

鉤虫の越年に関する研究

岡山大学医学部北山内科教室 (主任 北山教授)

医学士 若松 康弘

[昭和 27 年 9 月 10 日受稿]

第一章 緒 論

鉤虫症は広く世界各地に見られるが殊に温暖なる亜熱帯及び熱帯には非常に多く、寒地には少い事から見ても気温が鉤虫の蔓延にとり重大な因子である事が判る。而して高温に対する鉤虫卵及び成熟仔虫の抵抗竝に高温に於ける孵化発育に関する研究は既に幾多の先人により行われている。之に比し低温に対する試験は文献上にも比較的数少ない様である。現在鉤虫感染は主として経皮的に行われると一般に認められているが、之は終て土壌中に存する成熟仔虫によるもので、感染の機会を待つ之等仔虫及び卵が果して冬期も土中に生存して越年するか否かを見んとして次の如き実験を行った。

第二章 実験材料竝に実験方法

第一節 実験材料

1. 土壌 学内畑地のものを用いた。之は粗砂以上の大なる粒子を交えないもので、土中の自由生活線虫及びその他の原生動物の侵入を防ぐため、この土壌を鉄板上にて加熱し、且大なる夾雑物を除いた。この土壌を風雲堂製直統式水素「イオン」濃度測定器で計測し、pH 5.7 であつた。上述滅菌土壌を室内の大なる陶器中に收め、要に臨み使用した。

2. 鉤虫卵竝に仔虫、鉤虫としては *Anchylostoma duodenale* Dubini と *Anchylostoma caninum* Ercolani との二種を用ひた。以下人鉤虫及び犬鉤虫とはこの二種を指すものである。

人鉤虫の虫卵は入院患者の新鮮便より、犬鉤虫のそれは教室にて飼育せる鉤虫感染犬より採取し、成熟仔虫は瓦培養法により 27°C

の孵卵器内で 1-3 週間培養したものをを用いた。

3. 素焼の植木鉢、口径 19cm、深さ 20cm、底径 1.7cm のものを使用した。

4. 土壌採取管 (Soilsamplingtube) 及び土壌採取用筥、管は内径 6cm 長さ 25cm の真鍮製観音開きの円筒で内側に縦に 2cm 置きを目盛を附し 2cm を 1 区劃とする。之は土壌に垂直に挿入して土壌を採取するものである。次に筥は管より土壌を取出す為用いるもので先端が円筒の内径に一致し之も真鍮製である。

5. Baermann の仔虫分離装置、使用漏斗は口径 12cm、深さ 11cm、漏斗管根部より管底開閉器迄約 15cm、筥は内径 8cm、深さ 2.5cm、金網の網目 1mm 平方、「ガーゼ」は二枚重ねを用ひる。

第二節 実験方法

第一項 実験目的及び実験概要

植木鉢に滅菌土壌を夫々 8 分目迄入れ、之に一定の湿度を与へ、所要数の虫卵又は成熟仔虫を鉢の中心部に撒布する。之等の植木鉢を 2 群に分ち 1 群は戸外に出し他群は 27°C の孵卵器に收め、1 週置きに鉢内の土壌を Soilsamplingtube で採取、地表より 2cm 毎の仔虫数を調べ冬期に於ける土壌虫鉤虫仔虫の垂直的分布の変化を見、又冬期撒布した虫卵を翌春培養して鉤虫の越年の有無を検査した。

第二項 実験方法

1. 糞便稀釈及び鉤虫卵竝に仔虫数算定、検査する土壌に対して撒布する糞便量が大となり実験に不便を来す事を避ける為、次の如き方法を取つた。即ち、瓦培養法の際の操作と同じく、1 回量の含卵便を 1 立入りの「ガラス」容器に取り之に大量の水を加えてよく攪拌したものを大なる夾雑物を除くために前

述の篩で濾過する。その濾液に就き、浮游物の沈下するのを待つて上清を捨て、之に再び水を加え攪拌する。

斯かる操作を数回繰返し甚しい便臭の消失するに至つて上清を捨てた残りの液を更によく攪拌の上「メスピペット」を用いて正確にその 0.1cc. を取り、この中に含まれる虫卵を顕微鏡下で数え必要数の虫卵を含む液量を算出する。又仔虫に就ても、瓦培養基より仔虫水を採取し同様方法により算定する。但し、この際仔虫の游走による算定困難を避けるため、仔虫水を軽く加熱し、仔虫を死亡静止せしめる。

2. 虫卵、仔虫の撒布及び土壤の湿度保持、虫卵及び仔虫は後に行う土壤採取の際都合のよい様に鉢の中心部に撒布する。又土壤の湿度は仔虫の垂直移動に大いに影響する (Augustine¹⁾) 故湿度の保持の爲虫卵又は仔虫撒布前に土壤表面に一様に水道水を撒布した。戸外に出すものは鉢の土壤面が外部の地面と同一面に來る様に土中に埋め、孵卵器内に収めるものにはガラスの蓋を施し、又随時水分を補給して土壤の乾燥を防いだ。

3. 土壤の湿度測定。毛受²⁾の法によつた。即ち一定量の土壤の重量を計測し、次に之を磁製皿に入れて加熱し、水分の蒸発を持

第 1 表 鈎 虫 仔 虫 の 越 年

検 査 月 日	検 査 時 刻 (時)	天 候	湿 度		気 温				人 鈎 虫 仔 虫			犬 鈎 虫 仔 虫		
			大 気 (%)	土 壤 (%)	検 査 時 (C°)	土 壤 内 (C°)	一 日 平 均 (C°)	最 低 気 温 (C°)	戸 外 虫 ニ 於 ケル (隻)	27°C 孵 卵 器 内 仔 虫 数 (隻)	戸 外 存 ニ 於 ケル (%)	戸 外 虫 ニ 於 ケル (隻)	27°C 孵 卵 器 内 仔 虫 数 (隻)	戸 外 存 ニ 於 ケル (%)
18/X	2.P.M	晴	73	19.1	24.0	25.0	16.3	8.7	各虫卵約1000ツツ撒布					
24/X	2.P.M	晴	77	12.3	22.7	23.1	13.9	4.7	262	905	29	441.5	914	48
1/XI	2.P.M	晴	75	11.4	18.7	19.5	9.7	1.0	140	899	16	214.5	903	24
8/XI	12.A.M	曇	84	15.0	14.8	14.1	12.0	8.5	105.5	894	12	171	897	19
15/XI	1.P.M	晴	63	13.5	15.0	16.2	9.1	6.4	14	881	1	26.5	891	3
22/XI	2.P.M	曇	84	13.9	19.0	18.1	13.7	7.4	0	851	0	5.5	870	1
29/XI	2.P.M	晴	76	12.5	13.4	12.0	9.6	3.6	0	830	0	0	872	0
6/XII	2.P.M	晴	55	12.9	7.7	9.2	4.6	1.4	0	/	0	0	/	0
13/XII	2.P.M	曇	80	18.1	11.0	10.0	9.1	5.9	各虫卵950ツツ撒布					
20/XII	2.P.M	晴	83	12.9	10.0	8.6	7.1	3.5	0	/	0	0	/	0
27/XII	2.P.M	雪雨	82	20.3	7.6	6.0	4.0	-0.6	0	/	0	0	/	0
2/I	2.P.M	雨	91	20.5	9.5	8.7	7.0	6.2	各虫卵約1000ツツ撒布					
9/I	2.P.M	曇	88	16.0	8.2	5.8	4.7	-0.4	0	/	0	0	/	0
16/I	2.P.M	曇	85	15.2	8.6	6.0	3.3	-2.4	0	/	0	0	/	0
23/I	12.A.M	晴	63	12.5	6.1	6.6	3.7	-0.8	各仔虫Ca 1200隻ツツ撒布					
30/I	2.P.M	雨	93	20.5	13.5	8.5	9.4	4.3	0	981	0	0	1010	0
6/II	2.P.M	晴	80	11.7	9.0	7.1	1.7	4.5	各仔虫約1200隻宛撒布					
13/II	2.P.M	曇	59	13.6	6.4	5.2	4.6	3.8	0	/	0	0	/	0

ち再度重量を測定する。斯くして減少せる重量を含有していた水分と見做し、之より百分率を計算し土壤の湿度とした。

4. 気温及び湿度(大気)の測定。之等は鈎虫卵及び仔虫に対し、持続的に間断なく変化しつつ作用するものであるが、之が追求は不可能である。その為、気温に関しては測定日の一日平均気温、最低気温及び検査時の気温を測定し、然も検査時刻は1日の内最高気温を示す正午より午後2時の間の時刻である。又湿度は乾湿寒暖計により算出し、検査時の湿度を以て表した。

5. Baermann の分離装置による仔虫分離 60°C 前後の温湯を用い、その作用時間は 10

-12時間とした。「スピッツグラス」に採つた仔虫水は遠心沈澱してその沈渣を載物硝子にとり計算を便ならしめる為、仔虫を加熱死せしめて顕微鏡下で算定した。

第三章 実験成績

第一項 対照実験

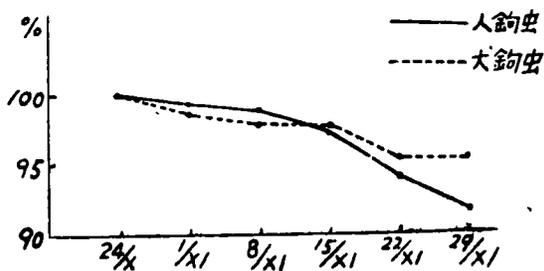
10月18日、人及び犬鈎虫卵を夫々約1000個宛撒布したものを27°Cの孵卵器に入れ1週間置きにその仔虫数を見るに両鈎虫共撒布後6週を経過するも著明な減少は見られなかつた。即ち、両鈎虫の孵化率は夫々90.5%、91.4%で、成熟仔虫の生存率は6週後に於ても第1週後(24/X)の仔虫数の91.7%、

第2表 27°C 孵卵器内仔虫数及び生存率

検査月日	24/X	1/XI	8/XI	15/XI	22/XI	29/XI
A. D. 仔虫数(隻)	905	899	894	881	851	830
生存率(%)	100.0	99.3	98.8	97.3	94.0	91.7
A. C. 仔虫数(隻)	914	903	897	891	870	872
生存率(%)	100.0	98.8	98.1	97.5	95.2	95.4

A. D.—人鈎虫 A. C.—犬鈎虫

図1 27°C 孵卵器内生存率



95.4%であつた。(第一、二表、第一図)。

鈎虫卵撒布後1週間の仔虫の垂直的分布は第三、四表に見る如く仔虫の90.7%、92.3%は地下2cm迄にあり、最も深く存在するもので6-8cmの間にあり夫々0.4、0.1%であつた。(第2週以後の仔虫数及び垂直分布の表は変化が非常に少い為省略する。)

第3表 人鈎虫仔虫の垂直分布(27°C 孵卵器内)

検査月日(週)		10月24日(1)						
土壤湿度(%)		21						
深さ(cm)		0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	合計
鈎虫仔虫数	容器 1	798	64	10	4	0	0	876
	番号 2	843	74	12	5	0	0	934
	合計	1641	138	22	9	0	0	1810
	平均値	820.5	69	11	4.5	0	0	905
	分布百分率	90.7	7.7	1.2	0.4	0	0	100

[註] (週)は鈎虫卵撒布後の経過時日とす。

第4表 犬鈎虫仔虫の垂直分布 (27°C 孵卵器内)

検査月日 (週)		1 0 月 2 4 日 (1)						
土 壤 湿 度 (%)		2 1						
深 さ (cm)		0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	合 計
鈎虫仔虫数	容 器 1	813	71	12	1	0	0	897
	番 号 2	875	52	3	1	0	0	931
	合 計	1688	123	15	2	0	0	1828
	平 均 値	844	61.5	7.5	1	0	0	914
	分 布 百 分 率	92.3	6.7	0.8	0.1	0	0	100

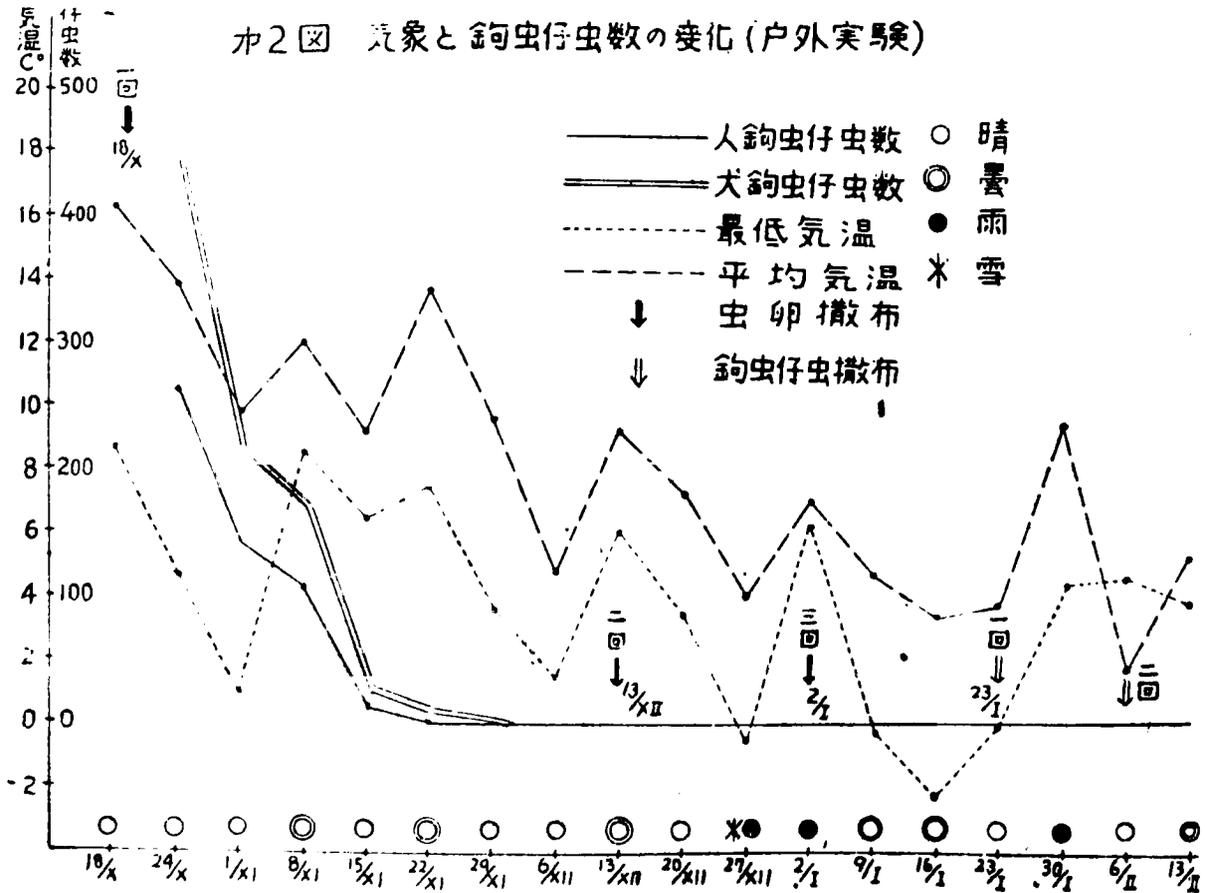
〔註〕 (週) は鈎虫卵散布後の経過時日とす。

第二項 本実験一戶外実験 (18/X-13/Iの間)

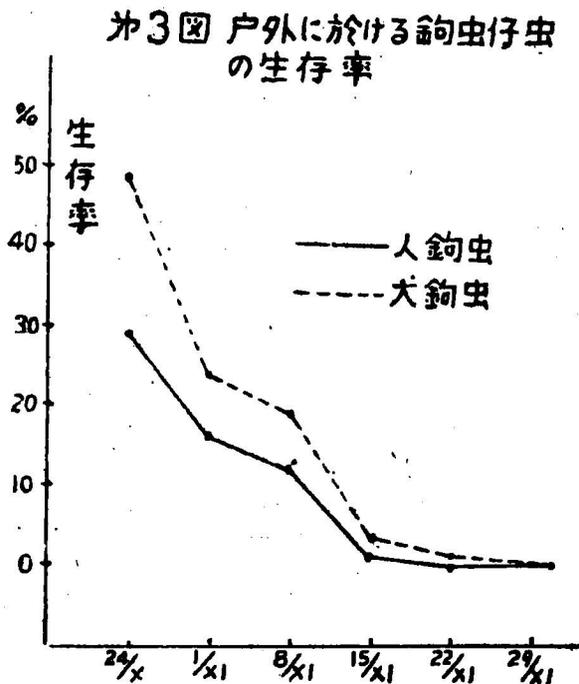
第一表に見る如く戶外に於ける人及び犬鈎虫の孵化率は26.2%, 44.2%であつたが夫々虫卵撒布後5週(22/XI), 6週(29/XI)には死滅し尽した。その間平均気温16.3°C-9.1°C, 最低気温8.7°C-1.0°C 土壤湿度19.1%-11.2%であつた。その後12月1日, 1月2日, 2回にわたり人及び犬鈎虫の虫卵950, 1000個宛撒布するも虫卵の孵化发育は

行われなかつた。この間の平均気温9.1°C-3.3°C, 最低気温5.9°Cから-2.4°C, 土壤湿度20.5%-12.9%であつた。然して之等虫卵が好条件下にあつても孵化能力を失つてゐるか否かを見んとして3月3日前記孵卵器内に入れ1週後仔虫を検したが1隻も検出し得なかつた。仔虫数の変化を1週置に見ると人鈎虫で262, 140, 105.5, 14隻, 犬鈎虫では441.5, 214.5, 171, 26.5, 5.5隻と急速に減少しその曲線は第二図の如くなる。又之等

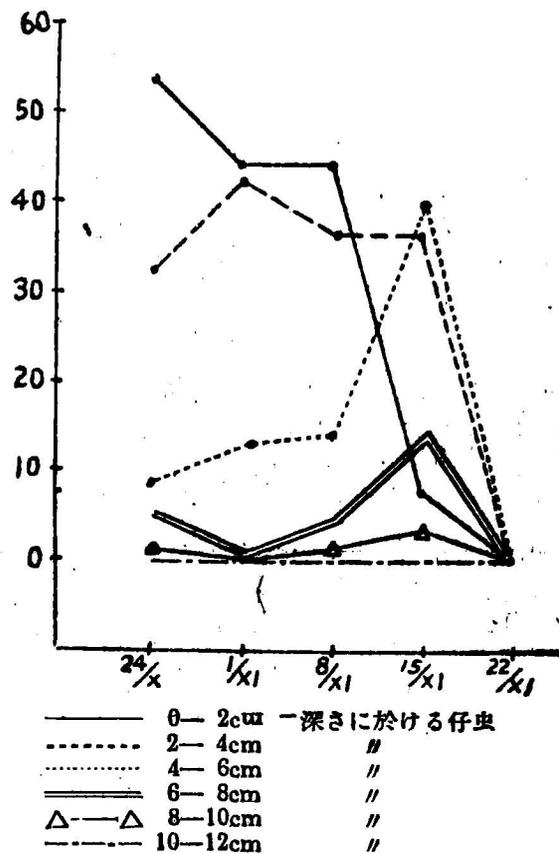
第2図 気象と鈎虫仔虫数の変化 (戶外実験)



仔虫数の孵卵器内仔虫数に対する百分率を生存率とすると、この生存率の変化を图示したものが第三図である。



カ5図 各層に於ける人鉤虫仔虫の分布百分率



カ4図 户外に於ける鉤虫仔虫の土中における垂直分布

仔虫の種類	人鉤虫仔虫					犬鉤虫仔虫				
	種日 深さ cm	24/x	1/x1	8/x1	15/x1	22/x1	24/x	1/x1	8/x1	15/x1
0-2	13.9	9.7	12.0	9.1	13.7	13.9	9.7	12.0	9.1	13.7
2-4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
4-6	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6-8	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
8-10	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
10-12	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

● 100 ● 10 ● 1

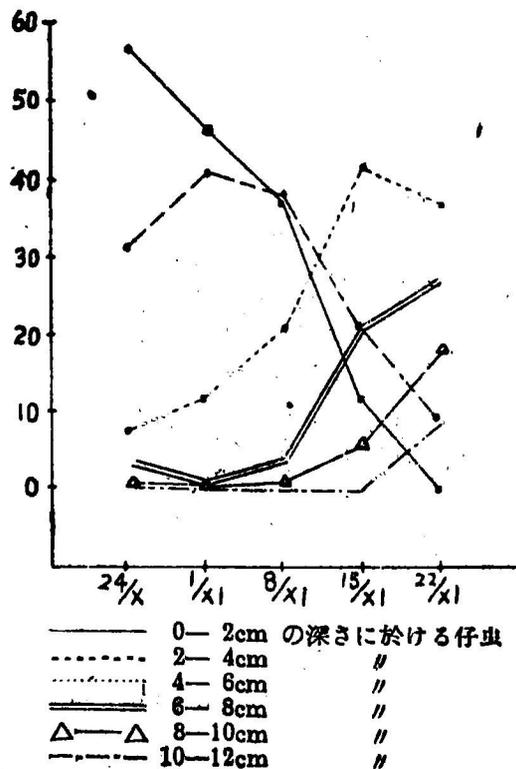
次に第五、六表は仔虫の垂直的分布の変化を経過を追って観察したもので、之を图示したものが第四図である。又各層に於ける仔虫数の百分率を图示すると第五、六図の如く、両鉤虫仔虫共、時日の経過と共に次第に表層の百分率曲線は下降し、深層の百分率曲線は上昇する。

以上より低温の来ると共に鉤虫仔虫は次第に地中深く潜入し遂に死滅する事を知る。

第二節 鉤虫仔虫撒布による実験

1月23日、2月6日の2回にわたり、鉤虫仔虫を夫々1200隻宛撒布した。孵卵器内仔

カ6図 各層に於ける犬鉤虫仔虫の分布百分率



第 5 表 戸 外 に 於 け る 人 鈎 虫 仔

検査月日 (週)		1 0 月 2 4 日 (1)							1 1 月 1 日 (2)							1 1		
平均気温(C°)		13.9							9.7									
最低気温(C°)		4.7							1.0									
土壤湿度(%)		12.3							11.2									
深 さ(cm)		0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	合計	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	合計	0-2	2-4	
鈎虫仔虫数	容器	1	173	97	21	10	1	0	302	72	63	21	0	0	0	156	54	45
	番号	2	105	72	25	17	3	0	222	51	54	18	1	0	0	124	38	31
	合計		278	169	46	27	4	0	524	123	117	39	1	0	0	280	92	76
	平均値		139	84.5	23	13.5	2	0	262	61.5	58.5	19.5	0.5	0	0	140	46	38
	分布百分率		53.1	32.3	8.8	5.2	0.8	0	100	43.9	41.9	13.9	0.3	0	0	100	43.6	36

第 6 表 戸 外 に 於 け る 犬 鈎 虫 仔

検査月日 (週)		1 0 月 2 4 日 (1)							1 1 月 1 日 (2)							1 1		
平均気温(C°)		13.9							9.7									
最低気温(C°)		4.7							1.0									
土壤湿度(%)		12.3							11.2									
深 さ(cm)		0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	合計	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	合計	0-2	2-4	
鈎虫仔虫数	容器	1	247	129	38	19	2	0	435	92	90	23	2	0	0	207	76	81
	番号	2	256	146	30	15	1	0	448	108	85	27	2	0	0	222	51	47
	合計		503	275	68	34	3	0	883	200	175	50	4	0	0	429	127	128
	平均値		251.5	137.5	34	17	1.5	0	441.5	100	87.5	25	2	0	0	214.5	63.5	64
	分布百分率		56.9	31.2	7.7	3.9	0.3	0	100	46.6	40.8	11.2	0.9	0	0	100	37.1	37.4

虫は何れも1週後に於て、その生存数は981隻(81.7%)、1010隻(84.1%)であつたが、戸外に於ては生存するものは皆無であつた。この間平均気温9.4°-1.7°C、最低気温4.3°-4.5°C、土壤湿度20.5-11.7%であつた。即ち、仔虫の生存は許されなかつた。

第四章 總括竝に考按

以上の実験成績を総括すると次の如くなる。27°Cに於て常に土壤の湿度を一定に保たしめる時は土壤表面に存在する鈎虫卵は1週間以内に孵化成熟し月余に及ぶも殆んど減少しない。又その垂直分布も人鈎虫、犬鈎虫共に深さ2cm以内に夫々90.7%、92.3%の

仔虫が存在し、地下6-8cm迄生存するものである。10月17日虫卵を撒布し戸外に放置したものの、その後の経過を見ると、1週間内に成熟した鈎虫仔虫は低温の来ると共にその垂直的分布状態を変え次第に地下潜入の傾向を示しつつ、その数を減じ遂に11月末には全く死滅した。而してその後の孵化及び仔虫の生存は見られなかつた。

又孵化及び生存率から見るに犬鈎虫卵及び仔虫が人鈎虫のそれに比し低温に対する抵抗が大である。

鈎虫仔虫の土壤中に於ける垂直的分布に就て Aekert³⁾, Augustine⁴⁾ 両氏は仔虫は土壤の表層半吋の間に最も多く生存すると云い、真

虫の土中垂直的分布の变化

月 8 日 (3)					1 月 1 5 日 (4)							1 1 月 2 2 日 (5)						
12.0					9.1							13.7						
8.5					6.4							7.4						
15.0					13.5							13.9						
4-6	6-8	8-10	10-12	合計	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	合計	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	合計
12	4	0	0	115	2	8	5	1	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0
19	5	3	0	96	0	2	6	3	1	0	12	0	0	0	0	0	0	0
31	9	3	0	211	2	10	11	4	1	0	28	0	0	0	0	0	0	0
15.5	4.5	1.5	0	105.5	1	5	5.5	2	0.5	0	14	0	0	0	0	0	0	0
14.7	4.3	1.4	0	100	7.1	35.7	39.3	14.3	3.6	0	100	0	0	0	0	0	0	0

虫の土中垂直的分布の变化

月 8 日 (3)					1 1 月 1 5 日 (4)							1 1 月 2 2 日 (5)						
12.0					9.1							13.7						
8.5					6.4							7.4						
15.0					13.5							13.9						
4-6	6-8	8-10	10-12	合計	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	合計	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	合計
44	5	1	0	207	4	5	10	6	1	0	26	0	0	1	2	2	0	5
26	9	2	0	135	2	6	12	5	2	0	27	0	1	3	1	0	1	6
70	14	3	0	342	6	11	22	11	3	0	53	0	1	4	3	2	1	11
35	7	1.5	0	171	3	5.5	11	5.5	1.5	0	26.5	0	0.5	2	1.5	1	0.5	5.5
20.5	4.1	0.9	0	100	11.3	20.8	41.5	20.8	5.6	0	100	0	9.1	36.4	27.3	18.2	9.1	100

島¹⁵⁾は多く表層 3-4cm に存し少数のものが 7cm の所迄生存すると述べている。余の実験に於ても 27°C に於てはその 90.7% - 92.3% が 2cm 内に存在していた。又 Augustine⁶⁾ は土壤の乾燥するにつれ、仔虫は地下に潜入し水が来ると共に地表に現れると述べているが、Payne⁷⁾ は仔虫の垂直移動の因子として土の大きさ、土壤の湿度及び土壤中の空気を挙げている。余は上述の実験成績よりして之等の因子に加うるに気温を以てしたいと思う。

低温に対する鈎虫卵の孵化及び鈎虫仔虫の抵抗に就ては Lambinet⁸⁾ は 11-12°C で卵が發育を始め 12°-13°C で孵化はするが仔虫

は成熟しないと云う。孵化し生熟仔虫となる最低温度に就ては Looss⁹⁾, Stiles¹⁰⁾ は 8°-10°C, Moco¹¹⁾ は 15°C を挙げている。Augustine⁶⁾ は 27°C では仔虫 9 週以上も生存するが 15°C の時は更に長く、0°C では 1 週以内に死亡すると述べている。本邦では飯豊¹²⁾ は鈎虫含卵便少量を試験管にとり同量の水を加え、之を水と塩を入れた容器に入れ、全く氷結させて再び取出し溶解するのを待つて培養する。斯くの如くにして氷結 3 時間に及ぶものはすべて死滅すると発表した。次に内藤¹³⁾ は 2 月より 3 月に至る間、鈎虫卵を一夜 17-20 時間寒冷に曝し、その後 7 日間瓦培養を行い次の結果を得た。即ち外気に触れ

た時間内の最低温度が $4.5^{\circ}-0^{\circ}\text{C}$ に及べば虫卵は全く孵化せず、又最低温度が 9°C の時は発育には何等の影響も与えないと示す。又南崎¹⁴⁾も鉤虫含卵便を畑地に撒布しても冬期には卵は発育せずして死滅し秋期畑地に生存せる仔虫も冬期には死滅すると述べている。以上諸家の成績から見て我国に於ては鉤虫仔虫の越冬は非常に困難なる事が考へられるが、事実余の実験よりしても鉤虫仔虫は11月末迄は総て死滅し越冬するものは全くなかつた。然して死滅の状態たるや、寒気の来ると共に僅かにても温度の高い地中深く逃れんとして

地中に潜入し遂に死に至るものである。

第五章 結 論

1) 冬期には鉤虫卵の孵化及び仔虫の生存は行われぬ。従つて土壌中に於ける鉤虫仔虫の越冬は不可能である。

2) 鉤虫仔虫は気温の低下と共に地下に潜入しつゝ死滅する。

3) 低温に対する抵抗は犬鉤虫卵及び仔虫が人鉤虫のそれに比し大である。

擧筆するに当り御懇篤なる御指導と御校閲を辱うした恩師北山教授に満腔の感謝を捧げる。

文 献

- 1) D. L. Augustine ; A. J. of Hyg., Vol. 2, P. 172, 1921.
- 2) 毛受 ; 慶応医学, 12 卷, 1 号, 57 頁, 1932.
- 3) J. E. Ackert ; A. J. of Hyg., Vol. 3, No. 1, P. 26, 1923.
- 4) D. L. Augustine ; do, Vol. 3, No. 4, P. 416, 1923.
- 5) 眞島 ; 大阪高等医学専門学校雑誌, 6 卷, 3 号, 267 頁, 1939.
- 6) D. L. Augustine ; A. J. of Hyg., Vol. 3, No. 4, P. 420. 1923.
- 7) F. K. Payne ; do, Vol. 3, No. 5, P. 547,
- 8) J. Lambinet ; Z. n. McCoy, 1903.
- 9) A. Looss ; Z. n. McCoy, 1911.
- 10) C. W. Stiles ; Jour. Parasit., Vol. 7, P. 192, 1921.
- 11) O. R. McCoy ; A. J. of Hyg., Vol. 9, No. 2, P. 413, 1930.
- 12) 飯野 ; 兵庫県医学会雑誌, 142 号, 14 頁, 1914,
- 13) 内藤 ; 東京医事新誌, 52 年, 2578 号, 1517 頁, 1928.
- 14) 南崎 ; 慶応医学, 8 卷, 7 号, 1271 頁, 1928.

腸「チフス」に対する輸血の効果

(第 1 編)

臨 牀 実 験

岡山大学医学部北山内科教室 (主任 北山教授)

医学士 若 松 康 弘

[昭和 27 年 9 月 10 日受稿]

第 1 章 緒 言

諸種疾患に対し治療の目的を以てなされる輸血の観念は遠く数世紀の昔に起源を発するものであるが、同種血液凝集反応、血液型の

発見、更に抗凝固物質として枸橼酸曹達の使用されるに至り實際的応用に入り爾来急速なる進歩を遂げてその利用範囲も非常に拡大されるに至つた。

さて現在迄急性伝染病殊に腸「チフス」に