

松 山 大 学 論 集
第 27 卷 第 4 - 2 号 抜 刷
2 0 1 5 年 10 月 発 行

縮小条虫の感染で予測される社会・経済損失の
軽減と一次・二次予防に関する基礎研究

牧

純

縮小条虫の感染で予測される社会・経済損失の 軽減と一次・二次予防に関する基礎研究

牧			純 ^{*)}
関	谷	洋	志 ^{*)}
相	良	英	憲 ^{**)}
畑		晶	之 ^{***)}
山	口		巧 ^{****)}
玉	井	栄	治 ^{*)}
坂	上		宏 ^{*****)}

目次

【Summary】

【要約】

【緒言】

【材料・方法】

【結果・考察】

1. はじめに－寄生虫とは
2. 寄生蠕虫類の中の一般的な条虫類に関する概要
－縮小条虫との比較も含めて－
3. 縮小条虫の概要
4. 社会・経済損失と予防対策

[付記] 縮小条虫の小形条虫との比較

参考・引用文献

-
- *) 松山大学薬学部生体環境系薬学講座感染症学研究室
 - **) 松山大学薬学部臨床薬学教育研究センター医薬情報解析学研究室
 - ***) 松山大学薬学部物理系薬学講座薬品物理化学研究室
 - ****) 松山大学薬学部臨床薬学教育研究センター医療薬学研究室
 - *****) 明海大学歯学部病態診断治療学講座薬理学研究室

【Summary】

The authors have studied (1) the infection of people with food-borne parasites that will cause social and economic disadvantages and (2) the preventive actions that protect our body from the infection *via* ingested foods. One of the parasites, *H. diminuta* is a kind of species of the cestode. The adult worms of this parasite inhabit the intestine, excreting eggs into feces, which are then ingested by various kinds of insects. The insects or the intermediate hosts harbor the larvae called the cysticercoid.

When these larvae are ingested incidentally by final hosts (humans, rats or many kinds of mammals), they grow to adult worms in the intestine. When humans get infected with this parasite they suffer from headache, dizziness, diarrhea and abdominal pain. Basically, the usual life cycle is thus repeated and preserved in the nature. Likewise, the life cycle of this parasite is readily maintained in laboratory. The adult worms have frequently been used in the US. So, the studies on its physiology and biochemistry have been carried out to furnish us the detailed information on the incorporation of nutritional substances via body surface such as active transport of sugars and amino acid uptake, tegumentary phosphatase activity (on the body surface) as well as *in vitro* culture conditions.

Irrelevant with this fact, an excellent anthelmintic praziquantel has been developed to play an important role in the elimination of patients from the parasite.

On the microscopical examination of these eggs in feces humans are demonstrated to be positive for the infection, and praziquantel should be administered without delay and with success.

[Key words : *Hymenolepis diminuta*, Cestode, Parasite, Human infection]

【要 約】

縮小条虫の感染で予測される社会・経済損失の軽減と一次・二次予防に関する基礎研究を明確にすべく種々の項目について文献研究をおこなった。

世界の衛生状態の芳しくない地域においては今日でも寄生虫感染に悩まされる。そのような地域では衛生上問題の大きい昆虫も多い。

縮小条虫の成虫は終宿主（ヒト・ネズミ等）の腸管に寄生し、糞便中に虫卵を排出する。この虫卵（卵内に六鉤幼虫と呼ばれる幼虫を含む）が昆虫に取り込まれるとその六鉤幼虫はシスティセルコイドという幼虫になる。この昆虫が食材の表面に付いていると幼虫システィセルコイドがヒト・哺乳類の口から入ることがあり、それが小腸で成虫へと発育する。このサイクルは、世界中の非衛生的な地域で広くまわっているため、地球レベルで見ると社会・経済損失は実に大きい。

下痢・腹痛がこの条虫に感染した場合の主症状である。分類上近縁ではあるが小形条虫とは異なり、終宿主の腸管内で産み出された虫卵から排便前に孵化した幼虫が直接腸管内で成虫となることはない。したがって縮小条虫の感染者の症状はあまり重篤な事態とはならない傾向にある。一次予防は昆虫内の感染幼虫を誤って摂取することがないようにすることである。

検便により特有の虫卵を見出すことでこの寄生虫の成虫感染が診断され、その成虫はプラジカンテルにより完全駆虫される。これらを極力早い早期に実行することが二次予防の要となる。

この条虫は国際衛生上無視できないものであるが、大いに生理生化学上の研究対象となってきた。体表構造は哺乳類の小腸表面に似ていること、アルカリホスファターゼが体表面に局在すること、糖やアミノ酸など種々の栄養素の体表吸収の様式、炭水化物の代謝などがアメリカのリード Read 一門らにより盛んに研究されてきた。これらが直接、第一選択の薬剤であるプラジカンテルの開発につながったわけではないが、本薬剤の作用様式の研究に役立っている。

筆者らは、松山大学薬学部における卒業論文指導、同大学院環境衛生薬学講義のための教材研究の目的も視野に入れ今回の調査研究を行った。また今後の研究課題であるテキストマイニングを用いた、レビューの定量解析のための予備調査をも念頭におき研究を進めた。

[キーワード：寄生蠕虫類，人体感染，縮小糸虫，生理生化学]

【緒 言】

欧米先進国も日本も寄生虫感染に悩まされてきた長い歴史がある。本邦では、公衆衛生対策なかでも感染ルートを遮断する啓蒙活動が功を奏し、現在では問題がなくなったかに見える。しかし油断は大敵だ。例えば、いろいろな地域で風土病として恐れられていた感染症が、専門家を除き、昨今忘れ去られているが、突如としてヒトへの感染が再興しても不思議ではない。地域によっては、ヒトへの感染の危険性が根強く残っている。

「災害は忘れられたところに起こる」は科学者寺田寅彦の残した有名なマキシムである。その趣旨は自然災害にあると思われる。実際、災害列島日本は次々と災害に見舞われるあまり、むしろ「忘れないところに起こる」のほうが妥当かもしれない。

しかし、寄生虫感染はこの名言の真髄がそのまま当てはまるように考えられる。すなわち、かつての寄生虫感染は「忘れたところに起こる」。これはまさしく再興感染症といえる。

本論文では、かつて日本人が苦しみ、今は克服されているかにみえるこの寄生虫のひとつ「縮小糸虫」に注目する。

この寄生虫の本来の分布、生活史、生物学、症状、診断、治療、予防についての学術発表も含め知見と情報を整理した。そうすることにより、本寄生虫の予防、診断、治療の対応策のみならず、社会・経済損失の軽減に役立つ方向の基盤となる研究を目指した。

筆者らは、松山大学薬学部における卒業論文指導及び大学院環境衛生薬学特

論のための教材研究の目的も視野に入れ今回の調査研究を行った。また今後の研究課題であるテキストマイニングを用いた、レビューの定量解析のための予備調査を念頭におき研究を進めた。

【材料・方法】

円葉類条虫に属する縮小条虫について種々のテキスト・教科書・成書・文献・学会発表および学術雑誌における文献，学会発表およびネット情報等¹⁻⁵⁷⁾を参照し重要性の高いと思われるものは本文中に直接引用した。本寄生虫の分布・生活史・症状・病理・診断・治療についてまとめておくことで，一次予防・二次予防を明確なものとすることを目標の一つにした。社会・経済損失の軽減に役立つ方向の基盤となる研究を目指した。

まずは縮小条虫の感染に関する基本的理解を重視し一般的な項目につき調査し記載を行った。テキスト・教科書により専門用語の表記および大きさの記載が異なることもあるが，全国医学部等の寄生虫学教育の場で長い間使われ好評を博している定評ある教科書『図説人体寄生虫学』⁵⁾に準拠した。

本虫の感染予測の一助になるようにと考え，まずは一般的な項目につき最新の調査を行い記載した。

本虫感染による障害の程度，労働力低下等の社会的損失の可能性を認識すべく，以下のように記述を進めた。寄生虫病による社会損失の研究は経済損失のそれも含めて比較的新しい分野であり，とりあえずの評価方法は次のとおりとする。国々のあいだで，当然ながら相違はあるが，日本国内における社会損失の程度について半定量的に，小さい順に考究の尺度とする。次に記す3段階を考えている。

グレード1 = 急性症状の現れることもあるが，ふつうは慢性的で死には至らない。しかし労働力の低下するもの。

グレード2 = 急性症状の現れることもあるが，慢性的に進行する。しかし完治できずに重症化するか，時に死の転帰をとることもありうるもの。

グレード3 = 急性疾患で症状が現れ、適切な措置がないと死亡するもの。

【結果・考察】

1. はじめに—寄生虫とは

定評ある薬学微生物分野の教科書『微生物・感染症学，土屋友房編，化学同人（京都），（2009）』や衛生薬学の代表的な教科書『健康と環境の衛生薬学（山本郁男編著，京都廣川書店，2010）』を除いては，薬学系の教科書にはあまり寄生虫に関する記述が見当たらない。後者では，舟橋達也松山大学薬学部教授により，現在日本の代表的な寄生虫である赤痢アメーバ，クリプトスポリジウム，アニサキス，エキノコックスが紹介されている。

医療関係者の間でもマラリアが微生物であると誤解されていることがあるが，正真正銘の寄生虫の一種である。全体の理解のために，寄生虫全体の分類と把握から入ってゆく必要がある。

ヒトの皮膚表面を侵すダニ，シラミの類が**外部寄生虫**と呼ばれることがある。これらの病害動物は日本の学会では主として衛生動物 Sanitary Zoology and Entomology の学会で扱われる。現在，マダニが媒介するウイルス疾患が日本で問題となっている。マスコミなどを通して我々に知られるところであるが，ここではとりあえずこれらの外部寄生虫を外して，**人体内**に寄生する寄生虫である**内部寄生虫**に注目し考察する。この領域を扱う日本の代表的学会は寄生虫 Parasites の基礎・臨床面の発表が盛んに行われる日本寄生虫学会である。

この内部寄生虫は，単細胞か又は多細胞から成り立っている2グループに大別される。前者は顕微鏡でなければ判らないいわゆる「寄生原虫」(parasitic protozoa) である。非衛生的な状態の食品や水から経口感染する例に，クリプトスポリジウムや赤痢アメーバ（細菌に分類される赤痢菌とは全くの別の種である）などが日本国内でも重要な種としてあげられる。現在の日本国内での感染（1970年頃に終息）はなくなったが，マラリアは蚊に刺されて感染する。この感染ルートは経皮感染というよりは，ふつうは刺咬感染と呼ばれる。原虫

でその他の感染ルートをとるものに膾トリコモナスがある。この原虫は性行為により感染する。

後者は、成虫なら肉眼でも存在が判るいわゆる「寄生蠕虫」(parasitic helminths)で、更に次の3つのグループに分類される。

その1つ目は線虫類 nematodes である。中には糞線虫や鉤虫のように皮膚を通して感染する(経皮感染)ものもあるが、食品、水、虫卵の混ざった砂埃から感染(経口感染)するものが大多数である。現在までのところ、性行為による線虫の感染はいわれていないが、ギョウ虫の感染ルートのひとつとして“性行為”もありうることをここに初めて指摘しておく。

重要な虫種に回虫²⁶⁾ アニサキス³⁰⁾ 広東住血線虫¹⁸⁾ 旋尾線虫²⁸⁾ 剛棘顎口虫²³⁾ などがあげられる。

2つ目は吸虫類 trematodes である。今日では俗称でしかないが昔は「ジストマ」と呼ばれたものがこれである。生鮮食品の生食、時にゲテモノ食いが感染の原因をなす。中には住血吸虫のように経皮感染するものもある。これまでのところ性行為による感染が指摘されている吸虫類の種は存在しない。

肝吸虫¹⁹⁾ ウェステルマン肺吸虫²¹⁾ は、以前それぞれ肝ジストマ、肺ジストマといわれた。これらに加え、横川吸虫²²⁾ 棘口吸虫²⁵⁾ 肝蛭³¹⁾ も大切な吸虫類である。

3つ目は条虫類 cestodes である。これはいわゆるサナダムシ(真田虫)のことであるが、現代の寄生虫学会では「条虫」なる用語が使われる。日本海裂頭条虫²⁰⁾ 無鉤条虫²⁴⁾ のように生鮮食品からの感染がほとんどであるが、マンソン孤虫²⁹⁾ はゲテモノからの感染もある。マンソン孤虫²⁹⁾ は傷口皮膚から侵入する一種の経皮感染も起こりうる。条虫の種によっては、有鉤条虫の幼虫²⁷⁾ 小形条虫の虫卵のように、時に性行為により感染が起こりうる。

現代日本の3大寄生蠕虫といえば、アニサキス、横川吸虫、裂頭条虫でそれぞれ線虫、吸虫、条虫の代表的な存在である。

2. 寄生蠕虫類の中の一般的な条虫類に関する概要

—縮小条虫との比較も含めて—

[条虫類の生物学・形態的特徴とその分類]

条虫は、英語で tapeworm (ribbonworm) と呼ばれるようにテープ状 (リボン状) に薄くてひよろ長い。条虫は多数の節 (体節) に分かれており、それぞれにおいて雌雄の生殖器官がある。体節それぞれを雌雄同体の1個体とみなすと1条の条虫は個体が連結した様相を呈する。すなわち人体において、成虫の段階で増殖しているとみなせる。条虫が幼虫の段階で増殖することは、一部の例外 (エキノコックス, 芽殖孤虫) を除き、無い。この点に関しては、幼虫の段階で増殖し成虫となってからは増殖しない吸虫類とは逆の現象を示している。この例外とされるエキノコックスは成虫の体節が極めて少ない。事実上、終宿主内で1条の成虫は1匹から増殖しない。

芽殖孤虫の成虫はまだわかっていないが、エキノコックスのように1匹から増殖しない様態が想像される。ただしこれは今後成虫を明らかにしていこうとするための作業仮説である。

条虫には、口も消化管も肛門もない。即ち、栄養摂取は体表から、宿主によりかなりのところまで分解された栄養素を吸収するしかない。興味深いことに体表には消化酵素が認められる (下記参照)。老廃物を出すのも体表を通してである。駆虫薬も体表から作用させるしかない。この表面構造はヒトなど哺乳類の腸管表面の柔突起構造 microvillus と似ている (専門的には microtrix と呼ばれる)。

条虫類は人体に寄生して成虫へと発育しないものと発育するものとがある。ヒトに感染しても未成熟な条虫にとどまる種もある。人体がその条虫にとって好適な宿主であれば成虫になれる。今回対象とする**縮小条虫**もヒトに寄生して成虫になる。

本来は他の哺乳動物が終宿主でヒトが非好適な宿主の場合は、幼虫のままであるか、さして発育できない。ヒトが中間宿主的存在で、終宿主とはならないも

のに、上記のようにエキノコックスがある。これは臨床上、実に大切なことである。後者なら当然ながら、虫卵を産下しないので、検便が全く意味をなさない。

条虫は更に表1に示すように、**擬葉類 pseudophyllidea**と**円葉類 cyclophyllidea**(本虫は後者の**円葉類**に属する)の2つのグループに大別される。

表 1. 擬葉類条虫と円葉類条虫の違い(太字部分が縮小条虫に直接関係する重要な箇所)

	擬葉類 pseudophyllidea	円葉類 cyclophyllidea
中間宿主の必要性	第一および第二の2段階が必要	第一段階のみ必要、これは縮小条虫にもいえる(小形条虫は必ずしもこれを必要としない、すなわち虫卵の経口摂取でも人体感染が成り立つ)
中間宿主内の幼虫名	<ul style="list-style-type: none"> ●第一中間宿主内ではプロセルコイド(proceroid, 漢字呼称: 前擬尾虫) ●第二中間宿主内ではプレロセルコイド(plerocercoid, 漢字呼称: 擬充尾虫) 	<ul style="list-style-type: none"> ●囊尾虫(cysticercus, システイセルクス) ●擬囊尾虫(cysticercoid, システイセルコイド), 縮小条虫においてはこれである。 ●包虫(hydatid, ヒダチド) ●共尾虫(coenurus, ケヌルス) 円葉類の中間宿主内における幼虫はこれら4通りのいずれかである。
頭部(頭節)の構造	溝の構造(吸溝)がある。吸盤や小鉤はない。	4個の吸盤がある。小鉤をもつ種もある(例: 小形条虫) 縮小条虫に小鉤は全くない。
成熟した体節の横径・縦径	横径が縦径よりも長い傾向	縦径が横径よりも長い傾向
子宮と虫卵の産出; ヒト排出糞便内における虫卵の分布	子宮の孔から逐一産出; それゆえ糞便内に比較的均等に虫卵が分布するので、検便が価値ある検査方法である。	盲端の構造をなす子宮の中に虫卵が充満し、その子宮が弾けて産卵する結果、排泄糞便内では虫卵は不均等な分布となる。検便の陰性結果にも気をつけるべきである。
糞便内の虫卵の特徴	卵蓋(らんがい; 虫卵を覆うフタのこと)あり、内容は未成熟(1個の卵細胞と数個の卵黄細胞からなる)	卵蓋はなく、内容に六鉤幼虫(hexacanth embryo, または hexacanth larva)が認められる。縮小条虫卵の例: 黄褐色, 円形, 直径60~80μm, 内部に球形の被いが六鉤幼虫を包んでいる。小形条虫のような極糸はない。

New Food Industryの「人体への寄生虫感染を警戒すべき食材」シリーズで紹介してきた虫種およびその他の重要なものを中心とした虫種の例	日本海裂頭条虫, 広節裂頭条虫, 大複殖門条虫, マンソン孤虫 (これは幼虫名, 成虫はマンソン裂頭条虫と呼ばれる), 芽殖孤虫 (成虫は今日でも不明)	有鉤条虫, 無鉤条虫, アジア条虫, エキノコックス (単包条虫・多包条虫), 小形条虫, 縮小条虫, 瓜実条虫。
--	--	---

〔条虫類の一般的な発育史・ヒトへの感染ルート〕

条虫類の生活サイクルは複雑である。人体において、成虫の段階で体節に分かれ、いわば増殖している。幼虫の段階で増殖することは、一部の例外（エキノコックス及び極めて稀な芽殖孤虫）を除き、無い。この点に関しては、幼虫の段階で増殖し成虫となってからは増殖しない吸虫類とは逆の現象を示している。

表1にあるように、条虫の擬葉類は第1と第2の段階の中間宿主を必要とするが、**円葉類**は第1段階の中間宿主のみでよい。本条虫はこの**円葉類**に属する。

ヒトなどの終宿主では、成虫となり有性生殖を営む（これは終宿主の定義でもある）。そして産卵する。その虫卵がヒトの糞便に混ざって外界に出て、その虫卵由来の幼虫が中間宿主を経るというサイクルを繰り返す。これが基本である。ただし虫卵でヒトが直接感染し人体内に幼虫が寄生する種もあるが、それは小形条虫と有鉤条虫のみである。これらの虫卵は、飲食物・汚泥に紛れ込んでヒトの口から入ることがある。また性的接触等により人体内に経口侵入することもありうる。そのような虫卵内の幼虫（六鉤幼虫）がヒトに感染する。有鉤条虫、小形条虫の2種は性感染症をもたらしうる寄生虫としても警戒すべきである。有鉤条虫はこれから孵化した幼虫が人体の皮膚表面や脳に寄生する。小形条虫はヒト小腸で虫卵からの自家感染で成虫へと発育しうるが、縮小条虫では否定されている。

3. 縮小条虫の概要

[分布・疫学]

衛生状態の悪い国々と地域では、ネズミにこの条虫が感染していることが珍しくない。かつての日本もこの寄生虫にも汚染されていた。戦時中のことは不詳であるが、戦前よりも社会混乱を極めた戦後に大変多かった。

この寄生虫は英語で rat tapeworm と呼ばれるように、ラットに多いが人体感染もみられる。

東京目黒区内のドブネズミ・家ネズミの13%にこの感染が認められた（亀谷，1953）³²⁾

宮崎一郎⁹⁾によると、九州の住家性ネズミに関して、鹿児島市では47.7%、福岡市では48.8%の寄生率をみたという。

現在の日本で本虫は比較的稀となっているが、世界的には感染域が広く分布する。欧州、旧ソ連、中国、インド、東アジア、フィリピン、南アメリカなどが知られていた。海外の非衛生的な地域の密集環境においてネズミによく感染している。子供たちの感染が目立つが、大人も感染する。知らず識らずのうちに被る経済・社会損失は意外と大きい。

[この寄生虫の発育史・ヒトへの感染ルート・生物学・医薬史的記載]

成虫はヒト、ネズミなどの腸管に寄生し糞便中に虫卵を出す。基本的に、これらの虫卵が糞便とともに、ノミ（蚤）、コクヌストモドキ（あえて漢字表記すると、穀盗人擬）、チャイロコメゴミムシダマシ、コクガ、コメノシマメイガ、カキノヘタムシガ、ヤスデ、チャバネゴキブリ、ワモンゴキブリなどの昆虫に入り、昆虫内でヒトに感染可能な幼虫（擬囊尾虫）が出来上がる。

衛生状態の極めて悪いところで感染している小さな害虫が、開いたヒトの口から入りヒトに感染することもある。このような昆虫がヒト、ネズミ等の哺乳類に経口的に取り込まれてその小腸で成虫へと発育する。日本では通常、感染性のある幼虫を含んだ昆虫が付着している干し柿、生野菜などから感染する。

小形条虫と異なり、糞便中の虫卵が哺乳類の口から直接取り込まれて感染することはない。

ヒト、ネズミが感染するとおよそ半月で成虫となる。頭部は小さくて丸い。4個の吸盤があるが、小鉤はない。体節数は多くて1,000程度で、成熟している体節には各々2個の卵巣と1個の精巣が認められる。成熟した体節において生殖口はふつう左側に開いている。

ヒトでは1～数匹の寄生例が多い。成虫は、長さ10～80 cm、幅0.3～5 mmである。このように成虫の大きさに幅があるのは、感染虫体数と1個体のサイズは負の相関があるからである。すなわち感染虫体数が多いとサイズが小さく、少ないと大きいことが実験的に示されている。この現象を「稠密効果」“crowding effect”とひとくくりで説明することも行われてきた。

この条虫は実験室で比較的容易に扱いうることから、主としてアメリカのRead 一門らにより生理・生化学的研究^{37, 40, 41, 44, 45, 46)}が精力的に行われ、条虫の機能的な特徴を構造との関連で把握しようとする先駆的な研究がなされた。

寄生虫の生理学的な研究の手はじめとしてよくあるように、この寄生虫に関してもまずは試験管内維持・培養等の検討が行われた。*In vitro*の研究の基本であるが、そのためにはさまざまな虫体を準備することで研究が進んだ。

この条虫はさまざまな大きさの成虫を準備できる。動物一般に1個体のサイズが大きくなると、虫体の単位体重当たりの体表面積は小さくなる。条虫は体表から栄養吸収する以外に吸収方法はない。したがってこの条虫は大きいと、単位体重あたりの栄養吸収量は小さくなる。このことも興味深いRead 一門らによる認識でこれをもとに種々の生理生化学的研究がなされてきた。

その体表構造は哺乳類の小腸表面のビリ (villi) 構造に似ており、しかもアルカリホスファターゼが表面を覆っているのも同様である³⁷⁾ 体表面に存在するヌクレオチドの分解酵素活性と吸収との関係についても研究がなされた⁴⁴⁾

この寄生虫が糖、アミノ酸など種々の栄養物をいかに吸収するのかがRead 一門らの精力的な研究テーマであった。この寄生虫による炭水化物の代謝につ

いても大いに検討がなされた。

この寄生虫はとりまく外囲のリン酸エステルを加水分解できる。しかしこの酵素 phosphatase の役割は一応の実験的な提示はあるが⁴¹⁾必ずしもはっきりしているとはいえない。

この糸虫のかかる研究との関連で、寄生虫で難治性の種であったもの、すなわち吸血ではマンソン住血吸虫^{38, 39, 42)}線虫では広東住血線虫^{48-55, 57)}の生理生化学的研究がなされていた。

表 2. 代表的寄生虫種で調べられてきた栄養摂取等に関する生理生化学的研究の概要

	糸虫類	吸虫類	線虫類
生理生化学的研究の代表的寄生虫種	縮小糸虫	マンソン住血吸虫	広東住血線虫
グルコースの吸収	虫体に口はないので当然、体表からの吸収しかありえない	口はあるが体表からの吸収が認められる	口はあるが体表からの吸収が認められる
アミノ酸の吸収	確認されている	確認されている	研究が行われていない
ヘモグロビン分解酵素の分布	(消化管内寄生なので、これは関心の対象外)	腸管に高い活性	腸管に高い活性
ヘモグロビン分解酵素の生化学	(同上)	2種類のプロテアーゼ活性が証明	2種類のプロテアーゼ活性が証明
リン酸エステル加水分解酵素の分布	体表面に高いアルカリホスファターゼ活性が認められる (Tegumentary acid phosphatase activity)	表層 tegument に高い酸性ホスファターゼの活性が認められる (Tegumentary acid phosphatase activity)	角皮下層に高い酸性ホスファターゼ活性が認められる (Hypodermal acid phosphatase activity)
リン酸エステル加水分解酵素の生化学	若干なされている	詳細な検討がなされている	詳細な検討がなされている
多数の論文が出された主な研究の舞台	USA(ライス大学等)	USA, イギリス等	日本(北里大学等)

[註] 単に酵素に注目してそれを精製して生化学的な研究を進めるなら、糸虫では裂頭糸虫、吸虫では肝絛、線虫では回虫が有利な材料である。しかしこれらは逆に、同一試験管内に多数匹を維持して酵素反応を行わせ平均値を算出する生理学的研究には不利な材料である。この点で、国際的にしばしば選ばれてきたのが表の中の3種といえる。実際に1匹あたり、または単位重量あたりの値の計算ができる。

これらについては別の論文に記すが、その比較の概略を表2にまとめておく。生理生化学的研究は治療法開発の直接的な研究とはなりえなかったが、化学療法の基礎研究に役立ってきた。優良駆虫薬の作用様式を知る上でも基礎となった。

[診断・症状]

基本的に、検便により特徴ある虫卵を見出す。虫卵の形態的特徴は小形条虫卵のそれとは明瞭に区別される。球形で直径60~80 μm 、黄褐色を呈する。小形条虫と異なり、幼虫被殻の両端から出るフィラメント状のものは認められない(表3)。

食欲減退、下痢・腹痛、悪心、潰瘍、出血、栄養障害、頭痛、めまいなどが主な症状である。感染している子供たちは顔色と発育が悪く、神経過敏な傾向にある。ただし致命的となることは極めて稀であるゆえ、衛生状態の芳しくない国と地域でこの感染症が重視されているとは限らない。

4. 社会・経済損失と予防対策

社会・経済損失

特に痛みを自覚しないし、社会・経済損失はさほど大きくないと考えられる傾向にある。ふつうの寄生の程度であれば、日常生活は送れる。しかし、非衛生的な国と地域では子供たちが多く罹っており、心身の健全な発育を阻害する。その社会全体としての損失ははかりしれない。トータルすれば、決して小さくない。社会全体として、グレードは1と考えられる。

一次予防 — 感染の回避 —

現代の日本ではかつての風土病であったとみなされる寄生虫(症)が、依然として平均的に衛生状態のよいとされる国々と地域で残っているのは事実である。都会でも非衛生的なエリアで感染の可能性がある。国内外で感染しうるケ

ースは次の2点に要約される。感染昆虫が付着した生の食品、それらで汚染された食器からも感染する。

衛生的な居住環境を保つことが一次予防に必須である。とりわけネズミの駆除、害虫の除去につとめることが大切である。ネズミはゴミ箱の残飯、穀物の貯蔵庫内にたかっている害虫を口にすることにより感染する。住民は衛生的な環境維持に常につとめるべきである。

二次予防 一早期発見・早期治療一

【早期発見】 本虫に感染していることは、次の①～③から総合的に判断される。

- ①特異的でない症状、例えば下痢、腹痛が現れる。これらの症状は診断の助けとなるが、当然ながらこれらによる確定診断は無理である。
- ②検便により特徴ある虫卵を見出す。爪楊枝の先に糞便を付けて顕微鏡検査するいわゆる直接塗抹法で虫卵が見つかるとは限らない。この条虫による産卵数は多くない。そのため検出効率を高めるため種々の方法が試みられる。世界のいずれの流行地でも、とりあえず実践しやすいのは「飽和食塩水浮遊法」であろう。これは、試験管内に検体となる糞便を約1グラムとり、その管に飽和食塩水を表面張力で盛り上がるまで加え、約30分間静かに立てかけておいてカバーガラスを管口に当て、これをスライドガラスに置き顕微鏡検査する方法である。目立つゴミがあればガーゼ等を用いてあらかじめ取り除いておく。視野が明瞭なのでこの虫卵が存在すれば極めてわかりやすい。これとともに、「沈殿法」も試してみる必要がある。近縁の小形条虫卵は浮遊法で十分検出可能であるが、教科書には「沈殿法」がよいと書かれていることが多い。本虫に関しては情報と知見が不十分である。
- ③好酸球の値が高まる傾向にあるが、免疫診断は特に必要でない。

【早期治療】 かつては生薬も含めいろいろな駆虫薬が用いられた。少し以前の薬用植物学・生薬学の教科書には植物・生薬の効能として駆虫効果が記載さ

れていた。例えば、ザクロ皮、カマラなどがあげられている。これらはあまり効かないこともあった。そろそろ薬学系の種々教科書、テキストにこのような効能が記述されなくなることもありうると考えられるが、民族薬理学的記述としては大切な情報である。いまだこれらに頼らなければならない国と地域も地球上にはあるという事実も看過すべきでない。

プラジカンテル以外に、ピチオノール、硫酸パロモマイシン、フルベンダゾール、メベンダゾール、ニコロスアミドなども実験的に試されている。近縁種小形条虫に対してであるが、このうちメベンダゾールは効く^{55,56)} 非衛生的な地域において、このような条虫のみならず消化管寄生線虫の感染にも悩んでいる人々に対してメベンダゾールは広域の駆虫薬として価値が大きい。プラジカンテルよりも安価なメベンダゾールは途上国にとり比較的入手しやすいといわれる。

現在、縮小条虫成虫の単独種の感染に対しては、プラジカンテル（商品名ビルトリシド）が効果的なものとして投与される。ただしこの医薬品は途上国では必ずしも入手が容易ではない。

次に記す条虫の駆虫例数が多い京都府立医科大学の方式⁵⁾ が役立つ。「朝食

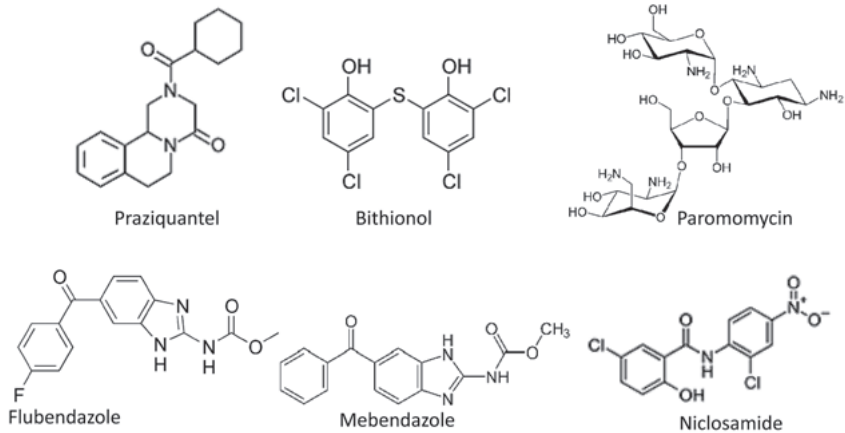


図1. 駆虫薬の構造式

を絶食し、プラジカンテル 10 mg/kg を頓用し、約 2 時間後に塩類下剤を与える。下痢を催してもすぐに排便させず我慢させ、虫体が大腸まで下がるのを待って（約 2 時間）、一気に勢いよく排便させるのがコツである。そうすると虫体が塊状になって一度に排出し、「頭節も共に駆出される例が多い」という。ただし、この方法は入院が必要である。また小児には向かない。

入院しないで、小児にも適用できる方法としては、やはりプラジカンテルを投与する方法であろうが、1 ヶ月後の検便は必ず実施すべきである。もし頭節部分が残っていたとして、それからまた再生してきた条虫成虫の駆虫が再び必要となるからである。

小形条虫とは異なり自家感染はないので、駆虫がうまくいけば基本的に再度の投薬は不要である。説明を繰り返すが、一度目の投薬で残存の成虫に関して、不完全駆虫で頭部の腸管壁への付着はありうる。したがって 1 ヶ月ぐらいして検便をおこなって、もしも陽性なら再度投薬する。

〔付記〕 縮小条虫の小形条虫との比較

縮小条虫と小形条虫は大変よく似ているが、相違点もある。次の表で比較する。

表 3. 縮小条虫の小形条虫との比較

	縮小条虫	小形条虫
学名	<i>Hymenolepis diminuta</i>	<i>Hymenolepis nana</i> (新しい学名 <i>Vampirolepis nana</i>)
成虫の大きさ	長さ 10~80 cm, 体幅 0.3~5 mm ぐらい	体長 1~3 cm, 体幅 1 mm ぐらい
中間宿主(ヒトへの感染源)	種々昆虫 (ゴキブリなど) ほとんどすべての昆虫が考えられる。右と基本的に違いはない。	種々昆虫 (コクヌストモドキ, ゴミムシダマシなど) ほとんどすべての昆虫が考えられる
虫卵からヒトへの経口感染の有無	なし	あり

終宿主	ヒト, ネズミ	ヒト, ネズミ
虫卵 (両者形態異なる)	直径60~80 μm , 球形, 黄褐色, 幼虫被殻の両端からフィラメント状のものは認められない。	楕円形 長径45~55 μm , 短径40~45 μm , 中にレモン型の幼虫被殻, その両端からフィラメント状のものが数本出ている
診断	排出便の中に特有の虫卵を見出す	左に同じ
自家感染	なし	あり(症状を重くする要因)
症状	消化器症状, 小形条虫ほど重くない	悪心, 嘔吐, 下痢, 栄養障害
治療	プラジカンテル(駆虫は比較的容易)	プラジカンテル(自家感染の可能性も残されているので検査で陽性なら再度の投薬が必要。)

謝 辞

本研究と執筆を終わるにあたり, 生体環境系薬学における感染症病原体の視座より常日頃ご教示いただいている松山大学薬学部生体環境系薬学講座衛生化学研究室の舟橋達也先生, 田邊知孝先生にお礼申し上げます。

参考・引用文献 (縮小条虫以外の関連情報・知見も含む)

和文

- 1) 西村謙一著:『人体神経系寄生虫症』新興医学出版社(東京)(1991)
- 2) 柳沢十四男, 井上義郷, 中野健司:『寄生虫・衛生動物・実験動物』講談社サイエンティフィック, 講談社(東京)(1983)
- 3) 林滋生(編集代表), 他:『本邦における人獣共通寄生虫症』文永堂(東京)(1983)
- 4) 鈴木了司, 安羅岡一男, 柳沢十四男編:『新医寄生虫学』第一出版(東京)(1988)
- 5) 吉田幸雄・有蘭直樹:『図説人体寄生虫学』南山堂(東京)(2008)
- 6) 小島荘明編集:『NEW 寄生虫病学』南江堂(東京)(1993)
- 7) 伊藤洋一:『医療技術者のための医動物学』講談社サイエンティフィック, 講談社(東京)(1995)
- 8) 大鶴正満編集:『臨床寄生虫学』南江堂(東京)(1978)
- 9) 宮崎一郎・藤幸治著:『図説人畜共通寄生虫症』九州大学出版会(福岡)(1988)
- 10) 佐々学:『人体病害動物学』-その基礎・予防・臨床・治療-, 医学書院(東京)(1975)

- 11) 佐々学・緒方一喜：『衛生害虫』岩波全書，岩波書店（東京）（1975）
- 12) 吉田幸雄：『医動物学』第4版，南山堂（東京）（2006）
- 13) 小泉丹：『人体寄生虫』岩波全書，岩波書店（東京）（1953）
- 14) 牧 純，村田安紀奈，西岡茉莉，菅野裕子，有田孝太郎，廣瀬恭子，日野和彦，中野友寛，藤井佑輔，渡部真衣，坂上宏，関谷洋志，秋山伸二，難波弘行，荒木潤，玉井栄治：環太平洋地帯及び近隣諸国の寄生虫感染と治療薬に関する文献調査研究の試み－渡航医学と渡航薬学の視点より－松山大学論集，23（4），191-214（2011）
- 15) 牧 純，玉井栄治，関谷洋志，坂上宏：環太平洋地帯と近隣諸国において社会・経済損失をもたらす代表的な寄生原虫類に関する小考，松山大学論集，24（2），155-165（2012）
- 16) 牧 純，関谷洋志，舟橋達也，田邊知孝，玉井栄治，坂上宏：社会・経済損失をもたらす有鉤糸虫の感染とその一次・二次予防の対策に関する基礎研究，松山大学論集，24（3），257-269（2012）
- 17) 小島莊明：『寄生虫病の話－身近な虫たちの脅威』中公新書，中央公論新社（東京）（2010）
- 18) 牧 純，関谷洋志，玉井栄治，坂上宏：人体への寄生虫感染を警戒すべき食材（1）－特に広東住血線虫の感染源となりうるもの（ノート），New Food Industry 53，23-26（2011）
- 19) 牧 純，関谷洋志，玉井栄治，坂上宏：人体への寄生虫感染を警戒すべき食材（2）－特に肝吸虫（旧名肝ジストマ）の感染源となりうるもの（ノート），New Food Industry 53（9），37-42（2011）
- 20) 牧 純，関谷洋志，玉井栄治，坂上宏：人体への寄生虫感染を警戒すべき食材（3）－日本海裂頭条虫の感染源となりうるもの（ノート），New Food Industry 53（11），37-40（2011）
- 21) 牧 純，関谷洋志，玉井栄治，坂上宏：人体への寄生虫感染を警戒すべき食材（4）－ウェステルマン肺吸虫の感染源となりうるもの（ノート），New Food Industry 54（2），36-40（2012）
- 22) 牧 純，関谷洋志，玉井栄治，坂上宏：人体への寄生虫感染を警戒すべき食材（5）－横川吸虫類（*Metagonimus* spp.）の感染源となりうるもの（ノート），New Food Industry 54（4），39-45（2012）
- 23) 牧 純，関谷洋志，玉井栄治，坂上宏：人体への寄生虫感染を警戒すべき食材（6）－剛棘顎口虫の感染源となりうるもの（ノート），New Food Industry 54（5），25-28（2012）
- 24) 牧 純，関谷洋志，玉井栄治，坂上宏：人体への寄生虫感染を警戒すべき食材（7）－無鉤糸虫の感染源となりうるもの，New Food Industry 54（7），45-48（2012）
- 25) 牧 純，関谷洋志，玉井栄治，坂上宏：人体への寄生虫感染を警戒すべき食材（8）－棘口吸虫類の感染源となりうるもの（ノート），New Food Industry 54（9），39-42（2012）
- 26) 牧 純，関谷洋志，田邊知孝，舟橋達也，玉井栄治，河瀬雅美，坂上宏：人体への寄生虫感染を警戒すべき食材（9）－現代の日本人でも安心できない回虫の感染，New Food Industry，43-49（2013）
- 27) 牧 純，関谷洋志，田邊知孝，舟橋達也，玉井栄治，河瀬雅美，坂上宏：人体への寄生

- 虫感染を警戒すべき食材 (10) - 豚肉の生食のみが感染源でない有鉤条虫に関する総括的認識, *New Food Industry* 55, 75-83 (2013)
- 28) 牧 純, 関谷洋志, 田邊知孝, 舟橋達也, 玉井栄治, 相良英憲, 坂上宏: 人体への寄生虫感染を警戒すべき食材 (12) - 現代の日本で極度に警戒すべき寄生虫, 旋尾線虫 *Spirurina* sp の感染源, *New Food Industry* 55 (12), 31-34 (2013)
- 29) 牧 純, 関谷洋志, 田邊知孝, 舟橋達也, 玉井栄治, 河瀬雅美, 坂上宏: 人体への寄生虫感染を警戒すべき食材 (11) - “勇氣” では防げないマンソン孤虫の感染と驚愕の結末, *New Food Industry* 56, 59-65 (2014)
- 30) 牧 純, 田邊知孝, 畑晶之, 坂上宏, 中村円香, 大西俊輔, 関谷洋志, 玉井栄治, 舟橋達也: 人体への寄生虫感染を警戒すべき食材 (13) - 刺身・寿司からの感染が怖いアニサキスの予防策の背景となる基本的知見, *New Food Industry* 57 (5), 61-69 (2015)
- 31) 牧 純, 田邊知孝, 畑晶之, 関谷洋志, 玉井栄治, 坂上宏, 舟橋達也: 人体への寄生虫感染を警戒すべき食材 (14) - 水生の食用植物, 生の牛レバーから感染する肝蛭, *New Food Industry* 57 (7), 45-49 (2015)
- 32) 目黒寄生虫館発行: 『日本における寄生虫の研究』第1~7巻(縮小条虫, 第3巻) (1963/1999)

英文

- 33) Faust, E. C. et al.: Craig & Faust's "Clinical Parasitology (8th ed.)" Lea & Febiger (Philadelphia) (1970)
- 34) Cheng, T. C.: "General Parasitology", Academic Press (New York, San Francisco, London) (1973)
- 35) Suzuki, M. (organizer): Economic loss caused by parasitic diseases, Mombusho Grant Meeting, December 10th 1997 at Toranomom Pastral (1997)
- 36) Janjaroen, W. S.: Economic loss caused by parasitic diseases in Thailand, Mombusho Grant Meeting, December 10th 1997 at Toranomom Pastral (1997)
- 37) Arme, C & Read, CP: A surface enzyme in *Hymenolepis diminuta* (Cestoda). *Journal of Parasitology* 56, 514-16 (1970)
- 38) Ash, HL & Read, CP: Transtegumental absorption of amino acids by male *Schistosoma mansoni*. *Journal of Parasitology* 61, 378-9 (1975a)
- 39) Ash, HL & Read, CP: membrane transport in *Schistosoma mansoni*: transport of amino acids by adult males. *Experimental Parasitology* 38, 125-35 (1975b)
- 40) Dike, SC & Read, CP: Tegumentary phosphohydrolases of *Hymenolepis diminuta*. *Journal of Parasitology* 57, 81-7 (1971a)
- 41) Dike, SC & Read, CP: Relation of tegumentary phosphohydrolase and sugar transport in *Hymenolepis diminuta*. *Journal of Parasitology* 57, 1251-5 (1971b)

- 42) Levy, MG & Read, CP : Relation of tegumentary phosphohydrolase to purine and pyrimidine transport in *Schistosoma mansoni*. Journal of Parasitology 61, 648-56 (1975)
- 43) Lumsden, RD : Parasitological review : surface ultrastructure and cytochemistry of parasitic helminths. Experimental Parasitology 37, 267-339 (1975)
- 44) Pappas, PW & Read, CP : Relation of nucleotide transport and surface phosphohydrolase activity in *Hymenolepis diminuta*. Journal of Parasitology 60, 447-52 (1974)
- 45) Pappas, PW : *Hymenolepis diminuta*. : Partial Characterization of membrane-bound nucleotidase activities (ATPase and 5'-nucleotidase) in the isolated brush border membrane, Experimental Parasitology 51, 209-219 (1981)
- 46) Phifer, K : Permeation and membrane transport in animal parasites : on the mechanism of glucose uptake by *Hymenolepis diminuta*. Journal of Parasitology 46, 145-53 (1960)
- 47) Starling, JA & Fisher, FMJr. : Carbohydrate transport in *Moniliformis dubius* (Acanthocephala) 1. The kinetics and specificity of hexose absorption. Journal of Parasitology 61, 977-90 (1975)
- 48) Maki, J. & Yanagisawa, T. : Ultrastructural localization of phosphatase(s) in the body wall of *Angiostrongylus cantonensis*. Parasitology International (JJP) 28, 323-327 (1979)
- 49) Maki, J. & Yanagisawa, T. : Acid phosphatase activity demonstrated by intact *Angiostrongylus cantonensis* with special reference to its function. Parasitology 79, 417-423 (1979)
- 50) Maki, J. & Yanagisawa, T. : Acid phosphatase activity demonstrated in the nematodes, *Diriofilaria immitis* and *Angiostrongylus cantonensis* with special reference to the characters and distribution. Parasitology 80, 23-38 (1980)
- 51) Maki, J. & Yanagisawa, T. : A comparison of the sites of acid phosphatase activity in an adult filaria, *Setaria* sp. and in some gastro-intestinal nematodes. Parasitology 81, 603-608 (1980)
- 52) Maki, J. & Yanagisawa, T. : Histochemical studies on acid phosphatase of the body wall and intestine of adult filarial worms in comparison with that of other parasitic nematodes. Journal of Helminthology 54, 39-41 (1980)
- 53) Maki, J. : Studies on acid phosphatase of tissue nematodes. Ph. D. Thesis, University of Tokyo, 1-67 (1980)
- 54) Maki, J., Furuhashi, A. & Yanagisawa, T. : The activity of acid proteases hydrolysing haemoglobin in parasitic helminths with special reference to interspecific and intraspecific distribution. Parasitology 84, 137-147 (1982)
- 55) Maki, J. & Yanagisawa, T. : Anthelmintic effects of bithionol, paromomycin sulphate, flubendazole and mebendazole on mature and immature *Hymenolepis nana* in mice. Journal of Helminthology 59, 211-216 (1985)
- 56) Maki, J. & Yanagisawa, T. : Chemotherapeutic effects of praziquantel, niclosamide, mebendazole and bithionol on larvae and adults of *Hymenolepis nana* in mice. Parasitology

International (J. J. P.) 38, 236-239 (1989)

- 57) Maki, J., Tongu, Y. & Ishii, A.: Studies on alterations in acid phosphatase activity, body weight and ultrastructure of adult *Angiostrongylus cantonensis* in rats treated with flubendazole at a subcurative dose. Tropical Medicine 39, 95-100 (1997)