

# BA4 Maxent を用いた東北地方におけるツキノワグマ人身事故のリスクマップ作成と事故要因の考察

Distribution of human injury risk by Asiatic black bear and its causes in Tohoku Area estimated using Maxent

地球循環共生工学領域

08E17014 遠藤由己

**Abstract:** Currently, human injury caused by Asiatic black bears is a serious social problem. Aiming to visualize the risk of human injury and analyze the cause of the accident in Tohoku, Japan, I used the Maxent species distribution model. As a result, I obtained the human injury risk maps of the prefectures. The risk level and the contributing variables were different by the beech mast productivity. A future perspective is to improve the model performance by searching for the effective explanatory variables.

**Keywords:** Asiatic black bear, Maxent, risk map

## 1.背景・目的

近年、野生動物と人間との軋轢が顕著化し、中でもツキノワグマによる人身事故は大きな社会問題となっている。しかしツキノワグマ人身事故を軽減するにあたり、人身事故発生地点の空間的特性を明らかにする必要があることから、本研究では生物種分布モデル Maxent を用いてツキノワグマ人身事故リスクを可視化し事故要因を考察することを目的とした。

## 2.研究手法

### 2.1 教師データと説明変数

対象地域を先行研究<sup>1)</sup>より拡大し秋田県、青森県、福島県、宮城県、山形県とした。教師データとして2006年~2019年のツキノワグマ人身事故発生地点を用い、全期間、ブナ豊作年、ブナ凶作年の3つのセットを作成した。説明変数として、食物適性などの自然要因と人口などの社会要因を含めた計11項目を使用した（表1）。説明変数の多重共線性を評価し、VIF>10となる説明変数を除外した。

### 2.2 Maxent の計算方法

Maxent を用いて、県別、教師データセット別に 1 km メッシュの人身事故確率推定モデルを作成した。ジャックナイフ検定による統計量の推定と、8割を教師データ、2割をテストデータとする5回の交差検証を行い汎化性能を評価した。評価指標として AUC を使用した。

### 2.3 ツキノワグマリスクマップの作成と事故要因の考察

Maxent の出力値を1年あたりのツキノワグマ人身事故確率に変換して、リスクマップを作成した。説明変数の寄与率と応答曲線から、ブナの豊作年・凶作年別に事故要因を考察した。

## 3.結果・考察

### 3.1 人身事故リスクマップの作成

表1よりテストデータ AUC に着目すると、全期間モデルでは全て 0.6 以上となり一定の汎化性能が得られたが、ブナの豊凶モデルでは 0.48、0.52、0.42（表1網掛け箇所）と非常に低いケースが見受けられた。これはサンプル数が少ないと起因すると推測される。それらのケースは除外し分析を進めた。図2のように人身事故リスクマップを作成したところ、人口や標高による人身事故リ

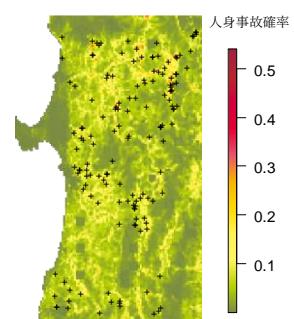


図 2 人身事故リスクマップ（秋田県）

スクの違いが視認できた。また、ツキノワグマ人身事故確率は全モデルで平均3～5%となり、ブナ凶作年がやや低い結果となった。

表1 3つのデータセットを用いたMaxentモデルのAUC、ツキノワグマ人身事故確率の平均値(%)、説明変数の寄与率(%)

	全期間					ブナ豊作年				ブナ凶作年			
	青森県	秋田県	福島県	宮城県	山形県	青森県	秋田県	宮城県	山形県	青森県	秋田県	宮城県	山形県
AUC(平均値) 教師データ	0.79	0.78	0.84	0.86	0.78	0.81	0.77	0.77	0.84	0.89	0.83	0.81	0.62
テストデータ	0.61	0.70	0.77	0.66	0.65	0.48	0.67	0.52	0.65	0.65	0.70	0.65	0.42
ツキノワグマ人身事故件数	149	48	89	37	46	83	26	20	35	66	22	17	11
人身事故確率(平均値)	4.5	4.5	3.4	4.0	4.7	4.4	4.9	4.1	4.1	4.2	3.8	3.2	6.0
自然要因 森林規模適性 <sup>2)</sup>	9.0	24.5	19.2	12.4	10.0	4.9	30.5	16.8	5.4	27.4	15.4	2.7	11.6
寄与率 食物適性 <sup>2)</sup>	8.7	19.1	2.3	2.4	28.4	0.9	18.1	4.8	19.7	12.0	17.8	0.2	0.0
自然要因 ハビタット適性 <sup>3)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
寄与率 傾斜角度 <sup>4)</sup>	7.5	5.9	1.0	30.3	5.5	2.4	0.9	14.9	5.0	11.6	7.8	9.5	0.0
寄与率 平均標高 <sup>4)</sup>	12.1	4.2	7.0	4.9	26.8	20.0	4.1	8.3	23.4	7.8	3.5	3.0	6.2
ツキノワグマ生息域 <sup>5)</sup>	19.1	3.1	57.6	12.9	2.1	14.7	2.6	23.8	7.7	5.8	1.8	19.9	17.1
合計値	56.4	56.8	87.1	62.9	72.8	42.9	56.2	68.6	61.2	64.6	46.3	35.3	34.9
社会要因 道路密度 <sup>4)</sup>	0.8	17.3	2.8	8.9	1.6	6.5	22.6	2.4	0.8	6.8	9.3	3.2	14.9
寄与率 市街地面積 <sup>4)</sup>	21.4	11.0	1.8	5.8	5.8	36.0	8.9	23.3	11.4	10.1	1.6	40.0	16.2
社会要因 人口 <sup>4)</sup>	7.1	6.1	0.1	11.1	1.9	8.6	0.0	0.0	2.6	3.9	35.0	3.8	17.2
寄与率 耕作放棄面積 <sup>4)</sup>	5.6	5.2	5.9	9.5	6.3	2.0	7.7	4.1	6.9	9.5	2.0	17.6	16.8
寄与率 耕作放棄率 <sup>4)</sup>	8.8	3.6	2.2	1.8	11.7	3.9	4.8	1.6	17.0	5.1	7.8	0.1	0.0
合計値	43.7	43.2	12.8	37.1	27.3	57.0	44.0	31.4	38.7	35.4	55.7	64.7	65.1

\*VIF条件によりハビタット適正は除外された

### 3.2 ツキノワグマ人身事故要因の分析

人身事故要因は、全期間モデルとブナ豊作モデルで自然要因の寄与が大きく、うち森林規模適正と平均標高は共通性が高かった。その2つのモデルではツキノワグマ生息域の他、食物適性や森林規模適性など様々な説明変数が大きく寄与しており、主要な人身事故要因の断定が難しい結果となった。一方ブナ凶作年では、県によって人口や土地利用面積などの社会要因が増加し、自然要因を上回る傾向が見られた。人身事故の主要因としては人口、市街地面積があげられる。モデル性能の良かった秋田県に着目すると、人口への応答が豊凶によって異なる傾向を示すことが分かった。地域ごとに多様な人身事故要因が作用している可能性があるため、全体での傾向を分析するだけでなく狭義的なエリアごとの特性を高い精度のもと正確に把握する必要がある。

### 4.結論

Maxentによって東北地方のツキノワグマ人身事故確率を推定し、事故確率に影響する要因を考察した。今後の課題としてはAUCを向上させ汎化性能を高めること、全体・一部地域における他の有効な説明変数を発見し複雑に絡み合うツキノワグマの人身事故要因を分析することである。

### 参考文献

- 1)藤本直也：Maxentを用いた秋田県におけるツキノワグマ人身事故のリスクマップ作成と事故要因の考察、2013年
- 2)環境省自然環境局生物多様性センター：植生調査、[http://www.biodic.go.jp/kiso/vg/vg\\_kiso.html#mainText](http://www.biodic.go.jp/kiso/vg/vg_kiso.html#mainText)、2020年12月参照
- 3)株式会社エコリス：ツキノワグマ HSI モデル、[https://www.ecoris.co.jp/technical/tec\\_tyousa/m002\\_ver1tukinowaguma.html](https://www.ecoris.co.jp/technical/tec_tyousa/m002_ver1tukinowaguma.html) 2020年12月参照
- 4)国土交通省国土政策局：国土数値情報ダウンロードサービス、<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>、2020年12月参照
- 5)環境省自然環境局生物多様性センター：自然環境保全基礎調査、[http://www.biodic.go.jp/youchui/youchui\\_top.html](http://www.biodic.go.jp/youchui/youchui_top.html)、2020年12月参照