

# 鉤虫卵検査法の研究

## 1. 人尿内鉤虫卵分布状況について

佐藤 澄子

国立予防衛生研究所 寄生虫部

当該宿主における鉤虫寄生の有無及び程度の証明は、宿主の解剖による虫体の直接証明以外の間接的な方法による場合には、その排泄虫卵の検出、即ち検便による虫卵検査が比較的确实な方法とされている。勿論この方法では、検査時の排卵全量を確実におさえ得た場合でも産卵能のない雄虫・未成熟雌虫の存在は証明されず、又成熟雌虫においてもその産卵の生理及び病理の各種鉤虫に於ける解明を俟つて初めて正確な実際の寄生状態を推知せしめるものである。本研究においては検査法以前のかかる問題を一まづおいて、現行の鉤虫卵検査法がいかなる程度にその排卵量を推測し得ているかを順次考究し、その改善をめざすものである。

本篇にとりあげた尿内鉤虫卵分布状況の研究は、検査を一回排泄尿全量について行い得ない現実の殆どの場合において、尿の一部を採取してその尿の卵保有度を推定する際の基礎になる問題である。

ふつう人体に寄生するヅビニ鉤虫・アメリカ鉤虫において、その寄生部位は多くの剖検報告によると小腸特に空腸が主で、次いで廻腸及び十二指腸に寄生し、大腸に寄生することは稀で胃に見出されることは更に稀である。従つて産卵された虫卵は直腸に至るまでに消化機能が健全なる限り腸の蠕動による食糜の攪拌と共に充分攪拌混和されるものと思われる。しかしもしその混合が完全に行われた場合には、虫卵は尿内に無作為的に分布することが予想される。虫卵が尿内に無作為的に分布するとすれば、虫卵と等しい体積だけの部分尿採取を1回行つた場合或虫卵の出現確率  $p_1$  は〔鉤虫卵1個体積〕/〔1回排泄全尿体積〕で鉤虫卵1個体積は全尿体積に比べ非常に小さいので  $p_1$  は非常に小さい。なお個々の虫卵の体積の微小な差による各虫卵の出現確率の差は殆ど零と見做し得るから  $i$  個ある尿内虫卵の何れかが得られ

る確率  $p$  は各虫卵の出現確率  $p_1 = p_2 = p_3 \cdots = p_i$  のそれぞれの和で即ち

$$p = \frac{[\text{鉤虫卵1個体積}]}{[\text{1回排泄全尿体積}]} \times [\text{尿内虫卵総数}] \text{ である。}$$

実際に同一尿から部分尿を同一量づつ採取することを繰返した場合その中に出現する虫卵の数は種々の値をとるが、その平均値  $m$  は  $n = \frac{[\text{部分尿体積}]}{[\text{鉤虫卵1個体積}]}$  とすると  $m = np$  でこれは一定である。しかしてその実現値を  $x$  とすると  $x$  のとりうる種々の値  $x_1, x_2, \dots$  の出現確率は

推計学的に二項分布  $B(n, p)$  をなすと考えられるが、鉤虫においては経験的に得られた一般の感染程度の範囲ではその雌虫1匹あたりの産卵量は全尿量に比べてかなり小さく、従つて  $p$  はかなり小さくなりその分布型式は  $m = np$  の  $m$  を固定して  $n \rightarrow \infty$  とした時の二項分布の近似式  $g(x) = \frac{e^{-m} m^x}{x!}$  で表されると考えられる。即ちポアソン分布をなすと考えられる。実際には  $m$  は上式による直接算出は不可能で、 $N$ 回部分尿採取を繰返した場合出現した虫卵の数  $x_1, x_2, \dots, x_k$  の頻度をそれぞれ

$$f_1, f_2, \dots, f_k \text{ で表せば } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k f_i x_i}{N} \text{ で近似される。}$$

本実験においては、ヅビニ鉤虫卵・アメリカ鉤虫卵を保有する人尿の中実際の検査に供される普通便の種々の性状のものについて上記の予想を検してみた。

### 実験材料並びに方法

#### 1) 実験材料

検査前後において毎日1回規則正しい便通を示していた成人より得た1回排泄全尿の中、普通便の種々の性状のものを肉眼的な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・泥状便と区別してえらんだ。

各被検例の感染虫種の決定は、原則としてそれぞれの尿を培養して得た感染仔虫の種別を検して定め、うち検査後駆虫を行い得た例ではその排出成虫体をも検して参考にした。

#### 2) 実験方法

1回排泄全尿を直ちに湿室にいれて冷蔵庫内に保存す

Sumiko Sato: Studies on the faecal examination for hookworm. The distribution of hookworm ova in human feces. (Parasitology Division, National Institute of Health, Tokyo, Japan.)



る。検査に際してはその任意の各部分から小白金耳に採便してトーションバランスで正確に 8 mg づつを秤量する。それを第一の載物硝子上におとして 5% のアンチフォルミン液を滴下し、硝子棒を用いて尿を充分攪拌溶解せしめる。更に第二、第三の載物硝子上で白金耳及び硝子棒を洗滌し、それぞれを大覆蓋硝子で覆い検鏡して標本全野の虫卵を数える。虫卵は殆どが第一の載物硝子上で発見され第二ではその残余第三では殆ど発見されなかつた。検査全経過を通じ尿は常に湿室内に保存して水分蒸発による便性状の変化を極力防ぎ、且つ尿の取扱いに際してその人為的な混和を嚴につつしんで、既存の虫卵分布を乱さないように注意した。

なお部分尿の採取は先の理論によると当然体積単位で行わなければならないが、体積単位での微量採便は困難なので重量単位で採便した。これは尿が充分に混和されているという先の仮定に従えば尿内の他の成分の分布も無作為的で、従つて實際秤量の際採取量に比べて特に大きい残渣の存在部分を選べるならば各採取便の比重はほぼ均一で、秤量によつてもかなり正確に同一体積づつを得られるのではないかの想定に基く。この際の採便量は、推計学的に部分尿を採取しうる回数即ち[全尿量]/[部分尿量] がかなり大きいことを要するので全尿量に比べて微量なること、しかし虫卵 1 個の重量より充分大なること、以上二つの条件を充し得る量の中秤量の誤差を少くし得て且つ直接塗抹法で採便内全虫卵を捕捉するに便利な量をえらんだ。

実験成績とその考察

実験は次の 5 例について行つた。以下その成績について述べる。

既述の如く 1 回排泄全尿内の虫卵分布は尿の混和が完全ならば無作為的で、その任意の各部分から同一量づつ秤量を繰返して得られた虫卵数の出現度数分布はポアソン型の分布をなす筈である。各実験例でその想定を検定したが、観察で得られた虫卵数平均が 1 個内外であつた第 1 ~ 第 3 例では、各例における虫卵数平均  $\bar{x}$  を母集団平均  $m$  に近似してポアソン型分布をなす時の期待度数  $F(x) = Ng(x)$  を算出してカイ自乗検定を行つた。虫卵数の比較的多かつた第 4, 5 例では便宜上次の方法によつて検定した。即ちポアソン型の分布をする場合には個々の標本値の平方根又は対数をとるとその度数分布は近似的に正規型になることから、各虫卵数平方根をとつてその観察度数分布と正規型分布との適合度を次の作図法によつて調べた。先づ虫卵数平方根をいくつかの階級に

等分割してその観察度数分布表とさらに累積度数表を作る。正規型分布の場合変量  $x$  は、 $m$  を  $x$  の母平均  $\sigma^2$  を母分散とすると  $t$  で表される量との間に  $t = \frac{x-m}{\sigma}$  なる一次式で表される関係がある。 $t$  は正規型母集団で変量  $x$  の母平均  $m$  からのへだたりを  $\sigma$  を尺度として表す時の量で、実際には  $\frac{\text{累積度数}}{N}$  を確率積分に等しいとおく時各  $x$  に対応して確率積分表から求められる。従つて各階級に分けた虫卵数平方根の大きい方の級境を横軸にとり、各  $x$  に対応する  $t$  を縦軸にとつて作図した時各  $x, t$ , 点が直線にのる傾向が強ければ  $x$  は正規分布をなすと推定される。このことはもとにもどつて虫卵分布がポアソン型分布をなすという推定を許す。

各例についてみると、第 1 例は硬便・混合感染例で 8 mg 尿内虫卵数平均は 0.3 個、第 2 例は泥状便・混合感染例で 8 mg 尿内虫卵数平均は 0.76 個、第 3 例は軟便・ゾビニ鉤虫単独感染例で 8 mg 尿内虫卵数平均は 1.25 個上記の方法によつて検定すると、表 1, 2, 3 にそれぞれ示したように何れもその虫卵分布がポアソン分布でないとする時の危険率は 5% 以上で従つて虫卵分布はポアソン型をなすであろうとの推定がなされる。第 4 例は軟便・アメリカ鉤虫単独感染例で 8 mg 尿内虫卵数平均は 33.89 個、第 5 例は有形便・混合感染例で 8 mg 尿内虫卵数平均は 12.19 個、表 4, 5 に示したように、何れも虫卵数平方根をとつて上記の作図法によつて検定すると各  $x, t$ , 点は直線にのる傾向が強くと、従つてもとの虫卵

表 1 混合感染・硬便

8 mg 尿内虫卵数 $x$	観察度数 $f(x)$	期待度数 $F(x)$
0	96	97.79
1	31	29.34
2	4	4.40
3	1	0.44
4	0	0.003
5	0	0.001

$$\bar{x} = 0.3$$

$$N = 132$$

$$F(x) = 132 \frac{e^{-0.3} \times 0.3^x}{x!}$$

有意性の検定

カイ自乗	0.144
自由度	1

$$0.80 > Pr. > 0.70$$



表2 混合感染・泥状便

8 mg 尿内虫卵数 x	観察度数 f(x)	期待度数 E(x)
0	68	63.77
1	54	54.23
2	21	18.35
3	6	4.68
4	0	0.89
5	0	0.14
6	0	0.02

$$\bar{x} = 0.765$$

$$N = 149$$

$$F(x) = 149 \frac{e^{-0.765} \times 0.76^x}{x!}$$

有意性の検定

カイ自乗 0.677  
自由度 2

0.80 > Pr, > 0.70

表3 ツビニ鉤虫感染・軟便

8 mg 尿内虫卵数 x	観察度数 f(x)	期待度数 F(x)
0	54	51.50
1	57	61.80
2	35	36.74
3	20	14.83
4	4	4.45
5	1	1.07
6	0	0.21
7	0	0.04

$$\bar{x} = 1.25$$

$$N = 171$$

$$F(x) = 149 \frac{e^{-1.25} \times 1.25^x}{x!}$$

有意性の検定

カイ自乗 2.483  
自由度 3

0.50 > Pr. 0.30

尿性状に相異があるようにみえた。そこで試みに両方の尿の任意の各部分から50mg前後の尿をとって大覆蓋硝子に薄塗し、30°C恒温槽内に1週間放置して概ね乾燥

表4 アメリカ鉤虫感染・軟便

虫卵数平均 = 33.89, N = 109

虫卵数平方根 x	観察度数	累積度数	累積度数 N	t
4.00~	9	9	0.0825	-1.39
4.55~	12	21	0.1927	-0.87
5.10~	27	48	0.4404	-0.15
5.65~	32	80	0.7339	0.62
6.20~	14	94	0.8624	1.09
6.75~	13	107	0.9817	2.09
7.30~	2	109		

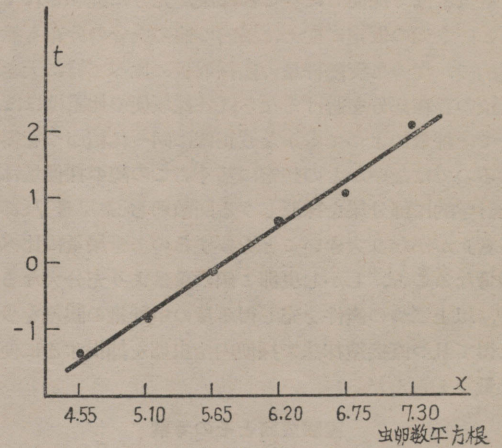


表5 混合感染・有形便

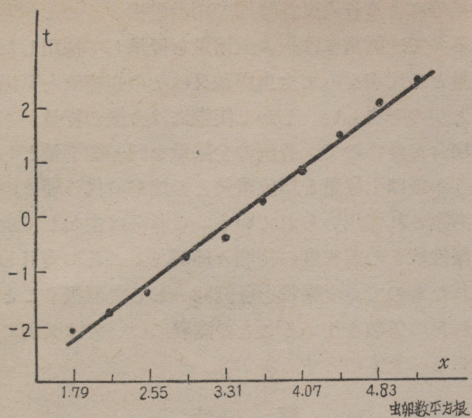
虫卵数平均 = 12.19, N = 186

虫卵数平方根 x	観察度数	累積度数	累積度数 N	t
1.41~	4	4	0.0215	-2.02
1.79~	4	8	0.0430	-1.71
2.17~	9	17	0.0914	-1.33
2.55~	28	45	0.2419	-0.70
2.93~	25	70	0.3763	-0.31
3.31~	47	117	0.6290	0.33
3.69~	36	153	0.8226	0.92
4.07~	22	175	0.9409	1.56
4.45~	8	183	0.9839	2.14
4.83~	2	185	0.9946	2.55
5.21~	1	186		

分布はポアソン分布をなすのではないかと推定される。

以上述べた例の中第1, 2, 3, 4例においてはそれぞれの尿性状は相当の不消化残渣を含み乍らも肉眼的に全尿はほぼ均等にみえたが、第5例においては大小2塊になつている尿の大きい部分は有形便であつたが小さい部分は泥状便で、同一人の1回排泄尿であるに關らず





させ、乾燥後の尿重量の乾燥前の尿重量に対する比率をみると、有形便部分では8標本平均36.0%、範囲は34.4%~37.7%で、泥状便部分は3標本平均15.3%

表6 有形便部分

虫卵数平均 = 12.78, N = 133

虫卵数平方根 x	観察度数	累積度数	累積度数 N	t
1.41~	1	1	0.0075	-2.43
1.83~	3	4	0.0300	-1.88
2.25~	16	20	0.1504	-1.04
2.67~	16	36	0.2707	-0.61
3.09~	30	66	0.3962	-0.26
3.51~	31	97	0.7293	0.61
3.93~	23	120	0.9023	1.29
4.35~	9	129	0.9699	1.88
4.77~	3	132	0.9925	2.43
5.19~	1	133		

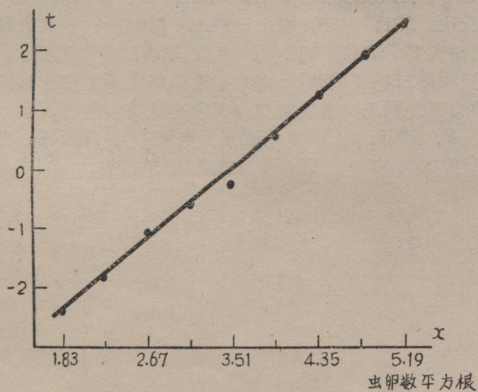
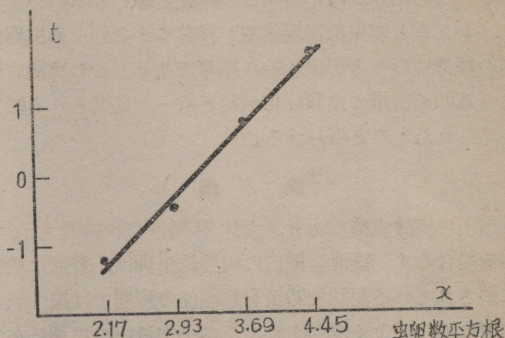


表7 泥状便部分

虫卵数平均 = 10.70, N = 53

虫卵数平方根 x	観察度数	累積度数	累積度数 N	t
1.41~	6	6	0.1132	-1.21
2.17~	11	17	0.3208	-0.46
2.83~	24	41	0.7736	0.75
3.69~	10	51	0.9623	1.78
4.45~	2	53		



範囲は13.7%~16.8%、各々の内では有意の差はなかつたが両者の間には有意の差があり、尿乾燥量率は明かに両者の尿性状の相異を指示していた。即ち両者は虫卵分布に対して異なる母集団を形成していると思われる。そこで各々の虫卵分布をもう一度データにもどつて調べてみると、有形便部分よりは133標本、泥状便部分よりは53標本とつており、各虫卵数平方根の観察度数分布表をそれぞれについて作つて先に述べた作図法で間接にポアソン分布との適合度を検定してみると表6に示したように両者ともその虫卵分布はポアソン型をなすのではないかと思われた。なお両者の虫卵数平均は、有形便部分で12.78、泥状便部分10.70で後者の虫卵数が少かつたが、正規分布に近似して両者の差を検定してみるとその間に有意の差が見出されなかつた。即ち理論的には第5例の虫卵分布は母集団を異にする二つのポアソン分布の複合した形で現れることが予想されるのであるが、両者虫卵数平均値の差がないか或は小さいために単純なポアソン分布で近似されたものと思われる。

なお両尿の小部分にそれぞれ適量の水を加えて肉眼的に同濃度と思われるまで薄めて検鏡してみると含有残渣の性状はよく似ており、このことからこの場合の両尿性状の相異は大体水分含有量の相異によるもので、よく混



和されてのち大腸終末で水分吸収のみ行われる時尿の各部分で吸収度が異なつたのではないかと推測される。よく混和された尿からの水分吸収度が異なる時、各部分の体積縮小度が異なるため虫卵分布濃度に変化があり、体積縮小度のより少ない方即ちより水分含有量の多い尿では虫卵分布はより稀薄で、Camidge (1914) によれば尿性状によりその比重に殆ど差を生じないから同一重量づつ採便をくりかえした時の出現虫卵数平均は水分含有量のより多い尿により少くしかも分布形式は同一になる筈である。この第5例はその一つの例証と思われるのであるが、もともとの虫卵出現確率が非常に小さいため虫卵分布の稀薄になり方が現象的に顯著でなく、この実験成績にみる如く全尿の虫卵分布が殆ど均一と見做される結果が得られたものと思われる。

### 論 議

以上の実験成績により、大体24時間毎に排泄されている場合の1回排泄全尿内の両種鉤虫卵は、普通に検査に供されている泥状便乃至有形硬便の範囲では尿性状の如何に関らずよく混和されてその一定量中の虫卵分布はポアソン型分布で近似され、同時排泄便では部分的に性状が異なる場合でも各部分内ではよく混和されておりしかも同一重量づつはなかつた時の各部分虫卵数平均に著差が生じないため全体の分布型はやはり単一のポアソン型分布で近似されることが分つた。

このことから、尿の任意の部分からの採便によつてその部分尿と同一量づつ全尿についてはかつた時の虫卵数平均を推定することが可能になつたが、実際には感染程度をはかる尺度としてその尿内の全虫卵数又はその指標となる値が必要である。推定された単位重量尿内虫卵数平均からその尿内の全虫卵数を推測し或はこれをそのままその指標として用いようとする場合には、前の場合には勿論、後の場合でも全尿量が各例で異なるともし虫卵排泄量が同一でも尿単位重量内出現虫卵数は当然異なってくるから、各例について一應全尿量を知る必要が生じる。即ち24時間内排泄尿量は日本人では大体100~200gとされているが、食生活の個人的相異、消化機能

の動搖等により各人又各時期で相当動搖することが考えられるので、嚴密には一々全尿量を秤量して採用した単位重量との比率をみて全虫卵数又はその指標値を算出することがのぞましい。しかし実際には全尿の秤量が不可能な場合が多いので、各例の全尿量を同一標準量として取扱うか或は全尿量と単位重量との比率に代る種々の係数が考案されて用いられている。これらは主として全尿量と尿性状との或程度の相関々係があることに着目して出されたもので、全尿量を各例同一として取扱うこと、又これらの係数を用いることの意義については又別に検討せらるべきものとする。

### 結 論

- 1) 普通便の1回排泄全尿内の鉤虫卵はほぼ無作為的な分布をなし、その一定量中の虫卵分布はポアソン型分布で近似される。
- 2) 故に全尿量がわかれば、尿の任意の部分一定量内の虫卵数を調べることによつて、その尿内の全虫卵数又はその指標値を推測することが可能である。(本研究は文部省科学試験研究費の補助による。)

### 文 献

- 1) Ashford, K., King, W. (1907): Uncinariasis, its development, course and treatment. J. Amer. Med. Assoc. 49, p. 471.
- 2) Camidge, P.J. (1914): The faeces of children and adults.
- 3) 江口季雄 (1951): 最新寄生虫病学 III, 鉤虫症の病理と診療, 1版 52頁, 東京. 医学書院.
- 4) 石崎達 (1950): 直接塗抹標本による蛔虫卵数定量法. 総合医学 7 (20), p. 29.
- 5) 北川敏男 (1951): ポアソン分布表 2版, 156頁, 東京 培風館
- 6) 北川敏男, 増山元三郎 (1952): 統計数値表 1版 214頁, 東京 河出書房.
- 7) Loos, A. (1914): Würmer und die ihren hervorgerufenen Erkrankungen. Mense'sche Handbuch der Tropenkt. 2, P. 391.
- 8) 増山元三郎 (1949): 実験計画法大要, 3版, 112頁, 東京 学術図書出版社
- 9) 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. 慶應医学, 8, P. 2201.
- 10) 高橋暁正, 土肥一郎 (1951): 推計学入門, 1版, 204頁, 東京 医学書院.