

エヒノコックス症対策としての感染動物駆除の評価

Evaluation for the Control Program to Echinococcosis Multilocularis in Eastern Area of Hokkaido

長谷川 恩

Megumi Hasegawa

まえがき

道東地区にエヒノコックス症の侵淫が確認されたのは、1965年のことであった。爾後この地区に対して特別対策委員会が組織せられ、対人間、対感染動物の対策が進められている。動物対策については、1972年から始まる3ヶ年計画に基き、この地区に生息するキタキツネ (*Vulpes vulpes schrencki*) の $\frac{1}{10}$ を毎年捕獲していくという方法が採られ、本稿現在第2年目を終了した段階に至っている。

この捕獲キツネの剖検については、捕獲全個体について実施するべきであることはいうまでもないが、主として現実的な理由から、本計画では捕獲個体の $\frac{1}{10}$ を剖検対象とすることとしている。

ところで、この3年計画を含めて、この地区における感染動物の剖検成績は第一表に示す通りであって、この中のキタキツネの寄生率を見ると、最初検査を実施した当時の寄生率に比較すると、本年度のそれは約 $\frac{1}{10}$ に下降していることが示される。

この寄生率が真に現状を示すものであるかどうかについては、上に述べた剖検対象個体を正しい $\frac{1}{10}$ サンプルと判断することが困難な事情もあり、疑問をはさむ向きもある。しかし筆者は、この寄生率に可成り高い信頼度を認めえると考えるので、ここにその推論の根拠を述べ、今後の本対策推進の一助としたいと考える。

この動物対策推進へ主力は、衛生部食品衛生課、殊にと畜検査係のスタッフ、および根室・釧路・中標津・標茶の四汚染地区所在保健所、並びに周辺地区保健所の担当者、さらにこの地区の関係市町村であって、この作業に注入せられた努力は高く評価されるべきものとする。

対策実施計画および成績

まえがきで触れたように、1972年を初年度とする媒介動物3ヶ年計画が開始されたが、その骨子は次のごとくである。

ア 野ぎつねは、1000頭を目標として徹底した捕獲駆除を実施する。

イ 野犬掃とうは徹底して実施するとともに、不要犬の届出、仔犬の回収強化など、野犬化防止の徹底をはかる。

ウ 野そは、営林署・林務署・森林組合など関係者の協力をえて一斉駆除を実施する。

本稿においては、キツネを対象として論を進めることにする。ここに示されたキツネの年間捕獲目標1000頭の根拠は、阿部の「道東方面におけるキツネの生態研究」についての報告を基礎とし、汚染地区内生息推定頭数を3000頭と仮定し、3ヶ年にわたって、その全頭数の $\frac{1}{10}$ を捕獲していくとの発想に基くものである。

この3ヶ年計画開始以前に、すでにこの地区においては媒介動物の捕獲・剖検がおこなわれており、相当数のキツネがその対象となってきた。この3ヶ年計画はこの対策を軌道に乗せ、捕獲キツネ買上げの報償費などの予算措置を講じてさらに発展させてきたものであると考えるのである。そこで3ヶ年計画以前の成績をも加え、この地区においてこれまでに実施せられてきた媒介動物剖検成績を取りまとめて表1に示すこととする。

本表に明らかなように、調査開始当初約20%を示していたキツネの、エヒノコックス成虫に関する寄生率は、本稿現在3.0%といちじるしい低下を示し、犬においても当初の寄生率2.06%が、約 $\frac{1}{10}$ の0.27%と低下したことが示されている。

一方中間宿主であるエゾヤチネズミを主とするネズミ類の剖検結果においても、感染個体の発見そのものがきわめて稀であり、1971年以降は剖検個体数に差はあるが、全く寄生個体を発見しえない状況が続いているのである。

なお、最終年度において注目せられるのは、この年に認められた寄生個体が、すべて根室地区において捕獲せられたものであったという事実である。このことは後段の討議を進める一つの根拠となると考えるので、ここにその事実を指摘しておくこととしたい。

この対策が実施せられるに当たって論ぜられた問題点の一つは、全生息数の $\frac{1}{10}$ に当るキツネの捕獲によって、この地域のキツネの生息数に減少をもたらす、野ネズミ、ウサギ

表1 *Echinococcus multilocularis* の検索年次別成績

宿 主 年 次	キ タ キ ツ ネ			イ ヌ			野 鼠***		
	剖 検 数	寄 生 個 体	%	剖 検 数	寄 生 個 体	%	剖 検 数	寄 生 個 体	%
1966—1968	199	39	19.6%	1408	29	2.06%	2014	1	0.06%
1969	106	17	16.0%	265	7	2.6%	829	1	0.12%
1970	439	82	18.6%	471	1	0.21%	2938	1	0.03%
1971	600	152	25.3%	290	5	1.7%	292	0	
1972	245*	34	13.8%	193	7	3.6%	766	0	
1973	135**	4	3.0%	364	1	0.27%	1230	0	

* 捕獲頭数 922中

** " 1000中

***エゾヤチネズミを主とし、ミカドネズミ、トガリネズミ類、エゾアカネズミ、ヒメネズミを含む。

などの天敵としての働きを低下させることによって、森林に対する被害を増加させるのではないかという懸念についてであった。もちろんこの推論に対しては、この程度の捕獲は全生息数に大きな変動をおよぼすものではなく、1年間の中に捕獲せられた $\frac{1}{10}$ の数に十分補充せられるであろうとの推定もあり、本対策はこの後者の推論を根拠に進められてきたのである。

この点については、正確にキツネの生息数の変動を把握することが困難であるので、結論的に断定することはできないが、少なくとも汚染地区内における最近の傾向として、野ネズミの生息数の増加は認められていない。またこの対象地区に隣接する網走支庁の1973年度における管内狩猟期間中の捕獲鳥獣の報告によれば、キツネは511個体（前年度356個体）野ウサギは2833羽（前年度7060羽）ということであって、この結果を同支庁では、キツネの増加のもたらしたものであると評価している。

もしこの網走地区に見られる現象が、隣接の他地区においても認められるとすれば、3ヶ年計画対象地域において仮に捕獲個体数の補充が、生産によってだけでは十分でなかったとしても、この隣接地区で増加した個体が汚染地区に侵入することにより、この減少を補うであろうことがかなり確実に推定せられる。このさい補充される個体が、エヒノコックス未感染個体であることはいうまでもない。

したがって汚染地区においては、年間 $\frac{1}{3}$ の生息数捕獲によっても、全体としての生息数には大きな変動はなく、当初に推定した3000頭の生息数は、分娩・移入その他の生物学的要因によって、維持されていると考えられる。

考 察

以上の対策の進展経過から、本年度にえられた汚染地区のキツネのエヒノコックス寄生率3.0%の意義を考察することとする。

この数値の信頼度については、主として現実的な理由か

ら、正確な $\frac{1}{10}$ 抽出標本と見做しえない点から、疑問を提出する向きもあったことは事実である。したがってここでは標本の信頼度の問題をしばらくおいて、全く別の観点から、今回採用した $\frac{1}{3}$ 捕獲という手段がキツネの寄生率の変動がどのような影響をおよぼしえるかということを検討することとする。

この論の前提として次の三つの点を仮定する。

- 1) 本対象地区に生息するキツネの個体数をAとし、このAの値は、毎年その $\frac{1}{3}$ を除去しても、次年度には再びもとのAにもどるものとする。
- 2) Aの中においてエヒノコックスを保有するキツネの寄生率をp%とすると、寄生個体数はApとなるが、このApに対しては、新しい寄生個体の追加はないものとする。
- 3) 毎年 $\frac{1}{3}$ Aの個体の捕獲をおこなう場合、この中に含まれる寄生個体数も、前年残存した寄生個体数の $\frac{1}{3}$ のものが含まれる、すなわち、この地域におけるキツネの分布も、その中の寄生個体の分布も均一であるとする。

以上の三つの仮定に基いて、毎年全個体数の $\frac{1}{3}$ の捕獲を実施するものとした場合、その中に含まれる寄生個体の減少の情況は、次のごとく計算されえるはずである。

	生息全 個体数	寄生個 体数	捕獲寄生 個体数	残存寄生 個体数
第一年度	A	Ap	$\frac{1}{3}Ap$	$\frac{2}{3}Ap$
第二年度	A	$\frac{2}{3}Ap$	$\frac{1}{3} \cdot \frac{2}{3}Ap$	$(\frac{2}{3})^2 Ap$
第三年度	A	$(\frac{2}{3})^2 Ap$	$\frac{1}{3} \cdot (\frac{2}{3})^2 Ap$	$(\frac{2}{3})^3 Ap$
第四年度	A	$(\frac{2}{3})^3 Ap$	$\frac{1}{3} \cdot (\frac{2}{3})^3 Ap$	$(\frac{2}{3})^4 Ap$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
第n年度	A	$(\frac{2}{3})^{n-1} Ap$	$\frac{1}{3} \cdot (\frac{2}{3})^{n-1} Ap$	$(\frac{2}{3})^n Ap$

この場合、道東地区において実施した実態として、 $A = 3000$ 、 $p = 20\%$ を用いて計算すると、この数値は次のごとくなる。

	生息全 個体数	寄生個 体数	捕獲寄生 個体数	残存寄生 個体数
第一年度	3000	600 (20%)	200	400
第二年度	3000	400 (13.3%)	133	267
第三年度	3000	267 (9.3%)	93	187
第四年度	3000	187 (6.2%)	62	125
第五年度	3000	125 (4.2%)	42	83
第六年度	3000	83 (2.8%)	28	55

すなわち、上に記した3仮定に基いて考えるならば、この全個体数の $\frac{2}{3}$ の捕獲の継続によって、汚染地域に当初存在した20%の寄生率は、6年目において2.6%となるはずということになる。

したがって、この3仮定の成立するか否かを検討することによって、この数値の確実性を考える手がかりが与えられることとなる。以下この点について考察を加えて見たい。

まず第一に、この地域内において生息するA個体のキツネが、その $\frac{2}{3}$ A個体の捕獲によってその生息数に大きな変化を生じ、Aより大きく減少あるいは増加することが起りえるか否かである。この点については前項において触れたごとく、この対象地区内においては野ネズミ、野ウサギの生息数が急速な増加を示す事実が認められないこと、すなわちキツネとこれらの小動物の間の平衡関係が大きく変わったという事実がないことから、間接的にはあるが推測せられる。

キツネのこの地区における産仔数は、阿部(前出)によれば1腹2~8頭と推定せられ、たとえ $\frac{2}{3}$ を捕獲しても、優に基本生息数Aを維持していくに十分な個体数の補充がなされている。さらに前記、網走支庁で見られたようなキツネの増加が、正しい情況把握であるとするならば、仮に

この地区での減少が起ったとしても、行動範囲の広いこの動物にとっては、この地域への移動も当然起ると考えられるのである。正確な情報とはいえないが、この地域においてキツネ捕獲作業に従事する者の意見を総合しても、この地域内でのキツネ生息数にいちじるしい変動は認められないとのことであって、この第一の仮定は了承されえるものといえるであろう。

第二の仮定、すなわちこの地域に生息するキツネに新たな寄生個体の追加が生じないか否かについては、異論があるであろうと予想される。事実、筆者自身の経験としても、その春分娩されたと考えられる幼若個体に、エヒノコックス成虫の多数寄生を証明した事例がある。したがってまったく新たな寄生個体の加わることがないと思えることは、恐らく困難であろう。上の数字を用うるならば、第二年度におけるの寄生個体数は、恐らく

$$\frac{2}{3}Ap + \alpha \text{ となるはずである。}$$

問題はこの (α) なる個体数が、全寄生個体数 $(\frac{2}{3}Ap)$ に大きな影響を与えるほど大きくないであろうという点である。筆者の推論によれば、この (α) の値は、非常に小さく、恐らく全体寄生個体を2年度において $\frac{2}{3}Ap$ と計算するのと大差ないものとする。

その根拠として二つの理由を挙げえるであろう。すなわち筆者がすでに指摘したごとく、道東地区においては、エヒノコックス症の侵淫がきわめて新しいと推定せられる点である²⁾。この地域における中間宿主動物である野ネズミ類における包虫検出率はきわめて低く、ここ数年はまったく寄生個体の証明がなされていない。

筆者が示したごとく、一地域内において感染が拡大するにつれて、中間宿主である野ネズミ類における包虫寄生率が上昇していくことは、St. Lawrence 島を中心とした検索成績からも明らかところで、さらに、この汚染の増大は、新しい中間宿主種の追加という点からも示される。

しかるに道東地域においては、表1に明らかなように、

表2 St. Lawrence における *Echinococcus multilocularis* の中間宿主よりの検出例

宿 生 年 次	<i>Microtus oeconomus</i>	<i>Clethrionomys rutilus</i>	<i>Citellus undulatus</i>	<i>Sorex jacksoni</i>	報 告 者
	1950	2%/385 (2%)			
1950	14/385 (2.38%)				Schiller & Rausch (1950)
1951	9/385 (2.33%)		0/81		Rausch & Schiller (1951)
1953	10%/320 (10%)				Rausch & Schiller (1956)
1954	33/198 (16.67%)		2/12	1/47	Thomas et al. (1954)
1955	10/74 (13.51%)				Thomas (1955)

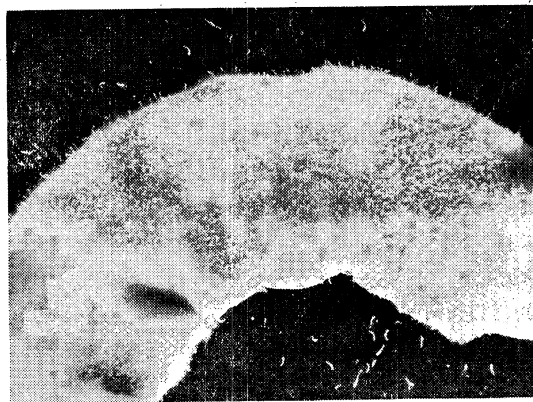
注] 分母は剖検個体数、分子はエヒノコックス包虫検出数または比率
() 内は検出百分率

中間宿主である野ネズミ類での寄生率の上昇はまったく認められず、また St. Lawrence 島で新たな中間宿主として後年になって追加された *Sorex* 類にも、毎年相当数の剖検を実施しているにも拘らず、まったく寄生個体を見ないのである。

この中間宿主における低寄生率の現状をいかに理解するかについても、しばしば疑問が投げられてきた。筆者はこの地区においては、エヒノコックスの侵淫が初期であるので、当初終宿主であるキツネにおいて20%の寄生率を保持するに必要にして最小限度の感染状況が野ネズミの間に維持されており、われわれの検索対象個体中に包虫保持個体をほとんど発見しえなかったものとの見解を有している。

さらにこの感染終宿主個体数の追加が大きくないことを推定する今一つの根拠は、キツネに寄生するエヒノコックス個体数の1頭当りの数が激減している事実である。この地域において剖検を開始した当初は、1頭のキツネに寄生するエヒノコックス成虫の数は、第1図に見られるごとく万を単位に数えられる程の濃厚感染が普通であった。しかし最近における検索においては、1頭当りの寄生個体数はきわめて少数となり、最も多数寄生例でも100個体前後となっている。

図1 調査開始時におけるエヒノコックス成虫の濃厚感染状況



すなわち、中間宿主である野ネズミの感染源となるエヒノコックスの虫卵の、この地区内に生産される絶対数そのものが最近はきわめて少数となっていることが推測されるのである。

この問題に関連して、すでにこの環境を汚染していた過去積年の虫卵の感染力保持の危険性が考えられる。この点については、われわれは残念ながら多くの資料を持たない。筆者の知る限りにおいては、SCHWABE³⁾の報告中にこの問題が取扱われている。

彼によれば、*Echinococcus granulosus* の卵の乾燥に対する抵抗性はあまり高くなく、湿度0%の条件下において15分で死滅するという *Taenia hydatigena* と同程度であろうと推定される。もちろん他の虫卵の場合のごとく

低温に対する抵抗力はかなり高く、 -26°C で54日間生存したという *Echinococcus multilocularis*、4ヶ月の冬期間を経過した後、なお羊に対する感染力を保有していた *E. granulosus* についての言及もある。このようにキツネから排出されたエヒノコックス虫卵が、野ネズミに対してどれぐらいの期間感染力を保有し続けるかを積極的に証明する事例については、ほとんどデータを持たないのが現実である。しかし一年を経過した虫卵の感染力を、100%と考えることは困難であり、恐らくかなりの低下が見られると考えるべきであろう。

したがって、終宿主であるキツネに認められる寄生率ならびに、1頭当りの寄生個体数によって明らかな、エヒノコックスの寄生現象の低下は、さらに中間宿主である野ネズミに対する本虫寄生を低下させる要因が加わり、この地区からエヒノコックスの存在を排除する方向に大きく作用していると考えられるのである。

改めて指摘するまでもなく、キツネに対するエヒノコックス寄生は、中間宿主である野ネズミを介して、はじめて成立する。したがってこの地域における野ネズミに見られるエヒノコックス包虫のきわめて低い寄生の事実は、終宿主から排出される虫卵の絶対数の減少(寄生率の低下、寄生個体の減少)に加えて、自然状態にあっての経時的な虫卵感染力の低下によっても、説明されるのである。

つまり前に述べたごとく、当初キツネにおいて20%の寄生率を維持するのに必要最少度に保たれていた野ネズミの包虫寄生は、エヒノコックス保有キツネの除去により、その寄生率を低下させ、そのことが原因となってキツネの寄生の機会を少なくする要因として働くという循環が繰返されていると予測されるのである。

したがって筆者は先に提起した第二の仮定については、かなり大胆に、キツネにおける新寄生個体の追加は、実質的にはきわめて少数であり、恐らく第 n 年度における $\left(\frac{2}{3}\right)^n Ap$ なる寄生個体はそのまま $n+1$ 年度に推移していくものと考えるのである。

第三に、この地域においてキツネが、したがってその中に p %の割合に含まれるエヒノコックス保有キツネが、均等に分布しているとの仮定は、まったく否定されるはずである。地形的にも均一でない地域に、開拓地、道路、鉄道、工場などの人為的な要素が、これまた不均一に入り組んでいる場所に、野生動物が均等に分布、生息していると考えことはまったく無理な仮定といわねばならない。

当然、全個体の巧捕獲そのものも片寄りを持ち、必然の結果として、この中に含まれる寄生個体の分布にも片寄りがあることは、まぎれもない事実であって、このことが第一表における寄生率の変化が、筆者の三仮定に基く計算と一致しない理由であるともいえるのである。

なお、ここで付言しておかねばならないことは第一表における数字の取扱いについてである。前に触れたように

「汚捕獲対策」の開始は1972年からであり、それ以前の数字は各市町村、保健所その他において随時捕獲せられたキツネの剖検結果である。ゆえにこの両者を同一の範疇で扱うことは許されないはずである。

但し、筆者の提起した第二の仮定、すなわちこの地域においてキツネの新寄生個体の追加がないものと仮定しえらるとすれば、その捕獲数の如何にかかわらず、この地域からの寄生個体は減少することとなる。この寄生個体の減少という情況に重点をおいて本表を作成し、理解したものと了承せられたい。

所でこの第三の仮定が現況を説明するものでないという事実は、むしろ先に述べた推定による寄生率の毎年の値が、かなりの中で変動することの裏付けとなると考えられる。この地域においてのエヒノコックス保有キツネの証明は、根室地区から始まり、次いで中標津、標茶、釧路の各保健所管内から順次確認せられた。これはあたかもエヒノコックスの汚染が根室から順次拡大していったがごとき様相を示すものである。この現象を以てただちに汚染の拡大の情況そのものを表わすと判断することには無論疑義がある。しかし上記四地区の汚染度（エヒノコックス保有キツネの存在）に差があることは確かである。

ゆえに全生息個体の汚捕獲の結果そのものに片寄りがあり、したがってその中の一部として存在するエヒノコックス保有キツネの分布にも片寄りがあることは、まぎれもない事実であって、この結果として当然第一表に示した寄生率の変動が、一方的に減少のみの変化を示さない結果となる。

したがって筆者は第一表を、その間に前年度よりもかえって寄生率の上昇を示すことがあっても、全体的には低下の傾向を示し、1965年度当時20%を示したキツネの寄生率が、1973年度現在3.0%にまで減じた事実注目して解すべきものと考え次第である。

もちろん最初に述べたように、昨年度でえられた結果は捕獲全個体の剖検結果ではない。以上述べた問題について最終的な結論を下すには、時期としても第3年目の結果をえておこなうべきであろうし、その結果も全捕獲個体に関する剖検結果に基づくべきであろう。しかし本稿は実は3年計画立案の当初に草せられてしかるべきものであって、その意味からいえば逆に遅きに失したものと考えるので、筆者としては中間の時点である第2年度計画終了の今日、その責を果したものと理解している。少くとも現段階においては、現在進行されつつある3年計画が、かなりの有効な媒介動物対策であることと判断しえらるるものであると考えられる点を強調したい。

なお最後に触れておきたい問題は、以上の想定が成立するとした場合、今後エヒノコックス保有キツネを捕獲する確立は漸次困難性を増してくるという点である。すなわち、寄生率の低下はそのまま寄生キツネ捕獲の確率の低さ

につながっていくのであって、基本的にはこの地域のキツネを全部残らず捕獲しない限り、その寄生率を0%とすることはできない。このことは現在の方法を継続することの必要性を示すものであって、恐らくはこの地域に初めて侵入したエヒノコックス保有キツネの頭数は、本年度に認められた3.0%（これは90頭に相当することとなる）のキツネの頭数よりは、はるかに少数であったはずであろうから、この手段の中止は数年を出ずして、20%を超える保有キツネの出現を結果すると考えられるからである。

結 語

1. 道東地域でエヒノコックス症 (*Echinococcus multilocularis*) の対策として、1972年以来実施されてきている、媒介動物対策において、当初約20%の高率を示したキタキツネ (*Vulpes vulpes schrencki*) のエヒノコックス成虫寄生率が、1973年末において3.0%と低下した。
2. この寄生率は、全数剖検の結果得られたものでなく、任意（主として現実的な理由に基づく）に取り出した捕獲全数の約 $1/10$ に相当するものから得られた数字である所から、その真実性についての疑問が投げられている。
3. 筆者はこの疑問に対し、次の3つの仮定の上で計算する場合、この寄生率の低下は計算上成立することを述べ、かつその仮定の妥当性について論述した。
 - a. この地区のキツネの生息数は、この対策で採用された、一年間に生息数 $3/5$ の捕獲にもかかわらず、予測される3000頭を維持して行く。
 - b. この地区においては、キツネにエヒノコックス成虫の新感染は起こらないか、起こっても極めて僅かであって全寄生個体数に大きな変化を生じない。
 - c. この地区においては、キツネは、従ってエヒノコックス保有個体は、均等に分布する。
4. この仮定に基づき、過去のデータを含めて検討した結果、a, bの二点については、同地区のエヒノコックスの寄生状況から推論する場合、その妥当性を説明することが可能であり、cの仮定は成立しないことが、実際の寄生率の変動を証明すると考えられる。
5. この結果から推して、現在実施中の媒介動物対策は、予防対策として有効なものと考えられるとともに、この対策の継続が今後ともに必要であると結論される。

文 献

- 1) 阿部 永：道東方面におけるキツネの生態研究，衛生部特別報告（1970）
- 2) 長谷川 恩：北海道立衛生研究所報 20, 74（1970）
- 3) SCHWABE：Bull. W. H. O., 39, 131（1968）

**Evaluation for the Control Program to
Echinococcus Multilocularis in Eastern
Area of Hokkaido**

Megumi Hasegawa

(Hokkaido Institute of Public Health)

Three-years program for control of echinococcosis multilocularis have been carried on from 1972 in the eastern area of Hokkaido.

And in this program, red fox (*Vulpes vulpes schrencki*), the most important final host of this parasitic tapeworm, showed 3% of parasitic rate at the end of 1973.

It is believed that this low parasitic rate as compared with 20% in 1965 would be calculated based on following three hypotheses: namely, 1) the

population of fox would be kept about 3000 without regard to capture of one-third fox in this district; 2) no or a few parasitic individual would be added to this population; and 3) the distribution of fox would be uniform in this area.

Author pointed out that first and second hypotheses might be reliable from the state of this parasite in this area, and the incorrect third one would explained the fluctuation of parasitic rates of past years.

From author's calculation fox with Echinococcus worm would become $\left(\frac{2}{3}\right)^n \mathbf{A} \mathbf{p}$ at the end of n-th year. Here \mathbf{A} is the population of fox and \mathbf{p} is the parasitic rate of first year (%).