

鉤虫 Carrier に関する公衆衛生学的研究

(4) 尿内虫卵密度よりする寄生鉤虫数推定法に対する疑義について

矢島 ふき

千葉大学医学部公衆衛生学教室 (主任 柳沢利喜雄教授)

(昭和35年1月23日受領)

緒言

我が国農村では鉤虫が著しく蔓延し、農民の職業病とさえ称されている現在、地域鉤虫感染の実態を把握することは緊急を要する問題である。その感染状況は一般に鉤虫感染率、即ち被検査者数に対する感染者数の百分比をもって表示される。但し感染率は分布の広さを表わし、濃度を表わすには十分でない。ところが寄生濃度は障害発現の重要な要因であり、又感染源たる排出虫卵量を左右するので、公衆衛生学・予防医学的見地から、寄生濃度も共に確実にする必要がある。

その為には駆虫及び排虫調査を徹底的に行い、之を寄生数推定値とすれば、すこぶる実態に近い値が得られるが、この実施には幾多の困難と制約が伴う。近時永吉ら(1956)は、感染の広さと深さを組合せ、分布度・優占度・感染の重心の判定数式を考案した。これを従来素朴な表示法に比較すれば、地理学的な考えが導入され、地域鉤虫感染の実態の定量化として一段と進歩したものと考えられる。然し計算には、地域感染率・虫種別寄生数及宿主数を用いるので、必ずしも実際の応用は容易ではない。

先に Stoll(1923) は、稀釈虫卵算定法を創始し、個人1~数日間の尿内排卵数を算定、同時に駆虫法による排出鉤虫数を調査、両者間に比例的関係を見出し、尿内虫卵数をもって寄生鉤虫数の推定が可能であることを強調した。その後同法を用いて幾多の追試が行われ、簡便に寄生濃度の指標値が得られるとしてその有用性が認められた。又定量直接塗抹法をもつても、Stoll 氏法と同じく有効であることが、Smillie(1921)らによつて明らかにされた。この様に虫卵算定により寄生鉤虫数が推定されるなら誠に簡便と言わねばならない。

ところが Hill(1926) らは、Stoll 氏法は集団の概括的感染程度の表示法として有用であつても、個人の場合には変動が大きく、確実な推定値になり得ないとしてい

る。

しかし、いくら他法に比べて簡便であるからと言つても、定性的検卵法に比べれば、複雑で能率の低い定量的検卵法を行うからには、地域の寄生濃度の把握のみならず、個人の感染の有無・寄生濃度に対する指標値が得られることが望ましい。とすれば、何故個人の推定値として不確実なのか、推定の係数の妥当性はどうか、係数の変動因は何か、その変動因は除去することが可能か、等の諸点を吟味して、個人に適用出来るか否か、今一応検討してみる必要がある。

著者は、この変動因を寄生鉤虫数との関連において検討してみたのでここに報告する。

対象及び方法

第3報の野外調査の対象と同じで、瓦培養法による発生子虫数と、直後確実に駆虫及び排虫数調査を実施して得た人鉤虫排虫数との関係を吟味した。

瓦培養法：早朝採取した尿0.2gを素焼瓦上に塗布、シャーレ内に収め、濾過水をメヂウムとして、28°C 孵卵器内に2~3週間培養、水中游出仔虫を3回に亘り洗滌採集し、遠沈して鏡検により虫数の算定・虫種の鑑定を行つた。

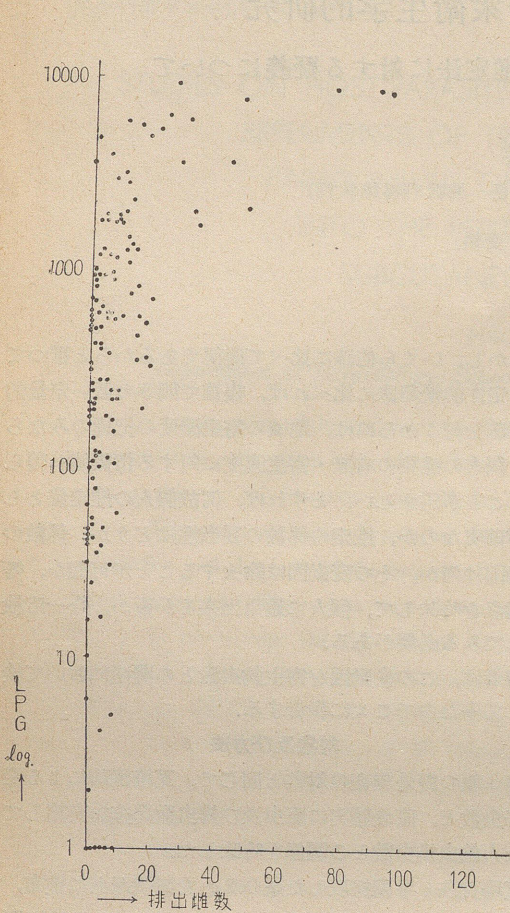
排虫数調査：(3)と同じ。

他に既存の成績として、Stoll(1922)、Davis(1924)、Hill(1926)の資料を用いて検討した。1雌当尿1g中虫卵数(Eggs per gram per female, EPGPFと略記)の計算は、Stollの資料の一部とHillの全部について著者が行い、排出雌数との関係を作図して検討した。

検討結果

1. 著者の成績

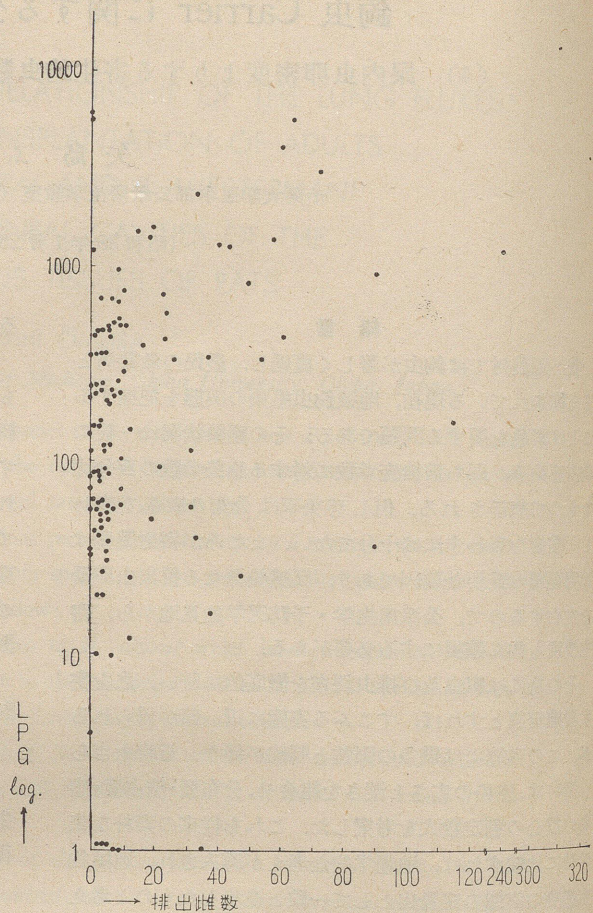
排出雌数を横軸に、培養による尿1g中発生子虫数(Larvae per gram, LPGと略記)の対数を縦軸にとると第1図a, bの如く、ヅビニ鉤虫(*A. d.*と略記)では、排出雌数が少数の場合、LPGは零から数千に及びその



第1図 排出雌数とLPGとの関係 左: *A.d.* 種

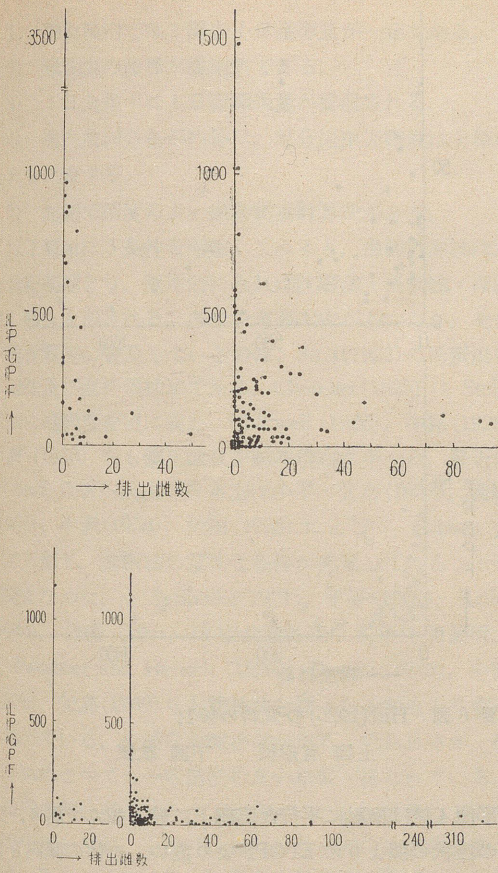
分布範囲が極めて大きい。雌数が増加すると、LPGも徐々に増加し、分布範囲は急激に狭くなる。雌数が40~50の多数になると、LPGの増加が緩慢となる。アメリカ鉤虫 (*N.a.* と略記) では、大体 *A.d.* と類似の傾向であるが、その分布範囲、分散が大きく、LPGの増加は *A.d.* 程顕著ではない。第1図の共通点は、雌数の増加に伴って、LPGは増率逐次減少型に増加し、両者の間に直線比例関係は認め難いことである。

即ち雌数が増加しても、LPGは比例して増加せず、1雌虫当りのLPG (Larvae per gram per female, LPGPF と略記) を計算すれば、雌数の増加に伴って減少することが想像される。そこでLPGを雌数で除しLPGPFを縦軸に、横軸には排出雌数をとつてみると、第2図 a, b が得られた。虫種別に夫々単独と混合寄生の場



右: *N.a.* 種

合とに分け、又排出雌数が0の場合は、之を1として近似計算した。*A.d.* では排出雌数の小なる時、LPGPFは非常に大なる例があり、単独寄生例で3500、混合寄生例で1500を算し、同時にLPGPFが小さい例があつて、分布範囲が広い。雌数が増加するに伴って、LPGPFは急激に小さくなり、分布範囲は狭くなる。雌数が30~40以上となると、LPGPFは100前後となり大体一定している。単独寄生例と混合寄生例では、前者に、雌数が小さくLPGPFが大きい例がやゝ多いと思われ、又LPGPFの減少の角度が急の如く観察される。*N.a.* でも大体同じ傾向である。但し全体にLPGPFが小さく略々 *A.d.* の $\frac{1}{2}$ 程度の分布を示し、雌数が小さい例では、LPGPFが500を越えることが殆んどなく、雌数が10~20以上の例では100を越える例がない。上記の関係は両軸



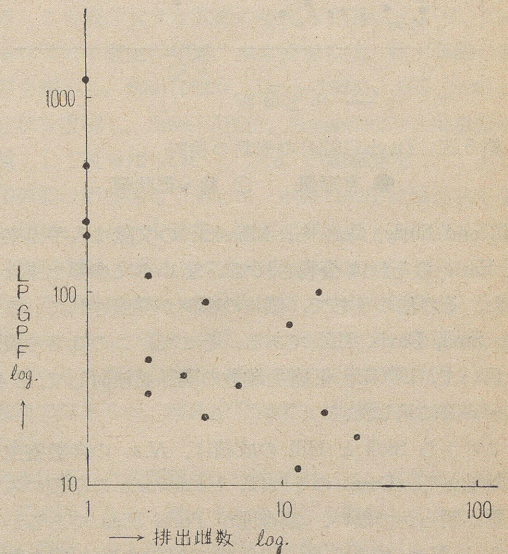
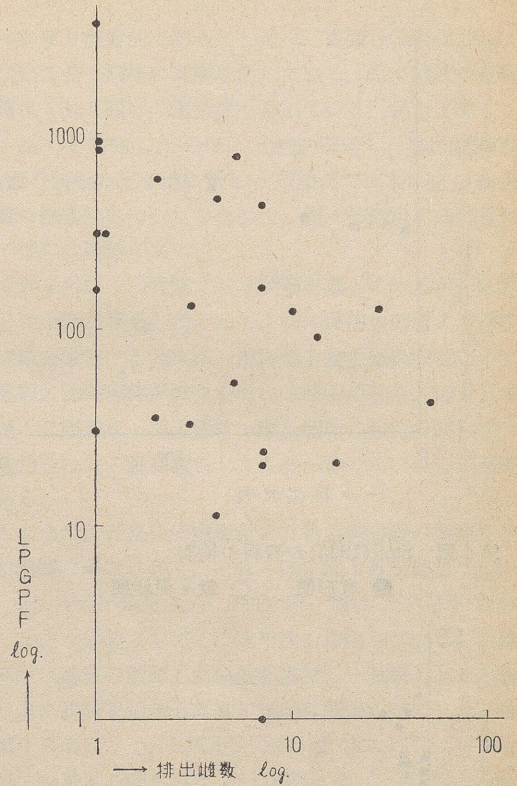
第2図 排出雌数とLPGPFとの関係

上 a: *A.d.* 種, 左単独寄生例, 右混合寄生例
 下 b: *N.a.* 種, 左単独寄生例, 右混合寄生例

を対数にとれば, 大体線型化すると予想されるので, 単独寄生の場合を, 両対数グラフ上に作図してみると, 第3図 a, b の如く, *A.d.*, *N.a.* 共に x に対する y の変動が大きいが, 線型相関が認められる. 相関係数 r は *A.d.* $r = -0.50$, *N.a.* $r = -0.55$ で, 5%以下の危険率で有意の逆相関が認められる. 又両者の間には $y = 10^A \cdot x^{-B}$ の一般式で表わされる回帰が成立すると思われる.

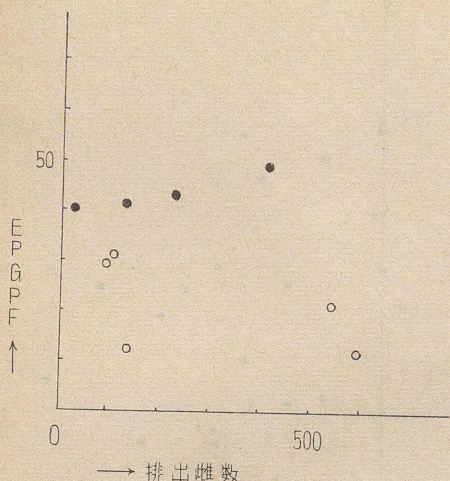
2. 既存資料よりの検討

尿内鉤虫卵数より寄生鉤虫数の推定を, 多数例について行ったものとして, Smillie (1921) の 135 例, Darling (1922) の 17 例, Stoll (1923) の 10 例, Hill and Earle (1923) の 37 例, Earle (1924) の 53 例, Davis (1924) の 34 例, Hill (1926) の 93 例, Cort, Grant and Stoll (1926) の 50 例, Mhaskar (1923) の 30 例等がある. 上記のうち



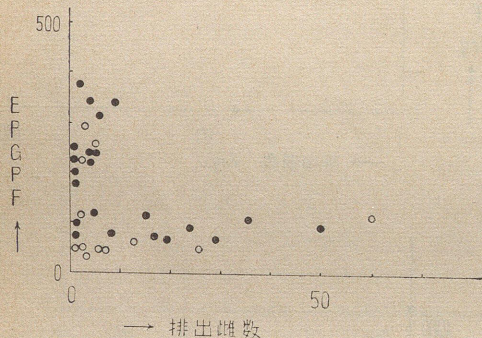
第3図 排出雌数とLPGPFの相関

上 a: *A.d.* 単独寄生例 ($r = -0.50$)
 下 b: *N.a.* 単独寄生例 ($r = -0.55$)



第4図 Stoll(1923)の資料の検討

● 有形便 ○ 軟・泥状便

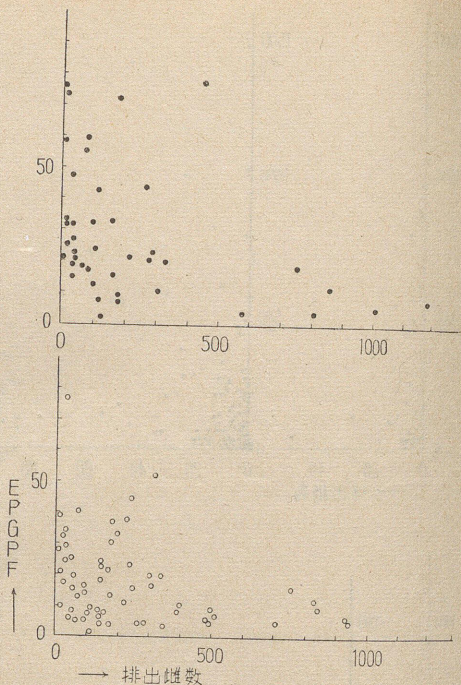


第5図 Davis(1924)の資料の検討

● 有形便 ○ 軟・泥状便

Hill and Earle, Cort ら, Mhaskar の文献は入手出来ず又 Earle のそれは 公刊されていないので参照出来なかつた。その他のうちで、個々の事例が発表されているのは、Stoll, Davis, Hill である。そこで、この3者の資料を用いて、EPGPF と寄生雌数の関係を検討して、第4・5・6図に示した。

このうち Stoll と Hill の成績は、*N.a.* の多数寄生例を対象とし、Davis のそれは、Hookworm の記載のみで虫種が明らかでない。調査地が Porto Rico であるから恐らく *N.a.* であろう。前2者に比較すると寄生数が少い集団のものである。Stoll によれば、有形便4例の EPGPF を平均して44 という係数を出し、軟便の2例より25、泥状便1例より12を出した。第4図にみる如く



第6図 Hill(1926)の資料の検討

上図 有形便 下図 軟便

有形便4例は横軸に平行な直線上に略々並んで居り、他の性状の便よりの EPGPF より高い。全体の傾向として変動が大きく雌数が増加しても、EPGPF に特定の傾向は認め難い。しかし之を第6図 Hill の成績と比較すると、全くよく重なり合う。Davis の成績は著者の成績と傾向が同じである。特に *N.a.* の成績とよく類似している。Hill は Stoll 法を1~3日反覆し、便の性状について明細に記載している。著者は反覆検査日数別に検討してみたが、あまり差がない。又第6図に示した様に便の性状別に検討してみたが、有形便の方が軟便より EPGPF はやゝ高いが、点群の分布は全く同じ傾向で、寄生雌虫の増加に伴って、EPGPF の減少がみられる。この場合、EPGPF の変動因として便性状差より遙かに寄生雌数の影響が強いと思われる。Hill 及び Stoll の EPGPF は Davis 及び著者のそれより極めて低いが、尿量による差とも考え難く不明である。

考 察

尿内鉤虫卵量より感染鉤虫数を推算するには、次の前提が必要条件として考えられる。

- 1) 同虫種内では1雌虫1日産卵量が一定である。
- 2) 雌鉤虫の産卵が規則的である。
- 3) 1日全尿中に1日産卵当量が排泄される。
- 4) 尿内虫卵分布が均等で、部分尿虫卵密度は全尿のそれを代表する。
- 5) 簡便で精度の良い虫卵密度計算法がある。

以下簡単に5条件を考察してみると、虫卵計算法は、今世紀初期より、原理的にみれば沈澱法・稀釈法・浮遊法に略々大別される、多くの考案工夫があつたが、その中現在我国に普及しているのは、Stoll(1923)の稀釈虫卵算定法及び直接塗抹法である。Chandler(1925)はStoll氏法の稀釈度を更に高め、Caldwell(1926)、中路(1928)中沢(1958)らも修正改良を試み現在に至つた。最近同一Stoll氏管内鉤虫卵分布型は小平・矢島(1952)、藤繩(1957)、中沢(1958)、角田(1958)によつて、Poisson分布に近似し、稀釈法の重要な条件が充足していることが明確になつた。一方Smillie(1921)、平井(1926)、Keller(1934)、佐藤(1957)は定量塗抹法の有用性を提唱、又Hausheer and Herrich(1926)、Beaver(1949)、中沢(1958)、矢島(1960)らも塗抹法を種々なる観点より有用と認めている。今後なお改善法が出ると思われるが、現行2法によつても一応精度の良い結果が得られている。

尿内虫卵分布については、Stollは尿の性状差と部位差を予想したが、上記Hausheerら(1926)は虫卵多数の場合、Beaver(1949)は一定濃度塗抹標本で均等分布を推定、佐藤(1953)は同時排泄尿内虫卵分布はPoisson分布であることを確め、守屋(1956)、中沢(1958)も又之を証明した。先にHill(1926)は部分尿と全尿の虫卵密度に高い相関を認め、部分尿検査を提唱、中路(1928)も同じ結論を得ている。即ち鉤虫卵は尿内に均等分布し、部分尿虫卵密度は全尿のその推定値となり得ると言えよう。従つて1日排泄尿重量を計測すれば1日排泄虫卵総量推定値が得られるわけである。

3)について横川ら(1956)は、メタアクリール樹脂球の服用実験を行つたが、その結果より推測すれば、鉤虫の産卵が毎日連続的に、少くも1日3回以上にわたつて営まれていれば、1日当量虫卵数は1日全尿中に排泄される。ところで2)の雌鉤虫産卵の規則性について平井(1926)、中路(1928)は尿の性状並びに量の変動を考慮すれば、概ね排卵消長は一定圏内にあるとし、Palmer(1941)は、*N.a.*で尿内虫卵数の変動の大きいこと、又それが尿量変動と関連するとし、又佐藤(1956)もそれが有意の日々変動する主因は尿量変動にあり、連日の産卵

量はかなり恒常的であらうと述べ、斎藤(1959)は*A.d.*について全く同様の見解を述べている。以上諸氏の見解は略々一致し産卵の恒常性を認めている。言うまでもなく、こゝで吟味したのは、比較的安定した鉤虫個体群(斎藤の例をのぞき特に新しい感染例ではない)の産卵総量の恒常性についてであつて、個々の雌虫の産卵量の均一性には関係がない。

なおまだ多くの吟味すべき問題を蔵しているが一応2)~5)の条件が満足したとして、次に尿内虫卵量より寄生鉤虫数を推定する為には、虫卵量と寄生雌鉤虫数との間に直線的比例関係が成立している必要がある。即ち1)の1雌1日産卵量が宿主個体・雌虫個体の如何を問わず一定数乃至はある範囲数として変動が少くないことが必要である。

ところで、従来尿内虫卵量より寄生鉤虫数の推定を試みた業績はかなり多く、それらは1雌1日産卵量(Eggs per day per female 以下EPDPF)、或はEPGPFを算出し、之を係数としてその実用性を提唱している。中路(1928)は諸家の計算した係数を整理し一覧表としたが著者は之に項目を追加し本文の説明に便なる様にした。即ち第1表の通りで、EPDPF、EPGPF共にばらつきが大きい。虫種別の明らかなEPGPFについてみると、*A.d.*の最大196、最少65、*N.a.*の最大130、最小18である。この様な大きな変動の生ずる要因について、Darling(1922)は宿主の相違、虫体發育の差、性・年齢の差異等を想定し、Stoll(1923)、Davis(1924)、Hill(1926)は尿性状を重視し、Sweet(1925)、Soper(1927)は虫種差を問題として後者は*A.d.*と*N.a.*の産卵比を2:1とし又産卵能の周期性を予測した。中路(1928)は尿性状を主因と想定したが、虫種差・虫体發育程度・産卵能の異常等、更に1宿主当鉤虫寄生数の多少について、特にEarle(1924)の成績にふれ、多数寄生例より得た係数は、少数寄生例のそれより遙かに低いことを注意すべき現象と考察している。平井(1926)は産卵能の変化を変動因とし、少数例ではあるが、雌鉤虫發育度と排卵数に比例関係を認めた。

検査技術上の諸問題はしばらくおいて、直接尿内虫卵量の変動因となると考えられる諸点を整理してみると、相互に関連し合う宿主側要因と虫体側要因があつて、前者を細分すれば宿主の年齢・性・栄養・食物・腸管の長さ・排便状況・尿性状・尿量・尿内虫卵分布・虫卵密度等があり、後者としては虫種・年齢・数・性比・發育・産卵周期・虫卵抵抗力等が挙げられよう。従来主として

第1表 諸家による鉤虫産卵数

実験者	(年)	被検者数*	虫種	平均寄生* 鉤虫数	EPGPF	EPDPF	検査方法*	備考
Dock and Bass (Grassi & parona)	1910				33			有形便
Lutz (parona)	1885			♀ 480	42			
Leichtenstern	1886	8			47			有形便
Baerman	1917	1	{ <i>N.a.</i> <i>A.d.</i>	♀ 1102	10	1036	培養法	
Darling	1922	17				2237 (427~7454)	Willis 法	軟便100cc基準
Stoll	1923	10	<i>N.a.</i>		44	8830 (5170~14190)	Stoll 法	有形便
Hill and Earle	1923	37		計8792	33		Stoll 法	有形便
Earle	1924	53		♀ 10以上	40		Stoll 法	有形便
		1		♀ 1	166		Stoll 法	有形便
Davis	1924	22	<i>N.a.</i>	計♀ 253	150	7016	Stoll 法	有形便
Lane	1924	12		計♀ 129	70	10106	Stoll 法	軟便 解剖例
		2			30			
Chandler	1925				14 (8~20)		Stoll 法	
Sweet	1925	7	<i>A.d.</i>		65		Stoll 法	有形便
Hill	1926	93	<i>N.a.</i>	計♀ 25870	114(per cc) 18.3	2693	Stoll 法	有形便
Soper	1927	5	<i>N.a.</i> <i>A.d.</i>			10000 22000		
*Cort, Grant & Stoll	1926	50	<i>A.d.</i> (60%)			20000		
*Dockerty	1926	多			26			有形便
*平井	1926	2	{ <i>A.d.</i> <i>N.a.</i> <i>A.d.</i> <i>A.d.</i>	♀ 35 ♀ 9 ♀ 18 ♀ 2	34 111 196		直塗法	
*中路	1928	3	{ <i>A.d.</i> <i>N.a.</i> <i>A.d.</i>	♀ 11 ♀ 6 ♀ 12	116 116 181	27616 19887 13783	Stoll 法	
*南崎	1928		{ <i>A.d.</i> <i>N.a.</i>			13000		
*梁	1937		<i>N.a.</i> <i>A.d.</i>			5000 1~20000		
*齋藤	1959		<i>A.d.</i>			14000~21000	Stoll 法	

* 矢島追加

解析されて来たのは尿量・尿性状・虫種差であつた。著者はこの中で虫体側条件として寄生数をとり上げて検討してみたが、排出雌数の増加に伴う LPG は増率逐次減少型に増加し、LPGPF は排出雌数の増加に伴つて指数曲線の如き減少を示した。又 Stoll, Hill, Davis の成績も殆んど同じ傾向が認められた。ところで少くも著者の成績より、直ちに寄生鉤虫数と産卵数との関係に論及するには、以下の検討が必要であらう。

先づ排出雌数を寄生雌数の推定値とすることについては、本研究(3)に検討した如くで、少数寄生例の場合は四塩化エチレン1回駆虫でも奏効し、駆虫後24時間尿に排出され、之が近似的に寄生鉤虫数の推定値とする時には、多少小さい方に偏つてゐることは明らかであるが、その偏りは大きいとは考えられず、多数寄生例での同様の偏りを考慮する時、推定値として用いられよう。

少数排出例での排虫雌数が、*A.d.* で5~10倍、*N.a.* で5倍の偏りがあつて、多数排出例では偏りがなければ排出雌数の増加に拘わらず、LPGPF は一定値を示すことになるが、個々の事例として上記の如き偏りがあるとしても、平均してその様な大きい偏りは考えられない。従つて本成績の傾向が排出雌数をもつて、寄生雌数の推定値とした為に起つた現象とは考え難い。

次に LPG をもつて産卵数の推定値とした点については、之又産卵数母平均推定値としては多少小さい方に偏つてゐる。しかし大野(1958)によれば、尿内虫卵数母平均推定方式として現行採用されている Stoll 氏法と瓦培養法について、その EPG と LPG を犬鉤虫卵について検討したところ、明瞭な直線的比例関係を認め、生物学的に方法上の誤差因の大きい培養法でも、Stoll 氏法と精度が略々同じで、虫卵密度の大小によつて LPG に偏り

がないという。そこで、犬鉤虫卵のそれらの関係を、人鉤虫卵でも仮定すれば、LPGをもつてEPG又は産卵量の推定値としても差支えないと考えられる。著者は多少の誤差を伴つても混合寄生者における虫卵の種別判定を行う必要から瓦培養法を行つた次第である。

最近永吉(1956)は人鉤虫で寄生数と虫体長の関係を検討し、前者が増大すると後者は大きくなり、更に前者が増加すると虫体長は遞減するといふ、之を Allee 型の密度効果とした。町田(1957)は野犬を正確に解剖して得た犬鉤虫寄生数と、Stoll 氏法による尿内虫卵数の関係を検討し、寄生数の増加に伴つて、EPGPF が急激に減少し、又寄生数の増加により、寄生鉤虫の大きさが小さくなつてゐることを報告した。又寄生虫体の大きさと産卵数の間に順相関を認め、鉤虫の多数寄生は、鉤虫体の發育低下及び産卵数減少等の密度効果をもたらすと興味ある問題を提起した。矢島ら(1958)は更に一部の成績を追加し、実際に鉤虫が棲息する腸管の長さを取り上げ、生態密度を算出し、之と雌鉤虫の体重・体長の間に *Drosophila* 型の又 EPGDF には最適密度の存する Allee 型の密度効果を認めた。そして犬鉤虫に於けるこの成績と、著者及び Stoll, Davis, Hill の人鉤虫の成績は極めてよい類似を示しているので、必ずしも精度の良い資料とは言えないが著者の検討結果も、人鉤虫における多数寄生による棲息密度効果の存在を示すものと考えられる。又その型は最適密度のない *Drosophila* 型に近似すると考えよう。

本論文で検討した人鉤虫及び町田(1957)の犬鉤虫においても、少数寄生例において、EPGPF の分布範囲が広く変動が著しい。この点について著者は次の様に考へている。即ち1宿主当り鉤虫雌数という粗密度を用いた為、少数寄生で適当な密度下發育良好となり EPGPF の大きい群——密度効果を支援的に受けている群と、少数寄生で性比の歪み・雌雄の年齢の不均衡の為 EPGPF が小さい群——まばらすぎの為に密度効果が制限的に働いている群（この極端の場合が単性寄生の場合と考えられる）が混在している為と思われる。矢島ら(1958)が実際に棲息している腸管の長さをもとにして生態密度を出してみたところ、密度効果が最適密度のある Allee 型で示されたのは、この点の分離が行われた結果と解される。

なお、第1表の虫種・寄生数の明らかな例について、EPGPF を検討してみると、少数寄生例よりのそれは大

きく、多数寄生例のそれは小さい。又前者に変動が大きき。この様に条件の不揃いの諸家の資料を概観しても、著者らの成績と同じ傾向が推測されるのは興味のあるところである。僅かに中路(1928)、平井(1926)が予測的考察を行つていたが、実証に至らなかつた。

さてこの様にみえてくると、EPGPF を一定数で表わすことが不可能で1)の条件は、甚だ不確定であると言わざるを得ない。

Smillie(1921), Darling(1922), Hill(1926), 中路(1928)らは經驗的に、尿内虫卵数より寄生鉤虫数の推定を行うに當つては、個人の場合には変動が大きき信頼すべき推定値となり得ないとし、集団の概括的感染程度の表示として有用であると指摘し、個々の事例に於ける推定の誤差を認めていた。著者も又、少くも密度効果による鉤虫産卵量の変動が推定され、単一の係数をもつて EPGPF EDPDF を示すことが困難である以上、個人にこの推定法を適用することは難しいと考える。

総括

1. 千葉県市原郡の農村住民における集団検査で、鉤虫による排出雌数の増加に伴つて瓦培養法尿1g 当り発生仔虫数は、増率逐次減少型の増加を示した。又1雌当り尿1g 中仔虫数は、排虫雌数が少ない場合、著しく大なる例と小なる例があつて変動が大きき、排出雌数が増加するにつれて、大なる例が消失、変動が小さくなつた。ズビニ鉤虫とアメリカ鉤虫は同じ傾向を示した。

2. 既存の Stoll, Davis, Hill の成績を検討したところ略々同じ傾向が認められた。

3. この関係は、閉鎖空間に棲息する人鉤虫の、寄生数増加に伴う密度効果と推測され、その型は *Drosophila* 型に近似した。

4. 人鉤虫1雌当り単位時間内産卵数を単一の定数で表わすことは困難であつて、少くもその変動因として寄生鉤虫数の多少を問題にすべきである。

5. 尿内虫卵数よりの寄生鉤虫数推定法は、個人に適用することは上記の点より困難である。

稿を終るに際して、思師柳沢利喜雄教授の御指導御鞭撻を深く感謝申し上げます。又教室員各位の御後援を感謝いたします。

引用文献

- 1) Beaver, P. (1949): Quantitative hookworm diagnosis by direct smear, *J. parasit.*, 35, 125-135.
- 2) Caldwell, F.C. et al. (1926): A dilution-floatation technic for counting hookworm ova in field sur-

- veys, Am. J. Hyg. 6, March suppl., 146-159.
- 3) Chandler, A. C. (1925) : The measure of hookworm infection in communities., Ann. Trop. Med. and Paras., 19, 191.
 - 4) Darling, S. T. (1922) : The hookworm index and mass treatment., Am. J. Trop. Med., 2, 397-447.
 - 5) Davis, N. C. (1924) : Experience with the stoll egg counting method in an area lightly infested with hookworm. Am. J. Hyg., 4, 156-179.
 - 6) 藤縄和聰 (1957) : Stoll 氏の稀釈虫卵算定法に於ける鉤虫卵検出に関する研究, 第1編 大試験管内鉤虫卵分布様式について, 千葉医誌, 33(3), 573-577.
 - 7) Hansheer, W.C. et al. (1926) : The place of the smear in hookworm diagnosis. Am. J. Hyg., 6, 136- .
 - 8) Hill, R. B. (1926) : The estimation of the number of hookworms harbored, by the use of the dilution egg count method. Am. J. Hyg., 6, 19-41.
 - 9) 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量的關係並に虫卵計算法, 慶応医学, 6(8), 973-994.
 - 10) Keller, A.E. (1934) : A comparison of the efficiency of the stoll egg-counting technique with the simple smear method in the diagnosis of hookworm, Am. J. Hyg., 20, 307-316.
 - 11) 小平敬子・矢島ふき (1952) : ストール氏法による鉤虫卵検査法の研究, (1) 検査単位容積中の虫卵分布について, 11 回寄生虫学会関東部会発表.
 - 12) 町田喜一 (1957) : 尿内虫卵数と犬鉤虫の寄生数並にその大いさに関する研究, 千葉医誌, 33(3), 578-595.
 - 13) 守屋尙二 (1956) : 寄生虫卵検査の理論と方法, 大阪医誌, 8(1), 81-94.
 - 14) 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に実験的批判, 慶応医学, 8(12), 2201-2277.
 - 15) 中沢芳蔵 (1958) : 尿内虫卵密度算定のための Stoll 法に関する研究, 千葉医誌, 34(4), 1040-1056.
 - 16) 永吉康祐・牟田口利幸 (1956) : 寄生虫感染状態の地理的表示法, 東京医事新誌, 73(1), 25-27.
 - 17) 永吉康祐・牟田口利幸 (1956) : 鉤虫の生態に関する研究, 第一報 寄生数と虫体長の關係について 東京医事新誌, 73(6), 367-368.
 - 18) 大野俊雄 (1958) : 鉤虫卵及び東洋毛様線虫卵の培養法に関する研究, 第1編 鉤虫卵及び東洋毛様線虫卵の培養孵化に及ぼす諸要約について, 千葉医誌, 33(6), 1285-1289.
 - 19) Palmer, E. D. (1941) : The course of the daily output during an early infection with the hookworm *Necator americanus*. Am. J. Hyg. 34, sec. D, 1-12.
 - 20) 齊藤多磨男 (1959) : 鉤虫の尿内排卵状況に関する研究, 千葉医誌, 35(1), 227-241.
 - 21) 佐藤澄子 (1953) : 鉤虫卵検査法の研究, 1. 尿内鉤虫卵分布状況について, 寄生虫誌, 2(2), 146-150.
 - 22) 佐藤澄子 (1956) : 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, 寄生虫誌, 5(1), 6-17.
 - 23) 佐藤澄子 (1957) : 鉤虫卵検査法の研究, 3. 直接塗抹法の再検討, 寄生虫誌, 6(1), 57-66.
 - 24) 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, Am. J. Trop. Med., 1, 389-395.
 - 25) Soper, F. L. (1927) : The relative egg-laying function of *Necator americanus* and *Ancylostoma duodenale*, Am. J. Hyg., 7, 542-560.
 - 26) Stoll, N.R. (1923) : 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. Am. J. Hyg., 3, 156-179.
 - 27) Stoll, N. R. (1923) : Investigations on the control of hookworm disease, XV. An effective method of counting hook worm eggs in feces. Am. J. Hyg., 3, 59-70.
 - 28) Sweet, W. C. (1925) : Notes on methods of diagnosing hookworm infection and on egg counting methods. Am. J. Hyg., 5, 497- .
 - 29) 角田博夫 (1958) : 尿内寄生虫卵計算法に関する2, 3の知見補遺, 第1編 Stoll 氏法に於ける虫卵検出に関する2, 3の補遺について, 千葉医誌, 34(4), 1095-1105.
 - 30) 矢島ふき・町田喜一 (1958) : 犬鉤虫 *A. caninum* の寄生生態について, 特に棲息密度効果について, 寄生虫誌, 7(6), 631-640.
 - 31) 矢島ふき (1960) : 鉤虫 Carrier に関する公衆衛生学的研究, (3) 浮游法及び塗抹法の検出力と寄生鉤虫数の關係, 寄生虫誌, 9(2), 150-161.
 - 32) 横川宗雄ら (1956) : メタアクリル樹脂球による虫卵計算法, 日本医事新報, No.1668, 28-31.

STUDIES ON HOOKWORM CARRIERS IN VIEWS OF PUBLIC
HEALTH (4) ON THE ESTIMATION OF ACTUAL
NUMBER OF HOOKWORMS HARBOURED
BY COUNTING EGGS IN FECES

FUKI YAJIMA

(Department of Public Health, School of Medicine, Chiba University, Chiba, Japan)

It has generally been accepted that the incidence of infection with parasites (%) in an area is not enough to express the density of infection which is considered as one of the most important criteria for the presentation of symptoms in hookworm disease. Stoll (1923) and Smillie (1921) who had investigated the relation between the number of eggs in human feces and the number of the hookworms in the host, stated that the number of hookworms in the host was possibly estimated by means of counting eggs in its feces. Hill et al (1926) casted serious doubt upon such a possibility especially in the case of estimation in the number of worms harboured by the individual.

In the present paper the author attempted to clarify the relation between the number of eggs in feces and that of worms in the host in connection with the degree of the infection of the host tested. Results obtained were as follows :

1) The number of larvae per a gram of feces, which was counted by the culture method, increased with the increase in number of hookworms removed by the administration of anthelmintic. Number of larvae per a gram of feces per female hookworm (LPGPF) was of great variance especially in the case of less number of worms harboured. On the contrary in the case of large number of worms harboured fluctuation in number of eggs per a gram of feces were found less. These findings held true in both case of *Ancylostoma duodenale* and *Necator americanus* infection.

2) Abovementioned findings were also shown in data reported by Stoll (1923), Davis (1924), and Hill (1926) by the author's inspection.

3) It is likely these relations between the number of eggs in feces and these of hookworms in the host would be presumably due to the crowding effect of the human hookworms inhabiting in a closed space, intestine. These relations found in hookworm infection resembled with those in the number of eggs produced and population density of *Drosophila* reported by Pearl and Parker (1922).

4) Impossibility that the number of eggs produced by a female hookworm on the basis of period of time was considered as a constant number, would be ascribed to the large fluctuation in the number of eggs produced, which is depending upon the number of worms harboured. It is, therefore, concluded that the number of worms in the host would be estimated from the number of eggs in its feces with much difficulties.