

## 糞線虫 *Strongyloides stercoralis* の腸管 寄生部位に関する実験的研究

松野喜六 織田清

京都府立医科大学医動物学教室 (主任: 吉田幸雄教授)

(昭和47年7月28日 受領)

宿主体内における寄生虫の寄生部位は、各寄生虫についてほぼ一定しており、臓器または組織特異性を各寄生虫がもっているということが出来る。腸管寄生蠕虫もこの例外ではなく、好適な寄生部位があることが知られている。これは、寄生適応の過程で、寄生虫とその棲息環境との適応関係、そしてまた他の種類との相互関係などによって定着してきたものであろうと云われる。ここで研究対象とした糞線虫 *Strongyloides stercoralis* が他の人体腸管寄生線虫の多くのもものと違っているのは、その寄生が小腸上部粘膜組織で行なわれるという組織レベルの感染であることである。また、しばしば気管や胆道の粘膜組織にも異所寄生し、所謂自己感染をも惹起して重症化することがあるという病態上の特徴をもっているが、主要な寄生部位は小腸上部であるといわれている。本虫がその宿主体内を移行する過程において小腸上部に寄生するようになるのは、どのような理由によるのであろうか、また組織特異性がどの程度にあるのであろうか、これらのことを知ることは、糞線虫の病態や特に自己感染について考察し、かつ治療をする上で重要なことと考えられる。

本虫の腸管寄生生態について、宮上(1960)は、*Strongyloides stercoralis* を仔犬に感染させ、また田川(1960)は、*Strongyloides ratti* をラットに感染させて、腸管の寄生部位についても観察を行ない、その結果、両種とも小腸上部に限局して寄生する傾向をもつものであることを明らかにした。われわれは、さらにこの問題の解明を一歩すすめるために仔犬の小腸に一定の手術を施して、胃に直接接続する腸管の部位を変えて、*Strongyloides stercoralis* を感染させた際に、どのような感染態度を示すかを知るため今回の実験を行なった。

### 材料と方法

実験動物としては、生後2~3月齢の仔犬を用いた。

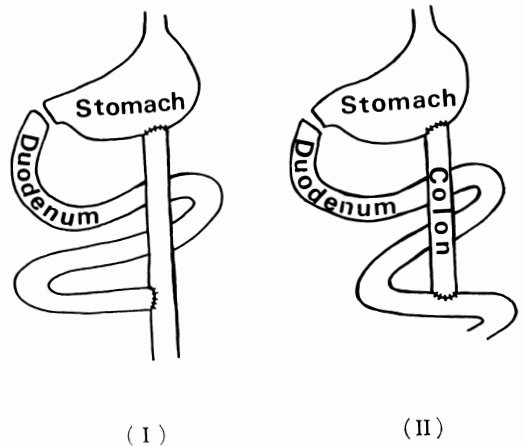


Figure 1 Methods of surgical operation (Roux-Y)

これらの動物に実験に先だちアルコパール約50mg/kg、ピペラジンヒドレート約100mg/kgを投与して、自然感染の犬鉤虫および犬蛔虫の駆除を行ない、その後少なくとも1週間以上経過してから手術を実施した。手術に当っては、ネブタール0.5ml/kgを仔犬の腹腔内に注射して麻酔した後、次の手術を実施した。即ち、①Fig. 1の(I)に示す如く Roux-Y 法に準じて、胃十二指腸部を切断し、それぞれの断端は縫合した。次いで腸管起始部より全小腸の20~40%のところを小腸を切断し、切断された肛門側断端は、胃の大彎側に側端吻合して新しい胃小腸接合部とした。また一方の口側断端は、新しく胃に吻合された小腸の胃腸吻合部から回腸末端までの30~50%の部位に側端吻合した。つまり、糞線虫の好適寄生部位である小腸上部は、胃との直接の接合をたたれてしまったことになる。② Fig. 1の(II)に示す如く胃十二指腸部は①と同じ手術を行なうが、これに横行結腸の大部分を切断してブリッジを施した、すなわち横行結

Table 1 Distribution of adult worms in the small intestine of pups infected with 3,000 larvae of *Strongyloides stercoralis*.

No.	Pups		Days after inoculation	Number of adult worms recovered from the small intestine(%)									Recovery rate (%)	
	Body weight (kg)	Sex		Upper			Middle			Lower				Total
				1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	1.3	♀	14	102 (67.5)	21 (13.9)	22	6	0	0	0	0	0	151 (100)	5.0
2	1.8	♀	18	302 (74.6)	71 (17.5)	26	3	3	0	0	0	0	405 (100)	13.2
3	1.4	♀	19	220 (76.9)	44 (15.4)	18	4	0	0	0	0	0	286 (100)	9.5

Table 2 Number of adult worms of *Strongyloides stercoralis* recovered from the small intestine of pups which were previously given the surgical operation, en Roux-Y I and II, as shown in Figure 1.

Method of operation	Pups			Days after inoculation	Number of larvae inoculated	Number of adult worms recovered from small intestine	Recovery rate (%)
	No.	Body weight (kg)	Sex				
Roux-Y I	4	3.2	♀	9	5000	92	1.8
	5	3.0	♀	12	3000	72	2.4
	6	4.2	♂	15	3000	71	2.4
	7	3.0	♀	21	3000	28	0.9
	8	3.5	♀	21	6000	75	1.3
Roux-Y II	9	4.0	♀	15	5000	210	4.2
	10	3.5	♀	16	3000	126	4.2

腸の口側断端は胃の大彎に側端吻合し、肛門側は小腸の起始部から20~30%の部に側端吻合した。大部分の横行結腸を切り取った残部の大腸は、それぞれ端々吻合した。

そして、上記の2種の手術を受けた仔犬に培養日齢7日の、人より分離して仔犬で継代してきた糞線虫感染幼虫3,000~6,000隻を手術当日あるいは4~14日後に、それらの鼠径部皮下に注射した。その後は、排虫を観察しつつ、9~21日後に剖見して寄生成虫の分布をしらべた。成虫の検索に当っては、気道、胆道とすべての消化管の粘膜を、松野(1970)の方法に基づいてしらべて、成虫の分布を記録した。

## 成 績

1. 無処置の仔犬に糞線虫感染幼虫を感染させた時の腸管における成虫の分布 (Table 1).

実験犬1号, 2号, 3号にそれぞれ3,000隻の感染幼虫を皮下注射して, 14, 18, 19日後に剖見して成虫の分布をみると, Table 1の如く, 小腸上端から小腸全体の22%の範囲に, 検出成虫総数の82~92%が寄生していた。

そして小腸上部11%の範囲内には, 68~77%が寄生していた。また, 検出された成虫数は, 注射幼虫数の5.0~13.2%であった。

2. Roux-Y法を用いて手術を施した仔犬に糞線虫感染幼虫を感染させた時の成虫の分布 (Table 2, Figure 2)

実験犬4号~8号が手術①を施して感染実験を行なったもので, 注射幼虫数に対し, 検出された成虫数は対照群に比してやや少なく, その検出率は0.9~2.4%であった。どの実験例においても, 盲管とした糞線虫好適の小腸上部には, 殆んど寄生しておらず, 胃の大彎に吻合した小腸中部にその大多数が寄生していた。つまり, Roux-Y法に準じた手術を施したことによつて新たに胃の大彎に吻合した小腸中部が, 最も多い寄生部位となることを示している。

3. 胃結腸小腸吻合術を施した仔犬に糞線虫感染幼虫を感染させた時の腸管における成虫の分布 (Table 2, Figure 3)

横行結腸の大部分を胃と小腸中部との間に挿入するような手術②を施した実験犬9号, 10号においては, 成虫

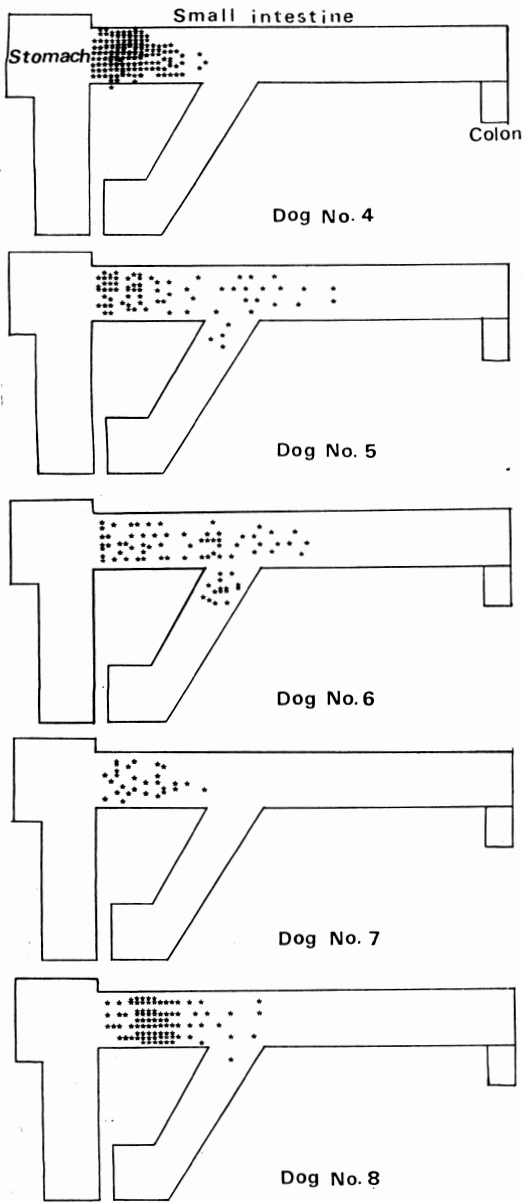


Figure 2 Distribution of adult worms of *Strongyloides stercoralis* in the small intestine of pups procedured with Roux-Y I as shown in Figure 1(I).

検出率は、共に4.2%であつた。実験犬9号では、その検出成虫総数の78.1%が胃と小腸中部に挿入した大腸に寄生しており、次代の幼虫を排出していた。一方の実験犬10号では、挿入した大腸に寄生していたものは、10%と少なく、それに続く小腸中部に多く寄生していた。い

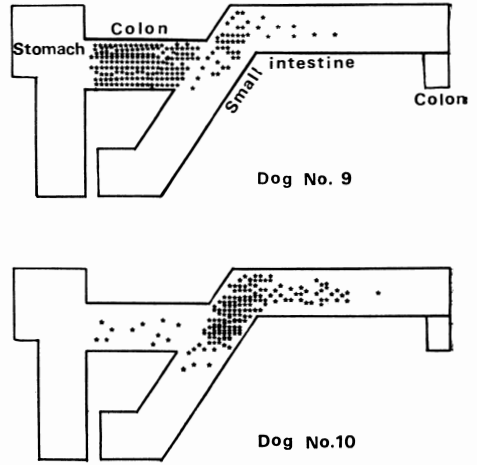


Figure 3 Distribution of adult worms *Strongyloides stercoralis* in the of pups procedured with Roux-Y II as shown in Figure 1(II).

ずれにしても、上記のように手術的に胃に吻合した大腸にも寄生することが明らかとなつた。

考 察

*Strongyloides stercoralis* を犬に感染させることに成功したのは、1911年に実験を行なつた Füllebron(1914)が最初であるといわれる。その後、田代(1912)、大平(1918)、志村(1918, 1920)、Sandground(1928)、錦織(1928)、Kreis(1932)、佐藤(佐)(1933)、Faust & Kagy(1933)、Faust(1933)、Sandosham(1952)、田中(1965)、竹内(1961)、松野ら(1966, 67, 1970)、および堀江ら(1967) (犬で見出されたもの) が犬で感染実験を行なつてきた。仔犬を実験動物として *Strongyloides stercoralis* を感染させると、比較的好く感染し、排虫が長いものでは3カ月をこえるが、やがて自然に消失してゆくことが観察される。この仔犬に比較的好く感染することについて、田中(1965)は、*S. stercoralis* が仔犬に、人におけると同様に感染すると判断され易いと、この種の実験に注意を促している。しかし、著者ら(1966, 67, 70)が、仔犬を用いて *S. stercoralis* に対する駆虫実験を行なつてきたように、一定の条件下ではその目的によつては、一定の実験系を提供することも可能であるから、仔犬を用いて糞線虫の感染実験を試み、人体内でのモデルを推定する立場も許されてよいと思われる。

田川(1960)は、ネズミ糞線虫 *Strongyloides ratti* をラットに経口、経皮そして皮下注射による感染を行なつ

て、小腸における成虫分布をみているが、少数寄生の場合でも多数寄生の場合でも、また感染方法に関係なく腸管上部20%の部位に全寄生数の約80%が寄生し、以下漸次寄生数は減少し、腸管全体の50%以下の部位には寄生している個体が殆んど認められないことが多いと述べている。また、宮上(1960)は、*Strongyloides stercoralis* を仔犬に感染させ、腸管の寄生母虫の分散の様子をみたところ、腸管起始部より最初の約10%の部位に全寄生数の32~70%(平均40%)、次の10~20%の部位には、20~41%(平均38%)が寄生していた。すなわち、80%近くが小腸起始部より約20%以内に寄生していると述べているように、この2種の糞線虫の実験でみる限り、糞線虫は一般的に小腸上部の寄生虫であると思われる。

今回、著者らが行なった実験でも、宮上(1960)の報告と似た傾向を示し、小腸上部11%の範囲内に検出成虫総数の68~77%が検出され、また小腸上部22%の範囲内に82~92%の成虫が検出された。従つて、*S. stercoralis* の好適寄生部位は小腸上部であることが追認できた。しかし、糞線虫がその移行路の上で小腸上部に寄生するようになる理由については、宮上(1960)も田川(1960)も何も述べていないが、最も問題となるのは、糞線虫が組織レベルの寄生虫であるので、組織選択的な寄生性があるか否かということであろう。上記の如き①と②の2種の手術を行なった仔犬に *S. stercoralis* 感染幼虫を感染させた成績では、胃との接続をたれた小腸上部には、逆行して寄生している成虫は殆んどなかった。これらの成績から、正常な仔犬腸管において糞線虫が小腸上部に寄生するようになるのは、糞線虫幼虫が肺循環を終えて気管食道をへて、さらに胃を通過して小腸に入る経路において、この胃との位置関係が重要な要因の一つであることを示していると思われ、小腸上部に対する組織特異性にあるのではないのではないかと思われる。また、胃と小腸の間に挿入するかたちには横行結腸の大部分を吻合した②の手術を行なった場合、これら大腸にすら寄生成虫が認められることは、実験犬 No. 9 と No. 10 の寄生成虫の分布の相異の理由は明らかではないが、何れにしても糞線虫の寄生可能な部位が腸管全域におよぶ可能性をもっていることが分る。

## 結 語

1. 無処置の生後2, 3月の仔犬に糞線虫 (*S. stercoralis*) 感染幼虫3,000隻を皮下注射して約2~3週間後、仔犬体内における成虫の分布を調べると、小腸起始部より22%の部位に検出成虫の82~92%の成虫が寄生し

ていた。

2. Roux-Y 法に準じて、仔犬の胃十二指腸部を切断し、それぞれ断端を結紮縫合し、小腸起始部より20~40%の部位を切断し、その肛門側断端を胃の大彎側に吻合し、一方の断端は、新たに吻合された胃腸吻合部から回腸末端までの30~50%の部位に吻合し、*S. stercoralis* 感染幼虫を皮下注射して感染させてのち成虫の分布を調べると、手術によつて胃に吻合された小腸(中部)に最も多く寄生しており、本来の小腸上部には殆んど寄生していなかった。

3. 次いで、胃十二指腸部を切断縫合し、さらに横行結腸の大部分を切断し、口側断端を胃の大彎側に、肛門側断端を小腸起始部から20~30%の部位にそれぞれ吻合して、*S. stercoralis* 感染幼虫を注射して感染させてのち、成虫の分布を調べたところ、胃に吻合した大腸にすらかなりの成虫の寄生を認め、本来の小腸上部には殆んど寄生していなかった。

4. 以上の結果から、糞線虫 (*S. stercoralis*) の小腸上部寄生の特異性は、小腸上部組織に対する嗜好性にあるのではなく、気道、食道の胃の経路をへて小腸に至る移行路の上で、胃との位置関係が重要な要因の一つであるように思われる。

本研究に関し、御指導下さった長花名誉教授並びに御校閲を頂いた吉田教授に厚くお礼を申し上げます。

(本論文の要旨は、第24回日本寄生虫学会西日本支部大会で報告した。)

## 参 考 文 献

- 1) Faust, E. C. and Kagy, E. S. (1933) : Experimental studies on human and primate species of *Strongyloides*. I. The variability and instability of types. Amer. J. Trop. Med., 13, 47-65.
- 2) Faust, E. C. (1933) : Experimental studies on human and primate species of *Strongyloides*. II. The development of *Strongyloides* in the experimental host. Amer. J. Hyg., 18, 114-132.
- 3) Fülleborn, F. (1914) : Untersuchung über den Infektionsweg bei *Strongyloides* und *Ankylostomum* und die Biologie beider Parasiten. Arch. Schiffs-u. Trop. Hyg., 18, 182-236.
- 4) 堀江牧夫・野田亮二・野田周作・奥村弘(1967) : 犬から得た糞線虫について。寄生虫誌, 16, 447-457.
- 5) Kreis, H. A. (1932) : Studies on the genus *Strongyloides* (Nematodes). Amer. J. Hyg.,

- 16, 450-491.
- 6) 松野喜六・能瀬家博(1966)：仔犬における実験的糞線虫症の治療について。寄生虫誌, 15, 371.
  - 7) 松野喜六・織田清(1967)：仔犬における実験的糞線虫症の Thiabendazole による治療について(2)。寄生虫誌, 16, 281.
  - 8) 松野喜六(1970)：糞線虫症およびその治療に関する研究。Ⅲ。糞線虫の仔犬への感染性および実験的糞線虫症の Thiabendazole による治療効果について。京府医大誌, 79, 124-131.
  - 9) 宮上淳(1960)：糞線虫並びに糞線虫症に関する研究(S-2)。糞線虫症に関する実験的研究並びに糞線虫 Carrier の臨床的所見。第1編。非固有宿主体内に於ける“ひと”糞線虫の発育並びに宿主腸管内寄生部位の検討。鹿大医誌, 12, 1749-1763.
  - 10) 錦織正雄(1928)：ストロンギロイデスステルコラーリスの外界に於ける発育機転に及ぼす各要約並に自家感染に就て。台湾医会誌, 277, 397-431.
  - 11) 大平得三(1918)：人類の「ストロンギロイデス」は動物に寄生し得るや。東京医事新誌, 2096, 2003-2009.
  - 12) Sandground, J. H. (1928)：Some studies on susceptibility, resistance, and acquired immunity to infection with *Strongyloides stercoralis* (Nematoda) in dogs and cats. Amer. J. Hyg., 8, 507-538.
  - 13) Sandosham, A. A. (1952)：An investigation into the association of creeping eruption with *Strongyloides fection* contracted in the Far East. J. Helminth., 26, 1-24.
  - 14) 佐藤佐一(1933)：糞線虫 (*Strongyloides stercoralis*, Bavy) の免疫及び治療に関する実験的研究。Ⅱ。糞線虫の治療。福岡医大誌, 26, 1587-1610.
  - 15) 志村宗平(1968)：ストロンギロイデス・ステルコラーリス。実験的研究(第1回報告), 東京医事新誌, 210, 2223-2230.
  - 16) 志村宗平(1920)：ストロンギロイデス・ステルコラーリス。実験的研究(第2回報告), 日新医学, 10, 417-437.
  - 17) 田川稔(1960)：糞線虫並びに糞線虫症に関する研究(S-1)糞線虫の寄生現象に関する基礎的研究。ねずみ糞線虫の固有宿主体内に於ける発育並びに寄生部位に関する研究。鹿大医誌, 12, 1632-1647.
  - 18) 竹内脩(1961)：糞線虫並びに糞線虫症に関する研究(S-6)。 *Strongyloides stercoralis* (Bavy, 1876) Stiles et Hasall の感染初期に於ける肺部変化と胸部X線像に関する実験的研究。鹿大医誌, 13, 240-260.
  - 19) 田中寛(1965)： *Strongyloides stercoralis* (Bavy, 1876) の犬への感染性に就て。鹿大医誌, 17, 233-116.
  - 20) 田代伊与治(1912)：日本に於ける「ストロンギロイデスステルコラーリス」の研究。続報。犬のストロンギロイデスステルコラーリスに就て。細菌学雑誌, 204, 805-811.

**Abstract**EXPERIMENTAL STUDY ON THE LOCALIZATION OF *STRONGYLOIDES*  
*STERCORALIS* IN THE SMALL INTESTINE OF PUPS

KIROKU MATSUNO &amp; KIYOSHI ODA

*(Department of Medical Zoology, Kyoto Prefectural University of Medicine)*

As it is commonly known each of the parasite has a suitable organ or tissue as his habitat in the host. *Strongyloides* is also said to have the suitable habitat at the upper part of the small intestine in the host animal.

Miyagami (1960) reported that 80% of the adult worm of *Strongyloides stercoralis* were found in the upper part of the small intestine of pups, and Tagawa (1960) also found the same phenomenon in rats infected with *Strongyloides ratti*. However, it has not yet been clarified the reason why the adult worms generally parasitize in the upper part of the small intestine.

The present investigation was conducted to know the reason mentioned above on the parasitism of *Strongyloides stercoralis* in the small intestine of pups applying two kinds of surgical operations such as (1) gastroileostomy and ileoileostomy en Roux-Y and (2) isoperistaltic interposition of transverse colon between stomach and jejunum en Roux-Y (Figure 1) ; (I) and (II). These operations were given before the subcutaneous injection of the larvae of *Strongyloides stercoralis* into pups.

The results obtained were as follows: (1) About 82-92% of the adult worm of *Strongyloides stercoralis* were found in the upper 22% part of the small intestine of pups without any surgical procedure as like Miyagami's report (Table 1); (2) In the experiment of the *Strongyloides* infections to the pups procedured with the first operation method, almost adult worms were found in the middle part of the small intestine, most adjacent to the stomach (Figure 2 and Table 2) and (3) It was surprised many adult worms were found in the transeverse colon interoposited isoperistaltically between the stomach and the middle part of the small intestine with the second operation method (Figure 3 and Table 2).

From the results mentioned above, one of the reason why the adult worms of *Strongyloides stercoralis* parasitize in the upper part of the small intestine of pups may depend upon the anatomical location of the upper part of the small intestine adjacent to the stomach of pups on their larval migration from lungs to the alimentary canal.