

近確認した¹⁸⁾。南米のチリとアルゼンチンでは、約60年前から広節裂頭条虫症の発生が知られていたが、近年、チリ産の養殖サケが感染源と推定された広節裂頭条虫症例がブラジルで報告された^{19,20)}。

4) 病原性

日本海裂頭条虫の成虫は小腸に寄生するので、腹痛や水様性下痢が見られることがあるが、病原性は比較的軽微である。肛門から片節が連なって下垂することで気付く。広節裂頭条虫による感染例では、これらの消化器症状に加え、ビタミンB₁₂欠乏による悪性貧血が見られることがある²¹⁾。

5) 検査・診断

排出される片節や糞便内虫卵の形態による検査が一般的であるが、形態学的鑑別は難しい。日本海裂頭条虫と広節裂頭条虫の鑑別基準の一つとして、片節の正中矢状断における陰莖囊が片節の前後軸に対してなす角度が重要とされる。日本海裂頭条虫では斜位を取るのに対して(図3a)、広節裂頭条虫では水平位を取るとされるが(図3b)、角度は片節の部位や成熟度、あるいは固定法によっても変わるので、この基準だけで鑑別することは困難である。また、太平洋裂頭条虫など海洋性裂頭条虫による症例や外国人患者では日本海裂頭条虫以外の種による感染の可能性も考えられるので、正確な種の鑑別には形態学的な鑑別に加え、DNA解析が不可欠である。実際、ミトコンドリアDNA解析に基づいた鑑別が行われている²²⁻²⁴⁾。

最近、カプセル内視鏡を用いた検査も実施されているが²⁵⁾、裂頭条虫の存在は確認できるが、種の鑑別はできない。

6) 治療・感染予防

プラジカンテルの経口投与が第1選択である。ただし、条虫症治療薬としては保険適用外である。詳細は「寄生

虫症薬物治療の手引き 2010 改訂第7.0版」(<http://www.med.miyazaki-u.ac.jp/parasitology/orphan/index.html>)を参照されたい。

最も効果的な予防法は感染源となる魚の生食、燻製などを食べないことである。日本海裂頭条虫と推定されるプレロセルコイドは、-8℃、12時間、または-10℃、6時間の冷凍処理で死滅する²⁶⁾。広節裂頭条虫の場合、3~4kgの魚であれば-18℃、20時間冷凍保存することでプレロセルコイドは死滅した²⁷⁾。

3. 鯨複殖門条虫 (*Diplogonoporus balaenopterae*)

1) 分類・形態

複殖門条虫は1片節に2対の雌雄生殖器を有することが特徴であるが、まれに3対以上の生殖器を有する個体もいる。複殖門条虫属は3種で構成される²⁾。大複殖門条虫 (*Diplogonoporus grandis*) はヒトに寄生する種として知られているが、ミンククジラやイワシクジラに寄生する鯨複殖門条虫 (*Diplogonoporus balaenopterae*) と以前から同種であると指摘されてきた²⁾。にもかかわらず、わが国では大複殖門条虫という名称が使われている。最近、ミトコンドリアゲノム解析からも、大複殖門条虫と鯨複殖門条虫は同種であることが証明された²⁸⁾。動物命名規約上、*D. balaenopterae* に優先権があるので (*D. grandis* は *D. balaenopterae* のシノニム)、本稿では鯨複殖門条虫として扱う。

鯨複殖門条虫の成虫は白色、扁平のキシメン様で、頭節、頸部、未熟片節、成熟片節、受胎片節からなる大型の条虫で(図4)、体長10mを超える個体もいる。頭節は細く、吸溝は深く、漏斗状を呈する。

2) 生活史・ヒトへの感染経路

終宿主はミンククジラ、イワシクジラなどヒゲクジラ

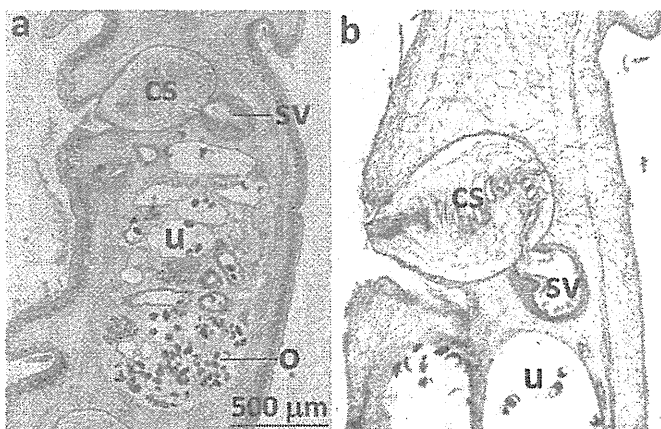


図3. 日本海裂頭条虫と広節裂頭条虫の片節の正中矢状断面
a, 日本海裂頭条虫 (日本産); b, 広節裂頭条虫 (欧州産)。
cs, 陰莖囊; sv, 貯精囊; u, 子宮 (虫卵を含む); o, 卵巣。

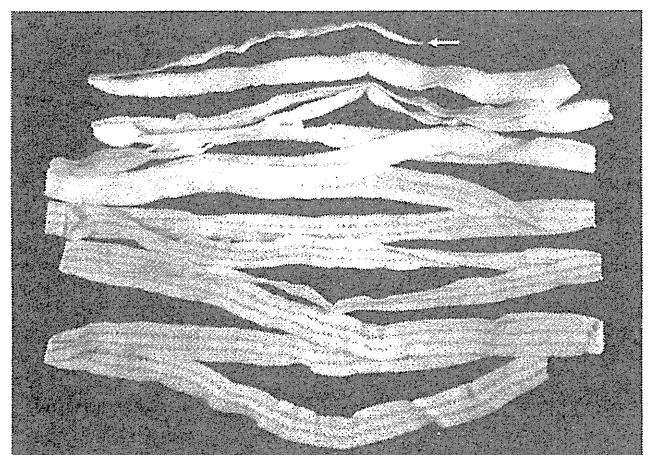


図4. ミンククジラの小腸から得られた鯨複殖門条虫の成虫
矢印は頭節で、各片節に2対の生殖器が点状に見える (財団法人 日本鯨類研究所提供)。

類やヒトである。第1中間宿主と第2中間宿主は不明であるが、第1中間宿主は海産の動物性プランクトン、第2中間宿主はヒゲクジラ類の食餌となる海産の小型群集魚とそれぞれ推定されている。実際、鯨複殖門条虫感染者はシラス（イワシの稚魚）やカタクチイワシなど小型魚の喫食歴を有していた²⁹⁾。鯨複殖門条虫 DNA の塩基配列が明らかになったことから、今後、海産魚から未知のプレロセルコイドが検出された場合、DNA 解析によって鯨複殖門条虫のプレロセルコイドが同定、発見される可能性が高まった^{28,30)}。

3) 疫学

ヒトの鯨複殖門条虫症は日本における発生例が圧倒的に多く、1892年に長崎で第1例が報告されて以来、散発的な患者発生が見られていた。1971年～1980年に35例、1980年～1990年に77例が報告されたが⁹⁾、それ以降、2000年までに症例数は268に達した³⁾。2002年には、静岡県で46例の集団発生事例があった²⁹⁾。わが国では、患者は30～50歳代の男性に多く、地域では、北は青森から南は鹿児島で発生し、特に静岡、高知、鳥取、長崎、島根の順が多かった⁹⁾。日本以外では、チリ³¹⁾、韓国³²⁾、およびスペイン³³⁾で各1例ずつ報告されているに過ぎない。

4) 病原性

成虫は小腸に寄生するので、下痢、軟便、腹痛などの消化器症状が見られるが、病原性は軽微である。

5) 検査・診断

1片節に2対の雌雄生殖器があるので、1対の雌雄生殖器を有する裂頭条虫属とは容易に鑑別できる。しかし、1片節に3～5対の生殖器を有する個体^{34,35)}や米子裂頭条虫のように1片節に1対の雌雄生殖器を有する種でもまれに2対の雌雄生殖器を有する個体も見出されることから³⁶⁾、正確な種の鑑別にはDNA解析が不可欠である^{22,28,30)}。

6) 治療・予防

裂頭条虫に準ずる。感染源となる海産魚は特定されていないが、生食を避けることが感染予防になる。

4. マンソン裂頭条虫 (*Spirometra erinaceieuropaei*)

1) 分類・形態

Spirometra 属は4種からなり²⁾、わが国で問題になるのはイヌやネコを終宿主とするマンソン裂頭条虫 (*Spirometra erinaceieuropaei*) である。世界に分布す

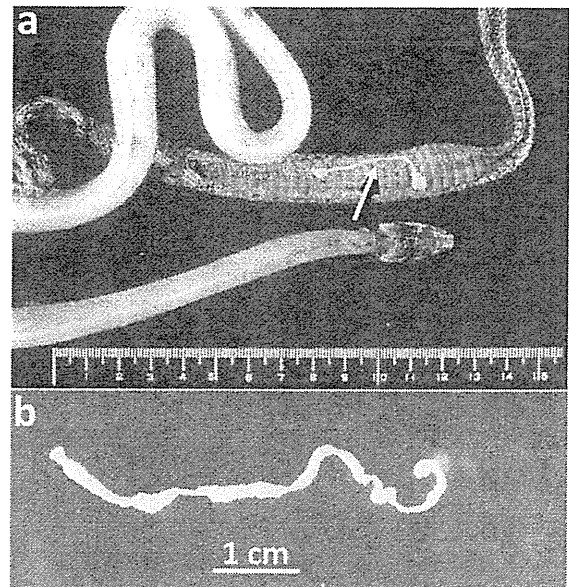


図5. マンソン裂頭条虫の幼虫 (マンソン孤虫)
a. ヤマガガシの皮下における寄生状況；b. ヒトの脳から抽出されたマンソン孤虫。

る。成虫は体長0.6～1 mと小形である。カエルやヘビなどの皮下に寄生する幼虫 (プレロセルコイド) はマンソン孤虫とも呼ばれ、体長10～20 cm、白色で、体前方はやや太く、凹みがあり、紐状を呈す (図5 a)。ヒトでもプレロセルコイドが寄生してマンソン孤虫症 (sparganosis) を引き起こす。まれに、小腸で成虫にまで発育することがあり、マンソン裂頭条虫症 (spirometriasis) を引き起こす。

2) 生活史・ヒトへの感染経路

終宿主であるイヌやネコから虫卵が糞便とともに排出されると、虫卵は淡水中で発育してコラシジウムとなり、第1中間宿主であるケンミジンコ類に摂取される。さらに、第2中間宿主である両生類や爬虫類に摂取され、その体内でプレロセルコイドに発育する (図5 a)。プレロセルコイドに感染したカエルがヘビや鳥類に摂取されると、プレロセルコイドは発育することなく寄生し、終宿主に摂取されるのを待つ (待機宿主)。ヒトへの感染経路は2通りあり、プレロセルコイドに寄生されたケンミジンコが混入した野外の水を飲む、あるいはプレロセルコイドが寄生したカエル、ヘビ、地鶏などを加熱不十分な状態で摂取する、かのいずれかである。プレロセルコイドは全身の皮下織、脳や眼部などに移行する (図5 b)。

3) 疫学

マンソン孤虫症は中国、日本、韓国、ベトナム、タイなどアジア諸国で発生している³⁷⁾。わが国では、1881年に京都で第1例が報告されて以来、2011年までに623例が報告されている^{38,39)}。最近の10年間 (2000年～

2009年)にも77例が全国(北海道から九州)で発生している³⁹⁾。患者の年齢層は30歳~80歳代で、50歳以上が65例と多く、男女比はほぼ1:1、感染源は特定できない場合が多いが、カエルやヘビを加熱不十分な状態で喫食した症例も確認されている。

4) 病原性

プレロセルコイドが皮下に寄生した場合、移動性の腫瘤や線状爬行疹が見られる。脳や脊髄などに寄生した場合には痙攣や構語障害など重篤な中枢神経症状が見られる。わが国では皮下寄生例が圧倒的に多く、最近の77例でも63例が皮下寄生で、無通性の移動性腫瘤は全身に及び(図6)、その大きさは多種多様であった³⁹⁾。その他、脳や眼部に寄生した例もある。タイ北部では、カエルの生肉を湿布代りに眼部に貼る伝統的な民間療法が残っており、そのために眼部寄生例が多いという³⁷⁾。まれではあるが、成虫が小腸に寄生した症例も報告されている⁴⁰⁾。

5) 検査・診断

抗体産生が著明であることから、血清中、あるいは髄液中の抗体検出が診断に有効である。最近、著者らは抗体検出を目的としたマンソン孤虫症迅速診断キット(iSpa kit)を開発した。摘出病巣部の病理組織学的検査では、エオジン好染性の細胞層からなる外被、筋束や排泄系(図7a)、あるいは条虫に特有な同心円状の石灰小体が散在する柔組織が観察される(図7b,c)。また、摘出虫体や病理組織標本内の虫体鑑別診断のためにDNA解析が有効である^{22,41)}。

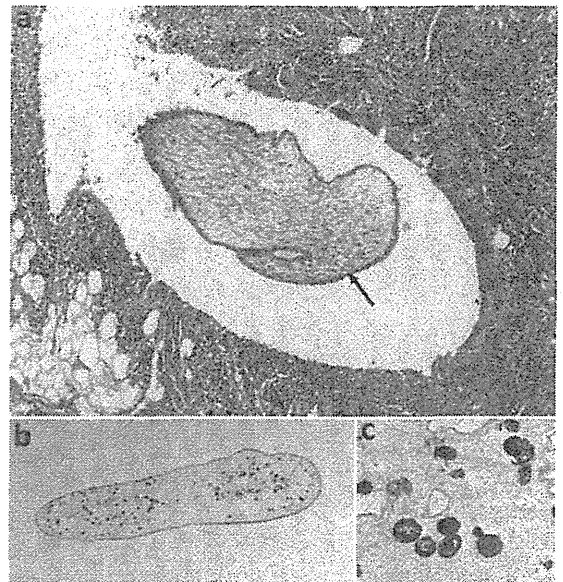


図7. ヒトのマンソン孤虫症
a. 摘出病巣部の病理組織学的所見(矢印が虫体); b. コッサ染色によって黒染された石灰小体; c. 同心円状の石灰小体。

6) 治療・予防

マンソン孤虫症の場合、原則は虫体の外科的摘出であるが、脳内など手術困難な場合には、プラジカンテルによる内服を試みる。成虫寄生の場合はプラジカンテルによる駆虫。詳細は寄生虫症薬物治療の手引き(前出)を参照されたい。予防は感染源となるカエルやヘビなど生食を避けることである。

5. 有鉤条虫 (*Taenia solium*), 無鉤条虫 (*Taenia saginata*), アジア条虫 (*Taenia asiatica*)

1) 分類・形態

Taenia 属条虫で、ヒトに健康被害を及ぼす重要な種は有鉤条虫 (*Taenia solium*), 無鉤条虫 (*Taenia saginata*) とアジア条虫 (*Taenia asiatica*) の3種である。有鉤条虫は分布域によって遺伝的差異があり、アジアに分布するものはアジア型、中南米とアフリカに分布する個体群はアメリカ・アフリカ型と呼ばれる^{42,43)}。アジア条虫については、無鉤条虫と別種^{44,45)}、無鉤条虫の一亜種⁴⁶⁾、あるいは無鉤条虫との自然交雑体の存在を根拠に同種とする説があるが^{47,48)}、中間宿主における発育など無鉤条虫と異なる点もあるので、本稿では別種として扱う。

有鉤条虫の成虫は白色で、体長約2~3m。頭節には4個の吸盤と22~32個の小鉤が環状に並んだ額嘴を有す。受胎片節は薄くて運動性は低い。子宮の分枝数は7~10対。豚に寄生する幼虫(=有鉤囊虫)は7~8mmの大豆大で、乳白色。袋状の囊胞内には吸盤と小鉤を備えた頭節があり、囊虫液で満たされている。虫卵は放射

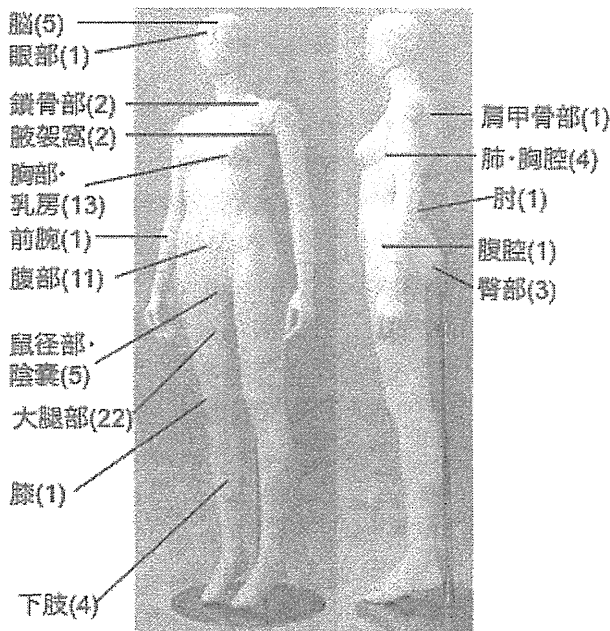


図6. マンソン孤虫症における病変部位 (文献39をもとに作成)

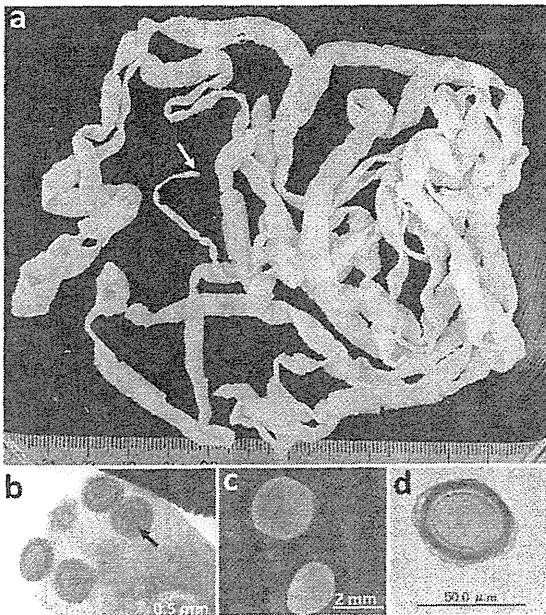


図8. アジア条虫
a. ヒト患者から駆虫された成虫 (矢印は頭節)；b. 4 個の吸盤 (矢印) を有する頭節；c. ヒトへの感染型幼虫 (= 囊虫)；d. 虫卵。

状線条を呈する幼虫被殻で覆われ、中に六鉤幼虫を内蔵する。インド～東南アジアのアジア地域と中南米とアフリカに広く分布する。

無鉤条虫の成虫は白色で、体長は3～6m。頭節はやや角張り、4個の吸盤があるが、額嘴や小鉤は無い。受胎片節の形態は有鉤条虫のそれに似るが、より肉厚で、運動性が高い。子宮の分枝数は20対以上。世界に広く分布する。幼虫 (= 無鉤囊虫) は牛肉内に寄生し、8mm×5mmの長球状で、乳白色。囊胞内には頭節があり、囊虫液で満たされている。虫卵は有鉤条虫卵と酷似する。

アジア条虫は成虫、幼虫、虫卵とも形態学的には無鉤条虫と区別できない (図8)。分布は韓国、中国 (南西部の省)、台湾、フィリピン、ベトナム、タイ、インドネシア (スマトラ島北部) に限局されていたが^{4,9)}、2010年、日本でも分布が確認された⁵⁰⁾。

2) 生活史・ヒトへの感染経路

上記の3種の生活史は図9に示した。いずれの種とも、ヒトが唯一の終宿主である。虫卵が充満した受胎片節が肛門から外界に排出されると、無数の虫卵が片節から放出される。有鉤条虫とアジア条虫の場合、中間宿主となる豚が虫卵を経口摂取すると、虫卵内の六鉤幼虫が小腸で孵化し、血流やリンパ流によって、有鉤条虫の場合は脳や全身の筋肉に、アジア条虫の場合は肝臓にそれぞれ移行し、そこで囊虫に発育する。無鉤条虫の場合は、中間宿主となる牛が虫卵を経口摂取することで、筋肉内で囊虫になる。

ヒトへの感染経路は、有鉤条虫は豚肉、アジア条虫は豚の肝臓、無鉤条虫は牛肉にそれぞれ寄生する囊虫の経口摂取による。摂取された囊虫は数ヶ月で成虫になり、受胎片節を排出する。成虫寄生による健康被害はテニア症 (taeniasis) と呼ばれる。有鉤条虫の成虫寄生例では、受胎片節が小腸内で壊れ、虫卵が遊離し、孵化した六鉤幼虫が血流やリンパ流に乗って全身に移行し、囊虫に発育することがある (自家感染)。また、有鉤条虫卵を経口摂取すると、ヒトは豚同様、脳や筋肉内で囊虫に発育し、有鉤囊虫症 (cysticercosis) を惹き起す。

3) 疫学

わが国におけるテニア症の発生について、最近の22

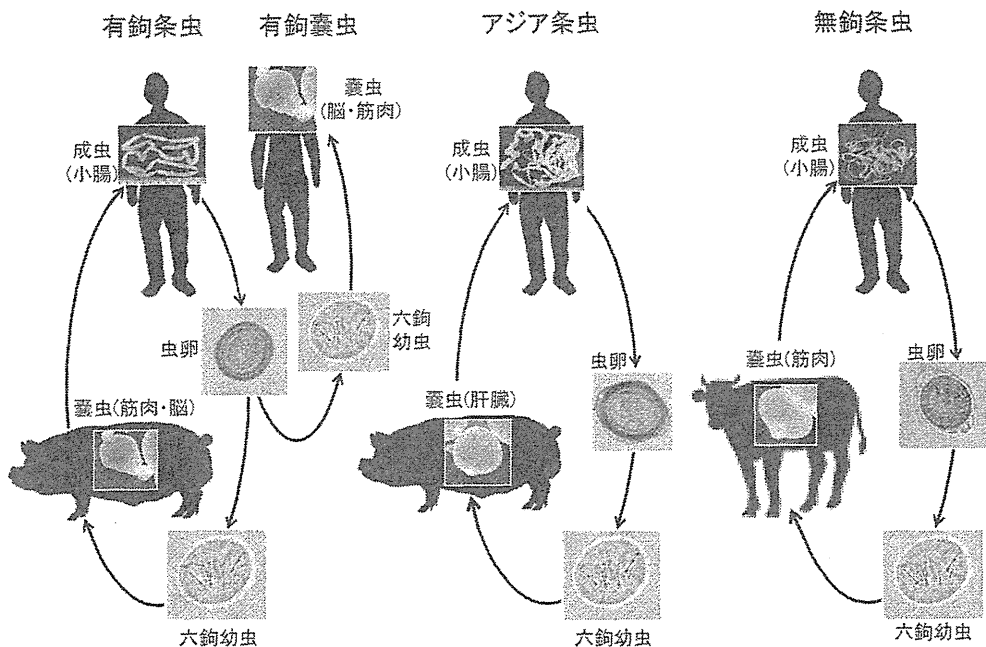


図9. ヒトに寄生するテニア属条虫3種の生活史

年間（1990年～2011年）に少なくとも73例が報告されている^{51,52)}。内訳は無鉤条虫症が48例（45例は輸入症例）と最も多く、次いでアジア条虫症20例、有鉤条虫症5例であった。アジア条虫症は、最近、わが国で相次いで発生が確認されたもので、すべて国内感染例と推定される⁵⁰⁾。1968年と1996年に鳥取県出雲市と米子市でアジア条虫例が1例ずつ発生していたことがretrospectiveなDNA解析によって報告されたが、詳細は不明である⁴⁹⁾。有鉤条虫症はいずれも輸入症例であるが、2009年と2010年には、有鉤囊虫症との重複感染した邦人患者が1例ずつ確認された⁵²⁾。

4) 病原性

成虫寄生による症状は軽微であるが、腹部不快感、腹痛、下痢などが見られることがある。無鉤条虫やアジア条虫の受胎片節は自力で肛門から這い出してくるので、精神的な不快感がある。

5) 検査・診断

受胎片節の形態、子宮の分岐数、あるいは頭節における小鉤の有無によって鑑別が行われている。しかし、形態による3種の鑑別は必ずしも容易ではないので、最近ではDNA解析が汎用されている^{22,43,53)}。

6) 治療・予防

プラジカンテルによる駆虫。ただし、保険適用外となる。流行地では豚肉や牛肉の生食や加熱不十分な料理を避けること。豚肉の冷凍処理として、 -15°C で3日間、または -24°C で1日冷凍処理すると有鉤囊虫は死滅する⁵⁴⁾。

6. 有鉤囊虫 (*Taenia solium*, *cysticercus*)

生活史やヒトへの感染経路は有鉤条虫の項を参照されたい。

1) 疫学・発生状況

世界的には、インド～東南アジア、中南米とアフリカで流行している。わが国では、1990年～2011年の22年間に66例が報告されている^{51,52)}。52例は海外で感染した輸入症例であったが、海外渡航歴のない日本国内での感染が疑われた症例が14例あり、うち5例は沖縄地方で発生した症例であった^{51,52,55)}。また、2009年と2010年には、有鉤条虫症と重複感染した症例が1例ずつ確認されている⁵²⁾。

2) 病原性

上記66例のうち^{51,52)}、54例は孤発性、あるいは多発性嚢胞を有する脳内寄生（脳有鉤囊虫症

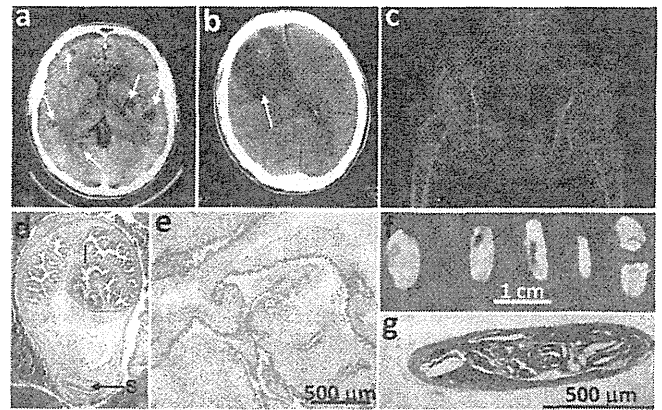


図10. 有鉤囊虫症の画像所見と摘出病巣部の病理組織所見
a, 多発性嚢胞を有する脳寄生例；b, 右前頭葉クモ膜下の多胞性病巣⁵⁵⁾；c, 全身の筋肉内に見られた石灰化病巣⁵⁶⁾；d, cellulose型嚢虫⁵⁹⁾。s, 吸盤；l, 迷路様構造；e, racemose型嚢虫⁵⁵⁾。嚢胞壁が複雑に入り込む。；f, g, 石灰化病巣とその断面⁵⁶⁾。

(neurocysticercosis) であり（図10a, b）、皮下寄生（17例）より発生頻度が高い。同一患者で脳と皮下、あるいは脳と眼部など異なる部位に嚢胞が形成された症例（10例）や脊髄寄生（1例）、あるいは眼部寄生（4例）も報告されている。

脳や脊髄に寄生した場合、痙攣、意識障害、四肢麻痺など重篤な中枢神経症状が現れる。皮下寄生の場合は、局所の小腫瘍として触知される。全身の筋肉内に無数の石灰化病巣が認められた陈旧性皮下嚢虫症も報告されている^{56,57)}（図10c, f）。

原因となった嚢虫は、頭節を有し、袋状の嚢胞を呈する cellulose 型嚢虫による例が多いが（図10d）、頭節を欠き、複雑な嚢胞壁を有し、ぶどうの房状を呈する racemose 型嚢虫（図10e）による症例も8例報告されている^{51,52,55)}。

3) 検査・診断

臨床所見に加え、CT、MRIやX線など画像検査（図10a, b, c）、また血清や髄液中の抗体検査も実施されている。多発性病変を有する脳嚢虫症の場合、抗体検出率は80%以上と高いが、孤発性病変の場合、抗体検出率は20%以下となる⁵⁸⁾。病理組織所見では、吸盤や小鉤、あるいは迷路様構造など特徴的な所見が認められるが（図10d）、病巣部が変性、あるいは石灰化した場合（図10f）の診断は難しい。このような場合、病理組織切片を用いたDNA検査法が確定診断に有効である^{22,55-59)}。

4) 治療・予防

アルベンダゾール、あるいはプラジカンテルの内服。外科的摘出。海外の流行地では虫卵に汚染された食品に注意が必要である。

おわりに

わが国では、日本人の食習慣を反映して、様々な寄生虫症の発生が見られるが、その発生状況を正確に把握することが難しい。食品衛生法では飲食物に起因する寄生虫症はすべて食中毒として届出の対象になっているにもかかわらず、届出された事例がほとんどないことがその一因である。したがって、寄生虫による健康被害の実態把握や感染予防に資する情報提供のためにも届出の必要性を明記しておきたい。詳細は (<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/shoku-anzen/iryuu.html>) を参照されたい。

引用文献

- 1) Kuchta, R., Scholz, T., Brabec, J., and Bray, R.A. (2008) Suppression of the tapeworm order Pseudophyllidea (Platyhelminthes: Eucestoda) and the proposal of two new orders, Bothriocephalidea and Diphyllbothriidea. *Int. J. Parasitol.*, 38, 49–55.
- 2) Kamo, H. (1999) In Guide to identification of diphyllbothriid cestodes (Hirai, K. ed.). pp.1–146. Gendaikikaku, Tokyo.
- 3) Yamane, Y., and Shiwaku, K. (2003) *Diphyllbothrium nihonkaiense* and other marine-origin cestodes. In Progress of Medical Parasitology in Japan (Otsuru, M., Kamegai, S., Hayashi, S., eds.), Vol. 8, pp. 245–259. Meguro Parasitological Museum, Tokyo.
- 4) Yamane, Y., Kamo, H., Bylund, G., and Wikgren, B.J. (1986) *Diphyllbothrium nihonkaiense* sp. nov. (Cestoda: Diphyllbothriidae)—revised identification of Japanese broad tapeworm. *Shimane J. Med. Sci.*, 10, 29–48.
- 5) Nakao, M., Abmed, D., Yamasaki, H., and Ito, A. (2007) Mitochondrial genomes of the human broad tapeworms *Diphyllbothrium latum* and *Diphyllbothrium nihonkaiense* (Cestoda: Diphyllbothriidae). *Parasitol. Res.*, 101, 233–236.
- 6) Suzuki, J., Murata, R., Sadamasu, K., and Araki, J. (2010) Detection and identification of *Diphyllbothrium nihonkaiense* plerocercoids from wild Pacific salmon (*Oncorhynchus* spp.) in Japan. *J. Helminthol.*, 84, 434–440.
- 7) Torres, P., Cuevas, C., Tang, M., Barra, M., Franjola, R., Navarrete, N., Montefusco, A., Otth, L., Wilson, G., Puga, S., Figueroa, L., and Cerda O. (2004) Introduced and native fishes as infection foci of *Diphyllbothrium* spp. in humans and dogs from two localities at Lake Panguipulli in southern Chile. *Comp. Parasitol.*, 71, 111–117.
- 8) Chai, J.Y., Murrell, K.D., and Lymbery, A.J. (2005) Fish-borne parasitic zoonoses: status and issues. *Int. J. Parasitol.*, 35, 1233–1254.
- 9) 影井 昇 (1993) 食生活と寄生虫感染. 予防医学35, 46–54.
- 10) Arizono, N., Yamada, M., Nakamura-Uchiyama, F., and Ohnishi, K. (2009) Diphyllbothriasis associated with eating raw Pacific salmon. *Emerg. Infect. Dis.*, 15, 866–870.
- 11) Dick, T.A., Nelson, P.A., and Choudhury, A. (2001) Diphyllbothriasis: update on human cases, foci, patterns and sources of human infections and future considerations. *Southeast Asian J. Trop. Med Public Health*, 32, 59–76.
- 12) Scholz, T., Garcia, H. H., Kuchta, R., and Wicht, B. (2009) Update on the human broad tapeworm (Genus *Diphyllbothrium*), including clinical relevance. *Clin. Microbiol. Rev.*, 22, 146–160.
- 13) Yéra, H., Estran, C., Delaunay, P., Gari-Toussaint, M., Dupouy-Camet, J., and Marty, P. (2006) Putative *Diphyllbothrium nihonkaiense* acquired from a Pacific salmon (*Oncorhynchus keta*) eaten in France: genomic identification and case report. *Parasitol. Int.*, 55, 45–49.
- 14) Wicht, B., de Marval, F., and Peduzzi, R. (2007) *Diphyllbothrium nihonkaiense* (Yamane et al., 1986) in Switzerland: first molecular evidence and case reports. *Parasitol. Int.*, 56, 195–199.
- 15) Shimizu, H., Kawakatsu H., Shimizu, T., Yamada, M., Tegoshi, T., Uchikawa, R., and Arizono, N. (2008) Diphyllbothriasis nihonkaiense: possibly acquired in Switzerland from imported Pacific salmon. *Intern. Med.*, 47, 1359–1362.
- 16) Wicht, B., Scholz, T., Peduzzi, R., and Kuchta, R. (2008) First record of human infection with the tapeworm *Diphyllbothrium nihonkaiense* in North America. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 78, 235–238.
- 17) Yamasaki, H., and Kuramochi, T. (2009) A case of *Diphyllbothrium nihonkaiense* infection possibly linked to salmon consumption in New Zealand. *Parasitol. Res.*, 105, 583–586.
- 18) Chen, S.H., Ai, L., Zhang, Y.N., Chen, J.X., Zhang, W.Z., Li, Y.H., Muto, M., Morishima, Y., Sugiyama, H., Xu, X.N., Zhou, X.N., and Yamasaki, H. (2013) *Diphyllbothrium nihonkaiense* infection, China *Emerg Infect Dis.*, (in submission).
- 19) Sampaio, J.L., de Andrade, V.P., Lucas, M.C., Fung, L., Gagliardi, S.M., Santos, S.R., Mendes, C.M., Eduardo, M.B., and Dick, T. (2005) Diphyllbothriasis, Brazil. *Emerg. Infect. Dis.*, 11, 1598–1600.
- 20) Tavares, L.E.R., Luque, J.L., and Bomfim, T.C.B. (2005) Human diphyllbothriasis: report from Rio de Janeiro, Brazil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, 14, 85–87.
- 21) Björkenheim, B. (1966) Optic neuropathy caused by vitamin-B₁₂ deficiency in carriers of the fish tapeworm, *Diphyllbothrium latum*. *Lancet*, 1, 688–690.
- 22) Yamasaki, H., Nakaya, K., Nakao, M., Sako, Y., and Ito, A. (2007) Significance of molecular diagnosis using histopathological specimens in cestodes zoonoses. *Trop. Med. Health*. 35, 307–321.
- 23) Mercado, R., Yamasaki, H., Kato, M., Muñoz V., Sagua,

- H., Torres, P., and Castillo, D. (2010) Molecular identification of the *Diphyllobothrium* species causing diphyllobothriasis in Chilean patients. *Parasitol. Res.*, 106, 995–1000.
- 24) Wicht, B., Yanagida, T., Scholz, T., Ito, A., Jiménez, J.A., and Brabec, J. (2010) Multiplex PCR for differential identification of broad tapeworms (Cestoda: Diphyllobothriidae) infecting humans. *J. Clin. Microbiol.*, 48, 3111–3116.
- 25) Sogo, K., Sakagami, J., Handa, O., Konishi, H., Wakabayashi, N., Yagi, N., Yamada, M., Kokura, S., Naito, Y., Yoshikawa, T., and Arizono, N. (2011) Long fish tapeworm in the intestine: an *in situ* observation by capsule endoscopy. *Intern. Med.*, 50, 325–327.
- 26) Eguchi, S. (1973) *Diphyllobothrium latum* (Linnaeus, 1758). *Proc. Med. Parasitol. Jpn.*, 5, 127–144.
- 27) Salmine, K. (1970) The effect of high and low temperature treatments on the infectiveness of *Diphyllobothrium latum* with regard to public health. *Acta Vet. Scand.*, 32 (Suppl.), 1–29.
- 28) Yamasaki, H., Ohmae, H., and Kuramochi, T. (2012) Complete mitochondrial genomes of *Diplogonoporus balaenopterae* and *Diplogonoporus grandis* (Cestoda: Diphyllobothriidae) and clarification of their taxonomic relationships. *Parasitol. Int.*, 61, 260–266.
- 29) Kino, H., Hori, W., Kobayashi, H., Nakamura, N., and Nagasawa, K. (2002) A mass occurrence of human infection with *Diplogonoporus grandis* (Cestoda: Diphyllobothriidae) in Shizuoka Prefecture, central Japan. *Parasitol. Int.*, 51, 73–79.
- 30) Arizono, N., Fukumoto, S., Tademoto, S., Yamada, M., Uchikawa, R., Tegoshi, T., and Kuramochi, T. (2008) Diplogonoporiosis in Japan: genetic analyses of five clinical isolates. *Parasitol. Int.*, 57, 212–216.
- 31) Wilhelm, O. (1958) Pseudophyllidea (*Diphyllobothrium* y *Diplogonoporus*) en Chile. *Bol. Soc. Biol.*, 33, 125–130.
- 32) Chung, D.I., Kong, H.H., Moon, C.H., Choi, D.W., Kim, T.H., Lee, D.W., and Park, J.J. (1995) The first human case of *Diplogonoporus balaenopterae* (Cestoda: Diphyllobothriidae) infection in Korea. *Korean J. Parasitol.*, 33, 225–230.
- 33) Clavel, A., Bargues, M.D., Castillo, F.J., Rubio, M.D., and Mas-Coma, S. (1997) Diplogonoporiosis presumably introduced into Spain: first confirmed case of human infection acquired outside the Far East. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 57, 317–320.
- 34) 平井一光 (1971) 鯨複殖門条虫の形態変異 特に南極海イワシクジラ寄生種について. 米子医誌, 22, 46–59.
- 35) 平賀瑞雄 (1982) コイワシクジラから見出された矮小形複殖門条虫の分類形態学的研究. 米子医誌, 33, 240–260.
- 36) Yamane, Y., Kamo, H., Yazaki, S., Fukumoto, S., and Maejima, J. (1981) On a new marine species of the genus *Diphyllobothrium* (Cestoda: Pseudophyllidea) found from a man in Japan. *Jpn. J. Parasitol.*, 30, 101–111.
- 37) Anantaphruti, M.T., Nawa, Y., and Vanvanitchai, Y. (2011) Human sparganosis in Thailand. *Acta Trop.*, 118, 171–176.
- 38) 影井 昇 (2000) マンソン孤虫症. SRL 宝函, 24, 115–121.
- 39) 吉川正英, 王子幸輝, 西尾福真理子, 石坂重明, 名和行文 (2010) 我が国における最近10年間のマンソン孤虫症の発生状況について. *Clin. Parasitol.*, 21, 33–36.
- 40) 山浦 常, 菊池 賢, 井戸田一朗, 安並 毅, 戸塚恭一, 島田昌彦, 中村真一, 林 直諒, 磯田典子, 勝本 悟, 小早川隆敏, 影井 昇, 荒木国興 (2002) 同一のシマヘビ生食後マンソン裂頭条虫成虫寄生を見た2症例とマンソン孤虫寄生の1症例. *Clin. Parasitol.*, 13, 159–163.
- 41) Koonmee S., Intapan P.M., Yamasaki H., Sugiyama H., Muto M., Kuramochi T., Kularbkeaw J., Kanpittaya J., Maleewong W., and Nawa Y. (2011) Molecular identification of a causative parasite species using formalin-fixed paraffin embedded (FFPE) tissues of a complicated human pulmonary sparganosis case without decisive clinical diagnosis. *Parasitol. Int.*, 60, 460–464.
- 42) Nakao, M., Okamoto, M., Sako, Y., Yamasaki, H., Nakaya, K., and Ito, A. (2000) A phylogenetic hypothesis for the distribution of two genotypes of the pig tapeworm *Taenia solium* worldwide. *Parasitology*, 124, 657–662.
- 43) Yamasaki, H., Allan, J.C., Sato, M.O., Nakao, M., Sako, Y., Nakaya, K., Qiu, D.C., Mamuti, W., Craig, P.S., and Ito, A. (2004) DNA differential diagnosis of taeniasis/cysticercosis by multiplex PCR. *J. Clin. Microbiol.*, 42, 548–553.
- 44) Eom, K.S., and Rim, H.J. (1993) Morphologic descriptions of *Taenia asiatica* sp. n. *Korean J. Parasitol.*, 31, 1–6.
- 45) Hoberg, E.P., Jones, A., Rausch, R.L., Eom, K.S., and Gardner, S.L. (2000) A phylogenetic hypothesis for species of the genus *Taenia* (Eucestoda: Taeniidae). *J. Parasitol.*, 86, 89–98.
- 46) Bowles, J., and McManus, D.P. (1994) Genetic characterization of the Asian *Taenia*, a newly described taeniid cestode in humans. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 50, 33–44.
- 47) Okamoto, M., Nakao, M., Blair, D., Anantaphruti, M.T., Waikagul, J., and Ito, A. (2010) Evidence of hybridization between *Taenia saginata* and *Taenia asiatica*. *Parasitol. Int.*, 59, 70–74.
- 48) Yamane, K., Suzuki, Y., Tachi, E., Li, T., Chen, X., Nakao, M., Nkouawa, A., Yanagida, T., Sako, Y., Ito, A., Sato, H., and Okamoto, M. (2012) Recent hybridization between *Taenia asiatica* and *Taenia saginata*. *Parasitol. Int.*, 61, 351–355.
- 49) Eom, K.S., Jeon, H.K., and Rim, H. (2009) Geographical distribution of *Taenia asiatica* and related species. *Korean J. Parasitol.*, 47, S115–S124.
- 50) 山崎 浩, 森嶋康之, 杉山 広, 武藤麻紀 (2011) 2010年以降, 関東地方で相次いで発生した新興寄生虫症として

- のアジア条虫症. 病原微生物検出情報. 32, 106-107.
- 51) Yamasaki, H., Sako, Y., Nakao, M., Nakaya, K., and Ito, A. (2005) Research on cysticercosis and taeniasis in Japan. In *Asian Parasitology*, Vol. 2 (Ito, A., Wen, H., Yamasaki, H., eds), pp. 6-36, The Federation of Asian Parasitologists Journal Ltd, Chiba, Japan.
- 52) Yamasaki, H. (2013) Current status and perspectives of cysticercosis and taeniasis in Japan. *Korean J. Parasitol.*, 51, 19-29.
- 53) Nkouawa, A., Sako, Y., Nakao, M., Nakaya, K., and Ito, A. (2009) Loop-mediated isothermal amplification method for differentiation and rapid detection of *Taenia* species. *J Clin Microbiol.*, 47, 168-174.
- 54) Sotelo, J., Rosas, N., and Palencia, G. (1986) Freezing of infected pork muscle kills cysticerci. *JAMA*, 256, 893-894.
- 55) 山崎 浩, 杉山 広, 森嶋康之, 大前比呂思, 椎木創一, 奥山久仁男, 国島文史 (2010) Racemose 型有鉤囊虫による脳有鉤囊虫症の1例. *Clin. Parasitol.*, 21, 29-32.
- 56) Yamasaki, H., Nagase, T., Kiyoshige, Y., Suzuki, M., Nakaya, K., Itoh, Y., Sako, Y., Nakao, M., and Ito, A. (2006) A case of intramuscular cysticercosis diagnosed definitively by mitochondrial DNA analysis of extremely calcified cysts. *Parasitol. Int.*, 55, 127-130.
- 57) 津田雅由, 峯龍太郎, 喜友名正也, 山崎 浩, 伊藤 亮 (2007) 臀部の皮下・筋層に多発した石灰化病変を有する有鉤囊虫症の1例. *日形会誌*, 27, 381-385.
- 58) Yamasaki, H., Sato, M.O., Sako, Y., Nakao, M., Nakaya, K., Mamuti, W., Craig, P.S., Margono, S.S., and Ito, A. (2003) Cysticercosis/taeniasis: recent advances in serological and molecular diagnoses. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*, 34 (Suppl 2), 98-102.
- 59) Yamasaki, H., Matsunaga, S., Yamamura, K., Chang, C.C., Kawamura, S., Sako, Y., Nakao, M., Nakaya, K., and Ito, A. (2004) A solitary neurocysticercosis caused by Asian genotype of *Taenia solium* confirmed by mitochondrial DNA analysis. *J. Clin. Microbiol.*, 42, 3891-3893.

症例報告

生シラスの生食による感染が疑われた クジラ複殖門条虫症の1例

¹⁾ 獨協医科大学 熱帯病寄生虫病室, ²⁾ 同消化器内科, ³⁾ 国立感染症研究所寄生動物部第2室

川合 覚¹⁾ 石原 優吾¹⁾ 笹井 貴子²⁾
高橋 史成²⁾ 桐木 雅史¹⁾ 林 尚子¹⁾
山崎 浩³⁾ 平石 秀幸²⁾ 千種 雄一¹⁾

要 旨 埼玉県在住の男性・64歳。2012年11月初旬、近医で日本海裂頭条虫症の診断を受け、駆虫目的で本院消化器内科を紹介受診。外来で駆虫治療したところ、全長約250cmの白色紐状で、全体的に肉厚感のある虫体を排出した。虫体は形態学的特徴より日本海裂頭条虫ではなく、クジラ複殖門条虫が強く疑われたため、遺伝子解析を行った。PCRによって増幅された cytochrome *c* oxidase subunit 1 遺伝子 (*cox1*) の全長塩基配列を解析したところ、既知のクジラ複殖門条虫の塩基配列と99%の相同性を示したことから、本症例はクジラ複殖門条虫症と確定した。該当患者は、便に白色紐状物が混入する2~3か月前に、生シラスを生食しており、これが感染源となった可能性が高いと考えられた。

Key Words : 条虫感染症, クジラ複殖門条虫, 生シラス

緒 言

クジラ複殖門条虫 (*Diplogonoporus balaenopterae*) と大複殖門条虫 (*Diplogonoporus grandis*) はかつて別種とされていたが、両条虫は形態学的に違いがなく、近年の遺伝子解析でも差異のないことが明らかとなってきた。これらの所見より両条虫は同一種であることが証明され、現在は動物命名規約上、クジラ複殖門条虫と呼ぶことが提唱されている^{1,2)}。同条虫の終宿主はヒゲクジラ類であるが、ヒトが感染すると小腸内で体長3~6m、体幅10~45mmまで大きく発育し、感染後1~2か月が経過すると排便時に白色紐状の片節が肛門から排出されるようになる。本症の感染源については、これまでのところ日本近海で採れたカタクチイワシ、イワシの稚魚(シラス)、カツオ、アジ、サバといった小形群集魚と推定されている³⁾。特に生シラスは鮮度の高い状態で丸ごと生食されるため、有力な感染源のひとつと考えられて

いる^{4~6)}。著者らは本院消化器内科において生シラスの生食による感染が強く疑われたクジラ複殖門条虫症を経験したので報告する。

症 例

患者：埼玉県在住の64歳、男性。

主訴：便中に異常物が混入。

現病歴：2012年9月上旬と下旬の2回、排便時に白色紐状物が混入し、不快感を呈したため同年10月下旬、近医を受診。排便時の不快感の他に特記すべき消化器症状および日常生活における不調はなし。近医での糞便検査により黄褐色卵円形の虫卵が確認され、虫卵の形態的特徴より日本海裂頭条虫症と診断された。同年11月初旬、駆虫目的で本院消化器内科を紹介受診した。

海外渡航歴：なし。

食歴：患者は便に白色紐状物が混入する2~3か月前に、自宅近くのスーパーマーケットで生シラスを購入し、生食したことを明確に記憶していた。この他、近医を受診するまでに刺身を何度か食していたが、いずれも自宅近くのスーパーマーケットで購入した市販品であった。

治療：治療前日の午後から絶食を指示した。本院消化器内科外来にて駆虫薬(ピルトリシド[®], 20 mg/kg)を

平成25年5月29日受付, 平成25年6月12日受理

別刷請求先: 川合 覚

〒321-0293 栃木県下都賀郡壬生町北小林880

獨協医科大学 熱帯病寄生虫病室

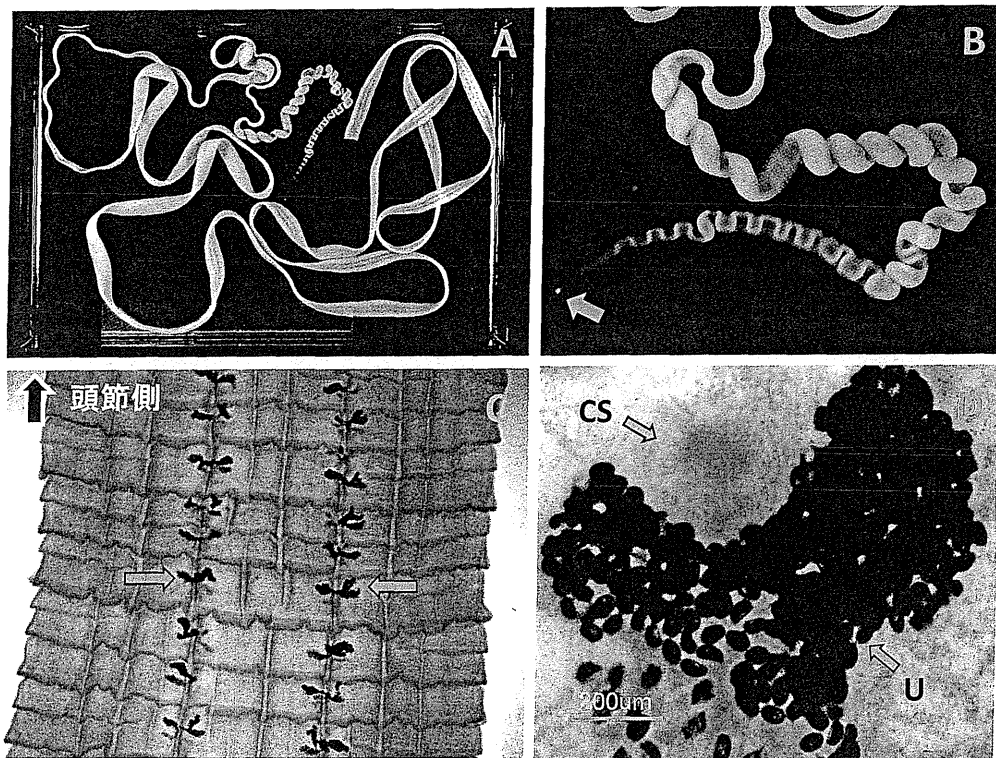


図1 該当症例から駆虫されたクジラ複殖門条虫

A: 駆虫により排出された虫体, B: 頭端部から約20cm付近までの強拡大像, 矢印は頭節を示す, C: 成熟片節の染色像, 各片節には1対の生殖器が認められる(矢印), メイヤーの強ミヨウバン・カーミン染色, D: 生殖器付近の強拡大像, CSは陰茎囊, Uは子宮を示す, 子宮内には多数の虫卵が内包されている, デラフィールド・ヘマトキシリン染色.

経口投与, 2時間後塩類下剤(マグコロールP®, 100g懸濁液)を内服. 便意を催した時点で微温湯高压浣腸を実施. ポータブルトイレ内に排出された虫体を確認.

虫体所見: 全長約250cmの黄白色紐状の虫体を排出した(図1-A). 虫体は途中で切断されることなく1条の紐状で排出され, 実体顕微鏡下で頭節の排出も確認された(図1-B). 虫体は頭端部から約3cm付近までは扁平で, それ以後の8cm付近までは波を打ったようなひだ状, そして20cm付近まではコイル状を呈し(図1-B), さらにそれ以後は肉厚感のある扁平状であった(図1-A). 頭節付近の幅は2mm程度であったが, 尾端方向にかけて徐々に広がり, 尾端部の幅は約10mmであった(図1-A). 虫体を形成する片節は縦方向の長さ比べ, 横方向の幅が著しく広く(長さ: 約1~2mm×幅: 約2~10mm), 各片節の境界はノコギリ状を呈した(図1-C). また各片節には1対の子宮および陰茎囊などの生殖器官を備えており, 子宮内には多数の虫卵が内包されていた(図1-D).

虫体の遺伝子解析: 片節の一部から抽出したDNAを用いて遺伝子解析を遂行した. ミトコンドリアゲノムで

コードされる cytochrome *c* oxidase subunit 1 遺伝子(*cox1*)をPCRで増幅し, その全長塩基配列(1,566bp)を解析したところ, 本症例の虫体の塩基配列(AB822370)は既知のクジラ複殖門条虫の塩基配列(AB355626, AB425839, AB425840など)と99%の相同性を示したことから, 本症例はクジラ複殖門条虫と確定した²⁾.

治療経過

2013年2月, 駆虫から3か月後に再診. 再診までの期間内に虫体の排泄はなく, 体調不良もなかった. 再診時の糞便検査でも虫卵は認められず, 先の駆虫治療により完治に至った.

考 察

クジラ複殖門条虫は厚生労働省が主導する食品衛生調査会食中毒部会食中毒サーベイランス分科会において, 特に対策が必要な寄生蠕虫10種のうちのひとつとしてあげられている(大複殖門条虫として登録)⁵⁾. これまで同条虫の国内感染例は1892年に第1例目が検出されて以

来、現在までに300例以上が報告されており、2001年～2011年の間も毎年1～4症例が報告されている^{1,6-8)}。感染者は例外的な青森県の2例を除き、福島県以西の太平洋沿岸と京都以西の山陰地方、ならび九州地方で発生しており、特に静岡、高知、鳥取、長崎で数多くの症例が報告されている^{1,6,7)}。また鳥取県では2006年6月から1か月間で10例も検出されたことが報告されている⁹⁾。海外ではチリ、スペイン、韓国からそれぞれ1例の報告があるのみで、これまで大多数の症例が日本に集中していることから、本症は比較的地域性の高い寄生虫性疾患と考えられている^{5,10)}。

本条虫の生活環はいまだ完全解明に至っていないが、イワシ、カツオ、アジ、サバ、マグロ、ハマチといった海産魚がヒトへの感染源と推測されている³⁾。その中で特にイワシの稚魚の生食は感染原因となる可能性が高い^{4,6)}。過去の症例報告によると生シラスを白みそ、または三杯酢につけて食べる習慣や、ウルメイワシの酢漬けといった料理も感染原因としてあげられている¹¹⁾。いずれも新鮮な生シラスを用いたものであり、身だけでなく内臓も丸ごと食べることが感染の危険性を高めていると思われる。今回の患者もたびたび種々の刺身を食べていたが、それらはいずれも一般的なスーパーマーケットで購入した切り身の市販品であり、沿岸部の魚市場等で購入したものでなかった。したがって、これらの刺身が感染源となった可能性は低い。一方、発症の2～3か月前に食べた生シラスは、スーパーマーケットでの購入品ながら、鮮度の高い生食用で、該当患者は加熱することなく生シラスとして丸ごと食べていた。これらの状況を考慮すると、本症例の感染源はこの生シラスが最も疑わしい食品と考えられた。

国内で海産魚が感染源となる寄生虫症は、クジラ複殖門条虫症のほかにアニサキス症と日本海裂頭条虫症があり、これらの疾患は近年一向に減少せず、むしろ増加傾向にある⁷⁾。その原因としては、近年の鮮魚に対する無防備な風潮があるように思われる。つまり鮮度の高さに付加価値を付けた鮮魚では、魚が新鮮であればあるほど良品質とされているが、もしその中にヒトへの感染性をもった寄生虫が含まれていた場合、それらの寄生虫は感染性を保っている可能性のあることを忘れてはならない。したがって、大多数の市販鮮魚は安全に食べることができるとはいえ、生シラスのように新鮮かつ天然ものを丸ごと生食するような魚料理では、クジラ複殖門条虫をはじめとする海産性寄生虫の感染リスクがあることを知っておく必要があると思われる。

謝 辞 本研究の一部は厚生労働科学研究補助金、新型インフルエンザ等新興・再興感染症研究事業「顧みられない寄生虫病の効果的監視法の確立と感染機構の解明に関する研究」(H24-新興-一般-014)の助成によって実施された。また英文要旨については、本学語学教育部門 William G. Hassett 講師により英文校閲をいただき、厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 吉田幸雄, 有菌直樹: クジラ複殖門条虫 (大複殖門条虫) およびマンソン裂頭条虫. 図説人体寄生虫学改定8版. 南山堂, 東京, pp192-193, 2011.
- 2) Yamasaki H, Ohmae H, Kuramochi T: Complete mitochondrial genomes of *Diplogonoporus balaenopterae* and *Diplogonoporus grandis* (Cestoda: Diphylobothriidae) and clarification of their taxonomic relationship. *Parasitol Int* **61**: 260-266, 2011.
- 3) 森下薫, 小宮義孝, 松林久吉: 日本における寄生虫学の研究第2巻. 目黒寄生虫館, 東京, pp323-346, 1977.
- 4) 福本宗嗣: 大複殖門条虫. 寄生虫学テキスト第3版. 文光堂, 東京, pp97-98, 2008.
- 5) 厚生労働省: 大複殖門条虫. 平成22年度食品安全確保総合調査「食品により媒介される感染症等に関する文献調査報告書」, http://www.fsc.go.jp/sonota/hazard/H22_27.pdf, 2010.
- 6) Kino H, Hori W, Kobayashi H, et al: A mass occurrence of human infection with *Diplogonoporus grandis* (Cestoda: Diphylobothriidae) in Shizuoka Prefecture, central Japan. *Parasitol Int* **51**: 73-79, 2002.
- 7) 影井昇: わが国における大複殖門条虫症患者発生の現状. 国立感染症研究所感染症情報センター, 病原微生物検出情報 Vol. 15 [169], <http://idsc.nih.gov.jp/iasr/CD-ROM/records/15/16905.htm>, 1994.
- 8) 生野浩, 武井勝明, 霜島正浩, 他: 12年間で陽性と報告した寄生虫の統計と推移. *日本臨床寄生虫学雑誌* **23**: 109-111, 2012.
- 9) 福本宗嗣, 入子英幸, 蓼本早百合: 寄生虫感染症の動向と診断・治療の課題. *米子医誌* **57**: 201-215, 2006.
- 10) Chung D, Kong HH, Moon CH, et al: The first human case of *Diplogonoporus balaenopterae* (Cestoda: Diphylobothriidae) infection in Korea. *Korean J Parasitol* **33**: 225-230, 1995.
- 11) 鈴木了司, 今村京子, 熊沢秀雄, 他: 高知県の大複殖門条虫8例の追加. *日本熱帯医学雑誌* **16**: 285-291, 1988.

A Case of Cestode Infection Caused by *Diplogonoporus balaenopterae* Most Likely due to the Consumption of Raw Whitebait

Satoru Kawai¹⁾, Yugo Ishihara¹⁾, Takako Sasai²⁾, Fuminari Takahashi²⁾, Masashi Kirinoki¹⁾, Naoko Kato-Hayashi¹⁾, Hiroshi Yamasaki³⁾, Hideyuki Hiraishi²⁾, and Yuichi Chigusa¹⁾

¹⁾ *Laboratory of Tropical Medicine and Parasitology, Dokkyo Medical University,*

²⁾ *Department of Gastroenterology, Dokkyo Medical University,*

³⁾ *Department of Parasitology, National Institute of Infectious Diseases*

We have reported a case of infection with whale tapeworm, *Diplogonoporus balaenopterae*, in Dokkyo Medical University Hospital. The patient, a 64-year-old Japanese male, living in Saitama Prefecture was admitted to our hospital on Nov. 1st 2012, owing to pieces of tapeworm being discharged. He was treated with Biltricide[®] (20 mg/kg) and Magcorol P[®] (100 g) in the hospital and he expelled a tapeworm about 250 cm, in length along with the scolex after about 2 hours of treatment. Based on the morphological features of the strobila and the scolex we strongly suspected that the tapeworm belongs to the genus *Diplogonoporus*. To identify the species of the discharged tapeworm, the complete *cox1* gene was amplified by PCR and the nucleotide sequence was analyzed. The sequence showed 99% homology against those from *D. balaenopterae*. From these

results the patient was diagnosed as a diplogonoporiasis caused by *D. balaenopterae*, whale tapeworm. We could not find any proglottides of tapeworm nor eggs in stools when we performed follow up medical examinations three months after treatment. Therefore it can be concluded that the patient was cured of this disease. In most cases the infection source of the whale tapeworm to humans is reported as coming from marine fish such as sardines and bonitos. The patient had frequently consumed various kinds of raw marine fish, and we suspect that the infection source can be attributed to eating raw whitebait.

Key Words : cestode infection, *Diplogonoporus balaenopterae*, raw whitebait

Two New Records of Freshwater Crabs from China

TAKEDA Masatsune ¹⁾, SUGIYAMA Hiromu ²⁾ and QIAN Bao-Zhen ³⁾

1) Graduate School of Informatics, Teikyo Heisei University,
2-51-4 Higashi-Ikebukuro, Toshima-ku, Tokyo, 170-8445 Japan
e-mail: takeda-m@thu.ac.jp

2) Department of Parasitology, National Institute of Infectious Diseases, Tokyo, Japan

3) Institute of Bioengineering, Zhejiang Academy of Medical Sciences,
Zhejiang, China

中国産サワガニ類2種の記録

武田正倫¹⁾・杉山 広²⁾・銭 宝珍³⁾

1) 帝京平成大学大学院 情報学研究科
170-8445 東京都豊島区東池袋2-25-4

2) 国立感染症研究所 寄生動物部

3) 中国浙江省医学科学院 生物工程研究所

要 旨

2009年と2012年に実施した中国での肺吸虫調査に際して採集されたカニ類は、サワガニ科 Potamidae の *Sinopotamon chekiangense* Tai & Sung (浙江省産) と *Tenuilapotamon latilum kaiyangense* Dai & Li (貴州省産) に同定された。

Abstract

The specimens of freshwater crabs collected from Zhejiang and Guizhou provinces, China, are identified as *Sinopotamon chekiangense* Tai & Sung, 1975 and *Tenuilapotamon latilum kaiyangense* Dai & Li, 1985, respectively, and recorded in this paper, with brief taxonomical comments and fine photographs.

Keywords : Freshwater crabs, *Sinopotamon chekiangense*, *Tenuilapotamon latilum kaiyangense*, Potamidae, China, Zhejiang, Guizhou.

Introduction

During the field survey for lung flukes in China, some freshwater crabs were obtained from Zhejiang and Guizhou

provinces in 2009 and 2012 by the junior authors. They were identified as *Sinopotamon chekiangense* Tai & Sung and *Tenuilapotamon latilum kaiyangense* Dai & Li of the family Potamidae, respectively. There may be no special problem in their identification and taxonomic status due to the important contribution of the late Dr. Ai-Yun Dai, but it is worthy of recording them with fine photographs for subsequent reliable identification and biogeographic study.

The specimens examined are kept in ethanol and preserved in the collections of the National Museum of Nature and Science, Tokyo. The abbreviations cb and cl are applied to the breadth and length of carapace, respectively.

Results

Genus *Sinopotamon* Bott, 1967

Sinopotamon Bott, 1967, p. 205; Bott, 1970, p. 184; Dai, 1999, pp. 86 (in key), 199, 459 (in key).

Type species. *Potamon (Potamon) davidi* Rathbun, 1904, by the original designation.

Remarks. This genus is represented by 74 species, 2 of which are subdivided each into three subspecies (Dai, 1999; Ng *et al.*, 2008), its geographic range being wide in the provinces of central China along both coasts of the Yangtze River.

Sinopotamon chekiangense Tai & Sung, 1975

Sinopotamon chekiangense Tai & Sung, 1975, p. 172, fig. 21, pl. 1 fig. 8; Dai, Feng *et al.*, 1984, p. 109, fig. 64; Dai, 1991, p. 393, figs. 363, 364; Dai, 1999, pp. 201 (in key), 256, 468 (in key), fig. 135, pl. 16 fig. 6; Takeda *et al.*, 2009, p. 194, figs. 1A, 2A, 3.

Material examined. Yushan Village, Shenquan Town, Ninghai City, Chejiang Province, China (浙江省寧海市深叻鎮余山村), 1♂ (cb 45.0 × cl 33.5 mm), 1♀ (cb 33.5 × cl 26.6 mm), 25 July, 2012.

Remarks. These specimens agree well with the description and photographs of the specimens from Zhejiang Province given by Takeda *et al.* (2009). The male specimen examined is the biggest among the specimens recorded in the literature.

Parasitological notes. According to Tai & Sung (1975), Dai, Feng *et al.* (1984), Dai (1991, 1999) and Takeda *et al.* (2009), this species is known as the intermediate host of *Paragonimus westermani* (Kerbert, 1878) and *Euparagonimus cenocopiosus* Chen, 1962.

Genus *Tenuilapotamon* Dai, 1984

Tenuilapotamon Dai, in Dai, Song *et al.*, 1984, pp. 260, 267; Dai, 1999, pp. 86 (in key), 423, 460 (in key).

Type species: *Sinopotamon joshueiense* Dai, Song, He, Cao, Xu & Zhong, 1975 by the original designation. Dai (1999) recorded *S. latilum* Chen, 1980 as the type species, but it is without doubt her simple mistake.

Remarks. In addition to the type species, this genus is known by *T. inflexum* Dai & Li, 1984 and *T. latilum* (Chen, 1980) from Sichuan, Guizhou, Hubei and Hunan Provinces. It is remarked that *Tenuilapotamon latilum* is subdivided into the nominate subspecies from Hubei and additional five subspecies from Guizhou.

The species are small in size, less than 3 cm in cb. The dorsal surface of the carapace is rather flattened, with shallow furrows or depressions separating the regions, its anterolateral margin being regularly convex and minutely serrated, with a small interruption behind the external orbital angle. The third maxilliped exopod has a short flagellum. The male abdomen is broad and triangular. The male first pleopod is stout; distal segment is shorter

than half as long as subdistal segment, with its basal part convex outward. The female genital pore is large and transversely elliptical.

Tenuilapotamon latilum kaiyangense Dai & Li, 1985

(Figs. 1, 2)

Tenuilapotamon latilum kaiyangense Dai & Li in Dai *et al.*, 1985, p. 35, figs. 9-16, pl. 1 fig. 2; Dai, 1999, pp. 423 (in key), 434, 477 (in key), fig. 231, pl. 29 fig. 8.

Material examined. Liangshuijing Village, Shuangliu Town, Kaiyang County, Guizhou Province, China (貴州省開陽縣双流鎮涼水井村), 1 ♂ (cb 27.1 × cl 20.2 mm), 1 ♀ (cb 20.5 × cl 15.3 mm), 18 October, 2009.

Description. Carapace (Fig. 1) transversely ovate, unevenly flattened except for frontorbital region; dorsal surface subdivided into regions with an upside-down Y at anterior median part of gastric region, a transverse gastrocardiac furrow and its anterolateral extension separating gastric, cardiac and branchial regions, and a furrow running obliquely backward from anterolateral extension of gastrocardiac furrow; a small, oblique region demarcated at inner part of mesobranchial region; postfrontal and postorbital ridges swelled up, but not sharp; a transverse furrow originating from posterior end of carapace posterolateral margin toward posterolateral part of cardiac region; dorsal surface of carapace sparsely covered with minute punctures on most of regions and oblique wrinkles on epibranchial regions close to anterolateral margins of carapace.

Frontal, supraorbital and anterolateral margins (Fig. 1) narrowly rimmed with edge; frontal margin strongly deflexed downward, its median one third not visible in dorsal view; supraorbital margin thick, raised, not granulated; anterolateral margin arched, fringed with a series of forward directed, obtuse granules of good size; an interruption at anterior one fourth indicated by small depression and a larger granule; posterior end of anterolateral margin curving inward and dorsally. Posterolateral margin of carapace slightly shorter than anterolateral margin, concave laterally and dorsally at median part. Posterior margin of carapace transverse, weakly deflexed downward, shallowly

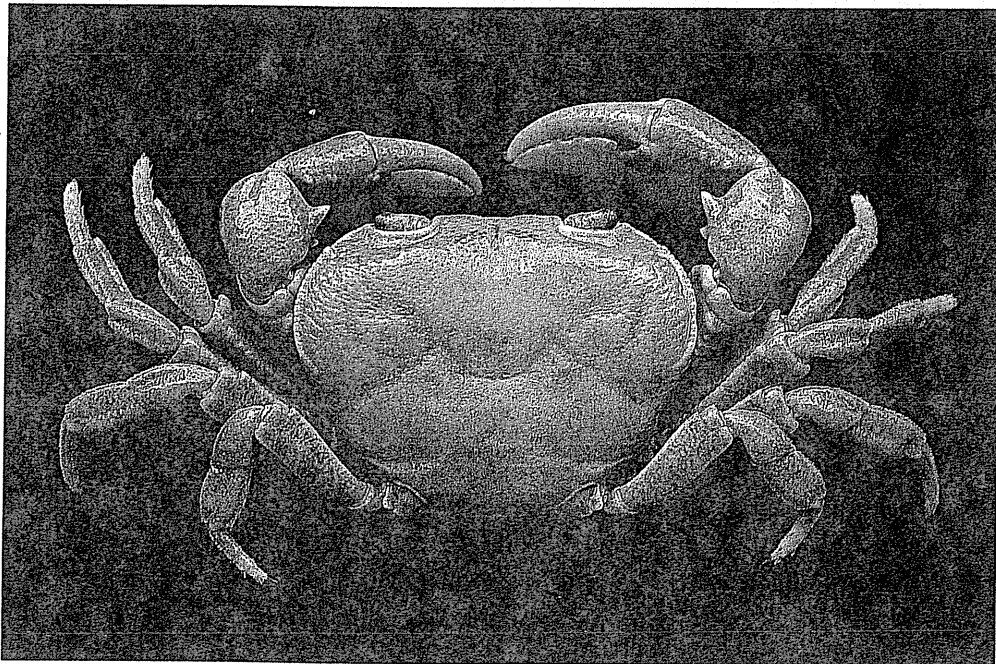


Fig. 1. *Tenuilapotamon latilum kaiyangense* Dai & Li, ♂ (cb 27.1 × cl 20.2mm) preserved in ethanol.

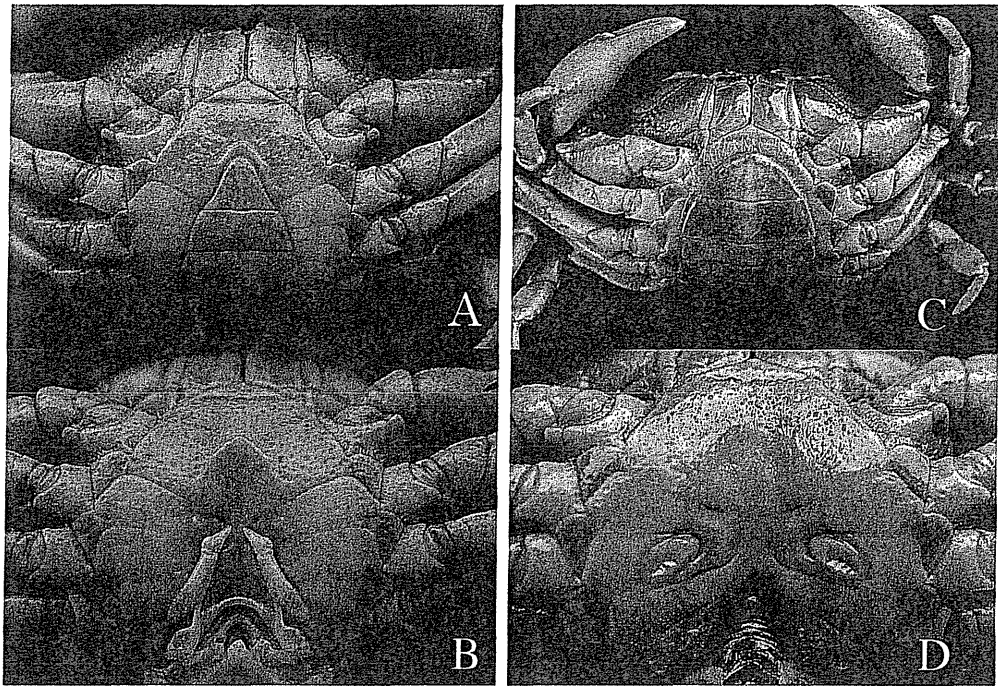


Fig. 2. *Tenuilapotamon latilum kaiyangense* Dai & Li. A, B: ♂ (cb 27.1 × cl 20.2 mm) showing abdomen (A) and pleopods (B). C, D: ♀ (cb 20.5 × cl 15.3 mm) showing abdomen (C) and genital openings (D).

concave at median part, as wide as frontal margin.

Merus of third maxilliped about half of ischium in size; outer margin shallowly concave for its basal one third to accommodate distal part of exopod; anterior margin of merus concave for its outer half to form lower margin of spout of respiratory water; flagellum of exopod short, half as wide as merus.

Male abdomen (Fig. 2A) wide, regularly tapering from third to sixth segments; terminal segment shorter than wide, with regularly convex distal margin and shallowly concave lateral margins. Seven segments of female abdomen (Fig. 2C) gradually becoming longer from first to terminal segment; length of terminal segment half as wide as its basal part. Female genital opening (Fig. 2D) remarkably large, oblique, occupying almost half of sixth sternal segment.

Male chelipeds (Fig. 1) unequal, stout, with inflated carpus and chela; carpus with a longitudinal furrow on median part of outer surface, with a strong upper and smaller lower tubercles at its inner angle; upper margin of palm more or thick and armed with some obtuse granules; fingers as long as palm, armed with several conical cutting teeth on both fingers; some teeth larger than others, engaged with each other. Female chelipeds slender, not much different in general shape and armature.

Male first pleopod (Fig. 2B) thick, stout; distal margin of subdistal segment and proximal margin of distal segment thickened somewhat like joint of bones; basal half of outer margin of terminal segment convex, somewhat like shape of heel; inner margin of terminal segment straight together with subdistal segment toward distal genital opening; distal half of outer margin oblique toward distal genital opening.

Remarks. Of three *Tenuilapotamon* species, *T. latilum* is subdivided into the following six subspecies: *anshunense* Dai & Li, 1985, *bijiense* Dai, 1984, *huishuiense* Dai & Li, 1984, *kaiyangense* Dai & Li, 1985, *latilum* (Chen, 1980), and *shuichengense* Dai & Song, 1985. As noted by Dai (1999), they are distinguished mainly by the differences in the shape of the first male pleopod. At present, it is impossible to comment on the validity of the subspecific differentiation, without comparative specimens. The differences enumerated by Dai (1999) for distinguishing the subspecies are apparently minor, without comments on the variation, but we ought to follow the subspecific

distinction based only on the current knowledge recorded in the literature.

The specimens examined were obtained also at Kaiyang, the type locality of the subspecies and agree with the original figures (Dai *et al.*, 1985) that were reproduced in the monograph (Dai, 1999). The convex proximal part of terminal segment of the male first pleopod is shorter than half the length of its distal part in *latilum*, *anshunense* and *huishuiense*, as long as in *bijiense* and *kaiyangense*, and longer in *shuichengense*. In *bijiense*, however, the distal part is strongly tapering toward the terminal genital opening different from the gently tapering distal part of *kaiyangense*.

Parasitological notes. Metacercariae of *Paragonimus skrjabini* Chen, 1959 were isolated.

Literature

- Alcock, A., 1909. Diagnoses of new species and varieties of freshwater crabs. *Records of the Indian Museum*, 3: 243-252.
- Bott, R., 1967. Potamiden aux Ost-Asien (*Parapotamon* De Man, *Sinopotamon* n.gen., *Candidiopotamon* n.gen., *Geothephusa* Stimpson) (Crustacea, Decapoda). *Senckenbergiana Biologica*, 48: 203-216, pls. 7-10.
- Bott, R., 1970. Die Süßwasserkrabben von Europa, Asien, Australien und ihre Stammesgeschichte. Eine Revision der Potamoidea und der Parathelphusoidea (Crustacea, Decapoda). *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, 526: 1-338.
- Chen, G., 1980. A new species of *Sinopotamon* (Crustacea, Decapoda) from Hubei Province, China. *Acta Zootaxonomica Sinica*, 5: 256-257, pl. 1. (In Chinese with English summary.)
- Dai, A., 1991. Brachyura (freshwater crabs), pp. 387-402. In: *Fauna of Zhejiang. Crustacea*, 481 pp., 4 pls. Zhejiang Science and Technology Publishing House. (In Chinese.)
- Dai, A., 1999. *Fauna Sinica, Arthropoda Crustacea Malacostraca Decapoda Parathelphusidae Potamidae*. Science Press, Beijing, xiii + 501 pp., 1 color pl., 30 pls. (In Chinese with English abstract.)
- Dai, A., Z. Feng, G. Chen & Y. Song, 1984, [*Medical Crustaceans from China*] 146 pp., [Science Publ., Beijing] (In Chinese.)
- Dai, A., Y. Song, L. He, W. Cao, Z. Xu & W. Zhong, 1975. [Description of several new species of freshwater crabs belonging to the intermediate hosts of lung flukes]. *Acta Zoologica Sinica*, 21: 257-264, pls. 1-3. (In Chinese.)
- Dai, A., Y. Song, M. Li, Z. Chen, P. Wang & Q. Hu, 1984. A study of freshwater crabs from Guizhou Province I. *Acta Zootaxonomica Sinica*, 9: 257-267, pl. 1. (In Chinese with English summary.)
- Dai, A., Y. Song, M. Li, Z. Chen, P. Wang & Q. Hu, 1985. A study of freshwater crabs from Guizhou Province II. *Acta Zootaxonomica Sinica*, 10: 34-43, pl. 1. (In Chinese with English summary.)
- Ng, P. K. L., D. Guinot & P. J. F. Davie, 2008. Systema Brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 17: 1-286.
- Rathbun, M. J., 1904. Les crabs d'eau douce (Potamonidae). *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire Naturelle*, Paris, (4), 6: 225-312, pls. 9-18.
- Tai, A. & Y. Sung, 1975. A preliminary study of the freshwater crabs as intermediate hosts of lung flukes from China. *Acta Zoologica Sinica*, 21: 169-177, pls. 1-3. (In Chinese with English summary.)
- Takeda, M., H. Sugiyama & B. Qian, 2009. Records of three species of freshwater crabs from China. *Journal of Teikyo Heisei University*, 20 (1): 193-202.
- Yeo, D. C. J. & P. K. L. Ng, 2007. On the genus "*Potamon*" and allies in Indochina (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Potamidae). *The Raffles Bulletin of Zoology*, Suppl. 16: 273-308.

A Coprological Survey of Intestinal Helminthes in Stray Dogs Captured in Osaka Prefecture, Japan

Akio KIMURA¹*, Yasuyuki MORISHIMA², Shinya NAGAHAMA³, Takashi HORIKOSHI³, Akiko EDAGAWA¹, Takako KAWABUCHI-KURATA¹, Hiromu SUGIYAMA² and Hiroshi YAMASAKI²

¹Osaka Prefectural Institute of Public Health, 1-3-69 Nakamichi, Higashinari-ku, Osaka 537-0025, Japan

²Department of Parasitology, National Institute of Infectious Diseases, Tokyo 162-8640, Japan

³Osaka Prefectural Government, Osaka 540-8570, Japan

(Received 13 November 2012/Accepted 31 May 2013/Published online in J-STAGE 14 June 2013)

ABSTRACT. This study aimed to investigate intestinal helminth infection in stray dogs in Osaka Prefecture by surveying coprological samples from dogs captured from 2006–2011. Of 212 fecal samples collected, overall prevalence of infection was 39.2%. The most common species was *Toxocara canis* (25.0%), followed by *Trichuris vulpis* (8.0%), *Spirometra erinaceieuropaei* (3.3%), Taeniidae (2.4%), *Ancylostoma caninum* (1.9%) and *Toxascaris leonine* (0.5%). In the molecular analysis, all of the taeniid eggs were negative for *Echinococcus multilocularis* and were identified as other taeniid species (e.g., *Taenia pisiformis*). Our results suggest that stray dogs remain important infection reservoirs of zoonotic parasites in Osaka Prefecture. Therefore, control of stray dogs is crucial for reducing the risk of public health problems due to parasitic infections.

KEY WORDS: coprological survey, intestinal helminth, stray dog, Taeniidae, *Toxocara canis*.

doi: 10.1292/jvms.12-0499; *J. Vet. Med. Sci.* 75(10): 1409–1411, 2013

Dogs are recognized carriers of various zoonotic diseases. Among them, parasitic diseases caused by intestinal helminthes, such as *Echinococcus* spp. and *Toxocara canis*, are known to be potential public health threats. In Japan, recent surveys have reported a decreasing prevalence of intestinal helminthes in various owned and stray dog populations [1, 12, 17]. However, all of those studies were performed in the eastern part of Japan, and there have been no new prevalence data on intestinal helminthes in stray dogs in the western part since 1982 [15]. The aim of this study was to clarify the current prevalence of intestinal helminthes among stray dogs in Osaka, the most densely populated prefecture of western Japan. A coprological survey was performed through conventional microscopy, and additional molecular tests were performed when necessary.

From June 2006 to February 2010, fecal samples were collected from 212 stray dogs admitted to 4 public animal shelters in Osaka Prefecture (northern, northeastern, south-eastern and southern). Location of dogs captured included both urban and rural residential areas as well as riverbanks and public parks. The data, sex and age-class were recorded at the time of collection. On the basis of tooth development (dogs retain their deciduous teeth until 4–5 months of age), the dogs were classified into two age classes as juvenile and adult. All samples were stored at 4°C until examined. A formalin-ethyl acetate sedimentation technique [19]

with 0.5 g of fecal material was employed for separating and concentrating helminth eggs, and approximately half of the sediment volume was used for microscopy. Species identification of the helminth eggs was made on the basis of morphological characteristics. Because the eggs of taeniid tapeworms morphologically resemble each other [14], they were subjected to a further molecular discrimination. First, ovum DNA was extracted from a batch of 10 taeniid eggs using a protocol described by Bretagne *et al.* [3]. Either of the 2 mitochondrial DNA regions, the 12S ribosomal RNA (12S rRNA) gene or the cytochrome *c* oxidase subunit 1 (*cox1*) gene, were amplified using previously published primers [2, 16]. The success of amplification was verified by electrophoresis in a 1.5% agarose gel. Each polymerase chain reaction product was then directly sequenced in both directions with a BigDye terminator (Applied Biosystems, Foster City, CA, U.S.A.). A homology search was performed with Basic Local Alignment Search Tool software from the National Center for Biotechnology Information home page (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>). If the sample showed superimposed peaks on an electropherogram, up to 20 eggs were collected and reexamined individually by molecular analysis. A Pearson's χ^2 test with Yates' correction for continuity (2-tailed) was performed to examine differences between groups. When the overall *P*-value was significant ($P < 0.05$), a post hoc multiple comparison was done using confidence intervals (CIs) to find the difference in proportions between any 2 groups. Statistical analysis and calculation of CIs were carried out using S-PLUS 6.1 (Insightful Corp, Seattle, WA, U.S.A.) and Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corp, Redmond, WA, U.S.A.), respectively.

Of the 212 dogs, 83 were positive (39.2%) for at least 1 intestinal helminth. The helminth species identified were *T.*

*CORRESPONDENCE TO: KIMURA A., Division of Planning and Coordination, Osaka Prefectural Institute of Public Health, 1-3-69 Nakamichi, Higashinari-ku, Osaka 537-0025, Japan.
e-mail: akkimura@iph.pref.osaka.jp

Table 1. Age-related prevalence of helminth eggs in feces of stray dogs captured in Osaka Prefecture, Japan

Species	Age class			
	<5 months (n=132)		≥5 months (n=80)	
	No. of positives (%)	95% CI of positives	No. of positives (%)	95% CI of positives
<i>Ancylostoma caninum</i>	1 (0.8)	0.02–4.2	3 (3.8)	0.8–10.6
<i>Toxascaris leonina</i>	1 (0.8)	0.02–4.2	0 (0.0)	0–3.7
<i>Toxocara canis</i>	46 (34.9)	27.3–43.3	7 (8.8)	4.3–17.0
<i>Trichuris vulpis</i>	3 (2.3)	0.5–6.5	14 (17.5)	10.7–27.3
<i>Spirometra erinaceieuropaei</i>	2 (1.5)	0.2–5.4	5 (6.3)	2.7–13.8
Taeniidae	1 (0.8)	0.02–4.2	4 (5.0)	1.4–12.3
Total	51 ^{a)} (38.6)	30.8–47.2	32 ^{b)} (40.0)	30.0–51.0

a) Three dogs were infected with 2 helminth species. b) One dog was infected with 2 helminth species.

canis (25.0%), *Trichuris vulpis* (8.0%), *Spirometra erinaceieuropaei* (3.3%), Taeniidae (2.4%), *Ancylostoma caninum* (1.9%) and *Toxascaris leonine* (0.5%). Age-related significant differences were observed in *T. canis* and *T. vulpis* (Table 1). For *T. canis*, the prevalence of juvenile (age <5 months old) and adult (age ≥5 months old) dogs was 34.9% (46 of 132) and 8.8% (7 of 80), respectively. In contrast, the prevalence of *T. vulpis* in juvenile and adult dogs was 2.3% (3 of 132) and 17.5% (14 of 80), respectively. In the molecular analysis, all of the taeniid eggs detected from 5 dogs were negative for *E. multilocularis*. The eggs were identified as *Taenia hydatigena* (n=1), *T. pisiformis* (n=3), *T. serialis* (n=1) and *T. taeniaeformis* (n=2) (AB704400–AB704406). Two dogs with Taeniidae were found to be infected with 2 different species (*T. hydatigena* and *T. taeniaeformis*, and *T. pisiformis* and *T. serialis*).

The overall prevalence of intestinal helminthes found in our study (39.2%) revealed a high level of infection that is comparable with the findings from recent studies carried out in the eastern part of Japan [12, 17]; however, it appears to be lower compared with the >80% prevalence found in a study conducted approximately 3 decades ago in Hyogo, a neighboring prefecture of Osaka [15]. One-fourth of the stray dogs examined in the present study were infected with *T. canis*, a causative agent of toxocariasis in humans. The prevalence rate of *T. canis* in this study (25.0%) was relatively higher than that seen in studies performed in Hyogo Prefecture (18.4%) and Saitama Prefecture (12.5%) [15, 17], probably due to the difference in age classes of the animal subjects. It is well known that patent *T. canis* infection is much more common in juvenile dogs than in adult dogs [8]. Our results concord with this age-related difference and suggest the important role of juvenile dogs in environmental contamination [8]. In addition, we also emphasize that a certain number of patent infections were found in the adult dog group. Experimental studies have clearly demonstrated that a low infective dose of embryonated eggs can induce patent infection in adult dogs [6, 10]. Therefore, ascarid infection among adult dogs should be reconsidered and given much more attention.

Like *T. canis*, *E. multilocularis* is another important zoonotic parasite of Japanese dogs. Although *T. canis* occurs

nationwide, the distribution of *E. multilocularis* is thought to be limited to Hokkaido Prefecture, the northernmost island prefecture of Japan. However, Morishima *et al.* [11] found *E. multilocularis* infection in dogs transported from Hokkaido to other prefectures. In addition, a dog harboring *E. multilocularis* was found in Saitama Prefecture [18]. These findings raised the concern that infected dogs from Hokkaido transported to remote areas might become a source of indigenous alveolar echinococcosis in humans. In our study, all of the taeniid eggs examined using the molecular method were identified as species belonging to the genus *Taenia*; no *E. multilocularis* infection was found. The result suggests that, at present, the possibility that *E. multilocularis* has become established in Osaka Prefecture is quite low. However, continuous surveying must be done for dogs originating from Hokkaido.

The detection rate of taeniid eggs in our study (2.4%) was higher than that seen in other studies done in Japan (0.2% in Hyogo Prefecture and 0.3% in Saitama Prefecture) [15]. Since all of the taeniid-positive cases involved dogs from rural areas, the difference is probably attributable to a higher opportunity for predation of their hosts in these areas. Interestingly, *T. taeniaeformis*, commonly found in cats, was detected in 2 dogs (0.9%). Two previous studies have detected *T. taeniaeformis* in dogs; one demonstrated the adult tapeworms by autopsy, and the other found the eggs by microscopy [4, 5]. Because no postmortem examinations were undertaken in the present study, we could not confirm that the occurrence of *T. taeniaeformis* eggs in canine samples was due to presence of an adult tapeworm. A possible explanation may be that dogs shed *T. taeniaeformis* eggs in their feces in coprophagic behavior, as previously suggested in the cases of other feline parasites seen in dogs [7, 9, 13].

In conclusion, we found that stray dogs in Osaka Prefecture were infected with several species of intestinal helminthes, including zoonotic species. Although *E. multilocularis* was not detected, the present results suggest that the stray dogs in the study area can still act as a reservoir for transmitting zoonotic parasitic diseases both to humans and to other dogs. Therefore, both control of stray dogs and appropriate public health education for residents are continually needed to reduce the risks of zoonotic infections.

ACKNOWLEDGMENTS. The authors thank the staff of the animal shelters of the Osaka Prefectural Government for sample collection and Dr. Shoji Uga, Kobe University School of Medicine, for the helpful discussions.

REFERENCES

1. Asano, K., Suzuki, K., Matsumoto, T., Sakai, T. and Asano, R. 2004. Prevalence of dogs with intestinal parasites in Tochigi, Japan in 1979, 1991 and 2002. *Vet. Parasitol.* **120**: 243–248. [Medline] [CrossRef]
2. Bowles, J. and McManus, D. P. 1993. Rapid discrimination of *Echinococcus* species and strains using a polymerase chain reaction-based RFLP method. *Mol. Biochem. Parasitol.* **57**: 231–239. [Medline] [CrossRef]
3. Bretagne, S., Guillou, J. P., Morand, M. and Houin, R. 1993. Detection of *Echinococcus multilocularis* DNA in fox faeces using DNA amplification. *Parasitology* **106**: 193–199. [Medline] [CrossRef]
4. Dyachenko, V., Pantchev, N., Gawlowska, S., Vrhovec, M. G. and Bauer, C. 2008. *Echinococcus multilocularis* infections in domestic dogs and cats from Germany and other European countries. *Vet. Parasitol.* **157**: 244–253. [Medline] [CrossRef]
5. El-Shehabi, F. S., Abdel-Hafez, S. K. and Kamhawi, S. A. 1999. Prevalence of intestinal helminths of dogs and foxes from Jordan. *Parasitol. Res.* **85**: 928–934. [Medline] [CrossRef]
6. Fahrion, A. S., Staebler, S. and Deplazes, P. 2008. Patent *Toxocara canis* infections in previously exposed and in helminth-free dogs after infection with low numbers of embryonated eggs. *Vet. Parasitol.* **152**: 108–115. [Medline] [CrossRef]
7. Fahrion, A. S., Schnyder, M., Wichert, B. and Deplazes, P. 2011. *Toxocara* eggs shed by dogs and cats and their molecular and morphometric species-specific identification: is the finding of *T. cati* eggs shed by dogs of epidemiological relevance? *Vet. Parasitol.* **177**: 186–189. [Medline] [CrossRef]
8. Lee, A. C., Schantz, P. M., Kazacos, K. R., Montgomery, S. P. and Bowman, D. D. 2010. Epidemiologic and zoonotic aspects of ascarid infections in dogs and cats. *Trends Parasitol.* **26**: 155–161. [Medline] [CrossRef]
9. Lindsay, D. S., Dubey, J. P., Butler, J. M. and Blagburn, B. L. 1997. Mechanical transmission of *Toxoplasma gondii* oocysts by dogs. *Vet. Parasitol.* **73**: 27–33. [Medline] [CrossRef]
10. Maizels, R. M. and Meghji, M. 1984. Repeated patent infection of adult dogs with *Toxocara canis*. *J. Helminthol.* **58**: 327–333. [Medline] [CrossRef]
11. Morishima, Y., Sugiyama, H., Arakawa, K. and Kawanaka, M. 2006. *Echinococcus multilocularis* in dogs, Japan. *Emerg. Infect. Dis.* **12**: 1292–1294. [Medline] [CrossRef]
12. Morishima, Y., Sugiyama, H., Arakawa, K. and Kawanaka, M. 2007. Intestinal helminths of dogs in northern Japan. *Vet. Rec.* **160**: 700–701. [Medline] [CrossRef]
13. Schares, G., Pantchev, N., Barutzki, D., Heydorn, A. O., Bauer, C. and Conraths, F. J. 2005. Oocysts of *Neospora caninum*, *Hammondia heydorni*, *Toxoplasma gondii* and *Hammondia hammondi* in faeces collected from dogs in Germany. *Int. J. Parasitol.* **35**: 1525–1537. [Medline] [CrossRef]
14. Thompson, R. C. A. 1995. Biology and systematics of *Echinococcus*. pp. 1–50. In: *Echinococcus* and Hydatid Disease (Thompson, R. C. A. and Lymbery, A. J. eds.), CAB International, Wallingford.
15. Uga, S., Mizuno, F., Matsumura, T., Ito, T., Shiomi, M., Watanabe, Y., Yamada, T., Onishi, T. and Goto, Y. 1982. A helminthological survey of stray dogs in Hyogo Prefecture. *Jpn. J. Parasitol.* **31**: 61–67.
16. von Nickisch-Rosenegk, M., Silva-Gonzalez, R. and Lucius, R. 1999. Modification of universal 12S rDNA primers for specific amplification of contaminated *Taenia* spp. (Cestoda) gDNA enabling phylogenetic studies. *Parasitol. Res.* **85**: 819–825. [Medline] [CrossRef]
17. Yamamoto, N., Kon, M., Saito, T., Maeno, N., Koyama, M., Sunaoshi, K., Yamaguchi, M., Morishima, Y. and Kawanaka, M. 2009. [Prevalence of intestinal canine and feline parasites in Saitama Prefecture, Japan]. *Kansenshogaku Zasshi* **83**: 223–228 (in Japanese with English abstract). [Medline]
18. Yamamoto, N., Morishima, Y., Kon, M., Yamaguchi, M., Tanno, S., Koyama, M., Maeno, N., Azuma, H., Mizusawa, H., Kimura, H., Sugiyama, H., Arakawa, K. and Kawanaka, M. 2006. The first reported case of a dog infected with *Echinococcus multilocularis* in Saitama prefecture, Japan. *Jpn. J. Infect. Dis.* **59**: 351–352. [Medline]
19. Young, K. H., Bullock, S. L., Melvin, D. M. and Spruill, C. L. 1979. Ethyl acetate as a substitute for diethyl ether in the formalin-ether sedimentation technique. *J. Clin. Microbiol.* **10**: 852–853. [Medline]