

平成 27 年度

雷別地区自然再生事業モニタリング調査

報告書

2016 年（平成 28 年）1 月

北海道森林管理局

株式会社さっぽろ自然調査館

目 次

1 章 事業目的と概要

1.1 事業目的	1-1
1.2 事業概要	1-1
1.3 業務期間	1-2
1.4 業務担当者	1-2

2 章 再生事業地における植生追跡調査

2.1 調査地の概要	2-1
2.2 調査方法	2-5
2.3 地表処理地の林床植生	2-6
2.4 天然更新稚樹の発生状況	2-12
2.5 植栽木の現況	2-18
2.6 再生状況の評価	2-23
2.7 まとめと今後の課題	2-33

資料編

1. 再生事業地における植生調査・植栽樹の現況調査

植生調査結果
稚樹調査結果
植栽木調査結果
写真台帳

2. 森林再生小委員会議事概要

委員会資料
委員会議事概要

第1章 事業目的と概要

1.1 事業目的

本事業の目的は、釧路湿原東部の雷別地区における自然再生事業の実施に伴う森林の回復状況をモニタリングし、今後の森林再生の取組に資することである。

雷別地区は、シラルトロ湖の集水域の一つであるシラルトロエトロ川の上流部に位置する国有林地で、釧路湿原自然再生事業における事業実施計画の一つとして位置づけられ、森林再生の取り組みが進められている。事業地のモニタリング調査は平成 19 年度（2007 年）から継続的に行なわれており、今年度の調査は、2012・2013 度に実施したかき起こし箇所の調査の再調査を実施し、天然更新の状況や植栽木の成長を把握し、現況を評価した。

1.2 事業概要

1.2.1 事業内容

特記仕様書に基づき、以下を事業内容とした。

1) 植生追跡調査

雷別地区自然再生事業地の植生回復状況を調べるためモニタリング（植生追跡調査）を実施する。

2) 調査の実施箇所

根釧西部森林管理署 293 林班の事業計画図の区域（笹地 10～13）において調査を行う。

3) 調査の実施時期及び回数

平成 27 年 9 月～11 月末日までに 1 回実施する。

4) 調査方法

①被度等調査（林床植生調査）、発生稚樹調査、植栽木調査

「平成 27 年度雷別地区自然再生事業モニタリング調査（植生回復調査・被圧状況調査）調査方法」により、前回と同様の法で実施する。

5) 調査結果の取りまとめ

調査内容をとりまとめ、更新区域図（GPS データ付き）を添付し、平成 25 年度雷別地区自然再生事業モニタリング調査報告書の植生調査結果、被圧状況調査と同様のとりまとめを行い比較検討を行う。

6) 釧路湿原自然再生協議会森林再生小委員会支援事務

調査実施者は、平成 27 年度に 1 回開催が予定されている釧路湿原自然再生協議会の森林再生小委員会（開催場所：釧路市）において、釧路湿原森林ふれあい推進

センターが報告する一つとして調査結果（途中経過も含む）の資料を作成するとともに、同席して調査結果について発表すること。

（※なお、森林再生小委員会は 2015 年 11 月 20 日に開催され、資料作成の補助をした他、会議に一名が出席し議事概要をまとめた。）

1.3 事業期間

平成 27 年 9 月 11 日から平成 28 年 1 月 20 日まで

1.4 調査担当者

調査の実施、取りまとめは株式会社さっぽろ自然調査館の以下の技術者が主に担当して実施した。

■管理技術者：渡辺 修（(株)さっぽろ自然調査館、技術士（総合技術監理部門・環境部門・建設部門・森林部門））

■主任技術者：渡辺展之（(株)さっぽろ自然調査館、技術士（環境部門））

第2章 再生事業地における植生追跡調査

雷別地区では、上流部のササ地4箇所（笹地10～笹地13）において平成21年度（2009年10月）に地がき処理を実施した。また、これらのうち周辺に母樹が少なく「人工植栽区域」とされた場所に順次植栽を実施している（2010～2015年）。これまで、この一部において実生の発生状況の調査がなされてきたが、全体の発生数が少なく今後の対応を検討する必要があることから、平成24～25年度（2012～2013年）に全区域について①**高木種の天然更新稚樹の発生状況**、②**植栽木の定着状況**、③**林床植生**について調査した。

今年度は2012、2013年度に引き続き、同様の調査を実施して、植生による被覆状況、地表処理による天然更新状況、植栽木の定着状況を把握して、再生状況について更新指数を用いて評価を行った。

2.1 調査地の概要

2.1.1 地表処理地

地表処理地は雷別地区の上流部の293林班に位置する（図-2.1.1）。大きく4つの区域に分かれ（事業実施計画の笹地10～13に相当する）、さらにまとまりごとにA～Iまでの9区域に分かれる（図-2.1.2）。それぞれに地がき箇所がうね状にあり、調査は地がきの区画単位に実施した。区画は当初80箇所あったが、2013年度に新たに区域Bで6区画が確認されたため、86区画となった。面積は0.004ha（20m×20m程度の区画）のものから0.06ha程度のものまであり、合計1.082haとなっている。

2.1.2 植栽区域

86区画のうち、27区画で植栽が実施されている。2014～2015年度にかけて、新たに5区画で実施されたほか、植栽年は不明であるが3区画でも一画に植栽木を確認している。また、2013年以前に植栽された区画においても、2014・2015年度に追加植栽している区画もある。植栽は市民参加型のイベントとして行なわれ、毎年、広葉樹の購入苗200本程度を各区画に植栽している。植栽区画のうち7区画では、シカ食害防止のため、植栽木へのヘキサチューブ等のツリーシェルターが取り付けられている。

2.1.3 防鹿柵の設置

地表処理地の笹地11～13では、シカ食害防止のため、2014年度から2015年度にかけて、防鹿柵が設置されている（笹地11：2015年10月、笹地12：2015年10月、笹地13：2014年12月）。



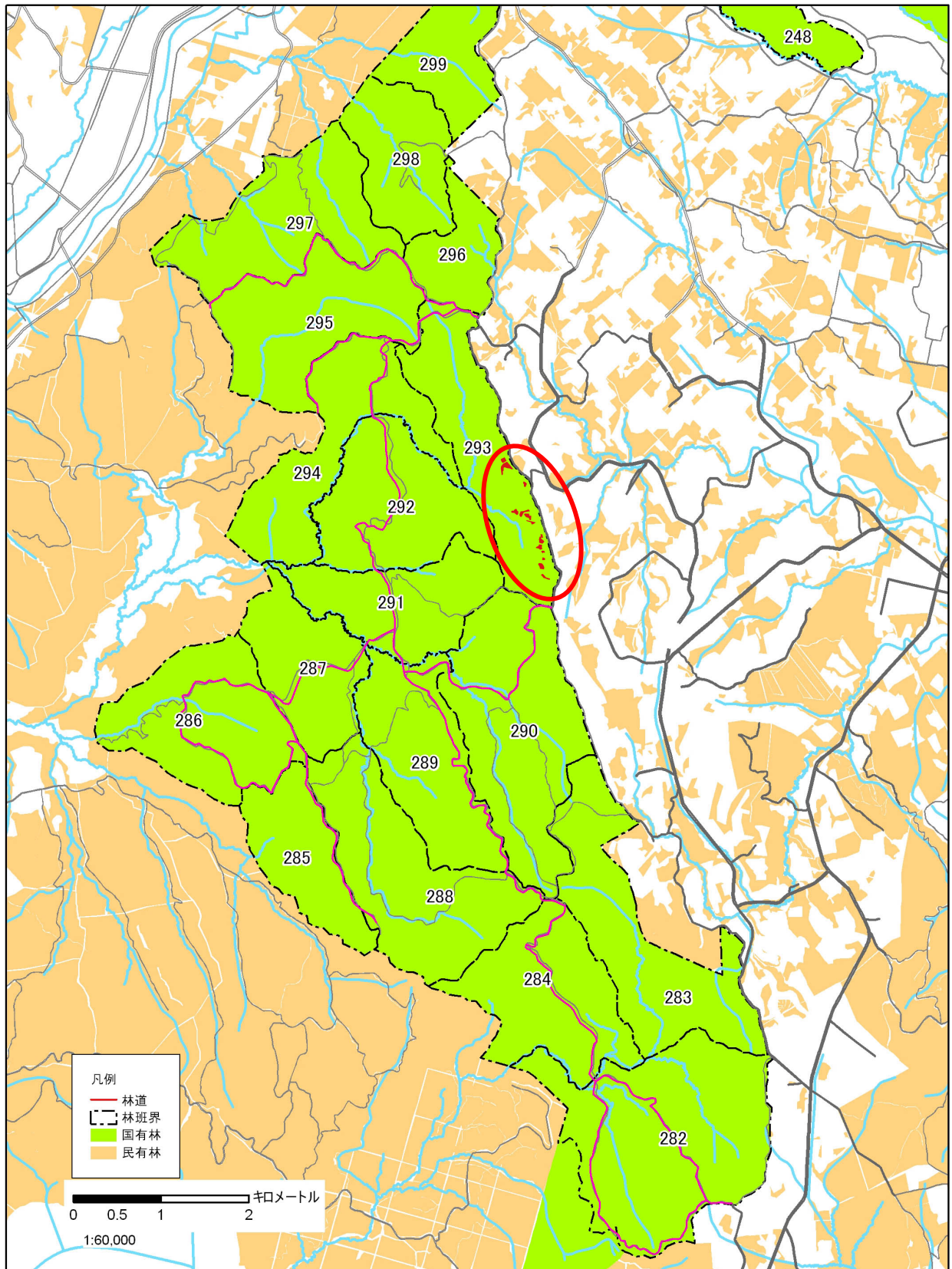


図-2.1.1 調査地の位置

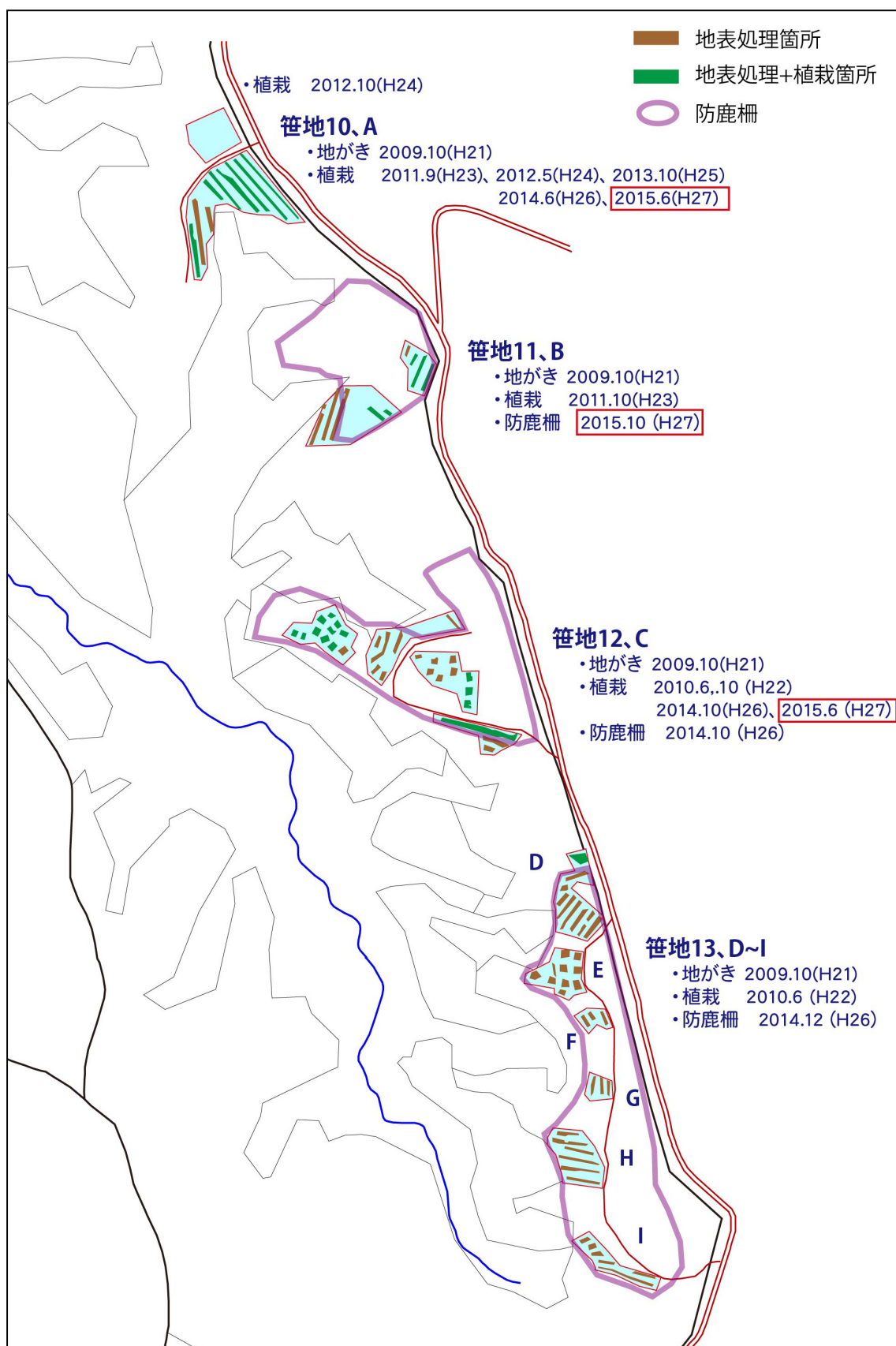


図-2.1.2 地表処理・植生調査・防鹿柵の位置

2.2 調査方法

地がきから 6 年、植栽から 5 年半から半年経過している 2015 年 9 月から 10 月にかけて現地調査を実施した。

調査は、林床植生調査（被度等調査）、発生稚樹調査、植栽木調査の 3 つを実施した。

2.2.1 林床植生調査（被度等調査）

植生の回復状況等を把握するため、地表処理地の各区画の林床植生について、ササを含む被度の高い上位 3 種について、種名、被度、高さ、動物の食痕の有無を記録した。被度は 10% 単位（10% 未満は 1% 単位）で記録した。食痕が確認された場合は動物名を記録した。なお、ササが上位 3 種に含まれない場合にも被度と高さを記録した。

2.2.2 発生稚樹調査

実生により発生した稚樹はすべての個体について樹種、高さ、動物の食痕の有無について調査した。食痕があつた場合は動物名を記入し、備考欄に程度を記入した。



2.2.3 植栽木調査

植栽木がある区画では、植栽木の処理状況（ツリーシェルターがつけられているものは種類）、植栽木の樹種・生死・樹高・動物の食痕の有無を記録した。

定着している稚樹と植栽木を合わせて、樹高サイズごとの密度を算出し、更新指数※1を算出して、十分な更新量であるかを評価した。



※1 更新指数：北海道森林管理局における天然更新完了の判断基準として用いられ、例えば 30cm 以上の幼稚樹が概ね 10,000 本以上の場合は更新指数 1.0 で更新完了。5,000 本の場合は更新指数 0.5 で更新完了とはならない。詳細な基準は 2.6.1 項を参照。

2.3 地表処理地の林床植生

地がき 6 年後の林床植生の状況について、各区画の調査結果を表-2.3.1、図-2.3.3 にまとめた。

処理区画の林床にはミヤコザサを中心に被覆が見られ、2012 年から被度は増加傾向が続いている（図-2.3.1）。2015 年の全体植被率は平均 81%で、そのうちミヤコザサの被度は平均 58%、高さ平均 47cm で、植被によって地面がほぼ覆われている区画が多かった。全体植被率が 70%未満の区画は 13 箇所全体で 15%だった。最低は B11 の 40%だったが直前の防鹿柵設置の工事により、一部が草刈りされたためである。ササを除去する地表処理の際に、大きく表土を剥いだことで植生の回復が遅れていたが、回復しつつある。また、防鹿柵の設置によって区画内を通っていたシカ道が利用されずに植被されつつあることも回復にプラスの効果となっている。ササ以外の優占種としては、オオヨモギ（平均被度 7.0%、最大被度 50%、出現区画数 61）、オオアワダチソウ（平均被度 4.4%、最大被度 50%、出現区画数 27）、エゾイチゴ（平均被度 4.2%、最大被度 50%、出現区画数 50）、アキタブキ（平均被度 3.7%、最大被度 50%、出現区画数 17）、エゾヤマハギ（平均被度 0.8%、最大被度 10%、出現区画数 11）、イネ科 sp（平均被度 0.1%、最大被度 5%、出現区画数 1）、オオハンゴンソウ（平均被度 0.1%未満、最大被度 1%、出現区画数 1）が見られた。

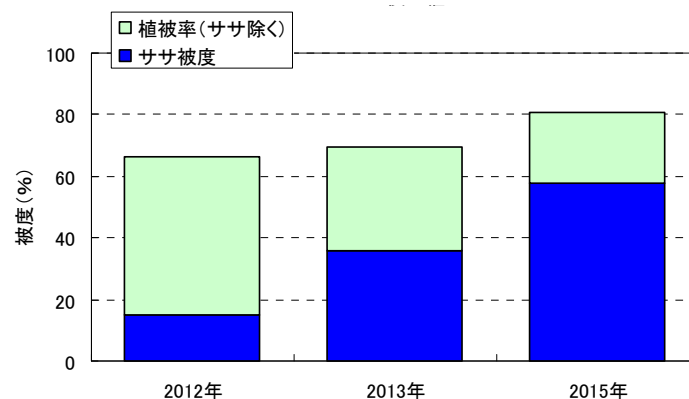


図-2.3.1 植被率とササ被度の推移

ササの被度の分布を見ると、2012 年度には 20%未満の区画数が最も多く、80%以上の区画はなかったが、今年度は、60-80%の区画数が最も多く、80%以上の区画も 20 箇所以上見られた（図-2.3.2）。

2013 年度までは地表処理地からの土壌侵食が懸念されていたが、現在は一部に土壌が露出している箇所は見られるものの、植生の回復によって、その可能性は低くなったと言える。

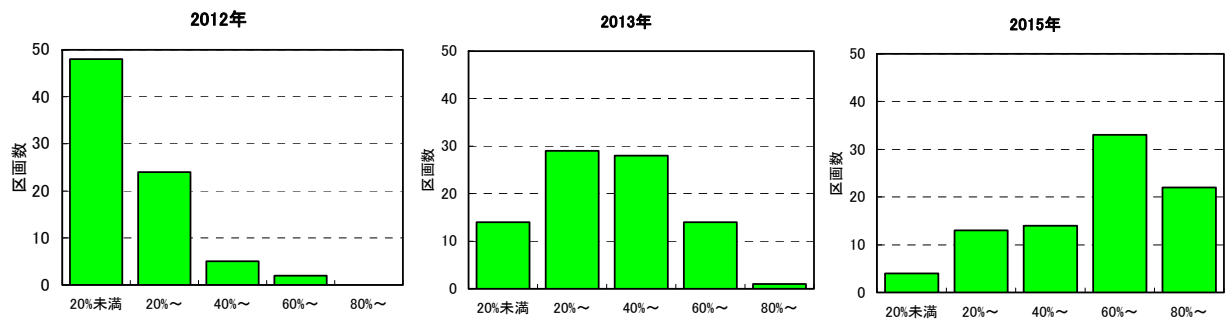


図-2.3.2 ササの被度の分布(2012,2103,2015 年)

表-2.3.1 地表処理区画別の林床植生結果の一覧(1)

網掛けは植栽区					植被率			ササ								優占種2015								
区分	区画	面積 ha	区分2	防鹿柵	植栽	植被率12	植被率13	植被率15	ササ被度12	高さ12	かん密度12	ササ被度13	高さ13	かん密度13	ササ被度15	ササ高さ15	オオモミ	オオワタチソウ	エゾイチゴ	アキタブキ	エゾヤマハギ	イネ科sp	ハンゴンソウ	
笹地10	A01	0.03	A		2011/09	80	90	90	30	54	75	60	23	45	80	70	3					10		
	A02	0.03	A		2011/09	50	60	95	5	15	4	20	58	10	70	60	10		10					
	A03	0.03	A		2012/05	80	90	90	5	33	3	40	53	46	85	60	5		5					
	A04	0.04	A		2011/09	60	60	85	1	53	9	30	58	11	30	40			10	10				
	A05	0.01	A		2013/10	80	30	60	5	47	12	5	23	5	10	25	10				15			
	A06	0.02	A		2014/06	80	80	70	20	26	22	65	34	36	10	20			15	30				
	A07	0.02	A			70	70	85	5	30	3	40	54	20	60	45	5		5					
	A08	0.05	A			20	30	75	1	30	2	20	40	14	60	60	5		5					
	A09	0.03	A		?	30	50	95	1	25	2	40	48	13	80	30	3		5					
笹地11	B11	0.01	B	2015一部	2011/10	30	50	40	1	23	1	30	57	26	20	50			5			5		
	B12	0.01	B	2015/10	2011/10	40	50	65	1	20	2	40	34	15	35	40	10		5					
	B13	0.004	B	2015/10	2011/10	30	65	75	5	45	4	40	50	11	50	50	10		5					
	B14	0.005	B	2015/10一部		50	60	80	1	30	1	40	42	21	65	45	10	3						
	B15	0.0024	B	2015/10	?		80	45				60	40		35	40	1		5					
	B16	0.016	B	2015/10	?		90	70				60	60		60	40	3		3					
	B17	0.024	B	2015/10一部			60	60				60	40		55	40		1	1					
	B18	0.024	B				70	95				60	40		80	50			5				1	
	B19	0.025	B				80	95				60	40		85	40	3		3					
B20	0.0025	B				40	70				30	30		60	40			2	20					
笹地12	C21	0.06	C1	2013	2014/10	80	95	60	20	49	21	40	85	16	20	25	10		10					
	C22	0.01	C1			95	95	95	30	60	12	60	59	33	90	57	2	5						
	C23	0.01	C1			85	70	95	20	35	10	40	42	24	65	64	5	25						
	C24	0.01	C1	2013	2015/6	90	90	70	20	45	32	40	48	46	40	25	10				10			
	C25	0.01	C1	2013	2015/6	80	80	70	10	35	20	40	25	37	20	20	10				30			
	C26	0.01	C1	2013	2015/6	80	80	70	1	22	3	5	35	6	1	15				5	50			
	C27	0.01	C1	2013		80	80	85	10	58	21	20	40	17	45	40		10						
	C28	0.01	C1	2013		80	80	85	5	44	11	5	38	11	60	60		5			10			
	C29	0.01	C1	2013		70	70	90	40	43	30	60	32	60	65	60		20	5					
	C30	0.01	C1	2013		70	60	80	5	35	19	10	39	5	40	60		30		5				
	C31	0.005	C1	2013		80	60	90	1	35	8	10	24	3	20	60	10	50						
	C32	0.003	C1	2013		50	50	60	20	49	11	20	53	11	35	50			10					
	C33	0.01	C1			90	90	90	0.1	25	1	1	23	1	1	60		20		10				
	C34	0.01	C1	2013		70	70	95	1	10	1	10	50	5	65	60	10		10					
	C35	0.01	C1	2013		90	95	95	1	10	1	10	35	4	20	60	20	30	20					
	C36	0.01	C1	2013		80	80	90	50	25	15	80	30	65	80	40	20		10					
	C37	0.02	C1	2013		60	70	95	0.1	15	1	20	32	39	60	60	10				20			
	C38	0.01	C1	2013		80	80	80	1	15	3	20	40	31	30	50	5				40			
	C39	0.01	C2	2013		80	80	80	50	36	45	40	25	34	30	30	30	10						
	C40	0.01	C2	2013	2010/10	50	50	60	30	40	14	40	35	24	50	50	3		10					
	C41	0.01	C2	2013	2010/10	60	60	70	10	40	23	30	23	29	40	55	5				15			
	C42	0.01	C2	2013	2010/10	70	75	90	60	44	60	70	32	51	80	40	5			5				
	C43	0.01	C2	2013	2010/10	60	40	50	1	20	2	15	55	5	25	35	5		10					
	C44	0.01	C2	2013	2010/10	80	80	90	40	23	10	60	46	31	40	45	30	5						
C45	0.01	C2	2013	2010/06	70	40	85	30	40	15	50	32	35	80	50	1		3						
C46	0.01	C2	2013	2010/06	50	50	80	30	28	10	40	42	32	70	45	5	3							
C47	0.01	C2	2013	2010/06	80	80	95	60	55	55	65	45	61	90	36	3		3						
C48	0.004	C2	2013	2010/06	80	85	90	20	30	12	30	25	14	90	46			1			1			
C49	0.003	C2	2013	2010/06	30	40	80	5	20	15	40	50	28	80	34			1			3			

表-2.3.1 地表処理区画別の林床植生結果の一覧(2)

網掛けは植栽区					植被率			ササ							優占種2015								
区分	区画	面積 ha	区分2	防鹿柵	植栽	植被率12	植被率13	植被率15	ササ被度12	高さ12	かん密度12	ササ被度13	高さ13	かん密度13	ササ被度15	ササ高さ15	オオヨモギ	オオアワダチソウ	エゾイチゴ	アキタブキ	エゾヤマハギ	イネ科sp	ハンゴンソウ
笹地13	D51	0.02	DG		2010/06	100	100	70	60	95	22	60	95	25	40	35			10	15			
	D52	0.01	DG	2014		80	100	95	30	70	12	40	49	37	70	68	10	40					
	D53	0.004	DG	2014		70	95	100	0.1	56	2	5	46	4	65	73	15	30					
	D54	0.01	DG	2014		60	80	100	5	54	9	30	60	17	85	36	20	3					
	D55	0.01	DG	2014		60	70	90	1	42	40	20	38	32	60	81		10		15			
	D56	0.01	DG	2014		50	60	80	1	40	6	20	32	28	70	53	5	3					
	D57	0.01	DG	2014		60	70	95	0.1	61	2	30	56	19	85	87	5			3			
	D58	0.004	DG	2014		70	80	90	20	56	32	40	69	17	80	48	10		5				
	D59	0.004	DG	2014		40	50	90	10	30	15	30	65	16	85	66	5		3				
	E60	0.02	DG	2014		90	95	95	30	66		40	42	55	77	96	20	5		5			
	E61	0.01	DG	2014		80	85	85	5	40	8	20	55	42	70	44	15	10					
	E62	0.01	DG	2014		60	70	75	30	28	42	50	30	28	65	25	5						
	E63	0.01	DG	2014		60	65	75	30	40	41	50	40	38	65	19			3		10		
	E64	0.01	DG	2014		70	80	85	10	46	19	30	50	14	65	40	15					5	
	E65	0.01	DG	2014		60	70	60	10	21	12	20	48	7	40	29	10						
	E66	0.01	DG	2014		50	60	65	1	20	9	20	37	20	50	23			10		5		
	E67	0.01	DG	2014		70	70	75	30	20	15	40	60	14	65	29			5		5		
	E68	0.003	DG	2014		80	60	85	20	28	23	40	44	72	75	43	10		1				
	E69	0.01	DG	2014		60	80	80	5	40	5	20	30	31	60	26			10		10		
	F70	0.01	DG	2014		60	70	75	5	46	10	20	45	17	60	28	10				5		
	F71	0.01	DG	2014		40	50	75	5	40	28	5	30	12	65	35		5	10				
	F72	0.004	DG	2014		30	40	65	1	55	10	20	35	20	55	35		5	5				
	F73	0.01	DG	2014		40	60	85	30	34	24	50	35	35	80	46	10	1					
	G81	0.005	DG	2014		70	90	85	30	38	22	40	54	20	75	63	15					10	
	G82	0.01	DG	2014		70	80	85	10	45	5	30	30	29	75	57	10	10					
	G83	0.01	DG	2014		60	60	85	10	30	9	20	34	44	80	43			5				
	H91	0.01	HI	2014		80	80	80	1	15	6	10	54	12	25	53		20		20			
	H92	0.01	HI	2014		70	80	90	5	42	16	20	38	44	75	48	15		5				
	H93	0.01	HI	2014		80	90	95	5	40	12	20	32	27	50	52	5	20					
	H94	0.01	HI	2014		80	70	80	20	48	28	40	29	26	75	66	10		5				
H95	0.01	HI	2014		70	50	80	20	45	21	30	42	21	75	57	3		10					
H96	0.01	HI	2014		70	40	60	1	46		20	38	28	50	18	5		5					
I101	0.01	HI	2014		60	65	90	30	20	13	40	45	24	85	56	5					5		
I102	0.02	HI	2014		50	70	95	30	25	10	50	40	21	90	77	10		10					
I103	0.01	HI	2014		60	60	85	5	43	5	40	60	19	80	43	50		50					
I104	0.01	HI	2014		50	40	75	5	65	4	5	40	6	60	45	10	5						
I105	0.01	HI	2014		90	90	95	50	32	24	70	65	30	80	64	10		5					
I106	0.01	HI	2014		80	80	90	1	20	4	10	60	12	75	56	15		5					
	全体	1.082				66.3	69.6	81.0	15.2	37.5	15.2	33.9	43.2	24.9	58.7	47.0	7.0	4.4	4.2	3.7	0.8	0.1	0.0
	(面積換算)					66.0	70.5	81.0	14.9		14.8	36.0		22.5	57.8								
	最大被度														90		50	50	50	50	10	5	1
	出現区画数														86		61	27	50	17	11	1	1

※B15～B20は2013年の調査後に新たに確認された区画。数字は概数。



植被率の高い区画



植被率の低い区画

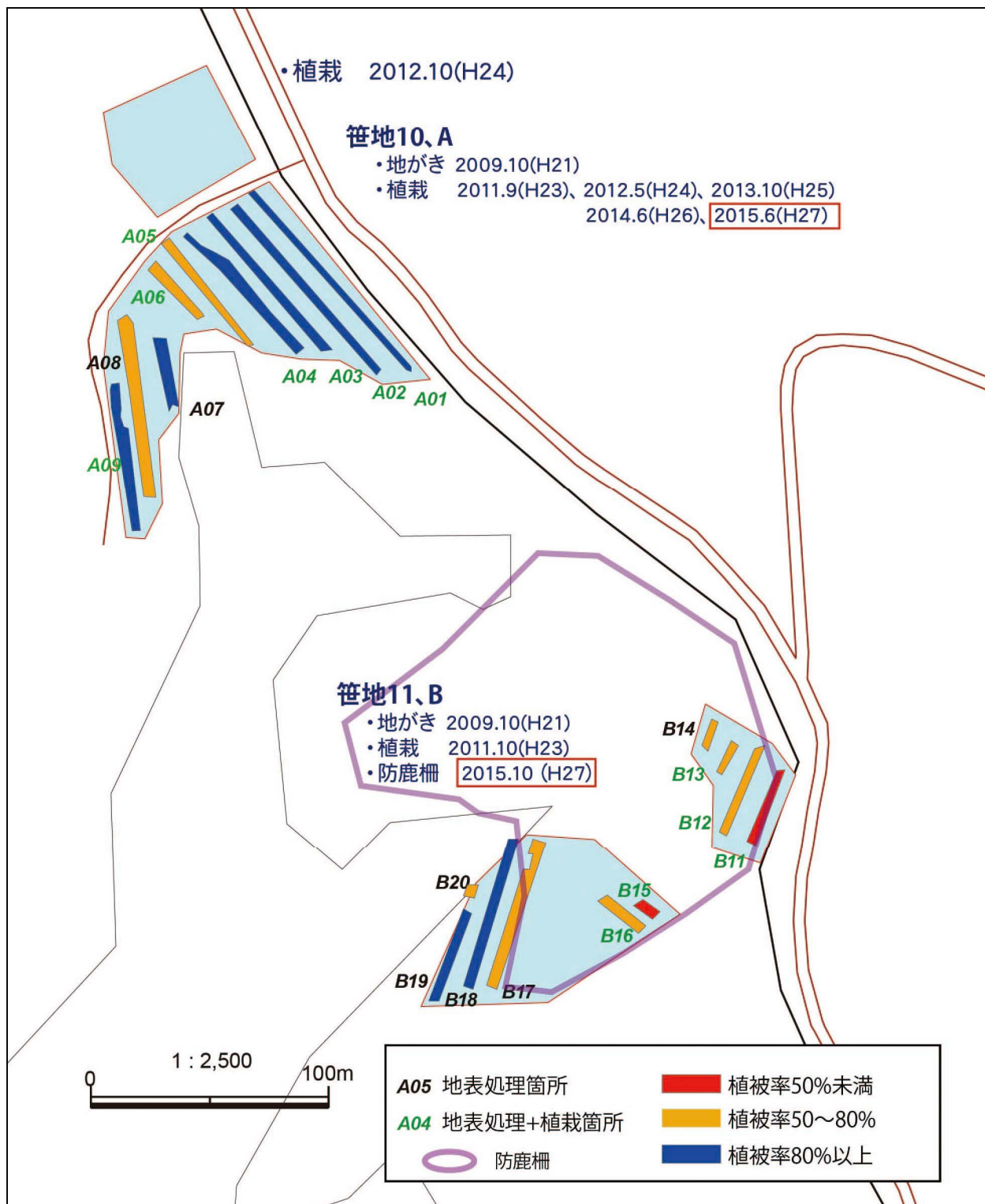


図-2.3.3 調査地の詳細位置と植被状況(1)

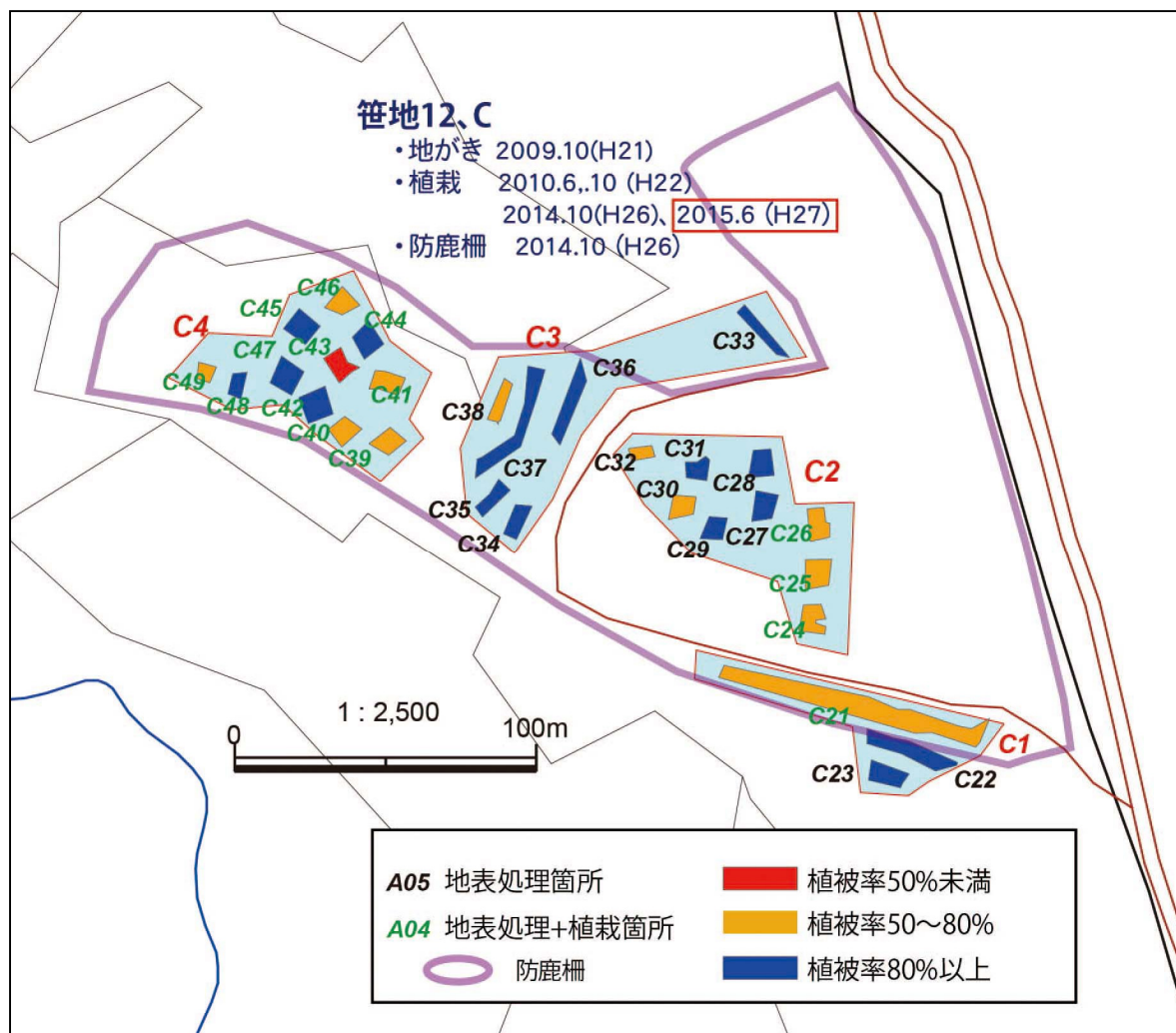


図-2.3.3 調査地の詳細位置と植被状況(2)

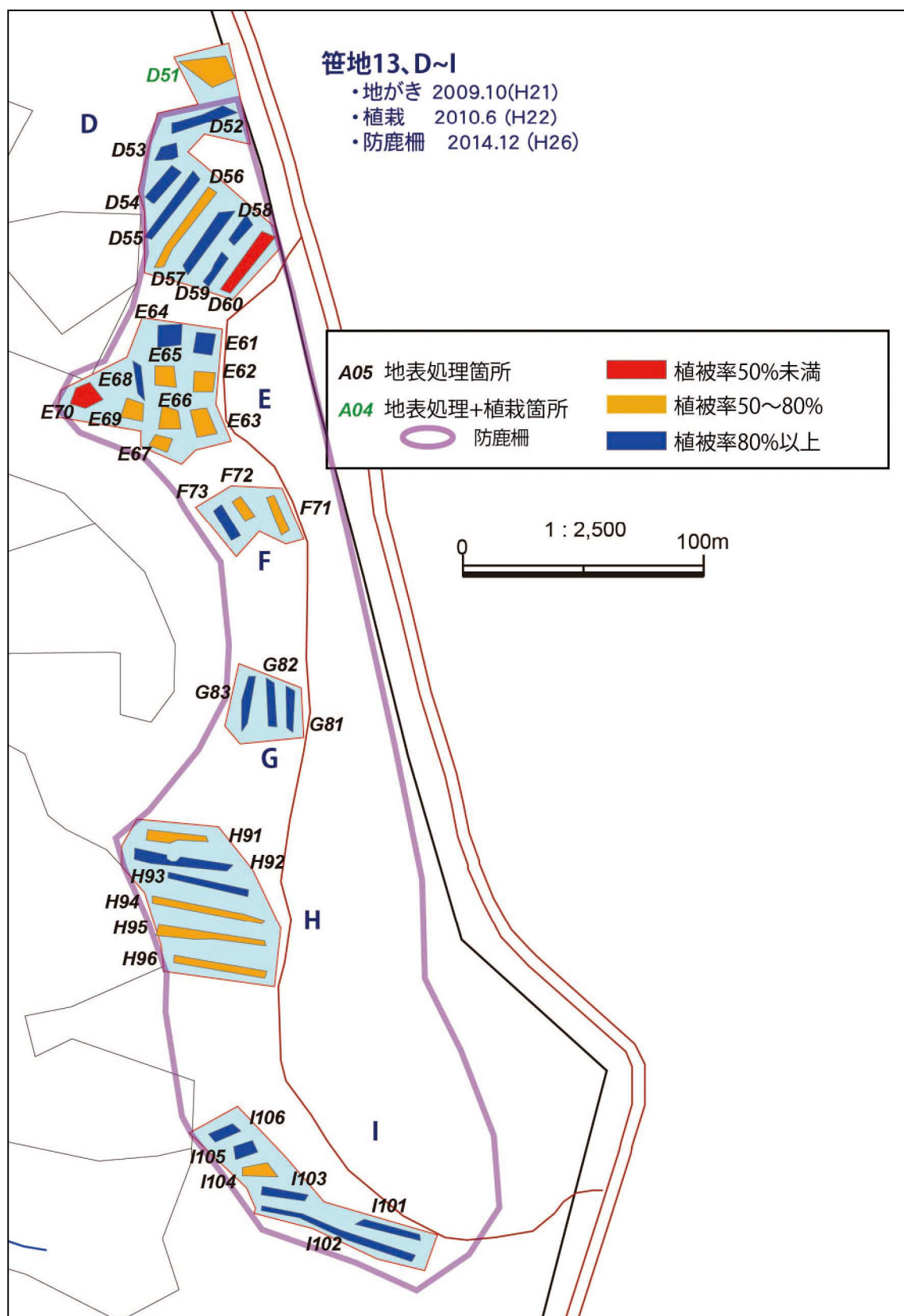


図-2.3.3 調査地の詳細位置と植被状況(3)

2.4 天然更新稚樹の発生状況

2.4.1 稚樹発生数の推移

区画内で地がき後に天然更新している高木性広葉樹の実生・稚樹の樹種を表-2.4.1にまとめた。2012年に1247本、2013年度に1522本が確認されたが、今年度は3970本を確認し、大幅に本数が増加した。出現種は24種で、ケヤマハンノキが1366本で最も多く、ついで、シラカバ（901本）、ハルニレ（698本）、バッコヤナギ（478本）と続き、この上位4種で87%を占めた。

更新指数の算出対象となる樹高10cm以上の稚樹は3102本だった。また、樹高50cm以上は1620本で、そのうち99%はケヤマハンノキやシラカバなど風散布型の先駆種だった。両種は1mを超える個体も多く見られ、特にケヤマハンノキは2.5m以上の個体も80個体あり、最大樹高は450cmである。

表-2.4.1 確認された発生実生(稚樹)の一覧

樹種		2012年					2013年					2015年						
		<10cm	<50cm	<1m	<2.5m	計	<10cm	<50cm	<1m	<2.5m	計	<10cm	<50cm	<1m	<2.5m	<10m	計	
母樹	ヤチダモ	風散布	70	19		89					40	5					45	
母樹	ヤマグワ	鳥散布	64	18		82	16	18	2	36	17	55	10	2			84	
母樹	ハルニレ	風散布	41	22		63	341	14		355	624	73	1				698	
母樹	ミズナラ	貯食散布	10	12		22	6	13	1	20	7	57					64	
母樹	キハダ	鳥散布	7	13		20					18	45	3		1		67	
母樹	ミズキ	鳥散布	9	2		11	1	9		10	22	35	3	1			61	
母樹	イタヤカエデ	風散布	4	1		5	1			1	6	8	1				15	
母樹	オニグルミ	貯食散布		3		3						6					6	
母樹	ハリギリ	鳥散布	1			1	7			7	10	1	1				12	
母樹	ナナカマド	鳥散布		1		1												
母樹	カシワ	貯食散布						2		2	1	8					9	
母樹	ミヤマザクラ	鳥散布					1			1	1						1	
母樹	カツラ	風散布						1		1								
母樹	エゾヤマザクラ	鳥散布									1	5					6	
母樹	ツリバナ	鳥散布										1	1				2	
先駆1	ケヤマハンノキ	風散布	31	247	30	4	312	7	204	201	73	485	5	97	300	884	80	1366
先駆1	シラカバ	風散布	270	57			327	122	98	2		222	81	638	156	26		901
先駆1	ウダイカンバ	風散布						11	7			18		13	10	3		26
先駆1	ウスゲヒロハハンノキ	風散布										4	34	21	1			60
先駆1	ダケカンバ	風散布										1						1
先駆2	バッコヤナギ	風散布	99	87			186	79	131	2		212	30	344	84	20		478
先駆2	オノエヤナギ	風散布	44	80			124	17	129	3		149	1	56	8	2		67
先駆2	エゾノキヌヤナギ	風散布		1			1							1				1
先駆2	ドロノキ	風散布							3			3						
計			650	563	30	4	1247	609	629	211	73	1522	868	1482	600	939	81	3970

※2012年のヤチダモの内の61本は人為的な播種によるもの

※「母樹」は周辺に母樹が見られる樹種



ケヤマハンノキ



シラカバ



キハダ



ミズキ

全体での樹高 10cm 以上の密度は、604 本/ha (2012 年)、924 本/ha (2013 年)、2867 本/ha (2015 年) と今年度は前回の 3 倍以上に増加した (図-2.4.1、表-2.4.2)。ケヤマハンノキをはじめとする先駆種が多くを占めるが、ミズナラ、キハダやミズキといった母樹タイプ (周辺にある林冠構成種) についても樹高 50cm 以上の個体は、2013 年以前には 3 個体のみだったが、今年度は 24 個体見られ、少しずつであるが増加しつつある。樹高 10~50cm の個体も増加しており、ササの回復状況にもよるが、今後こうした個体が成長して更新してくる可能性がある。

ケヤマハンノキについては、エリア別に見ると、H~I に特に集中しており、A・B については極めて少ない (表-2.4.3a)。シラカバについては、A や C1 で集中しており、樹高はほとんどが 1m 以下である (表-2.4.3b)。

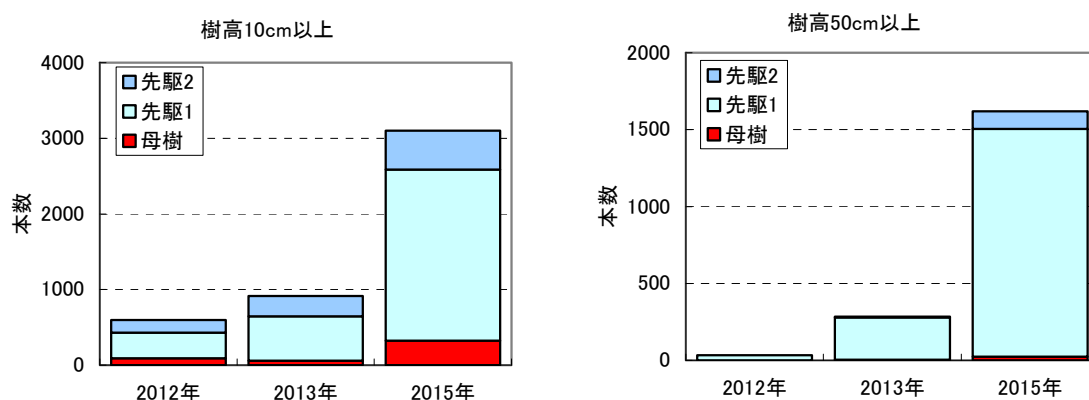


図-2.4.1 タイプ別の確認された発生稚樹

表-2.4.2 タイプ別の確認された発生稚樹

タイプ	2012年			2013年			2015年		
	10cm~	50cm~	総計	10cm~	50cm~	総計	10cm~	50cm~	総計
母樹	91	0	91	57	3	60	299	24	323
先駆1	304	34	338	309	276	585	783	1481	2264
先駆2	168	0	168	263	5	268	400	115	515
計	563	34	597	629	284	913	1482	1620	3102
1haあたり	570	34	604	637	287	924	1370	1497	2867

表-2.4.3a ケヤマハンノキの地区別発生数

区画G	<10cm	<50cm	<1m	<2.5m	<10m	計	密度/ha
A			7	6	2	15	58
B			1	2		3	24
C1	2	25	46	169	18	260	1,140
C2		7	30	80	11	128	1,320
D-G	1	17	43	133	10	204	836
H-I	2	48	173	494	39	756	5,815
計	5	97	300	884	80	1366	1,263

表-2.4.3b ケヤマハンノキの地区別発生数

区画G	<10cm	<50cm	<1m	<2.5m	計	密度/ha
A	60	426	71	13	570	2,192
B	6	54	9		69	561
C1	5	29	12	4	50	219
C2	1	62	36	7	106	1,093
DG	9	56	20	1	86	352
HI		11	8	1	20	154
総計	81	638	156	26	901	833

2.4.2 動物による被食状況について

動物による被食は、エゾシカ、エゾユキウサギの食痕が確認された。なお、調査時点で防鹿柵の設置を終えていたのは、笹地 12 (C) と笹地 13 (D-I) で、笹地 11 (B) は設置中だった。また、笹地 10 (A) は、植栽木の上にツリーシェルターが設置され、天然更新稚樹が被食可能な状況だった。エゾユキウサギについては、防鹿柵内にも侵入しており、全ての天然稚樹が被食可能だったと思われる。一方、エゾシカは笹地 12～13 を除いて被食可能な状態だった。

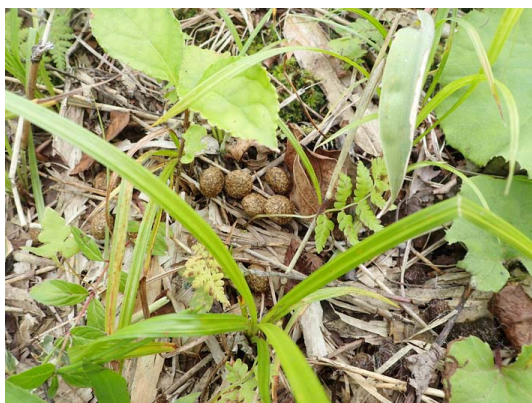
樹種別に見ると、エゾシカの被食率は、ウダイカンバやオノエヤナギ、バッコヤナギ、シラカバなど先駆種で高かった (表-2.4.4)。嗜好性が高いほか、比較的樹高の高い個体が多く目立ちやすいことも要因と思われる。



エゾユキウサギ食痕



エゾシカの食痕



エゾユキウサギ糞



エゾシカ糞

エゾユキウサギは、ヤチダモ(53.3%)、オノエヤナギ(22.4%)、ハリギリ(25.0%)などの被食が目立った。

エリア単位では、Aが31%、Bが12%だった。また、エゾユキウサギの食痕は、BとH-Iのエリア以外で確認されたが、C1では10%と特に高かった。なかでも、今年と昨年度に植栽されたC21、C24、C25、C26が目立った。植栽するための草刈りが実施されており、利用しやすい環境だったことが影響していると思われる。

表-2.4.4 樹種ごとの被食状況

樹種	生存本数 (A・B)	被食率 (シカ)	生存本数 (全体)	被食率 (ウサギ)
ウダイカンバ	23	60.9%	26	0.0%
オノエヤナギ	42	54.8%	67	22.4%
バッコヤナギ	338	44.7%	478	9.8%
シラカバ	639	33.6%	901	0.4%
ウスゲヒロハハノキ	55	27.3%	60	0.0%
ミズキ	8	25.0%	61	1.6%
ケヤマハノキ	18	16.7%	1366	0.7%
ヤマグワ	28	14.3%	84	0.0%
キハダ	16	12.5%	67	0.0%
ミズナラ	16	6.3%	64	0.0%
ハルニレ	98	5.1%	698	0.3%
イタヤカエデ	2	0.0%	15	0.0%
カシワ	8	0.0%	9	0.0%
ハリギリ	2	0.0%	12	25.0%
エゾノキヌヤナギ			1	0.0%
エゾヤマザクラ			6	16.7%
オニグルミ			6	0.0%
ダケカンバ			1	0.0%
ツリバナ			2	0.0%
ミヤマザクラ			1	0.0%
ヤチダモ			45	53.3%
総計	1293	11.0%	3970	2.7%

表-2.4.5 各エリアの被食状況

区画	生存本数	被食率 (シカ)	被食率 (ウサギ)
A	1290	31%	1%
B	308	12%	0%
C1	778		10%
C2	318		4%
D-G	912		1%
H-I	904		0%
計	4510	10%	3%

表-2.4.6 地表処理区画別の天然更新稚樹の一覧(1)

網掛けは植栽区						天然更新											
区分	区画	面積 ha	区分2	防鹿柵	植栽	総数 12	50cm 以上	m ² あ たり	植栽 木込 み	総数 13	50cm 以上	m ² あ たり	植栽 木込 み	総数 15	50cm 以上	m ² あ たり	植栽木 込み
笹地 10	A01	0.03	A		2011/09	16	0	0.00	0.05	1	1	0.00	0.29	185	49	0.16	0.45
	A02	0.03	A		2011/09	37	0	0.00	0.08	65	0	0.00	0.27	122	44	0.15	0.42
	A03	0.03	A		2012/05	28	0	0.00	0.27	8	1	0.00	0.34	21	14	0.05	0.39
	A04	0.04	A		2011/09	20	0	0.00	0.05	177	2	0.01	0.08	149	15	0.04	0.11
	A05	0.01	A		2013/10	28	0	0.00	0.00	42	0	0.00	1.27	156	24	0.24	1.51
	A06	0.02	A		2014/06	5	0	0.00	0.00	156	1	0.01	0.42	110	8	0.04	0.46
	A07	0.02	A			170	0	0.00	0.00	94	0	0.00	0.00	267	9	0.05	0.05
	A08	0.05	A			126	0	0.00	0.00	44	0	0.00	0.00	47	11	0.02	0.02
	A09	0.03	A		?	29	0	0.00	0.00	26	1	0.00	0.00	38	4	0.01	0.01
笹地 11	B11	0.01	B	2015一部	2011/10	23	0	0.00	0.00	12	0	0.00	0.03	16	1	0.01	0.04
	B12	0.01	B	2015/10	2011/10	8	0	0.00	0.00	1	0	0.00	0.12	9	0	0.00	0.12
	B13	0.004	B	2015/10	2011/10	7	0	0.00	0.00	5	1	0.03	0.03	8	1	0.03	0.03
	B14	0.005	B	2015/10一部		0	0	0.00	0.00	2	1	0.02	0.02	5	2	0.04	0.04
	B15	0.0024	B	2015/10	?	0	0							27	5	0.21	0.21
	B16	0.016	B	2015/10	?	0	0							0	0	0.00	0.00
	B17	0.024	B	2015/10一部		0	0							15	3	0.01	0.01
	B18	0.024	B			0	0							43	11	0.05	0.05
	B19	0.025	B			0	0							62	9	0.04	0.04
B20	0.0025	B			0	0							13	4	0.16	0.16	
笹地 12	C21	0.06	C1	2013	2014/10	69	0	0.00	0.00	22	0	0.00	0.04	211	18	0.03	0.07
	C22	0.01	C1			3	2	0.02	0.02	4	2	0.02	0.02	15	14	0.14	0.14
	C23	0.01	C1			13	0	0.00	0.00	7	6	0.06	0.06	41	39	0.39	0.39
	C24	0.01	C1	2013	2015/6	2	0	0.00	0.00	1	1	0.01	0.33	30	10	0.10	0.42
	C25	0.01	C1	2013	2015/6	0	0	0.00	0.00		0	0.00	0.37	60	14	0.14	0.51
	C26	0.01	C1	2013	2015/6	6	1	0.01	0.01	3	2	0.02	0.26	43	11	0.11	0.35
	C27	0.01	C1	2013		5	0	0.00	0.00	6	2	0.02	0.02	16	14	0.14	0.14
	C28	0.01	C1	2013		17	0	0.00	0.00	18	4	0.04	0.04	45	37	0.37	0.37
	C29	0.01	C1	2013		4	1	0.01	0.01	4	4	0.04	0.04	15	14	0.14	0.14
	C30	0.01	C1	2013		4	0	0.00	0.00	2	1	0.01	0.01	15	15	0.15	0.15
	C31	0.005	C1	2013		1	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	18	11	0.22	0.22
	C32	0.003	C1	2013		3	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	6	4	0.13	0.13
	C33	0.01	C1			45	2	0.02	0.02	56	25	0.25	0.25	37	35	0.35	0.35
	C34	0.01	C1	2013		4	0	0.00	0.00	1	0	0.00	0.00	4	1	0.01	0.01
	C35	0.01	C1	2013		1	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	3	3	0.03	0.03
	C36	0.01	C1	2013		0	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	12	3	0.03	0.03
	C37	0.02	C1	2013		18	0	0.00	0.00	1	1	0.01	0.01	119	13	0.07	0.07
	C38	0.01	C1	2013		55	0	0.00	0.00	2	1	0.01	0.01	16	15	0.15	0.15
	C39	0.01	C2	2013		5	1	0.01	0.01	14	4	0.04	0.04	46	42	0.42	0.42
	C40	0.01	C2	2013	2010/10	8	0	0.00	0.03	2	0	0.00	0.00	10	3	0.03	0.03
	C41	0.01	C2	2013	2010/10	7	1	0.01	0.10	16	2	0.02	0.04	29	21	0.21	0.23
	C42	0.01	C2	2013	2010/10	10	2	0.02	0.21	28	6	0.06	0.11	27	13	0.13	0.18
	C43	0.01	C2	2013	2010/10	4	0	0.00	0.22	28	2	0.02	0.06	41	25	0.25	0.29
	C44	0.01	C2	2013	2010/10	10	0	0.00	0.17	5	1	0.01	0.01	36	14	0.14	0.14
	C45	0.01	C2	2013	2010/06	66	0	0.00	0.07	25	0	0.00	0.00	36	23	0.23	0.23
	C46	0.01	C2	2013	2010/06	53	0	0.00	0.01	14	0	0.00	0.00	23	10	0.10	0.10
	C47	0.01	C2	2013	2010/06	48	0	0.00	0.11	67	3	0.03	0.05	54	27	0.27	0.29
	C48	0.004	C2	2013	2010/06	10	0	0.00	0.00	3	0	0.00	0.10	5	4	0.10	0.20
	C49	0.003	C2	2013	2010/06	0	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	1	1	0.03	0.03

表-2.4.6 地表処理区画別の天然更新稚樹の一覧(2)

網掛けは植栽区						天然更新											
区分	区画	面積 ha	区分2	防鹿柵	植栽	総数 12	50cm 以上	m ² あ たり	植栽 木込 み	総数 13	50cm 以上	m ² あ たり	植栽 木込 み	総数 15	50cm 以上	m ² あ たり	植栽木 込み
笹地 13	D51	0.02	DG		2010/06	1	1	0.01	0.23		0	0.00	0.26	8	0	0.00	0.26
	D52	0.01	DG	2014		0	0	0.00	0.00	7	6	0.06	0.06	8	5	0.05	0.05
	D53	0.004	DG	2014		3	0	0.00	0.00	4	2	0.05	0.05	2	2	0.05	0.05
	D54	0.01	DG	2014		4	0	0.00	0.00	9	0	0.00	0.00	15	10	0.10	0.10
	D55	0.01	DG	2014		2	1	0.01	0.01	5	0	0.00	0.00	23	23	0.23	0.23
	D56	0.01	DG	2014		2	0	0.00	0.00	20	1	0.01	0.01	58	24	0.24	0.24
	D57	0.01	DG	2014		3	1	0.01	0.01	9	3	0.03	0.03	31	25	0.25	0.25
	D58	0.004	DG	2014		0	0	0.00	0.00	4	2	0.05	0.05	4	4	0.10	0.10
	D59	0.004	DG	2014		0	0	0.00	0.00	2	0	0.00	0.00	6	5	0.13	0.13
	E60	0.02	DG	2014		0	0	0.00	0.00	1	1	0.01	0.01	3	3	0.02	0.02
	E61	0.01	DG	2014		0	0	0.00	0.00	4	0	0.00	0.00	3	3	0.03	0.03
	E62	0.01	DG	2014		2	1	0.01	0.01	2	1	0.01	0.01	15	6	0.06	0.06
	E63	0.01	DG	2014		1	0	0.00	0.00	9	0	0.00	0.00	22	7	0.07	0.07
	E64	0.01	DG	2014		6	0	0.00	0.00	5	3	0.03	0.03	7	7	0.07	0.07
	E65	0.01	DG	2014		2	0	0.00	0.00	4	0	0.00	0.00	15	6	0.06	0.06
	E66	0.01	DG	2014		8	0	0.00	0.00	2	0	0.00	0.00	26	3	0.03	0.03
	E67	0.01	DG	2014		0	0	0.00	0.00	2	0	0.00	0.00	26	5	0.05	0.05
	E68	0.003	DG	2014		2	0	0.00	0.00	13	0	0.00	0.00	5	4	0.13	0.13
	E69	0.01	DG	2014		2	0	0.00	0.00	1	0	0.00	0.00	3	2	0.02	0.02
	F70	0.01	DG	2014		2	0	0.00	0.00	2	0	0.00	0.00	9	4	0.04	0.04
	F71	0.01	DG	2014		1	0	0.00	0.00	13	0	0.00	0.00	9	2	0.02	0.02
	F72	0.004	DG	2014		10	0	0.00	0.00	16	0	0.00	0.00	85	4	0.10	0.10
	F73	0.01	DG	2014		5	0	0.00	0.00	35	1	0.01	0.01	309	28	0.28	0.28
	G81	0.005	DG	2014		2	0	0.00	0.00	8	0	0.00	0.00	45	15	0.30	0.30
	G82	0.01	DG	2014		1	0	0.00	0.00	13	4	0.04	0.04	33	16	0.16	0.16
	G83	0.01	DG	2014		0	0	0.00	0.00	25	0	0.00	0.00	45	12	0.12	0.12
	H91	0.01	HI	2014		7	0	0.00	0.00	42	24	0.24	0.24	72	61	0.61	0.61
	H92	0.01	HI	2014		4	1	0.01	0.01	14	7	0.07	0.07	98	88	0.88	0.88
	H93	0.01	HI	2014		1	0	0.00	0.00	41	27	0.27	0.27	101	88	0.88	0.88
	H94	0.01	HI	2014		26	1	0.01	0.01	46	24	0.24	0.24	130	116	1.16	1.16
	H95	0.01	HI	2014		7	1	0.01	0.01	32	5	0.05	0.05	114	93	0.93	0.93
	H96	0.01	HI	2014		30	1	0.01	0.01	14	3	0.03	0.03	77	46	0.46	0.46
	I101	0.01	HI	2014		7	0	0.00	0.00	4	0	0.00	0.00	2	1	0.01	0.01
	I102	0.02	HI	2014		23	0	0.00	0.00	10	0	0.00	0.00	8	2	0.01	0.01
	I103	0.01	HI	2014		9	1	0.01	0.01	9	2	0.02	0.02	32	31	0.31	0.31
	I104	0.01	HI	2014		8	0	0.00	0.00	30	9	0.09	0.09	65	60	0.60	0.60
	I105	0.01	HI	2014		50	6	0.06	0.06	43	40	0.40	0.40	69	67	0.67	0.67
	I106	0.01	HI	2014		48	9	0.09	0.09	60	44	0.44	0.44	80	74	0.74	0.74
	全体	1.082				1247	34	0.00	0.02	1522	284	0.04	0.09	3970	1620	0.18	0.23
	(面積換算)							0.00	0.00			0.03	0.09			0.15	0.15

2.5 植栽木の現況

2.5.1 植栽状況

地がきした 86 区画のうち 27 区画で植栽が実施されている（2014・5 年度は新たに 5 区画で植栽されたほか、調査時に以前に植栽された 3 区画が確認された）。植栽は市民参加型のイベントとして行なわれ、広葉樹の購入苗 100～200 本程度を各区画に植栽している。植栽区画のうち A エリアと D51 の 7 区画では、植栽木にシカ食害防止のヘキサチューブ等が取り付けられている（下写真）。C エリアは 2014 年 10 月、B エリアは 2015 年 10 月に防鹿柵が設置された。

植栽木の状況を表-2.5.1 にまとめた。2014・15 年にかけて A06、C21、C24、C25、C26 では新規に植栽が行われた。A01、A02、A03 では同様に 2014・15 年にかけて追加植栽が行われており、2013 年に比べて大幅に植栽木が増加した（表-2.5.1）。



ヘキサチューブ(白)



ヘキサチューブ(茶)



ミキガード



サークルチューブ(円筒状)



ヘキサチューブ白(短)

A エリアと D51 では多くの個体ごとにヘキサチューブなど防護対策がされており、枯死木を含む全体の設置率は 76%となっており、A01・A02・A05 では 9 割以上に設置対策されている（表-2.5.2）。使用資材の割合は、ミキガード 30%、ヘキサチューブ茶 28%、ヘキサチューブ白 22%、サークルチューブ 18%、ヘキサチューブ白短 2%だった。

表-2.5.1 区画ごとの植栽の現況

区画	植栽	経過 年	植栽 季節	計画	確認 本数	設備	2012年		2013年		2015年	
							生存 個体	50cm≦	生存 個体	50cm≦	生存 個体	50cm≦
A01	2011/09、2015/6	4	秋	300	40	ヘキサ	37	15	31	22	104	86
A02	2011/09、2015/6	4	秋		80	ヘキサ	71	23	42	12	114	81
A03	2012/05、2015/6	3	春		174	ヘキサ等	156	81	81	40	125	102
A04	2011/09	4	秋	230	107	ミキガード	76	20	70	31	82	30
A05	2013/10	2	秋	170	170	ヘキサ		0	170	129	166	127
A06	2014/06	1	春		95	ヘキサ等		0		0	95	83
A09	2015/6				36			0		0	36	0
B11	2011/10	4	秋	200	76	(柵2015)	67	13	20	0	30	3
B12	2011/10	4	秋		87	(柵2015)	81	45	15	2	36	12
B13	2011/10	4	秋		28	(柵2015)	26	2	6	0		0
B15	2015/6				39	(柵2015)		0		0	39	0
B16	2015/6				15	(柵2015)		0		0	15	0
C21	2014/10	1	秋		114	柵2014		0		0	114	24
C24	2015/6	0	春		32	柵2014		0		0	32	32
C25	2015/6	0	春		38	柵2014		0		0	38	37
C26	2015/6	0	春		26	柵2014		0		0	26	24
C40	2010/10	5	秋	1000	74	柵2014	51	3	19	0	8	0
C41	2010/10	5	秋		36	柵2014	18	9	2	1	7	2
C42	2010/10	5	秋		80	柵2014	56	17	43	4	20	5
C43	2010/10	5	秋		117	柵2014	76	22	31	3	44	4
C44	2010/10	5	秋		145	柵2014	61	17	13	1		0
C45	2010/06	5	春	400	68	柵2014	18	7		0		0
C46	2010/06	5	春		69	柵2014	11	1	2	0	2	0
C47	2010/06	5	春		109	柵2014	59	11	52	7	21	2
C48	2010/06	5	春	400	26	柵2014	9	0	6	0	6	4
C49	2010/06	5	春		39	柵2014	23	0	3	0	3	0
D51	2010/06	5	春	100	49	ヘキサ	46	44	47	47	60	51
総計							942	330	653	299	1223	709

表-2.5.2 AエリアとD51の防護資材の設置状況

処理	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A09	D51	計	割合
ヘキサチューブ白	18	18	3		34	12		49	134	22%
ヘキサチューブ茶	78	51	41	1		1			172	28%
ヘキサチューブ白短						10			10	2%
ミキガード			2	29	133	17			181	30%
サークルチューブ白		48	48			12			108	18%
なし	10		33	58		44	36	13	194	
総計	106	117	127	88	167	96	36	62	799	
設置率	91%	100%	74%	34%	100%	54%	0%	79%	76%	

※数字は枯死木含む

2.5.2 被食状況

AエリアやD51の植栽木で防護対策していない個体ではエゾシカなどの食痕が多く見られ、ツリーシェルターの有効性が示唆された(表-2.5.3)。しかし、ミキガードのように網からはみ出した枝葉を被食される場合や、丈の短いヘキサチューブでは資材から抜け出した部分を被食されるケースも見られた。防護対策のなかったBエリアでも同様に食痕が多かった。ただし、調査後の2015年10月に防

鹿柵を設置されたため、今後は影響が軽減されると思われる。2010年に植栽されたCエリア（C40～C49）では、2013年に防鹿柵が設置されたが、それ以前のエゾシカによる被食の影響が強く、生存数は2015年も減少した。

表-2.5.3 区画ごとの植栽の現況 2

区画	設備	設備なし	食痕		植栽樹種							
			シカ	ウサギ	イタヤ カエデ	キハダ	ケヤマ ハンノキ	シラカ バ	ハルニ レ	ミズナ ラ	ヤチダ モ	
A01	ヘキサ	10	3			1		2	51	18	32	
A02	ヘキサ				6				57		51	
A03	ヘキサ等	33	28	1	4	2		3	47	22	47	
A04	ミキガード	53	34	2	7	2			47	26		
A05	ヘキサ		4			1		4	102	12	47	
A06	ヘキサ等	43	44	1					48	1	46	
A09		36	29						36			
B11	(柵2015)	30	11						9	21		
B12	(柵2015)	36	26		3			26		2	5	
B13	(柵2015)											
B15	(柵2015)	39	39						39			
B16	(柵2015)	15	15						15			
C21	柵2014			1	1	35	22	6	27	3	20	
C24	柵2014			1					22		10	
C25	柵2014								23		15	
C26	柵2014								3		23	
C40	柵2014				1					2	5	
C41	柵2014							1	5		1	
C42	柵2014			1				2	18			
C43	柵2014				1			1	29	1	4	
C44	柵2014											
C45	柵2014											
C46	柵2014							2				
C47	柵2014							3	17	1		
C48	柵2014			1		1				5		
C49	柵2014								3			
D51	ヘキサ		4		7			5	18	2	14	
総計		295	237	8	30	42	22	56	616	116	320	



食痕(ミキガード)



食痕(ヘキサチューブ白短)

2.5.3 植栽木の成長

2014年以降の追加植栽やシカ対策の強化にともなって生存しやすくなった効果により、植栽木の生存本数は、2013年の653本から、1223本へと増加しており、樹高50cm以上の本数も709本で、2013年から2倍以上に増加した（表-2.5.1）。樹種はハルニレ、ヤチダモ、ミズナラが多かった。樹高階別分布の推移を見ても、10～50cmの階級にモードがあったが、50～100cmの階級に移りつつあり、1mを超える個体も200本以上となっている（図-2.5.1）。

エリアごとに見ると、Aエリア、C25、D51で樹高1mを超えるものが目立ち、ツリーシェルター（高さ2m）から抜け出す個体も多数見られた（表-2.5.4）。一方、BエリアやC40～C49では樹高50cmを超えるものもわずかである。これらは植栽からエゾシカの被食対策を実行するまでの期間の違いを反映していると言える。

なお、設置期間は異なるがツリーシェルターの種類ごとの枯死率は、ヘキサチューブ白3%、ヘキサチューブ茶2.3%、ミキガード1.1%、サークルチューブ0.9%、ヘキサチューブ白（短）0%と総じて低かった。

表-2.5.4 区画ごとの樹高階別本数

区画	設備	樹高				
		1cm<	10cm<	50cm<	1m<	2.5m<
A01	ヘキサ	1	17	44	42	
A02	ヘキサ		33	61	20	
A03	ヘキサ等		23	70	32	
A04	ミキガード	3	49	25	5	
A05	ヘキサ		39	62	65	
A06	ヘキサ等	1	11	73	10	
A09			36			
B11	（柵2015）	2	25	3		
B12	（柵2015）	2	22	12		
B13	（柵2015）					
B15	（柵2015）	1	38			
B16	（柵2015）		15			
C21	柵2014	1	89	22	2	
C24	柵2014			29	3	
C25	柵2014		1	27	10	
C26	柵2014		2	22	2	
C40	柵2014		8			
C41	柵2014		5	2		
C42	柵2014	1	14	5		
C43	柵2014	3	37	4		
C44	柵2014					
C45	柵2014					
C46	柵2014		2			
C47	柵2014	2	17	1	1	
C48	柵2014		2	4		
C49	柵2014		3			
D51	ヘキサ		9	5	32	14
総計		17	497	472	224	14

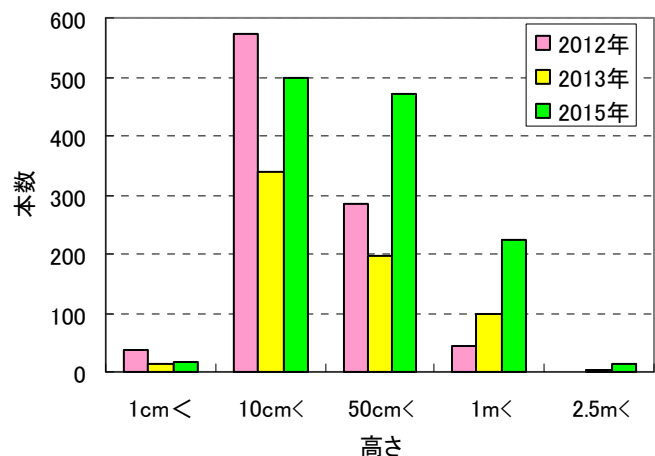


図-2.5.1 植栽木の樹高階別分布の推移



ツリーシェルターを設置していない植栽木



A03(ヘキサチューブ茶)



A05(ミキガード)



A06



D51(ヘキサチューブ白)

2.6 再生状況の評価

2.6.1 更新指数による比較

植栽木と天然更新稚樹の調査結果から、各区画の更新状況について更新指数を用いて評価を行った。更新指数で対象とするサイズは樹高 10cm 以上として、樹高に応じて幼苗（樹高 10～50cm）・稚樹（樹高 50～100cm）・幼樹（樹高 1～2.5m）・副木（樹高 2.5m～）にサイズ階に区分した。各サイズ階について植栽木と天然更新稚樹の合計本数・密度を算出し、該当する更新指数を当てはめて、各サイズ階の更新指数を合計した数値を区画の更新指数とした（表-2.6.1）。更新指数 1 は更新完了の基準を示す。

表-2.6.1 更新指数表（数字は ha 当たりの本数）

更新指数	副木 D=2-9cm(H>2.5)	幼樹 H>1mD<2cm	稚樹 1>H>=0.5m	幼苗 0.5>H>=0.1m
0.1	158 ～ 473	208 ～ 623	218 ～ 653	500 ～ 1499
0.2	474 ～ 789	624 ～ 1039	654 ～ 1089	1500 ～ 2499
0.3	790 ～ 1105	1040 ～ 1455	1090 ～ 1525	2500 ～ 3499
0.4	1106 ～ 1421	1456 ～ 1871	1526 ～ 1961	3500 ～ 4499
0.5	1422 ～ 1737	1872 ～ 2287	1962 ～ 2397	4500 ～ 5499
0.6	1738 ～ 2053	2288 ～ 2703	2398 ～ 2833	5500 ～ 6499
0.7	2054 ～ 2369	2704 ～ 3119	2834 ～ 3269	6500 ～ 7499
0.8	2370 ～ 2685	3120 ～ 3535	3270 ～ 3705	7500 ～ 8499
0.9	2686 ～ 3001	3536 ～ 3951	3706 ～ 4141	8500 ～ 9499
1	3002 ～	3952 ～	4142 ～	9500 ～
基準本数	3160	4160	4360	10000

更新指数 = 副木の更新指数+幼樹の更新指数+稚樹の更新指数+幼苗の更新指数

例：副木密度 10 本/ha、幼樹密度 800 本/ha、稚樹密度 1100 本/ha、幼苗密度 600 本/ha
更新指数 0.6 = 0（副木）+0.2（幼樹）+0.3（稚樹）+0.1（幼苗）

2012 年・2013 年・2015 年について、各区画の更新指数を算出した。天然更新稚樹と植栽木を合算した後、各生育段階の更新指数を求め、段階ごとに本数比率によって天然更新稚樹と植栽木を配分して整理し、天然更新稚樹の更新指数と、植栽木を含めた更新指数を算出した（表-2.6.2、図-2.6.1）。

表-2.6.2 各区画の更新指数(1)

区画	面積 ha	2012年		2013年		2015年	
		更新指数 (天然稚樹)	更新指数 (全体)	更新指数 (天然稚樹)	更新指数 (全体)	更新指数 (天然稚樹)	更新指数 (全体)
A01	0.03	0.04	0.2	0.00	0.2	0.00	1.4
A02	0.03	0.05	0.4	0.00	0.3	0.00	1.3
A03	0.03	0.05	0.9	0.00	0.5	0.00	1
A04	0.04	0.04	0.3	0.00	0.4	0.00	0.6
A05	0.01	0.10	0.1	0.44	2.6	0.44	3
A06	0.02	0.00	0	0.00	0.1	0.00	1.4
A07	0.02	0.00	0.2	0.00	0.1	0.00	1.1
A08	0.05	0.00	0.1	0.00	0	0.00	0.2
A09	0.03	0.00	0	0.00	0	0.00	0.2
B11	0.01	0.10	0.9	0.00	0.2	0.00	0.5
B12	0.01	0.04	1.4	0.00	0.1	0.00	0.6
B13	0.004	0.10	0.8	0.00	0.4	0.00	0.3
B14	0.005	0.00	0	0.00	0	0.00	0.1
B15	0.0024					0.75	1.5
B16	0.016					0.00	0.1
B17	0.024					0.00	0
B18	0.024					0.20	0.2
B19	0.025					0.30	0.3
B20	0.0025					0.70	0.7
C21	0.06	0.00	0	0.00	0	0.00	0.4
C22	0.01	0.00	0	0.00	0	0.00	0.3
C23	0.01	0.10	0.1	0.10	0.2	0.10	1
C24	0.01	0.00	0	0.00	0	0.00	1
C25	0.01	0.00	0	0.00	0	0.00	1.4
C26	0.01	0.00	0.1	0.00	0	0.00	1
C27	0.01	0.10	0.1	0.00	0	0.00	0.3
C28	0.01	0.00	0.2	0.00	0.2	0.00	1
C29	0.01	0.00	0	0.00	0.1	0.00	0.4
C30	0.01	0.00	0	0.00	0	0.00	0.3
C31	0.005	0.00	0	0.00	0	0.00	0.6
C32	0.003	0.00	0.1	0.00	0	0.00	0.4
C33	0.01	0.30	0.3	0.40	0.9	0.40	0.9
C34	0.01	0.00	0	0.00	0	0.00	0
C35	0.01	0.00	0	0.00	0	0.00	0
C36	0.01	0.00	0	0.00	0	0.00	0.1
C37	0.02	0.00	0	0.00	0	0.00	0.2
C38	0.01	0.00	0.1	0.00	0	0.00	0.4
C39	0.01	0.00	0	0.00	0.2	0.00	1.1
C40	0.01	0.05	0.6	0.00	0.2	0.00	0.1
C41	0.01	0.06	0.3	0.00	0.2	0.00	0.7
C42	0.01	0.12	0.9	0.03	0.8	0.03	0.7
C43	0.01	0.02	1	0.00	0.5	0.00	1.1
C44	0.01	0.06	0.9	0.00	0.2	0.00	0.5
C45	0.01	0.00	0.5	0.00	0.2	0.00	0.7
C46	0.01	0.09	0.2	0.00	0.1	0.00	0.3
C47	0.01	0.18	0.9	0.00	1.1	0.00	1
C48	0.004	0.10	0.3	0.00	0.2	0.00	0.6
C49	0.003	0.00	0.7	0.00	0.1	0.00	0.2

表-2.6.2 各区画の更新指数(2)

区画	面積 ha	2012年		2013年		2015年	
		更新指数 (天然稚樹)	更新指数 (全体)	更新指数 (天然稚樹)	更新指数 (全体)	更新指数 (天然稚樹)	更新指数 (全体)
D51	0.02	0.01	0.6	0.00	0.6	0.00	0.8
D52	0.01	0.00	0	0.10	0.2	0.10	0.1
D53	0.004	0.00	0.1	0.00	0.2	0.00	0.1
D54	0.01	0.00	0	0.00	0.1	0.00	0.3
D55	0.01	0.00	0	0.00	0	0.00	0.5
D56	0.01	0.00	0	0.00	0.1	0.00	0.7
D57	0.01	0.00	0	0.10	0.1	0.10	0.7
D58	0.004	0.00	0	0.00	0.1	0.00	0.2
D59	0.004	0.00	0	0.00	0.1	0.00	0.3
E60	0.02	0.00	0	0.00	0	0.00	0
E61	0.01	0.00	0	0.00	0	0.00	0
E62	0.01	0.00	0	0.00	0	0.00	0.2
E63	0.01	0.00	0	0.00	0	0.00	0.3
E64	0.01	0.00	0	0.00	0.1	0.00	0.1
E65	0.01	0.00	0	0.00	0	0.00	0.2
E66	0.01	0.00	0.1	0.00	0	0.00	0.3
E67	0.01	0.00	0	0.00	0	0.00	0.3
E68	0.003	0.00	0.1	0.00	0	0.00	0.3
E69	0.01	0.00	0	0.00	0	0.00	0
F70	0.01	0.00	0	0.00	0	0.00	0.1
F71	0.01	0.00	0	0.00	0.1	0.00	0.1
F72	0.004	0.00	0.3	0.00	0.2	0.00	0.4
F73	0.01	0.00	0	0.00	0.2	0.00	0.8
G81	0.005	0.00	0	0.00	0.1	0.00	1.2
G82	0.01	0.00	0	0.00	0	0.00	0.5
G83	0.01	0.00	0	0.00	0	0.00	0.4
H91	0.01	0.10	0.1	0.20	0.7	0.20	1.5
H92	0.01	0.00	0	0.00	0.3	0.00	1.6
H93	0.01	0.00	0	0.30	0.8	0.30	1.8
H94	0.01	0.20	0.2	0.20	0.7	0.20	2.1
H95	0.01	0.00	0.1	0.00	0.3	0.00	2.2
H96	0.01	0.00	0.2	0.00	0.2	0.00	1.4
I101	0.01	0.00	0	0.00	0	0.00	0
I102	0.02	0.00	0	0.00	0	0.00	0
I103	0.01	0.00	0.1	0.00	0.1	0.00	0.7
I104	0.01	0.10	0.1	0.30	0.4	0.30	1.5
I105	0.01	0.40	0.5	0.50	0.9	0.50	1.3
I106	0.01	0.30	0.5	0.50	1.1	0.50	1.7
A	0.260	0.04	0.2	0.09	0.4	0.09	1
B	0.123	0.00	0	0.00	0	0.00	0.3
C	0.325	0.05	0.2	0.01	0.2	0.01	0.5
D-I	0.374	0.10	0.1	0.19	0.3	0.19	0.8
全体	1.082	0.06	0.2	0.02	0.2	0.02	0.7

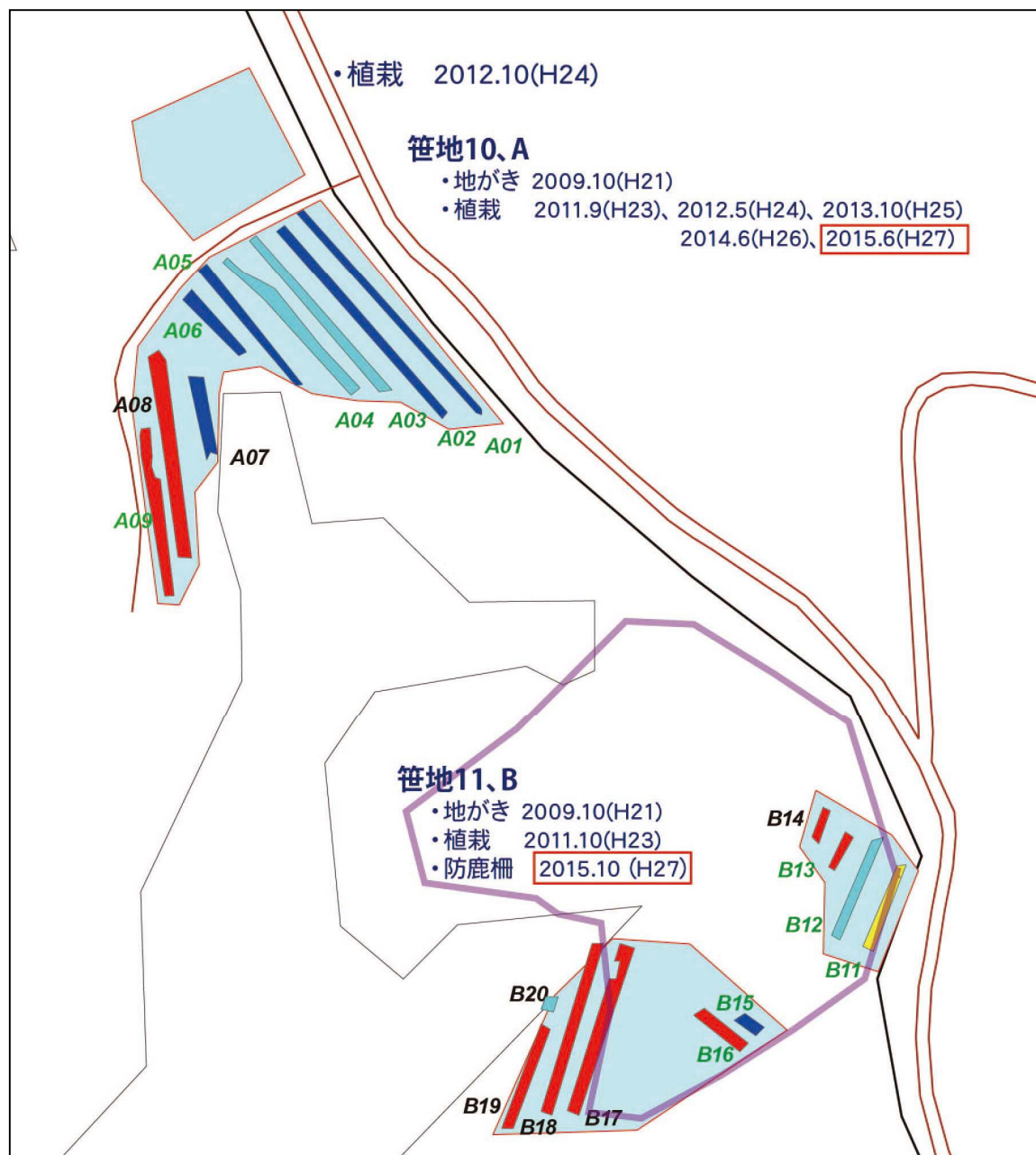


図-2.6.1 各区画の更新指数(1)

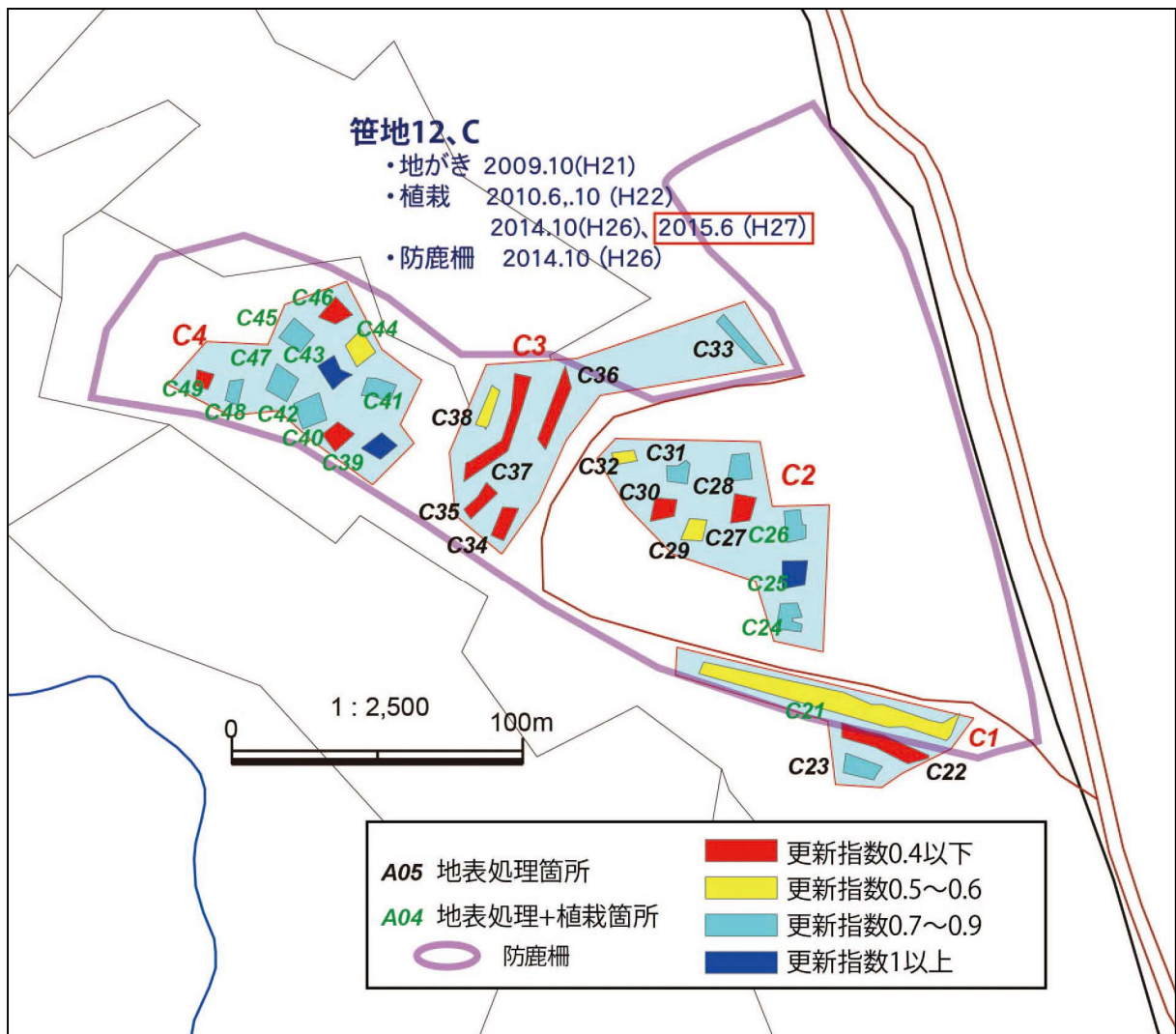


図-2.6.1 各区画の更新指数(2)

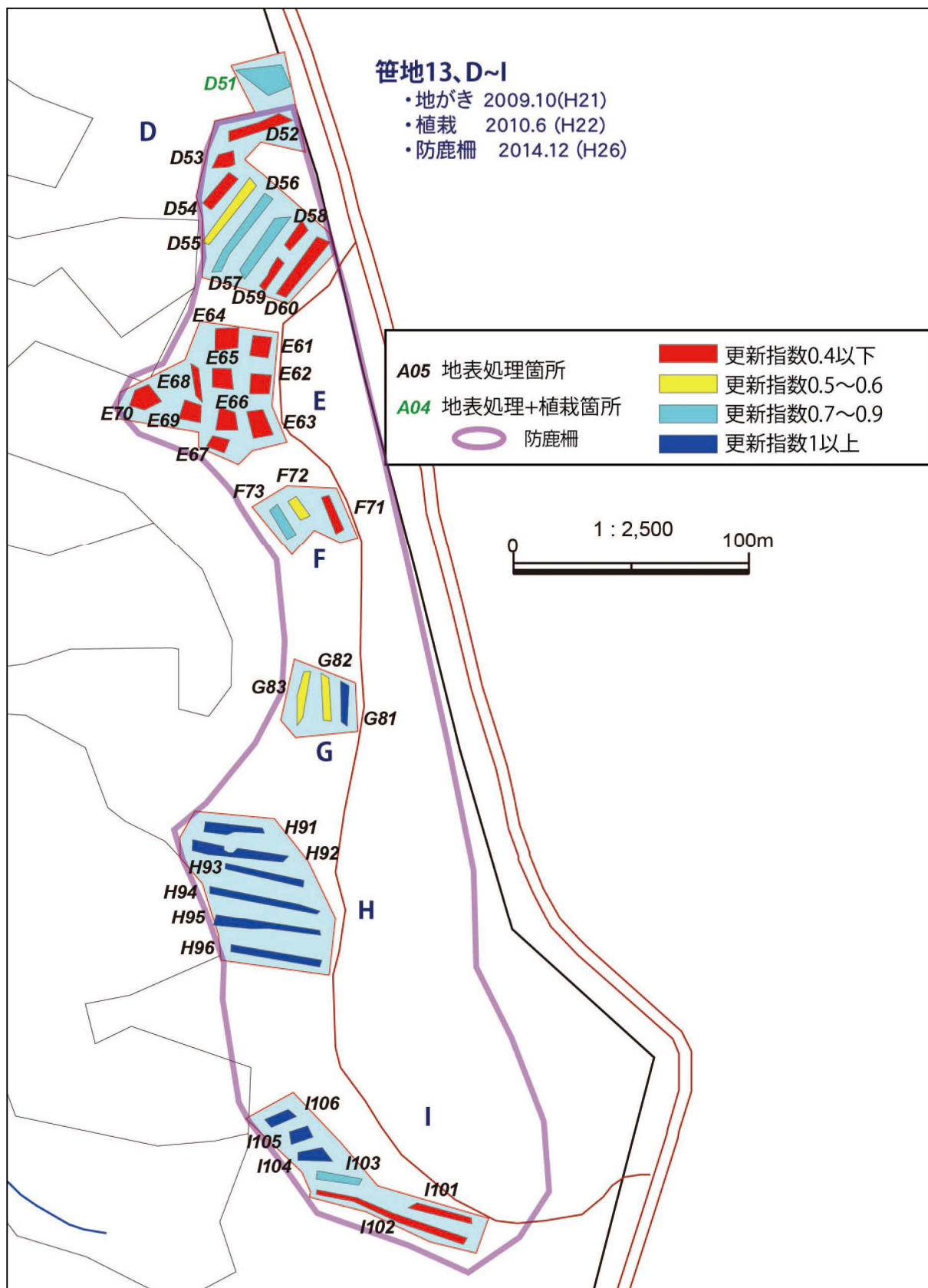


図-2.6.1 各区画の更新指数(3)

各年の天然更新稚樹更新指数の頻度分布を示した（図-2.6.2）。2012年では、更新指数0が最も多く56区画を占め、更新指数の大きい区画ほど少なかった。2013年でも、更新指数0が最頻値で68区画を占めた。今年になると、2012年や2013年に比べて、更新指数0が9区画に減少し、0.2-0.4階と1階にモードを持つ分布を示し、大きく変化した。

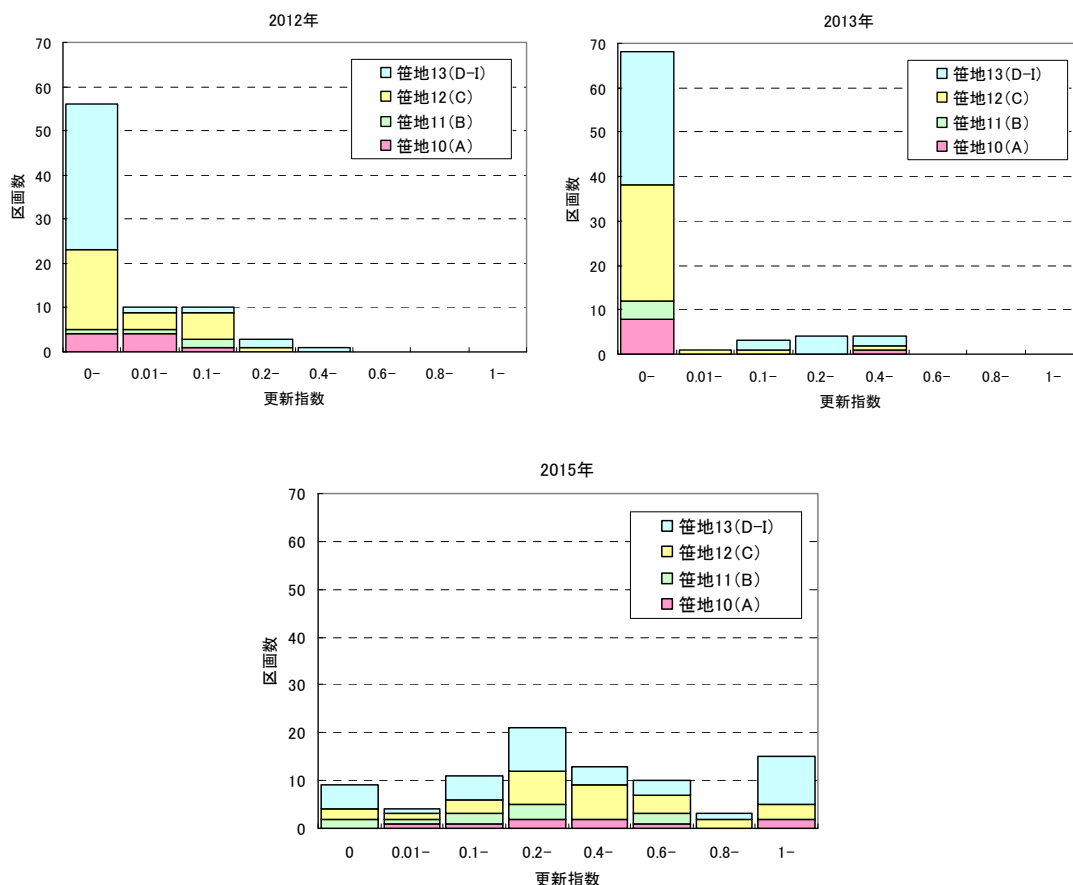


図-2.6.2 天然稚樹更新の更新指数の頻度分布(2012～2015年)

次に、各年の全体の更新指数の頻度分布を示した（図-2.6.3）。天然更新稚樹のみと同様に、2012年では、更新指数0が最も多く40区画を占めたが、0.1-階より大きな階級は増加し、0.6-以上の階級も出現した。2013年でも同様の傾向が見られた。2015年になると、2012年や2013年に見られたL字型の分布ではなく、更新指数1以上が最も多く、更新指数が小さいほど少ない傾向を示した。今年度の段階で更新完了を示す更新指数1以上だった区画は25区画（29%）を占めた。比較的順調に生育しているA、Dの植栽エリアや、ケヤマハンノキが多数更新しているC、G、H、Iエリアの区画で高い数値を示した（表-2.6.2）。

エリアごとの天然更新稚樹の更新指数と、植栽木の更新指数（全体から天然更新稚樹の更新指数を引いた値）を比較した（図-2.6.4）。Aエリアでは、植栽木による寄与が過半数を占め、合計の更新指数は1に達している。一方で、B・C・D-I

のエリアでは、天然更新稚樹が寄与する割合が高くなっており、D-I はほとんどを天然更新稚樹が占める。

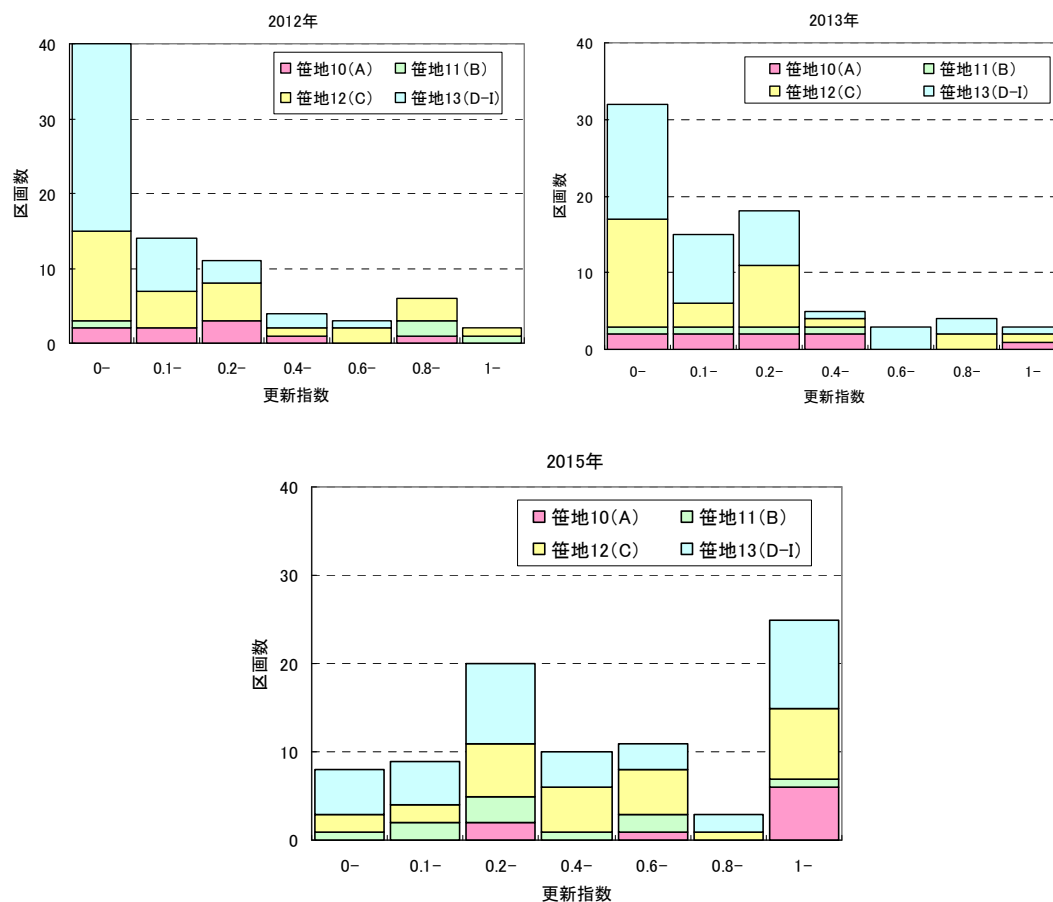


図-2.6.3 更新指数の頻度分布(2012～2015 年)

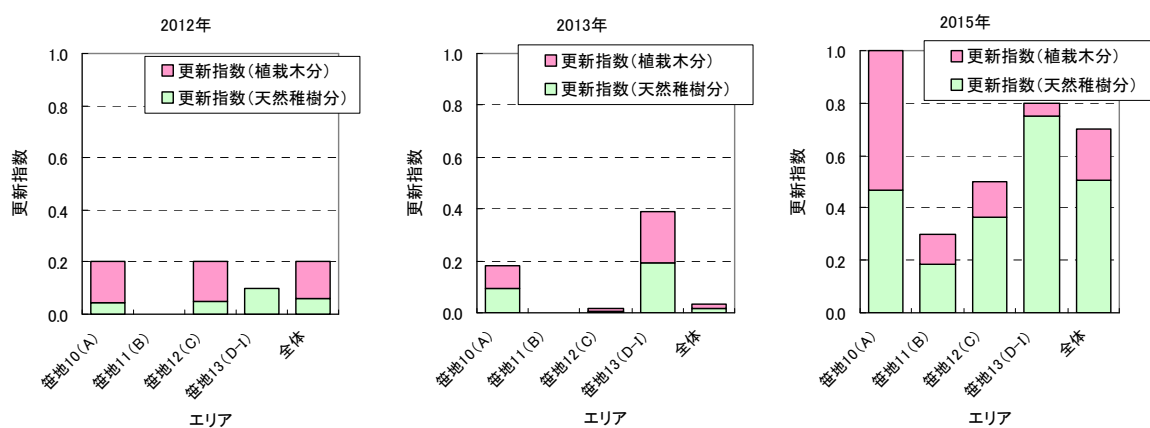


図-2.6.4 更新指数の頻度分布(2012～2015 年)

2.6.2 今後植栽が必要な区画

各区画の更新指数から、今後、植栽を行う場合、優先的に植栽すべき箇所について、以下の条件を用いて抽出した。

○更新指数が 0.5 に満たない区画

0.5 以上から 1 未満の区画は、今後の天然性稚樹の成長により更新指数の向上が見込めるため、0.5 未満の区画とした。

○植被率が 80%以上

植被率が低い場所では、土壌が安定していない場所が含まれている可能性があり、植栽木が活着しない恐れがあるため、植被率が高くなるまで待ち、ある程度植被率が高い場所を優先する。

2つの条件を満たす 28 区画を抽出した（表-2.6.3）。A エリアは 1 箇所、B エリアは 3 箇所、C エリアが 11 箇所、D-G エリアが 11 箇所、H-I が 2 箇所、C と D-G エリアで多くなっている。A09、C46、C49 については過去に植栽している区画で、植栽本数が少ない場合や枯死により本数が減少している区画である。また、防鹿柵が設置されていない区画が一部含まれており、植栽する際はツリーシェルターによるシカの食害対策が必要になる。

表-2.6.3 優先的に植栽が必要な区画

区画G	No	区画	面積 ha	更新指数 (全体)	植被率 ¹⁵	防鹿柵
A	9	A09	0.03	0.2	95	
B	13	B14	0.005	0.1	80	2015
B	17	B18	0.024	0.2	95	
B	18	B19	0.025	0.3	95	
C1	21	C22	0.01	0.3	95	
C1	26	C27	0.01	0.3	85	2013
C1	28	C29	0.01	0.4	90	2013
C1	29	C30	0.01	0.3	80	2013
C1	33	C34	0.01	0	95	2013
C1	34	C35	0.01	0	95	2013
C1	35	C36	0.01	0.1	90	2013
C1	36	C37	0.02	0.2	95	2013
C1	37	C38	0.01	0.4	80	2013
C2	45	C46	0.01	0.3	80	2013
C2	48	C49	0.003	0.2	80	2013
DG	50	D52	0.01	0.1	95	2014
DG	51	D53	0.004	0.1	100	2014
DG	52	D54	0.01	0.3	100	2014
DG	56	D58	0.004	0.2	90	2014
DG	57	D59	0.004	0.3	90	2014
DG	58	E60	0.02	0	95	2014
DG	59	E61	0.01	0	85	2014
DG	62	E64	0.01	0.1	85	2014
DG	66	E68	0.003	0.3	85	2014
DG	67	E69	0.01	0	80	2014
DG	74	G83	0.01	0.4	85	2014
HI	81	I101	0.01	0	90	2014
HI	82	I102	0.02	0	95	2014

※網掛けは植栽区を示す。

2.6.3 初期植栽密度について

更新指数が 1 以上になることを基準に適切な植栽密度について検討した。更新完了となる更新指数 1 となる密度を副木（直径=2-9cm）によって実現する場合、3002 本/ha 以上が必要となる。副木の樹高サイズの基準がないため、直径 2-9cm を樹高 2.5m 以上と仮定して検討した。

○年間枯死率

エゾシカの影響を受けていない状態での枯死率を推定した。個体レベルで追跡調査を行っていないため、比較可能な D51 のヘキサチューブ（白）の植栽木を元にして、年間死亡率を算出した。植栽木の 2012 年から 2015 年までの 3 年間の枯死率は 4.2%（2/46）だった。1 年あたりに換算すると 1.42%/年である。

○年間成長量

エゾシカの影響を受けていない状態での成長量を推定した。枯死率と同様に比較可能な D51 のヘキサチューブ（白）の植栽木を元にして、成長量を算出した。植栽木の 2012 年から 2015 年までの 3 年間の平均成長量は 37.2cm で、1 年あたりに換算すると 12.4cm/年である。

○初期植栽密度の算出

樹高 2.5m の植栽木が 3002 本/ha となるような初期の植栽密度を計算した。植栽木の初期の高さは 80cm として、樹高 2.5m になるまでに 14 年必要として計算した。

$$D = DI \div [1 - M]^y$$

D：初期密度、DI：目標密度(3002 本/ha)、M：年間枯死率（0.0142）、y：到達年数（14 年）

計算すると初期植栽密度は、3667 本/ha となった。地表処理地の平均的なサイズである 0.01ha 当たりでは 37 本となる。更新指数表で同様のサイズ（0.5m 以上 1m 未満）では 4142 本/ha であり、それに比べるとやや低い数値になっている。この数値を用いると、2.6.2 で抽出した 28 区画に植栽する場合、0.332ha に 1180 本を植栽する計算になる。

※なお、厳密には植栽木サイズによって枯死率・成長量は異なることが予想されるが、植栽木サイズごとのデータはないため今回は一定とした。また、防鹿柵による対策とヘキサチューブのようなツリーシェルターによる対策では、ウサギによる被食や風の影響などの違いがあり、枯死率や成長量は異なることも予想されたが、ここでは便宜的に一定として扱った。

植栽密度は、天然更新稚樹の発生状況を踏まえて、密度を調整することも有効である。また、植栽苗に限られる場合、狭い範囲に必要な密度を植栽していくよりも、植栽密度をある程度低くして、植栽する範囲を広くし、その後の成長の状況に応じて補植していく方法も考えられる。

2.7 まとめと今後の課題

今年度の調査結果を踏まえて、まとめと今後の課題について整理した。

○土壌侵食について

植被率は80%、ササの被度約60%で植被は回復傾向にあり、土壌が広く露出している区画はほとんど見られなくなった。ササを含めた植被率の回復は、土壌侵食の抑止に寄与するものと考えられるが、今後、植生調査の実施と併せて、引き続き土壌侵食の発生について注視していく必要がある。

○動物による被食について

ツリーシェルター（ヘキサチューブなど）や防鹿柵などの防護対策の強化や追加植栽により、生存本数は増加し、対策が効果を上げている。防護対策が取られていない個体はエゾシカによる強い被食圧を受けていたが、未対策の植栽木はAエリアの一部のみである。また、今年度はエゾユキウサギの被食が一部の防鹿柵内の区画で集中して見られた。植栽前に草刈りされて行動しやすい区画が被食を受けやすかった。ウサギは網目が大きい防鹿柵の行き来が可能なため、柵による防除は期待できない。今年度のような被食の程度が一時的なものなのか、今後も継続して発生するかを注視していく必要がある。継続的に多数の被食を受ける場合、既存の網により細かい網も設置するなどの対策が必要になる。

また、調査時も、笹地12の防鹿柵の一部が倒木による破損していた。台風や低気圧による風倒により、今後も防鹿柵の破損が生じる可能性があり、定期的な見回りが必要である。

○地表処理後の天然更新について

2013年度までは、天然更新の成績が良好でなかったが、今年度の結果では、多くの区画で増加し、樹高10cm以上の稚樹は2013年に比べて3倍に増加し、樹高50cm以上の稚樹も5倍に増加した。このうち、ケヤマハンノキやシラカバの先駆種が大半（85%）を占めるが、ハルニレやキハダなどの林冠構成種も徐々に増加しており、動物害の影響がない場合、今後こうした稚樹のさらなる成長が期待できる。

○再生状況の評価について

更新指数を用いた評価では、今年度は2013年以前に比べると、多くの区画で数値は大きく改善され、更新完了を示す1以上の区画も29%を占めた。エゾシカからの防護対策、追加植栽、ケヤマハンノキの天然更新による効果が大きいと思われる、今後も指数の数値の向上が期待できる。

一方で、更新指数0.5未満の区画は28区画あり、こうした天然更新稚樹が少ない場所から、植栽地を選択していくことが必要である。2010年に植栽されたCエ

リアのように一度植栽されたものの、生存本数は少ないため追加植栽などの検討も必要である。また、植栽密度について供給量が限られる場合には、既存の植栽木の成長状況に応じて初期密度を調整していく検討も求められる。

○調査方法について

植栽木の生育状況を個体ごとに追跡調査をしていくことで、より精度の高い枯死や成長の予測をすることができる。このため、初期の植栽密度の検討や、更新指数による予測を今後行っていく際には、一部の調査木でも個体レベルで調査することが有益である。

参考資料

釧路湿原森林環境保全ふれあいセンター（2013）平成 24 年度雷別地区自然再生事業モニタリング調査報告書

釧路湿原森林環境保全ふれあいセンター（2014）平成 25 年度雷別地区自然再生事業モニタリング調査報告書

釧路湿原森林環境保全ふれあいセンター（2014）第 14 回森林再生小委員会資料