

## 第6章 今後の課題

今回実施した調査の次年度以降の調査地候補や、新規に提案する調査内容など、今後の課題についてまとめた。

### 6.1 詳細調査のとりまとめ

調査開始から15年間で349箇所の調査区を設定されている。これまでの調査実施状況を表-6.1.1、表-6.1.2に整理した。昨年度から3巡目に入っており、再調査区数を絞りながら継続している。2回以上調査した区は55%程度である。

表-6.1.1 調査実施状況

巡目	主な管理署	3回調査	2回調査	1回調査	合計
3巡	日高南部・上川中部・根釧西部・ 檜山・渡島	<u>38</u>	<u>16</u>	23	77
2巡	宗谷・空知・網走中部など		<u>137</u>	<u>113</u>	<u>250</u>
1巡	上川北部・日高北部など		<u>2</u>	<u>20</u>	<u>22</u>
	計	<u>38</u>	<u>155</u>	<u>156</u>	349

表-6.1.2 各森林管理署の調査実施状況

森林管理(支)署	調査回数	調査実施状況 (調査箇所数)															候補案 2024
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
上川中部署	3	20					15								10		
日高南部署	3	16					15								10		
根釧西部署	3	20							12						10		
宗谷署	2		20					10									●
空知署	2		20						10								●
檜山署	3		16								9+1					8	
網走中部署	2			20					10								●
十勝東部署	2			20					10								●
留萌南部署	2			20						10							●
石狩署	2			15	5					9+1※				0+4※			
十勝西部署	2				16							12					
上川南部署	2				10						6						
胆振東部署	2				14			3+2			8						
後志署	2				15						8						
網走南部署	2					15					0+6※	8					
根釧東部署	2					15						8+2					
東大雪支署	2						15					10					
留萌北部署	2							5						5			
西紋別支署	2							5						5			
網走西部署	2							5						5			
上川北部署	1										10						●
日高北部署	1	4									2+8						●
北空知支署	未																
渡島署	2		4													3	
		<u>60</u>	<u>60</u>	75	60	30	45	30	32	<u>30</u>	30	40	28	19	30	11	

※○+○は、2回目調査地+初回調査地

※消失再設定

※津別

※北部

※黄色の網掛けは設置時を示す。

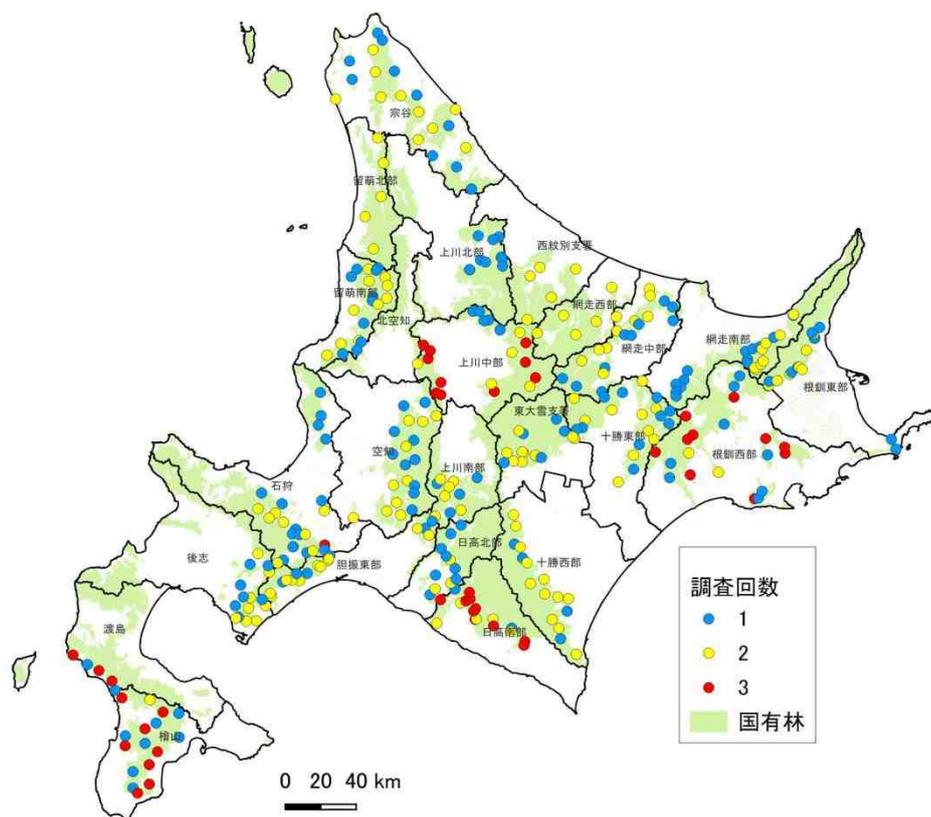


図-3.1.1 調査地位置と調査回数

### 3.1.2 調査データの特徴や留意点

以下のような調査属性は、各調査で一致しておらず、調査区ごとに異なる点は留意が必要である。なお、詳細調査の具体的な方法については 2-1 項に記載している。

#### 1) 調査開始年・調査間隔

開始年や再調査の調査間隔が森林管理署ごとに異なる。同一森林管理署でも、調査開始年が異なる調査区がある(檜山・石狩・網走南部・胆振東部・根釧東部・日高北部)。再調査を実施した調査区も限られる。

#### 2) 調査時期

調査時期 6~9 月と幅があり、同一調査区では調査月が異なるケースがある。

#### 3) 調査者

受託者は 15 年間で 4 社で、同一調査区でも調査者は異なるケースがある。

#### 4) 調査区数

調査区の設定時の調査に、毎木調査は 1~2 区、稚樹は 1~4 区が行われており、調査区や調査回によって、調査面積が異なる場合がある。

#### 5) 調査区消失

調査区が消失したため、近隣に調査区が再設定されているケースがある(石狩署 IB-03)。

## 3.2 整理項目

データ整理は、以下のように、データ集計・図化と解析に分けて行った。

### ●データ集計・図化

#### 3.2.1 調査地属性（立地・林分構造）

標高・地形・河畔環境や農地からの距離などの各調査区の立地環境をマップ化した。また、林分構造については、針広比・胸高断面積密度・本数密度・下枝密度・稚樹密度・林床現存量・ササ被度・林床出現頻度についてマップ化した。

#### 3.2.2 エゾシカの生息状況

調査期間中のエゾシカ生息状況について、北海道の狩猟者統計データを用いて SPUE を整理した。

#### 3.2.3 各種の食痕率

1～3 回の樹皮剥ぎ率・下枝食痕率・稚樹食痕率・下枝稚樹食痕率・林床食痕率・ササ食痕率・高木類（林床）食痕率・低木類食痕率についてマップ化した。

#### 3.2.4 林分構造の変化

胸高断面積密度・小径木密度・下枝密度・稚樹密度・林床現存量指数・ササ被度についての変化をマップ化した。

### ●データ解析

#### 3.2.5 エゾシカによる被食の要因

下枝稚樹、樹皮剥ぎ、林床植生について、エゾシカの被食の特徴を主に植物種の嗜好性の面から解析した。

#### 3.2.6 森林の更新に与えるエゾシカの影響

森林更新への影響を、新規加入個体数と、小径木密度の変化から解析した。

#### 3.2.7 林床植生に与えるエゾシカの影響

広葉樹高木類・低木類・ササ類・高茎草本類・小型草本類の変化量に与えるエゾシカの影響について解析した。

#### 3.2.8 林分の更新状況とエゾシカの被食状況による分類

再調査を行っている 194 調査区のエゾシカの影響について、更新状況（新規加入個体率）と被食状況（下枝・稚樹食痕率）を用いて調査区を分類した。



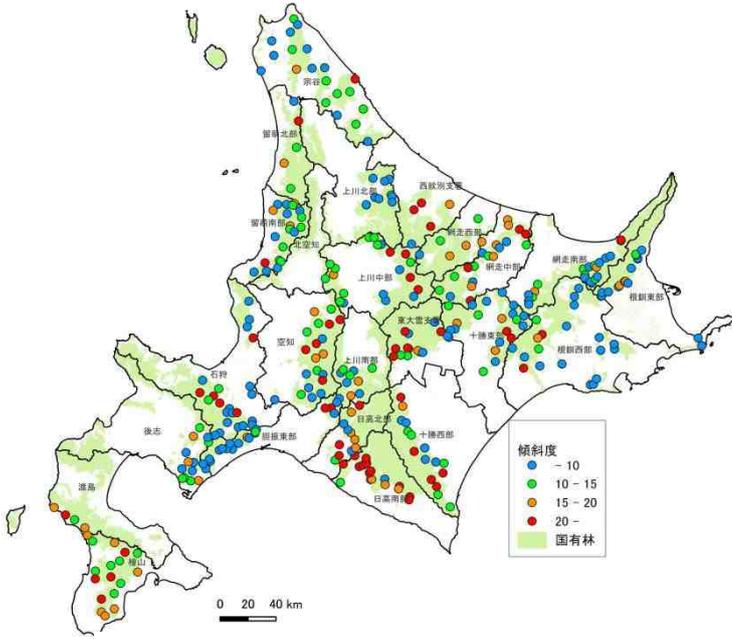


図-3.3.2 傾斜度

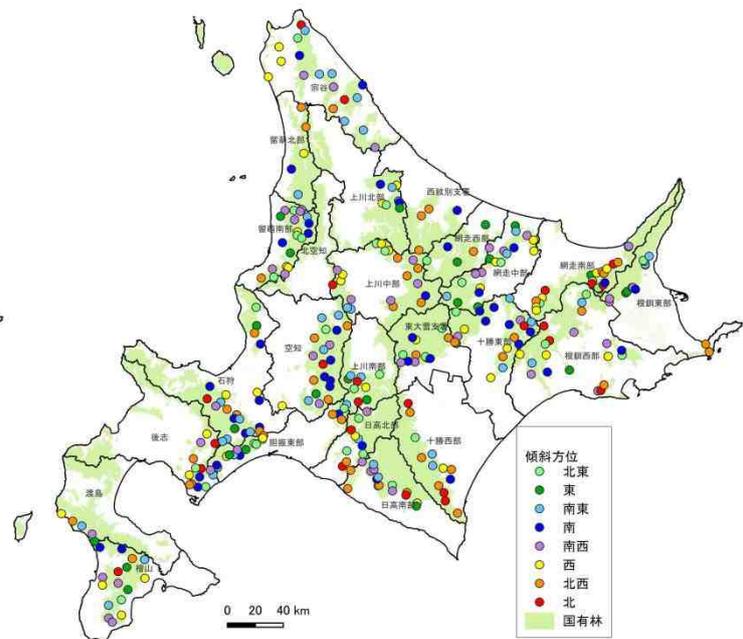


図-3.3.3 傾斜方位

② 河畔

河畔を傾斜 10 度以下で河川からの距離が 100m 以下と定義して河畔に属する調査区を抽出した。349 調査区のうち、河畔にある調査区は 86 区・24.6%だった。地域的には上川北部署、十勝東部署、網走南部署に多かった(図-3.3.4)。

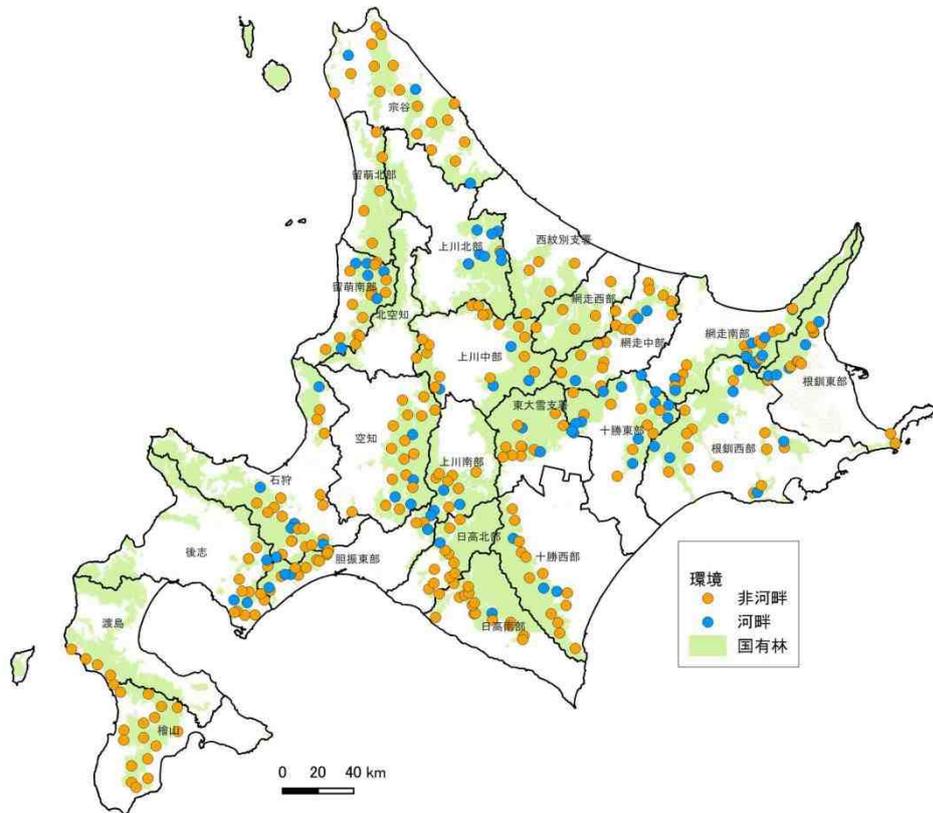


図-3.3.4 河畔環境

### ③ 農地からの距離

農業地域の GIS データを用いて調査地から農地までの距離を算出して、マップ化した(図-3.3.5)。農地から 1km 以下は 33%、2km 以下は 53%を占めた。逆に 6km を超えた調査区は 41 区で、大雪山系や日高南部署、胆振東部署から石狩署にかけて多く見られた。

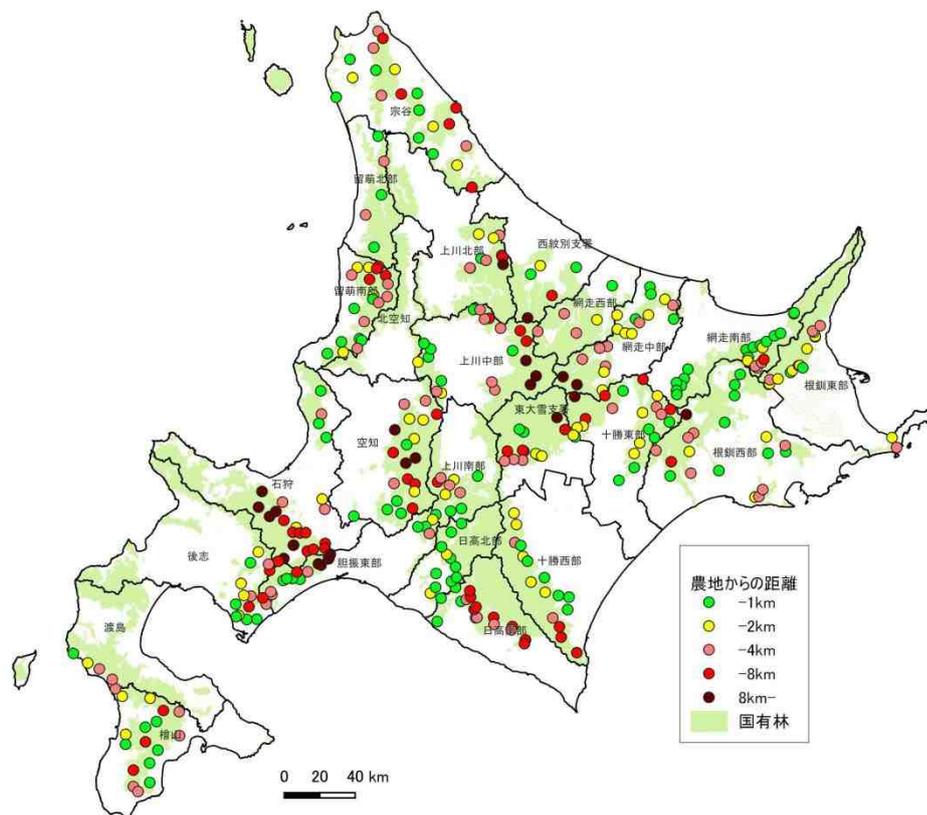


図-3.3.5 農地からの距離

## 2) 林分構造に関する属性

針広比・胸高断面積密度・本数密度・下枝密度・稚樹密度・林床現存量・ササ被度・林床出現頻度について整理してマップ化した。

### ① 針広比

胸高断面積による割合から針葉樹割合を求めた。針葉樹なしが138区(40%)、1割以下が208区(60%)だった。太平洋側は、針葉樹なしの調査区が多かった。4割を超えた調査区は52区(15%)で、北部や内陸の森林管理署に多く見られた(図-3.3.6)。

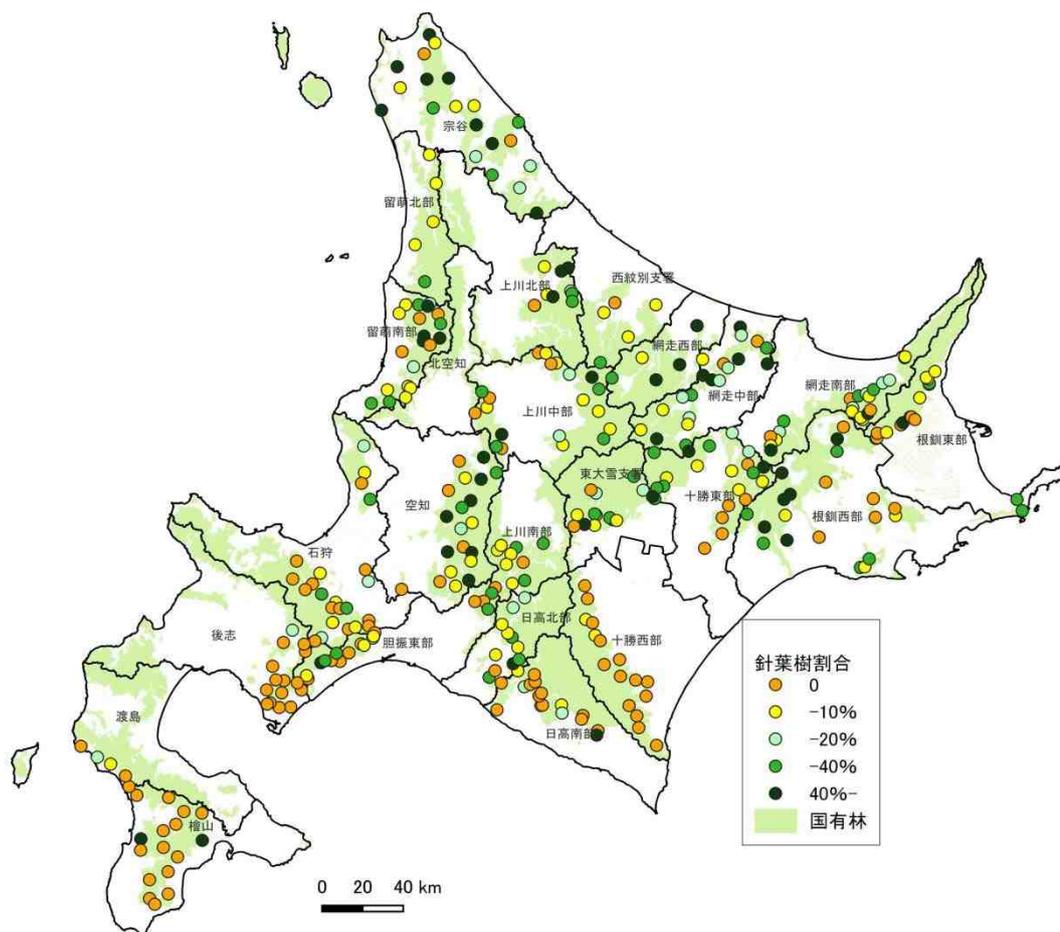


図-3.3.6 針葉樹割合

## ② 胸高断面積密度

7,500cm<sup>2</sup>/200 m<sup>2</sup> 以下は 122 区で 35%、10,000cm<sup>2</sup>/200 m<sup>2</sup> 以下は 213 区で 61%を占めた。15,000cm<sup>2</sup>/200 m<sup>2</sup> 以上は 20 区だった。森林管理署間の明瞭な偏りは、見られなかった(図-3.3.7)。

また、各調査区の最大胸高直径の頻度分布を見ると、30~40cm が最頻値になっており、比較的発達途上の若い林が多かった(表-3.3.1)。

表-3.3.1 最大胸高直径の分布

胸高直径階	調査区数
-30	27
-40	103
-50	78
-60	78
-70	29
-80	15
-90	11
90cm-	8
総計	349

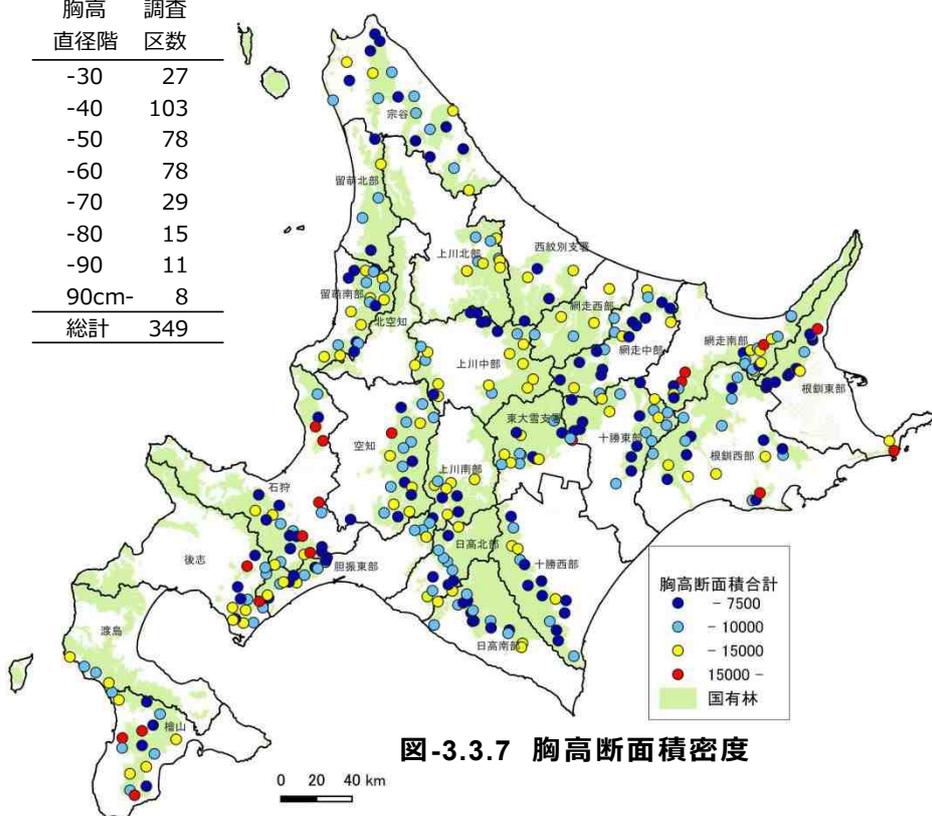


図-3.3.7 胸高断面積密度

## ③ 本数密度

40 本/200 m<sup>2</sup> 以下は 107 区(31%)、80 本/200 m<sup>2</sup> 以下は 296 区(85%)を占めた。100 本/200 m<sup>2</sup> を超えたのは 19 区だった。森林管理署間の明瞭な偏りは見られなかった(図-3.3.8)。

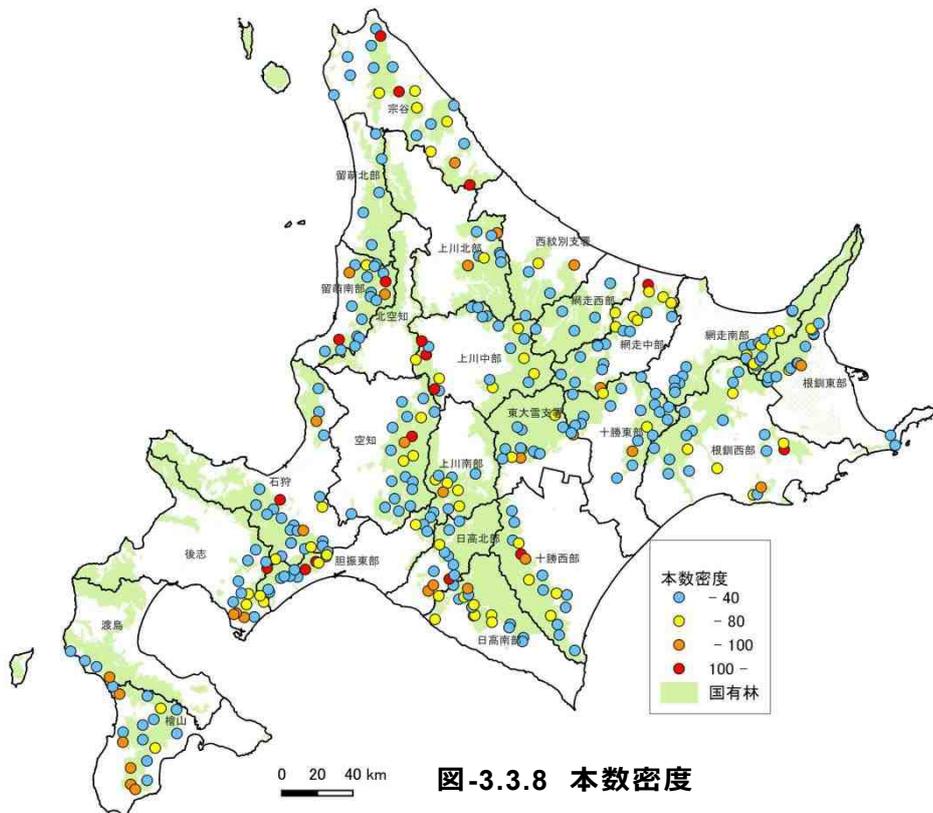


図-3.3.8 本数密度



## ⑥ 林床現存量指数

現存量指数(各種の高さ×被度の合計値)は、太平洋側で低く、日本海側で高くなる傾向が見られた。これは、林床の主要種であるササの種類の違いを反映している。ミヤコザサが優占する太平洋側では指数は低く、チシマザサが優占する道北地域では高かった(図-3.3.11)。

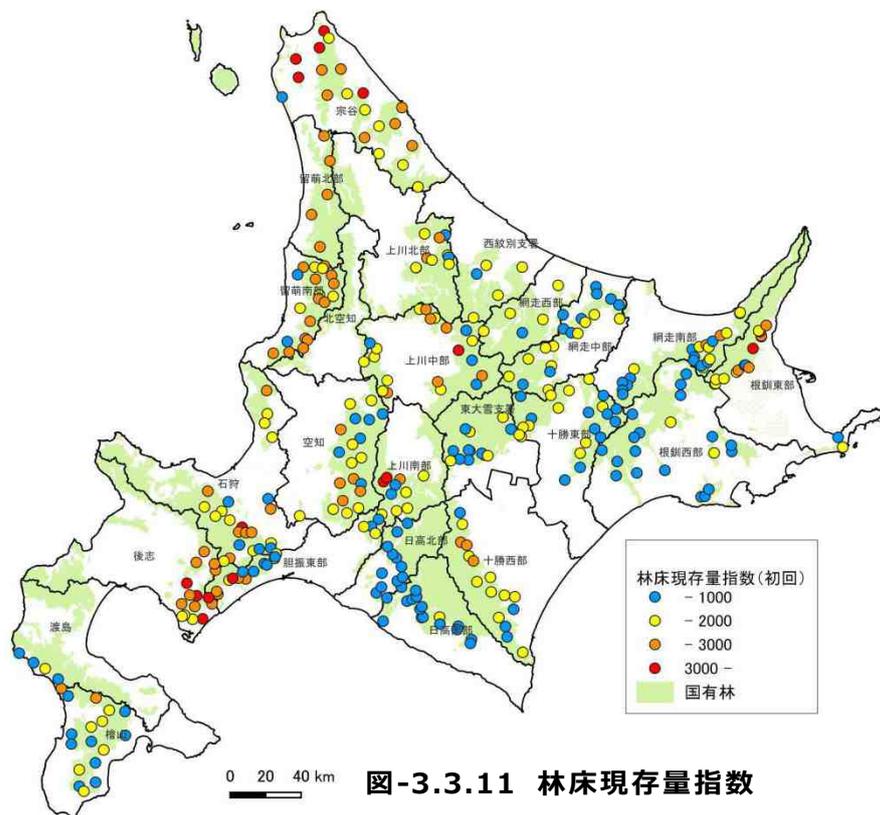


図-3.3.11 林床現存量指数

## ⑦ ササ被度

ササの被度が75%を超える調査区は86区(25%)を占めた。宗谷署、留萌北部署、根釧東部署、後志署では、被度が高い調査区が多く見られた(図-3.3.12)。

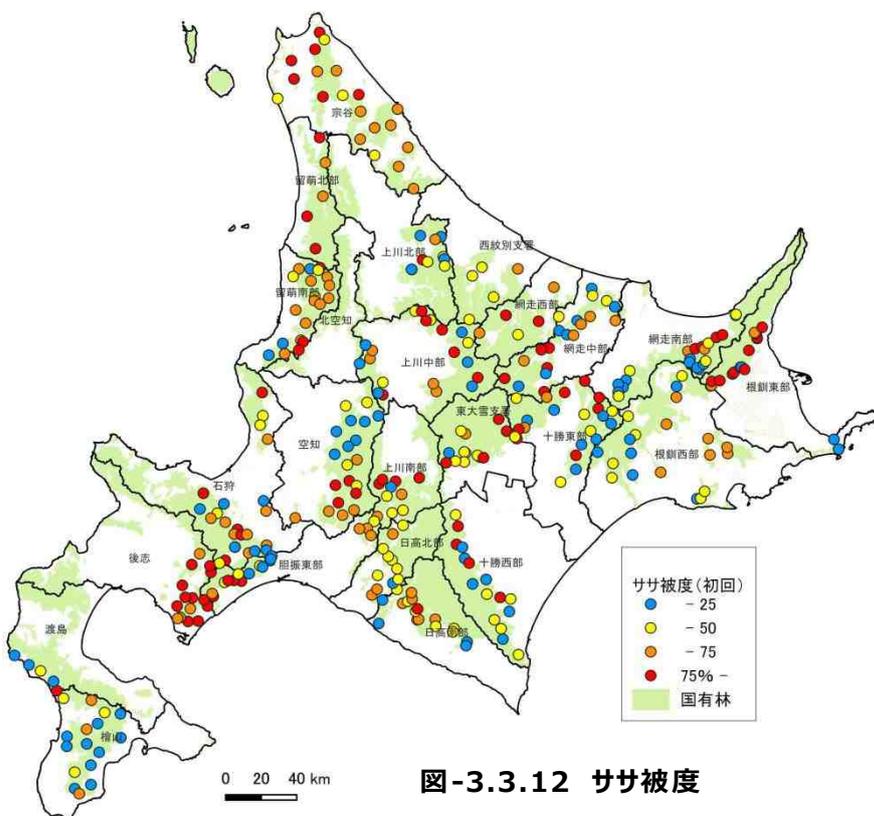


図-3.3.12 ササ被度

### 3.3.2 エゾシカの生息状況

調査期間中のエゾシカ生息状況について、北海道の狩猟者統計データを用いて整理した。2007~2011年、2012~2016年、2017~2021年の5年ごとの3年代について平均SPUE(狩猟者1日あたりのエゾシカの確認頭数)を図-3.3.13に示した。

胆振以東の太平洋側や道北地域が高い傾向は、各年代で共通していた。2007~2011年に比べて、それ以降は全体的に減少している、狩猟者の行動に依存したデータであることは留意する必要がある。

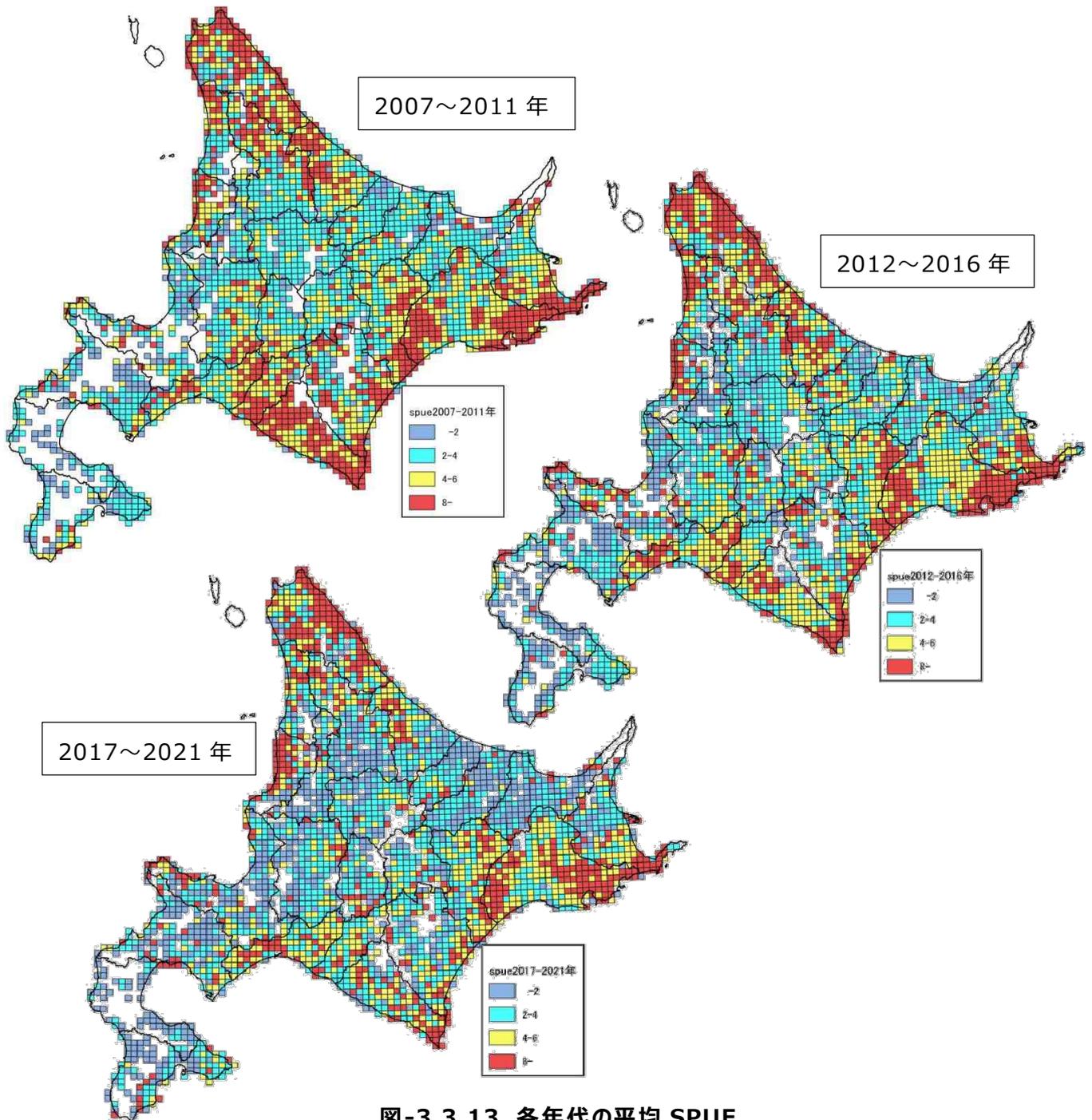


図-3.3.13 各年代の平均 SPUE

### 3.3.3 各種の食痕率

#### 1) 樹皮剥ぎ率

1~3 回目の調査による樹皮剥ぎ率(新しい食痕)の分布を示した(図-3.3.14)。継続して毎回被食された調査区(根釧西部署内など)、新たに被食された調査区(上川中部署内など)、初回は被食されたが2 回目は被食されなかった調査区(網走中部署内・網走南部署内など)が見られた。なお、初回の調査では、角とぎの誤認も含まれている可能性も考えられる。

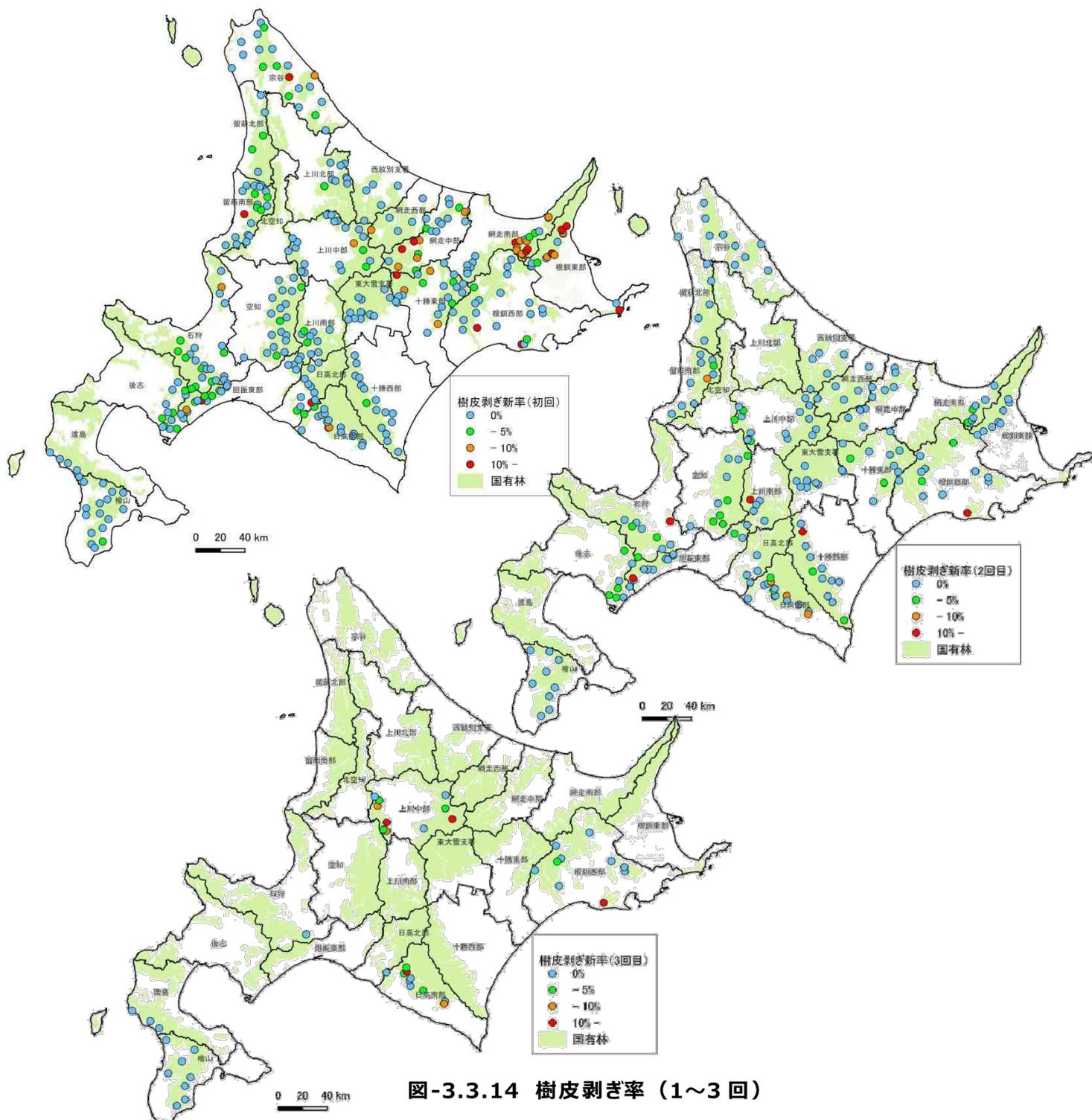


図-3.3.14 樹皮剥ぎ率(1~3回)

## 2) 下枝食痕率

1~3 回目の調査による下枝食痕率(新しい食痕)の分布を示した(図-3.3.15)。根釧西部署、日高南部署などは初回時は高く、その後も継続して高い傾向が見られた。上川中部署、網走中部署、網走南部署、十勝西部署などは、2 回目以降に食痕率の増加が見られた。宗谷署、留萌北部署、留萌南部署、檜山署は食痕率の増加はわずかで、影響を与える変化は見られなかった。

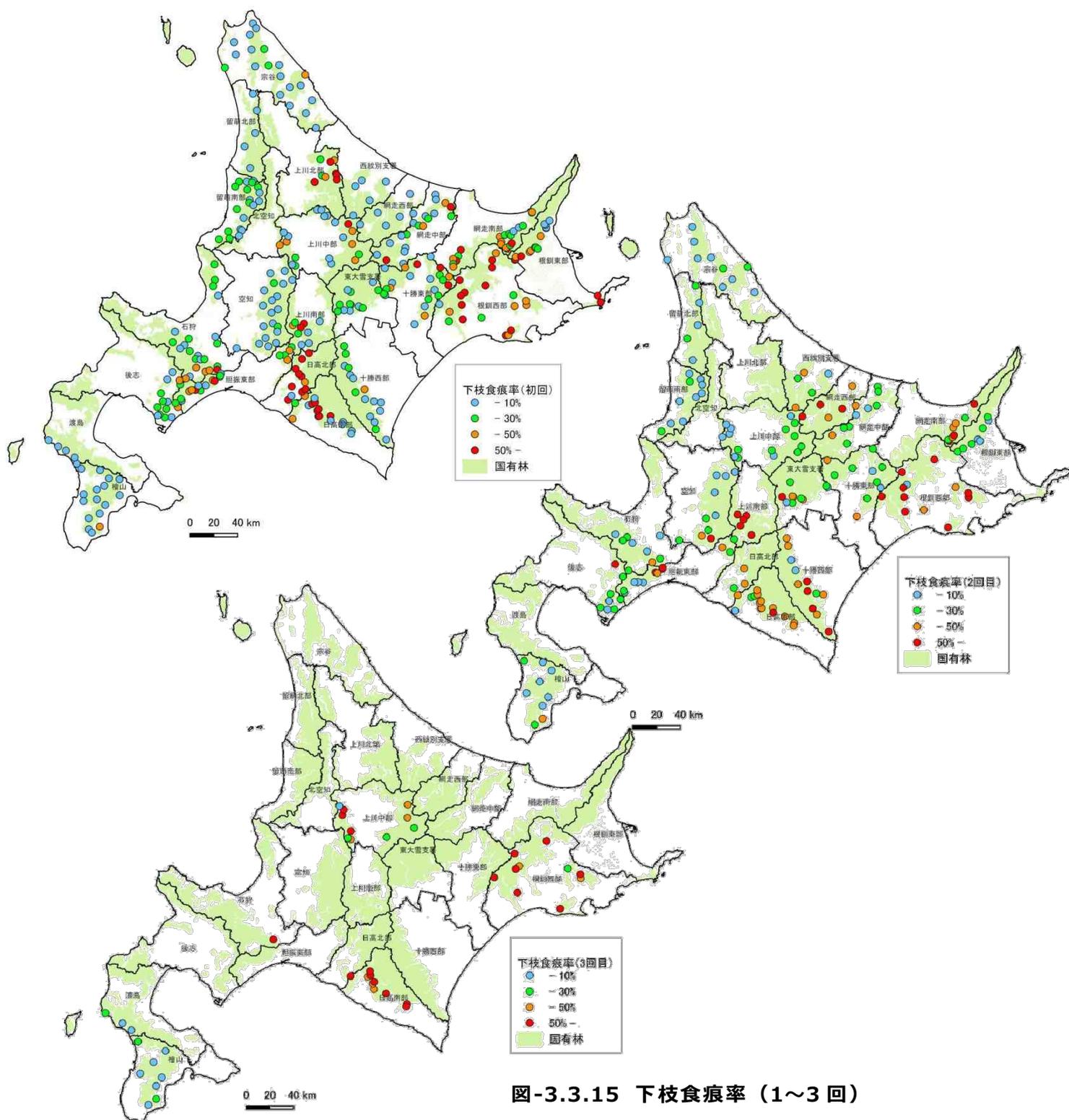


図-3.3.15 下枝食痕率 (1~3 回)

### 3) 稚樹食痕率

1~3 回目の調査による稚樹食痕率(新しい食痕)の分布を示した(図-3.3.16)。全体的な傾向は下枝食痕率と類似しているが、2 回目以降は稚樹がない調査区が増加し、稚樹数が減少して同一署内での食痕率のバラツキもやや大きくなった。

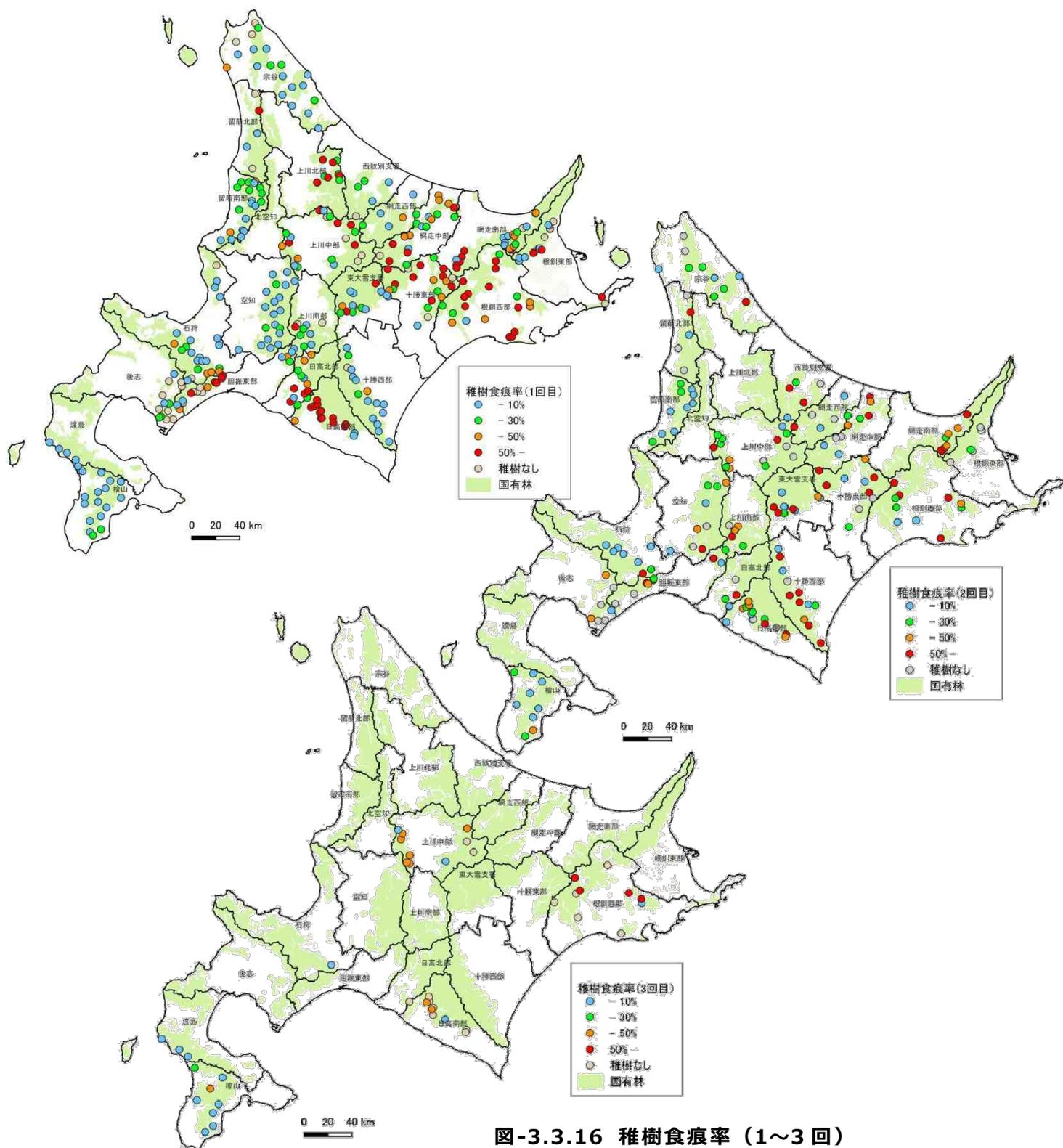


図-3.3.16 稚樹食痕率 (1~3 回)

#### 4) 下枝・稚樹食痕率

1~3 回目の調査による下枝と稚樹を合わせた食痕率(新しい食痕)の分布を示した(図-3.3.17)。全体的な傾向は、下枝食痕率に類似しているが、稚樹が多い調査区では、稚樹食痕率の影響が大きく出ている。

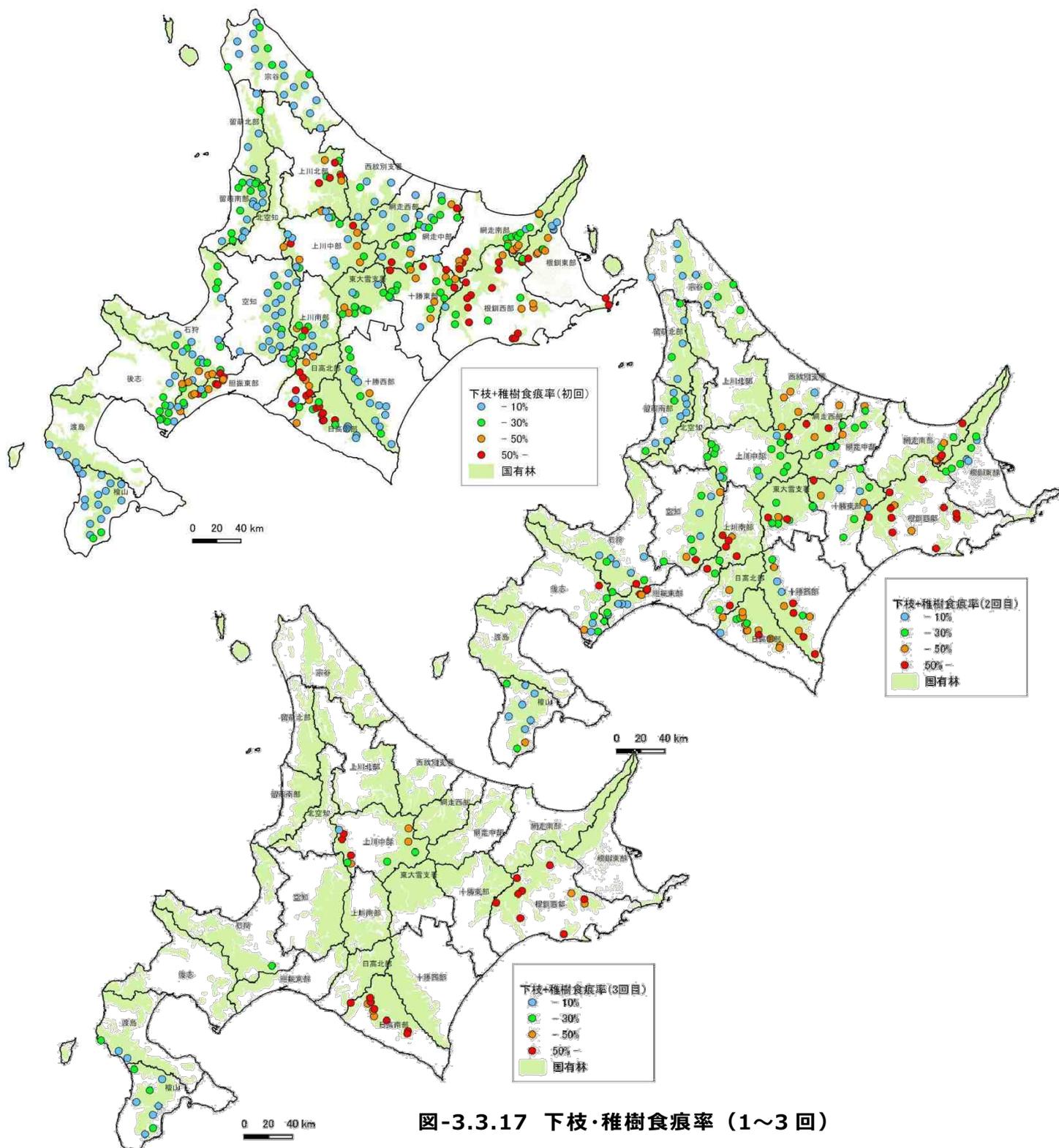


図-3.3.17 下枝・稚樹食痕率 (1~3 回)

## 5) 林床食痕率

1~3回目の調査による林床食痕率(食痕数/出現数)の分布を示した(図-3.3.18)。初回では石狩署、胆振東部署、日高南部署、根釧西部署などは高い食痕率の調査区が目立った。2回目以降は、全道的な傾向は変わらないが、食痕率が大きく増加や減少した調査区も見られた。

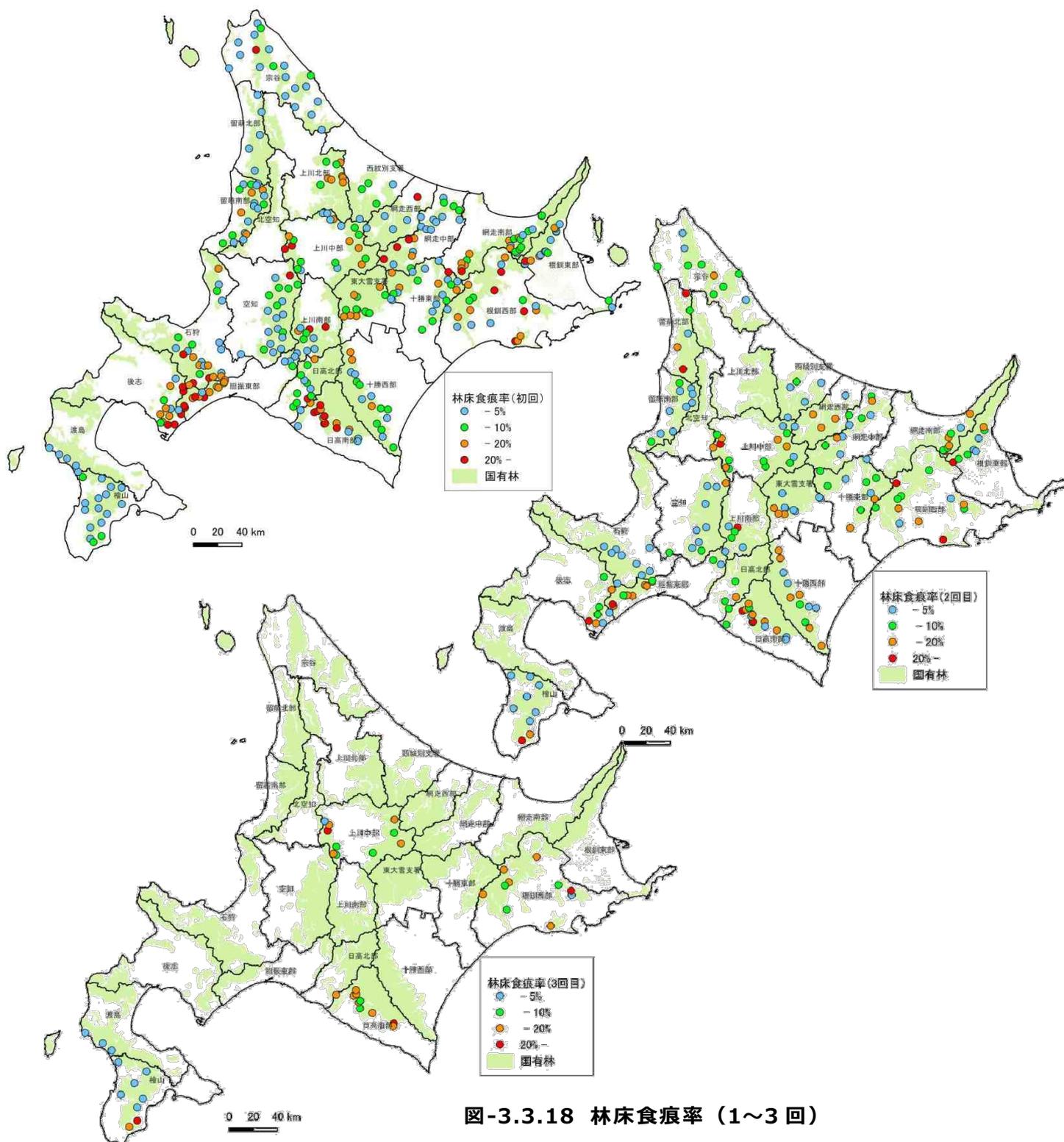


図-3.3.18 林床食痕率 (1~3回)

## 6) ササ食痕率

1~3回目の調査によるササ食痕率(食痕数/出現数)の分布を示した(図-3.3.19)。初回では石狩署、胆振東部署、日高南部署、網走中部署、十勝西部署、根釧西部署などでは、高い食痕率の調査区が目立った。また、他署でも食痕率が50%を超える調査区が局所的に見られた。2回目以降は、継続して高い調査区も見られた一方、大きく増加や減少した調査区も見られた。

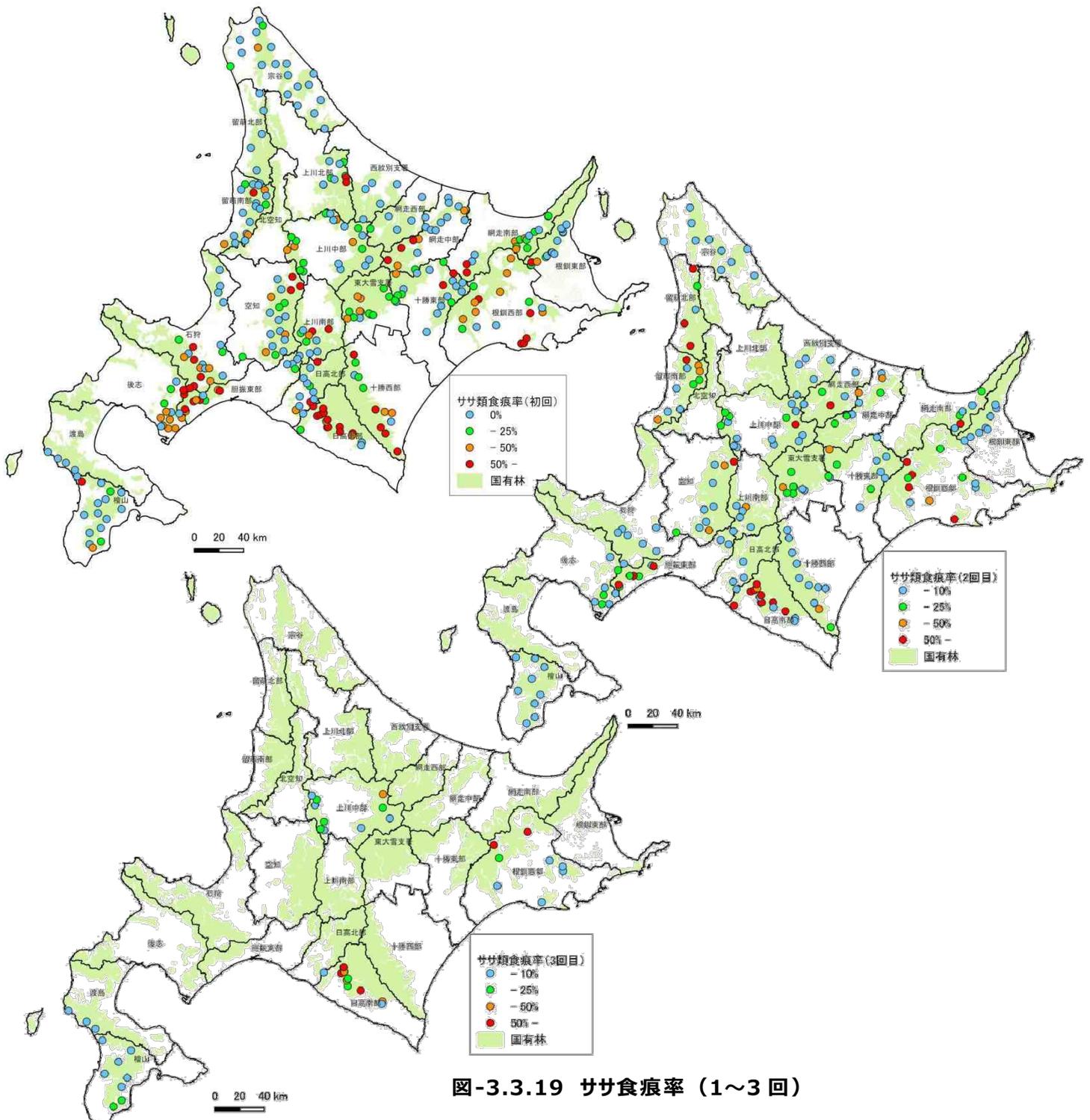


図-3.3.19 ササ食痕率 (1~3回)

## 7) 林床植生における高木類食痕率

1~3 回目の調査による林床植生調査での広葉樹の高木類食痕率(食痕数/出現数)の分布を示した(図-3.3.20)。初回は胆振東部署、日高南部署、上川北部署、網走南部署、根釧西部署、十勝西部署などで、高い食痕率の調査区が多かった。他署でも食痕率が 20%を超える調査区が局所的に見られた。2 回目以降も同様の傾向が見られた。

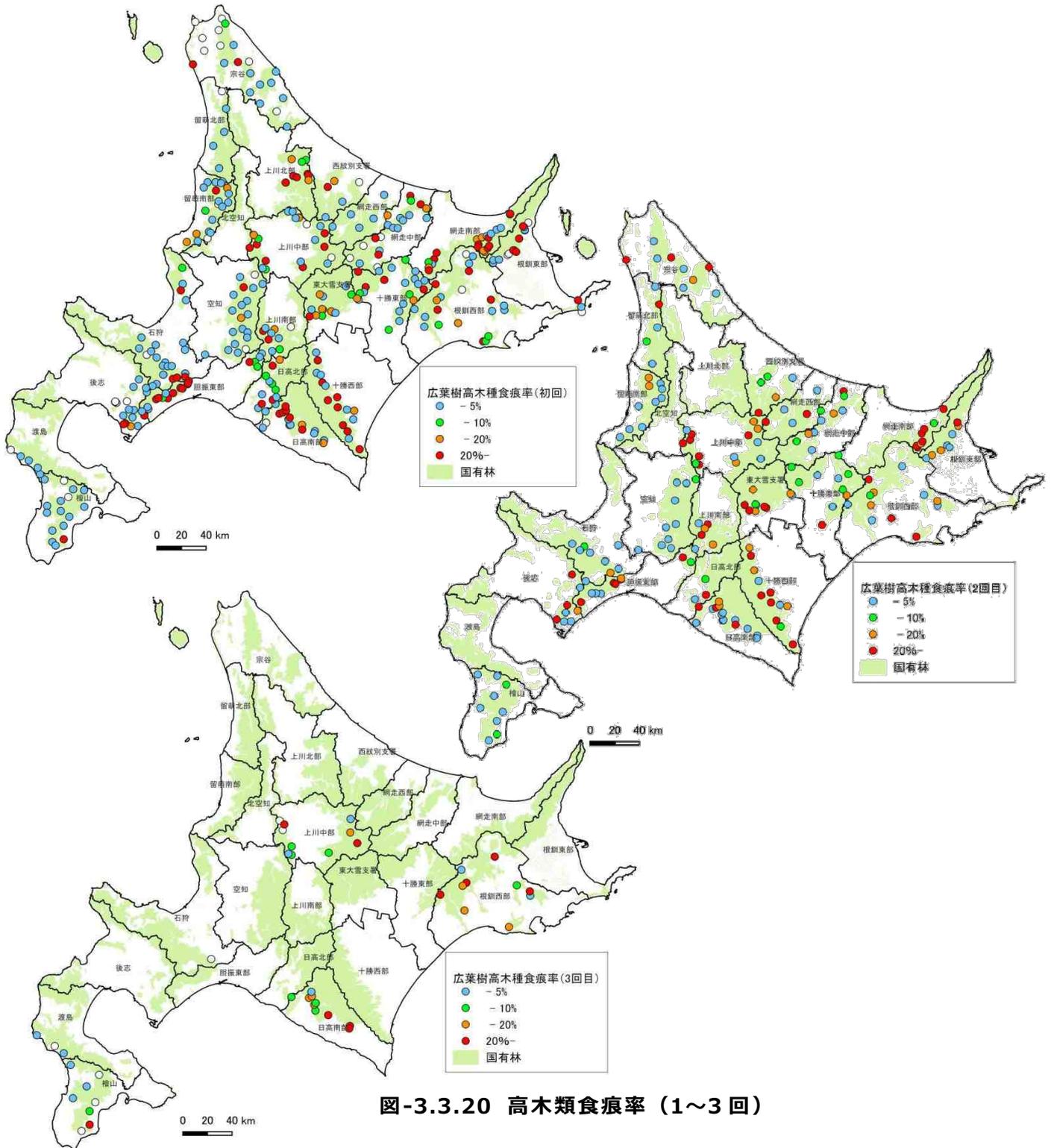


図-3.3.20 高木類食痕率 (1~3 回)

## 8) 低木類食痕率

1~3 回目の調査による低木類食痕率(食痕数/出現数)の分布を示した(図-3.3.21)。初回は胆振東部署、上川北部署、上川中部署などで、高い食痕率の調査区が多かった。他署でも食痕率が 20%を超える調査区が局所的に見られた。2 回目以降は、宗谷署、上川南部署、網走南部署、根釧西部署などで高い食痕率の調査区が増加した。

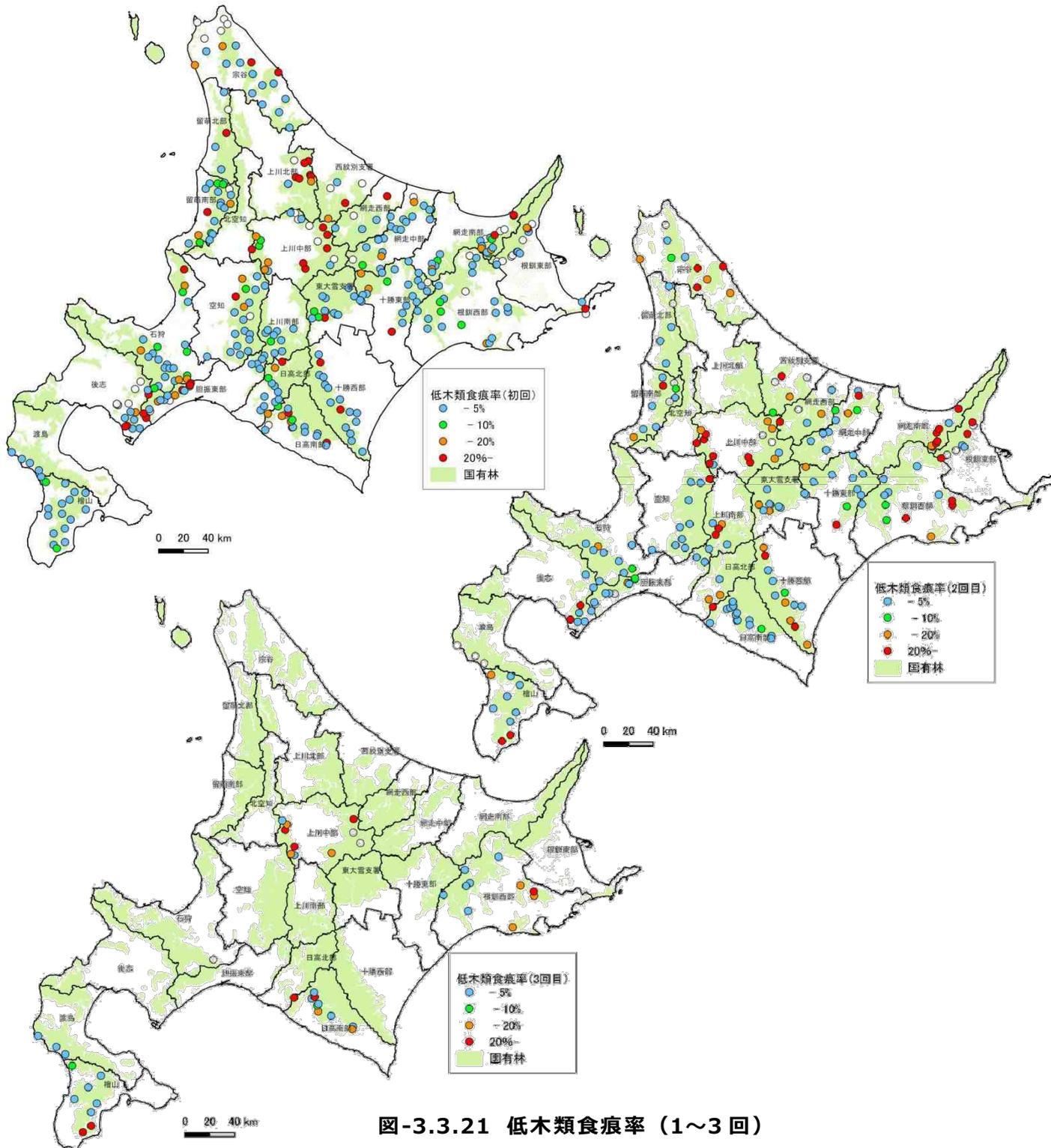


図-3.3.21 低木類食痕率 (1~3 回)

### 3.3.4 林分構造の変化

再調査区(194区)のデータを用いて、胸高断面積・小径木・下枝・稚樹・林床の変化について整理した。

#### 1) 胸高断面積密度

胸高断面積密度の1年あたりの変化量(最新の調査回-初回/年)を図示した(図-3.3.22b)。胸高断面積密度が増加したのは156区で約80%を占めた。胸高断面積密度が減少した調査区の主な要因は、大径木の枯死によるものである。全体では年1%程度の増加率となり、林分は成長していた。これは、比較的若い二次林に調査区を設定している場所が多いことも影響していると思われる。

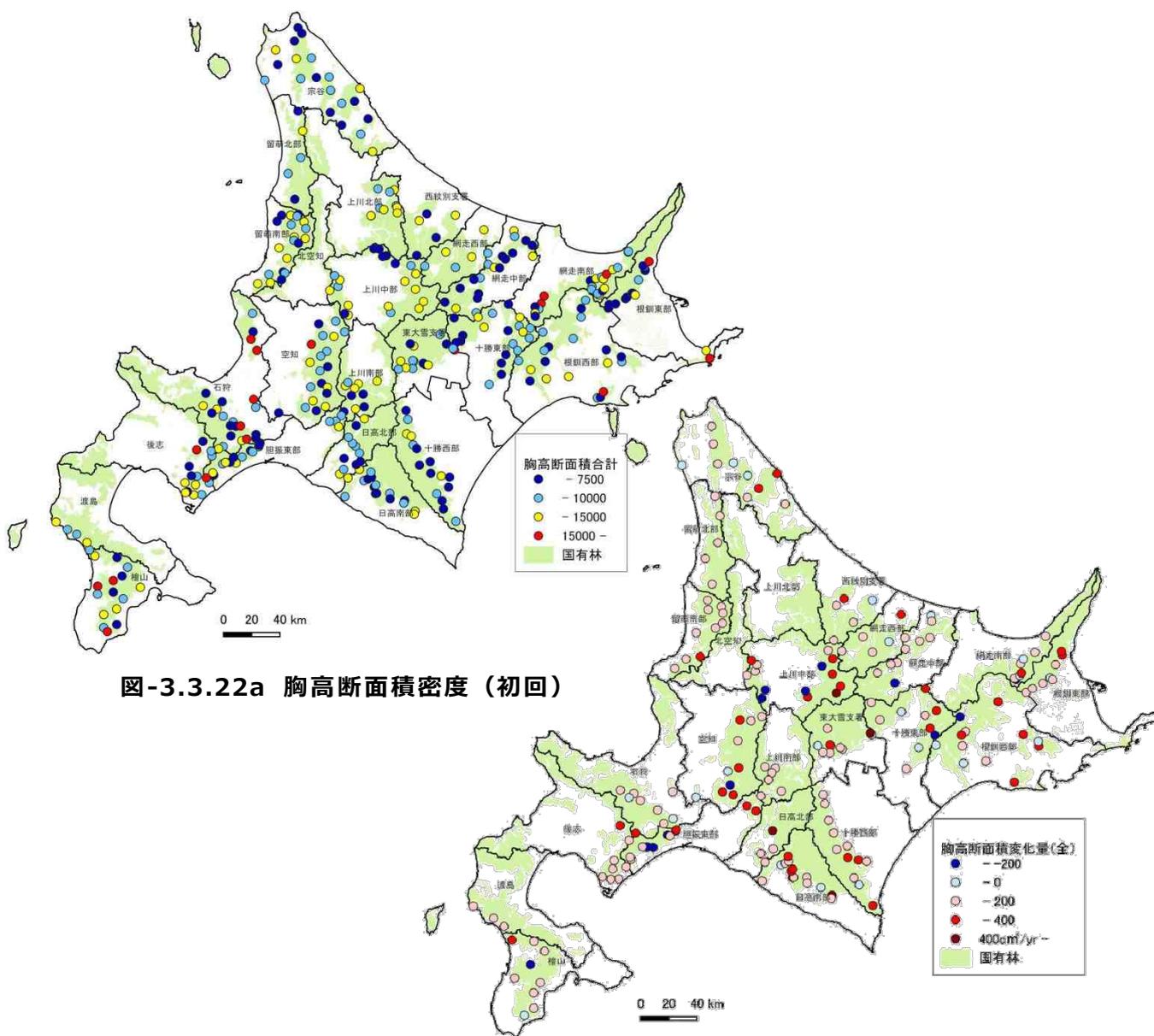


図-3.3.22a 胸高断面積密度(初回)

図-3.3.22b 胸高断面積密度の変化量(/年)

## 2) 小径木密度 (広葉樹のみ : 胸高直径 5cm 以下)

小径木密度について初回・最新・変化量(1年)について図示した(図-3.3.23a,b,c)。小径木密度が減少したのは169区(87%)を占め、増加したのは16区だった。減少は全体的な傾向であり、エゾシカの影響が少ない道南地域でも減少していることから、密度効果による要因もあると考えられる。

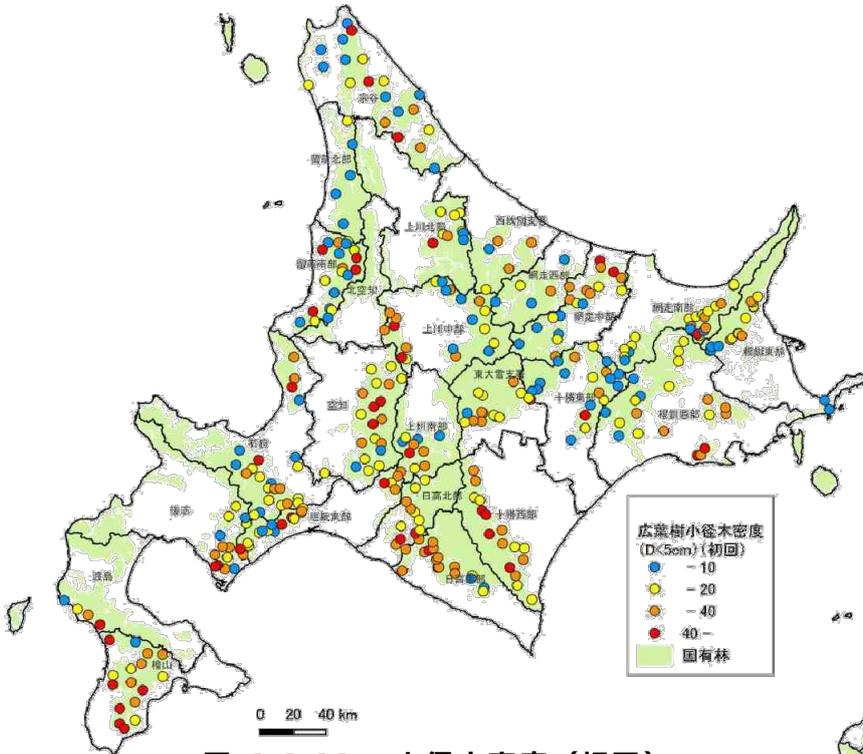


図-3.3.23a 小径木密度 (初回)

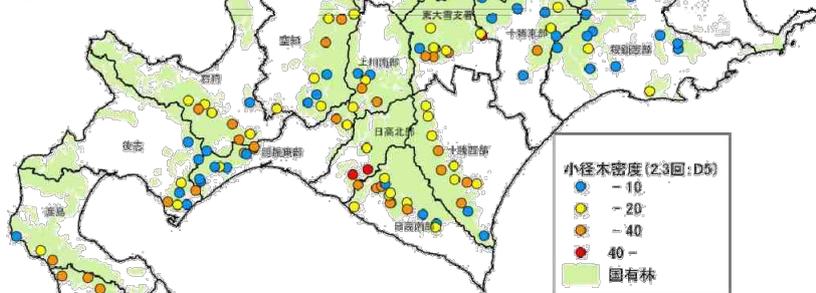


図-3.3.23b 小径木密度 (最新)

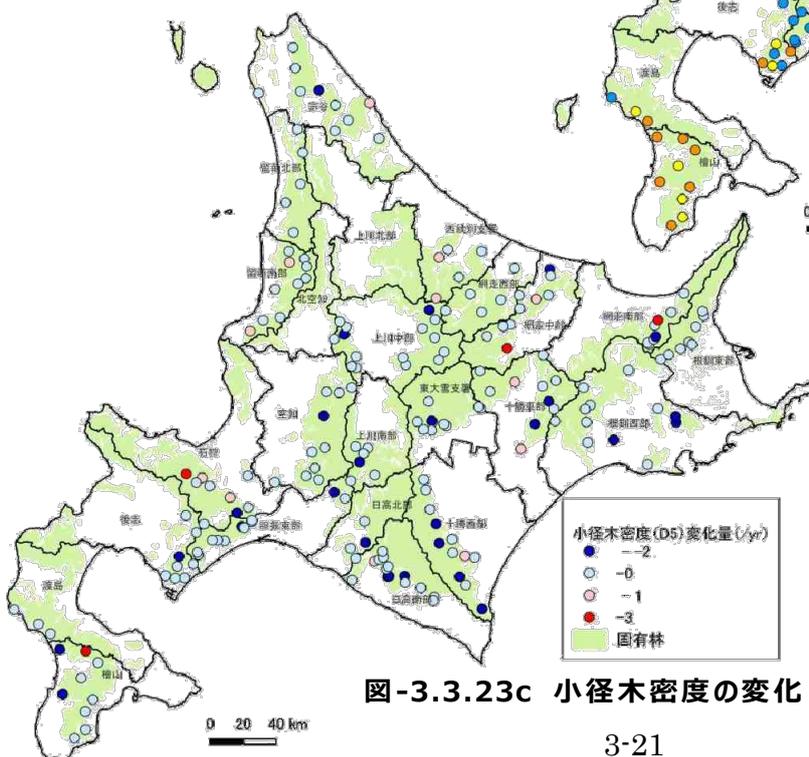


図-3.3.23c 小径木密度の変化

### 3) 下枝密度 (広葉樹のみ)

下枝密度について初回・最新・変化量(/年)について図示した(図-3.3.24a,b,c)。下枝密度が減少したのは162区(84%)を占め、増加したのは27区、変化なしは5区だった。増加した区は、各森林管理署に見られたが、太平洋側の森林管理署では少なかった。

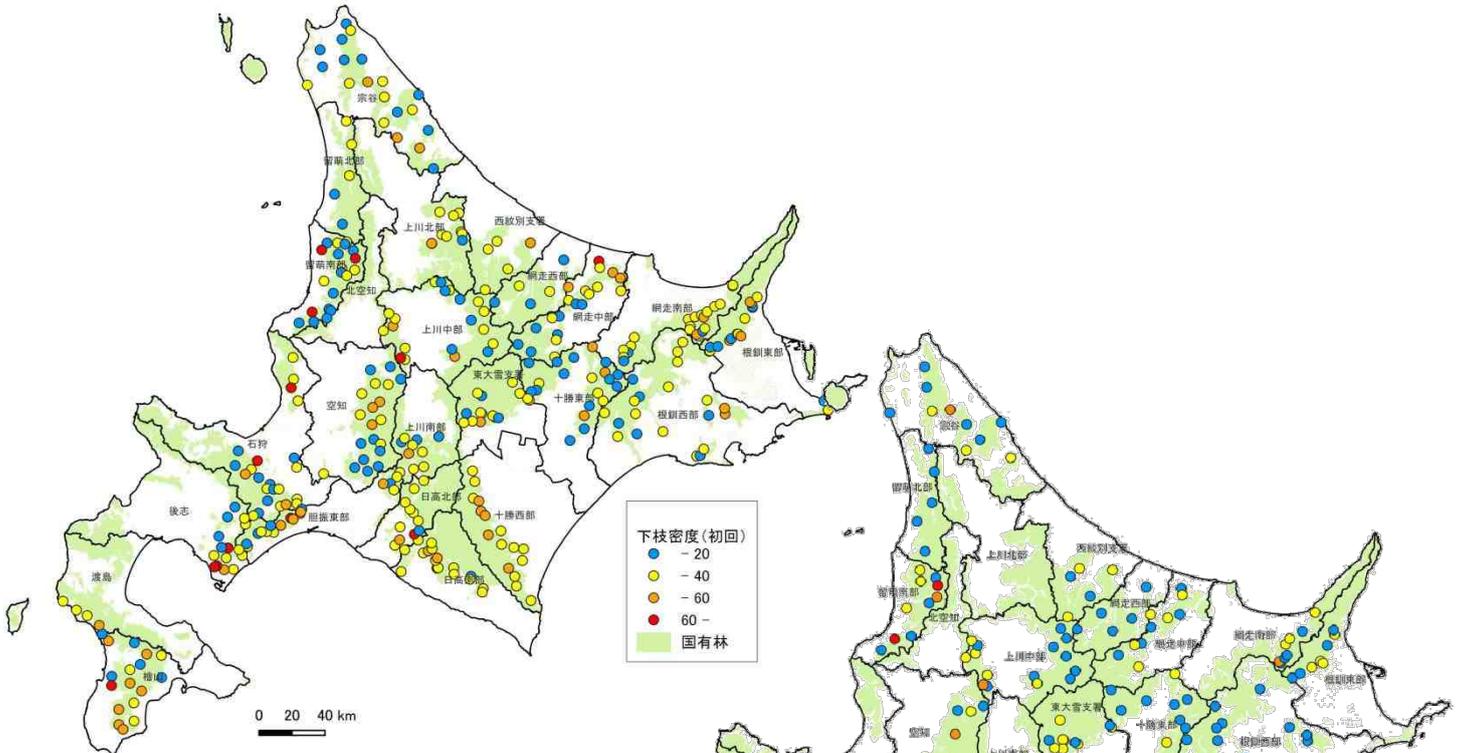


図-2.2.24a 下枝密度 (初回)

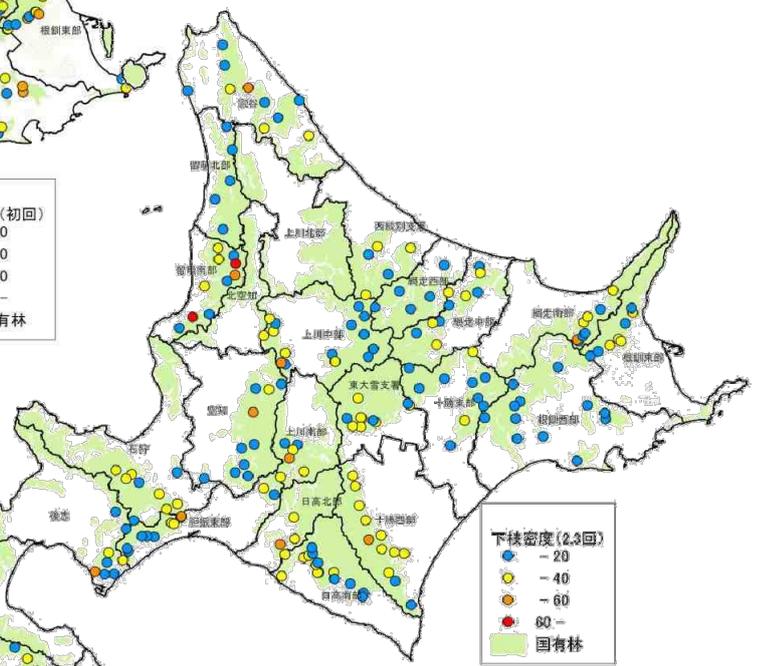


図-3.3.24b 下枝密度 (最新)

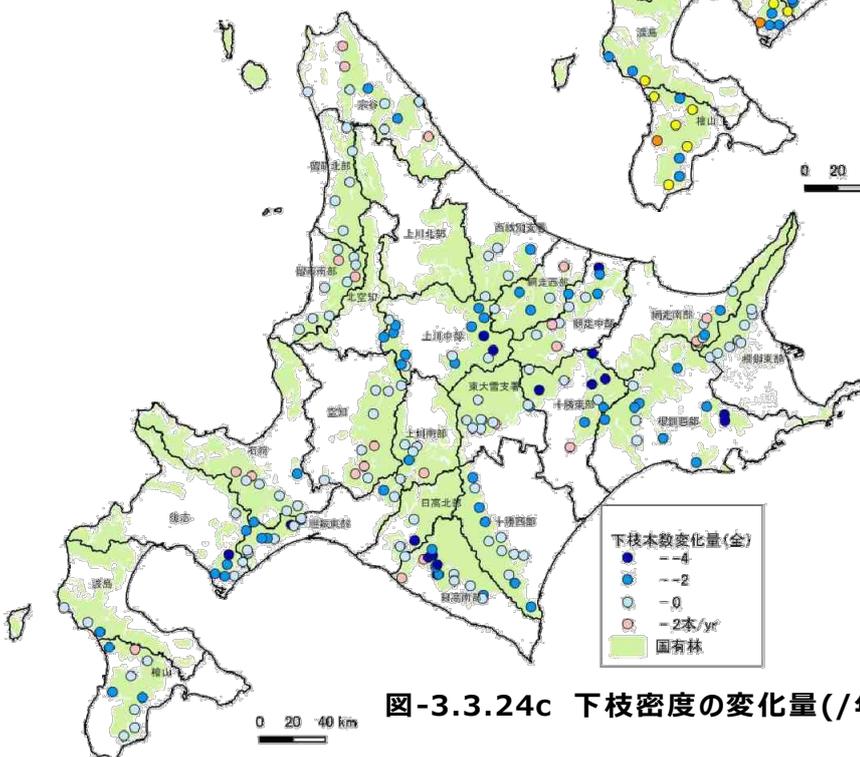


図-3.3.24c 下枝密度の変化量(/年)

#### 4) 稚樹密度

稚樹密度について初回・最新・変化量(1年)について図示した(図-3.3.25a,b,c)。稚樹密度が減少したのは143区(74%)で、増加したのは44区、変化なしは7区だった。増加した調査区は宗谷署や網走中部署の一部などで見られた。太平洋側や日本海側の森林管理署ではほぼ減少していた。

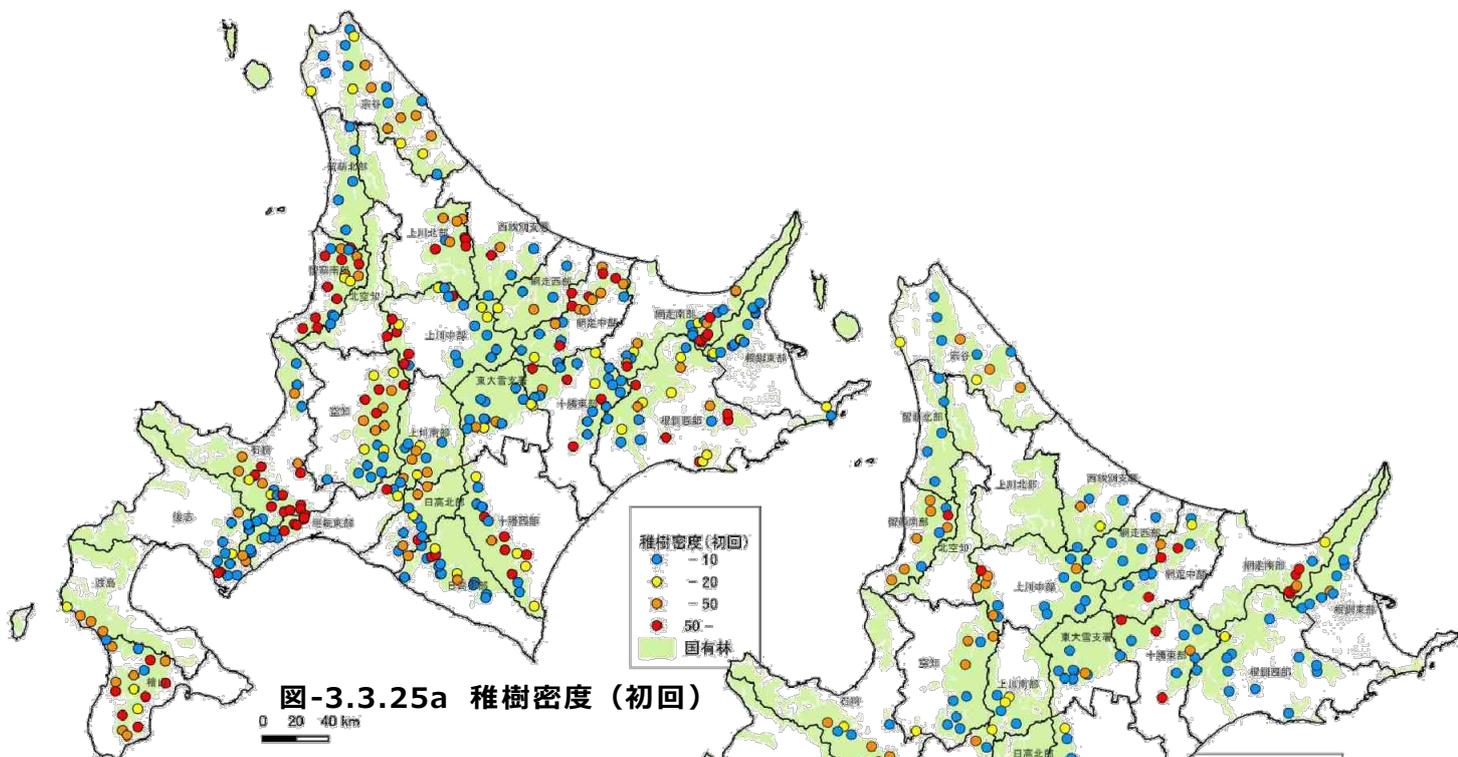


図-3.3.25a 稚樹密度 (初回)

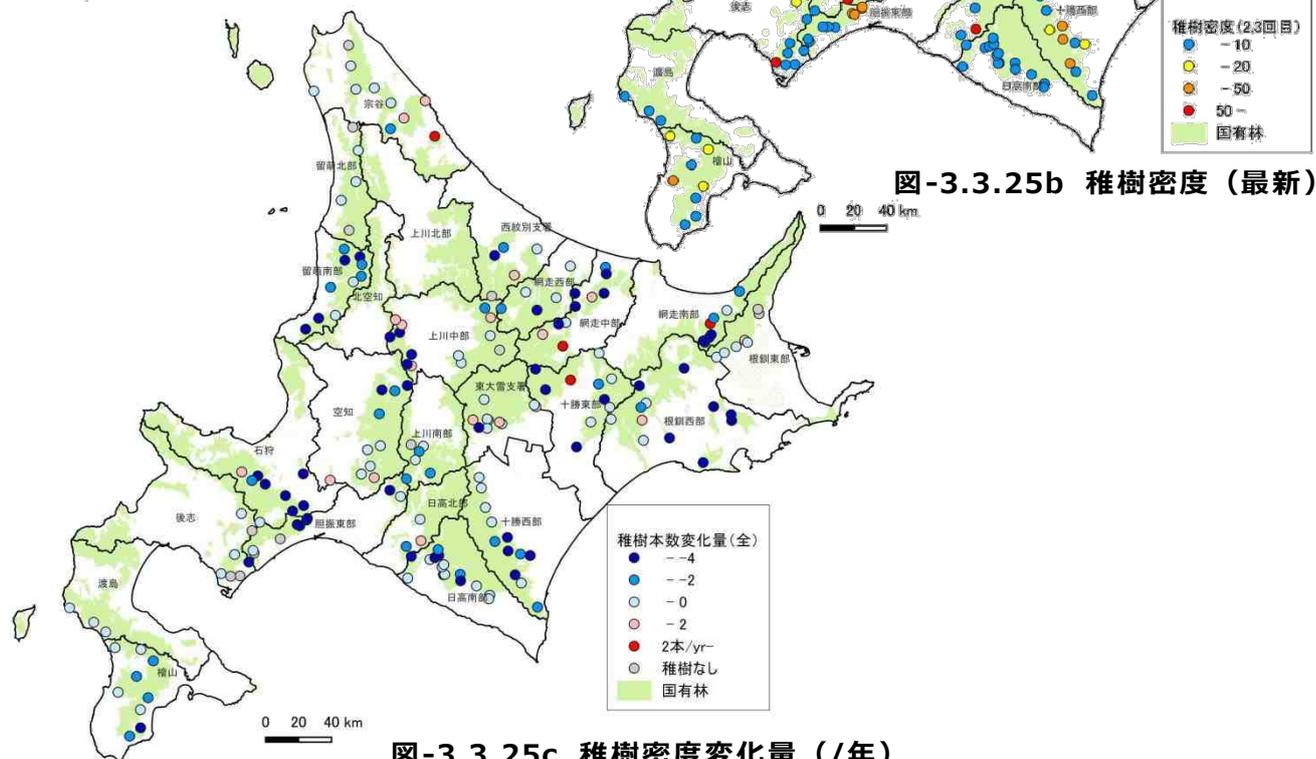


図-3.3.25b 稚樹密度 (最新)

図-3.3.25c 稚樹密度変化量 (/年)

## 5) ササ現存量指数

ササ現存量について初回・変化量について図示した(図-3.3.26a,b,c)。減少したのは98区(51%)、増加したのは96区(49%)だった。増加した調査区は、留萌北部署、西紋別支署、十勝西部署、根釧東部署などに多かった。減少した調査区は、石狩署、留萌南部署、十勝東部署などに多かった。また、十勝西部署などの増加は調査時期の違い(6月上旬と7月下旬)も影響していると考えられる。なお、昨年度から今年度にかけてクマイザサの一斉開花現象が見られたが、その期間に調査を実施した調査区には含まれておらず、変化量には影響していない。

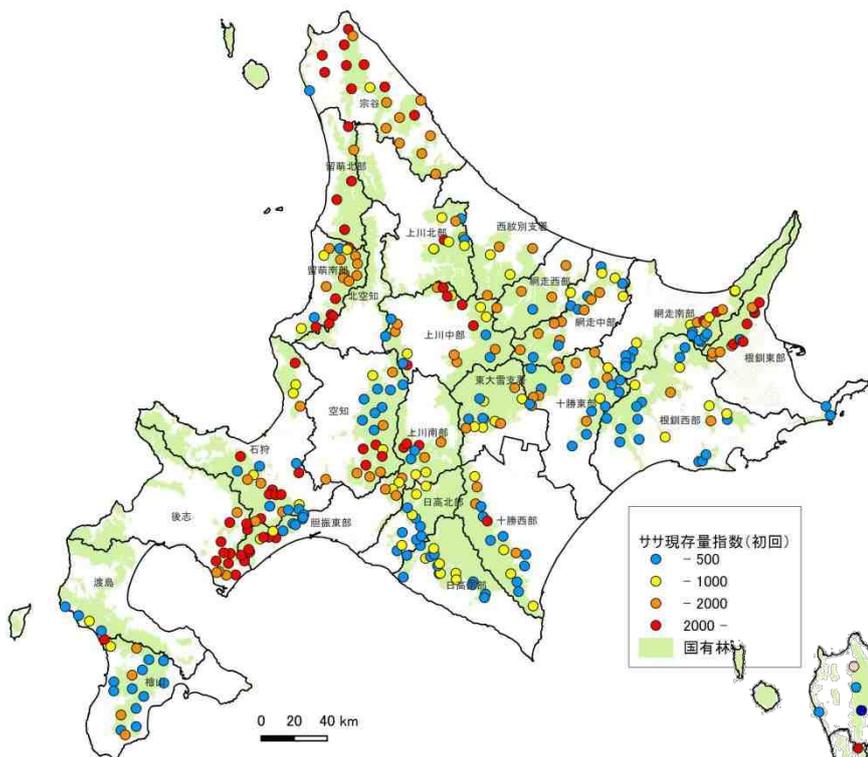


図-3.3.26a ササ現存量指数(初回)

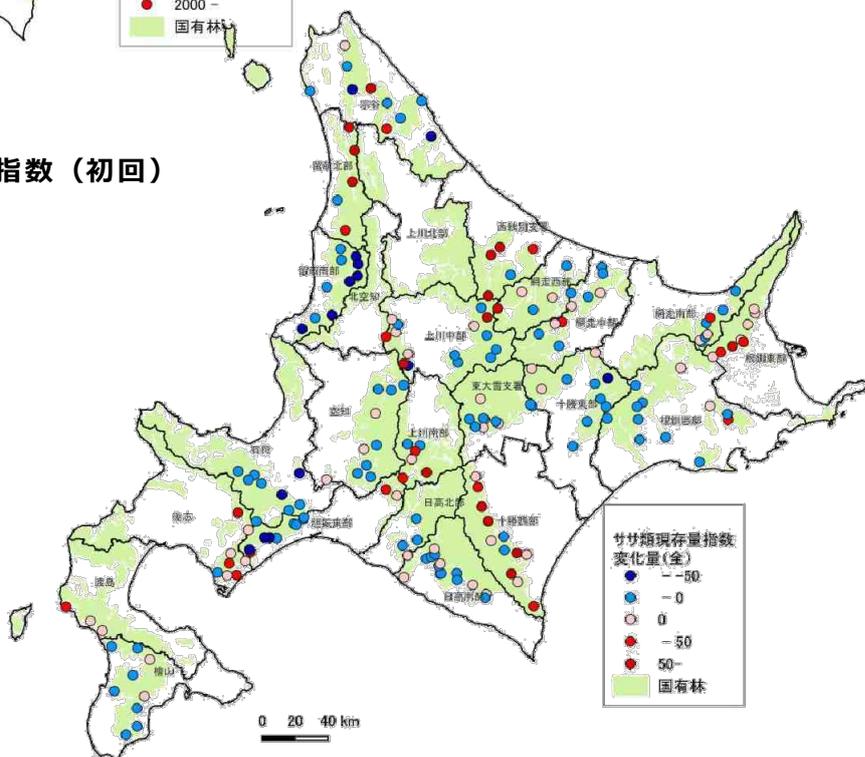


図-3.3.26b ササ現存量指数の変化量(/年)

## 6) 新規加入個体率

新規加入個体率(1年あたり200平方メートルあたりの新規加入個体の本数密度)を広葉樹と針葉樹に分けて算出し、図示した(図-3.3.27a,b,c)。3回調査地は1~3回のデータから算出した。広葉樹の新規加入個体率は、新規なしが113区で58%を占め、81区(42%)に新規加入が見られた。

広葉樹の新規加入個体率が高い地域は、石狩署、留萌南部署、網走南部署、十勝西部署などだった。針葉樹の新規加入個体は18区(9%)あり、宗谷署、留萌南部署、網走南部署、根釧西部署などに見られた。

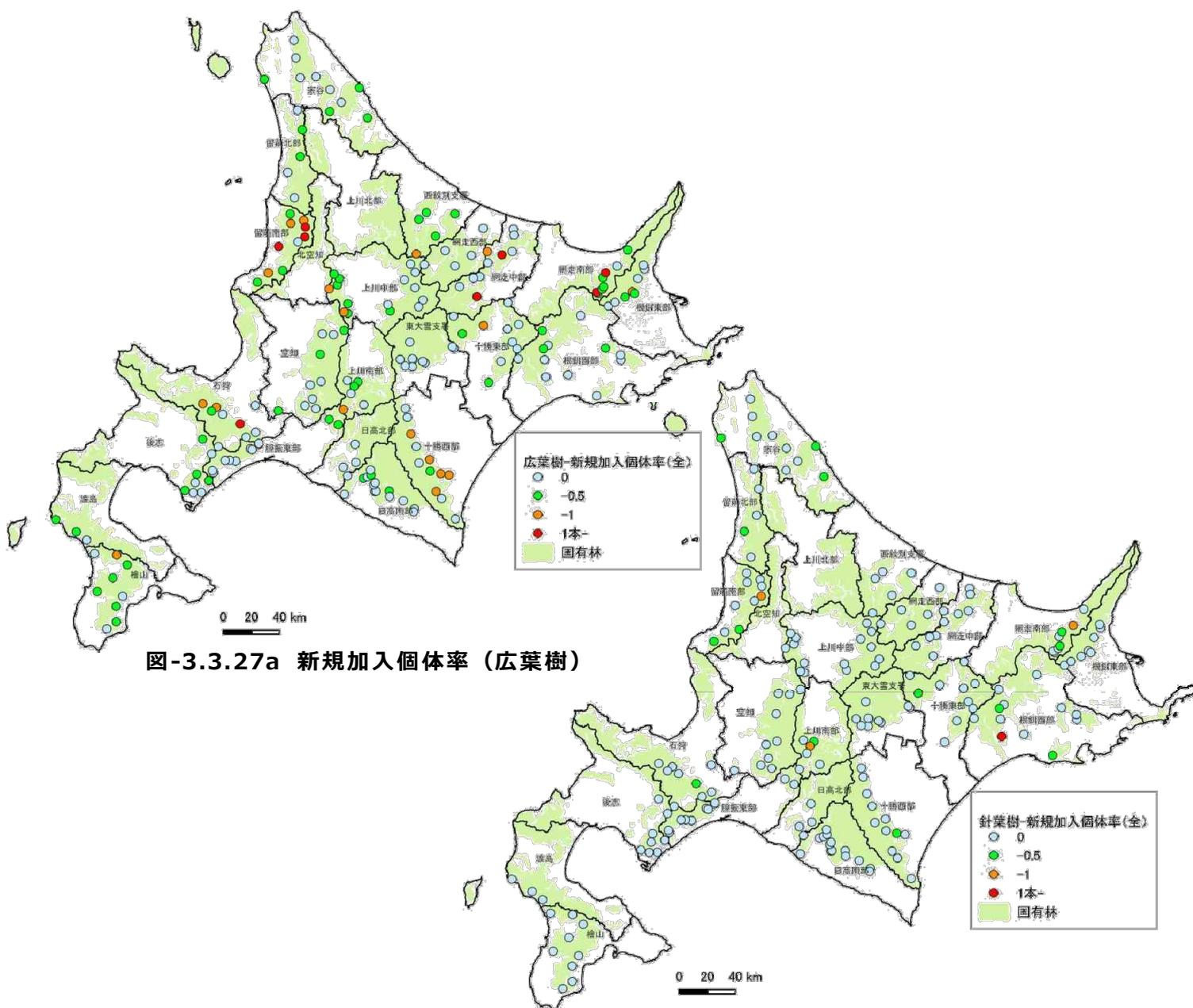


図-3.3.27a 新規加入個体率 (広葉樹)

図-3.3.27b 新規加入個体率 (針葉樹)

### 3.3.5 エゾシカによる被食の要因の解析

樹木や林床植生の被食データを用いて、エゾシカの被食を受けやすい要因について植物種を中心に解析した。

#### 1) 高木種・亜高木種の下枝・稚樹の被食要因

##### ① 方法

下枝と稚樹の被食データを用いて、樹木(高木・亜高木種)の被食要因について解析した。解析では一般化線形混合モデル(GLMM)※1を用いて、目的変数を被食の有無、固定効果※2をSPUE(調査年の前3年分で周辺を含む9メッシュの平均値)、ランダム効果※3を樹種・河畔(河畔かそれ以外か)とした(下式)。目的変数は二項分布に従うと仮定した。

$$\text{被食の有無} = \text{調査年 SPUE} + | \text{樹種} | + | \text{河畔} |$$

全道全体のデータを使った解析と、以下の6地域ごとのデータを使った解析を行った。

- 根釧十勝...根釧西部署・根釧東部署・十勝東部署・十勝西部署・東大雪支署
- オホーツク...西紋別支署・網走西部署・網走中部署・網走南部署
- 宗谷留萌...宗谷署、留萌北部署・留萌南部署
- 上川空知...上川北部署・上川中部署・上川南部署・空知署
- 道央...石狩署・日高南部署・日高北部署・胆振東部・後志署(東部)
- 道南...渡島署・檜山署

調査1~3回目の被食データは、独立として扱い全てのデータを用いた。解析は出現した77樹種のうち、30データ以上ある49種について行った(n=32,524)。また、地域別では20データ以上ある樹種について行った。

##### ※1 一般化線形混合モデル GLMM

(Generalized Linear Mixed Model) は、統計モデリングの一種で、複数の異なるデータセットや異なる要因が混在している場合に用いられる。一般的な線形モデルが単一のデータセットに対して単純な線形関係を仮定しているが、GLMMの場合は、複雑なデータ構造や異なる要因(例えば、種間差、地域差、調査区差など)の効果を考慮する。

##### ※2 固定効果

ある説明変数(独立変数)が従属変数に与える平均的な影響や傾向を示すもので(例えば、樹高、胸高直径、SPUEなど)、異なるグループや条件によって変動する要因(ランダム効果)は考慮されない。

##### ※3 ランダム効果

### ※3 ランダム効果

異なるグループ(種や地域)や個体ごとの個別のばらつきや異質性を考慮するための要素である。それらの影響をモデルに組み込むことで、現実のデータにより適切に適用できるようにする。

## ② 結果

全体では、SPUEが高い場所や河畔でも被食されやすい傾向が見られた(表-3.3.2)。シウリザクラやミヤマザクラ、ミツデカエデなどはランダム効果が高く、エゾシカの嗜好性が高いと考えられた。逆に、嗜好性が低い樹種は、針葉樹のほか、コシアブラやブナなどだった。

SPUEや河畔の効果は、地域によって異なっていた。SPUEはオホーツク・根釧十勝・上川空知ではマイナスの効果だった(SPUEが低いほど食べられやすい)。これは地域内のSPUEに大きな違いがなかったり、SPUEが高い場所ではエゾシカの影響がすでに蓄積してエサ資源が限られていることなどが要因として考えられる。

樹種については、全体では嗜好性が低かった樹種でも、地域別では嗜好性が高くなる樹種が見られた(根釧十勝:キタコブシ、宗谷留萌:ハウチワカエデなど)。また、他地域に比べてエゾシカが少ない道南では、他地域では嗜好性が高い樹種が、低い場合が見られた。その地域のエゾシカ密度や、影響の蓄積程度によって、樹種の嗜好性は変化すると思われる。

表-3.3.2 下枝稚樹に関する一般化線形混合モデルの結果

樹種	データ数	食痕率	全体1	根釧 十勝	オホーツ ク	宗谷 留萌	上川 空知	道央	道南
シウリザクラ	2725	51%	1.51	1.80	1.58	1.29	0.92	0.84	
ミヤマザクラ	189	50%	1.44	0.48	0.83		0.87	1.91	
ミツデカエデ	74	49%	1.37					0.86	
チョウセンヤマナラシ	30	50%	1.33	1.79					
モイワボダイジュ	149	47%	1.32		1.00		0.88	2.13	
ニガキ	37	49%	1.32				1.63	0.70	
ハシドイ	1709	42%	1.09	0.92	1.15		0.18	1.17	
アオダモ	1975	38%	0.97	0.80	0.20		0.21	0.63	0.42
オオバボダイジュ	333	36%	0.97	1.08	1.16	0.74	1.09	0.23	
ミズキ	120	36%	0.88	0.35		0.06	1.21	0.74	
サワシバ	1795	32%	0.71	-0.37	0.39	0.62	0.44	0.61	-0.36
アカシデ	39	33%	0.68					0.18	
ハクウンボク	64	30%	0.61				0.15	0.31	
アズキナシ	603	29%	0.57	-0.20	0.35	0.14	0.69	0.97	0.50
カツラ	137	28%	0.54	0.63	-1.09		0.00	0.55	
ツリバナ	215	27%	0.52		0.68	2.03	-0.75	0.31	
ヤマモミジ	980	27%	0.47	0.40	-0.58		-1.01	0.28	0.41
シナノキ	1484	25%	0.40	0.30	1.02	0.73	0.50	0.52	-0.07
エゾヤマザクラ	129	25%	0.38	0.26		0.13	1.55	-0.80	0.29
バッコヤナギ	54	24%	0.30	-0.21		-0.04	1.58	0.46	
ヤチダモ	622	24%	0.30	-0.36	-0.04	0.05	0.56	-0.18	
イタヤカエデ	2535	24%	0.30	-0.23	0.10	0.97	0.69	0.31	-0.34
シラカバ	55	24%	0.26	0.78		0.12			
オガラバナ	198	22%	0.18	1.73	0.77		-0.87	0.42	
ミズナラ	1705	20%	0.13	0.37	-0.58	-0.22	0.09	-0.18	-0.09
ケヤマハンノキ	453	21%	0.10	0.14	1.69	0.00	0.80	0.11	
ハルニレ	477	20%	0.03	0.24	0.56	0.12	-0.30	0.16	
ヤマナラシ	64	19%	0.03				0.40		
ヤマグワ	283	19%	-0.02	-0.72	1.02	1.66	-0.45	-1.00	
キタコブシ	508	17%	-0.11	1.78	-0.45		-1.57	-0.87	0.22
オヒョウ	515	17%	-0.11	-0.22	0.10	-1.33	0.43	-0.75	
アサダ	102	17%	-0.14	-0.26				-0.37	
ハウチワカエデ	3003	15%	-0.16	-0.12	0.06	0.45	0.26	0.22	-0.12
オノエヤナギ	45	16%	-0.22	0.25			-0.64	-0.48	
オニグルミ	79	15%	-0.24	0.14	-0.51		-0.30	-0.10	
イチイ	31	13%	-0.30		-1.10				
ナナカマド	658	14%	-0.30	-0.32	0.49	0.55	0.08	-0.31	-0.26
ホオノキ	379	14%	-0.34	-0.48	-0.04	0.22	-0.62	-0.11	-0.27
アカイタヤ	1121	13%	-0.38	0.16	-1.49	0.22	-0.07	-0.26	0.27
イヌエンジュ	216	13%	-0.41	-0.71	-0.30		-0.16	-0.80	
ダケカンバ	194	9%	-0.86	0.20	-0.58	-0.51	-0.52	-1.41	
ハリギリ	282	7%	-1.05	-1.31	-0.42	-1.05	-0.10	-0.29	0.27
キハダ	62	5%	-1.23	-0.65		-0.89	-0.12	-0.42	
ブナ	617	5%	-1.27						0.02
コシアブラ	66	3%	-1.43			-0.63	-0.92	-0.55	-0.13
ヒノキアスナロ	46	0%	-1.75						-0.33
アカエゾマツ	67	0%	-2.10	-1.63	-0.82		-1.64	-0.34	
エゾマツ	520	2%	-2.42	-1.87	-1.67	-1.49	-2.47	-1.52	
トドマツ	4600	0%	-3.79	-3.97	-3.02	-2.47	-3.09	-2.98	-0.14
河畔	26115	28%	0.12	-0.05	0.13	0.22	0.35	0.00	
河畔以外	6409	21%	-0.11	0.06	-0.11	-0.15	-0.29	0.00	
調査年SPUE 係数			0.06	-0.20	-0.18	0.13	-0.21	0.21	0.12

## 2) 樹皮剥ぎの被食要因

### ① 方法

樹皮剥ぎの被食データを用いて、樹木(高木・亜高木種)の樹皮剥ぎ要因について解析した。解析では一般化線形混合モデル(GLMM)を用いて、目的変数を樹皮剥ぎの有無(古い樹皮剥ぎも含む)、固定効果を胸高直径、ランダム効果を樹種と森林管理署とした(下式)。目的変数は二項分布に従うと仮定した。

$$\text{樹皮剥ぎの有無} = \text{胸高直径} + | \text{樹種} | + | \text{森林管理署} |$$

1)項と同様に、全道全体と地域ごとの解析を行った。地域は1)項と同様に6地域(根釧十勝・オホーツク・宗谷留萌・上川空知・道央・道南)に分けて行った。地域別の解析では、ランダム効果は樹種のみとした。

調査1~3回目の調査期間に、樹皮剥ぎ痕があるものは、樹皮剥ぎ有として扱った。解析は出現した77樹種のうち、針葉樹を除く20データ以上ある45種について行った(n=20,385)。また、地域別では10データ以上ある樹種について行った。

### ② 結果

解析結果を表-3.3.3に示した。全体・地域別ともに、胸高直径が小さいほど樹皮剥ぎされやすい傾向が見られた。

全体では、ツリバナ、アオダモ、イチイ、オヒョウ、ハルニレなどのランダム効果が高く、エゾシカの嗜好性が高かった。嗜好性が低い樹種は、ウダイカンバ、ミヤマザクラ、ミツデカエデ、ダケカンバなどだった。森林管理署のランダム効果は、網走西部署、留萌北部署、上川中部署や、根釧西部署、日高南部署など、北部や太平洋側のエゾシカの影響が強い森林管理署で高かった。

全体で嗜好性が高い樹種は、地域別でも概ね高かったが、一部にはランダム効果が低くなるケースも見られた(宗谷留萌のシウリザクラ、オホーツクのモイワボダイジュなど)。なお、道南では全体の樹皮剥ぎ数が少なく(13/1,334)、樹種のランダム効果は検出できなかった。

表-3.3.3 樹皮剥ぎに関する一般化線形混合モデルの結果（ランダム効果）

種名	個体数	樹皮はぎ率	全体	根釧 十勝	オホーツ ク	宗谷 留萌	上川空 知	道央	道南	ランダム 効果
ツリバナ	68	44%	2.61			3.34		1.96		網走西部 1.35
アオダモ	1130	47%	2.45	2.71	1.39		1.36	2.06	0.00	留萌北部 0.97
イチイ	49	35%	2.37	2.40	2.17					上川中部 0.97
オヒョウ	481	33%	2.09	1.70	2.17	2.05	2.54	1.87		根釧西部 0.82
ハルニレ	554	19%	1.81	1.47	1.14	2.01	1.73	1.55		胆振東部 0.74
ミズキ	199	17%	1.39	0.99	1.32	1.11	1.59	0.94		日高南部 0.66
ニガキ	25	24%	1.39					0.67		西紋別支 0.52
ナナカマド	611	13%	1.08	1.16	1.92	0.30	0.41	0.84	0.00	上川南部 0.52
オオバポダイジュ	284	14%	0.88	0.46	1.74		0.75	0.43		東大雪支 0.50
シウリザクラ	539	15%	0.85	0.78	1.10	-0.54	0.30	1.16		十勝西部 0.27
ハシドイ	1127	15%	0.81	0.42	1.33		0.71	1.26		網走南部 0.04
ヤマモミジ	573	12%	0.68	0.22	1.07		0.49	0.86	0.00	網走中部 0.03
ヤマグワ	138	11%	0.61	0.73		1.08	0.06	0.28		根釧東部 -0.07
モイワポダイジュ	123	8%	0.57		-1.23		0.79	0.24		石狩 -0.10
バッコヤナギ	139	6%	0.56	0.48	0.64	-0.39	0.88			十勝東部 -0.13
キハダ	275	7%	0.56	0.07	0.09	-0.20	0.91	1.03		日高北部 -0.23
ケヤマハンノキ	475	5%	0.31	-0.56	0.26	0.73	0.37	-0.06		上川北部 -0.26
シナノキ	1176	7%	0.16	-0.18	0.77	-0.12	0.11	0.11	0.00	後志 -0.42
イヌエンジュ	124	8%	0.14	0.70	-0.75		-0.93	0.53		留萌南部 -0.45
オニグルミ	49	4%	0.03	-0.15	-0.50		0.20			空知 -0.50
アカイタヤ	872	5%	-0.13	0.07	-1.53	-0.03	0.24	-0.64	0.00	宗谷 -1.00
ホオノキ	488	5%	-0.16	-0.19	0.58	-0.39	0.20	-0.22	0.00	檜山 -1.62
コシアブラ	76	3%	-0.24			0.24	-0.64	-0.14	0.00	渡島 -1.86
アズキナシ	376	5%	-0.33	-0.60	-1.34	-1.29	0.50	-1.01	0.00	
イタヤカエデ	2382	5%	-0.35	-0.53	-0.14	0.20	-0.72	-0.29	0.00	
ヤチダモ	504	3%	-0.38	-0.25	-0.40	0.51	-1.09	-0.77		
オノエヤナギ	97	3%	-0.40	-0.80		0.42	-0.37	0.05		
ブナ	377	1%	-0.45						0.00	
カツラ	164	4%	-0.51	0.16	-1.14		-0.46	-0.41		
ハウチワカエデ	1759	3%	-0.65	-0.48	-0.59	-1.34	-0.95	-0.06	0.00	
ミズナラ	1521	3%	-0.67	-1.11	-0.90	-0.37	-0.06	-0.16	0.00	
ミヤマハンノキ	22	0%	-0.74					-0.80		
エゾヤマザクラ	137	2%	-0.76	-1.06		-0.49	-0.73	-0.07	0.00	
アカシデ	37	3%	-0.83					-0.54		
オガラバナ	84	5%	-0.84	0.57	-0.18		-0.86			
ハリギリ	318	2%	-0.84	-1.23	-0.21	-0.96	0.34	-1.22		
サワシバ	1084	3%	-0.89	-0.67	-0.18	-0.65	-0.85	-0.82	0.00	
キタコブシ	161	2%	-0.97	0.71	-1.17		-0.96	-0.98		
ハクウンボク	116	2%	-1.15				-0.63	-0.93		
シラカバ	146	1%	-1.23	-1.15	-0.61	-0.23	-0.71	-0.42		
アサダ	150	1%	-1.49	-1.08	-0.58			-1.14		
ダケカンバ	742	1%	-1.51	-1.37	-1.24	-0.97	-1.18	-1.37		
ミツデカエデ	58	0%	-1.57					-1.35		
ミヤマザクラ	71	0%	-1.76	-1.09			-0.68	-0.53		
ウダイカンバ	190	0%	-2.06	-0.99	-0.71	-0.51	-1.10	-0.79		
総計	20385	9%								
胸高直径 係数			-0.04	-0.02	-0.01	-0.06	-0.06	-0.06	-0.15	

### 3) 林床植物の被食要因

#### ① 方法

林床植生の被食データを用いて、林床植物の被食要因について解析した。解析では一般化線形混合モデル(GLMM)を用いて、目的変数を林床植物の有無、固定効果を植物高、ランダム効果を植物種と森林管理署とした。目的変数は二項分布に従うと仮定した(次式)。

$$\text{植物の被食の有無} = \text{植物高} + | \text{植物種} | + | \text{森林管理署} |$$

1)項と同様に、全道全体と地域ごとの解析を行った。地域は1)項と同様に6地域(根釧十勝・オホーツク・宗谷留萌・上川空知・道央・道南)に分けて行った。地域別の解析では、ランダム効果は植物種のみとした。

調査1~3回目のデータは独立として扱い全て用いた。解析は出現した600種類のうち、30データ以上ある258種について行った(n=73,516)。また、地域別では20データ以上ある種について行った。

各植物は、高木広葉樹・高木針葉樹・低木・つる木本・ササ・高茎草本・小型草本の生活型タイプに分類して、タイプ別の傾向を分析した。

#### ② 結果

全体・地域別ともに、植物高が高いほど被食されやすかった。森林管理署のランダム効果は日高南部署、胆振東部署、根釧西部署、網走南部署などのエゾシカの生息密度が高い地域で高かった。ランダム効果が大きかった植物の上位50種の内訳は、低木22種、高木広葉樹15種、ササ3種、小型草本6種、高茎草本4種で、高木広葉樹や低木類が多かった。これは、嗜好性の違いの他に、草本類とは異なり、木本類は通年で採餌される可能性があることも影響している。一方、ランダム効果が低い種は、小型草本類のなかでも草丈の低い植物が多く、現存量が少なく、目立たず食べられづらい(食痕も見つけづらい)ことも影響している。

地域別では、嗜好性の高い植物は地域別でも概ね高かったが、地域間で傾向が異なる樹種も見られた(トクサ、ウスノキなど)。地域による嗜好性の違いを反映した結果と考えられる。

表-3.3.4 生活型タイプ別の種数(全体のランダム効果上位50種、下位50種)

生活型タイプ	全体(解析種)		上位50		下位50	
	調査区数	割合	調査区数	割合	調査区数	割合
高木広葉樹	37	14%	15	30%	0	0%
高木針葉樹	2	1%	0	0%	2	4%
低木	42	16%	22	44%	2	4%
つる木本	8	3%	0	0%	0	0%
ササ	5	2%	3	6%	0	0%
高茎草本	75	29%	4	8%	11	22%
小型草本	92	35%	6	12%	35	70%

表-3.3.5 林床植物に関する一般化線形混合モデルの結果（ランダム効果）

No	種名	生活型	出現数	食痕率	全体	根釧十勝	オホーツク	宗谷留萌	上川空知	道央	道南
1	シウリザクラ	高木広葉樹	491	51.5%	2.84	3.41	2.80		2.45	2.84	
2	ケヤマハンノキ	高木広葉樹	30	50.0%	2.64				2.04		
3	コマコミ	低木	382	26.7%	2.63			2.23	2.71	1.08	3.24
4	アクシバ	低木	81	16.0%	2.57						2.52
5	マユミ	低木	34	38.2%	2.48	2.91					
6	オオカメノキ	低木	1016	23.0%	2.41	2.81	1.79	2.39	2.78	1.00	1.25
7	ツリバナ	低木	350	30.3%	2.35	1.67	1.99	1.67	2.63	2.57	2.43
8	アズキナシ	高木広葉樹	130	32.3%	2.32	2.24	1.95		1.93	2.39	1.09
9	ミツバウツギ	低木	41	43.9%	2.28	3.34				2.13	
10	オオバボダイジュ	高木広葉樹	40	35.0%	2.27				2.28		
11	ミヤマイボタ	低木	97	26.8%	2.17				2.43		
12	ハシトイ	高木広葉樹	334	34.7%	2.13	2.32	2.06		2.40	2.61	
13	シシガシラ	小型草本	207	8.2%	2.07						1.97
14	オオバクロモジ	低木	284	9.5%	2.03						2.02
15	コヨウラクツツジ	低木	55	25.5%	1.96				2.48		
16	エゾアジサイ	低木	128	17.2%	1.78	2.22		0.77	1.61		
17	ツリバナsp.	低木	74	28.4%	1.74				3.71	0.81	
18	サワシバ	高木広葉樹	431	25.3%	1.73	2.01	2.14		1.21	2.00	-0.50
19	スズタケ	ササ	58	34.5%	1.72	2.32					
20	トクサ	高茎草本	222	19.8%	1.72	2.04			-0.83	-1.15	
21	ヒロハノツリバナ	低木	34	20.6%	1.71				1.71		
22	オガラバナ	低木	93	18.3%	1.69	0.32	0.80		2.54		
23	ミヤマガマズミ	低木	100	14.0%	1.59		1.01		-0.04	0.81	2.79
24	ウスノキ	低木	73	9.6%	1.58		-0.49	2.21			-0.60
25	ホザキシモツケ	低木	66	33.3%	1.56	2.37					
26	モイロボダイジュ	高木広葉樹	57	22.8%	1.53		1.11		1.80		
27	ダイコンソウ	小型草本	64	21.9%	1.53	2.01				1.14	
28	ミヤマヤブタバコ	小型草本	70	17.1%	1.51	0.84			2.59	1.30	
29	ミヤコザサ	ササ	1737	25.8%	1.50	1.53				2.25	
30	ニシキギ	低木	55	23.6%	1.50	2.00					
31	エゾイチゴ	低木	77	18.2%	1.48	1.95	1.60		1.10		
32	アカイタヤ	高木広葉樹	373	11.0%	1.42		-0.48	2.15	1.40	1.00	0.84
33	オニグルミ	高木広葉樹	30	20.0%	1.40						
34	ハイヌツゲ	低木	357	6.2%	1.40	1.45		0.64	0.70		1.61
35	ナリウツギ	低木	340	12.1%	1.37	1.94	0.74	2.11	1.24	0.15	0.86
36	エゾウコギ	低木	31	16.1%	1.37		1.54				
37	クマイザサ	ササ	6745	19.1%	1.35	1.89	0.99	1.26	1.07	1.42	1.47
38	シュロソウ	高茎草本	57	21.1%	1.33	0.20				1.97	
39	ミスナラ	高木広葉樹	744	13.7%	1.31	1.72	0.56	0.41	1.42	1.40	0.91
40	ハウチワカエデ	高木広葉樹	662	11.9%	1.29	0.55	1.17	0.97	1.57	0.86	0.32
41	ミスキ	高木広葉樹	106	15.1%	1.29	0.10	0.83		2.17	1.29	
42	ハエドクソウ	小型草本	469	16.6%	1.28	1.26	-0.75		1.59	1.56	
43	アオダモ	高木広葉樹	1185	15.9%	1.27	1.49	0.19		-0.13	1.66	-0.57
44	ミツバ	小型草本	41	14.6%	1.27	1.93			-0.67		
45	チシマアザミ	高茎草本	199	13.1%	1.26	2.04	1.63	0.29	1.34	0.05	
46	ホウチャクソウ	高茎草本	279	11.1%	1.23	0.68	1.31	0.81	1.73	0.83	
47	エゾイタヤ	高木広葉樹	1109	12.4%	1.22	1.12	0.83	2.51	1.53	1.25	-0.78
48	ヒメノガリヤス	小型草本	53	13.2%	1.21	0.52			2.15	0.84	-0.26
49	ホザキナナカマド	低木	71	15.5%	1.21	1.78	0.31				
50	シナノキ	高木広葉樹	519	11.9%	1.20	1.14	1.05	-0.62	1.84	0.80	-0.46
51	オクヤマザサ	ササ	56	16.1%	1.20					1.43	-0.65
52	オオメシダ	高茎草本	65	15.4%	1.14	1.07	1.06			1.42	
53	ミヤマザクラ	高木広葉樹	295	12.9%	1.11	1.53	-0.33		-0.01	1.47	
54	ヒメモチ	低木	75	4.0%	1.10						1.01
55	ヤマグワ	高木広葉樹	76	11.8%	1.09		0.11	-0.27	2.18	-0.04	

表-3.3.5 林床植物に関する一般化線形混合モデルの結果（ランダム効果） 続き

No	種名	生活型	出現数	食痕率	全体	根釦十勝	オホーツク	宗谷留萌	上川空知	道央	道南
56	ツボスミレ	小型草本	37	10.8%	1.09	1.64					
57	サルナシ	つる木本	85	12.9%	1.08	0.58		-0.22	1.24	1.36	
58	ヤマモミジ	高木広葉樹	785	13.9%	1.08	1.33	-1.17		0.39	1.50	1.02
59	ハクウンボク	高木広葉樹	51	15.7%	1.08					1.45	
60	カツラ	高木広葉樹	31	16.1%	1.06					0.88	
61	ミヤマタタビ	つる木本	432	10.6%	1.00	1.48	0.30	0.99	1.39	0.42	
62	オオヤマザクラ	高木広葉樹	179	11.2%	1.00	-0.42			2.74	0.86	-0.54
63	アキノキリンソウ	小型草本	336	10.1%	0.99	1.44	-0.08	-0.42	1.51	-0.02	2.41
64	ムカゴイラクサ	高茎草本	1404	11.4%	0.98	1.38	1.61	-0.87	0.44	0.58	
65	ナナカマド	高木広葉樹	317	8.8%	0.94	0.86	0.91	1.18	0.82	1.01	-0.26
66	キツリフネ	高茎草本	554	9.7%	0.94	1.05	1.26	0.24	-0.40	0.69	
67	アザミsp.	高茎草本	66	7.6%	0.93			-0.66			
68	ガマズミ	低木	34	14.7%	0.91					1.24	
69	オンダ	高茎草本	1823	13.5%	0.90	1.82	1.50		0.11	-0.09	1.91
70	ダケカンバ	高木広葉樹	46	10.9%	0.89	1.49			0.66		
71	オヒョウ	高木広葉樹	265	9.1%	0.87	1.00	0.66		1.41	-0.24	
72	ヤマブキシヨウマ	高茎草本	124	12.9%	0.86	0.77				1.32	
73	チゴクリ	小型草本	180	8.9%	0.84	1.62				0.64	0.28
74	サッポロスゲ	小型草本	873	11.5%	0.83	1.25	0.94		-0.48	1.16	
75	タガネソウ	小型草本	174	12.6%	0.82	0.56				1.74	
76	ヤマウルシ	低木	133	9.0%	0.82	1.20			-0.02		-0.42
77	コバノイラクサ	高茎草本	90	11.1%	0.81	0.92			1.30		
78	ミヤマアキノキリンソウ	小型草本	50	12.0%	0.78				0.51	1.11	
79	ミヤマシケンダ	高茎草本	552	10.5%	0.75	0.91	0.93		1.41	0.95	
80	アキカラマツ	高茎草本	137	12.4%	0.70	1.21	1.20		0.63		
81	エソイラクサ	高茎草本	445	10.1%	0.69	1.36	-0.21	0.09	0.88	-0.13	
82	エソスグリ	低木	35	11.4%	0.65	-0.72	1.27				
83	オオバスノキ	低木	136	4.4%	0.65		1.04	-0.33	0.27		-0.51
84	ウマノミツバ	高茎草本	311	9.3%	0.64	0.79	-0.43		-1.01	1.12	
85	コゴメウツギ	低木	87	13.8%	0.64					1.12	
86	チシマザサ	ササ	1358	11.2%	0.63		-1.64	0.06	0.72	0.62	-0.93
87	ツルウメモドキ	つる木本	624	8.3%	0.61	0.93	-0.10		1.07	0.82	-0.33
88	ムラサキヤシオツツジ	低木	55	5.5%	0.57				-1.11		-0.36
89	ヤマドリゼンマイ	高茎草本	163	11.0%	0.56	1.46	0.90		-0.50	0.32	
90	ツルツゲ	低木	250	4.4%	0.55	1.58		-0.88	0.76	0.51	-0.49
91	ホソイノデ	高茎草本	125	8.0%	0.53	0.35	1.69		-1.12		
92	オトコエシ	高茎草本	30	10.0%	0.51					0.59	
93	クサソテツ	高茎草本	260	9.6%	0.50	1.35	-0.22		1.69	-0.76	
94	ブナ	高木広葉樹	126	2.4%	0.50						0.53
95	アマチャヅル	高茎草本	91	5.5%	0.49	1.56		-0.45	-1.06		
96	ホツツジ	低木	30	3.3%	0.49						0.61
97	タツヒゲ	高茎草本	199	10.6%	0.48	1.06				0.70	
98	イブキヌカホ	高茎草本	50	8.0%	0.45	0.40	-0.56			0.15	
99	ヨブスマソウ	高茎草本	732	7.8%	0.44	0.20	-0.47	0.47	1.45	0.32	
100	ハルニレ	高木広葉樹	299	6.7%	0.43	0.65	0.74	-0.29	1.21	-0.05	-0.28
101	チョウセンゴミシ	つる木本	491	6.5%	0.42	-0.15	1.23	2.24	1.02	-0.02	
102	アズマスゲ	小型草本	50	12.0%	0.42					0.88	
103	ミヤマトウバナ	小型草本	55	7.3%	0.40	0.98			0.41	0.06	
104	カラフトダイコンソウ	小型草本	30	6.7%	0.37				1.12		
105	ハナタデ	小型草本	43	9.3%	0.37	1.07					
106	トリアシシヨウマ	高茎草本	54	3.7%	0.37					-0.57	1.18
107	ホオノキ	高木広葉樹	65	7.7%	0.36					0.62	
108	ツタウルシ	つる木本	2122	4.7%	0.33	1.01	-0.15	1.23	-0.14	0.00	-1.10
109	オオハナウド	高茎草本	145	6.9%	0.33	-0.26	0.73	0.62	0.51	-0.74	
110	イッポンワレビ	高茎草本	224	9.4%	0.32	-0.15	0.46			1.29	

表-3.3.5 林床植物に関する一般化線形混合モデルの結果（ランダム効果）続き

No	種名	生活型	出現数	食痕率	全体	根釧十勝	オホーツク	宗谷留萌	上川空知	道央	道南
111	ツルニンジン	高茎草本	47	6.4%	0.32				0.33	0.29	
112	キタゴブシ	高木広葉樹	170	7.6%	0.30		-0.30		-1.08	0.70	
113	ハイイヌガヤ	低木	751	3.1%	0.30			-1.34	-0.02	0.28	0.55
114	ギョウジャニンニク	高茎草本	139	7.2%	0.29	1.10		-0.42	-0.67	0.69	
115	キハダ	高木広葉樹	46	6.5%	0.25	-0.76					
116	ツノハシバミ	低木	70	7.1%	0.25			0.71	0.10		
117	ハナヒリノキ	低木	65	4.6%	0.23			0.55	-0.83	0.71	
118	バイケイソウ	高茎草本	53	7.5%	0.20	1.20	-0.85				
119	トカスグリ	低木	149	5.4%	0.20	-0.07	0.48				
120	ミツデカエデ	高木広葉樹	38	7.9%	0.20					0.45	
121	イヌエンジュ	高木広葉樹	148	6.1%	0.15	0.83	-1.11				
122	ヤマブドウ	つる木本	336	4.5%	0.15	-1.15	0.29	0.84	0.58	-0.25	
123	カラマツソウ属の一種	高茎草本	51	3.9%	0.14	-0.05					
124	サラシナショウマ	高茎草本	669	4.8%	0.13	0.20	0.37	0.82	0.15	-0.80	-0.30
125	ミソシダ	高茎草本	73	2.7%	0.12				-0.78	-0.81	1.77
126	カノツメソウ	小型草本	287	8.0%	0.11					0.56	
127	クルマムグラ	小型草本	145	7.6%	0.08	1.96				-0.09	
128	ヤチタモ	高木広葉樹	1174	4.9%	0.07	-0.19	-0.30	-0.28	1.20	0.55	
129	ツルシキミ	低木	620	1.8%	0.04	-0.74	0.46	0.16	0.53	-0.78	-0.96
130	サハリナイトスゲ	小型草本	875	5.1%	0.02	0.62	-1.32		1.47	-0.22	
131	イワガラミ	つる木本	1282	3.0%	0.02	-0.46	0.46	0.27	0.50	-0.66	-1.10
132	ヒメアオキ	低木	141	0.7%	0.00						-0.43
133	ヒメゴヨウイチゴ	小型草本	243	4.5%	-0.02	0.31	0.38	-0.46	0.21		
134	エゾメシダ	高茎草本	38	5.3%	-0.02	-0.07					
135	アマニュー	高茎草本	51	3.9%	-0.03	1.02				-1.00	
136	コンロンソウ	高茎草本	2372	4.4%	-0.03	-0.08	0.46	-0.29	-0.79	0.33	
137	オドリコソウ	高茎草本	31	3.2%	-0.04						
138	オニシモツケ	高茎草本	70	4.3%	-0.06				-0.94	0.39	
139	ハリギリ	高木広葉樹	185	3.8%	-0.08	-0.18	-0.51	-0.26	0.76	-0.05	0.83
140	エナシヒゴクサ	高茎草本	102	3.9%	-0.12	-0.92	-0.87			0.65	
141	セントウソウ	小型草本	213	5.2%	-0.13	1.16				-1.22	
142	オクノカンスゲ	小型草本	460	3.0%	-0.15	0.56	-0.88	0.61	-0.93	0.30	-0.78
143	ミズヒキ	高茎草本	44	4.5%	-0.16					0.18	
144	ヒカゲスゲ	小型草本	199	3.0%	-0.18	-0.35			-1.06		1.32
145	オオサクラソウ	小型草本	48	6.3%	-0.19					0.23	
146	エゾリカブト	高茎草本	343	5.0%	-0.23	-0.22	1.18		-0.03	-1.03	
147	ツリガネニンジン	高茎草本	30	3.3%	-0.24	-0.13					
148	ヤマニガナ	高茎草本	30	3.3%	-0.25	-0.58					
149	ニガキ	高木広葉樹	32	3.1%	-0.28				-0.52	0.18	
150	クルマユリ	高茎草本	31	3.2%	-0.31	-0.58					
151	ミヤマカンスゲ	小型草本	168	0.6%	-0.32			-0.31			-0.48
152	エゾクロクモソウ	小型草本	107	3.7%	-0.32	-0.59	0.80		-0.53		
153	ミソソバ	高茎草本	49	2.0%	-0.33	-0.20					
154	コシアブラ	高木広葉樹	47	2.1%	-0.34	-0.58				0.33	-0.26
155	ヤブハギ	高茎草本	112	4.5%	-0.34					-0.36	
156	オオタチツボスミレ	小型草本	86	2.3%	-0.35	0.76			-0.83	-0.75	
157	ナガハシスミレ	小型草本	32	0.0%	-0.40						-0.56
158	スミレサイシン	小型草本	33	0.0%	-0.41						-0.57
159	イワノガリヤス	高茎草本	52	3.8%	-0.42	-0.06					
160	ミミナグサ	小型草本	31	3.2%	-0.42	-0.81				0.40	
161	モミジガサ	高茎草本	156	4.5%	-0.43					-0.08	
162	トンボソウ	小型草本	59	3.4%	-0.43					-0.19	
163	ヤブマメ	高茎草本	31	3.2%	-0.49					-0.05	
164	オククルマムグラ	小型草本	603	2.3%	-0.54	-0.29	-0.86	-0.66	-0.83	-0.25	-0.31
165	ミヤマヘニシダ	高茎草本	220	2.3%	-0.54	-0.11		-0.51	-0.19	-0.73	

表-3.3.5 林床植物に関する一般化線形混合モデルの結果（ランダム効果）続き

No	種名	生活型	出現数	食痕率	全体	根釦十勝	オホーツク	宗谷留萌	上川空知	道央	道南
166	ズダヤクシュ	小型草本	130	3.1%	-0.55	-1.12			-0.80	0.32	
167	サカゲイノデ	高茎草本	52	1.9%	-0.55				-0.57	-0.16	
168	ツルアジサイ	つる木本	1853	2.2%	-0.57	-0.33	-0.91	-0.34	-0.95	-0.04	-1.03
169	スゲsp.	小型草本	247	1.6%	-0.59	-1.15		-0.21	-0.08	-0.37	-0.69
170	ミヤマハコバ	小型草本	129	3.1%	-0.63	-0.99				-0.07	
171	リョウブ	高木広葉樹	38	0.0%	-0.64						-0.65
172	オオヤマフスマ	小型草本	41	2.4%	-0.67					-0.07	
173	エゾタツナミソウ	小型草本	161	2.5%	-0.67	0.22	-0.91			-0.52	
174	エゾレイジンソウ	高茎草本	181	2.8%	-0.69	-1.60	0.22		-0.57		
175	ハンゴンソウ	高茎草本	107	3.7%	-0.71	-0.46			0.19	-0.68	
176	エンレイソウsp.	高茎草本	396	1.8%	-0.71	-1.08	-0.01	-0.22	-1.09	-0.41	
177	ナニワズ	低木	82	2.4%	-0.76				-0.63	-0.29	
178	ミミコウモリ	高茎草本	238	2.5%	-0.77	-1.81	0.23	-0.40		-0.04	
179	ツルアリオシ	小型草本	90	0.0%	-0.77						-0.97
180	ジュウモンジシダ	高茎草本	747	2.1%	-0.77	-1.54	0.13	-0.69	-1.46	-0.28	
181	シラネウラボ	高茎草本	833	2.3%	-0.77	-0.18	0.16	-1.02	-1.87	-1.40	
182	カササゲ	高茎草本	125	1.6%	-0.78	-0.98			0.01		
183	コメガヤ	小型草本	30	0.0%	-0.79		-0.78				
184	コタニワタリ	小型草本	114	0.9%	-0.79		-0.26		-0.89	-0.81	
185	コイチヤクソウ	小型草本	31	0.0%	-0.81		-0.52				
186	エゾカラマツ	高茎草本	66	1.5%	-0.82	-1.20			-0.76		
187	マルバネコノメソウ	小型草本	86	1.2%	-0.83	-0.59			-0.73		
188	ヒロハヒメイチゲ	小型草本	31	0.0%	-0.83				-0.71		
189	アカミノイヌツゲ	低木	32	0.0%	-0.83			-0.27	-0.76		
190	ヤブジラミ	高茎草本	62	1.6%	-0.84	-0.41					
191	ウメガサソウ	小型草本	35	0.0%	-0.84				-0.49		
192	トラノオシダ	小型草本	40	0.0%	-0.89				-0.60		
193	オオアマドコロ	高茎草本	129	1.6%	-0.92	-1.62	0.13				
194	オオウバユリ	高茎草本	155	1.3%	-0.95	-1.37	0.17	-0.35	-0.66	-0.52	
195	ミヤマワラビ	小型草本	118	1.7%	-0.95	-0.53				-0.43	
196	アサダ	高木広葉樹	78	1.3%	-0.97					-0.71	
197	ミヤマエンレイソウ	高茎草本	37	0.0%	-0.97	-0.98					
198	エゾノヨツバムグラ	小型草本	40	0.0%	-0.99				-0.71		
199	イワガネゼンマイ	高茎草本	36	0.0%	-1.00	-1.10					
200	クシロワチガイソウ	小型草本	92	1.1%	-1.01	-1.33	-0.57		0.49		
201	ジンヨウイチヤクソウ	小型草本	34	0.0%	-1.01	-0.58	-0.56				
202	ツルリンドウ	小型草本	39	0.0%	-1.01					-0.67	-0.28
203	ナギナタコウジュ	小型草本	40	0.0%	-1.02				-1.01		
204	スギナ	小型草本	42	0.0%	-1.02			-0.24	-0.56		
205	エゾユハナワラビ	小型草本	33	0.0%	-1.03				-0.50		
206	オオバセンキュウ	高茎草本	38	0.0%	-1.06				-0.59	-0.65	
207	サイハイトラン	小型草本	46	0.0%	-1.06	-0.58	-0.43		-0.51		
208	エゾユズリハ	低木	274	0.4%	-1.11			0.03	-1.43	-0.58	-1.27
209	ナライシダ	高茎草本	169	1.2%	-1.13	-0.68	-0.50	-0.39	-0.31	-0.68	
210	エゾボウフウ	小型草本	41	0.0%	-1.19		-0.76				
211	コウライテンナンショウ	高茎草本	102	1.0%	-1.20	-0.13	-0.43		-0.59	-1.06	
212	ルイヨウボタン	高茎草本	41	0.0%	-1.20				-0.78		
213	ヤブニンジン	小型草本	235	1.3%	-1.21	-0.11	-0.94		-0.80	-1.48	
214	フデリンドウ	小型草本	63	0.0%	-1.24				-0.48	-0.64	
215	シャク	高茎草本	41	0.0%	-1.24	-1.12					
216	オオバナヤエムグラ	小型草本	201	1.0%	-1.24	-1.21	-0.68		-1.01	0.22	
217	スズラン	小型草本	109	0.9%	-1.25	-1.11					
218	シノブカガマ	高茎草本	38	0.0%	-1.25	-0.77			-0.58		
219	ヒナスミレ	小型草本	33	0.0%	-1.25					-0.88	
220	ツクバネソウ	小型草本	101	0.0%	-1.26			-0.35	-0.83	-0.72	-0.39

表-3.3.5 林床植物に関する一般化線形混合モデルの結果（ランダム効果）続き

No	種名	生活型	出現数	食痕率	全体	根釧十勝	オホーツク	宗谷留萌	上川空知	道央	道南
221	マンネンスギ	小型草本	64	0.0%	-1.26	-0.65	-0.42	-0.36		-0.50	
222	ミヤマニガウリ	高茎草本	52	0.0%	-1.27	-0.75		-0.27		-0.72	
223	ツルネコノメソウ	小型草本	54	0.0%	-1.27	-0.85			-0.60	-0.50	
224	アキタブキ	高茎草本	177	1.1%	-1.28	-0.55		0.34	-1.56	-1.19	
225	ウスイロスゲ	小型草本	70	0.0%	-1.29	-1.52					
226	ミズ	小型草本	39	0.0%	-1.29	-0.73					-0.73
227	ミヤマイチシダ	高茎草本	31	0.0%	-1.29						-0.86
228	リョウメンシダ	高茎草本	93	0.0%	-1.31			-0.34	-1.06	-1.11	
229	ヒカゲハリスゲ	小型草本	37	0.0%	-1.35					-0.86	
230	ヒトリシズカ	小型草本	264	0.8%	-1.35	-1.09	-0.93	0.50	-1.49	-0.74	-0.28
231	クジャクシダ	小型草本	139	0.7%	-1.40	-1.57	-0.84				0.08
232	ルイヨウショウマ	高茎草本	99	0.0%	-1.40	-0.65		-0.28	-1.08	-0.81	
233	ナンブソウ	小型草本	83	0.0%	-1.41	-1.54					
234	ミヤマタニタデ	小型草本	78	0.0%	-1.42	-1.25			-0.76		
235	マイヅルソウ	小型草本	1862	1.0%	-1.42	-1.60	-1.55	-0.60	-2.10	-0.63	-0.89
236	フッキソウ	低木	3609	1.2%	-1.43	-1.66	-0.28		-1.73	-1.11	-0.28
237	エゾマツ	高木針葉樹	52	0.0%	-1.46	-0.65			-0.65	-0.55	
238	ニリンソウ	小型草本	122	0.0%	-1.52	-1.54		-0.49		-0.53	
239	ユキザサ	小型草本	319	0.9%	-1.59	-1.40			-0.49	-1.11	
240	ヒメカンスゲ	小型草本	157	0.0%	-1.63	-1.06	-0.61			-1.03	-0.85
241	フタリシズカ	高茎草本	148	0.7%	-1.64	-0.72	-0.56			-1.12	
242	ツマトリソウ	小型草本	91	0.0%	-1.65	-1.66					
243	ハクサンシャクナゲ	低木	66	0.0%	-1.73	-1.16					-0.50
244	エゾオオサクラソウ	小型草本	93	0.0%	-1.74	-1.65					
245	アオミズ	小型草本	219	0.5%	-1.77	-1.23			-1.02	-0.97	
246	クルマバツクバネソウ	小型草本	123	0.0%	-1.80	-1.19	-0.86				-0.88
247	チシマネコノメソウ	小型草本	114	0.0%	-1.87	-1.07					-1.20
248	フイリミヤスマシレ	小型草本	133	0.0%	-1.97	-1.37			-0.51	-1.09	
249	タニギキョウ	小型草本	247	0.0%	-2.06	-0.58	-0.68	-0.63	-0.88	-1.56	
250	コミヤマカタバミ	小型草本	351	0.3%	-2.11	-2.08	-1.28		-1.27	0.24	
251	クルマバソウ	小型草本	937	0.3%	-2.14	-0.84	-2.10	-0.63	-1.65	-1.56	-0.42
252	トウゲシバ	小型草本	200	0.0%	-2.16	-1.55	-0.65	-0.19	-0.82	-1.16	
253	オクエゾサイシン	小型草本	232	0.0%	-2.18	-1.04	-0.49	-0.44	-1.50	-1.16	
254	ミヤスマシレ	小型草本	453	0.2%	-2.24	-1.83	-1.29	-0.33	-1.47	-1.11	
255	コキンバイ	小型草本	244	0.0%	-2.36	-1.81	-0.78		-0.75	-1.29	
256	トドマツ	高木針葉樹	1135	0.4%	-2.46	-2.09	-1.35	-1.31	-1.50	-2.05	
257	ヒメイチゲ	小型草本	300	0.0%	-2.46	-2.05	-0.93	-0.28	-0.77	-1.03	
258	レンブクソウ	小型草本	719	0.1%	-2.51	-2.50	-1.56	-0.40	-1.40	-1.24	
植物高 係数					0.01	0.001	0.011	0.008	0.008	0.007	0.001

森林管理署	ランダム効果	森林管理署	ランダム効果
日高南部	1.22	石狩	0.10
胆振東部	1.13	網走中部	0.07
根釧西部	1.11	根釧東部	0.01
網走南部	0.79	網走西部	0.01
日高北部	0.71	留萌北部	-0.23
上川北部	0.57	空知	-0.36
十勝東部	0.51	西紋別支	-0.38
後志	0.47	宗谷	-0.57
十勝西部	0.44	留萌南部	-0.78
東大雪支	0.39	檜山	-0.92
上川中部	0.37	渡島	-2.69
上川南部	0.26		

### 3.3.6 森林の更新に与えるエゾシカの影響

#### 1) 新規加入個体へのエゾシカの影響

事業開始年の2009年度から今年度までの15年間の詳細調査データのうち、再調査を実施した194区から、新規加入個体に関するデータを用いて、林分の更新に与えるエゾシカの影響について解析した。

毎木調査で再調査時に新たに胸高直径1cm以上に進階した樹木(高木・亜高木種)を対象とした。3回調査区は1~3回での間に見られた新規加入個体を対象とした(新規加入個体については、3.3.4-6)項を参照のこと)。

#### ① 新規加入個体の特徴

各調査区について、新規加入個体率(本/200 m<sup>2</sup>・年)を算出した。

194調査区のうち、広葉樹の新規加入個体がなかったのは113調査区(58%)で、新規加入個体が見られたのは81調査区(42%)だった(表-3.3.6)。針葉樹の新規加入個体は18区(9%)だった。広葉樹の新規加入個体率の頻度分布は、86%が0.5本未満/200 m<sup>2</sup>・年だった。

全体では32種470個体が見られ、広葉樹は298個体、針葉樹はトドマツのみで172個体だった(表-3.3.7)。タイプ別の内訳は、実生由来323個体、萌芽由来147個体だった。樹種ではトドマツが最も多く、次いでハ

表-3.3.7 樹種別の新規加入個体数

種名	萌芽	実生	総計
トドマツ		172	172
ハウチワカエデ	22	25	47
シウリザクラ	41		41
ハシドイ	14	14	28
ホオノキ	18	4	22
シナノキ	8	12	20
アカイタヤ	1	15	16
アオダモ	6	7	13
アズキナシ	2	11	13
エゾイタヤ	1	10	11
キタコブシ	7	3	10
サウシバ		10	10
モイワボダイジュ	10		10
ナナカマド	3	5	8
ハリギリ		7	7
ブナ	1	6	7
オガラバナ	2	3	5
イタヤカエデ	2	2	4
ヤマモミジ	2	2	4
イヌエンジュ		3	3
オオバボダイジュ	2	1	3
エゾヤマザクラ		2	2
シラカンバ	1	1	2
ナリウツギ	1	1	2
ハルニレ		2	2
ヤチダモ		2	2
カツラ	1		1
キハダ		1	1
ケヤマハンノキ	1		1
ツリバナ		1	1
ミズキ	1		1
ミズナラ		1	1
総計	147	323	470

表-3.3.6 新規加入個体率の頻度

新規加入個体率	区数
0	113
-0.5	54
-1	17
-1.5	5
-2	3
2-	2
総計	194

## ② 新規加入個体へのエゾシカの影響に関する解析

新規加入個体とエゾシカ密度指標やササ被度との関係について一般化線形混合モデルを用いて解析した(下式、n=194)。目的変数を新規加入個体数、固定効果をエゾシカ密度指標(SPUE 累積値)とササ現存量指数として、ランダム効果を調査区とした。目的変数はポアソン分布に従うと仮定した。

$$\text{新規加入個体数} = \text{エゾシカ密度指標 (SPUE 累積値)} + \text{ササ被度} + | \text{調査地} |$$

エゾシカ密度指標は SPUE4 の累積値の場合についても行った。また、新規加入個体は広葉樹のデータを用いて、オフセット項※1として調査面積・調査間隔を設定した。なお、SPUE については 1992 年からデータがない地域もあるが、それらはエゾシカ密度が低い地域として扱った。特に SPUE が 4 以上の地域はエゾシカの密度の比較的高い地域とみなせる。

- ・ SPUE 累積値 (1992 年～再調査年)
- ・ SPUE4 以上の累積値 (1992 年～再調査年) …4 を超える部分を累積した数値
- ・ササ類の現存量指数 (初回)

※1 オフセット項 異なる条件やグループにおいて、モデルの中で考慮される調整項として使用される。具体的な例として、調査面積や調査間隔が異なる場合にオフセット項としてモデルに組み込むことで、その影響を考慮しつつ、他の説明変数の効果を推定することができる。

表-3.3.8 一般化線形混合モデルの解析結果

モデル	切片	SPUE		ササ		AIC
		係数	p値	係数	p値	
SPUE累積値+ササ現存量指数	-8.135	-0.535	**	-0.440	*	598.4
SPUE>4累積値+ササ現存量指数	-8.117	-0.508	**	-0.421	*	600.8

\* P<0.05、\*\* P<0.01

モデルの結果から、新規加入個体はエゾシカ密度の累積の影響とササの両方の影響を受けていると言える(表-3.3.8、図-3.3.28a,b,c)。また、SPUEとSPUEが4以上の累積値ではAIC※はほとんど違いはなかった。ランダム効果は、森林管理署間や森林管理署内で偏りが見られ、東大雪支署と網走西部署は全てマイマスで、留萌南部署と西紋別支署はほぼ全てプラスだった(図-3.3.29)。ランダム効果の違いは、新規加入個体の種構成や立地環境、林分発達度などが影響していると思われる。また、道東の太平洋側地域の新規加入個体は、シウリザクラやホオノキなどの萌芽個体が多く見られた。

なお、SPUE4以上の累積値の分布(図-3.3.30)は、累積値40以上(オレンジ色・赤色)は、胆振以東の太平洋側や道北地域に見られ、これらの地域では更新が難しくなっている可能性が考えられる。

※AIC (Akaike Information Criterion) は、統計モデルの良さや適合度を評価する指標の一つである。モデルの良さを数値で表現し、異なるモデルの比較に利用される。AIC が小さいほど、モデルの良さが高いとされる相対的な指標で、他のモデルとの比較が重要である。

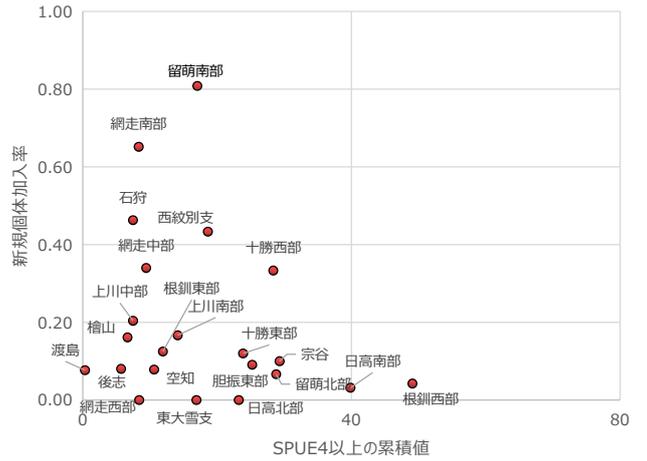
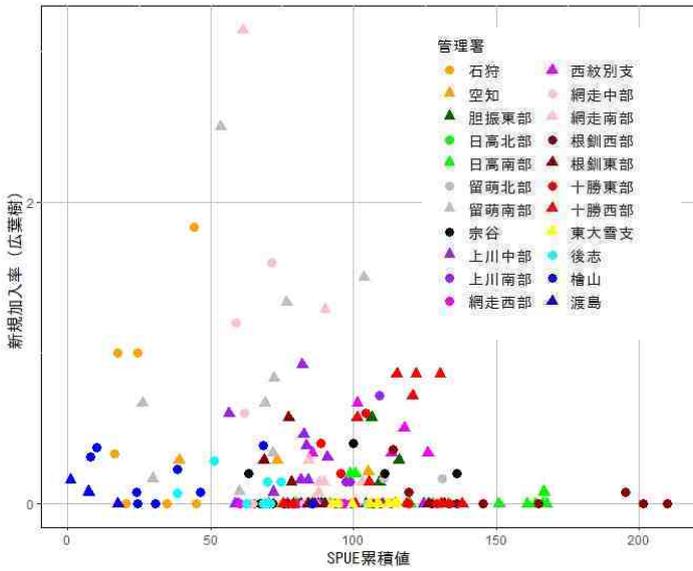


図-3.3.28a SPUE 累積値と新規加入

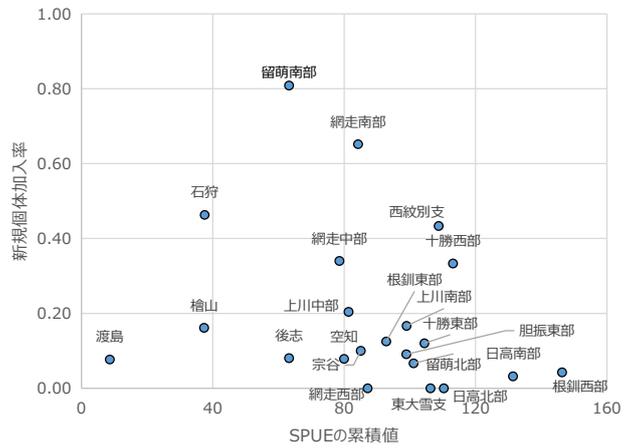
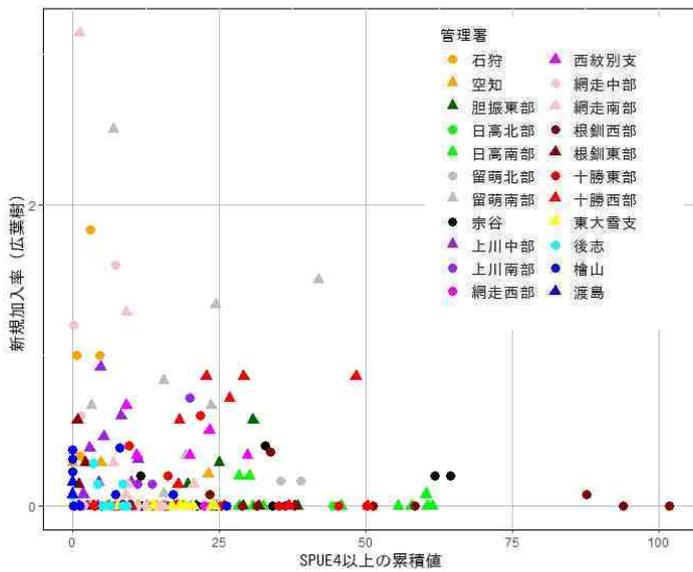


図-3.3.28b SPUE4 以上の累積値と新規加入個体率

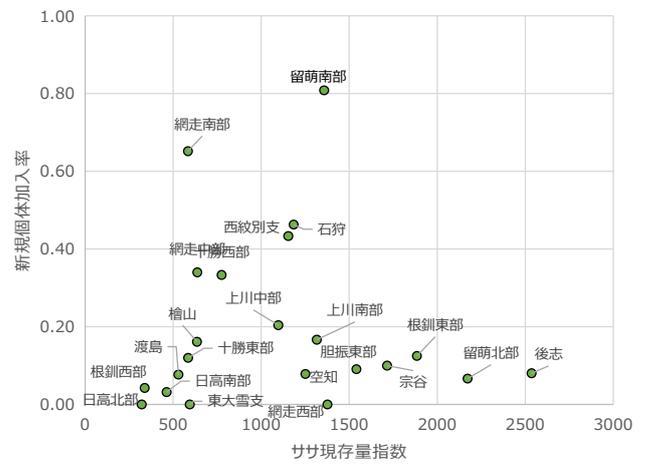
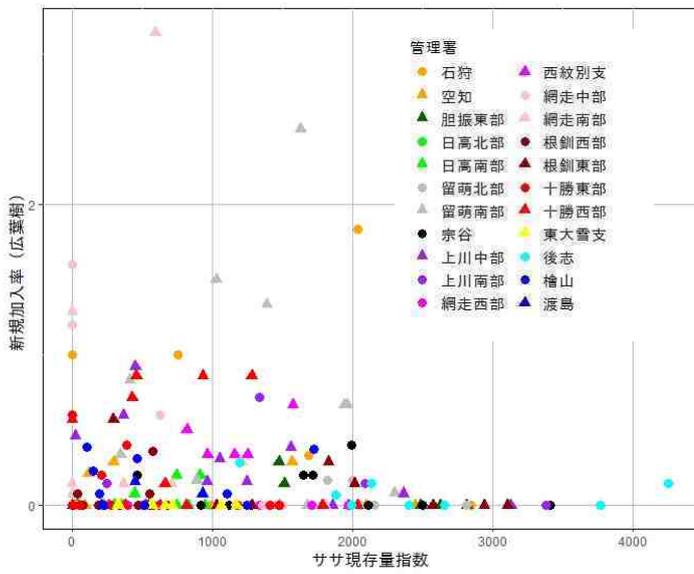


図-3.3.28c ササ現存量指数と新規加入個体率

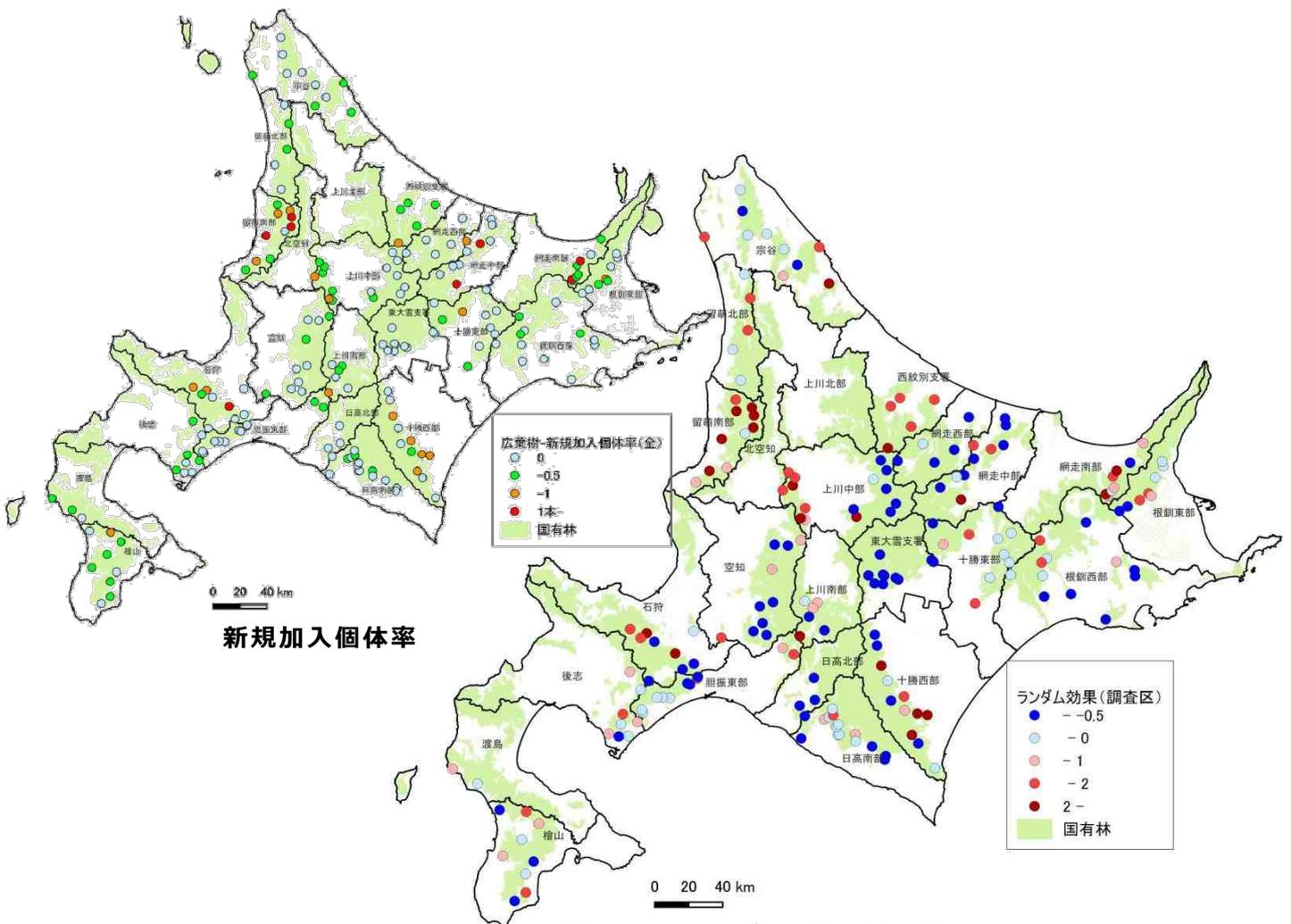


図-3.3.29 ランダム効果(調査区)の分布

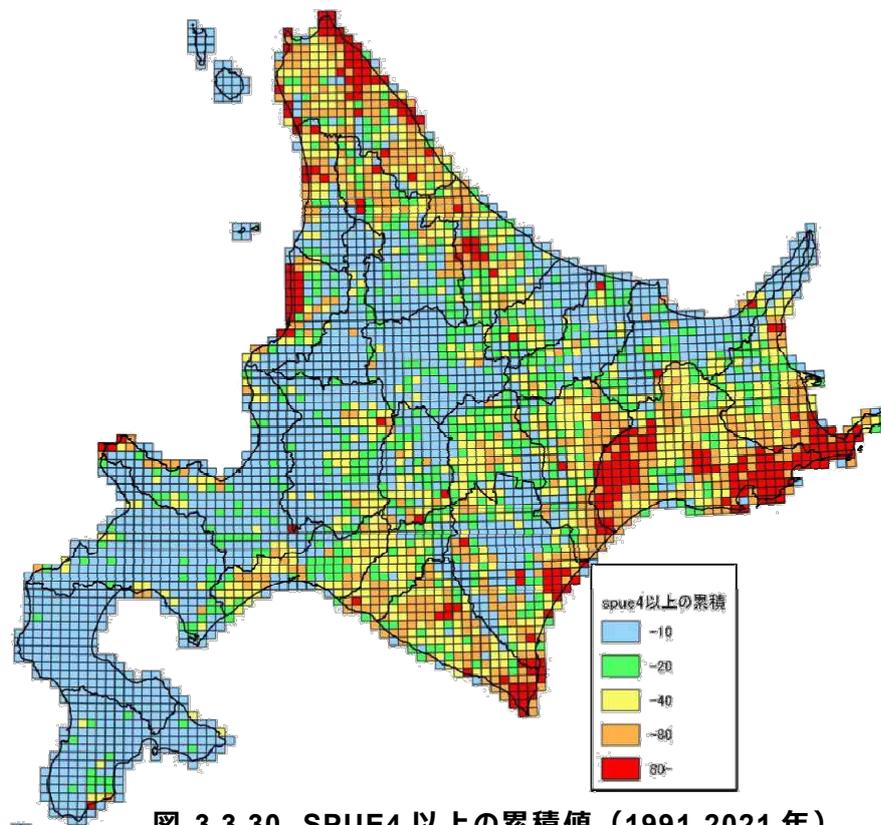


図-3.3.30 SPUE4 以上の累積値（1991-2021 年）

## 2) 小径木数の変化

再調査区の 194 区について、小径木の変化量へのエゾシカの影響について検討した（小径木密度やその変化については、3.3.4- 2)項を参照のこと）。

### ① 方法

小径木（胸高直径 5cm 未満）の変化量とエゾシカ密度指標や本数密度との関係について一般化線形混合モデルを用いて解析した（下式、n=194）。目的変数を小径木の変化量、固定効果をエゾシカ密度指標（SPUE の調査期間中の累積値）と本数密度（初回値）として、森林管理署をランダム効果とした。目的変数は正規分布に従うと仮定した。またオフセット項として調査面積・調査間隔を設定した。

小径木本数の変化量 = SPUE 調査期間中の累積値 + 本数密度 + | 森林管理署 |

### ② 結果

モデルの結果から、小径木の本数変化は、エゾシカ密度指標と本数密度の両方の影響を受けていると考えられた（表-3.3.9、図-3.3.31a,b）。森林管理署のランダム効果は、宗谷署や網走中部署などで高く、渡島署、檜山署、根釧西部署で低かった。

表-3.3.9 一般化線形混合モデルの解析結果

変数	係数	p値	森林管理署	ランダム効果
切片	-6.12		石狩	0.30
本数密度	-0.20	***	空知	-0.40
SPUE累積（調査期間）	-0.42	***	胆振東部	-0.04
***P<0.001			日高北部	-0.24
			日高南部	-0.05
			留萌北部	0.20
			留萌南部	0.47
			宗谷	0.52
			上川中部	-0.39
			上川南部	0.11
			西紋別支	0.32
			網走西部	0.21
			網走中部	0.58
			網走南部	0.00
			根釧東部	-0.01
			根釧西部	-0.48
			十勝東部	0.28
			十勝西部	-0.07
			東大雪支	0.22
			後志	-0.01
			渡島	-0.62
			檜山	-0.85

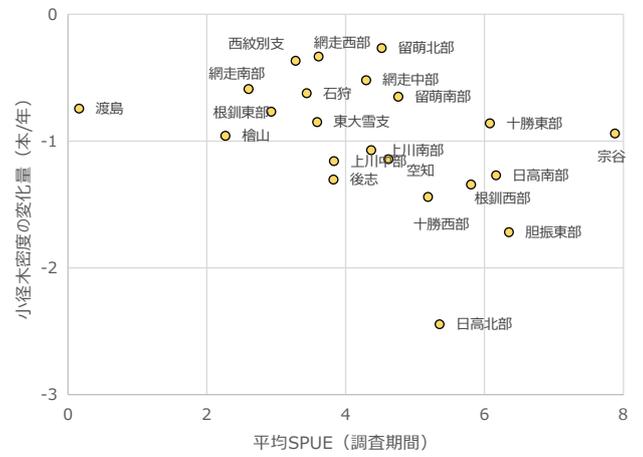
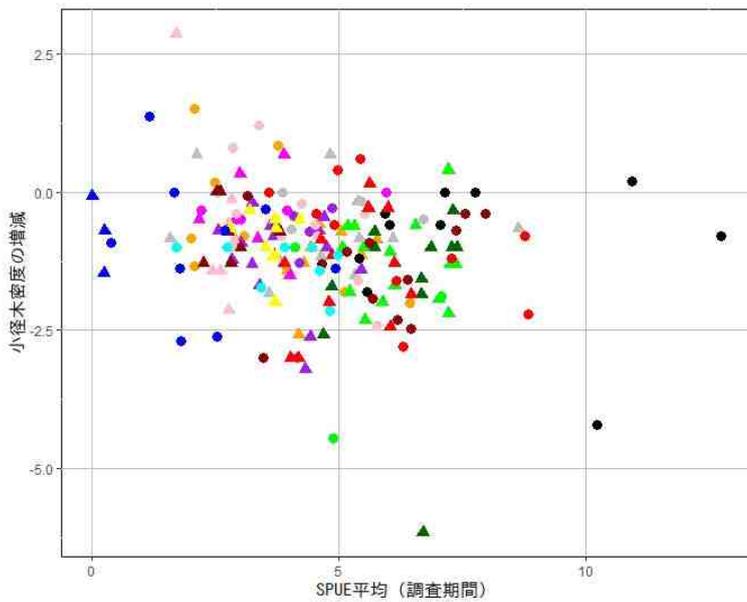


図-3.3.31a 調査期間中の平均 SPUE と小径木密度の 1 年あたりの増減数

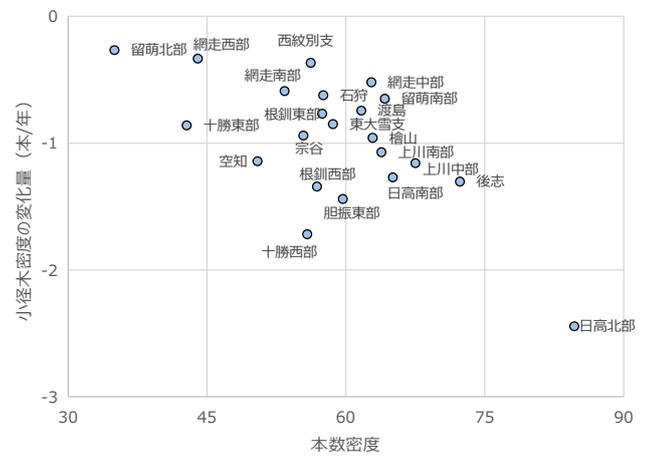
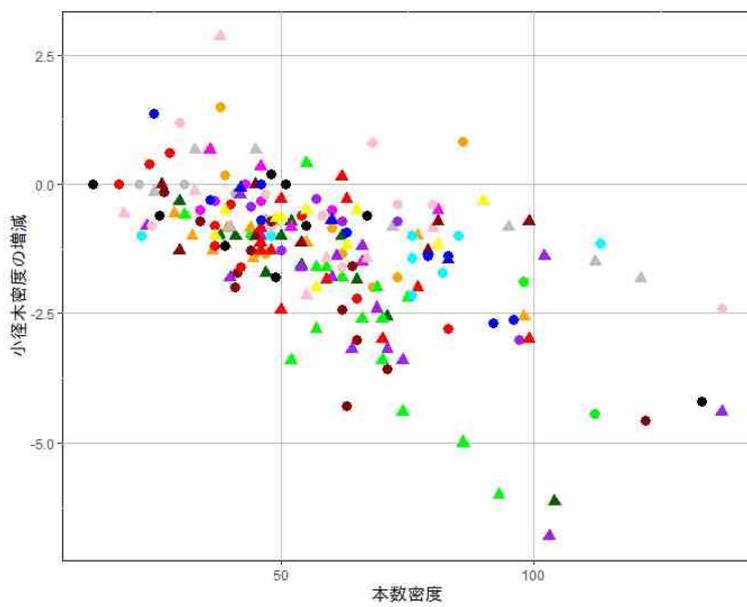


図-3.3.31b 調査期間中の本数密度と小径木密度の 1 年あたりの増減数

### 3.3.7 林床植生に与えるエゾシカの影響

林床植生の変化に対するエゾシカの影響について、再調査区の194区の林床植生データを用いて検討した。

#### 1) 方法

林床植生を7タイプ(広葉樹高木類・針葉樹高木類・低木類・つる木本類・ササ類・高茎草本類・小型草本類)に分けて、そのうちサンプルの少ない針葉樹高木類・つる木本類を除く5タイプについて、現存量指数の変化量と、エゾシカ密度指標や現存量指数との関係について一般化線形混合モデルを用いて解析した(n=194)。

目的変数を小径木の変化量、固定効果をエゾシカ密度指標(SPUEの調査期間中の累積値)の場合(下式:モデル1)と、現存量指数の場合の2パターンとした(下式:モデル2)。ランダム効果は森林管理署とした。目的変数は正規分布に従うと仮定した。またオフセット項として調査間隔を設定した。

モデル1 現存量指数の変化量※1 = エゾシカ密度指標※2 + | 森林管理署 |

モデル2 現存量指数の変化量※1 = 現存量指数※3 + | 森林管理署 |

※1 各植生タイプの現存量指数の変化量(最新回から初回の数値を引いた量)

※2 調査期間中のSPUEの累積値

※3 各植生タイプの現存量指数(初回データ)

#### 2) 結果

モデル1では、エゾシカ密度指標(SPUEの調査期間中の累積値)は、統計的に有意ではなかった(表-3.3.10、ただし、広葉樹高木類は、 $p=0.051$ でわずかに有意ではなかった)。モデル2では現存量指数は有意だった(表-3.3.10)。林床植生データでは、全体的に現存量の変化は、初期の現存量が大きく影響しており、エゾシカの影響は検出されにくかった。また、各生活型タイプともに現存量が多いほど、減少する傾向が見られた(図-3.3.32、図-3.3.34、図-3.3.36~図-3.3.38)。

モデル2のランダム効果は、低木類では、石狩署・留萌北部署・留萌南部署・宗谷署・後志署など西側で、マイナスの効果が見られた署が多かった(表-3.3.11)。広葉樹高木類では、道央や道北の森林管理署でマイナスの効果が見られた署が多かった。ササ類・高茎草本類・小型草本類は地域的な傾向は確認できなかった。

林床植生の変化量については、エゾシカによる影響は検出されなかったが、変化量は初期値に依存するほか、林分環境や季節的な要因(調査時期)の影響も関係している可能性がある。また、影響が局所的に現れることもあり、全道スケールでの解析では検出されづらいことが考えられた。さらに、同じ生活型タイプ内でもエゾシカの嗜好性の違いをはじめ、生態や形態的特徴が異なる植物を含んでおり、個別種ごとに傾向を見ていくことが必要である。

現存量が多く減少量も大きかった調査区では、エゾシカによる影響と考えられるケースも

見られた。例えば、低木類では、日本海側の森林管理署では、オオカメノキ、コマユミ、ハイイヌガヤ、ツルシミキなどの減少する調査区が目立った(表-3.3.12、図-3.3.34)。これらの植物は、ハイイヌガヤを除いて嗜好性も高い結果が出ている(表-3.3.5 参照)。また、高茎草本類で減少量が多かった調査区では、チシマアザミ、オオハナウド、オオウバユリ、オシダ、コンロンソウなど減少が目立ち、嗜好性の高い植物も含まれている(表-3.3.13)。また、クサソテツやシラネワラビなど一般に嗜好性が低い植物の減少も見られ、嗜好性が低い植物でも被食により減少するケースを示唆している。ただし、これらは調査時期や調査業者が異なっており、その点も留意する必要がある。

表-3.3.10 一般化線形混合モデルの解析結果

モデル	広葉樹高木類		低木類		ササ類		高茎草本類		小型草本類	
	係数	p値	係数	p値	係数	p値	係数	p値	係数	p値
SPUE累積値	-12.0	0.05	-9.2	0.41	-2.0	0.96	-12.1	0.48	1.3	0.53
各タイプ現存量指数	-28.6	***	-26.1	***	-94.1	***	-43.8	***	-8.6	***

\*\*\* P<0.001

表-3.3.11 モデル2のランダム効果

森林管理署	ランダム効果				
	広葉樹高木類	低木類	ササ類	高茎草本類	小型草本類
石狩	-32.1	-27.4	-0.2	-13.2	-0.2
空知	-21.7	-25.2	10.4	49.2	10.4
胆振東部	-37.8	-11.1	-9.5	-37.3	-9.5
日高北部	-19.8	-6.3	11.9	-9.7	11.9
日高南部	-24.3	-12.6	13.0	-33.4	13.0
留萌北部	3.0	-24.4	-7.7	-49.7	-7.7
留萌南部	-21.7	-168.5	-0.4	-21.3	-0.4
宗谷	-19.2	-31.9	5.5	7.3	5.5
上川中部	-27.9	61.8	8.9	33.6	8.9
上川南部	-11.9	-15.1	5.3	-10.1	5.3
西紋別支	1.5	31.0	-7.5	5.5	-7.5
網走西部	-1.6	-3.3	-4.8	-43.7	-4.8
網走中部	74.5	4.1	4.9	36.9	4.9
網走南部	17.4	-9.6	-12.5	85.4	-12.5
根釧東部	24.5	-6.3	-10.3	-10.2	-10.3
根釧西部	4.9	-2.3	13.1	-11.4	13.1
十勝東部	1.2	35.4	12.0	321.3	12.0
十勝西部	44.3	-15.1	-26.5	-165.3	-26.5
東大雪支	12.1	-11.5	-3.5	-5.4	-3.5
後志	-10.4	-13.0	-9.8	-92.2	-9.8
渡島	-10.7	206.3	17.1	-19.0	17.1
檜山	55.6	45.2	-9.6	-17.5	-9.6

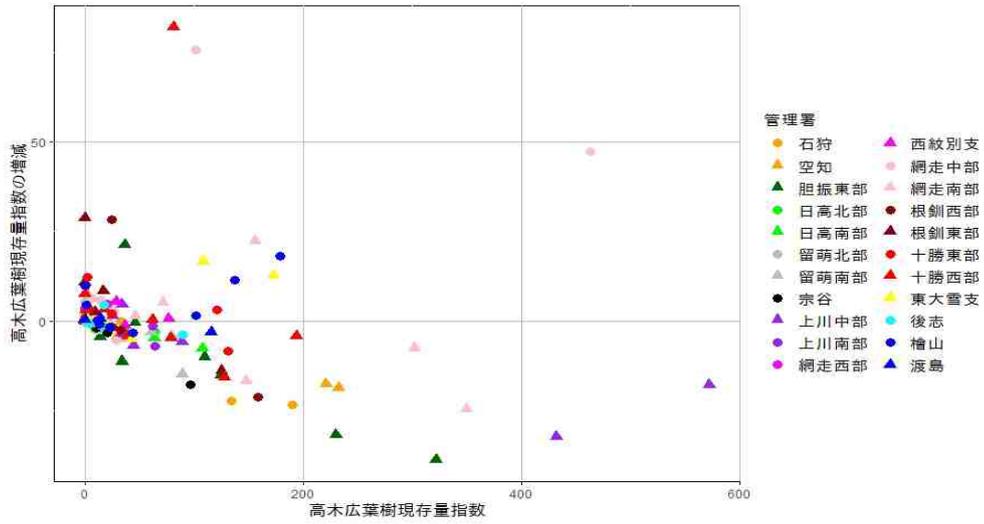


図-3.3.32 広葉樹高木現存量指数と広葉樹高木現存量指数の1年あたりの増減量

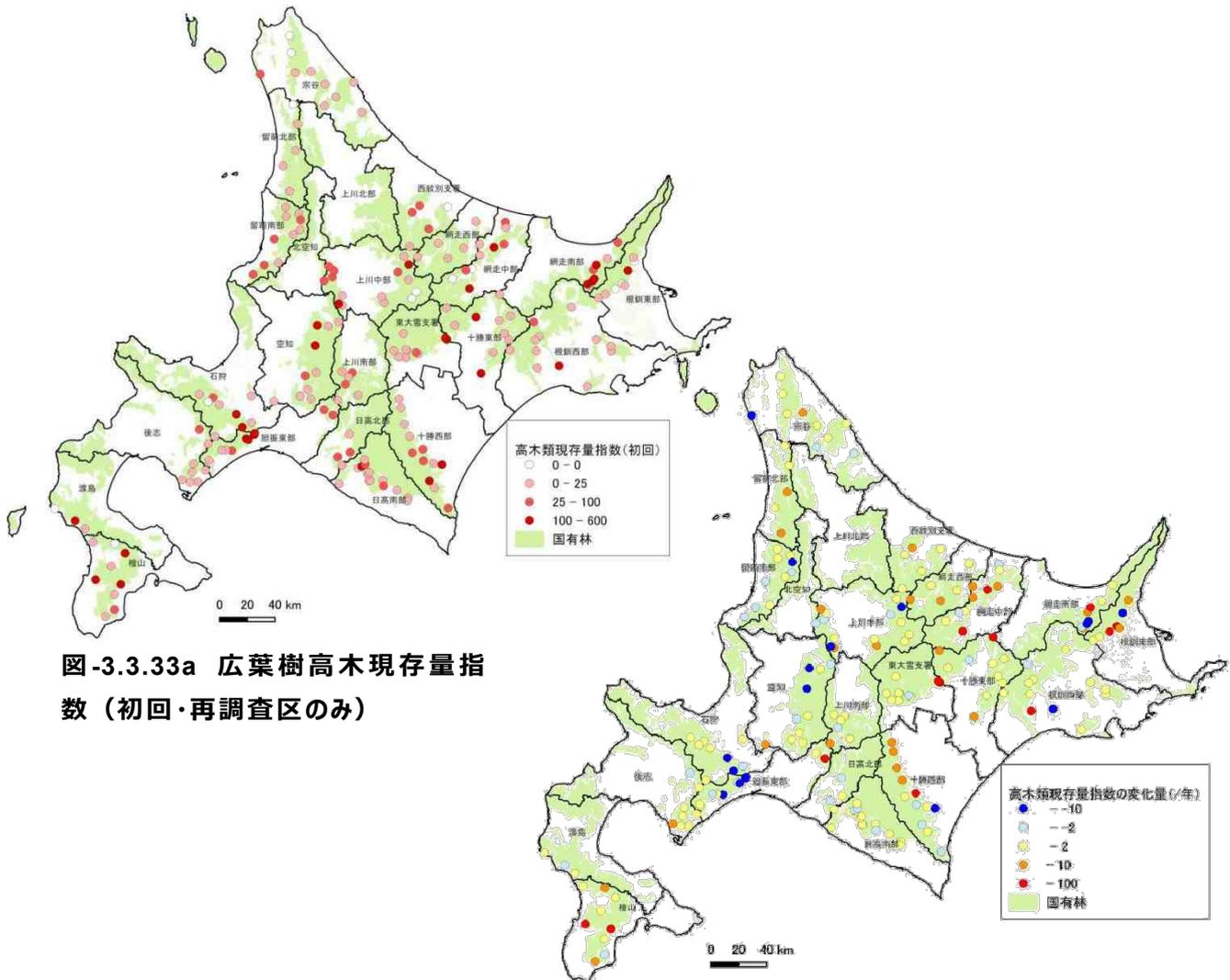


図-3.3.33a 広葉樹高木現存量指数(初回・再調査区のみ)

図-3.3.33b 広葉樹高木現存量指数の変化量(1年)

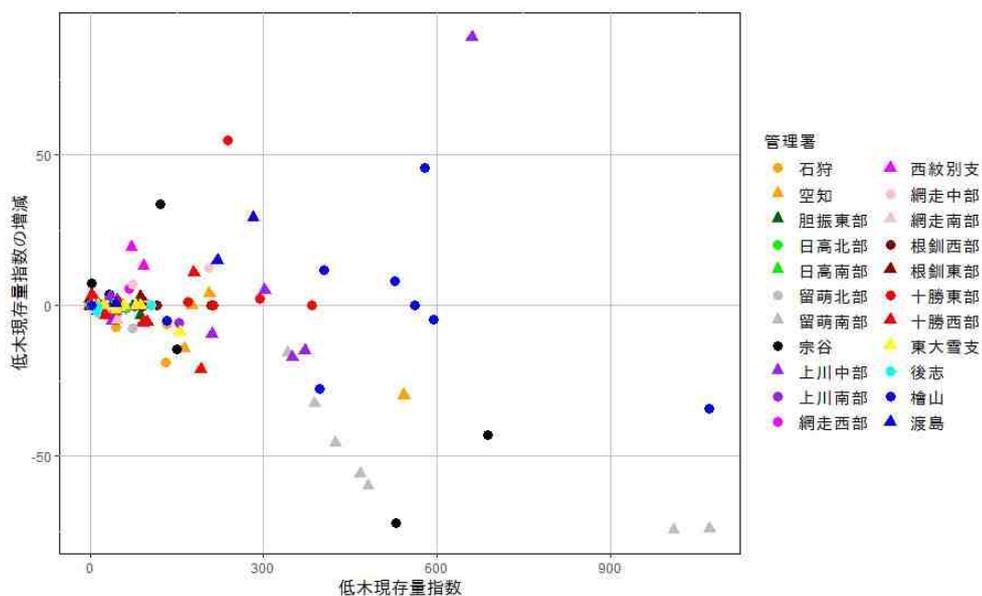


図-3.3.34 低木現存量指数と低木現存量指数の1年あたりの増減量

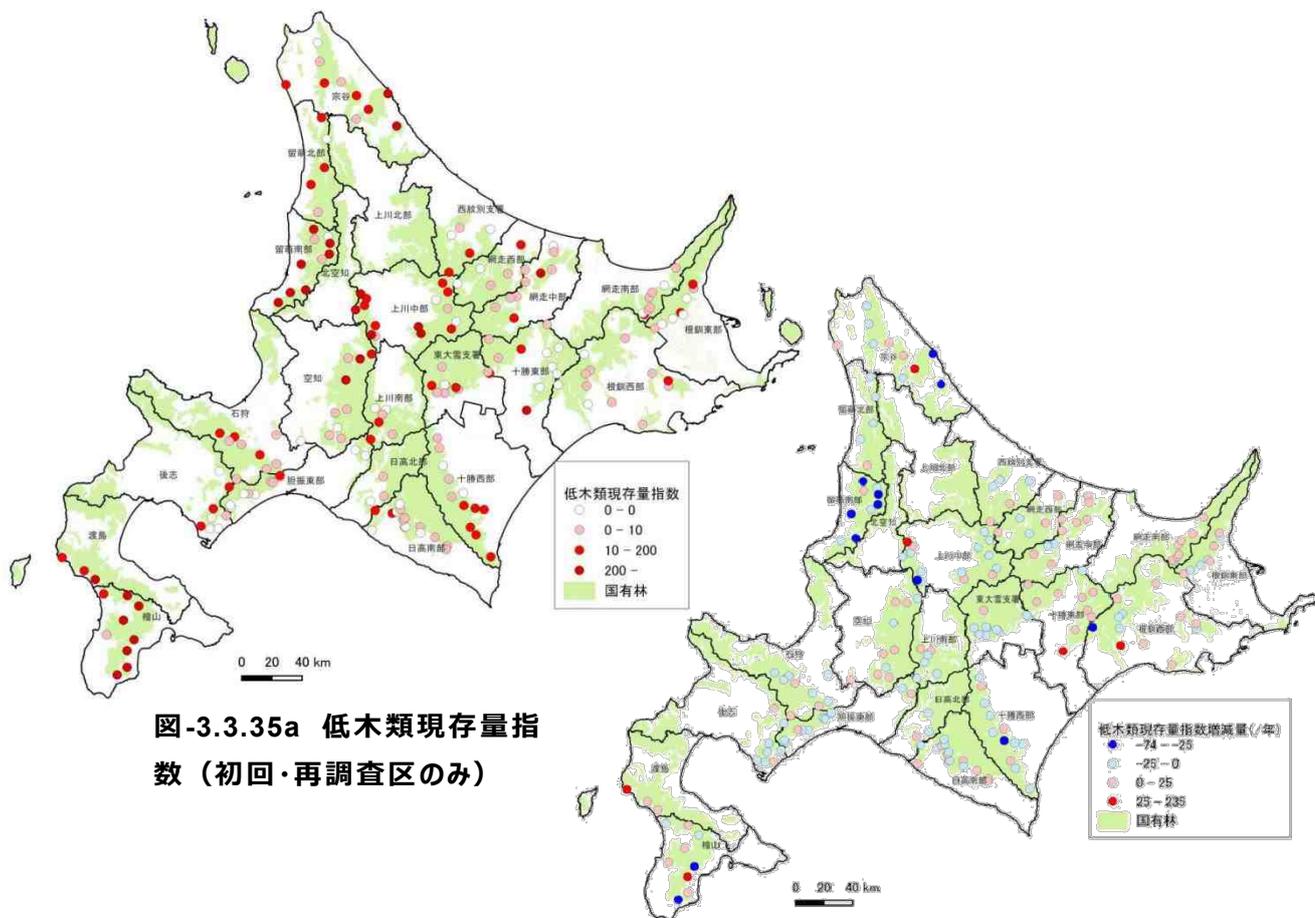


図-3.3.35a 低木類現存量指数 (初回・再調査区のみ)

図-3.3.35b 低木類現存量指数の変化量 (/年)

表-3.3.12 低木類の現存量指数の減少量の大きかった調査区と主な減少種

管理署	担当区	調査区	減少量 (/年)	主な減少種	調査時期	調査業者
空知	幌子	空知08	-29.8	オオカメノキ・ミヤマガズミ	7上・7上	異
留萌南部	奥古丹	RS01	-74.0	オオカメノキ	8中・6上	異
留萌南部	川上	RS08	-59.8	オオカメノキ・ハイヌガヤ	8上・6上	異
留萌南部	川上	RS10	-45.6	オオカメノキ・ハイヌガヤ	8上・6上	異
留萌南部	達布	RS13	-32.5	オオカメノキ・ツルシキミ・コマユミ	8上・6上	異
留萌南部	西幌糠	RS15	-56.1	ハイヌガヤ	8上・6上	異
留萌南部	増毛	RS20	-74.4	オオカメノキ	8上・6上	異
宗谷	枝幸	宗谷17	-43.1	オオカメノキ	7下・7下	異
宗谷	枝幸	宗谷20	-72.1	オオカメノキ	7下・7下	異
檜山	木古内	檜山16	-34.2	オオカメノキ・オオバクロモジ	8下・9上	異

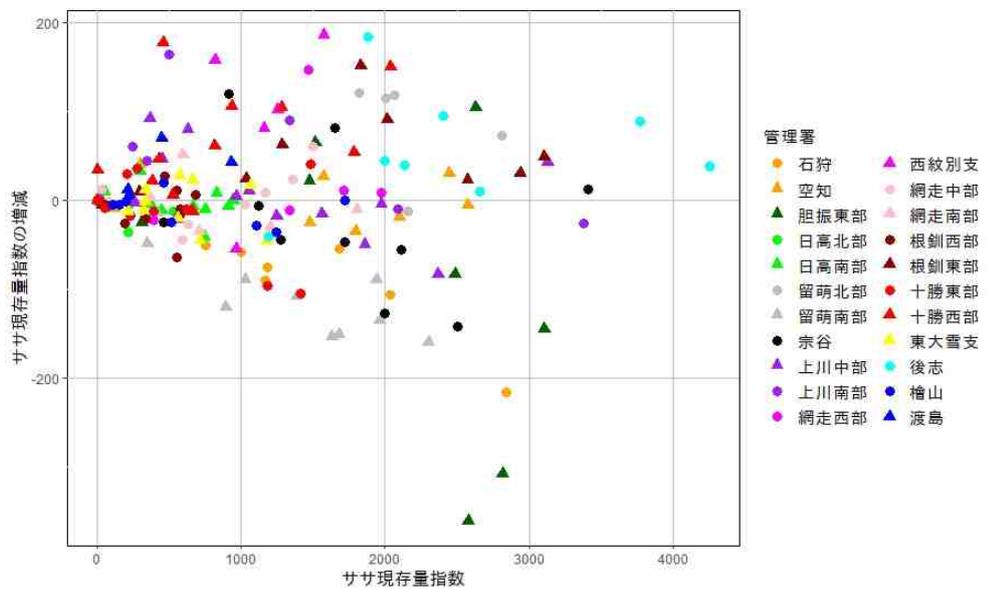


図-3.3.36 ササ現存量指数とササ現存量指数の1年あたりの増減量

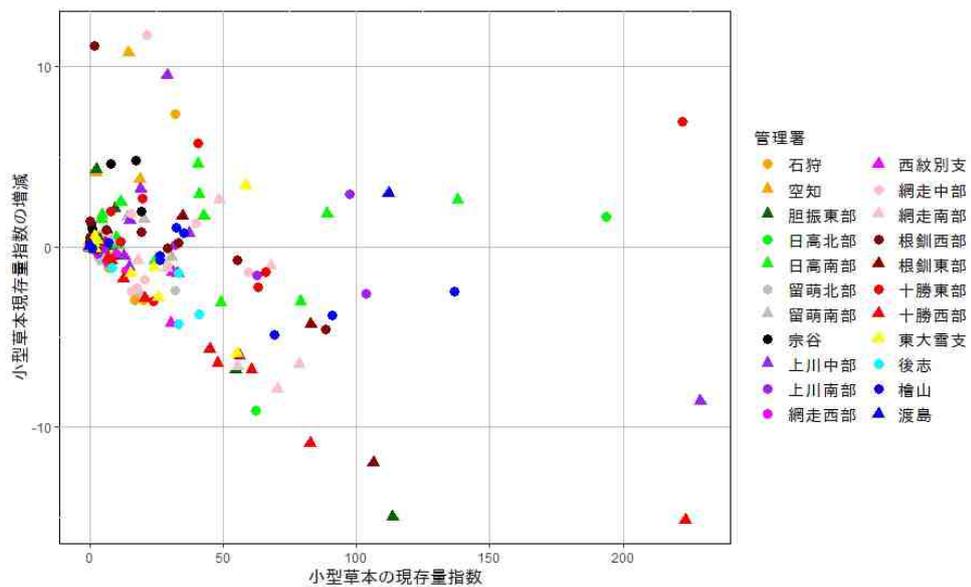


図-3.3.37 小型草本類現存量指数と小型草本類現存量指数の1年あたりの増減量

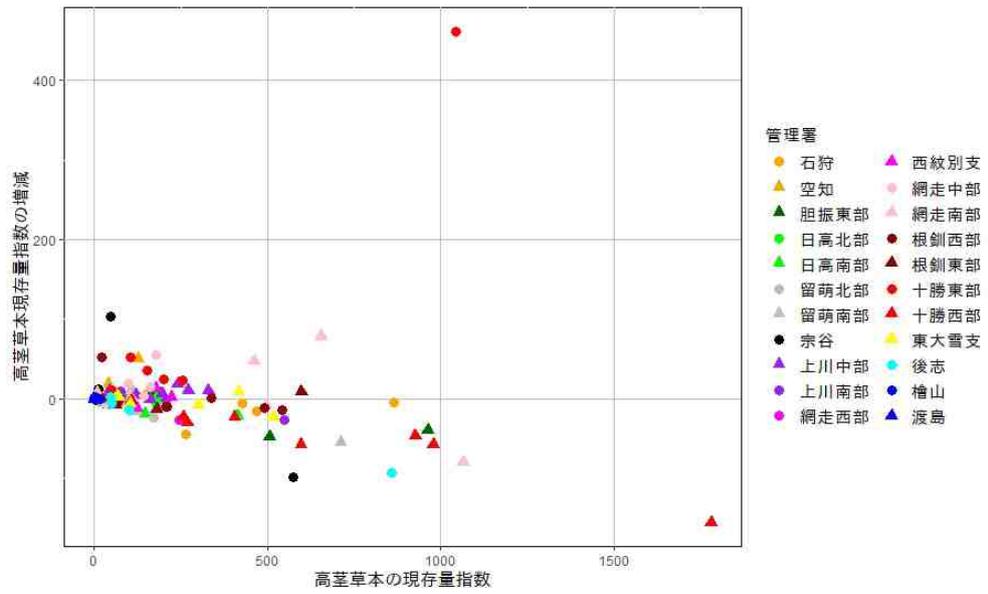


図-3.3.38 高茎草本類現存量指数と高茎草本類現存量指数の1年あたりの増減量

表-3.3.13 高茎草本類の現存量指数の減少量の大きかった調査区と主な減少種

管理署	担当区	調査区	減少量 (/年)	主な減少種	調査時期	調査業者
石狩	支笏	IB05	-43.9	クサソテツ・コンロンソウ	7中・7中	異
胆振東部	糸井	IB09	-47.3	オシダ	7中・7中	異
留萌南部	滝下	RS12	-54.1	チシマアザミ・アマチャヅル	8上・6上	異
宗谷	小頓別	宗谷13	-97.6	チシマアザミ	8中・7下	異
網走南部	青葉	AS04	-79.0	オシダ・シラネワラビ	9中・7中	同
十勝西部	芽室	T04	-154.8	エゾレイジンソウ・オオハナウド・オオウバユリ	6中・7下	同
十勝西部	上札内	T07	-56.9	トクサ・エゾイラクサ・コンロンソウ	6中・7下	同
十勝西部	上札内	T08	-45.9	オオウバユリ・コンロンソウ	6中・7下	同
十勝西部	豊似	T13	-57.4	エゾトリカブト・オオハナウド	6上・7下	同
後志	喜茂別	IB30	-93.1	アキタブキ	7中・9上	同

### 3.3.8 林分の更新状況とエゾシカの被食状況による分類

再調査を行っている 194 調査区のエゾシカの影響について、更新状況(新規加入個体率)と被食状況(下枝・稚樹食痕率)を用いて分類を行った。

#### 1) クラスタ分析による分類

新規加入個体率(1年)・下枝稚樹食痕率(初回)・下枝稚樹食痕率(直近回)の 3 変数を用いてクラスタ分析(ward 法)を行い、7 つに分類した(図-3.3.39、表-3.3.14)。

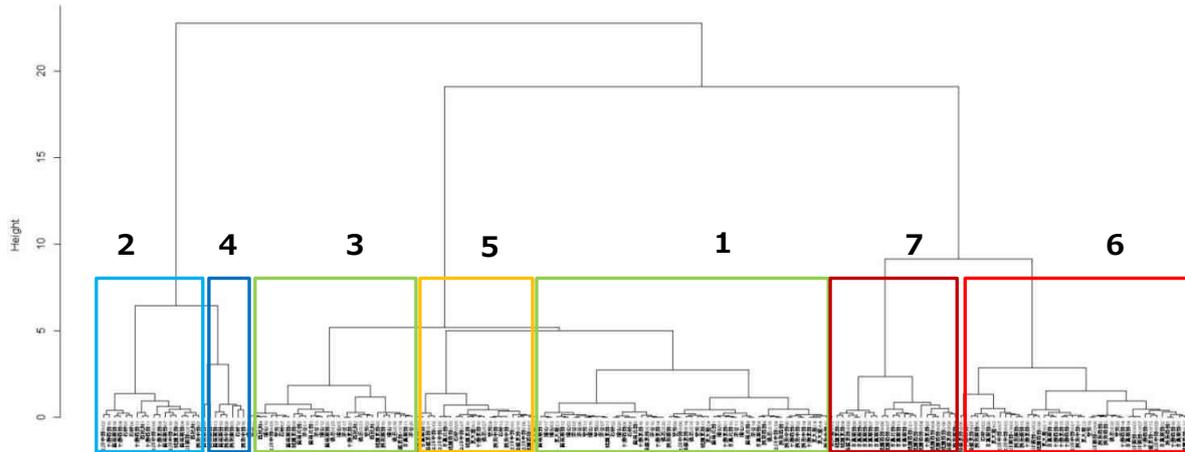


図-3.3.39 クラスタ結果のデンドログラム

表-3.3.14 各クラスターの概要

区分	2	4	3	5	1	7	6
調査区数	18	8	30	22	53	22	41
新規加入個体率	0.73	1.80	0.27	0.00	0.00	0.04	0.08
下枝稚樹食痕率-初回	17.3%	13.8%	15.5%	21.5%	14.1%	53.9%	53.1%
下枝稚樹食痕率-直近	15.0%	16.8%	11.8%	35.3%	7.3%	74.4%	19.0%
新規-区分	新規高	新規高	新規中	新規低	新規低	新規低	新規低
食痕-区分	食痕低	食痕低	食痕低	食痕中	食痕低	食痕高	食痕高-低

7 区分のうち、グループ 6・7 は直近の食痕率が高いグループ(赤系色)で、このうちグループ 6 は初回時には低かった。これらのグループは、根釧西部署や日高南部署など、太平洋側のエゾシカの高密度地域に多かった(図-3.3.40)。新規加入個体率が低く食痕率も低いグループ 1(緑色三角)は、西側を中心に見られ、ササなどのエゾシカ以外の要因で更新が阻害されていると思われる。新規加入個体率が低く、食痕率が中程度のグループ 5(オレンジ色)は、食痕率が高いグループと低いグループの中間に位置する場所に多く、今後、次第に影響が強まることが予想される。

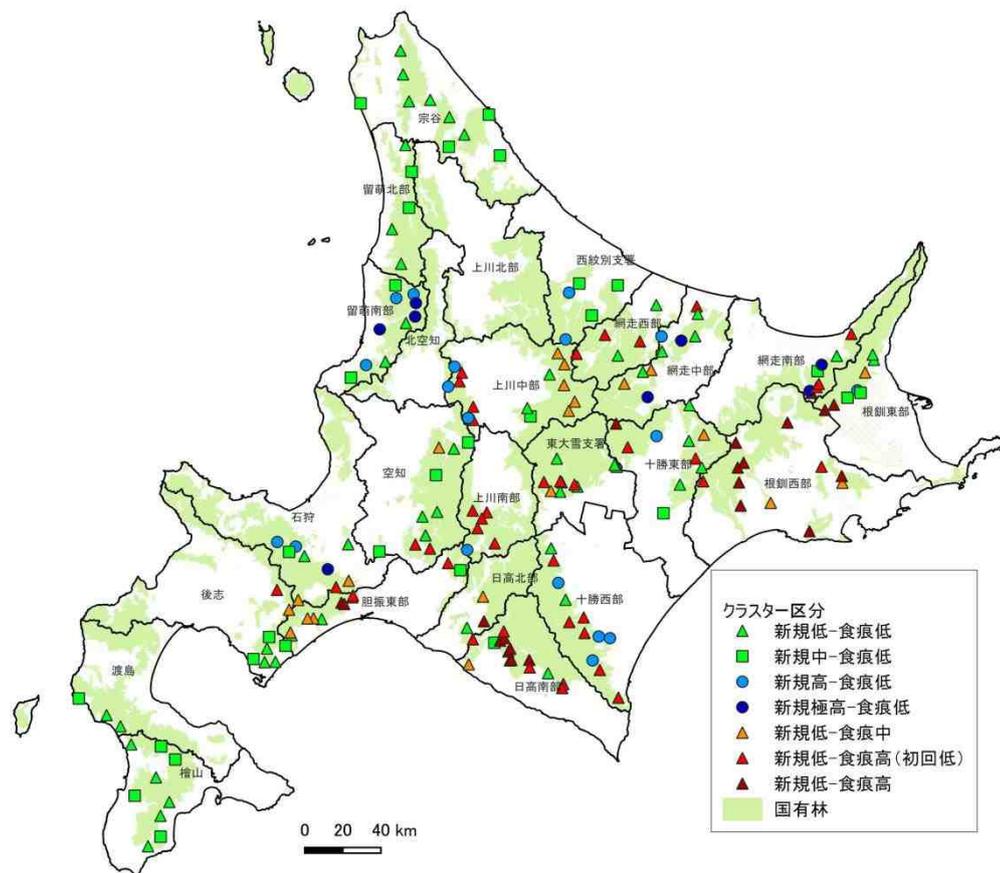


図-3.3.40 クラスタ分析による類型区分

## 2) 新規加入個体率と下枝稚樹食痕率を用いた数値による分類

新規加入個体率(1年)は有無、下枝稚樹食痕率(初回・直近回)はともに食痕率30%を境界値として、8区分に分類した(表-3.3.15)。食痕率が30%以上になると林分への影響が深刻化することが指摘されている(Akashi, et al 2022※)。

食痕率が2回とも30%以上の場所は、胆振東部署から根釧西部署にかけての太平洋側のエゾシカの高密度地域に多かった。直近回で食痕率30%以上の場所は、上川中部署、網走中部署、西紋別支署、十勝西部署、後志署などに見られ、高い食痕率のエリアが広がっている。食痕率が2回とも30%未満の地域は、日本海側の森林管理署を中心に見られた。

※Nobuhiro Akashi, Akira Unno, Hiroyuki Uno(2022) The browsing ratio as an index of the impact of deer browsing on tree seedlings. *Trees, Forests and People* 8 (2022) 100276.

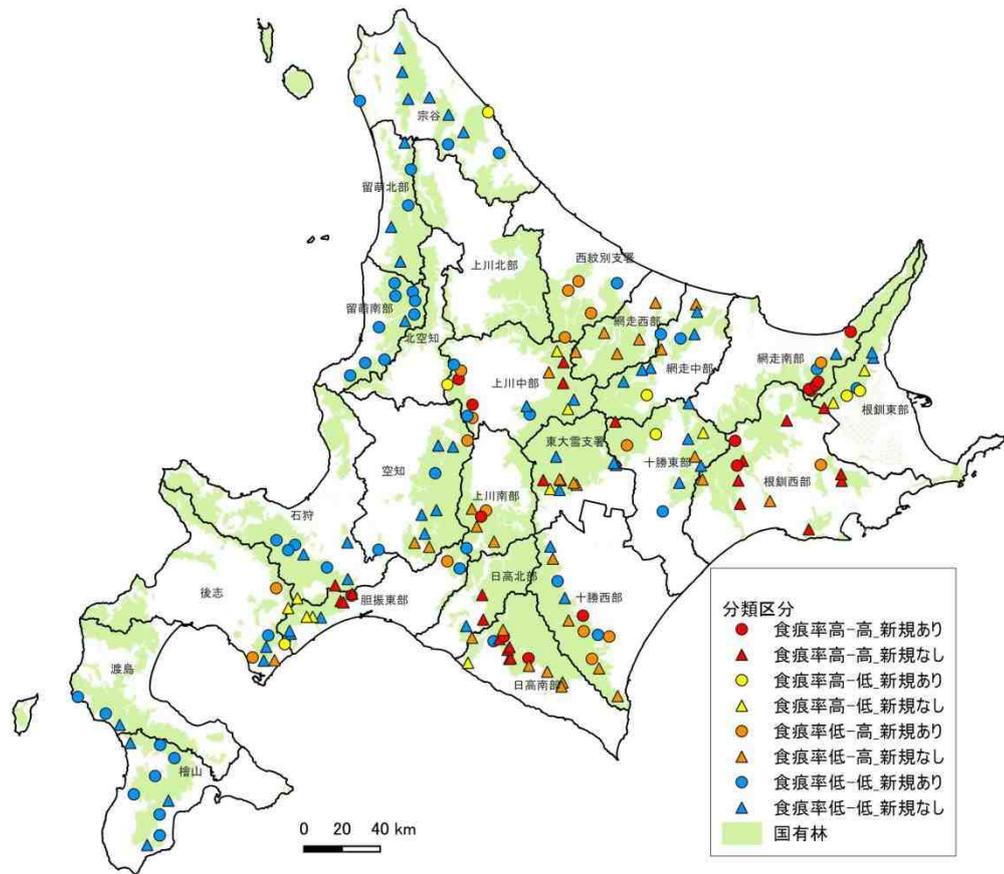


図-3.3.42 新規加入個体率と下枝稚樹食痕率を用いた数値による分類

表-3.3.15 各分類区分の森林管理署別の調査区数

管理署	新規加入個体あり				新規加入個体なし				新規個体のある割合	下枝稚樹食痕率30%以上			タイプ		
	下枝稚樹食痕率初回30%未満		下枝稚樹食痕率初回30%以上		下枝稚樹食痕率初回30%未満		下枝稚樹食痕率初回30%以上			計	初回	直近		両方	
	直近30%未満	直近30%以上	直近30%未満	直近30%以上	直近30%未満	直近30%以上	直近30%未満	直近30%以上							
石狩	4				3		1	1	9	44%	22%	11%	11%	D	
空知	2	1			5	2			10	30%	0%	30%	0%	D	
胆振東部	1	1		1	3		2	2	3	11	27%	55%	45%	36%	C
日高北部				1				2	3	0%	67%	67%	67%	A	
日高南部	1			2			6	1	5	15	20%	53%	87%	47%	A
留萌北部	2				3				5	40%	0%	0%	0%	D	
留萌南部	9				1				10	90%	0%	0%	0%	D	
宗谷	3		1		6				10	40%	10%	0%	0%	D	
上川中部	3	2	1	2	2	1	2	2	15	53%	47%	47%	27%	C	
上川南部	1	1		1			3		6	50%	17%	83%	17%	B	
網走西部							5		5	0%	0%	100%	0%	B	
西紋別支	1	4							5	100%	0%	80%	0%	B	
網走中部	2		1		5	2			10	30%	10%	20%	0%	D	
網走南部	1	1		5	1				8	88%	63%	75%	63%	A	
根釧西部		1		2			2		7	12	25%	75%	100%	75%	A
根釧東部	1		2		2		2	1	8	38%	63%	13%	13%	C	
十勝東部	1	1	1		4	1	1	1	10	30%	30%	30%	10%	C	
十勝西部	2	3		1	2	4			12	50%	8%	67%	8%	B	
東大雪支					4	4	1	1	10	0%	20%	50%	10%	B	
後志	1	2	1		2	1	1		8	50%	25%	38%	0%	C	
檜山	6				3				9	67%	0%	0%	0%	D	
渡島	2				1				3	67%	0%	0%	0%	D	
計	43	17	7	14	48	31	11	23	194	42%	28%	44%	19%		

また、各森林管理署の下枝稚樹食痕率 30%以上の調査区の割合から、エゾシカの影響の観点から、森林管理署を以下の4タイプに類型した。

- A 高食痕率※の割合 50%以上（初回・直近とも）...シカの影響が継続して大きい
- B 高食痕率の割合 50%以上（直近）...シカの影響が強まっている
- C タイプ A・B・D 以外...タイプ A ほどではないが、シカの影響が見られる
- D 高食痕率の割合 30%未満（初回・直近）...シカの影響は大きくない

※下枝稚樹食痕率 30%以上

A タイプは、根釧西部署や日高南部署など 4 署、B タイプは十勝西部署や上川南部署など 5 署、C タイプは上川中部署や胆振東部署など 5 署、D タイプは石狩署や檜山署など 8 署となった(表-3.3.16)。これらは調査区の情報のみを用いているため、局所的な影響を受けやすく、地域によっては管理署全体の傾向を反映できていない可能性もある。また、森林管理署によっては、距離が離れた地域を含み、エゾシカの影響が異なる場合に平均化されている森林管理署(胆振東部署・石狩署)もある。

**表-3.3.16 各森林管理署の影響タイプの整理**

シカの影響タイプ	根釧十勝	オホーツク	宗谷留萌	上川空知	中部	南部
A 継続して強い	根釧西部	網走南部			日高北部 日高南部	
B 強まっている	十勝西部 東大雪支	網走西部 西紋別支		上川南部		
C 継続して見られる	根釧東部 十勝東部			上川中部	胆振東部	後志
D 小さい		網走中部	留萌北部 留萌南部 宗谷	空知	石狩	檜山 渡島

### 3.3.9 解析結果のまとめ

詳細調査の全道データの解析結果から得られた知見について整理した。

#### ●林分構造

- ・全道的に、胸高断面積は増加しており、林分は発達している。一方で、小径木密度は減少傾向にある。
- ・小径木密度の減少の要因は、密度効果による影響とエゾシカの被食による影響の両方がある。

#### ●下枝と稚樹

- ・全道的に下枝と稚樹は減少している。太平洋側の森林管理署を中心に食痕率が30%以上の高い地域が多く、減少にはエゾシカの影響もあると考えられる。
- ・樹種によってエゾシカの下枝や稚樹の嗜好性は異なり、主要種ではシウリザクラ、ハシドイ、アオダモなどは嗜好性が高かった。また、同一種でも地域によって嗜好性が異なる傾向がある植物も見られた。
- ・樹皮はぎの嗜好性は、従来からエゾシカが好むとされてきたツリバナ、アオダモ、イチイ、オヒョウ、ハルニレなどで高かった。

#### ●新規加入個体

- ・広葉樹の新規加入個体は42%の調査区に見られ、その9割弱が0.5本未満/200㎡・年と少なかった。樹種では、ハウチワカエデ、シウリザクラ、ハシドイ、ホオノキなどが多かった。
- ・広葉樹では萌芽由来と実生由来はほぼ同程度だったが、エゾシカの多い地域での新規加入個体は萌芽個体が多かった。
- ・新規加入には、ササとエゾシカが阻害要因になっていた。また、新規加入個体が見られる場所は、地域的な偏りは見られなかった。

#### ●林床植生

- ・道東や太平洋側の森林管理署を中心に、林床食痕率が20%以上も多く見られた。生活型タイプ別では、高木類、低木類、ササ類は高い食痕率が目立った。
- ・エゾシカの嗜好性が高い植物は高木類、低木類に多く見られた。これは通年で被食されやすいことも影響していると考えられた。また、同じ植物でも地域によって嗜好性は変化した。
- ・エゾシカが林床植生に与える影響は、生活型タイプ別に全道スケールで行った場合には明瞭でなかった。これは影響が局所的に生じていることや、生活型タイプ別の解析だったことが関係していると思われる。影響は、種レベルや局所的に生じやすいため、林床植生におけるエゾシカの影響の把握は、より小さい単位で検証していくことが必要である。エゾシカによる局所的な植生の衰退は各地で見られており、こうした事例を集積していくことが重要である。

#### ●地域的なエゾシカの影響

- ・根釧西部署や日高南部署など太平洋側では、影響が強い地域が多く、その蓄積も進んでいる。その他の地域も、速度は異なるものの、影響が強まっている地域が多い。道南地域では、現状で

は、影響が少ないものの、今後は増加する可能性がある。全道的には、エゾシカの影響が拡大したり、強くなったりする傾向が続き、影響の蓄積が進んでいくものと思われる。

・こうした結果は、全道スケールでは、SPUE の分布や簡易調査の結果（4 章参照）とも一致している。