

ネが食べると、各原頭節がキツネの小腸で成虫に発育し、虫卵を産生する。キツネは原頭節(を持った野ネズミ)を食べて感染する。これが野生動物でのエキノコックスの生活環であるが、イヌやネコも感染ネズミを食べることによってのみヒトへの感染源(エキノコックス虫卵保有)となる。ヒトは、分類上は中間宿主であり、虫卵が付着した食品などを食べることによって感染する(糞口感染)。ヒトが感染すると、野ネズミと同じく幼虫細胞が肝臓で増殖するが、その発育速度は遅く、また、転移する。十数年をかけて巨大化し肝機能障害や循環障害を引き起こす。

### 3. わが国におけるエキノコックス症

#### (1) ヒトの場合

ヒト単包性エキノコックス症(単包虫症)は、1881年、熊本で最初の報告がある。その後、関東以南から主に海外で感染した例として散発的に報告される。ここでは、わが国に定着し、治療がより困難で予後不良の多包虫症について述べる。

1926年に仙台で、わが国の多包性エキノコックス症(多包虫症)初報告があるが、北海道でのヒト多包虫症は1937年、礼文島出身者から初めて報告されている。この報告以来、同島で130人以上の犠牲者が出ている。キツネが千島列島から輸入されたことによる人為的導入が原因である。同島では終宿主動物を中心とした対策により1989年をもって多包虫症流行は終息した。しかし、1965~66年に7歳の女兒を含む3名の根室市居住者が多包虫症と診断された。その後、北海道東部、根釧地方に限局していたが、1983年、網走管内でブタ多包虫症が確認されたことから食肉検査でブタなどの感染例が各地でみつきり、現在では、北海道全域に多包条虫が分布することとなった。

かつての礼文島での流行はイヌの撲滅によって終わったが、本島ではキツネの増加などともない全道的に広がったと考えられている。

北海道で2002年度までに424例の患者が主に病理組織で確認されているが、これには血清検査陽性例は含まれない(2001年度受診者数52,808,陽性者数60)。本州から約80例の手術例があるが多くは居住歴などで北海道との関連がある。

#### (2) ペットの 場合

1997~2002年までの北海道および本州のペット(主にイヌ)におけるエキノコックス感染状況調査を糞便内抗原および虫卵(テニア科条虫卵)検査は、道内のイヌ1,650頭ので、抗原陽性18頭、虫卵陽性6頭が確認された。虫卵陽性犬はすべて抗原陽性であった。2002年12月には札幌市内で室内飼育犬から初めての虫卵陽性例が確認された。このほか、2000年3月の有珠山噴火時による避難住民の放逐犬(>116頭)から糞便内抗原陽性犬2頭を確認している。ネコについては170頭を検査し、抗原陽性4頭、虫卵陽性6頭を検出しているが、多包条虫卵の排出は認められていない。道外のイヌおよびネコについてはそれぞれ64頭および2頭の検査を行い、イヌ2頭が抗原および虫卵陽性を示した。このうちの1頭は北海道からの転出犬であった。

アンケート調査では、市部よりも郡部での飼育や放し飼いがイヌの感染機会と関係あり、ペットの飼育管理と感染予防の重要性を示唆している。

### 4. 病態・診断・治療

#### (1) ヒトの場合<sup>1)</sup>

##### 1) 病 態

成人で約10年、小児は約5年で悪性腫瘍に似た病像を示す。自覚症状が無い間に寄生虫が組織内で無性増殖する。主に肝臓に黄白色の病巣をつくる。また、肺、脾臓、腎臓、脳、腸間膜、骨髄などにも転移する。放置すると90%以上が死亡する。ヒトでは寄生虫による病変の中央部が壊死していることが多く、大きな膿瘍や腫瘍のように見えることがある。肝臓癌と診断され、術後、多包虫症と診断される例もある。

経過は通常以下の三期に分けられる。

1. 無症状期：成人で10年間ほどで、多包虫の病巣が小さく感染していても症状の出ない時期である。
2. 進行期：無症状期の後の数年間で、病気の進行につれて、多包虫が大きくなり周囲の肝臓内の胆管および血管を塞ぐために肝臓の機能が低下する。この時期をさらに不定症状期と完成期に分ける場合がある。寄生臓器によって症状は異なる。
3. 末期：通常6カ月以内で、重度の肝臓機能不

全となり、黄疸・腹水・浮腫を合併、門脈圧亢進症状をともなう。さまざまな臓器に多包虫が転移し、予後不良である。

2) 診 断

血清検査：血清(2~3ml)を北海道立衛生研究所に依頼することができる。北海道の市町村で行っているエキノкокクス症の検診は第一次診断としてELISA法による血清診断、第二次診断としてウェスタンブロット法によるELISA法陽性反応の確認と、問診、腹部の触診、超音波診断、腹部X線撮影等が併用されている。また、虫卵汚染の可能性のある摂取食物、居住地などの生活歴を参考にする。なお、診断のために病変部のバイオプシーを行うことがあるが、これは多包虫の転移を促す危険性もある。今後、血清診断の精度向上や画像による悪性腫瘍との鑑別をし、診断基準を作成する必要がある。

3) 治 療

病巣切除が本症治療法の第一選択である。進行例では胆道処置やアルベンダゾールの投与を補助療法とする。早期診断された患者の治癒率は高いが、自覚症状が顕れた後に多包虫症と診断された場合は、多包虫組織が大きく増殖した例が多く、現在の治療技術でも治癒率は低い。

(2) 動物の場合(感染源となる終宿主：キツネ、イヌ、ネコ)<sup>2)</sup>

1) 病 態

小型の成虫が小腸粘膜に吸着するだけなので、通常症状は示さないが、まれに、下痢や血液を含んだ粘液塊を排泄することがある。その際、成虫を同時に排泄することがある。

2) 診 断

剖検(小腸の成虫検出)やアレコリン(駆虫剤と下剤の両作用を有する)投与後の糞便検査(糞便中の成虫検出)がある。剖検は信頼の出来る検査法であるが、生きているイヌ・ネコには適応できない。通常糞便検査で虫卵を検出する方法もあるが、猫条虫などのほかのテニア科条虫と形態的には区別でない。

糞便中に排泄される多包条虫抗原に反応するモノクローナル抗体EmA9を作成し、糞便内抗原を検出できる方法が開発され(図2終宿主の診断法)、はイヌ、ネコ、キツネの感染源動物の検査依頼を受けている。検体は親指大の糞便を図の密閉容器に入れて常温で郵送する。「環境動物フォーラム(北大寄生虫学教室内、HP:「旅を寄生虫」参照)」

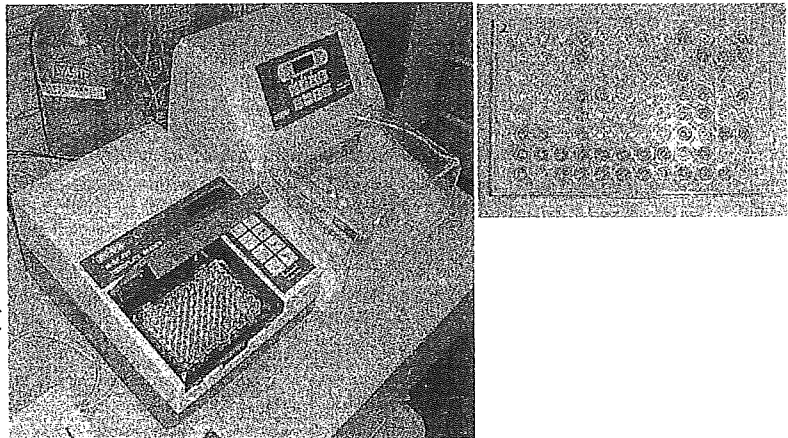
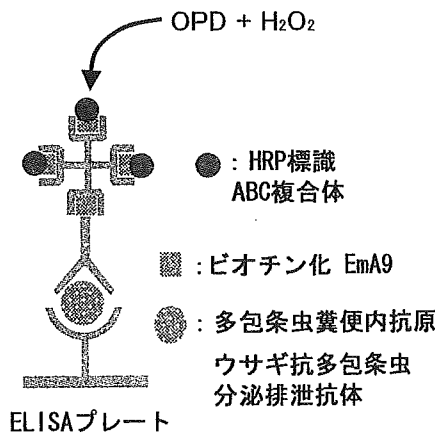
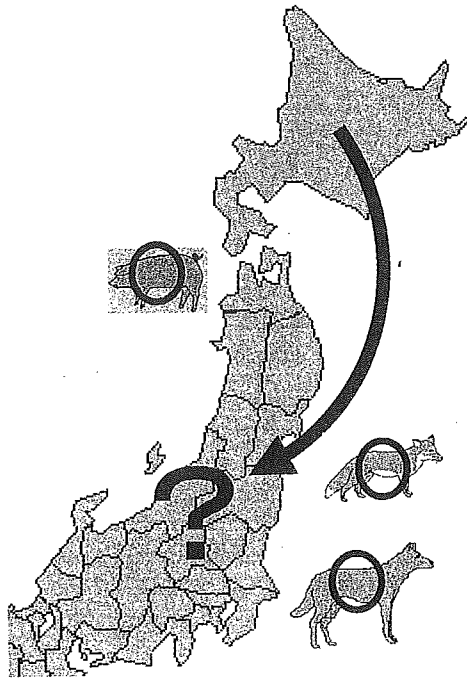


図2 終宿主(イヌ・キツネ)の診断法の確立

従来は…

- ・捕獲・剖検・糞便検査(虫卵) →モノクローナル抗体EmA9を使った糞便内抗原検出法(Sandwich ELISA法)
- ・早期診断、高感度、簡便、安全



北海道におけるキツネの感染率は約6割に上昇

図3 本州へのエキノコックス侵入

- ・ブタ：'99年に青森県で陽性3例
- ・イヌ：本州で陽性2例
- ・飼育キツネ：1例

↓

野生動物調査

- ・関東甲信越・九州北部地方の食肉検査（ブタ肝臓）：570万頭以上
- ・関東甲信越地方の終宿主（キツネ、タヌキ、ハクビシン、アライグマ）、中間宿主（アカネズミ、ハタネズミなど）の剖検

?? すべて陰性

本州への定着はまだ認められない。

3) 治療

駆虫薬・プラジクアンテル はエキノコックス成虫に対して最も効果的な駆虫薬である。終宿主動物の感染はヒトへの感染源としての危険性があるため、完全に駆虫する必要がある。通常、1回の投与量 (5mg/kg) で100%の駆虫効果がある。プラジクアンテルは安全域が広く、単包条虫対策で世界的に飼い犬に定期的投与されてきた実績がある。ただし、虫卵に対する殺滅効果がなく、感染したイヌの場合、感染力のある虫卵が糞便中に含まれているので、2~3日間は糞便の適正な処置 (焼却、熱湯消毒) が必要である。

5. 最近の知見：今後の分布拡大、本州へ？

1999年8月、青森のブタからエキノコックスの幼虫が発見された。それ以前から本州でも北海道と関係の無い患者が知られてはいたが、わが国でこの寄生虫の生活環が維持されるのは北海道だけと考えられていた。その後、本州への侵入について、青函トンネルをキツネなどが通過する可能性が指摘されたこともあった。しかし、それよりも重要なのは、現在、感染源動物が飼い主とともに国内移動によって北海道から本州に持ち込まれることである。年間7,000頭のイヌが北海道から移動する (一時的な旅行者との同伴犬を含む、2002年度厚労省研究班調べ)。北海道ではキツネの感



駆虫薬散布後の虫卵・抗原排泄の推移

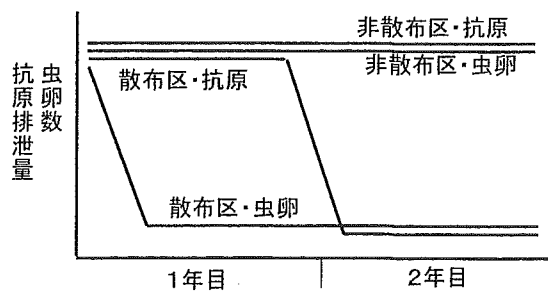


図4 小清水町における感染源対策

染率が5割に上昇しており、飼育されているイヌやネコからもエキノコックスが検出されている。2001年には、北海道から移送された飼い犬から感染例が確認された。海外から年間1万5千頭以上のイヌがエキノコックスの検疫なしで輸入されている。これらを放置すると、本州にも定着し、患者発生リスクは増大する。現在までの厚労省研究班の調査では本州の野生動物間で生活環が維持されている事実は確認されていない(図3：本州へのエキノコックス侵入)。急いで感染レベルの高い北海道の感染源と海外からの侵入防止対策を確立することが、本州侵入を防止し、最終的にはエキノコックス症撲滅への近道である。

### 6. 防除体制の確立は急務！

1999年4月に施行された「感染症法」で、ヒトのエキノコックス症は、病原体や抗体の検出で診断された場合、医師による7日以内の届出が義務づけられたが、感染源対策に関する規定は無かつ

た。2003年11月5日に施行された改正「感染症法」では、虫卵を排出する動物など感染源対策が大幅に強化されることとなった。

終宿主の糞にでる抗原を検出して感染を確かめる診断法が確立され、感染源動物を把握し、駆虫薬で防除することが可能になった。また、1998年には、オホーツク海に面した地域でキツネを対象にプラジクワンテルを入れた魚肉ソーセージとこの診断法の組み合わせによって、キツネの糞便内虫卵の排出低減が実証された<sup>3)</sup>。その後、ベイト(駆虫薬入りキツネ餌)と散布法の改善により糞便内抗原の低減も示し、調査地全域(200平方キロ)のエキノコックス汚染環境修復の可能性を示した(図4：小清水町における感染源対策)。スイス・チューリッヒ市内でも最近、この方法で効果を上げている<sup>4)</sup>。

イギリス、フィンランド、ノルウェーのように、多包条虫流行国(地域)からのペットの持ち込み前の駆虫を義務付けている国がある。わが国も北

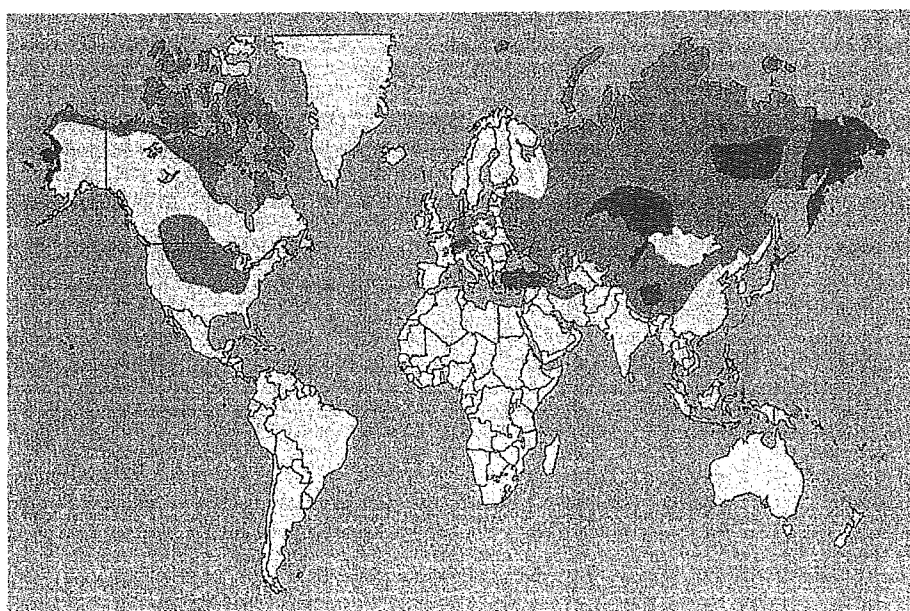


図5 畜犬の移動(濃：高度流行地、淡：一般流行地)

北海道から本州への畜犬の移動(1996~2001年；29都府県、9政令市)

全国で推定140頭/年→無届けの移動があり、実際には約300~400頭/年と推定

\*イヌの感染率から推計すると、1頭以上/年が本州へ移動?

海外からの輸入犬 約1.5万頭/年

エキノコックスに関しては無検疫 単・多包虫常在国からも多数輸入  
諸外国の対応

イギリス：入国48時間前までの条虫駆虫薬の投与の義務

ノルウェー：流行地から本土への動物の移動時に条虫駆虫薬の投与義務

フィンランド：入国前30日以内に駆虫薬の投与の義務

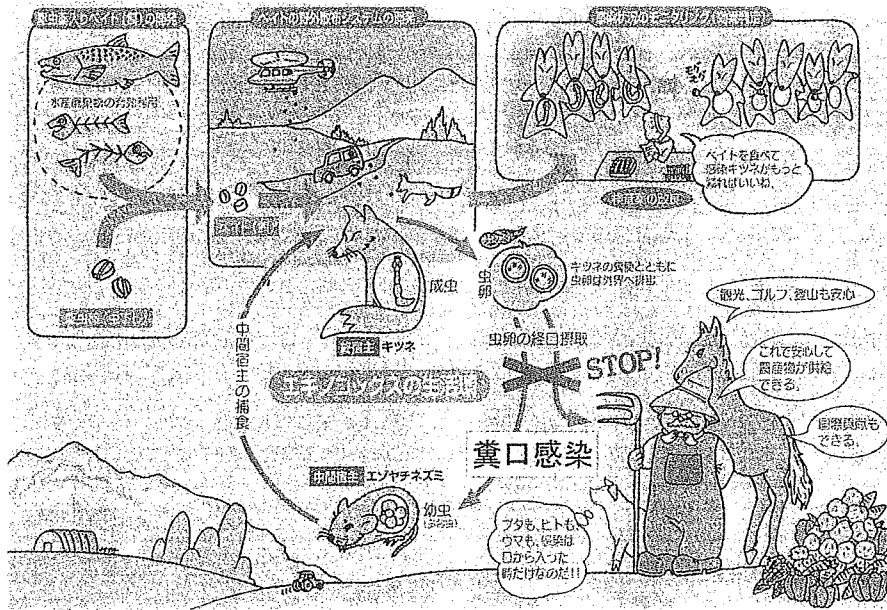


図6 環境修復メニュー

海道から本州に感染犬が持ち込まれた例もあるので、このようなペットの移動前の検査や駆虫を法律で義務づける必要がある(図5 畜犬の移動)。

以上、エキノコックス症対策の全体について述べたが、リスクが広がる前、あるいは被害が発生する前に検疫や感染源除去対策を強化することが重要である。したがって、医師はヒト、獣医師はイヌの周辺だけでは問題解決にはならない。どうしても感染レベルの高いキツネ対策に踏み込まなければならない。現在、流行地に適用可能な技術開発に成功している。<キツネ用ベイト+散布法+効果判定法(診断法)>で構成される「環境修復メニュー」(図6 環境修復メニュー)を実施することにより利益を受ける(=被害を免れる)地域住民、農業団体、観光業などと地域の役所や研究

機関との組織的な協力で速やかに実施する必要がある。

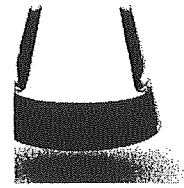
文 献

- 1) 佐藤直樹, 神山俊哉, 松下通明ほか: 人獣共通感染症の生態, エキノコックス症 b)臨床 多包性エキノコックス症を中心に. 化学療法の領域 17:727?734,2001
- 2) 神谷正男: 人獣共通感染症の生態, 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 17:718?726,2001
- 3) Tsukada H. et al.: 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, 2002
- 4) Hagglin, D. et al., Anthelmintic baiting of foxes against urban contamination with Echinococcus multilocularis, Emerging Infectious Diseases, 9,1266 - 1272, 2003

# エキノコックス

## 神谷正男

北海道大学獣医学部教授



1. 病原体：エキノコックス
2. 分類：条虫／テニア科
3. 感染媒体（宿主動物）：  
終宿主／キツネ、イヌ、中間宿主／野  
ネズミ、ヒト
4. 感染経路：糞口感染

エキノコックス（包条虫）症は、世界的に重要な動物由来寄生虫症である。わが国でも北海道を中心に多包虫症の流行拡大がみられ、患者へ深刻な健康被害をもたらしている。早急な防除対策実施が期待されていたにもかかわらず、これまで流行拡大防止、その縮小、根絶など危機管理へむけた取り組みがかならずしも十分ではなかった。その原因として、①感染源動物としてキツネなど野生動物が関与、②潜伏期間が長く（10年以上）、感染機会の特定が困難、③地方病的な発生などが考えられる。従来、患者を早期に発見して病巣切除を中心とした医療体制を重視してはいたが、感染源対策の視点が不十分であった。

2002年12月には北海道の室内飼育犬陽性例が認められ、従来の感染源動物としてのキツネ以外に身近なところに感染源（虫卵）が存在することが確認された。これを重視した厚生労働省は全国の自治体に感染防止を徹底するよう通知した。ヒト（中間宿主）の場合、放置すると致死的である。従来は、診断・治療や衛生教育の充実に重点がおかれてきたが、

このような対策のみでは、患者数の増加傾向は抑えられない。また、エキノコックス症は感染源動物から排出される糞便中の虫卵摂取に起因する（糞口感染）。このため汚染食品からの感染機会が考えられる。対応を誤れば流行地域の農業や観光業への風評を含めた被害は甚大である。

ここでは、エキノコックス症の現状と根絶・危機管理へ向けた汚染環境の修復技術の紹介を含め、今後の対応を考えてみたい。

エキノコックス症の説明に入るまえに、わが国における本症の特色として、①国内にすでにリスクがあり、被害がでている代表的な動物由来感染症（新四類感染症）であり、②国内に持ち込まれた動物に由来する感染症（毛皮を目的としたキツネ移入）であること、③患者への医療体制充実は重要であるが、それだけでは新たな感染防止は不可能で、④健康被害のみならず地域の農業、観光産業（含む交通業界）への被害が甚大である、などの点を確認しておきたい。

## エキノコックスとは

### ●大きさ

成虫は、終宿主（キツネ、イヌなど）の小腸に寄生する体長が4mm前後の微小な条虫（サナダムシ）である。幼虫は中間宿主（ネズミ、ヒトなど）の肝臓を中心に無性生殖し、巨大な病巣を形成する。

## ●分類

4種に分類され、いずれも人獣共通寄生虫で、北方圏諸国を中心に汚染が拡大している多包条虫 (*Echinococcus multilocularis*) と世界的に分布する単包条虫 (*E. granulosus*) の2種が、公衆衛生上、とくに重要である。

## ●生活環

多包条虫は、おもに野生のキツネと野ネズミの間で伝播する。成虫はキツネの小腸に寄生し、虫卵を産む。虫卵はキツネの糞便とともに外界へ排出される。虫卵が野ネズミに食べられると、小腸内で孵化し、幼虫が腸壁に侵入して血流にのり肝臓へ移行する。肝臓で幼虫細胞は分裂をくりかえして増殖し大きさを増すとともに、成虫の頭の部分となる原頭節とよばれる構造を多数つくり出す。この原頭節をもった野ネズミをキツネが食べると、各原頭節がキツネの小腸で成虫に発育し、虫卵を産生する。キツネは原頭節（をもった野ネズミ）を食べて感染する。これが野生動物でのエキノコックスの生活環であるが、イヌやネコは感染ネズミを食べることによってのみヒトへの感染源（エキノコックス虫卵保有）となる。

ヒトは、分類上は中間宿主であり、虫卵が付着した食品などを食べることによって感染する（糞口感染）。ヒトが感染すると、野ネズミと同じく幼虫細胞が肝臓で増殖するが、その発育速度は遅く、また、転移する。十数年をかけて巨大化し、肝機能障害や循環障害をひきおこす。

## わが国におけるエキノコックス症

### ●ヒトの場合

ヒト単包性エキノコックス症（単包虫症）は、1881年、熊本で最初の報告がある。その後、関東以南から主に海外で感染した例とし

て散発的に報告される。ここでは、わが国に定着し、治療がより困難で予後不良の多包虫症について述べる。

1926年に仙台で、わが国初の多包性エキノコックス症（多包虫症）の報告があるが、北海道でのヒト多包虫症は37年、礼文島出身者からはじめて報告されている。この報告以来、同島で130人以上の犠牲者が出ている。キツネが千島列島から輸入されたことによる人為的導入が原因である。同島では終宿主動物を中心とした対策により、89年をもって多包虫症流行は終息した。しかし、65～66年に7歳の女兒を含む3名の根室市居住者が多包虫症と診断された。その後、北海道東部、根釧地方に限局していたが、83年、網走管内でブタ多包虫症が確認されたことから、食肉検査でブタなどの感染例が各地でみつきり、現在では、北海道全域に多包条虫が分布することとなった。

かつての礼文島での流行はイヌの撲滅によって終わったが、本島ではキツネの増加などにともない全道的に広がったと考えられている。

2003年度までに、北海道で435例の患者がおもに病理組織で確認されているが、これには血清検査陽性例は含まれない（2003年度受診者数4万9976、陽性者数73）。本州から約80例の手術例があるが、多くは居住歴などで北海道との関連がある。

### ●ペットの場合

1997～2002年までの北海道および本州のペット（おもにイヌ）におけるエキノコックス感染状況を糞便内抗原および虫卵（テニア科条虫卵）検査で調べたところ、道内のイヌ1650頭中、抗原陽性18頭、虫卵陽性6頭が確認された。虫卵陽性犬はすべて抗原陽性であった。2002年12月には札幌市内で室内飼育犬からはじめての虫卵陽性例が確認された。この他、2000年3月の有珠山噴火時の避難住民

の放逐犬 (>116頭) から糞便内抗原陽性犬 2 頭を確認している。ネコについては170頭を検査し、抗原陽性 4 頭、虫卵陽性 6 頭を検出しているが、多包条虫卵の排出は認められていない。道外のイヌおよびネコについては、それぞれ64頭および 2 頭の検査を行ない、イヌ 2 頭が抗原および虫卵陽性を示した。このうちの 1 頭は北海道からの転出犬であった。

アンケート調査では、市部よりも郡部での飼育や放し飼いがイヌの感染機会と関係あり、ペットの飼育管理と感染予防の重要性を示唆している。

## 病態・診断・治療

### ●ヒトの場合

#### 1) 病態

成人で約10年、小児では約5年で悪性腫瘍に似た病像を示す。自覚症状がない間に寄生虫が組織内で無性増殖する。おもに肝臓に黄白色の病巣をつくる。また、肺、脾臓、腎臓、脳、腸間膜、骨髄などにも転移する。放置すると90%以上が死亡する。

#### 2) 診断

血清検査 (2~3 ml) を北海道立衛生研究所に依頼することができる。北海道の市町村で行なっているエキノコックス症の検診は、第一次診断として ELISA 法による血清診断、第二次診断としてウェスタンブロット法による ELISA 法陽性反応の確認と、問診、腹部の触診、超音波診断、腹部 X 線撮影等が併用されている。また、虫卵汚染の可能性がある摂取食物、居住地などの生活歴を参考にする。

今後、血清診断の精度向上や画像による悪性腫瘍との鑑別をし、診断基準を作成する必要がある。

#### 3) 治療

病巣切除が本症治療法の第一選択である。

進行例では胆道処置やアルベンダゾールの投与を補助療法とする。早期診断された患者の治癒率が高いが、自覚症状が現われた後に多包虫症と診断された場合は、多包虫組織が大きく増殖した例が多く、現在の治療技術でも治癒率は低い。

### ●動物の場合 (感染源となる終宿主: キツネ、イヌ、ネコ)

#### 1) 病態

小型の成虫が小腸粘膜に吸着するだけなので、通常症状は示さないが、まれに、下痢や血液を含んだ粘液塊を排泄することがある。その際、成虫を同時に排泄することがある。

#### 2) 診断

剖検 (小腸の成虫検出) やアレコリン (駆虫剤と下剤の両作用を有する) 投与後の糞便検査 (糞便中の成虫検出) がある。剖検は信頼のできる検査法であるが、生きているイヌ・ネコには適応できない。通常の糞便検査で虫卵を検出する方法もあるが、猫条虫などの他のテニア科条虫と形態的には区別でない。

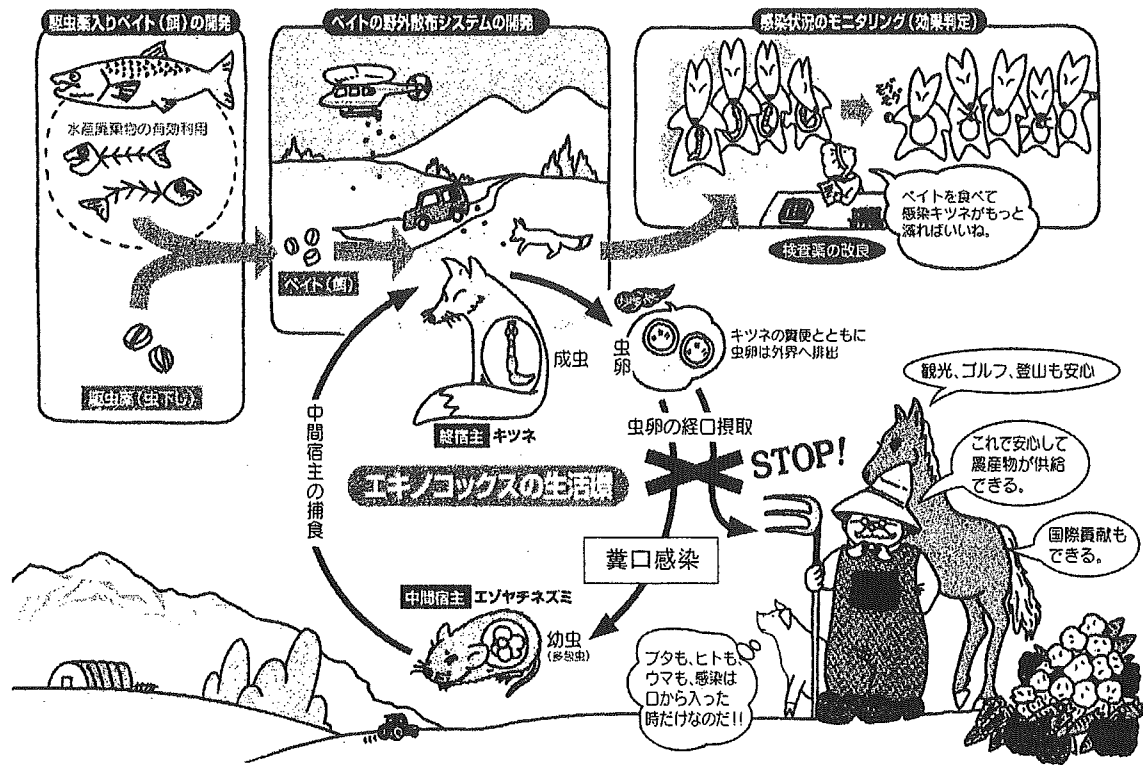
糞便中に排泄される多包条虫抗原に反応するモノクローナル抗体 EmA9 を作成し、糞便内抗原を検出できる方法が開発され (北大寄生虫学教室内ホームページ: 「旅をする寄生虫」参照)、イヌ、ネコ、キツネの感染源動物の検査依頼を受けている。

#### 3) 治療

駆虫薬・プラジクアンテルは、エキノコックス成虫に対してもっとも効果的な駆虫薬である。終宿主動物の感染はヒトへの感染源としての危険性があるため、完全に駆虫する必要がある。通常、1回の投与量 (5 mg/kg) で100%の駆虫効果がある。プラジクアンテルは安全域が広く、単包条虫対策で世界的に飼育犬に定期的投与されてきた実績がある。ただし、虫卵に対する殺滅効果がなく、感染



図1 エキノコックス症対策のための環境修復メニュー



したイヌの場合、感染力のある虫卵が糞便中に含まれているので、2～3日間は糞便の適正な処置（焼却，熱湯消毒）が必要である。

### 今後の分布拡大——本州へ？

1999年8月、青森のブタからエキノコックスの幼虫が発見された。それ以前から本州でも北海道と関係のない患者が知られてはいたが、わが国でこの寄生虫の生活環が維持されるのは北海道だけと考えられていた。その後、本州への侵入について、青函トンネルをキツネなどが通過する可能性が指摘されたこともあった。

しかし、それよりも重要なのは、現在、多くの感染源動物が飼い主とともに国内移動によって北海道から本州に持ち込まれている事実である。年間7000頭のイヌが北海道から移動する（一時的な旅行者との同伴犬を含む。2002年度厚労省研究班調べ）。北海道ではキ

ツネの感染率が5割に上昇しており、飼育されているイヌやネコからもエキノコックスが検出されている。2001年には、北海道から移送された飼い犬から感染例が確認された。

海外から年間1万5000頭以上のイヌがエキノコックスの検疫なしで輸入されている。これらを放置すると、本州にも定着し、患者発生リスクは増大する。現在までの厚労省研究班の調査では、本州の野生動物間で生活環が維持されている事実は確認されていない。

今後、急いで感染レベルの高い北海道の感染源対策と海外からの侵入防止策を実施することが、エキノコックス症撲滅への近道である。

### 防除体制の確立は急務！

1999年4月に施行された「感染症法」で、ヒトのエキノコックス症は、病原体や抗体の検出で診断された場合、医師による7日以内

の届出が義務づけられたが、感染源に関する規定はなかった。2003年11月に施行された改正「感染症法」では、虫卵を排出する動物など感染源対策が大幅に強化される方向で整備されることとなった。

終宿主の糞に出る抗原を検出して感染を確かめる診断法が確立され、感染源動物を把握し、駆虫薬で防除することが可能になった。また、1998年には、オホーツク海に面した地域でキツネを対象にプラジクアンテルを入れた魚肉ソーセージとこの診断法の組み合わせによって、キツネの糞便内虫卵の排出低減が実証された。その後、ベイト（駆虫薬入りキツネ餌）と散布法の改善により糞便内抗原の低減も示し、調査地全域（200平方キロ）のエキノコックス汚染環境修復の可能性を北大グループが示した<sup>1)</sup>。スイス・チューリッヒ市内でも最近、この方法でチューリッヒ大グループが効果を上げている<sup>2)</sup>。

イギリス、フィンランド、ノルウェーのように、多包条虫流行国（地域）からのペットの持ち込み前の駆虫を義務付けている国がある。わが国も北海道から本州に感染犬が持ち込まれた例もあるので、このようなペットの移動前の検査や駆虫が必要である。

以上、エキノコックス症対策の全体について述べたが、リスクが広がる前、あるいは被

害が発生する前に検疫や感染源除去対策を強化することが重要である。したがって、医師はヒト、獣医師はイヌの周辺だけでは問題解決にはならない。どうしても感染レベルの高いキツネ対策に踏み込まなければならない。現在、流行地に適用可能な技術開発に成功している。〈キツネ用ベイト＋散布法＋効果判定法（診断法）〉で構成される「環境修復メニュー」を実施することにより利益を受ける（＝被害を免れる）地域住民、農業・観光業関係者などと、地域の役所や研究機関との組織的な協力ですみやかに実施する必要がある（図1）。

また、これらの関連技術は、今後、わが国に侵入が危惧される狂犬病、ウエストナイル熱などの動物由来感染症に対する危機管理に応用が期待できる。

#### 〈文 献〉

- 1) Tsukada H et al : Potential remedy against *Echinococcus multilocularis* in wild red foxes using baits with antihelmintic distributed around fox breeding dens in Hokkaido, Japan. *Parasitology* 125 : 119-129, 2002
- 2) Hagglin D et al : Antihelmintic baiting of foxes against urban contamination with *Echinococcus multilocularis*. *Emerging Infectious Diseases* 9 : 1266-1272, 2003

[かみや・まさお／寄生虫学]



## エキノコックス症感染源対策の経済評価

Economic evaluation of counter-measures against echinococcosis using baits with anthelmintics

大石卓史\*・嘉田良平\*・有路昌彦\*・山根史博\*\*

Takafumi OISHI\*, Ryohei KADA\*, Masahiko ARIJI\* and Fumihiko YAMANE\*\*

**要旨：**本稿では、人獣共通感染症であるエキノコックス症対策として、近年有効性が確認されつつある感染源対策（キタキツネや犬の体内からのエキノコックスの駆虫）の実施によりもたらされるリスク削減便益を、CVM（Contingent Valuation Method：仮想評価法）を用いて検証した。北海道内の4市町を対象に二段階二肢方式のCV調査を実施し、パラメトリック推定法により感染源対策に対する支払意志額（WTP）を計測した結果、1世帯あたりの年間WTPは、中央値でおよそ2,000～3,000円、平均値でおよそ2,500～4,500円の範囲にあることがわかった。

**キーワード：**エキノコックス症対策, CVM

**Abstract：** In this paper, we try to evaluate risk reduction benefits by counter-measures against echinococcosis using baits with anthelmintics. We applied contingent valuation method based on double-bounded dichotomous choice approach at 4 areas in Hokkaido. As a result, The median WTP estimated are between about 2,000 - 3,000 yen per year. The mean WTP are between about 2,500 - 4,500 yen as well.

**Key Words：** Counter-measures against echinococcosis, Contingent Valuation Method

### はじめに

エキノコックス症は、エキノコックスと呼ばれる寄生虫の虫卵がヒトの口から体内に入り、幼虫となって肝臓などに寄生することで、10～15年の無症状期を経た後、重い肝機能障害などを引き起こす人獣共通感染症であり、切除以外に有効な治療法がなく致死率も高い。ヒトへの感染経路としては、エキノコックスが寄生したキタキツネや犬などの終宿主やその糞に触れる、それらの糞で汚染された農産物を食べる、沢水・わき水を飲むなどのケースがあると考えられている。また、1980年代以降、キタキツネのエキノコックス感染域が北海道東部域から全道域に拡大したことに伴い、近年、札幌市周辺などの北海道東部域以外の地域においても、エキノコックス症認定患者数の増加が見られており<sup>1)</sup>、感染者数の増加

などの人的リスクに加え、北海道の基幹産業である農業や観光業などへの経済的損失の発生といった、エキノコックス症関連リスクを最小限に抑えるための体制をいかに構築するかが喫緊の課題となっていると言える<sup>2)</sup>。

エキノコックス症への対策<sup>3)</sup>としては、患者の早期発見や治療の実施、衛生教育・予防啓発活動、飲み水対策としての上水道整備、感染源であるキタキツネの捕殺などがこれまでに行われてきた。

これらの対策のうち、患者の早期発見や治療の実施は、エキノコックス症に感染した患者の生存率を高めることを目的としたものであり、また、衛生教育・予防啓発活動や上水道整備は、キタキツネや犬などの終宿主のエキノコックス感染率が高まりつつある状況下において、ヒトのエキノコックス症への感染を防止することを目的としたものである。これらは、現在存在するエキノコックス症感染リスクの対策として非常に重要であると

\* (株) UFJ 総合研究所, \*\* 京都大学大学院地球環境学舎

言えるものの、感染源対策、すなわち、キタキツネや犬などの終宿主のエキノコックス感染率を低減させるものではないために、エキノコックス症の撲滅という根本的な問題解決には直結しないものである。

また、キタキツネの捕殺は、感染源対策として位置付けられ、年間1万頭前後の規模での捕殺が行われた時期もあったものの、対策に要する費用的・時間的制約が大きいため、捕殺が間引き程度の規模に留まってしまったこと、また、動物愛護の観点から、キタキツネを捕殺することに対する合意形成が困難であったことなどから、十分な対策効果を上げることができなかった<sup>4)</sup>。

このような中、キタキツネの捕殺に代わる感染源対策として、ベイトと呼ばれる駆虫薬入りの餌を屋外に散布することで、キタキツネや犬の体内からエキノコックスを駆虫する(虫下しを行う)方法の有効性が近年の研究で確認されてきている(神谷(2003)、野中(2003))。この方法は、キタキツネや犬などの終宿主を捕殺する必要がないため、それらの動物との共生関係を保ちつつ、エキノコックス感染率を低減できるという利点を有しており、その本格実施に向けた検討を行うことが急務であると考えられる<sup>5)</sup>。

そこで本稿では、駆虫薬散布による感染源対策を我が国におけるエキノコックス症撲滅に向けた手段と位置付け、対策の実施によりもたらされるリスク削減便益を、表明選好アプローチの1つであるCVM(Contingent Valuation Method: 仮想評価法)を用いて検証する。

本稿の構成は以下の通りである。1. では、エキノコックス症感染源対策の概要について述べる。2. では、本稿で使用するデータについて述べる。3. では、感染源対策の実施によりもたらされるリスク削減便益の計測方法及びその計測結果について述べる。最後に、本稿の帰結及び今後の課題についてまとめる。

## 1. エキノコックス症感染源対策の概要

エキノコックス症感染源対策として、キタキツネや犬などの終宿主の体内から、エキノコックスの駆虫(虫下し)を行う研究が北海道大学や北海道立衛生研究所により行われている。北海道大学が1997年から5年間にわたり小清水町で行った試験では、ベイトと呼ばれる駆虫薬入りの餌を屋外に散布することで、散布域内のキタキツネのエキノコックス感染率が概ね70%から10%へと低減し、効果的にキタキツネを駆虫できる可能性が確認された。また、現在、この感染源対策の実用化に向け、同様の研究が小樽市や根室市において行われている(神谷(2003)、野中(2003))。

本稿では、このようにエキノコックス症対策として有効性が確認されつつある感染源対策の実施によりもたらされるリスク削減便益を、CVMを用いて検証する。

## 2. 分析データ

本稿では、平成16年1月に郵送方式にて実施された、エキノコックス対策に関するアンケート調査において得られたCVデータを対象に分析を行う。このアンケート調査は、図1に示す北海道内の4市町(札幌市(中央区・北区)、小樽市、富良野市、小清水町)において実施されたものである<sup>6)</sup>。アンケート調査票の回収状況及びWTP推定に用いた標本サイズは表1に示すとおりである。

ここで、被験者に支払意志額(Willingness to pay; 以下、WTP)を尋ねる質問方式としては、図2に示す二段階二肢方式を採用し、一段階目及び二段階目の提示額は表2に示すA-Dの4タイプを設定した<sup>7)</sup>。なお、被験者のシナリオへの理解を高めるため、図2の質問に先駆け、小清水町における感染源対策の効果(散布域内のキタキツネのエキノコックス感染率が70%から10%へと低減した点)やキタキツネのエキノコックス感染率とヒトへの感染との関係についての説明を行っている。

また、標本サイズの決定は、WTP推定に関わるアンケート項目にすべて回答している被験者を標本として取り出した後、抵抗回答を表明している被験者を除外することで行っている。

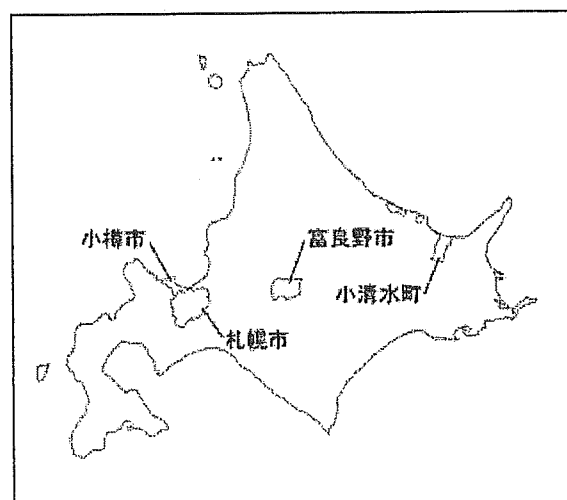


図1 アンケート調査実施地区

表1 アンケート調査票の回収状況・標本サイズ

	配布数	回収数	標本サイズ
札幌市	600	153	84
小樽市	600	143	86
富良野市	600	184	91
小清水町	600	248	177
計	2,400	728	438

表2 提示額の設定

	初期提示額	二段階目の提示額	
		高提示額	低提示額
A	500円	1,000円	250円
B	1,000円	3,000円	500円
C	3,000円	5,000円	1,000円
D	5,000円	10,000円	3,000円

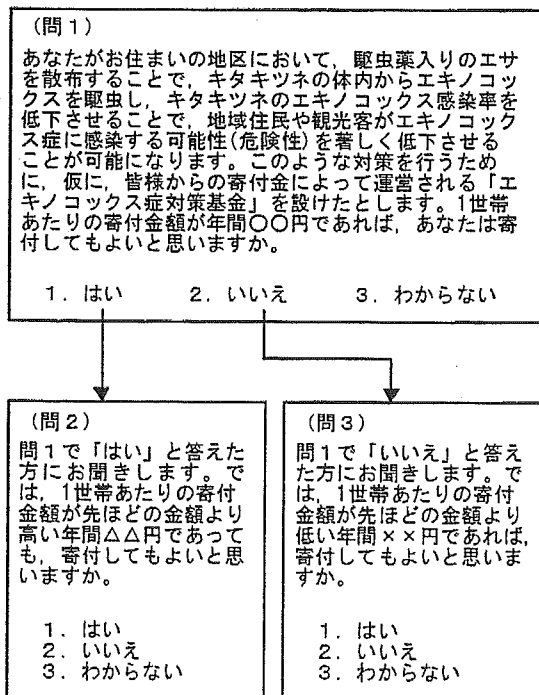


図2 WTP 質問方式

### 3. リスク削減便益の計測

#### 3.1 計測モデル

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。

また、WTP 分布として対数ロジスティック分布を仮定した上で<sup>8)</sup>、以下のStepにより、支払行動関数の特定化を行った。

まず、Step1:表3に示すすべての説明変数を含むモデルを推定し、t 値の絶対値が1以下となる説明変数を除外した。Step2:次に、1度目のモデル推定において除外された説明変数を除いた残りの説明変数を含むモデルを再び推定し、t 値の絶対値が1以下の説明変数を除外した。Step3:Step2の作業をt 値の絶対値が1以下の説明変数が存在しなくなるまで続けることで、説明変数の組み合わせを決定した。

#### 3.2 支払行動関数の推定結果

支払行動関数の推定結果は表4に示すとおりである<sup>9)</sup>。各市町の支払行動関数に含まれている説明変数の係数の符号についてみると、LBD(提示額の対数)は、4市町すべてのモデルに含まれており、係数の符号は負となっている。これは提示額が高くなるほど支払行動をとりにくくなることを示しており、整合的な結果であると言える。

INCOME(年収)及びPET(ペット(犬、ネコ)の飼い方)は、小樽市、富良野市のモデルに含まれており、その係数の符号はともに正となっている。これは年収が高くなるにつれて、また、ペットを屋外で飼っているほど、支払行動をとりやすくなることを示しており、整合的な結果であると言える。

RECOG2(駆虫薬散布の知識)は、富良野市のモデルに含まれており、その係数の符号は正となっている。これは駆虫薬散布の知識がある場合に支払行動をとりやすくなることを示しており、整合的な結果であると言える。

CIRCUM(周辺環境)及びANXIOUS(エキノコックス症感染への不安)は、小清水町のモデルに含まれており、その係数の符号はともに正となっている。これは家の周囲にキタキツネが生息しやすい環境がある場合、また、エキノコックス症感染への不安がある場合に支払行動をとりやすくなることを示しており、整合的な結果であると言える。

一方、SEX(性別)やYHABIT(居住年数)も複数の市町のモデルに含まれているが、地域により係数の符号が異なる結果となった。

表3 支払行動関数の推定時に用いた説明変数の候補

名称	定義	変数内容
SEX	性別	「男性」=1, 「女性」=0
AGE	年齢	「20歳代」=1, 「30歳代」=2, 「40歳代」=3, 「50歳代」=4, 「60歳代」=5, 「70歳以上」=6
INCOME	1世帯あたりの所得	「200万以下」=100, 「201万～400万円」=300, 「401万～600万円」=500, 「601万～800万円」=700, 「801万～1,000万円」=900, 「1,001万～1,500万円」=1,250, 「1,501万～2,000万円」=1,750, 「2,001万円以上」=2,250
NHOUSE	世帯員数	数値データ (人)
NCHILD	小学生以下の子供の有無	「小学生以下の子供有」=1, 「小学生以下の子供なし」=0
OCCUP	職業 (農家)	「農家」=1, 「非農家」=0
YHABIT	居住年数	「1年未満」=1, 「1～5年」=2, 「6～10年」=3, 「11～20年」=4, 「21年以上」=5
CIRCUM	周辺環境	「家から500m以内に河川敷, 野山, 自然公園, 田・畑, 防風林のいずれかあり」=1, 「なし」=0
PET	ペット (犬, ネコ) の飼い方	「飼っていない」=1, 「いつも屋内で飼っている」=2, 「だいたい屋内で飼っている」=3, 「だいたい屋外で飼っている」=4, 「いつも屋外で飼っている」=5
OUTDOOR	登山・キャンプ・自然公園への訪問回数	「行かない」=1, 「年間1～2回」=2, 「年間3～4回」=3, 「年間5～9回」=4, 「年間10回以上」=5
RECOG1	認識1 (エキノコックス)	「エキノコックスの流行を知っている」=1, 「エキノコックスの流行を知らない」=0
RECOG2	認識2 (駆虫薬散布の知識)	「駆虫薬散布による感染源対策を知っている」=1, 「知らない」=0
ANXIOUS	エキノコックス症感染への不安	「日頃不安である」=1, 「そうでない」=0
LBD	提示額の自然対数	数値データ (円)

表4 支払行動関数の推定結果

札幌市				小樽市			
変数名	係数	t値	p値	変数名	係数	t値	p値
CONST	11.27	6.86	0.00	CONST	19.89	5.10	0.00
SEX	0.37	1.81	0.07	SEX	-0.87	-1.31	0.19
LBD	-1.62	-6.83	0.00	INCOME	9.26E-04	1.13	0.26
				NCHILD	-1.25	-1.55	0.12
				YHABIT	-0.31	-1.35	0.18
				PET	0.50	1.07	0.29
				LBD	-2.55	-5.23	0.00
対数尤度			-86.80	対数尤度			-55.92
AIC			167.59	AIC			97.85
富良野市				小清水町			
変数名	係数	t値	p値	変数名	係数	t値	p値
CONST	12.65	6.68	0.00	CONST	11.46	6.34	0.00
SEX	0.94	1.74	0.08	SEX	-1.07	-1.97	0.05
INCOME	1.50E-03	2.75	0.01	NHOUSE	0.23	1.32	0.19
PET	0.42	1.54	0.12	NCHILD	-0.68	-1.04	0.30
RECOG2	1.24	1.76	0.08	YHABIT	0.46	2.82	0.00
LBD	-1.89	-7.13	0.00	CIRCUM	0.98	2.06	0.04
				ANXIOUS	0.86	1.93	0.05
				LBD	-1.77	-7.95	0.00
対数尤度			-67.84	対数尤度			-121.567
AIC			123.67	AIC			227.134

### 3. 3 リスク削減便益の推定結果

各地域で推定された支払行動関数から算出した、1世帯あたりの年間WTPの中央値及び平均値を図3に示した<sup>9)</sup>。

これによると、WTP中央値はおよそ2,000～3,000円、WTP平均値はおよそ2,500～4,500円の範囲にあることがわかった<sup>10)</sup>。

WTP評価額が最も高くなったのは小清水町であり、WTP中央値は3,120円、WTP平均値は4,580円となった。これは、小清水町では、1997年から感染源対策の研究が行われており、被験者の感染源対策に関する認知度やその効果に対する理解度が高かったことや、世帯主をアンケート調査の対象としたことが一因であると思われる<sup>11)</sup>。

また、小清水町以外の市町村では、被験者の感染源対策に対する認知度が低かったにもかかわらず、一定程度の評価額が得られており、特に、富良野市の評価額は、WTP中央値が2,828円、WTP平均値が4,054円と小清水町に近い値となっている。このことは、エキノコックス症関連リスクが高まりつつある地域において、リスクの内容や感染源対策の目的・効果についての理解を図ることで、感染源対策の強化・推進が可能であることを示唆するものと言えるだろう。

#### おわりに

本稿では、北海道内の4市町を対象に、エキノコックス症対策として、近年、その有効性が確認されつつある感染源対策の実施によりもたらされるリスク削減便益を、CVMを用いて検証した。その結果、1世帯あたりの年間

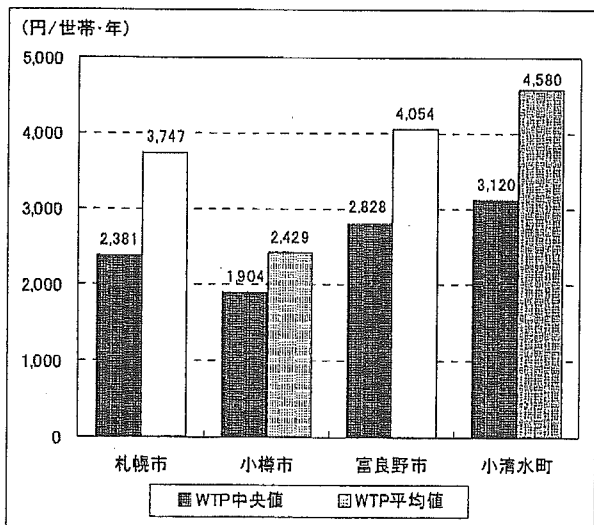


図3 WTP推定結果

WTPは、中央値でおよそ2,000～3,000円、平均値でおよそ2,500～4,500円の範囲にあることがわかった。

今後は、本稿で明らかとなったWTP評価額を参考に、駆虫薬の生産・散布方法やそれに要する費用、行政や地域住民などのステイクホルダー間での費用の負担割合など、感染源対策の本格実施に向けた検討を行う必要があるであろう。また、同時に、感染源対策と患者の早期発見・治療や衛生教育・予防啓発活動などの対策との効果的な組み合わせ方法、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などについて検討を行うことも必要と考えられる。これらは残された課題である。

#### 謝辞

本研究を進めるにあたり、北海道大学大学院獣医学研究科寄生虫学教室の神谷正男教授、奥祐三郎助教授、野中成晃助手、歳城隆客員研究員からは、多くのご支援・ご指摘を得ました。また、アンケート調査の実施に当たっては、札幌市、小樽市、富良野市、小清水町の各自治体担当者の皆様に多大なご協力を賜りました。記して感謝の意を表します。

#### 補注

- 1) 現在、北海道内のキタキツネの感染率は60%前後であると言われている(厚生労働省ホームページ<[http://www.forth.go.jp/mhlw/animal/page\\_ji04-2.html](http://www.forth.go.jp/mhlw/animal/page_ji04-2.html)>)。また、通常、野生動物での感染状況は、数年から10数年経てヒトの感染者数に反映すると考えられており、1995年時点において、今後15～20年の間に約1,000名の新規患者が発生するとの試算も行われている(土井, 1995)。なお、2004年(1月1日～9月5日)に報告されたエキノコックス症患者数は計22名であり、そのうち12名が札幌市保健管内からのものとなっている(北海道感染症情報センターホームページ<<http://www.iph.pref.hokkaido.jp/kansen/402/data.html>>)を参照されたい。
- 2) このような状況を受け、平成15年11月に施行された「感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律及び検疫法の一部を改正する法律」では、エキノコックス症は、消毒、動物の輸入禁止等の対策措置が必要な新4類感染症に分類されている。
- 3) エキノコックス症対策の詳細については、北海道大学大学院獣医学研究科寄生虫学教室のホームページ<<http://133.87.224.209/index.html>>、北海道立衛生研究所のホームページ<<http://www.iph.pref.hokkaido.jp/default.htm>>を参照されたい。
- 4) キタキツネの捕殺については、捕殺を行った地域に新たなキタキツネが流入し、キタキツネの移動が促進されることで、エキノコックスの感染域が拡大する可能性についても指摘されている。
- 5) 厚生労働省においても、従来の対策だけでは不十分であり、患者の早期発見や治療の実施に加え、早急に感染源対策が必要である、との認識がなされている。(厚生労働省ホームページ<[http://www.forth.go.jp/mhlw/animal/page\\_ji04-2.html](http://www.forth.go.jp/mhlw/animal/page_ji04-2.html)>)
- 6) 本アンケート調査は、「動物由来寄生虫症の流行地拡大防止対策に関する研究(厚生労働省科学研究費補助金(新興・再興感染症研究事業))」の一環として実施したものである。アンケート実施地域については、地域属性を勘案しつつ、札幌市(都市的領域)、小樽市(地方中核都市)、富良野市(農村地域(駆虫薬未散布地域))、小清水町(農村地域(駆虫薬散布地域))の4市町を選定した。なお、札幌市、小樽市、富良野市は選挙人名簿登録者全数を、小清水町は選挙人名

簿登録者のうち世帯主のみを抽出対象とし、無作為抽出により配布先の選定を行った。また、アンケート調査票の冒頭において、世帯主もしくは主な収入を得ている方に回答を依頼する旨の文章を添えた。

- 7) 図2に示した各質問において「わからない」と回答した被験者は、分析対象外とした。
- 8) WTP 分布としては、対数ロジスティック分布もしくは対数正規分布のいずれかを仮定することが一般的となっているが、どちらの分布を仮定しても、WTP 推定結果に大きな差異が生じないことから、本稿では、対数ロジスティック分布のみを採用し、分析を行った。
- 9) WTP 平均値は、最高提示額 (10,000 円) で生存関数の切断を行い算出した。
- 10) 各市町で得られた WTP 推定結果に、住民基本台帳に登録されている世帯数 (平成 16 年 1 月 31 日時点) 及び標本選択率 (=標本サイズ/調査票回収数) を乗じることで年間総便益の試算したところ、札幌市の年間総便益は 1,144 百万円 (WTP 中央値), 1,799 百万円 (WTP 平均値) に、小樽市の年間総便益は 77.5 百万円 (WTP 中央値), 98.9 百万円 (WTP 平均値) に、富良野市の年間総便益は 14.8 百万円 (WTP 中央値), 21.2 百万円 (WTP 平均値) に、小清水町の年間総便益は 4.9 百万円 (WTP 中央値), 7.1 百万円 (WTP 平均値) になった。
- 11) エキノコックス対策に関するアンケート調査では、感染源対策の認知度に関する質問も行っている。有効回答の中で、感染源対策を「よく知っている」もしくは「聞いたことはある」と答えた割合は、札幌市 26.4%, 小樽市 26.6%, 富良野市 32.6% に対し、小清水町では 59.3% と高くなった。

#### 引用文献

- 土井達雄(1995) 憂慮されるエキノコックス症(多包虫症)流行の拡大 -今こそ第一次予防対策推進を-, 日本公衆衛生雑誌, 42(2), 63-68.
- 神谷正男(2003)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 北日本支部合同大会 国際シンポジウム.
- 寺脇 拓(2002)農業の環境評価分析. 勁草書房, 東京, 247pp.
- 野中成晃(2003)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 北日本支部合同大会 国際シンポジウム.





## Prevention of alveolar echinococcosis—ecosystem and risk management perspectives in Japan

Keita Konno<sup>a</sup>, Yuzaburo Oku<sup>b</sup>, Hiko Tamashiro<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Department of Health for Senior Citizens, Division of Preventive Medicine, Social Medicine Cluster, Graduate School of Medicine, Hokkaido University, Kita 15, Nishi 7, Kita-ku, Sapporo 060-8638, Japan

<sup>b</sup> Laboratory of Parasitology, Department of Disease Control, Graduate School of Veterinary Medicine, Hokkaido University, Kita 18, Nishi 9, Kita-ku, Sapporo, 060-0818, Japan

Received 12 May 2003; received in revised form 1 September 2003; accepted 8 September 2003

### Abstract

We focused on the epidemiology of alveolar echinococcosis especially in Japan and discussed control measures to prevent an epidemic.

No effective control measures against alveolar echinococcosis have been identified thus far because it is difficult to fully understand the ecology of the parasite and its hosts, i.e. the precise infection route to humans.

In Hokkaido, Japan, infection rates among red foxes have recently risen even in low endemic districts. Infection seems to be spreading not only among wild foxes but also among domestic dogs. Despite only sporadic reports of human cases in Japan, we predict that the incidence of alveolar echinococcosis will increase in the near future if no effective preventive measures are put in place. An *Echinococcus multilocularis* epidemic would have the potential to affect the economy of Hokkaido, due to its impact on the agricultural and tourist industries.

Well-designed epidemiological surveys are, therefore, urgently required prior to large outbreaks, based on understanding of the ecosystem around *E. multilocularis*.

© 2003 Elsevier B.V. All rights reserved.

**Keywords:** Alveolar echinococcosis; Ecosystem; Epidemiology; Risk management

### 1. Introduction

Alveolar echinococcosis is caused by accidental ingestion of eggs of the parasite *Echinococcus multilocularis*. After slow growth of the larva, many tiny cysts occupying the liver cause a lethal pathophysiology similar to liver carcinoma. However, early

diagnosis of alveolar echinococcosis is very difficult because of the long latent or asymptomatic period, which may be as long as 20 years.

None of the endemic areas have undertaken efficient control measures, as it is difficult to completely understand the ecology of the parasite and the precise infection route to humans. On the other hand, infection rates in wild red foxes, the definitive host of *E. multilocularis* in Hokkaido, Japan, have been rising in the low endemic districts and the fox population seems to be increasing even in urban regions (Tsukada

\* Corresponding author. Tel.: +81-11-706-5051; fax: +81-11-706-7374.

E-mail address: [tamashiro@med.hokudai.ac.jp](mailto:tamashiro@med.hokudai.ac.jp) (H. Tamashiro).

et al., 2000). In addition, infection of domestic dogs has been confirmed, exposing many residents to the risk of infection.

In this article, we describe epidemiological characteristics of alveolar echinococcosis, and discuss its prevention and control from an ecosystem and risk management perspective.

## 2. Epidemiology in the world

Maintenance of the life cycle of the parasite *E. multilocularis* has been reported widely in the northern hemisphere (Table 1). However, precise epidemiological data from potential endemic areas, like newly independent states of the former USSR, are lacking. First reports of infection in foxes or humans are to be considered carefully as they can be either due to confirmation of an existing life cycle or expansions of pre-existing *E. multilocularis* life cycles (Eckert et al., 2000; Deplazes and Eckert, 2001).

### 2.1. Definitive hosts

Prevalence rates among definitive hosts, shown in Table 2 (Tsukada et al., 2000; Deplazes and Eckert, 1996, 2001; Hokkaido Institute of Public Health, 1999) should be interpreted carefully because

the representative nature of the samples is unknown. In interpreting data from the surveys, age-specific vulnerability of the foxes should be taken into consideration. Some studies have documented that in high-endemic areas fox cubs show higher infection rates than adults (Eckert et al., 2000, 2001; Deplazes and Eckert, 2001; Hofer et al., 2000).

To date, necropsy remains the most reliable method for determining the infection of definitive hosts. Alternatively, a simple and safe method, 'Coproantigen ELISA', which detects metabolites from cestodes in fecal samples, has been developed. The test picks up early phases of infection in foxes (Tsukada et al., 2000; Uchino and Sato, 1996; Deplazes and Eckert, 1996, 2001; Hofer et al., 2000) and has a high sensitivity (83–87%) and specificity (95–99%) (Deplazes et al., 1999; Sakai et al., 1998). Recent studies have shown that results from the ELISA test can be used as an indicator of prevalence in fox populations (Nonaka et al., 1998; Raoul et al., 2001). In a host population with a relatively low prevalence, the ELISA has a very high negative predictive value, so this method is suitable for screening domestic dogs and cats, too (Deplazes et al., 1999; Deplazes and Eckert, 2001). The PCR method to detect copro-DNA from faecal specimens with a high diagnostic specificity and sensitivity has been developed. This method is unsuitable for many samples because it is laborious and costly, so it is used

Table 1  
Countries or regions where maintenance of life cycle of *E. multilocularis* and/or human cases have been reported

Region	<i>E. multilocularis</i> cycle and human cases	<i>E. multilocularis</i> cycle and sporadic human cases	<i>E. multilocularis</i> cycle	Sporadic human cases
Asia	China, Iran, Japan, Kazakhstan, Turkey, Uzbekistan	–	–	India
Africa	–	–	–	Tunisia
North America	Northern tundra zone: Canada and the United States (Alaska)	Central part of north America: southern Canada and northern US	–	–
Europe	Austria, France, Germany, Liechtenstein, Poland, Russian Federation, Switzerland	Azerbaijan, Belgium, Czech Republic, Kyrgyzstan, Slovakia	Armenia, Denmark, Georgia, Italy, Luxembourg, Moldova, Netherlands, Norway, Tajikistan, Ukraine	Bosnia, Bulgaria, England, Greece, Hungary, Slovenia, Sweden

Table 2  
Prevalence rates among definitive hosts and incidence rates among humans in endemic areas over the world

Country (area)	Definitive host			Human	
	Species	Number of animals examined	Prevalence rate (%)	Period	Incidence rate (per million year)
Japan	Fox	373	45.8	1982–1999	0.9–3.3
	Dog <sup>a</sup>	9849	1	–	–
	Cat	91	5.5	–	–
China (Gansu)	Dog	58	10.3	1994–1997	3.4% <sup>d</sup>
Alaska	Fox <sup>b</sup>	–	40–100	–	70–980
	Dog	–	12	–	–
Austria	Fox	3600	1–35	1983–1990	0.2
Switzerland	Fox	7059	29	1970–1992	1.0–7.4
	Dog	660 <sup>c</sup>	0.3	–	–
	Cat	263 <sup>c</sup>	0.4	–	–
Germany	Fox	679	44.8	1985–1989	0.3
	Cat	170	2.9	–	–
France	Fox	513	14–36	1971–1989	5.0–14
	Dog	36	5.6	–	–

Source: Craig et al. (2000); Deplazes et al. (1999); Eckert (1997); Hokkaido Institute of Public Health (1999); and Uchino and Sato (1996).

<sup>a</sup> Stray dog (Japan), domestic dog (other countries).

<sup>b</sup> Arctic fox (Alaska), red fox (other regions).

<sup>c</sup> Confirmed by coproantigen ELISA and PCR, others by necropsy.

<sup>d</sup> Prevalence.

for confirmation of the positive coproantigen ELISA results (Deplazes et al., 1999; Deplazes and Eckert, 2001).

## 2.2. Humans

The incidence of alveolar echinococcosis in humans (per million year) have been reported to be 0.2–14.0 in the endemic countries of Europe, such as France, Germany and Switzerland and 0.9–3.3 in Hokkaido (Table 2). In these areas, wild foxes are the main source of infection to humans. On the other hand, in China and Alaska, where active life cycle is maintained between domestic dogs and rodents, higher incidence rates among humans have been reported (Uchino and Sato, 1996; Craig et al., 1992, 2000). However, since no standardized diagnostic criteria for alveolar echinococcosis has been established, the comparisons may not be reliable.

In Europe, farming, breeding of cats and hunting are reported to be high risk factors to infections in humans, while in China and Alaska, dog ownership carries a higher risk (Craig et al., 2000; Eckert et al., 2001; Kern

et al., 2003; Kreidl et al., 1998). The reason why there have been a few systematic epidemiological studies on human cases throughout the world is that: (1) so far alveolar echinococcosis has not necessarily been given priority among public health problems because of low incidence and spatial restriction and (2) a long latent period makes it difficult to correctly identify the infection route to the humans, diagnose at early stages and understand the incidence.

## 3. Epidemiology in Japan

### 3.1. Definitive hosts

In Hokkaido, prevalence in foxes by necropsy has risen from 10% in 1984 to about 40% in 2001 (Fig. 1). The rise was most significant after 1993 even in low endemic areas (Hokkaido Institute of Public Health, 1999).

Small necropsy studies in Hokkaido indicate prevalence around 0.5–5.0% among stray dogs (Hokkaido Institute of Public Health, 1999). In recent studies, 1.4% (10/708) of domestic dogs in Hokkaido were

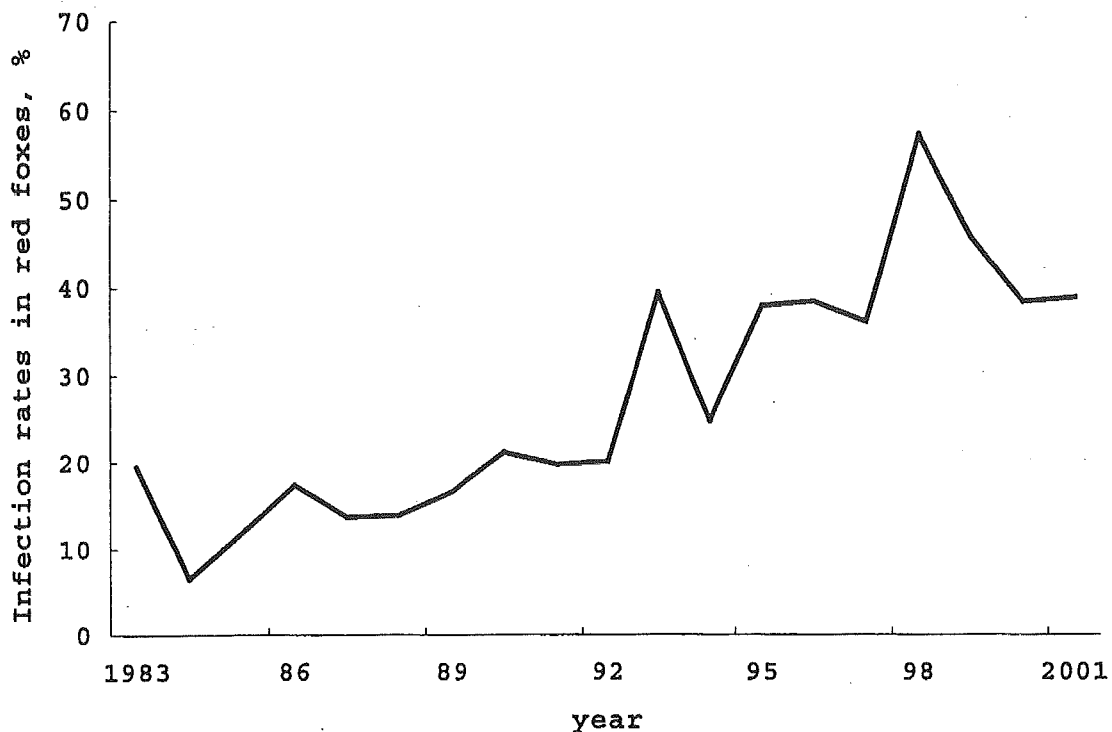


Fig. 1. Infection rates in red foxes in Hokkaido, Japan, 1983–2001.

reported to be coproantigen-positive (Kamiya, 2001) and 0.3% (2/660) were infected in Switzerland (Deplazes et al., 1999). Infection in cats, in which growth, maturation as well as egg production of *E. multilocularis* is significantly reduced, has been documented in both places (Deplazes et al., 1999; Eckert, 1997; Hokkaido Institute of Public Health, 1999).

A questionnaire survey reported that up to 40% of domestic dogs have contacts with rodents (Oku, 2000). These suggest that migration of infected foxes can cause new infection among domestic dogs through rodents. Domestic dogs can therefore be an important source of infection for humans also in Hokkaido, where there are about 230,000 registered dogs. Surveys to determine prevalence in domestic dogs are a priority (Kamiya, 2001; Oku, 2000).

### 3.2. Intermediate hosts

#### 3.2.1. Rodents

Infection rates in rodents, intermediate hosts, have been reported to be 1–8% in Hokkaido (Hokkaido Institute of Public Health, 1999) and some European countries (Eckert, 1997; Hofer et al., 2000), while Alaska has had higher rates (Uchino and Sato, 1996).

The rodent *Clethrionomys rufocanus* is the most important intermediate host of *E. multilocularis* in Hokkaido (Tsukada et al., 2000; Eckert et al., 2001). Several recent surveys have suggested that overwintered rodents, who have better growth of the larva and higher prevalence in spring than newborns in summer and autumn, are the source of infection to juvenile foxes (Uchino and Sato, 1996; Hokkaido Institute of Public Health, 1999). The rodents around fox dens are infected through frequent exposure to eggs excreted by foxes. In order to prevent infection between foxes and rodents, the seasonal fluctuation of the infection and population cycle is being studied (Hokkaido Institute of Public Health, 1999). The ecology of the larva in rodents, which helps us understand the susceptibility and resistance to *E. multilocularis* infection in humans, is to be studied further not only in laboratory also in the field (Gottstein and Felleisen, 1995).

#### 3.2.2. Livestock

Meat inspection in Hokkaido has found a large number of infected pigs by histological diagnosis. The infection rates are between 0.1 and 0.2% (Hokkaido Institute of Public Health, 1999). Their