

多摩川流水域における新テレメトリー システムを用いたアナグマの環境選択

1998年

神崎伸夫

東京農工大学地域生態システム学科助教授

目 次

1. はじめに	1	
2. 調査地	2	
3. アナグマの環境選択		
3.1. 新テレメトリーシステム	鈴木岳良・阿刀田央一	3
「トレースレコーダー」の開発		
3.2. アナグマへの「トレースレコーダー」の応用	金子弥生	12
4. 栄養診断	金子弥生	19
4.1. アナグマの食性		19
4.2. アナグマの体重の季節的变化		27
5. 市民生活との関わり	神田栄次・金子弥生	28
6. 総合考察		30
7. 引用文献		32
8. 謝 辞		32

1. はじめに

多摩川流水域西部とその周辺地域にはアナグマ (*Meles meles anakuma*) が広く分布している。近年都市のスプロール現象により当地域の開発が急速に進み、地域個体群の生存が脅かされつつある。その原因としてアナグマの交通事故死の増加、餌づけ個体群に見られる病気の発生などがある。その一方でアナグマによる農作物被害やゴミ箱あさりなどの問題点も増加している。アナグマと人間が共存していくためには、本地域で発生している問題点を把握するとともに、アナグマの環境選択、食性、栄養状態などの生態学的情報を収集し、適切な管理方法を考える必要がある。野生動物の環境選択を調査するためには、これまでラジオテレメトリーシステムが用いられてきた。しかしこれには誤差があり、多大な労力が必要となるなどの問題点があった。そこで本研究は、低誤差、低労力、低コストの新テレメトリーシステムの開発を行い、里山と新興住宅地、レジャー施設がモザイク状に混在する多摩川支流の平井川集水域において、アナグマの環境選択を調査した。また、フン分析による食性、体重の季節的变化を調査した。そして餌付けなどの人為的食物が本種個体群に与えている影響の評価を行った。また住民に対してはアンケートを行い、ゴミ処理や餌づけの実態を調査した。

2. 調査地

調査地域は、東京都日の出町の南西部の白山（標高351m）、勝峰山（標高450m）を中心とした標高200~500m、面積約7.5km²の地域である（図1）。この地域は関東平野と関東山地の推移帯にあたる山麓丘陵地帯で、東部から南部にかけて秋川街道が通り、中央を多摩川支流の平井川、東部を北大久野川が流れている。調査地域の約80%が森林で、その大部分をスギ、ヒノキの植林が占め、パッチ状にシラカシ、コナラなどの落葉紅葉樹林や、竹林が点在している。また山際の小面積の畑で自家用の農作物が栽培されている。

気候は夏雨型の太平洋型気候で、年間降水量約1,500mm、年平均気温13.2℃である。この地域は林業が盛んであったが、1970年ごろから東京のベッドタウンとして人口が急増し、大規模な宅地開発がおこなわれた。また観光用の魚釣場、キャンプ場や温泉などのレジャー施設の建設とそれにとまう道路の整備も進んだ。また調査地内の数件の民家ではアナグマ、タヌキの餌づけが行われている。

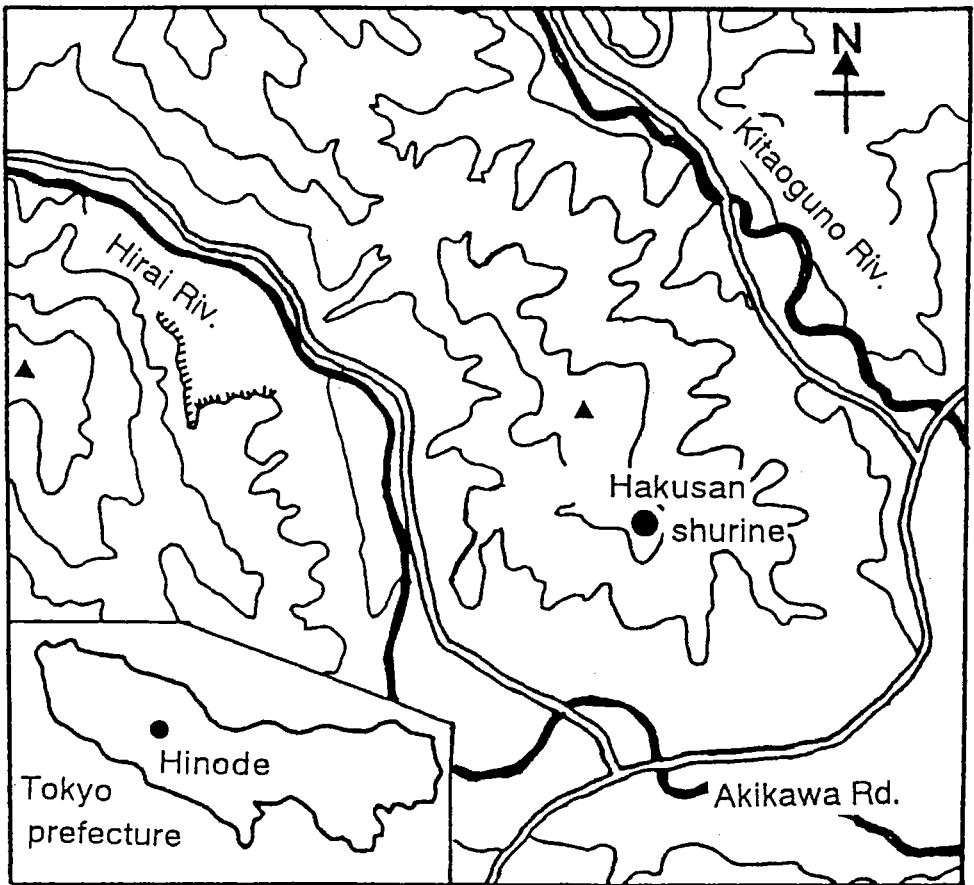


図1 調査地

3. アナグマの環境選択

3.1. 新テレメトリーシステム「トレースレコーダー」の開発

鈴木岳良・阿刀田央一

3.1.1. 目的

本研究の目的は、背景で述べたような、動物—環境の関係を解明しうる情報を取得できるシステムの開発である。特に中型獣に関する能力が求められた。

(1) 取得情報から行動が推定できる。

この条件が実際に求めるものは、取得した位置—時刻情報が行動の推定に十分な情報を含んでいることである。中型獣の場合、位置で数m程度、時間・時刻で数十分程度の分解能が必要となる。

(2) 同時に多数の個体を対象にして観測ができる。

(3) 行動圏全域を対象にして観測ができる。

動物—環境の関係を明らかにするためには、多くの個体に対して調査が必要である。また個体間の関係なども重要な情報となる。このためには、同時に行動の記録・追跡ができること、観測地域として、行動圏全域を覆えることが重要である。

(4) 実用可能

暗黙の条件として、実現しうること、すなわち妥当なコストで実現でき、実用できることが求められる。大学の研究でありがちな、研究のみで、実現可能性を証明しただけでは不十分である。

3.1.2. 既存装置での可能性

結論として、既存装置では実現不可能である。しかしここでは、実現可能性やその問題点を検討する。

3.1.2.1. 既存の行動観測用機器

次に挙げるのは、それなりに利用されている、または、これから利用されるようになるであろう装置の例である。当然、このほかにも多種の装置が存在し、使われている。

(1) 方探型電波テレメトリ

価格が安い、構造が簡単、扱いが容易、といった理由から、多く使われている装置。動物に電波発信器をつけ、各地点で指向性アンテナを使い、方向を測り、三角測量の要領で位置を測定する。少なくとも2点で位置を特定しなければならないが、

その間の移動に時間がかかる場合などは、位置特定の精度が低下する。通常の誤差は数十m程度。

また、指向性アンテナを使いながら方向を確認し、動物に近づきつつ追跡するという方法がとられることも多々ある。この場合は使用者の技術次第で、目視可能な範囲までに近づくことが可能である。ただし、使用者にかかる負担が多い。

(2) 人工衛星型電波テレメトリ

方探型電波テレメトリと類似の方法だが、追跡には人工衛星を使う。長距離の移動を行う動物の追跡によく使われる。

精度は1回の位置計算につき何回の受信を行うか（方探型電波テレメトリにおける測定値点数に相当）に依存する。受信が1回だけで、位置を計算した場合は数百m程度の誤差がでる。このため、受信回数を多くする必要があるが、受信回数に比例して、衛生の使用料金が徴収されるため、コストが高くなる。十分な受信回数が確保できれば誤差は数km以下にできる。使用場所も制限される。遮蔽物がある場合は、電波が届きにくいので、開けた地形に使用が限定される。また、データの収集頻度は、人工衛星の公転周期に依存する。自動で追跡できる。

(3) 強度記録型電波テレメトリ

固定の無指向性アンテナを3個所以上に設置して、動物につけた電波発信器の信号の強度を測り、強度の関係から、動物の位置を割り出す装置。自動的に追跡できる点が長所であるが、高価で大掛かりな装置である。位置の精度は、方探型電波テレメトリと同程度かそれ以下。問題として、狭い地形に動物が入り込んだ場合等は追跡できないことが挙げられる。

(4) GPSテレメトリ

GPSを動物にとりつけ、位置を動物側に記録しておき、後に位置情報を回収することで移動追跡を行う装置。動物側に取り付ける装置が大きいため、取り付けられる動物が限定される。また、衛生からの電波が届かない森林内部に暮らす動物等には不向きである。強度記録型電波テレメトリよりは規模が小さい。位置精度は数十mから数mである。自動で追跡が可能なので、労力は少ない。

(5) 画像解析型

テレビカメラ・ビデオカメラ等で直接動物の画像を撮る方法。単に目視の延長として、巣穴等の画像を撮り、観察するものが大部分である。

画像の解析型では、動物にマーカとなる物体をつけ、そのマーカを画像処理で識別し、自動追跡、行動記録を行う。行動圏の極端に狭い動物を野生に近い状況で飼育し、観測を行う場合が多いようである。カメラは通常の可視光だけでなく、赤外線カメラを使う場合もある。

3.1.2.2. 既存装置の評価

前述したてんから考えると、目的を満たすだけの能力がどの装置にもないことは明らかである。表から判断すると、GPSによる方式は一見期待が持てるが、実際には装置の大きさからいって中型獣には適用できない。また、地形や障害物による受信不良による問題から、期待できるほどのデータは得られないことが分かっている。

この様に、既存装置で目的を達することは不可能である。従って、目的達成のためには、新たな装置を開発する必要がある。

表 1 装置の比較

装 置	観測範囲	精度・誤差	データ頻度	価格	労力	追跡数
電波・放探型	10-100 km	10 m	2-3回/Hour	低	高	2~3
電波・衛生追跡型	100-1000km	1 km	10回/day	高	低	数十
電波・強度記録型	10-100 km	10-100m	連続	高	低	2~3
G P S	任意	10 m	連続	中	低	任意
画 像 処 理 型	10m以下	0 m	連続	高	任意	任意

3.2.1. 要求仕様

本システムは動物・環境の研究者（以下、ユーザ）からの要請を受けて研究がはじまったため、かなり具体的な要求が開始時点で既に決定していた。これを整理するとおおよ次のようになる。

3.2.2. 中型獣の行動追跡が可能

中型獣は最大でも、体長が1m、体重は10kg程度の動物を指す。例えば、ネコ、キツネ、タヌキ、アナグマ等である。本研究では特に、地上で生活し、定住するアナグマ・タヌキといった動物に対する能力が要求された。

経験的に、これらの動物に何らかの装置を取り付ける場合は、体重の3%（研究者によっては5%）以内に収める必要があることが分かっている。従って、最大の10kgに動物に対しても取り付けられる装置の重量は300gにすぎない。本研究で特に対象としているタヌキ・アナグマは5kg程度なので、実際に装置を取り付けるならば、150gが上限になる。

形状は取り付けられる動物の行動に支障を出さないことが求められるので、種の生態に依存してくる。ただ、どの動物に取り付けた場合でも、首以外の場所に取り付けると、動物がケガをする率が高く、また装置が脱落する可能性も高くなると言われている。

以上から、システムが動物から制約される条件は次のようになる。

- (1) 重量は150 g
- (2) 取り付け部位は首
- (3) 行動の妨げになり難い形状

3.2.3. 取得情報から細かな行動が推定可能

行動推定を行うには、情報が多ければ多いほど良い。例えば動物が口を動かしていることが分かるセンサを取り付け、直接、食餌行動を観測できれば、それに関しては最高である。しかし現実的に実現可能かという点、困難なことが容易に想像される。従って、目的のためには、こういったデータが最低限必要かを考える必要がある。

これらのことを鑑みれば、現実的には位置-時刻情報があれば、行動の推定ができ、また、その精度・分解能が十分高ければ、詳細に行動が推定できると言える。特に対象となっている中型獣の場合を考えると、行動推定を可能にするには位置で10m程度、時間で数十分程度の分解能が必要となる。

以上から次のような情報を収集できることが求められる。

- (1) 位置分解能は10m以下
- (2) 時間分解能は数十分程度

3.2.4. 同時に多数の個体を対象にして観測

電波テレメトリ等による追跡は原理的には複数個体を追跡できない。幾つかの回避方法、例えば電波の使用周波数を変えたり、信号にコードを載せる等の方法もあるが、それとて限界がある。原理的に複数個体を追跡できるのは、GPSテレメトリ等である。本研究で開発するシステムも原理的に複数の個体を追跡できることが求められる。

また、実際の使い勝手の問題として、追跡個体数に依存せず、必要労力が同程度の必要がある。仮に追跡個体数が制限なしでも、追跡労力がその一次関数に拘っていた場合、このメリットの意義が薄れてしまう。

3.2.5. 行動圏全域を対象として観測

中型獣でも、種によって行動圏は異なる。しかし、定住する種の場合は、数km程度と考えてよい。システムはこの範囲を覆えれば良い。ただし、地形の制約を受けない方法でなければならない。特に日本の場合、追跡対象となるような動物は山間部の森林等に生息する 경우가ほとんどである。従って、地形の制約を受けることは、システムにとって存在意義が大幅に薄れる。例えば、電波テレメトリなどは山間部で追跡す

るのに人手を要するし、場合によっては飛行機やヘリコプタで追跡することさえある。本研究で開発するシステムはこういった必要なしに、行動圏全体を覆えることが求められる。

3.2.6. 連続した追跡が可能

動物の行動は24時間連続している。従って詳細に行動の追跡を可能にするにはこの間、途切れることなく観測し続けなければならない。これは、システムはいったん行動追跡を開始した後は完全に自動で動作する必要を示している。また、前述した複数個体の追跡や、行動圏全域での追跡、といったことも、実際問題としては、自動で行動を追跡、記録し続けられない限り実現は不可能である。従って、本システムは本質的に、追跡の自動化が要求される。

3.2.7. 行動追跡期間

動物行動の研究者としては長期間連続して行動追跡できた方が良いのは言うまでもない。例えば、方探型の電波テレメトリの場合、動作時間が1年の装置が短すぎるといって敬遠されるほどである。しかし、これまでに述べてきたような要求を考えると、技術的に1年間動作させるのは難しいと思われる。特に動物に何らかの装置を取り付ける場合、装置に要求されるであろう機能から言って、消費電力が従来の電波テレメトリよりも、はるかに多くなるのは容易に想像しうる。このため、最低限必要な動作期間をもって、システムの動作期間の要求値とした。動物行動の研究者としては、3ヶ月、つまり1シーズンが最低限だそうである。

また、前述してきた要求が可能な装置においては、3ヶ月であってもシステムとして十分に有効と考えられる。

3.2.8. 環境に対し無害であること

観測期間中、及び観測終了後に、環境に対して何らかの害を及ぼすようでは動物に関する研究そのものが意味を失ってくる。このため、使用機器等が環境に残留することは有ってはならない。従って、観測に使用する装置は行動の追跡・記録終了後に回収でき、また、その装置そのものが環境に与える影響を極力少なくする必要がある。

3.3.1. 行動追跡の原理

前述した要求仕様を、従来装置で満たすことは不可能である。そこで、次に示す原理で、動物の行動記録を行うシステムを考案した。移動追跡の原理を図1に示す。

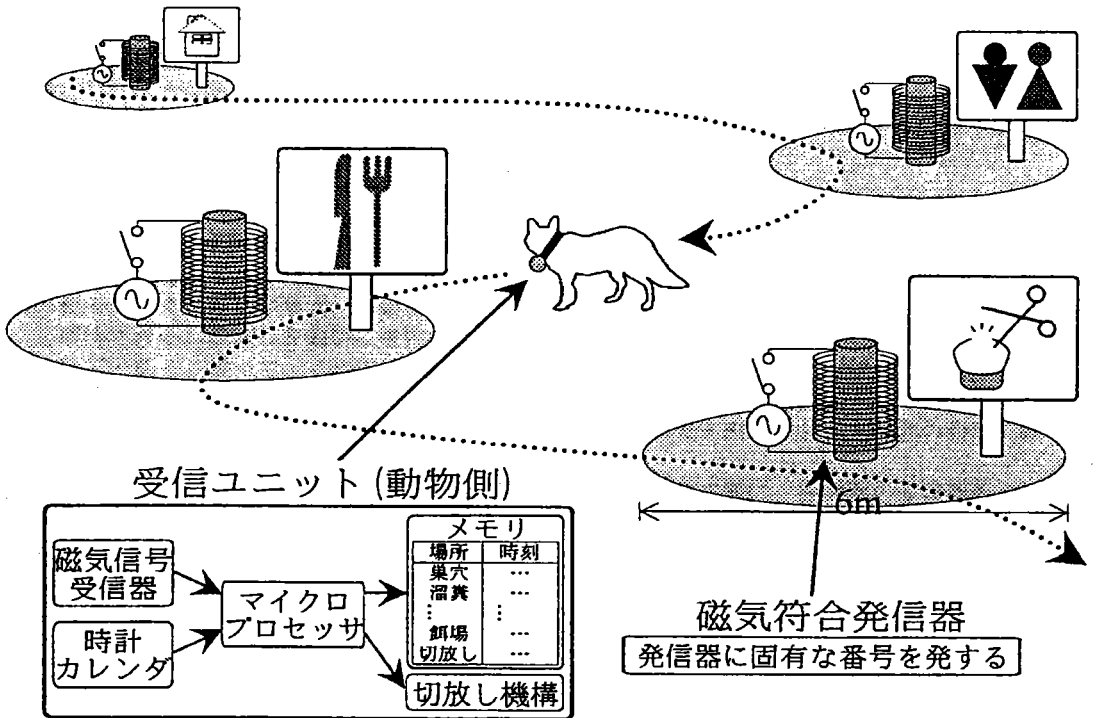


図1 行動追跡の原理

3.3.2. 行動追跡の原理

移動追跡は次のように行う。

(1) 発信器の設置

行動の追跡・記録に先立って、対象となる個体の行動圏内の各要所、例えば巣穴・餌場等に発信器を設置する(図1)参照。この発信器はそれぞれ固有の符号(以下、発信機ID)を載せた信号を送信し続ける。この信号が届く範囲は発信器の近傍だけである。

(2) 受信ユニットの取り付け

行動追跡の対象個体には受信ユニットを取り付ける。この受信ユニットが信号を受信し、信号から発信器IDを取り出し、受信時刻と共に内部に記録する装置である。

(3) 移動の追跡

この結果、受信ユニットを取り付けられた個体が発信器の付近を通過する毎に、内部には発信器IDとその受信時刻の対応が記録されることとなる。例えば図1に示すように個体が移動した場合は、

- (α) 巣穴：a日b時c分
- (β) 溜糞：a日b時d分
- (γ) 餌場：a日e時f分

といった様に記録される。前述したように、発信器IDが受信できる範囲は限られている。従って、発信器IDとその受信時刻から、その個体が“受信時刻”に“発信器の設置場所”にいたことが証明できる。

(4) 受信ユニットの回収

行動の追跡・記録が終了した後、受信ユニットを動物から取り外し、回収する。回収した受信ユニットの内部には、位置・時刻の対応（以下、LOG）が記録されている。このLOGを受信器から取り出して、整理することで、追跡個体の行動が明らかにできる。

3.3.3. 目的の充足度合

この原理で動物の行動追跡を行うことで目的をどの程度充足できるか、検討する。

3.3.3.1. 中型獣の行動追跡実現の可能性

本原理での行動記録は、動物の大きさ、行動圏の広さには依存しない。必ずしも中型獣でなくても良いし、広大な行動圏を持っていても、有効である。

この観点から見て、実現上の問題になるのは、適当なサイズで計量の受信ユニットを制作できるかどうかにかかっている。

3.3.3.2. 詳細な行動記録の実現可能性

原理的には相当に詳細な行動追跡が期待できる。対象としている動物は定住しており、また地上で過ごしているものである。定住している、つまり行動にはパターンが存在する。従って、行動圏内の要所、例えば獣道や巣穴、餌場を抑え、重点的に位置-時刻を計測する手法は極めて有効性が高いと期待できる。観測点を適切に選択できれば、少ない観測点でも効果的な位置-時刻情報が入手できるはずである。従って、この方法で動物の行動記録・追跡を行うには、対象動物と対象地域に関する予備知識が必要となる。また、予備知識が十分でない場合は、観測開始からしばらくの間は従来の電波テレメトリと併用するなどして、動物の大まかな行動を割り出し、発信器の設置位置を逐次変更するなどの対策が必要だと思われる。

詳細さを、どの程度要求するかは、任意に設定できる。実施の際に、発信器の設置個数、信号の分解能などの最適値は動物によって異なってくる。

実現上、最大の問題は、発信器の発信する信号の到達範囲をいかにして制限するか

である。この範囲が広すぎると、位置-時刻情報でなく、地域-時刻情報になってしまう。

3.3.3.3. 複数個体対象とする行動記録の実現可能性

原理的に、同時に多数の個体追跡が容易に実現できる。行動を記録する装置を、動物側に取り付けるので、行動記録・追跡を行う個体数に関係なく、発信器の設置コストは一定である。また、受信ユニットの取り付けは各個体に一度だけ行えば良く、その後は人手を必要としない。実用的に十分、同時追跡が可能である。

実用上の問題としては、受信ユニットをいかに安価に製造できるかが問題となってくる。

3.3.3.4. 行動圏全域を対象にできる可能性

原理的には十分、可能である。ただし、発信器の設置個数が多くなってくるので、それを許容できる方法を考案する必要がある。実際には発信器IDをいくつ設定できるかが問題となる。例えば、本研究で対象としている中型獣の場合は、200~300個程度で良いと考えられている。このため、余裕を考えれば、その数倍の受信ユニットよりもさらに、安価にする必要がある。また、大量に扱うことを考えれば、可能な限り小型・計量にする必要がある。

3.3.3.5. 連続追跡の実現可能性

原理から言って、必ず連続した追跡になる（逆に、離散的な観測はできない）。行動の追跡は全自動で行われるので、24時間、完全に連続した行動記録が可能である。夜行性の動物でも全く問題なく、行動記録ができる。

3.3.3.6. 動作時間

原理的には、動作時間は任意に設定できる。この問題はすべて、技術的な問題になっていく。発信器側は、必要に応じて電源の交換を行うことができるので、致命的な問題にはなりえない。しかし、現実的には行動記録の期間中程度、可能ならば、さらに1ヶ月程度は動作することが求められる。これは、発信器の設置個数が多くなってくると、電源の交換にも多くの手間が掛かるからである。

受信ユニットは最低3ヶ月は動作しなければならない。また、電源が消耗した後も可能な限り長期間、それまでに記録した位置-時刻情報を保持し続ける必要がある。

また、単に電源が持つだけでなく、屋外での使用に耐えうるだけの堅牢さが求められる。

3.3.3.7. 環境に対する影響

原理からして、動物に取り付けた受信ユニットを回収する必要がある。従って、多くの電波テレメトリのように取り付けっぱなしにする訳にはいかず、必ず回収しなければならない。このため、必然的に動物側に余計な負担をかけ続けることが避けられる。

発信器は行動圏内の要所に設置する。このため、設置個数が多くなるので、個々のMTBFや堅牢性を十分に高くしておかないと、どれかが不具合を起こしかねない。設置場所は様々で、山の斜面、沼地、川沿いなど、装置にとって条件が悪い場所でも置く必要が生じうる。

これらから考えて、

- (1) 物理的な衝撃に対する堅牢性
- (2) 温度変化等に対する堅牢性
- (3) 防水性

を十分に高くする必要がある。これらが不十分だと、単に発信器が動作しなくなるだけでなく、発信器内の乾電池が液もれを起こし、有害物質が周辺に漏れ出すといった問題を起こしかねない。

3.2 アナグマへの「トレースレコーダー」の応用

金子 弥生

3.2.1. 機 材

トレースレコーダーでは、以下の機材を必要とする（図2）。

1. アニマルユニット（図2上）

首輪式で、記録ユニットの側部に従来型のラジオテレメトリ法の発信器が装着され、上部には首輪の自動切り離し装置がセットされている。重量130g、動作期間は最低3カ月。

2. ビーコン（図2下）

半径3m以内の磁場に固有のデジタル符号を発する。デジタル符号は最大600個まで設定可能。動作時間は単一電池6個で6カ月。

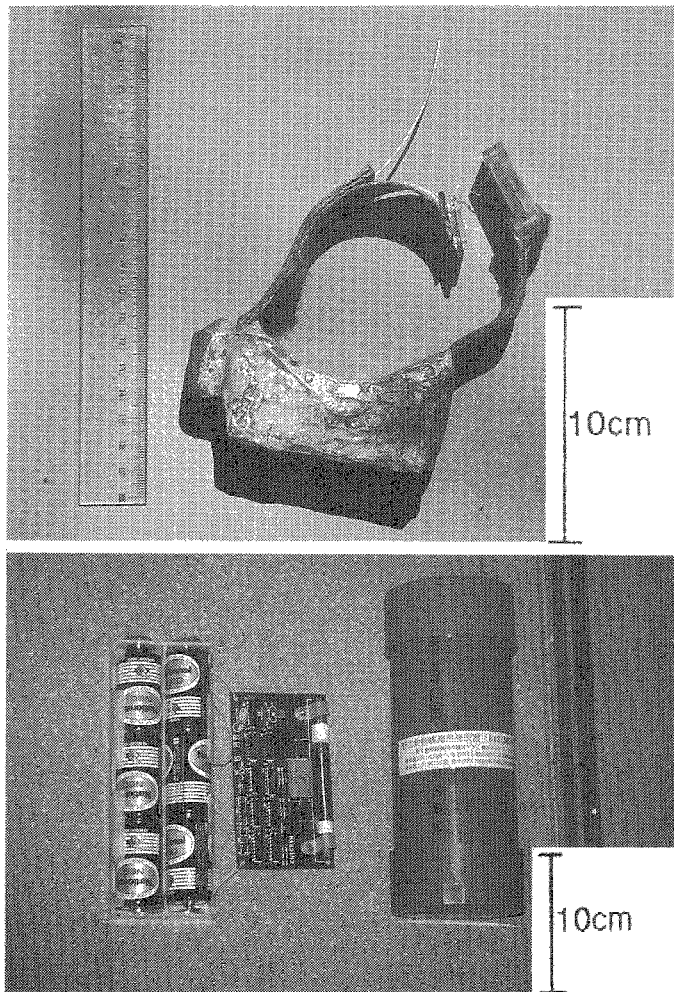


図2 調査機材

3.2.2. 方 法

調査に先駆けて、1997年3月に調査地域内を踏査し、けもの道や糞場をすべて記録した。その結果をもとに55個のビーコンをけもの道の交差点に設置した(図3)。1998年4月14日から24日に予備実験を行った。オスアナグマ(3才、識別番号9341M)に従来型の発信器と記録ユニットを装着し、その位置測定結果をもとに周辺の巣穴やけもの道にもさらに10個のビーコンを設置した。本試験は9341Mを用い、4月29日～6月8日、7月10日～8月12日の2期間に行った。

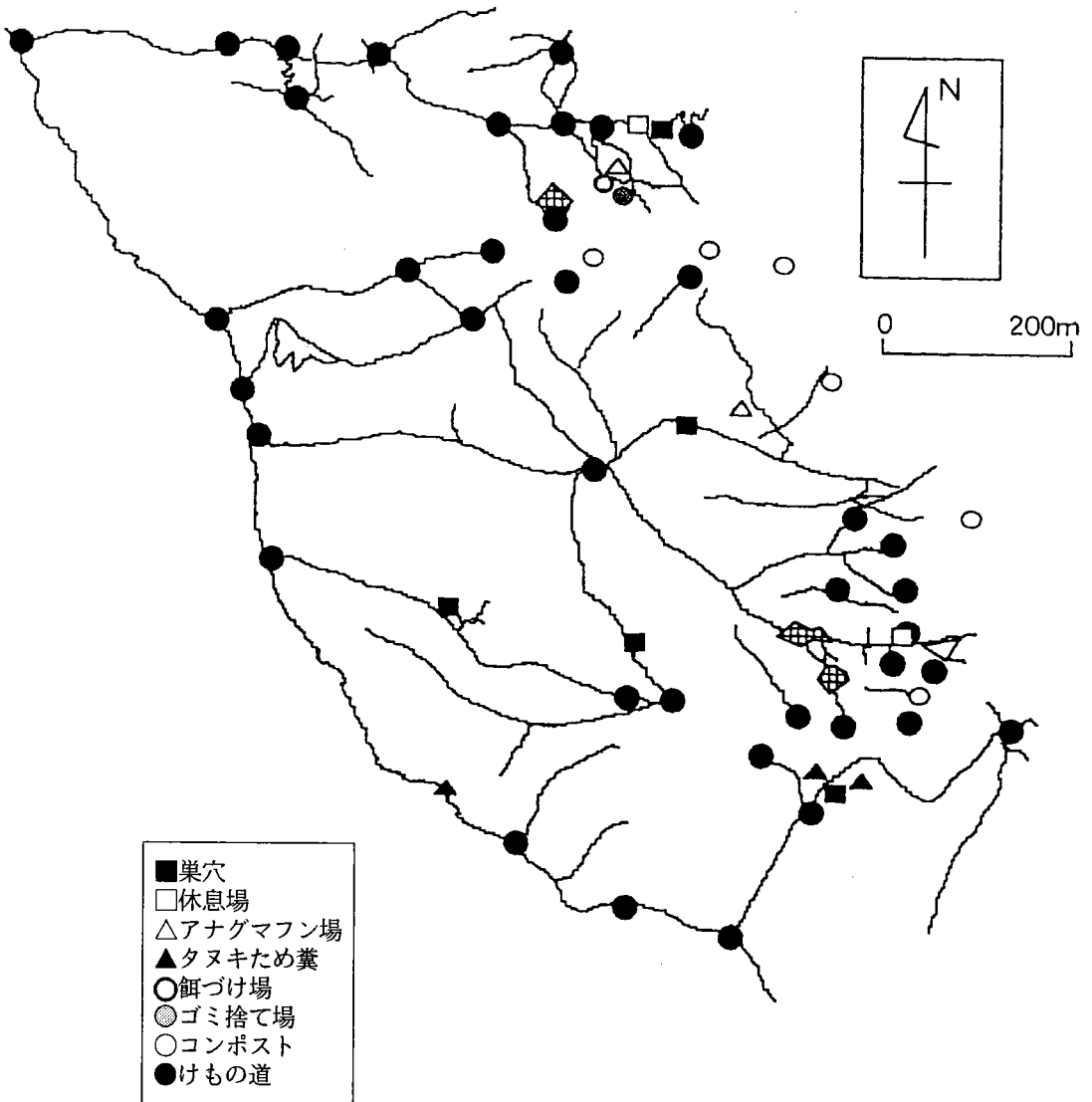


図3 けもの道とビーコン設置場所

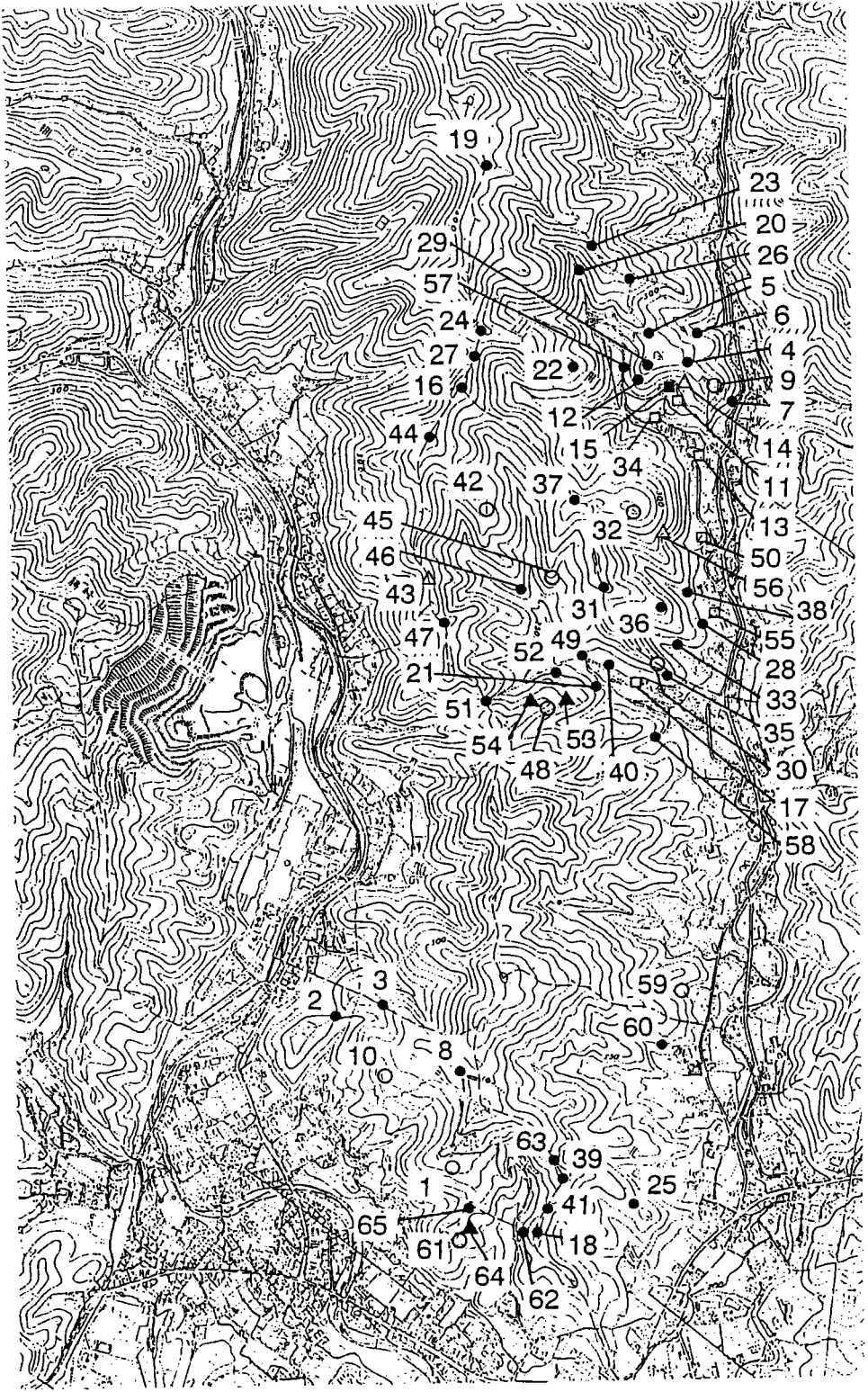


図4 ビーコン設置場所(全体)

3.2.3. 結 果

9341Mについて、春（4/29～6/8）には568箇所、夏（7/10～8/12）には328箇所のタイムユニットが得られた。この個体は春は35日中3日が昼行性、32日間が夜行性の行動を示した。夜行性の活動開始時刻は17:56～翌日0:27、活動終了時刻は20:46～7:19までで、一日あたりの活動時刻の平均は5.9時間（レンジは0～12.4時間）であった。

トレースレコーダーにより極めて詳細な行動の記録をとることができた。1例として、5/3～5/4日の行動を図5に示した。

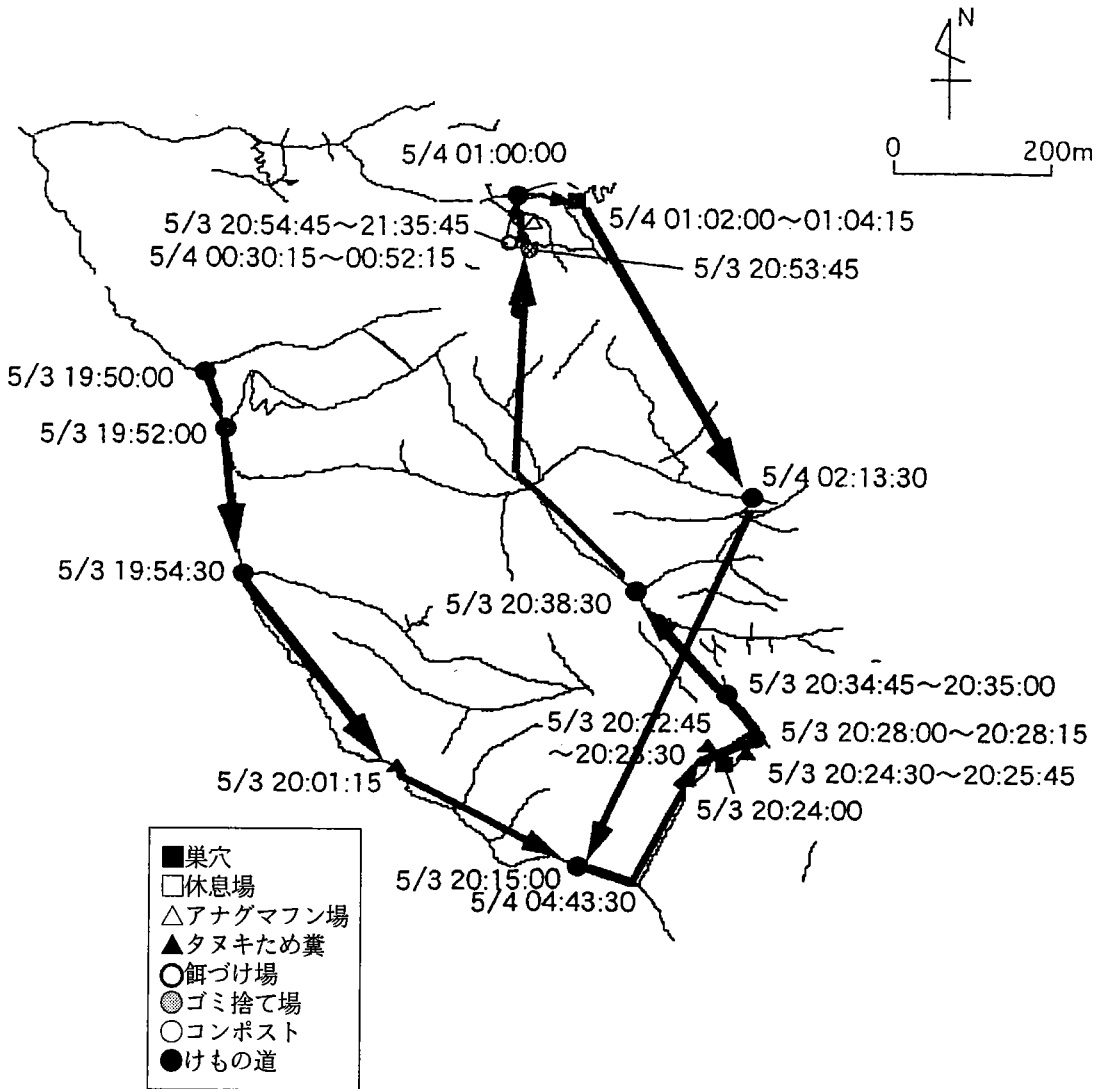


図5 トレースレコーダーによってえられた1997年5月3日～5月4日にかけての日の出町のオスアナグマの行動

この個体は、5/3の19:50:00に尾根の作業道に出現し、尾根を南下し20:15:00に東へむかって斜面を下った。そして、20:22:45~20:23:30まで支尾根上のファン場に滞在し、20:24:00に巣穴の前を通過、20:24:30~20:25:45までそばのもう一つのファン場に滞在し、そのあと斜面の中腹のけもの道を北上し、20:54:45~21:35:45に民家の餌づけ場に滞在した。

そして20:53:45に民家のゴミ捨て場に行き、5/4の00:30:15~00:52:15の餌づけ場に戻り滞在した。その後民家の裏の作業道にのぼり、01:02:00~01:04:15に自分の母親が子育て中の巣穴に滞在した。その後山際のビーコンの側をとおり、4:43:30にまた尾根をあがっていった。

このようにして得られた毎日の行動をタイプ分けした。各タイムユニットのロケーションデータを基に50% adaptive kernelで解析すると、この個体は餌づけ場とファン場付近の活動が多かったので、この2箇所をコアエリアとした。この2つのコアエリアの利用状況と移動パターンを見ると9つのパターンを検出することができた(図6-1)。それは(1)一日中巣穴に滞在して動かない巣穴滞在型から、(2)尾根のみの移動、

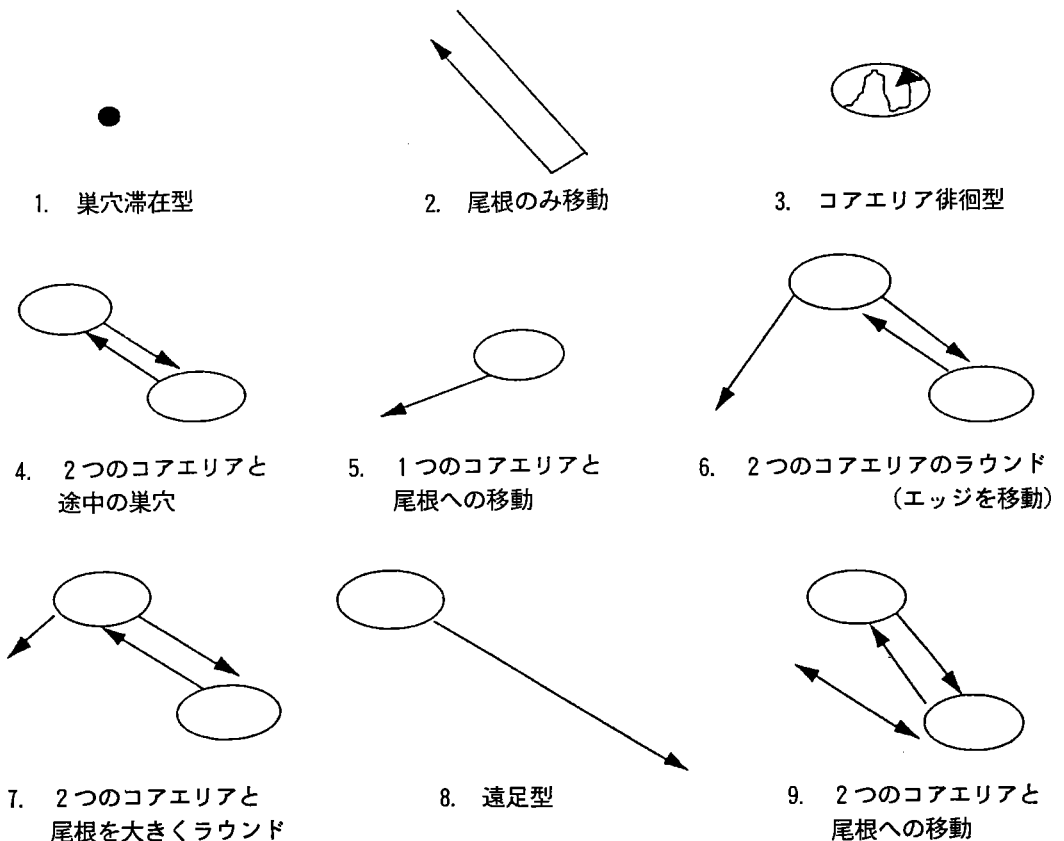


図6-1 日の出町のオスアナグマ9431Mの活動パターン

(3)餌づけ場のあるコアエリア内の徘徊、(4)2つのコアエリアと途中にある巣穴への滞在、(5)1つのコアエリアと尾根への移動、(6)2つのコアエリアのラウンド（林縁の移動）、(7)2つのコアエリアと尾根の大きくラウンド、(8)遠足、(9)2つのコアエリアと尾根への移動である。このパターンが季節的にどのような変化をするのかを図6-2に示した。春、夏では、春は3~4日おきに1~4の移動の少ないパターンと、7~9の遠足や活動の大きいパターンを繰り返すのにたいし、夏はほとんどが1から3の餌づけ場周辺のコアエリアの活動と4の周辺の巣穴への滞在で、9のような活発な活動は減少した。

また、各サイトの訪問回数を図7に示した。9431Mが最もよく訪れていたのは餌づけ場であり、全体の60.8%を示し、次が自家用のゴミ捨て場であり、20.1%を示し、他のサイトに比較して有為に高かった。逆に同じ野外の生ゴミの処理場所でも、コンポストは1.6%であり、住人の工夫によるカバーつきのコンポストは調査期間中一度も訪れていなかった。

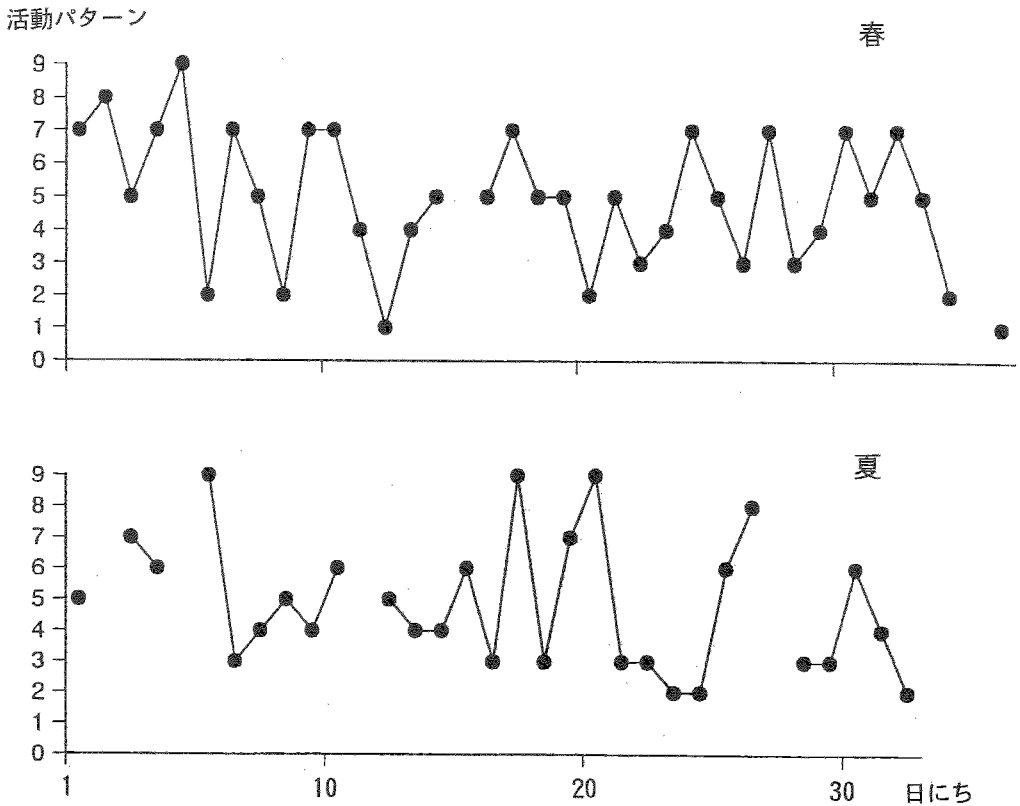
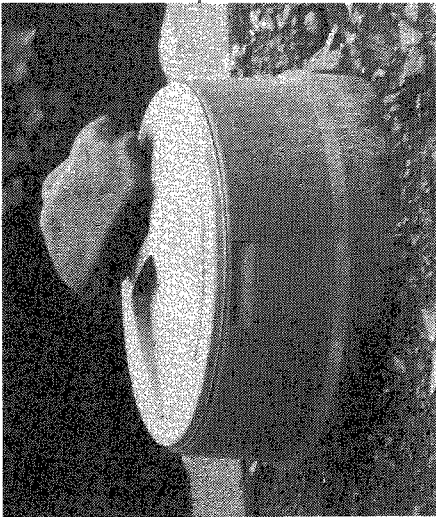
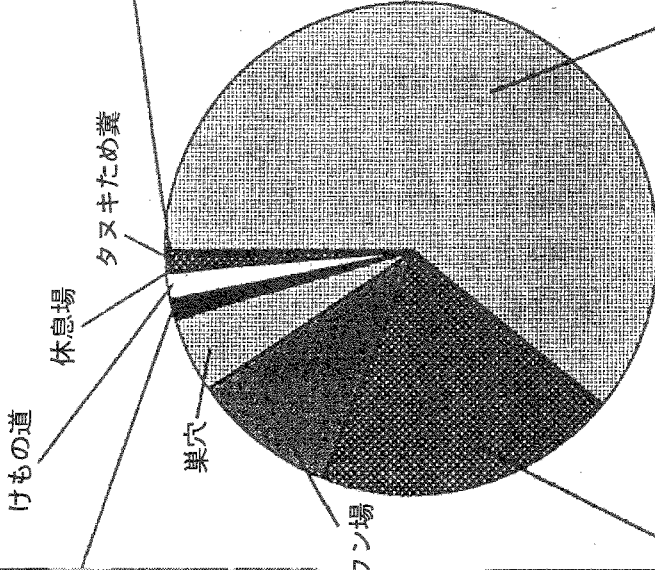
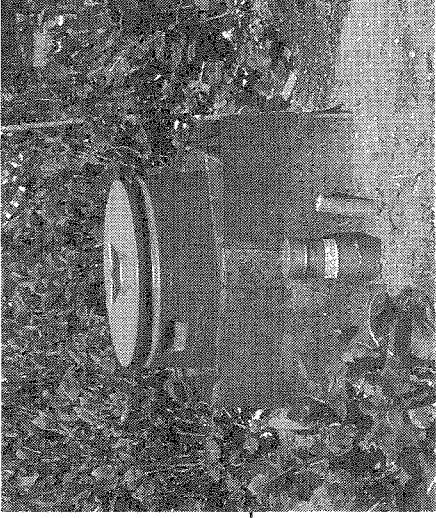


図6-2 日の出町のオスアナグマのトレースレコーダー法による活動パターンの季節的变化

コンポスト 1.6%



カバーつきコンポスト 0%



アナグマフン場

自家用ゴミ捨て場 20.1%



餌づけ場 60.8% **

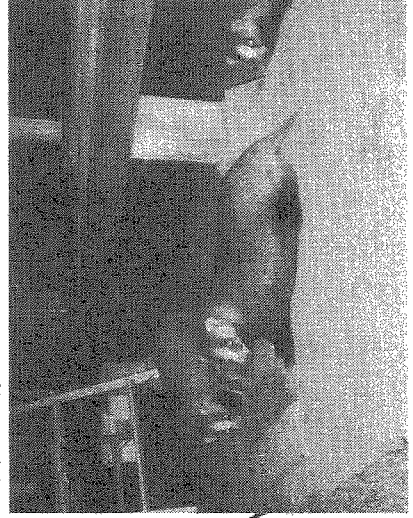


図7 トレースレコーダーによってえられた日の出町のオスアナグマの各場所の訪問回数 (%) ** P < 0.01

4. 栄養診断

4.1. アナグマの食性

金子 弥生

4.1.1. 方法

1992年4月～1996年11月にかけて糞の採集を行った。糞は調査地域内で見つかった4つの糞場から採集した。山本、1991によれば、アナグマの糞は新鮮な場合、特有の臭気を持ち、穴を掘って排泄してあるという報告がされている。採集を行った4つの糞場は、2箇所が土穴型の巣穴、1箇所が岩山型の巣穴の入り口、1箇所はけもの道と作業道の交差点のけもの道上に、いずれも穴を掘って作られていた。土穴型の巣穴のそばの糞場は、タヌキによる利用はなかったが、アナグマによる使用がトレースレコーダーによって確認された。

採集した糞の分析はKruuk and Parish(1981)の方法に従って分析した(図8)。

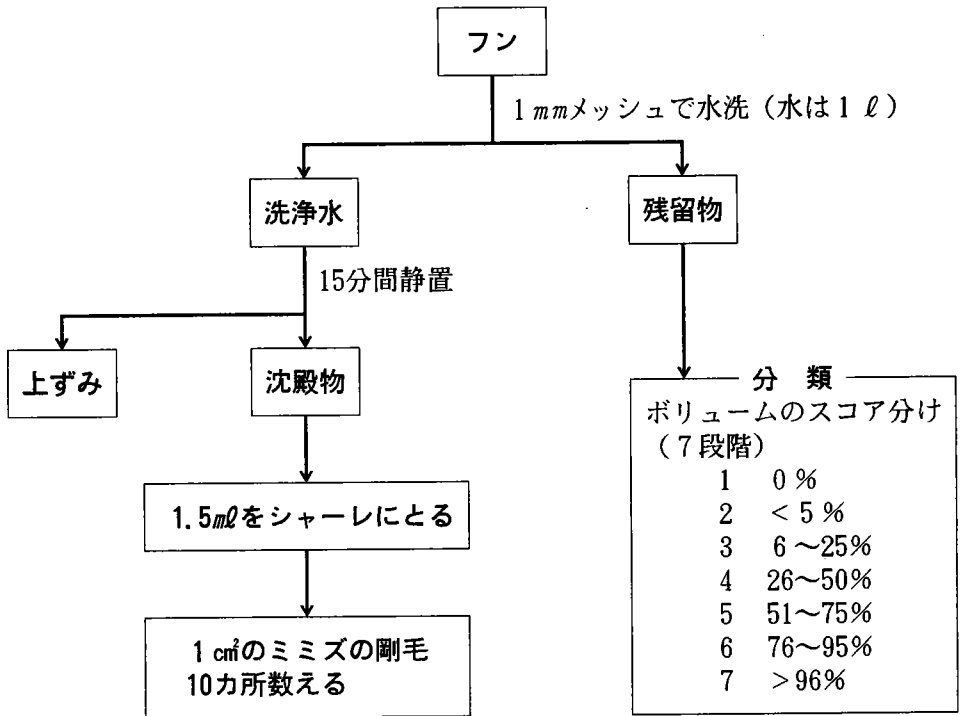


図8 アナグマのフン分析手順 (Kruuk and Parish, 1981)

糞を目合1mmのふるいを用いて1ℓの水で水洗し、残渣と上澄みにわけた。残渣は同定してシャーレ上での割合から0%、5%未満、5%以上25%未満、26%以上50%未満、51%以上75%未満、75%以上95%未満、95%以上の7段階に分けた。同定不可能なアイテムは70%アルコールで保存した。上澄み液は1ℓのビーカーにあけて15分間静置し、沈殿物と上澄み液に分け、沈殿物の体積を記録した。沈殿物は15mlを1cm目を刻んだシャーレ上にあけ、顕微鏡(30倍)で検鏡し、1cm³内のミミズの剛毛を10箇所カウントした。

季節的变化を調べるために、春(4/15-5/31)、雨期(6/1-7/15)、夏(7/16-8/31)、秋(9/1-10/15)の4つの季節に分けて糞を分析した。

餌アイテムの出現頻度Fは以下の式により求めた。

$$F(\%) = (\text{あるアイテムが出現した糞数}) / (\text{総糞数}) \times 100$$

体積の計算にはランク分けした中央の値を用いた。すなわち、5%未満は2.5%、5%以上25%未満は2.5%、25%以上50%未満は38.5%、50%以上75%未満は63.0%、75%以上95%未満は85.5%、95%以上は97.5%として計算した。ミミズは毛の密度の最大値の出た4つの糞の「100-他のアイテム」の平均値87.5%を100%として、上記のランクに各糞の密度を換算して算出した。Fと体積の値はKruuk and Parish, 1981にしたがってグラフ化した。

食物アイテムの多様性は、Shannon-Wiener関数H'の式にしたがって求めた。

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

p_i : アイテム i の出現数 / 総糞数

4.1.3. 結 果

採集した糞の総数は82個であった。4月から10月の主要品目は人為物とミミズであった(表1)。人為物には、カキなどの農作物と、ビニール片、発砲スチロール、輪ゴムなどのゴミ由来の物が含まれていた。ミミズは出現頻度が最も高く、63.4%を示した。次が甲虫で35.4%であり、主としてアオヘリアオゴミムシ(*Chlaenius praefectus* Bates)とマエモンシテムシ(*Nicrophorus maculifrons* Kraatz)、スジアオゴミムシ(*Macrochlaenites costiger* Chaudoir)、アオオサムシ(*Apotomopterus insulicola* Chaudoir)が含まれていた。果実ではナガバモミジイチゴイチゴ(*Rubus palmates*)、クサイチゴ(*Rubus hirsutus*)、バラ

表1 フン分析による東京都日の出町のアナグマの食物の出現頻度 (%)

ア イ テ ム			4. 15-5. 30	6. 1-7. 15	7. 16-8. 31	9. 1-10. 15	総 計
動物質	哺乳類	げっ歯類	14.3	0.0	0.0	0.0	3.7
		鳥類	28.6	5.3	0.0	0.0	8.5
	昆虫	その他	19.0	15.8	4.5	5.0	11.0
		甲虫	19.0	84.2	36.4	5.0	35.4
		鱗翅目	9.5	0.0	0.0	0.0	2.4
		その他	4.8	0.0	4.5	0.0	2.4
植物質	果実	42.9	68.4	9.1	5.0	30.5	
	草本	52.4	89.5	9.1	5.0	30.5	
	葉	19.0	10.5	9.1	20.0	14.6	
	根	9.5	5.3	9.1	0.0	6.1	
	その他	28.6	15.8	0.0	0.0	4.9	
両生類		4.8	0.0	0.0	0.0	1.2	
甲殻類		4.8	15.8	0.0	0.0	4.9	
人為物	カキ	0.0	0.0	18.2	100.0	29.3	
	カキ以外の農作物	14.3	15.8	0.0	0.0	7.3	
	ゴミ	47.6	36.8	18.2	35.0	34.1	
体毛		33.3	26.3	4.5	0.0	15.9	
石、土		52.4	21.1	81.8	15.0	43.9	
ミミズ		85.7	73.7	81.8	10.0	63.4	
不明物		9.5	10.5	9.1	5.0	8.5	

イチゴ (*Rubus illecebrosus*)、が含まれていた。哺乳類では小哺乳類、鳥類は羽毛と卵殻が出現したが、出現頻度はそれぞれ3.7、8.6%と低い値を示した。両生類ではカエルが一例出現していた。また秋にはカキ (*Diospyros kaki Thumb.*) が多く出現していたが、これは農作物として人為物のカテゴリーに入れて処理した。その他では、葉、アナグマの毛、根、小石、土が出現した。

それぞれのアイテムの出現頻度とフン中の体積を図9に示した。人為物がもっとも高く、次がミミズ、果実、甲虫であった。人為物はミミズに比べて出現頻度は低いが、一度の糞中に占める体積が高く、一回の採食で大量の利用ができると考えられる。一方ミミズ、甲虫は出現頻度の割に糞中の体積が小さく、利用しやすいが、量的には人為物や果実に比べて採食量が少ないと考えられる。哺乳類、鳥類、両生類は、出現頻度は低いが、糞中の体積は高く、一度の利用で沢山の量が利用できることがわかった。

ミミズ、果実、甲虫について季節的变化を図10にまとめた。ミミズは春から雨期にかけて85.7、73.7%の出現頻度を示し、フン中の体積も25%前後と高い値を示した。夏は最も利用が高く、出現頻度が81.8%、糞中の体積が40.7%と高く、推定体積も30%以上であったが、秋になると1%に低下した。甲虫は春は1%程度であったが、雨期に10%以上に増加し、夏に1%に減少、秋は低下した。果実は春から雨期にかけ

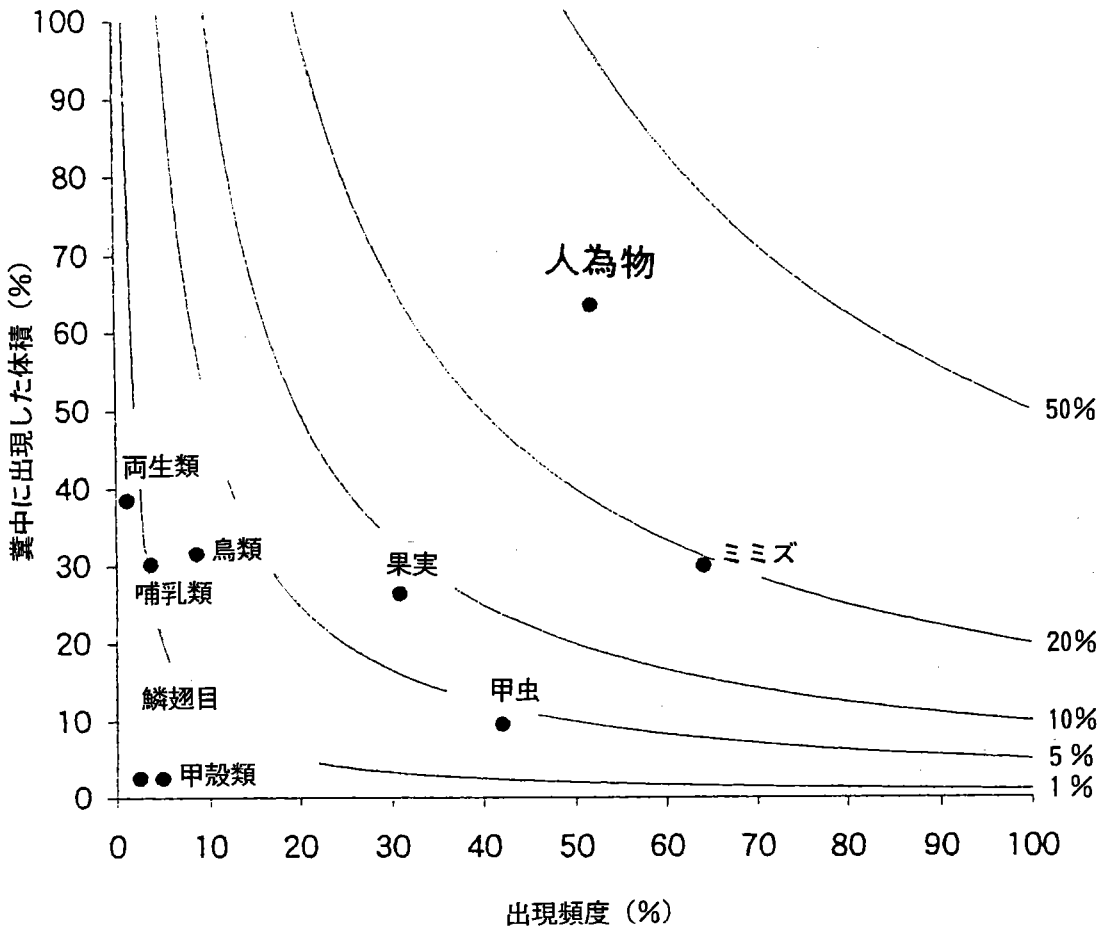


図9 東京都日の出町のアナグマの各食物アイテムの重要度

て10~20%と高い値を示したが、夏、秋は1%以下に低下した。一方人為物は、春から雨期にかけて出現頻度50%前後、糞中の体積が25%前後であり、推定体積も10%程度であったが、夏と秋は50%以上に増加していた(図11)。人為物をさらにカキ、ゴミ、カキ以外の農作物にわけると、春から夏はゴミやカキ以外の農作物が占めているのに対し、夏にはカキが増加し、秋には推定体積50%以上と高い値を示した。したがってアナグマの食性は、春から雨期にかけてミミズ、果実、甲虫、ゴミを同程度利用しているが、夏はミミズが中心となり、秋はカキ中心と、季節的変化があることがわかった。各季節における食物アイテムの多様度を表2に示した。4月から10月にかけての多様度は全体で2.56、春が最も高く2.64を示し、雨期から夏は低下し、秋には0.9と最も低い値を示した。

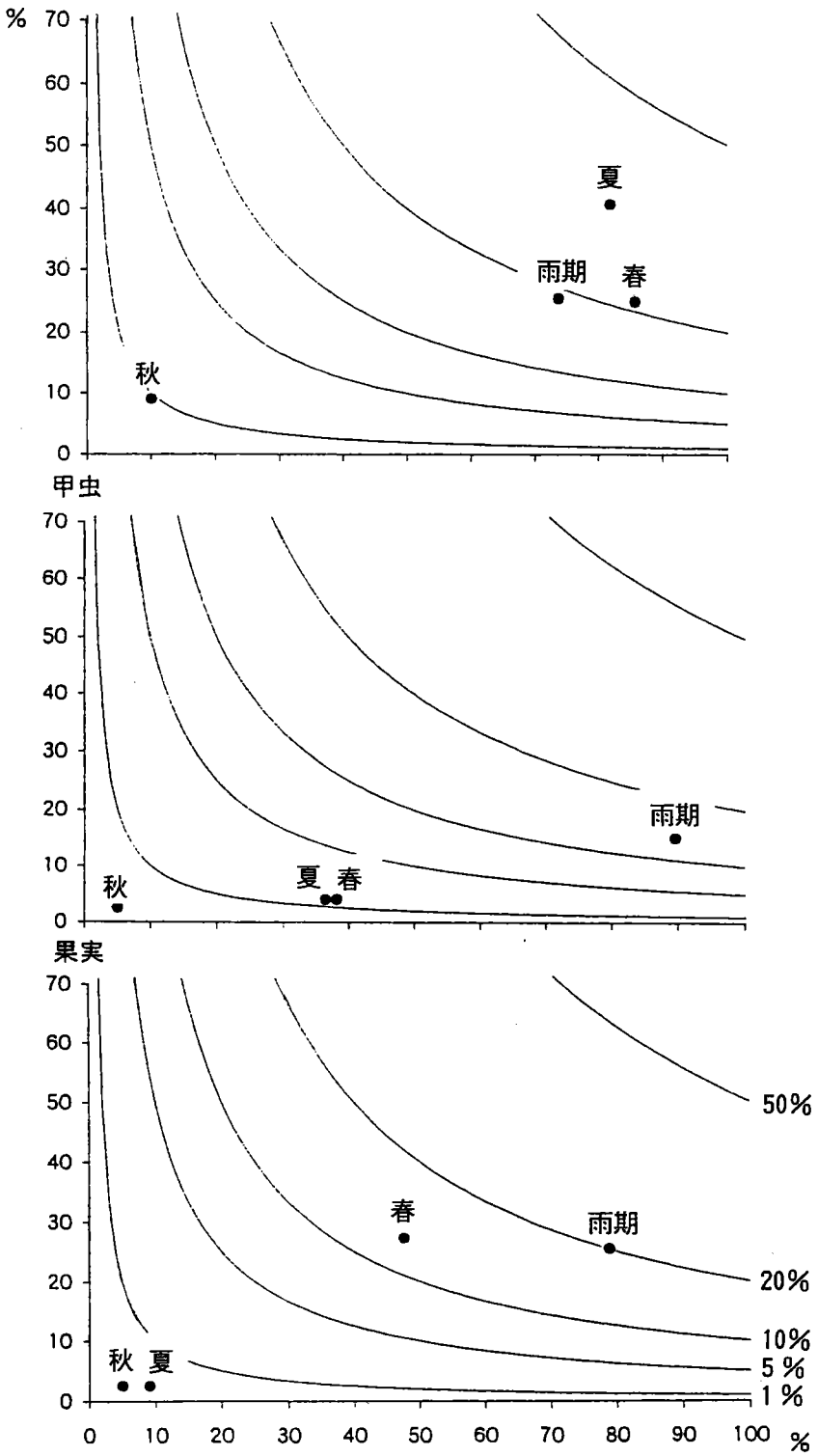


図10 出現頻度の高かったアナグマの食物アイテム（ミミズ、甲虫、果実）の重要度の季節的变化

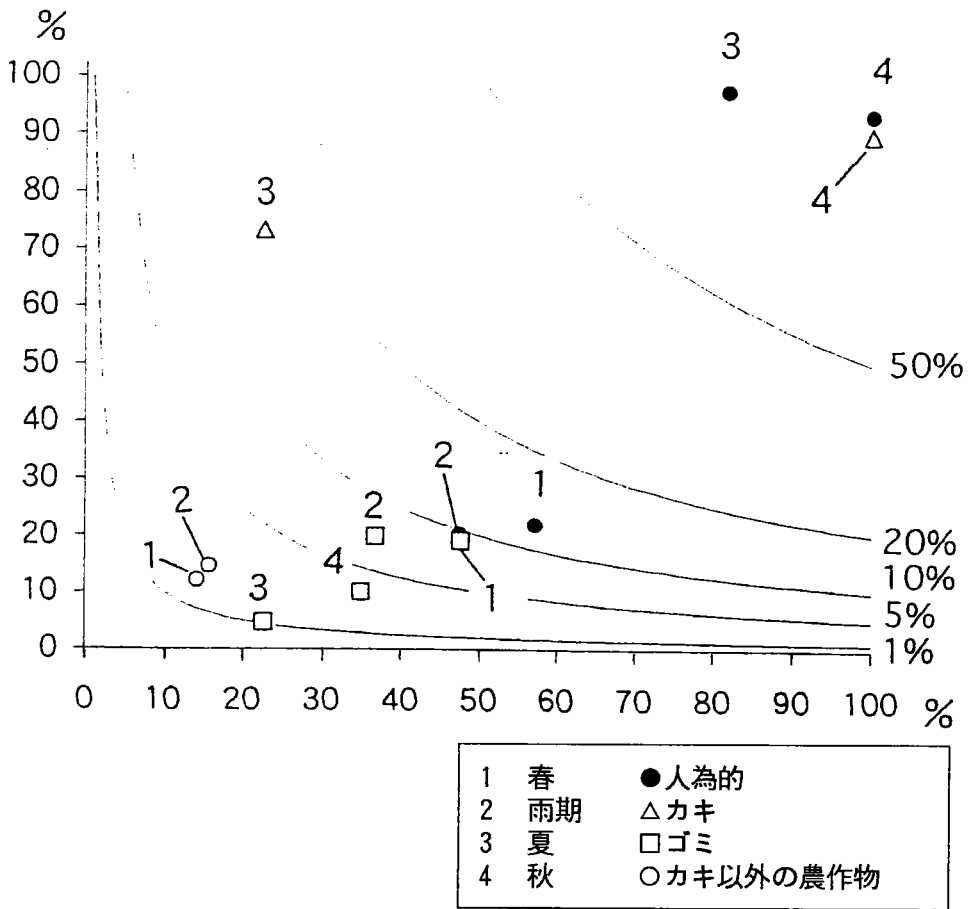


図11 アナグマの食物アイテムである人為物と人為物のうちカキ、ゴミ、カキ以外の農作物の重要度の季節的变化

表2 各季節におけるアナグマのフン中の食物アイテムの多様度

	n	H'
4.15-5.30	21	2.64
6.1-7.15	19	1.74
7.16-8.31	22	1.37
9.1-10.15	20	0.9
total	82	2.56

4.1.4. 考 察

日の出町のニホンアナグマは、人為物、ミミズを主食としていた。そして春から雨期はミミズと果実、甲虫、人為物を同程度食べ、夏はミミズ、秋はカキを主食とするという季節的変化を示した。アナグマの食性については、ニホンアナグマでは山本(1991)による長野県入笠山における調査ではミミズ、昆虫類を主に利用しており、人為物は出現頻度で7.7~32.8%と報告されているが、日の出町では入笠山に比較して人為物の割合が18.2%~100%と高かった。

このような人為的食物への依存は、ヨーロッパアナグマでも報告されている。Roper (1994)によれば、農村や山林の多い地域ではアナグマはミミズやウサギ、ネズミ類などの小哺乳類や果実、甲虫を主として食べるのに対し、イギリスのブリストル都市近郊では、ミミズを利用できるにもかかわらず、ゴミ(scavenged materials)が26%を占めるとしている。Harris (1982)によれば、ブリストルのアナグマは、1~5月はゴミ、6~7月はミミズ以外の無脊椎動物、8~10月が果実、12月がミミズを主に食べるとしている。日の出町の場合も、カキを人為物として扱わずに果実のカテゴリーに入れると、春のゴミ、秋の果実の利用の高い傾向はブリストルと一致する。ミミズは、ブリストルでは6・7月と12月に利用が増加するが、日の出では夏の増加は一致した。しかし秋には急減するため、12月のデータはないが、利用はほとんどないと考えられ、ブリストルとは一致しなかった。また、ブリストルと日の出町では、Shannon index による食性の多様度も、春~初夏に増加し秋に減少するという傾向も一致した。したがって、日の出町のアナグマは、都市近郊型のアナグマの特徴として、人為物(ゴミ)への高い依存と、秋の人為的な果実への集中という特徴を示していることが明らかになった。

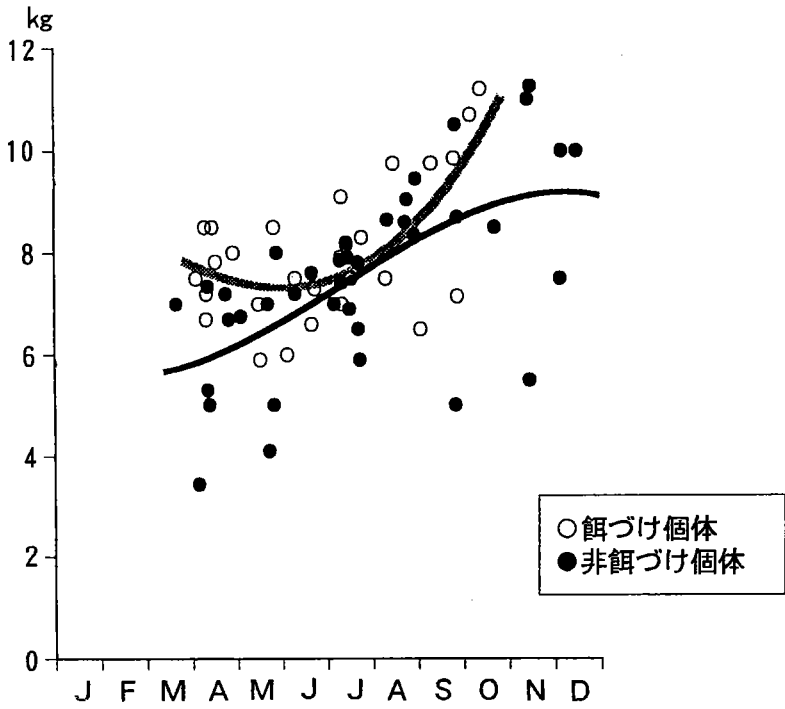


図12 日の出町のオスアナグマの体重の季節的变化

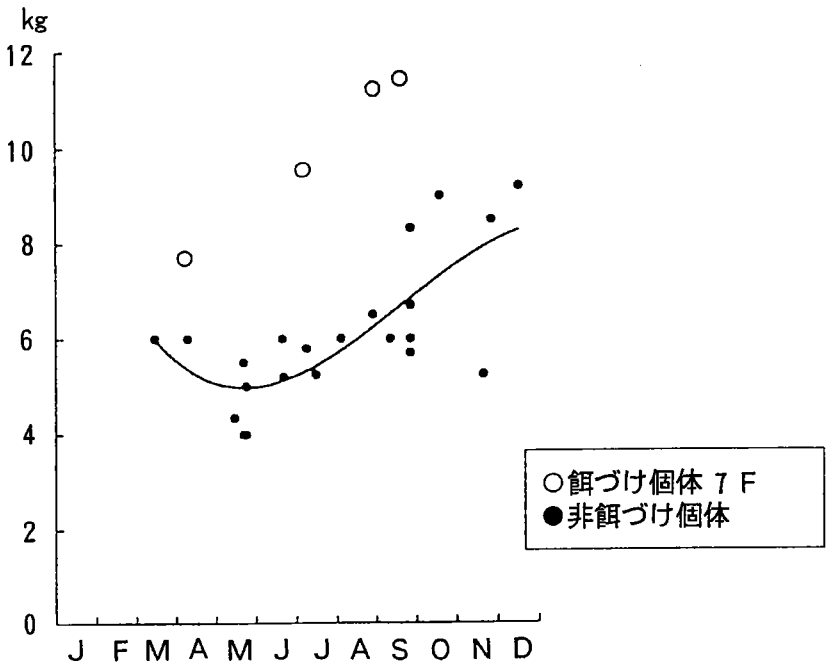


図13 日の出町のメスアナグマの非餌づけ個体と餌づけ個体7Fの体重の季節的变化

4.2 アナグマの体重の季節的变化

金子 弥生

1995年から1997年までの調査期間に捕獲した個体にそれ以前に捕獲した個体のデータを加えて体重の季節的变化を調べた。調査地の個体は、餌づけを受けている個体と受けていない個体で明らかに体重が異なると考えられたため、分けて回帰式を求めた。

オス、メスともに体重が穴ごもりあとの3月には低く、秋に向かって増加するパターンを示した。しかし、オスでは、非餌づけ個体は10月までほど直線的に増加し、その後12月までは増加しないのに対し、餌づけ個体は、4月から5月に減少、7月までは最低となり、その後11月まで急激に増加するというパターンを示した。餌づけ個体と非餌づけ個体では7月から8月にはほぼ同じであるが、それ以外は餌づけ個体の方が多かった。

一方メスは、非餌づけ個体は3月から6月に体重が減少、6月まで一定の後、その後12月まで増加するというパターンを示した(図13)。しかし餌づけ個体は4月に出現したときには非餌づけ個体10月と同レベルの体重を示し、その後直線的に増加した。餌づけ個体は非餌づけ個体に比して一年中高い値を示していた。

5. 市民生活との関わり

神田 栄次・金子 弥生

5.1. 生ゴミ処理方法

【方法】

1997年1月～3月にかけてアンケートにより、日の出町大久野婦人会の協力を得てこの地域の生ゴミの処理方法を調べた。配布方法は家庭訪問、地域のカラオケ練習会、婦人会の総会を利用させていただいた。回答数は41、回答者の平均年齢は49才であった。

「回収日の朝回収場に出す」が58.5%ともっとも多かったが、並行して自家用のゴミ捨て場を利用している家庭がほとんどであった（図14）。コンポストの利用率は12.2%で10件に1件程度と低かった。

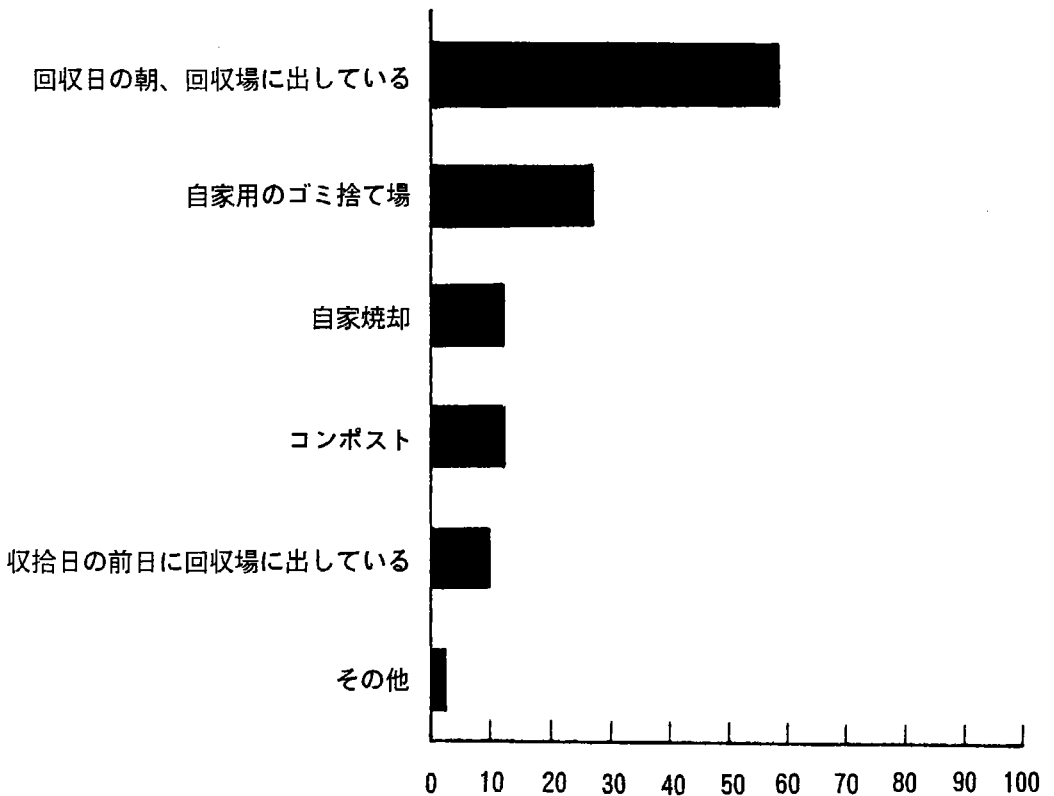


図14 生ゴミの処理方法

5.2. 餌づけの実態

餌づけの実態の聞き取りは東京都八王子市、西多摩郡日の出町、檜原町でアナグマ7件、タヌキ16件の合計23件についておこなった。

5.2.1. 餌づけの動機

家畜（乳牛）やネコの餌の放置や生ゴミの自家処理（裏庭に穴を掘って埋める）、小鳥の餌台などの、餌になりうる食物に野生動物が引き寄せられることがもっとも多く19件であった。

またなぜ野生動物が餌づいたかについては、17人が、山に餌となるものが少ないからと答えた。

5.2.2. 餌づけの頻度と量

毎日続けられている家がほとんどで、量は、残飯を与える家、パンの耳を工場から譲ってもらう家、専用の餌（ペットフード、ホッケの薫製、インスタントラーメン、ハム、ソーセージ、魚類）を購入している家がほぼ同数であった。費用は最高で月5000円程度までかかっていた。また半数以上の家が、餌づけするうちに野生動物側の残飯に対する嗜好の存在（濃い味の食物を好む）がみられたため、食用油、砂糖、醤油、バター等で味付けをしていた。

5.2.3. 餌づけによって得られた価値

親子の様子を観察する、名前をつけて識別する、写真やビデオに撮影するなどの教育的価値や、審美的価値が認められている。しかし並行して被害も発生しており、12件中8件で近隣の畑の農作物、隣接する家のゴミ箱への食害や、庭のため糞からの悪臭などが起こっていた。近所からの苦情対策として捕獲して処置する家もあった。

5.2.4. 病気の発生

餌づけしている野生動物に病気が発生した家は、16件あり、ほとんどが餌づけをはじめてから3年以内に起こっていた。病気の内容は、「削瘦、脱毛」が11件、「健康に見えたが、突然庭や床下で死んだ、姿が見えなくなった」が5件であった。

餌づけが原因で異常がおこったと思うか、という問いに対しては、質問した16件中10件が「栄養のある餌を十分与えているので病気になるはずはない」と回答した。また「餌づけをやめれば野生動物は生息できなくなるのでしかたない」と2件が回答した。「もし餌づけが原因ならばやめる」と回答した家は、2件であった。また病気の発生した家では、治療せずに放置した家が16件中11人だった。専門家に相談したのは2件のみであった。

6. 総合考察

環境選択、栄養診断、市民との関わりから以下のような特徴を持つことが明らかになった。

1. ゴミ捨て場や餌づけなどの人為的食物への依存が大きい。
2. 生ゴミの処理方法によって利用頻度が異なる。
3. 餌づけをされている個体はされていない個体に比較して太りぎみである。
4. 餌づけ個体と非餌づけ個体では体重の季節的変化のパターンが異なる。
5. 餌づけをしている人は餌づけが動物にとってよいことだと考えている。

調査地域のアナグマの行動の特徴として、餌づけへの依存が大きいことがあげられる。餌づけの栄養学的な影響については専門的な研究が必要であるが、自然条件と比較して手に入りやすく、高カロリーであることが考えられる。したがって、餌づけの影響を受けている個体は受けていない個体に比較して太りぎみであった。調査個体は3才という成獣になっても餌づけに強く依存していた。9431Mは餌づけの極端な母親7Fの子供で

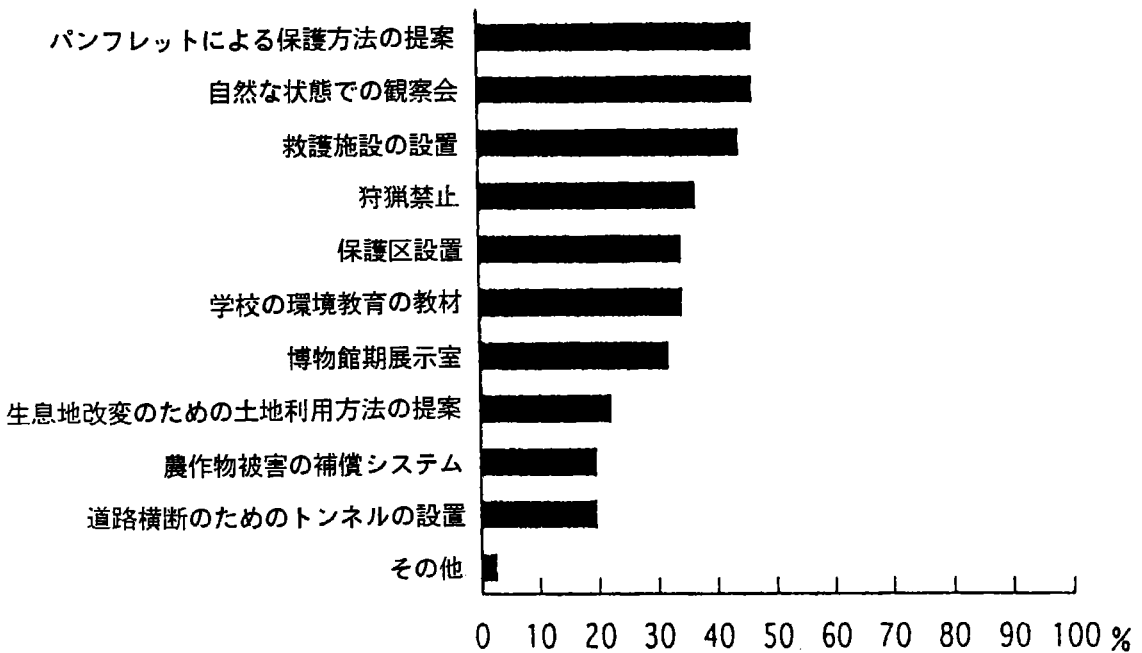


図15 今後の保護管理のための方針

あるため、母親に連れられて子供のうちから人間の家で離乳期、幼少期から人為的なエサを食べていくことにより、人為環境への恐怖感が軽減され、餌に対する嗜好性が獲得されるのではないかと考えられる。

調査地域での今後のアナグマの保護管理の方針としては、人為的な餌、すなわち餌づけの排除が第一の課題である。また調査地で行ったアンケートにより、保護管理の方針としては、「パンフレットによる普及啓蒙」「自然な状態での観察会」が要望されている(図15)。餌づけして得られた価値としても、見て楽しむなどの審美的な価値が多かったため、今後はこれらの価値を餌づけなしでおぎなっていく努力が必要である。

7. 謝 辞

本研究において、新テレメトリー法「トレースレコーダー」の開発、多摩川集水域平井川のアナグマの生態調査へ多大な調査費用を助成していただいた、とうきゅう環境浄化財団に厚くお礼を申し上げます。また、動物の捕獲から調査機具の設置まで広く手伝っていただいた、達城静果さん、藤原文恵さん、東京農工大学丸山研究室、阿刀田研究室の皆様にお礼を申し上げます。調査地でのききとりやアンケートにこころよく協力してくださった東京都日の出町、神田和江さんをはじめとする大久野婦人会の皆様、弥生会の皆様にお礼を申し上げます。

8. 引用文献

Harris, S., 1984, "Ecology of urban badger: distribution in Britain and habitat selection, persecution, food and damage in the city of Bristol", "Biological Conservation 28, 349-375

Kruuk, H., and Parish, T., 1983, Seasonal and local differences in the weight of European badgers in relation to food supply, "Z. Säugetierkunde, 48, 45-50

Roper, T. J., 1994, "Do badgers, *Meles meles*, bury their dead?", "J. Zool., Lond., 234, 677-680

Yamamoto, Y., 1991, "Food habits of *Meles meles anakuma* in Mt. Nyugasa, Nagano Pref., Japan", "Nat. Envir. Sci. Res. Vol. 4, 73-83

「た多ま川が流わり水うす域いにおける新しんテレメトリーシステムを
用もちいたアナグマの環かん境きょう選せん択たく」

(学術研究VOL27、研究助成・A類No.195)

著 者 神 崎 伸 夫
発行日 1999年3月31日
発 行 財団法人とうきゅう環境浄化財団
〒150-0002 渋谷区渋谷1-16-14
(渋谷地下鉄ビル内)
TEL (03)3400-9142
FAX (03)3400-9141
