

水流に依る蛔虫卵の分散集合に関する研究

佐久間 正 人

北里研究所 寄生虫学部

1. ま え が き

土壌が蛔虫卵の侵入源として重要なことは従来より指摘せられたところであるが、土の表面に虫卵が一樣に分散しているとは考えられない。即ち同じ庭又は畑でも必ず虫卵の殆んどない場所と、多数集合している場所とがあると思われる。そして、この虫卵が密集した場所こそ蛔虫感染源、特に濃厚感染源として重要な意義があると考えられる。然るにこの様な観点からなされた報告を未だ知らない。依つて筆者は水に流された蛔虫卵がどのように分散し或は集合するかについて実験を行い、次にこの結果を野外に於ける実地調査と比較検討した。

2. 模 型 実 験

1. 実験方法 直径12cmの樋を1.5mの間に10cm低下する様に傾斜させ、この上に予め0.5cm間隔に方眼を画いた濾紙を敷いた。これに水道水を流し、流れの中央付近で毎秒平均2mの速さに調節した。新鮮便より長野氏法(小林晴治郎博士古稀記念論文集参照)により洗滌分離した蛔虫卵を水中に浮遊させ、この液1滴中に約1000個の虫卵を含ませた。濾紙の上には処々小石を置き障害物とした。

流速が一定になった時に蛔虫卵浮遊液を5秒間隔に1滴ずつ滴下し、総計約1万個の虫卵を滴下し、濾紙が半乾きになるのを待つて parafin 屑を一樣に散布し、下より熱して parafin を濾紙に吸着させて虫卵を固定した。

糞便よりの距離 m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
流 速 cm/sec	9.0	11.0	14.0	12.5	14.0	7.0	1.0	3.4	3.1	2.4	2.0	

これを双眼拡大鏡で見ながら方眼紙に虫卵の位置を記録した。(実験は1951年4月に行つた。)

2. 実験結果 蛔虫卵の水流による実験的分散集合状況は第1図に示す如くである。水は矢印の方向に流

れ、その辺縁は破線で示し、黒点は蛔虫卵1個の位置を現わしている。左上の円形は小石の位置を示す。

この結果次のことが判明した。1) 流れの辺縁に多く虫卵が集まり、流れの急な中央には少ない。2) 小石等の障害物があるとこの陰に多く集る。3) 虫卵は一方所に多数集合し、わずか数 mm 隔てた場所とも明白な相異を示す。4) 流れの滞溜した場所では比較的広い場所にほぼ平等に沈着する。

以上の結果より、自然界に於ても、野糞、肥料溜又は人糞を施した畑よりかなり遠距離の場所でも、雨水の流れた跡には、小石の陰、水溜りなどに虫卵が集り、しかも数 mm² と云う極く小さい場所に数百個に及ぶ多数の虫卵が密集し得ることが明かになった。

3. 野 外 実 験 の 成 績

土壌中よりの虫卵分離法は Caldwell ('28) 以来種々報告されているが、筆者は色々な溶液を用いて比較検討した結果、角 ('51) の水飴浮游法が比較的好成績を得たので、以後の実験に於ては同氏の方法を用いた(佐久間, '51)。

1. 実験方法 雨水により自然に出来た浅い溝を掘り、ここに水道水を流し、放水場所より約1m下流に虫卵含有便(1 cover glass 中約150個)手拳大を置いた。

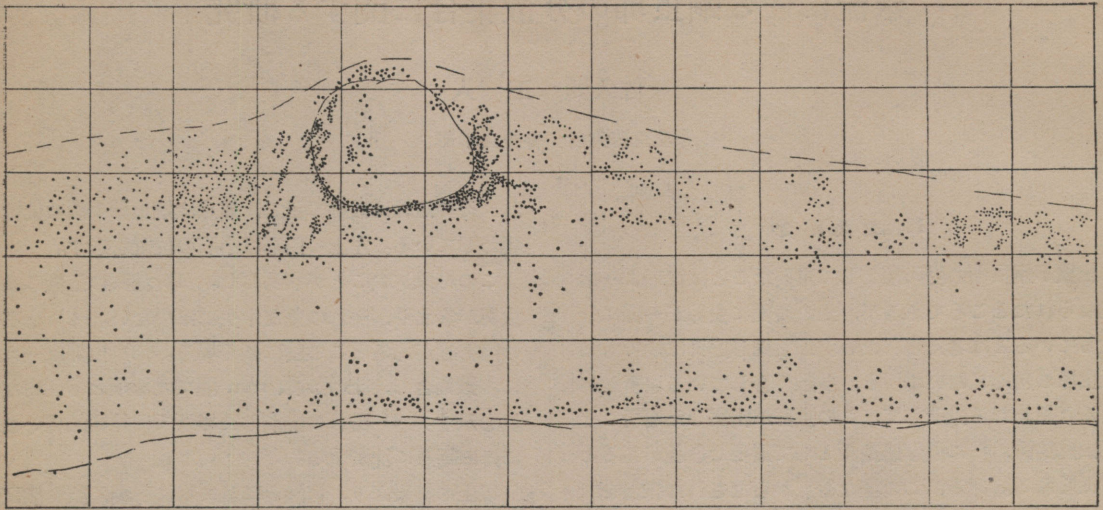
流れの中央部に於ける最も急な場所の表面に於ける平均流速は次の通りである。

先づ流速がほぼ一定になってから溝の上に上記の便を置き、3時間後に水を止め、流跡上の任意の箇所より2 cm² の土を採集して資料とした。実験場所は予め蛔虫卵が皆無であることを確かめて置いた。(実験は1951年12月に行つた。)

その結果は第2図に示す如くである。図に於て水流を止めて後、砂の多く集つた場所をその程度に應じて濃く、流れが急で土膚の出ている場所を白く表わしてあ

Masahito Sakuma: Study on the gathering and dispersion of ascaris eggs by the flow.
(Department of Parasitology, Kitasato Institute for Infectious Diseases, Tokyo)

第 1 図



黒丸印は資料採集箇所、数字は2cm²の虫卵発見数を示す。これで見ると虫卵数は距離には比較的關係が薄く、流れの緩急と大關係がある。即ち糞便に近い処でも流れの急な個所には虫卵が少く、遠方でも緩かな場所には多数集合している。而して虫卵数は数cm隔てた処とも明かに相異がある。このことは前項に述べた模型実験の結果とよく一致している。

4. 実地調査成績

前項の野外実験により、蛔虫卵が水により遠方にまで流され、水流の緩かな処に集合することが明かになったので、何ら作爲を加えていない全く自然の状態では如何様になっているかにつき調査した。

1. 便所附近に於ける調査 東京都内の某職員寮にて1952年3月14日に調査を開始した。

寮の建物の西南隅に便所があり、便所より少しく離れた場所から西方に緩かな斜面がある。建物の東方は道路で、他の三方は焼跡となつている。建物の南側にある前庭より便所の側を通り焼跡を経て職場へ通ずる小径がついているが、この小径は職員以外殆んど通行しない。

便池は南北に4個並び、外側は2個づつ板で蓋はれている。この板の外面に、板に接して雨垂によつて出来た浅い溝がある。この溝に落ちた水は南方に扇形に広がりながら流れ、前庭に降つた雨水と合流して方向を変じ、焼跡に出来た小径の上を西方に流れ、草叢の中に流入消失する。

この寮に居住する者は前年秋集團駆虫を行つたので調査當時には便池内の虫卵数は少く、任意に12カ所より採集した便(毎箇所1cover glassづつ検査)中に3個、尿尿混和液1cc中より平均1個を発見したにすぎなかつた。

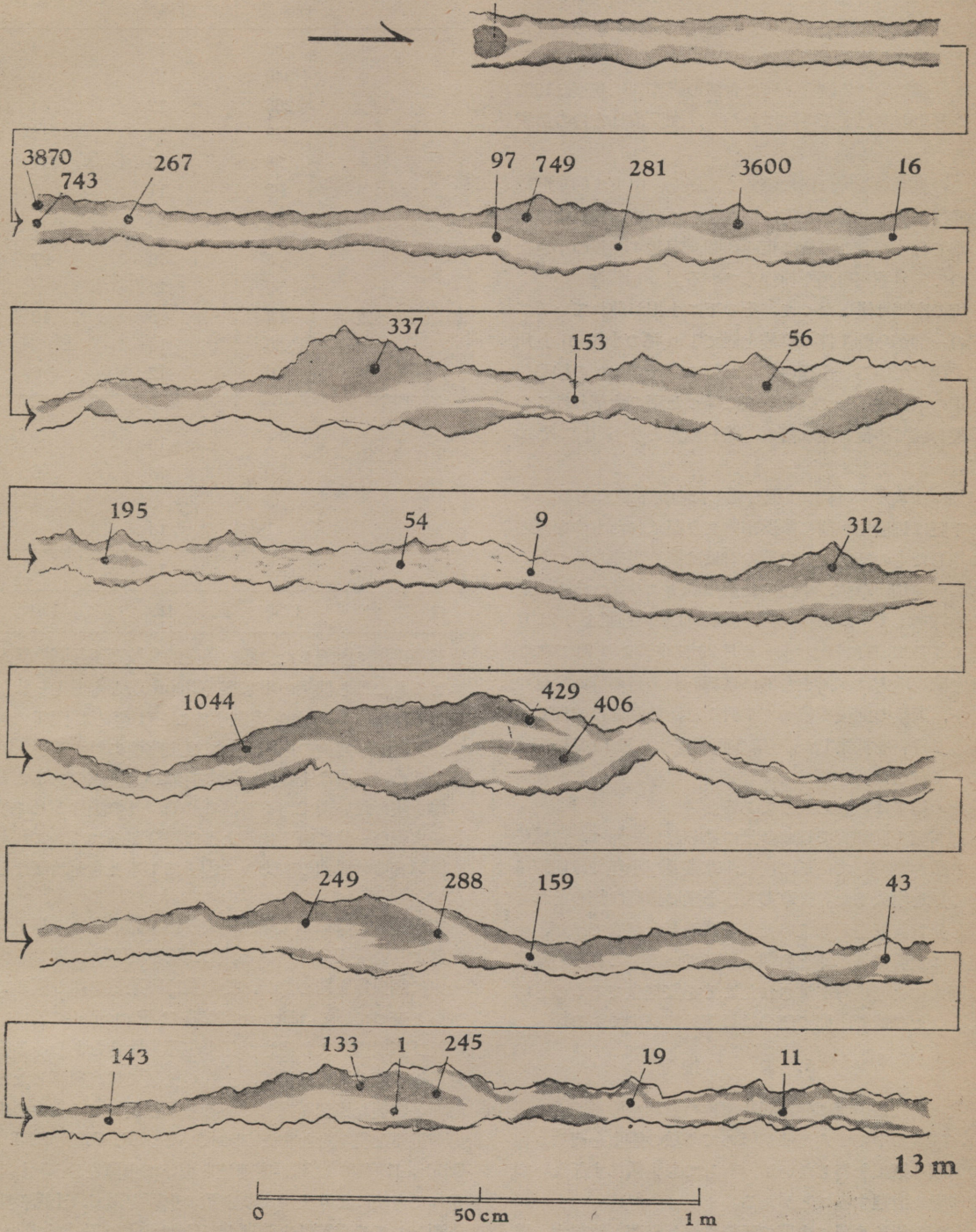
濛雨の当日上記の水路を確かめて印をつけ、翌日この水路の跡から任意に2cm²の土壤を採集して検査した。資料を採集し終るまでは勿論この附近の通行を禁じ、状況の変ることを防いだ。水路跡及び水路と關係ない場所より得た虫卵数は次の通りである。

便所より距離 cm	水の流れた跡				流れと無關係の場所		
	虫卵数 (仔虫卵)	便所よりの距離 cm	虫卵数 (仔虫卵)	便所よりの距離 cm	虫卵数 (仔虫卵)	便所よりの距離 cm	
0	47 (9)	240	6 (1)	780	5 (0)	200	0
0	25 (7)	250	33 (0)	780	7 (0)	240	0
50	30 (11)	320	38 (2)	810	14 (2)	340	0
50	50 (28)	400	19 (0)	1000	12 (0)	*280	9 (0)
80	16 (6)	450	3 (0)	1060	11 (1)	450	2 (0)
110	14 (2)	570	12 (0)	1070	11 (1)	1100	5 (0)
210	6 (0)	690	20 (0)	1140	2 (0)	1250	1 (0)

水路の外より得た資料中、小高い草叢より9個の虫卵を見出したが、これは地形から見ても全く水流と關係ない他の方法によつて集つたものと考えられ、推計学的にも例外として棄却し得る(表*印)。そこで、この個所を

第 2 図

Feces



13 m

除いた水跡外の虫卵数と、水路跡より得たものと比較検定をして見ると、虫卵数が水路と関係あることは5%の危険率に於て有意義と認められた。猶この調査が3月中旬に行われたに關らず、生きた仔虫包藏卵が認められたことは興味あることである。

2. 畑に於ける調査、特に台風の影響 観察は1952年5月より9月まで3回にわたり、横浜市日吉台の農家で行った。

この農家の前庭は南にゆるく傾斜し、中央に約1間幅の通路があり、この左右は畑になつている。観察は東側の畑で行った。この畑は東西3間、南北4間程の小さなもので、自家用野菜を耕作している。

畑の南側は畦となつて、その下に小川が流れている。畑の一部から約1坪の草叢を経て1m幅の小径が小川まで通じている。小径の終つた処に直径30cmの踏石が小川の中に突出している。畑に降つた雨の大部分はこの草叢を経て小径を流れ落ち、踏石の処より小川にそゞぐ。

畑には4月23日に下肥を施したのが最後である。この下肥は畑借用以前に横浜市内より運ばれたものを直ちに施したもので、その虫卵含有量は調査出来なかつた。

調査は畑、草叢、小径の任意の個所より2cm²の表層土を採集して行つた。第1回調査は最終施肥より21日後の5月13日に行つた。6月23日夜半より24日にかけて関東地方はダイナ台風に見舞われ多量の降雨を見たので、天候の回復を待つて7月1日、前回とほぼ同じ場所より資料を採集した。第3回調査は9月13日に同様にして行つた。

その結果は次表の通りである。

即ち第1回調査で畑に多量に見られた虫卵は、台風後その数が激減しているに反し、草叢及び小径では明瞭にその数を増大した。又草叢及び小径の虫卵は畑のそれと同じ発育程度を示していた。一夏過ぎた調査では畑、小径共に虫卵は著しくその数を減じている。これらの結果は雨水により虫卵が流されたことを証拠立てるものと考へる。その後の虫卵の運命は目下猶観察中である。

5. 考 按

我々が同一環境に住む同一家族の虫卵を検査した場合、家族の中で1人だけが極めて多数の蛔虫を宿し、他の家族は蛔虫を有しないか、有しても少数にすぎない場合に屢々遭遇することがある。

かかる現象は單に虫卵で汚染された野菜、飲料水、風

		検出数/2cm ²		
		5月9日 台風前	7月1日 台風後	9月13日
畑		783	17	4
		340	81	9
		265	12	4
		29	34	16
		28	45	11
		92	11	5
草 叢		12	27	
		6	30	27
		72	22	
		68	5	16
小 径		20	13	
		0	12	6
		1	7	2
小 川に通ずる		1	10	5
		0	73	6
踏 石		3	9	4
		1	13	
総 計		1739	439	129

塵其他手指に附着した虫卵の偶発的多数乃至頻回の侵入によるもの即ち偶然の出来事(Chance)とも考えられないことはないが、之を実証することは極めて困難である。又、濃厚感染の原因として蛔虫感染に対する個人的感受性の差異或は土食性素因の有無が大関係のあることは論を俟たない所であるが、これ等以外の条件として多数の虫卵を一時に嚥下するような場合があれば、これも亦濃厚感染の成立の有力な一因子であると考えねばならない。

吉田('23)は始めて畑土中より蛔虫卵を認め、畑土の深部より表層近くに多いと報じ、安保('26)は同じく畑土中に蛔虫卵を認めたが、その数は野菜類に比し極めて少いと云つている。Brown('27)はPanamaに於て前庭及び家屋床より生きた仔虫包藏卵を含むあらゆる発育段階の蛔虫卵を見出し、土人が土間で食事を攝るなど地面と密接な風習を有しているのと相俟つて、土中の虫卵が重要な役割をなすと云つている。F. C. 及 E. L. Caldwell('28)は高張蔗糖液を用いて虫卵を分離する秀れた方法により土中より多数の虫卵を得て、土壤の感染源としての重要性を強調し、Cort, Otto 及 Spindler

(29), Spindler (29), Headlee (36), Winfield 及 Chin (38) 等は多数の蛔虫寄生者の居る家族とその家の附近の土壤内虫卵数と相関のあることを報じている。土壤の虫卵と密接な関係のある流水中の虫卵については Vassilkova (34) は Moscow 郊外で, Korovitski 及 Artemenko (34) は Odessa でいづれも下水道並びに灌漑溝の水を検して, この中に蛔虫卵とその他の寄生虫卵を認め, 下水の汚水を利用する畑 (sewagefarm) が感染源となることを報じ, 笛木 (52) は豪雨により畑から流れ出る水及びこれにより出来た水溜の中より蛔虫卵を見出している。

然しながら, これらの報告は濃厚感染源としての流水及び土壤の意義に就ては充分に論じられていない。筆者は流水により遠方に運ばれた蛔虫卵が, 流れの緩やかな場所や障害物の陰に密集することを認明して, この点を明かにした。

成熟蛔虫卵の侵入による臨床症状について旧くは濃野 (22) が自家実験により一度に約 2000 個の成熟卵を嚥下して重篤な肺炎を呈したことを報じ, 長谷川 (35), 高野 (松林 '49 による) は乾咳, 喀痰, 頭痛, 発熱等の症状を呈するには少くも一度に 20 個前後の成熟卵を嚥下する必要のあることを実験的に証明している。長谷川は自然状態により嚥下し得る数として 25 個の虫卵を被検者に嚥下せしめているが, この数字を如何なる根拠により算出したかを明かにしていない。松林は笛木の結果を引用して一度に 20 個前後の虫卵が嚥下されることはあるにしても極めて稀であろうと多分に疑をもっている。然しながら筆者は自然状態でわずか 2cm^2 とゆう小面積の土壤中より数十個の虫卵を見出し, しかもその過半数が成熟卵であることは決して稀ではないことを証明し得た。筆者が 3 歳の食土症兒童を観察した処, 1 回に 10. ~ 0.5gr, 時にはおそらく 1gr を越えると思われる土を口に入れていた。これが蛔虫卵の集合している場所に於て 1 日に何回となく繰返されることを思えば, 一度に数十個の成熟卵が嚥下される機会は案外少なくないものと思われる。

この点より考えても濃厚感染成立の因子として流水による蛔虫卵の集合が極めて重要な意義のあることが明かである。

6. 要 旨

蛔虫卵は流水により遠方まで流され, 流の緩やかな場所に密集することを実験により証明し, 野外調査に於ても

この実験結果と一致したので, 流水が濃厚感染源として重要な意義を有することが明かになった。

終りに臨み御懇篤なる御指導と御校閲を賜つた部長長野寛治博士に深甚なる感謝を捧げる。

文 献

- 1) 安保壽 (1926) : 土壤及び野菜の寄生虫卵検査。東京医新誌, No. 2453, 180~186.
- 2) Brawn (1927) : Human Ascaris as a household infection. Jour. Parasit., 13 (3), 206~212.
- 3) Caldwell, F. C. & E. L. Caldwell (1938) : Preliminary report on observations on the development of ova of pig and human ascaris under natural conditions and studies of factor influencing development. Jour. Parasit., 14, 254~264.
- 4) Cort, Otto & Spindler (1929) : Studies on ascariasis in Virginia. A preliminary report. South. Med. Jour., 22 (7), 608~614.
- 5) Fueki, K. (1952) : On the mode of ascaris infection in Japan. Keio Jour. Med., 1 (1), 21~34.
- 6) 長谷川逸郎 (1935) : 蛔虫の人体感染並に人体内発育に関する研究。軍医団誌, No. 264, 573~6087
- Headlee (1936) : The epidemiology of human ascariasis in the meotrpolitan area of NewOrleans, Louisiana. Amer. Jour. Hyg., 24 (3) 479~521.
- 8) 濃野垂 (1922) : 人体に於ける蛔虫感染試験, 蛔虫性肺炎の臨床的症候。東京医新誌 No. 2299, 1971~1978.
- 9) Korovitski, L., & V. Artemenko (1934) : The role of sewage-farms in the epidemiology of helminthic infections. Med. Parasit. and Parasitic Dis., 3 (2) 149~163 (in Russian), Abst. Trop. Dis. Bull. 32 (4), 232, 1935.
- 10) 松林久吉 (1949) : 蛔虫の人体感染試験。診断と治療, 37 (11) 15~20
- 11) 佐久間正人 (1951) : 自然土壤に依る角氏蛔虫卵浮游法の検討。臨床医学, 36, (12), 714
- 12) Spindler (1929) : On the use of a method for the isolation of ascaris eggs from soil. Amer. Jour. Hyg., 10 (1), 157~164.
- 13) 角博通 (1951) : 第 9 回日本寄生虫学会関東支部会講演
- 14) Vassilkova, Z. (1934) : The role of sewage-farm in the epidemiology of helminthic infections. Med. Parast. and Parasitic Dis. 3 (2) 149~163 (in Russian) Abst. Trop. Dis. Bull., 32 (4), 232, 1935.
- 15) Winfield & Chin (1938) : Studies on the control of fecal-bone diseases in Noth China. VI The epidemiology of *Ascaris lumbricoides* in an urban population. Chin. Med. Jour., 54 233~254.
- 16) 吉田貞雄 (1923) 蛔虫病の動物学的方面。日本病理会誌, 13, 40~60.