

# イエダニの各発育期にとりこまれた *Litomosoides carinii* 幼虫の発育に関する観察

神 田 錬 蔵・田 坂 定 晴

東京大学伝染病研究所寄生虫研究部 (部長: 佐々学教授)

(1966年1月18日受領)

コトナラット糸状虫 *Litomosoides carini* (Travassos, 1919) の中間宿主イエダニ *Ornithonyssus bacoti* (Hirst, 1913) の体内における発育については Hewitt *et al.* (1947), Westbrook *et al.* (1955), Scott (1948), Scott & Macdonald (1953), Scott *et al.* (1958), 若杉 (1958) 等の研究がある。しかしイエダニの各期について、その成長や吸血と、ダニ体内にとりこまれたフィラリア幼虫 (以下フィ幼虫と略す) の発育との関係をくわしく調べた研究はほとんどない。

そこで筆者等は、先づイエダニの発育史を調べて、山田 (1936), Kershaw 等 (1957) の見解をこの観察によって再確認し、次いで吸血に際してダニがとりこむ血液の量とマイクロフィラリア (以下 mf と略す) の数との関係を前若虫と雄雌成虫とについて比べ、とりこまれたフィ幼虫の発育に、その中間宿主の吸血と脱皮発育が如何に影響するかを調べた。その結果吸血するのは前若虫と雄雌成虫で、前若虫が成虫になるためには、少なくとも2回満腹吸血する必要があり、ダニの齢および性によって平均吸血量や mf をとりこむ量がちがうこと、またフィ幼虫の発育はダニの成熟状態、栄養のとりかたによって影響されることがわかったので報告する。

## 方 法

### 1. ダニの分離と飼育方法

ダニを集めるためには 20 cc 入りの秤量瓶を变形して蓋板と底に穴をあけて管を通し、蓋板の方の管から水洗ポンプにつないで吸血管を作り、これに吸引した。このような吸血管を使つて、吸血満腹したダニのうちから目的の齢のものを選んだ。次いで 20 cm 立方のプラスチック製の容器の蓋板に 10×10 cm の四角の穴をあけて、

メッシュのステンレス製の金網をはりつけた器に 0.5×2 cm 位の濾紙片を数十枚入れて、集めたダニをその中に放つて、ビニールテープで蓋板と容器を密封した。24 時間後に卵を分離して次の装置に入れて孵化させた。すなわち 25 cm×50 cm×30 cm のプラスチック製パンケースに約 700 cc の飽和 KNO<sub>3</sub> 溶液を入れ、その上に卵の入った容器をおいて蓋板をビニールテープで密封して 25°C の昆虫飼育室に入れた。ケース内の湿度をミニマの湿度測定器で測つて 96 % RH に保たれている事を確かめた。なおこれらの飼育装置は筆者等 (1962) が報告した方法によるものである。

ダニを分離した後は、3-4 日毎に吸血のたびに、あとから生み出されてくる卵や孵化した幼虫を巣をかえることによつて取除いた。すなわちこれは選んだ目的のダニ以外のものが混じることを防ぐために行つたものである。

なお若虫および成虫の飼育は塩化カリ飽和溶液を使用することによつて 86 % RH なる湿度と 25°C に保つた。

### 2. 吸血方法

実験に使つたダニの前若虫は生後の日数の明らかなものを用い、成虫は7日間吸血しなかつた、フィラリアにまだ感染していない、繁殖中のものを取り出した。ダニに mf を保有するコトナラットを吸血させて、満腹したものを回収しやすくするために、コトナラットの体表の毛をほとんど全部刈取つた。そのコトナラットを小型金網ケージに入れて、濾紙を敷いた直径 20 cm, 高さ 30 cm の大きさのガラスシリンダーの中で、ダニを吸血させた。なおダニの遊出を防いだ。感染後のダニの吸血には剃毛したマウスを金網の小ケージに固定して用いた。

1) This investigation was supported by a Public Health Service Research Grant CCOOO17 from Nihon Kiseichu Yobokai, Report No. 76

実験成績

1. ダニの成長と吸血との関係

前若虫の成長と吸血との関係をしらべた結果を第1表に示す。実験第1では吸血を全然させないで飼育した。これによると脱皮して後若虫や成虫に発育したものはなく、死亡するものが次第に増えて6日目には全滅した。

第1表 ダニの成熟と吸血との関係  
(飼育条件: 90% RH, 25°C)

実験番号	ダニ齢	吸血回数	吸血後の日数									
			開始時	2	4	6	10	14	20	25	30	
1	前若虫	0	50	32	8	0						
2	前若虫	1	*50	49	48	45	44	39	38	37	35	
3	前若虫	2	*50	50	50	47	*40	12	6	4	3	
	後若虫 成虫							3	0	0	0	
								25	21	18	14	

内数字は生存ダニ数を示す  
\* 吸血時期

実験第2では若虫になって2日目のものをマウスに吸血させて飼育した。1回だけの吸血で30日後まで35匹が生残った。しかし、これらのうち脱皮して後若虫や成虫になったものはなかった。次いで実験第3では1回だけ吸血した若虫50匹を分離して、10日後に2回目の吸血をさせて観察したところ、はじめの吸血から14日後の構成は後若虫3匹と成虫25匹と前若虫12匹であった。しかしそのまま30日後には3匹の前若虫が脱皮しなかった。

第2表 ダニの齢及び性別と体重及び吸血量との関係

ダニの齢及び性別	実験番号	前若虫化後日数	吸血前体重			吸血後体重			ダニ1匹平均吸血量(A-B)(mg)
			観察ダニ数	観察ダニ総重量(mg)	観察ダニ(A)1匹平均(mg)	観察ダニ数	観察ダニ総重量(mg)	観察ダニ(B)1匹平均(mg)	
雄成虫	1	—	150	4.2	0.02	30	1.5	0.05	0.02
	2	—	200	4.0	0.02	63	3.2	0.05	0.03
			350	8.2	(0.02)	93	4.7	(0.05)	(0.025)
雌成虫	1	—	150	3.2	0.02	40	2.4	0.06	0.08
	2	—	200	9.3	0.04	74	9.6	0.12	0.08
	3	—	200	10.0	0.05	133	28.3	0.21	0.16
	4	—	50	2.6	0.05	86	15.5	0.17	0.12
			600	25.1	(0.04)	333	35.8	(0.14)	(0.11)
前若虫	1	2	300	2.9	0.009	100	2.0	0.02	0.01
	2	6	300	2.9	0.009	52	2.2	0.04	0.03
	3	6	600	5.4	0.009	64	1.3	0.02	0.01
	4	6	600	5.4	0.009	50	1.2	0.02	0.01
			1800	16.6	(0.009)	266	6.7	(0.025)	(0.015)

2. イエダニの成長と吸血および体重との関係

ダニが吸血するときの前と直後との体重を測って吸血量をしらべたのが第2表である。すなわち目的のダニの特定数を吸血管に吸いとり、それぞれ1群づつにして封じて、吸血の前と直後について直示天秤を用いて測った。吸血ダニは鼠につけてから1時間後に満腹吸血してはい出してきたものを採集したものである。こうしてダニ1匹の体重と吸血量とを平均値によって算出した。これによると幼虫から脱皮して2日たった若虫も、6日たった若虫も1匹平均体重は0.009mgとなり同じ値であった。しかし吸血量は脱皮2日後のものは1匹平均0.01mg、6日後のものは0.03mgであった。雌成虫では体重は平均0.05mg、吸血量は平均0.12mg、雄成虫は平均体重0.02mg、平均吸血量0.02mgであった。

3. ダニの齢と吸血に際してダニがとりこむフィラリア幼虫数との関係

同一感染コトラットをイエダニの雌雄成虫および前若虫が同時に吸血した時に、とりこまれたmf数がどう違うかを観察したのが第3表である。

mf密度が血液2.5mgあたり347および1,275である2頭の宿主を実験に用いた。それぞれ吸血した前若虫の平均吸血量は成虫のそれに比べてはるかに少量で、実験1, 3, 4では0.01mg、実験2では0.03mgであった。雄では実験1で0.02mg、実験2で0.03mg、雌では実験1, 2で0.08mg、実験3で0.16mg、実験4で0.12mgであった。摂取された血液1mgに対する幼虫の数を前若虫、雄、雌の3者について比較すると、mf密度

第3表 摂取されたフィラリア幼虫数のダニ齢及び性別の比較

実験番号	ダニ齢及び性別	末梢血内 mf 密度 (2.5mm <sup>3</sup> )	剖検ダニ数	フィラリア幼虫		検出フィラリア幼虫		摂取された平均血液量 (mg)	摂取された血液 1mg に対する幼虫数
				陽性数	ダニ陽性率 (%)	総数	比率		
1	雄成虫	347	38	19	50	72	1.89	0.03	63123
2		1028	22	14	63	61	2.77	—	—
3		1275	30	19	63	141	4.70	0.02	30434
4		4202	29	21	72	87	1.89	—	—
1	雌成虫	347	50	24	48	89	1.78	0.08	2134
2		1028	100	78	78	882	8.82	0.16	5300
3		1275	50	39	78	309	6.18	0.12	4824
4		4202	120	96	80	975	8.12	—	—
1	前若虫	347	63	25	40	73	1.15	0.01	10254
2		1028	50	15	30	43	0.84	0.03	2576
3		1275	36	20	55	92	2.55	0.01	16702
4		4202	50	16	32	41	0.82	—	—

347の宿主では雄63,123, 前若虫10,254, 雌2,134であり, mf 密度1,275の宿主を吸った場合, 雄30,434, 前若虫16,702, 雌4,824で, 雄が吸血量1mgあたりのmf数は最も多いこと, 前若虫の吸血量は少ないが, その際とりこむmfの数は決して少くない事がわかった.

次いでダニのフィ幼虫保有率を調べた. mf 密度347の宿主を吸血した場合は前若虫は40%, 雄成虫は50% 雌成虫は48%であった. mf 密度1,275の宿主を吸血した場合は, 前若虫は55%, 雄成虫は66%, 雌成虫は78%であった. mf 密度4,202の宿主を吸血して, 前若虫は32%, 雄成虫は72%, 雌成虫は80%であった. つまり成虫の雄雌では宿主の密度に比例していたが, 前若虫では密度が著明に変つてもほとんど幼虫保有率に変わりはない. 検出されたフィ幼虫のダニ1匹に対する比率を調べた. これによると mf 密度347の宿主を吸血して, 前若虫で1.15, 雄で1.89, 雌で1.78であった. mf 密度1,275の宿主を吸血して, 前若虫で2.55, 雄で4.70, 雌で6.18であった. 一方イエダニにとりこまれるmf数はPoisson分布に従はない事は, 田中等(1963)によつて雌成虫について報告されているが, これは雄や前若虫についても同様である事を確認した.

4. ダニ体内のフィラリア幼虫の発育に及ぼすダニの発育および吸血の影響

前若虫のときにとりこまれた場合と成虫のときにとりこまれた場合のフィ幼虫の発育を比べ, さらに吸血回数をかえると寄生する幼虫の発育がどのように違ってくるかを調べた. その成績を第4表に示す.

これによると実験4-1では, mfをとりこんだダニ7日目に1回だけ吸血させ, 14日目に剖検したところ, 14

第4表 ダニ体内フィラリア幼虫の発育状況のダニ齢及び性別による比較

感染ニ時	飼育条件日数	宿主末梢血内 mf 吸血密度 2.5mm <sup>3</sup>	剖検ダニ数	陽性ダニ数	ダニ陽性率 (%)	検出フィラリア幼虫				
						I	II	III	完熟	
前若虫	14	1	1157	14	4	34	3	2	0	5
	24	2	974	66	5	8	6	1	0	7
	24	3	4723	43	11	20	12	5	0	17
	24	6	987	65	2	3	0	2	0	2
	24	6	1120	28	3	11	1	2	0	3
	30	3	1093	51	4	8	6	1	0	7
成虫	30	8	1287	46	2	4	0	2	1	3
	24	2	974	38	14	37	0	19	5	24
	24	3	4723	63	26	41	0	24	31	55
	24	4	2746	50	8	16	0	4	15	19

匹のうち4匹が陽性で, その中から35匹のフィ幼虫が検出され, その中に脱皮したmfの形のままの幼虫を見出したが完熟幼虫に達したものはなかった. 8日目と16日目の2回吸血させて, 24日目に66匹のダニを剖検したところ, 5匹が陽性で, フィ幼虫の7匹が検出され, そのうち4匹が脱皮したmfの形のままの幼虫であった. 8日目と12日目と18日目の3回吸血させて24日目に43匹のダニを剖検したところ11匹が陽性で, 17匹のフィ幼虫が検出された. 7匹は脱皮したmfの形のままの幼虫であった. 3日目, 6日目, 9日目, 12日目, 15日目, 18日目の6回吸血させて, 24日目に28日剖検したところ, 陽性ダニは3匹で, フィ幼虫の3匹が検出された. しかし完熟幼虫は検出されなかった.

8日目, 16日目, 24日目と3回吸血させて30日目に51匹を剖検したところ, 陽性ダニは4匹で, 7匹のフィ幼虫が検出されたが完熟幼虫は得られなかった. 次に3日毎に吸血を8回行つたものでは, 46匹のダニを剖検したところ, 2匹が陽性で, 3匹のフィ幼虫のうち1匹が

完熟幼虫が検出された。

一方成虫に感染させて、24日目の飼育で、途中の吸血を2回、3回、4回の3通り行ったものについて剖検したところ、いずれも完熟幼虫が多数検出され、発育期の第1期のものは1匹も見出されなかった。成虫では感染後の吸血を行うと死亡率も低く、また回数多く吸血させることによつて、より多くの完熟フィ幼虫を得ることができるとわかつた。

これによつて前若虫の時代にとりこまれたフィ幼虫は、成虫になつてからとりこまれたものよりも完熟型まで発育する数が少く、しかも、それに至るまで日数を要する。またダニが吸血回数を重ねた方が多数のフィ完熟幼虫を得られる事がわかつた。

### 要 約

われわれはコトナラット糸状虫の中間宿主としてイエダニを用い、それが幼若期に感染した場合と成虫で感染した場合とで、フィラリア幼虫の発育と中間宿主の脱皮および栄養のとり方がどのように影響されるかを調べた。

まずイエダニの発育史を調べた。卵は孵化して幼虫になり、さらに吸血をせずに脱皮して前若虫になる。前若虫は2回以上吸血しなければ脱皮して後若虫とならない。後若虫は吸血せずに脱皮して成虫になる。次いで各期のダニの体重および吸血量を比べてみた。吸血前の前若虫の体重はほぼ一定で平均0.009mg、その吸血量は1匹平均0.015mgであつた。雌成虫は体重平均0.05mg、吸血量平均0.12mg、雄は体重平均0.02mg、吸血量平均0.02mgであつた。

いろいろの血中密度でmfを保有するコトナラットをイエダニの前若虫雄雌が吸血した場合、とりこむフィ幼虫数がどちらがうかを調べた。イエダニの成虫については、終宿主の血中mf密度とダニ体内にとりこまれる幼虫数およびダニの陽性率はあまり関係がなかつた。ダニに吸われたフィ幼虫数は、吸血量1mgあたりに換算すると、雄が最大で30,434、前若虫が16,702、雌では4,824で最小であつた。前若虫の時期に体内にとりこまれたフィ幼虫は完熟型まで発育するのに、ダニが8回以上吸血する必要があり、その発育に30日もかかり、しかも完熟型まで発育した幼虫は僅かであつた。しかし成虫では24日間で多数の幼虫が完熟型幼虫に達し、感染後の吸血回数を多くした方が幼虫の発育成績がよかつた。

この研究は伝染病研究所寄生虫研究部におけるコトナラットフィラリアに関する共同研究の一部をなすもので佐々学教授、林滋生助教授、掛川征支氏、長沢ヤエ子氏等に多大の協力を得た。

### 文 献

- 1) Bertram, D. S. (1949) : Studies on the transmission of cotton rat filariasis. I: The variability of the intensities of infection in the individuals of the vector, *Liponyssus bacoti*, its causation and its bearing on the problem of quantitative transmission. Ann. Trop. Med. Parasit., 43, 313.
- 2) Bertram, D. S. (1950) : Studies on the transmission of cotton rat filairasis. II: Factors influencing the efficiency of the vector, *Liponyssus bacoti*. Ann. Trop. Med. Parasit. 44, 55.
- 3) Bertram, D. S. (1953) : Laboratory studies on filariasis in the cotton rat. Trans. Roy. Soc. Trop. Med. & Hyg., 47(2), 85-106.
- 4) Freer, P. M. (1953) : Observation on the early fate of the microfilariae of *Litomosoides carinii* (Travassos, 1919), filarial parasite of the cotton rat, after their ingestion by the vector, *Bdello-nyssus bacoti* (Hirst, 1913). Ann. Trop. Med. Parasit., 47, 13.
- 5) 福井正信・神田鍊蔵・田中英文他 (1962) : コトナラット糸状虫症の中間宿主としてのイエダニの飼育条件その他について。寄生虫誌, 11(4), 307.
- 6) Hughes, T. E. (1950) : Some stages of *Litomosoides carinii* in *Liponyssus bacoti*. Ann. Trop. Med. Parasit., 44, 285.
- 7) 神田鍊蔵 (1964) : イエダニの齢と体内におけるコトナラット糸状虫症の発育について。衛動誌, 14(2), 127.
- 8) Kershaw, W. E. & Williams, P. (1957) : Survival of the vector of cotton rat filariasis. (Laboratory demonstration) Trans. Ros. Soc. Trop. Med. & Hyg., 51, 296.
- 9) Scott, J. A. & Blynn, E. (1951) : Observation on characters for identifying the developmental stages and for determining the sex of live tropical rat mites. J. Parasitology, 37(6), 519-524.
- 10) Scott, J. A. & MacDonald, E. (1953) : Experimental filarial infections in cotton rats. Expt. Parasit., 2(2), 129-140.
- 11) 田中寛・千葉日美・田中英文 (1963) : コトナラット糸状虫、ミクロフィラリアの中間宿主イエダニによる吸入量の定量的観察。寄生虫誌, 12(3), 191-195.
- 12) 若杉幹太郎 (1958) : コトナラット糸状虫 *Lito-*

- mosoides carinii* に関する研究. (3) 成虫及びミクロフィラリアの形態とイエダニ体内における幼虫の発育について. 寄生虫誌, 7(5), 514-522.
- 13) Westbrook, M. G. & Scott, J. A. (1955) : A statistical analysis of the growth in length of the filarial worms in the cotton rat. *Texas Reports on Biology & Medicine*, 13(3), 537-558.
- 14) Williams, R. W. & Brown, H. W. (1945) : The development of *Litomosoides carinii*, filarial parasite of cotton rat in the tropical rat mite. *Science*, 102, 482.
- 15) 山田信一郎 (1936) : イエダニの発育環に就いて. *実験医学雑誌*, 20(5), 714-730.

**Abstract**

STUDIES ON THE RELATIONSHIP BETWEEN THE GROWTH AND  
NUTRITION OF THE TROPICAL RAT MITE, *ORNITHONYSSUS*  
*BACOTI* (HIRST, 1913), AND THE LARVAL DEVELOPMENT  
OF *LITOMOSOIDES CARINII* (TRAVASSOS, 1919)

TOZO KANDA & SADAHARU TASAKA

(Department of Parasitology, the Institute for Infectious  
Diseases, the University of Tokyo)

This investigation was made to study the influence of nutritional uptake and the maturation of immature stages of the intermediate host upon the larval development of filarial worms. Isolated larvae and adults of *Ornithonyssus bacoti* (Hirst, 1913) which were infected with *Litomosoides carinii* (Travassos, 1919) were used. For isolation of mites, plastic cages of 20×20×20 cm with a lid on which opened a window of 10×10 cm was used. The window was covered by a stainless netting of 200 mesh diameter.

First, the relationship between bloodmeals and shedding of the mite was studied.

Two bloodmeals are required for the protonymph to shed and become a deutonymph and then adult. However, larvae and deutonymphs do not need bloodmeal to survive and shed. Comparing the weight and amount of the bloodmeal which was ingested by protonymphs male, and female mites, in the protonymph the body weight 0.009 mg averaged and the average bloodmeal was 0.015 mg; in females the average body weight was 0.05 mg and the amount of the bloodmeal averaged 0.12 mg; and in male the average body weight was 0.02 mg and the amount of the bloodmeal averaged 0.02 mg.

The uptake of microfilariae was determined by dissecting protonymphs, adult male and female mites. The mites were divided into several groups to permit them to hosts with low and high microfilarial density. The uptake of the protonymph was less influenced by the microfilarial density of the host than in the adult mites.

Similarly, the ratio of the number of infected mites with filarial larvae to the total number of mites examined was less influenced.

The average number of ingested filarial larvae per 1 cubic millimeter of ingested blood was 30,434 in males, 16,702 in protonymphs, and 4,824 in females.

The larvae ingested by protonymphs were very few, and a very few of these developed to the infective stage; these required 30 days to reach this stage of maturation. The larvae which were ingested by adult female mites were many and required fewer days for development. This indicates that larvae ingested by protonymphs are influenced by the growth of the mite, especially by shedding, but these larvae are capable of developing to infective larvae with a sufficient bloodmeal and enough time.