

3-1 阿寒白糠地域

佐藤喜和（酪農学園大）・根本 唯（東京農工大）

園原和夏・瀧口さやか（日本大学）・中村秀次（浦幌ヒグマ調査会）

はじめに

阿寒白糠地域個体群は、北海道東部に位置する阿寒湖から南西に伸びる標高の低い白糠丘陵に分布しており、北は阿寒湖、雌阿寒岳など高山、南は太平洋に接し、東は釧路湿原へと連なる牧草地、西は十勝平野へと連なる農耕地である（図 3-1-1）。北部は大雪山系、北見山地、知床半島へと森林が連続しており、オスの移動などによって周辺地域との連続性は保たれているが、遺伝的には他地域と異なる特徴を持つ分集団と見なすことができる（Itoh et al. 2012）。広域痕跡調査により北海道内の各地域個体群と比較した阿寒白糠地域個体群の生息密度は中程度で、宗谷丘陵や夕張山地に近い値を示した（北海道環境科学研究センター 2000）。

西側の農耕地との境界部では、ヒグマによる農地や集落付近への出没と農作物への食害が問題となっており、有害駆除を中心とした被害対策が行われている。特に 1990 年代後半以降に軋轢増加が深刻化している。南西部に位置する浦幌町では、駆除数が増加しているにもかかわらず出没が減少していない（Sato et al. 2011; 佐藤 2013）。

東側は主に酪農が営まれており、多くの土地が牧草地として利用されている。そのため、ヒグマによる出没や農作物への食害はほとんど発生してこなかった。しかし 2000 年代以降、出没や農作物への食害、人身事故が増加している。また近年、家畜用の輸入飼料の高騰に伴い、酪農地域における飼料作物のデントコーン（青刈りとうもろこし）の作付面積が増加しており（図 3-1-2）、このことがヒグマを農地に誘引している可能性が、複数の町村役場鳥獣害担当者から指摘されている。

ヒグマの分布は森林部ではすでに飽和しているが、近年の出没増加により、ヒグマの生息地として許容される森林からはみ出している事例が多くなっている可能性がある。そこで、2003 年に環境省が報告した分布情報以降の情報を集約し、分布拡大の実態とその特徴について考察した。

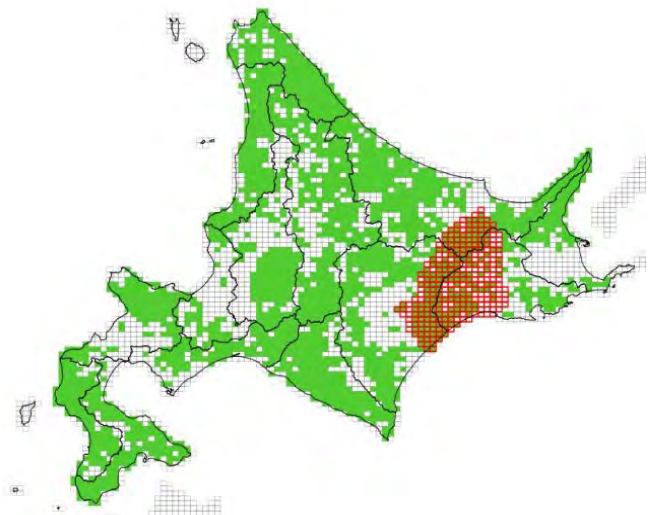


図 3-1-1. 北海道における環境省（2004）によるヒグマの分布（緑）および解析対象とした阿寒白糠地域（赤）。

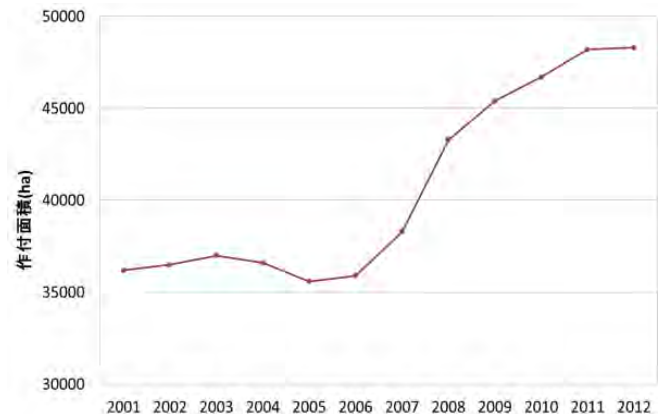


図 3-1-2. 北海道における青刈りとうもろこしの作付面積の推移，2001-2012 年。農林水産省作物統計調査より作成。

方法

阿寒白糠地域個体群の分布域とその周辺の分布未確認地域を含めて解析対象地域とした（図 3-1-1）。環境省（2004）の分布情報と、全国分布調査および周辺市町村・国有林・道有林などの聞き取り調査・現地踏査により得られた情報を比較した。全国分布調査で得られた情報については、2-2-1 を参照のこと。聞き取り調査による情報収集は、2011 年 6～12 月にかけて行った。

環境省分布情報は 2.5 次メッシュスケール（約 5km 四方）で集約されており、また全国分布調査でも同スケールで情報を集約した。本研究で、周辺市町村・国有林・道有林などの聞き取り調査・現地踏査により得られた情報は地形図上の点データとして得られたが、上記データと統一するため、同スケールに集約し直した。解析対象地域は 2.5 次メッシュで 297 メッシュ分であった。2003 年の森林内の空白地帯に関しては情報なしと判断し、今回の作業で新たに分布情報が得られても、拡大とは解釈しなかった。また、今回の作業で情報が得られていない地域に関しては、情報不足の可能性があるため、考慮しなかった。すなわち、環境省（2004）による分布辺縁部から拡大したセルを対象に検討した。

環境省（2004）で分布情報があったメッシュと、今回辺縁部からの拡大を確認したメッシュ、およびまだ分布が確認されていないメッシュそれぞれの特徴を比較するため、各メッシュの環境属性として、森林面積、食物資源が多い植生、市街地からの距離、牧草地・畑地からの距離、その他農地からの距離、過去の分布からの距離、平成 17 年度国勢調査および平成 22 年度国勢調査による平均人口、2005 年度から 2010 年度への人口増加率を算出した。過去の分布からの距離については、環境省（2004）の分布域の外縁から距離を計算したラスターデータを作成し、その後 5 km メッシュ内の平均距離を算出した。

これらを用いて、それぞれクマの分布確率に影響を与える変数を検討した。解析には、分布に対する空間的自己相関の影響を考慮するために、空間的近接性を基にした Spatial random effect を取り入れた Conditional Auto Regressive (CAR) モデル (Basag 1974) を使用してヒグマの分布確率を推定した。本解析では、5 km メッシュごとの分布確率（分布情報数の有無：0,1）を応答変数とし、上記の環境要因を説明変数として用いた。CAR モデルの各パラメーターは、Markov chain Monte Carlo (MCMC) シミュレーションにより推定した。シミュレーションには、WinBUGS(version 1.4.3) 及び R (version 3.0.2, R Development Core Team 2013) とそのパッケージである R2WinBUGS を使用した。モデルコードは Gelfand et al.(2006) のコードを使用した。MCMC シミュレーションのステップ数は 50000 回、Burn in は 5000、チェーン数は 3 本とした。各パラメーターの初期値は、ランダムサンプリングした値を使用した。説明変数の平均人口については、log 変換 ($\log_{10}[\text{平均人口}+1]$) を行ってから使用した。また、説明変数は全て標準化して使用した。

表3-1-1. 北海道阿寒白糠地域におけるヒグマ分布情報の収集先、内容および期間。

| 情報 収集先 | 対象年度 | 情報の種類 | | | | データソース | 位置情報の種類 | | | | | データ 加工法 |
|---------------|----------------------|------------------|-----------|------|----|--|-------------|-------------|--------------|--------------|---------------|------------|
| | | 被害 ！人身 ！事故 | 痕跡 ！目撃 | 許可捕獲 | 狩猟 | | 5kmメッ シュ | 1kmメッ シュ | 緯度経度を 持つ点 | web画像 上の点 | 町全区等 地図上の点 | |
| 津別町 | 2009年度(H21)4-7月 | ○ | ○ | ○ | ○ | 陸別町役場による「熊出没報告箇所・捕獲箇所」の地図 | | | | ○ | | A |
| 美幌町 | 2010-2011年度(H22-23) | ○ | ○ | ○ | ○ | 美幌町役場による「熊出没箇所図」の地図 | | | | | ○ | A |
| 陸別町 | 2005-2010年度(H17-22) | ○ | ○ | ○ | ○ | 陸別町役場による「ヒグマ目撃・捕獲情報」の地図 | | | | | ○ | A |
| 弟子屈町 | 2008-2011年度(H20-23) | ○ | ○ | ○ | ○ | 弟子屈町役場による「ヒグマによる被害・出没状況調査表」(北海道第3号様式)の情報 | | | | ○ | | B |
| 標茶町 | 2010-2011年度(H22-23) | ○ | ○ | ○ | ○ | 標茶町役場による「熊出没報告箇所・捕獲箇所」の地図 | | | | | ○ | A |
| 鶴居村 | 2010-2011年度(H22-23) | ○ | ○ | ○ | ○ | 鶴居村による目撃情報の5kmメッシュコード入り一覧 | | | | | ○ | B |
| 釧路市 | 2009-2011年度(H21-23) | ○ | ○ | ○ | ○ | 釧路市がweb上で公開しているヒグマ出没情報。一部5kmメッシュコードあり | | | | | ○ | A, B |
| 白糠町 | 2005-2011年度(H17-23) | ○ | ○ | ○ | ○ | 白糠町役場によるヒグマ出没・捕獲等の地図 | | | | | ○ | A |
| 浦幌町 | 2003-2011年度(H15-23) | | | ○ | ○ | 浦幌町役場によるヒグマ有書捕獲地点の地番および5kmメッシュコード入り捕獲票 | | | | ○ | | B |
| 十勝東部 森林管理署 | 2003-2010年度(H15-20) | | ○ | ○ | ○ | 北海道森林管理局十勝東部森林管理署による痕跡および目撃情報をまとめた地図 | | | | | ○ | A |
| 根釧西部 森林管理署 | 2008-2010年度(H20-H22) | | ○ | ○ | ○ | 北海道森林管理局根釧西部森林管理署による痕跡および目撃情報をまとめた地図 | | | | | ○ | A |
| 浦幌ヒグ マ調査会 | 2005-2008年度(H17-20) | | ○ | ○ | ○ | 十勝総合振興局森林室管内道有林におけるヒグマの糞発見地点 | | | | | ○ | C |

A: 地図画像をもとに、情報のある位置に該当する5kmメッシュを判別し、shpファイル形式のGISデータを作成した。

B: メッシュコードをもとに、5kmメッシュに変換してshpファイル形式のGISデータを作成した。

C: 座標をもとに5kmメッシュに変換してshpファイル形式のGISデータを作成した。

結果

解析対象とした 297 メッシュのうち、環境省（2004）により確認されていたメッシュ数は 199 メッシュであった。これを安定分布メッシュ（Stable）とした。今回実施した 2003 年度以降の分布情報収集先を表 3-1-1 にまとめた。解析対象範囲内で、全国区分布調査による、2010～2011 年度の駆除地点および 2011 年度に北海道が集約した出没情報に基づく分布確認メッシュは 76 メッシュ、周辺市町村・国有林などの聞き取り調査・現地踏査により得られた情報は、前述の 76 メッシュを除くと 73 メッシュで、2003 年度以降にヒグマの分布が確認されたメッシュは合計 149 メッシュであった。このうち環境省（2004）により確認されていた 199 メッシュに含まれないメッシュは 55 メッシュであった。ただし、環境省（2004）の調査では、分布中心部の情報が欠落している傾向が見られる。そこで周辺メッシュの分布情報、植生図を参照し、このうち 17 メッシュについては、環境省（2004）では情報が欠落していた可能性があるメッシュとし、以後の解析では除外した（No data）。従って、今回の検討における分布拡大メッシュ数は 38（Expand）となった（図 3-1-3）。また、2 回の調査で分布が確認されていないメッシュ数は、43 メッシュ（Unoccupied）となった。

解析対象とした 297 メッシュから No data メッシュ 17 を除き 280 メッシュについて算出した環境属性を基に解析を行った。



図 3-1-3. 解析対象とした阿寒白糠地域（赤枠）における環境省（2004）によるヒグマの分布（緑塗）および本研究における分布情報（黄色点）と全国分布情報で得られた情報と合わせて分布拡大したメッシュ（赤塗）。

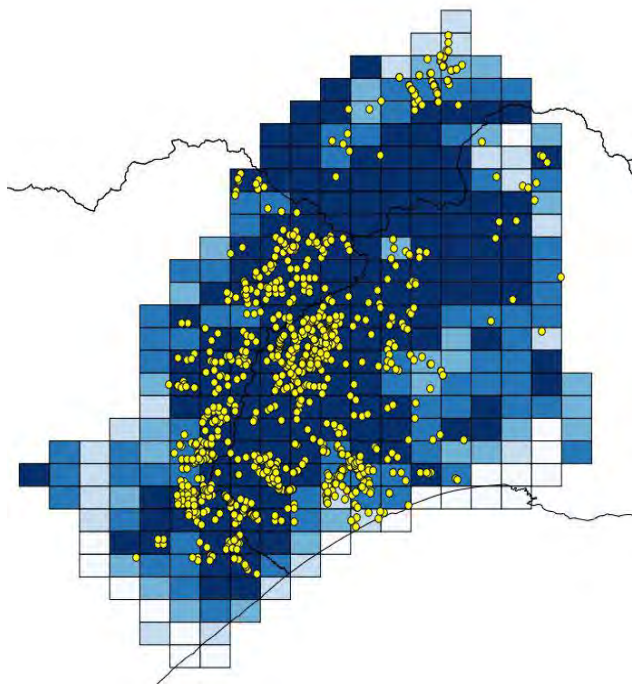


図 3-1-4. 阿寒白糠地域における各メッシュの森林面積
(色が濃いメッシュほど森林面積が大きい).

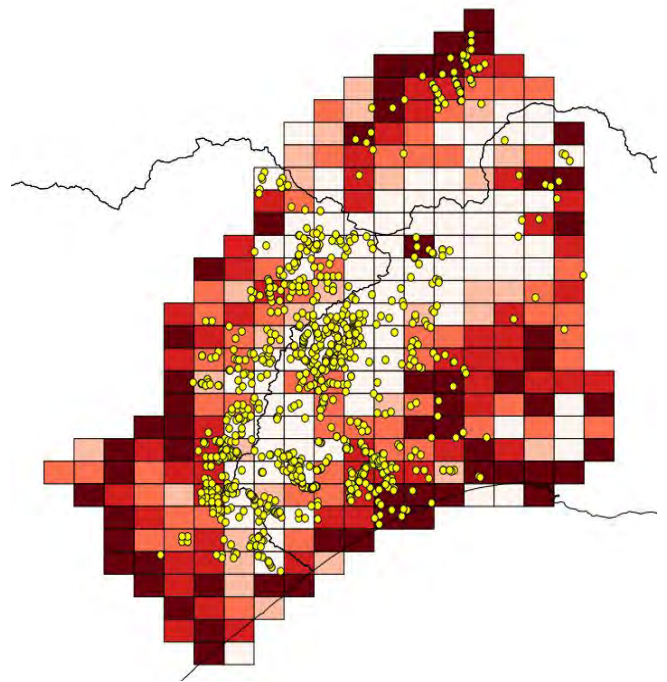


図 3-1-5. 阿寒白糠地域における各メッシュの平均人口
(色が濃いメッシュほど平均人口が大きい).

1) 安定分布メッシュ (Stable) とそれ以外の比較

環境属性を比較すると、各メッシュが安定分布メッシュになるかそれ以外のメッシュになるかの確率分布に対して、メッシュ内の森林面積が正の影響を、また平均人口が負の影響を及ぼすことが示された(表 3-1-2)。

2) 分布拡大メッシュ (Expand) と分布なしメッシュ (Unoccupied) の比較

安定分布メッシュを除く 81 メッシュで比較を行った。環境属性を比較すると、分布拡大メッシュになるか分布なしメッシュになるかの確率分布に対して、有意に影響を及ぼす変数はなかった(表 3-1-2)。

3) Stable と Expand を合わせたものと Unoccupied の比較

環境属性を比較すると、ヒグマの分布情報があるメッシュとないメッシュを分ける変数として、1)と同じく、メッシュ内の森林面積が正の影響を、また平均人口が負の影響を及ぼすことが示された(表 3-1-2)。

4) Expand と Stable の比較

Unoccupied メッシュ 43 を除く 237 メッシュで比較を行った。環境属性を比較すると、拡大メッシュになるか安定分布メッシュになるかの確率分布に対して、メッシュ内の森林面積が負の影響を及ぼすことが明らかとなった(表 3-1-2)。また、有意な差はみられなかったが、平均人口が正の方向に働いている可能性が考えられた。

表3-1-2. ヒグマの分布確率におよぼす環境属性の効果(β), 北海道阿寒白糠地域.

| 説明変数 | 安定分布 vs. それ以外 | | | 分布拡大 vs. 分布なし | | | 安定分布+分布拡大 vs. 分布なし | | | 分布拡大 vs. 安定分布 | | |
|-------------|---------------|--------------------|----|---------------|--------------------|----|--------------------|--------------------|----|---------------|--------------------|----|
| | β | 95%信頼区間 下限値 上限値 | 効果 | β | 95%信頼区間 下限値 上限値 | 効果 | β | 95%信頼区間 下限値 上限値 | 効果 | β | 95%信頼区間 下限値 上限値 | 効果 |
| 森林面積 | 1.185 | 0.521 1.892 | + | 0.212 | -0.266 0.700 | NS | 0.922 | 0.222 1.662 | + | -1.015 | -1.880 -0.188 | - |
| 食物資源が多い植生面積 | 0.091 | -0.611 0.790 | NS | 0.320 | -0.154 0.795 | NS | 0.502 | -0.298 1.335 | NS | 0.270 | -0.571 1.134 | NS |
| 市街地などからの距離 | -0.242 | -0.690 0.207 | NS | -0.082 | -0.541 0.365 | NS | -0.379 | -0.910 0.155 | NS | 0.170 | -0.350 0.667 | NS |
| 牧草地・畑地からの距離 | 0.376 | -0.214 1.018 | NS | -0.014 | -0.568 0.536 | NS | 0.418 | -0.268 1.208 | NS | -0.420 | -1.201 0.255 | NS |
| その他農地からの距離 | -0.012 | -0.566 0.558 | NS | -0.210 | -0.672 0.253 | NS | -0.294 | -0.900 0.306 | NS | -0.109 | -0.751 0.518 | NS |
| 過去の分布からの距離 | NA | NA NA | NA | -0.201 | -0.645 0.232 | NS | NA | NA NA | NA | NA | NA NA | NA |
| 平均人口 | -2.246 | -0.566 0.558 | - | 0.018 | -0.453 0.487 | NS | -1.771 | -3.669 -0.196 | - | 1.940 | -0.657 4.498 | NS |
| 人口増加率 | | | | 0.167 | -0.215 0.550 | NS | 0.081 | -0.376 0.522 | NS | 0.238 | -0.220 0.704 | NS |

考察

阿寒白糠地域個体群においても分布の拡大が認められた。その方向は東側でより顕著であったが、西側の分布がすでに飽和に近い状況でもあったため、はじめに触れたデントコーンの作付面積増加によるものかどうかは明らかにできなかった。

3)の解析により、阿寒白糠地域個体群のヒグマの分布には、森林面積が正の影響（森林面積が多いほど分布する確率が高くなる）、平均人口が負の影響（人口が多いほど分布する確率が低くなる）がみられたことから、妥当な結果として、ヒグマはより森林面積が多く人口が少ない場所、すなわち本来の生息環境として人間側が受け入れやすい環境に生息していることが明らかとなった。ただし、1)の解析から、分布拡大地域を除いた安定分布域だけをとりあげても、より森林面積が多く人口が少ない場所に安定分布することが示されていること、4)の解析により分布拡大地域は安定分布地域よりも森林面積が小さくなる傾向が示されていること、2)の解析により分布拡大地域と分布なし地域で森林面積や人口に差がみられなかったことを合わせて考えると、安定分布地域と比べて、分布拡大地域の方がより森林面積が小さいメッシュであると考えられる。

今後のさらなる分布拡大の可能性については、今回の解析からは明確な方向がみいだせなかった。分布拡大地域の方が安定地域よりも森林面積が低くなったことから、より森林面積の低いメッシュにも拡大の可能性が示唆されるが、やがて人口や農地面積などの負の効果が現れると予測されるためである。また、今回の解析では、安定分布域に比べて拡大地域や分布なし地域のメッシュ数が少なかったために、明確な傾向がみいだせなかった可能性がある。

【引用文献】

- Besag, J.(1974) Spatial interaction and the statistical analysis of lattice systems. *Journal of Royal Statistical Society B* 36: 192-236.
- Gelfand, A. E., Latimer, A., Wu, S. and Silander, J. A. (2006) Building statistical models to analyze species distributions. In (J. S. Clark and A. E. Galfand, eds.) *Hierarchical Modeling for the Environmental Sciences*, pp.77-97. Oxford, New York.
- 北海道環境科学研究センター(2000) ヒグマ・エゾシカ生息実態調査報告書 IV. 野生動物分布等実態調査（ヒグマ：1991～1998年度）. 北海道環境科学研究センター，札幌. 118+21pp.
- Itoh T. Sato Y. Kobayashi K. Mano T. and Iwata R. (2012) Effective dispersal of brown bears (*Ursus arctos*) in eastern Hokkaido, Inferred from analyses of mitochondrial DNA and microsatellites. *Mammal Study* 37:29-41.
- 環境省(2004) 第6回自然環境保全基礎調査 種の多様性調査哺乳類分布調査報告書. 環境省自然保護局生物多様性センター，東京, 116pp.
- 佐藤 喜和(2013) 浦幌町におけるヒグマ駆除数の推移II（1967-2012年）. 浦幌町立博物館紀要 13:15-23.
- Sato, Y., Itoh, T., Mori, Y., Satoh, Y., and Mano, T. (2011) Dispersal of male bears into peripheral habitats inferred from mtDNA haplotypes. *Ursus*, 22:120-132.