

蛔虫の排泄系について

石川 道雄

名古屋大学医学部解剖学教室

(昭和35年2月23日受領)

はじめに

蛔虫の排泄器官は形態上の所見から従来側管であると考えられていたが、Mueller (1927) は側管は分泌腺であると主張し、又小泉 (1954)、村瀬 (1943)、土橋 (1932—34)、田宮 (1930) は蛔虫の排泄作用の主体は側線中の側管以外の腔導構造によつて角皮を通じて行われ、花房状器官も一部排泄の機能を担当すると述べた。最近森下 (1957)、小林 (1956) は一般染色像と色素注入及び色素液内飼育の蛔虫の組織像と沈降抗原による方法とから観察して、蛔虫の排泄系は側管のみであつて、花房状器官角皮下層、角皮下の楔状裂溝は特別に排泄作用に関与しないと述べた。

以上のように、蛔虫では側管その他の排泄を想像させる器官が容易に認められるが、腸液の中に棲息する蛔虫に独立した排泄系を期待することはむづかしいのではなからうか。即ち側管、又は小泉等の述べている腔導構造が排泄の主体をなし、又それらが体液の組成を調整する唯一の器官でありえないのは、蛔虫体壁を通じて、外界の宿主腸液と蛔虫体液との交流が行われるであろうことを考えても当然のことと思う。

最近羽田野・内田・藤本 (1956) は P^{32} を利用して、蛔虫の新陳代謝を研究し、 P^{32} 添加飼育液試験、 P^{32} 体腔内注入、 P^{32} 角皮透過の3実験を行い、 P^{32} の蛔虫体内分布を Autoradiographie によつて検索し、腸管からの排泄、又角皮を通じて蛔虫体内に浸入するのをみた。

私は蛔虫の組織学的検索、墨汁添加飼育液試験 (第1実験は口腔を開いたままの場合、第2実験は口腔を閉鎖した場合)、墨汁体腔内注入実験を行い、蛔虫に独立した排泄系を期待することは不可能に近いことを知つた。

実験材料並びに方法

材料は名古屋市の屠殺場で採取した運動の活潑な豚蛔虫を、魔法瓶で温度 37°C 前後に保つたリングル液に入れて研究室に持ち帰つたものを用いた。

蛔虫の組織学的検索に当り、固定液には Zenker 液、フォルマリン液、Kolster 液、Carnoy 液を用いた。包埋

法は主としてパラフィン包埋を行い、 6μ 連続切片を作成した。染色法は Zenker、フォルマリン液固定のものは主に Hämatoxylin-Eosin 重複染色、Azan 染色、Kolster 液固定のものは Heidenhain の Eisen-Hämatoxylin 染色 Carnoy 固定のものはムチカルミン染色を用いた。なお必要に応じて凍結切片を作成し、位相差法を応用した。

蛔虫の飼育は蓋付大型シャーレ ($19\text{cm}\times 5\text{cm}$) 内に Ringer 液を満した中に3条を入れて、 37°C 恒温に保ち飼育した。この際蛔虫は活潑に運動をつづけた。

自己所見

蛔虫の組織所見

(1) 角皮

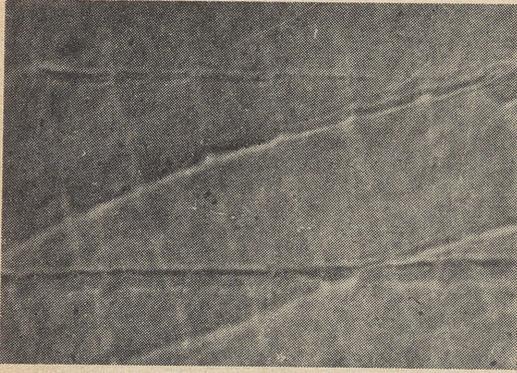
角皮は Zenker 固定、Azan 染色では外、中、内の3層に大別される。角皮は鱗状を呈し (第1図)、位相差



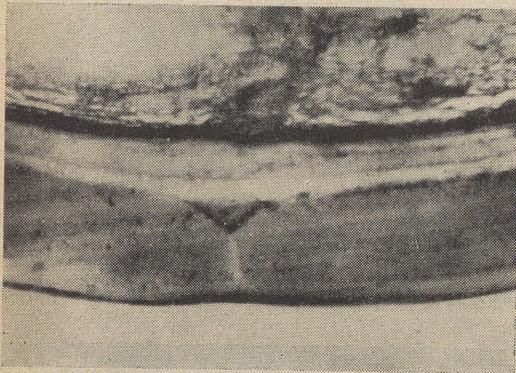
第1図 角皮横断面、Zenker 固定、HX-E 染色 (5×60)

法で表面から観察すると、角皮は輪状に横走する溝状線と、それに直交し縦走する溝状線とで竹籠状を呈する (第2図)。外層にはピロニン好性物質が存在する。これは Ribonuklease で消化される。側線中央部で、角皮の中層に楔像がある (第3図)。位相差法では、この楔像部は洞状を呈し、外、内は裂溝となり、角皮を穿通し外部と側線とが交流する (第4図)。

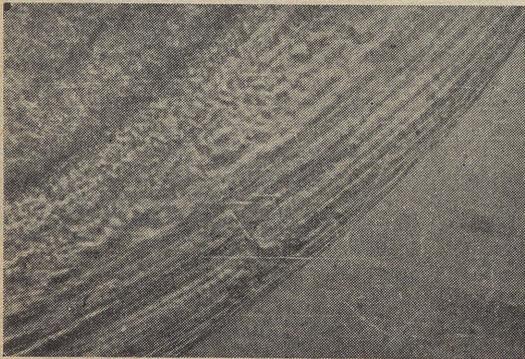
(2) 側線



第2図 角皮の位相差顕微鏡所見 (暗照 5×60)
角皮は竹籠状を呈する



第3図 角皮横断面, Kolster 固定, 鉄 HX 染色 (5×20)
角皮の中層に楔像がある



第4図 角皮の位相差顕微鏡所見 (暗照 5×40)
楔像は腔洞で内外に穿通する

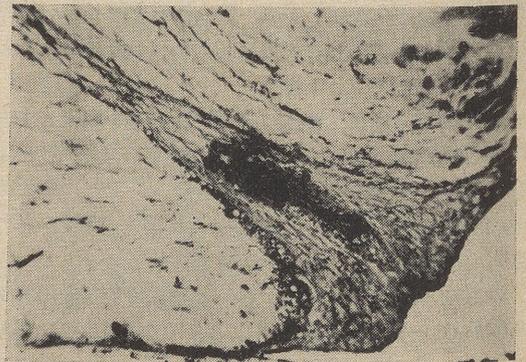
側線は基礎組織, 側管, 中央索及び周囲層から成る。基礎組織は銀好性線維によつて包囲され, ここから銀好性線維が基礎組織内に浸入し不完全な網を形成する。ここに不定数の短い原形質突起を備えた細胞が存在する。核

は比較的大きく円形又は卵形で, 染色質に乏しく1乃至数個の核小体が存在する。これら細胞の周囲には鉄 HX 可染顆粒が密在する (第5図)。これら細胞の他に少数の



第5図 側線横断面, Kolster 固定, 鉄 HX 染色 (5×20)
側線内の短い原形質突起を備えた細胞の周囲には鉄 HX 可染顆粒が密在する

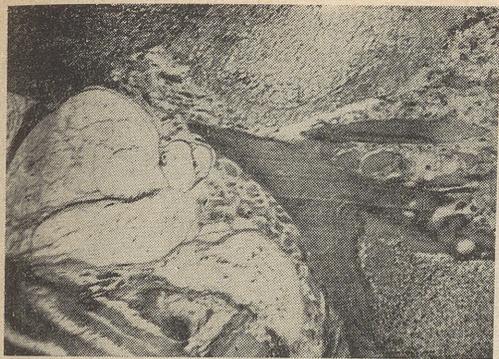
食細胞が存在する。中央索は主に銀好性線維によつて腔洞構造を形成し, 内方に側管を包蔵する。腔洞内には脂質, 鉄 XH 可染顆粒, 又側管附近にはピロニン好性顆粒が存在する。鉄 HX 可染顆粒は側管周囲に集合する (第6図)。側管は1層の円柱細胞によつて包囲される細管で, 円柱細胞の核は円形で胞体内にはピロニン好性顆粒を含有する。



第6図 側線横断面, Kolster 固定, 鉄 HX 染色 (5×20)
鉄 HX 可染顆粒は側管周囲に集合する

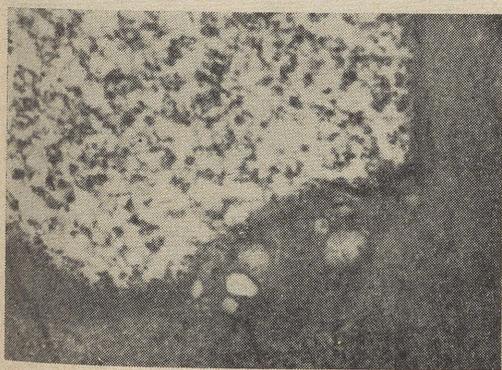
(3) 花房状器官

花房状器官は腸管と側線の間で体腔中に存在し, その1部は側線組織に連結する。花房状器官は嚢胞, 体部, 分枝及び終末器官から成る。体部から上下に分枝が樹枝状に出る。嚢胞は長楕円形で両極は開口し, 茎状を呈し



第7図 花房状器官並びに側線の横断面, Zenker 固定
HX-E 染色 (5×10). 花房状器官は茎状を呈し
て, 側線に連結する

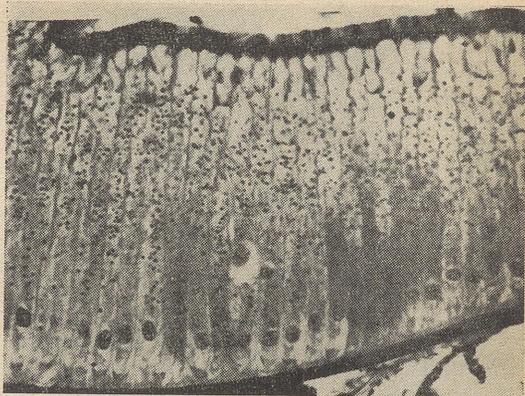
て側線に連結する(第7図). 嚢壁は粘膜上皮細胞に被われ, 胞体内にはムチカルミン可染顆粒がある. 時に胞体内に粘液様物質が増加して胞状を呈する(第8図). 嚢胞内にはピロニン好性の RNA がある.



第8図 花房状器官嚢胞横断面, Carnoy 固定, Muci-
carmin 染色 (5×60) 花房状器官の嚢壁は粘膜
上皮細胞に被われ, 胞体内にはムチカルミン可
染顆粒がある

(4) 腸管

中腸部位では腸管は粘膜上皮と基底膜とから成る. 粘膜上皮は単層高円柱, 多くは6稜柱状細胞から成る. 上皮細胞は自由表面に線条を備えた上皮縁を備え, 閉鎖堤で結合される. 上皮細胞は通常1細胞中1個の円形又は楕円形の核を備え, 通常基底側に位するが, しばしば中央に位置を占めることがある. 糸粒体は球状で, 細胞中央部に多く, 核より基底側には少ない(第9図). 上皮細胞では分泌像とみられるものに核の表在側に大小不同の液泡がある. これらの液泡は Golgi 域に発生した分泌顆



第9図 腸管横断面, Kolster 固定, 鉄 HX 染色 (5×40)
腸上皮細胞の糸粒体は球状で, 細胞中央部に多
く, 基底側には少ない

粒との間に移行が証明される. 上皮細胞の核の表在側に存在する大小不同の小胞はムチカルミンに可染する. 上皮細胞には尚ほ Sudan III 可染顆粒が存在する. 該顆粒は核の表在側にあり, 遊離表面に至るに従い, 顆粒は次第に粗大となる. 蛔虫腸上皮中には盃状細胞(第10図), 水分の吸収をおもわせる樽状細胞並びにそれと密接な関係があると思わせる筆状細胞がある(第11図).



第10図 腸管横断面, Carnoy 固定, Mucicarmin 染色
(5×60). 腸上皮細胞中の盃状細胞を示す

墨汁添加飼育液試験

(1) 墨汁を0.1%加えた Ringer 氏液 (37°C) 内に蛔虫を入れて墨汁が体内に浸入する経過を観察した.



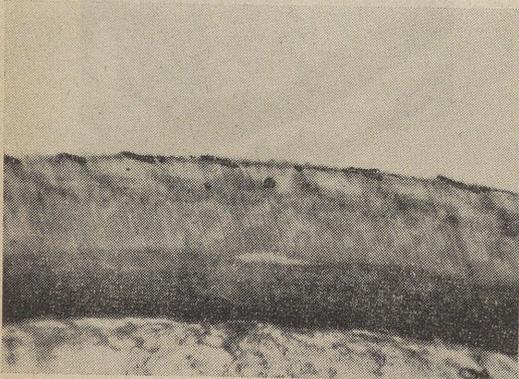
第11図 腸管横断面, Zenker 固定, HX-E 染色. (5×20) 腸管上皮中の樽状細胞, 筆状細胞を示す

数分乃至30分後, 食道上皮は異常ないが, 食道壁に存在する食細胞は墨を摂取する. 中腸部の上皮細胞は単独乃至連続した数細胞の胞体内に墨を含有する. 墨は核の表在側又は基底側にあつて一定しない. 腸上皮細胞の基底膜の直下及び隔離組織内は墨が著明に存在する. 側線, 角皮下層, 角皮内にも墨が存在する. 1時間後においても上述の墨の所見は余り変化しない.

(2) コロデウムで口腔を閉鎖した蛔虫を墨汁を 0.1% 加えた Ringer 氏液 (37°C) 内に入れて, 墨汁が体内に浸入する経過を観察した.

第1経路

数分の後, 大小の墨汁顆粒は角皮の鱗の間隙を通つて角皮の中層に浸入する (第12図). 30分後墨汁顆粒は角皮を通過して角皮下層に浸入して側線内にはいる (第13図). 1時間後, 側線内の墨の顆粒は, 茲にある食細胞によつて摂取されるが (第14図), 他の大部分は側線を



第12図 角皮横断面, Zenker 固定, HX-E 染色 (5×20) 墨は角皮の中層にある



第13図 角皮下層並びに側線の横断面, Zenker 固定, HX-E 染色 (5×60) 墨は側線内に侵入する



第14図 側線内の食細胞, Zenker 固定, HX-E 染色 (×90). 墨は食細胞によつて摂取される

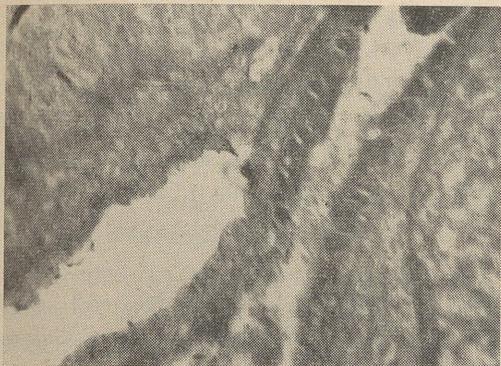
出て (第15図), 体腔内に浸入する. 2時間後, 体腔液内の墨顆粒の大部分は隔離組織を通つて (第16図), 腸管の基底膜に達し (第17図), 腸管上皮細胞を経て (第18図), 腸管腔内に排泄される (第19図).

第2経路

側線を通過した体腔液内の墨の一部は側線や体腔液内の食細胞によつて摂取される. 墨を摂取した食細胞は花房状器官の壁細胞を経て (第20図), 花房状器官の囊胞内にはいる (第21図).

墨汁体腔内注入実験

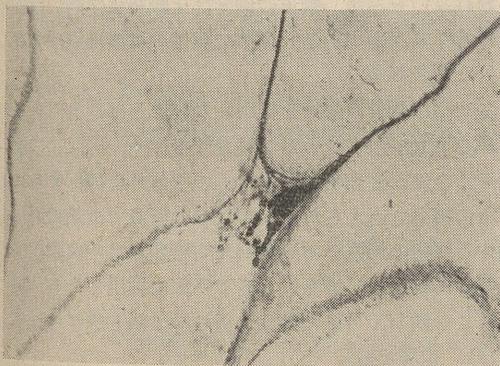
蛔虫体腔内に, 墨汁を 0.1% 加えた Ringer 氏液 0.1cc を注入し, Ringer 氏液内で棲息させた蛔虫について墨汁の排泄経路を観察した.



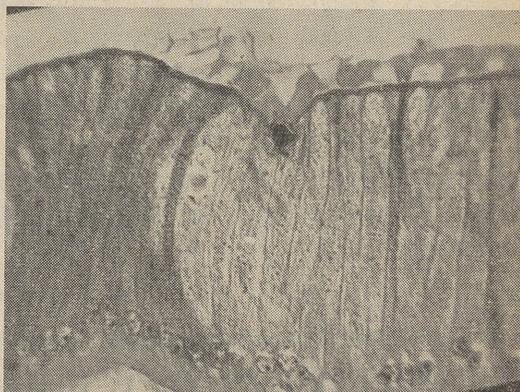
第15図 側線横断面, Zenker 固定, HX-E 染色 (5×40)
墨は側線を出て体腔内に入る



第18図 腸管横断面, Zenker 固定, HX-E 染色 (5×60)
墨は腸管上皮を通る



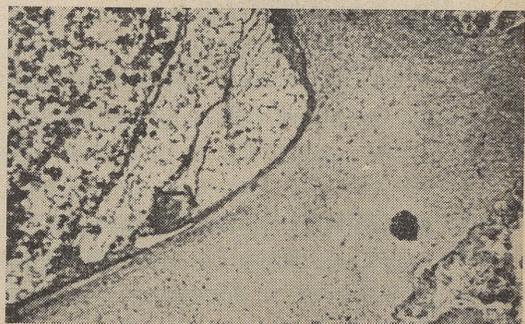
第16図 隔離組織横断面, Zenker 固定, HX-E 染色 (5×40)
墨は隔離組織を通る



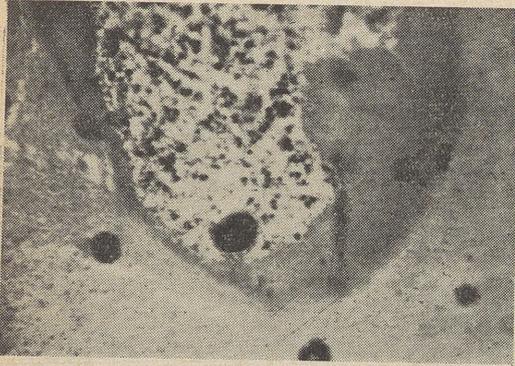
第19図 腸管横断面, Zenker 固定, HX-E 染色 (5×40)
墨は腸管腔内に排出される



第17図 腸管, 隔離組織横断面, Zenker 固定, HX-E 染色 (5×40). 墨は腸管の基底膜に達する



第20図 花房状器官の横断面 Zenker 固定, HX-E 染色 (5×69) 墨を摂取した食細胞は花房状器官の壁細胞を通る



第21図 花房状器官の横断面 Zenker 固定, HX-E 染色
(5×60) 墨摂取食細胞は囊胞内にはいる。

数分乃至30分後、すべての上皮細胞は墨顆粒を摂取する。墨顆粒は多くは核の基底部ならびに表在側に群在し中央部は少い。墨顆粒は表在側に向うにしたがつて粗大となる。側線の基礎組織、中央索、周囲層内には、わずかに墨顆粒が点在する。側管にはない。角皮下層、角皮内にも、わずかに墨顆粒がある。花房状器官の囊胞内には、わずかに墨顆粒がある。1時間後、腸上皮細胞胞体内の墨顆粒は著明となり、腸管腔内にも墨顆粒が出現する。側線、角皮下層、角皮及び花房状器官の囊胞内の墨顆粒は増加する。

考 按

水棲動物の所謂排泄器官は老廢物を除去する主要な通路ではあるが、体液調整する唯一の器官ではありえない。同様に腸内に寄生する蛔虫に機能的に分化した一聯の排泄系を期待することはむづかしい。

蛔虫の排泄は(1)角皮、(2)側線、(3)側管、(4)花房状器官、(5)腸等の色々の部位で行われる、

(1) 角皮

角皮については、Told (1904) は外皮層に腔導構造があるのを認め、Galdschmidt, (1906), Kennitz (1912) はそれに反対したが、小泉 (1954) はそれは腔導でないにしても、液体流動に何か役立つであろうと述べ、更に角皮中層の裂隙構造を排泄の最終の経路と考えた。角皮は鱗状に配列する上皮から成る。角皮外層には腔導構造があり、又側線中央部で、角皮中層には楔像があり、これらの裂隙を経て、墨顆粒は虫体の皮下組織に出入する。

(2) 側線

小泉 (1954) は側線内の腔導構造が排泄の主体をなし

体腔液及び外皮下層から来た排泄物はそこから角皮を通過して排泄されると考えた、側線が排泄に関与することは形態的にみても当然であるが、私の所見では、小泉の腔導構造は、中央索の銀好性線維で作られた裂隙像であつて、内に鉄 HX 可染顆粒が存在し、それらが側管周囲に集合する所見はみられるが、墨汁添加飼育液試験、墨汁体腔内注入実験では、この部分に墨汁顆粒は集合しないから、墨汁排泄の主要経路ではないと思う。

(3) 側管

側管は従来排泄器官であるといわれているが、私の実験では墨汁顆粒はここを経て排泄されない。Armstrong (1932) が *Fundulus heterocolitus* の胚で、色素を排泄する機能の発生を研究したところによると、胚が前腎管を備える段階では、色素の排泄機能がなく、胸鰭の原基が出現して始腎管を有する段階で、初めてその機能があらわれるのを見た。蛔虫の側管は比較発生学的には前腎管を有する段階である。従つて色素の排泄機能は存在しないと解される。

かように側管は墨汁を排出しないことは事実であるが両側の側管が左右合一して集合管を作り、排泄口に開口することは、老廢物のようなものを体外に排出するに都合の構造と考えられる。特に私の所見では側線内に存在する細胞の周囲にある鉄 HX 可染顆粒は中央索を通過して側管に集合し、排泄口を経て外部に排出される。従つて、この鉄 HX 可染顆粒は一種の排泄物と想像される。

(4) 花房状器官

花房状器官は従来、巨大な細胞で食作用を備えると考えられていたが、私の所見では、側線と連結した有腔の器官で、その壁は粘膜からなり、墨汁を体腔に注入した場合と、medium から墨汁が浸入した場合と共に、墨は食細胞に摂取され、摂取した細胞は花房状器官の囊胞内に浸入する。囊内は RNA に富むので、おそらく、そこで蛋白の合成、分解が行われ、墨は消化され、老廢物は側管に運搬されるだろう

(5) 腸

口腔を開いておいて墨汁リンゲル液内に入れた蛔虫の腸管の墨顆粒の所見は、口腔をコロゼウムで閉鎖した場合の所見と殆んど同様であるが、数時間後の両者の所見を比較すると、口腔開放の場合が、閉鎖した場合に比較して、やや墨顆粒が多い。これは腸管上皮が墨顆粒を吸収もするし、又排泄もすることを物語っている。蛔虫体腔内に墨汁を注入すると、墨は腸から排出されるのが最も多い。

む す び

文 献

蛔虫の排泄は角皮、側線、側管、花房状器官、腸等の色々な部分で行われる。

1) 角皮は鱗状を呈し、その外層には腔導構造があり又側線中央部で、角皮中層には楔像がある。これらの裂隙を経て、墨顆粒は虫体内外へ出入する。

2) 側線は排泄に関与するが、墨汁排泄の主要経路ではない。側線内の食細胞は墨を運搬する。

3) 側管は墨汁などの色素を排泄する機能はないが、新陳代謝産物を排泄する。即ち側線内の細胞の周囲にある鉄HX可染顆粒は、中央索を通じて側管に集合し、排泄口を経て外部に排出される。

4) 墨汁を体腔に注入した場合と medium から墨汁が浸入した場合と共に墨は食細胞に摂取され、摂取した細胞は花房状器官の嚢胞内に入り消化される。

5) 腸管は墨を吸収及び排泄する顕著な機能を備える。

御校閤を賜つた戸菊教授に深く感謝いたします。

本論文の要旨は第27回日本寄生虫学会に発表した。

- 1) Armstrong, P. B. (1923): The embryonic origin of function in the pronephros through differentiation and parenchyma-vascular association, Amer. Jour. Anat., 51(1), 157-188.
- 2) Goldschmidt, R. (1906): Mitteilungen zur Histologie von Ascaris, Zool. Anzeig, 29, 719-737.
- 3) 羽田野邦和・内田健一・藤本滋 (1956): P³² の蛔虫体内分布, 寄生虫誌, 5(2), 91.
- 4) 小林瑞穂 (1956): 蛔虫側線の構造及び排泄作用に関する研究, I, 岐大紀要, 4(2), 75-82.
- 5) 小泉丹 (1954): 蛔虫毒の研究, 岩波書店.
- 6) 森下哲夫 (1957): 寄生虫病の診断, 金原書店.
- 7) Mueller, J. F. (1925): The excretory system of Anisakis simplex, Zeitschr. Zellforsch, 5(4), 495-504.
- 8) 村瀬正雄 (1943): 蛔虫側線の構造及び排泄機能の研究, 慶応医学, 23(4), 387-402.
- 9) 田宮貞仁 (1930): 蛔虫の解剖学組織学的研究 (第1), 慶応医学, 10(6), 985-1004.
- 10) Told, C. (1904): Die Saftbahnen in der Cuticula von Ascaris megaloccephala, Zool. Anzeig, 27, (5) より引用).

STUDIES ON THE EXCRETORY SYSTEM OF THE ASCARIS

MICHIO ISHIKAWA.

(Department of Anatomy, School of Medicine, Nagoya University, Nagoya, Japan)

Ascaris excretes the waste products at the various organs, i.e. cuticle, lateral line, lateral canal, so-called bushy organ, and intestine.

1) The cuticle shows scale like. The outer layer of cuticle has the leading duct, and the middle layer has wedge-shaped cleft at the centre of lateral line. India ink granules, therefore, are led in and out of the body through these structures.

2) Although the lateral line takes part in the excretion, it is not main route to excrete ink granules. Phagocytes in the lateral line, however, carry the dye.

3) The lateral canal excretes the metabolic products though has no excretory function of such dye as ink granules. Fe-haematoxylin stainable granules in the lateral line are assembled to the lateral canal and are led to the out of body through the excretory pore.

4) When India ink is injected to the body cavity, it is taken by phagocytes and is digested in bushy organ. Such a phenomenon is also observed when the worms are kept in the medium containing the ink.

5) The intestine discharges the high function of the absorption and excretion of ink.