

がある(図2, 3)。これらの包虫の表面はクチクラ層 (laminated layer) によって囲まれており、この構造は他のテニア科の幼虫にはないエキノコックス独自の体表構造で、ムチン型の糖蛋白(多包条虫ではEm2)が主成分である。包虫の内腔には終宿主に食べられると成虫となる原頭節を多数保有する。なお、この原頭節は終宿主に捕食されるまで、成虫への発育は行わない。包虫内には多数の原頭節が産生されることから、終宿主に経口感染した後小腸において多数の虫体が粘膜に吸着して、成虫となる。しかし、この原頭節は中間宿主体内において嚢胞化する能力も有し、包虫が体内で破裂したり、手術などで包虫内から原頭節が出ると寄生虫の転移も引き起こすことがあり、このような状態は二次包虫症と呼ばれている。この原頭節が嚢胞化する能力もエキノコックス特有の特徴である。さらに多包型の多包虫では原頭節ではなく微小嚢胞が転移することが考えられる。

終宿主において、小腸内の成虫は感染後ほぼ1ヶ月で虫卵産生を開始し、虫卵を含む受胎片節の脱落とともに糞便中に虫卵が出現する。虫卵は約30-35 $\mu$ mで、幼虫被殻と呼ばれる殻で覆われている(図1)。中間宿主において、経口摂取後その消化管内において消化酵素などの作用により幼虫被殻は崩壊し、中から六鉤幼虫が孵化し、活性化後小腸粘膜から侵入し、肝臓や肺などに移行し、包虫となる。条虫類には腸はなく、成虫も幼虫も体表から栄養を吸収している。

図2. エキノコックスの幼虫(単包虫と多包虫)

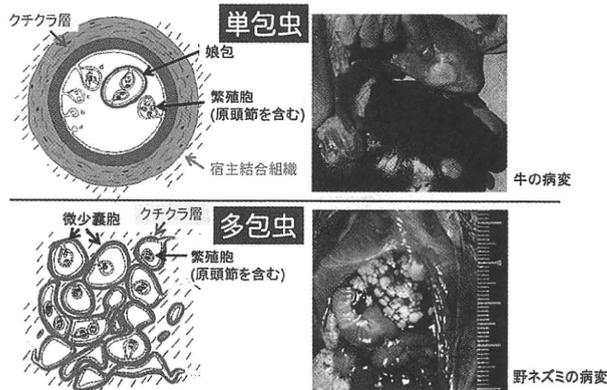


図3. エキノコックスの種

- ・ *E. granulosus* (広義)  
単包条虫 世界中に分布 幼虫は単包型  
終宿主はイヌ 中間宿主は有蹄類
- ・ *E. multilocularis*  
多包条虫 北方圏に分布 幼虫は多包型  
終宿主はキツネ 中間宿主は小型齧歯類
- ・ *E. vogeli*  
フォーゲル包条虫 中南米に分布 幼虫は多胞型  
終宿主はヤブイヌ 中間宿主は大型齧歯類
- ・ *E. oligarthrus*  
ヤマネコ包条虫 中南米に分布 幼虫は多胞型  
終宿主はネコ科 中間宿主は大型齧歯類
- ・ *E. shiquicus*  
中国に分布 幼虫は多胞型  
終宿主はキツネ 中間宿主はナキウサギ



## Echinococcus 属の種

*Echinococcus* 属には、単包条虫 *E. granulosus*、多包条虫 *E. multilocularis*、ヤマネコ包条虫 *E. oligarthrus*、フォーゲル包条虫 *E. vogeli*、および *E. shiquicus* が知られている(図3)。さらに、単包条虫については(表1)に記載したように、好適中間宿主や遺伝子の特徴から、約10の遺伝子型に分けられ、一般に「単包条虫」と言う場合はこれらを含めた広義の意味である。単包条虫の中間宿

表1. 広義の単包虫の株(遺伝子型)について

Strain (genotype)	Known intermediate hosts	Infective to humans?	Known definitive host
Sheep strain (G1)	Sheep, cattle, pigs, camels, goats, macropods	Yes	Dog, fox, dingo, jackal and hyena
Tasmanian sheep strain (G2)	Sheep, cattle?	Yes	Dog, fox
Buffalo strain (G3)	Buffalo, cattle?	?	Dog, fox?
Horse strain (G4, <i>E. echinococcus equinus</i> )	Horses and other equines	No	Dog
Cattle strain (G5, <i>E. ortleppi</i> )	Cattle	Yes	Dog
Camel strain (G6, <i>E. canadensis</i> )	Camels, goats, cattle?	Yes	Dog
Pig strain (G7, <i>E. canadensis</i> )	Pigs	Yes	Dog
Cervid strain (G8, <i>E. canadensis</i> )	Cervids	Yes	Wolf, dog
Unnamed strain (G9, <i>E. canadensis</i> )	Pigs	Yes	Dog
Fennoscandinavian cervid strain (G10, <i>E. canadensis</i> )	Reindeer, moose?	?	wolf, dog
Lion stain ( <i>E. felidis</i> )	zebra, wildebeest, warthog, bushpig, buffalo, various Antelope, giraffe? hippopotamus?	?	Lion

主は有蹄獣で、大型動物であるが、その他の *Echinococcus* spp.は齧歯類やナキウサギを中間宿主とし、ほとんどのエキノコックスは人へも感染し、包虫症を引き起こす人獣共通寄生虫である。

## 広義の単包条虫 *E. granulosus*

単包条虫は、主に犬やオオカミを終宿主とし、羊、牛、水牛、馬、豚、ラクダ等の家畜および野生の有蹄獣やカンガルーなどを中間宿主とする。家畜サイクルの生活環を営むものが多いが(図4)、オオカミと鹿・トナカイ・ヘラジカ、デインゴとカンガルーなどの野生サイクルもある。幼虫(単包虫 *Cystic hydatid*)は手拳大にまで達する単純な嚢胞で、通常単包型である。時折、多胞型などの変性した嚢胞も見られる。

この単包条虫はほぼ全世界的に分布し(図5)、高度流行地では反芻家畜の半数以上が感染し、世界的には200~300万人の患者が見積もられている。ほとんどの単包条虫の株は人にも感染し、人獣共通寄生虫として重要であるが、一部の株、たとえば馬株は人には感染しないと考えられている。

これらの株の鑑別のためには、主にミトコンドリアのDNA検査が行われている(図6)。ミトコンドリアやゲノムの遺伝子解析からは、G6/7/8/9/10 (*E. canadensis*)はG5 (*E. ortleppi*)と同じグループで、G1/2/3(狭義の*E. granulosus*)は*E. felidis*(ライオンを終宿主とする)とやや近縁であることが示されている。G4 (*E. equinus*)は馬を中間宿主とする特別な株(種)である。

人が単包虫に感染すると75%は肝臓、22%は肺に寄生するが、まれに、腎臓、脾臓、筋肉、脳、骨、体腔、心臓などにも寄生する。人の診断のためには、血清中の抗体を検出する免疫診断法が多数試みられているが、大きな嚢胞を形成するため、通常画像診断結果と組み合わせて診断が行われる事が多い。単純な嚢胞のため、治療は外科的な摘出手術だけでなく、肝臓の単包虫に対してPAIRと呼ばれる治療法が1980年代から行われるようになった。すなわち、超音波で単包虫を観察しながら、体外からカテーテルを用いて包虫を穿刺し(puncture)、包液を吸引

図4. 単包条虫の生活環(伝播経路)

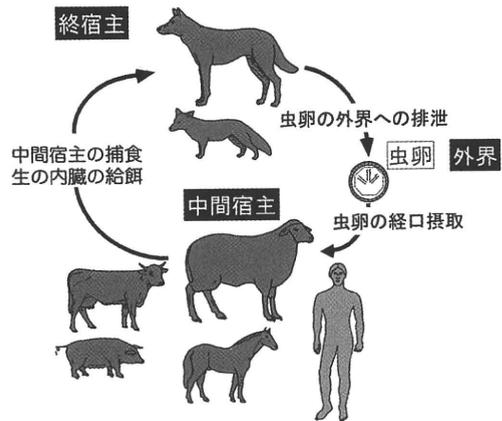


図5. 世界における広義の単包条虫の分布

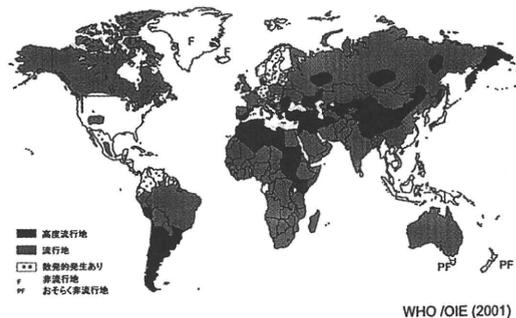
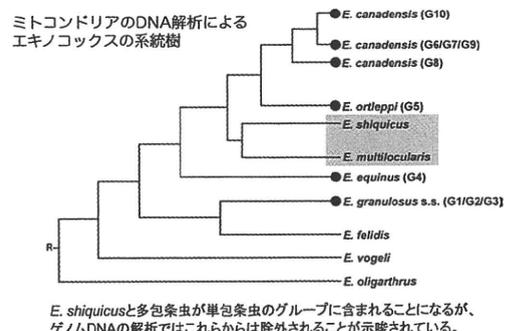


図6. 広義の単包条虫(●)の遺伝子型と提唱されている学名



後 (aspiration)、95%アルコールなどの殺寄生虫剤を注入し (injection)、15~20分間放置後、再度このアルコールを吸引する (reaspiration) という、比較的手術侵襲の少ない方法が行われている。ただし、穿刺時に原頭節を含めた包液が漏出し二次包虫症を引き起こす危険もある。

かつて、わが国においても単包条虫が分布し、患者も現在まで約80例ほど報告されているが、家畜の症例は少ない。現在国内では伝播していないと思われるが、流行国からの人および家畜 (馬・牛) の輸入例が時折みられる。

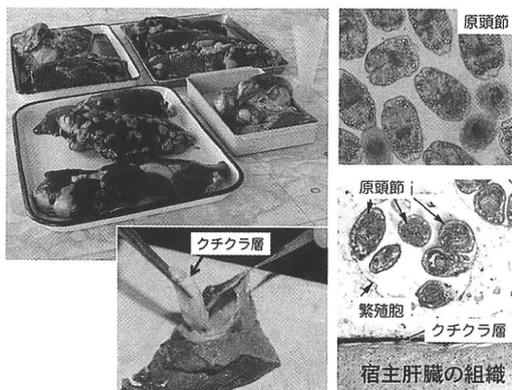
## 羊株 (G1) 狭義の *E. granulosus*

最も一般的な単包条虫は全世界に分布する羊株で、様々な家畜へ感染するが、最も好適な中間宿主は羊である。タスマニア羊株 (G2) や水牛株 (G3) は遺伝的な特徴から、この羊株と同じグループと考えられている。主に肺と肝臓が感染部位である。単包虫周囲は宿主結合織により取り巻かれ、他の宿主組織から単包虫は隔離され、宿主結合織の内面を乳白色半透明の単包虫のクチクラ層が内張りし、内部を透明~乳白色の包液が満たしている (図7)。クチクラ層内面には数個~数十個の原頭節 (約150 $\mu$ ) を含む繁殖胞 (0.7mm以下) が多数付着、もしくは壁面から脱落して包虫砂となっている。このように原頭節の有する包虫を有頭シスト (fertile cyst)、含まないものを無頭シスト (sterile cyst) と呼んでいる。無頭シストには変性過程および死滅したものが多く含まれ、混濁した包液を含んだり、内部の乾酪変性および石灰沈着がしばしば認められ、クチクラ層が折り畳まって包虫の内腔にあるものや、単包型ではなく多胞型となっているものも見られる。

中間宿主体内において単包虫は感染後ゆっくりと発育する。家畜は感染していても通常無症状であり、食肉検査時に単包虫が発見されてはじめて感染していた事が分かる。単包虫は大型のため、剖検時に容易に発見される。大型の膿疱と鑑別が必要で有る。家畜の血清診断は感染頻度の高い近縁種 (*Taenia* spp.) と交差反応することが多く、家畜用の診断キットは実用化されておらず、現在検疫時に患者を免疫学的に検出することは困難である。

単包条虫の終宿主は犬・オオカミで、家畜の感染臓器を生で食べて感染し、単包条虫の成虫は

図7. 単包虫に感染した羊の肝臓と肺



他の *Echinococcus* spp. の成虫よりも大きく、大きいものでは体長7mmにも達する。プレパテントピリオド (感染後卵が排泄されるまでの期間) は約35日で、感染犬の糞便とともに排泄された虫卵を家畜が食べて感染する。ただし、これらの感染犬は症状を示さない。したがって、国内で単包条虫が定着・伝播しないように、食肉検査時に感染家畜を発見し、単包虫を含む臓器を適切に処理し、終宿主への伝播を阻止することが重要である。特に、

流行地からの輸入牛の検査時に注意すべきである。

家畜サイクルの単包条虫の流行国では、飼犬への定期的（1ヶ月間隔）な駆虫薬投与や、飼い主への感染経路や単包条虫の生活環の周知徹底、家畜の感染臓器の適切な廃棄、生の内臓は犬へは給餌しない事などによりコントロールできた国・地域がある。近年では、羊に対するEM95（フィブロメクチン様分子）などの組み換えワクチンが開発され、顕著な防御効果が示され、コントロール対策の一助となっている。

## 牛株 (G5) *E. ortleppi*

牛を好適中間宿主とし、DNA解析により他の野生サイクルの株 (*E. canadensis*) などにやや類似するが、*E. ortleppi* と呼ばれている。他の特徴はほぼ羊株と同様であるが、寄生部位は主に肺である。牛株はヨーロッパ、ロシア、インド、南アフリカ、ブラジルなどに分布する事が知られている。

## 馬株 (G4) *E. equinus*

馬に寄生するものは馬株、もしくは *E. equinus* として独立種として見なされている。馬株はヨーロッパ、中東、南アフリカなどに分布するが、わが国でも輸入馬から報告されている。単包虫は肝臓と肺に寄生し、特に肝臓に多い。英国における調査では肝臓のみの寄生が76%、肝臓と肺が20%、肺のみは3%である。疫学データからこの株は人へは感染しないと考えられている。

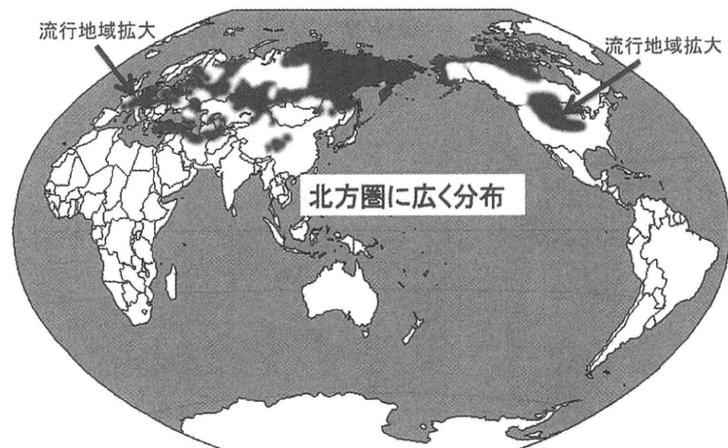
## その他の株

ラクダ株 (G6) や豚株 (G7) は野生動物間で主に伝播する株 (G8, G9) と遺伝的には近縁と考えられ、*E. canadensis*グループとも呼ばれている。特に変わった株 (種) としてはアフリカに分布するライオン株 (*E. felidus*) なども知られている。

## 多包条虫 *E. multilocularis*

多包条虫は北半球に広く分布し (図8)、多包条虫の好適な終宿主はアカギツネ (キタキツネはこの亜種)、犬、オオカミ、コヨーテ、ホッキョクギツネなどの犬科動物で、主な中間宿主は齧歯類 (様々なネズミ、ナキウサギ、リス類) である (図9)。幼虫は微少な嚢胞の集塊からな

図8. 世界における多包条虫の分布



る多包虫 (alveolar hydatid) であり、微少嚢胞内部に無数の原頭節を含む (図10の矢印)。前述したように、全世界的には30万人ほどの多包虫症の患者が見積もられている。

日本では1928年の宮城の人体症例が初報告と言われており、北海道では1937年から礼文島の風土病、1966年から道東 (根室、別海地方) の風土病の原因寄生虫として知られてきた。千島列島のシミシル島からのキツネの導入とともに礼文島へエキノコックスが持ち込まれたと考えられている。道東への侵入は周辺の島からキツネが流水によって運ばれたとする説がある。道東から全道への流行地の拡大は1980年代に判明し (図11)、1990年代にはキツネにおける感染率が全道的に上昇した。本州からは1999年に青森県から感染豚が発見され、2005年には埼玉の捕獲犬からのエキノコックス虫卵検出が新聞の紙面を賑わし、多包条虫の本州への侵入・定着も危惧されている。すでに本州から原発例と考えられる患者も多く報告されてきた。本州の人体症例の感染経路は全く不明であるが、現在、多包条虫が本州において定着している証拠はないが、今後とも監視が必要である。本州でもキツネが終宿主、ハタネズミが好適な中間宿主となると考えられる。

図9. 多包条虫の生活環 (伝播経路)

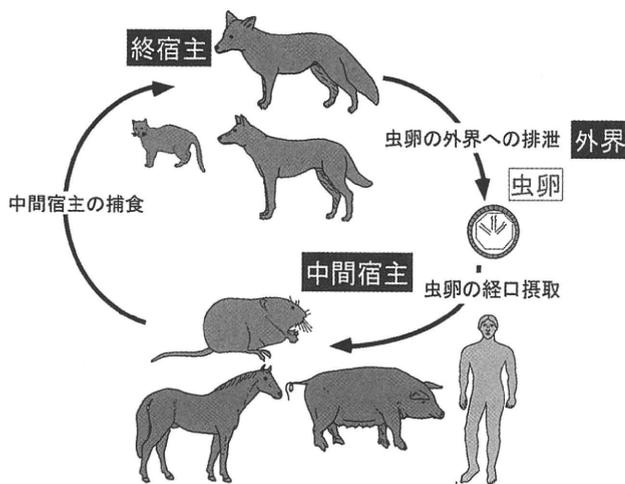


図10. 多包虫に感染したエゾヤチネズミ

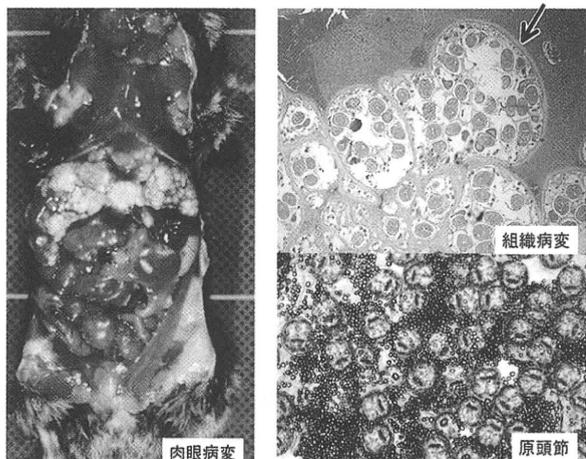
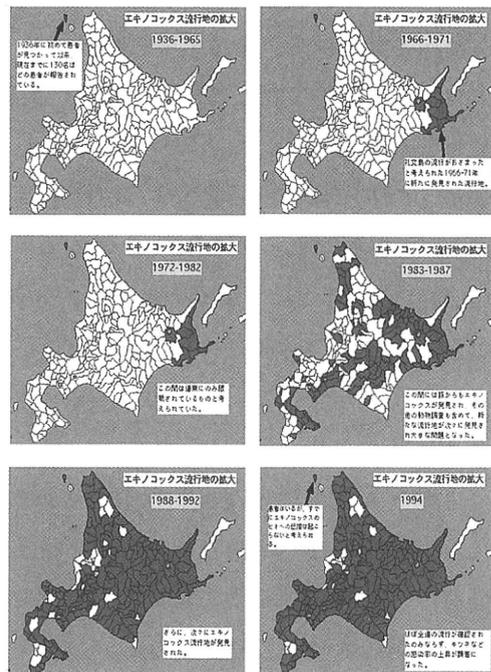


図11. 北海道における多包条虫の分布拡大



1980年代には道東から全道の流行地域の拡大が確認された。  
北海道保健福祉部のデータより

## 多包条虫の発育と生活環

北海道ではキタキツネと犬が終宿主として重要で、主な中間宿主はヤチネズミやハタネズミなどである (図9)。

中間宿主は終宿主が糞便と共に排泄した虫卵を経口摂取して感染する。中間宿主の小腸内で虫卵から孵化した六鉤幼虫は主に門脈経由で肝臓に移行する。六鉤幼虫は肝臓で嚢胞状になった後嚢胞の外出芽により多房化し、この多房化した嚢胞は無制限に増殖し続ける。

好適中間宿主では感染後2ヶ月で嚢胞内に原頭節を含む繁殖細胞が形成される。その後原頭節数は増加し、感染5ヶ月後に370万個の原頭節が産生されたという報告がある (図12)。この様に好適な中間宿主体内では幼虫は活発に無性増殖する。さらに、長期間の感染では幼虫は腹腔や他の臓器に転移することが多い。これらの齧歯類の感染実験ではすべて肝臓が原発巣であるが、人では肝臓以外の臓器が原発巣の場合もまれにあり、実験的な中間宿主でも人為的に様々な部位に接種するとその部位に定着し、増殖可能であることから多包虫の臓器特異性は厳密ではない事が示されている。人、豚、馬、猿類等多包虫に感染するが、豚・馬では幼虫の増殖・発育が抑制され、小型の病巣が形成されるのみである。一方、人や猿はやや抵抗性であるが、ゆっくりと病巣が拡大し、一部原頭節が形成される例もある。野ネズミでは寿命が短く数ヶ月の感染経過であるが、人では寄生虫は20年以上ゆっくりと増殖し続ける。

終宿主動物は多包虫に感染した野ネズミを捕食した時、その原頭節も同時に摂取し、原頭節は消化管内において翻転後吸盤や鉤を利用し、小腸粘膜に定着する。その後、頭節に続く頸部で片節を順次産生し、これらの片節が成熟し、内部に精巣や卵巣を形成し (成熟片節)、受精する。受精した虫卵は子宮に蓄積する (受胎片節)。成虫は全長2~4mmの小さな条虫で、頭節、頸部に3-4つほど片節がつながっているのみである (図1)。消化管はなく栄養分はすべて体表から吸収し、生時には活発に伸縮運動している。猫にも感染するが、ほとんどの場合虫卵を排泄するようになるまで、虫体は発育できない。

虫卵 (大きさ30-35 $\mu$ m) は最終片節の子宮内に200~300個ほど蓄積している。感染後26-35日で最終片節が他の体部から離脱して、虫卵と共に糞便に排泄されはじめる (図13)。犬やキツネの感染実験の結果から、長いものでは5ヶ月間ほど

図12. 多包条虫の発育

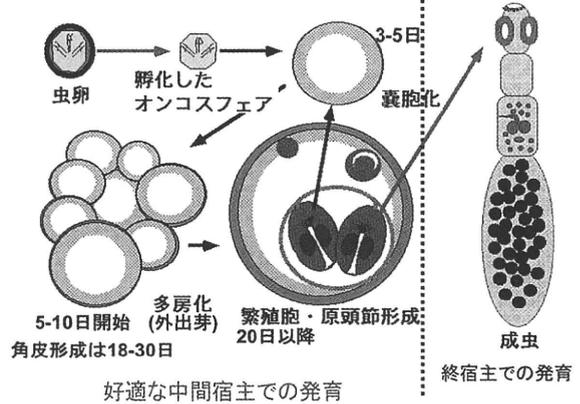
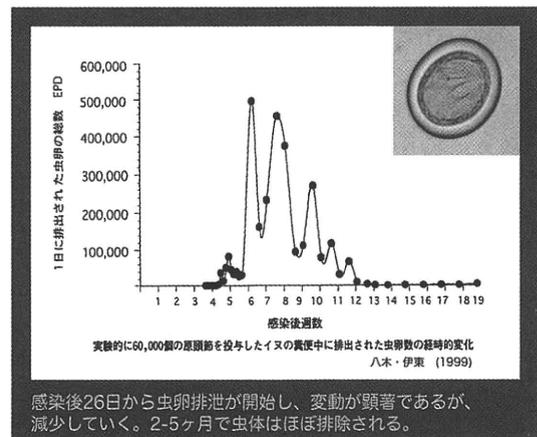


図13. 排泄虫卵数の推移

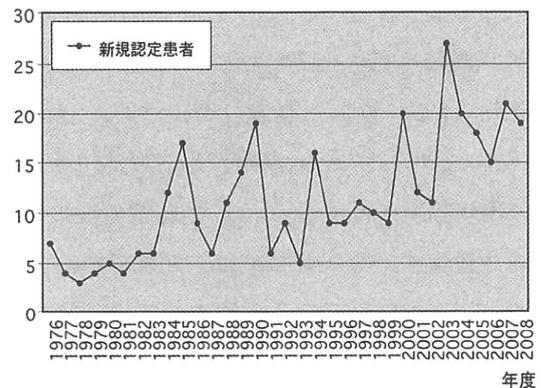




重度に汚染されると、多くの人が感染すると思われる。キツネの生息地で活動する事がもっとも重要な因子となるが、あまりそのようなところで活動しない人でも感染することがある。動物における多包条虫の流行状況と患者発生数の関係は、まだ十分には解明されていない。人体における多包虫の発育は極めて緩慢で、多くの場合感染後10数年経過して発症するため、野生動物における流行状況は少なくとも数年間は患者数に反映されないと考えられている。因みに、2000年以降北海道では毎年約18名の新規患者が確認されており（図16）、とりわけ道東以外の患者が占める割合が増加してきている。これは1980年代（毎年約10名の新規患者）の道東からの全道への流行地拡大と関連があるものと考えられる。北海道の対策計画を立てる上で、今後の年間発生患者数の推定が基礎となるが、土井（1995）は一つの試算として今後15～20年の内に北海道において約1,000名の新規患者の発生を推定している（年間50人程度）。

多包虫患者は北海道だけでなく本州からも累計で約70例報告され、特に青森では23例知られている（図15）。本州の症例の中には来道経験のない患者（青森8例、宮城および東京2例、秋田、長野、福井、沖縄および京都1例）も含まれ、これらの本州の原発患者の感染経路は不明のままである。北海道からの虫卵の付着した物産や感染犬の移動などが想定されるが、本州の野生動物間で多包条虫が伝播していないとは完全には断定できない。

図16. 北海道内の多包虫症患者数の推移



### 早期診断（無症状期）のための血清検査

人の多包虫症の治療の成功率は寄生部位とその大きさに依存するが、前述したように感染初期で病巣が小さいと外科切除が容易で、完治する。したがって、早期発見が重要である。北海道民の場合は、保健センターなどでエキノコックス症の血清検査を受けられる。血清検査法にはELISA法とウェスタンブロット法がある。まず、ELISA法を行い（スクリーニング）、陽性反応が出た場合はウェスタンブロット法でEM10（=Em II/3, 65kDa）もしくはその分解産物（55kDa, 18kDa, 16kDa）を確認し、さらに触診、超音波診断やCTスキャン、MRIなどの方法行なって確定診断する（二次検診）。感染初期の場合、すぐには血清抗体価が上昇しない、あるいは病変が小さく画像診断でも病変が検出できないこともあり、その後の経過観察が必要となることがある。北海道では年間数万件にのぼるELISAによる住民のスクリーニングが行なわれているが、残念ながら住民の感染率や年間新規感染数の推定の基になるデータは公表されていない。ちなみに、住民のスクリーニングでは血清反応陽性者は平均すると0.3%であるが、これらのほとんどは偽陽性と考えられている。なお、多い年には9万人ほどいた受診者が、最近では4万人以下と減少している。この様な大規模な検診は海外では行われていないので、貴重なデータである。

## 終宿主の感染状況

終宿主では頭節で小腸粘膜に吸着するのみで、この寄生虫は固有層に侵入したりせず、病原性は弱い。犬やキツネの感染実験でもほとんど臨床症状を示さない。病理組織学的な観察では軽度のカタル性炎症があるのみで、異常を認めないことが多い。野外で採取されたキツネの糞便でも、正常便から虫卵が多数検出されることから、キツネは感染しても下痢などの症状は通常示さないものと推察される。前述したように中間宿主のエゾヤチネズミが約370万個の原頭節を保有することもあることから、自然界でキツネが一度に百万個以上の原頭節を摂取する可能性があり、このような場合には腸炎を引き起こすかもしれない。

北海道ではキツネ、犬、猫、タヌキから多包条虫の成虫が検出されている（図17）。好適な終宿主である犬やキツネにおいては経口摂取した原頭節の定着率および、それらが成虫まで発育できる率も高く、したがって、多数の虫卵を排泄するが、猫やタヌキではこれらの割合が低く、虫卵を排泄する例は少なく、また排泄しても虫卵数は多くない。野ネズミを食べる機会は特にキツネが多いものと考えられる。一方、アライグマ、テン、ミンク、イタチなどはネズミを捕食する機会はあるが抵抗性の動物と思われる。

犬の感染実験において再感染に対する弱い獲得抵抗性が示唆されているが、野外のキツネの感染における獲得抵抗性の重要性は不明である。危険な虫卵を排泄する動物を用いる実験のために、研究できる施設や使用する動物の頭数が非常に限られ、データが少ないこともこの一因である。北海道の捕獲キツネの剖検時において同一検体から十分に成長した虫体と未熟な虫体の両者がしばしば検出されることがあり、顕著な再感染防御はないと予想される。

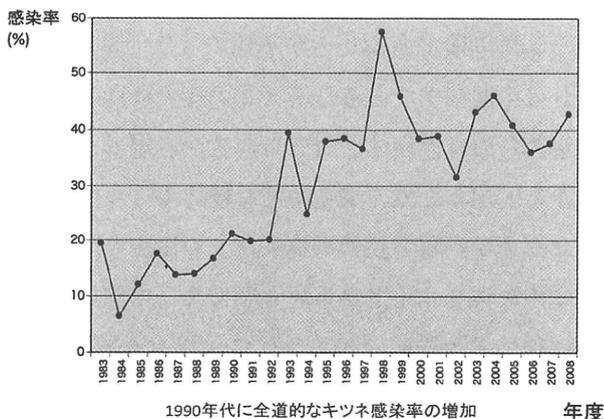
図17. 多包条虫に対する終宿主としての重要性

	北海道での感染率	感染機会 野鼠の捕食	感受性	虫卵排泄源としての重要性
キツネ	20-60%	◎	◎	◎
イヌ	0.3-1%	△	◎	○人
タヌキ	2-13%	◎	○	○
ネコ	2-5%	○	△	△
アライグマ	0%	◎	×	×
イタチ類	?%	◎	×	×

## キツネ

北海道（行政）により、全道的なキツネの剖検調査が毎年行われており、このような長期間にわたる調査結果は世界的にも貴重なデータである。1983年以降同じ検査法（小腸下部1/6の検査）で実施されており、1983～1992年は約20%、1993年以降は約40%の感染率と上昇している（図18）。毎年の調査データは道庁のホームページにも

図18. 北海道のキツネの感染状況(全道平均)の推移



掲載されている。北海道大学による1997年冬の札幌近郊の剖検調査（全小腸検査）では感染率55%、小樽の1999年と2000年春～初夏の調査では感染率57%および60%となっている。

多包条虫の伝播については、宿主の密度、宿主の感受性、終宿主と中間宿主間の伝播の頻度、およびこれらの季節変動が関与すると考えられる。網走地方では野ネズミの周期的な大発生とキツネの感染率の上昇が関連していることが報告されている。

寄生虫の流行状況を把握するためには感染率だけでなく、寄生虫体数や排泄する虫卵数も重要である。1999年の小樽における67頭のキツネの剖検調査（全小腸検査）では、38頭（57%）が多包条虫陽性で、1万虫体以上の寄生は42%（16/38）であった。現在まで報告されているドイツやスイスのデータと比べて小樽の結果はかなり高い値である。キツネによる虫卵の排泄量についての野外の定量的データはないが、この小樽の検査材料の直腸便を用いた虫卵検査（EPG：1グラムの糞便当たりの虫卵数）では、EPG 1～100が6頭、101～10,000が7頭、10,001以上が3頭で、感染動物でも半数はEPG 1以下で、一部の感染キツネのみが多数の虫卵を排泄していることが示された。

以上のキツネは農村部や林に生息する個体のデータであるが、都市部におけるキツネの情報も人への感染源として重要である。1997年の札幌市（市街地）におけるキツネの繁殖巣調査では、主に市街地辺縁部および中心部で19の繁殖巣が見つかり、辺縁部の11箇所では抗原陽性の糞便が採取された。さらにこの11箇所中7箇所において虫卵（テニア科）も検出された。市街地におけるエゾヤチネズミの生息密度は低い、都市の辺縁部では感染ギツネが繁殖・生息し、多包条虫に感染していることが示めされている。

## 犬

自然界では個体密度および感染率の高さから、キツネが虫卵の排泄源として最も重要と考えられる。しかし、通常、キツネの行動圏と人の生活圏は離れており、濃厚汚染地で患者数が特に多いアラスカのセントローレンス島や中国の一部の地域では、犬が人への感染源として重要で、犬の周辺に中間宿主となる野ネズミも多いことが強調されている。6万個の原頭節を実験的に投与した犬では、6ヶ月間に1000万個の虫卵を排泄したと算出されていることから、犬が人の感染源として危険であることが予想できる。世界的にキツネの感染率は高いが、犬の感染率は低い。これは中間宿主である野ネズミの捕食頻度の差によると考えられ、放し飼いにした場合は犬でも感染の危険性が増すと考えられる。北海道（行政）により犬の剖検調査が行われてきたが、1966年から2008年までの調査結果を集計すると1.0%（99/9,945）の感染率である。

北海道で動物病院に来院した犬の検査では、飼育開始前の野犬時の感染、放し飼いによる感染、散歩中に犬をリードから放す事によって感染したと考えられる症例などもある。北海道では毎年1～4例の犬の症例が報告されており、犬種としてはややレトリバーの症例が多いようであるが、犬種による野ネズミの捕食傾向の差は不明である。なお、1997～2008年の北海道における飼い犬

の糞便検査（約5,000例）では、0.4%が多包条虫虫卵陽性であったことから、感染していても犬は症状は示さないため飼い主に気づかれず、実際に感染している犬はかなり多いと考えられる。北海道内の飼育犬頭数を30万頭とすると、1,200頭がエキノкокスの虫卵を排泄していることとなるが、飼い主が糞便検査を依頼した例の検査集計であることから、検査対象にバイアスがあり、これよりも少ないかもしれない。いずれにしても、周辺にキツネが生息しているような地域では飼い犬の検査が必要と考えられる。西スイスの農村地帯では6%（6/86）の飼犬が多包虫陽性と報告されているが、これほど高い感染率ではないが、北海道においても犬は人の感染源として重要と思われる。

## その他の終宿主動物

動物種により多包条虫に対してあまり好適な終宿主ではなく、ある程度寄生虫は発育するが、発育が完全ではない場合もある。猫やタヌキは小腸に原頭節が定着するが、その後の発育はキツネや犬と比べると阻害されている。猫への感染実験で、感染初期における定着虫体数は猫の個体差が激しく、定着率は低く、さらに、感染早期にほとんどの寄生虫は排除されることが示されている。しかし、猫やタヌキでもまれに一部の虫体が成熟し、糞便と共に虫卵を排泄することもある。猫については北海道（行政）の1960～1991年の剖検調査で5.5%（5/91）の陽性率であったが、いずれの例においても成熟虫体は検出されなかった。猫はネズミの捕食頻度が高いため犬より感染率が高く、人との接触を考慮すると、多包条虫感染源となりうるので、今後さらに調査・研究が必要である。なお、ヨーロッパにおけるタヌキへの実験感染では、タヌキは非常に好適な終宿主となることが示されており、この日本との差については寄生虫の株差によるものかタヌキの遺伝的な差によるものかは不明である。

## 終宿主の診断法

エキノкокスの終宿主診断法としては様々な方法が行われている（図19）。北海道ではキツネや捕獲犬の剖検調査が40年ほど前から行政によって行われてきた。剖検は小腸内の成虫を直接観察し、虫体を検出する最も信頼できる方法である。さらに、寄生している虫体数も把握できるが、動物を解剖するため、飼犬や飼猫の診断には適用できない。また、解剖検査のためには特別な施設が必要となる。この剖検でも、腸管を全部検査すると高感度で信頼できる結果が得られるが、労力と時間を要する。したがって、大量の検体の検査を行う場合は省力化した方法を用いる。すなわち、小腸の数カ所から粘膜を一部ずつサン

図19. エキノкокス症(成虫感染)診断法

	剖検	糞便成虫	虫卵検査	DNA診断法	糞便抗原検出法
検出期間	感染直後から	感染直後から	虫卵排出期	虫卵排出期	感染1週間後から
感度	○-◎	△	△	○	◎
確定診断	○	○	× 他のテニアと区別不可	○	× 交差反応偽陽性
安全性	△	△	○	○	○
コスト 作業効率	× 煩雑	○	○	△ コストが高い	◎ 簡便迅速

プリングする方法と、北海道の行政検査のように小腸の一部のみを検査する方法であり、これらの方法では感度がやや低下する。いずれの剖検方法も成虫を直接観察し、他の寄生虫との鑑別は容易なことから特異度はほぼ100%と考えられる。

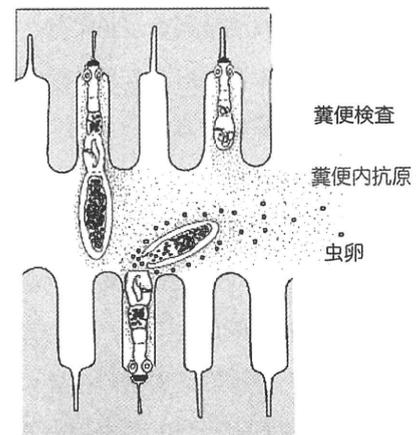
成虫を検出する方法は剖検以外に、下剤と駆虫と両方の作用を有するアレコリンの投与によっても行われ、海外の単包条虫の犬の診断・調査に用いられてきた。アレコリンの副作用のため、すべての犬には適用できないが、薬剤投与後30分から1時間後に糞便とともに虫体が排泄される。この糞便中の成虫を検出する検査方法である。したがって、駆虫薬投与から診断まで現地で行える利点がある。虫体を直接観察するため検査の特異度は高いが、まれに駆虫されなかったり、術者の待機中に排便しないこともあり、感度がやや低いという欠点がある。排便時に周囲に糞便をまき散らすことがあり、この糞便の処理のためアレコリンの調査は特別な施設内で行われることが推薦されている。なお、この方法は日本では行われていない。

生時の寄生虫診断法としては、糞便内の虫卵の検出が最も一般的であるが、多包条虫とその近縁なテニア科条虫（猫条虫・豆状条虫・胞状条虫・ヒツジ条虫）の虫卵の鑑別は形態的には不可能であることが重大な欠点とされている。この特異性に関する欠点に加えて、寄生虫体数が少ない場合や虫卵を排泄するまでの期間（約1ヶ月）内での虫卵検出は不可能で、さらに、脱片節が周期的に行われるので、検出感度が極端に変動する。我々の用いている蔗糖液遠心浮遊法では0.5gの糞便を検査しているが、自然感染ギツネの直腸便を用いた検査では40～45%の感度であった。検査に用いる糞便の量や検査回数を増やすことによって、さらにフィルターペーパーを用いることなどによって、虫卵検出法の感度を上げる改善が必要である。

テニア科条虫の虫卵の新たな鑑別については、近年PCR法が開発されている。糞便中に虫卵が検出された場合は、虫卵を分離し、PCRで多包条虫に特異的なDNA領域（多くの場合ミトコンドリアの遺伝子）を増幅し検出できる。したがって、陽性反応がでた場合の特異度は100%である。感度は虫卵検出の感度に依存する。しかし、虫卵が検出されても、虫卵が変性した場合などはPCRによるDNA増幅が出来ないことがあり、陰性結果の判定には注意を要する。今後は、すべてのテニア科条虫の虫卵のDNAが増幅できるプライマーを利用し、他のテニア科との鑑別が可能な検査法が必要である。糞便から虫卵を分離せず、糞便から直接多包条虫に特異的なDNAを検出する試みもなされているが、感度が低い。

現在もっとも北海道において使用されている方法として、成虫が排泄・分泌する代謝産物を、糞便内抗原として検出する方法がある（図20）。*Echinococcus* 属に特異的な抗原に対するモノクロナール抗体EmA9を利用した糞便内の多包条虫抗原を検出するサンドイッチELISA法とインム

図20. 糞便内抗原と虫卵



小腸粘膜に寄生するエキノコックス  
(腸絨毛間に頭節で吸着して寄生)

ノクロマト（犬用のキット）が行われている。特に、後者はキットが市販されている。EmA9が認識する抗原の分子量は不明であるが、糖鎖が抗原決定基を構成していると考えられる。犬への実験感染後1週以内に糞便内抗原は検出されはじめるので、感染早期の診断が可能である。キットの糞便内抗原のOD値と剖検による検出虫体数にはある程度の相関があり、感染強度の目安になる。感染虫体数に対する検出限界については、少なくとも100虫体以上の感染があれば検出できると推定される。

このように犬については糞便内抗原検出法が注目を集めているが、さらにより感度の高い虫卵検出法およびDNA検査の組み合わせによって、信頼できる診断結果が得られるようになる。現在は獣医師がインムノプロットでスクリーニングを行い、陽性例についてはELISA、虫卵検査、および虫卵のDNA検査（塩基配列の検査）により確定検査が行われている。

### 感染犬の治療時の注意点

糞便検査で多包条虫虫卵陽性の場合、感染犬が飼育されていた場所や排便場所はすでに多数の虫卵により汚染されている可能性、さらに犬の体表に虫卵が付着している可能性があり、獣医師と相談し、駆虫する必要がある。

プラジクアンテルによる多包条虫の駆虫は通常量（5mg/kg）1回で完全な駆虫効果が報告されているが、より完全な駆虫をはかるため、2倍量（10mg/kg）で行うと、より確実と考えられる。プラジクアンテルは安全域の非常に広い駆虫薬で、40倍量（200mg/kg）で副作用の嘔吐が報告されている程度である。なお、プラジクアンテルによる駆虫時には条虫は溶解するので、糞便中に多包条虫は肉眼では確認できない事が多い。駆虫の前後に採便して、糞便の抗原および虫卵の検査をおこない駆虫効果を確認する。

プラジクアンテルには殺卵作用はなく、ホルマリン、アルコール、クレゾール等の消毒薬によって殺卵出来ない。虫卵の殺滅には加熱処理が最も効果的であり、近縁種の単包条虫を用いた実験で60～80℃で5分、煮沸では1分以内に死滅することが示されている。駆虫薬投与後の一週間の糞便は迅速に回収し、焼却処理もしくは医療廃棄物として業者に委託する必要がある。感染犬と直接接触すると飼い主にも虫卵が付着する可能性もあるので、出来るだけ糞や犬に接触しないように注意する。虫卵殺滅の為に、コンクリートの床や犬小屋などは熱湯で洗い流すことが効果的で、また、バーナーで加熱することも有効である。電子レンジは完全な効果は期待できない。漂白剤のブリーチなどの濃い次亜塩素酸も幼虫被殻を溶かす効果があるので、希釈しないで使用することもある。ただし、殺滅には塩素濃度と処理時間が重要で、5%以下の遊離塩素では5分以内に虫卵を殺滅出来ない。なお、虫卵は乾燥に弱いので、しばらく乾燥状態を保つ。紫外線も長時間照射すれば効果があるが、直接照射できない陰の虫卵には全く効果はない。なお、多包条虫の虫卵は低温に対しては耐性で、-30および-50℃24時間でも生存し、-70℃96時間もしくは-80℃48時間でやっと殺滅できる。

なお、感染犬の飼い主の家族、さらに周辺住民がすでに感染している可能性があり、多包虫症診断のための血清検査の必要があると考えられるので、所轄の保健所にも連絡すべきである。前述したように、早期診断された症例では完治するが、進行した場合は現在でも死に至る疾病であるので早期診断が重要である。

感染犬に対する対応は、北海道小動物獣医師会が「小動物臨床家のためのエキノコックス症対応マニュアル2003」改訂版2008として公開している。

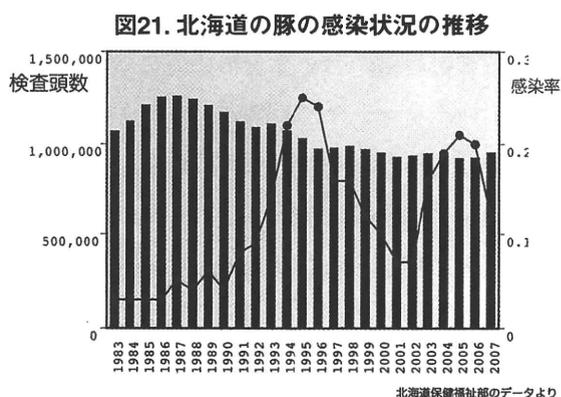
## 中間宿主における寄生

北海道ではエゾヤチネズミ、ミカドネズミ、ムクゲネズミ、ヒメネズミ、ハツカネズミ、ドブネズミ、エゾトガリネズミ、オオアシトガリネズミ、ワオキツネザル、ニホンザル、オランウータン、ゴリラ、豚、馬、人から多包虫が検出されている。最も多く検出されているエゾヤチネズミは北海道で普通に見られる野ネズミで、最も重要な中間宿主と考えられている。ミカドネズミも好適であるが、個体数はエゾヤチネズミほど多くない。北海道（行政）の報告ではネズミ（種は不明）の剖検では933/69,474（1.3%）が陽性と報告されている。齧歯類以外の、ワオキツネザル、ニホンザル、オランウータン、ゴリラ、豚、馬、人は偶発的な宿主と考えられる。

齧歯類でも抵抗性の宿主も含まれる。ラットやアカネズミでは虫卵を200～300個投与しても全く感染しない。しかし、自然感染例で小数の感染ドブネズミが発見されている。森林に多数生息するアカネズミは抵抗性である。一方、実験用のマウスには感染することから、ハツカネズミは感受性と考えられる。しかし、住家性のため、感染の機会は少ないと考えられる。

感染が成立するための最小虫卵数は、その宿主動物種によって異なる。エゾヤチネズミや高感受性の系統のマウスでは、平均すると2割から3割の虫卵が定着できる。したがって高感受性の動物種では3～5個程度の虫卵摂取でも感染成立すると考えられる。エゾヤチネズミの感染率は平均すると1%以下であるが、地域間で差があり、さらに小さな地域内でも極端に感染率に差がある。全く検出できない調査結果が多いが、30%以上の感染率を示した捕獲地点もある。

豚の感染例は非常に多数検出されているが（31,251/27,326,852, 0.1%）、小規模農家に多い。これらの豚舎において重度感染豚が多発する場合はキツネ糞便による豚の餌の汚染が考えられ、豚舎へのキツネの侵入を防ぐ必要が有る。また、散発例でも豚舎内もしくは運動場におけるキツネ糞便の汚染が考えられる。豚の飼料や豚死亡個体を豚舎周辺へ放置することにより、キツネが豚舎に来ることも考えられる。感染率の年度変動が見られるが、この原因の一部は、これらの小規模農家での集団発生、廃業、飼育法の改善等が原因と考えられる（図21）。豚への虫卵



感染実験では1%以上の虫卵が肝臓に定着することが示されている。なお、肝臓における多包虫の発育はすべて阻害されている（図22）。通常豚の飼育期間は短かく、病変は1~20mm（平均5 mm）であまり大きくなり、宿主の組織反応が強い。病変部には通常少しのクチクラ層（PAS陽性）のみ認められ、原頭節は形成されない。ヨーロッパの野生イノシシの自然感染例においても発育が阻害されていることから、感染後時間が経過しても発育は抑

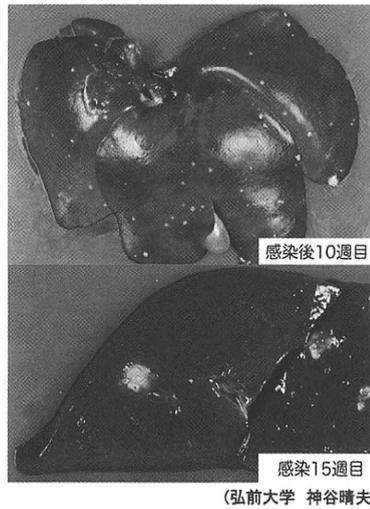
えられていると考えられる。したがって、豚は多包条虫の伝播には関与しない。日本における豚の最初の感染例の発見は獣医師（食肉検査係）による画期的な業績で、この報告以来、道内の新たな流行地の発見に役立ち、今後の道外における多包条虫の検出に寄与するものと考えられる。1988年からは馬からも散発し、現在まで30/19,957（0.2%）ほど検出されているが、豚と同様に肝臓における寄生虫の発育は悪く（図23）、伝播には関与しない。感染の原因としては、キツネ糞便による運動場や牧野の汚染が考えられる。牛でも虫卵摂取の機会があると考えられ、北海道では牛は多包虫に対して抵抗性と考えられるが、海外においては牛・羊の感染例が知られている。一方、馬の感染例は海外では全く知られていない。

動物園の猿類からも多包虫が発見されているが、寄生虫の発育に差が認められる。例えばワオキツネザルでは多数の原頭節が認められ、一方ゴリラでは組織反応が強く、原頭節の形成も少なく、人とほぼ同様の所見である。海外においても動物園の猿類から検出されている。原因として、動物園内へのキツネの侵入と、動物用の餌地のキツネ糞便汚染が考えられる。旭山動物園では動物園内へのキツネの侵入防止措置をとった。

## 虫卵の生存期間と感染経路

多包条虫の虫卵は直径30~35 $\mu$ m、比重1.2で、直射日光や乾燥には弱い、湿潤低温下では長期間生存できる。例えば、4℃で16ヶ月間も生存した例も報告され、南ドイツにおける虫卵の最長生存期間について、秋から冬の環境では8ヶ月、夏では3ヶ月と推測されている。ただし、虫卵を水中で保存しても、20℃では約25日までにほとんどが感染力を失うことが算出されており

図22. 多包虫実験感染豚の肝臓の多発性病巣



(弘前大学 神谷晴夫)

自然感染豚（青森）

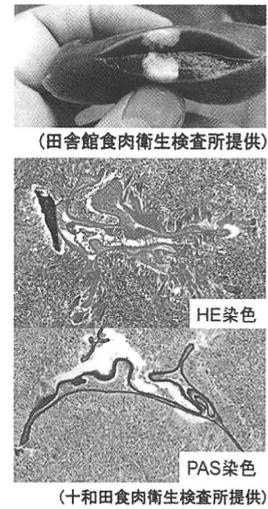
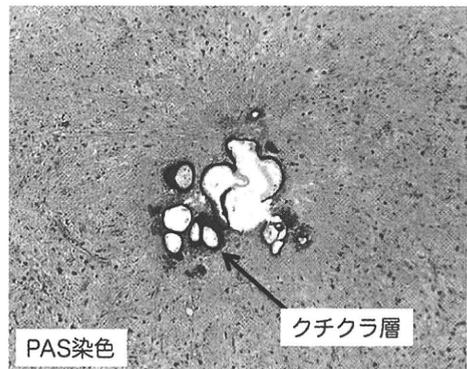


図23. ウマ肝多包虫症の病理組織像



(図24)、大多数の虫卵はより短命と予想される。虫卵は乾燥には弱く、25℃湿度27%では2日、43℃湿度15%では2時間で死滅する。

多包条虫卵の多くはキツネによって糞便と共に外界へ排泄されるが、これらの虫卵が如何に拡散し、どのようなルートで人への感染源となるかは様々な経路が予想される(図25)。かなり偶然の出来事に依っていることが予想できるので、完全に防ぐことは不可能である。小さな地域内でもエゾヤチネズミの感染率に極端な偏りがあることから、多包条虫の虫卵の分布がスポット状になっていることが予想される。キツネの生息する農村部において患者発生が多いが、感染後発症するまでの期間が長いので、患者の聞き取り調査から、人への感染ルートを解析することは困難である。しかし、患者の診断時よりかなり以前の生活状態についての聞き取り調査において、畜産の従事者や井戸水を利用して住民に多包虫症患者が多いことが統計学的に示唆されている。

犬の寄生虫の虫卵が犬の被毛から検出されていることから、感染したペットの取り扱い時に飼い主の手や衣服に虫卵が付着することも考えられる。近年、餌ねだりするキツネが観光地に見つけられ、観光客との直接的な接触を許容する個体もある。虫卵を含む糞便、虫卵で汚染した植物や土壌などを取り扱った場合も同様の危険性が考えられる。さらに生の野菜や果物などのように、虫卵で汚染された食べ物および飲水を介した感染も予想される。自然環境中の虫卵数がそのまま人への感染の危険度となるとすると、感染キツネの密度がその地域のもっとも重要な因子となるが、人にとっては感染犬の存在も重要であろう。獣医師にとっても、特に都市周辺部や農村部などで放し飼いにされている犬や拾われた犬の診療時には注意を要する。

## 人および犬の届け出義務

感染症新法(感染症の予防および感染症の患者に対する医療に関する法律)が1999年4月より施行され、エキノコックス症は第4類感染症に含まれるようになり、患者数の全数把握のため、エキノコックス症と診断した場合は医師に届け出義務が課せられるようになった。その後、2003年11月の改正によりエキノコックス症は新4類に分類され、感染源動物への対策強化と獣医師の責

図24. 外界における虫卵の生存期間

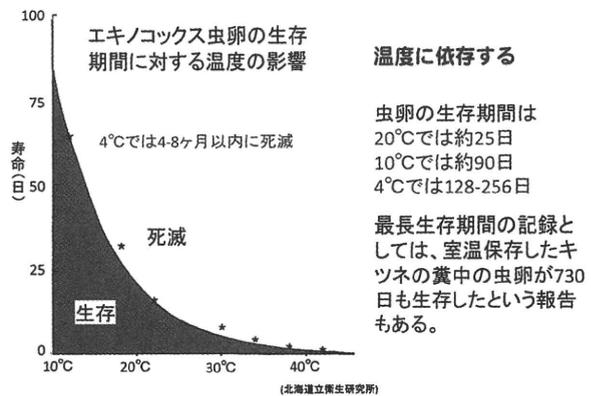
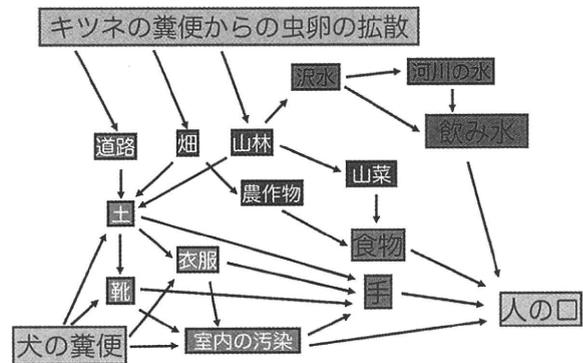


図25. 予想される多包条虫虫卵の分散経路



務が強化され、2004年6月厚生科学審議会感染症分科会において「エキノコックス対策の推進を図るために、獣医師の届け出対象疾病の追加を行う等、感染源動物の発生動向調査体制の整備を図るべきである」ことから、2004年10月1日感染犬を診断した獣医師の届け出制施行されるようになった。したがって、獣医師が感染犬をエキノコックス症と診断した場合は最寄りの保健所長を経由して都道府県知事に届け出なければならなくなった。犬の診断基準等については「犬のエキノコックス症対策ガイドライン 2004」にも記載されている。

## 多包条虫の感染源対策

北海道では飼犬から時折多包条虫が検出されており、特に放し飼いの犬および散歩時に犬をリードから放す事が危険であることは前述した。犬の放し飼いについては狂犬病予防法ですでに禁止されているが、北海道ではさらに多包条虫について飼い主への啓蒙活動が必要である。ペットによっては定期的な駆虫が必要な場合もある。

また、キツネが人里に来ないように畜産廃棄物や生ゴミを適切に処理することや、水道の完備、キツネを触ったりしないこと、山菜や野菜をよく洗うこと、手洗いを励行することなどが、注意点としてあげられる。

このような個人的な、受動的な対策ではなく、ある地域において多包条虫を積極域にコントロールするという試みも行われている。駆虫薬のプラジクアンテルが終宿主に対しほぼ100%の駆虫効果があることから、駆虫薬入りのエサ（ベイト）を作成し、キツネの生息地に定期的にはばまくことが試みられている。キツネの繁殖巣の場所が特定できる場合は巣穴の周辺に、もしくはキツネの生息する地域一帯で自動車から道路縁へベイトを散布したり（例えば50mに1個ずつ）、キツネが通りそうな場所、例えば防風林と道路の交点などに散布することなどで、キツネの感染率が減少することが示されている。毎月定期的にベイトを散布することで虫卵排泄前に駆虫され、外界への虫卵汚染が減少し、それによって野ネズミが感染する機会が減少し、さらに野ネズミをキツネが食べたとしてもキツネへの感染機会がより減少する効果を期待できる。ただし、この方法はベイト散布場所の選定の成否、散布地域の大きさ、定期的散布の持続などが重要であり、ベイト散布を中止するとキツネの感染率が徐々に元に戻る。また、散布するベイト数が少なかったり、散布間隔が長すぎたりしてキツネの駆虫が不十分であったり、また大規模に行わないと周辺から感染キツネが侵入し、効果があまりないことも予想される。

駆虫効果の判定については、ハンターが捕獲したキツネを用いた剖検調査も行われているが、散布地区の野外で採取した多数のキツネの糞便を用いて、糞便内抗原や虫卵の有無の検査を行うことによっても、調べることは可能である。この場合、感染キツネの生息場所なども特定可能である。

このような感染源対策の試みは地域住民の理解と住民の参加が必要であり、継続する必要がある。行政による支援も不可欠である。北海道（行政）はこれに関するガイドライン「キツネの駆虫に関するガイドライン」を作成し、pdfでダウンロード可能となっている。

## おわりに

かつて、多包虫症は北海道の礼文島および道東の風土病と見なされていた。礼文島ではキツネの密猟により終宿主がほぼ絶滅していたこと、さらに犬の飼育禁止などの対策により多包条虫が根絶できた。一方、道東ではキツネの駆除により対応しようとしたが、結果的には全道に流行地が拡大してしまった。さらに現在の野生動物における流行状況から、今後の患者数の増加や本州への流行地拡大が恐れられている。現在の受動的な対応では、これらを防ぐことは困難である。人に対してより効果的な治療薬の開発も期待されるが、感染が進行し大きくなった多包条虫のすべての細胞を殺滅する薬剤開発は困難で、外科的な切除と組み合わせることが現実的な治療法となっている。今後、癌治療の様々な試みが、多包虫治療でも応用できるかもしれない。積極的な対策としては、駆虫薬入りのベイト散布については継続した定期的な散布が一部で実施されている。対策を立てるためには費用対効果の算定が重要であるが、現在の北海道内の18名程度の年間発生例だけでなく、将来の患者数の増加や本州への拡大も考慮した上での費用対効果を算定すべきと考える。いずれにしても、現在の北海道の自治体の経済状態では大規模な支出は困難で、ベイト散布については住民の理解と参加が必要となる。ベイト散布だけでなく終宿主に対して効果的なワクチン開発も望まれるが、自然感染では若干の再感染防御が示唆されているだけで、顕著な予防効果が期待できるワクチン開発は近い将来出来るとは期待できない。この様に、エキノコックス対策は現在困難な状況にあるが、問題を先送りすれば、自体はさらに悪化する可能性が予想される。

(執筆者 奥 祐三郎)

## ガイドラインおよび参考文献

「犬のエキノコックス症対策ガイドライン 2004」

<http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/kekaku-kansenshou11/.../02-07-01.pdf>

「小動物臨床家のためのエキノコックス症対応マニュアル2003」改訂版2008

<http://hsava.from.tv/>

「キツネの駆除に関するガイドライン」 <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/hf/kas/she/ech-gl>

WHO/OIEマニュアル

WHO/OIE Manual on Echinococcosis in Humans and Animals : a Public Health Problem og Global Concern, Eckert et al., (2001) Paris, WHO/OIE

北海道の対策について

皆川知紀. エキノコックス症対策の総括と展望 北海道医学雑誌1997 ; 72 : 569-581.

ベイト散布について

NONAKA, N., KAMIYA, M., OKU, Y. (2006) Towards the control of Echinococcus multilocularis in the definitive host in Japan, Parasitology International, 55 (Suppl 1) , S263-S266

(敬称略)

執 筆 者 北海道大学大学院獣医学研究科寄生虫学教室  
准教授 奥 祐三郎

写 真 提 供 者 北海道大学大学院獣医学研究科寄生虫学教室  
准教授 奥 祐三郎

協 力 機 関 北海道大学大学院獣医学研究科  
財団法人全国競馬・畜産振興会

発 行 社団法人 中央畜産会  
〒101-0021 東京都千代田区外神田2-16-2  
第2ディーアイシービル9階  
TEL. 03-6206-0832

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻	ページ	出版年
Takeda, M., <b>Sugiyama, H.</b> and Rangsiruji, A.	Freshwater crabs from Surat Thani, Peninsular Thailand, as intermediate hosts of lung flukes.	Journal of Teikyo Heisei University	21	149-158	2010
Sakudoh, T., Iizuka, T., Narukawa, J., Sezutsu, H., Kobayashi, I., Kuwazaki, S., Banno, Y., Kitamura, A., <b>Sugiyama, H.</b> , Takada, N., Fujimoto, H., Kadono-Okuda, K., Mita, K., Tamura, T., Yamamoto, K. and Tsuchida, K.	A CD-36 related transmembrane protein is coordinated with an intracellular lipid-binding protein in selective carotenoid transport for cocoon coloration.	Journal of Biological Chemistry	285	7739-7751	2010
Kimura, M., Toukairin, A., Tatezaki, H., Tanaka, S., Harada, K., Araiya, J., Yamasaki, H., <b>Sugiyama, H.</b> , Morishima, Y. and Kawanaka, M.	<i>Echinococcus multilocularis</i> Detected in Slaughtered pigs in Aomori, the northernmost prefecture of Mainland Japan.	Japanese Journal of Infectious Diseases	63	80-81	2010
Umehara, A., Kawakami, Y., Ooi, H.-K., Uchida, A., Ohmae, H. and <b>Sugiyama, H.</b>	Molecular identification of <i>Anisakis</i> type I larvae isolated from hairtail fish off the coasts of Taiwan and Japan.	International Journal of Food Microbiology	143	161-165	2010
Dang, T.C.T., Nguyen, T.H., Do, T.D.D., Uga, S., Morishima, Y., <b>Sugiyama, H.</b> and Yamasaki, H.	A human case of subcutaneous dirofilariasis caused by <i>Dirofilaria repens</i> in Vietnam: histologic and molecular confirmation.	Parasitology Research	107	1003-1007	2010
Takamiya, S., Fukuda, K., Nakamura, T., Aoki, T. and <b>Sugiyama, H.</b>	<i>Paragonimus westermani</i> possesses aerobic and anaerobic mitochondria in different tissues, adapting to fluctuating oxygen tension in microaerobic habitats.	International Journal for Parasitology	40	1651-1658	2010
Singh, T.S., <b>Sugiyama, H.</b> , Devi, K.R., Singh, L.D., Binchai, S. and Rangsiruji, A.	Experimental infection of laboratory animals with <i>Paragonimus heterotremus</i> metacercariae occurring in Manipur, India.	Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health	42	34-38	2011
Singh, T.S., Khamo V. and <b>Sugiyama, H.</b>	Cerebral paragonimiasis mimicking tuberculoma: First case report in India.	Tropical Parasitology	1	39-41	2011