

列車支障件数によるエゾシカの生息動向評価

Evaluation of population trend of sika deer by the number of deer-train collisions in Hokkaido, Japan

ABSTRACT

稲富 佳洋*

INATOMI Yoshihiro*

受付：2020年11月9日

受理：2020年12月8日

* 自然環境部 生物多様性保全グループ

Corresponding Author INATOMI Yoshihiro
inatomi@hro.or.jp

In order to evaluate the population trend of sika deer, we analyzed the annual variation and seasonal variation of the number of deer-train collisions. As a result of comparing the trends of deer-train index and population size index, the increase rate in the deer-train index was larger than that of population size index. Sections between stations where more than 20 collisions per 10km occurred in 1999 were only in eastern part of Hokkaido, but they expanded to western part in 2009 and to southern part in 2019. I suggest such trends reflect the expansion of distribution and the settlement for sika deer in Hokkaido. Cluster analysis classified the monthly number of collisions into 5 groups, a group with no collisions, 2 groups with no clear seasonal variation, a group with many collisions occurred from October to December, and a group with many collisions during winter season. Such differences in seasonal variation patterns would reflect differences in population density and habitat use of sika deer.

Keywords: deer-train collision, population trend, annual variation, seasonal variation, cluster analysis

はじめに

ニホンジカ (*Cervus nippon*) の亜種であるエゾシカ (以下、「シカ」) は、明治初期の大雪と乱獲によって一時は絶滅寸前まで激減したものの、保護政策や生息環境の改変などによって分布域を拡大しながら、その個体数を急激に増加させてきた⁸⁾。このような個体数の増加に伴いシカによる農林業被害や生態系への影響が深刻化するだけでなく、列車や自動車とシカが衝突する交通事故も増加している。

野生動物による交通事故は、交通、野生動物、環境の3つの要素の相互作用によって発生する²⁾。交通の要素には、鉄道網や道路網の地理的位置、交通量、速度、野生動物に対する人間側の反応など、野生動物の要素には、その動物種の行動様式や活動パターン、生息密度、交通機関に対する動物側の反応など、環境の要素には、視覚的要素や植生、水条件などが含まれる²⁾。Ando¹⁾ は、線路を横断するエゾシカの頭数が早朝と夕方に増加することを明らかにし、列車との衝突はエゾシカの日周行動と関係があることを報告している。このように、野生動物による交通事故の解析は、対象となる野生動物の行動や活動パターン、生息密度などの知見を得るのに有効である。

北海道では、ライトセンサスや捕獲数のデータを用いたベイズ推定法によってシカの個体数指数を算出し、生息動向を評価している¹¹⁾。しかし、個体数指数には不確実性が多く含まれるため、別の指標によるクロスチェックが必要とされる⁹⁾。このようなことから、北海道エゾシカ管理計画(第5期)では、線路内へ立ち入ったシカが北海道旅客鉄道株式会社、日本貨物鉄道株式会社及び道南いさりび鉄道株式会社(以下、「JR等」)の列車運行に支障を及ぼした件数(以下、「列車支障件数」)について、生息動向を評価するためのモニタリング項目として位置付けている³⁾。しかし、これまでベイズ推定による個体数指数と列車支障件数の動向を比較した研究例はないため、列車支障件数によって生息動向を評価できるのか十分に検討されていない。また、列車支障件数には、列車支障が発生した区間や月日などの情報が含まれるため、発生区間の年変動や季節変動を解析することによって、シカの行動や活動パターンに関する知見を得られる可能性がある。

本研究では、1) 列車支障件数と個体数指数の動向を比較することによって、シカの生息動向を評価すること、2) 列車支障の年変動及び季節変動を解析し、行動や活動パターンに関する知見を得ることを目的とした。

表1 各路線における列車支障件数の推移。
Table 1 Annual variation of the number of deer-train collisions on railway lines.

路線名	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
東部地域																											
花咲線	86	99	142	138	202	200	174	177	163	179	156	286	278	329	335	362	438	456	466	599	622	530	492	427	353	404	337
釧網本線	49	42	88	73	95	134	117	128	141	122	150	164	149	187	157	245	342	235	231	335	267	283	286	252	200	224	242
根室本線(新狩勝～釧路)	49	45	66	66	98	132	92	62	69	62	97	80	112	135	129	168	157	158	251	242	201	195	191	160	195	235	209
石北本線(奥白滝～網走)	20	19	46	42	32	54	24	34	55	50	82	97	101	79	91	122	168	145	208	258	106	186	250	153	129	142	175
小計	204	205	342	319	427	520	407	401	428	413	485	627	640	730	712	897	1105	994	1156	1434	1196	1194	1219	992	877	1005	963
西部地域																											
根室本線(滝川～新狩勝)	13	10	23	29	24	40	30	54	49	43	50	56	81	109	124	114	148	128	161	155	99	107	176	110	132	123	119
札沼線	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	3	2	3	2	4	4	5	10	2	9	4	10	6	4	5
室蘭本線(小幌～室蘭)	3	2	8	8	16	8	13	8	11	34	32	28	47	49	68	110	132	136	217	196	207	195	207	234	275	280	260
宗谷本線	15	21	35	42	51	59	55	68	85	92	130	127	205	185	224	216	321	296	436	389	396	405	515	528	519	490	505
石勝線	15	23	30	20	38	46	34	64	37	48	62	77	130	122	113	151	203	193	228	201	162	137	132	83	148	233	133
石北本線(新旭川～奥白滝)	26	16	35	35	28	53	33	33	39	37	35	42	50	42	31	45	51	62	72	69	37	50	56	67	72	79	67
千歳線	1	2	9	5	6	6	7	8	9	19	9	12	29	30	36	47	38	60	54	63	71	77	100	116	139	132	125
日高本線	1	7	7	11	13	20	16	29	30	45	54	61	67	62	81	110	103	93	148	141	140	113	42	47	47	28	39
函館本線(ほしみ～旭川)	3	2	1	2	10	7	2	4	3	10	8	7	11	13	22	18	23	22	33	49	36	22	25	48	36	36	27
富良野線	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	2	1	2	2	5	2	2	2	4	1	5	4	5
留萌本線	2	1	2	0	2	3	1	6	7	3	2	6	11	14	15	15	20	25	36	32	46	40	39	32	25	32	24
小計	80	85	151	153	188	243	192	275	270	331	383	419	634	629	719	829	1045	1021	1395	1307	1198	1157	1300	1276	1404	1441	1309
南部地域																											
海峡線	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
江差線/道南いさりび鉄道*	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	3	0	7	3	8	5	4	4	5	2	13	5	17	22	18
室蘭本線(長万部～小幌)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	1	0	3	4	3	4	5	14	9
函館本線(函館～ほしみ)	1	0	0	1	0	0	1	2	3	1	9	4	26	22	37	55	46	55	63	113	133	136	189	168	275	268	276
小計	1	0	0	2	0	1	1	2	3	1	12	4	29	23	44	58	56	60	68	117	142	142	205	177	297	304	303
発生場所不明	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	6	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	285	290	493	474	615	764	600	678	701	746	880	1052	1303	1388	1476	1784	2207	2075	2619	2858	2536	2493	2724	2445	2578	2750	2575

*江差線は平成28年3月26日から道南いさりび鉄道

方法

データの入手と地域区分

1993年度～2019年度における列車支障が発生した路線名、発生日時及び発生場所（駅又は信号所の区間）に関するデータについて、北海道環境生活部環境局自然環境課を通じて、JR等から入手した。なお、列車支障件数には、シカと列車が衝突した件数だけでなく、線路内に立ち入るシカを発見したことにより列車が停止した件数も含まれている。

本研究では、各路線を北海道エゾシカ管理計画の地域区分にあわせて東部地域、西部地域、南部地域に区分した³⁾。すなわち、花咲線、釧網本線、根室本線（新狩勝～釧路）及び石北本線（奥白滝～網走）を東部地域、根室本線（滝川～新狩勝）、札沼線、室蘭本線（小幌～室蘭）、宗谷本線、石勝線、石北本線（新旭川～奥白滝）、千歳線、日高本線、函館本線（ほしみ～旭川）、富良野線及び留萌本線を西部地域、海峡線、道南いさりび鉄道（旧江差線）、室蘭本線（長万部～小幌）及び函館本線（函館～ほしみ）を南部地域とした。なお、区間別の件数は、2009年当時に運営されていた駅に基づいて集計し、2009年以降廃駅になった区間で発生した列車支障については、廃駅になる前のどちらかの区間に振り分けて集計した。

データの解析

列車支障件数とベイズ推定法による個体数指数との関係を解析するために、列車支障件数を地域ごと（東部地域、西部地域及び南部地域）に集計し、基準年を100とした相対値（以

下、「列車指数」）を算出した。各地域の基準年は、北海道エゾシカ管理計画に基づき東部地域を1993年度、西部地域を2000年度、南部地域を2011年度とした。ベイズ推定法による個体数指数は、列車指数と同様に各地域の基準年を100とした相対値であり、本研究では令和2年度エゾシカ対策有識者会議で報告された個体数指数の中央値を使用した⁴⁾。

各区間における列車支障件数の季節変動パターンを解析するために、2019年度に発生した各区間の列車支障件数を月別に集計し、月別の列車支障件数を変数とするクラスター分析（ユークリット距離を用いたWard法）を行った。クラスター分析によって区間を5つのグループに分類し、各グループにおける月別の平均列車支障件数を算出した。本研究では、1～3月及び12月を冬期、4～6月を春期、7～8月を夏期、9～11月を秋期に区分した。

結果及び考察

列車支障件数の年変動と個体数指数との関係

1993年度に285件だった全道の列車支障件数は、ほぼ一貫して増加し、ピークである2012年度には、ほぼ10倍の2,858件に達した(表1)。2012年度以降の列車支障件数は、ピーク時に比べて若干減少したものの、毎年2,500件前後の高い水準で推移している(表1)。1993年度から2004年度の列車支障件数は、東部地域で顕著に多かったものの、西部地域の急増に伴い2005年度から2014年度は東部地域と西部地域でほぼ同水準となり、2015年度以降は西部地域が

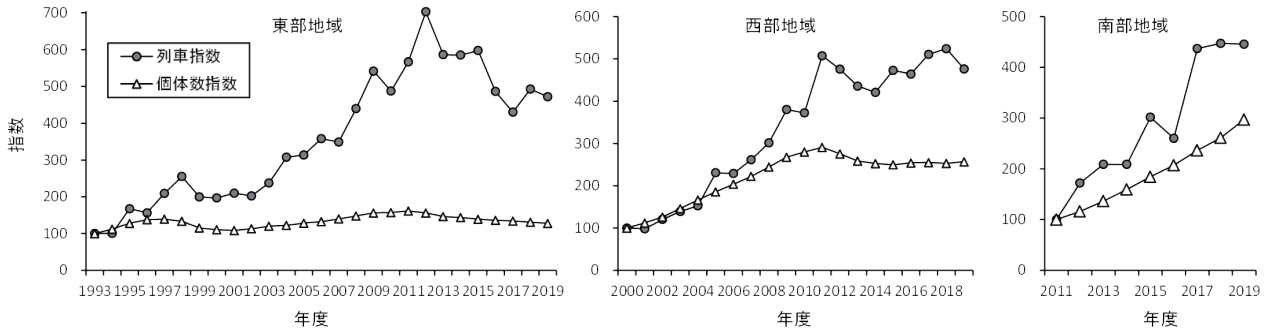


図1 各地域におけるシカの列車指数と個体数指数の推移。

Fig.1 Annual variation of deer-train index and population size index of sika deer in eastern, western and southern part of Hokkaido.

東部地域を上回る状況になった(表1)。南部地域の列車支障件数は、他地域に比べると少ないものの、ほぼ一貫して増加を続けているため、今後、西部地域や東部地域のような高い水準になることが懸念される。

路線別の列車支障件数は、1993年度から2014年度まで花咲線で最も多かったが、2015年度以降は花咲線の列車支障が減少し、宗谷本線が最も列車支障が多発する路線となった(表1)。花咲線の列車支障件数は、2013年度(622件)から2019年度(337件)にかけて4割以上減少しており、他の路線に比べて低下が顕著であった(表1)。この原因の一つとして、線路周辺で実施された捕獲事業の効果が挙げられる。花咲線の初田牛駅から西和田駅における線路の周辺では、北海道森林管理局や根室振興局、根室市による複数の捕獲事業が継続的に実施されており、2015年度は合計501頭、2016年度は797頭、2017年度は304頭が捕獲された。捕獲事業の実施に伴い初田牛駅から西和田駅の列車支障件数は、捕獲事業実施前(2014年度)の191件から89件(2017年度)まで大幅に低下したため、捕獲事業が列車支障の発生抑制に貢献した可能性がある。

東部地域の列車指数と個体数指数は、1997年度～1998年度をピークに一度低下若しくは横這い傾向を示した後、再び上昇傾向を示し、2011年度～2012年度に二度目のピークを迎え、再び低下するという類似の動向を示した(図1)。一方で、2019年度の列車指数(472)は個体数指数(128)を大きく上回った(図1)。また、西部地域の列車指数と個体数指数は、2011年度をピークに上昇した後、2014年度まで一度低下するという類似の動向を示した一方で、2019年度の列車指数(476)は個体数指数(257)を大きく上回った(図1)。さらに、南部地域の列車指数と個体数指数は、どちらも一貫した増加傾向を示した一方で、2019年度の列車指数(446)は個体数指数(297)を大きく上回った(図1)。このように、いずれの地域においても列車指数と個体数指数の増減傾向は類似していたものの、列車指数の増加幅が個体数指数に比べて大きかったため、基準年からの年数が経過す

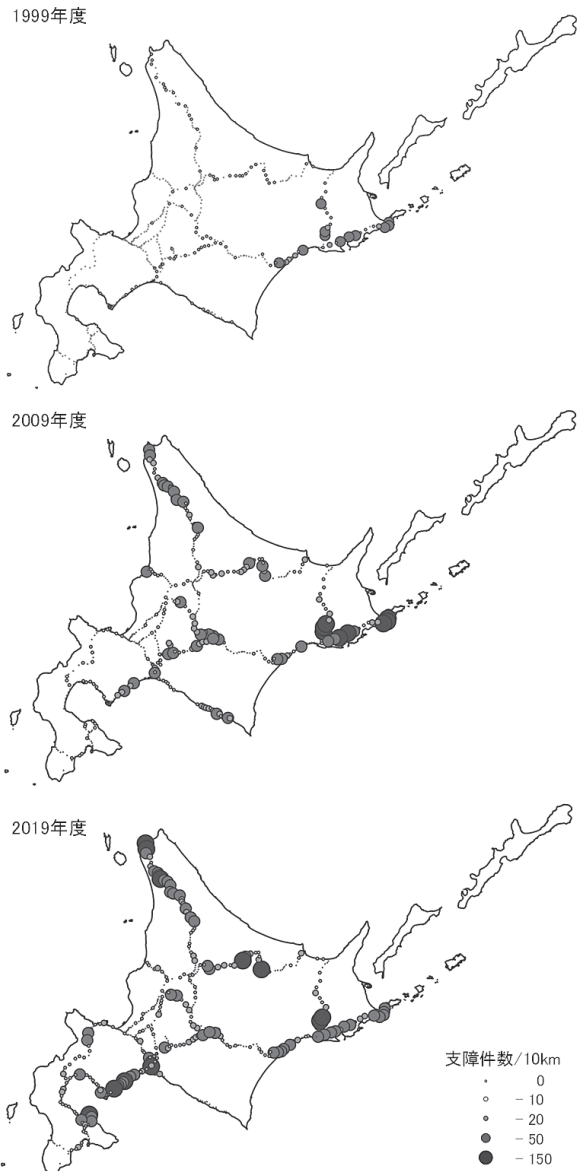


図2 1999, 2009, 2019年度における各区間の線路距離10km当たりの列車支障件数の分布。

Fig.2 Annual variation of deer-train index and population size index of sika deer in eastern, western and southern part of Hokkaido.

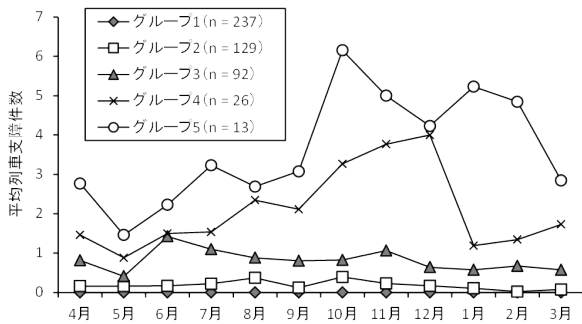


図3 クラスター分析によって分類された5グループにおける各月の平均列車支障件数

Fig.3 The average of monthly deer-train collisions in 5 groups classified by cluster analysis.

るほど両値は乖離する傾向を示した。このような乖離が生じた原因として、以下の2点が考えられる。

一点目の原因として、列車支障がシカの個体数だけではなく、シカによる線路近辺の利用頻度の影響を受けて発生したことが挙げられる。稲富⁶⁾は、積雪期に除雪され、歩行しやすい線路近辺はシカにとって好適な環境であることを指摘している。また、線路近辺では、銃器の使用が禁止されているため、捕獲圧をかけにくく、シカにとって安全な環境になりやすい。このように安全で利用しやすい線路近辺にシカが集中し、利用頻度が上昇した結果、個体数の増加に比べて列車支障が大幅に増加した可能性がある。

二点目の原因として、列車指数は一部の地域における個体数の動向しか反映していないことが挙げられる。個体数指数の推定には、すべての市町村から得られたライトセンサスや捕獲数のデータを利用しているのに対し、列車指数は線路が存在する場所だけのデータに限られる。このように、データの取得した範囲の違いによって、両指数の乖離が生じた可能性がある。

1999年度に20件/10km以上の列車支障が発生した区間は、東部地域の根室本線や釧網本線、花咲線に限定されていたが、2009年度には西部地域の宗谷本線や石北本線、石勝線などに拡大し、2019年度にはそれまでほとんど列車支障が発生していなかった南部地域の函館本線にも拡大した(図2)。シカの分布は1970年後半まで東部地域に限定されていたが、その後西部地域や南部地域に進出した後、各地域に定着し、繁殖したことにより高密度化が進んでいる⁷⁾。列車支障が発生した区間の分布の動向は、このようなシカの分布拡大と定着を反映していると考えられる。

列車支障の季節変動

クラスター分析によって分類された5グループのうちグループ1は、1年を通じて列車支障が発生しなかった(図3)。

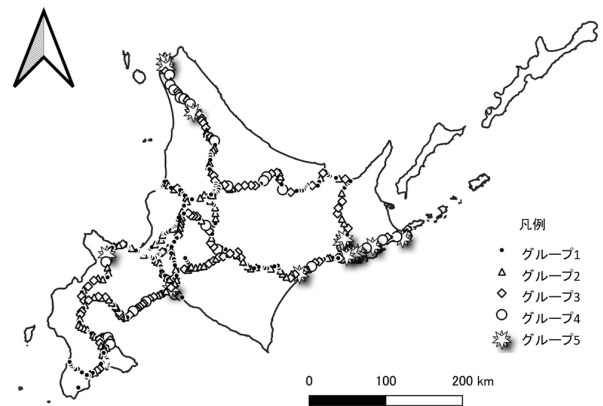


図4 クラスター分析によって分類された5グループの分布。

Fig.4 Distribution of 5 groups classified by cluster analysis in Hokkaido.

これらの区間は、札幌市や函館市、旭川市などの市街地周辺に多く分布しており(図4)、線路周辺におけるシカの生息密度が著しく低い地域だと考えられる。

グループ2とグループ3は、冬期に比べて夏期や秋期の列車支障件数が若干多い傾向を示したものの、明確な季節変動パターンを示さなかった(図3)。グループ2の平均列車支障件数は、各月とも1件以下と非常に低かったため、列車支障は偶発的に発生していたと考えられる。一方、グループ3はグループ2よりいずれの月も平均列車支障件数が多く、グループ2に比べてシカの生息密度が高い区間であることが示唆された。

グループ4は、10月～12月に多数の列車支障が発生した後、1月～3月に急減する季節変動パターンを示した(図3)。10月～11月はシカの交尾期に該当する¹⁰⁾。野生動物の交尾期は、活動性が高まるため、交通事故が発生しやすくなることから、ノロジカやアカシカ、オジロジカ、イノシシなど多くの野生動物で報告されている²⁾。また、11月～12月は、シカが夏の生息地から冬の生息地(越冬地)へ季節移動する時期に該当する⁵⁾¹⁰⁾。季節移動の途中で線路を横断し、列車支障の発生するリスクが高まると考えられる。このようにグループ4で10月～12月の列車支障が多発したのは、シカの繁殖活動や季節移動による影響を反映していたと考えられる。

グループ5は、4月～12月まではグループ4と同様の季節変動パターンを示したが、1月～3月の冬期にも列車支障件数が多いという点でグループ4と大きく異なった(図3)。区間数は全グループの中で最も少なく、東部地域と西部地域の北部に多く分布していた(図4)。グループ4が主に夏の生息地であるのに対し、グループ5には越冬地も含まれていると考えられる。越冬地にはシカが集中するため、アクセスさえできれば、効果的な捕獲がしやすい地域である。グルー

プ5のような越冬地を含む区間を抽出し、それらの周辺で捕獲することができれば、シカの個体数調整や列車支障の発生抑制に効果的だと考えられる。

以上のように、各区間における列車支障件数の季節変動パターンは、列車支障が発生しないパターン（グループ1）、明確な季節変動を示さないパターン（グループ2及びグループ3）、シカの繁殖活動や季節移動の影響を受けて、10月～12月に増加するパターン（グループ4）、越冬地周辺に分布し、積雪期に列車支障が多発するパターン（グループ5）に大別することができた。このような季節変動パターンの違いは、それぞれの区間におけるシカの生息密度と生息地利用の違いを反映していることが示唆された。

まとめ

1993年度～2019年度までの列車支障件数を地域別に集計した結果、1993年度から2004年度は、東部地域で顕著に多かったものの、西部地域の急増に伴い2015年度以降は西部地域が東部地域を上回った。南部地域の列車支障件数は、他地域に比べると少ないものの、一貫して増加を続けているため、今後、西部地域や東部地域のような高い水準になることが懸念される。

路線別の列車支障件数は、1993年度から2014年度まで花咲線で最も多かったが、2015年度以降は花咲線の列車支障が減少し、宗谷本線が最も列車支障が多発する路線となった。花咲線の減少が顕著だったのは、線路周辺において複数の捕獲事業が実施され、多くの捕獲数を確保できたことが原因の一つであると考えられる。

個体数指数と列車指数の動向を比較した結果、両指数の増減傾向は類似していたものの、列車指数の増加幅が個体数指数に比べて大きかったため、基準年からの年数が経過するほど両値は乖離する傾向を示した。このような傾向を示した原因の一つは、列車支障が、シカの個体数の増減だけではなく、線路周辺におけるシカの利用頻度の影響も受けて発生するためだと考えられる。

1999年度に20件/10km以上の列車支障が発生した区間は、東部地域のみだったが、2009年度には西部地域に拡大し、2019年度にはそれまでほとんど列車支障の発生していなかった南部地域にも拡大した。このような動向は、シカの分布拡大と定着を反映していると考えられる。

列車支障件数の季節変動を解析した結果、列車支障が発生しない区間、明確な季節変動がない区間、10月～12月に増加する区間、積雪期に多発する区間に大別できた。このような季節変動パターンの違いは、シカの生息密度と生息地利用の違いを反映していることが示唆された。

謝辞

本研究を実施するにあたり、北海道旅客鉄道株式会社、日本貨物鉄道株式会社、道南いさりび鉄道株式会社、北海道環境生活部環境局自然環境課の皆さまには、列車支障件数の提供に際して多大なるご協力をいただきました。ここに記して感謝申し上げます。

引用文献

- 1) Ando C., 2003, The relationship between deer-train collisions and daily activity of the sika deer, *Cervus nippon*, *Mammal Study*, 28, 135-143.
- 2) Bruinderink G.G.W.T.A., 1998, 交通事故の要因, 野生動物の交通事故対策【エコロード事始め】(大泰司紀之・井部真理子・増田 泰 編著), 北海道大学図書刊行会, 札幌, pp15-22.
- 3) 北海道, 2017, 北海道エゾシカ管理計画(第5期)。
- 4) 北海道, 2020, 令和元年度(2019年度)エゾシカ個体数指数等について, [http:// www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/skn/est/R2/kotaisuisisuu.pdf](http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/skn/est/R2/kotaisuisisuu.pdf)
- 5) Igota H., Sakuragi M., Uno H., 2009, Seasonal migration of sika deer on Hokkaido Island, Japan, *Sika deer Biology and Management of Native and Introduced Populations* (McCullough D.R., Takatsuki S., Kaji K. editors), Springer, Tokyo, pp251-272.
- 6) 稲富佳洋, 2011, 列車を利用したエゾシカの生息状況調査, *環境科学研究センター所報*, 1, 47-51.
- 7) 梶 光一, 2006, 分布と生態, エゾシカの保全と管理(梶光一・宮木雅美・宇野裕之 編著), 北海道大学図書刊行会, 札幌, pp11-17.
- 8) Kaji K., Saito T., Uno H., Matsuda H., Yamamura K., 2010, Adaptive management of sika deer populations in Hokkaido, Japan: Theory and practice, *Population Ecology*, 52, 373-387.
- 9) Uno H., Kaji K., Saito T., Matsuda H., Hirakawa H., Yamamura K., Tamada K., 2006, Evaluation of relative density indices for sika deer in eastern Hokkaido, Japan. *Ecological Research*, 21, 624-632.
- 10) Uno H., Kaji K., Tamada K., 2009, Sika deer population irruptions and their management on Hokkaido Island, Japan, *Sika deer Biology and Management of Native and Introduced Populations* (McCullough D.R., Takatsuki S., Kaji K. editors), Springer, Tokyo, pp405-419.
- 11) Yamamura K., Matsuda H., Yokomizo H., Kaji K., Uno H., Tamada K., Kurumada T., Saito T., Hirakawa H., 2008, Harvest-based Bayesian estimation of sika deer populations using state-space models, *Population Ecology*, 50, 131-144.

要 旨

エゾシカの生息動向を評価するために、列車支障件数の年変動と季節変動を解析した。個体数指数と列車指数の動向を比較した結果、列車指数の増加幅は個体数指数に比べて大きかった。1999年度に列車支障が多発(10km当たり20件以上)した区間は、東部地域のみでみられたが、2009年度には西部地域に拡大し、2019年度には南部地域にも拡大した。このような動向は、シカの分布拡大と定着を反映していると考えられる。季節変動を解析した結果、列車支障が発生しない区間、明確な季節変動がない区間、10月～12月に増加する区間、積雪期に多発する区間に大別できた。このような季節変動パターンの違いは、シカの生息密度と生息地利用の違いを反映していることが示唆された。