

**知床における森林生態系保全・再生事業
調査報告書**

平成 16 年 3 月

北海道森林管理局 北見分局
帯広分局

はじめに

北海道森林管理局北見分局・帯広分局は、知床半島のエゾシカの採食圧の影響を受けた森林生態系(植生)の保全・回復を図るとともに、エゾシカの保護、管理にも資することとし、二酸化炭素吸収源として算入される天然林の確保に貢献することを目的に

- ・知床半島におけるエゾシカの森林生態系への影響について、シカの生息密度との対応関係を含め広域的に把握

- ・既にエゾシカによる採食圧を受けた森林に防護柵を設置し、植生の回復を図るとともに、植生回復過程のモニターの実施

等の調査検討を行なうこととし、その調査検討の実施を（社）日本林業技術協会に委託された。

本報告書は、これらの調査検討結果を取りまとめたものである。

平成 16 年 3 月

社団法人 日本林業技術協会
理事長 弘中 義夫

もくじ

I 知床半島幌別地区における天然林保護柵及び長期モニタリング調査区の設定

1：目的	1
2：調査地と調査方法	1
3：結果	
- 1 量的特徴	2
- 2 サイズ分布	5
- 3 投影図	9
- 4 モニタリング調査区の現状	12
- 5 おわりに	12
別添資料1：幌別囲い区防鹿柵	14
別添資料2：幌別調査区モニタリングマニュアル	25

II エゾシカの相対密度と天然林採食圧予備調査：知床半島全域調査へ向けての手法検討

1：背景と目的	29
2：調査内容	29
3：結果と考察	
- 1 ササ高・ササ被度	30
- 2 木本被食状況	30
- 3 広域調査の手法について	31

III 事業報告検討会	37
-------------	----

1. 知床半島幌別地区における天然林保護柵及び長期モニタリング調査区の設定

専修大学北海道短期大学園芸緑地科 石川幸男

1 : 目的

知床半島においては 1980 年代後半以降急増したシカが森林生態系に多大な影響を与えている。半島先端部の知床岬の海岸草原部では、この場を越冬地として利用するシカが草本植物を採食するために植生が激変している (佐藤・石川 2003)。それと同時に、冬季間には背後の森林をねぐらとして利用するために、樹皮剥ぎと枝条の採食が著しい。シカの影響は知床半島全域にわたって生じていると考えられるが、その実態について定期的にモニタリングが行われている場所はごく限られている。

本報告は、知床半島でも森林樹木に対するシカの採食圧が強い部類に当たる半島中部・幌別地区の海岸に隣接した天然林において、その実態を把握するモニタリングを開始するための調査地の設定について報告する。その際、一部においてシカの影響を排除して森林の保全・回復を目指した実験を行う。すなわち、シカの影響を排除した実験区 (添付資料 1) を設定するとともに、その影響を評価するための対照区も設け、双方を長期にわたってモニタリングするための調査地の現況を報告する。また今後のモニタリングデザイン案 (添付資料 2) も提示する。

将来シカの密度が 1970 年代レベルに低下しても、森林が当時の種組成や構造へと忠実に戻っていくとは考えにくい。むしろ 70 年代の林相を回復の目標とせず、シカ採食圧が低下した場合に今の森林がどう遷移していくかを本実験区でモニタリングしていくことが重要である。同地域の森林の長期的な保全のためには、採食圧・林相等のバックグラウンドが異なる森林がシカの影響を排除した際にどのような遷移過程をたどるかを多面的に捉える必要があり、本調査はその一翼を担うものである。

なお、本調査の現地作業を、時間的に短く、しかも容易ではない時期に実施していただいた日本林業技術協会と知床財団の関係各位に、この場を借りて謝意を表する。

2 : 調査地と調査方法

調査地は、知床半島中部、オホーツク海側に位置した斜里町幌別地区に位置する。本調査地を含む地域はしれとこ 100 平方メートル運動^(注)地に隣接して、その海岸側に位置する天然林である。当該地域の天然林は、古い時代に一部のイチイを中心にごく軽度に抜き伐りが行われた形跡があるもの、実質的にはほぼ原生状態にあるといえる。

調査地においては、シカを排除するために金属フェンスで囲った囲い込み実験区と、囲わずに放置して実験区との比較を行う対照区を、それぞれ 1 ヶ所設定した (図 1)。実験区は 120 m × 80 m の広さとし、積雪深に応じて高さ 2.5 m から 3 m の金属フェンスで周囲を囲い、シカが侵入しないようにした。対照区は実験区よりおよそ 200 m 北西に設定し、100 m × 100 m の広さである。なお実験区のうち、120 m × 60 m の範囲は「しれとこ 100 平方メートル運動」の一環であ

る森林再生事業が将来目指すべき姿の見本林として、1998年から筆者らが調査を続けていた部分であり、以下「先行調査部分」と呼ぶ。また本調査で新たに拡張した120 m×20 mの部分以下「拡張部分」とする。

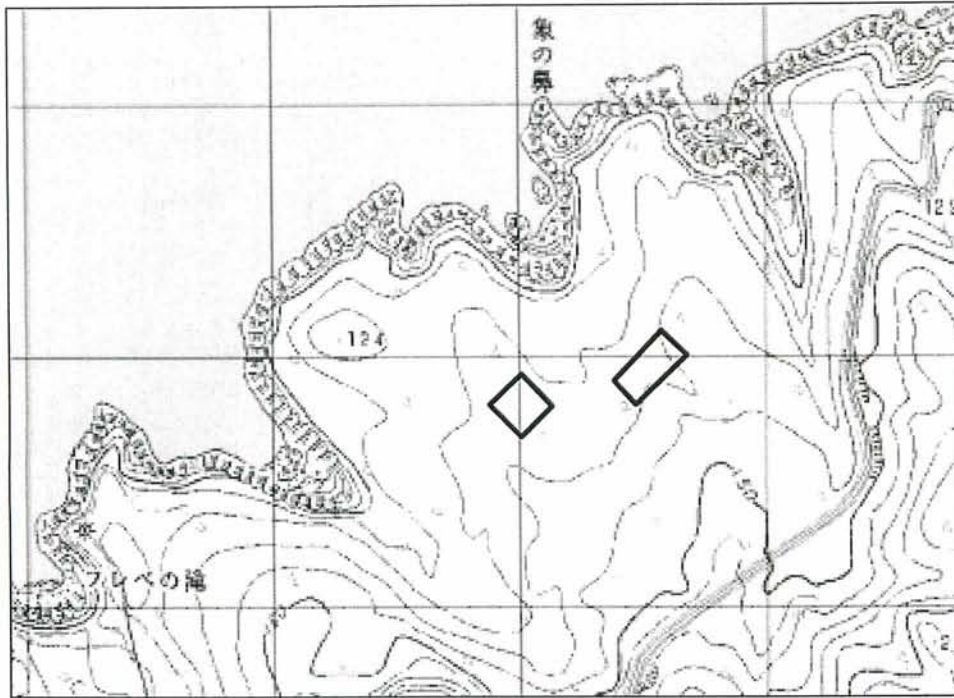


図1 調査地位置図. 左：対照区、右：囲い込み実験区. メッシュは500 m.

両区は今後のモニタリングのために、金属柱で四隅を印した。調査方法の詳細は、添付のモニタリング資料で詳しく記述するので、ここでは概要を示す。両区に生育する樹高2 m以上の樹木全個体を対象に、毎木調査を行った。はじめに種を同定するとともに、ナンバリングしたアルミ板を打ちつけて個体識別した。個体ごとに10 cm精度で位置を計測し、胸高部位（高さ1.3 m）での直径を計測した。胸高部位はペンキでマークした。実験区の先行調査部分においては、樹高10 m未満の個体についてのみ、これまで実施された各調査の際に樹高測定竿を用いて樹高を測定している。10 mを越える個体は測定開始時に樹高を測定し、その後は測定していない。拡張部分では今回の調査時に全個体の樹高を測定した。対照区においては、全個体の樹高を測定した。また胸高直径10 cm以上の個体の樹冠投影図を作成した。

3：結果

3-1 量的特長

表1と表2に実験区、対照区における種ごとの量的特長を示した。なお、実験区に死亡個体のデータが表示されていないこと理由は次のとおりである。調査方法にも記したように、実験区は、「しれとこ100平方メートル運動」における森林再生事業の一環として1998年に設定された、天然林を長期間モニタリングする調査区（先行調査部分）を拡張したものであるため、拡張部分のみを2003年11月から12月に調査している。先行調査部分では1998年の設定以来、2年に一

度のモニタリングを実施しており、直近の調査は 2002 年秋である（現実の調査の一部は 2003 年春にも行っている）。また森林再生事業でのモニタリングでは、各調査間に死亡した個体は死亡の事実とその要因のみが記録され、樹幹が依然として直立しているか、あるいは倒伏しているかは記録されていない。もちろん死亡個体のなかで、当該調査で死亡した個体以外の個体（すなわち、すでに何年か前に死亡したことが記録されている個体）がいまだに直立しているかどうかは記録されていない。一方の対照区では、2003 年 11 月と 12 月の調査時に死亡していると認識された個体、すなわち死亡していて、なおかつ直立している個体がすべて記録されている。通常の毎木調査での死亡個体とは、ほとんどの場合、本調査における対照区での死亡個体を意味する。一方、本調査の実験区での死亡個体とは、現時点で直立している個体もあればすでに倒伏している個体もあって、この確認は今回の調査では行われていない（ただし、拡張部分では対照区と同じように記録されている）。以上の理由で、実験区の結果には死亡個体のデータは除外した。

表 1 実験区の量的特長（生存個体のみを示す）

		胸高断面積		個 体 数 (/ha)	
		(m ² /ha)	%	生存	%
<i>Abies sachalinensis</i>	トドマツ	16.85	37.0	763	64.5
<i>Acer mono</i>	イタヤカエデ	8.00	17.6	120	10.1
<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>	ミズナラ	7.29	16.0	21	1.8
<i>Kalopanax pictus</i>	ハリギリ	6.83	15.0	72	6.1
<i>Magnolia obovata</i>	ホオノキ	1.57	3.4	60	5.0
<i>Prunus ssiiori</i>	シウリザクラ	1.04	2.3	48	4.1
<i>Tilia</i> sp.	シナノキ属	1.29	2.9	20	1.7
<i>Picea jezoensis</i>	エゾマツ	0.75	1.6	7	0.6
<i>Sorbus commixta</i>	ナナカマド	0.70	1.5	23	1.9
<i>Prunus sargentii</i>	エゾヤマザクラ	0.26	0.6	12	1.0
<i>Taxus cuspidata</i>	イチイ	0.24	0.5	6	0.5
<i>Ulmus</i> sp.	ニレ属	0.20	0.4	1	0.1
<i>Betula ermanii</i>	ダケカンバ	0.18	0.4	1	0.1
<i>Phellodendron amurense</i>	キハダ	0.11	0.2	2	0.2
<i>Acer japonicum</i>	ハウチワカエデ	0.07	0.2	15	1.3
<i>Fraxinus lanuginosa</i>	アオダモ	0.07	0.2	2	0.2
<i>Fraxinus mandshurica</i> var. <i>japonica</i>	ヤチダモ	0.04	0.1	1	0.1
<i>Salix</i> sp.	ヤナギ属	0.03	0.1	1	0.1
<i>Prunus maximowiczii</i>	ミヤマザクラ	0.02	++	1	0.1
<i>Acer palmatum</i> var. <i>matsumurae</i>	ヤマモミジ	0.01	++	4	0.3
<i>Magnolia kobus</i> var. <i>borealis</i>	キタコブシ	+	++	4	0.3
Total	合計	45.53	100	1184	100

注：+は0.01m²/ha未満を、また++は0.1%未満を示す。

また両表には、一部の属で種名が確定していない種がある。これは、今回の調査時期が遅く、落葉によって種名が確定できなかったためである。実験区の先行調査部分において著者らがこれまでに実施している調査では、シナノキ属としては大半はオオバボダイジュが、またニレ属としては多くはオヒョウが記録されており、実験区の拡張部分でも対照区でもその可能性が高いが、確定しないので属レベルの同定にとどめ、かついずれも1種として扱った。このため、両区に出現する樹木種数は暫定的で、確定しない。

実験区には 21 種の樹木が、また対照区には 18 種が生育していた。両調査区に共通して生育する種は、トドマツ、ミズナラ、イタヤカエデ、ハリギリ、ホオノキ、シウリザクラ、シナノキ属

(おそらくオオバボダイジュ)、ナナカマド、イチイ、ニレ属(おそらくオヒョウ)、ダケカンバ、キハダ、アオダモ、ヤマモミジ、キタコブシの合計 15 種(ただし、シナノキ属とニレ属はそれぞれ 1 種と考えている)であった。実験区にのみ生育する種はエゾマツ、エゾヤマザクラ、ハウチワカエデ、ヤチダモ、ヤナギ属、ミヤマザクラの 6 種、対照区にのみ生育する種はドロノキ、ケヤマハンノキ、ヤマグワの 3 種であった。

表 2 対照区の量的特長

	胸高断面積(m ² /ha)				個 体 数 (/ha)			
	生存	死亡	生%	死%	生存	死亡	生%	死%
<i>Abies sachalinensis</i>	16.63	5.15	31.2	49.0	912	127	60.0	45.4
<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>	10.55	0.03	19.8	0.3	28	1	1.8	0.4
<i>Kalopanax pictus</i>	6.36	0.01	11.9	0.1	36	1	2.4	0.4
<i>Acer mono</i>	5.96	0.36	11.2	3.4	177	14	11.6	5.0
<i>Tilia</i> sp.	3.09	0.01	5.8	0.1	33	2	2.2	0.7
<i>Prunus ssiiori</i>	2.28	0.22	4.3	2.1	121	21	8.0	7.5
<i>Magnolia obovata</i>	2.16	0.73	4.1	7.0	72	6	4.7	2.1
<i>Taxus cuspidata</i>	2.13	1.98	4.0	18.9	51	72	3.4	25.7
<i>Populus maximowiczii</i> ドロノキ	1.39	-	2.6	-	17	-	1.1	-
<i>Betula ermanii</i>	1.15	-	2.2	-	5	-	0.3	-
<i>Phellodendron amurense</i>	0.52	-	1.0	-	6	-	0.4	-
<i>Alnus hirsute</i> ケヤマハンノキ	0.42	0.03	0.8	0.3	11	1	0.7	0.4
<i>Sorbus commixta</i>	0.21	0.06	0.4	0.6	13	9	1.1	3.2
<i>Acer palmatum</i> var. <i>matsumurae</i>	0.13	-	0.2	-	18	-	1.2	-
<i>Ulmus</i> sp.	0.12	1.80	0.2	17.1	3	18	0.2	6.4
<i>Flaxinus lanuginosa</i>	0.09	0.07	0.2	0.7	10	7	0.7	2.5
<i>Magnolia kobus</i> var. <i>borealis</i>	0.04	0.04	0.1	0.4	2	1	0.1	0.4
<i>Morus bombycis</i> ヤマグワ	+	-	++	-	1	-	0.1	-
合 計	53.23	10.50	100	100	1520	280	100	100

注：+は 0.01m²/ha 未満を、また++は 0.1%未満を示す。

実験区の生存個体の胸高断面積合計は 45.53 m²、一方の対照区では 53.23 m²であった。通常の温帯の広葉樹林においては、よく発達した森林における胸高断面積合計は 50 m²前後に達することから、この両区も、全体としては十分に発達した森林とみなすことができる。両区とも、胸高断面積の上位 4 種はトドマツ、ミズナラ、イタヤカエデとハリギリが占めており、トドマツが最優占して全体に占める割合も 37%、31%と類似していた。それに続く 3 種は、実験区でイタヤカエデ、ミズナラ、ハリギリの順、対照区ではミズナラ、ハリギリ、イタヤカエデの順と、やや異なっていたが、いずれも全体に占める割合が 10%から 20%であり、大きな差がなかった。

また両区ではシカの採食による影響が顕在化している。対照区ではシカによる選好性の高い種、すなわちイチイとニレ属においては、死亡個体の胸高断面積・個体数ともに、生存個体のそれに匹敵するか、あるいは上回っていた(表 2)。また両種の死亡個体の胸高断面積が全死亡個体に占める割合は、生存個体の胸高断面積が全体に占める割合より著しく高かった。またイチイの死亡個体数が全死亡個体に占める割合は、本種の生存個体数が全体に占める割合より著しく高かった。

実験区では、本節の最初にも述べたように死亡個体のデータを表示していないが、先行調査部分の最初の調査(1998年)におけるデータをもとに、死亡個体も含めた傾向を表 3 に示した。実験区においても、イチイとオヒョウの死亡個体は、胸高断面積、個体数どちらの面でも生存個体を上回っていた。またノリウツギはすでに全個体が死亡していた。対照区でのノリウツギのデー

タがないが、すでに全個体が採食によって死亡し、死亡した幹も直立していないために死亡個体としても調査されなかったものと推察される。

表3 実験区のうちの前記調査部分における、1998年時点での量的特長。

	胸高断面積 (m ² /ha)				個体数 (/ha)			
	生存	死亡	生%	死%	生存	死亡	生%	死%
<i>Abies sachalinensis</i>	18.42	6.64	38.6	67.1	775.0	150.0	63.9	48.2
<i>Acer mono</i>	8.78	0.20	18.4	2.0	86.1	5.6	7.1	1.8
<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>	8.03	0.17	16.8	1.7	23.6	1.4	1.9	0.5
<i>Kalopanax pictus</i>	6.19	-	13.0	+	56.9	1.4	4.7	0.5
<i>Magnolia obovata</i>	1.64	-	3.4	+	65.3	2.8	5.4	0.9
<i>Prunus ssiroi</i>	1.29	0.06	2.7	0.6	66.7	9.7	5.5	3.1
<i>Sorbus commixta</i>	0.87	0.08	1.8	0.8	36.1	9.7	3.0	3.1
<i>Tilia japonica</i>	0.69	0.34	1.4	3.4	11.1	4.2	0.9	1.4
<i>Tilia maximowicziana</i>	0.56	-	1.2	+	8.3	1.4	0.7	0.5
<i>Picea jezoensis</i>	0.26		0.5		8.3		0.7	
<i>Betula ermanii</i>	0.25		0.5		1.4		0.1	
<i>Prunus sargentii</i>	0.24	0.11	0.5	1.1	13.9	4.2	1.1	1.4
<i>Fraxinus lanuginosa</i>	0.19	0.04	0.4	0.4	9.7	2.8	0.8	0.9
<i>Acer japonicum</i>	0.11		0.2		30.6		2.5	
<i>Ulmus laciniata</i>	0.09	1.29	0.2	13.0	1.4	29.2	0.1	9.4
<i>Fraxinus mandshurica</i> var. <i>japonica</i>	0.04		0.1		1.4		0.1	
<i>Phellodendron amurense</i>	0.04		0.1		1.4		0.1	
<i>Taxus cuspidata</i>	0.04	0.83	0.1	8.4	9.7	44.4	0.8	14.3
<i>Prunus maximowiczii</i>	0.02	0.01	+	0.1	1.4	1.4	0.1	0.5
<i>Magnolia kobus</i> var. <i>borealis</i>	-		+		4.2		0.3	
<i>Hydrangea paniculata</i>		0.13		1.3		43.1		13.9
合計	47.74	9.90	100.0	100.0	1221.5	311.1	100.0	100.0

3-2 サイズ分布

表4に実験区における直径階別頻度分布を示した。実験区の中の前記調査部分では、樹高10mを超えた個体の高さを最初の調査を除いたこれまでの調査で計測していないので、樹高階別頻度分布は作成していない。次に表5と6に、対照区における直径階別頻度分布と樹高階別頻度分布を示した。表4には死亡個体は含まれていないが、表5には含んでいる。

両区における直径階別頻度分布を示した表4と5より、どちらの調査地も、全体に小径木ほど多い、いわゆる逆J字型の分布をしており、耐陰性の高い陰樹を多く含む発達した森林の構造とあってよい。また、以下に示すように、主要種のサイズ分布も両区で基本的によく類似していた。すなわち、トドマツは直径60cm未満のクラスに豊富に生育しており、実験区では全個体数1184個体のほぼ65%に近い783個体、対照区では生存している1520個体のちょうど60%にあたる912個体に達していた。また、小径木ほど個体数が多い構造をしていた。ミズナラは少数の個体が幅広い直径階に分布していたが、林冠層を構成する60cm・110cmの直径階にも分布していた。ハリギリは実験区においては85cm未満のクラスに分布して、小径になるほど緩やかに個体数が増加していたが、対照区では大径の直径階における傾向は実験区と類似していたものの、小径木に乏しかった。イタヤカエデはどちらの調査区においても、直径75cm程度を上限にして小径木になるにつれて緩やかに個体数が増える構造をしていたが、途中で小規模の個体数のピークを持っていた。このピークは、実験区では直径55cm未満の階級に、また対照区では30cm以上45cm未満の階級に存在していた。

表4 実験区における胸高直径階別本数表.

種	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50	-55	-60	-65	-70	-75	-80	-85	-90	-95	-100	-110	総計		
<i>Abies sachalinensis</i>	194	239	102	70	46	37	33	18	8	14	2												763	
<i>Acer mono</i>	21	39	9	4	3	3	4	7	6	7	10	4	1	1	1									120
<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>			3	1	1		1	1		1		2	1	1	1	2	1	1	2	1	1			21
<i>Kalopanax pictus</i>		2	9	12	16	7	6	4	4	1	2	2	3	1	1		2							72
<i>Magnolia obovata</i>	4	10	16	13	9	2	5		1															60
<i>Prunus ssiori</i>		10	10	17	8	2	1																	48
<i>Tilia</i> sp.			2	5	4	2	2	2	1	2														20
<i>Picea jezoensis</i>		2	1				2						1	1										7
<i>Sorbus commixta</i>		2	4	6	9	1	1																	23
<i>Prunus sargentii</i>		3	5	1	2		1																	12
<i>Taxus cuspidata</i>		4		1																		1		6
<i>Ulmus</i> sp.																						1		1
<i>Betula ermanii</i>										1														1
<i>Phellodendron amurense</i>					1	1																		2
<i>Acer japonicum</i>	3	9	3																					15
<i>Fraxinus lanuginosa</i>				1	1																			2
<i>Fraxinus mandshurica</i> var. <i>japonica</i>					1																			1
<i>Salix</i> sp.				1																				1
<i>Prunus maximowiczii</i>			1																					1
<i>Acer palmatum</i> var. <i>matsumurae</i>	1	3																						4
<i>Magnolia kobus</i> var. <i>borealis</i>	4																							4
総計	227	323	165	132	101	55	56	32	20	26	16	9	6	3	3	2	3	1	2	1	1			1184

表 5 対照区における胸高直径階別本数表 (括弧内は死亡個体を示す).

種	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50	-55	-60	-65	-70	-75	-80	-85	-95	-100	総計
<i>Abies sachalinensis</i>	301 (27)	298 (26)	115 (19)	50 (6)	40 (11)	27 (10)	31 (10)	25(4)	13(9)	9(3)	2	1(1)	(1)							912(127)
<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>		3	1	2(1)							1		2	3	2	5	5	3	1	28(1)
<i>Kalopanax pictus</i>			1(1)			3	7	5	6	3	2	3	3		2				1	36(1)
<i>Acer mono</i>	99(11)	28(1)	3(1)	3	5	4	8	7	8	4	4	2	1	(1)						177(14)
<i>Tilia</i> sp.		2(2)	3	7	3	4	1	4	2	3		2	1	1						33(2)
<i>Prunus ssiori</i>	7(12)	42(3)	31(2)	15(1)	14(2)	6(1)	5	1												121(21)
<i>Magnolia obovata</i>	9(1)	16	17	7	7	8	3(1)	3	1(3)	(1)	1									72(6)
<i>Taxus cuspidata</i>	5(18)	18(25)	14(10)	3(4)	3(4)	3(1)	(4)	(3)	(1)	(1)	2		2		(1)	1				51(72)
<i>Populus maximowiczii</i>			1	2	3	2	4	1	2	1	1									17
<i>Betula ermanii</i>		1					1					1							1	5
<i>Phellodendron amurense</i>		1	1	1	1	1								1						6
<i>Alnus hirsuta</i>	1	4	2	2	(1)		1					1								11(1)
<i>Sorbus commixta</i>	(1)	9(5)	3(1)	4(2)	1															(9)
<i>Acer palmatum</i> var. <i>matsumurae</i>	7	6	2	2	1															18
<i>Ulmus</i> sp.		2	(2)	(3)	(4)	(1)		1(3)	(3)		(1)							(1)		3(18)
<i>Flaxinus lanuginosa</i>	3	2(2)	4(4)	(1)	1															10(7)
<i>Magnolia kobus</i> var. <i>borealis</i>			1		1(1)															2(1)
<i>Morus bombycis</i>		1																		1
総計	432 (70)	433 (64)	199 (40)	98 (18)	80 (23)	58 (13)	61 (15)	47 (10)	32 (16)	22 (5)	12 (1)	10 (1)	9 (1)	6 (1)	4 (1)	6 (1)	5 (1)	5 (1)	1	1520 (280)

7

表 6 対照区における樹高階別本数表 (括弧内は死亡個体を示す).

種	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-18	-20	-22	-24	総計
<i>Abies sachalinensis</i>	1	370(43)	178(32)	102(14)	63(12)	48(8)	38(6)	28(4)	38(6)	31	15(2)		912(127)
<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>			1	3(1)		2	1	2	1	11	6	1	28(1)
<i>Kalopanax pictus</i>				1		(1)	2	8	8	15	2		36(1)
<i>Acer mono</i>		47(8)	58(4)	21	2(1)	4	3	8	16(1)	14	4		177(14)
<i>Tilia</i> sp.	1			3(2)	4	1	6	5	4	8	1		33(2)
<i>Prunus ssiori</i>		3(6)	11(8)	20(4)	21(1)	14(1)	22	17(1)	11		2		121(21)
<i>Magnolia obovata</i>		4(2)	9(1)	7(1)	10	8	11(2)	13	8	1		1	72(6)
<i>Taxus cuspidata</i>		9(27)	16(23)	15(12)	3(7)	5(1)	3(1)		(1)				51(72)
<i>Populus maximowiczii</i>				1			1	4	8	2	1		17
<i>Betula ermanii</i>				1				1		1	2		5
<i>Phellodendron amurense</i>				1	1		1	1		1		1	6
<i>Alnus hirsuta</i>			1	3		4	1(1)	1		1			11(1)
<i>Sorbus commixta</i>			(2)	3(3)	6(3)	4(1)	3		1				17(9)
<i>Acer palmatum</i> var. <i>matsumurae</i>			5	4	4	3	1	1					18
<i>Ulmus</i> sp.		(1)	(3)	1(5)	1(1)	(1)	(3)	1(2)	(1)	(1)			3(18)
<i>Flaxinus lanuginosa</i>			1	4(3)	1(2)	2(1)	1(1)		1				10(7)
<i>Magnolia kobus</i> var. <i>borealis</i>		(1)			1		1						2(1)
<i>Morus bombycis</i>			1										1
総計	2	433(88)	281(73)	190(45)	117(27)	95(14)	95(14)	90(7)	96(9)	85(1)	33(2)	3	1520(280)

表 6 に示した対照区の樹高階別頻度分布から立体的な構造をまとめると、以下のとおりである。最大樹高は 24 m に達し、林冠層にはミズナラがもっとも多かった。この直下にトドマツ、ハリギリ、シナノキなどが樹冠を広げ、さらにイタヤカエデ、ホオノキ、シウリザクラなどが生育していた。トドマツは最上層から下層へ、万遍なく個体が分布していた。

全般の特徴として、小径木、特に 5 cm 未満の最下層の個体に占めるトドマツの割合が極めて大きいことが挙げられる。言い換えると、落葉広葉樹の小径個体が著しく少ないといえる。当地ではシカ個体群密度が著しく高く、森林内では樹皮剥ぎによって死亡した個体も多く見られるが、林床の稚樹については、直接的な枝条の採食被害による死亡が著しいと考えられる。落葉広葉樹稚樹は常緑針葉樹の稚樹に比べて一般にシカによる選好性が高いと考えられるので、両区での現時点の直径階別頻度分布はすでにシカによって落葉広葉樹稚樹が著しく減少している状況を反映している可能性が高い。事実、シカ密度がまだ低かった 1989 年、両区から約 3 km 南に位置する幌別川中流での調査（渡辺ほか 1996）では、最下の 5 cm 未満の直径階におけるトドマツ稚樹の比率は約 56%であったのに対し、本実験区でのそれは約 78%、対照区では 70%に達していた。

3-3 樹冠投影図

図 2 に実験区における樹冠投影図を、また図 3 に対照区における樹冠投影図を示した。両区では、トドマツと落葉広葉樹の樹高 10 m 以上の個体の樹冠が面積のほぼ 7 割から 8 割を被い、双方が同程度に混在していた。また高さ 10 m 以上の個体の樹冠が無い部分、すなわち、以下に詳しく記す林冠ギャップが散在していた。

以上のようにここに示した樹冠投影図は、森林の構造を直感的に把握する際に好適である。しかし、今回の調査でこの図を作成した理由は、今後のモニタリングにおいて林冠の状態も一定の精度で調査することが必要な点にある。この点を以下に詳しく説明する。

森林の世代交代、すなわち更新は、林冠の閉鎖が破られて（林冠空所、あるいは林冠ギャップという）林床に陽光が差し込み、光環境が好転した場所で起こることが知られている。シカの採食圧を強度に受けている本地域にあって採食圧を排除した実験区では、今後、おもに林冠ギャップ下で新規に更新プロセスが回復されてゆくと期待される。この点を明らかにするためには、林冠の状況も長期にわたってモニタリングすることが必要であるが、今回と同様の精密な樹冠投影図を毎回に作成することは多大な労力を必要とし、現実的ではない。これに代わる方法として、林冠の状態をいくつかの段階（通常は閉鎖林冠と林冠ギャップの 2 段階に区分する）に分け、区分された調査区における小区画ごとに目視などを用いて林冠状態を判別してゆく方法がある。本調査で設定された両区においては、それぞれ 10 m×10 m の区分となっている。今後これらをさらに 5 m×5 m の小区画に区分し、モニタリングの際には小区画を単位に林冠状態を目視して調査することが現実的である。ただし、林冠状態の判定は恣意的になりやすい欠点がある。両区の今後のモニタリングにおいては、今回作成された樹冠投影図によってモニタリング開始時の林冠の様子を個体単位でいつでも再現できるので、将来どの個体が死亡して新たな林冠ギャップを形成したかを個体単位で追跡することが可能である。したがって、今後のモニタリングの際に林冠状態を目視して判定する際にも、モニタリング間に死亡した個体の生存時の樹冠の広がりを確認しながら、目視によって判定することが可能となったといえる。

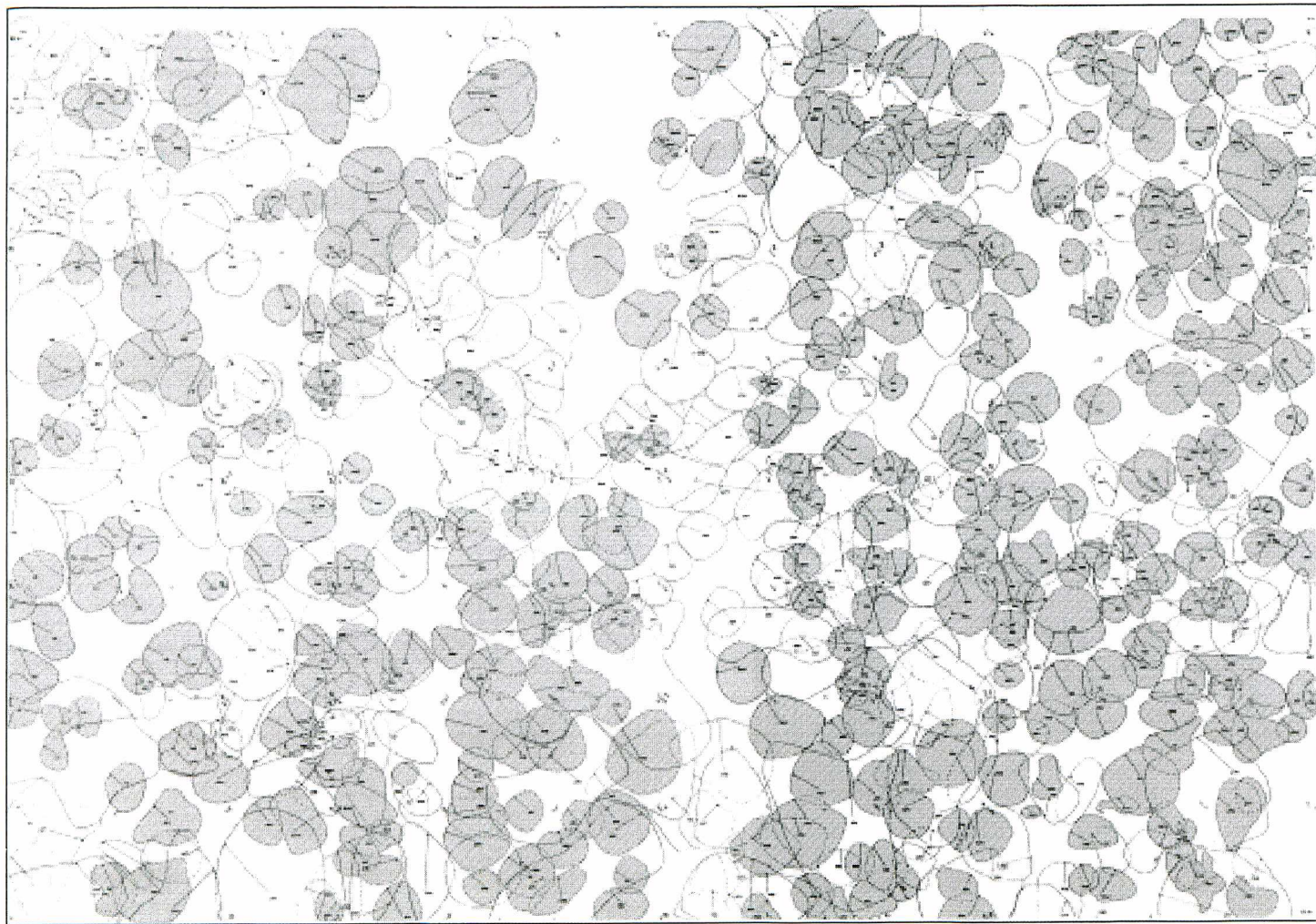


図2 囲い実験区 (80 m×120 m) の樹冠投影図. 斜線は針葉樹の樹冠. 上方が海側、左下隅が原点.

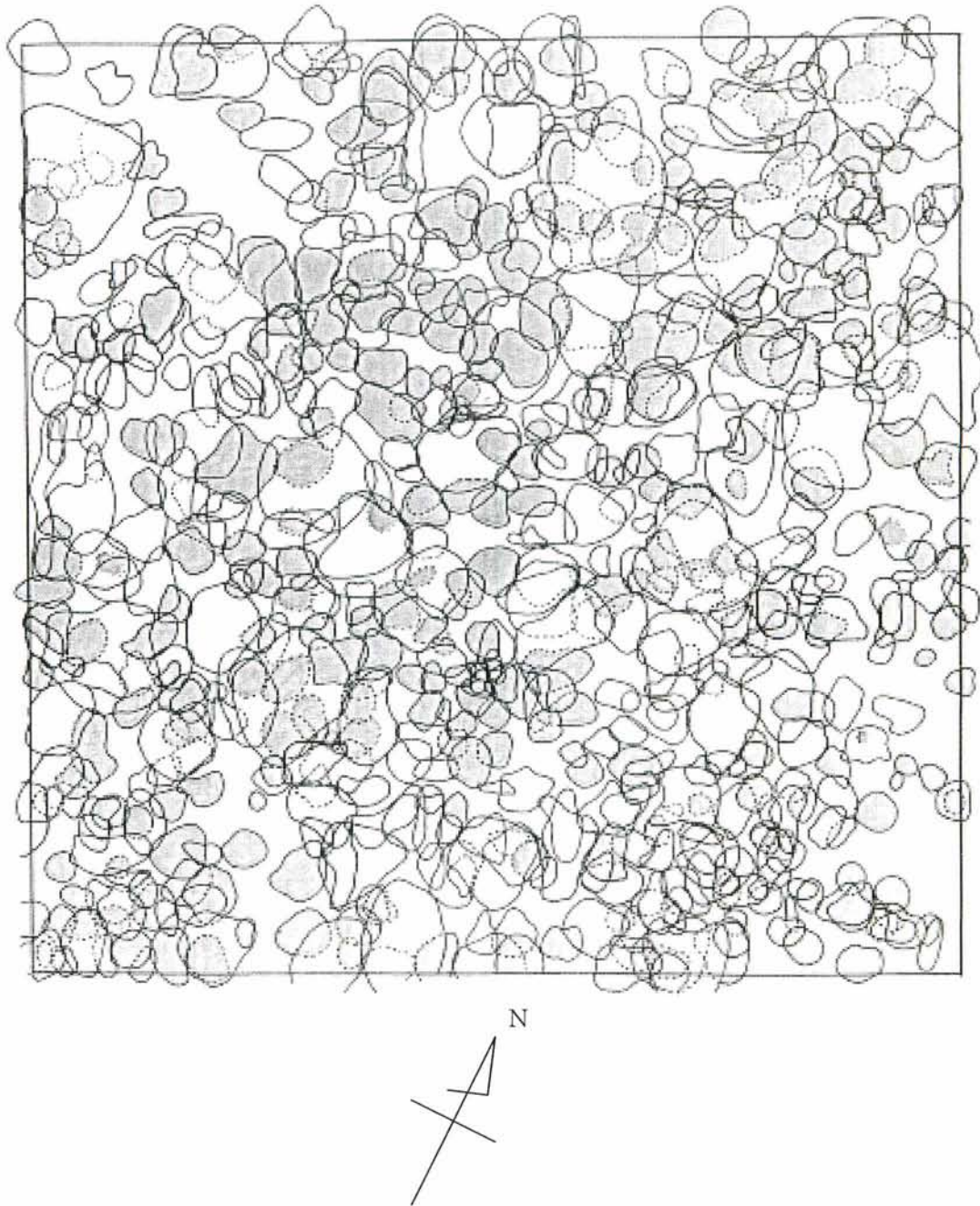


図3 対照区 (100 m×100 m) の樹冠投影図. 影付きは針葉樹の樹冠. 上方が海側、左下隅が原点.

3-4 モニタリング調査区の現状

これまでに示したように、シカの採食圧を排除した実験区と、その効果を検証するために設定した対照区とは、種構成、胸高断面積の配分、サイズ構成、樹冠の分布いずれにおいてもよく類似していた。すなわち、全種を込みにした総胸高断面積合計はどちらの区でも 50 m³/ha 前後であり、発達した北海道内の森林の値と対比可能であった。種ごとの胸高断面積においては、両区ともに最優占種はトドマツであり、それに続く上位 3 種はミズナラ、イタヤカエデ、ハリギリと共通していた。他の種はいずれも量的にわずかであった。

サイズ構成の面でも、どちらの調査区においても最優占種であるトドマツは直径 60 cm 程度を上限として、小サイズになるほど個体数が増える逆 J 字型の分布を持っていた。ミズナラは大径の林冠個体が散在するものの、中径、小径個体はごく少なかった。イタヤカエデは直径 75 cm 程度を上限として、小径になるほど緩やかに個体数が増えていた。ハリギリにおいては対照区で直径 25 cm 未満の個体がほとんどなく、実験区とやや頻度分布の形が異なるが、最大直径と 25 cm 以上の直径階での個体数分布はよく類似していた。

また両区に共通して、シカによる選好性の高いイチイとニレ属（オヒョウと推定される）のほとんどの個体がすでに死亡していた。また下層、特に直径 5 cm 未満の直径階に属する個体のうちで落葉広葉樹は少なく、その中でトドマツの占める割合は 14 年前に隣接する場所で行われた調査での値よりも大きかった。このことから、両区はシカによる樹皮剥ぎや枝条の採食もほぼ同じようにこうむっていると推察される。

以上の点より、両区は森林全体の発達段階、種構成と構造が類似し、またシカによる被害状況も類似しているといえる。したがって、シカによる採食圧排除の試験を行い、その効果を評価可能な設定を行うことができた結論できる。

3-5 おわりに

本事業により、同地域において今後長期にわたって森林動態を観測できる態勢が整った。同地域の森林保全とその回復を図る体制が大きく一歩前進したといえる。今後は両調査区の長期的モニタリングを継続することで、森林再生対策や天然林維持、さらには森林生態系の保全に役立つ知見の蓄積が期待できる。

しかし冒頭でも述べたように、知床半島全域での森林保全を考えるには、採食圧・林相等の違いがいかにシカ排除後の遷移過程に影響するかを解析する必要があり、幌別 1 ヶ所の結果を全域に適用するわけにはいかない。知床半島最大のシカ越冬地であり、最大の採食圧がかかっている岬地区で同様の囲い区を設定しモニタリング体制を整えることで、森林動態を多面的に捉えることが可能となる。広葉樹の比率が高い混交林が広がり、シカが多数の小群で展開し採食する幌別に対し、針葉樹の比率が高い混交林をシェルターとして、開けた台地草原を採食地として利用する大群が越冬する岬地区では採食パターンが大きく異なることが予想され、シカ排除後の森林の反応もまた異なることが自然である。幌別地区と岬地区の 2 ヶ所で同規格の囲い処理とモニタリングを行うことが、知床の森林生態系を保全する上で極めて大きな意味を持ち、将来にわたっての貴重な財産となることを強調し、本報告の結びとする。

注：「しれとこ 100 平方メートル運動」

商業的乱開発から開拓跡私有地を守るため、1977年（昭和52年）より地元の斜里町が始めた日本のナショナルトラストの草分け的運動。全国の賛同者からの寄付により、1997年には買収対象地の大部分の取得が達成されたことから、当初の土地の保全を中心とした運動内容から原生林の再生を目指す新たな展開として、「100平方メートル運動の森・トラスト」が開始された。次世代へ贈る「夢の森」をテーマに、各分野の専門家からなる専門委員会を設け原生林と生態系の復元を科学的に進める一方、復元作業の現場における全国から集まったボランティアとの交流を軸に、「しれとこ森の集い」、「知床自然教室」など市民一人一人に問いかける普及活動も展開している。

参考文献

- 佐藤 謙・石川幸男（2003）2：知床岬の植生の現況調査. pp. 7-32. 平成14年度自然公園における生態系特定管理施策検討調査（知床国立公園）. 国立公園協会.
- 渡辺展之・宮原由実・和田理央・久保田康裕（1996）知床国立公園における針広混交林の動態シミュレーション. 日本生態学会誌 46:133-146.

添付資料 1：幌別囲い区防鹿柵

概略

本事業の一環として、幌別調査区のうち実験区（120 m × 80 m）の全周を金属フェンスで囲った。工事はガラガーエイジ株式会社に発注し、平成 15 年 11 月 11 日より 12 月 20 日の期間で行った。主な仕様は以下の通り。

- 柵は 2 m の余裕を持たせ、124 m × 84 m の面積
- 柵本体は金属製のフェンスを使用、柵高は積雪の少ない場所で 2.5 m、多い場所で 3 m
- 木製の柱の間隔は 5 m、柱の間に中間杭を設置
- 柵には人間・シカが出入り可能なゲートを 4 ヶ所設置
- 資材の搬入および設置作業にあたっては周辺の植生保護に配慮

特に植生への配慮として、林内への資材搬入や柱の穴掘削など、すべて人力で行った。

以下に全体平面図（図 1）、高さ 2.5 m 部分の仕様（図 2）、高さ 3 m 部分の仕様（図 3）、工事状況の写真（1～16）を載せた。

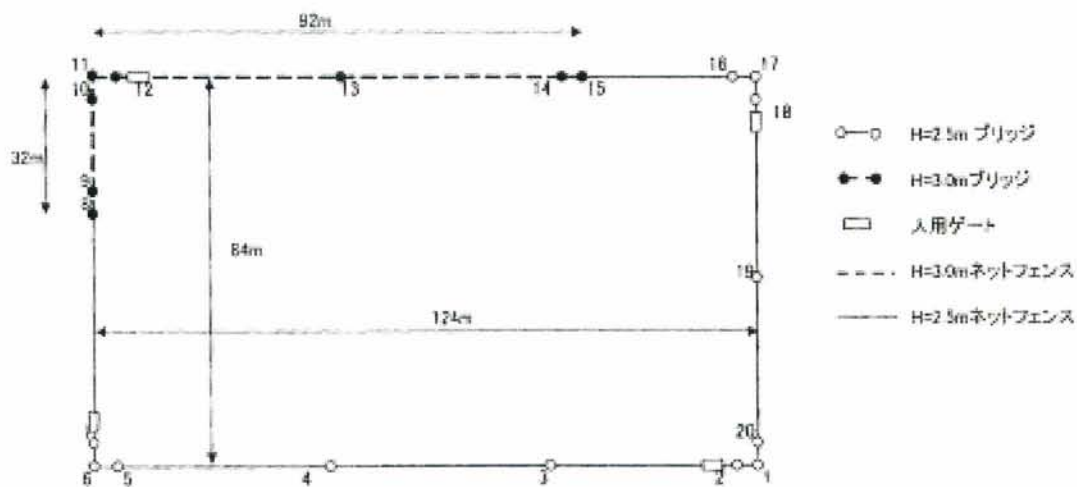


図 1 全体平面図

鹿柵2.5m標準図

フィールドフェンス仕様

横線材質	特選加工フェンシングワイヤー (HT)
	φ2.5mm 亜鉛メッキ処理
横線引張り耐力	φ80 kg f 以上
縦線材質	フェンシングワイヤー (MT)
	φ2.5mm 亜鉛メッキ処理
メッキ付着量	300~380g/m ²

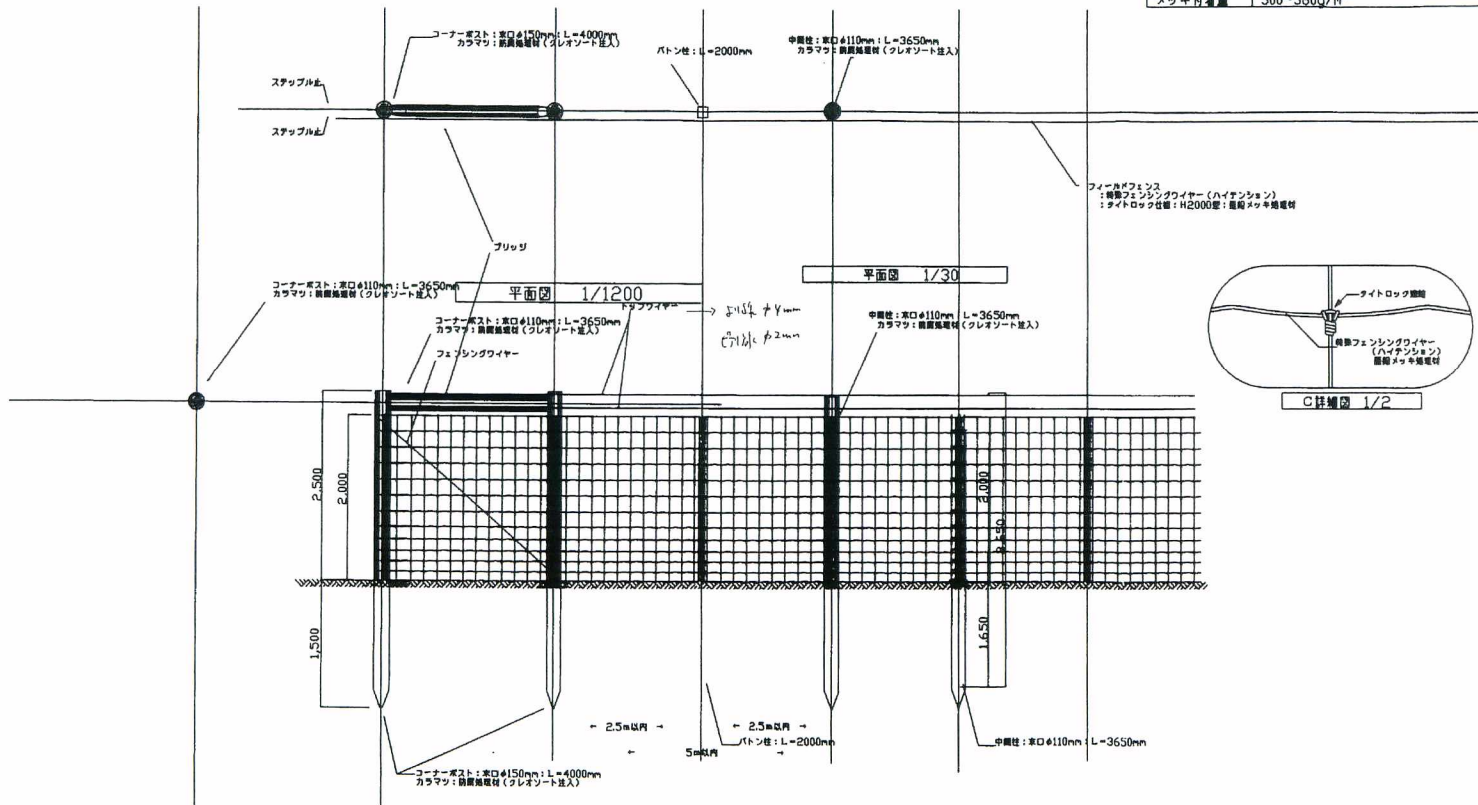


図2 柵高2.5m部分の仕様。(A3サイズの原図をA4に縮小したため、縮尺は表記の1/2)

鹿柵3.0m標準図

フィールドフェンス仕様	
横線材質	特殊加工フェンシングワイヤー (HT) φ2.5mm 亜鉛メッキ処理
横線引張り耐力	680 kgf以上
縦線材質	フェンシングワイヤー (MT) φ2.5mm 亜鉛メッキ処理
メッキ付重量	300~380g/m ²

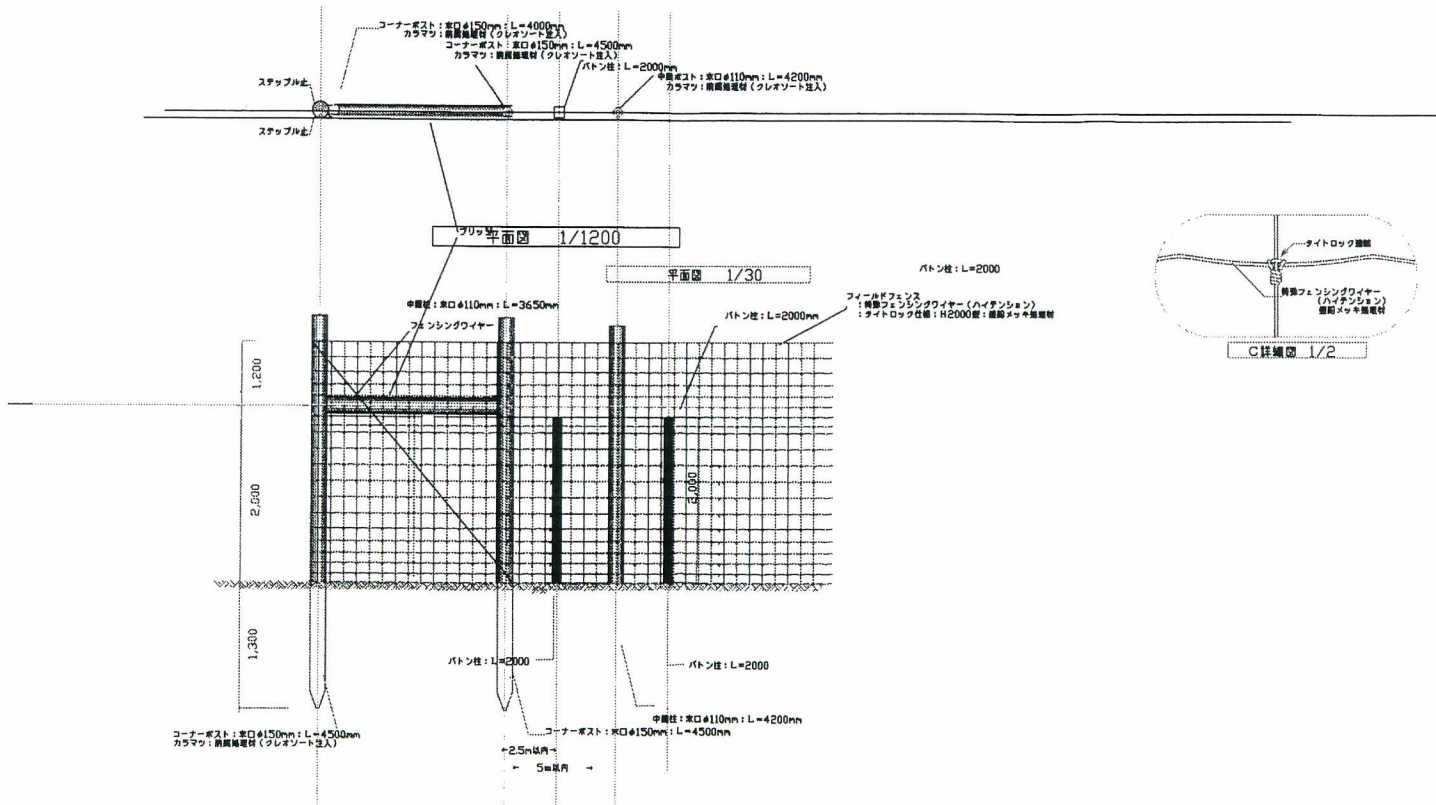


図3 柵高3m部分の仕様。(A3サイズの原図をA4に縮小したため、縮尺は表記の1/2)



写真1 囲い区 WX10 付近 着工前



写真2 囲い区 WX10 付近 完成後



写真3 資材の搬入 機械の使用はここまで



写真4 木柱



写真5 中間杭



写真6 フェンス 100 m 巻き

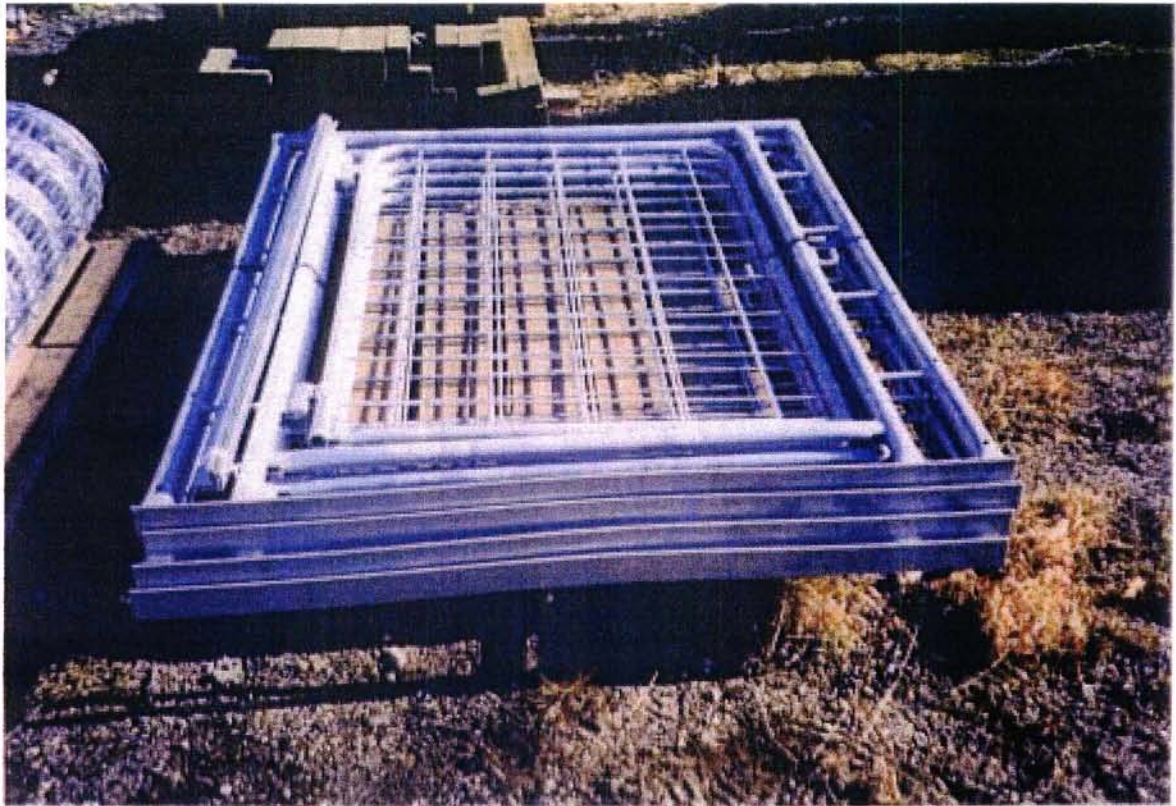


写真7 人用ゲート



写真8 人力による林内への資材搬入



写真9 木柱穴の掘削



写真10 木柱立込み



写真 11 コーナー部分組み立て



写真 12 フェンス仮張り付け

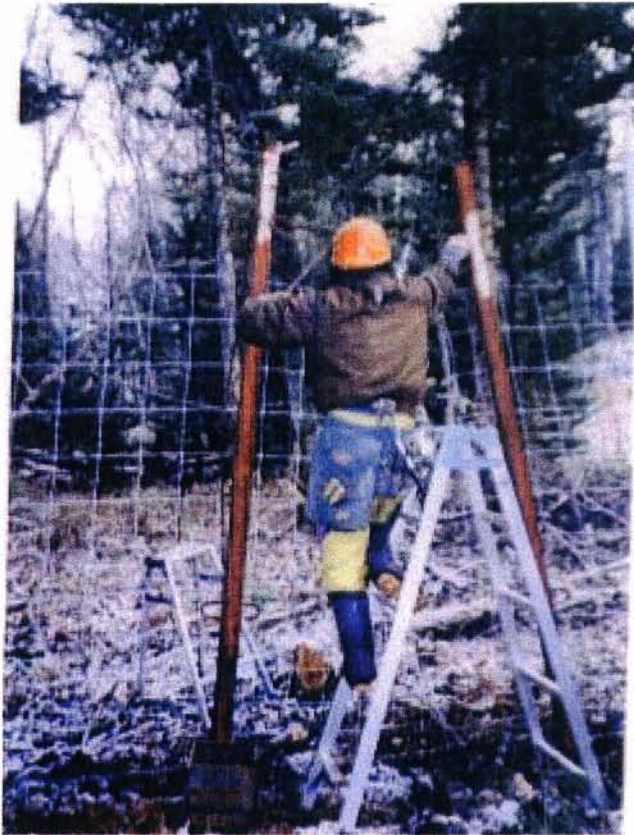


写真 13 フェンス緊張作業



写真 14 トップワイヤー取り付け



写真 15 中間杭の取り付け



写真 16 ゲートの取り付け

添付資料 2：幌別調査区モニタリングマニュアル

1 はじめに

本調査で設置した二つの調査区は、今後定期的にその動態を調査し、シカ採食圧排除による様々な変化を記録していくことで貴重な資料となる。数十年にわたる長期的なモニタリングを成功させるには、調査者が変わっても一定の水準を維持できるよう調査手法を統一する必要がある。参考のため、以下にこれまで行ってきた毎木調査の手法と、林冠状態・林床植生・更新稚樹調査の手法を記録する。

2 調査区の区画

実験区、対照区は四隅に金属柱（直径 5 cm、長さ 150 cm）を打ち込み、両区の各辺を 10m ごとに区画してプラスチック杭（1 辺 4 cm、長さ 55 cm）で印した。さらに、このプラスチック杭をもとに調査区を 10 m 間隔のグリッドで分割し、分割する線の交点も同じプラスチック杭で固定して、両調査区を 100 m²単位の区画に分割した。したがって実験区は 96 区画、対照区は 100 区画に分割されている。実験区、対照区での区画の配列と各区画の略号を図 4 と 5 に示した。実験区の先行調査部分（図 4 の網掛け部分）においては、設定当初にさらに細かい 5 m×5 m の小区画に分割している。今回の調査を行った拡張部分もそのフォーマットにしたがって調査をしたために、図 4 では長辺（120 m）を 24 等分して A から X まで、また短辺（80 m）を 16 等分して 5 から 80 までの 5 刻みを用いて識別している。便宜的に区画の名称は含まれる小区画を用い、たとえば左下隅の区画は小区画 A5、A10、B5 および B10 を含むので、AB10 と呼んでいる。一方の対照区では、10 m×10 m の区画で記録しているので、左下の区画は A10 ということになる。両者の命名法が異なるが、実験区の先行調査部分でこれまで行われてきた諸調査での記録方法との整合性を勘案し、この点を整理する必要がある（下記「7 モニタリング時の調査項目」参照）。

3 毎木調査

樹高 2 m 以上の個体を対象に、毎木調査を実施した。対象個体はアルミ製タグ（2 cm×10 cm×厚さ 0.1 cm）にナンバーを打刻したナンバリングタグを上下 2 本のステンレス釘（65 mm あるいは 75 mm）で樹幹に取り付け、胸高直径の計測部位（高さ 1.3 m）にペンキで印をつけた。アルミタグの釘穴はタグが自由に動く直径（約 5 mm）を持たせた。胸高直径 3 cm 以下の個体には釘打ちせず針金でゆるやかに巻きつけた。調査対象の各個体に対して、10 cm 精度で X、Y 両座標を測り位置を特定した。個体位置の測定に際して原点として用いたのは、実験区、対照区とも、左下方の角である。直径の計測において、5 cm 以上の個体の場合にはスチールコンベックスを用いて円周を計測して、後に 3.14 で除して算出した。5 cm 未満の個体の場合はノギスを用いて 0.1 cm 精度で 2 方向を測定して、平均化して直径とした。なお、胸高以下で二股以上に分枝しており、どれかが明らかに他方の枝と判別できるほどに直径に大小の区別が無い場合は、原則としてそれぞれを別の幹として考えて上記の作業を別個に行った。

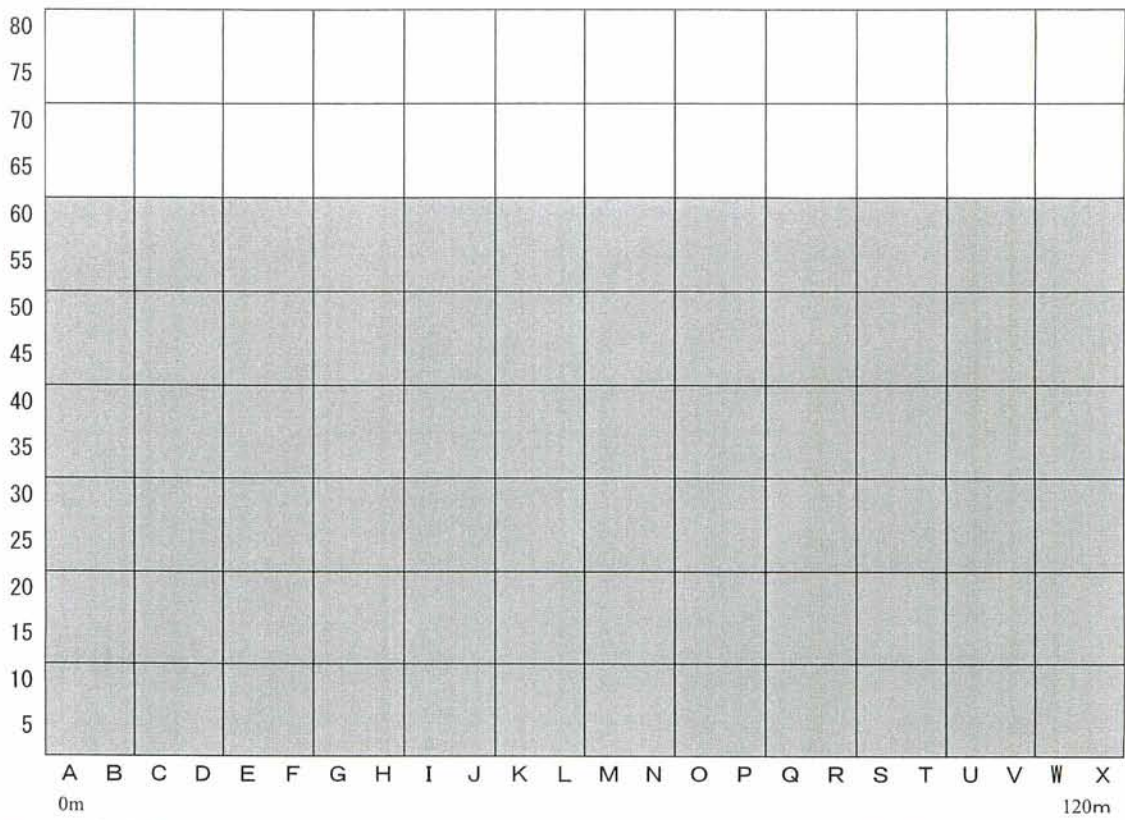


図4 実験区における区画の配列と略号。網掛けが先行調査部分、白地が拡張部分を示す。

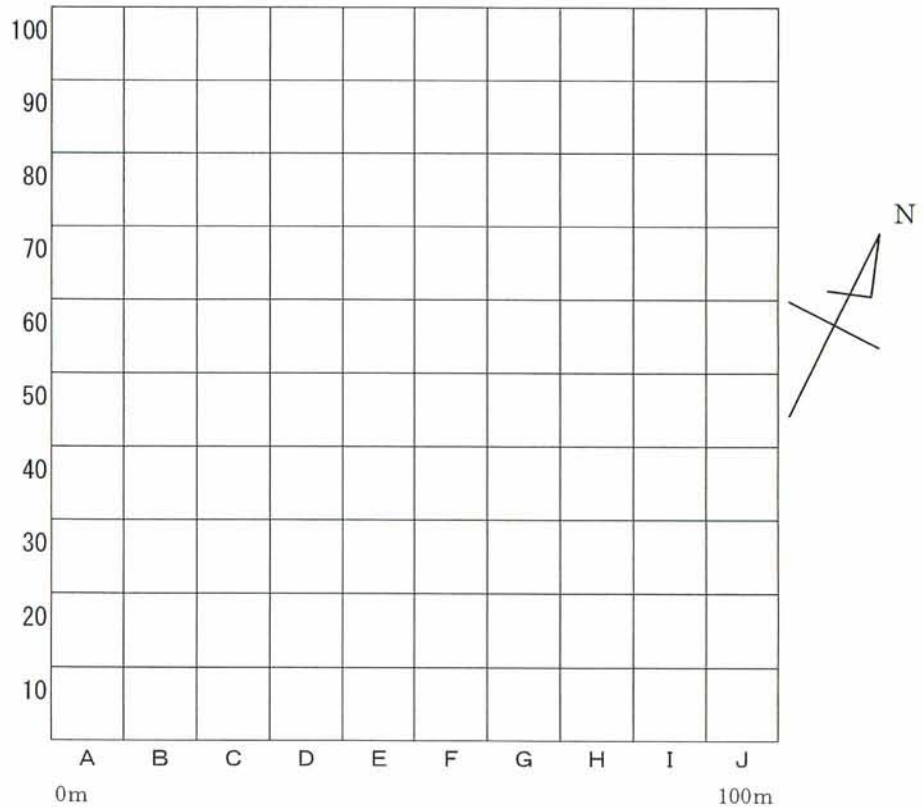


図5 対照区における区画の配列と略号。Y軸の方角は実験区と同じ。

実験区の先行調査部分においては、樹高 10 m 未満の個体についてのみ、これまで実施された各調査の際に樹高測定竿を用いて樹高を測定している。10 m を越える個体は測定開始時に樹高を測定し、その後は測定していない。拡張部分では、今回の調査時に樹高測定竿等を用いて全個体の樹高を測定した。対照区においては、同様に全個体の樹高を測定した。

4 林冠状態

実験区、対照区双方において、林冠の状態を調査する。実験区の小区画に相当する 5 m×5 m 区の中央において上方を目視して、以下の基準で林冠状態を判定する。

閉鎖林冠：樹高 10 m 以上の個体の樹冠が上方を覆っている。

林冠ギャップ：樹高 10 m 以上の個体の樹冠がない。

ギャップ辺縁：林冠ギャップに隣接している。

不完全な林冠：上記 3 区分のいずれにも該当しない。

なお、この際、今回の調査で胸高直径 10 cm 以上の全個体を対象に作成した樹冠投影図を参照して、各モニタリング間で死亡した個体の樹冠が欠落することによってできた林冠ギャップを明らかにして林冠状態の変化を確認しつつ、判定を行う。

5 林床植生

実験区の先行調査部分においては、1999 年以降 2 年おきに、図 6 に示した区画において林床植生を記録している。先行調査部分の設定と毎木調査に時間がかかったため、林床植生の調査は、毎木調査とは開始年度が異なっていることに注意されたい。その際、それぞれの区画 (10 m×10 m) を 4 等分した小区画 (5 m×5 m) で生育する植物の被度と最大高を判定している。これは、5 m×5 m をこえる面積になると、目視によって種ごとの被度を判読することが困難になるためである。小区画の種ごとの被度は、5% を超える場合は 5% 刻みで、それ未満の場合は 1% 刻みで判読している。最大高は、種ごとの最大到達高を判読している。また植生率も判読している。実験区の拡張部分と対照区で行われた今回の調査は草本植物の地上部が枯れている時期に実施されたために、林床植生の記載は行われていない。先行調査部分の調査デザインを参考に調査区画を決定し、来年度の植物生育期間中に補足調査を実施する必要がある。

6 更新稚樹

シカを排除した効果が実験区内で新規の樹木個体の定着・更新に現れることを確認するために、更新稚樹の調査を行う。すなわち両調査区において、上記 5) 林床植生調査に用いた各区画の一部、5 m×5 m を対象に、高さ 30 cm 未満の個体は種ごとに総数をカウントする。高さ 30 cm 以上 2 m 未満の個体は、個体ごとに樹高を測定する。なお、高さが 2 m 以上の個体はナンバリングの上、通常の毎木調査の対象個体に移行する。対象個体の ID 番号は、実験区先行調査部分では始めに A を冠した「AXXXX」といった続き番号を用い、延長部では「AAXXXX」、対照区では「BBXXXX」を用いた。

7 モニタリング時の調査項目

モニタリング時には直近前回の結果を参考に、対象個体の肥大生長（胸高直径）・上長生長（高さ10m以下の個体のみ）を測定、死亡・新規シカ被食・倒伏その他を記録する。高さ2mに達した新規加入個体については胸高直径・種・XY座標を記録し、3)・6)の通りタグをつける。4)・5)・6)の調査実施に関し、対照区の小区画（5m×5m）分割、両調査区での林床・稚樹調査区画の設定が必要である。

8 モニタリング間隔

モニタリングの間隔を長くすると、2つのモニタリング調査間に一旦新規加入したのち、次のモニタリング調査前に死亡する小径個体の数が増大する。これらの個体が調査されないことになるので、調査区全体に生育する個体の死亡過程が網羅できなくなる。特に、小サイズに含まれる個体集団の内部で生じている動態が不明確になる。このことから、モニタリング間隔はなるべく短いほうが望ましい。以上を勘案して、2年に一度、モニタリングを実施する。

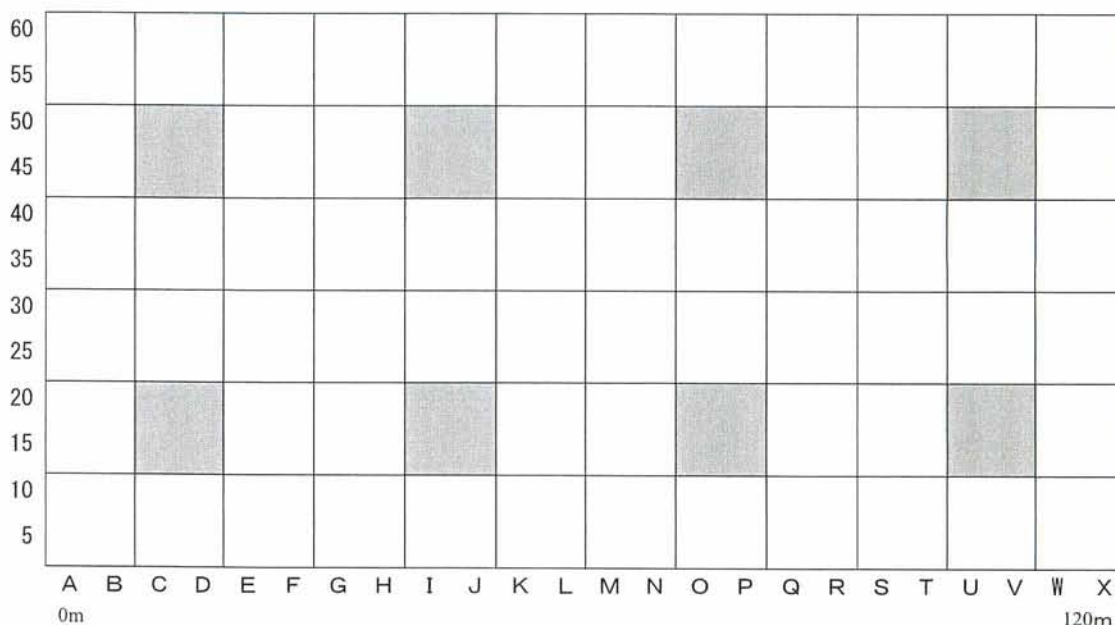


図6 実験区の先行調査部分において林床植生を調査した小区画の位置。

II. エゾシカの相対密度と天然林採食圧予備調査： 知床半島全域調査へ向けての手法検討

(財) 知床財団 小平真佐夫・岡田秀明・山中正実

1：背景と目的

知床半島では 1980 年代後半よりエゾシカが増加傾向にあり、半島最大のシカ越冬地である知床岬周辺を始め、半島各地の天然林でシカによる樹皮食いが進行している。このシカ密度の増加と被食による森林への影響は局所的にはモニターされているが、半島全域での状況は未だ把握されていない。今後、エゾシカ個体群管理の是非を含んだ生態系保全に対する基本方針を検討するに当たり、半島全域での個体群動態とその採食圧の影響は重要度の高い調査項目である。本調査はこの半島全域調査（以下全域調査）に近い将来実施されることを前提に、その手法検討のために行った予備的調査である。

同半島全域でのエゾシカ越冬群の分布については、これまでの調査で大きく二つのことがわかっている（山中ら 2003）。まず、越冬群は標高 300 m 以下の針広混交林を利用し、それ以上の高標高地域にはほとんど見られない。次に、越冬群は脊梁山脈を囲んで帯状に広がるこの低標高地域に連続的な分布を持っているのではなく、知床岬台地群を最大とするいくつかの大きな越冬群と多くの小越冬群からなる不連続な分布を呈している。木本に対する樹皮剥ぎは冬季間に起きるため、天然林への採食圧はこの低標高地域に高く、またシカ越冬密度となんらかの関係を持つ程度濃淡を持つことが予想される。

天然林木本種に対する樹皮剥ぎは、シカ密度の増加に伴いシカの選好性が高い樹種から低い樹種へと拡大していくことがわかっている。知床半島でもっともシカ選好性が高いグループにはニレ属（オヒョウ・ハルニレ）、キハダ、ノリウツギ等があげられ、これらの種は地域的消失も懸念されている。しかし、これらシカ選好性樹種の分布が上記にあるシカ越冬群の分布とまったく一致するとは考えにくい。つまりシカ越冬群の採食圧が低いと予想される標高 300 m を越える地域に、これらの樹種の種子供給源が温存されている可能性がある。したがって、全域調査を実施する場合、低標高域での水平的調査に加え、標高と採食圧の関係を捉える垂直的調査の視点が必要である。

もうひとつ、全域調査実施に必要な準備として、シカ越冬密度と採食状況を対比させる調査単位の決定がある。知床財団が環境省委託により行ったシカ越冬地分布調査（以下ヘリセンサス：山中ら 2003）に用いられた調査区（半島低標高地域を 20 区画に分割、1 ユニットあたり約 10 km²）が、本調査の意図に最も近い。ここではこのヘリセンサス調査区の使用を想定し、広域調査に向けた簡便な調査手法と標本数を検討する。上記ヘリセンサスでの 1 調査区内に複数の観測点を設け予備調査を行い、調査区内での採食圧影響のばらつきを解析する。

2：調査内容

知床半島西岸中央部である岩尾別・幌別地区（推定越冬シカ密度 15 頭/km²）を対象地とし、梶ら（未発表）の手法に従って長さ 100 m のライントランセクトを 5 本設定、調査地点は、越冬標高上限を越える地域（L-1: 標高 430 m）、近傍でやや低標高の地域（L-2: 310 m）、海岸台地縁辺部（L-3: 110 m）、河畔林（L-4: 40 m）、台地上混交林（L-5: 140 m）を選択した（図 1）。調査ラインの始点と方向はあらかじめ地図上で設定、GPS に入力しフィールドへ持参した。調査の実際として、トランセクト始点より 20 m おき、0, 20, 40, 60, 80, 100 m の 6 点を中心とする 1 m x 1 m の方形区内のササ被度、ササ高を測定し（図 2）、同じく上記 6 点を中心とした半径 3 m、高さ 2 m の円柱を想定、その空間に含まれる木本個体の種、枝被度、枝被食の程度について記録した。程度については目測により 5%（0-10%）、30%（10-50%）、75%（50-100%）の 3 段階評価とした。さらにトランセクト上、左右 1 m 以内に存在する木本について胸高直径、種、被食の有無を調査した。1.3 m に満たない個体については樹高と基部直径を記録した。トランセクトの始点と終点にプラスチックの杭（55 cm）を打ち、GPS で位置を記録した。

各調査ラインについて、ササ高・ササ被度・主な樹種の被食状況をまとめ、ライン間での採食圧の相違を分散分析と主成分分析で解析した。検定の危険率はすべて 5%とした。

3：結果と考察

調査を行った幌別・岩尾別地区はシカ密度中程度であり、過去十数年間でシカ採食圧により大きく植生に変化があったことが経験的に認識されている地域である。この地域内に設定した 5 本の調査ラインの結果は予想よりも大きくばらついた。ばらつきの要因として、森林タイプ（河畔林・海岸台地林等）によるものと、シカの行動によるもの（風の強い海岸沿いでカバーとなる針葉樹林群落には被害が多い等）の 2 つがあげられる。このため、調査区毎の採食影響を評価するには、標本数を増やすだけでなく個々の調査区の地形や植生を考慮した層化抽出による調査ライン設定が必要となる。以下に個々の項目についての解析結果と考察を述べ、最後に広域調査用の手法をまとめる。

3-1. ササ高・ササ被度

ササ高(図 3a)は調査ライン間で有意な差があったが (ANOVA- $F=6.53$, $P=0.001$)、ササ被度(図 3b)では有意差がなかった (ANOVA- $F=1.94$, $P=0.135$)。ササ高は L-1 が 2, 3 より、L-1, 4 が 3 よりも有意に高かった (Tukey-Kramer test)。有意差はないものの、ササ被度でも同様に L-3 がもっとも低い傾向があった。ササ高・被度共に L-4 で最もばらつきが大きかった。

高標高にある L-1 で最もササ高が高く、L-3 のササ植生が最も貧弱であったことはある程度シカ採食圧を反映していることが示唆される。ただし、L-3 の海岸台地縁辺部は常に風が強く、凍結・乾燥により植物生育には適さず攪乱に弱いと思われるため、他の場所と同程度の採食圧でも影響が大きく出る可能性がある。河畔林である L-4 でササ植生がばらついたのは土壌基質や過去の浸水経緯等の要因も無視できない。したがって、ササ高・被度はシカ採食圧の指標としては単独ではなく他の項目との総合的な解析に適すると思われる。

3-2. 木本被食状況

調査ライン 5 本で木本 16 種（ニレ属を 1 種とカウント）が確認されたが、5 本すべてに出現したのはトドマツ 1 種のみであった。これは林相によって樹種構成が大きく異なるためであり、横並びに被食状況を比較することを困難としている。また、トドマツと、次に出現頻度が高かったカエデ属（ハウチワカエデ・エゾイタヤカエデ）は被度・被食共に低く、ライン間比較の指標には向かなかった。よってここではすべての樹種を合わせた直径階分布による評価と、木本被食とササ植生を総合した主成分分析による調査ライン間の被食状況比較を試みた。

直径階分布を見ると、どの調査ラインも一様に小径木の少ない一山分布を示し、何らかの理由による後継樹の更新不良が示唆される（図 4）。通常、更新状況の良い天然林では小径木が指数関数的に多く、直径階分布は L 字型を示すことが知られている。同地域はもともとササ被覆により後継木が少なく、大径木の枯死に伴う倒木更新を主とした動態を持っていると考えられるため、これを持ってシカ採食圧による更新不良とは判断できない。採食圧がまずササ植生にかかることを考えると、シカ密度増加の初期にはシカ非選好樹種の更新状況が好転することも考えられる。しかし、対象となる森林での過去からの採食圧の蓄積、採食歴とでもいうものがわからない以上、本調査のような観察のみではそこまでの考察はできない。

前項のササ高・ササ被度に加え、被食があった 5 グループ（オオバボダイジュ・キハダ・ケヤマハンノキ・ナナカマド・ニレ属）の被食率の 3 項目をライン毎に平均 0、分散 1 に標準化し、主成分分析を加えた。

表 1. 幌別・岩尾別地区でのシカ被食圧状況。相対分散値はそれぞれの成分が占める分散値の割合。

成分	相対分散値	係数		
		ササ高	ササ被度	木本被食
PC1	0.448	-0.748	-0.187	0.637
PC2	0.385	0.206	0.847	0.490
PC3	0.167	-0.631	0.498	-0.595

結果、第 1、第 2 成分が総分散の 8 割を占めていた（表 1）。ササ高と木本被食がより重要な要素として第 1 成分に、ササ被度が第 2 成分に大きな係数として現れた。第 1 成分を横軸、第 2 成分を縦軸として調査ラインを図示すると（図 5）、一番右側にある L-3 がササが低く木本被食率が高い調査ライン、逆に一番左側の L-1（高標高）が被食状況の軽いものとなった。ただし、被食程度が低く出た L-4（河畔林）の調査ライン近くに環状剥皮されたニレ属が散見されており、今回の標本数では十分に調査地区の状況を表していないことが考えられる。

3-3. 広域調査の手法について

本調査での標本ライン数（ $n=5$ ）が幌別・岩尾別地区の被食状況を表現するのに不足していることは明らかである。では 1 調査区約 10 km²での適当な標本数はいくつになるのか。ここではササ高を基準に試算を行ってみる。分散分析結果からササ高の 95% 区間推定を行うと、母平均 =

49.67、標準誤差 = 12.64、 $t(0.95, 4) = 2.78$ から 49.67 ± 35.11 (14.56-84.78) が得られる。ここで変動係数は $CV = 12.64/49.67 = 0.25$ と比較的大きい。CV = 0.15 になるように逆算すると必要な標本ライン数は 15 本、0.1 では 33 本という計算になる。これは単純無作為抽出の場合で、実際には地形・植生・標高を考慮した層化抽出とすれば 15 本程度である程度の精度が期待できる。

ただし、今回観測された調査区内の大きなばらつきは、シカ採食圧調査単位としてこの調査区分が必ずしも適当ではないことを物語っている。越冬群の分布を捉えようとしたヘリセンサスとは目的が異なる今回の広域調査では、ある程度採食圧が均質な調査単位に調査区の再分割をすることが望ましい。そこで、シカによる利用度の高い海岸台地と河畔林を主に、利用度の低い急傾斜地を従とし、これに標高差の評価を加味した標本抽出デザインを行う。具体的には大きな越冬群が確認された岬台地、ルシャ川下流域、幌別・岩尾別台地、チャラセナイ・真鯉地区の 4ヶ所を高中密度調査区とし (図 6)、低標高部分 (300 m 以下) の海岸台地と河畔林にそれぞれ 1.5 本/km² の密度になるよう調査ラインを設定する。この高中密度調査区に隣接する高標高部分は地域内での対比が可能なよう低標高域標本地の環境を考慮し、低標高域標本数の半分に標本数を確保する。大きな越冬群が見られなかった地域は低密度調査区とし、低・高標高共に 0.5 本/km² 相当数の調査ラインを設ける。

調査項目として、木本被食の評価には毎木調査で得られる種毎の出現本数と被食本数が比較指標として適していた。同じデータで得られる直径階分布も更新状況を捉えるのに優れている。問題は調査ライン当りの毎木調査面積が 100 m × 2 m では個体数不足となることで、これは片側 2 m の 100 m × 4 m とすることで対処できる。一方、円柱空間での枝被食調査は良い比較指標とはならなかった。これは今回の調査ラインが樹種構成の異なるいくつかの森林に設定されていた点、また同地区は小径木が少なく対象となる空間内での枝被度が一様に少なかった点が理由として挙げられる。逆に、今回の調査地よりも越冬シカ密度が低い地域、あるいは密度はあっても被食歴の浅い地域ではよい指標となり得るかも知れない。また林床においてシカの選好性が低いミミコウモリ・ハンゴソウ・エゾユズリハ等の有無は被食歴の目安となりうるため、毎木調査範囲での調査項目に追加すべきと思われる。

よって、広域調査では棍ら (未発表) と同様の調査項目にシカ選好性が低い植物の有無を追加し、毎木調査面積の横幅を 4 m としたライントランセクトを 1 標本単位とする。高中密度調査区約 70 km² (面積は低標高部分) に $70 \times 1.5 = 105$ 本、同調査区高標高域に 50 本の調査ラインを配置する。低密度調査区約 150 km² に 0.5 本/km² の密度とすると 75 本となるが、同調査区低・高標高域にそれぞれ 50 本以上となるよう調査ラインを配置し、合計 250 本以上とする。1 日に 3 人で 3-4 本の調査が可能であり、アクセスの良し悪しを加味すると約 300 人日の外業と予想される。多少の規模縮小があっても、調査には最低 2 ヶ年を必要とする。

本調査で前提としている広域調査は 2003 年 3 月時のシカ越冬群の大きさと分布を基礎としている。シカ個体群の動態は安定には程遠く、毎年積雪状況等により大きく変動しており、採食圧も同様にめまぐるしく変化する。したがって、広域調査が実施されたとしてその結果の有効期限はせいぜい 3-5 年程度と見るべきだろう。知床森林生態系の保全のためには、今後シカ個体群が増加を続けて越冬地を拡大するにしろ、個体群崩壊を起こして採食圧が減少するにしろ、こうしたスケールでの調査を定期的に行い、森林の状態をモニタリングしていくことが求められている。

参考文献

梶光一・岡田秀明・小平真佐夫・山中正実・磯野満里子（2004） ヘリコプターを用いたエゾシカの生息数調査. 平成 15 年自然環境基礎調査報告書.

山中正実・仲村昇・小平真佐夫・岡田秀明（2003）エゾシカ越冬地分布. 「平成 14 年度知床国立公園生態系保全管理等充実に向けた基盤整備事業報告書」 pp. 195-222. (財) 国立公園協会.

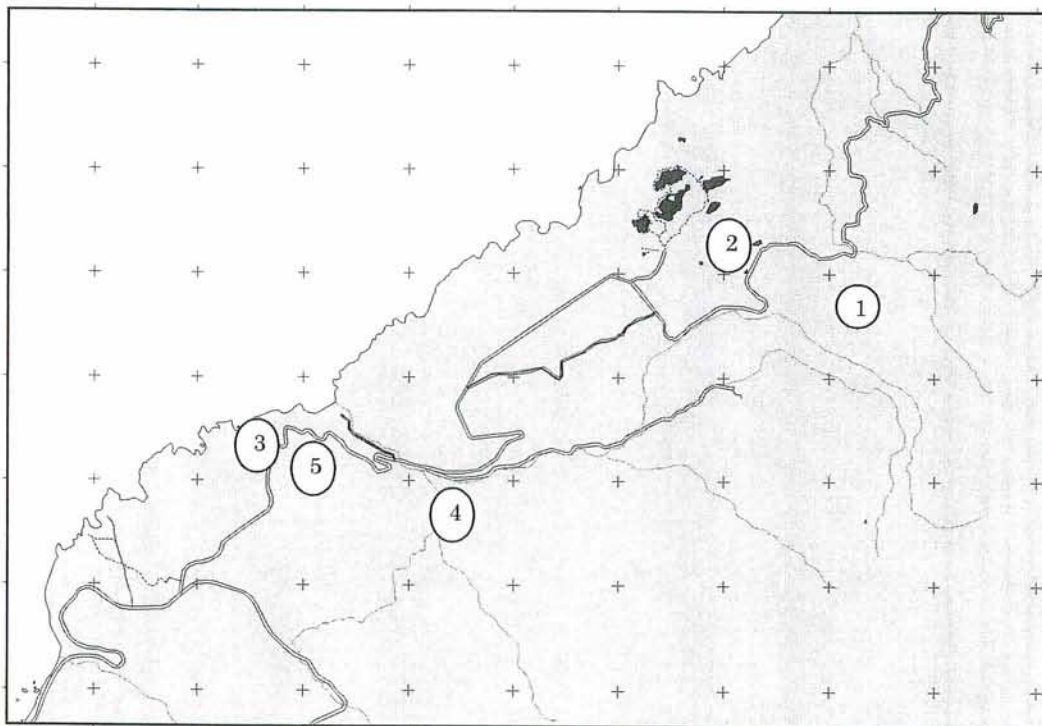


図 1 調査地概要. ライン 1 (①) から 5 (⑤) の位置. メッシュは 1 km.

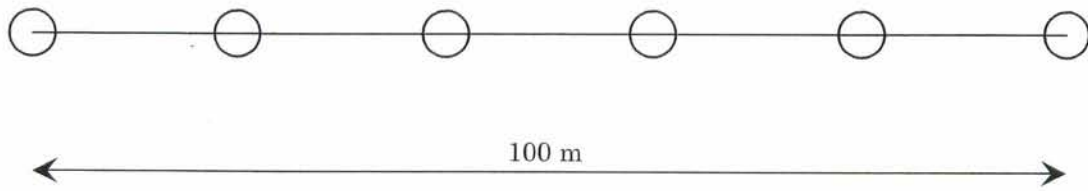


図2 ライントランセクト概念図. 20 m 置きに配置された6点の円形調査区. 同様に配置されたササ調査区は図示していない.

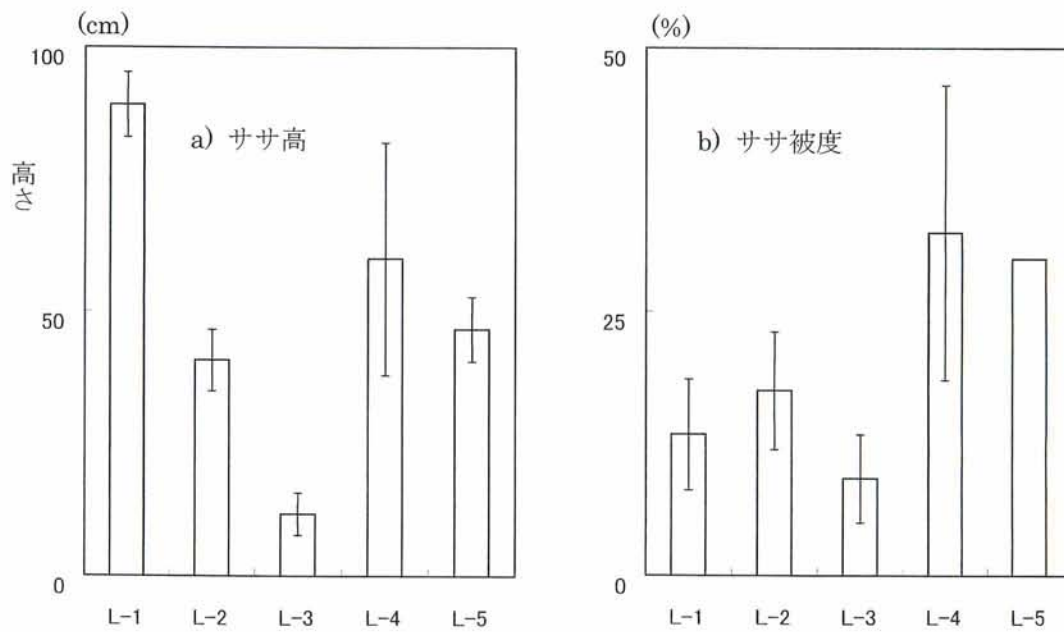


図3 幌別・岩尾別地区でのササ高 (a) とササ被度 (b). 各調査ライン毎の標準誤差 ($n=6$) を含む.

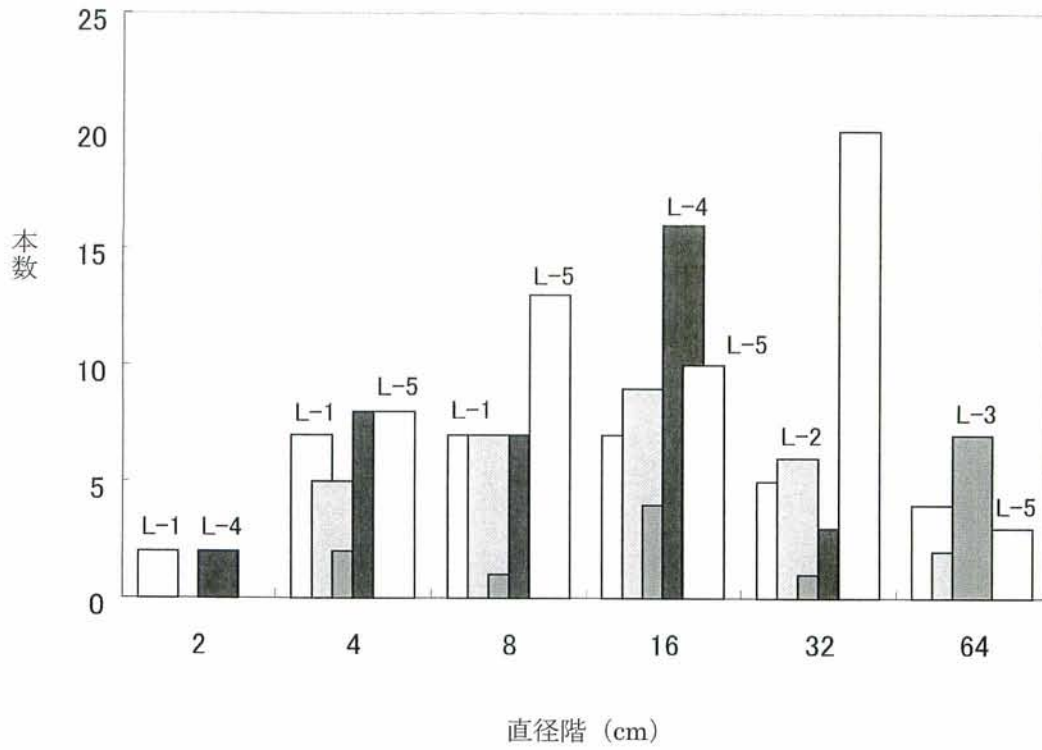


図4 幌別・岩尾別地区での出現木本直径階分布. 調査ライン1 (L-1) から5 (L-5). 標本数はライン1から5までそれぞれ32, 29, 16, 36, 54.

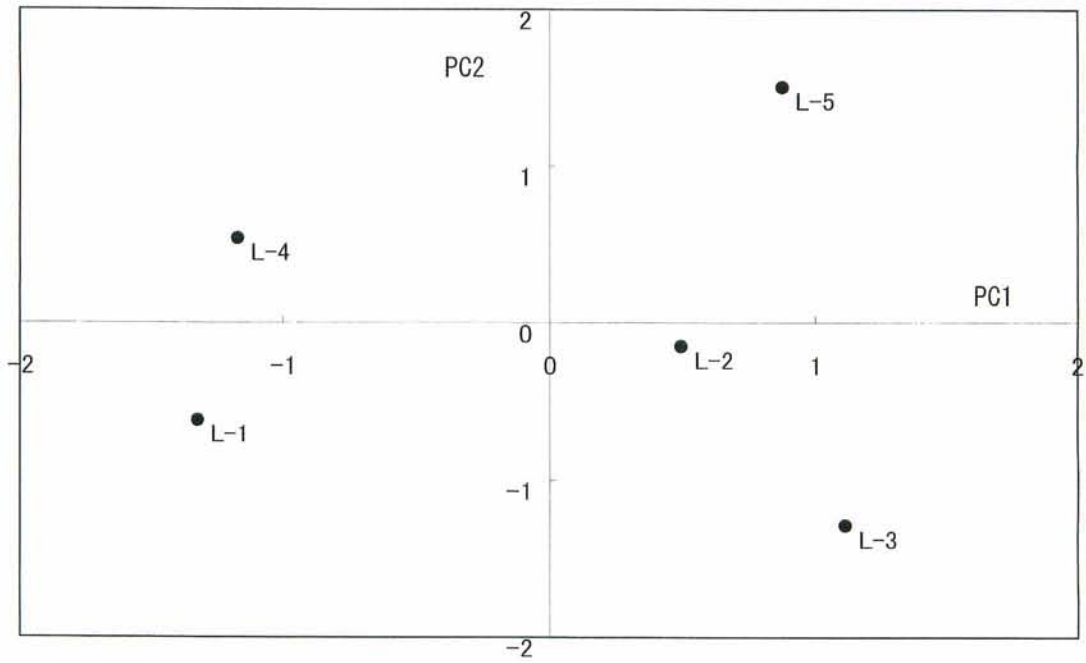


図5 幌別・岩尾別地区シカ被食圧状況の主成分分析結果. 横軸が第1成分、縦軸が第2成分.

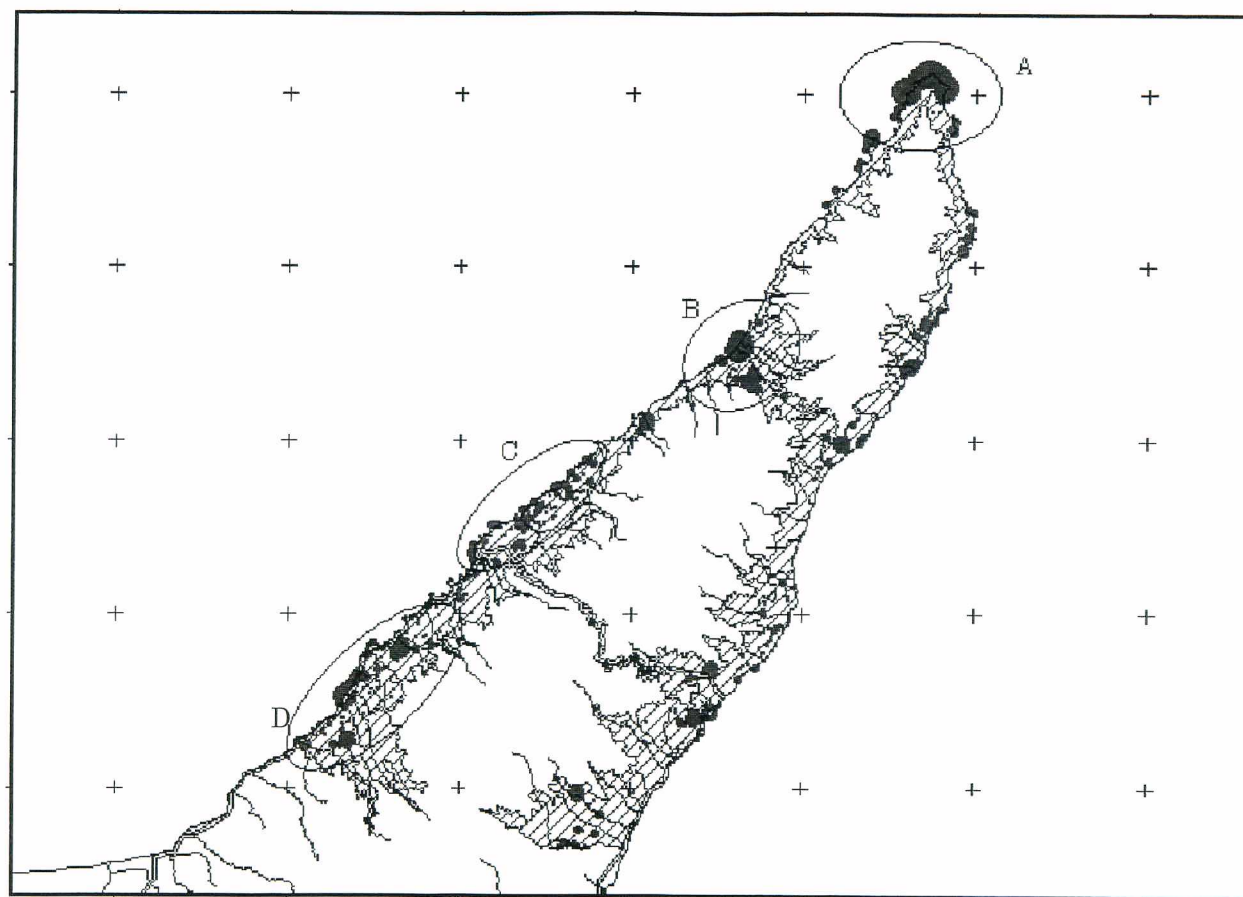


図 6. 2003 年 3 月ヘリセンサスによるシカ越冬群の分布 (山中ら 2003 を改変). 大きな越冬群が集中する岬地区海岸台地上 (A)、ルシャ地区河畔林 (B)、岩尾別・幌別台地地区 (C)、チャラセナイ・真鯉地区 (D) の 4 ヶ所を高中密度調査区、残りを低密度調査区とする (本文参照). 斜線部は標高 300 m 以下の地域. メッシュは 10 km.

Ⅲ. 事業報告検討会

知床半島における「森林生態系保全・再生対策事業」の調査結果の取りまとめに当たって、下記の参加者のもと、事業報告検討会が開催され、取りまとめ内容の報告、検討が行われた。

本報告書は、当該検討会の検討を経て取りまとめられたものである。

【検討会出席者】

専修大学北海道短期大学 教授	石川 幸男
北海学園大学 教授	佐藤 謙
環境省東北海道地区自然保護事務所 次長	鳥居 敏雄
” 自然保護官	西野 雄一
” 自然保護官	田中 準
北海道森林管理局北見分局指導計画第二課長	辻 裕司
” 課長補佐	村上 裕
” 帯広分局森林施業調整官	立野 政信
北海道環境科学センター自然環境保全科長	梶 光一
斜里町環境保全課主事	村上 隆広
羅臼町環境課自然保護係長	田澤 道広
(財)知床財団 事務局長	山中 正実
” 調査研究主任	小平 真佐夫
(社)日本林業技術協会 所長	中易 紘一
” 主任研究員	薄井 五郎
” 部長	石田 繁夫