestic rats (*Rattus rattus*) in schistosomiasis of man, Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg., 50, 275-282
- 10) Stijns, J. (1952): Sur les rongeurs, hotes naturels de *Schistosoma rodhaini* Brumpt, Ann. Parasit. Hum. Comp., 27, 385, quoted by Schwetz (1954)
- 11) Taylor, M. G. (1970): Hybridisation experiments on five species of African schistosomes, J. Helminth., 44, 253-314, 13 plates
- 12) Teesdale, C. and Nelson, G. S. (1958): Recent work on schistosomes and snails in Kenya, E. Afr. Med. J., 35, 427-436

東アフリカ・ケニア，タベタ地区における住血吸虫症の 病原保有宿主としての野生ネズミ類に関する研究¹

川島健治郎²・片峰 大助³・坂本 信³
嶋田 雅暁³・野島 尚武⁴・宮原 道明²

この研究は、1974年、1975年および1976年の乾期（9月—12月）にケニア南部のタベタ地区に於て行われた。マンソン住血吸虫の濃厚浸淫地である Jipe 部落の Jipe 湖畔においては *Pelomys* sp. 41 個体、*Arvicanthis* sp. 2 個体、*Dendromus* sp. 6 個体、*Thamnomys* sp. 5 個体、*Rattus rattus* 1 個体を採集した。このうち、*Pelomys* sp. 18 個体（43.9%）に住血吸虫の自然感染を認めた。マンソン住血吸虫とビルハルツ住血吸虫の両種の浸淫地である Eldoro 部落では *Pelomys* sp. 4 個体、*Arvicanthis* sp. 3 個体、*Mastomys* sp. 3 個体を採集し、そのうち *Pelomys* sp. 1 個体（25.0%）に住血吸虫の自然感染を証明した。ビルハルツ住血吸虫の濃厚浸淫地である Kivalwa 部落では *Pelomys* sp. 1 個体、*Arvicanthis* sp. 10 個体、*Mastomys* sp. 7 個体を採集したが、住血吸虫の感染は認められなかった。*Pelomys* sp. から得られた住血吸虫の成虫について、雄では腸管が食道腺の直後において2分し、虫体の前方から2/5ないしは2/6の位置において再融合するものが普通にみられた。精巣の数は5-7個であった。雌では単純な卵巣が体の前部に位置し、子宮内に認められる虫卵の数は1個であった。また、その卵の形態は卵円形を呈し、鈍角をなす卵殻端に近い側部に著しい棘を生ずる。その100個の計測値は長径 $143.2 \pm 12.19 \mu$ 、幅径 $57.7 \pm 6.58 \mu$ であった。更に孵化させて得たミラシジウムを Jipe 湖中に多数生息する *Biomphalaria sudanica* に実験的に感染させたところ、セルカリアまでの発育が認められた。これらの特徴をヒトから得たマンソン住血吸虫のそれと比較したところ、多くの点で一致がみられた。従って *Pelomys* sp. から得られた住血吸虫をマンソン住血吸虫と同定した。Jipe 部落にはマンソン住血吸虫による患者が多数みられ、この住血吸虫の病原保有宿主として、*Pelomys* 属のネズミが、疫学上、重要な役割を演じているものと推測された。

1 ケニアにおける住血吸虫症の研究（第3報）本研究は長崎大学熱帯医学研究所に対する文部省特別事業費により行われた。2 九州大学医療技術短期大学部医動物学研究室 3 長崎大学熱帯医学研究所寄生虫学部門 4 鹿児島大学医学部医動物学教室

MALNUTRITION AND GIARDIASIS

—Treatment with Ornidazole¹—

Raymond LASSERRE²

Received for publication 20 March 1978

Giardiasis is a neglected disease raising little interest among most members of the medical profession. From time to time, however, publications suggest that giardiasis is more pathogenic than generally believed, but the attention is brief and this parasitosis falls back into semi-oblivion.

This leads to long delays in making the correct and accurate diagnosis. In his study of 28 cases Petersen (1972) notes that the diagnosis was made within one month in one case only, between one and twelve months in nine cases and from one to five years in eighteen cases (64.2%).

We see three main reasons for this lack of interest: firstly the clinical signs and symptoms are often mild, various and difficult to correlate with the presence of *Giardia lamblia*. Secondly, the diagnosis is often not made unless one looks carefully and repeatedly for the parasite in the stools or the duodenal juice. Thirdly, the treatment, until recent years, was troublesome and one frequently wondered whether it was not worse than the disease itself!

In this paper we propose 1) to describe the main features of the disease, 2) study the correlation with the malabsorption syndrome characterized by a defect in fat metabolism, which may lead to severe malnutrition and impairment of the absorption of liposoluble vitamins, 3) outline the pathogenesis of the malabsorption syndrome in respect of the jejunal mucosa lesions, 4) discuss studies concerning a possible immunoglobulin deficiency as a factor in the disease, 5) indicate the various methods for making the diagnosis of giardiasis, 6) outline advance in the treatment of this disease.

1. *Signs and Symptoms of Giardiasis.* Symptoms vary from vague abdominal discomfort to severe diarrhoea. While in some cases the parasitosis is entirely silent, usually giardiasis presents with non-specific diarrhoea, frequently with a foul odour and accompanied by intestinal cramps, anorexia, nausea and sometimes vomiting. Fever is infrequent and varies in intensity and duration.

In a study of 323 patients Brodsky *et al.* (1974) report the frequency of symptoms as follows: diarrhoea 96 per cent; weakness 72 per cent; weight loss 62 per cent; abdominal cramps 61 per cent; steatorrhoea 57 per cent; abdominal distension 42 per cent; vomiting 29 per cent and fever 17 per cent.

¹ Presented at the 19th Congress of Japanese Association of Tropical Medicine, Nara, 18-19 November, 1977. ² Roche Far East Research Foundation, Hong Kong.

2. *Fat metabolism disturbance.* It is interesting to note in this series that steatorrhoea was reported in 57 per cent of the cases studied. Indeed the correlation between giardiasis and steatorrhoea has been known for almost 40 years. To our knowledge Veghelyi is the first who has reported this correlation in children in 1939. Four years later we reported the first known case in an adult where a "tropical sprue" was in fact due to severe infestation with *G. lamblia* (Roch and Lasserre, 1953).

The correlation between the metabolism of lipids and a malnutrition syndrome in children has not yet been well documented and deserves further studies. Many paediatricians suspect that the steatorrhoea is a significant factor in childhood malnutrition but its exact importance is not yet clearly delineated.

In cases of severe steatorrhoea mimicking a sprue one can expect an impairment of the resorption of liposoluble vitamins. In our case reported in 1953 we observed indeed a clinical picture of vitamin A deficiency: day blindness, dryness of hair with alopecia. Nails were fragile, the skin was dry and the patient complained of a burning feeling of the tongue and the gum. After treatment to destroy the *G. lamblia* these symptoms regressed rapidly and spontaneously.

In their series of intestinal malabsorption with steatorrhoea in 8 cases, 7 of whom harboured *G. lamblia*, Ament and Rubin (1974) observed a low level of serum carotene prior to treatment, with a significant increase of the serum level after the elimination of *G. lamblia*, in all cases but two.

In South East Asia vitamin A deficiency is frequent, often leading to xerophthalmia and blindness. We wonder whether giardiasis is sometimes the cause of this syndrome, a problem which again deserves further investigations.

Indeed it is probable that the malabsorption is not confined to the lipids only but also carbohydrates (Hoskins *et al.*, 1967) and proteins.

3. *Pathogenesis of the malabsorption syndrome.* The pathogenesis of the problems with lipid metabolism is not clearly understood. One suggestion is that it is merely mechanical obstruction in that there is a lining of the jejunal mucosa by the parasites. However, Brandborg *et al.* (1967) demonstrated that the parasites are not only present in the lumen of the gut but are able to invade the mucosa. Takano and Yardley (1965) think the malabsorption is due to ultrastructural damage of the mucosa, as shown by their electron microscopic studies. Such damage, however, could not be seen in the case reported by Merecki and Parker (1967) who found a few *G. lamblia* in the mucosa cells of the jejunum, but did not observe any inflammatory reaction in the tissues.

More recently Ament and Rubin (1974), studying 384 intestinal biopsies in 8 patients suffering from steatorrhoea, 7 of whom were harbouring *G. lamblia*, observed prior to treatment "a wide spectrum of abnormalities of villus architecture": the lesions improved significantly after treatment to eliminate *G. lamblia*.

We can conclude from these studies that *G. lamblia* can invade the jejunal mucosa and that this is probably one of the factors in causing steatorrhoea, although the mechanism is still unclear.

4. *Immunodeficiency.* Another factor in the steatorrhoea may be related to the immunodeficiency syndromes. It has been known for many years that two distinctive intestinal histological changes have been seen in gastro-intestinal immunodeficiency conditions; namely, nodular lymphoid hyperplasia and a condition called hypogammaglobulinemic sprue in which the mucosa is flat and the intestinal villi have largely disappeared.

It is possible, but not proved, that *G. lamblia* invades the jejunal mucosa because of gastro-intestinal immunodeficiency and that steatorrhoea results due to a lesion of the mucosa caused by the parasite.

5. *Diagnosis.* It is based on the presence of *G. lamblia* cysts or trophozoites in the stools or trophozoites in the duodenal juice.

By its simplicity the stool test remains the method of choice for the diagnosis of the parasitosis. But one must know clearly what to expect from the test. A negative result does not exclude the diagnosis of giardiasis. In a recent study of 130 cases Jokiph and Jokiph (1977) found the parasite in all cases after five tests (100%), in 99 per cent after four tests, 92 per cent after three, 85 per cent after two and only 73 per cent after the first test. In addition, they demonstrated that there is a period of latency of two to three weeks between the infestation and the appearance of the parasite in the stool. This period exceeds the incubation time which is about 8 to 9 days. The prepatency of giardiasis might be as high as 35 per cent. Therefore, when suspecting this parasitosis it is necessary to repeat the stool examination four or five times if the first examination is negative and, if these are all negative and the symptoms persist, to repeat the tests after two or three weeks. When following this procedure the stool examination can be considered as reliable.

Duodenal aspiration and biopsy of the mucosa with an imprint prior to fixing the specimen for histology are excellent methods to detect *G. lamblia*. These methods of diagnosis are being used more frequently but are obviously less simple than the stool examination, though more reliable. Kamath and Murugasu (1974) compared in 12 patients results of stool examination, duodenal aspirate, impression smear of jejunal mucosa (imprint) and jejunal biopsy to find out which method is the most reliable for detecting *G. lamblia*. For each patient several stools excreted over several days were examined for parasites. Peroral intestinal biopsies were performed using the Crosby capsule modified by Watson. "In 4 of the patients, the parasites were identified in each stool specimen examined", in two patients parasites were seen only in two of three specimens, while in 6 patients no parasite was found in the stools. "Trophozoites were identified in duodenal aspirates taken from 10 patients — 4 with positive stool examination, and 6 with negative stool examinations". "The biopsy sections revealed trophozoites in all 12 patients" but the biopsy reading is time consuming and the parasite can be identified with certainty only after careful and tedious search. "Trophozoites were identified readily in mucosal impression smears from all 12 parasite-positive biopsies."

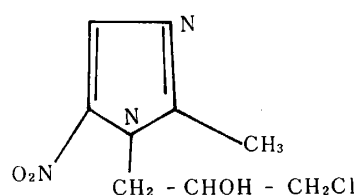
6. *Treatment.* Mepacrine was the drug of choice in giardiasis until the discovery of metronidazole. It was effective but required a treatment of seven day duration

and was accompanied by unpleasant side-effects, one of them being the temporary yellow colouration of the skin.

Metronidazole has the advantage of good tolerance, although it may be a little less effective than mepacrine, but again it requires treatment for one week.

Recently, new nitro-imidazole derivatives have been developed which are very effective against *G. lamblia*, even when given for one day only.

Among them ornidazole ('Tiberal' Roche) showed both efficacy and excellent tolerance. Ornidazole is α -Chloromethyl-2-methyl-5-nitro-1-imidazoleethanol.



Ornidazole

It is a light yellow crystalline substance with a bitter taste and a pH of 6.48 in 1 per cent aqueous solution. The substance is rapidly and almost completely absorbed and reaches its maximum concentration in the plasma within two to four hours after ingestion. The mean peak value in human plasma is 10.8 mcg/ml. The half-life is 14.4 hours and 15 per cent is protein bound. The LD₅₀ in mice is 1,420 mg/kg. It is interesting to note that there are not signs of intolerance when ornidazole is given together with alcohol. A high dose of the drug does not intensify the effects of alcohol and does not induce subjective or objective symptoms similar to those reactions seen of an antabuse type, whether ornidazole is given prior to or after alcohol ingestion (Schweitzer, 1976).

Preliminary studies demonstrated that ornidazole was highly active against *G. lamblia*. This encourages us to perform studies on giardiasis. As shown in the table, the short treatment of giardiasis with ornidazole was tested in 85 patients in five different centres. Four investigators performed open trials. Subchareon in Thailand did an open comparative study with mepacrine, metronidazole, tinidazole and ornidazole.

The evaluation of the treatment was done by daily stool examination for 10 days in one trial, 28–35 days in another. In one trial the investigator evaluated the treatment by duodenal aspiration and biopsy of the mucosa with an imprint and histological technique. In two trials the method of evaluation is not known.

The dose of ornidazole was 1.5–2 g in adults, depending on the body weight and 40–50 mg/kg body weight in children. In all cases the drug was given either as a single-dose or within one day in two equal doses.

Out of a total of 85 patients treated two failures were observed, which gives a success rate of 97.6 per cent. The failures are cases in which a complete cure was not achieved during the period of observation.

Side-effects were reported in two patients and consisted of moderate and transitory vertigo (2.4 per cent of the treated cases).

The study by Subchareon in Thailand is of special interest: she compared the

Table 1 Single-dose or single-day treatment of Giardiasis with Ornidazole

Investigator	Number of cases	Evaluation of treatment	Failures	Success	Success Rate	Side-effects
Gentilini M. France	18	Not known	0	18	100%	2 (Vertigo)
Heimgartner E. Mexico	25	Not known	1	24	96%	0
Hla Myint Burma	12	Stool Examination Daily for 10 days	0	12	100%	0
Iynkaran N. Malaysia	15	Duodenal Juice and mucosa imprint	0	15	100%	0
Subchareon A. Thailand	15	Stool Examination Daily for 28-35 except on Saturdays and Sundays	1	14	96%	0
In all cases:	Adults Children	1.5-2 g 40-50 mg/kg body weight.				

action of mepacrine, metronidazole, tinidazole and ornidazole in ten children in each group. During the investigation all children in the ward received the drug in order to prevent spread of the infection from child to child. In all cases stool specimens obtained by rectal swab were taken and examined every day, except on Saturday and Sunday, for 28-35 days. Mepacrine and metronidazole were given for seven days while tinidazole and ornidazole were administered as a single-dose.

The cure rate was 100 per cent with mepacrine, 90 per cent with tinidazole and ornidazole, but only 50 per cent with metronidazole. This shows that new nitroimidazole derivatives demonstrate a significant improvement in the treatment of giardiasis because of their simplicity of administration, low cost, efficacy and tolerance.

The preliminary results of trials performed with ornidazole are most satisfactory and comparative randomized studies will be done to confirm these findings and increase the number of patients on which to base firm conclusions as to the best therapy for giardiasis.

BIBLIOGRAPHY

- 1) Ament, M. E. and Rubin, C. E. (1974): Relation of Giardiasis to abnormal intestinal structure and function in gastrointestinal immunodeficiency syndromes, *Gastroenterol.*, 62, 216-226
- 2) Brandborg, L. L., Tankersley, C. B., Gottlieb, S., Barancik, M. and Sartor, V. E. (1967): Histological demonstration of mucosal invasion by *Giardia lamblia* in man. *Gastroenterol.*, 52, 143-150
- 3) Brodsky, R. E., Spencer, H. C. and Schultz, M. G. (1974): Giardiasis in American travelers to the Soviet Union, *J. Infect. Dis.*, 130, 319-323
- 4) Hoskins, L. C., Winawer, S. J., Broitman, S. A., Gottlieb, L. S. and Zamchek, N. (1967): Clinical Giardiasis and intestinal malabsorption, *Gastroenterol.*, 53, 265-279
- 5) Jokiph, A. M. M. and Jokiph, L. (1977): Prepatency of Giardiasis, *Lancet* I, 1095-1097

- 6) Kamath, K. R. and Murugasu, R. (1974): A comparative study of four methods for detecting *Giardia lamblia* in children with diarrheal disease and malabsorption, *Gastroenterol.*, 66, 16–21
- 7) Morecki, R. and Parker, J. R. (1967): Ultrastructural studies of the human *Giardia lamblia* and subjacent jejunal mucosa in a subject with steatorrhea, *Gastroenterol.*, 52, 151–164
- 8) Petersen, H. (1972): Giardiasis (Lambliasis), *Scand. J. Gastroenterol.*, 7, Suppl., 14, 1–44
- 9) Roch, M. et Lasserre, R. (1953): Lambliase et stéatorrhée, *Bull. Mém. Soc. Méd. Hôp. Paris*, 69, 288–291
- 10) Takano, J. and Yardley, J. H. (1965): Jejunal lesions in patients with giardiasis and malabsorption. An electron microscopic study, *Bull. Hopkins Hosp.*, 116, 413–429
- 11) Veghelyi, P. S. (1939): Celiac disease imitated by giardiasis, *Am. J. Dis. Child.*, 57, 894–899
- 12) Veghelyi, P. V. (1940): Giardiasis, *Am. J. Dis. Child.*, 59, 793–804
- 13) Schweitzer, H. (1976): Zur Frage der Alkoholtoleranz nach Gabe eines neuen Nitroimidazol Derivative, *Blutalkohol*, 13, 75–86

日本熱帯医学会九州支部第2回大会講演要旨

会期: 昭和53年1月14日(土)

会場: 熊本大学体質医学研究所 1階会議室

会長: 熊本大学体質医学研究所 佐々木 隆

特別講演

- 1 昆虫のリズム
千葉 喜彦
- 2 暑熱環境と生体のからみ
小坂 光男

シンポジウム

熱帯における生活環境への適応

- 1 気候馴化
中村 正
- 2 作業能
沢田 芳男
- 3 熱帯アフリカにおける生産食料と嗜好
有江 醇子
- 4 衛生学からみた熱帯
戸田 嘉秋

一般講演

- 1 乾燥組織培養不活化狂犬病ワクチンの試作
山田 昭, 坂本 国昭, 藤城寛三郎,
今村 直彦, 野中 実男
- 2 フィリピン分離ビブリオ類似菌の同定試験と
幼若マウス感染性試験
宇都宮明剛, 内藤 達郎
- 3 最近経験した腸チフスの4例について
尾辻 義人, 前田 忠, 中村 一彦,
上山 達典, 中尾 林
- 4 ハブ咬傷の疫学調査報告
—とくに後遺症について—
照屋 寛善
- 5 日本脳炎患者の減少原因についての考察
和田 義人
- 6 沖縄出身者の耐熱性
佐々木 隆, 古閑利英子, 続 修二
- 7 ペルーの自然と寄生虫, 特に吸虫類について
木船 悌嗣
- 8 ヨーロッパの熱帯医学研究所を訪ねて
福島 英雄
- 9 バングラデシュのコレラ雑記
大友 信也

特別講演

1 昆虫のリズム

千葉 喜彦 (山口大・文理・生物)

生物リズムは生物の自律振動である。昨今、このなかでも環境サイクルに似た周期の振動が生物学の関心の的になっている。サーカディアン(約24時間)・リズムがそのひとつである。ここでは、蚊(双翅目)及びカマドウマ(直翅目)を中心として、飛しょうあるいは歩行活動のサーカディアン・リズム(以下単にリズムとよぶ)の性質、双峰性、生息環境—特に光環境—との関係、加齢などについて述べる。

アカイエカはDDで顕著な活動リズムをあらわす。このリズムは発生の過程で—おそらく蛹期後半以降—明から暗の1回の変化を与えられただけでも成立する。このことは、ほかの生物と同じように、アカイエカでもリズムの内部機構が生来のものであることを示唆している。LLでは活動がほとんど起こらず、したがってリズムの存在は不明である。

われわれが最も注目していることのひとつに、リズムの双峰性がある。1サイクルに山が2つ生ずる性質である。つまり約24時間の間に活動が2回高まるのである。これらは野外では日没(実験室ではたとえばLD 12:12の暗開始前後)及び日の出(明開始前後)の活動の山にそれぞれ対応するものとみられるので、かりに dusk peak, dawn peak と呼んでおこう。この2つの山はアカイエカでも起こるが、それと亜種関係にあるチカイエカでさらにはっきりあらわれる。このチカイエカの活動リズムを種々の明暗比をもつ24時間LDサイクルの下で較べたところ、明暗比の変化に対する反応が dusk peak と dawn peak の間で異なることがわかった。また、これらの peak では活動様式にも違いがある。このようなことは、両 peak の背景に別々の生理機構があることを思わせる。われわれはカマドウマ—種の歩行活動の実験からも、これと同じことを示唆する結果を得ている。

ところで、チカイエカの発生域は主としてビルディングの地下排水槽、地下鉄などの閉鎖的な暗い環境であるといわれている—稀に開放的水域にも発生するが、それに対してアカイエカは開放的水域が主な発生源である。成虫の生息域と幼虫のそれとは必ずしも一致しないであろうが、おおまかにみて、やはりチカイエカは閉鎖的、アカイエカは開放的とみてよいであろう。この両亜種の活動性には著しい違いがある。ひとくちに言って、実験室の照明条件下でチカイエカの方が比較的明るい状態で活動的になり、たとえばLLの下で活発に飛しょうし、はっきりリズムをあらわす。この点ではチカイエカは、アカイエカよりもオオクロヤブカ、ヤマダシマカのような比較的暗い環境に発生する蚊に近い。活動リズムの種特異性は、分類学上の類縁よりはむしろ生息環境と密接につながる問題なのではなからうか。カマドウマの場合も、昼間、洞くつの比較的奥に分布している種が実験室のLLで活動性を高く保ち、リズムをはっきりあらわすのに、洞くつの入口近くの種は活動性が非常に低く、たまたま活発になってもリズムはあらわれない。

最後に、加齢とリズムの関係に触れておこう。カマドウマは不完全変態をする昆虫である。卵から生まれたとき、すでに成虫に似た体つきをしており、脱皮をくり返しながら生長する。脱皮の後、活動性が著しく低下するが、この時期にも、活動リズムの基盤にある生理的振動は、ずっと維持されている。オスでは活動リズムの形が後胚発生の途中で変わることはないが、メスではそれが変わり、成熟するとDDにおける活動時間帯が著しく広がる。この変化は産卵行動に関連して起こるものと推察される。

以上、主として生態学と生理学の中間のところで問題になりそうなことを述べた。

2 暑熱環境と生体のからみ

小坂 光男 (長崎大・熱帯医研)

—環境適応の概念と研究法—

現代科学の立場から環境適応の本態を究明するには二つの方法が考えられる。その一つは生体を

形成している高分子化合物の中で、特に遺伝に関与する DNA が生物の個体を特徴づけるタンパク質の生合成に、重要な役割を果たすとの考えに立脚した生化学的実験であり、その二つには環境—生体の結びつきを重視し、これを包括的もしくは全体的に把握する試みであり、生態学を基調とした生理学的手法を用いた研究であろう。この両者は共に生体はその内部環境の恒常性維持のためには、環境からの不断のストレスに反応するフィードバック系の巧みな仕組みを内蔵しているとの考えから、生体は環境刺激に対応して神経系や内分泌系を介して作用器官を駆動して Homeostasis を達成しようとの概念に立脚している。生物をとりまく環境因子は数多く、物理的、化学的、生物学的諸因子が複雑に絡み合って生体に作用している。この環境諸因子の中で生体に直接作用して疾病を誘発するような病原細菌や毒物、また或る種の化学物質は作用因子として区別し、ここでは物理的環境因子の中で特に生体反応誘発の引き金となる温度ストレスに焦点を絞り、暑熱・寒冷の温度変化が生体に誘発する神経性調節反応から体熱平衡の機構を探ってみよう。

—温度変化がタンパク質や細胞膜に及ぼす影響—

軽度の温度刺激が生体に著しい影響を及ぼすのは①温度がタンパク質の立体配座や②生体膜、ミトコンドリアなどのオルガネラの膜を構成する脂質分子の流動性に大きな影響を与えるためと考えられる。即ち、タンパク質の一次構造がアミノ酸配列を示すのに対し、 α ヘリックス構造や β 型構造で特徴づけられるタンパク質の二次構造は水素結合によって安定化されている。この水素結合は僅か 2~3 Kcal の熱を加える事によって切断され、不安定かつ不規則なランダムコイル型となる。この構造変化に伴って生体反応系を促進する酵素活性は消失する。さらにタンパク質の三次、四次構造は二次構造をもったポリペプチッド鎖の折れ曲がりによる球状構造を成すが、これは主として疎水的相互作用によって安定化されている。この作用はアミノ酸の疎水性基とこれを囲む水分子との間の相互作用で、疎水性基と水分子との接触がなるべく少なくなるように疎水性基を内側にして

折れ曲がる事で安定化されているが、低温刺激に弱くタンパク質の変性の一つの原因となる。また生体膜は、脂質の 2 分子層に球状タンパク質が付着したり、嵌り込んだもので、或る種の酵素は脂質の膜と結合することで一定の立体配座が維持され、酵素活性を示す。膜を作る脂質分子はある程度の流動性を持ち、これが生体膜の生理作用を規定している。温度が高くても低くても、脂質の流動性は障害され、流動性は著しく低下し、膜透過性や酵素活性は低下する。このようにタンパク質や細胞膜構成成分の脂質は、温度に対して狭い範囲で安定であり、暑熱・寒冷ストレスはこの両者に著明な変化や機能障害の原因となると考えてきつつかえない。

—温度レセプターと中枢温度感受性—

軽微な温度変化に対して反応活動に著変を呈する組織や細胞は、大きな温度係数 (Q_{10}) をもち、温度感受性が高いとか温度レセプター (温度センサー) と呼ばれている。皮膚の温冷受容器がその例で古くから知られている。このような温度レセプターが皮膚以外に中枢神経系中にも存在することに関して、すでに 19 世紀、Ott は視床下部の温度感受性を報告しており、その後、Brobeck and Magoun (1938) はネコの視床下部局所加温で放熱反応の誘発に成功している。ヒトの皮膚温度受容器と脳温受容器のいずれが体温調節反応発現に優先するかについて Benzinger は発汗と鼓膜温に密接な相関があることを観察し、さらに彼は神経性産熱反応である寒冷ふるえが皮膚冷却によって顕著に誘発される事実と照合し、“放熱反応の誘発には脳内特に視床下部温の上昇が主要な役割りを果たし、一方産熱反応には皮膚温が主役を演ずる”と主張した。この主張は 1961 年、中山らによって電気生理学的に立証され、それ以来、体温の神経性調節機序の研究は視床下部を中心に展開されたと言っても過言ではない。ところで最近、脊髄、延髄、脳幹網様体など、視床下部以外の部分にも温度感受性ニューロンの存在が相次いで報告され、1935 年以降、西ドイツの Thauer が提唱して来た“中枢温度感受性は視床下部にのみ局限するものでなく、中枢神経軸の全域に亘って存在

する特性である”との仮説は彼の門下生らによってイヌ、ネコ、ウサギ、モルモット、ラット、サル、ウシ、ヒツジ、ヤギ、ブタなどの哺乳動物のみならず、ハト、ペンギン、カエル、魚類などで立証されている。今日では視床下部と脊髄の両者同時温度刺激による体温調節の相加、相殺効果や温度感受性における両者の比較同定実験が展開されているのが実状である。演者らは1965年より主にウサギを用いて脊髄温度感受性を確認する実験結果を報告してきたが、さらに皮質—中脳—脊髄の各レベルにおける体温の階層状神経性調節機序を追求しており、本講演では中脳レベルの発熱や体温調節機序の研究に至るまでの実験推移を述べ、さらに温度適応の中枢性、及び末梢性機序も含めて中脳ウサギの体温調節能の新知見を紹介した。

—結語—

環境温度ストレスと生体反応の関係を生体制御理論を導入して解説し、体温調節や発熱機序の神経生理学的知見を紹介した。生体の自動制御機構の理論はたとえそれが仮説の域を脱しないととしても、今日では生体现象解析への新しい試みであり、環境適応の本態を究明する上での一助となっていることは確かであろう。

シンポジウム

熱帯における生活環境への適応

1 気候馴化

中村 正 (長崎大・医・衛生)

初めに順応(acclimatization)と適応(Adaptation)の語義、語源について先人の論を引用紹介し、ほぼ同義と解して行く事とした。

気候順応の実態を主としてエネルギー代謝の面から検討している。異なる気候への生体の態度は次の如く分けて考えられる。(1)初期の反応として代謝の高まりがあるが、暑熱の場合でみると、(2)亜急性の曝露では1~2週で代謝は一応低下安定する。四季気候の移りに対してもそれに応じた変化を示すが、季節に応じた居住場所の微気候に支配され積雪地方では冬の室内暖房下の蟄居生

活でBMRは一般地方で見られる亢進とは逆に低下することがある。(3)異なる気候帯へ移住した場合として温帯から熱帯への移住者のBMRに関する数多くの研究の結果で、10%ほど低下する、反ってしばらくは上昇する、或いは不変、と諸説がある。恐らく移住地での生活態度(居住・仕事場の微気候や肉身体動、食物)の如何に左右されるのであろう。演者らの沖縄住民、堀清記らのタイ住民のBMR測定値は厚生省日本人BMR基準値のレベルと異なっていない。

沖縄生育者が本土へ、また本土から沖縄へと、それぞれ移住して移住地の気候にどこまで順応して行くかという点を究明するために、現在6人の共同研究者の協力で暑熱及び寒冷曝露時のそれぞれ耐暑・耐寒性の示標とされる生理反応値の測定観察を行っている。これまでの演者の沖縄から長崎へ移住した者についての中間成績では、耐寒性は約2年ぐらいで本土人なみになっているが、発汗量と汗中NaCl喪失量は2年たってもなお本土生育者より低い水準を保っており、耐寒性の差はなお残存する様に思われる。久野寧らが見出した南方生育者に数多い能働汗腺数の問題が、この点に如何にかかわりを持つのか追求中である。

2 作業能

沢田 芳男

(熊本大・体質医研・形態)

アフリカにはさまざまな生活様式や形質的特徴をもつ住民がいるが、この大陸の歴史的、文明的、人種的特徴に目をつけ、諸住民特有の熱帯生活環境下に形成された形態的あるいは作業能力的特質の調査を実施して、現時点におけるアフリカ現地人の体力に関する多様な資料の収集につとめ、日本人や欧米人には求めることのできない資料を確保して、日本国民の体力向上に役立てることを目的として、熊本大学アフリカ現地人体質学術調査隊を組織し、過去2回、すなわち、昭和46年9月から昭和48年9月から、いずれも約3カ月間の日程で、北アフリカのモロッコ、西アフリカのガーナ、東アフリカのケニアにおいて現地人の体質・体力調査を実施した。

本シンポジウムで、私に与えられたテーマは作業能である。現在、作業能力について生理学的測定示標のうち国際的に広く用いられているのは呼吸、循環器系機能の総合的な最大能力、すなわち、有気的エネルギー発現能力の示標としての最大酸素摂取能力である。しかし、資材運搬などの関係で現地での最大酸素摂取能力の測定は非常に困難なため、止むを得ず調査項目から除外せざるをえなかった。したがって、今回は作業能を拡大解釈して走、跳、投といった具体的な身体運動の成果を評価する50m走、立ち幅とび、ハンドボール投げ、握力、背筋力、懸垂、垂直とび、体前屈柔軟性など、ヒトの運動の基礎となる能力や、身体の動きを総合的にとらえる、これらの示標をとおして、熱帯地方住民のいわゆる身体資質に関する話題の提供にとどめた。

まず、ローマ(1960年)、東京(1964年)、メキシコ(1968年)、ミュンヘン(1972年)のオリンピック陸上競技におけるアフリカ選手の成績を紹介した。つぎにガーナの首都アクラから海岸沿いに西方66kmのところにあるウイネバという漁村にあるSpecialist Training Collegeの体育専攻生と熊本商科大学学生で中学、高校、大学と運動部に属している学生との比較、日本を代表した東京オリンピック・サッカーおよび近代五種競技選手ならびにメキシコオリンピック・サッカーおよび近代五種競技選手との比較成績を紹介した。

さらに、従来もっとも広く国際比較が行われているのは、アメリカで広く実施されているYouth Fitness Testであるが、これは、さきに制定されていた筋力と柔軟性とからなるテストであるKraus-Weber Testより、よりよいテストをと検討された結果、American Association for Health, Physical Education and Recreationで考案されたものである。この意味で日本、アメリカ、イギリス、南アフリカの青少年について得られているテスト成績を紹介し、最後にケニアにおける地域差について、ケニア第2の都市で人口約25万のモンバサ地区、ケニア第3の都市で人口約5万のナクル地区、ナクル市から北へ約32km入ったスブキア地区の青少年の運動能力をとおしてみた作業能

の地域格差についてふれた。この成績は熱帯における生活環境への適応というよりも、むしろ都市化、機械文明化など環境の差が身体機能の衰退を招きつつあるのではないかと考えられるので、アフリカの近代化によって、現在日本人が当面し、悩んでいる同じ渦中に投げ込まれることのないように支援の手をさしのべるべきだと考えると同時に、将来なお一層日本人のからだをよりたくましく、よりねばり強く、作業能力をより増進せしめるよう努力しなければならないと思う。

3 熱帯アフリカにおける生産食料と食嗜好

有江 醇子

(熊本大・体質医研・形態)

熱帯圏西アフリカのガーナと東アフリカのケニアの現地人は体格、体力ともに充実しているが気候条件や歴史的背景などによってその食生活では相違がみられる。

ガーナは平地サバンナの高温高湿であるため、過去5世紀間に商業上、宗教上の目的で白人との接触がみられた。ヤム、キャッサバ、トウモロコシ、ココヤシ、サトウキビ、バナナはその頃にもたらされたもので、これらは現在の食料の主要な位置を占めている。しかし、風土的に酪農は定着しなかった。主食は米飯を第一とするが、酸敗トウモロコシ粉のちまき(ケンケイ)、ゆでたヤム、キャッサバ粉のだんご(ココンテ)、料理バナナとイモをゆでてウスとキネでつくイモ餅(フーフー)などがあり、すべて主食には食塩が加えられている。副食は肉、魚、豆、野菜をとりあわせて玉葱とトマトで煮込み、トウガラシと多量の油脂で味付けしたソースまたはシチューが供される。生食の習慣はないが果物によってビタミン類は補われているので食生活をとおして栄養的に問題はない。熱暑の風土での食生活の合理性は酸敗トウモロコシの酸味、副食のトウガラシの辛味、多量の油脂の使用にうかがえる。

一方ケニアは海岸地帯を除いては適温適湿な高地のため、白人が約80年前にヨーロッパ式農場をひらき、このときトウモロコシを持ち込み、在来のヒエヤキビなど粒の小さい雑穀にこれがとって

かわった。部族によって食生活は異なっているが農耕民はトウモロコシの粉を湯でねりあげたウガリと牛乳、煮た豆、濃緑野菜（イモ、カボチャ、豆などの葉）をとりあわせる単純な食事で食塩の使用はきわめて少なく、食塩を全く使用しないこともある。ソーダ湖が散在することからナトリウムは地下水によって補給される可能性があり、成人では食事量が多いので栄養的には問題はない。

アフリカの食事はトウモロコシなど繊維が多く、多量な食事摂取によって所要栄養量を満たしていることから、子供にとっては不消化と低タンパクにおちいりやすく、このための子供の疾病が多くみられる。成人にとってもヒエヤキビなど雑穀にとってかわったトウモロコシのタンパク価は低く、牛乳、豆などからのタンパク質の摂取が少ない時、ニコチン酸の欠乏症にかかる。

独立による近年の急速な文明化のため、ヨーロッパ式の食事が普及しているが、ガーナ、ケニアの都市はこの10年間に1.5倍から2倍近い人口増加があることから低所得階層の低栄養状態が生じている。これまでほとんど問題のなかった食生活も社会的要因からひずみを生じ、従来の生活の知恵で充足していた栄養内容も社会教育的な啓蒙が必要となってきている。

4 衛生学からみた熱帯

戸田 嘉秋（神戸大・医・衛生）

与えられたテーマに関してインドネシア人の調査研究と実験室内の研究を織りまぜて論じたい。

熱帯多雨林地域は、太陽エネルギーと水資源に恵まれて一見砂漠のように見える所でも豊富な地下水量を期待できる地域もある。気候図表上では蒸暑気候である。雨量の極度に少ない地域では焦熱気候である。

日本のように温帯で東海岸性気候に属する地域では四季の変化が著しく、冬の寒冷季には死亡率の大きな山がみられる。この山を構成する主な死因は脳血管疾患、心疾患等をはじめ肺炎、気管支炎、老衰等であるがこれら死因は主として循環器系、呼吸器系或は代謝低下を来す疾患の何れかに属している。即ちこのような疾病は寒冷に弱く、

また熱帯性疾患に比べて予防は困難な死因である。しかし現実には熱帯には栄養障害や感染症が多発している。演者は戦時中蒙疆同仁会に勤務して、京大で創製された DDT が蠅、蚊のみではなく発疹チフスを媒介するコロモシラミの駆除に卓効あるを知り、その大量生産を企図したが果し得ず終戦を迎えたが、薬剤による昆虫媒介性感染症の撲滅にはある限界が感じられる。

インドネシア人の体型は比体重、比座高、比体表面積や皮厚の成績にみられるように日本人よりも放熱上有利であり、また身体各部の能働汗腺数も日本人よりも多い傾向がみられる。機能面では体力テスト成績は一般に日本人よりも劣っているが、安定度やヤシ樹に登る能力などは日本人より遙かに勝れている。このインドネシア人の体型の特性は動物実験の成績から後天的に獲得されたものと推定される。

インドネシア人の習慣食は低熱量、低脂肪、低蛋白である。実験的にこの様な食物を摂取しているとヒトは暑気感受性を減じ、寒気感受性を増し作業意欲は低下する。このような食物は単に暑気をしのぎ易くするだけの目的ならば好都合であるが、暑熱にも寒冷にもよく健康を保持し作業能力もすぐれたヒトの育成には適当ではない。同様に暑熱のみに対する鍛練は寒冷に対する適応能を低下させる。また動物を種々の環境温熱条件下におき種々の食質を自由に選択出来るように飼育すると、暑熱環境飼育動物はおのずと低蛋白、低脂肪食を少量摂取するようになることから熱帯人の習慣食は食糧生産条件よりむしろ生理的暑熱適応現象と解すべきであろう。

さて暑熱鍛練や栄養条件だけでは熱帯や暑熱環境下でよく健康を保持し、作業能を増強する。更には同時に寒冷にも適応することを期待出来ないとするれば目的達成の方策はどうすればよいであろうか？

戸外の持久性を鍛練するような種類の運動選手は暑熱環境下で労作しても非鍛練者群にくらべて、発汗性は大きく、汗塩素濃度は低く、体温の上昇度も低く、作業能も大きい。また安静時代謝量は大きく寒冷曝露時の代謝量増加は少なく、耐寒性

も強い。このような運動鍛練者の強い耐暑能、暑熱環境における大きな作業能、また強い耐寒性は生来的なものでないことは運動非鍛練者に2カ月余り毎日7キロ走を負荷すると鍛練者の特性をそなえるようになることから明らかである。

初経年齢、閉経年齢等からみるとインドネシア人は早熟でも早老でもない。平均寿命や各年齢階級別平均余命を正確に計算することは多くの熱帯諸国では衛生統計の現状からでは困難である。また僻地で著しい高齢者であると自他ともに任じている者もあるが、にわかには信じ難い。

インドネシア人では新生児、乳児、幼児の死亡率が高いことが容易に推定され、これが人口自然増加率の高いこの国の家族計画を困難ならしめている一要因であろう。

熱帯多雨林地域は将来健康地となるために有利な条件を具えていることについては上述したが、その実現には各国それぞれの風土や、生活習慣に適した方途の確立が必要である。その一助としても、日本と開発途上国との間に従来行われて来たような技術協力や経済開発協力だけでなく、医学を含めて科学研究の深い協力が切望される。

一 般 講 演

1 乾燥組織培養不活化狂犬病ワクチンの試作

山田 昭, 坂本 国昭, 藤城寛三郎,
今村 直彦, 野中 実男 (化血研)

現行の狂犬病ワクチンは、哺乳マウスの脳を材料としており、咬傷後、治療的に使用されているが、接種蛋白量が多く、ワクチンによる後麻ひが懸念されている。最近、海外の狂犬病常在地に向けて出国する人が多くなり、これらの人々の間に予防的にも使用可能なワクチンの開発が切望されており、わが国においても実験的に開発がなされている。今回、私達は予研・近藤技官らの指導のもとにして、ニワトリ胎児初代培養細胞(CE細胞)に増殖した狂犬病ウイルスによる、不活化乾燥ワクチンの量産レベルでの製造法の検討を行った。

CE細胞に馴化した狂犬病ウイルス HEP-Flury株を、CE細胞に接種し35°C、6日間培養して得たウイルスを、BPLで不活化し限外濾過濃縮により約10倍に濃縮、更に超高速遠心によりワクチンの精製を行い、次の成績を得た。①狂犬病ウイルス HEP-Flury株の感染価及びHA価は、ウイルス培養後6日で最高値に達しHA価は以降、同一値を示した。②試作ワクチンの力価は、Lot No. K-4以降 Habel index $10^{4.17} \sim 10^{5.75}$ で、何れも現行基準を満足した。③試作ワクチンの蛋白窒素含量は、平均0.017 mg/mlであり、現行ワクチンの約1/18量であった。④試作ワクチンの4°C及び37°Cにおける1年間の保存試験では、力価の低下は認められなかった。⑤試作ワクチンの人における中和抗体の産生は、接種後1カ月でピーク(平均222倍)に達し、漸次低下して12カ月後は平均19倍であった。⑥狂犬病街上海毒接種後のサル免疫試験では、1 ml皮下5回接種群の死亡率は0%、0.1 ml皮下5回接種群は33%、コントロール群は67%であり、ウイルス暴露後も効果的に発症を阻止する事が出来た。

予研・近藤技官の指導のもとにして、昭和51年3月より製造レベルでの試作を開始し、現在に至り、力価においても現行ワクチンに匹敵するワクチンの製造が可能となった。狂犬病の感染は、そのほとんどが咬傷を受けた場合で、感染の機会が明らかであり、また現行ワクチンでは副作用の懸念もあって、ワクチンを予防的に使用することはほとんどなかった。併し、今回発表の組織培養ワクチンは、脳由来物質を含まず、副反応の懸念も極めて少なく、予防的にも、また治療的にも安心して使用可能なワクチンと思われる。

2 フィリピン分離ビブリオ類似菌の同定試験と幼若マウスへの感染性試験

宇都宮明剛, 内藤 達郎

(長崎大・熱帯医研・病原細菌)

1970年7月から1971年1月までの間、マニラ市サンラサロ伝染病院に入院した下痢患者のうち、453人から684株のコレラ菌を分離した。その際、TCBS寒天培地で黄色集落を示すが、コレラ菌抗

血清に凝集しない10株も分離し、その後、継代保存をして来たが、その生化学的性状試験と幼若マウスへの感染実験を行った。

うち8株は生化学的性状試験で、対照としたコレラ菌（エルトール稲葉型，V86株）と完全に一致し、Heiberg分類ではI型3株，II型5株となり、いわゆるNAGビブリオと同定できたが、Heiberg III型に該当した残る2株は *Aeromonas*, *Plesiomonas* を思わせる面もあったが、未だ同定には至っていない。

幼若マウスへの生菌の経口感染実験では、生後6-8日のICR系幼若マウスに、HIA斜面で6時間培養の供試菌を生食水に浮遊させて、10倍段階希釈液列の1/40 ml ずつを経口投与してLD₅₀値を求めた。

Heiberg I-III型に属した供試菌では、再現性で安定性はないものの、LD₅₀は10⁶-10⁸であったが、コレラ菌は10⁴-10⁵であり、virulenceの差が見られた。

また同様な方法で一群の幼若マウスに生菌を経口投与し、各時間5匹ずつについて、全腸管内のコレラ菌数を測定し、投与菌の腸管内での消長を検討した。

10⁴台投与のV86では、投与後3時間で菌数がいったん減少するものの、24時間では投与量の100倍にまで菌が増殖し、5-6日まで高値が続き、以後減少して9-10日で腸管から消失した。これに対し、供試10株では、Heiberg I-III型は10⁶台の菌を投与したものの、感染後3時間後の減少率が特にI型で高く、その後の増殖の割合は低く、3日後でも投与量までの回復は見られず、4日目から急速に低下して、5日目になると消失する個体が多くなった。

またV86にくらべ、供試10株は屠殺時の肉眼的所見として、腸管の腫張、液体の貯溜が軽度であった。

しかしこのことをただちにコレラ菌とNAGビブリオの感染性の差に結びつけるには不十分であり、血管透過性亢進因子による毒素産生性の解明を、次の課題としている。

3 最近経験した腸チフスの4例について

尾辻 義人, 前田 忠, 中村 一彦,
上山 達典 (鹿児島大・医・二内科)
中尾 林 (鹿児島大・中央検査部)

私どもは1976年度に1例、1977年度に3例の腸チフス患者を経験したので報告する。

症例は19歳の女子(学生)、26歳の男子(自営業)、20歳の女子(学生)、52歳の女子(サービス業)の4例で、うち2例は韓国に旅行直後に発病している。

菌のフェージ型はそれぞれE₁, 53, A deg., M₁で感染経路については、確認し得なかった。初発症状は発熱、悪感、頭痛、嘔吐などで、最高体温は39.7 C, 40.6 C, 40.0 C, 39.7 Cの高熱で何れも弛張熱であり、脾腫は軽度腫脹2例、発疹は胸部に淡紅色点状の発疹を1例に認めた。

最小白血球数はそれぞれ4,400, 5,000, 1,600, 5,000で白血球減少の傾向を認めた。

臨床診断は3例が敗血症、1例が重症感染症という診断であった。確定診断は3例が動脈血、1例が静脈血よりのチフス菌の検出で、ウィダール反応は何れも陰性であった。

発症より確定診断までの日数は30日、20日、17日、17日で、かなりの日数を要している。

発症より診断までの日数は、本症の流行と大きな関係を持ち、予防医学的にも重要な意味を持っている。私どもは本症が現に私どもの周辺に存在している事を自覚しなければならない。

次に治療についてであるが、検出した菌の薬剤感受性はCP, AB-PC, セファロスポリン剤を始め、大半の薬剤に感受性を示したが、AB-PC, セファロスポリン剤はCPに比べると下熱に要する日数で劣っていた。

1例に経口腸透視を行ったが、回腸終末部に腸管の長軸方向のニッシュを認めた。

以上私どもは最近4例の腸チフス患者を経験したので、その菌型、臨床像、治療等について考察を加えた。

4 ハブ咬傷の疫学調査報告

—特に後遺症について—

照屋 寛善 (沖縄公害衛研)

ハブ咬症は明治・大正・昭和と年代別には時代が下るにつれてその死亡率は逐次減少し、致命率も好転している。特にサキシマハブの場合は死亡例も無く、ほとんどの患者が軽症で、治療経過も良好であると言ひ、八重山病院では抗毒素血清も要らないと報告している医師もいるくらいである。

しかし、去年の春私どもの研究室で実験中サキシマハブの咬傷を左手の人差し指の第一関節部分に受け、ただちに隣りの赤十字病院で治療を受けた。治療は受傷後5分以内になされたが、この患者は前にも咬症経験があり、その時抗毒素によるアナフィラキシーがあったことから抗毒素は使用しなかったが、局所の壊死を起こし、ひどい欠損変形、機能不全を起こし後遺症を残している。

このようなことから八重山のサキシマハブ咬症の後遺症調査をしたいと思ひ、秋に現地—特に竹富島と石垣島—の後遺症実態調査を実施した。その結果相当多数の患者が受傷局所の壊死、欠損変形、機能不全を起こし、後遺症を残しているのを発見した。

元来、ハブ (*Trimeresurus flavoviridis*) とサキシマハブ (*T. elegans*) とは種類が違い、山川らの研究ではそれぞれの毒素の組成や毒力も異なることが明らかとなっている。それにもかかわらずサキシマハブ咬症の治療には奄美大島産のハブ毒で作られたハブ抗毒素を補給している。

従ってハブ抗毒素がサキシマハブ咬症にどれだけ効力があるのか、またサキシマハブ咬症にはサキシマハブの毒をもって抗毒素を作るのが望ましいと思われるが、将来は混合血清の必要も課題となってくるであろう。いずれにしても死亡率や致命率の好転にかかわらず、後遺症の問題は重要でこの方面の調査研究と対策が急務である。

5 日本脳炎患者の減少原因についての考察

和田 義人 (長崎大・医・医動物)

近年わが国の日本脳炎患者は大きく減少した。

その原因について考察してみたい。先ず、予防接種や自然感染による人の抗体保有状況の変化が患者減少の1つの原因であろう。しかし、豚における日脳の流行も明らかに下火になっていることから、これだけで患者の減少を説明することは難しい。従って、日脳の主媒介者コガタアカイエカの密度の低下が大きな原因であると考えざるを得ない。それでは何故コガタアカイエカが減少したかが大きな問題であるが、この理由についてはよくわからない点が多い。ただ一つ確かな点は、最近のこの蚊の密度の低下は、気象条件の年次変化によって引き起こされる一時的な変化ではないことである。恐らく、コガタアカイエカが生息する水田環境が変化したことによるものであろう。その中でも、稲作害虫に対して大量に散布される殺虫剤の種類が、近年塩素系からカーバメイト系に変化したことによる、水田の動物相の変化の影響が大きいように思われる。蚊の重要な天敵の一つである地上歩行性のクモは、塩素系殺虫剤に極めて弱い。カーバメイト系殺虫剤の散布によってはあまり影響を受けないことはよく知られた事実であるので、殺虫剤の種類の変化が、クモを含めた蚊の天敵を増加させ、その結果コガタアカイエカが減少した可能性が大きいように思われる。何れにしても、現在の稲作慣行(殺虫剤の種類を含めて)が維持される限り、かつてのようなコガタアカイエカの大発生が起り、日本脳炎の患者が多発することは考えにくい。

6 沖縄出身者の耐熱性

佐々木 隆, 古閑利英子, 続 修二
(熊本大・体質医研・生理)

沖縄から熊本に移住して2—3年の5名の男子学生の耐熱性が、どのような気候馴化の過程をたどるかを発汗機能について観察した。

温熱負荷を与えると総汗量は夏には本土も沖縄も同じであるが、冬には沖縄群の方が少ないという結果が得られた。また局所汗量も沖縄群の方が低い発汗水準を示し、汗中の電解質濃度も沖縄群の方が低濃度であり、夏と冬とを比較すると夏の方が低濃度であった。

つまり夏には、うすい汗を大量にかいているということになる。また塩分喪失量は両群とも夏の方が少ないが、沖縄群は冬は内地群の40%、夏は25%という値で、優秀な耐熱性を保っていることになる。

能動汗腺の総数は、沖縄295万、本土338万で、汗腺密度としては178万/cm²、188万/cm²で両群間には本質的な差は認められなかった。

冬に温熱負荷を与えた時には、夏の時と同一の条件であるにもかかわらず、一般的に発汗している汗腺の数が少なく、これより発汗機能が不十分であることになる。

夏と冬の両期を比較すると負荷が不十分であるので、最高発汗状態にはならないが、内地群の方が冬期における発汗性の低下が大きい。

このように沖縄出身者の発汗機能は、2—3年の内地滞在に影響されることなく、高い発汗性を保っていることになる。

7 ペルーの自然と寄生虫、特に吸虫類について

木船 悌嗣 (福岡大・医・寄生虫)

1976年8—10月に、ペルー中部の Tingo María に5週間、北部の Condebamba 溪谷に1週間滞在し、オポッサム類5種70頭、ネズミ類75頭を捕獲し、肺吸虫などの寄生虫を調べた。この2カ所はともにアンデス山脈の分水嶺の東側であって、アマゾンの源流を涵養するジャングル地帯であるが、Tingo María 周辺の方がより深い森林に囲まれ、キタ、ヨツメ、チャイロ、ミズの4種のオポッサムを得たのに、Condebamba 溪谷では専らミナミオポッサムが得られた。吸虫類は23種を区別し、うち10種は同定を終った。肺吸虫はアマゾンとペルーの2種を得たが、Condebamba 溪谷におけるペルー肺吸虫の存在が、同地の多数の肺吸虫症患者の病原虫となっていることが確かめられた。その感染源は住民が食用とするチリーサワガニである。肝吸虫に似た *Amphimerus* 属はミナミオポッサムから *A. neotropicalis* を、ヨツメとキタオポッサムから別の2種を見出したが、新種の可能性が高い。ベネズエラなどでは近似種の人体

寄生例が報告されているので、注目すべきものである。*Duboisella prolobo*, *Rhopalias coronatus*, *R. horridus*, *R. baculifer*, *Plagiorchis didelphidis* (いずれもオポッサム寄生、米大陸特産)、*Mesocotylem travassosi* (ヒキガエル寄生) などが同定できたが、いずれもペルーから初めての記録のようである。なおアマゾン肺吸虫は従来、Tingo María から知られていたが今回、更に東のアンデス山系東端に近い San Juan でも見出され、その分布が広がった。顎口虫の1種 *Gnathostoma turgidum* はキタオポッサムの胃から見出したが、他の線虫類は目下調査中である。なお屠場を見学した際、肝蛭と有鉤囊虫の標本を分与してもらったが、この2種の人体寄生はペルーでもしばしば見られている。

8 ヨーロッパの熱帯医学研究所を訪ねて

福島 英雄 (鹿児島大・医・熱研)

昭和52年9月—11月の間にイギリス、ドイツ、スイス、フランスの熱帯医学研究所を訪問する機会を得たので、これら機関の研究の現状、見聞したことなどを報告する。

London School of Hygiene and Tropical Medicine, University of London は1924年にロンドンに創立され、12部門からなり、各部門に10数名のスタッフがおり、Post Graduate Course として熱帯医学コースがある。研究テーマは慢性疾患と感染症にわかれ、住血吸虫症、糸状虫症などについては WHO と連絡をとりながら研究を行っており、Prof. Nelson の所は Reference Center of Filariasis (WHO) を兼ねている。本校は WHO との連絡は密で、WHO Course on Advances in Epidemiology and Control of Arthropodborne Diseases for W. H. O. Malaria Entomologists が7—9月の間に行われた。また、Eighteenth Seminar on Trypanosomiasis Research も9月に行われたが、57題がイギリス全土から出題され、トリパノソーマ症に対するイギリスの研究陣の層のあつきを感じさせられた。

Liverpool School of Tropical Medicine, University of Liverpool はリバプールに1898年に創立さ

れ、6部門にわかれ、住血吸虫症、糸状虫症の他、蛇毒に関する研究も行われ、Tropical Pediatrics and Child Health という部門も含まれている。本校も Post Graduate Course として熱帯医学コースを持っている。

Bernhard-Nocht-Institut für Schiffs und Tropen-Krankheiten は、ハンブルグに1900年創設され、11部門と附属病院(92床)、Liberia 研究支所を持ち、熱帯病、船員病に関する基礎的、臨床的研究が活発で、Abteilung für Biochemie では原虫の Desoxythymidylat の Synthese などを行っている。入院患者も世界中から来ており、約23%がドイツ以外の人々である。本研究所でも3カ月の熱帯医学及び寄生虫学コースが行われている。

ロンドンにある The British Library には日本の大学の雑誌(欧:和文)も来ているが、一般研究者の眼には触れていず、日本人の業績はごく一部しか知られていないようである。

WHO では、昨年からの熱帯の開発途上国において6つの熱帯病対策特別事業が行われようとしているが、糸状虫症に対しても Chemotherapy, Immunology and Parasitology, Epidemiology, Training が行われている。

9 バングラデシュのコレラ雑記

大友 信也

(化血研)

1977年11月下旬より12月上旬にかけダッカ市のコレラ研究所(CRL)およびその野外研究室のある Matlab を訪門し、コレラを中心とした下痢症の発生状況などを調べた。バングラデシュの地形は一口で言えば、殆んど全土が河川の水に浮いた土盛りとも表現され、住民の生活は水に大きく依存している。これに独特な習慣が加わりいわゆる糞口感染の典型的な場であり、コレラ、赤痢、ウイルス性下痢症(勿論種々寄生虫症も)が蔓延している。訪門時の11月中 CRL コレラ病院のみで1,200名のコレラ患者を受け入れた。直前の10月末は重症下痢症の50%がコレラ、残りは Rota であったのが11月はコレラが75%を占め、爆発的流行を呈している。志賀赤痢は1975年をピークとし77年には突然消滅した。コレラ菌もこの数年間で Classic から El Tor と変わり、更に NAG が増加して来た。CRL ではコレラを含めて重症下痢症に電解質の静注、糖塩液の経口投与を精力的に実施し、死亡率を大幅に低下させたが、しかしこの貢献もダッカおよび近隣の住民に及ぶのみである。CRL は日本の研究者の CRL での研究協力を、強く希望している。

JAPANESE JOURNAL OF TROPICAL MEDICINE AND HYGIENE

Vol. 6 No. 3, 4

December, 1978

CONTENTS

Original article

Tsujita, J. and Horii, S.

Comparative Studies on Sweating Reflex, Numbers of Active Sweat Gland and Body Temperature of Subtropical Natives and Temperate Natives (in Japanese)157-165

Katamine, D., Arap Siongok, T. K., Kawashima, K., Nakajima, Y., Nojima, H. and Imai, J.

Prevalence of Human Schistosomiasis in the Taveta Area of Kenya, East Africa167-180

Nojima, H., Katamine, D., Kawashima, K., Nakajima, Y., Imai, J., Sakamoto, M., Shimada, M. and Miyahara, M.

Host Snails of Human Schistosomiasis in the Taveta Area of Kenya, East Africa181-193

Kawashima, K., Katamine, D., Sakamoto, M., Shimada, M., Nojima, H. and Miyahara, M.

Investigations on the Role of Wild Rodents as Reservoirs of Human Schistosomiasis in the Taveta Area of Kenya, East Africa195-203

Review

Lasserre, R.

Malnutrition and Giardiasis —Treatment with Ornidazole—205-210

Published by

JAPANESE SOCIETY OF TROPICAL MEDICINE

c/o Institute for Tropical Medicine, Nagasaki University

12-4 Sakamoto-machi, Nagasaki, 852, Japan