

## 異常出没したツキノワグマの移動地選択：2000年に六甲山を含む 兵庫県南東部, 大阪府北部, 京都府南西部で目撃された個体のGISによる解析

三谷 雅純<sup>1)\*</sup>・三橋 弘宗<sup>1)</sup>・魚谷 未夏<sup>2)</sup>・  
坂田 宏志<sup>1)\*</sup>・横山 真弓<sup>1)</sup>・朝日 稔<sup>3)</sup>

### Moving-Site-Selectivity of an Irregularly Wondering Japanese Black Bear: GIS Analyses of Human-Bear Encounters Recorded in Areas of Southeastern Hyogo Including Rokkou Mountain, Northern Osaka and Southwestern Kyoto, in 2000.

Masazumi MITANI<sup>1)\*</sup>, Hiromune MITSUHASHI<sup>1)</sup>, Minatsu UOTANI<sup>2)</sup>,  
Hiroshi SAKATA<sup>1)\*</sup>, Mayumi YOKOYAMA<sup>1)</sup> and Minoru ASAHI<sup>3)</sup>

#### Abstract

"Unusual appearance" of Japanese black bears (*Ursus thibetanus*) has seemed to increase after the latter half of the 1990s. Since black bears are endangered in western Japan, the viewpoint of protection should be considered along with the avoidance of fatal and injurious human-bear encounters. Prediction about moving-site-selectivity of irregularly wondering black bears may help responsible administrators and local inhabitants when they select better countermeasures. In this study, we examined predictability of the moving-site-selection of the animals using 73 encounters between humans and an irregularly wondering bear recorded in areas of southeastern Hyogo including Rokkou Mountain, northern Osaka and southwestern Kyoto, in the period of June 29 to October 6, 2000. The predictability was estimated from a model obtained by logistic correlation, with vegetation classified into 27 types and human density as independent variables and the bear "used" or "not used" as objective variables. Present individual recorded chose three types of forest vegetation as moving-sites: Japanese cedar - Japanese cypress afforestation, *Quercus serrata* dominant forest and *Pinus densiflora* dominant forest. The bear may choose these forests not as habitat but as escape cover. Selected moving-sites also overlapped small-scale residential sections adjoining the forests. On the other hand, the bear avoided places characterized by high human density.

**Key words** : Japanese black bear, human-bear encounter, prediction of moving-site-selectivity, irregular wondering, Geographic Information System (GIS), Hyogo and Osaka

<sup>1)</sup> 兵庫県立人と自然の博物館 自然・環境マネジメント研究部 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘6丁目 Division of Environmental Management, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo; Yayoigaoka 6, Sanda, Hyogo, 669-1546 Japan

<sup>2)</sup> 奈良教育大学 自然環境教育センター Center for Natural Environment Education, Nara University of Education; Takabatake, Nara, 630-8528 Japan

<sup>3)</sup> 元兵庫医科大学 c/o Division of Environmental Management, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo

\* 兼務. 兵庫県立姫路工業大学 自然・環境科学研究所 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘6丁目 Institute of Natural and Environmental Science, HIT; Yayoigaoka 6, Sanda, Hyogo, 669-1546, Japan

E-mail address: mitani@nat-museum.sanda.hyogo.jp (corresponding author: M. Mitani)

## はじめに

ツキノワグマ (*Ursus thibetanus*) の「異常出沒」(クマ類が恒常的生息域から離れた農地や市街地周辺に、移動、分散などのためや堅果類の不作年などに特定個体が単独で出沒すること: 自然環境研究センター, 2000) は、いずれの生息地においても増加傾向にあると思える。

ツキノワグマが「異常出沒」すると、経験のない地域住民や行政担当者にツキノワグマの徘徊に対する対応が求められる。その時、地域住民や行政担当者には、ツキノワグマが(1) 西日本では絶滅が危惧される希少生物(環境庁自然保護局野生生物課, 1991; 1998; 日本哺乳類学会, 1997)であることと(2) 人身被害、あるいは人身事故の可能性に起因する精神被害をもたらす大型哺乳類であることの2点を踏まえた高度な判断の伴う対応が求められることになる。

「異常出沒」した個体は、通常のツキノワグマ生息地を離れているためにクマ自身にとって落ち着ける環境がないだろうから、迷走は助長されることが予想できる。ツキノワグマによる人身事故は人間との不意の出会いによって引き起こされることが多く、迷走を始めた個体の移動ルートの特徴をあらかじめ把握しておくことは、不用意な事故を防ぎ、かつ希少生物であるクマの命をむやみに奪わないために重要である。

本研究における地理情報システム (Geographic Information System: GIS) を利用した異常出沒個体の移動ルートの解析は、(1) 将来も確実に起こるであろう

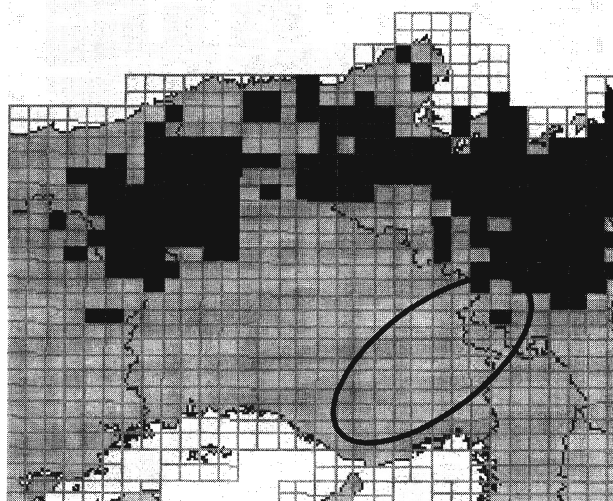


図1 北近畿から東中国地域にかけてのツキノワグマの恒常的生息域(グリッドのうち黒く塗りつぶした地域)と2000年6月から10月にかけて目撃された異常出沒個体のおよその出沒範囲(楕円で囲んだ地域)。ツキノワグマの恒常的生息域は環境庁(1981a; b; c; d)による。一つのグリッドは5km x 5kmを表す。

「異常出沒」する個体の移動地の予測を試み、その予測によって(2) ツキノワグマによる人身事故の起こる可能性を引き下げ、可能な限り捕殺処分を回避する対応策の策定に資するために行った。

## 方 法

### 出沒地域の特徴

北近畿から東中国地域にかけてのツキノワグマ生息地は、氷ノ山を中心とする東中国地域個体群と京都府北部を中心に円山川以東に分布する北近畿地域個体群から構成される(野生動物保護管理事務所, 1996)。2000年にツキノワグマが出沒した京都府南西部から大阪府北部、兵庫県南東部にかけての地域は、恒常的生息域(自然環境研究センター, 2000)である東中国地域個体群や北近畿地域個体群の生息域の外側に位置し(図1)、京阪神の都市圏に隣接する地域にあたる。また瀬戸内海にも近く、冬期に乾燥する地域であるために、アカマツ林が比較的広域に広がる。同時に、2000年にツキノワグマが異常出沒した地域は、近年になって山嶺部での開発が活発になった地域(田中, 1988)とも重なる。

表1 解析に使用した植生再分類の結果

植生の区分	植生名
自然植生	ブナ林
	イヌブナ林
	常緑広葉樹林
	クロマツ林
	砂浜植生
	河辺植生
	水辺植生
	アカマツ林
	コナラ林
	ミズナラ林
	ササ・タケ
	草地
	その他の二次林
	その他の自然植生
人為植生	スギ・ヒノキ植林
	落葉広葉樹植林
	その他の人為植生
農耕地	畑地
	水田
	果樹園
	茶畑
人の居住地など	住宅地・市街地
	工場地帯
その他	造成地
	開放水域
	現存植生不明区分 第4回植生改変不明区分

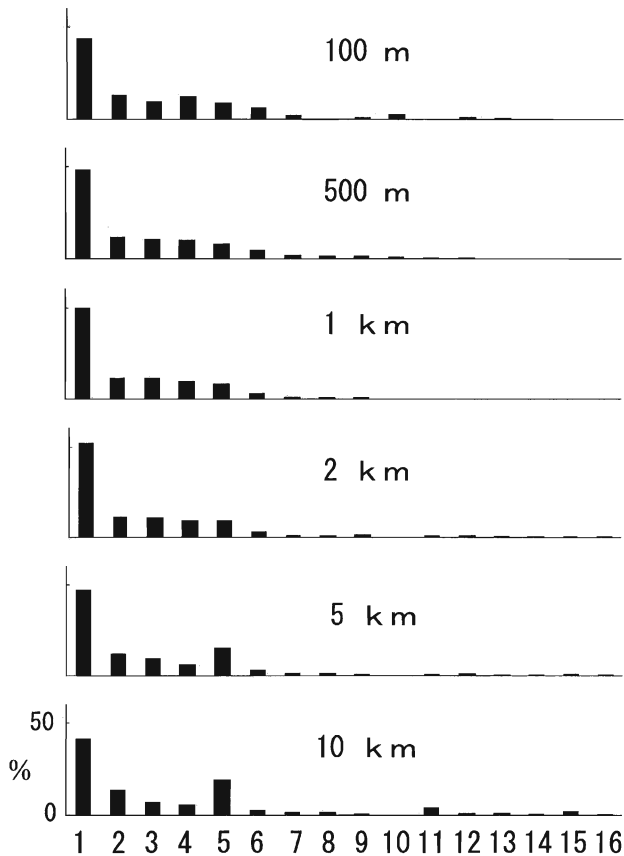


図2 目撃地点から100m, 500m, 1km, 2km, 5km, 10kmのそれぞれ距離の異なるバッファをかけた時、各バッファが被った地域に見られた植生構成(%)の比較。500mバッファの被う地域を標準とし、500mバッファの被う地域を構成する植生で広く見られたものから順に並べた。1: アカマツ林, 2: 水田, 3: コナラ林, 4: スギ・ヒノキ林, 5: 住宅地・市街地, 6: 草原, 7: 造成地, 8: 竹林, 9: 常緑広葉樹林, 10: 溪畔林, 11: 開放水域, 12: 果樹園, 13: 水辺植生, 14: 畑, 15: 工場地帯, 16: その他。

ツキノワグマの目撃情報と環境情報

兵庫県南東部(北摂・六甲山地域)、大阪府北部、京都府南西部にかけて異常出没が記録された1頭のツキノワグマに関する目撃情報が、兵庫県県民生活部環境局環境政策課鳥獣保護係、兵庫県農林水産部神戸農林事務所(当事)および大阪府環境農林水産部緑整備室緑化・自然環境グループにおいて取りまとめられた。この目撃情報のうち、本研究では、2000年6月29日から10月6日にかけて記録された73地点の位置情報を地理情報システムに入力し、移動地の選択性に影響した要因を分析した。

選択性の分析に当たっては、自然環境情報 GIS 第2版 27大阪府(環境庁自然保護局, 1999)、自然環境情報 GIS 第2版 28兵庫県(環境庁自然保護局, 1999)、および地域メッシュ統計平成7年国勢調査結果データ(統計情報研究開発センター, 1998)を使用した。

なお環境庁自然保護局の編んだ自然環境情報の植生分類は、地域の限られた本研究のような場合には分類基準

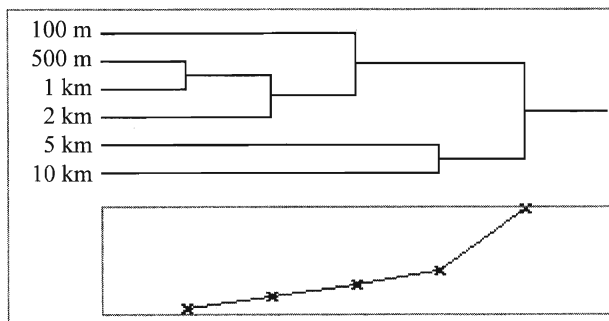


図3 100m, 500m, 1km, 2km, 5km, 10kmのそれぞれのバッファが被った地域に見られた植生構成の類似性をあらわすクラスター分析(Ward's minimum variance method)の結果。目撃地点の植生を1km<sup>2</sup>グリッドで代表させることにすると、目撃地点周辺の植生構成は、およそ500mバッファの被う範囲と同一と見なせる。500mバッファの被う範囲の植生構成は、1km, 2km, 100mそれぞれのバッファが被う範囲と類似性が高く、5km, 10kmバッファが被う範囲の植生構成は、これとは別に独立したクラスターを作った。したがって、2kmから5kmの間どこかに植生が大きく変化する地域を取り込む距離が存在することがわかる。

が細かすぎるため、本研究が対象とする地域に見られる植生を考慮し、全体を27タイプに再分類して分析に用いた(表1)。

「移動に利用した」場所と「移動に利用しなかった」場所の抽出

兵庫県と大阪府によって取りまとめられたデータは目撃情報であるから、その場所をクマが移動地の一部に利用したことは確実である。しかし、一定以上の人間活動がなければ人がクマを目撃する可能性は低いだろうから、一定以下の人間活動しかない地域では、実際にはクマが利用したとしても目撃情報は得られなかった可能性が高い。したがって、ここでは目撃地点の周囲では、たとえクマが目撃されていなくてもクマが移動に利用しなかったと判断することはできない。クマが「移動に利用しなかった」場所は、クマの選択が及ぶであろう程度の範囲であり、かつ合理的な仮定を置いたときにクマが利用しなかったと見なせる場所から探さなければならぬ。

クマが「移動に利用しなかった」場所を探すため、ここではクマが人為的環境を含む植生の差異に反応して移動地を選択したと仮定し、クマの目撃地点の近傍に目撃地点とは植生構成の異なる地点を探すことにした。そこで目撃情報の得られた73地点から複数のバッファを100m, 500m, 1km, 2km, 5km, 10kmと距離を変えて発生させ、各バッファが被う地域の植生構成を見た(図2)。さらに、各バッファが被う地域の植生構成の類似性を Ward's minimum variance method に

よってクラスター分析した(図3)。すると、100mから2kmのバッファーが被う地域の植生構成は類似性が高く、2kmから5kmの間のいずれかに植生構成が大きく変化する地域を取り込む距離があることがわかった。ここでいう植生とは農耕地や人の居住地を含む概念である(表1)から、植生構成の差異は、自然植生の差異と共に人間活動の差異も反映する。

これらのことから、少なくとも5kmバッファーの外側には植生構成が異なる地域が存在することがわかる。そこで、10kmバッファーから5kmバッファーを除いたドーナツ状の地域(図4)をクマが「移動に利用しなかった」場所と見なし、確実にクマがいた場所である目撃情報の得られた地点を含む1km<sup>2</sup>グリッドの被う場所(各グリッドの面積はおよそ500m<sup>2</sup>バッファーの被う地域より少し大きい)と、クマが「移動に利用しなかった」場所の環境条件の差を、ロジスティック回帰分析によって

抽出することとした。

### ロジスティック回帰分析

ロジスティック回帰分析に当たっては、あらかじめ地図を1km×1kmのメッシュに分割し、自然環境情報GIS第2版27大阪府(環境庁自然保護局,1999)、自然環境情報GIS第2版28兵庫県(環境庁自然保護局,1999)から得られたそれぞれのメッシュ中の各植生(表1)の面積、および地域メッシュ統計平成7年国勢調査結果データ(統計情報研究開発センター,1998)から得られた居住者数を独立変数とし、上記方法から求めた「移動に利用した」場所と「移動に利用しなかった」場所を従属変数として計算した。この計算によって得られた回帰式から、10kmバッファーの被う地域を対象に、ツキノワグマの移動地選択性の程度を0から1までの確率値として各1km×1kmメッシュに対して求め、その結果を地図化した。

## 結 果

### 移動地と有意な関係の認められた環境要因

ロジスティック回帰分析の結果を表2に示す。2000年に京都府南西部から大阪府北部、兵庫県南東部に異常出没したツキノワグマ個体は、スギ・ヒノキ植林、コナラ林、アカマツ林の3タイプの森林と住宅地・市街地や草地に区分された植生タイプと有意に重なり大きな地域を、また人間の居住者密度(人口密度)の高い地域と有意に重なり小さな地域を移動地として選択していた。

人間の生息空間である住宅地・市街地も、3タイプの森林と共にクマによる移動地と重なりが大きかったが、クマの目撃地周辺で住宅地・市街地に区分された場所は森林に隣接する小規模の住宅地であり(図5)、住宅地・市街地としては人口密度の低い地域(図6)であった。

ただし、ここで得られたロジスティック回帰の決定係数(R<sup>2</sup>乗値)は0.162と低く、今回、地理情報として分析の対象とすることのできた要因以外の要因、たとえ

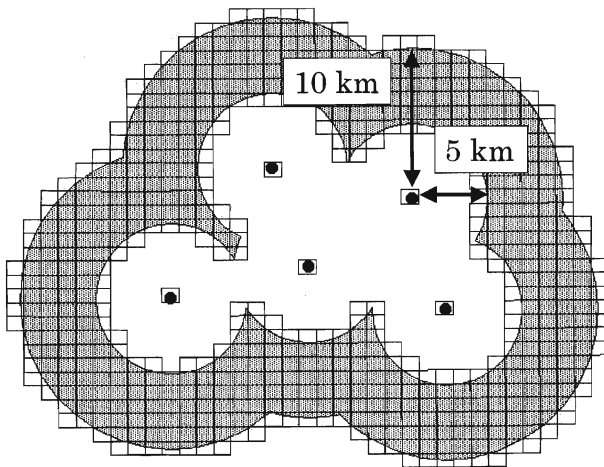


図4 「移動に利用した」場所と「移動に利用しなかった」場所の抽出法を表す模式図。目撃情報の得られた地点を含む1km<sup>2</sup>グリッドを「移動に利用した」場所とし、目撃情報の得られた地点(図では簡単にするために5地点としている)から5kmと10kmのバッファーを発生させ、10kmバッファーの被う地域から5kmバッファーの被う地域を除いた地域(斜線部のドーナツ状の地域)を「移動に利用しなかった」場所と見なした。

表2 「放浪グマ」の移動地選択に影響を及ぼした要因 (p < 0.01)

Variable	df	Parameter estimate	SE	Wald chi-square	p
スギ・ヒノキ植林	1	5.89E-06	1.584E-06	13.836	0.0002
住宅地・市街地	1	6.56E-06	1.827E-06	12.896	0.0003
コナラ林	1	5.43E-06	1.535E-06	12.536	0.0004
草原	1	6.10E-06	1.833E-06	11.057	0.0009
アカマツ林	1	3.94E-06	1.365E-06	8.330	0.0039
人口密度	1	-3.62E-04	1.193E-04	9.193	0.0024

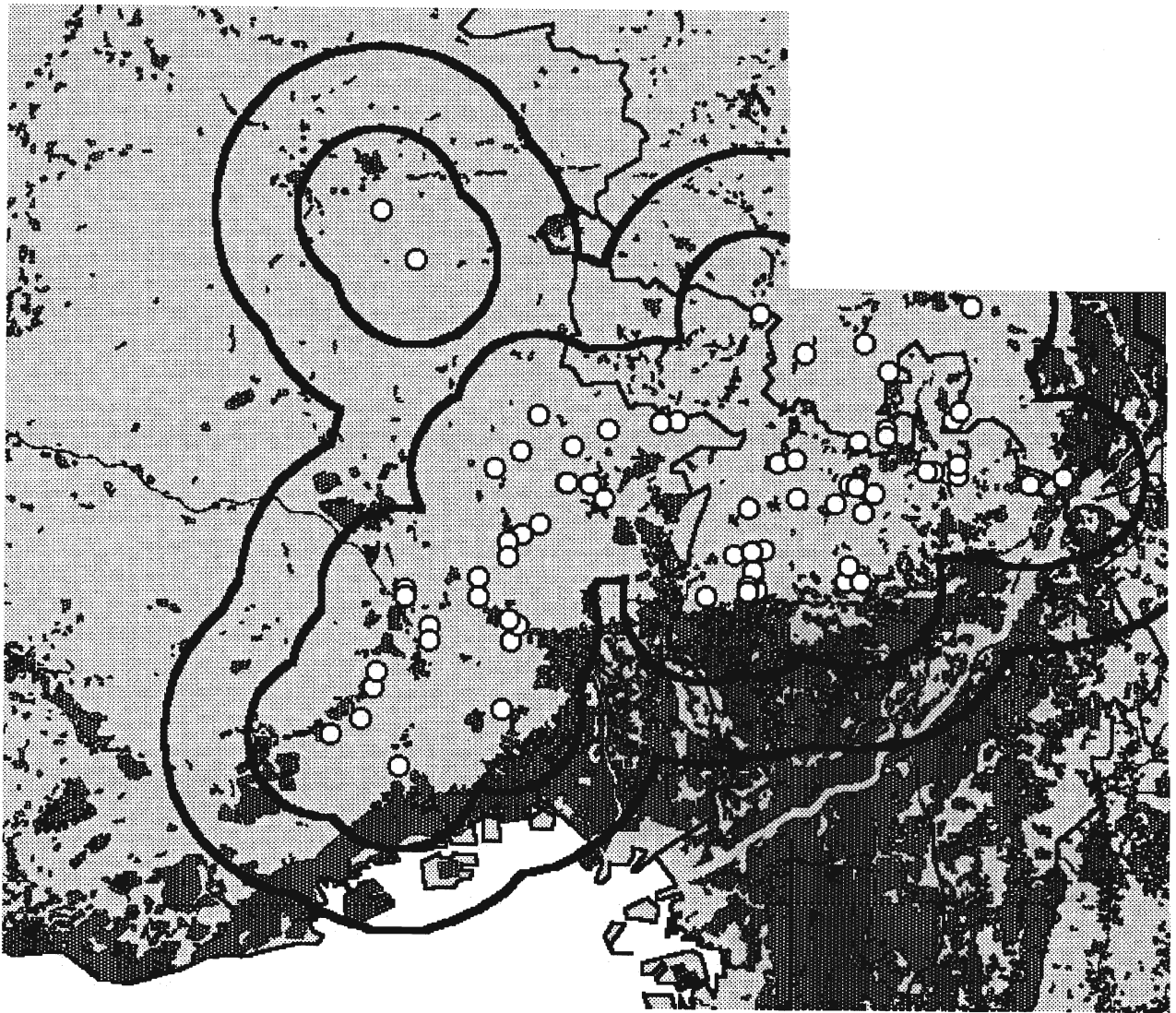


図5 73の目撃地周辺と図4において「移動に利用した」場所の周辺と「移動に利用しなかった」と見なされた場所の住宅地・市街地（濃いシャドウの部分）の分布。白丸は目撃地点を、二重の曲線は5kmバッファーと10kmバッファーの外周を、それぞれ表す。広域の住宅地・市街地は、神戸市から大阪市、京都市にかけて見られる。

ば人と出会って逃げ去る時にクマがどちらの方角に逃げたかといったことが、クマの移動を大きく左右していた可能性がある。

#### ロジスティック・モデルによる移動地選択確率の空間分布

上記のロジスティック回帰によって与えられた回帰式（予測式）から、このツキノワグマの移動地選択性の確率値を各1km × 1kmメッシュに対して与えることができる。10kmバッファーの被う地域、およびその周辺の植生図（図7：カラー図版）と、求めたクマの移動地選択性の程度を表す確率の空間分布図（図8：カラー図版）を示す。

図8では、このクマが移動地として選択する可能性の高い地域が、大阪府北部に2か所認められ、六甲山地域と兵庫県・大阪府境界のうち、北摂地域と三田市・篠山市境界付近に移動地として選択する可能性のやや高い地

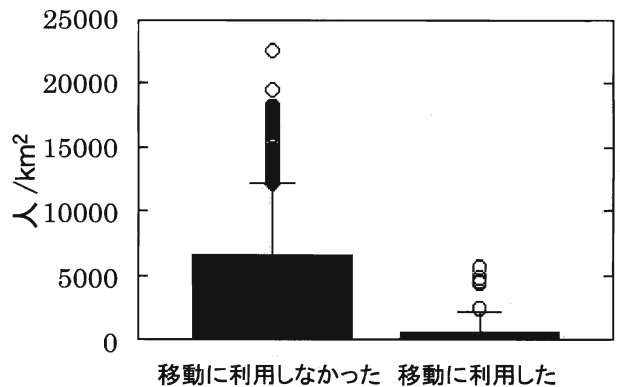


図6 ツキノワグマが「移動に利用しなかった」場所と「移動に利用した」場所の人口密度の比較。「移動に利用した」場所は「移動に利用しなかった」場所に比べて、有意に人口密度（人/km<sup>2</sup>）が低かった（Mann-Whitney U-test, U = 26316, P = 0.0196）。

域が認められた。一方、水田の広がる地域と大規模な市街地、工場地帯への移動可能性は低かった（図7、図8）。

## 議 論

**分析対象とした個体は、どのような場所を移動地として選択したのか？**

分析対象としたツキノワグマの目撃地と有意に重なるの大きかったスギ・ヒノキ植林、コナラ林、アカマツ林という3タイプの森林のうち、スギ・ヒノキ植林とアカマツ林は、近畿北部から中国地方に生息するツキノワグマの通常の生息地にはあまり見られず、通常の生息地によく見られる植生はコナラ林のみである（三谷・三橋・三橋、2001）。したがって、2000年に異常出沒したツキノワグマ個体が、通常の生息地を選択するのと同じ理由からこれら3タイプの植生を選択したとは考えられず、移動の際に（外敵などから）身を隠す場所、いわゆるカバーとして選択したのだと解釈することが素直である。

一方、ツキノワグマが人間活動の大きな地域を避ける行動は事前にも十分に予想でき、表2の結果はツキノワグマの人里への出沒が夜間に多い（羽澄、1996）こと、つまり人間活動の大きな時間帯を避ける行動とも合致する。

すなわち、このクマは人口密度の高い人家の密集した地域を避け、身を隠す森林を移動していったが、その移動の過程で小規模な住宅地に出会い、人間に目撃されたのだと考えられる。その時、図7と図8から、このクマは水田の広がる地域と大規模な市街地や工場地帯はあきらかに避けていることが読みとれるから、これらの地域へ出沒する可能性は低かったと言える。

### ここで試みた分析法とHSIモデルの比較

クマの逃走地域 (escape cover) の空間分布推定では、U.S. Fish and Wildlife Service (1981) によって開発されたHSIモデル (Habitat Suitability Index Model) を応用して、採食場所や冬眠場所 (メスグマにとっては出産場所) とともに推定した例 (Powell et al., 1997) が知られている。HSIモデルは、アメリカ合衆国のワイルドライフ・マネージメントの現場で広く用いられてきたハビタートの解析手法であり、テレメトリー・システムなどによって個体を調査し、集積したさまざまなデータから導かれた複数の条件を、合理的と思える推論によって統合し、結果をモデル化する、さらにそのモデルを地図化する（詳しくは、Powell et al., 1997 の appendix A を参照せよ）。この方法からわかるように、HSIモデルは従属変数を必要とせず、集積したデータと「合理的と思える推論による条件の統合」によって、さまざまな対象を地図化することができる。

一方で、HSIモデルは野外での調査結果や過去の報告事例を中心に組み立てるため、その前提として数多くの野外調査が先行していなければ成立しない。また、現地調査時の判断を容易に組み込むことが可能であるが、条件の選択や条件の統合に主観判断が入り込む余地が大きい。そのため、近年では結果が検証されていないHSIモデルは信頼性が低いと見なされている (Dettmers and Bart, 1999)。

本研究の方法は従属変数を必要とする、つまりクマ自体の情報がなければ解析できない。一方、解析の信頼性は変数とするクマの情報や植生などのデータベースがどれだけ充実しているかに依存するが、主観判断の入り込む余地は小さい。

数理的に組み立てられたモデルの現実社会への適用にはモデルの信頼性は当然保障されていなければならないが、そのことと共に、手法が簡便で解析のもととなるデータが比較的容易に収集可能であれば利用しやすい。そのため、(解析手法の簡便性には未だ問題が多いが) たとえば「ある方形区内にある種が生息する・生息しない」というデータから、広域の生息適性を推定しようというGISを利用した試み ("presence" data approach) が広く見られる (たとえば Dettmers and Bart, 1999)。本稿で試みた分析法も "presence" data approach の一種であり、解析のもととしたデータは、専門の調査機関によってではなく行政組織で集積できた。

本稿で試みた分析法は、対象が通常ツキノワグマの生息しない地域への異常出沒であったため、「移動に利用しなかった」場所を探すことができた。恒常的生息域 (自然環境研究センター、2000) では採食地と逃走地が混在するであろうから、本稿で試みた分析法の直接の適用は難しい。しかしながら、異常出沒で何度も同一地域に出沒がある場合は、十分な目撃情報が集まれば、それ以降の出沒地予測が客観的にできる可能性が高い。さらに環境条件の類似した場所でも、予測結果の信頼性は環境条件の類似の程度に応じて変化するものの、本稿で試みた予測から地域住民に一定の指針を与えることも可能かもしれない。

### ツキノワグマ出沒個体への対応とIT (情報科学) 技術の利用

2000年6月29日から10月6日にかけて兵庫県南東部 (北摂・六甲山地域)、大阪府北部、京都府南西部に出沒した個体は、出沒地域が京阪神の大都市に隣接する地域であったために多くの市民の興味を引き、比較的その目撃情報が集まりやすい状態であった。今回の目撃情報の解析は、同様の目撃情報が制度的に集積されれば、十分に移動地選択性の予測に役立つことを示している。

近年のIT技術の進展はめざましく、その地域生態系

マネジメントへの応用は、充分な実用化段階に達している。中でも、地理情報システムの地域生態系マネジメントへの応用は、アメリカ合衆国における全米ギャップ分析計画 (National Gap Analysis Program: 通称 GAP) をはじめとして進展が著しく、アメリカ合衆国における GAP に関連したプログラム数は、公共と民間を合わせて425にも達する (吉田・田中, 1998)。このような多数のプログラムの実行を支えているのは、行政レベルでの体系的な GIS 情報の収集と、その活用のためのデータベースの管理・公開である。兵庫県など地方公共団体は、地域生態系マネジメントに合理的な判断を下し、地域住民の合意を合理的に形成するために、同様の GIS 情報の収集とその活用のためのデータベースの管理と公開が必要である。

現在、日本で研究者にとって利用可能な GIS データは、その多くが国レベルで整備され公開されているものである。本研究においても、ツキノワグマ目撃情報を除く GIS データは、基本的に環境庁 (当時) や総務庁 (当時) の整備した情報を用いている。一方、地方分権の推進がなされ、地方の施策決定を地域住民の合意によって地方公共団体が行おうとするとき、GIS データをはじめとする IT 情報の整備・管理・公開でも、地域の自然条件に合わせた整備内容の検討が必要である。

## 謝 辞

本研究を遂行するに当たって、兵庫県県民生活部環境局環境政策課鳥獣保護係の北村富士雄さん (当事)、中谷康彦さん、大道武さん、兵庫県農林水産部神戸農林事務所 (当事) の山田要治さんをはじめとする皆さん、大阪府環境農林水産部緑整備室緑化・自然環境グループの皆さんには、目撃情報の取りまとめでお世話になった。神戸市在住の三橋亜紀さんにはデータ解析の過程で貴重なアドバイスを頂いた。また、野生動物保護管理事務所関西分室の片山敦司さんと京都大学農学研究科森林科学専攻森林生物学分野の高柳敦さんには、本研究で分析対象とした個体出没時の対応策をご教示いただき、また、共にワイルドライフ・マネジメントの専門家として兵庫県をはじめとする地方自治体へのアドバイスにご協力いただいた。ここに記して感謝する。

## 文 献

- Dettmers, R., and Bart, J. (1999) A GIS modeling method applied to predicting forest songbird habitat. *Ecological Application*, **9**, 152-163.
- 羽澄俊裕 (1996) ツキノワグマ. 川道武男 (編) 日本動物大百科 1 哺乳類 I, 平凡社, 東京, 144-147.
- 環境庁 (1981a) 第2回自然環境保全基礎調査動植物分布図: 兵庫県. 環境庁, 東京.
- 環境庁 (1981b) 第2回自然環境保全基礎調査動植物分布図: 京都府. 環境庁, 東京.
- 環境庁 (1981c) 第2回自然環境保全基礎調査動植物分布図: 岡山県. 環境庁, 東京.
- 環境庁 (1981d) 第2回自然環境保全基礎調査動植物分布図: 鳥取県. 環境庁, 東京.
- 環境庁自然保護局 (1999編) 自然環境情報 GIS 第2版 27大阪府 (CD-ROM).
- 環境庁自然保護局 (1999編) 自然環境情報 GIS 第2版 28兵庫県 (CD-ROM).
- 環境庁自然保護局野生生物課 (1998) 哺乳類および鳥類のレッドリストの見直しについて. 環境庁, 東京, 18p.
- 環境庁自然保護局野生生物課 (1991編) 日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック—. 日本野生生物研究センター, 東京, 331p.
- 三谷雅純・三橋弘宗・三橋亜紀 (2001) 北近畿・東中国地方のツキノワグマの潜在的生息適地推定と人為的環境改変. 第48回日本生態学会大会講演要旨, 熊本, 180p.
- 日本哺乳類学会 (1997編) レッドデータ日本の哺乳類. 文一総合出版, 東京, 279p.
- Powell, R.A., Zimmerman, J.W. and Seaman, D.E. (1997) *Ecology and Behaviour of north American black bears: Home ranges, habitat and social organization*. Chapman & Hall, London, 203p.
- 自然環境研究センター (2000編) 環境庁請負業務 特定鳥獣保護管理計画技術マニュアル (クマ類編), 財団法人自然環境研究センター, 139p.
- 田中真吾 (1988編) 六甲山の地理: その自然と暮らし. 神戸新聞出版センター, 神戸, 297p.
- 統計情報研究開発センター (1998編) 地域メッシュ統計平成7年国勢調査結果データ (フロッピーディスク), 財団法人統計情報研究開発センター.
- U. S. Fish and Wildlife Service (1981) *Standards for the development of suitability index models*. Ecological services manual 103. U.S. Department of Interior, Fish and Wildlife Service, Division of Ecological Services. U. S. Govt. Printing Office, Washington, D.C., 68p.
- 野生動物保護管理事務所 (1996) ツキノワグマ生息調査業務平成7年度報告書. 兵庫県委託調査事業報告書, 川崎, 26p.
- 吉田剛司・田中和博 (1998) ギャップ分析 (Gap Analysis): 生態系管理のための GIS. 森林科学, **24**, 52-55.

(2000年6月15日受付)

(2000年8月16日受理)



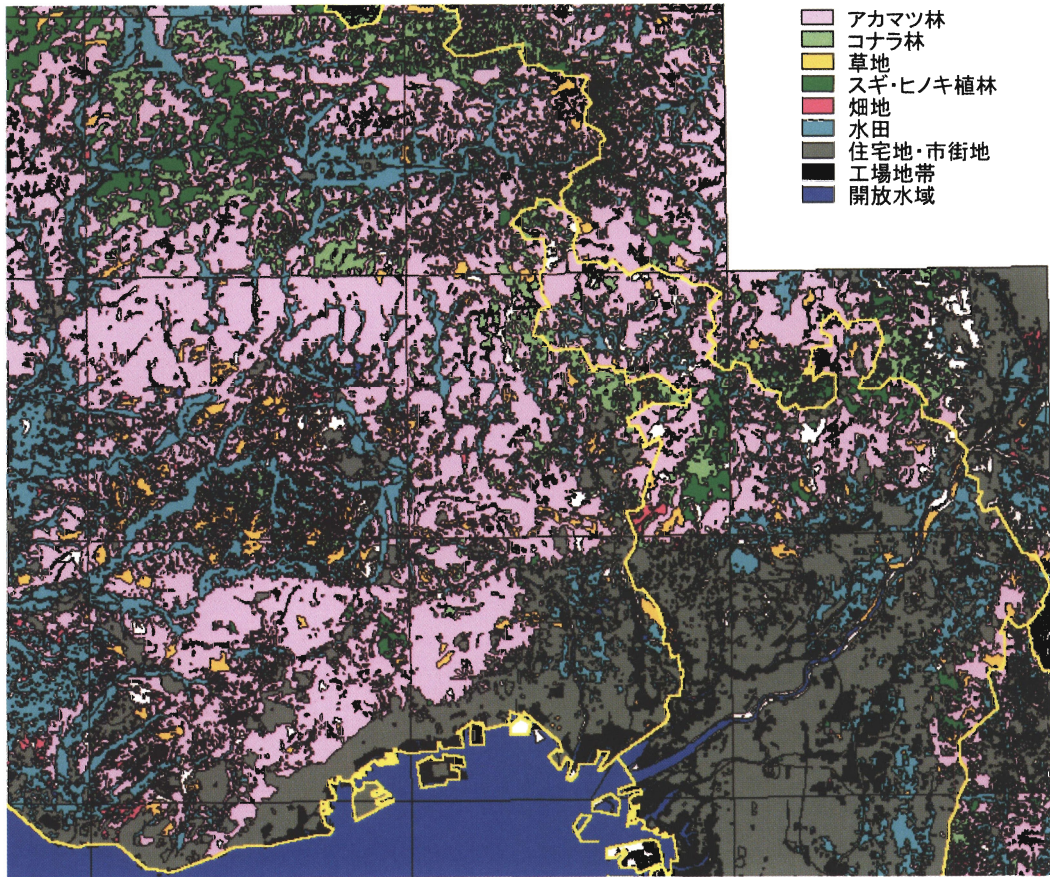


図7 10kmバッファの被う地域周辺の植生. 植生分類は表1による. この地域の大部分は, 図に示した9種類の植生が被う.

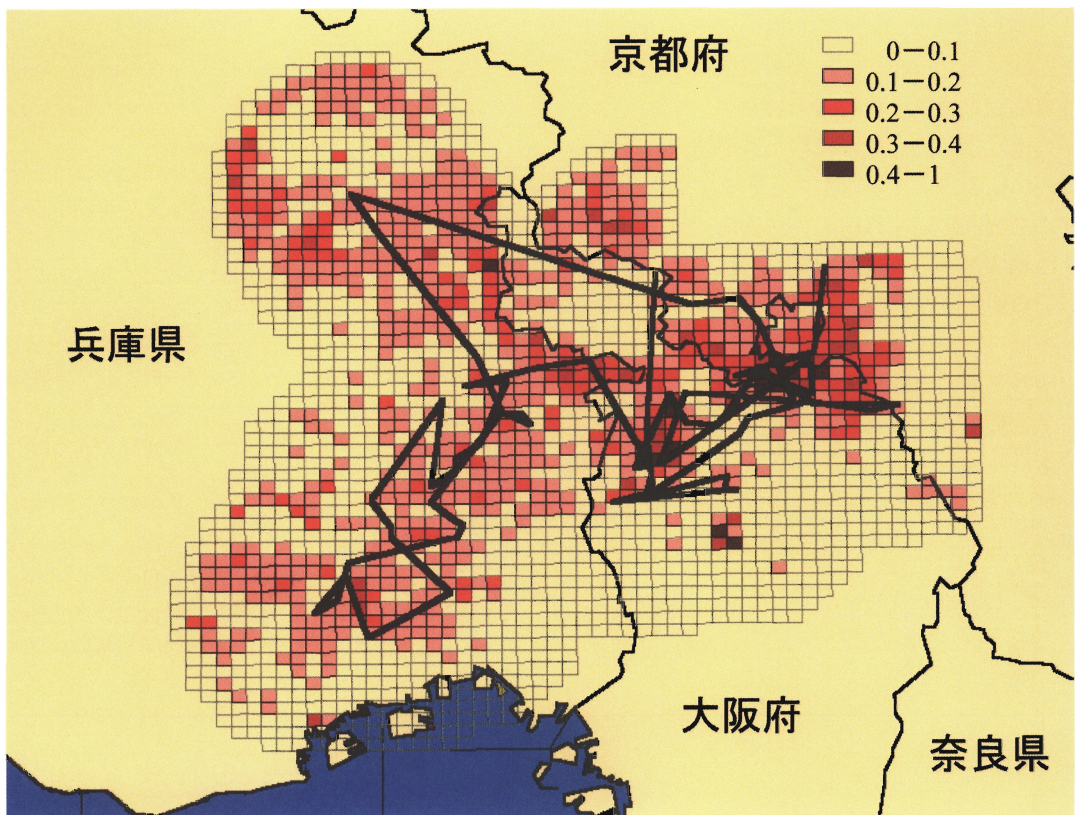


図8 10kmバッファの被う地域を対象に, 各1km × 1km メッシュに対してロジスティック・モデルによって与えられたクマの移動地選択性の程度を示す確率値の空間分布.