

テレメーターによるツキノワグマの行動追跡*

水野昭憲¹⁾・花井正光²⁾・小川 巖³⁾・渡辺弘之⁴⁾

A Trial of Radiotracking of Japanese Black Bear

Akinori MIZUNO¹⁾, Masamitsu HANAI²⁾, Iwao OGAWA³⁾,
and Hiroyuki WATANABE⁴⁾

目	次
要 旨	1
はじめに	1
調 査 地	2
結果および考察	2
1. 捕 獲	
2. 送・受信装置	
3. 装 着	
4. 追 跡	
5. テレメーター有効域テスト	
6. 総合考察	
引用文献	7
Résumé.....	7

要 旨

複雑な地形をもつ山岳地域に生息地をもつ大型哺乳類については、従来、その生態学的研究を行なうことは極めて困難であったが、近時、テレメトリー・システムが、これらに応用されるにおよんで成果をあげはじめている。

京都大学芦生演習林において、ツキノワグマ (*Selenarctos thibetanus japonicus*) の行動調査、行動追跡をテレメトリー法によって試験的におこなった。

行動追跡はわずか4日間しか成功しなかったが、今後この方法による研究を発展させるために考慮されねばならない問題に対して検討を加えることができた。

はじめに

わが国では大型哺乳類に関する生態学的研究は極めて少ない。それは、これらの動物が一般に、その生息域を地形の複雑な山岳にもち、しかもその行動域が広範囲にわたる場合が多く、直接観察が著しく困難であることに基づいている。こうした制約のもとでの研究では、ニホンザルやニホンジカで行なわれたような、餌づけによって観察を可能にしたり、標識法や糞・足跡などの痕跡を利用する方法がとられてきた。

-
- 1) 石川県庁観光課
 - 2) 京都大学農学部昆虫学研究室
 - 3) 北海道大学農学部応用動物学研究室
 - 4) 京都大学農学部附属演習林

* Contribution from JIBP-PT No. 130

しかし、生息密度が低くて餌づけなどを行なうのが困難な動物では、これらの方法も大きな制約を受けている。大型動物ではわが国を代表する、ツキノワグマ (*Selenarctos thibetanus japonicus* SCHLEGEL 以下クマと略称する) は、こうした制約のもとにおかれた典型的な動物である。

一方、エレクトロニクスの発達によるテレメーター・システムの開発は、動物の生態調査への応用にまでおよび、野外での動物の行動を把握するための有効な方法となりつつある。すでに、大型動物を対象としたものでは、アメリカのイエローストーン国立公園のハイログマの行動域についての研究¹⁾、ニホンザル社会におけるヒトリザルと群れとの関係の研究²⁾などがある。

京都大学芦生演習林においてクマが生け捕りされたのを機会に、このクマに位置測定用テレメーター送信器を装着し、行動域や日周期性を調べることができたので、その経過を中心に報告するとともに、今後テレメトリー法による調査を行なうにあたって検討を要すると思われる事項についても述べてみたい。

なお、京都大学霊長類研究所河合雅雄教授には全期間を通じて指導をあおぎ、テレメーターは愛知県立大学安藤滋助教授に提供をお願いし、使用についての指導を頂いた。このほか、京都大学霊長類研究所社会研究室、京都大学芦生演習林および京都大学理学部動物生態学研究室の多くの方が協力を寄せられた。さらに、日本林業同友会からは調査費に援助を頂いた。ここに記して感謝の意を表する。

調 査 地

調査を行なった京都大学芦生演習林(京都府北桑田郡美山町芦生)は、由良川源流域に位置し、滋賀県および福井両県と接している。標高は400~900mでスギ、ブナ、ミズナラを主とする温帯性原生林が、まだかなりの地域にわたって残存している³⁾。演習林およびその周辺には、相当数のクマが生息していると考えられ、針葉樹の樹皮を剥ぎ、形成層をかじる、いわゆる“クマハギ”の被害もかなり多い⁴⁾。

結果および考察

1. 捕 獲

当演習林では1968年春以来、ミツバチ巣箱を餌にして、静岡県水窪町の田中氏考案によるクマ捕獲用檻⁵⁾を2基設置している。今回の調査で発信器を装置したクマは、1968年9月11日、由良川源流の上谷(図2参照)に設置された檻で捕獲されたもので、体重約50kgの雄、推定年齢は4才であった(写真1)。

一ヶ月飼育の後に、京都大学霊長類研究所に移して、ここで1969年6月まで飼育を続けた。冬期間にも固型飼料を与えたところ、冬ごもりしなかった。実験開始時の6月には、捕獲時に比較してかなり肥満体になっていた。

2. 送・受信装置

使用したテレメーターの搬送周波数は52.60MHz、2秒間隔で0.2秒間のパルス発信とした。送信アンテナには40cmのリード線をつけたホイップ・アンテナを用いた。電源には水銀電池(HY4個)を使用し、その寿命は約160日であった。送信器の重量は回路部4gであるが、12×14×22mmのペークライトのケースにつめたので9gになった。

受信器には、安藤滋助教授による、ダブルコンバージョンのスーパーヘテロダイン受信機を使

用した。その大きさは $6 \times 14 \times 19 \text{ cm}$ で、重量は乾電池 (AM-3, 8 個) を内装して、 1.6 kg である (写真4)。

受信アンテナにはループ・アンテナとダイポール・アンテナ (写真5) を携帯用として使用し、これとは別に三国峠山頂に、5 素子ヤギ・アンテナを設置した (写真3)。位置測定は安藤⁶⁾らが用いたのと同じ2点方探方式によった。

3. 装 着

今回の実験では首輪方式を採用したが、この方式はハイイログマの研究¹⁾においても良い成績をおさめている。

まず、厚さ 3 mm のグラスウール入りのエポキシ樹脂板で内径 19 cm 、外径 22 cm のドーナツ状のものを作って、これを台とした。この際、内径の決定はクマの頭部の最大直径を計測して行ない、水銀電池を固定するために、 3 cm の幅をもたせた。この板にトランス・ミッターと水銀電池を糸と接着剤 (アラルダイト) を用いて固定し、ビニール被覆線で接続した。アンテナ線は全長 40 cm の半分を板に密接させて埋め込み、残りを自由な型で外へ出し、絶縁剤 (シラシール) とシリコンゴム (シラスコン RT-6501) によって防水と絶縁を設した。この上にグラスファイバーテープを巻きながら硬化性エポキシ樹脂で包んで外力に十分耐えられるようにした。装着時に、頭を通してから、首に強く当るのを避けるために、発泡ポリウレタンと接着ゴムテープで整形した。第1図にこの首輪の概観を示しておいた。

首輪の重量は最終的に 1.3 kg になった。この重量は、装着時のクマの体重が 50 kg を越えていたのを考えると、 3% 弱となって、この点では、クマの行動に障害とならないものと考えられた。装着後放逐までの1週間の観察では、首輪を特に気にするようすはなかった。

装着作業を行なうにあたっては、まずエーテルでクマを麻酔してから、ネブタールを筋肉注入して麻酔したところ、約 10 時間にわたって完全な麻酔状態が続いた。

なお、このクマには左耳にビニールの標識を併せてつけて、後日の情報にそなえた。

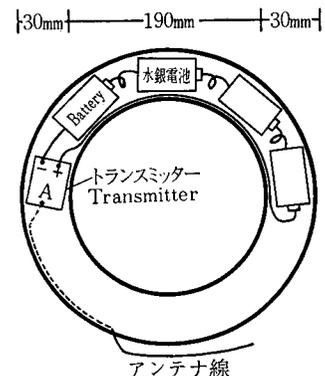
4. 追 跡

首輪を装着したクマの放逐点として、捕獲地点より約 1 km 下流の長治谷小屋近くの草地を選んだ。これは放逐にあたっての作業量の制約から、車の入る道路脇をその地点としたためである。

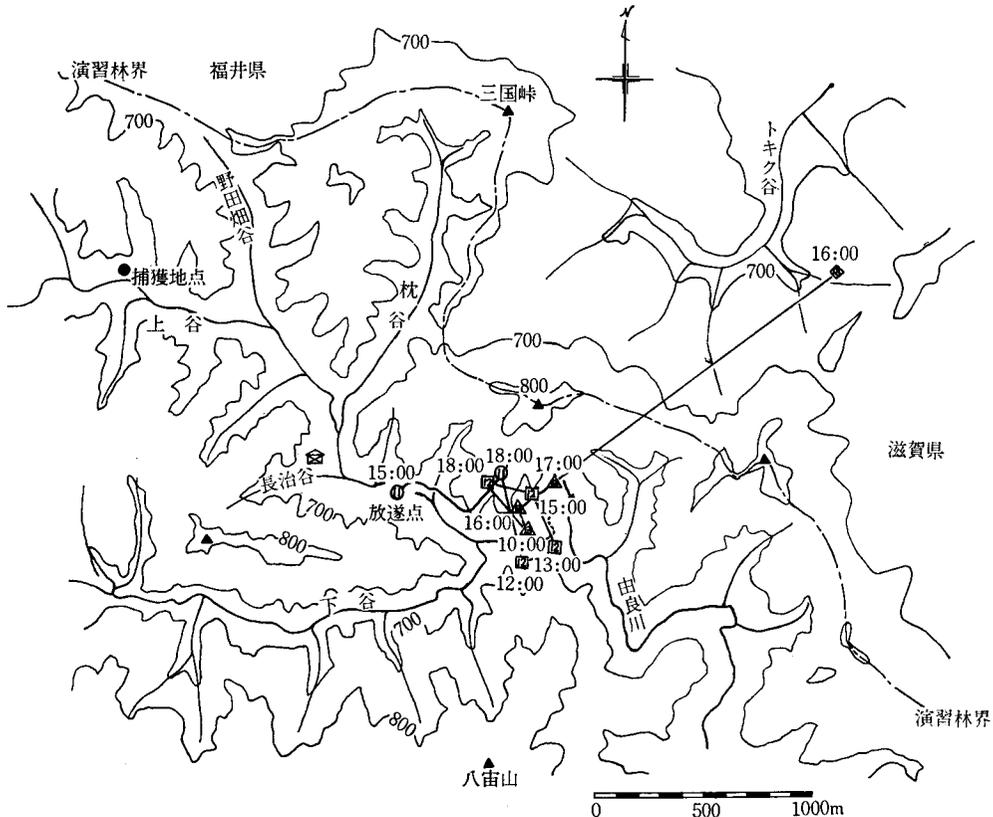
1969年6月11日放逐した (写真2) が、放逐後の追跡経過を日を追って述べる。この間のクマの行動軌跡は第2図に示したとおりである。

6月11日： 15時、檻を開いてクマを放す。クマは檻を出るとすぐに、最も近くの天然林へ飛び込んで姿を消した。放逐と同時に探索を始めた。それによって、姿を消したクマは谷を左岸へ渡って下流方向へ移動したことがわかった。その後、16時50分になって受信器への電波入力に変化しなくなり、探索の結果と合せて、クマがスギ谷の天然林の中で休止したと判断した。この間1時間50分で約 600 m 移動したことになる。

6月12日： 13時に、由良川右岸にクマからの発信を認めた。上谷と下谷の合流点で、これよ



第1図 発信器をつけた首輪
Fig. 1 The collar with the transmitter



第2図 クマの行動軌跡
Fig. 2 The track of the Black Bear

り先10時に探索した際に、すでにこの時と同じ方向を示していたので、10時以前に由良川を右岸へ渡ったものと思われる。その後15時までには、再び、左岸へ戻ったが、これは川添い路上で探索していた追跡者が、クマに接近しすぎて、追ってしまった可能性もある。この日も、前日に近い地点まで移動して、16時には動きが止った。

6月13日： 左岸を下流方向にわずか移動した。

6月14日～17日： 前日までの地域で受信できなくなり、17日までの連日周辺地域を細かく探索したが、電波をキャッチすることはできなかった。

6月18日： 演習林界の尾根を越えて、滋賀県側のトキク谷右岸からの電波をキャッチする。

探索に従事していたのは、連日2人のみであり、加えて梅雨による雨天が続いたこともあって、追跡者の体力に限界を招き、19日以降の探索を断念せざるを得なかった。

12日・13日 両日の探索によって得た位置を地図上で結んでみると、直線の総延長はそれぞれ1200mと700mになり、この2日間の移動は0.15km²の範囲内であったことがわかる。この結果は予想したよりも狭いものであるが、体力の回復をこの地域ではかったとも考えられる。

また活動が止まる時間についてみると、11日16時50分、12日16時、13日17時15分となっているが、夜間にクマ檻のシャッターが落されていた⁴⁾ ことがあり、これらの時刻でその日の活動や移動が終ったとは断言できない。

その後、6月24日、7月18～24日、8月3～4日、8月8日、8月30～31日及び9月28～10月

4日と計20日間にわたって延25名が、演習林全域、滋賀県朽木村、福井県名田庄村など広範囲の探索を実施したが、受信することはできなかった。また、左耳につけたビニール標識を目印に、演習林周辺部の狩猟関係者や林業関係の団体に対し、情報の提供を依頼してあるが、現在まで情報を得るに至っていない。

5. テレメーター有効域テスト

地形の複雑な山岳地域で、テレメーターを導入して大型哺乳類の生態調査を行なうには、野外における電波の特性や受信可能な範囲などについて十分調べておく必要がある。

クマに装着したものと同一の発信能力を持つトランスミッターを用いて、電波の到達特性の調査を2カ所で行なってみた。

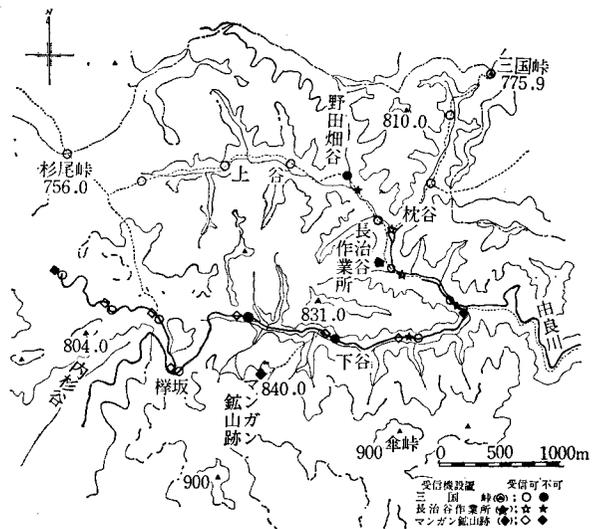
愛知県犬山市での模擬実験では、受信器を京都大学霊長類研究所の屋上（丘陵の中腹にあって地上高15m）に設置し、送信器を自動車で移動させ、見通しのきく条件下での有効距離を調べた。その結果、電波を遮ぎる障害物のないところでは、約10kmまでは充分判別できる電波を受信できることがわかった。

さらに、芦生演習林内においても同様に実験を行なった。ここでは、谷（長治谷作業所）、中腹（マンガン鉱山跡）及び山頂（三国峠）にそれぞれ受信器を置いて、送信機をクマの体高の位置で移動させた。結果は第3図に示すように、受信可能な範囲が極端にせまい。これは谷での受信の際、尾根などの落ち込みが明らかな障害となることを示している。この場合でも、中腹および山頂の受信器では、これをカバーすることが可能である。この事実はあらかじめ地形と受信器の特性を十分把握しておかねばならないことを明示している。

6. 総合考察

河合⁷⁾らが指摘しているように、テレメトリー・システムの導入は、直接観察の容易でない動物群の生態学的研究に対して確かに有効である。このことは、今回の実験結果においても確信することができた。すなわち、受信が可能な範囲において、視野外にいるクマの移動を、手許の地図上にトレースすることができたのである。小野⁸⁾らは、リュウキュウイノシシを実験対象とした調査で、明瞭な行動様式に関する知見を得ることに成功している。

しかし、行動範囲が長期間にわたって固定しており、しかもその地域が大きくない動物は別として、クマなどの大型哺乳類の多くは行動域が大きく、このために、生息地の地形の複雑さに起因する制約が、受信可能域をより小さくしてしまう。このような条件のもとで、将来テレメトリー・システムを有効に利用するためには、特に考慮されねばならない問題がまだ多く残されて



第3図 テレメーター有効域テスト
Fig. 3 The tests to available area of telemetry

いる。

今回の調査では、受信日数がわずか4日間であったが、今後このような調査研究を行なうにあたって配慮されねばならない、いくつかの問題について、いくつかの方向を示唆することができたと考えられる。ここでは、これらの事項について、若干の考察を述べてみたい。

まず、テレメトリー・システムそのもので問題になるのは、受信体制をいかに整えるかということである。今回の調査で、受信がわずかの期間しか成功しなかったことや模擬テストの結果から考えると、まず行動追跡の人的要員に不備があったと言える。もし、6月18日の段階で、探索に従事できる交代要員が準備されていたなら、受信可能域にクマをとらえておきながら、これを放棄せずに済んだと考えられる。移動式の受信器のみでも十分な受信成績を得ることができたのであるから、人員の確保がされていたなら、あるいはかなりの期間にわたって、その後も追跡できたのではなかろうか。またオートレコーダーを含む定置式アンテナによる受信システムを用いて、作業の、しいては従事する人員の軽減をはかることも考えられる。しかし、実験地域の地形は複雑であることの方が、むしろ普通であるから、この場合においても、併用することを基本として、人員の確保がなされるべきであろう。

なお、移動式および定置式アンテナによる受信の併用については、調査地域の地形と関連して、各々の機能できる範囲が決るから、当該地域での十分な予備的調査が必要であったと思われる。今回の場合でいえば、放逐後にクマが移動した地域については、その後の探査時に使用した、三国峠頂上に設置のヤギ・アンテナで十分カバーできたと考えられる。従って、当初からこれを併用しておれば、クマについて移動するといった作業ははぶけていたといえよう。つまり、よりテレメーター使用が有効な実験地域を選定するとともに、その場所における受信器の位置と、それに伴う有効域を十分に調査しておかねばならないであろう。

次に送信器に関する問題では、断線の可能性や首輪そのものが脱落してしまったことが考えられる。こうした事故を防止し、あるいは、捕獲後、短時間のうちに装着を施そうとするには、さらに構造を含めて技術的改良が加えられねばならない。例えば、犬の首輪の如く、簡単にその径が可変できるような構造にすることも必要であろう。

また、発信期間の決定も重要である。それは、調査の内容に応じて設定されるべきで、必要とする時間に幾分か余裕をもたせるべきではあるが、不要に長期間を想定しなければ、発信器重量の軽減をはかることができる。ただし、この場合には、クマのような動物では、実験に供し得る個体を度々得ることは困難であろうから、この点に疑問はあろう。

また送信器の搬送周波数については、高周波の方がより方位が正確であるけれども、障害物になる、特に山岳地域においては、受信アンテナが大型になると、送信機が重くなるが、できるだけ低周波で出力の大きなものを考えなければならない。

以上、テレメトリー・システム及びそれを利用する側にある問題を中心にして述べてきたが、このような事項とは別に、より正確な実験結果を期待するには、被実験動物であるクマの生物学的または生態学的特性を、可能な限り維持させることに努めねばならないといった問題がある。すなわち実験個体へのアフター・エフェクトを、最小限度内に留めるように計画がなされるべきだということである。このためには、捕獲後、送信器の装着を経て放逐に至るまでに要する時間を、できるだけ短縮する必要がある。これは、移動様式といった行動を研究対象とする場合などには、特に注意されるべき条件となると思われる。捕獲から放逐までの所要時間は、少なくとも人工的に餌を与えなくとも良い程度に置かれるのが好ましいであろう。この意味では、リュウキュウイノシシでの実験例は十分に参考になるものといえよう。

実際にテレメトリー・システムをもって実験を行なう場合には、前述の他に、まだ多くの技術的あるいは応用的問題が存在するであろうが、実験例を重ねてゆくことで、こうした問題の解決を図っていかねばならないであろう。

森下⁹⁾らの行なった、クマの個体数推定といった生態的研究を、今後一層前進させていくためにも、テレメトリー・システムの応用を、様々な痕跡調査との密接な連けいのもとに進めることを急がねばならないであろう。

引用文献

- 1) Craighead, F. C., J. J. Craighead and R. S. Davis: Radiotracking of Grizzly Bears, *Biotelemetry*, Pergamon Press, 133-148, (1963)
- 2) Masao Kawai and Kenji Yoshiba: Some Observations on the Solitary Male among Japanese Monkeys, *Primates*, **9**, 1-21, (1968)
- 3) 渡辺弘之: 京都の秘境・芦生, ナカニシヤ書店。(1970)
- 4) 渡辺弘之・登尾二郎・二村一男・和田茂彦: 芦生演習林のツキノワグマとくにスギに与える被害について, *京大演報*, **41**, 1-25, (1970)
- 5) 榎原善郎: クマ退治の新兵器誕生, *林業新知識*, **169**, 14-15, (1967)
- 6) 安藤 滋・小笠原昭夫: テレメーターシステムによるシロハラノの行動測定, *日生態誌*, **20**, 137-144, (1970)
- 7) 河合雅雄ほか: ラジオテレメトリーシステムによる個体群, 現存量の推定および生態学への応用, 森下正明編, *陸上動物の個体数, 現存量調査法の研究*, 1-2, (1968)
- 8) 小野勇一ほか: リュウキュウイノシシのテレメトリー法および痕跡法による行動追跡, 河合雅雄編, *陸上動物の個体数, 現存量調査法の研究*, 75-82, (1970)
- 9) 森下正明・水野昭憲: ニホンツキノワグマの習性と個体数推定, 石川県発行, 「白山の自然」, 322-329, (1970)

Résumé

An experiment to trace the movements of Japanese black bear, *Selenarctos thibetanus japonicus*, using radiotracking system was carried out in the Ashu Experimental Forest of Kyoto University.

The weight of the transmitter including inflexible collar band was 1300 g. The frequency of the carrier wave was 52.6 MHz., and the battery life was about 160 days. The receivers used in the present experiments were portable type and designed for mountain use weighing 1.6 kg.

The bear (male, 4 years old, 50 kg.) trapped in September 1968, had caged to the next spring. Then he had fitted with the collar-type transmitter and released on June 11, 1969. The bear's movements were tracked for only 4 days, but fairly located on the map. The moving area during the first 3 days was about 0.15 km². The tests of available area of the radiotelemetry system were also carried out especially in relation to the topography. According to these experiments, some problems concerning the application of radiotracking system to the ecological study of large mammals were discussed.

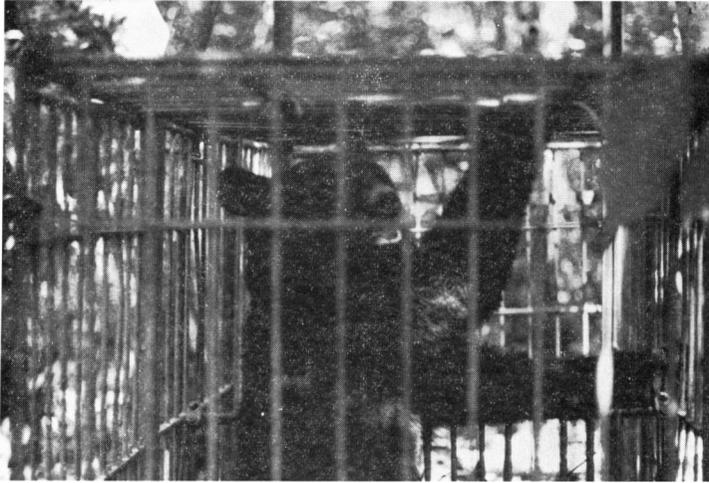


写真-1 檻に入ったクマ

Photo 1 Bear captured



写真-2 放逐のようす (中央の黒い部分がクマ)

Photo 2 Bear released

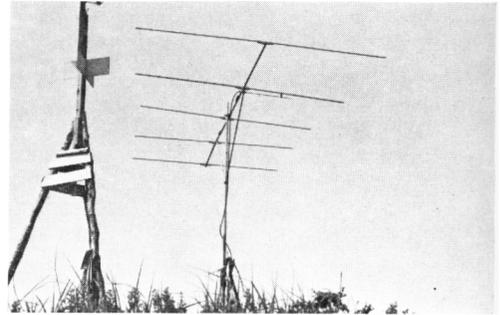


写真-3 三国峠山頂に設置したヤギ・アンテナ

Photo 3 Yagi antenna

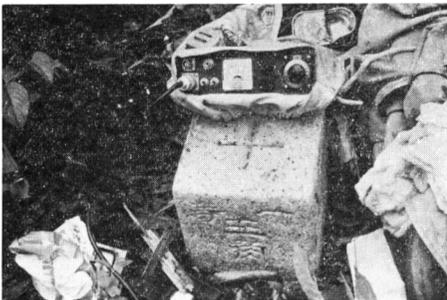


写真-4 受信器

Photo 4 Receiver



写真-5 ダイポール・アンテナ

Photo 5 Dipole antenna