

集団駆虫から得た排虫数で鉤虫分布を推定する方法について

(1) 集団駆虫および入院駆虫による駆出時間別鉤虫の排虫数

牟田口利幸

三井鉱山三池鉱業所保健課

中島正

鹿児島大学医学部第二病理学教室

(昭和33年10月3日受領)

緒言

ズビ=鉤虫 (*A.d.*) とアメリカ鉤虫 (*N.a.*) の2種鉤虫は属を異にし、人に対する病害性に著しい相違がみられる。したがってこれらの2種鉤虫が地域によつて単独に分布するか、または何れかの一方が優占的に分布しているかについての詳細な知見を得ることは予防および治療対策樹立の上から極めて重要な問題であることは言をまたない。

戦後ようやくこの問題の本格的な研究に着手されたが最近その必要性が益々認められ急速に進展をとげつゝある。しかし諸報告の調査法はまちまちで、研究者によつて培養・駆虫の何れかを採用され、更に駆虫の場合においても駆出時間のしめきりに著しい長短がみられる。したがって各地の鉤虫分布の実態ならびにそれに関与している諸要因を、それらの資料に基づいて比較検討することには相当の疑義が持たれる。

著者は今回、手元の資料を整理し、如上の問題について少しく検討を加えてみたので次にその成績を報告する。

研究方法

a. 集団駆虫の対象および方法

A. d., *N. a.* 両種鉤虫が濃厚に分布している宮崎県串

* YOSHIYUKI MUTAGUCHI & **TADASHI NAKASHIMA: Studies on the estimation of a geographical hookworm distribution by means of the number of hookworm discharged by mass treatment (1) Examination of hookworm at varying intervals of time after mass and hospital treatments * (Section of Health, Miike Mining Company. **Department of Pathology, Faculty of Medicine, Kagoshima University)

間地方の郡司部、上千野、黒井の3部落を撰出し Stoll法の検便で鉤虫陽性を示した成年男女を対象として、駆虫前日夕食をぬき、下剤(硫マ30gr)を100cc(茶わん一杯量)の温湯に溶かして服用させ翌早朝集会所に集め下剤の効果を確かめた後それぞれに駆虫薬(ネマトール5球+四塩化エチレン5球)を服用、服薬2時間後に後下剤を同様の方法で投与、夕方までとどめおき絶食させた。排虫検査は服薬から8時間後と24時間後の2回について調べた。

b. 入院駆虫の対象および方法

串間地方に居住している成年男女が、国保病院に鉤虫駆除を希望して入院した者を対象として、駆虫前日の夕食をぬかせ夕刻下剤(硫マ30g)を投与、1時間後か性マグネシヤ-1gを服用させ、翌朝駆虫薬(ネマトール5球+四塩化エチレン5球)を投与、服薬から2時間後下剤をかけ、夕方まで絶食させ、8時間後と24時間後に排虫状態を調べ、こゝで再び第1日の要領でネマトール3球、四塩化エチレン3球を投与して後下剤を服用させつゝ32時、48時、60時、72時と排虫状態を調べ、3週間後に検便した。

成績

a. 集団駆虫における両種鉤虫の排虫数と駆出時間との関係

集団駆虫を受けた鉤虫保有者の中から *A. d.*, *N. a.* 両種鉤虫が重複感染している者22名を抽出し、服薬から8時間以内の排虫数および8時間後から24時間以内の排虫数を調査してみると第1表の通りである。全員の *A. d.* 排虫状態は0~8時間, 81.5%, 8~24時間, 18.5%であり、*N. a.* 排虫状態は0~8時間, 76.1%, 8~24時間, 23.9%

第 1 表 集団駆虫における重複寄生者の両種鉤虫の排虫数と駆出時間との関係

No.	種別		鉤 虫				ア メ リ カ 鉤 虫					
	駆出時間		=		計		0 ~ 8 時間		8 ~ 24 時間		計	
	匹数	百分比	匹数	百分比	匹数	平均駆出時間	匹数	百分比	匹数	百分比	匹数	平均駆出時間
1	9	81.8	2	18.2	11	6.2			1	100.0	1	16.0
2	1	100.0			1	4.0	300	98.4	5	1.6	305	4.2
3	2	100.0			2	4.0	39	92.9	3	7.1	42	4.9
4			2	100.0	2	16.0	9	60.0	6	40.0	15	8.8
5	2	100.0			2	4.0	24	92.3	2	7.7	26	4.9
6			1	100.0	1	16.0	10	100.0			10	4.0
7			1	100.0	1	16.0	2	28.6	5	71.4	7	16.6
8	2	66.7	1	33.3	3	8.0	3	7.3	38	92.7	41	15.1
9	3	100.0			3	4.0	24	88.9	3	11.1	27	5.3
10			1	100.0	1	16.0	2	13.3	13	86.7	15	14.4
11			1	100.0	1	16.0	33	37.1	56	62.9	89	11.6
12	3	100.0			3	4.0	5	62.5	3	37.5	8	8.5
13	3	50.0	3	50.0	6	10.0	3	75.0	1	25.0	4	7.0
14	4	100.0			4	4.0			3	100.0	3	16.0
15	3	100.0			3	4.0	4	80.0	1	20.0	5	6.4
16	25	86.2	4	13.8	29	5.4	119	94.4	7	5.6	126	4.7
17			1	100.0	1	16.0	24	48.0	26	52.0	50	10.2
18	42	91.3	4	8.2	46	5.0	34	66.6	17	33.4	51	8.0
19	1	100.0			1	4.0	32	59.2	22	40.8	54	8.9
20	1	33.3	2	66.7	3	12.0	2	100.0			2	4.0
21	1	100.0			1	4.0	9	81.8	2	18.2	11	6.2
22	4	80.0	1	20.0	5	6.4	8	80.0	2	20.0	10	6.4
計	106	81.5	24	18.5	130	6.2	686	76.1	216	23.9	902	6.9

%である。次に両種鉤虫の排虫関係を調べてみると、総数ではほぼ平行的な駆出を示すが、少しく *A.d.* が *N.a.* より早目に駆出される傾向にある。しかし個々の資料を詳細に観察すると、*A.d.* は 0~8 時間に駆出された者 9 名、8~24 時間に駆出された者 6 名、両時間に亘って駆出された者 7 名となっている。

N.a. は 0~8 時間に駆出された者 2 名、8~24 時間に駆出された者 2 名、両時間に亘って駆出された者 18 名である。*A.d.* 130 匹、*N.a.* 902 匹の 1 虫体当りの平均駆出時間を算出してみると、*A.d.* 6 時間 12 分、*N.a.* 6 時間 54 分で、*A.d.* は *N.a.* に比して少しく早目に駆出される傾向がみられたが、これを Weche Test で検定すると $|\bar{x}_1 - \bar{x}_2| = 0.70 < t$ ($\phi = 175, \alpha = 0.05$),

$$\sqrt{\frac{S_1}{n_1(n_1-1)} + \frac{S_2}{n_2(n_2-1)}} = 1.36 \text{ で、両者の間には差違を認}$$

めることができなかつた。つぎに個々の *A.d.* および *N.a.* の虫体当り駆出時間を算出し、両種の平均駆出時間の相関性を調べてみると、相関係数 $r = +0.36, Pr. \{ |r| > t_0 = 1.74 \} > 0.05$ で、両者の間に関係を認めることはできなかつた。

b. 入院駆虫における両種鉤虫の排虫数と駆出時間との関係

入院駆虫を受けた両種鉤虫の重複感染者の中から完全駆虫に成功した者 9 名について *A.d.*、*N.a.* の排虫数を調査してみると第 2 表の通りである。*A.d.* は 0~24 時間 63.8%、24~48 時間 25.2%、48~72 時間 11.0%、72 時間以上 0% であり、*N.a.* は 0~24 時間 74.3%、24~48 時間 20.0%、48~72 時間 5.7%、72 時間以上 0% となつた。次に *A.d.*、*N.a.* の 1 虫体当りの駆出時間を求めてみると *A.d.* は 20 時 24 分 *N.a.* は 14 時間 45 分で、本成績では *A.d.*

第2表 入院駆虫における重複寄生者の両種鉤虫の排虫数と駆出時間との関係

種別 駆出時間 匹数%	ズビニ鉤虫						アメリカ鉤虫									
	0~24時間		24~48時間		48~72時間		計		0~24時間		24~48時間		48~72時間		計	
	匹数	百分比	匹数	百分比	匹数	百分比	匹数	平均駆出時間	匹数	百分比	匹数	百分比	匹数	百分比	匹数	平均駆出時間
No. 1	8	100.0					8	5.5	917	95.8	40	4.2			957	5.5
2	8	36.4	8	36.4	6	27.2	22	30.9	213	73.7	72	24.9	4	1.4	289	12.7
3	7	100.0					7	10.9	660	66.2	336	33.7	1	0.1	997	17.1
4	2	33.3			4	66.7	6	45.3	16	6.7	59	24.8	163	68.5	238	50.8
5	1	4.3	22	95.7			23	35.1	167	97.7	4	2.3			171	4.9
6	2	100.0					2	4.0	45	56.3	35	43.7			80	18.3
7	31	77.5	9	22.5			40	16.3	8	100.0					8	8.5
8	2	100.0					2	16.0	14	48.3	15	51.7			29	13.9
9	43	81.1	2	3.8	8	15.1	53	14.1	181	82.3	37	16.8	2	0.9	220	13.5
計	104	63.8	41	25.2	18	11.0	163	20.4	2221	74.3	598	20.0	170	5.7	2989	14.8

第3表 入院駆虫における第1回服薬が24時間以内と24時間以上との両種鉤虫の排虫数の比較

種別 駆出時間 匹数平均駆出時間	ズビニ鉤虫				アメリカ鉤虫			
	0~24時間		24~72時間		0~24時間		24~72時間	
	匹数	平均駆出時間	匹数	平均駆出時間	匹数	平均駆出時間	匹数	平均駆出時間
No. 1	8	5.5	—	—	917	4.2	40	36.0
2	8	4.0	14	46.3	213	4.0	76	37.3
3	7	10.9	—	—	660	7.4	337	36.1
4	2	16.0	4	58.0	16	11.5	222	53.6
5	1	16.0	22	36.0	167	4.1	4	36.0
6	2	4.0	—	—	45	4.5	35	36.0
7	31	10.6	9	36.0	8	8.5	—	—
8	2	16.0	—	—	14	11.7	15	36.0
9	43	4.6	10	55.0	181	8.4	39	37.5
計	104	7.3	59	43.3	2221	5.6	768	41.2

は *N.a.* に比して駆出に長い時間を必要としているようである。検定して $|\bar{x}_1 - \bar{x}_2| = 5.60 > t$ ($\phi = 257, \alpha = 0.01$), $\sqrt{\frac{S_1}{n_1(n_1-1)} + \frac{S_2}{n_2(n_2-1)}} = 4.33$ で確かに *A.d.* は駆出時間が長いことが認められた。しかし個々の資料によれば *A.d.*, *N.a.* 共に宿主によつて駆出時間がまちまちで, *A.d.* と *N.a.* の平均駆出時間の相関性は $r = +0.527$ ($0.10 < \text{Pr.} \{ |r| > t_0 = 1.64 \} < 0.20$) で, 認められない。

c. 服薬から24時間以内と24—72時間との両種鉤虫の排虫数の比較

入院駆虫の資料を整理して *A.d.*, *N.a.* 両種鉤虫の駆出時間別排虫数と平均駆出時間を比較してみると(第3表) *A.d.* の総排虫数 163匹の中で0~8時間に駆出された数は75匹の46.0%, 0~24時間には104匹の63.8%, *N.a.* の総排虫数 2989匹の中で0~8時間に駆出された数は1924匹の64.4%, 0~24時間には2221匹の74.3%となっている。次に両種鉤虫の0~24時間ならびに24~72時間の1虫体当り駆出時間を比較してみると, 前者は *A.d.* 7時間18分に対して *N.a.* 5時間36分, 後者では *A.d.* 43時間18分に対して *N.a.* 41時間12分である。0~24時間, 24~72時間共に本成績によれば *A.d.* は *N.a.* に比してはやめに駆出される傾向を示したが, 検定の結果では前者のみ有意性が認められた。

総括および考察

近時, 本邦における鉤虫感染率および *A.d.*, *N.a.* 両種鉤虫の分布状態が次第に明らかになつてきつゝあるが, いまだ1部分にすぎず, 更に広汎な調査が必要とされている。

分布鉤虫の調査については, 小宮, 小宮山, 松崎, 鈴木, 吉田, 永吉, 河井ら, 小牧, 川本ら, 浅田ら, 楠, 古賀, 新門, 小林, 水野, 大場, 栗林, 蒲, 村上, 宮崎, 柳沢ら, 岡部ら, その他諸氏の報告がある。小宮は埼玉県農村を駆虫し(服薬後10時間以内) *A.d.* 43名の 504

西, *N.a.* 95名の4800匹, その比 1 : 9.5を得, 小宮山は川崎市の農民を駆虫し(服薬後6時間以内) *A.d.* 35名の78匹, *N.a.* 60名の374匹, 比 1 : 4.8, 松崎は神奈川, 埼玉, 茨城, 千葉, 栃木, 新潟, 富山の各県および東京都の35地区3会社4437名の糞便を培養し, その内 *A.d.* が *N.a.* より多い地区28, *N.a.* が多い地区7であつたと報告した。鈴木は宮城県各農村を駆虫し(服薬後8時間以内) *A.d.* 169名の1245匹 *N.a.* 224名の5039匹, 比 1 : 4.04を得, 吉田は京都府および香川, 高知, 兵庫, 福井の各県を調べ, 福井は培養から *A.d.* 232例, *N.a.* 23例 兵庫は駆虫から *A.d.* 869匹 *N.a.* 215匹 (1 : 0.25) ついで培養から *A.d.* 215例, *N.a.* 19例, 高知は駆虫から *A.a.* 353匹, *N.a.* 362匹 (1 : 1.03), 香川は駆虫から *A.d.* 645 匹, *N.a.* 109匹 (1 : 0.17), 培養からは *A.d.* 196例 *N.a.* 19例を得, 永吉は宮崎県南部地方で多数駆虫し(服薬後24時間以内) *A.d.* 1139名の25296匹, *N.a.* 1077名の104737匹 (1 : 4.1), 山口は福岡県久留米地方で駆虫し *A.d.* 99名の502匹, *N.a.* 10名の713匹 (1 : 1.4), 河井らは茨城県を駆虫し *A.d.* 2015匹, *N.a.* 13485匹 (1 : 6.7), 小牧は宮崎県中部を駆虫し(服薬後24時間以内) 小児 1 : 1.4, 中学生 1 : 1.1, 成人 1 : 5.9であつたといふ, 川本は山口県の1炭鉱で駆虫し *A.d.* 21匹, *N.a.* 2匹 (1 : 0.1), 浅田らは広島県で入院駆虫を行い, 成人は *A.d.* 63名の607匹, *N.a.* 184名の9880匹 (1 : 15.3), 小児は *A.d.* 63名の391匹, *N.a.* 53名の1149匹 (1 : 2.8), 古賀らは九州北部の離島を駆虫し *A.d.* 22名の171匹, *N.a.* 6名の75匹 (1 : 0.44), 松田は広島市で駆虫し *A.d.* 10匹, *N.a.* 22匹 (1 : 2.2), 栗林は神戸市の一工場を駆虫し *A.d.* 1678匹, *N.a.* 938匹 (1 : 0.56), 蒲らは京都府で駆虫し, *A.d.* のみ1238匹, 村上は高知市の1病院で駆虫し *A.d.* 27名の1084匹, *N.a.* 3名の98匹 (1 : 0.09), 宮崎は鹿児島市の大学病院で駆虫を行い *A.d.* 90名の2179匹, *N.a.* 30名の159匹 (1 : 0.07)を得た。

如上の成績を詳細に観察すると, 報告者によつて調査方法が異なり, 培養, 入院駆虫および集団駆虫のうち何れかの方法が採用されている。次に集団駆虫についてみると, 服薬後8時間以内, 24時間以内, 極めて少ないが5日間の長い日時をかけて採虫した場合もみられる。

鉤虫の分布状態および両種鉤虫の分布比較および優占性などを知らうとすれば, 能力のゆるす限り広汎な地域で, 数多くの宿主を対象として, 完全駆虫を実施することが望まれる。しかしそのような調査は決して容易な作

業ではない。実態は前記に示した通りで完全駆虫を実施しようとするれば作業に大きな努力が必要となり, いきおい宿主数をしぼらなければならなくなる。また満足する宿主数を確保しようとするれば, 服薬後の採虫時間を早く締めきらなければならなくなり, 未排虫数を増す結果となりそうである。そこでこの際, 最良の方法を研究し, 調査方法を統一しておかなければ将来混乱が生じる可能性が大である。

著者は, この問題について解決の糸口を引出すため, 乏しい資料を整理し, 一指針を得た。先ず集団駆虫を受けた人の中から両種鉤虫を保有していた者22名を抽出し服薬後から8時間以内および8~24時間の両種鉤虫の排虫数を比較してみた。本成績によれば両種共0~8時間に多数の虫体が駆出され, 両種は1虫体当りの駆出時間に差がみられなかつた。

しかし0~8時間の排虫数は0~24時間の排虫数の75~80%に過ぎない。次に個々の両種鉤虫の虫体当り平均駆出時間を比較してみると, 宿主によつて *A.d.* が *N.a.* よりはやめに排出されたり, または *N.a.* がはやめに駆出されていて平行的関係は示していない。完全駆虫についても同様な方法で観察をこゝろみると, 両種共0~24時間で大部分の虫体が駆出され, それから日時を経るにしたがつて排虫数は急減している。しかし *A.d.* は *N.a.* より平均して時間がずれており, 虫体当り駆出時間を算出比較してみると, 確かに *A.d.* は *N.a.* より遅れて駆出されることが認められた。個々の宿主について同様な比較を実施してみると, 必ずしも *A.d.* が *N.a.* より遅れた駆出成績を示さず, むしろ相関関係はみられなかつた。小宮らは埼玉県の農村を集団駆虫し, 服薬後から5日までに亘つて排虫数を調べた結果, 何れの駆虫剤を使用しても排虫総数の90%が, 24時間以内に駆出されたと報告している。

以上の成績を総合して考えられたことは駆虫のわずらわしい鉤虫の場合にかぎつて十分な宿主数を, 同時または短期日に完全駆虫することはとうてい不可能なことで, 実際に最良な方法は服薬後24時間以内に採虫する集団駆虫である。著者らの場合寄生数の60~80%が24時間以内に得られた。集団駆虫から *A.d.* と *N.a.* の匹数比を求めてみると, 0~8時では *A.d.* 1 : *N.a.* 6.5, 8~24時間は *A.d.* 1 : *N.a.* 9.0, 0~24時間は *A.d.* 1 : *N.a.* 6.9 となり, 完全駆虫から同様に求めると, 1~8時間は *A.d.* 1 : *N.a.* 25.6, 8~24時間は 1 : 10.3, 24~48時間は 1 : 14.6, 48~72時間は 1 : 9.5 となり, 0~24時

間は1:21.4, 0~48時間は1:19.4で、総排虫数のA.d. 1:N.a. 18.1に比べて0~8時間の成績より0~24時間の方が相当に接近していることが判明した。

結 論

さきに、著者らは寄生虫分布の地理学的表示法を提示したが、寄生数を駆虫から得た場合、匹数が駆出時間、長短に影響されることを心配し、集団駆虫および入院駆虫の資料を分析し、寄生数について下記の如き成績を得た。

1) 本駆虫法によれば、集団駆虫では兩種鉤虫共に服薬後8時間以内の排虫数は0~24時間の排虫数の75~80%であり、また0~24時間の排虫状態では兩種の間に排出時間の相違はみられない。しかし個々の資料によれば必ずしもA.d. とN.a. の駆虫状態が平行的ではない。

2) 入院駆虫における兩種鉤虫の駆出時間別排虫数は0~8時間A.d. 46%, N.a. 64.4%, 8~24時間A.d. 17.8%, N.a. 9.9%, 24~48時間A.d. 24.2%, N.a. 20.1%, 48時間以上A.d. 12.0%, N.a. 5.6%で、24時間以内に60~80%の排虫がみられ、それかが日時がたつと共に急減した。虫体当たり駆出時間はA.d. 20時間24分N.a. 14時間48分で、A.d. が平均して遅れて駆出されているが、両者の相関性は認められず、宿主によつてはA.d. N.a. の駆出順序は相違している。

3) 如上の成績から、作業能率や精度などを総合して服薬後24時間以内で採虫する集団駆虫が目下のところ最良の方法と考えられた。

文 献

- 1) 小宮義孝 (1952): 埼玉県における鉤虫の蔓延について, 公衆衛生, 11(3), 33. —2) 小宮ら (1953): 冬期集団駆虫を繰り返すことによる鉤虫撲滅に関する野外モデル試験, 寄生虫誌, 2(2), 157. —3) 小宮山新一 (1954): 川崎市登戸地区における鉤虫感染について, 寄生虫誌, 3(3), 197. —4) 小村豊一郎 (1952): 宮崎県離島の寄生虫調査, 日寄記, 21年, 7. —5) 栗林昭男 (1955): 鉤虫症の研究, 兵庫県南部における観察, 京府医大誌, 57(5), 535. —6) 水野哲夫 (1956): 鉤虫の感染経路に関する研究, その推測的考察について, 北関東医学, 6(3), 235. —7) 岡部浩洋ら (1952): 鉤虫分布調査, 第3報, 久留米医誌, 15(9,10), 634. —8) 岡部浩洋ら (1953): 鉤虫分布調査, 4, 久留米医誌, 19(9, 12) 1035. —9) 岡部浩洋ら (1955): 鉤虫分布調査, 7, 久留米医誌, 18(3, 4), 129. —10) 新門宰 (1951): 宮崎県下一純農部落の寄生虫調査, 第4回日寄九州講演. —11) 浅田順一 (1956): 広島県芦田川流域におい

て圧倒的蔓延をみるアメリカ鉤虫の分布推移について, 東京医事新誌, 73(1), 19. —12) 鈴木了司 (1956): 宮城県一農村における鉤虫の疫学的調査とその考察, 日本生態学会誌, 6(1) 20. —13) 鈴木了司ら (1956): 宮城県の寄生虫特に鉤虫の感染状況, 公衆衛生, 20(6) 1. —14) 吉田幸雄 (1956): 鉤虫症の疫学と治療に関する研究, 1, 疫学に関する研究, 京府医大誌, 59(2), 1. —15) 柳沢利喜雄 (1954): 公衆衛生学上よりみたる鉤虫 Carreir の問題, 千葉医誌, 30(4), 329. —16) 永吉康祐 (1952): 棲分け原理の寄生虫方面における考察, 東京医事新誌, 69(7), 3. —17) 河井為海 (1952): わが国の南北両地域における鉤虫分布の一考察, 日本医事新報, 1491, 22. —18) 大場一兵衛 (1955): 簡易な回虫感染予防法の研究, 福岡医学雑誌, 46(11), 10. —19) 川本脩二ら (1953): 山口県一炭鉱における鉤虫症に関する一観察, 公衆衛生, 14(1), 39. —20) 高賀元晃 (1955): 玄海灘諸島における寄生虫調査, 第8回日寄南日本支部会講演. —21) 楠 (1950): 宮崎県福島地方における鉤虫の二, 三の観察, 第3回日寄九州講演. —22) 蒲正寿ら (1954): 鉤虫流行地報告, 第23回日寄記. —23) 小牧祐夫 (1956): 宮崎県下における寄生虫 (特に鉤虫) 研究について, 第25回日寄記, 1. —24) 松崎義周 (1955): 鉤虫の寄生率および種類別分布, 第24回日寄記. —25) 村上和充 (1954): 高知市における鉤虫分布状況, 医学と生物学, 30(6), 267. —26) 松田: 治療薬報, 524. —27) 小林晴治郎 (1953): 中部日本における鉤虫分布について, 寄生虫誌, 2(1), —28) 永吉康祐ら (1956): 寄生虫感染状態の地理学的表示法, 東京医事新誌, 73(1), 25.

Summary

In the previous reports a method of presumption for a geographical distribution of hookworm was suggested. In this paper the examination of hookworms at varying intervals of time after mass and hospital treatments. Results are as follows.

1) The numbers of both species of hookworm expelled by mass treatment in less than 8 hrs. after administration amount to 75~80% of those discharged within 24 hrs.. In the latter case, no difference are observed between the number of both species expelled.

2) Hookworms are discharged during the respective periods by hospital treatment. Examination in 0-8 hrs. give 46%, 64.4% (A. d., N. a.); in 8-24 hrs, 17.8%, 9.9%; in 24-48 hrs., 24.2%, 20.1%; over 48 hrs. 12.0%, 5.6% respectively. In short, 60~80% of them are discharged within 24 hrs. after administration.

3) Examination within 24 hrs. after administration proved to be most satisfactory for the estimation of a geographical hookworm distribution.