

# 鉤虫卵検査法の研究

## (2) 尿内虫卵密度の日々変動について

佐藤 澄子

国立予防衛生研究所 寄生虫部

(昭和30年9月5日受領)

本研究の第1篇(佐藤, 1953)においては, 1回排泄尿内の鉤虫卵はほぼ均等に分布し, その一定量部分尿中の虫卵の分布はポアソン型分布で近似されることを明かにした。従つて, 尿の任意の部分一定量中の虫卵数を調べることによつて, その尿の虫卵密度—尿単位量内虫卵数母平均をもつて表される—を推測することは可能である。しかしこの1回排泄尿について推定された虫卵密度は, 同一感染程度を持續する同一人においても, 採便を繰返して検査する場合日々変動をなすことが考えられる。即ち, 虫卵分布の場である1回排泄尿の量に日々変化があれば, 当然含有虫卵密度に日々変化が起りうるし, さらに鉤虫の日々の産卵量に変動があるとすれば, 虫卵密度に—その変動が加わりうる。1日の尿量については, 食物の摂取条件, 消化条件さらに排泄機構条件等の変化により当然変動が予想され, また実証されている。一方日々産卵量の変動については, 従来まだ決定的な検証は行われていないものの, 生物としての一般性からも生理的にも多少のふれはありうるものと考えられている。

現実の鉤虫卵検査においては殆どの場合, 被検者の1回排泄尿の部分尿単位量内虫卵数—前篇の結果によれば, それはその尿の虫卵密度推定値となる—をその尿の虫卵保有度として, それをそのまま感染の有無及び程度の尺度として用いている。従つて部分尿単位量内虫卵数の日々変動の有無ないしその状況, 及び虫卵密度に変動をもたらすと考えられる上記諸条件について, 一応の吟味を行つてその妥当性を検討する必要が生ずる。本篇においてはそれについて考究した。

### 実験材料並びに方法

a) 実験材料: 自然感染の最後の機会があつてから少

くとも半年以上を経過していると思われる5人の鉤虫保有者について, 約3~5週間連日1回排泄毎に全排便を採取した。なお被検5例は, 何れも何等症状を訴えず健康人と同様の生活を営む所謂鉤虫保有者(carrier)である。

b) 実験方法: 各排泄尿についてその全量を秤量したのち, 先づ肉眼的観察を行い, 尿硬度の相異を主な指標として有形硬便・有形便・有形軟便・泥状便(それぞれhf・f・sf・mと略記)を分類した。なお1回排泄全尿の任意の10ヶ所, 同一尿内において尿性状が肉眼的に異ると認められた場合には, それぞれの部分の5ヶ所から, 100mg前後の尿を秤量してカバーガラスに薄塗し, 30°C恒温槽内に1週間放置して概ね乾燥させ, 乾燥後の尿重量の乾燥前の尿重量に対する比率を調べた。かくして各尿内で尿乾燥量比率の均一性を検し, 尿性状の肉眼的観察に補足を加えた。次に尿の任意の10ヶ所からトーション・バランスで正確に10mgづつの部分尿を秤量して直接塗抹標本を作つた。その方法についての詳細は第1篇に述べたから略す。なお第2~5例においては, 1回排泄尿内で肉眼的に尿性状が異ると認められた場合には, それぞれの部分の任意の個所から5標本づつ作つた。第1篇において, 1回排泄尿内では, 部分的に尿性状が異なる場合にも各部分内では一定量内虫卵数の分布はやはりそれ

表1 不均一尿における各部分尿内虫卵数比較

	尿性状		標本数	10mg尿内虫卵数平均
	硬度	乾燥量率平均(%)		
a	f	36.5	25	0.80
	m	23.0	25	0.60
b	f	33.9	25	0.96
	m	22.9	25	0.64
c	f	36.0	133	12.78
	m	15.3	53	10.70 <sup>※</sup>

※ c例のみ8mg尿内虫卵数平均。

Sumiko Sato: Studies on the fecal examination for hookworm. (2) The daily fluctuation of the egg density in feces. (Department of Parasitology, National Institute of Health, Tokyo, Japan.)

表2 第1例, 混合感染  $\left[ \begin{matrix} \text{A.d. } \varphi : 1, \delta : 1 \\ \text{N.a. } \varphi : 1, \delta : 1 \end{matrix} \right]$

10mg 尿内虫卵数総平均=0.67

期 日	尿 性 状		10mg 尿内虫卵数		全 尿 量 (g)	全尿内 换算虫 卵数
	硬 度	乾燥量 率平均 (%)	出現値 (最小値~ 最大値)	平均値		
1	sf	19.3	0~3	1.0	192.0	19200
2	sf	22.1	0~3	0.9	138.5	12465
3	hf sf	41.9 11.1	0~2	0.6	135.0	8100
4	sf	21.5	0~2	1.1	173.5	19085
5	hf sf	57.6 21.0	0~6	1.6	137.0	21920
6	sf	22.2	0~2	0.7	※	
7	hf sf	33.9 22.4	0~2	0.5	225.5	11275
8	hf f	36.0 18.9	0~2	1.0	187.5	18750
9	hf sf	33.5 18.8	0~1	0.4	153.0	6120
10	hf m	32.6 18.0	0~1	0.2	256.0	5120
11	hf m	32.5 18.2	0~1	0.2	169.5	3390
12	hf m	34.9 19.0	0~1	0.5	159.0	7950
13	m	21.4	0~2	0.4	111.0	4440
14	hf m	21.2	0~3	0.6	187.0	11220
15	hf m	38.6 18.8	0~2	0.6	165.5	9930
16	m	19.8	0~2	0.5	131.5	6575
17	hf(y) m(r)※※	36.0 21.5	0~2	0.7	166.5	11655
18	hf m	28.1 17.7	0~2	0.6	154.5	9270
19	m	20.3	0~2	0.7	118.0	8260
20	hf m	33.8 21.0	0~4	1.0	114.5	11450
21	hf m	36.5 23.0	0~2	0.6	127.0	7620
22	m	19.8	0~2	0.5	144.0	7225
23	m	22.7	0~2	0.5	125.5	6125

※ 事故のため秤量しえず

※※ 硬部分は黄褐色尿, 軟部分は赤褐色尿

表3 第2例, ソビ=鉤虫感染

10mg 尿内虫卵数総平均=0.58

期 日	尿 性 状		10mg 尿内虫卵数		全 尿 量 (g)	全尿内 换算虫 卵数
	硬 度	乾燥量 率平均 (%)	出現値 (最小値~ 最大値)	平均値		
1	hf sf	30.9 17.3		0	144.5	0
2	hf sf	34.1 21.8		0	102.0	0
3	hf sf	38.3 31.9		0	74.0	0
4	hf sf	33.7 26.0		0	116.5	0
5	hf sf	32.9 24.0	0~1 0.4	0.2	176.0	3520
6	m	13.3	0~2	0.5	182.5	9125
7	sf	20.3	0~1	0.6	125.5	7530
8	m	19.1	0~2	0.8	116.5	9320
9	m(h) m(s)※※	23.4 15.9	0~2	1.2 0.4	0.8	236.0 18880
10	m	18.7	0~3	1.1	111.5	12265
11						
12	hf m	27.8 18.4	0~2 1~2	0.6 1.2	0.9	180.0 16200
13	hf m	※	0~2 0~3	0.4 0.8	0.6	119.0 7140
14	m	21.2	0~2	1.1	169.0	18590
15	hf m	37.0 17.9	0~1 0~2	0.4 0.4	0.4	114.0 4560
16	sf	31.5 27.5	0~2 0~1	1 0.4	0.7	74.0 5180
17	f	32.3	0~1	0.6	74.5	4470
18	sf	26.5	0~2	0.6	113.0	6780
19	sf	28.3	0~2	0.8	228.0	18240
20						
21	f	31.9	0~3	1.3	83.0	10790
22	hf m	34.6 25.5	0~2 0~1	0.8 0.4	0.6	131.0 7860
23	m(h) m(s)※※	26.0 19.0	0~2	0 1.2	0.6	127.0 7620
24	f	30.6	0~3	0.9	52.5	4725
25	f	32.6	0~1	0.3	78.0	2340
26	f	28.6	0~1	0.6	106.5	6390

※ 事故のため検査しえず

※※ 共に m であるがより硬 (h), より軟 (s) とした

表4 第3例, アメリカ鉤虫感染  
10mg 尿内虫卵数総平均=1.47

表5 第4例, ツビ=鉤虫感染  
10mg 尿内虫卵数総平均=3.28

期 日	尿 性状	10mg 尿内虫卵数		全 尿量 (g)	全尿内 換算虫 卵数
		乾燥量 率平均 (%)	出現値 (最小値~ 最大値)		
1	sf	36.5	1~4	2.1	89.5 18795
2	sf	34.5	2~3	2.8	181.5 38052
	m	19.5	0~4	1.4	
3	sf	29.8	0~5	1.5	74.0 11100
4	sf	34.6	0~1	0.6	125.0 12500
	m	23.5	0~4	1.4	
5	sf	37.2	0~5	2.4	155.0 38750
	m	19.2	0~4	2.6	
6	sf	27.3	0~3	1.8	87.0 15660
7	sf	14.3	0~1 0~3	0.8	139.0 11120
8	sf	27.5	0~6	0.9	43.5 3915
9	hf	35.5	0~2	1.0	159.0 7950
	m	16.0	0	0.5	
10	hf	30.4	0~6	3.4*	173.0
	m	20.0	0~1	0.6 (2.0)	
11	sf	33.1	0~2	1.2	161.5 11305
	m	20.0	0~1	0.2	
12	hf	35.1	0~4	2.2	98.0 18620
	sf	30.6	0~2	1.6	
13	f	27.7	0~3	1.8	80.5 14490
14	hf	33.8	0~5	2.6	99.0
	m	20.5	0~5	1.2** (1.9)	
15	f	28.8	0~5	2.2	158.0 34760
16	m	26.1	0~3	1.5	163.0 24450
17					
18	f	19.2	0~3	0.9	107.0 9630
19	f	23.3	0~2	0.7	227.0 15890
20	f	22.3	0~4	1.2	167.5 20100

期 日	尿 性状	10mg 尿内虫卵数		全 尿量 (g)	全尿内 換算虫 卵数
		乾燥量 率平均 (%)	出現値 (最小値~ 最大値)		
1	sf	21.1	1~10	4.8	116.0 55680
2	sf	17.9	0~5	2.7	198.0 53460
3	m	16.0	1~7	4.2	199.5 83790
4	sf	15.7	0~6	2.8	230.5 64540
5	sf	※	1~6	3.3	143.0 47190
6	sf	29.8	1~5	3.0	213.0 63900
	m	21.1	2~4	3.0	
7					
8	m	20.0	0~4	1.9	248.0 47120
9	hf	32.9	1~5	3.0	190.0 53200
	m	21.2	1~4	2.6	
10	m	19.2	1~5	2.6	257.0 66820
11	sf	22.8	1~7	4.3	139.5 59985
12	m	23.5	1~5	2.8	180.0 50400
13	hf	32.4	5~7	5.8	4.3 173.5 74605
	sf	20.3	2~4	2.8	
14	m	13.9	0~4	1.8	180.5 32490
15	f	28.9	4~9	6.2	4.6 154.0 70840
	m	16.9	2~5	3.0	
16	sf	26.4	1~9	4.9	158.5 77665
17				※	52.0
18	f	30.2	1~6	2.8	157.5 44100
19	hf	33.7	2~5	3.0	2.4 219.0 61320
	sf	21.5	0~5	1.8	
20	f	28.3	2~6	4.2	3.0 120.0 36200
	m	16.2	1~4	1.8	

※ 事故のため検査し得ず

ぞれポアソン型分布で近似され、しかもそれぞれについて得られた虫卵数平均値の差は僅か推計学的に有意の差を検出し得ず、近似的には同一母集団に属すと見做しうると述べた。しかしただ1例についての結果であったので、なおその後の実験を加え表1に示す結果を得た。表中cは第1篇の結果を併記したものである。a, b, c,

何れにおいても同一尿内硬軟両部分の虫卵数は、推計学的には有意の差を検出しえなかつたが硬部分においては常にやや高い値を示していた。その殆どが排便の際の先進部であることを認められた硬部分は、軟部分より濃縮されて虫卵密度がより高くなっていることが考えられ、

表 6 第 5 例, アメリカ鉤虫感染, 10mg 尿内虫卵数総平均=14.08

期 日	尿 性 状		10mg 尿 内 虫 卵 数		全尿量((g)	全尿内換算虫卵数	備 考	
	硬 度	乾燥量率 平均(%)	出 現 値 (最小値~最大値)	平 均 値				
1	f	30.3	8~23	13.4	123.0	1648200	午前 7 時30分	
2	m	20.0	7~21	13.2	242.0	3194400	午 後 8 時	
3	f	33.4	17~35	26.3	189.0	4970700	午 後 7 時	
4								
5								
6								
7								
8	f m	34.6 21.2	22~33 11~20	26.4** 14.8 (20.6)	166.0		午 後 2 時	
9	f	26.4	7~21	15.3	130.5	1996650	午 後 5 時	
10					0			
11	m	23.7	11~26	15.8	206.0	3254800	午後 1 時30分	
12					0			
13					0			
14	m	25.4	12~29	19.2	263.0	5049600	午 前 7 時	
15					0			
16	f m	31.1 18.0	24~37 7~17	28.6** 12.8 (20.6)	294.5		午前 5 時30分	
17	m	20.7	4~11	7.4	235.5	1742700	午前 5 時30分	
18	f	26.6	12~27	20.3	65.5	1329650	午前 5 時30分	
19	f m	31.0 15.6	11~16 3~7	12.8* 5.2 (9.0)	247.5		午 前 9 時 午後 8 時30分	
20	f m	30.1 13.6	11~23 5~13	16.2** 8.8 (12.5)	249.0		午 後 8 時	
21					0			
22	sf	22.5	7~16	9.5	161.0	1529500	午前 5 時20分	
23					0			
24	m	20.4	4~15	8.0	280.0	2240000	午前 5 時30分	
25	f m	30.8 22.6	11~17 2~9	16.2* 6.6 (11.4)	212.0		午 前 6 時	
26	m	※	8~15	11.5	183.0	2104500	午 後 3 時	
27					0			
28					0			
29					0			
30	m	17.1	5~13	8.4	280.5	2356200	午前 6 時30分	
31	m	24.8	7~22	14.4	151.5	2181600	午前 6 時30分	
33	m	19.5	9~17	14.2	173.0	2456600	午前 6 時30分	
33	f m	34.2 18.5	8~19 7~16	12.6 11.2	11.9	105.0	1249500	午 前 9 時
34	f m	31.6 21.9	14~25 9~16	19.8 13.2	16.5	177.5	2928750	午前 6 時30分

※ 事故のため検査し得ず

もしこの差が著しくなると、部分尿検査における日々虫卵数変動を顕著にする1因となることが考えられるので、第2例以後においては各部分に分けて標本を作り一応その差を検討してみることにした。

### 観察成績とその検討

#### 1. 各観察事例の記録とその説明。

現各5例における観察成績は表2～6に示したとおりである。

表中、10mg尿内虫卵数出現値の項には、各10標本についての最小出現値と最大出現値のみを示した。なお同一尿内で尿性状が異り、各部分に分けて標本をとった場合は、それぞれからの5標本についての値を示した。同じく平均値の項の右側列は全10標本平均値を示し、左側列は各5標本平均値を示す。それぞれの虫卵数出現値は、均一性状と見做された尿内では、推計学的に同一母集団に属すと見做しうる検定結果を得たが、尿性状が異なる場合、各部分尿内では均等分布を示しても、1回排泄全尿についてみる時はそれぞれに有意差を検出しえた例があった。その有意性の程度に従って各5標本平均値に\*印(5%有意)、\*\*印(1%有意)を附して示したが、その10標本平均値は特に括弧内に入れて示した。

最右欄に示した全尿内換算虫卵数とは、推計学的に同一母集団に属すと見做しうる事が確かめられた各尿についての上記10標本の平均値を、そのまゝ各尿10mg部分尿内虫卵数母平均の推定値として、全尿量について換算して得た値である。

なお各期日該当欄が空欄の場合は、排便はあつたが事故のため採便できなかつた例である。

#### 2. 検査日を異にせる同一人の尿内鉤虫卵密度の変動。

表2～6によつて、各々の尿についてえられた10mg尿内虫卵数を検査全期間にわたつて通観すると、何れの例においても或程度の日々変動を示している。この変動が単に少数標本のためのばらつきにすぎないものか、それとも各尿の虫卵密度の真の変動によるものかを、各例とも虫卵の全尿内均等分布を否定し得ない尿のみについて推計学的な検討を行つた。結果は各例とも検査全期間を通じての出現虫卵数のばらつきは過大で、均一母集団の想定のもとにそれぞれの散布指数を算出して $\chi^2$ 検定を行うと、何れも5%以下の危険率で均一母集団の想定は否定された。即ち各尿の虫卵密度は検査全期間を通じる時は均斉とはいへない。日々の変動が存在する。

次に観察された虫卵数出現値及び10標本平均値を、そのまゝその尿の虫卵密度推定値とする時、検査全期間を

通じてのそれらの値の変動の実際の中を各例について検討してみた。表7は各例での結果を通覧し易いように、各虫卵数出現値及び10標本平均値の全期間を通じての最小値、最大値を摘記したものである。なお各例中、同一尿内で出現虫卵数に最大のふれを示した事例一即ち虫卵数級内変動の最大だつた事例一の最小及び最大出現値を各該当項の括弧内に示した。

先づ10標本平均値の変動状況を見るとその変動はそれほど著しいものではない。

即ち今全期間を通じての各出現値を $x$ 、各10標本平均値を $\bar{x}$ 、総平均値を $\bar{\bar{x}}$ として $\bar{x}$ についての標準偏差 $\sigma_{\bar{x}}$ を算出してみるとそれぞれ例1より0.25, 0.23, 0.37, 0.55, 1.14となり、 $3\sigma_{\bar{x}}$ は表7中に示した如くなる。そして10標本の最小最大平均値をこれによつてみると、 $\bar{x}$ の値が小さいため正規近似の悪い例1, 例2では最大平均値が $\bar{x}+3\sigma_{\bar{x}}$ よりやゝ大きくなつてゐるが、表2, 3にもどつてみると大部分の各10標本平均値は $\bar{x}\pm 3\sigma_{\bar{x}}$ の中に分布している。例3, 例4では最小最大平均値も $\bar{x}\pm 3\sigma_{\bar{x}}$ の中にある。例5では最小最大平均値が $\bar{x}\pm 3\sigma_{\bar{x}}$ の限界より遙かに大きく変動が著しいようであるが、これは例5は多角経営を行つている中流農家の忙しい主婦であり、生活特に食生活が不規則になり勝ちで表6に示したように排便も他例に比べ不規則に行われており、後述のように虫卵密度変動の主要因と考えられる尿量変動が著しかつたためと考えられる。

次に $\bar{x}$ についてみると、例3, 4, 5では10標本最小最大平均値の開きは $2\bar{x}$ より小さく、各平均値は何れも $\bar{x}\pm\bar{x}$ の範囲内にある。例1, 例2においては最大平均値がやゝ大きく、最小最大平均値の開きは $2\bar{x}$ よりやゝ大きくなるが、大部分の平均値は $\bar{x}\pm\bar{x}$ の範囲内に分布する。

個々の出現値のふれは級内変動が加わるため当然さらに大きくなり、 $\bar{x}$ を尺度とする時、最大のふれを示す例1ではその巾はほゞ $9\bar{x}$ で、例2は $5\bar{x}$ 、例3は $4\bar{x}$ 、例4は $3\bar{x}$ 、最小のふれを示す例5ではほゞ $2.5\bar{x}$ になる。

しかして各例を通覧する時、そのふれは、各出現値においては勿論、10標本平均値においても虫卵数総平均値の大きくなるにつれ小さくなる傾向が見られる。これは虫卵数の少い例ほど級内変動が大きく表れるためで、表7において括弧内に示した最大の級内変動を示した例(例5では不均一尿)のふれと、全期間を通じての出現値のふれとを比べる時その関係ははつきりする。また各例ともこの両者のふれの範囲はほゞ同じ値を示しており、級内変動が全期間を通じての変動の中に大きな影響

表7 各例における検査全期間を通じての虫卵数の変動

感 染 種 別	全標本数	10 mg 尿 内 虫 卵 数			範囲	総平均 値 ( $\bar{x}$ )	$3\sigma_{\bar{x}}$
		最小出現値~最大出現値	範囲	最小平均値~最大平均値 (10標本)			
2 ヅビ = 鉤虫	240	0~3 (0~3)	3 (3)	0~1.3	1.3	0.58	0.69
1 混 合	230	0~6 (0~6)	6 (6)	0.2~1.6	1.4	0.67	0.75
3 アメリカ鉤虫	190	0~6 (0~6)	6 (6)	0.5~2.5	2.0	1.47	1.11
4 ヅビ = 鉤虫	180	0~10 (1~10)	10 (9)	1.8~4.8	3.0	3.28	1.65
5 アメリカ鉤虫	210	2~37 (7~37)	35 (30)	7.4~26.3	18.9	14.21	3.42

表8 検査全期間を通じての虫卵数変動と標本採取数との関係 (例1)

個数	虫 卵 数 変 動		k = 範囲/ $\bar{x}$
	最小値~最大値	範囲	
1 標本値 230	0~6	6	9.0
2 標本平均値 23	0~4.0	4.0	6.0
3 " "	0.3~3.0	2.7	4.0
4 " "	0.3~2.8	2.5	3.7
5 " "	0.2~2.2	2.0	3.0
6 " "	0.2~2.2	2.0	3.0
7 " "	0.3~1.9	1.6	2.4
8 " "	0.3~1.8	1.5	2.2
9 " "	0.2~1.6	1.4	2.1
10 " "	0.2~1.6	1.4	2.1

k: 範囲を全期間虫卵数総平均値で除した数値

を与えていることが推察される。なお例5では全期間の変動が級内変動最大値に比べて比較的大きく、従つて虫卵数総平均値の大きくなるにつれての全期間変動の小くなり方が顕著でないが、これは前述のように例5では全期間の虫卵密度変動が他の例より著しいためである。表8は、級内変動の影響の減殺されることにより、標本数を増した場合の平均値の日々変動の方が個々の出現虫卵数の日々変動に比べて小さくなってゆく過程を、日々変動の中の最も大きかつた例1について示したものである。

なお本来ならば、各出現虫卵数のふれについては各尿1標本毎に見るべきであるが、各尿10標本を通じてのふれの最大の所をみれば、各1標本についてのふれはその中に含まれるもので、全標本のふれについて述べたわけ

である。

3. 尿内虫卵密度に日々変動をもたらす諸要因の検討。

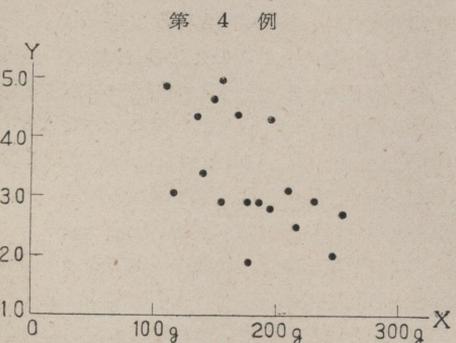
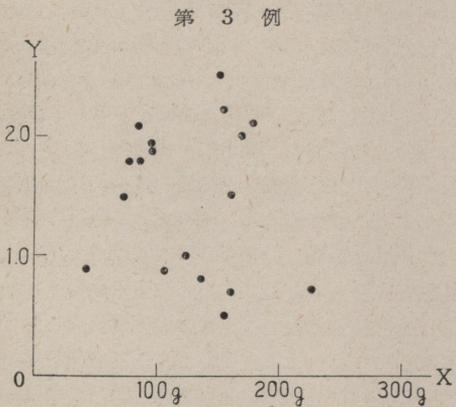
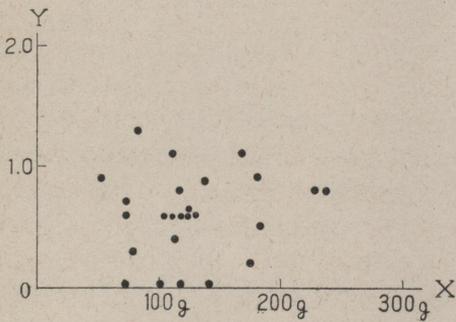
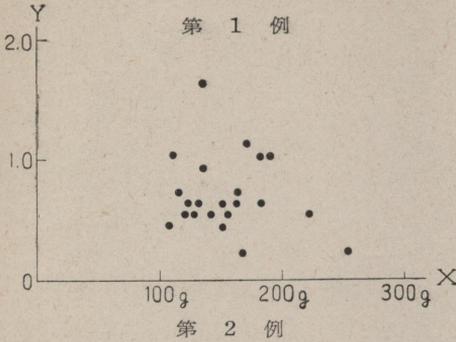
ここでは、同一感染程度を持続すると思われる同一人についての尿内虫卵密度が、このような日々変動を示すにいたる原因について検討する。

a) 尿量の日々変動: まずその1因と考えられる1日の尿量変動を表2~6についてみると、各例ともに明かに日々変動を示している。表9はその状況を摘記したものである。これをみると何れの事例も変動の最大の巾は平均尿量の2倍内外である。

虫卵分布の場である尿量のこのような変動は日々虫卵密度にかなり影響を及ぼすことが考えられる。しかしその変動の中は虫卵密度推定値の日々変動の巾にほぼ一致しているように見える。そこでいま毎日の鉤虫産卵量がほぼ一定で尿内虫卵密度の日々変動が尿量の変動にのみ左右されるものとして、さらに1日分の産卵量の分布する消化残渣がそのまま1日分の排泄尿量として理想的に規則的に排泄されるとすれば、1日の排泄尿量と虫卵密度とは逆相関をなすことが考えられる。各例について、各10標本平均値の中出現虫卵数が同一母集団に属することを確かめられたもののみをその尿の虫卵密度推定値として、図1に示したように相関図表を作り検定を行った。その結果相関の認められた例については検定の結果を併記した。これによると例4にのみ排泄尿量と虫卵密度とに逆相関が認められ(危険率2.5%以下)、他の例では危険率を25%としても相関が認められなかった。

それぞれの例数も少く、また10標本での虫卵密度推定の精度も一応問題になるので、直ちに例4を除く各例における逆相関の存在を否定するわけにはゆかないが、尿量変動に關聯して先の仮定の1つ1日分の産卵量の分布

第1図 尿量 (x) と虫卵数 (y)



第 5 例

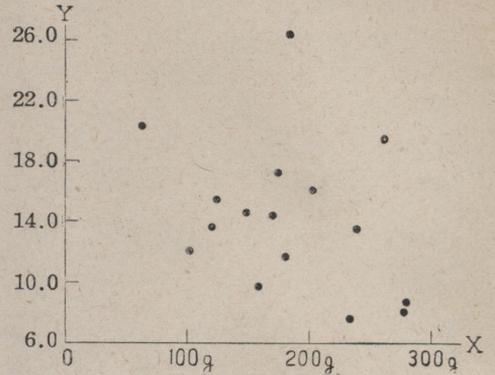


表9 各例における検査全期間を通じての1回排泄尿量の変動

性	年 職 業 齢	検 査 数	1 回 排 泄 尿 量 (g)		不 均 尿 個 数
			最大量 ~ 最小量	範 囲 平均値	
1	♂ 22 公務員	22	256.0~111.0	145.0	11
2	♂ 40 獣医	24	236.0~ 52.5	183.0	14
3	♂ 23 公務員	19	237.0~ 43.5	193.5	8
4	♂ 33 医師	19	257.0~ 52.0	205.0	6
5	♀ 27 農	30 (21)	294.5~ 0 (65.5)	294.5 (229.0)	7

括弧内は便秘を除く

表10 各例における検査全期間を通じての1回排泄全尿内換算虫卵数の変動

感染 虫種	検 査 数	1 回 排 泄 全 尿 内 換 算 虫 卵 数		
		最小値~最大値	範 囲	平 均 値
1 混 合	22	3390~ 21920	18530	10323.8
2 ツビニ 鉤虫	24	0~ 18880	18880	7563.5
3 アメリ カ鉤虫	17	3915~ 38750	35335	18063.9
4 ツビニ 鉤虫	18	32490~ 83790	51300	57961.3
5 アメリ カ鉤虫	16	1249500~5049600	3800100	2514584.4

する消化残渣の排泄の規則性について考えてみると、1回排泄尿量が上記の消化残渣量をそのまま表していることとかなり疑問がある。即ち消化残渣から直腸内に滞留する所謂尿を形成する機構、また形成された尿

[n=18, r=-0.587, F<sub>3</sub>=8.423, F<sub>16</sub><sup>1</sup>(0.01)=8.531]

を排泄する機構にはかなりな不規則性の存在が予想される。※実際、例 1~4 では排便の時刻は大体朝の一定時刻の前後約 1 時間位の間に分布しており、また必ず毎日 1 回排便を行っているが、例 5 では表 6 の備考欄に示したように排便の時刻は全く不規則で、且つ便秘した日が全検査期日 34 日中 9 日あり、尿の形成機構または排泄機構の不規則性を考えさせる。これは例 5 の尿量変動の中の広さとなつても現れており、前述のように虫卵密度変動をも増していると考えられるが、上記の逆相関関係を乱す要因となることも考えられる。また各実験例とも同一尿内で尿硬度の異なる例が表 9 に示したように相当数あり、硬部分は何れも先進部であることが認められた。これは 1 日量の尿の先進部がより長時間水分吸収をうけてより硬くなつたとも考えられるが、1 回排泄の際に完全に排泄されずに残る部分が翌日にもちこされて先進硬部分になることも考えられる。即ち 1 日 1 回規則的に排便が行われていても必ずしも尿排泄が規則的に行われているとはいえない。

なお逆相関を証明しえた例 4 は、被検者が医師で実験の内容を知悉して意識的に規則的な排便に勉めた例であつた。

要するに 1 日の尿量変動は虫卵密度変動を来す主要因になると考えられるが、尿形成及び尿排泄機構の不規則性から、産卵がかなり恒常的に行われているとしても観察された 1 回排泄尿量の変動が直ちに虫卵密度変動の指標とはなりえないものと考えられる。

b) 鉤虫の産卵の規則性： 虫卵検査は常に尿を媒介とするため、1 日の産卵量は先づ尿の虫卵密度として把握され、次に 1 日の全尿量について換算される。この際、1 日量の虫卵が分布すると思われる消化残渣量を適確に把握特別な方法を講じない限り、虫卵密度推定の精度をいかに増しても 1 日産卵量を正確に把握しえない。ゆえにその恒常性の検討は厳密性を欠くことになる。

しかし今回の観察結果をみると、毎日の産卵量のふれは、存在するとしてもかなり小さいものと推察される。即ち前述のように、虫卵密度変動の一方の主要因と考えられる尿量変動は各例とも平均尿量の 2 倍内外の巾を示しているが——これには 1 日分の産卵量の分布する消化残渣量変動即ち目的とする尿量変動に、さらに尿の形成・排泄の不規則性による変動の影響が加わっているが一、一方 10 標本平均値を虫卵密度推定値とする時の変動の中も、標本数が少いため推定値そのもののばらつきが

かなりあると考えられるのに係らず、やはり総平均値の約 2 倍内外にとまっている。また前述の例 4 においては、尿量と虫卵密度に一応逆相関が証明されている。この二つの事実は、今回の検査期間内では産卵はかなり恒常的に行われていたのではないかと考えさせる。

なお例 2 では、検査の最初の 4 日間に 10 標本虫卵数平均値零の日が続いている。Sweet (1925) によると、ツビニ鉤虫の尿 1 g 内産卵量は 65~114 個である。その最小値をとつても 10 mg 尿内虫卵数は 0.65 個で、ポアソン分布表より  $m=0.65$  の時の虫卵陽性率はほぼ 48% であるから、10 標本全てと零となることは稀有と考えられる。そこでこの 4 日間の尿については別に飽和食塩水浮游法 (尿 1 g 秤量) を 6 回づつ施行した所、3 日目までは虫卵を検出しえず、4 日目に 6 回検査の中 1 回に 1 個の鉤虫卵を検出した。この例は検査を 1955 年 5 月 18 日開始している。その以前鉤虫卵を証明した最後の検査は同年 3 月 29 日に行われており、その間駆虫薬は一切服用していない。また新感染は一応否定される時期であるから、虫卵を検出しえなかつた期間は 1 時的な産卵の休止期で、漸次産卵し始めたのではないかと考えられる。即ちこの例では少量の部分尿の検査では検出しえなかつた産卵の変動が検証され、産卵の長期にわたる厳密な恒常性は否定されることになるが、浮游法の検出精度がまだ充分明かでない、且つ 1 例なのでさらに今後の検討にまつことにする。

以上虫卵密度の変動を来す主要因について述べたが、なお性状の不均一な尿内で各部分尿内虫卵密度に差があれば、その尿よりの虫卵数出現値は過大分散を示し、小部分尿のみの検査の時には虫卵密度推定値の変動を増す要因となりうる。表 2~6 により各例についてみると、不均一尿の中例 3 の 10, 14 日目、例 5 の 8, 16, 19, 20, 25 日目の尿においては、それぞれ硬部分の虫卵数平均値が有意の差をもつて軟部分より高く、不均一尿が虫卵密度推定値の変動を増す要因となりうることを示している。しかし両部分の虫卵数の差は特に各々の母平均を考える時は僅かであり、且つそれぞれの 5 標本平均値の全期間平均値  $\bar{x}$  からのふれの中は、やはりほぼ  $2\bar{x}$  にとまっている。

#### 4. 虫卵密度日々変動の補正法の批判。

従来、鉤虫の 1 日産卵量又はその指標を正確に把握する目的で、この 1 回排泄尿についての虫卵密度の変動の補正が種々試みられているので、次にそれについて考察する。

a) 間接補正法：1 日排泄全尿を採取せず部分尿のみ

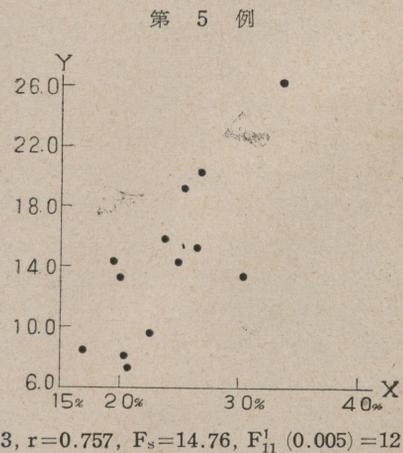
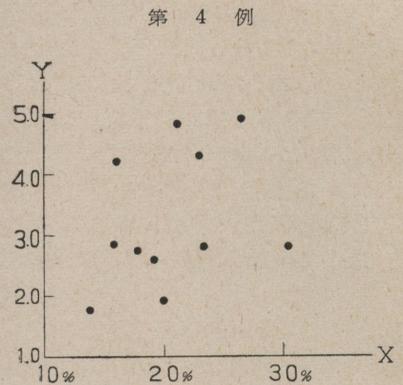
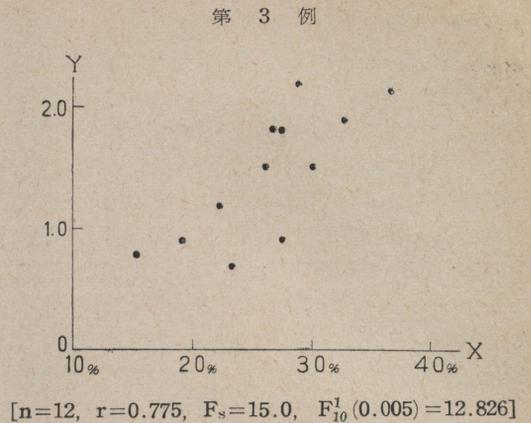
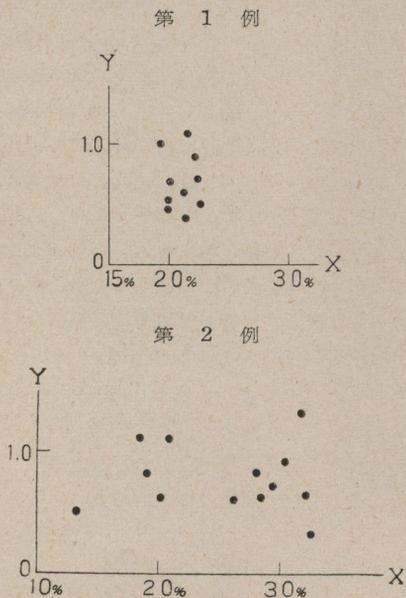
※ 参考文献 10) 参照。

の観察の場合に行う。

1) Stoll (1923), Hill (1923), 中路 (1928) 等の肉眼的に観察された尿硬度の各階梯で経験的に得られた常数を部分尿よりの虫卵密度推定値に掛ける方法、及び石崎 (1953) の提案した、上記方法をさらに定量化してその尿の乾燥量比率をはかり、予め約束した標準乾燥量比率に虫卵密度推定値を補正する方法、さらに Beaver (1949) の行った photoelectrometer により尿の濁度を計つて単位量を採取する方法等、何れも尿性状を指標とする補正法が考えられている。結局は尿の水分・固形分の含有量比率を目標とすると考えられる尿性状の分類によるこれらの補正法の基礎となる考え方は、尿量変動とその水分含有量変動とに或程度の相関があることに着目して、尿固形成分の量的変動を一応無視し、尿量変動の原因を専らその水分含有量変動にのみ求めて、この両成分の含有量比率の変動は水分含有量の變動従つて尿量変動を表すものとするにあると思われる。従つてこの両成分の含有量比率を表す指標によつて補正を行えば間接に尿量変動の補正が行われるとするものである。そこで今本実験の5例について、一応1回排泄尿量と乾燥量比率との相関々係を調べ検定を行つたが、何れの事例においても相関を証明しえなかつた。(危険率25%以上)

しかし前述の尿排泄機構の不規則性を考えると、相関を証明しえないことから正確な1日尿量と乾燥量比率

第2図 乾燥量比率(x)と虫卵数(y)



とに相関がないといえない。そして尿量とその水分含有量にのみ比例して増減するという仮定が成立するとすれば、不規則に排泄される1日の尿量よりも乾燥量比率の方が目的とする尿量変動の正確な指標となりうると考えられる。即ち前述の結果によれば本実験の各例は産卵がかなり恒常的に行われていると見做されるから、同

一尿での乾燥量比率と虫卵密度とは順相関を示す筈である。そこで図 2 に示したように、各例について尿性状の均一と見做された尿のみをとりあげて、乾燥量比率と、虫卵密度推定値として 10 標本の虫卵数平均値との相関図表を作り検定を行った。図によると、例 3, 5 では 1% 以下の危険率で順相関が証明されたが、例 1, 2, 4 では相関があるとす時の危険率は 50% 以上になる。

例数も少く、ことに例 1, 例 2 は虫卵数総平均値の値が小さく従つて虫卵密度推定値のばらつきが大きくなる例であり、これらの例においても必ずしも相関がないとはいへない。しかし例 4 は尿量変動と虫卵密度変動とに逆相関を証明しえた例でもあり、乾燥量比率変動が尿量変動の指標となりえないで、虫卵密度と乾燥量比率に相関のない場合ではないかと考えられる。即ち水分含有量変動に加えて、時に毎日の食事の質的並びに量的変化による 1 日の尿固形分含有量のふれが大きくてそれも尿量変動に影響を与える場合が考えられる。尿の固形分・水分の何れにも顕著な量的変動があるとすれば、両者の比率を表す指標は尿量変動の指標とはなりえない。かかる場合にはこの補正法が有効であるとは考えられない。

また例 3, 5 のような場合で、この補正法により各人についての虫卵密度推定値の日々変動はかなりよく補正しえたとしても、これを実際検査に広く適用するには、さらに各個人の 1 日の尿の固形分含量がほぼ一致して、標準乾燥量比率及び標準尿硬度に対応する標準尿量という概念が一般的に成立しうることが必要である。しかし実際に検査対象が広く各年令層、その他尿の固形分含有量の変動を増す種々の条件を含む各階層にわたる場合には、それに通有する標準尿量はかなりな巾をもたせて考えなければならない。即ちこの場合においてもこの補正法がさほど有効であるとは考えられない。

2) 分島 (1932) は略々虫卵大の不消化性物質 (チール液で染色した石松子) の一定数を服用後、尿中に現れた石松子数と虫卵数との比率から 1 日量の虫卵数を換算する方法を考案した。この方法の原理は、1 日量として服用した石松子全量の均等分布する不消化残渣量に、同じく 1 日の中に産卵された虫卵数全量が均等分布すると考えるにあると思われる。この原理が保証されれば、この方法は尿量変動の巧妙な補正法と考えられるが、分島の実験の範囲内では、石松子及び虫卵の尿内均等分布ということは或程度証明されているが、両者の 1 日量の分布する不消化残渣量の一致ということは客観的に証明されていない。且つ実施上、集団的にこの方法を施行するこ

とは困難であると考えられる。

b) 直接補正法：1 回排泄全尿を採取しうる場合、全尿を秤量して虫卵密度推定値から全尿内換算虫卵数を算出し、尿量変動による虫卵密度変動を直接補正しようという方法が考えられている。

しかし前述のように目的とする 1 日尿量を正確に把握しうる保証はないので、これによつて必ずしも変動を正しく補正しようとは考えられない。この方法を一応試みた Brown (1927), Palmer (1941) 等は何れも、全尿量に換算した虫卵数の日々の変動の方が、虫卵密度推定値—Stoll 法, Lane 法等による—の日々変動よりむしろ大きくなつてゐることを指摘している。今回の検査各例においても、表 10 に示したように全尿内換算虫卵数も 10 標本平均値と略々同様な変動の巾を示している。

但し尿排泄の不規則性の状況に応じて何日間かの連続検査を行い、その何日間かの全尿内換算虫卵数の平均値をとるとする時は、尿排泄の不規則性が是正される可能性があり、前述の結果によれば短期間内では 1 日の産卵量はかなり恒常的と考えられるから、その時の 1 日産卵量を略々虫卵密度推定精度の範囲内で推定しうると考えられる。

c) 小括：要するに 1 回排泄尿の検査でより正しい“1 日産卵量の示度”を得ようとする場合、上述の補正法は何れもさほど有効と考えられない。

そこでかゝる有効でない補正法を行う労を省き、虫卵密度推定値をそのまま 1 日産卵量の示度として用いる時は、虫卵密度の推定精度——補正法を用いる場合にもやはり問題になる——と、尿量の日々及び個人間の変動の範囲内の確かさでは、示度としての目的を果すことになる。そして実際には、1 日産卵量の示度は感染程度を表すものとして求められる場合が殆どであるから、その場合に、得られた産卵量と実際の寄生状態との関係についての検査法以前の諸問題による制約——鉤虫産卵量の虫体による個体差や時期的消長、雌雄寄生比率等——、さらに実際に用いうる検査法の精度による制約——たとえば正確に単位量の尿を秤量しえない等——を受け、結果判定の基準にかなりな巾を設定せざるを得ない。であるからそれ自身前記の制約を受ける虫卵密度推定値をそのまま用いてもあまり影響はないものと考えられる。

なおその際判定基準の各階梯の巾としては、上記の種々の条件に規定されておこる実際検査で得られた虫卵密度推定値の変動の、最大の巾の所を採るべきである。推定値の変動を来す種々の条件の中、虫卵密度推定の際の変

動の中は、標本採取数によつて変ることは勿論であるが、前述の如く虫卵密度の値の大きさによつても変るから注意を要する。

しかし、正確な1日産卵量を求める必要が生じた場合には、b) 項で述べた理由に基き、1回排泄全尿を連日採取し、各尿からの標本採取数をできるだけ多くして虫卵密度推定の精度を増し——不均一尿の場合は各部分尿について検討する——、さらに各々全尿量に換算してそれらの1日平均値をみる方法が、尿を媒介とする限り最も有効な方法と考えられる。しかして従来行われた鉤虫1日産卵量の時期的消長の検査等の実施に際しても、1)比較的短期間の検査を行う場合は、連日検査して1回排泄全尿内換算虫卵数の移動平均をとつてその変動を調べる。2)長期間にわたる検査の場合には、期間をおいて何回か短期間の連続検査を行い、その結果得られた全尿内換算虫卵数平均値の変動を調べる。そしてそれらの変動が、その時用いた虫卵密度推定法の精度の範囲内にあるものか検討する方法が考えられる。

従来、諸家の鉤虫1日産卵量及びその時期的消長に関する研究においては、1)尿内虫卵密度推定の方法において、その推定の精度が明かにされず、且つ手技者によるふれの大きい Stoll 法、Lane 法等を用いている。2)時期的消長に関する研究の場合、算定された1日産卵量は1回排泄尿についての結果の場合が多い。等、上述の観点よりすれば何れも再検討の必要があるものと思われる。

### 総 括

鉤虫卵保有者5例について、約3~5週間その排泄全尿を連続採取し、定量的な直接塗抹法によつて日々その虫卵密度を観察し、その成績について尿内鉤虫卵が近似的にポアソン分布をなすという想定のもとに、種々検討を加えた。その結果を要約すれば次の如くである。

1) 尿内鉤虫卵密度推定値は、同一人について日々採便を繰返して検査する場合、推計学的に有意な日々変動を示す。しかしその変動の中はかなり狭く、各10標本平均値についてみる時検査全期間を通じての全標本平均値のほぼ2倍以内の中である。

2) 観察された1回排泄全尿量は日々変動を示す。しかしてその変動状況は尿内虫卵密度との間に相関を思わせる。従つて今回の検査期間3~5週間以内では、尿内虫卵密度変動は主として尿量の日々変動に影響されていると考えられる。一方鉤虫の毎日の産卵量は今回の検査期間内ではかなり恒常的であると見做された。

3) 1回排泄尿の検査によつて得られた尿内鉤虫卵密度推定値をそのまま1日産卵量の示度として用いるとすれば、その示度はその場合用いた検査法による虫卵密度推定の精度と、尿量の日々変動並びに各個人による変動との影響を受ける。従つて実際には産卵量に変化がなくても各人各検査日によりかなりな変動を示す可能性がある。しかしその変動の範囲内の確かさにおいて1日産卵量を指示することになる。

4) なおこの虫卵密度推定値を1日産卵量のより適確な示度にする目的で、従来いろいろな虫卵密度日々変動の補正法が考案されているが、これは概ね虫卵密度変動に及ぼす尿量変動の影響の補正を目的としたものである。そこで併せてこれについての検討を行った。その結果、これらの補正法による値は何れも正確な1日産卵量の有効な示度たり難いことが判明した。

稿を終るに臨み、御指導、御校閲を賜つた部長小宮義孝博士に心からなる謝意を表させていただきます。

### 参 考 文 献

- 1) Beaver, P. C. (1949): Quantitative hookworm diagnosis by direct smear. *Jour. Paras.*, 35, 125—135. —2) Brown, H.W. (1927): A study of the regularity of egg production of *Ascaris lumbricoides*, *Necator americanus*, and *Trichuris trichiura*. *Jour. Paras.*, 14, 110—119. —3) Herrick, C.A. (1928): A quantitative study of infections with *Ancylostoma caninum* in dogs. *Amer. Jour. Hyg.*, 8, 125—257. —4) Hill, R. B. (1923): Investigations on the control of hookworm disease. XXV. The use of the egg-counting method in areas. *Southern Med. Jour.*, 18, 665. —5) 平井正就 (1926): 蛔虫及び十二指腸虫の排卵数と寄生虫体との数的関係並びに虫卵計算法, 慶応医学, VI, 973. —6) 石崎達 (1953): 蛔虫症の臨床的研究. (1) 直接塗抹標本による蛔虫卵数定量法とその応用. *寄生虫学雑誌*, 2 (2), 13—18. —7) 北川敏夫, 増山元三郎 (1952): 統計数値表, 1版, 214頁, 東京, 河出書房. —8) 中路三平 (1928): 寄生虫感染程度測定法としての虫卵計算法の意義並びに実験的批判. *慶応医学*, 8, 2201—2276. —9) 永井光 (1950): 駆虫剤の糞便内蛔虫卵数に及ぼす影響について. (第1報) 無処置感染者糞便内に於ける卵数の消長. (第2報) サントニン投与の場合. *阪大医誌*, 2 (1), 63—81. —10) 日本生理学会編 (1951): 生理学講座, 第9巻, II, I, 消化運動., 3, 4, 消化の病態生理. 東京, 中山書店. —11) Palmer, E. D. (1941): The course of the daily

egg output during an early infection with the hookworm *necator americanus*. Amer. Jour. Hyg., 34, sec. D, 1-12. —12) 佐藤澄子 (1953): 鉤虫卵検査法の研究. (1) 人尿内鉤虫卵分布状況について. 寄生虫学雑誌, 2 (2), 22-26. —13) Scott, J. A. and Headlee, W. H. (1938): Studies in Egypt on the correction of helminth egg count data for the size and consistency of stools. Amer. Jour. Hyg., 27, 176-195. —14) Smillie, W. G. (1921): A comparison of the number of hookworm ova in the stool with the actual number of hookworms harbored by the individual. Amer. Jour. Trop. Med., 1, 389-395. —15) Soper, F. L. (1927) The relative egg-laying function of *Necator americanus* and *Ancylostoma duodenale*. Amer. Jour. Hyg., 7, 542-560. —16) Stoll, N. R. (1923b): Investigations on the control of hookworm disease. XVIII. On the relation between the number of eggs found in human feces and the number of hookworms in the host. Amer. Jour. Hyg., 3, 156-179. —17) Sweet W. C. (1924): Notes on methods of diagnosing hookworm infection and on egg counting methods. Amer. Jour. Hyg., 5, 497.

### Summary

Hookworm egg density in feces of 3-5 successive weeks was observed by the direct smear method quantitatively on each five hookworm

carriers and the data thus obtained was examined under the presumption that eggs in feces were distributed according to Poisson's distribution. The results obtained were as follows:

1) The estimated value of hookworm egg density in feces on the same individual was proved to vary daily with statistical significance. Such variation, however, is not so excessive, namely each mean on ten samples varied about 2 times of total mean.

2) The daily volumes of fecal output fluctuated in accordance with the estimated daily egg density. This apparently indicates that the variation in daily egg density in feces seems mainly to be due to the variation in daily stool volumes during this period. The daily amount of oviposition was hardly found to fluctuate during this period.

3) When the estimated value of the egg density on single stool were applied as the indicator of hookworm burden, the reliability of the indicator is influenced by the variability in daily and individual stool volumes as well as the reliability of applied method.

4) Several methods precisely applied for the correction of the variability of egg density was criticized and proved to be either little valuable or to contain technical difficulty for their practical application.