

厚生労働科学研究費補助金

新興・再興感染症研究事業

動物由来寄生虫症の流行地拡大防止対策に関する研究

平成 15 年度 総括・分担研究報告書

主任研究者 神谷正男

平成 16 (2004) 年 3 月

目 次

I. 総括研究報告書

動物由来寄生虫症の流行地拡大防止対策に関する研究 -----	1
--------------------------------	---

神谷正男

II. 分担研究報告書

エキノコックス症の監視体制の強化と感染源対策，キツネにおけるトリヒナ（旋毛虫） 流行状況調査およびペットにおける人獣共通寄生虫の流行状況調査 -----	14
---	----

神谷正男

アライグマ回虫症ならびにエキノコックス症の実態調査 -----	25
---------------------------------	----

川中正憲

感染源対策によりもたらされるリスク削減便益の経済評価 -----	33
----------------------------------	----

嘉田良平

参考資料 エキノコックス対策に関するアンケート -----	44
-------------------------------	----

エキノコックス診断法：インハウスキットの開発 -----	56
------------------------------	----

高倉彰

III. 研究成果の刊行に関する一覧表 -----	57
---------------------------	----

IV. 研究成果の刊行物・別刷 -----	59
-----------------------	----

動物由来寄生虫症の流行地拡大防止対策に関する研究

主任研究者 神谷正男 北海道大学大学院獣医学研究科教授

研究要旨：本年度は以下の人獣共通寄生虫に関して研究を実施した。

【エキノコックス（多包条虫）】都市周辺部におけるエキノコックス症の感染源対策の試みとして、小樽市（小樽市郊外の110km²）において駆虫薬（プラジカンテル）入りベイト（餌）の野外散布を5-11月まで毎月1回行った。その結果、ベイト散布開始後に捕獲されたキツネおよびタヌキにおけるエキノコックス感染率はベイト散布前と比べて有意に減少し、都市周辺部での感染源対策の有用性が示された。

札幌市周辺では、キツネの営巣地6ヵ所中5ヵ所から感染キツネ（キツネ18頭中6頭）または糞便内抗原および虫卵陽性糞便が見つかった。営巣地周辺では好適な中間宿主であるエンヤチネズミがみつき、エキノコックスが都市周辺部に定着していることが示唆された。

また、宿主生態モデルを実装したエキノコックス伝播数理モデルを開発し、感染源対策に対するシミュレーションを実行できるようにした。

ペットについては、北海道内の飼い犬および猫それぞれ1,140頭中6頭および107頭中3頭が糞便内抗原陽性を示し、うち犬3頭はエキノコックス虫卵を排泄していた。本州のペットについては、犬299頭および猫97頭を検査したが、エキノコックスの感染は検出されなかった。また、北海道からの移動犬の多包虫感染調査を開始すると共に、青森県におけるエキノコックス監視体制構築のための方策について研究した。

これらと平行して、現在エキノコックス終宿主診断法として用いられている糞便内抗原検出法の迅速（インハウス）診断キット化を試みた。また、現行法の補足診断法として虫卵DNAの利用によるテニア科条虫種の同定法を検討し、COI領域のエキノコックス特異プライマーE.mSP1-A&Bを構築した。さらに、適当な制限酵素を用いたCOI領域のPCR-RFLPにより、テニア科条虫種の同定が可能となった。

人のエキノコックス症の実態調査の為に必要な血清診断法について検討を行い、ウエスタンブロット法によるフランス製市販キットの有用性を確かめた。

さらに、エキノコックス関連リスクの効果的・効率的な管理のあり方についての検討を深めるため、道内4市町を対象に、エキノコックス対策に関するアンケート調査を実施し、地域住民の認識や選好の把握を試みた。

【トリヒナ（旋毛虫）】北海道各地（函館、音更、釧路、網走、栗山）から集められたキツネ18頭について調査したところ、4頭からトリヒナ幼虫が検出され、トリヒナが北海道全域に分布している可能性が示唆された。

【アライグマ回虫】アライグマ回虫感染について実態調査を行ったところ、野生アライグマからは感染個体が見つからなかったが、7つの動物園・観光施設で感染個体が認められた。調査中野生アライグマからタヌキ回虫卵が見出され、PCRによる鑑別法を開発した。

【ペットの人獣共通寄生虫】北海道および関東地方において飼い犬（1,419頭）および飼い猫（203頭）の消化管内寄生虫流行状況を調査したところ、犬の4.6%、猫の6.9%で何らかの寄生虫感染が認められ、特に人獣共通寄生虫として重要な回虫は犬で0.9%、猫で6.4%の感染が検出された。

分担研究者

川中正憲 国立感染症研究所寄生動物部
第二室長

嘉田良平 農林水産省農林水産政策研究所

高倉 彰 (財) 実験動物中央研究所室

【エキノコックス (多包条虫)】

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40%前後を推移しているほか、飼い犬からの感染例が報告されている。また、本州においても豚や北海道からの転出犬からエキノコックスに感染した個体が見つかり、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、ペット移動時の対策および本州での監視体制の強化が必要である。

本研究では、エキノコックス症の流行地拡大防止対策のため、感染源対策および監視体制の強化・確立を目的として、多方面からの研究を行った。

B. 研究方法

1. 感染源対策の試行

小樽市において、キツネを対象とした駆虫薬 (プラジカンテル) 入り餌 (ベイト) 散布による感染源対策を行った。ベイトは、魚のすり身とフィッシュミールを材料とした蒲鉾様のものを用い、雪解けから積雪までの5-11月に毎月1回散布した。散布地域は小樽市中西部の市街地辺縁部と農業地区を含む約110 km²で、ベイトは道路沿いに50mに1個の割合で自動車から散布した (散布密度: 平均30個/km²)。

効果の判定には、北海道猟友会の協力で有害鳥獣駆除で捕殺されたキツネおよびタヌキを検体としてもらい受け、直腸便の糞便内抗原検査および虫卵検査を行った。また、散布終了後の11月に散布地域とその周辺の非散

布地域においてキツネ糞便の採集を行い、採取した糞便について糞便内抗原検査、虫卵検査を行った。

2. 札幌市でのエキノコックス感染リスクの評価

都市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、札幌市北東部およびその周辺において北海道猟友会の協力によりエキノコックスの媒介動物調査を行った。まず、キツネの活動の拠点としての営巣地の位置を特定し、エキノコックスの流行状況を知るためにキツネの捕獲・剖検を行なった。また、これらのキツネの生息地においてキツネの糞便を採集し、エキノコックス糞便内抗原検査と虫卵検査を行なった。営巣地の周辺における野ネズミ類 (特にエゾヤチネズミ) の分布を調べ、エキノコックス感染状況を調査した。

3. エキノコックス伝播数理モデルの開発

これまでに開発したエキノコックス流行モデルについて、野ネズミ個体群密度及び積雪深に依存するキツネの野ネズミ日捕食数を表す食性関数、および環境中に排出された虫卵の感染能維持期間を考慮した虫卵活性度の概念を導入しその精密化を行った。

このモデルについて、北海道で実施された事項に基づきコントロール対策として、キツネの駆除およびキツネの駆虫の2つの効果を組み込んだ。

次に、シミュレーション実行のため、対象地域、キツネ当初密度、キツネ密度の年次変動、シミュレーション期間、キツネ個体群カバー割合、プラジカンテル有効率、散布方法の条件入力を行って解析した。また、環境中の感染活性のある虫卵量を指標として、地域、季節別の人に対する感染危険度を計算した。

4. 飼い犬および猫のエキノコックス感染状況調査

飼い犬および猫のエキノコックス感染状況を検討するため、北海道では本年度4月1日

から3月1日までに飼い犬および猫それぞれ1,140および107頭について、虫卵検査（蔗糖浮遊法）および糞便内抗原検出法による調査を行った。また、本州については、埼玉県、東京都、千葉県、群馬県などを中心に犬（299頭）および猫（97頭）のエキノコックス検査を実施した。

また、フェリー会社を始めとする輸送機関の協力を得て、飼い主へのアンケート調査を実施すると共に、飼い主が北海道外へ移動した後に、移動犬の糞便を用いて虫卵検査と糞便内抗原検査を実施した。

さらに、これまでに豚の感染が報告されている青森県において、青森県猟友会の協力を得て猟犬およびキツネの糞便の調査を行った。

5. 終宿主診断法の開発と改善

現行の糞便内抗原検出法（サンドイッチ・エライザ法）に使用されている診断用モノクローナル抗体 EmA9 を利用して、イムノクロマト法によるインハウス診断キットの開発を行った。さらに、現行のエキノコックス終宿主診断の補足診断法として、虫卵 DNA の利用によるテニア科条虫種の同定法を検討した。

6. 人診断法の検討

人患者血清 80 検体を用いてフランス製市販診断キット（高感度イムノプロットアクセイキット（FWB））を評価した。

7. 感染源対策によりもたらされるリスク削減便益の経済評価

地域特性やベイト剤散布の実績等を勘案し、札幌市（中央区・北区）、小樽市、富良野市、小清水町の4市町を対象地域に選定し、各600通（計2,400通）のアンケート票を郵送した。調査対象者は、各市区町の選挙人名簿から、無作為抽出によって標本の抽出を行った。ベイト剤の散布によりもたらされるリスク削減便益の計測には、CVM（Contingent Valuation Method：仮想評価法）を用いた。ここでは、二段階二肢方式の質問方式を採用し、感染源対策（ベイト剤散布）によりもたらされるエ

キノコックス感染リスクの削減に対する地域住民の支払意思額（Willingness to Pay：以下、WTP）を尋ねた。また、WTPを推定するための計測モデルとしては、寺脇（2002）を参考に、間接効用アプローチによるパラメトリック推定法を採用した。

C. 研究結果

1. 感染源対策の試行

ベイト散布開始後に捕獲されたキツネ84頭のうち、15頭（18%）が糞便内抗原陽性であり、そのうち3頭（4%）からテニア科条虫卵が検出された。またタヌキ49頭のうち、2頭（4%）が糞便内抗原陽性で、テニア科条虫卵は検出されなかった。糞便内抗原陽性率、虫卵陽性率ともに、散布前の1999年と2000年に比べ有意に低い値であった。散布終了後に散布地域で採取した18個のキツネ糞便のうち3個（17%）が抗原陽性で、テニア科条虫卵は検出されなかった。周辺の非散布地域で採取した29個のうち7個（24%）が抗原陽性で、そのうち1個（4%）からテニア科条虫卵が検出された。散布地域と非散布地域とで陽性率に差は認められなかった。

2. 札幌市でのエキノコックス感染リスクの評価

2003年5月から9月まで、札幌市北東部（北区、東区）およびその周辺（江別市、当別町）において捕獲された25頭のキツネを剖検した。これらは捕獲場所から9グループに分けられた。当別の畑、川岸の荒地、および山間地では3グループ、7頭捕獲されたが、感染ギツネは発見されなかった。札幌市北東部と江別市では6グループ、18頭が捕獲された。このうち4グループ、6頭（感染率33%）から感染ギツネが発見された。キツネの営巣地周辺でキツネの糞便（15個）を採集し、糞便内抗原および虫卵陽性糞便（2個）が見つかった。このうちの1個の陽性糞便は剖検で感染ギツネがみつからなかったグループの活動地域で発見された。キツネ営巣地周辺にお

いてエゾヤチネズミの生息調査を行ない、16匹が捕獲されたが、多包虫に感染したエゾヤチネズミは発見されなかった。これにより札幌北東部で、エキノコックス感染ギツネとエゾヤチネズミの生息が確認され、エキノコックスがこの地域内で定着していることが示唆された。

3. エキノコックス伝播数理モデルの開発

エキノコックス伝播数理モデルを中心とする宿主生態モデルを実装したプログラムを開発し、ダイアログ上から各種条件設定を行い、エキノコックス・コントロール・プロジェクトに対するシミュレーションを実行できるようにした。

4. 飼い犬および猫のエキノコックス感染状況調査

北海道内の飼い犬および猫それぞれ1,140および107頭のうち、糞便内抗原陽性を示す犬および猫がそれぞれ6頭および3頭確認された。うち犬3頭は虫卵DNAの検査によってエキノコックス虫卵を排泄していることが確認された。本州のペットについては、検査した犬299頭および猫97頭のいずれからもエキノコックスの感染は検出されなかった。

北海道よりの移動犬の調査に関しては、航空各社、フェリー各社などとの交渉を進めた結果、フェリー各社の協力が得られ、2003年9月より北海道からフェリーで道外へ移動する畜犬の調査を開始した。3月1日現在で約60件90頭の申し込みがあり、現在結果を集計中である。

青森県での調査では、3月1日現在で猟犬の糞便100個およびキツネ糞便38個について現在検査を実施中である。

5. 終宿主診断法の開発と改善

約20分で目視判定可能な診断キットを施策した。現行のサンドイッチ・エライザ法と比較した結果、感度93.3%、特異性95.4%および一致率94.6%が得られた。

虫卵DNAの利用による診断法開発のため、

エキノコックス属3種およびテニア属7種、合計39系統または分離株の虫体を用いてCOI領域について検討したところ、多包条虫特異プライマーE.mSP1-A&Bを構築した。また、適当な制限酵素を用いたCOI領域のPCR-RFLPにより、猫条虫(*Eag I*, *Xho I*)、胞状条虫(*SexA I*)、肥頭条虫(*Sfc I*)、豆状条虫(*Nsi I*)、羊条虫(*Msi I*)および多包条虫以外の包条虫3種(*EcoR I*, *Hph I*)が同定できる可能性が示された。

6. 人診断法の検討

使用した80血清に対する市販キットFWBによる結果と北海道衛生研究所が現在行っているウエスタンブロット法(HWB)の結果とを比較したところ、HWBで完全型と判定された血清のすべてはFWBでP3パターンとなり、高力価抗体血清を示唆する結果となった。反対に、HWBで不完全型あるいは疑陽性と判定された血清のほとんどはP4あるいはP5のような他のパターンとなり、低力価抗体血清を示唆する結果となった。

7. 感染源対策によりもたらされるリスク削減便益の経済評価

北海道内4市町を対象に、エキノコックス対策に関するアンケート調査を実施し、地域住民の認識や選好の把握を試みたところ、富良野町、小清水町において、エキノコックス症感染に対する不安を感じる回答者の割合が高いことがわかった。また、感染源対策(ベイト剤散布)によりもたらされるリスク削減に対するWTPを計測した結果、1世帯あたりの年間WTPは、中央値で2,000~3,000円、平均値で2,500~4,500円の範囲にあることがわかった。

D. 考察

1. 感染源対策の試行

散布前の1999年、2000年の調査では60%程度のキツネの多包条虫感染率が認められたが、今回のベイト散布後の調査では20%程度の陽性率であった。このことから、都市周

辺部においてもベイト散布によってキツネのエキノコックス感染率を低く抑えることができることが推測される。さらなる駆虫効果を得るため、次年度も散布を継続し、キツネが出現しそうな場所に重点的に散布するなど散布方法を改善する必要がある。

2. 札幌市でのエキノコックス感染リスクの評価

本年度調査を行なった札幌市の東北部においてエキノコックスが定着していることが示唆されたが、調査地域は地理的に隣接した地域から河川によって隔離されており、キツネの行動範囲はこの地域内に制限されていると考えられる。したがって、札幌市北東部は駆虫薬入りのベイト散布を試行するには好条件が整っており、効率的にキツネのエキノコックス感染率を低下させることができると考えられた。

3. エキノコックス伝播数理モデルの開発

i) キツネ個体群密度が下がると野ネズミ感染率の減少をもたらす、幾分かキツネ個体群の流行率が減少するが顕著なものではない。駆除を中止すると個体群密度は回復し流行率も復する。

ii) 効率的なベイト散布法を調べるため、1ヶ月ごと4年間のベイト散布後、3ヶ月間隔、6ヶ月間隔の追加ベイト散布についてシミュレーションを行った。2年目にはあまり差異が生じないが、3年目以降では、3ヶ月間隔の散布が流行の回復速度を低下させるのに有意であった。

iii) シミュレーションに基づくベイト散布によるキツネ個体群エキノコックス流行率の推移は、北海道大・獣医学・寄生虫教室のフィールド実験の結果と同じ傾向を示した。

iv) エキノコックス流行状況をより深くシミュレートするため今後、Stochasticモデルへの発展を準備している。

以上をまとめると、シミュレーションの結果ではキツネ駆除によるエキノコックス流行率の減少は僅かであった。しかしながら、ベ

イト散布を1ヵ月ごと1年間(カバー率30%)で行うと散布終了時点では、著しい流行率の低下が見られ、このとき、住民に対する感染危険度(Hazard Index)も当初の数%程度に減少することが示された。

4. 飼い犬および猫のエキノコックス感染状況調査

今年度、北海道内の犬では約0.5%(1,140中6頭が糞便内抗原陽性)のエキノコックス陽性率が確認され、糞便内抗原陽性犬のうち3頭がエキノコックス虫卵を排泄しており、北海道でのペットへの高い感染圧を示す結果となった。これらの感染犬はいずれも野外飼育もしくは散歩時にネズミなどに興味を示していた犬であり、ペットの感染予防における飼育管理の重要性が示された。

本調査では本州から感染したペットは見つからなかった。しかし、過去において感染犬が北海道から本州へ移動した事例があること、さらに、ムツゴロウ動物王国の北海道から東京への移転に関して当事者間でエキノコックス問題が取り上げられていることなど、国民の関心は非常に高まっており、現在実施中の北海道からの移動犬および青森での調査と合わせて、今後も継続調査の必要がある。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ことは言うまでもない。

5. 終宿主診断法の開発と改善

終宿主診断用インハウスキットの開発は短時間で診断できるため、感染動物に対して現場での対応が可能となり、その実用性は非常に高い。本年度試作したキットは従来法に比べ、若干感度・特異性が劣るが、基本的なシステムはほぼ確立できたと考えられ、実用化のための改善を引き続き行う予定である。

虫卵DNAを利用した診断法は、寄生虫種の同定が可能で確定診断法として用いることができる。しかしながら、本診断法は虫卵を排泄している動物にのみ適用できるもので、寄

生虫体が未熟で虫卵排泄前の動物の診断には適用できない。現行の糞便内抗原検出法は虫卵排泄前の動物の診断が可能であり、これら診断法を組み合わせた診断システムが実際的であると考えられる。

6. 人診断法の検討

感度について、陽性例の血清のみで比較するとFWBの感度の方が高かった。北海道では、エキノコックス症のためのELISAによる一次住民検診（マスキング）が1982年から実施されている。この検診で要観察者となったが超音波検査により陰性と判定された住民の血清（HWB-不完全型陽性血清）について、フランス製キットで検査した場合、これらの血清はP4とP5パターンに分類されることが判明した。

7. 感染源対策によりもたらされるリスク削減便益の経済評価

感染源対策（ベイト剤散布）の本格実施に要する費用の推定や、感染源対策と血清検査や啓蒙活動等との組合せによる総合的な対策方法、また、エキノコックス関連リスクについて、ステイクホルダー間でのリスクコミュニケーションをより適切に行うための体制等についての検討を進めることが今後必要となるであろう。

E. 結論

北海道はほぼ全域がエキノコックス汚染地となり、今回の札幌市北東部の調査でも明らかとなったように、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。感染したキツネの生息地とヒトの生活圏が重なることにより、犬への感染圧が高まっており、今年度の調査では犬6頭が抗原陽性、うち3頭がエキノコックスの虫卵を排泄していた。ペットの感染予防と飼育管理の重要性が示された。ペットの感染は飼い主やその家族のみならず周辺住民への感染の可能性を示すものである。現在は、担当獣医師から北海道小動物獣医師会および所轄保健所

に連絡が行き、ペットの駆虫および飼い主の検査について担当獣医師と保健所が指導するという体制が整いつつあるが、今後、法整備も含めて、エキノコックスの虫卵を排泄するペットが確認された場合、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がある。

また、ペットの感染はペットの移動によるエキノコックスの拡散の可能性を示すものでもある。本研究では、エキノコックスの本州拡散の監視体制を強化する目的で、現行診断法（糞便内抗原検出と虫卵検査）の補足となる虫卵DNAを利用した診断法の開発を行った。北海道外のペットの調査ではエキノコックス感染個体は確認されなかったが、北海道から転出するペットに対してエキノコックスの検査・駆虫を義務づける法整備やエキノコックスの本州侵入を早期に察知し定着前に防除するような行政レベルでの監視体制の構築も必要となってくるであろう。

エキノコックスの本州拡散を阻止するには北海道のエキノコックスを鎮圧することが重要である。今回小樽で行った試行実験でも示されたように、キツネへの駆虫薬散布によるエキノコックス症感染源対策によりキツネの感染率および虫卵排泄量を軽減できることがわかってきている。しかしながら、さらに効率的な駆虫効果を生むためには、キツネの生態を加味したベイトの散布方法、散布密度、散布場所、散布時期、散布期間の選定を行う必要がある。今回開発したエキノコックス伝播数理モデルはこれらの条件設定の一助となるであろう。さらに、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も視野に入れて実験を継続する必要がある。

エキノコックス症は、農産物経路による感染の危険性もあり、対処の仕方如何によっては北海道にとって特に重要とされる農業や観光業など、関連産業への経済的損失が発生す

ることも十分に予想される。エキノコックス症感染源対策を実施するためには、対策方法の確立はもとより、感染源対策によりもたらされるリスク削減便益の経済評価およびリスクコミュニケーションを通じた地域住民の理解と対策実施のための経済基盤が今後必要となって来るであろう。

人の血清検査においても、最近市販された診断キット (FWB) を使用することにより、従来の HWB で判定が苦慮される疑陽性例について血清学的に判定を容易にするなどの有用性が示唆され、人の血清診断法の改善が期待される。

【トリヒナ (旋毛虫)】

A. 研究目的

人のトリヒナ (旋毛虫) 感染については、過去日本でも 3 回の集団発生の記録があり、いずれも野生動物の肉を食べたことに起因する。北海道ではクマ肉に起因する集団発生が報告されているが、その後の調査でクマやキツネなどの野生動物からトリヒナは検出されてこなかった。しかしながら、1999 年から我々が小樽で行っている調査では、10% 以上のキツネからトリヒナが検出されている。過去においてトリヒナが検出されなかった原因として、検査法の不備も考えられるが、キツネにおけるトリヒナの流行状況に変化が生じたのかもしれない。そこで本研究では、北海道各地からキツネ材料を入手し、トリヒナの流行状況を調査した。

B. 研究方法

北海道各地 (函館, 音更, 釧路, 網走, 栗山) の猟友会から提供してもらったキツネ 18 頭を検体とした。キツネの大腿の筋肉 20g を採取し、人工消化法によりトリヒナ幼虫を検査した。

C. 研究結果

キツネ 18 頭中 4 頭からトリヒナ幼虫が検出された (LPG: 0.1-55)。キツネの由来別にみると、函館で 4 頭中 2 頭、音更で 4 頭中

2 頭が検出され、他の地域由来のものからは検出されなかった。

D. 考察

今回の結果から、北海道全域にトリヒナが分布しており、キツネがその生活環の維持に重要な役割を果たしていることが推測される。現在も調査は継続中であり、検出された幼虫については DNA 解析により種同定・系統分析を行う予定である。

E. 結論

北海道ではキツネの間でトリヒナが広く分布しているようである。トリヒナは各種哺乳類への感染性があり、クマ、タヌキ、げっ歯類を含めた疫学調査を行い、北海道におけるトリヒナの生活環を解明する必要がある。同時に、野生動物の生食に対する危険性を啓蒙し、さらなる人の感染および集団発生を阻止すべく対策を講じる必要がある。

【アライグマ回虫】

A. 研究目的

北米原産のアライグマに普通に見られるアライグマ回虫 (*Baylisascaris procyonis*) は、ヒトに感染したときに致死的な中枢神経障害を引き起こす事で知られている。わが国ではペットとして輸入されたアライグマの一部が逃亡や廃棄され、地域的に「野生化」している状況がある。本研究では、日本で野生化したアライグマおよび動物園・観光施設で展示されているものを対象としてアライグマ回虫の流行状況を調査した。

また、野生化アライグマには病原性の低いタヌキ回虫の寄生が認められるが、感染源である虫卵で両種を鑑別することは一般に困難である。そこで分子生物学的手法を用いた鑑別法の開発を検討した。

B. 研究方法

社団法人日本動物園水族館協会 (動水協) 所属の 98 施設及び同協会非所属の動物展示飼育施設 238 施設を対象にアライグマの飼育

状況とアライグマ回虫の有無についてアンケート調査を実施した。また、希望する施設についてはアライグマの糞便または飼育場の土壌等の検査を実施した。

野生アライグマについては地方自治体関係者の協力により捕獲アライグマの糞便検査を実施した。ペットとしてあるいは動物業者の下にあるアライグマの糞便についても可能な限りの収集を行った。

アライグマ回虫とタヌキ回虫の鑑別法の開発に関しては、両種の虫卵からDNAを調整し、リボソームDNAの塩基配列を比較して種特異的プライマーを設計した。

C. 研究結果

動物園および動物展示飼育施設を合わせて合計243施設から回答を得、82施設でアライグマが飼育されその合計頭数は約425頭であった。施設ごとの保有頭数は1～61頭で、5頭以下が50施設、6割を占めていた。アライグマ回虫に関しては33施設が陰性、49施設では不明との回答があった。その後、46施設よりアライグマの糞便・排出虫体または土壌等の送付を受け検査を実施したところ、7施設でアライグマ回虫の寄生例が確認された。それらの施設について、除染対策を実施中である。

野生アライグマについては現在までに、神奈川県から487頭、愛知県から75頭、その他都府県から22頭の合計573頭の糞便検査を実施したがアライグマ回虫は検出されなかった。但し、神奈川県由来の2頭からタヌキ回虫卵が検出された。

アライグマ回虫とタヌキ回虫のDNAについて比較したところ、両種の配列はITS2領域で明らかに異なり、種特異的プライマーを用いたPCRにより両種の鑑別が可能であることがわかった。両種の鑑別は虫卵1個からでも可能であることもわかった。

D. 考察

本州中部地方での「野生アライグマ」は、1960年代に動物園施設から逃亡した飼育群

に起源をもつ。その後、1998年の感染症法の制定及び「狂犬病予防法」の一部改正に伴いアライグマは狂犬病予防法の対象動物に指定された。この措置により2000年1月1日から入国に際して狂犬病検疫のため一定期間の係留が必要とされる事となり、それ以後はペットとして輸入されるアライグマは途絶えている。また、野生アライグマそのものは、48のうち35を越える殆どの都道府県から報告がなされているが、アライグマ回虫の感染個体は幸いにして現在のところ発見されていない。しかしながら、未だ検査されていないコロニーが存在しており更に継続的な糞便検査が必要であろう。

アライグマ回虫とタヌキ回虫は種特異的プライマーを用いたPCRにより迅速に鑑別できることが明らかとなった。保存状況が悪い少数の虫卵しか入手できない場合の種鑑別に有用であると考えられた。

E. 結論

現在のところ幸いにして流行が認められていない本邦の「野生アライグマ」群へアライグマ回虫を伝播させない為に、動物園・観光施設におけるアライグマ回虫の防除対策は非常に重要である。アライグマ回虫寄生獣を抱える動物園に関しては既に作成した「アライグマに寄生するアライグマ回虫の検査等に関するガイドライン」に基づいて対策を実施することが必要である。

【ペットの人獣共通寄生虫】

A. 研究目的

エキノコックス以外にもペットからうつる動物由来寄生虫症は数多く存在する。我々はエキノコックスの調査と平行して、北海道および関東地方のペット（犬・猫）における消化管内寄生虫の流行状況を調査した。

B. 研究方法

北海道および埼玉県を中心とする関東地方（埼玉県、東京都、千葉県、群馬県）の動物病院に来院した犬および猫の糞便を材料とし

た。糞便はショ糖遠心浮遊法にて虫卵検査を行った。また、個々の患者に関する情報入手するため、飼い主に対するアンケート調査も行った。

C. 研究結果

北海道では、犬で 3.5% (40/1,140 頭)、猫で 8.4% (9/107)、関東地方では犬で 9.0% (25/279)、猫で 5.2% (5/96) の寄生虫感染が確認された。

寄生虫別に感染率を見てみると、北海道の犬では、

鞭虫 23 頭 (2.0%)、回虫 10 頭 (0.9%)、毛細線虫 4 頭 (0.4%)、鉤虫 2 頭 (0.2%)、マンソン裂頭条虫 2 頭 (0.2%) および犬小回虫 1 頭 (0.1%) ;

北海道の猫では、

回虫 8 頭 (7.5%) および毛細線虫 1 頭 (0.9%) ;

関東地方の犬では、

鞭虫 15 頭 (5.4%)、*Isospora* spp. 4 頭 (1.4%)、回虫 3 頭 (1.1%)、鉤虫 3 頭 (1.1%) および種の同定が出来なかった条虫 1 頭 (0.4%) ;

関東地方の猫では、

回虫 5 頭 (5.2%)

の感染が検出された。

関東地方の犬・猫について、アンケート結果から出生歴や飼育場所、散歩回数、食餌、駆虫歴、そして北海道や海外での滞在歴等による感染率の違いを検討したが、今回の調査では有意な差は認められなかった。ただし、回虫感染が確認された猫の 5 頭中 4 頭が駆虫経験がない事が、また犬では駆虫歴のある犬が再感染していた事が、アンケートから明らかになった。

D. 考察

今回の調査は、動物病院に来院した犬・猫を対象としたため、寄生虫感染率はおおむね低い結果となったが、検出された寄生虫の中には人獣共通寄生虫として重要な回虫、鉤虫やマンソン裂頭条虫が含まれる。特に回虫は、

犬で 0.9% (13/1,419)、猫では 6.4%

(13/203) の感染が認められ、公園や学校の砂場の汚染などにつながるため公衆衛生上注意を要する寄生虫である。

今回の調査地域の一部である群馬県前橋市周辺において、2002 年春に県に保護された犬 75 頭の糞便を対象に同様の調査を行った結果 (未発表) では、寄生虫感染率は 70.7% (53/75)、特に回虫の感染率は 36.0%

(27/75) であった。この調査では対象となった犬の由来は明かでなく、一部には野犬も含まれていた可能性もあり、マンソン裂頭条虫や瓜実条虫など、比較的生活環境が複雑な寄生虫も確認されている。今回の調査で寄生虫感染率が低かった背景としてペットに対する駆虫プログラムが浸透し有効に働いていることが推察される。今回の調査にご協力頂いた群馬県伊勢崎市 (東京から約 120km) の動物病院で回収された糞便からは 2002 年調査時のような高い感染率は認められず、散歩等を含め、動物の飼育管理にも感染率が左右されると考えられる。

E. 結論

人との接触の親密性からペット由来感染症の対策は公衆衛生上非常に重要な検討課題である。今回の調査で北海道および関東地方の動物病院に来院するペットの寄生虫感染率が低く抑えられていたことから、ペットの飼育管理および感染予防についての重要性が飼い主の間に浸透して来ていると考えられる。しかしながら、一方で、寄生虫に対する駆虫・感染予防は完全なものではなく、全体で犬の 4.6% (65/1,419)、猫の 6.9% (14/203) が何らかの寄生虫に感染していたことも事実である。ペットから感染する人獣共通寄生虫症は、ほとんどの感染が無症状に経過するためあなどりがちであるが、感染源淘汰のためには適切な駆虫・予防プログラムが必要であり、そのためには獣医師および飼い主の個々の疾病に対する正しい理解と予防意識の高揚が必要であろう。

F. 健康危険情報

(平成16年3月1日 厚生労働省 健康危機管理調整官宛てに通報)

主任研究者(神谷正男)の研究室内に設置した環境動物フォーラムが、厚生労働科学研究費補助金の助成を受けて無料で実施しているペットを対象としたエキノコックス検査の結果、平成16年2月に検査を受け付けた犬で2例のエキノコックス抗原および虫卵陽性例が確認された。本年度は7月にもエキノコックス抗原および虫卵陽性の犬が1例確認されており、合計3例となる。エキノコックスは自然界ではキツネが終宿主となり虫卵を排泄するが、ヒトと密接な関係を持つイヌの感染は、1) ヒトへの感染源となる可能性がキツネより高いこと、および2) ヒトの生活環境がエキノコックスに重度の汚染されていることを示すと考えられたため、健康危険情報として通報した。

G. 研究発表

1. 論文発表

- Kamiya, M (2004): Echinococcosis/Hydatidosis. In: Annual Reports of OIE Reference Laboratories and Collaborating Centres 2003, in press
- Kamiya, M (2003): Echinococcosis/Hydatidosis. In: Annual Reports of OIE Reference Laboratories and Collaborating Centres 2002, OIE, France, pp. 132-135
- 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 (2003): 2. エキノコックス. 総合臨床, 52 (増刊), 995-1000.
- 神谷正男 (2003): エキノコックス症. 臨床と微生物, 30, 401-406.
- 神谷正男 (2003): エキノコックス症. 動物対策がヒトを守る. Journal of Modern Veterinary Medicine, 69, 12-14.
- 神谷正男 (2003): わが国のエキノコックス症とその対策. 感染症, 33, 135-145.
- 神谷正男 (2003): 14. エキノコックス (多胞条虫) 症. 現状と対策. 臨床医, 29, 1824-1827.
- 神谷正男 (2003): エキノコックス症. 現状と対策. 感染症と化学療法, 7, 1-4.
- Oku Y, Kamiya M (2003): 5. Biology of *Echinococcus*. In: Progress of Medical Parasitology, Otsuru M, Kamegai S, Hayashi S (eds.) Chapter III, Meguro Parasitological Museum, Tokyo, pp 293-318.
- Konno K, Oku Y, Tamashiro H (2003): Prevention of alveolar echinococcosis - ecosystem and risk management perspective. Acta Tropica, 89, 33-40.
- 土井陸雄, 松田肇, 内田明彦, 神田栄次, 神谷晴夫, 今野圭太, 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. 日本公衆衛生学雑誌, 50, 639-648.
- 奥祐三郎 (2003): 北海道のエキノコックス. はらのむし通信. 183号, 3-12.
- NONAKA N, OKU Y, 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. Nakamura M, Lee KJ (eds.) Hokkaido University Press, Sapporo, pp. 93-101.
- Ganzorig S, Oku Y, Okamoto M, Kamiya M (2003): Species identification of a taeniid cestode from snow leopard, *Uncia uncia* Schreber, 1779 (Felidae) in Mongolia. Mongolian Journal of Biological Sciences, 1, 21-23.
- Ishikawa, H., Ohga, Y. and Doi, R. (2003): A model for the transmission of *Echinococcus multilocularis* in Hokkaido, Japan. Parasitology Research, 91, 444-451.
- Takakura, A., Goto, K., Itoh, T.,

- Yoshinatsu, K., Takashima, I. and Arikawa, J. (2003): Establishment of an enzyme-linked immunosorbent assay for detection of Hantavirus antibody of rats using a recombinant of nucleocapsid protein expressed in *E. coli*. *Exp. Anim.*, 52, 25-30.
- 川中正憲, 坂本京子, 杉山広, 森嶋康之 (2002): 動物園, 観光施設でのアライグマ回虫卵汚染問題, *病原微生物検出情報* Vol.23, No.8, 10-11.
- 川中正憲(2003): アライグマに寄生するアライグマ回虫の検査等に関するガイドライン http://idsc.nih.go.jp/jinju_hp/guideline03/guide_2.pdf
- 川中正憲(2003): イヌ・ネコ・アライグマ回虫による幼虫移行症, 「動物由来感染症 その診断と対策」267-271, 真興交易(株)医書出版部
- 杉山広, 森嶋康之, 坂本京子, 川中正憲 (2003): 幼虫移行症の原因としてのアライグマ回虫, *獣医寄生虫学雑誌*, 第2巻第1号, 13-19
- 古屋宏二, 川中正憲, 山野公明, 佐藤直樹, 本間 寛 (印刷中): 北海道の多包性エキノコックス症患者血清の使用によるイムノブロット法を用いた市販エキノコックス症血清診断キットの検討, *感染症学雑誌*, 78巻, 第4号
- 川中正憲(2003): エキノコックス症, 「動物由来感染症 その診断と対策」272-275, 真興交易(株)医書出版部
- 神谷晴夫(2003): 青森県のエキノコックス症の現状と対策-北海道から本州への伝播を考慮して. *日本医事新報*, 4129号, 25-29.
- Kamiya, H., Inaba, T., Sato, H. and Osanai, A. (2003): A red fox, *Vulpes vulpes shurencki*, infected with *Echinococcus multilocularis* was introduced from Hokkaido island, where *E. multilocularis* is endemic, to Aomori, Northern part of the mainland Japan. *Jpn. J. Infect. Dis.*, 56, 180-181.
- Matsuo, K., Inaba, T. and Kamiya, H. (2003): Detection of *Echinococcus multilocularis* eggs by centrifugal flotation technique: preliminary survey of soil left in the ferryboats commuting between Hokkaido island, where *E. multilocularis* is endemic, and mainland Japan. *Jpn. J. Infect. Dis.*, 56, 118-119.
- 神谷 晴夫ら(2003): 青森県における多包虫症患者発生状況とその疫学的考察. *日本医事新報*, 4153号, 43-46

2. 学会発表

- 神谷正男: 人類活動に起因して拡散するエキノコックスの生態解析と汚染環境の修復. 産学連携プロジェクト公開フォーラム, 平成15年3月, 札幌市
- 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(1997~2003年の集計). 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
- 巖城隆ら: 北海道小清水町における多包虫感染源対策: 駆虫薬入りベ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
- 堀尾政博ら: ハエ類が多胞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
- 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3-4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3-4月, 東京都
- 井上貴史ら: 都市周辺におけるエキノコックス感染源対策-小樽における野生キツネへの集団駆虫の試み-. 第135回日本獣医学会, 平成15年3-4月, 東京都
- 神谷正男: はじめに-エキノコックス感染源対策は急務-. 第135回日本獣医学会(シ

- ンポジウム), 平成 15 年 3-4 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(シンポジウム), 平成 15 年 3-4 月, 東
 京
- 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
 (シンポジウム), 平成 15 年 3-4 月, 東
 京
- 玉井聡ら: エキノコックス感染症に対する獣
 医師会の取り組み. 第 135 回日本獣医学
 会(シンポジウム), 平成 15 年 3-4 月, 東
 京
- 神谷正男ら: 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 4 月, 大
 分市
- 神谷正男: はじめに…元から断つ. エキノコ
 ックス緊急セミナー, 平成 15 年 5 月, 札
 幌市
- 野中成晃: イヌが教えてくれること. エキノ
 コックス緊急セミナー, 平成 15 年 5 月,
 札幌市
- 奥祐三郎: エキノコックスにかからないため
 に. エキノコックス緊急セミナー, 平成
 15 年 5 月, 札幌市
- 巖城隆: 安全な環境を創る -キツネの虫下し
 作戦-. エキノコックス緊急セミナー, 平
 成 15 年 5 月, 札幌市
- 巖城隆: 民間活動の実際: 環境フォーラム.
 エキノコックス緊急セミナー, 平成 15 年
 5 月, 札幌市
- スミヤ・ガンゾリグ: 民間活動の実際: 海外
 の事情. エキノコックス緊急セミナー,
 平成 15 年 5 月, 札幌市
- 神谷正男: わが国のエキノコックス症の問
 題・現状・risk management としての対策
 -今ならエキノコックス症の拡大を防げ
 る!-. 2003 年度酪農学園大学獣医学部
 特別講演会, 平成 15 年 7 月, 江別市
- 神谷正男: Remedy against the source of
 alveolar echinococcosis in Japan.
 Seminar of Chinese-Japanese on new
 dimension for control of zoonotic
 paraitoses, 平成 15 年 7 月, 中国・シン
 ジャン
- スミヤ・ガンゾリグ: Cystic echinococcosis
 in Mongolia. Seminar of Chinese-
 Japanese on new dimension for control of
 zoonotic paraitoses, 平成 15 年 7 月, 中
 国・シンジャン
- スミヤ・ガンゾリグ: Coproantigen detection
 of canine echinococcosis in Gobi-Altai
 province. Seminar of Chinese-Japanese
 on new dimension for control of zoonotic
 paraitoses, 平成 15 年 7 月, 中国・シン
 ジャン
- 神谷正男: 生物災害に備える社会技術の開発
 に向けて: エキノコックス汚染環境の修
 復. 2003 年度牛臨床寄生虫研究会・北海
 道シンポジウム, 平成 15 年 7 月, 札幌市
- 神谷正男: エキノコックスの注意点をやさし
 く解説します. 日本小動物獣医師会 2003
 年年次学会・市民公開講座, 平成 15 年 8
 月, 札幌市
- 神谷正男: エキノコックス感染の拡大. 平成
 15 年度関東地区獣医師大会・三学会, 平
 成 15 年 9 月, 伊香保市
- 奥祐三郎ら: 多包虫症に対する温熱療法の試
 み. 第 50 回日本寄生虫学会・日本衛生動
 物学会北日本支部会合同大会, 平成 15 年
 9 月, 札幌市
- 神谷正男: エキノコックスとの闘い「日本
 の現状と対策-感染源対策は急務!-」.
 第 25 回北海道大学獣医学部学術交流基群
 講演会, 平成 15 年 9 月, 札幌市
- 神谷正男: はじめに…エキノコックス症感
 染源対策は急務! 第 50 回日本寄生虫学
 会・日本衛生動物学会北日本支部会合同
 大会 COE 国際シンポジウム「エキノコッ
 クスとの闘い」, 平成 15 年 9 月, 札幌市
- 野中成晃: キツネとペットにおけるエキノ
 コックス症対策 -北大・獣医・寄生虫学
 教室の取り組み-. 第 50 回日本寄生虫学
 会・日本衛生動物学会北日本支部会合同
 大会 COE 国際シンポジウム「エキノコッ

クスとの闘い」, 平成 15 年 9 月, 札幌市
奥祐三郎ら: Decreased prevalence of ovine
hydatidosis since 1991 in Uruguay. 7th
meeting of Hirosaki International Forum
of Medical Science "International
Collaboration in Community Health", 平
成 15 年 10 月, 弘前市
堀尾政博ら: ハエ類が多包虫感染に関与する
可能性の検討 - センチクバエの多包虫
卵の取り込みと排泄. 平成 15 年度日本寄
生虫学会南日本支部大会, 平成 15 年 10
月, 鹿児島市
奥祐三郎ら: Control program against
hydatidosis and the decreased
prevalence in Uruguay. Joint Symposium
between Hokkaido University Graduate
School of Veterinary Medicine and Seoul
National University College of
Veterinary Medicine (Second COE
International Symposium for Zoonotic
Control), 平成 15 年 12 月, 韓国: ソウル
市
神谷正男: エキノコックス感染症とその対策.
平成 15 年度日本小動物獣医学会, 平成 16
年 2 月, 横浜市
神谷正男: エキノコックス症の最近の動向と
対策. 平成 15 年度日本小動物獣医学会・
日本獣医公衆衛生学会共催市民公開シン
ポジウム「動物と暮らす - これだけは知
っておきたい動物の病気 -」, 平成 16 年 2
月, 横浜市
神谷正男: エキノコックス症: 危機管理へ向
けて. 平成 15 年度長崎大学熱帯医学研究
所共同研究事業「危機管理としての感染
症対策 II」, 平成 15 年 12 月, 長崎市
神谷正男: 寄生虫疾患、とくにエキノコッ
クス症. 平成 15 年度環境感染学会学術集会
シンポジウム, 平成 16 年 2 月, 横浜市
神谷正男: 生物リスクについて (とくにエキ
ノコックスについて). 北海道大学退職
記念講演会「リスク学ことはじめ」, 平
成 16 年 3 月, 札幌市
大賀潔生ら: 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
回日本寄生虫学会大会, 平成 15 年, 久留
米市
石川洋文: 「エキノコックス・コントロール
と流行予測について: 数理モデルからの
取り組み」, 第 50 回日本寄生虫学会・日
本衛生動物学会北日本支部会合同大会 COE
国際シンポジウム「エキノコックスとの
闘い」, 平成 15 年 9 月, 札幌市
嘉田良平ら: 「エキノコックス対策の費用便
益分析とリスクコミュニケーションの課
題」, 第 50 回日本寄生虫学会・日本衛生
動物学会北日本支部会合同大会 COE 国際
シンポジウム「エキノコックスとの闘い」,
平成 15 年 9 月, 札幌市
嘉田良平: 「エキノコックス感染症に対する
取り組み方—その 2 (リスク学からの展
望)」日本小動物獣医学会、平成 16 年,
横浜市

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

エキノコックス症の監視体制の強化と感染源対策
〔キツネに対する駆虫薬散布実験，動物疫学および数理モデルの開発，
終宿主に対する DNA 診断法の開発，ペットの感染状況調査〕
キツネにおけるトリヒナ（旋毛虫）流行状況調査
およびペットにおける人獣共通寄生虫の流行状況調査

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
研究協力者	奥祐三郎	北海道大学大学院獣医学研究科助教授
同	野中成晃	北海道大学大学院獣医学研究科助手
同	巖城隆	北海道大学大学院獣医学研究科研究員
同	小林文夫	北海道大学先端科学技術研究センター研究員
同	松本 淳	北海道大学大学院獣医学研究科 COE 研究員
同	石川洋文	岡山大学環境理工学部教授
同	今野兼次郎	群馬大学大学院医学系研究科助手

研究要旨：【エキノコックス】都市周辺部におけるエキノコックス症の感染源対策の試みとして、小樽市（小樽市郊外の 110km²）において駆虫薬（プラジカンテル）入りベイト（餌）の野外散布を実施した。2001 年と 2002 年に行った散布実験により頻回散布の必要性が示唆されたため、本年度はベイト摂取率の向上を期待して 5-11 月まで毎月 1 回散布を行った。その結果、ベイト散布開始後に捕獲されたキツネおよびタヌキにおけるエキノコックス感染率はベイト散布前の 1999 年、2000 年と比べて有意に減少し、都市周辺部での感染源対策の有用性が示された。

札幌市周辺では、キツネの営巣地 6 ヲ所中 5 ヲ所から感染キツネ（キツネ 18 頭中 6 頭）または糞便内抗原および虫卵陽性糞便が見つかった。営巣地周辺では好適な中間宿主であるエゾヤチネズミがみつき、エキノコックスが都市周辺部に定着していることが示唆された。

また、宿主生態モデルを実装したエキノコックス伝播数理モデルを開発し、感染源対策に対するシミュレーションを実行できるようにした。

ペットについては、北海道内の飼い犬および猫それぞれ 1,140 頭中 6 頭および 107 頭中 3 頭が糞便内抗原陽性を示し、うち犬 3 頭はエキノコックス虫卵を排泄していた。本州のペットについては、犬 299 頭および猫 97 頭を検査したが、エキノコックスの感染は検出されなかった。

これらと平行して、虫卵 DNA の利用によるテニア科条虫種の同定法を検討し、COI 領域のエキノコックス特異プライマー-E. mSP1-A&B を構築した。さらに、適当な制限酵素を用いた COI 領域の PCR-RFLP により、テニア科条虫種が同定できる可能性が示された。

【トリヒナ】北海道各地（函館，音更，釧路，網走，栗山）から集められたキツネ 18 頭について調査したところ、4 頭からトリヒナ幼虫が検出され、トリヒナが北海道全域に分布している可能性が示唆された。

【ペットの人獣共通寄生虫】北海道および関東地方において飼い犬（1,419 頭）および飼い猫（203 頭）の消化管内寄生虫の流行状況を調査したところ、犬の 4.6%，猫の 6.9% で何らかの寄生虫感染が認められ、特に人獣共通寄生虫として重要な回虫は犬で 0.9%，猫で 6.4% の感染が検出された。

エキノコックス症の監視体制の強化と感染源対策

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40%前後を推移しているほか、飼い犬からの感染例が報告されるなど、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。

本研究では、感染源対策および監視体制の強化・確立を目的として、エキノコックスの動物疫学の調査およびモデル化、駆虫薬散布による感染源対策の試行、終宿主診断法の改善および人と密接な接触がある飼い犬や猫の感染状況調査を行った。

B. 研究方法

1. 感染源対策の試行

本年度は、札幌市の隣、小樽市において、キツネを対象とした駆虫薬（プラジカンテル）入り餌（ベイト）散布による感染源対策を行った。本試行では、水産廃棄物を利用したベイト作成を最終目標に、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。小樽市でのベイト散布は2001年、2002年に年2回行っており、キツネによるベイト摂取とそれによる駆虫効果を確認したが、感染率を激減させるまでには至らなかった。2003年はベイト摂取を向上させるため、雪解けから積雪までの5-11月に毎月1回ベイト散布を行った。散布地域は小樽市中西部の市街地辺縁部と農業地区を含む約110 km²で、ベイトは道路沿いに50mに1個の割合で自動車から散布した（散布密度：平均30個/km²）。また、1回の散布でのベイト摂取率をみるため、6月の散布のみテトラサイクリン入りのベイトを使用した。

効果の判定には、北海道猟友会の協力で有害鳥獣駆除で捕殺されたキツネおよびタヌキ

を検体としてもらい受け、直腸便の糞便内抗原検査および虫卵検査を行った。また犬歯のテトラサイクリンによるラベルの検出を行う予定である。また、散布終了後の11月に散布地域とその周辺の非散布地域においてキツネ糞便の採集を行い、採取した糞便について糞便内抗原検査、虫卵検査を行った。

2. 札幌市でのエキノコックス感染リスクの評価

都市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、札幌市北東部およびその周辺において北海道猟友会の協力によりエキノコックスの媒介動物調査を行った。まず、キツネの活動の拠点としての営巣地の位置を特定し、エキノコックスの流行状況を知るためにキツネの捕獲・剖検を行なった。また、これらのキツネの生息地においてキツネの糞便を採集し、エキノコックス糞便内抗原検査と虫卵検査を行なった。さらに野ネズミからのエキノコックス伝播の機会を知るため、営巣地の周辺における野ネズミ類（特にエゾヤチネズミ）の分布を調べ、エキノコックス感染状況を調査した。

3. エキノコックス伝播数理モデルの開発

3-1. エキノコックス流行モデル

これまでに開発した主要終宿主(fox)、中間宿主の各動態モデル(vole)、及び各宿主動物におけるエキノコックス伝播モデルを組み合わせた総合的なエキノコックス流行モデルについて、キツネへのエキノコックス感染については、野ネズミ個体群密度及び積雪深に依存するキツネの野ネズミ日捕食数を表す食性関数を用意し、また野ネズミのエキノコックス感染については、環境中に排出された虫卵の感染能維持期間を考慮した虫卵活性度の概念を導入しその精密化を行ったものを用いた。

3-2. モデルへのエキノコックス・コントロール効果の組み込み

北海道で実施された事項に基づきコントロール対策として、次の2つの効果を組み込ん

だ。

i) キツネの駆除によりキツネ個体数を減ずる(狩猟, 有害鳥獣駆除等)

ii) プラジカンテルを含有したベイトの散布により, キツネの駆除をおこなうもの

3-3. ダイアログ入力

シミュレーション実行のため, 以下の条件を基本設定ダイアログで入力する。

i) 対象地域

ii) キツネ当初密度

iii) キツネ密度の年次変動

iv) シミュレーション期間

コントロール条件設定ダイアログでは, ベイト散布に関する条件を入力する。

i) キツネ個体群カバー割合

ii) プラジカンテル有効率

iii) 散布方法

3-4. ヒトに対する感染危険度

ヒトはエキノコックスに対して中間宿主の位置にあり, その虫卵の摂取により感染する。本研究では, 環境中の感染活性のある虫卵量を指標として, 地域, 季節別の感染危険度を計算した。

4. 飼い犬および猫のエキノコックス感染状況調査

飼い犬および猫のエキノコックス感染状況を検討するため, 北海道では本年度4月1日から3月1日までに飼い犬および猫それぞれ1,140および107頭について, 虫卵検査(蔗糖浮遊法)および糞便内抗原検出法による調査を行った。また, 本州については, 埼玉県, 東京都, 千葉県, 群馬県などを中心に犬(299頭)および猫(97頭)のエキノコックス検査を実施した。

5. 虫卵DNAを用いた終宿主診断法の開発

現行の糞便内抗原および虫卵の検出によるエキノコックス終宿主診断の補足診断法として, 虫卵DNAの利用によるテニア科条虫種の同定法を検討した。

C. 研究結果

1. 感染源対策の試行

ベイト散布開始後の5-8月に散布地域において捕獲されたキツネ84頭のうち, 15頭(18%)が糞便内抗原陽性であり, そのうち3頭(4%)からテニア科条虫卵が検出された。同様のタヌキ49頭のうち, 2頭(4%)が糞便内抗原陽性で, テニア科条虫卵は検出されなかった。糞便内抗原陽性率, 虫卵陽性率ともに, 散布前の1999年と2000年の同様の調査にくらべ有意に低い値であった。散布終了後に散布地域で採取した18個のキツネ糞便のうち3個(17%)が抗原陽性で, テニア科条虫卵は検出されなかった。周辺の非散布地域で採取した29個のうち7個(24%)が抗原陽性で, そのうち1個(4%)からテニア科条虫卵が検出された。散布地域と非散布地域とで陽性率に差は認められなかった。

2. 札幌市でのエキノコックス感染リスクの評価

2003年5月から9月まで, 札幌市北東部(北区, 東区)およびその周辺(江別市, 当別町)において捕獲された25頭のキツネを剖検した。これらは捕獲場所から9グループに分けられた。当別の畑, 川岸の荒地, および山間地では3グループ, 7頭捕獲されたが, 感染ギツネは発見されなかった。札幌市北東部と江別市では6グループ, 18頭が捕獲された。このうち4グループ, 6頭(感染率33%)から感染ギツネが発見された。調査地域ではキツネ営巣地を3ヶ所発見し, それらは牧草地にある未使用の倉庫の床下, 畑地内の廃屋および小さな沼と川に挟まれた小さな林にあった。キツネ捕獲地・営巣地は川岸, 畑地, 山間地で, 営巣地または捕獲地から最も近い民家までの距離は0.08~0.8km, 民家の密集している住宅地までの距離は0.7~2.3kmであった。捕獲地域周辺の畑, 倉庫, 道路沿いでキツネの糞便(15個)が採集され, 糞便内抗原および虫卵陽性糞便(2個)が見つかった。このうちの1個の陽性糞便は剖検において感染ギツネがみつからなかったグループの

活動地域で発見されたものであった。キツネ営巣地周辺においてエゾヤチネズミの生息（延べトラップ数320、8ヶ所）調査を行ない、畑の端、荒地の笹叢や雑草地からエゾヤチネズミ16匹が（6ヶ所 / 8ヶ所）捕獲されたが、多包虫に感染したエゾヤチネズミは発見されなかった。以上のように札幌北東部で、エキノコックス感染ギツネとエゾヤチネズミの生息が確認され、エキノコックスがこの地域内で定着していることが示唆された。

3. エキノコックス伝播数理モデルの開発

エキノコックス伝播数理モデルを中心とする宿主生態モデルを実装したプログラムを開発し、ダイアログ上から各種条件設定を行い、エキノコックス・コントロール・プロジェクトに対するシミュレーションを実行できるようにした。

4. 飼い犬および猫のエキノコックス感染状況調査

北海道内の飼い犬および猫それぞれ1,140および107頭のうち、糞便内抗原陽性を示す犬および猫がそれぞれ6頭および3頭確認された。うち犬3頭は虫卵DNAの検査によってエキノコックス虫卵を排泄していることが確認された。本州のペットについては、検査した犬299頭および猫97頭のいずれからもエキノコックスの感染は検出されなかった。

5. 虫卵DNAを用いた終宿主診断法の開発

まず、猫条虫卵および豆状条虫卵を用いて糞便材料からの虫卵分離およびDNA抽出法について検討した。虫卵分離については、蔗糖液浮遊後のナイロンメッシュ濾過法が効率的であった。DNA抽出は市販のQIAamp DNA Mini Kit (Qiagen) を用いることで、従来必要であった幼虫被殻の破壊処理を省略することができた。70°C12時間および-80°C冷凍による殺卵処理虫卵ではDNA抽出材料のPCR（扁形動物共通プライマーPRA、PRBによる増幅）で同程度の増幅が確認できたが、1%ホルマリン固定した虫卵では増幅が認められなかつ

た。

これと平行して、エキノコックス属3種およびテニア属7種、合計39系統または分離株の虫体を用いてCOI領域の塩基配列を決定した。得られた配列とすでに報告されている各種テニア科条虫種の配列とを比較解析して、エキノコックス特異プライマーE.mSP1-A & Bを構築した。70°C12時間加熱したエキノコックス卵を用いてPCRを行ったところ、虫卵1個分のDNAテンプレートで増幅像が確認できた。また、適当な制限酵素を用いたCOI領域のPCR-RFLPにより、猫条虫 (*Eag I*, *Xho I*)、胞状条虫 (*SexA I*)、肥头条虫 (*Sfc I*)、豆状条虫 (*Nsi I*)、羊条虫 (*MsI I*) およびエキノコックス以外の包条虫3種 (*EcoR I*, *Hph I*) が同定できる可能性が示された。

D. 考察

1. 感染源対策の試行

散布前の1999年、2000年の調査では60%程度のキツネのエキノコックス感染率が認められたが、今回のベイト散布後の調査では20%程度の陽性率であった。このことから、都市周辺部においてもベイト散布によってキツネのエキノコックス感染率を低く抑えることができることが推測される。さらなる駆虫効果を得るため、次年度も散布を継続し、キツネが出現しそうな場所に重点的に散布するなど散布方法を改善する必要がある。

2. 札幌市でのエキノコックス感染リスクの評価

本年度調査を行なった札幌市の東北部においてエキノコックスが定着していることが示唆されたが、調査地域は地理的に隣接した地域から河川によって隔離されており、キツネの行動範囲はこの地域内に制限されていると考えられる。したがって、札幌市北東部は駆虫薬入りのベイト散布を試行するには好条件が整っており、効率的にキツネのエキノコックス感染率を低下させることができると考えられた。

3. エキノコックス伝播数理モデルの開発

i) キツネ個体群密度が下がると野ネズミ感染率の減少をもたらす、幾分かはキツネ個体群の流行率が減少するが顕著なものではない。駆除を中止すると個体群密度は回復し流行率も復する。

ii) 効率的なベイト散布法を調べるため、1ヶ月ごと4年間のベイト散布後、3ヶ月間隔、6ヶ月間隔の追加ベイト散布についてシミュレーションを行った。2年目にはあまり差異が生じないが、3年目以降では、3ヶ月間隔の散布が流行の回復速度を低下させるのに有意であった。

iii) シミュレーションに基づくベイト散布によるキツネ個体群エキノコックス流行率の推移は、北海道大・獣医学・寄生虫教室のフィールド実験の結果と同じ傾向を示した。

iv) エキノコックス流行状況をより深くシミュレートするため今後、Stochasticモデルへの発展を準備している。

以上をまとめると、シミュレーションの結果ではキツネ駆除によるエキノコックス流行率の減少は僅かであった。しかしながら、ベイト散布を1ヵ月ごと1年間（カバー率30%）で行うと散布終了時点では、著しい流行率の低下が見られ、このとき、住民に対する感染危険度（Hazard Index）も当初の数%程度に減少することが示された。

4. 飼い犬および猫のエキノコックス感染状況調査

今年度、北海道内の犬では約0.5%（1,140中6頭が糞便内抗原陽性）のエキノコックス陽性率が確認され、糞便内抗原陽性犬のうち3頭がエキノコックス虫卵を排泄しており、北海道でのペットへの高い感染圧を示す結果となった。これらの感染犬はいずれも野外飼育もしくは散歩時にネズミなどに興味を示していた犬であり、ペットの感染予防における飼育管理の重要性が示された。

本調査では本州から感染したペットは見つからなかった。しかし、過去において感染犬が北海道から本州へ移動した事例があること、

さらに、ムツゴロウ動物王国の北海道から東京への移転に関して当事者間でエキノコックス問題が取り上げられていることなど、国民の関心は非常に高まっており、今後も継続調査の必要がある。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ことは言うまでもない。

5. 虫卵DNAを用いた終宿主診断法の開発

エキノコックスを含むテニア科条虫は主に食肉類を終宿主とするが、糞便検査において虫卵の形態から種を同定することは困難である。現行の糞便内抗原検出法はエキノコックス属条虫に対して特異性が高く、猫条虫などほとんどのテニア科条虫種とは交差反応を示さないが、例外として胞状条虫（虫卵排泄後のみ）および豆状条虫のある系統と交差反応することが認められている。北海道では、これら交差反応を示す種のキツネや犬における感染率は非常に低く、糞便内抗原検出によるエキノコックスの診断には問題ないと考えられるが、キツネや野犬の豆状条虫の感染率が比較的高いと思われる本州においては確定診断が必要となってくる。本研究で開発している虫卵DNAを利用したテニア科条虫の確定診断法はそれを補足するものと考えられる。

虫卵DNAを利用した診断法は、虫卵を排泄している動物にのみ適用できるもので、寄生虫体が未熟で虫卵排泄前の動物の診断には適用できない。現行の糞便内抗原検出法は虫卵排泄前の動物の診断が可能であり、これら診断法を組み合わせた診断システムが実際的であると考える。

E. 結論

北海道はほぼ全域がエキノコックス汚染地となり、今回の札幌市北東部の調査でも明らかとなったように、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。感染したキツネの生息地とヒトの生活圏が重なることにより、犬への感染圧が