

の行政権限に基づいて実施すべきであろう。

2) 単包性エキノコックス症患者の発生動向とその疫学：

単包性エキノコックス症患者発生史は、法律制度整備と宿主動物をめぐる衛生環境整備の重要性を示している。しかし、北海道などで海外の流行地から輸入した牧羊犬からの感染が考えられる羊の単包性エキノコックス症例が報告されており、また輸入牛・馬の単包性エキノコックス症がしばしば報告されている。海外からの動物輸入には今後とも十分な警戒が必要である。

3) エキノコックス虫卵散布の季節性に関する推計学的解析：

今回の解析で得た結果は、北海道立衛生研究所あるいは北海道大学獣医学部寄生虫学教室の研究者らによって野外で観察されてきた事象とも一致する。今後は、このような虫卵散布の季節差にも十分注意して感染予防対策が行われるべきである。

4) GIS を用いた解析

昨年度の報告で感染源の拡大の時期から計算して約 10 年後に患者が発症していることを指摘した。キツネのエキノコックス症感染率は 50% を越えていることしかもこれについても地域差があることから、今後患者数にも地域差を示しながらかなり上昇すると推測される。

今年度は発生源から人への感染ルートの 1 要因として媒介昆虫特にハエに注目し調査を開始した。今後空間データの収集をすすめ、地点データの重要性を認識するとともに、疾病予防・撲滅対策に対し GIS を用いることが効率的であることを示したい。疾病発生の地理的監視システムが構築されるならば、患者発生地点の周囲の自然環境条件や社会経済条件を把握することができ、疾病と発生要因間の地理的関連を明らかにすることが可能になる。その結果、エキノコックス症の発生状況、発生要因、拡散要因を地域差を考慮しながら紐解くことが可能であろう。

5) ハエ類等が多包条虫感染に関与する可能性の検討

今回、キタキツネの糞に誘引されそれを摂食したと思われるハエ類や甲虫、ミミズからは *Taenia* 科の虫卵およびその特異 DNA が全く検出されなかった。しかし、このことから単純にハエ類は多包条虫症を媒介しないという結論は導き出せない。その理由として、今回採集したハエ類、甲虫、ミミズがいたキツネの糞からは *Taenia* 科の虫卵が検出されなかったことが第一に上げられる。また、Lawson ら(1985, 1990) の報告によるとクロバエ類が、多包条虫卵と形態、大きさが極めて似ている *Taenia hydatigena* の虫卵を、1 匹のハエが最高 5000 個以上摂食して 24 時間以内に効率よく排泄し、しかも感染力を保持していることを報告している。さらに、我々が現在継続中のネコ条虫卵が入った糞便をセンチコガネに摂食させる実験では 5 例中 2 例から虫卵が検出された(未発表)。従って、もし多包条虫に感染したキタキツネの糞便を摂食したハエ類等を採集できれば、それらの腸管から虫卵を検出できる可能性は十分考えられる。

## 10. ヒトの診断および診断法の開発

### a. ヒトの診断

弘前大学では、過去 10 年間で 130 件の検査依頼があり、その中で 8 人の患者が特定されている。なお、平成 12 年度に診断され、肝包虫病巣摘出手術を受け、薬物治療を継続している患者の、4 ヶ月ごとの抗体価を追っている。手術後には抗体価が減少したが、その後、切除出来ない病巣が残っているためか高い抗体価が持続している。

### b. ヒトの診断法の開発

中間宿主体内での多包虫は好気的環境に寄生し、また常に宿主由来の活性酸素種に起因する酸化的ストレスに常に曝露されている。従って、我々は Prx が多包虫の抗酸化機構に重要な役割を果たしていると考えている。

## 11. ヒトの治療法

今回のような高度進行例にも、積極的な肝切除術を行い、術後にアルベンダゾールを投

与することで長期生存が期待できることが示された。

## 12. エキノコックス症動物モデルの検討と治療法開発を目的とした生物学的検討

予防治療法の開発は、適切な治療法がない本症に対するニーズの高い領域である。今回、免疫病理学的な観点からの動物モデルの開発、病原性と関係のある多包虫の2面性発育の解析、殺虫剤の検討など、広く将来的な視点から研究を進展させた。これらの研究を継続しそこからの情報を発信することも、広い意味で、エキノコックス流行監視体制に集約され、発展に繋がるものと考えられる。

## 13. エキノコックス症に関する住民意識の研究

北海道全域にエキノコックス症の感染源が蔓延しており、すべての人々が感染機会に晒されている中で住民側にエキノコックス予防をするためには、地道ながら効果的な衛生教育が最も大切である。今回、石狩市という一地域での実施を図ったが、全体的な関心が薄れている中での実施はむずかしいことがわかった。この問題を解決するためには、これを全道の問題としてとらえ、道担当部局の指導力が必要となるであろう。

## E. 結論

北海道では人獣共通寄生虫である外来致死性病原体のエキノコックスが全域に蔓延し、本州への侵入も懸念されている。本寄生虫は人の健康だけでなく、農産物への汚染や風評被害さらに観光産業への影響も大きい。本研究は人への感染源となる虫卵を排泄する感染源動物対策に主眼をおいて進め、これを有効に利用、評価するための媒介動物および寄生虫の生態解析（分子疫学、GISを活用した動物行動解析）、流行状況把握システム（情報収集と媒介動物の診断）および感染源対策の評価システムの構築をめざした。

エキノコックス症の監視のために、野生キツネにおける流行状況を糞便（抗原および虫

卵）を用いて評価し、さらに駆虫薬入り餌（ベイト）の散布によりキツネの感染率の減少を評価した。本研究で駆虫薬散布によりエキノコックスの主要な終宿主であるキツネからの虫卵排泄量を軽減できることが示された。また、キツネの生態を加味したベイトの散布方法、散布場所、散布時期、散布期間の選定が効率的な駆虫効果を生むことが示唆された。キツネの駆虫効果は上記以外にも散布地（例えば農作地と都市部）やキツネのベイトへの嗜好性により左右されるので、駆虫薬散布による感染源対策を評価するためには、今後さらに、駆虫薬入りベイトの改良、散布密度・散布方法などに改善を加えながら実験を継続する必要がある。一方、本州へのエキノコックスの侵入が予想され、様々な動物を多地域で調査したが、本州定着の証拠は得ることは出来なかった。しかしながら、今後の監視の必要性は確認された。

北海道ではエキノコックス監視体制を強化し、犬・猫の検査・駆虫・報告、飼い主と周辺住民の追跡調査、リスクファクター（感染経路）の解明が必要である。今年度の調査では犬7頭が抗原陽性、1頭が虫卵陽性であった。虫卵陽性の1頭は札幌市内の室内飼育犬であり、散歩時に放す程度の感染機会の非常に少ない犬の感染例である。これは、札幌市のような都市部でも犬への感染圧が高まっていることを示しているものであり、ペットの飼育管理の重要性が示された。さらに犬・猫の道外への移動時の駆虫が必要であり、本州では患畜の報告（感染源の監視）、臨床獣医師の啓蒙（犬・猫の感染の監視・報告）、食肉検査所ではブタの検査法の啓蒙が必要と考えられる。

北海道はほぼ全域がエキノコックス汚染地となり、都市近郊や都市部においてもエキノコックスに感染したキツネが生息している。また人への感染源として、キツネだけでなく、タヌキやペットの犬などにも感染は広がっており、これらの動物に対してどのように対処していくべきなのか、緊急に対策を講じる必要性が確認された。ペット用には即時診断キ

キットの開発に着手したが、このキットの必要性および有用性は非常に高く、エキノコックス終宿主ワクチンの開発と並んで、早期の実用化が望まれる。

人の血清診断については多包虫症の確認のための新たな手法(抗原)の有用性が示された。感染症新法においてエキノコックス症は四類感染症と分類され、患者の報告義務があるが、診断基準の整備、データ活用のための体制作りが必要である。また、適切な治療法がない本症に対しては予防治療法の開発のニーズが高い。今回のような免疫病理学的な観点からの動物モデルの開発、病原性と関係のある多包虫の生物学的解析、殺虫剤の検討など、広く将来的な視点から研究を進展させる必要がある。

北海道の自然界におけるエキノコックスの高度な流行とは対称的に、住民のエキノコックス症についての関心は薄れてきており、衛生教育の実施に様々な課題があることが示された。これらの問題は患者の情報からも示された。住民の啓蒙活動改善や早期診断の必要性は当然であるが、これらの方法は受動的な対策であり、明らかに限界がある。積極的な感染源対策により環境中の虫卵数を低減させることが必要である。

以上、エキノコックス症のとくに感染源監視とその防御体制確立へ向けて技術開発がなされた。本州でのエキノコックス定着は確認されなかったが、今後、北海道から本州への侵入を防ぐためには北海道の高い感染レベルを下げるのが最も効果的な方法と考えられる。

#### F. 健康危険情報

(平成 14 年 12 月 18 日付 厚生労働省健康危機管理調整官宛てに通報)

札幌市内の獣医師が犬の検診時に、糞便中に活発に動く 0.2 x 2~3mm の片節を見つけ(2002 年 12 月 10 日頃)、主任研究者所属機関(北海道大学)へエキノコックス検査依頼があった(2002 年 12 月 16 日受付)。この犬は、札幌市中心部で室内飼いされている 6 カ

月齢、雑種、中型犬で、検査の結果、糞便内抗原(測定値の上限を超える強陽性)およびテニア科条虫卵が多数検出された。札幌市の飼い犬からは初めての陽性例である。感染経路については不明であるが、この犬は散歩時に外で落ちているものをよく食べ、過去にネズミを食べたことを飼い主が目撃している。

担当獣医師には 2002 年 12 月 16 日の受付日にテニア科虫卵陽性であることを報告した。飼い主には、担当獣医師を通して犬の拘束と駆虫、駆虫後の再検査、犬の糞便および汚染場所の熱湯または次亜塩素酸による消毒、および飼い主家族全員の血清検査を勧めた。また、関係者へも定期的な血清検査の必要性を説明した。

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

Eckert, J., Deplazes, P., Craig, P. S., Gemmell, M. A., Gottstein, B., Heath, D., Jenkins, D. J., Kamiya, M. and Lightowers, M. (2001): Chapter 3 Echinococcosis in animals: clinical aspects, diagnosis and treatment. In: WHO/OIE Manual on Echinococcosis in Humans and Animals: a Public Health Problem of Global Concern, Eds. J. Eckert, M. A. Gemmell, F.-X. Meslin and Z. S. Pawlowski, WHO/OIE, Paris pp. 72-99

神谷正男 (2001): 3. 寄生虫性人獣共通感染症 1) エキノコックス症 a) 感染源対策を中心に. 化学療法の領域、17、86-94

Lodge JP, Ammori BJ, Prasad KR *et al.* (2000): *Ex vivo* and *in situ* resection of inferior vena cava with hepatectomy for colorectal metastases. *Ann Surg*, 231: 471-479

永井加奈子、横畑泰志、巖城隆、神谷正男 (2002): 多包条虫症の疫学的検討のための北海道小清水町における肉食動物 3 種の糞分析. 富山大学教育学部研究論集、5、91-96

- 伝法公麿 (2002): 新しい局面を迎えたエキノコックス症予防. 全栄施協月報, 504, 7-28
- 土井陸雄, 松田肇, 内田明彦, 神田栄次, 神谷晴夫, 紺野圭太, 玉城英彦, 野中成晃, 奥祐三郎, 神谷正男 (2003): 北海道および海外からの畜犬を介するエキノコックス本州侵入の可能性. 日本公衆衛生雑誌, 50(印刷中)
- 土井陸雄, 伊藤亮, 山崎浩, 森嶋康之: 単包虫症-わが国における発生動向と対策. 日本公衆衛生雑誌 (投稿中)
- Ishikawa H, Ohga Y and Doi R: A model for the transmission of *Echinococcus multilocularis* in Hokkaido, Japan. J Fac Environ Sci Tech Okayama U (preprint)
- 神谷晴夫 (2002): 寄生虫は如何にしてその分布を広げるのか? -エキノコックスの伝播・流行を考慮して-. 生態学・疫学談話会ニュース, 15: 2-5
- 神谷晴夫 (2003): 最近注目される人獣共通寄生虫症(上) エキノコックス症. 日本医事新報, No. 4112, 33-36
- 神谷正男 (2002): 動物・ヒト共通感染症の実際 3) エキノコックス症. 感染と抗菌薬, 5: 362-366
- 神谷正男 (2003): エキノコックス症. 化学療法の領域, 19: 64-69
- 神谷正男, 巖城隆, 横畑泰志 (2002): エキノコックス ~宿主の移動とともに広がる病原体. In: 外来種ハンドブック, 日本生態学会編, 村上興正, 鷲谷いづみ 監修, 地人書館, 東京, pp. 224-225
- 神山俊哉, 松下通明, 伊藤東一ほか (2001): 下大静脈浸潤を伴う肝癌に対する肝切除術. 臨床外科(増刊号) 56: 224-228
- 二瓶直子 (2003): 感染症の拡大を予測する. 地理, 48, 74-83
- Ohga Y, Ishikawa H, Doi R and Ishii H (2002): Simulations on prevalence of *Echinococcus multilocularis* in Hokkaido on the basis of vole population dynamics. J Fac Environ Sci Tech Okayama U, 7: 1-5
- 奥祐三郎 (2002): 北海道における多包条虫の現状, 終宿主診断と感染源対策. 北海道獣医師会雑誌, 46, 1-13
- 高橋健一, 浦口宏二, Thomas ROMIG, 畠山英樹, 田村正秀 (2002): キツネ用駆虫薬入りベイトを用いたエキノコックス症感染源対策法の検討, 道衛研所報, 52: 61-63
- Tsukada H, Hamazaki K, Ganzorig S, Iwaki T, Konno K, Lagapa JT, Matsuo K, Ono A, Shimizu M, Sakai H, Morishima Y, Nonaka N, Oku Y and Kamiya M (2002): Potential remedy against *Echinococcus multilocularis* in wild red foxes using baits with anthelmintic distributed around fox breeding dens in Hokkaido, Japan. Parasitology, 125: 119-129
- Sato H, Kusel JR and Thornhill J (2003): Functional visualization of the excretory system of adult *Schistosoma mansoni* by the fluorescent marker resorufin. Parasitology, 125: 527-535
- Nonaka N, Oku Y and Kamiya M (2003): Control and management of parasitic zoonoses maintained in wildlife: A trial of Hokkaido University against echinococcosis. In: Technology innovation and its relations to humanities and social sciences, Eds: Nakamura M and Ki-Jun L, Hokkaido University Press, Sapporo, pp. 93-101
- 土井陸雄 (2003): エキノコックス. 自然保護, No. 472, 34
- Lacayo J, Sato H, Kamiya H and McVoy A (2003): Down-regulation of surface major histocompatibility class I by guinea pig cytomegalovirus. J Gen Virol, 84: 75-81

## 2 学会発表

- Fujita O, Araki K, Ito A, Nozaki T.: Biological characterization of a novel antigen, actin modulator protein, from

- Echinococcus multilocularis* metacestode. 50<sup>th</sup> American Society of Tropical Medicine and Hygiene Annual Meeting, November 11-15, 2001. Atlanta, USA
- 木村憲央, 村田希吉, 須貝道博, 棟方博文, 袴田健一, 神谷晴夫: 肝エキノコックスの1例. 第13回東北小児肝胆膵研究会, 平成14年3月, 仙台市。
- 安東聡子ら: 札幌市における犬および猫の消化管内寄生虫調査とその駆虫, ジアルジアを中心にして. 第133回日本獣医学会, 平成14年3月, 川崎市
- 金井裕太ら: 小樽市のキツネおよびタヌキにおける多包条虫と施毛虫の感染状況. 第133回日本獣医学会, 平成14年3月, 川崎市
- 神谷正男ら: エキノコックス生態解析と感染源対策の現状. 第133回日本獣医学会, 平成14年3月, 川崎市
- 奥祐三郎ら: エキノコックス症の疫学と予防の試み. 第133回日本獣医学会, 平成14年3月, 川崎市
- 藤田 修, 野崎智義: *Echinococcus multilocularis* 幼虫組織から分離したアクチン結合タンパク質の生化学的性状および機能について. 第71回日本寄生虫学会大会, 平成14年3月, 伊勢原市
- 二瓶直子, 小林陸生, 関根智子, 高阪宏行, 土井陸雄, 神谷正男: 地理情報システムによる北海道エキノコックス症の空間的拡散の解析. 第71回日本寄生虫学会大会, 平成14年3月, 伊勢原市
- 大賀潔生, 石川洋文, 土井陸雄: エキノコックス伝播数理モデルとそのシミュレーション: 北海道における流行を対象として. 第71回日本寄生虫学会大会, 平成14年3月, 伊勢原市
- 神谷正男: エキノコックス生態解析と汚染環境の修復. 第73回日本農学大会, 平成14年4月, 東京都
- 岩間憲之: ヒノキチオール殺エキノコックス原頭節作用. 弘前大学医学部医学科研究室研修発表会, 平成14年7月, 弘前市
- 神谷晴夫, 棟方博文: 青森県で検出された多包虫症の一例. 第49回日本寄生虫学会北日本支部大会, 平成14年9月, 盛岡市
- 神谷正男: 寄生虫・エキノコックス 何とかしなくちゃ! ズーノーシスコントロールシンポジウム, 平成14年8月, 東京都
- 金井裕太ら: 小樽市のキツネおよびタヌキにおける多包条虫と施毛虫の感染状況. 第49回日本寄生虫学会北日本支部大会, 平成14年9月, 盛岡市
- 加藤尚子ら: エキノコックス(多包条虫)終宿主モデルの腸管免疫応答. 第49回日本寄生虫学会北日本支部大会, 平成14年9月, 盛岡市
- 松尾加代子, 稲葉孝志, 神谷晴夫: 北海道から本州への車両を介する多包条虫卵の伝播調査. 第49回日本寄生虫学会北日本支部大会, 平成14年9月, 盛岡市
- 野中成晃ら: ペットにおけるエキノコックス感染状況調査(1997~2002年度の集計). 第49回日本寄生虫学会北日本支部大会, 平成14年9月, 盛岡市
- 塩谷曜子, 松尾加代子, 神谷晴夫: 石灰小体はエキノコックスの発育にどのように係わるのか?. 第49回日本寄生虫学会北日本支部大会, 平成14年9月, 盛岡市
- 神谷正男: エキノコックス症. 第2回人と動物の共通感染症研究会, 平成14年11月, 東京都
- 奥祐三郎ら: 北海道全域の獣医師から集められた犬猫糞便のエキノコックス検査について. 日本小動物獣医学会平成14年度北海道地区学会, 平成14年9月, 札幌市
- 加藤尚子ら: "Mucosal immune responses to adult *Echinococcus multilocularis* infection in the redent alternative definitive host". 2002 ICLAS Regional Scientific Meeting, 平成14年11月, タイ・バンコク
- 神谷正男: "Is *Meriones unguiculatus* a rodent that failed to be fox? From the establishment of alternative definitive

- host to the cleaning up of environment that had been contaminated with *Echinococcus* eggs". 2002 ICLAS Regional Scientific Meeting, 平成 14 年 11 月, タイ・バンコク
- 神谷正男: 生物災害に備える社会技術の開発へ向けて: エキノコックス (多包条虫) 汚染環境修復を例として. 日本リスク研究学会第 15 回研究発表会, 平成 14 年 11 月, 京都市
- 藤田修, 河津信一郎, 野崎智義: 多包虫組織より分離した 2-Cys 型ペルオキシレドキシンの生化学的性状および機能について. 第 72 回日本寄生虫学会, 平成 15 年 3 月, 久留米市
- 堀尾政博, 金澤保, 小林文夫, 巖城隆, 奥祐三郎, 神谷正男, 二瓶直子, 林利彦: ハエ類が多包条虫感染に関与する可能性の検討. 第 72 回日本寄生虫学会, 平成 15 年 3 月, 久留米市
- 巖城隆ら: 北海道小清水町における多包虫症感染源対策・駆虫薬入りペイト散布方法の改善. 第 72 回日本寄生虫学会, 平成 15 年 3 月, 久留米市
- 神谷晴夫, 若井俊明, 松尾加代子: 培養系を用いたエキノコックスの多能性発育動態の検討. 第 72 回日本寄生虫学会, 平成 15 年 3 月, 久留米市
- 加藤尚子ら: エキノコックス代替終宿主における腸管免疫応答. 第 72 回日本寄生虫学会, 平成 15 年 3 月, 久留米市
- 野中成晃ら: ペットにおけるエキノコックス感染状況調査. 第 72 回日本寄生虫学会, 平成 15 年 3 月, 久留米市
- 大賀潔生, 石川洋文, 土井陸雄: エキノコックス伝播モデル: コントロールによる流行への影響及び感染危険度に関するシミュレーション. 第 72 回日本寄生虫学会, 平成 15 年 3 月, 久留米市
- 佐藤宏, Kusel J, Thornhill J, 松尾加代子, 神谷晴夫: 扁形動物排泄管系による蛍光性 P-gp/MRP 基質の能動的排出—多包条虫とマンソン住血吸虫での検討. 第 72 回日本寄生虫学会, 平成 15 年 3 月, 久留米市
- 神谷正男ら: ペットにおけるエキノコックス感染状況調査 (1997~2002 年). 第 135 回日本獣医学会, 平成 15 年 3 月, 東京都
- 野中成晃ら: テニア科条虫類の遺伝子同定法開発の試み. 第 135 回日本獣医学会, 平成 15 年 3 月, 東京都
- 野中成晃ら: ペットにおけるエキノコックス感染とその意味. 第 135 回日本獣医学会, 平成 15 年 3 月, 東京都
- 奥祐三郎ら: 北海道におけるエキノコックス感染源対策の試み. 第 135 回日本獣医学会, 平成 15 年 3 月, 東京都
- 神谷正男: 多包虫症感染源動物としてのペットとキツネのリスク把握と対策. 第 55 回日本衛生動物学会, 平成 15 年 3 月, 大分市

厚生労働科学研究費補助金（新興・再興感染症研究事業）

分担研究報告書

キツネに対する駆虫薬散布実験、動物疫学、  
終宿主診断法の改善、犬猫の調査、  
終宿主に対するワクチン開発の基礎研究

分担研究者 神谷正男 北海道大学大学院獣医学研究科教授

研究要旨：本年度も昨年度に引き続き小清水町および小樽市において駆虫薬散布による感染源対策とキツネのエキノコックス感染率の調査を行った。昨年度と同様、水産廃棄物を利用したキツネ用の駆虫薬入り餌（ベイト）の作成を最終目標に、魚のすり身とフィッシュミールを材料とした蒲鉾様のベイトを作成し、駆虫薬散布に使用した。

小清水町では、昨年度は自動車から道路沿いにベイトを等間隔に散布する方法を試みた（約40個/km<sup>2</sup>）が、本年度はキツネ行動範囲の検討からその生息場所として防風林・山林に注目して、林と道路の交点約200カ所で4～11月に毎月ベイトを散布し（約40個/km<sup>2</sup>）、4、7、10月にキツネ糞便を採取した。散布区域ではキツネのエキノコックス流行状況が顕著に抑えられていた。同時に自動撮影カメラを用いてベイト消費率を調べた結果、散布ベイトの約3割がキツネに摂取されると推測された。

小樽市ではベイトに駆虫薬の他にテトラサイクリン（TC）を混入し、歯におけるテトラサイクリンの沈着の有無からキツネによるベイト消費の評価を試みた。ベイトは5～7月、調査地域の道路沿いに20個/km<sup>2</sup>の割合で散布した。駆虫効果の判定は5～10月に有害鳥獣駆除により捕獲されたキツネで検査した。昨年度分と合わせるとベイト散布後に捕獲されたキツネ87検体中17検体（19.5%）の犬歯からTCが検出された。TC陽性17検体のうち、犬歯のラベル像からその年にベイトを摂取したことが推測された15検体中14検体に多包条虫が感染していないことが確かめられた。さらに小樽市ではキツネ個体群の遺伝的構造に関する予備的な研究を行い、局所的な移動分散や家族集団の存在、それらに対する駆除効果の解析の手段となりうることを示した。

札幌市では市街地のみでのエキノコックス生活環の成立の可能性について検討するため、市街16頭の検査を行い、糞便内抗原陽性犬7頭、虫卵陽性犬1頭が認められた。この虫卵陽性犬は札幌市の室内飼育犬であり、感染機会の少ない室内飼育犬の感染例は北海道でのペットへの高い感染圧を示しているものと考えられた。これらの状況を受けて、ペット用迅速診断キットの作成に着手し、検査用糞便採取容器の試作・改良を行った。

また、エキノコックスの成虫ワクチンの開発を目的に、スナネズミを用いてエキノコックスに対する腸管内免疫応答について解析を試みた。多包条虫原頭節を経口投与したスナネズミでは血清および腸管洗浄液中の多包条虫特異的抗体が上昇したが、多包条虫抗原に対する脾臓・腸間膜リンパ節・パイエル板のリンパ球の特異的増殖反応は顕著ではなく、マイトジェン刺激によるリンパ球の増殖は抑制されていることが示された。

A. 研究目的

北海道ではエキノコックス（多包条虫）の主たる終宿主であり、人への感染源であるキツネの感染率が過去10年間で急激に増加し

ている。さらに飼い犬からの感染例が報告され、エキノコックスを巡る状況は深刻化している。このような現状では、人への感染ならびに本州への侵入を抑えるために北海道での

感染源対策の確立が急務であり、あわせて、感染源となりうるイヌ、ネコの感染状況調査が必要である。

本研究は本課題であるエキノコックス終宿主調査の継続、すなわち、駆虫薬散布による感染源対策を試行してその効果を評価すると共に、人と密接な接触がある飼い犬や猫の多包条虫感染状況調査を行った。また、ペット用迅速診断キットの作成と将来のワクチン開発を目的としたエキノコックス終宿主における免疫反応の解析を行った。

## B. 研究方法

### 1. 感染源対策の試行

本年度は、北海道東部、オホーツク海に面する小清水町と札幌市の隣、小樽市において、キツネを対象とした駆虫薬入り餌散布による感染源対策を行った。

#### A. 小清水町

本年度は前年度のキツネ行動範囲の検討からその生息場所として防風林・山林に注目して、林と道路の交点約 200 カ所で 4～11 月に毎月キツネ用の駆虫薬入り餌（ベイト）を散布し（約 40 個/km<sup>2</sup>）、4、7、10 月にキツネ糞便を採取した。対照として散布区域外縁の市町村に非散布区域を設定した。ベイトは昨年度と同様、水産廃棄物を利用したベイトの作成を最終目標に、魚のすり身とフィッシュミールを材料とした蒲鉾様のベイトを用いた。

採取したキツネ糞便には糞便内抗原検出法および蔗糖浮遊法による虫卵検査を実施してキツネの感染率の変化を解析した。また、キツネによるベイト摂取率を評価するためにベイト散布地点に自動撮影装置を設置して、キツネによるベイト摂取の確認を行った。

#### B. 小樽市

小樽市でも上記蒲鉾様ベイトを用いてベイト散布による感染源対策を平成 13 年度から実施し、本年度、その効果を解析した。小樽市のベイトには駆虫薬（プラジカンテル）の他にテトラサイクリン（TC）を混入し、菌に

おけるテトラサイクリンの沈着の有無からキツネによるベイト消費の評価を試みた。平成 13 年度と 14 年度の 5～7 月に 2 回調査地域の道路沿いに自動車から 20 個/km<sup>2</sup>の割合で散布した。駆虫効果の判定は各年 5～10 月に有害鳥獣駆除により捕獲されたキツネを用い、小腸内容の成虫検査（平成 13 年度）および直腸便の糞便内抗原検出および虫卵検出法（平成 13 年度および 14 年度）で検査した。さらに、キツネの局所的な移動分散や家族集団の存在、それらに対する駆除効果の解析の手段とするため、キツネ個体群の遺伝的構造に関する予備的な研究を行った。

### 2. 札幌市でのエキノコックス感染リスクの評価

札幌市では市街地のみでのエキノコックス生活環の成立の可能性について検討するため、市街地に分布する緑地帯におけるげっ歯類の分布、種類構成、環境要因について調査した。

### 3. 飼い犬および猫の多包条虫感染状況調査

北海道の飼い犬および猫の多包条虫の感染状況を検討するため、糞便の虫卵検査および糞便内抗原検出法による調査を継続して行った。なお、対象は犬および猫で、これらの飼育状況のアンケートを同時に実施し、ペットにおける多包条虫流行状況とともに危険因子の解析を行った。

### 4. ペット用迅速診断キットの作成

臨床獣医師が現場で検査できるよう、迅速診断キットの作成に着手した。また、昨年度試作した検体の輸送用容器の評価・改良を行った。

### 5. 終宿主のワクチン開発に向けて

代替終宿主モデルのハムスターを用いて、終宿主に対するワクチン開発の基礎研究として、エキノコックス原頭節経口投与による感染後の IgA とリンパ球幼若化反応を調べた。IgA は血清および小腸内洗浄液、リンパ球はパイエル板、腸間膜リンパ節、脾臓細胞を採



取し、実験に用いた。

## C. 研究結果

### 1. 感染源対策の試行

#### A. 小清水町

散布区域ではキツネのエキノコックス流行状況が顕著に押さえられ、昨年度のベイト散布効果を維持することができた。同時に自動撮影カメラを用いてベイト消費率を調べた結果、散布ベイトの約3割がキツネに摂取されると推測された。

#### B. 小樽市

ベイト散布後に捕獲されたキツネ87検体中17検体(19.5%)の犬歯からTCが検出され、これらのキツネのベイト摂取が確認された。幼獣では32検体中11検体(34.4%)、成獣では55検体中6検体(10.9%)からTCが検出され、幼獣は成獣に比べ高いTC陽性率を示した。TC陽性17検体のうち、犬歯のラベル像からその年にベイトを摂取したことが推測された15検体中14検体に多包条虫が感染していないことが、剖検と糞便内抗原検査により確かめられ、散布したベイト摂取により野生のキツネの駆虫がなされたことが示された。また、ベイト散布地域における6～10月のキツネ個体群における多包条虫感染率を平成12年度の同地域のキツネの感染率と比較すると、平成12年度に46.5%であった区域で、平成13年度には18.5%に、平成14年度に49.1%であった区域で、平成14年度には14.8%に減少していた。

これに加えて、キツネ21個体についてチトクロームbおよびミトコンドリアDNAの制限領域を解析した結果、3種類のハロタイプが確認され、キツネの個体群動態を解析する手段としての有効性が示された。

### 2. 札幌市でのエキノコックス感染リスクの評価

札幌市市街地およびその周辺部21地点でげっ歯類の捕獲調査を行い、11地点から北海道でエキノコックスの主要な虫間宿主であ

るエゾヤチネズミ72頭が捕獲された。なお、感染個体は捕獲されていない。

### 3. 飼い犬および猫の多包条虫感染状況調査

本年度(4月～12月)に216頭の検査を行い、糞便内抗原陽性犬7頭、虫卵陽性犬1頭が認められた。この虫卵陽性犬は札幌市の室内飼育犬であった。猫は20頭の検査を行い、抗原陽性猫1頭を確認したが、虫卵の排泄は認めなかった。

### 4. ペット用迅速診断キットの作成

糞便内抗原検出法に使用する試薬(ポリクローナル抗体およびモノクローナル抗体)が迅速診断法に適用可能かどうかを15検体(陽性5、擬陽性3、陰性5)を用いて判定したところ、プレートELISA(従来法)とほぼ同様の結果が得られた。また、検体輸送用容器は輸送用ラベルの作成、糞便採取用ピンセットの改良および液体漏れを改善した。

### 5. 終宿主のワクチン開発に向けて

多包条虫原頭節を経口投与したスナネズミでは血清および腸管洗浄液中の多包条虫特異的抗体が上昇した。一方、多包条虫抗原に対する脾臓・腸間膜リンパ節・パイエル板のリンパ球の特異的増殖反応は顕著ではなかった。そこで、リンパ球にマイトジェンと多包虫抗原を混合刺激したところ、マイトジェン刺激によるリンパ球の増殖は抑制されていることが明らかになった。

## D. 考察

### 1. 感染源対策の試行

#### A. 小清水町

本年度は、小清水ではキツネ行動範囲の検討からその生息場所として防風林・山林に注目して、林と道路の交点にベイトを散布したが、キツネからのエキノコックス虫卵排出量および糞便内抗原の陽性率ともに減少し、虫卵による環境汚染を軽減する効果が確認された。しかしながら、散布地区におけるエキノコックスの生活環を完全に遮断することはで

きず、低いレベルでの感染が認められ、駆虫薬散布を継続する必要性が示された。今後ベイト散布の累積効果を評価する必要がある。

また、水産廃棄物を利用した駆虫薬入り餌の試作品に対してもキツネが嗜好性を示すことがわかり、水産廃棄物の再利用が可能であることが示された。

## B. 小樽市

テトラサイクリンによりベイト摂取が確認されたキツネの駆虫効果が確認されたが、ベイト摂取率は低く、今後、さらに駆虫効果が上がるように、散布方法や散布回数などについて改善する必要がある。しかしながら本年度の結果は駆虫薬入りベイトの野外散布によりキツネの駆虫が可能であり、都市周辺部での多包虫症の感染源対策における有用性を示唆するものである。また、キツネ個体群の分布をDNA解析から知ることにより、より効率的な散布が可能になると考えられる。

## 2. 札幌市でのエキノコックス感染リスクの評価

本年度の調査ではエキノコックスに感染したエゾヤチネズミは見つかっていないが、エゾヤチネズミ捕獲地周辺ではキツネが出没しており、都市部でエキノコックスの生活環が成立している可能性は高いと思われる。従来より、キツネの感染率が高くてもネズミの感染率が低いことが報告されてきたが、札幌市周辺でエゾヤチネズミが生息していることは、キツネのみならず、ペットへの感染につながる。今後、都市周辺部でのエゾヤチネズミの生息環境評価を行って、リスクマップの作成を行うなど、継続調査が必要である。

## 3. 飼い犬および猫の多包条虫感染状況調査

今年度、犬では約3.2%のエキノコックス陽性率が確認され、室内飼育犬から初めての虫卵陽性例が見つかった。感染機会の少ない室内犬の感染例、および再感染例が確認されたことは、北海道でのペットへの高い感染圧を示すものである。アンケート調査では、市

部よりも郡部での飼育、屋外飼育、放し飼いが犬の抗原陽性率を高めていることが示唆され、ペットの飼育管理と感染予防の重要性を啓蒙する必要がある。

本調査は臨床小動物獣医師を介して行っているため、検査対象には明らかに感染の可能性がきわめて低い集団（都市部のみで室内飼育される小型の愛玩種等）が含まれているため、感染を獲得する可能性が高い屋外飼育グループの実態を反映しているとは考えにくい。つまり、今回の結果は実際の感染率より低い数値と思われる。さらに、人と身近に接するペットの感染は、飼主のみならず、周辺地域の住民もかかわる公衆衛生上の問題であり、感染動物の早期発見とその適切な処置が必要なのは言うまでもない。

## 4. ペット用迅速診断キットの作成

本年度は少数の検体を用いて迅速診断法への適用の可能性を評価したが、今後試薬濃度の最適化、標準化、保存有効性の評価を行う必要がある。また、糞便容器も安全性、使いやすさをさらに改善する必要がある。

## 5. 終宿主のワクチン開発に向けて

齧歯類終宿主モデルにおいて、多包条虫による免疫抑制と宿主のエキノコックスに対する免疫応答の両方の存在が示唆された。多包条虫抗原の解析と多包条虫特異的抗体（特に腸管内IgA）の役割についてさらに検討する必要がある。

## E. 結論

駆虫薬散布によりエキノコックス症の感染源であるキツネからの虫卵排泄量を軽減できることが示された。キツネの生態を加味したベイトの散布方法、散布場所、散布時期、散布期間の選定が効率的な駆虫効果を生むことが示唆された。キツネの駆虫効果は上記以外にも散布地（例えば農村部と都市部）やキツネのベイトへの嗜好性により左右されるので、駆虫薬散布による感染源対策を評価するためには、今後さらに、駆虫薬入りベイトの改良、

散布密度・散布方法などに改善を加えながら実験を継続する必要がある。

今年度の調査では犬7頭が抗原陽性、1頭が虫卵陽性であった。虫卵陽性の1頭は札幌市内の室内飼育犬であり、散歩時に放す程度の感染機会の非常に低い犬の感染例である。これは、札幌市のような都市部でも犬への感染圧が高まっていることを示しているものであり、ペットの飼育管理の重要性が示された。

北海道はほぼ全域がエキノコックス汚染地となり、都市近郊や都市部においてもエキノコックスに感染したキツネが生息している。また人への感染源として、キツネだけでなく、タヌキやペットの犬などにも感染は広がっており、これらの動物に対してどのように対処していくべきなのか、緊急に対策を講じる必要性が確認された。ペット用には即時診断キットの開発に着手したが、このキットの必要性および有用性は非常に高く、エキノコックス終宿主ワクチンの開発と並んで、早期の実用化が望まれる。

#### F. 健康危険情報

(平成14年12月18日付 厚生労働省 健康危機管理調整官宛てに通報)

札幌市内の獣医師が犬の検診時に、糞便中に活発に動く0.2x2~3mmの片節を見つけ

(2002年12月10日頃)、主任研究者所属機関(北海道大学)へエキノコックス検査依頼があった(2002年12月16日受付)。この犬は、札幌市中心部で室内飼いされている6ヵ月齢、雑種、中型犬で、検査の結果、糞便内抗原(測定値の上限を超える強陽性)およびテニア科条虫卵が多数検出された。札幌市の飼い犬からは初めての陽性例である。感染経路については不明であるが、この犬は散歩時に外で落ちているものをよく食べ、過去にネズミを食べたことを飼い主が目撃している。

担当獣医師には2002年12月16日の受付日にテニア科虫卵陽性であることを報告した。飼い主には、担当獣医師を通して犬の拘束と駆虫、駆虫後の再検査、犬の糞便および汚染場所の熱湯または次亜塩素酸による消毒、お

よび飼い主家族全員の血清検査を勧めた。また、関係者へも定期的な血清検査の必要性を説明した。

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

- 神谷正男(2001): 3. 寄生虫性人獣共通感染症 1) エキノコックス症 a) 感染源対策を中心に. 化学療法の領域, 17, 86-94
- Eckert, J., Deplazes, P., Craig, P. S., Gemmell, M. A., Gottstein, B., Heath, D., Jenkins, D. J., Kamiya, M. and Lightowers, M. (2001): Chapter 3 Echinococcosis in animals: clinical aspects, diagnosis and treatment. In: WHO/OIE Manual on Echinococcosis in Humans and Animals: a Public Health Problem of Global Concern, Eds. J. Eckert, M. A. Gemmell, F.-X. Meslin and Z. S. Pawlowski, WHO/OIE, Paris pp. 72-99
- 神谷正男(2002): 動物・ヒト共通感染症の実際 3) エキノコックス症. 感染と抗菌薬, 5: 362-366
- 神谷正男, 巖城隆, 横畑泰志(2002): エキノコックス ~ 宿主の移動とともに広がる病原体. In: 外来種ハンドブック, 日本生態学会編, 村上興正, 鷲谷いづみ 監修, 地人書館, 東京, pp. 224-225
- Nonaka N, Oku Y and Kamiya M (2003): Control and management of parasitic zoonoses maintained in wildlife: A trial of Hokkaido University against echinococcosis. In: Technology innovation and its relations to humanities and social sciences, Eds: Nakamura M and Ki-Jun L, Hokkaido University Press, Sapporo, pp. 93-101
- 奥祐三郎(2002): 北海道における多包条虫の現状, 終宿主診断と感染源対策. 北海道獣医師会雑誌, 46, 1-13
- Tsukada H, Hamazaki K, Ganzorig S, Iwaki T, Konno K, Lagapa JT, Matsuo K, Ono A,

Shimizu M, Sakai H, Morishima Y, Nonaka N, Oku Y and Kamiya M (2002): Potential remedy against *Echinococcus multilocularis* in wild red foxes using baits with anthelmintic distributed around fox breeding dens in Hokkaido, Japan. *Parasitology*, 125: 119-129  
永井加奈子、横畑泰志、巖城隆、神谷正男 (2002): 多包条虫症の疫学的検討のための北海道小清水町における肉食動物3種の糞分析. 富山大学教育学部研究論集、5、91-96  
神谷正男 (2003): エキノコックス症. 化学療法の領域、19: 64-69

## 2 学会発表

安東聡子ら: 札幌市における犬および猫の消化管内寄生虫調査とその駆虫, ジアルジアを中心にして. 第133回日本獣医学会, 平成14年3月, 川崎市  
金井裕太ら: 小樽市のキツネおよびタヌキにおける多包条虫と施毛虫の感染状況. 第133回日本獣医学会, 平成14年3月, 川崎市  
神谷正男ら: エキノコックス生態解析と感染源対策の現状. 第133回日本獣医学会, 平成14年3月, 川崎市  
奥祐三郎ら: エキノコックス症の疫学と予防の試み. 第133回日本獣医学会, 平成14年3月, 川崎市  
神谷正男: エキノコックス生態解析と汚染環境の修復. 第73回日本農学大会, 平成14年4月, 東京都  
神谷正男: 寄生虫・エキノコックス 何とかしなくちゃ! ズーノーシスコントロールシンポジウム, 平成14年8月, 東京都  
金井裕太ら: 小樽市のキツネおよびタヌキにおける多包条虫と施毛虫の感染状況. 第49回日本寄生虫学会北日本支部大会, 平成14年9月, 盛岡市  
加藤尚子ら: エキノコックス (多包条虫) 終宿主モデルの腸管免疫応答. 第49回日本寄生虫学会北日本支部大会, 平成14年9

月, 盛岡市  
野中成晃ら: ペットにおけるエキノコックス感染状況調査 (1997~2002年度の集計). 第49回日本寄生虫学会北日本支部大会, 平成14年9月, 盛岡市  
神谷正男: エキノコックス症. 第2回人と動物の共通感染症研究会, 平成14年11月, 東京都  
奥祐三郎ら: 北海道全域の獣医師から集められた犬猫糞便のエキノコックス検査について. 日本小動物獣医学会平成14年度北海道地区学会, 平成14年9月, 札幌市  
加藤尚子ら: "Mucosal immune responses to adult *Echinococcus multilocularis* infection in the redent alternative definitive host". 2002 ICLAS Regional Scientific Meeting, 平成14年11月, タイ・バンコク  
神谷正男: "Is *Meriones unguiculatus* a rodent that failed to be fox? From the establishment of alternative definitive host to the cleaning up of environment that had been contaminated with *Echinococcus* eggs". 2002 ICLAS Regional Scientific Meeting, 平成14年11月, タイ・バンコク  
神谷正男: 生物災害に備える社会技術の開発へ向けて: エキノコックス (多包条虫) 汚染環境修復を例として. 日本リスク研究学会第15回研究発表会, 平成14年11月, 京都市  
巖城隆ら: 北海道小清水町における多包条虫感染源対策・駆虫薬入りペイト散布方法の改善. 第72回日本寄生虫学会, 平成15年3月, 久留米市  
加藤尚子ら: エキノコックス代替終宿主における腸管免疫応答. 第72回日本寄生虫学会, 平成15年3月, 久留米市  
野中成晃ら: ペットにおけるエキノコックス感染状況調査. 第72回日本寄生虫学会, 平成15年3月, 久留米市  
神谷正男ら: ペットにおけるエキノコックス感染状況調査 (1997~2002年). 第135

回日本獣医学会，平成15年3月，東京都  
野中成晃ら：テニア科条虫類の遺伝子同定法  
開発の試み，第135回日本獣医学会，平  
成15年3月，東京都  
野中成晃ら：ペットにおけるエキノコックス  
感染とその意味，第135回日本獣医学会，  
平成15年3月，東京都  
奥祐三郎ら：北海道におけるエキノコックス  
感染源対策の試み，第135回日本獣医学  
会，平成15年3月，東京都  
神谷正男：多包虫症感染源動物としてのペッ  
トとキツネのリスク把握と対策，第55  
回日本衛生動物学会，平成15年3月，大  
分市

厚生労働科学研究費補助金（新興・再興感染症研究事業）

分担研究報告書

ハエ類等が多包条虫感染に関与する可能性の検討とキタキツネ巣穴周辺土壌および  
ゴルフ場バンカーからの多包条虫虫卵検出の試み

分担研究者 金澤保 産業医科大学医学部・寄生虫学熱帯医学教室

研究要旨：多包条虫の感染経路の一つにハエ類が関与している可能性の検討を行った。すなわち、糞便を摂食するハエ類が多包条虫に感染したキタキツネの糞便を摂食する際に、多包条虫卵がハエに取り込まれ、台所などに進入して食べ物に虫卵を排泄し、それをヒトが食し感染するというルートである。今回はキタキツネの糞便に集まるハエ類を採集して腸管の中にある *Taenia* 科の虫卵を検査したが、虫卵も多包条虫の特異的 DNA も検出されなかった。今回、ハエ類を採集したキタキツネの糞便には全く *Taenia* 科の虫卵が見つからなかったことから、ハエ類は多包条虫症を媒介しないという結論は早計である。

多包条虫の感染源を明らかにする一環として、キタキツネ巣穴周辺の土壌およびゴルフ場のバンカーから虫卵の検出を試みた。その結果、虫卵は全く検出されなかった。

A. 研究目的

北海道での多包条虫症のヒトへの感染は、感染キタキツネの排泄した糞便中の虫卵が埃、食物や飲水に移行して経口的におこると言われているが、それらから虫卵が検出されたという報告は全くない。そこで、我々は Lawson ら(1989)が羊に感染する *Taenia hydatigena* はクロバエ科の成虫が媒介していることを実証したことに着目し、北海道の多包条虫もハエ類がヒトへの感染に関与しているのではないかと考えた。すなわち、多包条虫卵に感染したキタキツネの糞をハエ類が摂食し、そのハエ類が人家の台所に進入して食べ物の上で虫卵を排泄してヒトに感染させるという経路である。また、本来の中間宿主であるエゾヤチネズミもキツネの糞に対しては忌避的に行動するため、糞を直接摂食することは滅多にないと言わ

れていることから、これもキツネの糞を摂食した甲虫などを食べることによって感染するのではないかと考えた。今回の研究では、キツネの糞に集まるハエ類等を採集して、それらの腸管から多包条虫の虫卵および多包条虫特異 DNA を検出することを目的に研究を進めた。

また、昨年度に続き、経口的に感染する多包条虫症の感染源を明らかにするために、流行地のキタキツネ巣穴周辺の土壌とゴルフ場バンカーの多包条虫卵汚染状況を調査することを目的とした。

B. 研究方法

ハエ類等が多包条虫感染に関与する可能性の検討

1. キツネの糞に集まるハエ類等の採集

ハエ類の採集は、平成 14 年 7 月末に斜

里郡清里町および同 9 月中旬に羊蹄山の麓の真狩、京極村で行った。採集は必ずキツネの糞にとまったハエ類に限った。採集後は本症の感染を防ぐため虫卵検出処理前に予め-80℃で 1 ヶ月間ディープフリーザーに保存し、殺卵した。

## 2. 糞便中の *Taenia* 科の虫卵の検査

ハエ類を採集した糞便は研究室へ持ち帰り、熱処理を加えて殺卵後、飽和ショ糖液を用いた浮遊法で虫卵検査を行った。

## 3. ハエ類等からの多包条虫虫卵の検出

解凍したハエ類は種を検索した後、磷酸緩衝液に入れ、20G の注射針で解剖して中腸と後腸を取りだした。その後、腸管をスライドグラス上で細切して直説法で鏡検した。今回は内容物が少なかったため集卵法は用いなかった。鏡検後、資料は磷酸緩衝液に戻し、PCR 用の試料とした。

## 4. PCR 法による多包条虫特異バンドの検出

ハエ類の腸管は微小で全ての腸管を取り出せるわけではない。また、腸管を細切しても腸管の組織や内容物の陰に入って見逃してしまう可能性もある。そこで PCR 法によって多包条虫固有の DNA を検出を試みた。

今回、多包条虫固有の DNA 検出は Bretagne ら(1993)の方法を基に行った。虫卵検出後、ホモジナイズし三光純薬製のセパジーンで DNA を抽出した。PCR はセンスプライマーには 5'GTGAGGCGATGTGTGGTGATGGAGA 3'、アンチセンスプライマーには

5'GAAGGCAAGTGGTCAGGGGCAGTAG 3'を用いた。PCR の温度変化は 94℃1 分、65℃1 分、65℃1 分を 40 サイクル行った。原法ではアニーリング温度が 62℃であったが非特異バンドが出たため、温度を 65℃に上げたところ消えたので、その温度で実施した。また、多包条虫虫体(成虫+虫卵)の DNA 抽出を行ったところホモジナイズしていない虫体では全く DNA が検出されなかったことから、ハエ類からの DNA 抽出にあたっては念入りにホモジナイズすることにした。

## キタキツネ巣穴周辺土壌およびゴルフ場バンカーからの多包条虫虫卵検出の試み

### 1. 土壌(砂も含む)からの虫卵検出法

土壌の採取は大型スプーンで一カ所あたり 30~50g の試料を採取した。採取した試料は本症感染防止のため、予め-80℃で 1 ヶ月間ディープフリーザーに保存し、殺卵しておいた。また、試料については単位あたりの虫卵数(EPG)を算出するために、処理をする前に重量を測定した。検査方法は基本的に飽和硫酸亜鉛水溶液(比重 1.49)による浮遊法で行い、より検出しやすいようにメッシュ法と併用した。鏡検に際してはフィルター法で用いた 14 ミクロンのメンブレンフィルターをスライドグラスの上に載せ、エオジン希釈液で染色した。

### 2. 検出材料の採取場所

キタキツネ巣穴周辺の土壌の採取地域は平成 14 年 7 月、北海道小清水町で 4 カ所、ゴルフ場のバンカーの砂は網走市で 3 カ所である。

## C. 研究結果

### ハエ類等が多包条虫感染に関与する可能性の検討

ハエ類は暖かく日光がさす時の方が活発で糞にも良く誘因される。採集を温暖な 7 月末と 9 月中旬に定めて行ったが、両採集日も低温で、しかも新鮮なキツネの糞が少なかったためハエ類の採集数は極めて少なかった (表 1,2)。

今回採集されたハエ類の殆どは動物の糞に誘引されて糞を摂食する種類であった。唯一羊蹄山の麓で採集されたヤドリバエ科のハエは寄生性で、糞には偶然来たものと思われる。ハエ類を分類する際、表 1,2 に示したようにイエバエの大きさを基準に大、中、小型種に分けた。Lawson ら(1989)が報告している *Taenia hydatigena* を媒介するクロバエ類は確認されなかったが、同じような大型種で糞を摂食するニクバエ類やキンバエ類は採集された (写真 1-左)。また、ハエ類以外にも清里町ではセンチコガネと新鮮なキツネの糞を割ってみるとミミズ (写真 1-右; 種は不明) が集まり、糞を摂食していた。羊蹄山の麓ではマルエンマコガネが採集された。

多包条虫虫卵 (*Taenia* 科虫卵) 検出のためのハエ類の解剖は多量に糞を摂食し、人家の中に入って食物に摂食する可能性の高い大型および中型種に限った。その結果、いずれのハエ類、甲虫、ミミズからも *Taenia* 科の虫卵は検出されなかった。ただし、清里町で採集されたルリキンバエの 1 匹から極めて *Taenia* 族の虫卵に似たものが 13 個検出された (写真 2-左)。しかし、多包条虫卵 (写真 2-右) と比較すると幼虫被殻に当たる部分が薄く、内部のオン

コスフェアに相当する部分も膨化して境界不明瞭であることから、形態的には異なるものであることが推定された。また、甲虫やミミズの消化管には黒いキツネの糞と思われるもので満たされていたことから、糞を多量に摂食していたものと推定された。

顕微鏡での虫卵検査だけでは見落としの危険があるため、PCR 法で多包条虫特異 DNA の検出を試みた。本法 (1993) は虫卵だけではなく成虫の検出も可能で、4g の糞便に 1 個の多包条虫卵を入れただけでも検出可能である。したがって、大型でも 1~2g のハエでは 1 個の多包条虫卵が入っていれば確実に検出することが出来る。実際、北九州産のイエバエに 2 個の多包条虫卵を入れた場合でも 337bp に特異バンドを検出することができた (図 1-A)。しかも、単包条虫 (*E. granulosus*)、*Taenia crassiceps*、ネコ条虫 (*Cysticercus fasciolaris*)、無鉤条虫 (*Taenia saginata*) には全く反応しないので的確に多包条虫特異 DNA を検出することが出来る。しかし、今回の結果では PCR を行ったハエ類からは特異 DNA を全く検出することは出来なかった。図 1-F に示したように鏡見によって *Taenia* 科の虫卵に似たものが検出されたルリキンバエの 1 例からも特異バンドが検出されなかったことから、多包条虫卵であることは完全に否定された。

### キタキツネ巣穴周辺土壌およびゴルフ場バンカーからの多包条虫虫卵検出の試み

昨年に続き、表 3 に示したように小清水町のキタキツネ巣穴周辺の土壌からは多包条虫卵は全く検出されなかった。

ゴルフ場のバンカーの砂はキタキツネの



格好のトイレになっているということから、網走市内の山間部に囲まれたゴルフ場のバンカーの砂を採取したが、これからも多包条虫の虫卵は検出されなかった。

#### D. 考察

##### ハエ類等が多包条虫感染に関与する可能性の検討

今回、キタキツネの糞に誘引されそれを摂食したと思われるハエ類や甲虫、ミミズからは *Taenia* 科の虫卵およびその特異 DNA が全く検出されなかった、しかし、このことから単純にハエ類は多包条虫症を媒介しないという結論は導き出せない。その理由として、今回採集したハエ類、甲虫、ミミズがいたキツネの糞からは *Taenia* 科の虫卵が検出されなかったことが第一に上げられる(表 1,2)。また、Lawson ら(1985, 1990)の報告によるとクロバエ類が、多包条虫卵と形態、大きさが極めて似ている *Taenia hydatigena* の虫卵を、1 匹のハエが最高 5000 個以上摂食して 24 時間以内に効率よく排泄し、しかも感染力を保持していることを報告している。さらに、我々が現在継続中のネコ条虫卵が入った糞便をセンチコガネに摂食させる実験では 5 例中 2 例から虫卵が検出された(未発表)。従って、もし多包条虫に感染したキタキツネの糞便を摂食したハエ類等を採集できれば、それらの腸管から虫卵を検出できる可能性は十分考えられる。

##### キタキツネ巣穴周辺土壌およびゴルフ場バンカーからの多包条虫虫卵検出の試み

土壌から全く多包条虫が検出されなかったが、その理由の一つとして小清水地域は

多包条虫対策プロジェクトが行われていることが上げられる(Tsukada, H.ら;2002)。1998 年度からプラジカンテル加ベートを小清水一帯に緻密にまいているために、キタキツネの多包条虫感染率は実に数%に落ちていることから、土壌採取地域のキタキツネは感染していなかったことが推定される。また、一カ所あたりの土壌採取量は 30~50 g と微量であることも検出効率を悪くしているものと考えられる。

また、試料を採取したゴルフ場は高いフェンスで周囲が被われ、キタキツネの糞も見つからなかったことから、ゴルフ場自ら多包条虫に対する対策を行っているものと思われた。

今回の調査は元々、多包条虫卵のないところから土壌を採取していたという反省がある。今後は感染率の高い地域のキタキツネ巣穴周辺の土壌を検査する必要がある。

#### E. 結論

今回の採集調査によって、キタキツネの糞に誘引されて摂食するハエ類の種が特定できたが、それらから *Taenia* 族の虫卵およびその特異 DNA は検出されなかった。今後は多包条虫に感染したキタキツネの糞をハエ類に摂食させ、虫卵の取り込みと排泄された虫卵の感染力を調べる必要があるものと思われる。

#### 参考文献

- 1) Lawson, J.R. Gemmell, M. A. (1985).  
The potential role of blowflies in the transmission of taeniid tapeworm eggs. *Parasitology* 91, 129-143.
- 2) Lawson, J.R. Gemmell, M. A. (1990).

Transmission of taeniid tapeworm eggs via blowflies to intermediate hosts. *Parasitology* 100, 143-146.

- 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.

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表   なし
2. 学会発表

- 1) 堀尾政博、金澤保、小林文夫、巖城隆、

奥祐三郎、神谷正男、二瓶直子、林利彦 (2003) : ハエ類が多包条虫感染に関与する可能性の検討。 第 72 回日本寄生虫学会、3 月 29 日久留米。

H. 知的所有権の取得状況

- 1) 特許取得       なし
- 2) 実用新案特許   なし
- 3) その他       なし

研究班構成

分担研究者： 金澤 保

研究協力者： 堀尾政

表1. 北海道清里町でのハエ類の採集成績と多包条虫虫卵の有無

学名	和名	採集数	ハエ類の 大きさ	Taenia科虫卵 の有無	PCR	ハエ類を採集した糞便の Taenia科虫卵の有無
<i>Helicophagella melanultra</i>	シリグロニクバエ	3	大	-	-	-
<i>Parasarcophaga similis</i>	ナミニクバエ	6	大	-	-	-
<i>Lucilia caesar</i>	キンバエ	3	大	-	-	-
<i>Protopahormia terraenovae</i>	ルリキンバエ	3	大	- (注1)	-	-
<i>Anthomyiida</i> sp.	ハナバエ科の一種	23	中	-	-	-
<i>Rivellia</i> sp.	ヒロクチバエ科の一種	1	中	-	-	-
<i>Rainieria latifrons</i>	マエジロアシナガヤセバエ	1	中	-	-	-
<i>Sepsis latiforceps</i>	ヒトテンツヤホソバエ	18	小	-	-	-
<i>Geotrupes laevistriatus</i>	センチコガネ	5		-		
	ミミズ	6		-		

注1: 多包条虫卵に似た虫卵様物 (写真2左参照)

表2. 北海道羊蹄山山麓の真狩、京極村でのハエ類の採集成績と多包条虫虫卵の有無

学名	和名	採集数	ハエ類の 大きさ	Taenia科虫卵 の有無	PCR	ハエ類を採集した糞便の Taenia科虫卵の有無
<i>Parasarcophaga</i> sp.	ニクバエ科の一種	1	大	-	-	-
<i>Suillia</i> sp.	トゲハネバエ科の一種	1	大	-	-	-
<i>Muscina stabulans</i>	オオイエバエ	3	中	-	-	-
<i>Lucilia sericata</i>	ヒロズキンバエ	1	中	-	-	-
<i>Trigonospila</i> sp.	ヤドリバエ科の一種	1	中	-	-	-
<i>Euprosopia</i> sp.	ヒロクチバエ科の一種	3	中	-	-	-
<i>Anthomyiida</i> sp.	ハナバエ科の一種	15	小	-	-	-
<i>Spelobia luteilabris</i>	ヒメフンコバエ	3	小	-	-	-
<i>Paralimosina japonica</i>	モリフンコバエ	13	小	-	-	-
<i>Paralimosina prominens</i>	和名なし	3	小	-	-	-
<i>Terrilimosina nana</i>	コガタカドマルフンコバエ	2	小	-	-	-
<i>Onthophagus viduus</i>	マルエンマコガネ			-		-

表3 北海道小清水町のキタキツネ巣穴周辺の土壌と、網走市内のゴルフ場バンカーの砂からの多包条虫卵検出の結果

番号	採取地域	採取場所	土壌量(g)	検出虫卵数
D-01-I-1	斜里郡小清水町	キツネの巣穴周辺	50	0
D-98-M-3	"	"	43	0
DT-5	"	"	32	0
DT-20	"	"	38	0
ゴルフ場-1	網走市	バンカー	30	0
ゴルフ場-2	"	バンカー	30	0
ゴルフ場-3	"	バンカー	30	0

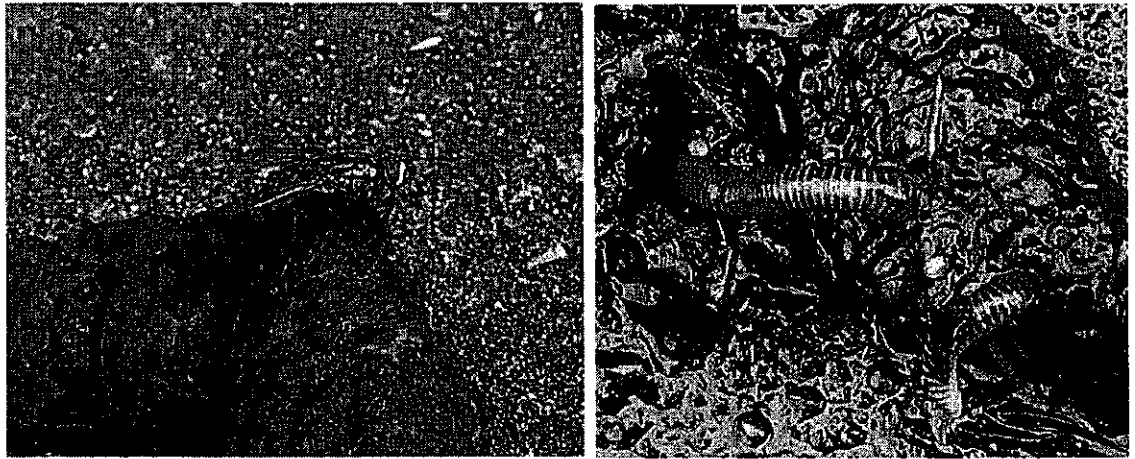


写真1. 左：キタキツネの糞便を摂食しているニクバエの一種  
 右：キタキツネの糞便を割ったところミミズが糞便を摂食していた

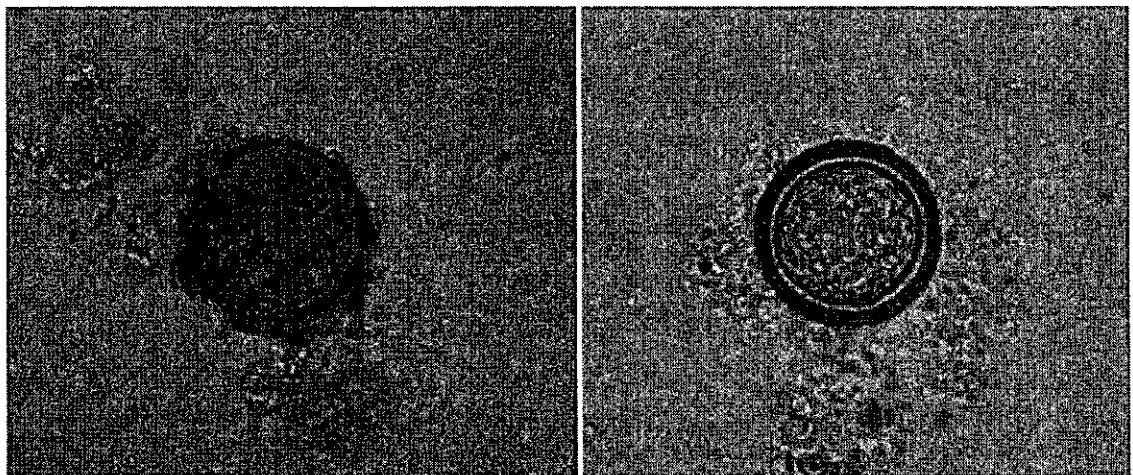


写真2. 左：斜里郡清里のルリキンバエの腸管から検出された多包条虫虫卵に似た虫卵様物  
 右：多包条虫の成虫から取りだした虫卵