

水田中に屎尿とともに撒布された蛔虫卵の 運命に関する研究

相 崎 徳 治 郎

国立予防衛生研究所寄生虫部 埼玉県庁衛生部医務課

(昭和 33 年 2 月 15 日受領)

緒 言

蛔虫の感染経路に関する研究に関しては、従来多くの業績があり、これに関連して土壌中の蛔虫卵の運命に関しても多くの研究がある。

しかしこれらは主として実験的に土壌上に撒布され、ないしは畑土中におけるその消長に関するものであつて、水田中に撒布された蛔虫卵の運命に関する文献はきわめて少い。

一方本邦においては、地域により水田中に下肥として人屎尿を撒布する風習のあるところがあり、かかる蛔虫卵の運命如何は、疫学上ゆるがせにできない問題である。よつて私は、水田中に下肥を撒布する状態について、いささか調査を行うと同時に、実験的に水田中に人屎尿とともに蛔虫卵を撒布し、年余にわたつてその運命を追跡してみた。以下それらの調査研究の結果を報告する。

水田に対する人屎尿の撒布について

埼玉県の東部地方、すなわち北埼玉郡、南埼玉郡、北葛飾郡地方は低田地帯で水田が極めて多く、イネ作の肥料として人屎尿を水田に施す習慣がある。いまその歴史を遡つて調べてみると、昭和10年前後、当時東京市においては、その急増する人口に伴う人屎尿の処分の方策として、その農村還元を計画的に遂行する計画をたてたのである。すなわち東京市を中心として、半径約10里の円を想定し、この円内において、市の人屎尿を受入れる地区には共同貯溜槽の設置を奨励し、その設立に一定の補助金を与え、これが完成した地域には計画的に市の尿

尿を連続的に供給する計画をたてた。当時かような市の対策に呼応したのは、主として埼玉県の南部、神奈川の北部、および千葉県西北部の諸地域であるが、特に埼玉県南部地域においては、市との間に江戸川、中川を通じての舟運の便のあるところから、かような共同貯溜槽の建設は全域的に行われたものの如くである。

いまかかる 1, 2 の地区における屎尿の需給状況を見るに、たとえば神奈川県川崎市登戸地区においては今なお当時設立した屎尿貯溜槽が各所に保存運営されつつあり、この地方で用いる肥料の大半は之を東京都および川崎市より搬出される屎尿に頼っている現状である。当地区にあつては、かつては主として世田ヶ谷区、目黒区方面の屎尿を手車、牛車等によつて運搬していたが、現在では主として農業共同組合がトラックで之が運搬に当っている。搬入された人屎尿は、畑地、梨、桃などの作付地帯にも施肥されるが、又水田にも施肥される。水田への施肥はもつぱら水田耕耘後、一齊に水田に撒布され、その後には田植を行うのが当地方の習慣となつている。

また例えば埼玉県の江戸川、中川の流域に位する北葛飾、南埼玉の各郷村には、ほとんどもれなくかかる共同貯溜槽が設置されており、東京都よりの屎尿の運搬は、この地区では専ら以上の各河川を通じての舟運によつて行われている。すなわち船は特別の屎尿運搬船があり、之により屎尿は主として早朝時これらの地区に運ばれる。運ばれた屎尿は河岸の碇泊地より農民の手により、主としてリアー・カーによつて貯溜槽まで運ばれ、一旦ここに貯蔵された後、各種作物の下肥として施される。水田に対する施肥としては、やはり主として田植前、水田を耕起、水入れ以後の時期であるが、またしばしば田植後にも直接撒布が行われる。また当地方においては水田の裏作としてムギ、バレイショ、ナタネ等を栽培するところもあり、かかる作物にも必要に応じて下肥は施肥される。

TOKUJIRO AIZAKI: Studies on the fate of ascaris ova distributed into the rice paddies with the night-soil (Department of Parasitology, National Institute of Health, Tokyo & the Medical Affairs Section, Public Health Department, Saitama Prefectural Government)

実験的に水田に撒布された尿尿中の 蛔虫卵の時間的観察

実験方法

1) 実験田と尿尿の撒布

実験田：実験田は埼玉県行田市郊外で周囲には畑地がなく水田のみのところである。水田の中に更に1坪程度の広さを畦をもつて囲んだ。そしてこの中に尿尿を撒布した。対照として尿尿を撒布しない対照水田を近接して同様に設けた。

撒布尿尿：撒布尿尿としては、予め糞便検査によりその家族の大多数が蛔虫卵を保有している一農夫家族の排泄尿を用いた。なお撒布尿尿は撒布に先立つて之を検し、その中に多数の蛔虫卵を含有せる事を確認した。

撒布前後の水田の一般状況：実験田は他の水田と同様に6月28日イネの植付けを行い、7月6日及び7月20日に除草を行った。同21日、実験的尿尿撒布に先立つて、実験田の土壌70g（乾燥約36g）を検査したところ、仔虫包蔵卵2、桑実期卵1、変性仔虫卵1を認め、これらは過去において撒布された尿尿内の虫卵が残存せるものと考えられた。そこで、以後の試験においては対照水田の土壌をも併せて検査することとした。

7月29日対照水田はそのままとし、実験田のみに蛔虫卵を有する家族の5日間の尿尿混合物約3貫メを十分に攪拌して撒布したが、可成り大きな糞塊も認められた。なお撒布尿尿の一部を採り検査を行ったが何れも虫卵は単細胞のものであった。

10月27日イネ刈りを行った。翌年4月13日荒起し、6月15日耕耘、6月28日再びイネを植付けた。

農耕は全て一般水田と同様に行ったが、作業により虫卵が他より持ちこまれたり、又は他に持ちこまないように注意した。

2) 観察の期間及びその頻度

観察の期間は昭和26年7月29日より翌年7月1日まで、観察の頻度は、最初の間は概ね1週間、末期には概ね1カ月内外の間隔とした。

3) 土壌採取の方法及び採取土壌量

大型食匙を用い、採取部位は表層部の土壌としたが、凍結、霜柱等のあつた時及び荒起し以後の採取にあつては出来るだけ注意して旧土表層の採取に心がけたが、この場合には必ずしも表層部の土壌のみとは云いがたく、ある程度深部土壌の混入は防ぎ得なかつた。

採取及び検査土壌量：1回に採取した土壌量は、実験田にあつては約10g、対照水田では約50gであつた。検査土壌の重量は採取土壌の一部を遠心沈澱後その

乾燥量として、これを表示した。即ち乾燥器で乾燥後之を秤量し、その重量より乾燥量を換算した。

4) 虫卵の蒐集：土壌中の虫卵の蒐集検出は、従来は重クロム酸ソーダ、硫酸亜鉛、硫酸マグネシウムなどの高比重液を用いての浮游法が用いられているが、私は同時に蛋白膜の汚染を除く目的もあつて、次の方法を行った。

すなわち採取した土壌中の粗大な夾雑物をとりのぞき5%サラシ粉液の上澄液を10倍以上に加え、蛋白被膜が漂白されるよう充分に攪拌し、約2mmのメスの金網で濾過、これを毎分2500回転で約5分間遠心沈澱した。このサラシ粉液で処理遠心沈澱したものの上澄液を捨て、沈渣の各所より小型ピーカーに2gを採り、スピットグラス2本分に相当するチオ硫酸ソーダ液を加え、ガラス棒を用いて攪拌し、これをスピットグラスに移し、毎分2500回転で約5分間遠心沈澱を行い、毛細ピペットで溶液を追加し、40分以上放置した後デッキグラスに虫卵を捕捉し検鏡した。ピーカー、ガラス棒に残留又は附着している虫卵をなるべく少くするため、ピーカーにスピットグラス1本分に相当する溶液を加え上記の操作を繰返した。

本実験において以上の操作におけるが如く、まづサラシ粉液を用いて一旦蛋白被膜を漂白した上で、高比重液に浮游せしめるといふ集卵法を用いた理由は次の如くである。即ち便溜に一旦貯蔵され、あるいは水田中に撒布された蛔虫卵の大部分は、その蛋白膜が黒変し、ために検鏡時にその内容が判別しえない。従来はその内容を判別するためには、アンチフォルミンを用いて蛋白膜を除去する方法がとられていた。しかるに私の経験によれば、水田中の土壌内の虫卵の集卵法を行った場合において、とりわけ盛夏の候には、一見蛋白膜を除去した蛔虫卵ときわめて紛らわしい虫卵がしばしば出現する。この虫卵はその卵細胞の卵割の様相および蛔虫卵殻中の最内層に相当する薄層部を仔細に観察するときは、無蛋白膜蛔虫卵との区別は可能ではあるが、この場合においてこれを確実に区別するためには、油浸装置を用いる程度の強倍率を必要とする。よつて私はかかる煩雑な操作をまぬかれるため、蛋白膜の有無によつて虫卵の区分を容易ならしめ、かつこれを透明化することによつて、その卵細胞の發育程度を知り得るために上記の方法を考案使用したのである。

5) 死卵の判定基準

虫卵内容の変性の度合がある程度まで明かなものを以

て死卵とした。具体的には、i. 虫卵内部に脂肪様顆粒の形成されたもの、ii. 内容が崩壊して繊維様の透明な物質となったもの。iii. 卵細胞の収縮が著しく、かつその不定の部位で陥没が明らかに認められたもの、iv. 仔虫期のものにあつては栄養顆粒の消失が著しく、不動かつ萎縮ないし透明化したもの、又はその体内部にかなり大形の胞形成が認められるもの等を死卵と判定した。

実験成績

実験田および対照水田土壌の状況はほぼ同様であつた。

いま時期を追つて之を観察すれば、実験地が水田のため、おおむね 9 月頃までは、土表は水でおおわれており、その後次第に退水した後も、イネの生長にともない土表はおおむね日陰となつていたので、10 月 27 日イネを刈り取るまでは、土の表面が乾燥したことは一度もなかつた。

越えて 11 月、12 月は降雨量が少なかつたため土の表面が乾燥したことがあつた。1 月、2 月の厳冬の季節には土表が凍結し、又はそこに霜柱を見たこともあつたが、晴天の時はこれらは融解し、土表は大体において潤湿しており、乾燥状態を示したことはなかつた。3 月以後は比較的降雨量も多く、土表上にしばしば水の滞留するのを見たが、反対に乾燥を認めた時期は全くなかつた。

なお、以上の一般的状況は、北埼玉郡地方に通有の半湿地地帯においては、大多数のふつうの水田に共通する状態と考えて良いであろう。

1) 対照水田の成績

対照水田土壌の検査は、スピッツグラス 1 本に適量の土壌をとり、デッキグラス 3 枚づつ、虫卵の検出如何に拘らず、実験田の土壌検査と並行して、検鏡した。

その結果は第 1 表に示すごとくであり、23 回検査を行い、その 9 回において、蛔虫卵が検出されたが、何れも 1 個づつであり、単細胞期 1 個、多細胞期 2 個、蝌蚪期 1 個、仔虫期 5 個であつた。検査成績から判断して、耕作等により新たに他処から虫卵が持ちこまれたことは先づなかつたと判断される。

2) 実験田の成績

a. 尿尿撒布後各時期における虫卵の消長

実験田における蛔虫卵の消長に関する成績は第 2 表の如くであつたが、いまこれを尿尿撒布後における各時期において虫卵の发育段階別および死卵別にその消長を観察すると次の如くである。

すなわち尿尿撒布後 6 日目の検査では、全検出卵の約

第 1 表 対照水田における検出蛔虫卵の性状とその消長

観 察 月 日	経 過 日 数	単 細胞 卵	発 育 分 裂 期	卵 桑 実 期	仔 虫 期 蝌 蚪 期	死 卵	合 計	土 壤 重 量 g
7.21*			1		2	1	4	39.2
8. 4	6				1		1	21.1
8.11	13				1		1	15.6
8.18	20				1		1	15.6
8.25	27						0	11.0
9. 1	34				1		1	17.1
9. 8	41						0	16.2
9.16	49						0	16.5
9.22	55						0	18.0
10. 1	64		1				1	15.0
10. 6	69						0	13.5
10.13	76	1					1	17.4
10.20	83				1		1	15.0
10.27	90				1		1	16.5
11.12	106						0	16.5
11.26	120						0	15.7
12.27	151						0	15.7
1. 5	160						0	15.0
1.23	178						0	15.0
1.31	186						0	16.5
2.10	196						0	15.3
2.25	211						0	14.0
4.14	260						0	14.3
5.14	290		1				1	15.6

* 撒布前の状況

40%強は多細胞期まで发育し、13日を経過した検査時にはわずかながら(約 8%) 仔虫期にまで发育したものの未だその大部分(約 90%) は多細胞期ないし蝌蚪期に止つていた。その後全検出卵中仔虫期卵の占める割合は次第に増加し、尿尿撒布後 20 日目のもので約 15%、27~34 日目のもので約 20%、49 日目のもので 43% となっている。55 日経過後(9 月 22 日)においては、全検出虫卵中仔虫期のその占める率は 50% を越している。10 月 1 日より 27 日までの間は、尿尿撒布より 64 日目ないし 90 日に相当するが、この間における仔虫期卵の総検出虫卵に対する検出率は最高 79.8% から最低 36.0% の間を往来し、多細胞期以下の发育段階にとどまる虫卵は総数の既

第2表 実験田における全観察期間中の検出虫卵の性状とその消長

観 察 月 日	経過 日数	単細胞卵	発 育 卵			仔虫期卵	死 卵	合計	土壌 重量 g
			分裂期	桑実期	蛭 蚪 期				
7.29	0	128(100.0)						128	
8.4	6	72(58.5)	51(41.5)					123	
8.11	13	3(2.6)	34(29.6)	44(38.3)	24(20.9)	9(7.8)	1(0.9)	115	
8.18	20	2(1.7)	35(30.2)	23(19.8)	36(31.0)	18(15.6)	2(1.7)	116	
8.25	27	5(4.4)	22(19.5)	29(25.7)	33(29.2)	24(21.2)	0	113	
9.1	34	8(6.7)	35(29.2)	33(27.5)	19(15.8)	24(20.0)	1(0.8)	120	
9.8	41	15(12.8)	28(23.9)	20(17.1)	28(23.9)	26(22.2)	0	117	
9.16	49	7(6.0)	7(6.0)	19(16.4)	32(27.6)	50(43.1)	1(0.9)	116	
9.22	55	0	7(5.8)	8(6.7)	34(28.3)	68(56.7)	3(2.5)	120	
10.1	64	4(3.4)	9(7.7)	18(15.4)	32(27.4)	52(44.4)	2(1.7)	117	
10.6	69	8(6.6)	21(17.2)	21(17.2)	28(23.0)	40(36.0)	0	122	
10.13	76	3(2.4)	11(8.9)	9(7.3)	20(16.1)	86(64.5)	1(0.8)	124	
10.20	83	0	5(4.0)	2(1.6)	17(13.7)	99(79.8)	1(0.8)	124	
10.27	90	3(2.4)	17(13.8)	17(13.8)	34(27.6)	50(40.7)	2(1.6)	123	
11.7	101	0	5(4.0)	19(15.3)	24(19.3)	71(57.3)	5(4.0)	124	
11.12	106	10(8.1)	11(8.9)	13(10.5)	42(33.9)	46(37.1)	2(1.6)	124	
11.18	112	2(1.5)	5(3.8)	8(6.2)	22(16.9)	92(70.8)	1(0.8)	130	
11.26	120	0	7(3.9)	4(2.2)	37(20.7)	130(72.6)	1(0.6)	179	0.9
12.4	128	1(0.5)	7(3.3)	5(2.4)	49(23.3)	147(70.0)	1(0.5)	210	1.0
12.10	134	2(1.0)	17(8.4)	16(7.9)	56(27.6)	106(52.2)	6(3.0)	203	
12.15	139	2(1.9)	8(7.5)	4(3.7)	21(19.6)	70(65.4)	2(1.9)	107	
12.27	151	3(2.9)	5(4.8)	3(2.9)	18(17.1)	74(70.5)	2(1.9)	105	
1.5	160	1(0.8)	10(8.3)	13(10.7)	43(35.5)	46(38.0)	8(6.6)	121	
1.10	165	6(3.1)	11(5.6)	21(10.7)	45(23.1)	102(52.3)	10(5.1)	195	
1.16	171	5(2.0)	15(6.0)	23(9.1)	66(26.2)	133(52.8)	10(4.0)	252	1.0
1.23	178	5(4.0)	7(5.6)	9(7.2)	32(25.6)	71(56.8)	1(0.8)	125	
1.31	186	1(0.5)	12(5.4)	21(9.5)	53(24.0)	125(56.6)	9(4.1)	221	
2.10	196	2(0.8)	12(4.7)	15(5.9)	67(26.4)	153(60.2)	5(2.0)	254	
2.14	200	0	6(5.7)	2(2.0)	35(33.3)	59(56.2)	3(2.9)	105	
2.25	211	1(0.8)	21(15.8)	23(17.3)	33(24.8)	47(35.3)	8(6.0)	133	1.0
3.5	220	5(1.3)	21(5.3)	28(7.1)	64(16.2)	271(68.6)	6(1.5)	395	1.0
3.15	230	8(4.2)	27(14.3)	17(9.0)	72(38.1)	63(33.3)	2(1.1)	189	
4.7	253	4(0.8)	62(12.9)	49(10.2)	167(34.9)	175(36.5)	22(4.6)	479	0.9
4.14	260	1(0.4)	11(4.7)	6(2.6)	69(29.5)	135(57.7)	12(5.1)	234	3.0
5.27	290	3(1.9)	3(1.9)	2(1.2)	28(17.4)	120(74.5)	5(3.1)	161	1.0
7.1	338	2(1.3)	2(1.3)	8(5.4)	13(8.7)	108(72.5)	16(10.7)	149	1.0

欄内の数字は虫卵数を示し()内は百分比

ね5~80%以内に止まっていた。

死卵は尿尿撒布後69日経過後の10月6日の検査時までには1個も発見されない時もあったが、それ以後毎回10月の終りにいたるまで(90日経過後)検出されるに至った。但しその総検出虫卵数に対する比率は必ずしも大き

くなく、1%内外を上下していた。

次に11月初めより12月末にいたる時期、すなわち尿尿撒布後101日より151日にいたる期間にあつては、総検出虫卵数に対する仔虫期卵の占める割合は、1~2の例外を除いて、ほぼ65~75%を示しており、その他の虫

卵も大部分 (大約20~30%) は蛭蚪期にまで發育していた。なおこの間における総検出虫卵に対する死卵の比率は10月期におけると大差はなかつた。

越冬期たる1月, 2月は, 尿尿撒布後 160日ないし 211日に該当しているが, この期間においても仔虫期卵の総検出虫卵中に占める比率はほぼ11~12月期と同様である。ただこの期間にあつては死卵の占める比率が, それ以前の検出時に比してやや高く (最高約7%) なつてゐることが注目される。

次で温暖期たる3月, 4月, すなわち尿尿撒布後 220~260日における仔虫期卵の総虫卵数に対する比率は, おおむね1~2月期と大差なく, その少い時で33%, 多い場合で68%を示していた。また發育期 (多細胞期~蛭蚪期卵), および死卵の比率もしたがつて前1~2月期とさしたる相異は認められなかつた。ただ尿尿撒布後 220日以上を経過した本時期にあつても, なおきわめて少数ではあるが単細胞期のままに止まる虫卵の存在が認められることは注目に値する。

その後の虫卵の消長に関しては5月27日 (尿尿撒布後 290日) および7月1日 (同 338日) の両回これを検査したのであるが, この両期の検査の結果は, 全虫卵数に対する仔虫期卵の比率が増大し, おおむねその70%以上を示していることが注目される。思うにそれまで仔虫期までに發育しなかつた生卵中, 気候の温暖化とともに仔虫期にまで發育したものが増加したためであろう。又死卵の比率は7月においては, いままでの検査成績中の最高を示し, 約10%に達していた。

b. 検出虫卵の定量的観察

実験開始当初においては, 乾燥 1gの土壤中には無数の蛭虫卵が検出され, その算定が困難な程であつたが, その後虫卵の検出密度は特に8月より9月にかけて次第に減少する傾向が認められたので, 11月以降にあつては, 随時その定量的観察を試みることにした。定量的観察を試みた時期とその虫卵数は第3表の如くである。

いまこの表により 1g当りの虫卵数を見ると, 4月7日 (尿尿撒布後 253日経過) の検査においては 1g当り 532個が検出され最高を示し, その後4月14日 (同 260日) の78個が最低値を示している。また6月28日イネを植付けた後の7月1日 (同 338日) の最終検査においては 1g当りの検出虫卵数は 149個となつている。

いま以上の結果を概観すると, 検出土壤 1g当りの含有虫卵数には, かなりの変動がある (約80~540) が, この検査期間を通じて, 尿尿撒布後における虫卵数が時

第3表 実験田における土壤 1g 当りの
月別検出虫卵数

観察月日	経過日数	検査土壤g	虫卵数	土壤1g当り虫卵数
11.26	120	0.9	179	198
12.4	128	1.0	210	210
1.16	171	1.0	252	252
2.25	211	1.0	133	133
3.5	220	1.0	395	395
4.7	253	0.9	479	532
4.17	260	3.0	234	78
5.27	290	1.0	161	161
7.1	338	1.0	149	149

平均 305

間の経過とともに次第に減少しているとは云えない。換言すれば11月以降における土壤中の密度は, 実際においてはさしたる変動を示していないだろうことが推定される。

4) 気象状況

第4表は実験地より約8km 離れた熊谷測候所の資料であるが, 各月の平均気温の最高は8月で26.2度, 最低は2月の1.8度であつた。

第4表 実験期間中の気象条件

年月	気 温 (°C)			地表面温度 (°C)			湿度 %	降雨量 mm
	最高	最低	平均	最高	最低	平均		
26.7	34.9	13.5	23.8	45.4	16.6	27.2	85.7	203.0
8	36.0	19.4	26.2	53.3	22.8	32.1	82.8	90.3
9	31.1	9.1	19.6	38.8	13.1	22.7	81.3	135.2
10	28.3	6.5	16.5	31.6	10.1	18.7	80.0	117.8
11	22.2	-2.0	9.8	22.4	0.6	11.0	70.4	49.6
12	18.9	-2.9	6.3	16.9	-0.4	6.1	62.3	10.6
27.1	16.8	-4.9	3.5	15.3	-0.8	3.8	51.2	54.0
2	12.5	-5.4	1.8	15.2	-0.9	3.8	66.4	46.0
3	18.6	-3.1	6.5	29.7	-0.2	8.7	65.5	112.0
4	25.9	-0.3	11.8	36.2	1.2	14.7	73.5	146.0
5	28.2	5.8	16.8	46.5	9.3	21.4	70.3	79.6
6	30.3	9.9	20.8	41.7	11.9	23.7	80.6	315.8
7	33.4	18.2	24.2	42.8	21.5	28.2	84.8	128.1

(実験地より約8km 離れた熊谷測候所資料による)

降雨量は6月の315.8mmが最高で, 12月は僅かに10.6mmで最低を示し, 11月, 12月, 1月, 2月の冬期間は降雨量が少なかつた。湿度は夏期に高く, 何れも80%を越し, 冬期は低く1月は51.2%で最低を示した。

考 按

1. 文献的考察

土壤に撒布された蛔虫卵の消長に関しては外国では早くは Brown (1927) の報告があるが、本邦においては、古くは越智 (1932) の報告がある。すなわち越智は普通の野菜畑で、日当り良好地質肥沃な土地において行った実験では、全く自然の状態で行ったことは云い難いが、土壤が適当な水分を含有する間は極寒極暑と雖も死滅せず、永く生存することを認めている。またさいきん角 (1953) は植木鉢を用い、そのままの場合と、藎で蔽つた場合、室内、軒下、屋外で観察を行っているが、これによれば7~8月の候は直射日光を受けた場合速に乾燥し、同時に土の温度は甚しく高温になるため、これらの影響によって虫卵は速に死滅する。ただし乾燥状態におかれた場合でも、気温の低い時には長く生存する。また土表を藎で蔽つた場合には屋外において多数の仔虫が2カ年以上生存していることを認めている。更に同氏は畑地に、受精卵を多数含む人糞より集卵した虫卵を深さ3 cm, 9 cm, 15 cmの土中に撒布し、虫卵の発育、生存を自然環境の下で実験しており、蛔虫卵が地上に撒布された場合それが地表に止まると、地中に埋没されるのではその運命にいちぢるしい相異を生ずることを報告している。すなわち地表にあるものは気温の低い季節には永く生存するが、気温の高い季節には速に死滅する。たとえば8月下旬に撒布されたものはよく越年して245日にわたって生存したが、7月下旬に撒布されたものは僅に24日間生存したにすぎなかつた。これに反し地中に埋没されたものはわずかに3 cmの深さでもよく2年余を経た今日なお生存しつづけている、と結論している。

また小林 (1955) は砂質壤土質地に、糞便内卵を常水で稀釈し、上層(0~0.5 cm)、中層(5 cm内外)、下層(10 cm内外)の3層に撒布し、一方は自然のままとし一方は日除けを設けて実験を行い、直射日光下の日向土壤内卵は日陰よりも発育が促進され、1カ年程度の長期観察においてその変性卵比率は日向土壤上層部0~25%、日陰土壤上層部は0~17.9%で、日向土壤内卵中の変性卵数は日陰土壤内卵中のそれに比してやや高率を示す如き傾向が見られたことを報じている。

小宮・和泉・伊藤 (1955) は土壤内蛔虫卵の越冬および生存状況をポット内及び土框内土壤で実験を行い次の如く報じている。即ち169日経過後の夏季採取の土壤中では大部分がすでに運動を認めうる仔虫包有卵まで発

育し、そのうちポット内乾燥地区土壤においてはすでに蛔虫卵の過半数がおおむね死滅しているのが認められた。ポット内灌水土壤中蛔虫卵に関しては夏季を通じてあまり変動はみられなかつたが終回検査(357日目)においては仔虫包有卵のあるものは死滅していると思われるものが認められた。なお504日目に採取せる木框内土壤でも生存している仔虫包有卵をかなり認めた。

一方蛔虫卵が水中において生存し、発育することはよく知られている。すなわち越智(1932)は卵を大量の水中に貯蔵しておいてもこれらはよく生存、発育して仔虫を形成し、12カ月より16カ月間に及ぶことを観察し、腐敗した水中でも醗酵の著しくないときは虫卵のよく発育することを認めている。又自然界の溝水中に置いた卵も発育して仔虫を形成することを認めている。

以上諸家の自然環境下におこなわれた野外モデル試験又はこれに類似した実験成績を総合すれば、土表ないし土壤内蛔虫卵は、適当なる温度と水分又は湿度のある場合はよく発育し又かなりの長期間にわたって生存するということになる。しかし、以上諸家の観察ないし実験は、実際問題としては、畑土に撒布した虫卵の消長に擬すべきもので、土表上一定期間水を張り、その後落水せしめる水田における状態とは可成り事態が異つていたので、これを以て直ちに水田中における蛔虫卵の運命を類推することは危険である。で、私はここで、以下私の行った以上の試験結果を基として、之れを如上の諸家の成績と対比しつつ、これらの諸点に関して若干の解析を試みたい。

2. 水田中の蛔虫卵検出に関する問題

土壤中の蛔虫卵は既述のように、その蛋白被膜が黒変して、透過光線を遮り、そのままでは卵内容の発育程度が全く不明の場合が少くない。卵内容を明視するため、従来の諸家は、まづこれを予めアンチフォルミンを以て処理、蛋白膜を剥離、除去した後、例えば高比重の硫酸水溶液を用いて、虫卵を浮游、蒐集する方法をとつている。しかるに水田中の土壤内には、蛋白膜を剥離した蛔虫卵にきわめて紛らわしい虫卵が混在して、しばしば蒐集されることは、これ又前にのべたとおりである。この蛔虫卵類似虫卵は、おおむね6月より8月の候にかけて多く出現するものであるが、その出現状況を見るに、ある一定時期には急激に多数の出現を見るが、その後しばしば突然として消滅する経過をとるものようである。これが果して如何なる種類の虫卵であるかは不明であるが、卵内容は、ほとんどその大多数は多細胞期のもの

であり、卵の大きさ、形状、卵殻の厚さ、色調から云つて、多細胞期の蛔虫卵と甚だ紛らわしいものである。

ただし、この類似虫卵は、仔細に之を検鏡するときには、卵殻の最内層の薄層部に該当する部分の微細構造が、蛔虫卵とやや異なるので、その相互鑑別は可能なものの、この鑑別のためには、一々各虫卵を油浸装置にかけて精査する必要がある、大量的観察を必要とする場合にはその煩にたえない。

そこで私は、その煩しさをさけるために、蒐集虫卵を予めサラシ粉を用いてその蛋白膜を漂白するという方法を考案し、この方法を採用した。この方法によれば蛔虫卵はその蛋白膜を附着したまま検出され、かつ蛋白膜の存在によりその鑑別が容易であり、第二にその透明化の故に卵の發育程度も容易に判別しうる。よつて私は、かような類似虫卵の混入のおそれがあるような場合には、私の考案したサラシ粉による蛋白膜を予め漂白するという検査方法は、その操作中において多数のガス小泡を生ずるといふ欠点はあるが、一般に利用しうべきものと考へられる。

3. 水田中における蛔虫卵の分散密度について

私の実験田においては、7月29日蛔虫卵を含む尿尿を撒布して以来11月まで、採取土壤の適量を検し、おおむね検出全虫卵数が 110~120個に達するまで検査しつづつたのであるが、その間9月頃までに次第に減ずる傾向があつたので、11月下旬より随時虫卵の定量的観察を行うこととした。その結果はすでに第3表にかかげた如くであるが、いままづ11月にいたるまでの土壤中の虫卵密度の減少について若干の考察を試みることにする。

すでに記したように、私の実験田にあつては、四周を畦で充分囲み、降雨等に際しても虫卵が外部に流出することなきように配慮してあり、水田に張つた水が自然に減少した人ので落水せしめるために畦の一部を外すことをしなかつたので、この期間における虫卵の減少がその実験田外部への流出にあるとは考えられない。一方尿尿撒布より8月一杯は丁度田草取りの時期に当り、水田に立入り除草を行い、又10月27日にはイネ刈りを行つていたので、当初地表に撒布された虫卵は、かかる操作により少くとも深さ5cm内外の土壤中に分散せしめられることになり、おそらく、主としてかかる条件が虫卵の密度を低下せしめた原因となつているのであろう。

かつて松林および角(1951)は水稻植付後の水田に尿尿撒布後虫卵の調査を行い、9月以降これが消失したこ

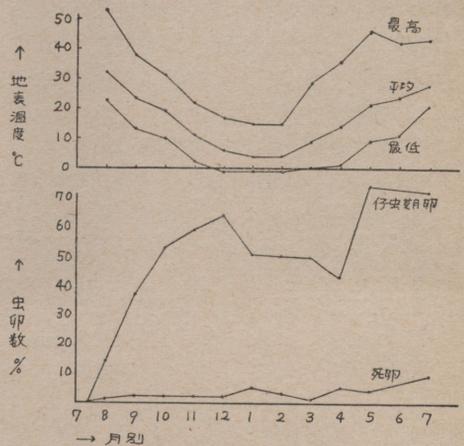
とを報告しているが、おそらくこの場合には、その後の農耕、落水作業により、虫卵の密度が小になつたため検出しえなかつたのではないか、ということとその原因として考へうる。

いづれにせよ私の実験の場合においては、虫卵密度はかく一旦稀薄化した傾向があるにも拘らず、その後引きつづいて翌年の7月に至るまで、多数の仔虫卵を含めて継続的に認められている。

次に11月以降翌年7月までにいたる時期に、その間数次の虫卵密度の定量的観察を行つた結果によれば、その間1g土壤内の密度は約2~3倍の変動を示しているものの、これが逐月的に減少しているということは認められない。たとえば2月検査の虫卵数1g当り133個に対して、同5、7月の検査の数字はむしろ高率を示している。思うにこの間における土壤1g内虫卵のかような変動結果は、既記の操作により虫卵が土壤中に一応分散化したとは云え、なお局所的にはその分布密度の濃淡が存在しているために基くものと考えた方が妥当であらう。

4. 各期虫卵の月別推移

水田土表および土壤中に混在せる虫卵の消長に關係を有しうる要因としては、気温、地表温、気湿、降雨などが一応考へられるが、土表および土壤が一応湿潤している限り、気温および降雨量の直接的な影響はさして考へられない。むしろ温度がその發育ないし変性に特に影響を与えると考えられるが、温度のうちでも特にこれに直接の影響を与えるのは地表温であらう。第1図は実験中の蛔虫卵中、とりわけ感染に直接關係のある仔虫卵



第1図 月別平均の仔虫卵数、死卵数及び地表温度

と死卵の月別推移を地表温のそれと対比せしめたものである。

いまこの図を見ると、全検出虫卵に対する仔虫期卵の比率は、8月より漸次上昇して11~12月の時期にあつては一応最高となり、平均して全虫卵数の60%内外を示すにいたるが、その後反対に漸減の傾向を辿つて4月にいたる。いまこの間における地表温の推移を見るに、平均地表温は8月期約32°Cより漸次低下し、11月にいたつて約11°Cとなつてゐる。元来蛔虫卵の發育は恒温においては大体14~15°Cから發育を開始するものと云われているが、平均気温11°Cの11月にあつても最高地表温は30°Cに達しているのだから、この場合実験田地表温は、なおイネの陰になつてゐる關係上これより多少低目とみても、この間わずかではあるが發育は促進されてゐると認めることができる。かくして8月より11月にいたる地表温の下降に比例して、仔虫期卵にまで發育するものの累積比率は全体として上昇線を示しながらも、その上昇速度は漸次緩慢となり、ついに12月に至つて一応のピークに達するものと思われる。

1月期より4月期までの仔虫期比率の緩慢なる下降傾向が生じているが、これは12月より3月にいたるまでの低下率（平均温5°Cないし0°C以下）にしたがつて卵の發育は概ね停止し、この期間中に新に仔虫期にまで到達するものなき反面、仔虫期卵おも含む死卵率の緩慢なる増加が生じたためにかかる仔虫期比率の総合的低下が生じたものと解しえられる。

5月期にいたれば仔虫期卵比率は急速に増加しているが、7月にはこの比率はむしろ多少低下傾向を示している。これは恐らく、4月期以降平均地表温がその發育限界の15°Cないしそれ以上（最高位は約35°C）に達するため、未だ仔虫期に達しなかつた虫卵の仔虫期にまで發育するものの比率が急激に増加したためと解しえられる。一方5月より7月期にかけての死卵率の増加が、その内の仔虫期卵率の騰勢を鈍らせているものと考えられる。

なお8、9月の最高地表温が50°C以上に達しているにも拘はらず、この期間における死卵率が案外少いのは、当時は丁度イネの成長期に当るため、大部分の水面および地表は直射日光をさえぎられ、事実上は以上の温度をかなり下廻つてゐるためであろうと推定される。

5. 水田撒布蛔虫卵の感染上における意義

以上私は、水田中に撒布された蛔虫卵の時期的推移に考察を加えつつ観察したのであるが、その結果を綜合すれば、水田中における蛔虫卵はその抵抗力意外に強く、習慣的にその撒布が行われる夏期に速に發育して9月に

はすでにその約40%は仔虫期となるが、かかる総虫卵数に対する仔虫期卵比率は、その後増大するともいささかの減少を示さずして、年余にわたつてその存在をつづけるということが明らかとなつた。いま、かかる状況を畑ないし直接土壤上に撒布された蛔虫卵の消長と比較すれば、後者に比して前者の方がむしろその死滅率が低く、したがつて、より長期にわたり、しかもより多数直接感染可能なる仔虫期卵として存続をつづけているものと考えられる。

かかる事實は、多数の仔虫期卵の長期にわたる存続という意味、すなわち感染源の温存という意味においては蛔虫感染の予防上は、たしかに不利である。

しかし一方、水田には畑におけるが如く直接これらから虫卵を媒介して、その径口的侵入の原因となるがごとき野菜類の栽培は極めて少なく、この限りにおいてはその媒介ルートは存在せざるものごとくである。また水田中の虫卵は、これから手指を媒介物として口に侵入する確率も畑土中の虫卵に比して、はるかに小であることが推定される。さらにこれらの虫卵が蛔虫感染の第3のルート、すなわち飛塵となつて撒布される程度を考えると、これ又畝土中のそれに比して、その飛塵撒布の確率は、はるかに小さいと考えられる。もつとも乾田、2毛作地帯においては、早春の候晴天が連続した場合においては、有風時にはそこより多少の飛塵を生ずることは考えられるが、湿田および半湿田においては、年間を通じてこれらが飛塵を媒介としての感染ルートになり得る可能性は至つて少ないものと解せられる。之を要するに水田中に撒布された蛔虫卵は、それ自体としては極めて有力な感染源たりうるものではあるが、その人体侵入の感染ルートの大部分が社会生態学的に遮断されているので、これが人体感染の実際的な意義は、むしろ畑土上に撒布された場合に比しては少ないものと考えられる。

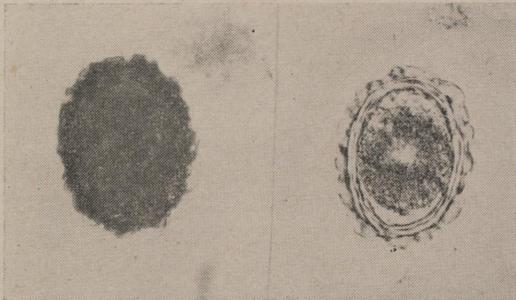
要約

私は特に関東地方において水田に尿尿を撒布して耕作する風習のあることを知り、これが実体調査を行い、併せて蛔虫卵含有尿尿を水田にモデル試験的に撒布して、約1カ年間の観察を行った。その結果は次の如くである。

1) 水田中の蛔虫卵の検査およびその發育程度の観察には、予め蒐集虫卵をサラシ粉でその蛋白膜を透明化しておくことが便利である。

2) 夏期水田中に撒布された蛔虫卵は速に仔虫期までの発育をとげる。かかる仔虫期卵の全虫卵数に対する比率は年間を通じてかなり大きな程度において存在し、かつかかる比率において年間を通じて生存している。

3) したがって蛔虫感染源の温存という意味においては、水田中の虫卵は、その死滅がむしろ速な傾向のある畑土中のそれよりもその意義が大である。ただし社会生態学的に見ればその感染ルートの大部分がある程度まで遮断されているので、実際に蛔虫感染を生起せしめる度合は、畑土に撒布されたそれと比して少いと考えられる。



汚染蛔虫卵

サラシ粉で漂白した蛔虫卵

稿を終るにあたって御指導、御校閲をたまわつた予研寄生虫部長小宮義孝博士に深謝するとともに、有益な御援助をいただいた予研寄生虫部及び埼玉県行田保健所試験室の諸氏に厚く感謝の意を表します。

文 献

1) Brown, H. W. (1927) : Studies on the rate of development and viability of the eggs of *Ascaris lumbricoides* and *Trichiuris trichiura* under field conditions, *J. Parasit.*, 14, 1-15. —2) 菅木賢司(1950) : 野菜、土等の中に存する蛔虫卵の浮游検査法について, *医学と生物学*, 16(1), 58-60. —3) Kenshi Fueki(1952) : On the modes of ascaris infection, *Keio J. Med.*, 1(1), 21-34. —4) 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. —5) 小林昭夫(1955) : 群馬県地方に於ける蛔虫自然感染様式に関する研究, 第4報 とくに土壌内蛔虫卵の季節的発育及び長期自然放置による変性状況について, *北関東医学*, 5(2), 41-49. —6) 小宮義孝・和泉精一・伊藤信吾(1955) : 清浄野菜栽培土壌における蛔虫卵

の検査と土壌内蛔虫卵の越冬および生存状況について, *日新医学*, 42(8), 451-458. —7) 松林久吉・角博通(1952) : 水田中に撒布された人尿中の蛔虫卵の運命, 1951年度 神奈川県衛生研究所年報〔報文第10号〕, 17-20. —8) 越智シゲル(1932) : 自然界に於ける蛔虫卵子の発育及び其の感染経路に関する実験的研究, *日新医学*, 21(5), 733-784. —9) 小泉誠治(1926) : 自然界における蛔虫卵の発育, *児科雑誌(会)*, 316, 71-73. —10) 角博通(1953) : 自然界における蛔虫卵の発育および生存期間に関する実験的研究, 1, 地表面に撒布された蛔虫卵の運命, *日新医学*, 40(9), 541-518. —11) 角博通(1953) : 自然界における蛔虫卵の発育および生存期間に関する実験的研究. II. 遮蔽物の下における発育および生存期間, *日新医学*, 40(10), 555-559. —13) 角博通(1953) : 自然界における蛔虫卵の発育および生存期間に関する実験的研究, IV. 土壌中に埋没された卵の発育ならびに生存期間, *日新医学*, 40(12), 662-671.

Summary

The author made a survey on the custom of distributed human nightsoil into the rice paddies as a fertilizer. In the nightsoil a gross number of ascaris ova are contained usually. In order to know the fate of ascaris ova in the rice paddies thus distributed with the nightsoil the author distributed ascaris ova into the model rice paddies and made the observation of their fate and the result was as follows.

1. On examining the developmental stage of ascaris ova from the rice paddies the author considers it more convenient to treat them previously before the microscopic observation. When thus treated the color of the protein membrane of ova became transparent, which enables the observation of the embryo more easily.
2. Ascaris ova distributed in the rice paddies in summer were found to develop to those of larval stage rather rapidly. The ratio of such living ova to the total number recovered was found to be considerably high throughout the year.
3. From the practical point of view ascaris ova distributed into the rice paddies should be evaluated to be less significant as a source of infection, because, as compared with those distributed in the field, they seldom have chance to attach to vegetables and hands through which they are only infective to human being.