

ラットに2回接種された *Orientostrongylus ezoensis* と *Nippostrongylus brasiliensis* の発育と産卵の比較.

藤本和義 堀 栄太郎

(平成2年5月7日掲載決定)

要 約

Orientostrongylus ezoensis と *Nippostrongylus brasiliensis* の発育と産卵を異なる数の感染幼虫を経口あるいは経皮的に2回接種したラットを使って観察した。そして得られた結果をそれぞれ先に報告した1回接種のみの場合と比較した。

2回接種したラットから回収された *O. ezoensis*, *N. brasiliensis* の成虫の回収率はともに1回接種の場合より低かった。2回接種したラットから回収された *O. ezoensis* の成虫の回収率は *N. brasiliensis* よりはるかに高かった。

成虫の産卵数は宿主糞便の濾紙培養によって遊出する次世代感染幼虫数から推定したが、両種とも糞便の濾紙培養法で遊出させた幼虫数は2回目の接種後に増加した。増加した幼虫数は *N. brasiliensis* より *O. ezoensis* の方がはるかに多かった。2回接種したラットから回収された雌1匹1日あたりの遊出幼虫数は両種とも接種幼虫総数の増加とともに減少した。2回接種したラットから回収された *N. brasiliensis* の雌1匹1日あたりの遊出幼虫数は1回接種の場合より明らかに少なかったが、*O. ezoensis* では1回接種と2回接種の間に *N. brasiliensis* ほど顕著な差は認められなかった。

2回接種したラットから回収された成虫の体長は両種とも接種幼虫総数の増加とともに小さくなった。2回接種したラットから回収された *N. brasiliensis* の成虫の体長は1回接種の場合より小さかったが、*O. ezoensis* では1回接種と2回接種の間の差は *N. brasiliensis* ほど顕著ではなかった。

以上の結果は2回接種されたラット内での *O. ezoensis* の発育と産卵は、*N. brasiliensis* と異なり、宿主の免疫反応よりむしろ接種された感染幼虫数によって影響されることを示唆すると思われる。

Key words : nematoda, *Orientostrongylus ezoensis*, *Nippostrongylus brasiliensis*, second inoculation, expulsion, oviposition.

はじめに

Orientostrongylus ezoensis と *Nippostrongylus brasiliensis* はドブネズミの小腸に寄生する比較的近縁な線虫類で、野外においてしばしば混合感染することが知られている (Tada, 1975)。しかし両種の発育史を比較してみると *O. ezoensis* は経口感染型で肺循環をおこなわないのに対して、*N. brasiliensis* は経皮感染型で肺循環をおこなうという違いがみられる (Haley, 1962; 藤本, 1979)。著者らは先に両種のラット腸管内での分布、発育、産卵における接種幼虫数の影響について報告したが (藤本・堀, 1988a, b)、それらによると接種幼虫数の違いによる腸管内での寄生状況が両種の間で異なることが認められた。例えば *N. brasiliensis* の場合、少数接種群を除けば、どの接種群でも成虫は接種後短期間の間に宿主の腸管から排虫されたのに対して、*O. ezoensis* の場合、成虫の排虫は接種幼

虫数と関連があり、しかもどの接種群でも成虫は比較的長期間、宿主の腸管内にみられた。その結果、*N. brasiliensis* の産卵期間は非常に短かったのに対して *O. ezoensis* では長期間の産卵がみられた。*N. brasiliensis* における急激な排虫は宿主の免疫反応によるものが古くから知られているが (Haley, 1958; Hurley, 1959; Jarrett *et al.*, 1968; Ogilvie and Jones, 1971)、*O. ezoensis* の場合、それはかならずしも明確ではない。

本報では異なる数の感染幼虫を2回に分けてラットに接種し、*N. brasiliensis* および *O. ezoensis* 両種の産卵や発育に対する影響を調べ、それぞれ1回接種の場合 (藤本・堀, 1988a, b) と比較した。そしてその結果から、両種の産卵や発育に対する2回接種の影響の違いを明らかにした。

材料および方法

感染方法と虫体の回収: 実験に用いた *O. ezoensis* と

N. brasiliensis は前報(藤本・堀, 1988 a, b)と同様の系統で、それぞれラットを使って累代飼育してきたものである。実験には濾紙培養法(*O. ezoensis*)と炭末培養法(*N. brasiliensis*)で培養した感染幼虫(以下単に幼虫)を使い、およそ7週令の雌ラット(ウイスター系, 新日本動物社より入手)に接種した。接種方法は*O. ezoensis*ではラット用ゾンダを使って胃内に経口接種し,*N. brasiliensis*では1mlのツベルクリン用シリンジを使ってラットの後足上腿部に皮下接種した。接種は同一の宿主に対しておよそ1週間の間隔をおいて2回行なった。接種数の組み合わせはn=10+50(1回目の感染幼虫数n=10, 2回目の感染幼虫数n=50), n=50+50, n=50+500, n=500+500, n=1000+1000, n=2000+2000の6段階で行なった。

成虫の回収率は2回目の接種後7-21日にラットを開腹して、胃と腸管を取り出し、それぞれについて寄生虫体数を実体顕微鏡下で調べて、その数と接種総数(1回目と2回目の接種数の合計)から産出した。その際、腸管は幽門部より順次3cmの間隔で切断し、各々切り開いて生理食塩水の入ったシャーレ(径6cm)に入れ、約40℃の孵卵器の中で虫体を遊離させて雌雄虫体数を計数した。剖検ラット数は各実験群に対してそれぞれ6-21匹であった。

次世代幼虫数の計数: 次世代遊出幼虫数(虫卵数の代り)は糞便の試験管内濾紙培養法により遊出された感染幼虫数(第3期幼虫数)で示した。1日あたりの次世代遊出幼虫数は1日おきに全量採取した糞便の一部を濾紙培養し、その重量から比例計算により糞便全量の幼虫数を算定して示した。培養期間は27-28℃の孵卵器で約1週間とした。雌1匹1日あたりの次世代遊出幼虫数は2回目の接種後10-16日(2回目の接種幼虫が成虫となり、産卵活動を行っていると思われる時期)のラットを剖検して得られた寄生雌成虫の数と1日あたりの次世代遊出幼虫数から算定した。剖検ラット数は各実験群に対してそれぞれ3-

10匹であった。

虫体長の計測: 2回目の接種後8-21日のラットを剖検して得られた寄生成虫の虫体長を計測した。計測はHaley and Parker (1961)の方法に準じ、生理食塩水を含ませた濾紙上で毛筆を使って虫体をまっすぐのばしてから、接眼マイクロメーター(ニコン製)を用いて行なった。

結果

1) 成虫の回収率

O. ezoensis 感染群の成虫の回収率は1回目と2回目の接種幼虫総数が少ない場合(n=100以下)、平均56%以上の高い回収率が得られた。しかし接種幼虫総数が550以上に増加すると、平均回収率は26-35%に低下した(Table 1)。これらの値を既報(藤本・堀, 1988 a)の1回接種の平均回収率(n=50: 61.1%, n=100: 70.0%, n=500: 64.2%, n=1000: 62.3%, n=2000: 59.4%, n=4000: 55.3%)と比較した場合、全体的に2回接種の方が回収率は低かったが、とくに550以上の接種総数群において、その差は大きかった(n=100: t=2.06, 0.05<P<0.1, n=1000: t=5.40, P<0.001; n=2000: t=6.84, P<0.001; n=4000: t=4.72, P<0.001)。

N. brasiliensis 感染群の成虫の回収率は1回目と2回目の接種幼虫総数が最も少ないn=60の場合、平均15%の回収率が得られた。しかしn=100以上の接種総数では平均1-4%の非常に低い回収率となった(Table 1)。既報(藤本・堀, 1988b)の1回接種の平均回収率(n=50: 55.3%, n=100: 58.1%, n=500: 59.6%, n=1000: 72.3%, n=2000: 70.7%, n=4000: 70.4%)と比較した場合、すべての接種群において2回接種の方が著しく回収率が低かった。

2) 接種幼虫数と次世代遊出幼虫数

次世代遊出幼虫数の経日的変化: *O. ezoensis* と *N.*

Table 1 Recovery-rate of adult *O. ezoensis* and *N. brasiliensis* from rats reinoculated with different numbers of infective larvae (L₃).

No. of L ₃ firstly given	No. of L ₃ secondly given	Total no. of L ₃ given	<i>O. ezoensis</i>		<i>N. brasiliensis</i>	
			No. of rats examined	Mean recovery (%) (Min-Max)	No. of rats examined	Mean recovery (%) (Min-Max)
10	50	60	7	56.0 (33.3-80.0)	8	15.2 (0-30.0)
50	50	100	7	59.5 (45.0-69.0)	11	3.9 (0-10.0)
50	500	550	12	25.7 (11.3-45.6)	6	1.7 (0.2-3.3)
500	500	1000	21	34.6 (13.1-58.4)	10	1.1 (0-2.8)
1000	1000	2000	9	26.1 (15.9-36.8)	9	0.8 (0.1-2.5)
2000	2000	4000	10	26.5 (15.2-35.5)	16	0.9 (0.1-2.5)

The second inoculations were given 7 or 8 days after the first inoculations.

The rats were dissected between 7 and 21 days after the second inoculations.

brasiliensis 感染群における次世代遊出幼虫数の経日的変化を Fig.1, Fig.2 にそれぞれ示す。

O. ezoensis 感染群では1回目と2回目の接種総数が少ない場合 ($n=100$ 以下), 遊出幼虫数は1回目の接種後 14-20

日 (2回目の接種後 5-11日) 頃より増加し始め, ピーク時 (1回目の接種後 20-21日) には増加以前の遊出幼虫数のおよそ 2-3 倍の幼虫数となった。その後幼虫数は漸減したが, 1回目の接種後 60日を過ぎてても増加以前の遊出幼虫

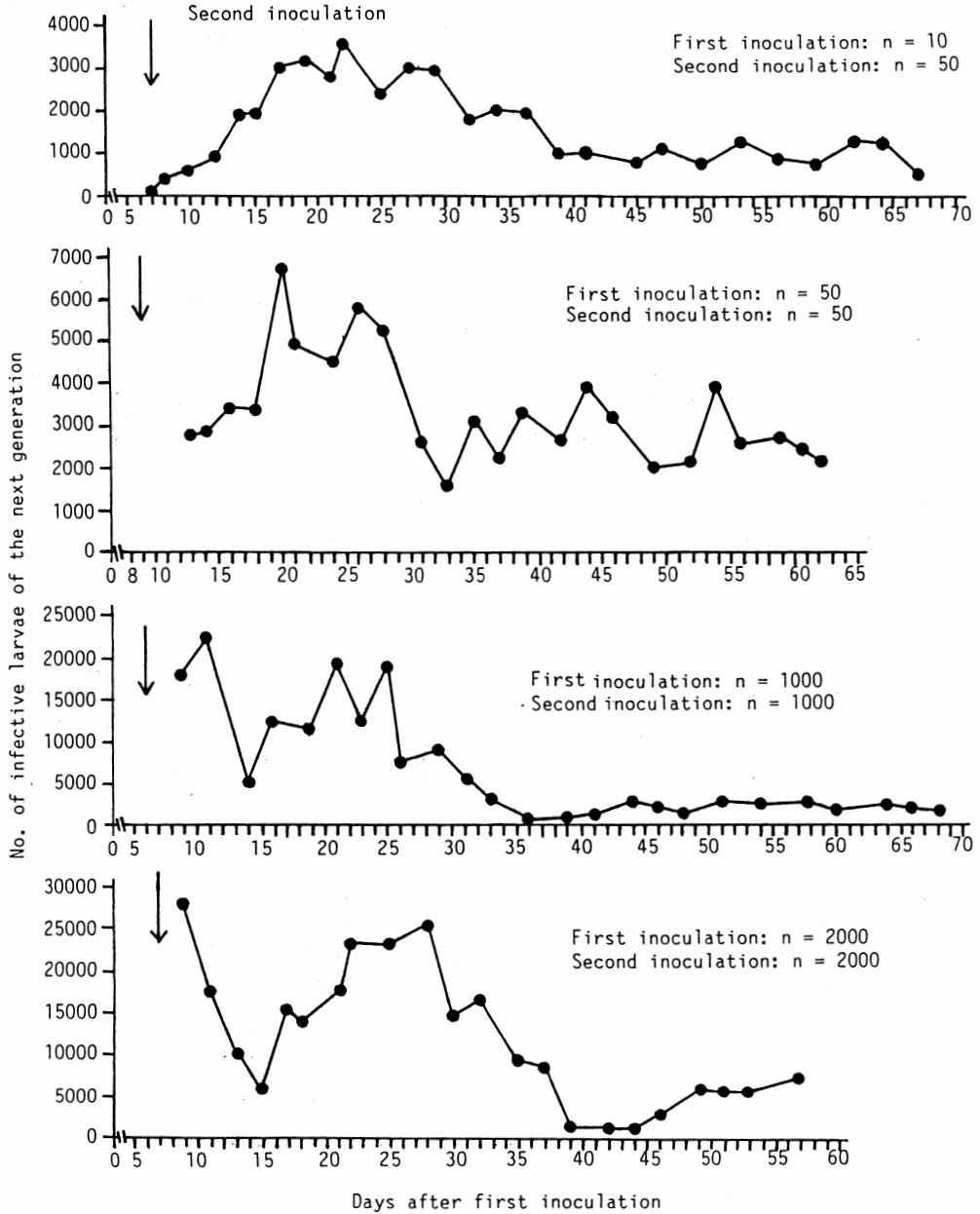


Fig. 1 Daily changes in the number of infective larvae of the next generation obtained from rats reinoculated with different numbers of infective larvae of *O. ezoensis*.

The infective larvae of the next generation were obtained from the filter paper cultivation technique. The second inoculations were given 6 to 9 days after the first inoculations.

数を維持した。1回目と2回目の接種総数が多い場合 ($n=2000$ 以上), 遊出幼虫数は1回目の接種後11-14日頃よりいったん減少傾向を示したが, 15-17日頃より再び増加した。しかしその数は減少傾向を示す以前の遊出幼虫数を上まわることなく漸減し, 1回目の接種後36-40日頃には少数の幼虫遊出となった。

N. brasiliensis 感染群は1回目と2回目の接種総数が多くても ($n=2000$ 以上) 少なくとも ($n=100$ 以下) ほぼ同様

の幼虫遊出パターンを示した。すなわち, どの接種群でも1回目の接種後11-15日頃(2回目の接種後4-8日)に急激な遊出幼虫数の減少がみられ, その後15-20日頃より再び増加し始めた。そして明確なピークを示すことなく, 1回目の接種後40日を過ぎても幼虫の遊出が続いた。ただし, 増加した遊出幼虫数は急激な減少以前にみられた幼虫数のおよそ20分の1 ($n=10+50$) から1000分の1 ($n=2000+2000$) と少なかった。

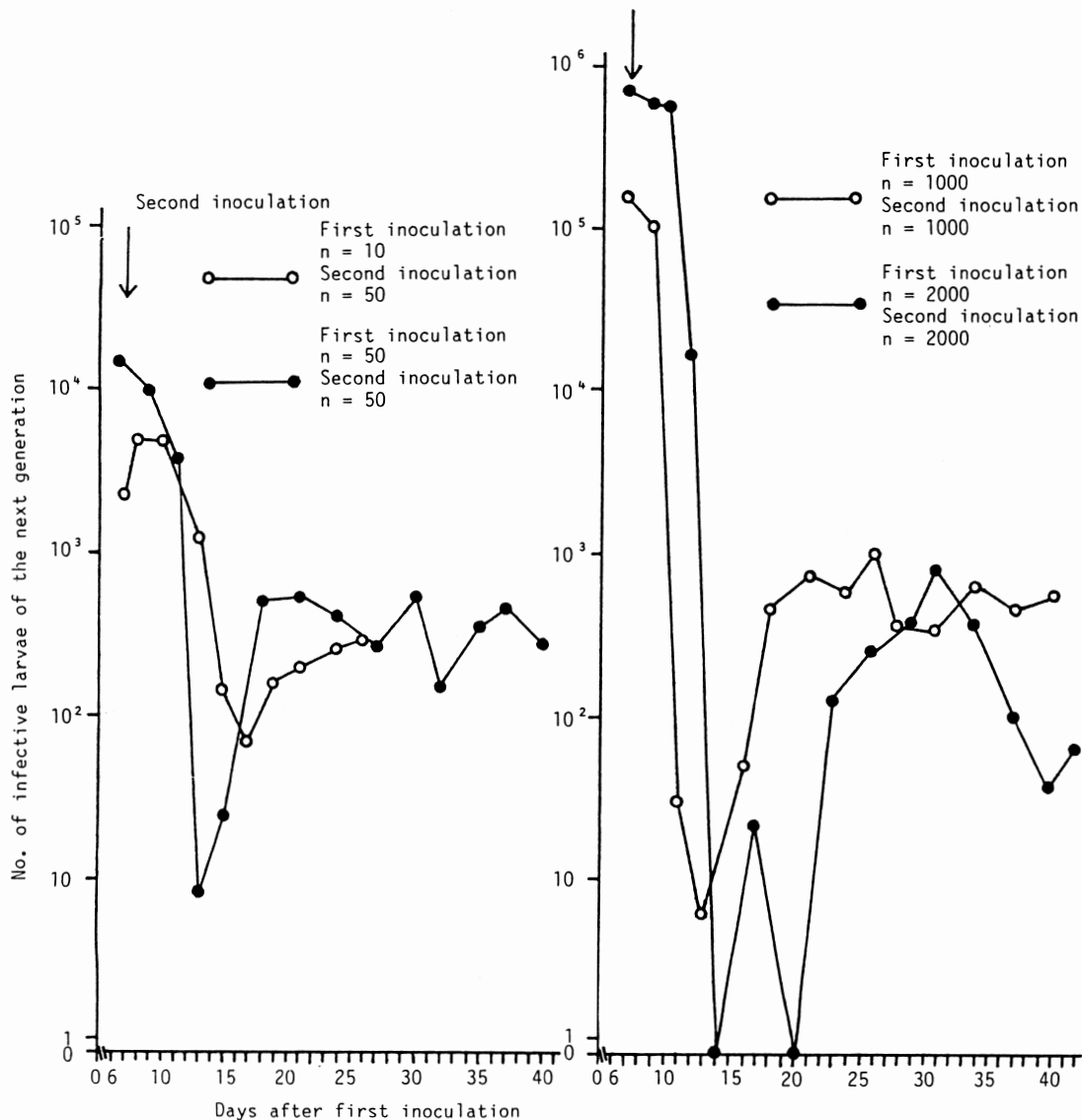


Fig. 2 Daily changes in the number of infective larvae of the next generation obtained from rats reinoculated with different numbers of infective larvae of *N. brasiliensis*.

The infective larvae of the next generation were obtained from the filter paper cultivation technique. The second inoculations were given 7 days after the first inoculations.

雌 1 匹 1 日あたりの遊出幼虫数: *O. ezoensis* 感染群では 1 回目と 2 回目の接種幼虫総数が 100 以下の少数接種の場合、平均 188 以上の遊出幼虫数を示したが、接種幼虫総数が増加するにつれて幼虫数は減少し、接種幼虫総数が 1000 以上ではおよそ平均 50 の遊出幼虫数となった (Table 2)。既報 (藤本・堀, 1988a) の 1 回接種の平均遊出幼虫数 ($n=50: 234, n=100: 293, n=500: 75, n=1000: 40, n=2000: 63, n=4000: 30$) と比較してみると、接種幼虫総数が 100 以下の場合、2 回接種の方が遊出幼虫数は少なかったが ($n=100: t=4.11, P<0.001$), 1000 以上では差がないか ($n=1000: t=0.89, 0.2<P<0.5; n=2000: t=0.59, 0.5<P<0.8$), あるいは逆に 2 回接種の方が遊出幼虫数は多かった ($n=4000: t=2.43, 0.01<P<0.02$)。

N. brasiliensis 感染群では接種幼虫総数が 100 以下の少数接種の場合、平均 132 以上の遊出幼虫数であった。しかし接種幼虫総数が増加するにつれて遊出幼虫数は減少し、接種幼虫総数が 4000 では平均 33 の遊出幼虫数となった (Table 2)。既報 (藤本・堀, 1988b) の 1 回接種の平均遊出幼虫数 ($n=50: 1093, n=500: 632, n=1000: 771, n=2000: 519, n=4000: 308$) と比較した場合、どの接種群においても 2 回接種の方が極端に遊出幼虫数は少なかった。

3) 寄生成虫の体長

O. ezoensis 感染群では 1 回目と 2 回目の接種幼虫総数の最も少ない $n=60$ の接種群において、雄虫は平均 2.02mm、雌虫は平均 3.01mm の最大体長を示した (Table 3)。その後、

Table 2 Number of infective larvae of the next generation per day per female (LPDPF) obtained from the faeces of rats reinoculated with different numbers of infective larvae (L_3).

No. of L_3 firstly given	No. of L_3 secondly given	Total no. of L_3 given	<i>O. ezoensis</i>		<i>N. brasiliensis</i>	
			No. of rats examined	LPDPF (Min-Max)	No. of rats examined	LPDPF (Min-Max)
10	50	60	7	188 (107-241)	4	132 (0-316)
50	50	100	5	198 (136-243)	3	167 (82-211)
50	500	550	5	104 (64-195)	3	36 (0-69)
500	500	1000	6	52 (28-97)	6	87 (8-159)
1000	1000	2000	7	56 (24-116)	7	72 (6-218)
2000	2000	4000	10	49 (11-118)	6	33 (0-65)

The second inoculations were given 7 or 8 days after the first inoculations.

The infective larvae of the next generation were obtained from the filter paper cultivation technique.

LPDPF is indicated by the mean value per day per female during the period from 10 to 16 days after the second inoculations.

Table 1 Body length of adult *O. ezoensis* and *N. brasiliensis* recovered from rats reinoculated with different numbers of infective larvae (L_3).

No. of L_3 firstly given	No. of L_3 secondly given	Total no. of L_3 given	<i>O. ezoensis</i>				<i>N. brasiliensis</i>			
			No. of worms examined	Mean body length (mm)		No. of worms examined	Mean body length (mm)			
				Male (Min-Max)	Female (Min-Max)		Male (Min-Max)	Female (Min-Max)		
10	50	60	93	2.02(1.7-2.4)	3.01(2.1-3.6)	45	2.78(2.2-3.2)	3.51(2.9-3.8)		
50	50	100	335	1.95(1.6-2.5)	2.90(2.2-3.4)	19	2.92(2.3-3.5)	3.27(3.0-3.8)		
50	500	550	393	1.79(1.3-2.2)	2.61(2.0-3.3)	14	2.81(2.6-3.2)	2.86(2.4-3.2)		
500	500	1000	460	1.82(1.2-2.3)	2.63(1.7-3.5)	58	2.87(1.7-3.0)	2.56(1.5-2.9)		
1000	1000	2000	301	1.81(1.1-2.0)	2.77(2.0-3.1)	66	2.38(1.9-3.0)	2.43(1.7-2.9)		
2000	2000	4000	313	1.82(1.3-2.3)	2.59(1.7-3.4)	358	2.23(1.4-3.2)	1.71(0.8-3.0)		

The second inoculations were given 7 or 8 days after the first inoculations.

Adult worms were recovered from rats between 8 and 21 days after the second inoculations.

多少変動はみられるものの、接種幼虫総数の増加とともに虫体長の小型化が認められ、 $n=4000$ の多数接種群では雄虫は平均1.82mm、雌虫は平均2.59mmを示した。既報(藤本・堀, 1988a)の1回接種の平均虫体長($n=50-100$: ♂ 1.93mm, ♀ 2.91mm; $n=500$: ♂ 1.97, ♀ 2.96; $n=1000$: ♂ 1.77mm, ♀ 2.75; $n=2000$: ♂ 1.87, ♀ 2.76; $n=4000$: ♂ 1.89, ♀ 2.46)と比較した場合、差がみられない接種群もあれば($n=2000$: ♀, $t=0.35$, $0.5 < P < 0.8$), 明らかに1回接種の方が大きい接種群($n=1000$: ♀, $t=3.46$, $P < 0.001$; $n=2000$: ♂, $t=2.24$, $0.02 < P < 0.05$; $n=4000$: ♂, $t=4.82$, $P < 0.001$)やその逆に小さい接種群($n=100$: ♂, $t=2.94$, $0.002 < P < 0.005$, ♀, $t=1.85$, $0.005 < P < 0.1$; $n=1000$: ♂, $t=1.96$, $0.02 < P < 0.05$; $n=4000$: ♀, $t=5.03$, $P < 0.001$)もあり、一定の傾向が認められなかった。

N. brasiliensis 感染群では接種幼虫総数が60-100の少数接種群において、雄虫は平均2.92mm、雌虫は平均3.51mm最大体長を示した(Table 3)。その後、接種幼虫総数の増加とともに虫体長は小型化し、 $n=4000$ の多数接種群において、雄虫は平均2.23mm、雌虫は平均1.71mmの最小体長を示した。既報(藤本・堀, 1988b)の1回接種の平均虫体長($n=50$: ♂ 3.25mm, ♀ 4.54mm; $n=100$: ♂ 3.13, ♀ 4.54; $n=500$: ♂ 2.84, ♀ 4.23; $n=1000$: ♂ 2.91, ♀ 4.28; $n=2000$: ♂ 3.02, ♀ 4.36; $n=4000$: ♂ 2.92, ♀ 4.19)と比較するとどの接種群においても、2回接種の方が虫体長は小さく、とくに雌虫において顕著であった(すべての接種群において、 t 検定、 $P < 0.001$)。

考 察

1) 成虫の回収率

O. ezoensis, *N. brasiliensis*とも成虫の回収率は1回接種のみ(藤本・堀, 1988a, b)より2回接種の方が低かった。しかし*O. ezoensis*では接種幼虫総数によって異なり、接種幼虫総数が少ない場合($n=100$ 以下)、1回接種との差は小さかったのに対して*N. brasiliensis*では接種幼虫総数に関係なく2回接種の方が極端に低い回収率を示した。*N. brasiliensis*で見られるような極端な回収率の低下は他の腸管寄生線虫類(*Trichinella spiralis*, *Strongyloides ratti*)でも知られており(Love et al., 1976; Olson and Schiller, 1978; Bell and McGregor, 1980)、宿主の免疫反応によると考えられている。*N. brasiliensis*の場合、IgEや肥満細胞の増加後、宿主の腸管粘膜によって虫体の排除が行なわれていると報告されている(Miller et al., 1981)。それに対して*O. ezoensis*では*N. brasiliensis*で見られるような極端な回収率の低下は認められなかったことから、宿主側の免疫産生能を刺激して活性化させないのか、あるいは虫体の側に宿主の免疫反応に耐える機構があるのかも知れない。また接種総数の増加によって回収率が低下することから、宿主の免疫反

応以外の要因、例えば最適寄生部位での過密寄生による競合等が働いていることも考えられる。

2) 接種幼虫数と次世代遊出幼虫数

次世代遊出幼虫数は両種とも2回目の幼虫接種後増加傾向を示したが、増加数に大きな違いがみられた。*N. brasiliensis*ではどの接種群においても2回目の接種時にみられたほどには遊出幼虫数は増加せず、きわめて少数の幼虫遊出がみとめられたにすぎなかったが(Fig. 2), *O. ezoensis*では接種幼虫総数によって遊出幼虫の増加数は異なるものの、きわめて多数の幼虫遊出が認められた(Fig. 1)。これは*O. ezoensis*では2回目に接種した幼虫の発育、定着が*N. brasiliensis*よりはるかに高率であることを示しており、前述した*N. brasiliensis*に対する宿主の免疫反応は*N. brasiliensis*の増殖に重大な影響をおよぼしているといえよう。ただ2回接種における*N. brasiliensis*の場合、1回接種のみ(藤本・堀, 1988b)と比較して、はるかに長期間(1回目の感染後40日以上)、幼虫の遊出がみられた(Fig. 2)。これは*N. brasiliensis*ではOgilvie and Hockley (1968), Jenkins and Phillipson (1972)が述べた宿主の免疫反応に耐えた成虫が少数存在するためと考えられ、これらの成虫はHurley (1959)が言うように野外における*N. brasiliensis*の個体群を維持する上で重要な役割を担っているかも知れない。

雌1匹1日あたりの遊出幼虫数は*N. brasiliensis*ではどの幼虫接種群でも1回接種群と比べて2回接種群の方が明らかに少なかった。それに対して*O. ezoensis*では少数接種群($n=100$ 以下)を除けば、1回接種群と2回接種群の間の遊出幼虫数の差は小さかった。Aflica (1931), Graham (1934)は*N. brasiliensis*の再感染実験において宿主の免疫反応による顕著な産卵数の減少を報告している。遊出幼虫数は実際の産卵数とは異なるが本報で見られる*N. brasiliensis*の遊出幼虫数の減少もまた、それらの報告と同様の要因によるものと思われる。一方、*O. ezoensis*は*N. brasiliensis*ほど雌1匹1日あたりの遊出幼虫数の減少はみられなかったことから、2回接種による宿主の免疫反応にはほとんど影響されないものと考えられる。*O. ezoensis*でも接種幼虫総数の増加によって雌1匹1日あたりの遊出幼虫数の減少がみられたが、これは宿主の免疫反応による影響というよりは過密寄生による競合によって産卵の抑圧が働いたものと考えられる。

3) 接種幼虫数と寄生成虫の体長

*N. brasiliensis*の虫体長は接種幼虫総数の増加とともに顕著な小型化がみられ、しかもすべての接種群において1回接種群(藤本・堀, 1988b)より小さかった。それに対して*O. ezoensis*では接種総数の増加による虫体長の小型化はみられたものの、1回接種群(藤本・堀, 1988a)と比べて

明らかに小さいとは言えなかった。*N. brasiliensis*は宿主に再接種された場合、宿主の免疫反応によって成長が妨げられたり、発育が遅延したりすることが報告されている (Sarles and Taliaferro, 1936; Hurley, 1959; Mulligan *et al.*, 1965; Ogilvie, 1965)。本報でみられる *N. brasiliensis* の虫体の小型化もこれと同様の現象と考えられる。一方、*O. ezoensis* は *N. brasiliensis* と比較して顕著な虫体の小型化はみられなかったことから、宿主の免疫反応による発育の遅延はほとんどないものと考えられる。*O. ezoensis* でみられた接種幼虫総数の増加にともなう虫体長の小型化はおそらく、1回接種の場合(藤本・堀, 1988 a)と同様、虫体の過密による競合、栄養摂取などの影響により生じたものと考えられる。

文 献

- 1) Aflica, C. M. (1931): Studies on the host relations of *Nippostrongylus muris* with special reference to age resistance and acquired immunity. *J. Parasitol.*, 18, 1-13.
- 2) Bell, R. G. and McGregor, D. D. (1980): Requirement for two discrete stimuli for induction of the intestinal rapid expulsion response against *Trichinella spiralis* in rats. *Infect. Immun.*, 29, 186-193.
- 3) 藤本和義・堀栄太郎 (1988 a) : *Orientostrongylus ezoensis* のラット腸管内における寄生分布、発育並びに産卵-異なる投与幼虫数での実験的感染。寄生虫誌, 37, 139-146.
- 4) 藤本和義・堀栄太郎 (1988 b) : ラット腸管内での *Nippostrongylus brasiliensis* の分布、発育、産卵に対する異なる接種幼虫数の影響。寄生虫誌, 37, 335-342.
- 5) 福本真一郎 (1979) : *Orientostrongylus ezoensis* Tada, 1975 (Nematoda: Heligmonellidae) の発育史に関する研究。寄生虫誌, 28, 465-471.
- 6) Graham, G. L. (1934): Resistance studies with the nematode, *Nippostrongylus muris*, in laboratory rats. *Am. J. Hyg.*, 20, 352-372.
- 7) Haley, A. J. (1958): Host specificity of the rat nematode, *Nippostrongylus muris*. *Am. J. Hyg.*, 67, 331-349.
- 8) Haley, A. J. and Parker, J. C. (1961): Size of adult *Nippostrongylus brasiliensis* from light and heavy infections in laboratory rats. *J. Parasitol.*, 47, 461.
- 9) Haley, A. J. (1962): Biology of the rat nematode, *Nippostrongylus brasiliensis* (Travassos, 1914). II. Preparasitic stages and development in the laboratory rat. *J. Parasitol.*, 48, 13-23.
- 10) Hurley, F. J. (1959): Immunization threshold in laboratory rats given a small initial infection of *Nippostrongylus muris*. *Proc. Helm. Soc. Wash.*, 26, 91-96.
- 11) Jarrett, E. E. E., Jarrett, W. F. H. and Urquhart, G. M. (1968): Quantitative studies on the kinetics of establishment and expulsion of intestinal nematode populations in susceptible and immune host. *Nippostrongylus brasiliensis* in the rat. *Parasitology*, 58, 625-640.
- 12) Jenkins, D. C. and Phillipson, R. F. (1972): Evidence that the nematode *Nippostrongylus brasiliensis* can adapt to and overcome the effects of host immunity. *Int. J. Parasitol.*, 2, 353-359.
- 13) Love, R. J., Ogilvie, B. M. and McLaren, D. J. (1976): The immune mechanism which expels the intestinal stage of *Trichinella spiralis* from rats. *Immunology*, 30, 7-15.
- 14) Miller, H. R. P., Huntley, J. F. and Wallace, G. R. (1981): Immune exclusion and mucus trapping during the rapid expulsion of *Nippostrongylus brasiliensis* from primed rats. *Immunology*, 44, 419-429.
- 15) Mulligan, W., Urquhart, G. M., Jennings, F. W. and Neilson, J. T. M. (1965): Immunological studies on *Nippostrongylus brasiliensis* infection in the rat: The self-cure phenomenon. *Exp. Parasitol.*, 16, 314-347.
- 16) Ogilvie, B. M. (1965): Role of adult worms in immunity of rats to *Nippostrongylus brasiliensis*. *Parasitology*, 55, 325-335.
- 17) Ogilvie, B. M. and Hockley, D. J. (1968): Effects of immunity on *Nippostrongylus brasiliensis* adult worm: reversible and irreversible changes in infectivity, reproduction, and morphology. *J. Parasitol.*, 54, 1073-1084.
- 18) Ogilvie, B. M. and Jones, V. E. (1971): *Nippostrongylus brasiliensis*: A review of immunity and host parasite relationship in the rat. *Exp. Parasitol.*, 29, 138-177.
- 19) Olson, C. E. and Schiller, E. L. (1978): *Strongyloides ratti* infections in rats. I. Immunopathology. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 27, 521-526.
- 20) Sarles, M. P. and Taliaferro, W. H. (1936): The local points of defense and the passive transfer of acquired immunity to *Nippostrongylus muris* in rats. *J. Inf. Dis.*, 59, 207-220.
- 21) Tada, Y. (1975): *Orientostrongylus ezoensis* n. sp. (Nematoda: Heligmosomidae) from brown rat, *Rattus norvegicus* Berkenhout. *Jap. J. Vet. Res.*, 23, 41-44.

Abstract

COMPARATIVE OBSERVATIONS ON DEVELOPMENT AND OVIPOSITION
OF THE NEMATODES *ORIENTOSTRONGYLUS EZOENSIS* AND
NIPPOSTRONGYLUS BRASILIENSIS IN TWICE-INOCULATED RATS

KAZUYOSHI FUJIMOTO AND EITARO HORI

(Department of Medical Zoology, Saitama Medical School,
38 Morohongo, Moroyama-cho, Iruma-gun, Saitama, 350-04, Japan)

Development and egg production of the nematodes *Orientostrongylus ezoensis* and *Nippostrongylus brasiliensis* in rats were observed when variable numbers of infective larvae were orally or subcutaneously inoculated twice in the hosts at intervals of 6 to 9 days. Results were compared with those of similar studies on single inoculations of both species.

In both *O. ezoensis* and *N. brasiliensis*, relatively fewer infective larvae developed into adults in twice-inoculated rats than in single inoculated ones. In twice-inoculated rats, the recovery-rate of adult *O. ezoensis* was much higher than that of adult *N. brasiliensis*.

Infective larvae reared from those in the hosts' faeces by filter paper technique were evaluated as a parameter of adult parasitic egg production. In both species, the number of infective larvae of the next generation reared from those in the hosts' faeces increased after the second inoculation. The increase in number of the infective larvae was greater in *O. ezoensis* than in *N. brasiliensis*. In both species, the number of infective larvae of the next generation per day per female (LPDPF) decreased with increasing numbers of infective larvae inoculated. In *N. brasiliensis*, the LPDPF in twice-inoculated rats was much lower than that in single inoculated ones, while in *O. ezoensis*, the LPDPF was not markedly reduced in twice-inoculated rats.

The body lengths of adult *O. ezoensis* and *N. brasiliensis* recovered from the twice-inoculated rats became smaller with increasing numbers of infective larvae inoculated. The body length of adult *N. brasiliensis* from the twice-inoculated rats was much smaller than that from single inoculated ones. Clear differences did not exist between the body lengths of adult *O. ezoensis* from the twice- and single inoculated rats.

These results suggest that development and egg production of *O. ezoensis* in twice-inoculated rats are affected by the number of infective larvae inoculated rather than by host immunity.