

参考資料

1 駆虫薬散布の研究

(1) 研究開始の背景

キツネや犬など人への感染源となる動物に対する対策法の一つに駆虫薬の利用があります。同じエキノコックスの仲間の単包条虫の場合、牧羊犬などの犬に定期的に駆虫薬を与えて、エキノコックスをコントロールする対策が成果を上げている国もあります。駆虫薬を北海道と同じ多包条虫に対して応用した事例もあります。アラスカのセントローレンス島では、エスキモーの居住地域で犬が感染していることから、犬に対して定期的に駆虫薬を与えたところ、その地域に生息するネズミの感染率が低下したという報告があります。また、ドイツでは、3,400km²の調査地域で駆虫薬入りの餌を空中散布したところ、キツネの感染率は散布前の64%から投与開始21週から27週後には16%台にまで低下しました。

そこで、北海道でもこの様な方法が利用可能か確認するために、試験研究機関において次のような駆虫薬散布に関する調査、研究が行われています。平成13年度～平成15年度の北海道大学による「キツネ糞便を用いた駆虫薬散布効果の検証方法についての研究」の一部は道の委託研究事業として補助されたものです。

(2) 北海道立衛生研究所による駆虫薬散布の調査研究

試験の方法

試験地は根室市の半島部で、市街地と水面を除く135 km²に駆虫薬を散布しました。本調査研究は、薬事法に基づく治験及び試験研究として、ドイツで製造、販売されたブラジクアンテルを含有する製品を輸入して行いました。駆虫薬の散布場所は道路脇を基本とし、散布密度を15個/ km²として走行中の車の助手席から散布しました。散布位置の設定にあたっては、地図上で散布が可能な道路の延長距離を算出し、15個/ km²となるように、100m、150m、200mの距離間隔で道路の両側(一部は片側)に散布することにしました(地図中の距離は各メッシュ毎の散布間隔を示しています。)



また、平成14年度までは、道路距離が短く基準個数の駆虫薬を散布できない一部の地域では、徒歩により林縁部に追加の散布をしました。散布は1～2台の車両に2名1組で乗車し、2～3日間で完了しました。1回の駆虫薬散布総数は約2,100個で、その他に春には林内などで確認されたキツネの繁殖巣の周囲にも1カ所あたり20個散布しました。平成11年11月に第一回目の散布を行って以来、平成18年1月までに合計27回実施しました。そして、キツネのエキノコックス感染率を調べて効果を判定しました。

試験の結果・考察

根室市内で駆虫薬を散布していない地域と散布している地域で捕獲したキツネの感染率を比較したところ、散布を開始してから7年間の感染率は、散布していない地域で61.8%(68頭中42頭が陽性)であったのに対し、散布した地域では20.2%(99頭中20頭が陽性)で、散布している地域の方が感染率が低いことがわかりました(表1)。

また、駆虫薬を散布している地域に生息している野ネズミ類

表1 散布地域と非散布地域のキツネの感染率の比較

年度	感染率(%) (陽性個体数/検査個体数)	
	散布地域	非散布地域
平成11～14年	26.2(11/42)	60.4(29/48)
平成15～17年	15.8(9/57)	65.0(13/20)
合計	20.2(20/99)	61.8(42/68)

表2 散布地域での野ネズミのエキノコックス感染率

調査時期	捕獲地点数(延べ)	捕獲数	陽性個体数	陽性率(%)
散布前(平成元～10年)	199	5,157	313	6.1
散布開始以降(平成12～17年)	148	3,840	18	0.5

を捕獲して感染状況を調べました。その結果、エゾヤチネズミなどに感染例が認められたものの、散布以前と比較してその数は極めて少数でした。(表2)

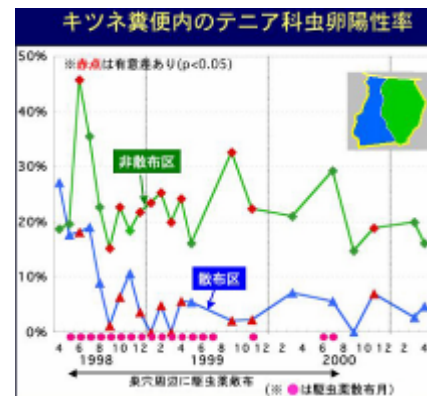
以上の結果から、駆虫薬の散布は動物間でのエキノコックスの感染率を低下させるために一定の効果を持つことがわかりました。しかしながら、散布を開始した以降もエキノコックスに感染したキツネや野ネズミが確認されていることから、エキノコックスを絶滅することは出来ませんでした。この原因としては、キツネの再感染や散布地以外からの感染キツネの侵入や駆虫薬を食べていないキツネの存在が考えられます。

(3) 北海道大学による駆虫薬散布の調査研究

北海道大学の研究グループ(北海道大学、酪農学園大学、環境動物フォーラム)では小清水町において1997年に駆虫薬散布前のエキノコックス流行状況およびキツネ巣穴のデータを収集し、1998年からキツネ巣穴に注目し駆虫薬を入れたソーセージの散布試験を行ってきました。2001~02年には安価なすり身と魚粉に混ぜた駆虫薬を小清水町全町にほぼ均一に散布し、2005年からはNPO法人と協力し駆虫薬散布研究を行ってきました。さらに、小樽市および倶知安町においても駆虫薬散布研究を行ってきました。この研究グループの特徴は駆虫薬散布の駆虫効果の評価法にあり、当研究グループが開発・実施している糞便からの抗原検出法と従来の虫卵検出法で糞便検査するシステムで、野外で多数のキツネの糞便を採取し、その糞便検査結果から駆虫効果を評価するものです。以下に各研究についてまとめました。

小清水町の巣穴周辺駆虫薬散布

1997年に駆虫薬散布前の予備調査を行い巣穴の位置を把握しました。その後、小清水町を散布区(18巣穴、90m²)と非散布区(20巣穴、100km²)に区分し、両区ともキツネ巣穴調査および糞便採取を行い、散布区には巣穴近辺のキツネの通りそうな場所(巣穴から100m以内)に駆虫薬設置穴を設け(1繁殖巣当たり5カ所)、1998年5月から1999年7月まで毎月1回駆虫薬(約12g、各プラジクアンテル25mg含む)を混ぜたソーセージを各穴に2個投入しました。1999年7月以降は散布回数を減らしました(右図参照)。非散布区と散布区でそれぞれ毎月約80個(60-160個)の糞便を採取し、糞便検査しました。散布区では抗原陽性かつ虫卵陽性の糞便は顕著に減少し、5%前後で2000年4月まで経過しました。一方、抗原の陽性率も減少するものの、虫卵のように顕著ではなく、虫卵排泄しないが感染しているキツネが残存していることが示唆されました。キツネの設置穴周辺には足跡が残るように砂を盛りあげ、足跡の鑑別を試みたところ、ソーセージに混ぜた駆虫薬の摂取率は冬に低く(20%)、春に高い(50-70%)ことが示されました。冬期の駆虫薬設置には労力を要するが、効率は良くないことが示唆されました。これは冬期には積雪のためキツネの通り道が限定されないこと、駆虫薬投入後の降雪のためと考えられます。



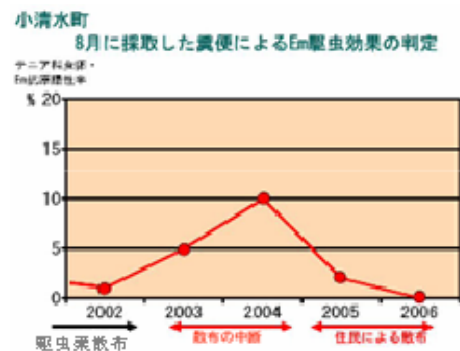
小清水町の道路沿いおよび道路と防風林の交点の駆虫薬散布

キツネの巣穴の発見は多大な労力を要し、かつ育児の途中でキツネが巣穴を変えることが多いので、調査を繰り返す必要があります。巣穴調査を必要としない方法として、2001年からほぼ全町(200km²)一円に駆虫薬散布することとしました。このためには大量の駆虫薬が必要で、安価なすり身および魚粉に駆虫薬を混ぜました(前述)。これを2001年5-8月および11月に小清水町で道路沿いに一定の間隔で散布し、町全体としては40個/km²の密度で散布しました。この道路沿いの散布では無駄な散布が多いと考えられたので、キツネの通り道を重視し、2002年(4-11月)には道路と防風林の交点約200カ所を駆虫薬散布ポイントとして選定しました。この全町の散布には1台の自動車ですべて2~3日間要しました。なお、40個/km²の散布密度は継続しました(1カ所20個散布)。糞便を採取した月では散

布区および非散布区において、2001年7月(43個,45個)と2002年4月(66個,55個)を除き、それぞれほぼ80個以上糞便を採取し検査しました。2002年には2%以下(4月-1/66, 7月-0/85, 10月-1/81)の虫卵陽性率となり、顕著な駆虫効果が認められました。

小清水町のNPO法人による駆虫薬散布

小清水町で2003年および2004年に駆虫薬散布を中止したところ、虫卵陽性率は5%(4/88)および10%(9/96)に上昇しました。NPO法人オホーツクの村の会員に1日間の講習会を実施後、会員が2002年と同じ道路と防風林の交差点約200カ所(1カ所10個)において、2005年には5-11月まで毎月、2006年には5,7,9,11月に駆虫薬を散布しました。8月にキツネの糞便を採取し、調べたところ、2005年の虫卵陽性率は抗原かつ虫卵陽性は2%(2/97)に減少し、さらに、2006年には虫卵陽性率は1%(1/82)であったが、抗原陽性率は全く認められず(0/82)、特に顕著な駆虫効果が示されました。

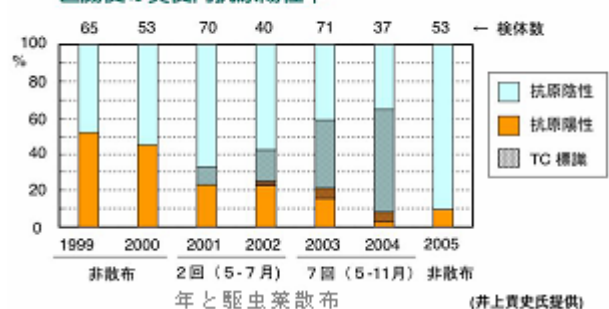


小樽市における道路沿いの駆虫薬散布

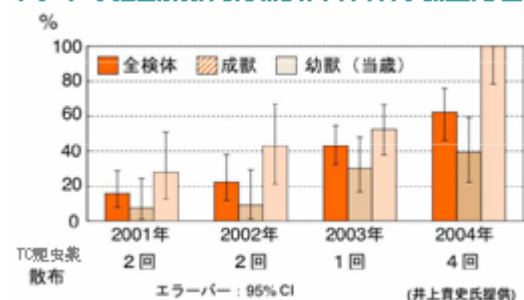
小樽市では2001年、2002年に年2回(5~7月)、2003年、2004年には5~11月に毎月1回の駆虫薬(すり身と魚粉に混ぜた駆虫薬)を散布しました。散布地域は右図で示したように、小樽市中西部の市街地辺縁部と農業地区を含む約110km²で、駆虫薬は道路沿いにほぼ40-50m間隔で自動車から走行しながら散布しました(散布密度:平均30個/km²)。この1回の散布には1台の自動車(助手席から散布)で2日要しました。小樽での駆虫効果判定は糞便検査ではなく、地域内で捕獲されたキツネの剖検(小腸からの成虫検出)により行いました。散布前(1999および2000年)には40%(34/65および24/53)以上であった感染率(6~9月に捕獲)が、徐々に減少し2004年には約10%(4/37)となりました。駆虫薬散布中止後1年(2005年)でも上昇は認められませんでした(6/53)。この小樽においては、バイオマーカー(テトラサイクリン)を用いてすり身と魚粉を利用した駆虫薬の摂取率についても調べました。駆虫薬散布をつづけると、キツネによる摂取率が上昇しました。2004年の4回のバイオマーカー入りの駆虫薬散布では、子ギツネの100%、親ギツネの40%の摂取率で、平均60%の摂取率となっていました。なお、駆虫薬は年に7回散布しているため駆虫薬摂取率は60%より高いと予想されます。駆虫薬散布を継続すると効果がさらに上昇することが期待されます。小清水町と比べると、感染率の減少が顕著ではなく、これは地形と関連し、駆虫薬の散布ポイントが限定しにくいことおよび道路が少ないことなどとの関係があるのかもしれませんが。



6-9月に小樽において捕獲されたキツネの直腸便の糞便内抗原陽性率



キツネの駆虫薬摂取状況(テトラサイクリン標識陽性率)



倶知安町における道路沿いの駆虫薬散布

倶知安町でも NPO 法人 WAO と協力し、駆虫薬散布を行いました。まず、駆虫薬散布に先立って 2005 年(7、9、11 月)に倶知安町 (約 100km²) において糞便採取し、散布前の現状を評価しました。この糞便採取は WAO の会員により自転車で行われました。虫卵および抗原陽性の糞便は 7% (19/268) で、周辺部に陽性個体が集中していることが分かりました。そこで、2006 年の駆虫薬散布は周辺部に集中して、道路沿いに 5-11 月まで毎月 1 回 1.300

から 1.500 個散布しました。2006 年度もほぼ全域から糞便を採取しましたが、虫卵は全く検出されず、抗原陽性糞便も 21% (55/268) から 2% (2/104) に激減していました。このように倶知安町では 1 年の散布だけでも顕著な駆虫効果が示されました。

糞便採取の効率

道路脇におけるキツネの糞便の発見頻度は、地域差が顕著と考えられますが、目安として道南と小清水町において当研究グループにより調べられました。2006 年 7 月の道南で糞便採取で、初調査地域のため、まず地図でキツネの生息地に近いと考えられる道路、すなわち、1.宅地近郊の農作地帯(見通しのきく起伏のない水田地帯は除く)、2.交通量が少ない、3.林、牧場、墓地などに近い道路を選択し、低速で走行しながら道路脇の糞便を探索した所、21 地域において 2 台の自動車で各 185km・13 時間の走行で 65 個採取され、正味の探索時間当たりの採取糞便数は 2.5 個と算出されました。一方、2006 年 8 月の小清水町で糞便採取では、1 台で 73km を 9 時間 30 分走行し、80 個の糞便を採取しました。すなわち、正味の探索時間当たりの採取糞便数は 8.4 個と算出されました。これらの差は主に、既に糞便採取ポイントの情報が蓄積しているか否かによるものと考えられます。すなわち、採取を重ねるにつれて、効率が良くなります。

キツネの捕獲・剖検調査と比べると、容易で、随時行え、ハンター以外の人でも可能で、キツネを捕獲しないため、現存するキツネの個体群をかく乱せず、駆虫されたキツネを残存させた状態で流行状況が把握できる利点があります。ただし、前述したように糞便採取時には虫卵汚染の可能性があるため取り扱いに注意が必要です。

糞主動物の判定

正確な調査結果を出すためには、糞便採取時にキツネの糞便を鑑別する必要があります。この糞主動物の判定は肉眼的観察でほぼ可能です。犬は大型で内容がドックフードが主体で、タヌキはため糞(一カ所に糞が集まっている)、イタチ、ミンク、テンの糞は小型のためほぼ成キツネと区別できますが、完全に鑑別できるわけではありません。科学的に糞主動物を鑑別するためには、糞便から DNA を採取し、調べることが出来ます。北大ではキツネ、犬、猫、タヌキ、イタチ、ミンク、テンなどの鑑別法を開発し、野外で採取された糞便を鑑別していますが、キツネの出没しそうな郊外ではやはりキツネの糞便がほとんどのようです。2006 年に小清水町で採取された糞便 82 個の糞主動物について DNA により鑑別を試みたところ、79 例が鑑別され(3 例は鑑別不可)、1 例は犬でその他の 78 例がキツネであることが確認されました。キツネは雑食のため、糞便の内容は季節や個体によってかなり異なり、野ネズミだけでなく、サクランボや桑などの果実、昆虫、植物、サイレージ、トウキビなど様々です

2 駆虫薬の環境への影響

(1) ブラジクアンテルについて

ブラジクアンテルは、^{ぜんちゅう} 蠕虫 駆除を目的とした人体薬としてドイツ、アメリカ等数多くの国々において販売・使用されており、動物用医薬品としてもドイツ、フランス、イギリス、イタリア、ポルトガル、オーストリア等で承認され、販売されています。ノルウェーにおいては大西洋サケの条虫類を対象とした魚類に使用する医薬品として承認され、現在同国で販売されています。さらに、愛玩動物用薬剤としては犬猫用の錠剤や注射剤を含めた各種製剤が、ドイツ、アメリカ等様々な国で販売されています。

日本においても、ブラジクアンテルは人体および動物用の蠕虫駆除剤として販売されており、人体用としては、肝吸虫症、肺吸虫症、横川吸虫症の治療に錠剤が使用されています。動物用としては犬猫用に条虫、回虫、鉤虫、鞭虫等の駆除に錠剤、経皮滴下用の液剤、注射剤が使用され

倶知安町において野外採取された糞便のエキノコックス抗原および虫卵陽性の推移

	駆虫薬散布前 2005年(7-11月)	駆虫薬散布開始 5-11月 毎月 2006年(10月)
全検査数	268個	104個
抗原陽性	55個 (21%)	2個 (2%)
虫卵陽性	33個 (12%)	0個 (0%)
抗原・虫卵陽性	19個 (7%)	0個 (0%)

ているほか、魚類の経口寄生虫駆除剤も販売されています。

このように、ブラジクアンテルはその有用性、安全性が広く認められており、野外散布によるキツネへの使用については、ドイツですでに実験されています。道立衛生研究所では環境への影響を調べるため、以下の試験を行いました。これらの試験は、薬事法に基づく治験の目的で輸入したドイツ製キツネ用駆虫薬を用いて行いました。

(2) 野外環境下での安定性

駆虫薬を野外環境に設置した場合、どのくらいの期間有効成分が含有されているか、駆虫薬を屋外に置き、1週間、2週間、4週間後に回収して有効成分量（高速液体クロマトグラフ法 添加回収試験による回収率は94%）の変化を調べました。季節を変えて3回試験を実施した結果、表1のとおり、4週間後でも32.8～39.3mgの含有が確認されました。

表1 野外環境下でのブラジクアンテル量の経時的変化

調査時期	H13/11/12 ~12/10	H14/6/7 ~7/1	H14/8/12 ~9/10
平均気温()	1.4	16.9	19.3
最高気温()	10.5	25.5	26.5
最低気温()	-5.5	9.0	14.0
経過時間	駆虫薬中のブラジクアンテル含有量(mg)		
0	50	50	50
1週間後	41.1	43.8	43.1
2週間後	41.1	42.2	36.2
4週間後	39.3	32.8	32.8

第1回目と比較して、後者2回の含有量が低かったことは、試験実施期間中の気温が高かったことによる季節的な影響が考えられました。しかし、ブラジクアンテルは動物に対し5mg/kgで駆虫の効果があり、キツネの体重は3～7kgであることから、駆虫薬1個あたり35mgが必要有効成分量となります。本駆虫薬は少なくとも設置1ヶ月後までは季節を問わず北海道内のキツネに対し概ね完全駆虫が可能な有効成分量を含んでいると考えられました。（平成13～14年）

(3) 駆虫薬散布後の土壌及び水中の残留ブラジクアンテル量

駆虫薬を散布した後の環境への影響を調べるため、駆虫薬を散布した地点からいずれも約30cm離れた表層土壌及び約30m離れた水系から散布1日後及び散布7日後に検体を採取し、ブラジクアンテル量を測定しました（高速液体クロマトグラフ法）。その結果、表2のとおり、土壌試料及び水試料中のブラジクアンテル量は、いずれも検出限界（土壌0.01µg/g、水0.002µg/g）以下でした。（平成12年）

表2 土壌及び水からのブラジクアンテル検出量

試料	分析値	試料	分析値
土壌1 1日後 7日後	すべて <0.01 (µg/g)	水4 1日後 7日後	すべて <0.002 (µg/g)
土壌2 1日後 7日後		水5 1日後 7日後	
土壌3 1日後 7日後		水6 1日後 7日後	

(4) 駆虫薬散布後の農産物等のブラジクアンテル量

駆虫薬を散布

表3 農産物等からのブラジクアンテル量

した地点からいずれも約30cm離れたじゃがいも、とうもろこし、大根、表層土壌及び25cm下の土壌を

試料	分析値	試料	分析値
じゃがいも 畑土壌(表層) 畑土壌(25cm下)	<0.01 µg/g	大根 畑土壌(表層) 畑土壌(25cm下)	<0.01 µg/g
とうもろこし 畑土壌(表層) 畑土壌(25cm下)		牧草 牧草地土壌(表層) 牧草地土壌(25cm下)	
		散布前 7日後	
		散布前 7日後	

散布前と散布7日後に採取しブラジクアンテル量を測定（高速液体クロマトグラフ法）しました。その結果、表3のとおり、土壌及び作物試料中のブラジクアンテル量は、いずれも検出限界（0.01µg/g）以下でした。（平成13年）

*実際の散布にあたっては、十分に安全を確保するため、河川等の付近や農産物に影響するおそれのある場所への散布はさげましょう。（4ページ「散布してはいけない地点」参照）