

GISを用いたツキノワグマにおける保護管理対策の評価

ツキノワグマ保護管理ネットワーク

山本 俊昭¹⁾・梶ヶ谷 博¹⁾・関 香菜子¹⁾・小松 未緒子¹⁾
玉谷 宏夫²⁾・田中 純平²⁾・大江 久美子²⁾・小山 克²⁾

Evaluation of management approaches for the conservation using GIS in Asian black bear (*Ursus thibetanus*)

Asian black bear management network

Toshiaki Yamamoto, Hiroshi Kajigaya, Kanako Seki, Mioko Komatsu
Hiroo Tamatani, Junpei Tanaka, Kumiko Oe and Masaru Koyama

近年、野生動物が生息する環境の変化に伴い、野生動物による農林業被害が増加しており、大きな社会問題になっている。これら野生動物による被害を軽減するためには、長期的なデータを収集し、行動特性を把握することで効果的な保護管理を行うことができると考える。そこで本研究では、長野県軽井沢町にて1999年から2008年までに取得した雌ツキノワグマ19個体分のデータを用いてGISによる解析を行い、行動特性を解明することを目的とした。その結果、軽井沢町に生息するツキノワグマの平均行動域は $10.27 \pm 7.09 \text{ km}^2$ であった。また、年ごとの行動域を比較すると、他の年と比較して縮小する傾向がみられた。一方、季節ごとに行動域内の森林の割合をみた場合、2006年以外の年では夏から秋にかけて森林の割合が増加する傾向があったのに対して、2006年では減少する傾向がみられた。さらに、各行動域の重心点から森林までの距離を求めた結果、多くの年では森林内に重心点があるのに対して、2006年では重心点が森林の外にある個体が多く見られた。季節ごとに見ると、2004年と2006年における夏の行動域と秋の行動域の重心点が森林外に位置する傾向が示された。ツキノワグマにとって秋の主要な採食種であるミズナラが2006年は不作であったことが報告されており、餌資源の多寡がツキノワグマの行動特性に対して強く影響していることが示唆された。

1. 目的

近年、森林環境等の変化に伴い野生動物による被害や農林業被害が発生し、野生動物と人との軋轢が大きな社会問題となっている。農林水産省の報告によると、2006年の野生動物による農作物の被害は196億円にもぼり、内8億円がツキノワグマ(*Ursus thibetanus*)によるものであった。ツキノワグマの場合、農林業被害に加え、出没による精神的苦痛も非常に大きいとさらに深刻な問題となっている。

ツキノワグマは北海道を除く全域に分布してい

るが、九州・中国地方・紀伊半島・下北半島の個体群は、「絶滅の恐れのある地域個体群」として環境省のレッドリストに指定されており(環境省 2002)、個体数の減少が懸念されている。一方、全国で毎年多くの個体が有害駆除されており、特に2006年は本州各地での大量出没による人や農作物への被害拡大に伴い、捕獲数(許可捕獲によるもの)が全国で5,000頭を超え、うち捕殺されたものは4,500頭を超えた。本研究の調査地である長野県北佐久郡軽井沢町においても、人とツキノワグマの軋轢は深刻であ

1) 日本獣医生命科学大学
2) NPO法人ピッキオ

る。その原因として、地域住民の高齢化のため耕作が放棄された農地、人里付近の里山の手入れが行き届かなくなった事、また、別荘地の開発による生息環境の減少や悪化等が野生動物との距離を縮め、軌轍を増大させていると考えられる。このような状況からも、人と野生動物の軌轍を減少させ、かつツキノワグマの個体群への影響を最小限にするために、科学的根拠に基づいた保護管理対策が急務とされている。特に行動学的な研究は、その種の保護管理を行う上で重要視されている。

これまでのツキノワグマにおける行動学的な研究では、雄の行動圏が雌の行動圏に比べて大きいことが広く知られている(Hazumi and Maruyama 1986, 1987)。また、季節によって利用する餌資源が異なることに伴い、行動圏の標高が大きく変化したことが報告されている(Izumiyama *et al.* 2004)。しかし現在までのツキノワグマに関する行動学的研究は、森林に生息する個体群を対象にするものがほとんどであり、人と動物の接触が多い里山に特化したクマ類の研究はなされていない。また、大型の哺乳類の研究は同じ時期に複数個体を調査する事、長期間に渡り同じ個体を調査する事が非常に困難であることから、個体間の関係性を示した研究はほとんどないのが現状である。そこで本研究では、複数個体のデータを用いてGIS(地理情報システム)により、里山に生息するツキノワグマの行動特性を分析することから保護管理対策について提言することを目的とした。

2. 方法

調査地

軽井沢町は、群馬県との県境に位置し長野県の東部に位置する(図1)。総面積は156.05km²で、人口1万8,000人の町である。北部には浅間山(標高2,568m)・鼻曲山(標高1,602m)、中心部には離山(標高1,256m)を有する軽井沢町は、カラマツ林を中心に、クリ、ミズナラ、コナラ林と未だに豊かな自然が残っている。また、軽井沢町は、一部鳥獣保護区及び国有林として指定されているため、サルやシカ、イノシシ、ツキノワグマ、鳥類と様々な野生動物が生息している。

年間の平均気温は7.9度と過ごしやすいため、年間800万人もの観光客が訪れる避暑地としても有名であり、北部には別荘地が数多く存在し、現在では1万4,000戸を超える別荘が建設されている。一方で、南部には広大な農地が広がり、トウモロコシや蕎麦など気候に適した作物の収穫を行っている。

軽井沢町に生息するツキノワグマは、関東山地個体群と越後・三国個体群に属し、比較的安定した個体群である。町内の生息数は不明だが、長野県全域では1,300頭から3,100頭が生息していると推定され(長野県 2007)、捕殺数(有害鳥獣駆除及び狩猟による捕殺数)は、2006年の例外を除き、1995年以降は捕獲上限数が定められた保護管理計画に基づき150頭前後で推移している。

植生図

植生図は、解析ソフトDifiniensを用いて衛星写真より、森林、緑の多い住宅地、市街地、草地の4種類に分類して作成した。各植生の定義は以下の通り



図1 本研究の調査場所

である。森林は、針葉樹および広葉樹で覆われており、人の利用が極めて低い場所とした。緑の多い住宅地は、主に針葉樹と広葉樹に覆われているものの、人が利用している場所とした(主に別荘地)。市街地は、建造物が多く、人の利用が高い場所とした。草地は、山頂付近の森林限界の場所やゴルフ場など主に樹木のない場所とした。河川(水路を含む)は、住宅地図(株式会社ゼンリン)を使用し、GISを用いて幾何補正を行い、住宅地図に記載されているすべての河川を地図上に書き足して、河川地図の作成を行った(図2)。さらに、現地での調査を行い、河畔林のタイプ分けを行った。

材料

本研究は、長野県北佐久郡軽井沢町において、委託事業である「ツキノワグマ対策事業(受託者:NPO法人ピッキオ)」の一環として、1999年から2007年の間に取得された雌グマのテレメトリー(電波発信

器による位置特定)データを使用させていただいた。ツキノワグマの捕獲のために、ドラム缶檻を使用し、誘因物として蜂蜜または果実類を使用した。捕獲後、一時的な麻酔を行い、電波発信機(VHF)の装着、外部測定、必要に応じて第一小白歯の抜歯、血液、体毛の収集を行った。第一小白歯は、年齢査定に用いた。作業終了後、捕獲場所から放獣場所へ移動し放獣された。その後、テレメトリー調査を夏期は基本的に一日一回、その他の季節には平均10回/月行った。尚、冬眠の確認後は、翌年の春まで調査を行わなかった。

捕獲された個体のうち、本研究で用いた個体のデータを表1に示した。捕獲された個体の捕獲時の年齢は平均8.10歳であり、追跡期間は最長で63ヵ月、最短で6ヵ月であった。

GIS解析

1998年から2007年の間に取得された雌グマのテレメトリーデータをGIS(ESRI社 Arc View 9.2)によりデータベース化した。行動解析には、テレメトリーデータの点数が20点以上の場合のみ用い、季節は4月から5月を春、6月から8月を夏、9月から11月を秋とした(Benson *et al.* 2007)。年間及び各季節の50%と95%行動域の推定には、固定カーネル法を用いて行い(Worton 1989)、各行動域の面積を算出した。なお、固定カーネル法にはHome Range Extensionを使用し、平滑化パラメーターにはLSCV(least square cross validation)を用いた(Seaman *et al.* 1996)。

3. 結果

行動域

各個体で得られたテレメトリー数は、年間平均81.82ポイントであった(表1)。最も多かった個体では、295ポイント/年間であり、少なかった個体では20ポイント/年間であった。各個体の行動域面積を表3に示した。年間の平均行動域は、50%行動域において $2.15 \pm 1.62 \text{ km}^2$ 、95%行動域において $10.27 \pm 7.09 \text{ km}^2$ であった(表2)。各年度間で比較した結果、2004年と2006年の95%行動域の面積は、他の年度と比較し縮小する傾向にあった(図3)。さらに季節ご

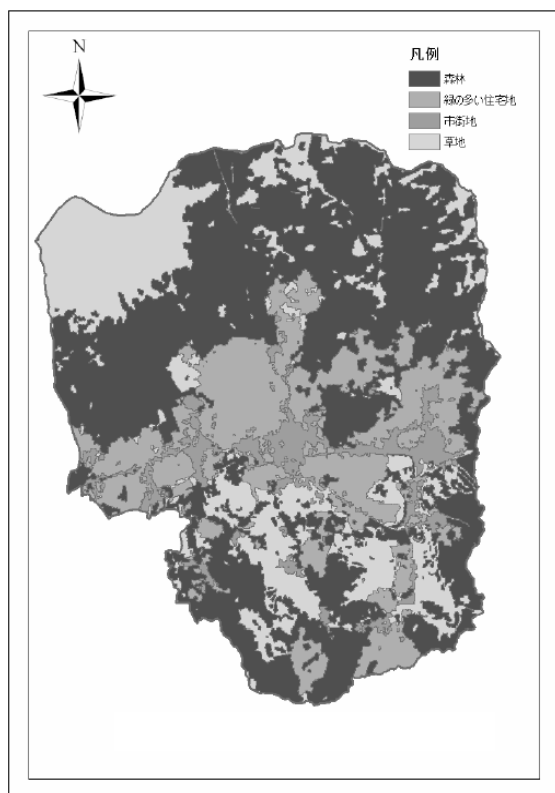


図2 軽井沢町の植生図

とに比較すると、夏の平均行動域(95%行動域)は11.62±1.09 km²であったのに対して、秋の平均行動域では12.03±3.28 km²であり、夏と秋との間には明確な行動域面積の違いは認められなかった。

植生割合

本研究にて植生図を作成した結果、軽井沢町における森林、緑の多い住宅地、市街地および草地の割合は、それぞれ50.63%・20.62%・5.87%・22.88%で

あった(図2)。これら植生図を用いて行動域内の植生割合を解析した結果、軽井沢に生息するツキノワグマの年間行動域は平均77.8%が森林であることが明らかになった(表3)。年度ごとに比較した場合には、2006年において森林の割合が減少している傾向が認められた(図4)。さらに、季節ごとに比較しても、基本的には夏から秋にかけて森林の割合が増加するのに対して、2006年では反対に減少する傾向が見られた(図5)。

表1 GISに用いた個体の年齢およびポイント数

No	年齢(捕獲時)	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07
3	15	21	36							
4	10	49	179	79	130	21			20	103
7	22		25							
13	5				58	192	163	206	295	
15	11				24	99	107	58	21	20
19	9					44				
20	4					32	103			
21	8					26	85	83	59	60
22	2					33	79	47	23	20
25	1						39	97	178	76
31	5							96	246	140
34	6								149	
35	10									52
38	9								26	71
39	3								36	140
40	15									42
42	8									20
44	7									132
45	4									33

表2 各個体の行動域面積(km²)

No	年齢	2003年				2004年				2005年				2006年				2007年				
		春	夏	秋	年間	春	夏	秋	年間	春	夏	秋	年間	春	夏	秋	年間	春	夏	秋	年間	
3	50%																					
	95%																					
4	50%				1.20														0.61	0.57	1.25	0.78
	95%				4.42														3.53	2.27	5.67	3.62
7	50%																					
	95%																					
13	50%	1.48	2.62	1.45	2.35	0.77	1.24	2.43	1.69	9.56	2.00	2.60	3.85	0.74	3.75	8.26	2.75					
	95%	7.49	11.74	6.20	13.23	3.38	9.23	13.57	13.15	40.16	8.48	13.55	19.15	3.74	17.57	36.58	13.83					
15	50%	1.48	5.23	4.03	6.63	1.67	0.64	1.68		1.72	9.56	3.25						3.41			6.43	
	95%	7.64	23.69	18.67	30.05	8.67	4.42	10.78		11.63	37.08	23.77						16.21			26.07	
19	50%				3.60																	
	95%				15.90																	
20	50%				2.05	1.13	0.60	1.01														
	95%				10.09	4.59	3.83	5.95														
21	50%		1.09	0.71		1.06	2.15	1.06	0.39		2.01	0.92		0.49		0.83					2.35	
	95%		4.77	3.18		4.77	7.70	4.77	1.91		9.85	4.29		2.55		4.32					13.43	
22	50%				6.57				1.75			2.04				1.50					2.15	
	95%				24.26				8.81			10.23				6.42					8.05	
25	50%					0.36		1.84		0.82	1.53		1.32	1.52	1.33	1.47	1.81		0.90		1.61	
	95%					1.53		9.59		4.14	6.07		6.20	7.70	5.83	8.09	9.36		4.77		8.55	
31	50%									2.29	1.10	3.87		0.04	1.51	0.78	1.00		1.33	1.68	1.53	
	95%									9.18	5.64	19.18		0.21	6.65	3.87	4.93		6.50	6.32	7.14	
34	50%														1.24	1.57	1.64					
	95%														5.60	6.76	7.66					
35	50%																			5.77	1.84	2.64
	95%																			22.23	8.55	12.64
38	50%															5.69			4.29	4.31	2.70	
	95%															22.86			17.92	18.85	11.30	
39	50%														0.78	0.78			1.12	1.17	1.28	
	95%														3.56	4.14			4.29	4.44	4.87	
40	50%																			4.34	5.12	
	95%																			20.13	21.48	
42	50%																				1.11	
	95%																				5.59	
44	50%																		1.046	0.388	1.00	
	95%																		4.281	1.935	4.62	
45	50%																				1.20	
	95%																				5.90	

表3 行動域内の森林割合

No	2003年				2004年				2005年				2006年				2007年					
	春	夏	秋	年間	春	夏	秋	年間	春	夏	秋	年間	春	夏	秋	年間	春	夏	秋	年間		
3	50%																					
	95%																					
4	50%			91.87											75.56		80.61	78.73	82.35			
	95%			87.91											68.12		87.50	85.78	86.79			
7	50%																					
	95%																					
13	50%	77.94	73.22	79.48	80.49	97.97	85.71	90.10	90.42	82.46	62.96	70.76	68.80	84.92	36.72	34.77	52.27					
	95%	78.29	42.63	70.15	58.02	89.51	39.35	67.32	60.47	74.73	51.86	60.66	60.77	76.29	40.51	25.10	47.82					
15	50%	98.56	65.29	73.54	76.41																91.21	
	95%	81.29	74.37	71.53	77.20		69.84	67.74	74.85		70.15	85.47	81.12				75.17				84.93	
19	50%		56.82	66.17	59.03																	
	95%		61.05	65.80	61.52																	
20	50%		87.37	88.26			84.05	99.50	92.47													
	95%		86.16	82.14			86.92	88.32	85.11													
21	50%		85.67	87.93		96.20	83.95	94.55	100.00			98.62	99.72		65.02		72.11		96.75		85.36	
	95%		87.52	88.42		88.42	71.63	89.94	93.84			96.64	99.48		66.11		71.67		81.96		78.08	
22	50%		77.37	87.65			75.70		86.29				99.52				98.58				96.79	
	95%		76.56	76.92			65.48		83.08				97.08				89.66				87.12	
25	50%						84.50		82.72	97.99	92.34		92.11	92.05	86.91	95.61	88.47		90.51		86.48	
	95%						79.63		88.54	90.72	75.25	87.14	87.14	73.20	65.08	66.36	72.78		75.67		78.86	
31	50%										72.14	94.54	75.87	77.83	68.13	56.55	63.65		69.44	84.48	76.59	
	95%										60.34	80.00	58.38	84.35	66.72	55.28	69.93		65.10	68.53	66.38	
34	50%														48.24	29.25	38.78					
	95%														58.64	39.77	47.39					
35	50%																		80.30	84.69	81.68	
	95%																		69.24	80.85	78.38	
38	50%																72.27		53.27	64.32	68.56	
	95%																67.41		56.53	70.80	66.38	
39	50%																	93.51	97.41	99.46	84.19	99.01
	95%																	69.87	71.05	68.84	66.46	64.46
40	50%																					68.59
	95%																					63.98
42	50%																			61.07		60.67
	95%																					93.47
44	50%																			74.09	91.05	79.46
	95%																			70.46	78.45	75.94
45	50%																					90.40
	95%																					88.00

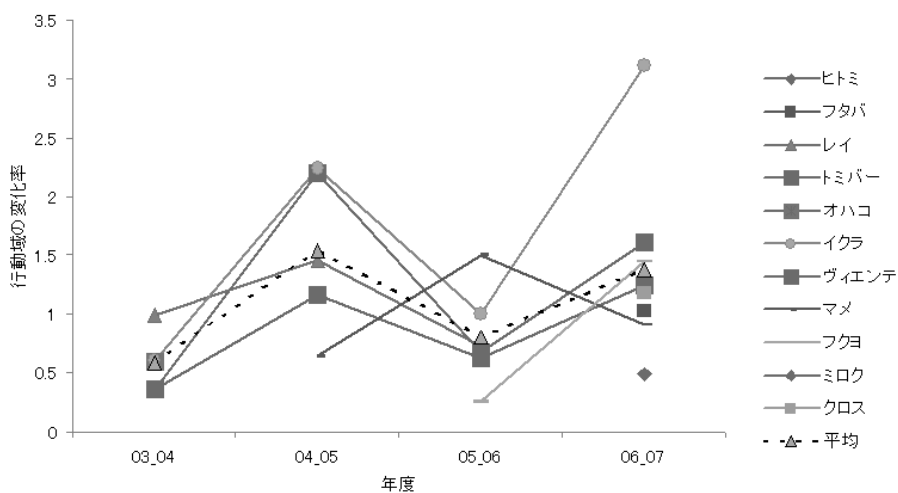


図3 年間における行動域面積の变化率

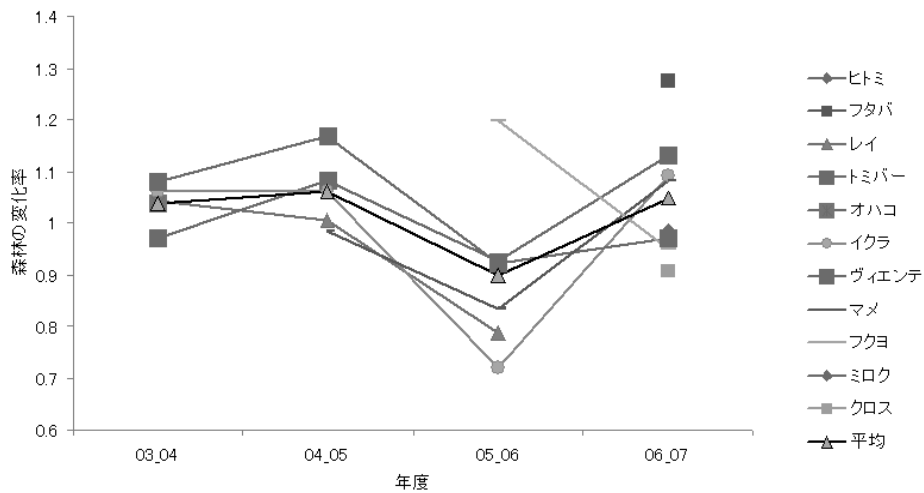


図4 年間における行動域内の森林割合

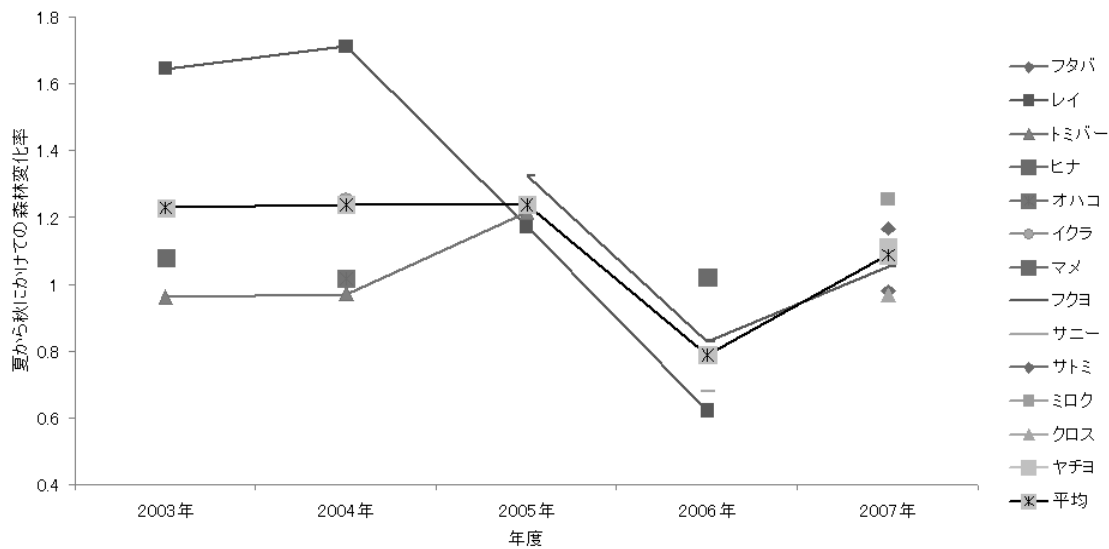


図5 夏から秋にかけての行動域面積の変化率

重心点

重心点の位置を求めた結果、ほとんどの個体では森林内にあった。特に、秋において森林内に重心点がある傾向が見られた。一方、2004年と2006年の秋に関しては、約半数の個体の重心点が森林外にある傾向が見られた(表4)。

表4 重心点と森林の位置関係

季節	年度	森林外	割合	森林内	割合
夏	2003年	1	33%	2	67%
	2004年	2	33%	4	67%
	2005年	2	50%	2	50%
	2006年	2	40%	3	60%
	2007年	1	13%	7	87%
秋	2003年	0	0%	6	100%
	2004年	2	50%	2	50%
	2005年	0	0%	4	100%
	2006年	2	40%	3	60%
	2007年	0	0%	7	100%

4. 考察

本研究により軽井沢に生息する多くのツキノワグマの行動特性として、1)秋の行動域は夏に比べて大きくなること、2)行動域内の森林割合が夏から秋にかけて増加すること、3)重心点が夏に比べ秋のほうが森林内に位置する傾向が示された。ツキノワグマは秋になると貯食のため、落葉広葉樹林であるミズナラを利用するとされていることから(Hashimoto 2002, Hashimoto *et al.* 2003)、軽井沢町に生息するツキノワグマの多くは秋にかけて奥山にあるミズナラを求めて移動した可能性が考えられる。しかしながら、2006年の場合では1)他の年度に比べて行動域が小さくなったこと、2)森林割合が夏から秋にかけて減少したこと、3)重心点が夏と秋ともに森林外に位置する傾向が示された。2006年には、長野県下におけるミズナラの凶作が指摘されている(岸元 2007、泉山ほか 2008)。軽井沢町でも森林内の食物資源が不足していたことが知られており、奥山のほうへ移動せず秋の行動域が夏の行動域に近くなったと考える。このことが一因で、秋の出没が他の年度に比べて多くなり、結果として大量出没に繋がったのではないかと考えられる。本研究より、餌資源の多寡が強く行動特性に影響することが示唆された。これまでにも、ブナの豊凶とツキノワグマの捕

獲個体数には相関があることが報告されており(Oka *et al.* 2004)、その年度の餌資源の結実状況に応じた出没への対策を行っていくことが必要であると考えられた。

謝辞

本研究に使用したデータは、軽井沢町の委託事業である「ツキノワグマ対策事業(受託者：NPO法人ピッキオ)」の一環で得られたデータを使用させて頂きました。また、GIS作業を行うにあたっては、酪農学園大学 鈴木透助教、国立環境研究所 赤坂宗光氏をはじめ、日本獣医生命科学大学 掛札小夜子氏、田中裕久氏、高津戸望氏、加藤祐子氏、許勢文郁氏の方々に、大変なご協力をいただきました。ここに深く感謝の意を申し上げます。

参考文献

- Benson, J. F. and Chamberlain M. J. 2007. Space use and habitat selection by female Louisiana Black Bears in the tensas river basin of Louisiana. *Journal of wildlife Management* 71: 117-126.
- Hazumi T. and Maruyama N. 1986. Movement and habitat use of Japanese black bears in Nikko. *International Conference on Bear Research and Management* 6: 99-101.
- Hazumi T. and Maruyama N. 1987. Movement and habitat use of Japanese black bears in Nikko. *International Conference on Bear Research and Management* 7: 275-279.
- Izumiyama S. and Shiraishi T. 2004. Seasonal changes in elevation and habitat use of the Asiatic black bear (*Ursus thibetanus*) in the Northern Japan Alps. *Mammal study* 29: 1-8.
- 泉山 茂之. 2008. 長野県におけるツキノワグマ (*Ursus thibetanus*) の里地への出没時期と年齢査定による大量出没要因の解明 ,Article, *Bull. Shinshu Univ. AFC* 6: 19-24.
- 環境省. 2002. 改定・日本の絶滅の恐れのある野生生物—レッドデータブック—1哺乳類. 自然環境研究センター 177.

- 岸元 良輔. 2007. 長野県におけるツキノワグマの保護管理計画と大量出没の実態. JBN緊急クマシンポジウム&ワークショップ報告書—2006年ツキノワグマ大量出没の総括とJBNからの提言—(坪田敏男, 編), 日本クマネットワーク, 岐阜. 16–21.
- Hashimoto Y. 2002. Seasonal food habits of the Asiatic black bear in the Chichibu Mountains, Japan. *Mammal Study*. 27, 65-72.
- Hashimoto Y., Kaji M., Sawada H and Takatsuki S. 2003. A five year study on fall food habits of the Asiatic black bear in relation to nut production. *Ecological research* 18: 485-492.
- 長野県. 2007. 第2期特定鳥獣保護管理計画(ツキノワグマ). 長野県, 長野, 33pp
- Oka T., Miura S., Masaki T., Suzuki W., Osumi K. and Sitoh S. 2004. Impact of beechnut production on Asiatic black bear in northern Japan. *Journal of Wildlife management* 68: 979-986.
- Seaman, D.E. and R.A. Powell. 1996. An evaluation of the accuracy of kernel density estimators for home range analysis. *Ecology* 77:2075-2085.
- Worton, B.J. 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology* 70: 164-168.

Recently, the natural habitats of wildlife are rapidly changing and consequently make a conflict with human. To decrease conflicts with wildlife, we need to understand the behavioral characteristics of wildlife and manage them effectively. In this study, we aimed to analyze telemetry data of 19 female black bears *Ursus thibetanus japonicus* from 1999 to 2007 using GIS and appear behavioral characteristics of female black bears. Our data showed that home range size of female black bear was averagely 10.27 ± 7.09 km². in Karuizawa, Nagano prefecture, Japan. Compared among average home range size of each year, these of 2004 and 2006 have a tendency to become smaller than other years. Furthermore, the center points of home range of many individuals in autumn of 2004 and 2006 were located in out of forest estimated by using GIS. In the autumn of 2006, items of food shortage were certainly acorns of oak trees, which were main food item in autumn. Our results indicate that patterns and distributions of food items are influenced strongly to behavioral characteristics of bears.