

# 日本産蚊族のフィラリア感染に 関する実験補遺

## 1. *Culex pipiens molestus* による感染実験\*

長崎大学風土病研究所衛生動物学研究室

(主任 大森南三郎教授)

藤 崎 利 夫  
ふじ きま り お

### 緒 言

蚊族に対するパンクロフト糸状虫の感染実験については古くは望月 (1910, 1911), 山田 (1927) 等の大著があり最近山下 (1953), 外山 (1957), 大森 (1957, 1958) 等の報告があるが, 著者は1954年に吾々の教室員が発見した *Culex pipiens* group の一員である *molestus* 並びに古くから各著者によつて感染実験が行われているが分布が広く個体数も多い上に感受性の点で尚疑問な点もあり従つて疫学的にはその伝搬性について再検討を要す

と思われる *Culex tritaeniorhynchus* と *Anopheles hyrcanus sinensis* とについて感染実験を行つたのでこれらの結果について順を追つて報告する予定である。今回はその第1報として *Culex pipiens molestus* についての実験結果を報告する。本実験の指導と原稿の校閲を賜つた恩師大森教授に深甚の謝意を表す。又、本研究は文部省科学研究費の補助を受けて行つた。ここに記して謝意を表す。

### 実験材料及方法

長崎 *molestus* は1954年2月に長崎市内の平素は殆んど使用しない一井戸から吾々によつて発見されたもので、その後、嘉村 (1956) によつて長崎市内の4箇所古井戸から採集されているものである。これらの発見場所の内、浜町通りの一商店の屋内にあつて全く使用されずに常に木蓋がしてある井戸で本種が可成り多く発生している所があるので、こゝから採集したもの及びこれから累代飼育をしたものの一部を感染実験に使用した。

実験は患者の都合で冬期に行わねばならなかつたので1957年の10月から1958年の3月迄の間に行い、吸血前後の飼育条件を可及的一定にするために25°Cの温室を使用した。上記の井戸は採集に便利で他の3箇所の井戸に比して発生数も多く、冬期も各令幼虫が発生していたが弱令幼虫を温室内で飼育すると

幼虫の死亡率が高く羽化した成虫の吸血率も悪いので高令幼虫及蛹から羽化したものを用いた。しかしそれでは個体数が足りないので、一方に於いて累代飼育をして成虫を羽化させる事に務めたが幼虫期の死亡率が高く羽化成虫の吸血率は更に悪いので実験材料としては井戸からのものを主として、累代飼育したものもこれに加えて使用した。

吸血させた患者は *Wuchereria bancrofti* の仔虫保有者で24才の男子で実験期間中の吸血前後に於ける20mm 中の平均仔虫数は44.1隻であつた。

吸血は大森 (1956) と全く同様の方法により25°C 温室内で羽化後一兩日絶食させた成虫を取容してある20×20×30cm の人絹籠中に、仰臥させた仔虫保有者の下腿以下を挿入させて暗黒の下で約2時間放置して自由に吸血させた。

\* 長崎大学風土病研究所業績第284号

## 実 験 成 績

4回に亘つて行つた吸血実験の期日、時刻、吸血前後に於ける患者の仔虫保有数及び吸血情况等は第1表に示した通りである。用意した♀成虫の内吸血

したものの数が非常に少なく、吸血量も少なかったがこの事について一言しておきたい。

第1表 感染実験の準備

仔虫保有者：H.G., ♂, 24才 吸血時刻：22.00-24.00

実験番号	吸血期日	吸血前後に於ける患者血20cmm中の平均仔虫数	蚊を飼育した温度	吸血させた蚊数	中程度に吸血した蚊数	剖検蚊数
I	9/X, 1957	52.3	25°C	37	19	9
II	11/I, 1958	42.7	25°C	74	13	13
III	27/II, 1958	50.2	25°C	63	27	27
IV	1/III, 1958	31.0	25°C	49	6	6
V	1/III, 1958	31.0	25°C	49	10	10

備考. 1) 20cmm 中の平均仔虫数 (実験 I-IV) : 44.1隻

2) Vは吸血直後の蚊を塗抹して摂取仔虫数を調べた実験

本種の人血嗜好性及び吸血量及び仔虫摂取量について吾々の教室では本種の成虫を吸血させる場合は飼育籠中に、固定した雛を一晚中入れておく。こうすることによつて用意した♀成虫の約 $\frac{1}{3}$ は満腹し、約 $\frac{1}{3}$ は中程度又は少量吸血する。しかし人血を吸わせる場合には吸血を許す時間が高々2時間位に制限される事にもよるであろうが満腹するものは殆んどなく(この点は大森の報告しているアカイエカでの吸血情況とは著しく異なる点であろう)、若干のものが中程度に吸血し(第1表)、少数のものが少量或は極く少量吸血した程度であつたので、少量しか吸血しなかつたものは実験から除いた。次に吸血量についてみると、中程度に吸血した13個体の♀の平均体重は5.03mgで同一条件下に於て吸血させなかつた10個体の♀の平均体重は2.05mgであつた。従つて中程度に吸血した1♀の平均血液摂取量は2.98mgである。今人血の比重を1.06とするとこの量は2.81cmmに相当する。満腹時6.7cmmも吸血するアカイエカと比較すると、もともと体も小さく人血を特に嗜好しない *molestus* の中程度の吸血量は上記のように少ないから患者血を摂取する場合に、平均的には比較的少数の仔虫しか吸引出来ないであろう事が想像される。その間の事情を明らかにし、感染実験の結果を検討する目安を得るために吸血直

後(中程度に吸血したものの)蚊を塗抹染色して保有する仔虫を調べた。その結果は第2表に示す通りである。第2表から明らかなように大体同時間内に同一患者から吸血させた一群の♀蚊の中にも仔虫摂取量に大きな開きがある。この実験で吸血前後に於ける20cmm中の平均仔虫数は31.0隻であつた。従つて中程度に吸血(2.81cmm)した1♀は平均的に4.4隻の仔虫を摂取すると推測されるから第2表の平均7.2隻は必ずしも少ないとは云えない事がわかる。

第2表 実験 V  
蚊の摂取仔虫数  
(吸血直後剖検)

蚊の番号	仔虫数	蚊の番号	仔虫数
1	19	6	8
2	3	7	4
3	7	8	0
4	10	9	7
5	0	10	14
計		10	72
平 均		7.2	

## 感 染 実 験

4回の感染実験の結果は第3-6表に示す通りであるがこれらの表中に示されるフィラリア幼虫の發育階程の分類法は大森(1956)のそれに従つた。

これらの実験結果を総括すると次のようになる。

1) 25°C接触中の發育についてみると、剖検蚊数が少ないので正確には云えないが8日目にはI d期

第3表 感染実験Ⅰ

吸血期日：9/X, 1957 吸血前後に於ける20cmm 中の平均仔虫数：52.3隻

蚊の 番号	剖 検 期 日 (1957)	吸血後 の経過 日 数	剖検時 の蚊の 生 死	フィラリア幼虫保有数										合 計				
				Ⅰ 期			Ⅱ 期			Ⅲ 期					計			
				b	c	d	a	b	c	肢	腹	胸	頭			吻		
1	10/X	1	死	8												8		
2	11/X	2	死	2												2		
3	24/X	15	生	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	3	
4	25/X	16	生	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3	1	8	
5	25/X	16	生	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
6	25/X	16	生	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	5	
7	25/X	16	生	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	1	6	
8	25/X	16	生														0	
9	25/X	16	生	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	
計				10	0	0	0	0	0	0	0	0	6	7	8	4	25	35

第4表 感染実験Ⅱ

吸血期日：11/I, 1958 吸血前後に於ける20cmm 中の平均仔虫数：42.7隻

蚊の 番号	剖 検 期 日 (1958)	吸血後 の経過 日 数	剖検時 の蚊の 生 死	フィラリア幼虫保有数										合 計			
				Ⅰ 期			Ⅱ 期			Ⅲ 期					計		
				b	c	d	a	b	c	肢	腹	胸	頭			吻	
1	23/I	12	生	0	0	1	1										2
2	23/I	12	生	0	0	0	0	2	2								4
3	24/I	13	生	0	0	1	0	3	2								6
4	24/I	13	生														0
5	24/I	13	死	0	0	0	0	1									1
6	24/I	13	死	0	0	0	0	0	2								2
7	24/I	13	生	0	0	0	0	3	2								5
8	26/I	15	生	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	3
9	26/I	15	死														0
10	27/I	16	生	0	0	0	1	0	1	0	1	2	0	0	0	3	5
11	28/I	17	生	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	1	0	6	6
12	29/I	18	生	0	0	0	0	1	0	0	1	2	3	3	0	9	10
13	30/I	19	生	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	4	4
計				1	0	2	2	10	10	0	2	10	5	6	23	48	

に達し、10日目には既にⅡ期になっているので、その体長から考えると9日目位にⅡ期に進むものと思われる。又Ⅲ期幼虫は14日に初めて現われてきている。この発育状態は25°Cでのアカイエカについての大森の成績とほぼ一致している。

2) Ⅲ期幼虫が発育してきた蚊体内には発育の遅

れた、即ちⅠ期或はⅡ期の初期の状態に残される幼虫はあまり発見されない。即ち発育の途中で死滅するものが非常に少ない。更に興味のある事はキチン化された幼虫が全く発見されない事である。摂取仔虫数が少ないために発育の程度に個体差が出て来ないと言う事も考えられるが、この両事実は本種がフィラリア幼虫の中間宿主として好適な蚊である事を

第5表 感染実験Ⅲ

吸血期日：27/Ⅱ，1958吸血前後に於ける20cmm 中の平均仔虫数：50.2

蚊の 番号	剖 検 期 日 (1958)	吸血後 の経過 日 数	剖検時 の蚊の 生 死	フィラリア幼虫保有数										合 計			
				Ⅰ 期			Ⅱ 期			Ⅲ 期					計		
				b	c	d	a	b	c	肢	腹	胸	頭			吻	
1	2/Ⅲ	3	死	1													1
2	2/Ⅲ	3	生	1													1
3	2/Ⅲ	3	生	10													10
4	2/Ⅲ	3	生	15													15
5	2/Ⅲ	3	生	2													2
6	3/Ⅲ	4	生	1													1
7	3/Ⅲ	4	生														0
8	3/Ⅲ	4	生	12													12
9	3/Ⅲ	4	生	12													12
10	5/Ⅲ	6	死直後	0	7												7
11	5/Ⅲ	6	死直後	0	6												6
12	7/Ⅲ	8	死														0
13	7/Ⅲ	8	生														0
14	7/Ⅲ	8	生	0	0	4											4
15	9/Ⅲ	10	生														0
16	9/Ⅲ	10	生	2	0	3	2										7
17	11/Ⅲ	12	死	1	0	0	1	4									6
18	11/Ⅲ	12	生														0
19	11/Ⅲ	12	生	0	0	0	5	1									6
20	13/Ⅲ	14	死														0
21	13/Ⅲ	14	生	3	0	0	0	2	1	0	0	4	0	0	4		10
22	13/Ⅲ	14	生	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1		2
23	15/Ⅲ	16	生	0	0	0	0	1	0	0	3	1	2	0	6		7
24	15/Ⅲ	16	生	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	7		7
25	15/Ⅲ	16	生														0
26	17/Ⅲ	18	生	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3	0	4		5
27	17/Ⅲ	18	生	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	1	3		5
計				60	13	7	9	9	3	0	3	15	6	1	25		126

第6表 感染実験Ⅳ

吸血期日：1/Ⅲ，1958吸血前後に於ける20cmm 中の平均仔虫数：30.0

蚊の 番号	剖 検 期 日 (1958)	吸血後 の経過 日 数	剖検時 の蚊の 生 死	フィラリア幼虫保有数										合 計			
				Ⅰ 期			Ⅱ 期			Ⅲ 期					計		
				b	c	d	a	b	c	肢	腹	胸	頭			吻	
1	15/Ⅲ	14	生	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1		1
2	15/Ⅲ	14	生														0
3	15/Ⅲ	14	生	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		1
4	15/Ⅲ	14	生	0	0	0	0	1	0	0	0	15	0	0	15		16
5	17/Ⅲ	16	生	0	0	0	1	2	1	0	1	2	0	0	3		7
6	17/Ⅲ	16	生	0	0	0	0	4	1	0	0	2	0	0	2		7
計				0	0	0	2	7	2	0	1	20	0	0	21		32

示すものと思われる。

3) 全実験を通じてみると第7表に示すように55個体の蚊は平均 4.4隻の幼虫を保有していた事になる。これらの蚊の内Ⅲ期幼虫が発現した以後に剖検した蚊は27個体であるがそれらの体内で発見された

Ⅲ期幼虫は94隻であるから、1♀平均 3.5隻となる。これらの1♀平均の幼虫保有数は後で述べるようにアカイエカの場合に比較すると必ずしも少なくはないので、これらの点でも本種が好適な中間宿主である事を思わしめる。

第7表 感染実験(I-IV)の総括

実験 番号	剖 検 蚊 数	蚊の保有するフィラリア幼虫数											合 計	1♀平均 幼虫数	
		I 期			II 期			III 期							
		b	c	d	a	b	c	肢	腹	胸	頭	吻			計
I	9	10	0	0	0	0	0	6	7	8	4	25	35	3.9	
II	13	1	0	2	2	10	10	0	2	10	5	6	23	48	2.5
III	27	60	13	7	9	9	3	0	3	15	6	1	25	126	7.0
IV	6	0	0	0	2	7	2	0	1	20	0	0	21	32	5.3
計	55	71	13	9	13	26	15	0	12	52	19	11	94	241	4.4

4) Ⅲ期幼虫の蚊体内に於ける分布をみると第8表のように胸部に最も多く、次いで頭部、腹部及び吻となつていて、肢脚中には全然発見出来なかつた。*molestus* は *pallens* に比して体が繊細であつて腿節も幾分細いが、*pallens* では大森によると第3附

節に迄感染幼虫が侵入していると報告されているので、太さの故に侵入出来ないとは考えられない。或はこれが中間宿主の相違による特異現象であるのかも分らない。

第8表 Ⅲ期幼虫の蚊体内分布

実験 番号	吸血後の 剖 検 期 間	剖 検 蚊 数	Ⅲ 期 幼虫数	蚊体内の分布(%)				
				肢	腹	胸	頭	吻
I	15-16日	7	25	0	24.0	28.0	32.0	16.0
II	15-19日	6	23	0	8.7	43.5	21.7	26.1
III	14-18日	8	25	0	12.0	60.0	24.0	4.0
IV	14-16日	6	21	0	4.8	95.2	0	0
1-VI	14-19日	27	94	0	12.8	55.3	20.2	11.7

#### *molestus* の感受性に関する考察

*molestus* のフィラリア幼虫に対する感受性をアカイエカのそれと比較するのに必要な数値を第9表に示した。表に示した20cmm中の平均仔虫数(44.1隻)は著者のものは全実験を通じての平均であり、大森の場合は *pallens* を使用して25°Cで行つた時の吸血前後の平均仔虫数である。1♀の血液摂取量は著者の場合は中程度に吸血したものについての量であり、大森のものは満腹時の摂取量である。1♀が摂取する仔虫数は個体によつて著しく異なるから、蚊の血液摂取量と、吸血前後の患者の末梢血(耳朶

血)20cmm中の仔虫数とから予想摂取数を算出する事は多少危険でもあり実際の意味も少ないのではあるが、平均的にみれば可成りに平行的であると考えられるので一応予想数を算定してみた訳である。そこで *pallens* の予想仔虫摂取数を *molestus* の場合のように6.2隻であると仮定すると、即ち *pallens* を仔虫のより少ない患者から吸血させたと仮定すると *pallens* の場合の実測値である平均仔虫数7.7隻及びⅢ期幼虫数6.8隻は夫々4.9隻及4.1隻と計算される。これらの数字と *molestus* での4.4隻及び3.5

第9表 *molestus* と *pallens* の感受性の比較

実 験 者	現 著 者	大 森 (未発表)
蚊 の 種 名	<i>molestus</i>	<i>pallens</i>
飼 育 温 度	25°C	25°C
吸血前後に於ける患者血 20cmm中の平均仔虫数	44.1隻	30.8隻
1♀の血 液 撮 取 量	2.8cmm	6.7cmm
1♀の予想仔虫撮取数	6.2隻	10.3隻
剖 検 蚊 数	55個体	116個体
実測した1♀平均幼虫保有数	4.4隻	7.7隻
Ⅲ期幼虫出現後の1♀ 平均Ⅲ期幼虫保有数	3.5隻	6.8隻

隻とを比較するならば必ずしも少ないとは云い得ないように思う。別の言葉で云うならば同一患者から同時に吸血させ、*molestus* の吸血量を考慮に入れるならば *molestus* は *pallens* と同程度の感受性があると云い得るように思われる。

本種は、九州では長崎市内の古井戸から発見されているのみで分布も極限されており個体数も多くはない。本種は無吸血産卵をするが鶏から好んで吸血し、人血をも吸血する。然し実際に発生している

家で家人がひどく吸血されているようには思えない。実際のフィラリア浸淫地方での分布状況は全く不明ではあるが広く多く分布しているとは到底考えられない。従つて疫学的な意味は極めて小さいものとは考えられるが、パンクロフト糸状虫に極めて感受性の高い *pallens* 或は *fatigans* 等と分類学的に同じ group に属する本種が *pallens* と同程度に感受性の高いと云う事は極めて興味のあることである。

### 総 括

1) 著者はわが教室員によつて1954年に発見された長崎産 *molestus* を用いて、1957年10月から1958年の3月迄の間に4回に亘つてフィラリアの感染実験を行つて次のような成績を得た。

2) 25°Cで飼育した *molestus* 体内に於けるフィラリア幼虫の發育速度は、*pallens* のそれに近い様に思われ、撮取された仔虫は大体に於いて揃つて發育していく様に思われるので本種は中間宿主として適当な蚊であると考えられる。

3) フィラリア仔虫の撮取量、1♀平均の幼虫保有数、1♀平均のⅢ期幼虫保有数等を *pallens* の場合と比較すると蚊の吸血量を考慮に入れるならば大体に於いて近い値を示す様である。これらの点からも本種が好適な中間宿主である事が考えられる。

4) Ⅲ期幼虫の蚊体内分布をみると胸部に最も多く次いで頭部、腹部及び吻の順となつていて、*pallens* のそれ等と比較して特に変りはないが、肢脚内で全然発見されなかつた事は興味のある事である。或はこの点は中間宿主の相違による特異な現象であるかも知れない。

5) *molestus* は古井戸と云う特種な発生場所に発生し現在のところ九州では長崎市内に散見される程度でフィラリア浸淫地での分布は否定的であり、人類からの吸血者としては殆んど全く問題にはならないと考えられる。それにも拘らず、分類学的に同じ group に属している *pallens* と同じ程度にパンクロフト糸状虫に対して高い感受性を示す事は極めて興味のあることである。

## 文 献

- 1) 阿部康男：糸状虫症の疫学的研究。28年度文部省総合研究報告集録(医学及び薬学編)：442-443, 1953. 2) Bekku, H.: On the amount of blood taken up by a female mosquito of *Culex pipiens pallens* Coquillett. Nagasaki Med. J. 28(9): 1036-1037, 1953. 3) Brug, S. L.: Chitinisation of parasites in mosquitoes. Bull. Ent. Res., 23: 229-231, 1932. 4) Hu, S.M.K.: Preliminary observations on the effects of filarial infection on *Culex pipiens* var. *pallens* Coq. Chin. Med. J., 55:154-161, 1939. 5) Iyengar, M. O. T.: Developmental stages of filariae in mosquitoes. Tec. paper No. 104, South Pac. Comm., Noumea, 1957. 6) 嘉村 猛：*Culex pipiens molestus* について第2報(会)。衛生動物 7 (2)：123, 1956. 7) Kobayasi, H.: On the development of *Microfilaria bancrofti* in the body of the mosquito, (*Culex fatigans*). Acta. Jap. Med. Trop., 2 (1)：63-88, 1940. 8) 望月代次：バンクロフト糸状虫の仔虫に就いて。福岡医科大学雑誌 3 (3)：111-162, 1910. 9) ———：各種ノ蚊トバンクロフト氏糸状虫トノ関係ニ就イテ。同上。4 (3)：384-444, 1911. 10) ———：福岡地方産ノ蚊科。同上。7 (1)：1-65, 1913. 11) Nelson, E. C., Webb, J. E., Bayliss, M., and Starkey, G. S.: Study of Filariasis. Development of *Wuchereria bancrofti* in *Culex quinquefasciatus* of Oahu. Amer. J. Trop. Med., 26 (5):707-713, 1946. 12) 大森南三郎：バンクロフト糸状虫症の伝搬に関わるアカイエカの役割に関する実験的研究。第1報27°C及び25°Cで飼育した感染蚊の体内に於けるフィラリア幼虫の発育、分布及び生存数について。長崎医学会誌。32 (11)：1434-1445, 1957. 13) ———：同上。第2報 人末梢血流中に於けるマイクロフィラリアの分布様式について。長崎医学会誌。33 (8)：1045-1053, 1958. 14) 大森南三郎, 別宮久夫, 嘉村 猛, 大沢茂久, 下釜 勝：長崎市内で発見された *Culex pipiens molestus* について(予報)。長崎医学会誌。30 (11)：1572-1576, 1955. 15) 大島正治：西九州に於けるバンクロフト糸状虫症の浸淫並びに蚊族の自然感染に関する研究。第2編蚊族の自然感染に関する研究。衛生動物 7 (1)：9-18, 1956. 16) Rao, S.S., Iyengar, M.O. T.: Studies on the influence of season on the development of *Wuchereria bancrofti* in *Culex fatigans*. Ind. J. Med. Res., 17:759-768, 1930. 17) Schlosser, R. J.: Photomicrographs of the developing larvae of *Wuchereria bancrofti* in a mosquito host of the South Pacific Area. Amer. J. Trop. Med., 29 (5)：739-745, 1949. 18) 外山寛樹：アカイエカ体内に於けるバンクロフト糸状虫幼虫の生態学的研究。米子医学雑誌 8 (3)：355-408, 1957. 19) Yamada, S.: An experimental study on twenty-four species of Japanese mosquitoes regarding their suitability as intermediate host for *Filaria bancrofti* Cobbold. Sci. Rep. Gov. Inst. Inf. Dis. 6: 559-622, 1927. 20) 山下 博：フィラリア幼虫のアカイエカ体内発育の実験的研究(会)。衛生動物 4 (1, 2)：12-13, 1953. 21) ———：同上補遺(会)。第3回日本衛生動物学会九州地方部会講演要旨：66-67, 1953.