

# 高温（特に人体温度）の蛔虫生存力 並びに産卵能に及ぼす影響について

門 多 魁

大阪大学微生物病研究所寄生虫原虫学部（森下教授）

（昭和30年7月11日受領）

## I. 緒 言

蛔虫の生態に関する研究は、その病原機構を知る上に又疫学或は治療に関連して重要な基礎的知見を与える。只生体内の環境下に於ける研究は状況上至難であり、間接的な方法でその実態を推察する以外に手段はない。この手段として生体外の方法が用いられているが、この方法で今日迄その生理或は治療剤に対する態度などについて相当多くの研究が行われ、これに基づいて生体内に於ける実態が或程度推察されている。

著者は主として生体外の方法で蛔虫の生態に関する各般の研究を進めているが、先づ最初に温度殊に高温の蛔虫に及ぼす影響について解明せんとした。従来生体内に於ける蛔虫の態度が体温殊に発熱時のそれに如何に影響されるかは余りよく知られていない。その病原作用との関係（即ち運動、物質代謝）或は生存力、産卵能との関係など未だ不明な点が少なくない。

蛔虫の体外飼育に関しては既に内外に多くの報告があり、我国でも土橋、竹山、永井、藤瀬等、堀田等、鈴木等の成績がある。併し温度的には主として常温乃至低温に於て試みられ只蛔虫の運動に及ぼす温度の影響については、板東等が低温及び常温と同時に高温（40°~60°C）に於ても詳細に検討したが、その生存力及び産卵能との関係についての報告には見るべきものはない。著者は豚蛔虫を高温（特に体温域）に於て生体外に飼育しその両者を系統的に観察したが、それにより常温乃至発熱せる宿主体内に於ける蛔虫生態の一部を推測し得ると考えられる成績を得たので以下それを報告する。

## II. 実験材料及び方法

Influence of the high temperature (especially within range of that in human body) upon the length of survival and egg-laying capacity of the ascarids in vitro. by Kai Kadota: (Department of Parasitology, Institute for Microbial Diseases, Osaka University)

実験材料としては、生鮮豚蛔虫のうち体長概ね雌 25~30 cm 雄 18~23 cm で虫体に異常を認めず括弧に運動するものを用いた。虫体飼育液は1%食塩水とし、蛔虫の死は60°C 温水中不動を目標にした。以下実験は体温域高温及び著るしく高温の二つに別けて試みた。

### 1. 体温域高温の場合

飼育温度は 39°, 40°, 41°, 43°C として対照に 38°C をとつた。蛔虫は雌雄を区分し同日採取したものについて雌は5~10 隻雄は2~5 隻を一群にとり、各数群を集め観察した。飼育の方法は蛔虫一隻宛直径 12 cm の大型シャーレに入れ各シャーレ毎に飼育温度に予め調節した1%食塩水 100 cc 宛入れた後同温度に調節した孵卵器内に置く。産卵数計算は毎24時間とし飼育液の交換は雄には行わず雌については毎日行い、その都度旧液中の虫卵を計測する。虫卵数測定にはストル氏稀釈虫卵計算法の変法たる土橋の記載に大体則つた。

### 2. 著るしく高温の場合

45°, 50°, 55°C の1%食塩水に蛔虫を各一定時間作用させ生死の状態を観察した。即ち 500 cc のビーカーに蛔虫一隻当り 100 cc の割合になるように1%食塩水を容れてこれを重湯煎の中におき、その一端よりガス焔で熱しビーカー中の温度を 50° 及び 55°C に調節する。その後ビーカー中に蛔虫3~5 隻宛を投入し一定時間後引上げその生死を判定する。又 45°C に限り稍々長時間を要するため同温度に調節せる孵卵器内加温によつた。

## III. 実験成績

### 1. 生存力に及ぼす影響

#### 1) 体温域高温の場合

##### A. 39° 及び 40°C 飼育の場合（第1表参照）

実験群は 39°C では 5, 実験例数は雌 30 隻, 雄 18 隻, 40°C では 4 群, 雌 32 隻, 雄 20 隻である。

##### B. 41° 及び 43°C 飼育の場合（第2表参照）

実験群は 41°C では 5, 実験例数は雌 37 隻, 雄 22 隻,

第 1 表

飼育温度	群	日数																		平均生存日数
		蛔虫数																		
39°C	1	8(♀) 5(♂)	8 5	8 5	8 5	8 5	8 5	7 3	5 2	4 2	4 1	4 1	1 0	1 1	1 1	1 1	0			7.0日(♀30)
	2	8(♀) 5(♂)	8 5	8 5	7 4	7 4	5 2	5 1	4 0	2 1	1 1	1 0								
	3	5(♀) 2(♂)	5 2	5 2	5 2	5 2	4 2	3 1	2 1	1 0	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	0		5.2日(♂18)
	4	4(♀) 3(♂)	4 3	4 3	4 3	4 3	4 3	2 2	1 1	1 0	1 1	1 1	0							
	5	5(♀) 3(♂)	5 3	5 3	5 3	5 3	5 1	3 1	3 0	1 0	1 1	1 1	1 1	0						
40°C	1	8(♀) 5(♂)	8 5	8 4	8 4	7 1	4 0	3 0	2 0	0									4.7日(♀32)	
	2	8(♀) 4(♂)	8 4	8 4	6 4	4 2	3 0	2 0	0											
	3	8(♀) 6(♂)	8 6	8 5	7 3	5 2	4 0	1 0	0									3.6日(♂20)		
	4	8(♀) 5(♂)	8 5	8 5	8 5	8 5	6 5	2 2	2 1	2 0	1 0									
38°C (対照)	1	5(♀) 5(♂)	5 5	5 5	5 4	5 4	5 2	5 2	4 2	1 2	1 2	0 2	0 2	0 2	0 2	0 2	0 2	0	7.7日(♀15) 7.6日(♂13)	
	2	5(♀) 3(♂)	5 3	5 3	4 3	3 3	2 3	2 3	2 3	2 2	2 1	2 1	0 0	0	0					
	3	5(♀) 5(♂)	5 5	5 5	5 5	5 4	4 4	4 4	3 4	3 4	2 2	1 0	1 0	1 1	1 1	0				

第 2 表

飼育温度	群	日数								平均生存日数
		蛔虫数								
41°C	1	8(♀) 5(♂)	8 5	8 5	8 5	7 5	4 3	2 0	1 0	3.5日(♀37)
	2	8(♀) 5(♂)	8 5	7 5	7 5	3 3	1 0	1 0		
	3	8(♀) 5(♂)	8 5	8 5	7 5	4 2	2 0	0	3.0日(♂22)	
	4	5(♀) 2(♂)	5 2	5 2	5 2	3 2	0			
	5	8(♀) 5(♂)	8 5	8 5	5 4	3 1	3 0			
43°C	1	10(♀) 5(♂)	10 5	4 5	0					1.6日(♀46)
	2	6(♀) 5(♂)	6 5	3 3	3 1	0				
	3	10(♀) 5(♂)	10 5	7 5	7 5	0			1.8日(♂25)	
	4	10(♀) 5(♂)	10 5	6 5	1 4	1 0				
	5	10(♀) 5(♂)	10 5	6 2	6 1	0				

第 3 表

温度	作用時間	蛔虫数	体長 (cm)	M	R	T (+)	T (-)	生存例
45°C	24h	♀25	20~35	21	3	0	1	24/25
		♂11	15~25	7	2	1	1	10/11
50°C	15'	♀25	20~35	0	1	7	17	8/25
		♂12	15~25	0	3	3	6	6/12
50°C	30'	♀20	20~35	0	0	0	20	0/20
		♂15	15~25	0	0	0	15	0/15
55°C	1'	♀25	20~35	0	0	7	18	7/25
		♂12	15~25	0	0	2	10	2/12
55°C	2'	♀25	20~35	0	0	0	25	0/25
		♂10	15~25	0	0	0	10	0/10

註 M : 自発運動を示すもの  
 R : 機械的刺戟反応陽性のもの  
 T (+) : 温熱刺戟反応陽性のもの  
 T (-) : 温熱刺戟反応消失し、死と見なされるもの

43°C では 5 群、雌 46 隻、雄 25 隻である。

以上の成績から見ると蛔虫の生存日数は 39°C では対照 (38°C) に比べ差異を認め難いが、40°C~43°C では対

第4表

温度別		39°C	40°C	41°C	43°C	38°C (対照)
産卵	1日の産卵数 (産卵したものについて)	500~419,500	500~137,500	500~555,000	500~558,000	500~663,000
	1隻の産卵総数 ( " )	1,500~746,000	500~1746,000	500~1446,000	500~558,000	8,000~1525,000
平均産卵数	産卵したものについて	252,600	468,810	255,313	122,809	472,464
	全例について	252,600	424,859	165,608	90,772	440,967
無産卵例		0/30(0)	3/32(9.4%)	13/37(35.1%)	12/46(26.1%)	1/15(6.7%)
平均産卵持続日数		6.0日(30例)	3.7日(28例)	2.8日(24例)	1.4日(34例)	5.6日(14例)

当に短縮を示した。即ちその平均生存日数は 39°C では雌 7.0 日、雄 5.2 日を示すが、40°C では雌 4.7 日、雄 3.0 日、41°C では雌 3.5 日、雄 3.0 日、43°C では雌 1.6 日、雄 1.8 日である。

2) 著るしく高温の場合

45°, 50°, 55°C の場合をまとめると第3表に示す様になる。実験例数は 45°C では雌 25 隻雄 11 隻、50°C では雌 45 隻雄 27 隻、55°C では雌 50 隻雄 22 隻であり、その成績によると 45°C では 24 時間生存例が大多数を占めたが 50°C 以上では時間的に著るしく短縮し、50°C では 30 分、55°C では 2 分で各々生存例を全く認めなかつた。

2. 産卵能に及ぼす影響

体温域高温の場合同時に産卵状況を観察した結果、温度別に 1 日の産卵数、1 隻の産卵総数、平均産卵数、無産卵例(観察期間中全く産卵の無かつた例)、平均産卵持続日数(飼育開始日から最終産卵日までの日数)をまとめると第4表に示す様になる。これによれば 1 日産卵数、1 隻産卵総数は共に産卵したものについて著るしい動揺を示し、平均産卵数では 43°C の場合他温度に比べ減少するかのように見えた。無産卵例は 41°, 43°C では相当著るしい増加を認める。又平均産卵持続日数は 38°, 39°C の両者間での差異を認めないが 40~43°C では著るしく短縮した。即ち 39°C では 6.0 日に対し 40°C では 3.7 日、41°C では 2.8 日、43°C では 1.4 日である。

IV. 考 按

豚蛔虫を 1% 食塩水中に飼育し以上の如き成績を得たが先づ生存力に及ぼす影響を見ると、体温域高温の場合では 40°C 以上に於て平均生存日数は相当短縮する傾向を認める。既に報告された常温に於ける生存日数として藤瀬等は豚蛔虫を Ringer-Dale 変法液中 37°C 飼育を

行い、永井は 1% 食塩水中 38°C 飼育の結果、その平均生存日数は前者 2.64 乃至 6.80 日後者 5.4 日を示した。又竹山によるとサントニン投与により駆虫後の人蛔虫については、0.9% 食塩水中 37~38°C 飼育を行いその平均生存日数を 3.53 日と報告した。著者の得た 38°C (対照) の結果は雌 7.7 日雄 7.6 日になり上述の成績より稍々増延したが 39°C の場合も雌 7.0 日雄 5.2 日を示しており両者の差は認め難かつた。

低温飼育に関しては竹山が前記駆虫後の人蛔虫について試みており、その平均生存日数は 28.3°C では 4.18 日、22~26.5°C では 10.8 日、20°C 以下では 1.25 日となり 22~26.5°C の場合が最も長く生存し 20°C 以下は著るしく短命であつた。20°C 以下の成績は著者の得た 43°C で雌 1.6 日雄 1.8 日に短縮する結果と対比して、材料及び方法を異にする点両者の比較は適當でないにしても相当相似性がある様に思われる。以上の成績より見て著るしい低温と同様に体温域高温は、虫体の生存力に相当な衰退を与えるものと推察出来る。

著るしく高温の虫体に及ぼす影響として板東等の観察によると、蛔虫の自発運動は 50°C で消失し更に 60°C では改変 Locke 液投入直後にその消失を認め、投入 20 秒後取り出したが凡て運動恢復を認めていない。著者の実験は自発運動の消失を生死の判定の目標にしたが、未だ試みられていない 45°, 50°, 55°C の各温度別に致死時間の短縮度を追求した。それによると 50°C 以上では致死時間が著るしく短縮し 50°C では 30 分、55°C では 2 分で生存例を全く認めなかつたことより、50°C では 15~30 分、55°C では 1~2 分を殺滅の一つの基準と見なしてもよいものと思われる。

次に産卵能に関しては既に土橋は豚蛔虫を用い飼育液及び飼育温度の産卵能に対する影響を観察して 1% 食塩

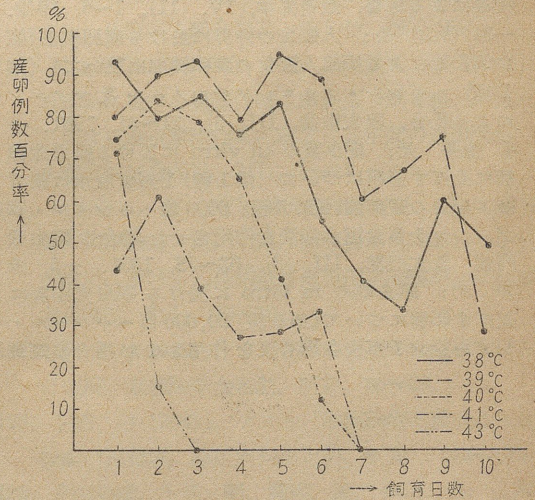
水 37°C の場合が最もよく産卵することを認めており、常温乃至低温飼育の観察として竹山はサントニン投与により駆虫後の人蛔虫について 0.9% 食塩水中 37°~38°C 飼養と 28°~31°C 飼養の両者に於て産卵数には大差ない如くであるが、22°~26.5°C に於てはかなり著明に産卵機能は抑制せられ又 9°~20°C に於ては 实际的に産卵を営まないと言つてもよいと報告している。又永井は豚蛔虫を用い 1% 食塩水中 38°C 飼育蛔虫の産卵状況を詳述し、産卵数は日により又例毎に動揺はげしくその消長は種々の型をとるものであるが、大部分の例は多少とも産卵を営み日々の産卵総数は漸次減少する傾向を認めている。著者の成績は第 4 表に示す様に 39°~43°C の高温飼育に於ても 1 日産卵数、1 隻産卵総数は著るしい動揺を示し、平均産卵数に於ては 39°~41°C の差異は認め難いが 43°C では他温度に比べ減少するかの様に見えた。無産卵例は永井によると 38°C の場合 7.1% であり著者の対照 (38°C) 例では 6.7% を見たがこれに対して 41°C では 35.1%、43°C では 26.1% の高率を示し明らかに増大を認めた。又平均産卵持続日数が平均生存日数と同様に、38°~39°C に比べ 40°~43°C の場合著るしく短縮するのは無産卵例増大と共に産卵機能減弱乃至抑制の徴候を示す事実と思われる。

又 5 日目迄の飼育日別産卵状況を見ると第 5 表に示す様に、産卵総数は 39°C では第 3 日目以後再び増加を見たが 40°、41°C では第 1~3 日目の産卵旺盛第 4~5 日目以後はかなり急激に低下し、特に 43°C では第 1 日目に著るしく多く第 2 日目は激減する。尚産卵蛔虫数の生存蛔虫数に対する割合は 10 日目迄の観察によれば (第 1 図参照)、38°、39°C では同期間中 30~90% 前後を動揺し何れも第 3、5、9 日に増加して波状形を示すが、40°、41°C では第 2 日目を 43°C では第 1 日目を頂点として急激に下降し其後の回復を認め得ない。産卵例数が 38° 及び 39°C では何れも経過の中頃に増すことは産卵総数が 39°C に於て第 1~2 日目より第 3~5 日目に増すことと併せて興味ある所で、永井の考按している様に蛔虫が飼育後時間がたつにつれてこの環境に馴れて産卵開始乃至産卵数の増加を見、その後虫体の自然衰弱と共に虫卵数が減少する傾向を示すものと思われる。これに比較して 40°~43°C の高温で産卵例数が第 2~3 日目以後急激に減少し其の後回復を見ないことは無産卵例の増大、平均産卵持続日数の短縮と共に虫体の高温による生存力衰退が急激に併も強度に現われ従つて産卵能は著るしい抑制を受けた結果に起因するものであろう。

第 5 表

温度別	飼育日別	産卵蛔虫数		平均産卵数	
		生存蛔虫数	総産卵数	全例	産卵例
39°C	1	24/30	1029,500	34,317	42,896
	2	27/30	684,000	22,800	25,333
	3	27/29	1204,500	41,534	44,611
	4	23/29	1806,500	61,948	78,543
	5	23/24	1514,500	63,104	65,891
40°C	1	24/32	2966,000	92,688	123,583
	2	27/32	6481,000	202,531	240,037
	3	23/29	3520,500	121,397	153,065
	4	15/23	479,000	20,826	31,933
	5	7/17	135,500	7,971	19,357
41°C	1	16/37	2180,500	58,932	13,656
	2	22/36	2092,000	53,111	95,091
	3	12/30	1015,000	33,850	84,583
	4	5/18	669,000	37,167	133,800
	5	2/7	157,000	22,429	78,500
43°C	1	33/46	4144,000	90,087	125,576
	2	4/26	31,500	1,212	7,875
	3	0/1	0	0	0
38°C (対照)	1	14/15	1367,000	91,133	97,643
	2	12/15	895,000	59,667	74,583
	3	12/14	793,000	56,643	66,083
	4	10/13	734,500	56,500	73,450
	5	10/12	1416,500	118,042	141,650

第 1 図 産卵例数の生存蛔虫数に対する百分率



V. 結 語

1. 1%食塩水中に豚蛔虫をとり体温域である 39°~43°C の高温に飼育すると、その平均生存日数は雌について 39°C では 7.0 日 (30 例) を示すが、40°C では 4.7 日 (32 例)、41°C では 3.5 日 (37 例)、43°C では 1.6 日 (46 例) に短縮し、又雄については夫々 5.2 日 (18 例)、

3.6日(20例), 3.0日(22例), 1.8日(25例)を示した。

2. 同液中に蛔虫をとり 45°, 50°, 55°C の高温に飼育すると, 45°C では虫体の大多数が24時間生存するに比べて 50°, 55°C では生存時間の著しい短縮を見, 前者では15~30分, 後者では1~2分で虫体の死滅を認めた。

3. 同液中での蛔虫産卵状況は 39°~43°C の高温飼育の場合, 日々又例毎に動揺激しいが, 平均産卵持続日数は温度の上昇により短縮し, その傾向は 39°C に比べ 40°~43°C で著明である。又無産卵例も 41°, 43°C では各例数の約  $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{4}$  を示し明らかに増大した。以上の結果より見て, 蛔虫は 40°~43°C の高温により生存力衰退と共に産卵能に相当の抑制を受けたものと思われる。

終りに臨み, 終始御指導と御校閲を賜つた森下教授に厚く感謝の意を表する。本論文の要旨は昭和27年11月日本寄生虫学会近畿支部第7回例会に於て発表した。

#### 文 献

- 1) 土橋静佳: 蛔虫の宿主体外に於ける産卵機能, 慶応医学, XIII, 487~506, 1933. —2) 竹山 治: 人蛔虫の外界に於ける産卵機能(第1報), サントニン投与による場合, 最新医学, IV, (11), 1~6, 1949. —3) 竹山 治: 人蛔虫の外界に於ける産卵機能(駆虫剤投与による排出人蛔虫の産卵機能に就いて)(第2報) ヘキシル・クロロレゾルシノール及マクニンによる場合, 阪大医誌, III (5), 31~41, 1951. —4) 永井 光: 駆虫薬の *in vitro* に於ける蛔虫産卵能に及ぼす影響について(第1報) 1%食塩水に飼育せる場合の産卵能, (第2報) 6000倍ヘキシール・レゾルシン 1%食塩水溶液を作用させた場合の蛔虫産卵能, 阪大医誌, III, (3), 63~78, 1951. —5) 永井 光: 駆虫剤の *in vitro* に於ける蛔虫産卵能に及ぼす影響について(第3報) 20,000倍ヘキシール・レゾルシン 1%食塩水溶液を作用させた場合の蛔虫

- 産卵能, 阪大医誌, III (4), 67~75, 1951. —6) 藤瀬直孝, 関根正雄, 関 豊吉, 鈴木嘉六: 蛔虫動物体外飼養試験(前編), 慶応医学, XVIII, 223~230, 1938. —7) 堀田善二郎, 関根正雄, 関 豊吉, 鈴木嘉六: 同上(後編), 慶応医学, XVIII, 439~448, 1938. —8) 鈴木嘉六, 関 豊吉, 関根正雄: 蛔虫動物体外飼養試験続報, 慶応医学, XX., 865~876, 1940. —9) 板東丈夫, 石崎 達: 蛔虫の前進運動に及ぼす温度の影響, 東京医学雑誌, VIX (3, 4), 187~195, 1952.

#### Summary

Being reared in 1% saline solution at 39°-43°C, the average length of survival of the worms lasted 7.0 days (in 30 cases) at 39°C, 4.7 days (in 32 cases) at 40°C, 3.5 days (in 30 cases) at 41°C, and 1.6 days (in 46 cases) at 43°C for the female, while for the male it lasted 5.2 days (in 18 cases), 3.6 days (in 20 cases), 3.0 days (in 22 cases), and 1.8 days (in 25 cases) respectively.

When reared at higher temperature, the most of the worms survived about 24 hours at 45°C, but they died more rapidly at 50° and 55°C, surviving only 15-30 minutes and 1-2 minutes respectively.

The number of eggs laid by females in the same solution varied day by day and also in each case, but their average egg-laying duration decreased as the temperature becomes higher, and this tendency was remarkable at 41°-43°C. Thus the non-egg-laying cases increased in number distinctly at 41°-43°C, so that only  $\frac{1}{3}$ - $\frac{1}{4}$  of the females laid eggs.

From these results, it can be resumed that the length of survival of the worms is much shortened at high temperature such as 40°-43°C, and at the same time the egg-laying capacity of female is considerably repressed by such temperature.