

溪畔林再生のための施業技術の確立 (完了報告添付資料)

目的: 溪畔には、一般に土石流に伴う攪乱によって形成される変化に富んだ環境に適合した森林が成立するが、現状が人工林になっている箇所も多い。生物多様性の保全の観点から、人工林を自然林に誘導していくことが望まれる場合もあるが、そのための技術は確立されていない。このため、溪畔に存する人工林について、立地条件に応じた自然林に効果的かつ着実に誘導していくための天然更新補助作業の具体的な指針を作成する。

場所: 茨城森林管理署管内
横山国有林 1078り林小班外

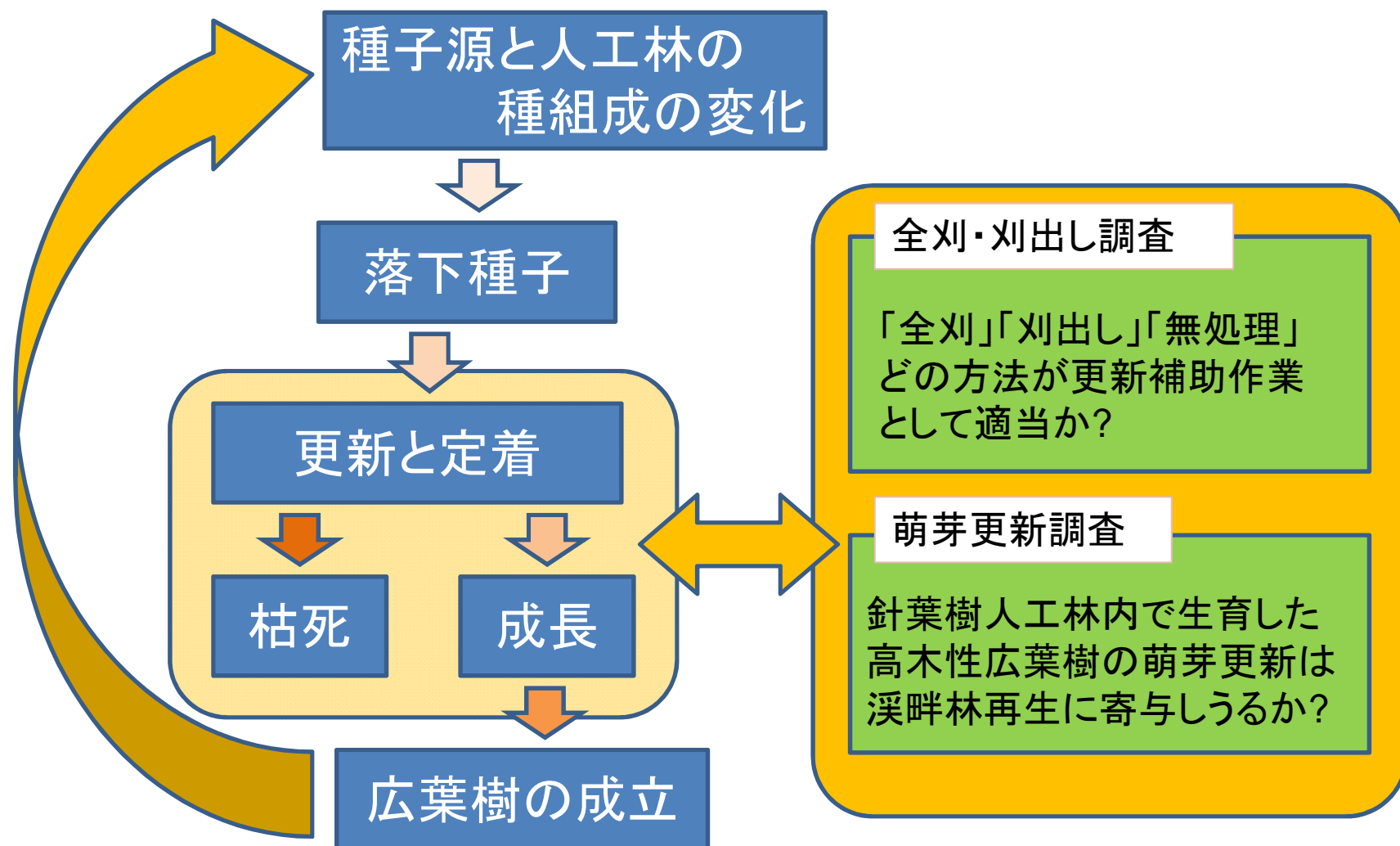
期間: 平成22～26年度
(平成15年度～)



関東森林管理局・(独)森林総合研究所

1-1.調査の概要

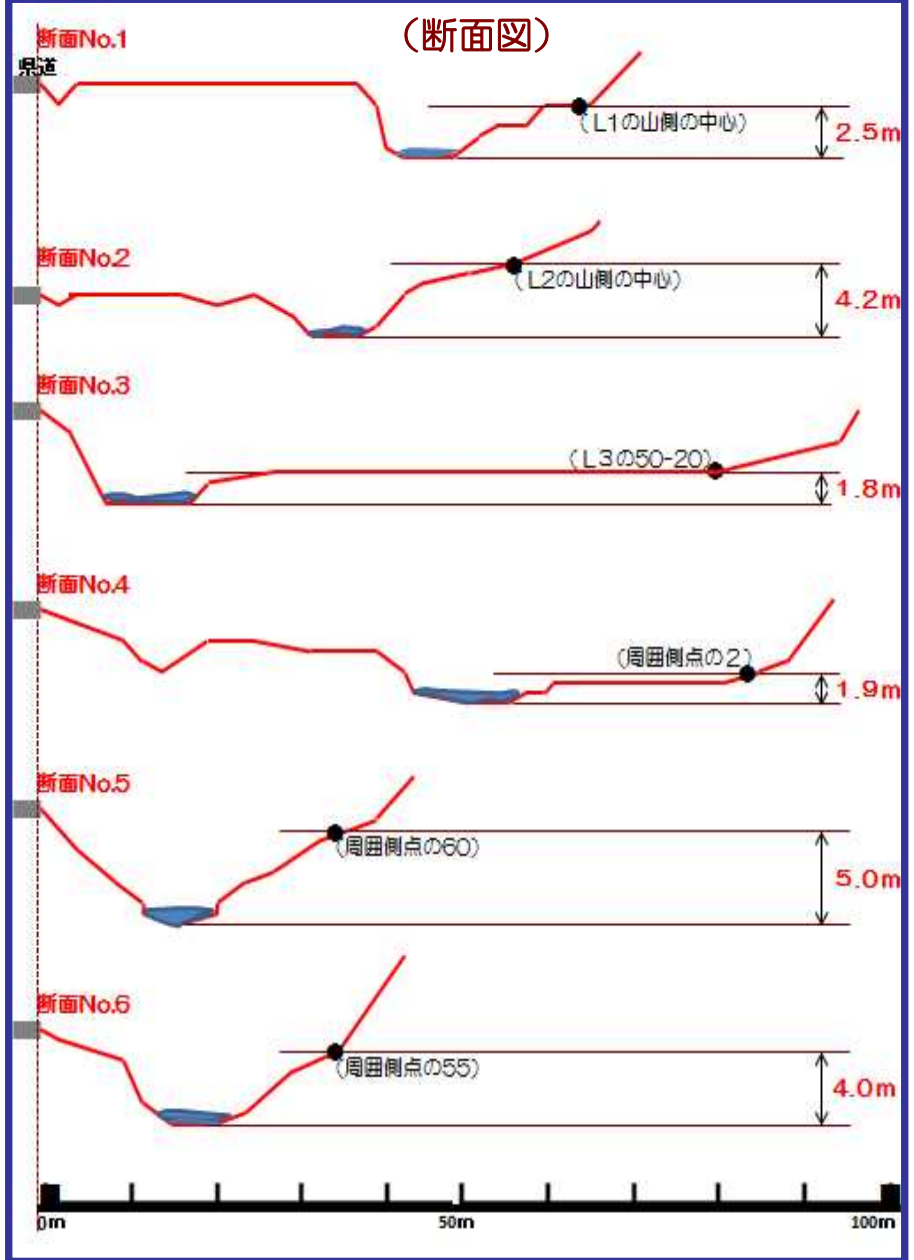
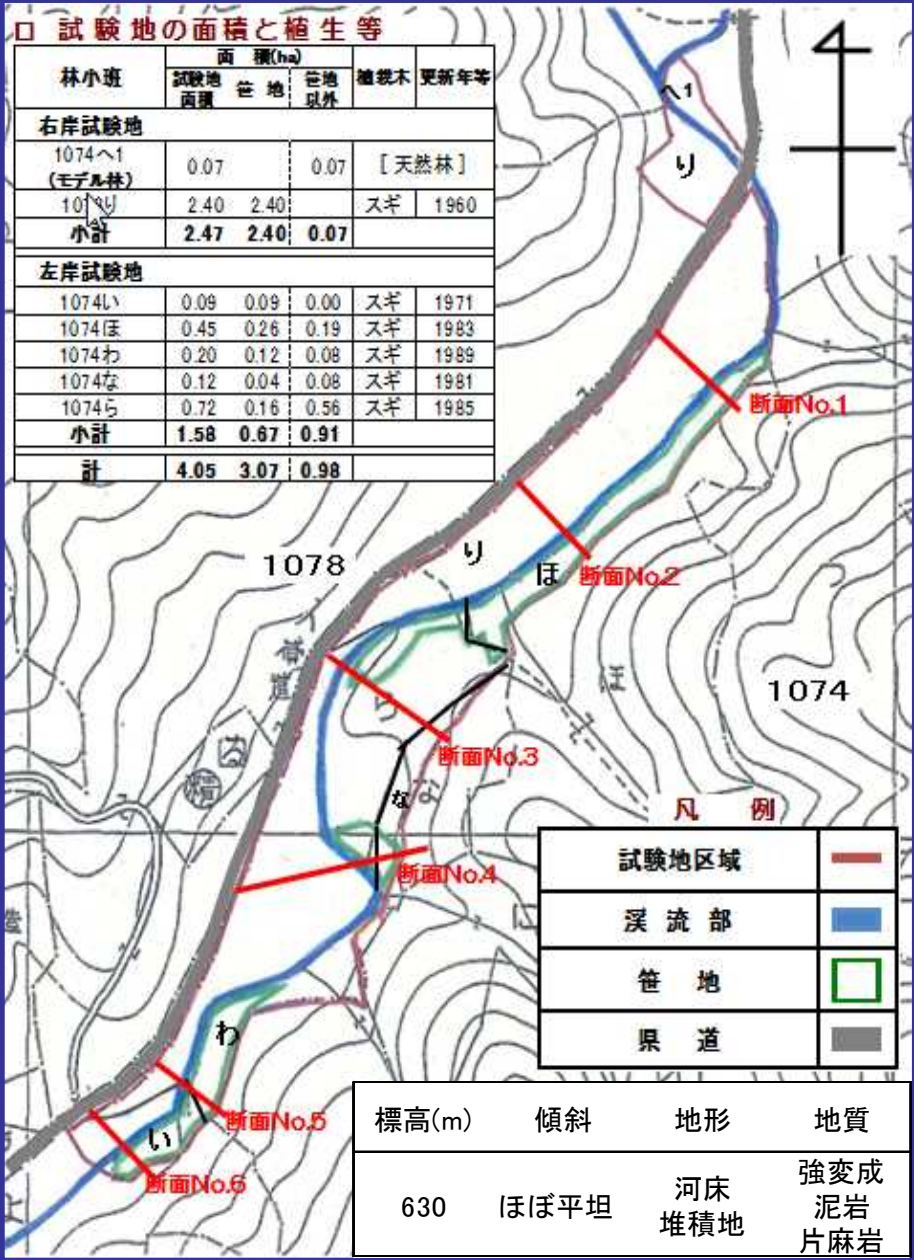
目標：高木性広葉樹の「発生」「定着」「成長」の条件解明と更新補助作業の技術開発



1-2.調査地の概要

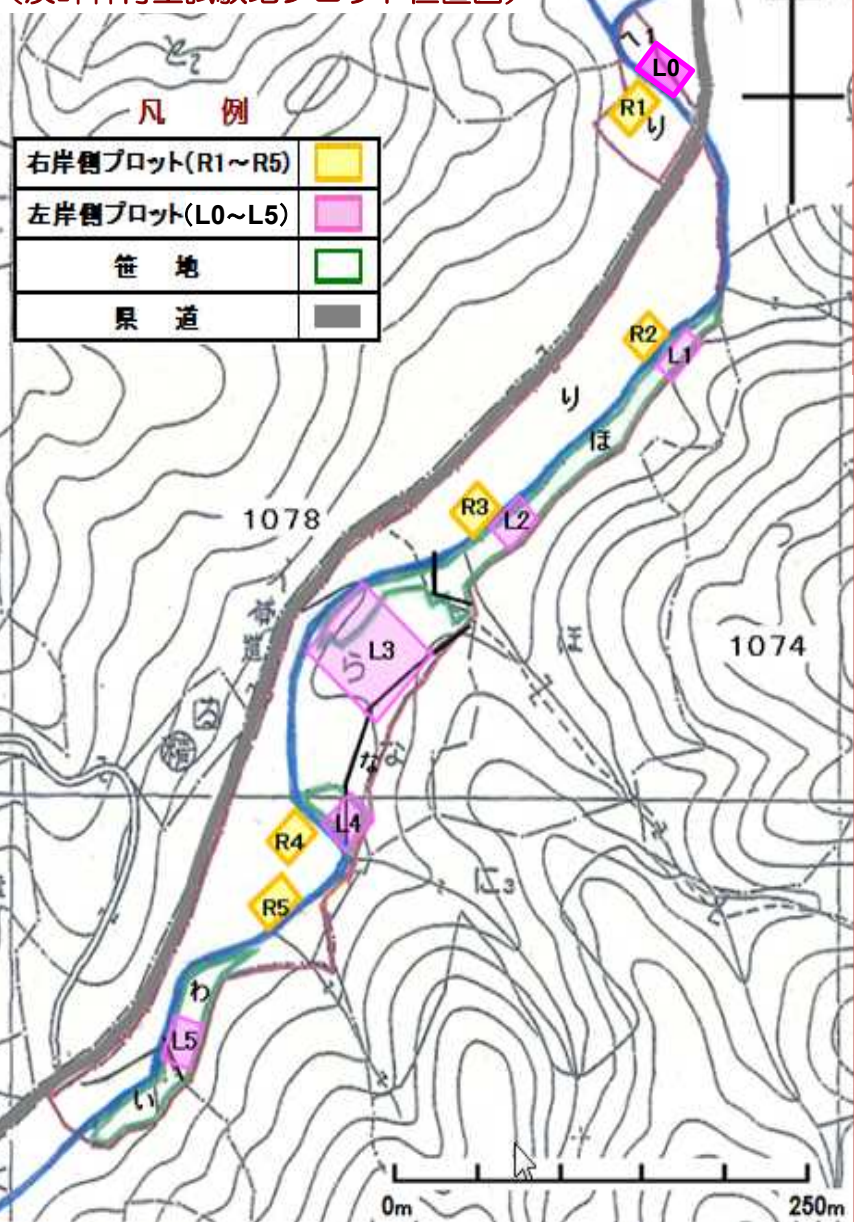
□ 試験地の面積と植生等

林小班	面積(ha)			植栽木	更新年等
	試験地	谷地	谷地以外		
右岸試験地					
1074へ1 (モデル林)	0.07		0.07	[天然林]	
1074り	2.40	2.40		スギ	1960
小計	2.47	2.40	0.07		
左岸試験地					
1074い	0.09	0.09	0.00	スギ	1971
1074ほ	0.45	0.26	0.19	スギ	1983
1074わ	0.20	0.12	0.08	スギ	1989
1074な	0.12	0.04	0.08	スギ	1981
1074ら	0.72	0.16	0.56	スギ	1985
小計	1.58	0.67	0.91		
計	4.05	3.07	0.98		



1-3.調査プロット

(溪畔林再生試験地プロット位置図)



- ・植栽木と胸高直径5cm以上の広葉樹
- ・2m×2mコドロード連続設置
 - ・高木性広葉樹の稚樹
 - ・全植生(ブラウンランケ優先度法)
- ・コドロード横にシードトラップ
- ・コドロード沿いで全天空写真
- ・コドロード周辺の種子源調査

植生調査 稚樹の樹高測定 シードトラップ



1-4. 取り組みの経過

2003年度	区域内の毎木調査
	開空度測定
2004年度	調査区設置・調査
	スズタケ刈払い 間伐
2005年度	残材の整理
	植生・更新調査
2006年度	間伐後の毎木調査
	植生・更新調査
	開空度測定
2007年度	植生・更新調査
	シードトラップ設置
2008年度	植生・更新調査
2009年度	植生・更新調査
2010年度	植生・更新調査
	種子源調査
2011年度～	植生・更新調査



毎木調査



スズタケ刈り払い



間伐



残材整理

2-1. 高木性広葉樹の推移

(胸高直径5cm以上)

スギ林況

プロットR	2005年 間伐	2013年		
	伐採率 (BA比)	林令	本数 (本/ha)	平均 DBH (cm)
1	17%	47	800	29
2	55%	47	400	28
3	72%	47	167	34
4	75%	47	267	29
5	76%	47	233	33

左岸(2011年間伐)

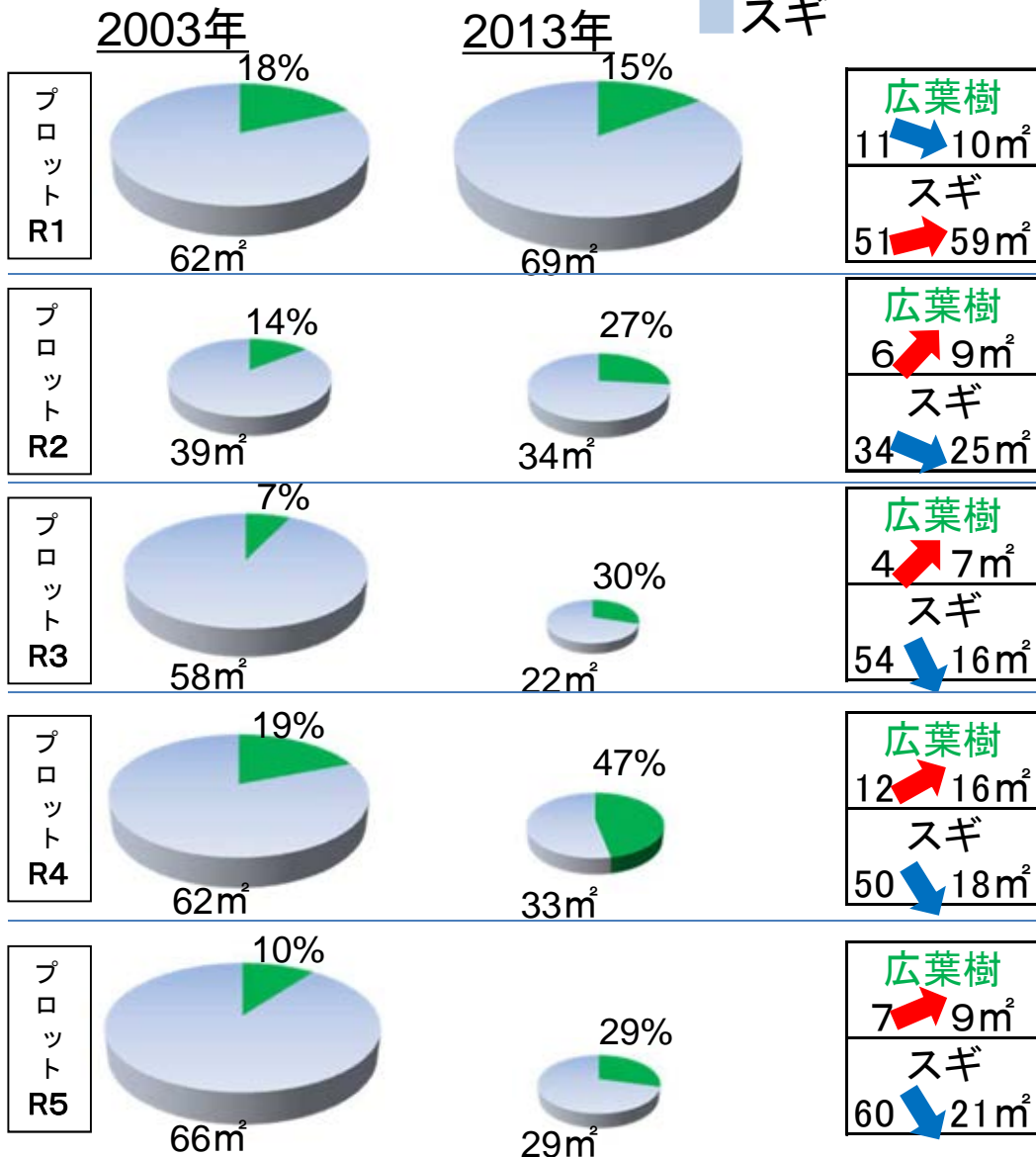
L3	20%	28	1036	28
----	-----	----	------	----

◎右岸は2回目の間伐で
元々スギがある程度少ない状況
→伐採率により進入に差が出た

◎左岸は1回目の間伐で
元々スギがある程度多い状況
→右岸伐採前の状態と
同様になっていくと思われる

胸高断面積 (ha当り)

■ 高木性広葉樹
■ スギ



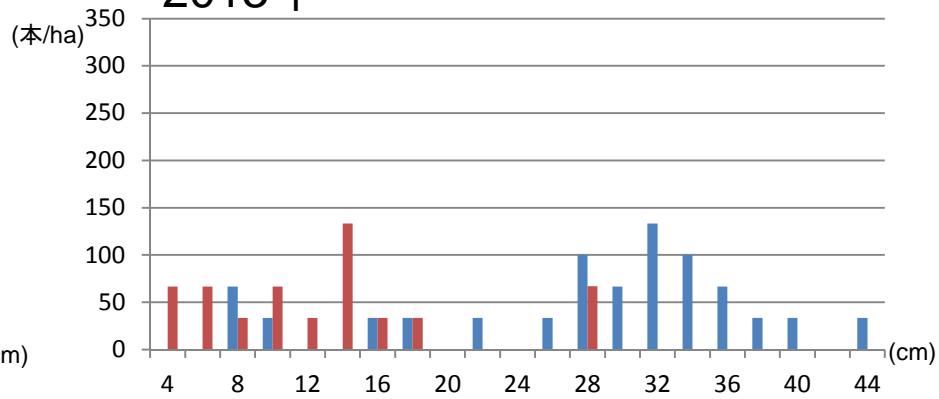
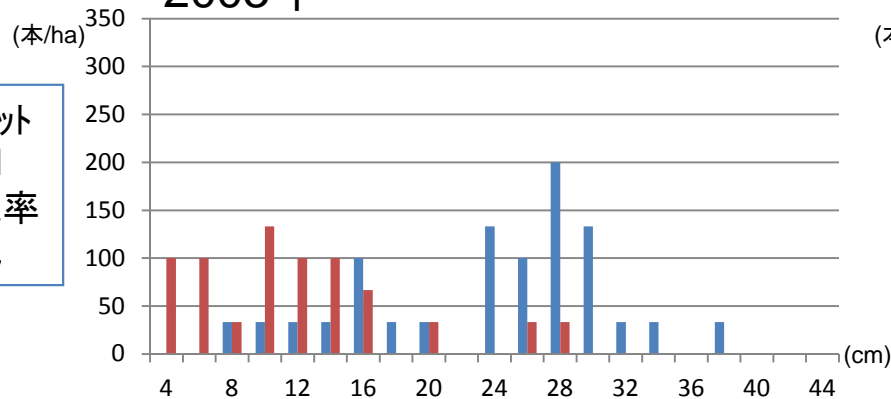
直径階分布 (胸高直径5cm上)

■ 高木性広葉樹 ■ スギ

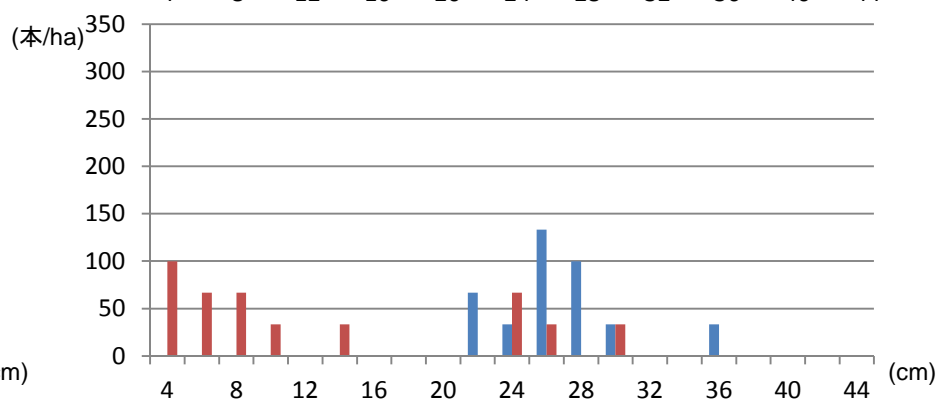
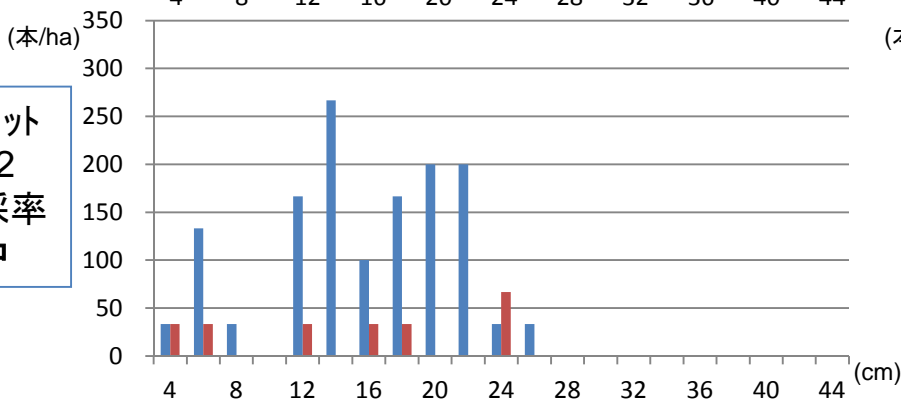
2003年

2013年

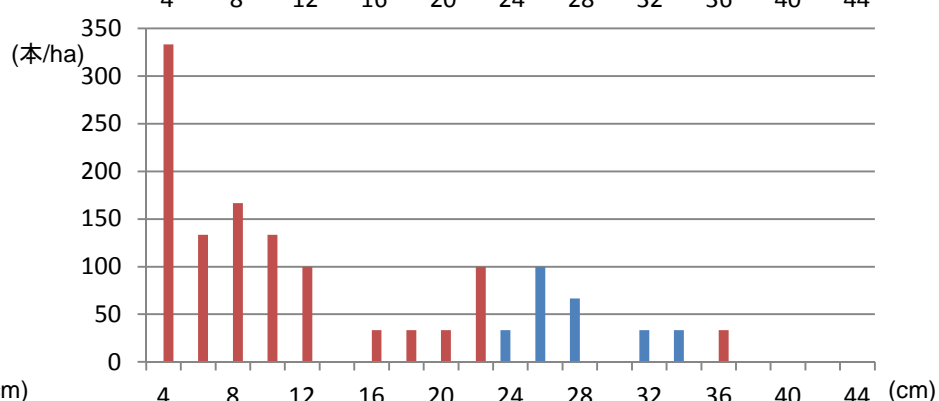
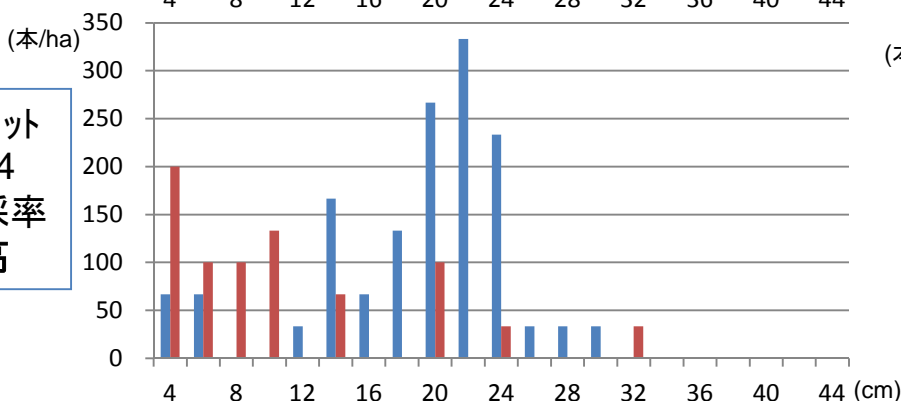
プロット
R1
伐採率
低



プロット
R2
伐採率
中

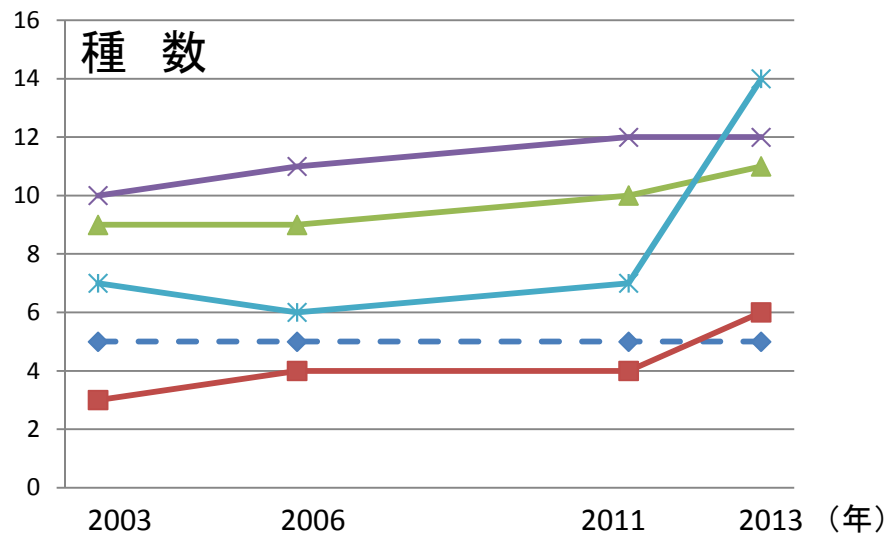
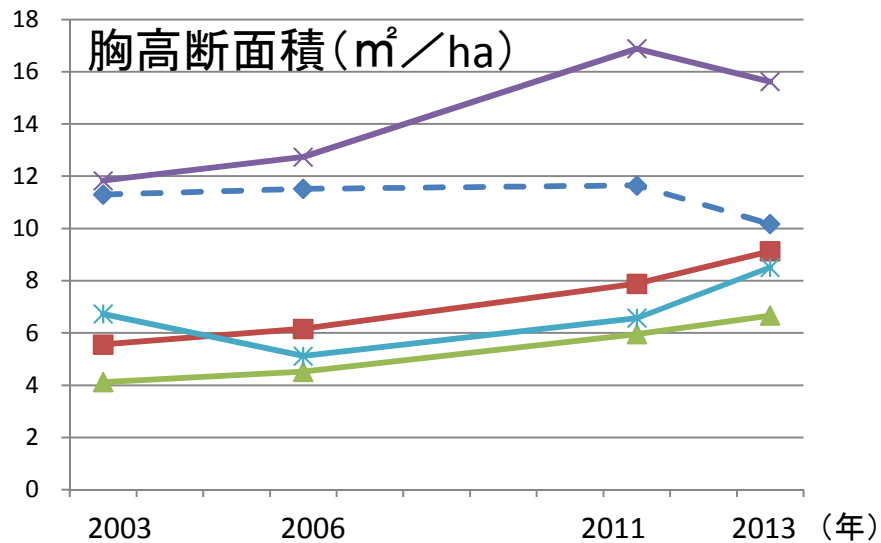
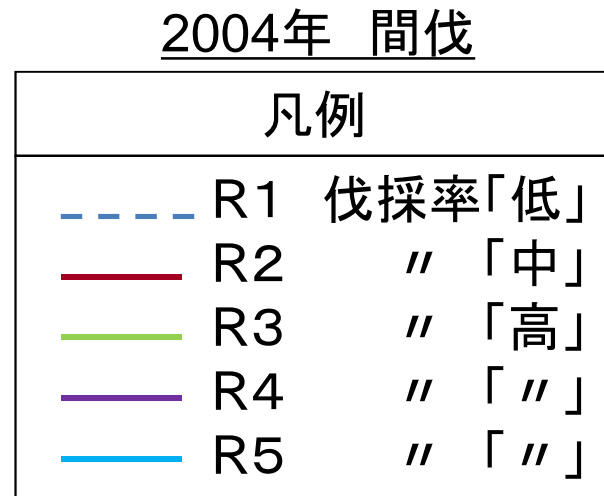
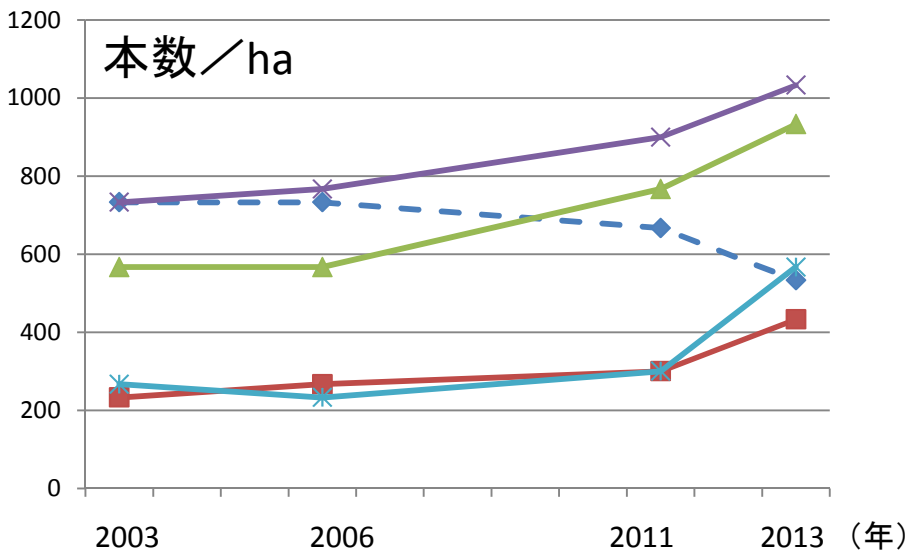


プロット
R4
伐採率
高



伐採率により高木性広葉樹の進入状況に違い

高木性広葉樹の本数・胸高断面積・種数の推移 (胸高直径5cm上)



伐採率の低い林分では本数・胸高断面積が減少 (種数は不変)

対照林分の高木性広葉樹の本数・胸高断面積の群集組成

(胸高直径5cm上)

プロットLO	2003年		2013年	
	本数 (ha)	胸高 断面積 (m ² /ha)	本数 (ha)	胸高 断面積 (m ² /ha)
イタヤカエデ	467	24.2	467	25.1
イロハモミジ	33	0.1	33	0.1
オオモミジ	33	0.2	33	0.2
カジカエデ	267	4.5	267	5.0
カスミザクラ	100	5.6	100	6.4
キハダ	33	0.9		
サワシバ	33	0.2	33	0.3
ミズキ	100	5.0	100	5.5
ミツデカエデ	100	1.0	100	1.1
ヤマグワ	167	6.5	200	9.5
種数	10		9	
計	1,333	48.3	1,333	53.2



対照林分及びその周辺での
樹齢調査(生長錘使用)

樹種	胸高直径 (cm)	樹齢
カスミザクラ	39	51上
カジカエデ	33	56上
ミズキ	29	70上
イタヤカエデ	42	64
キハダ	30	67
アカシデ	36	97

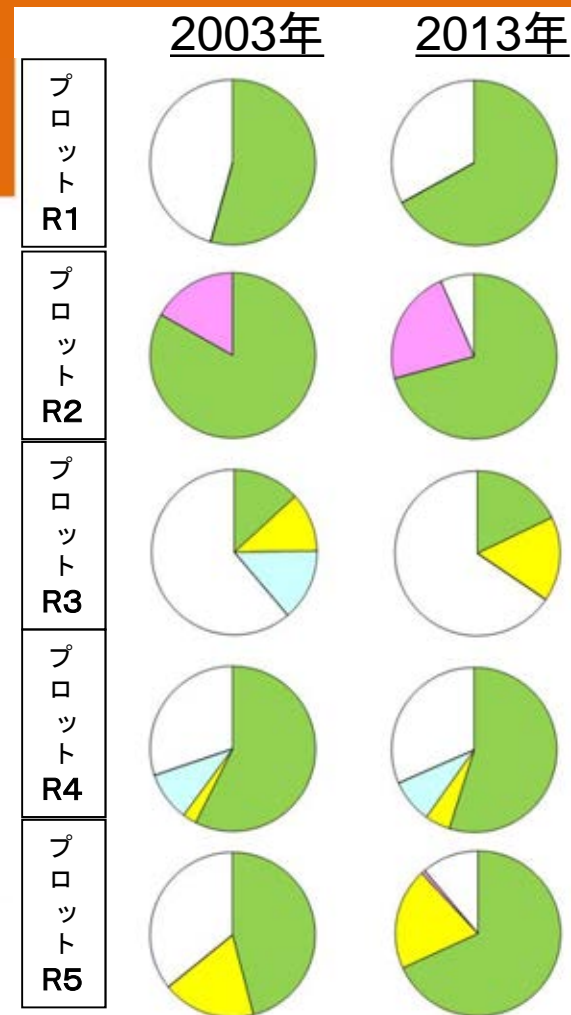
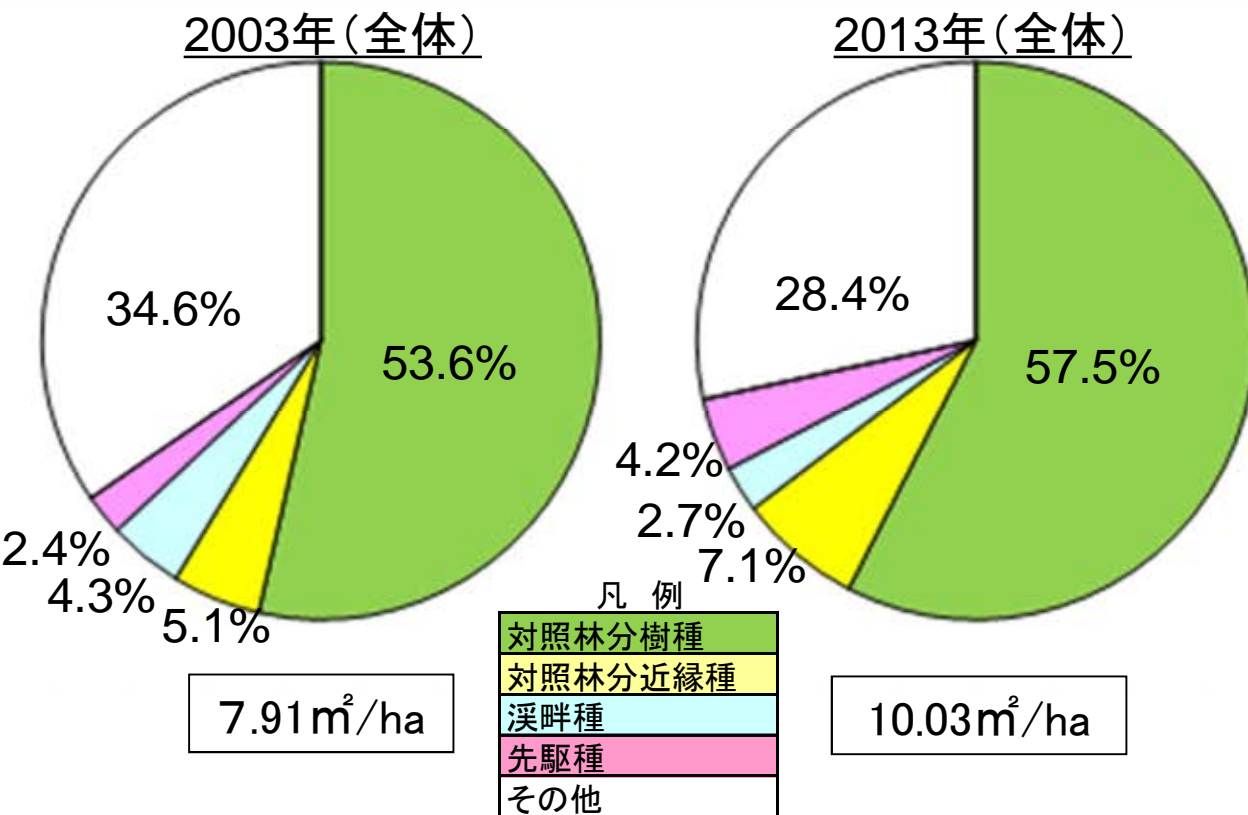
樹齢70~100年程度、新規進入木なし
→安定した林分

各プロット及び対照林分の種構成 (胸高直径5cm上)

プロット 調査年	1				2				3				4				5				計				対照				
	2003		2013		2003		2013		2003		2013		2003		2013		2003		2013		2003		2013		2003		2013		
種名	本数 (ha)	BA (㎡/ha)	本数 (ha)	BA (㎡/ha)	本数 (ha)	BA (㎡/ha)	本数 (ha)	BA (㎡/ha)	本数 (ha)	BA (㎡/ha)	本数 (ha)	BA (㎡/ha)	本数 (ha)	BA (㎡/ha)	本数 (ha)	BA (㎡/ha)	本数 (ha)	BA (㎡/ha)	本数 (ha)	BA (㎡/ha)	本数 (ha)	BA (㎡/ha)	本数 (ha)	BA (㎡/ha)	本数 (ha)	BA (㎡/ha)	本数 (ha)	BA (㎡/ha)	
スギ	967	50.76	800	59.05	1,367	33.52	400	24.84	1,067	53.77	167	15.56	1,467	50.28	267	17.64	1,300	59.54	233	20.57	1,234	49.60	374	27.55					
イタヤカエデ	200	4.54	167	5.01																	40	0.91	33	1.00	467	24.19	467	25.06	
イロハモミジ													100	2.48	100	3.32					20	0.50	20	0.66	33	0.11	33	0.12	
オオモミジ	100	0.80	100	0.98					33	0.07	67	0.27	67	0.86	133	1.41			33	0.11	40	0.35	67	0.56	33	0.16	33	0.22	
カジカエデ															33	1.25			100	0.32	27	0.32	267	4.52	267	5.05			
カスミザクラ									67	0.20	67	0.41									13	0.04	13	0.08	100	5.60	100	6.37	
キハダ																	33	1.47	33	1.74	7	0.29	7	0.35	33	0.87			
サワシバ											67	0.16	200	0.93	233	1.51					40	0.19	60	0.33	33	0.22	33	0.25	
ミズキ													33	0.57	33	0.77	33	0.22	33	0.08	13	0.16	13	0.17	100	5.04	100	5.50	
ミツデカエデ													33	0.28	33	0.30	33	0.23	33	0.33	13	0.10	13	0.13	100	1.03	100	1.13	
ヤマグワ									67	0.28	33	0.35	33	1.66					33	0.56	20	0.39	13.3	0.18	167	6.53	200	9.48	
アカシデ																													
アワブキ																													
ウワミズザクラ																													
ミズナラ	67	0.80	67	0.83	133	4.63	133	6.46									33	1.17	33	2.66	47	1.32	47	1.99					
イヌザクラ															33	0.08	33	1.23	33	1.62	7	0.25	13	0.34					
イヌシデ									33	0.12	33	0.40							33	0.07	7	0.02	13	0.10					
コハウチワカエデ															100	0.27							20	0.05					
ヒナウチワカエデ													33	0.32	33	0.42					7	0.06	7	0.08					
ヤマザクラ									67	0.36	67	0.71									13	0.07	13	0.14					
バッコヤナギ									67	0.58			33	1.14	33	1.34					20	0.34	7	0.27					
コシアブラ					67	0.86	67	1.78													13	0.17	13	0.36					
ヤシャブシ							33	0.29															7	0.06					
ヤマウルシ					33	0.08													33	0.06	7	0.02	7	0.01					
アオダモ							33	0.06															7	0.01					
アオハダ							67	0.24															13	0.05					
エゴノキ									167	2.28	333	3.26	167	0.77	200	1.20	67	0.33	67	0.54	80	0.68	120	1.00					
オオバアサガラ	300	5.00	167	3.23					33	0.15	33	0.33					33	2.08	33	0.13	73	1.45	47	0.74					
マンサク									33	0.09	67	0.24									7	0.02	13	0.05					
ミズメ											33	0.09								33	0.06		13	0.03					
ヤマハンノキ											133	0.44	33	2.80	67	3.74				33	0.22	7	0.56	47	0.88				
リョウブ	67	0.16	33	0.12			100	0.30													13	0.03	27	0.08					
L種数	5		5		3		6		9		11		10		12		7		14		22		28		10		9		
L計	733	11.30	533	10.17	233	5.56	433	9.13	567	4.12	933	6.67	733	11.83	1,033	15.62	267	6.73	567	8.51	507	7.91	700	10.03	1,333	48.28	1,333	53.18	
総種数	6		6		4		7		10		12		11		13		8		15		23		29		10		9		
総計	1,700	62.06	1,333	69.21	1,600	39.09	833	33.96	1,633	57.88	1,100	22.23	2,200	62.11	1,300	33.27	1,567	66.27	800	29.08	1,741	57.52	1,074	37.57	1,333	48.28	1,333	53.18	
スギBA比		82%		85%		86%		73%		93%		70%		81%		53%		90%		71%		86%		73%					
LのBA比		18%		15%		14%		27%		7%		30%		19%		47%		10%		29%		14%		27%		100%		100%	

凡例 対照林分樹種(含む拡張) 対照林分近縁種 溪畔種 先駆種

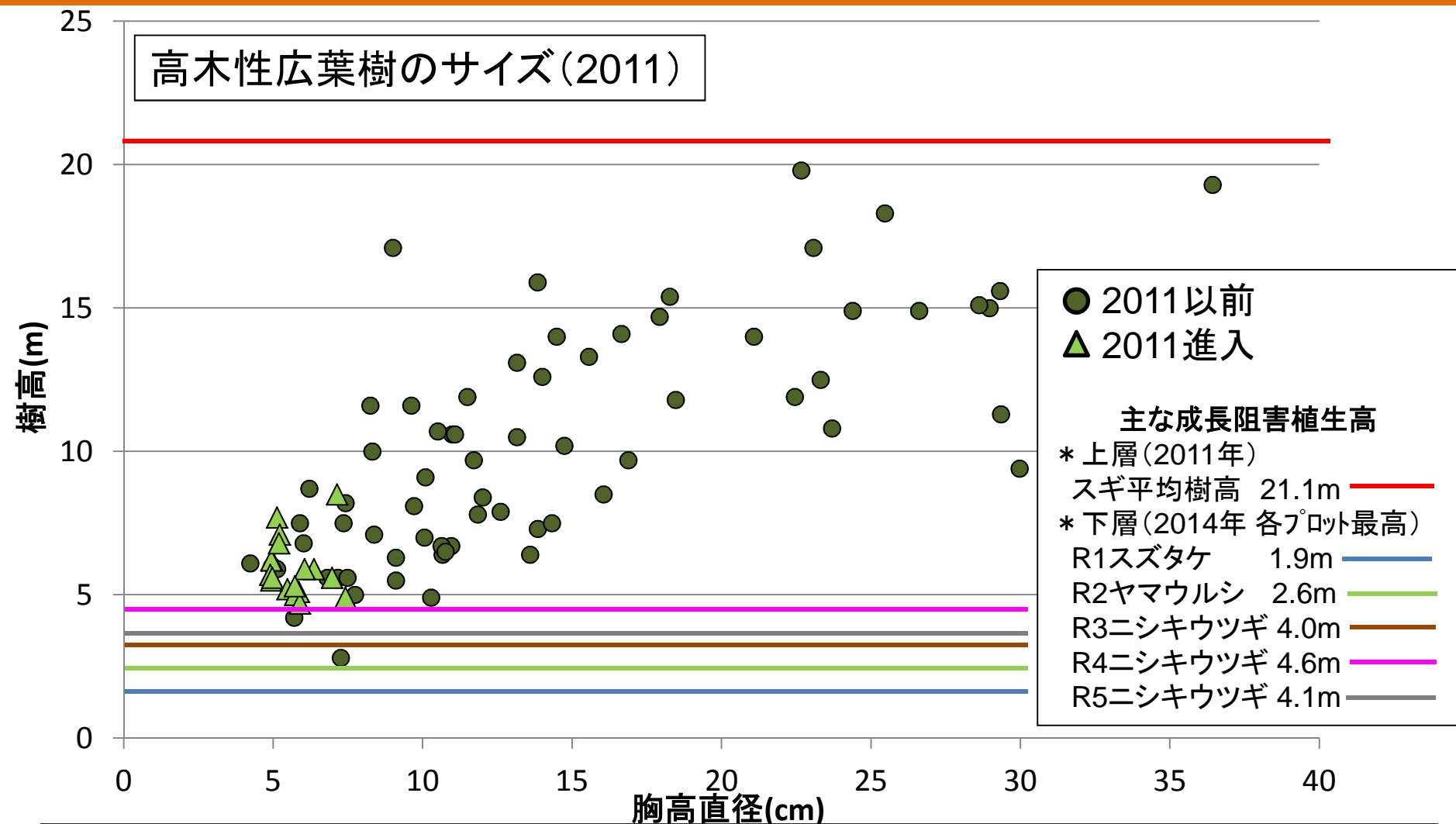
Q.対照林分に近づいているのか (高木性広葉樹の胸高断面積の比率の推移)



- 全体の高木性広葉樹の胸高断面積は25%増加
- 全体の高木性広葉樹の内訳は、対照林分構成樹種とその近縁種に近づいている(59%→65%)
- 全体として溪畔林再生に向けて推移している
- 種の構成はプロットにより偏りがある

高木性広葉樹(胸高直径5cm上)と

成長阻害植生高の比較



高木性広葉樹の多くはスギ人工林造成時からの進入木
新しく進入した高木性広葉樹も競合植生高を脱したのが見られる

2-1.まとめ [高木性広葉樹の推移(胸高直径5cm以上)]

- 伐採率により高木性広葉樹の進入に差が見られた
伐採率「中」「高」で種数・本数・胸高断面積が増加
→高木性広葉樹を進入させるには
上木伐採率50%程度(胸高断面積 \div 材積等)以上必要
- 調査プロットに河川攪乱に依存して更新する種は少ない
- 対照林分は安定した林分である
→大きな攪乱は無かった(安定した溪畔林のモデル)
- 胸高断面積で見ると全体では
対照林分構成樹種とその近縁種に近づいている
(更新木の樹高は更新阻害要因の低木類等を殆どが上回る)
→対照林分構成樹種とその近縁種の組成に近付いており
溪畔林再生に向けて推移している

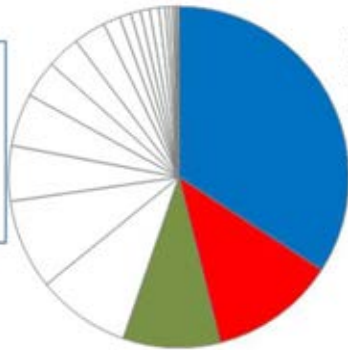
高木性広葉樹の多くはスギ人工林造成時からの進入木

→溪畔林の多様化に向けて、実生による更新は継続するか? 13

2-2. 高木性広葉樹の推移 (樹高3cm以上、胸高直径5cm未満)

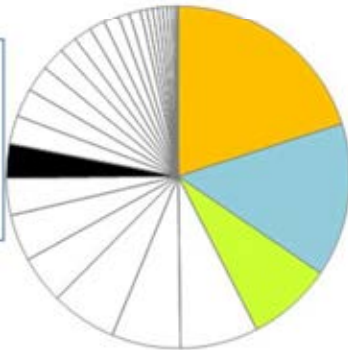
種子源調査 (シードトラップ 周辺約30m)

プロット R1
伐採率低



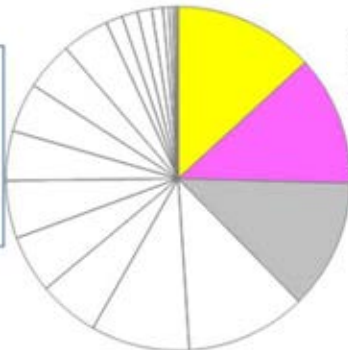
21種78本
BA: 1.49m²
上位1 ■ イタヤカエデ
2 ■ オオバアサガラ
3 ■ ブナ

プロット R2
伐採率中



29種88本
BA: 1.44m²
上位1 ■ ミスナラ
2 ■ オオモミジ
3 ■ ウラジロノキ
(10 ■ コシアブラ)

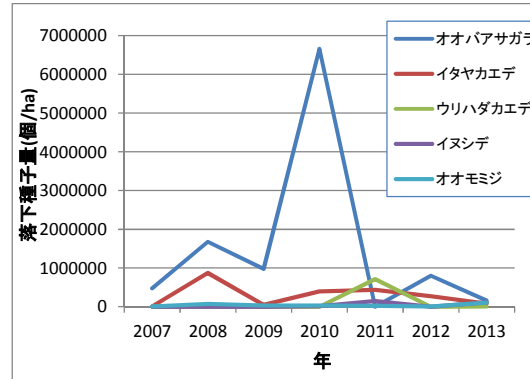
プロット R4
伐採率高



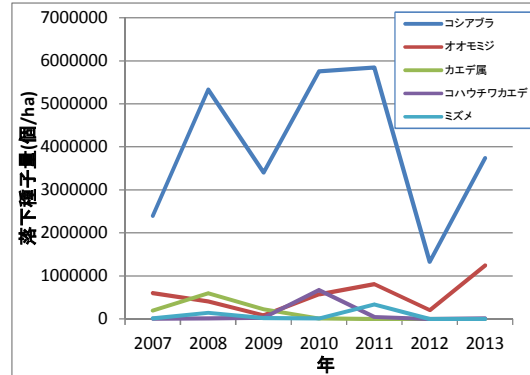
20種54本
BA: 0.85m²
上位1 ■ ミスギ
2 ■ ヤマハンノキ
3 ■ ミツデカエデ

種子源はプロットにより偏り

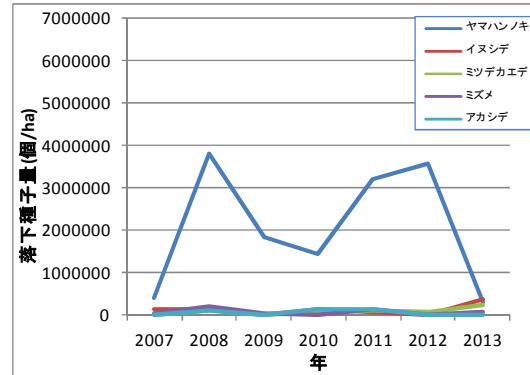
落下種子量 (注:不健全種子含む)



26種 総数15百万粒/ha(7年)
うち種子源同種数 90.6%
種子源調査
・BA比上位の
オオバアサガラ・イタヤカエデ
が多い



30種 総数36百万粒/ha(7年)
うち種子源同種数 93.1%
種子源調査
・BA比下位のコシアブラが
圧倒的に多い
・BA比上位の
オオモミジ多い



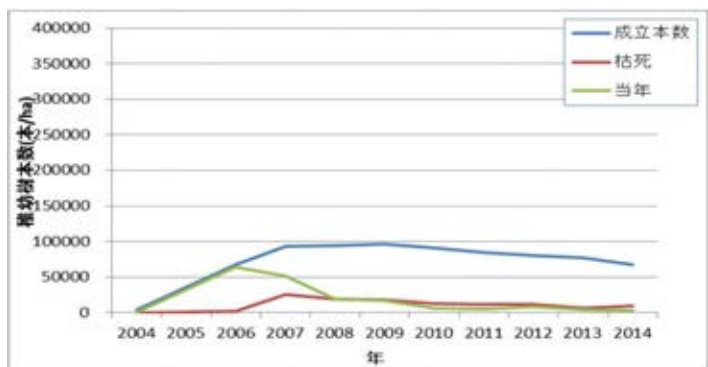
24種 総数18百万粒/ha(7年)
うち種子源同種数 93.7%
種子源調査
・BA比上位の
ヤマハンノキが多い

落下種子は種子源と同種が9割上

実生の定着状況

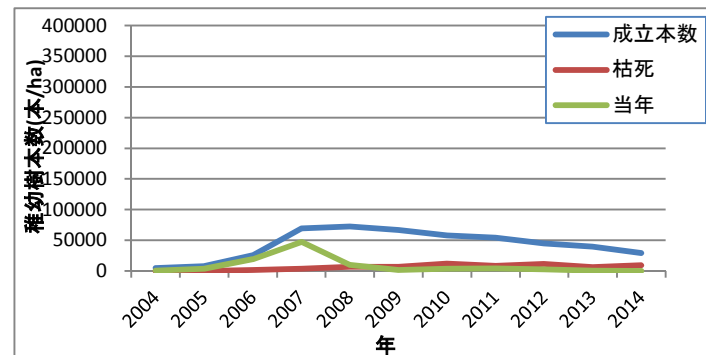
(樹高3cm以上、胸高直径5cm未満)

プロット
R1
伐採率
低
(通常の
間伐)

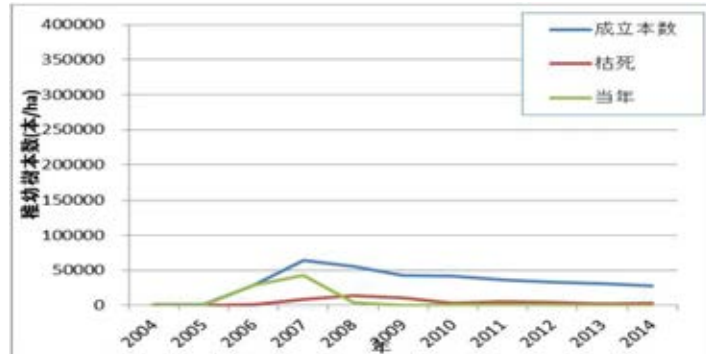


(注・R1 2005年未調査)

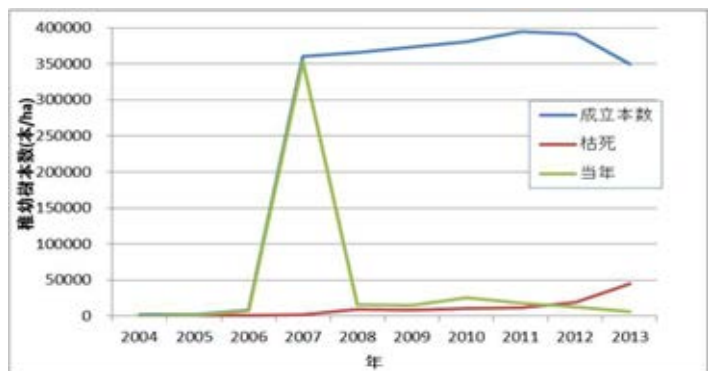
プロット
R3
伐採率
高



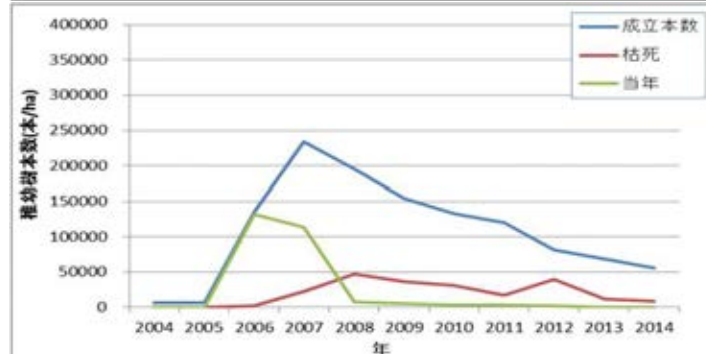
プロット
R4
伐採率
高



プロット
R2
伐採率
中



プロット
R5
伐採率
高



当年実生の定着状況は、伐採率にかかわらず伐採から2・3年目がピーク
 成立本数は当年実生のピークからの推移がプロットにより異なる
 (R1：漸増→維持→漸減、R2：長く漸増→減少、R3・4・5は漸減)

最多当年発生樹種と最多成立樹種の推移

(樹高3cm以上、
胸高直径5cm未満)

年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
プロット R1 伐採率低	最多当年発生樹種	アオダモ	-未調査-	イタヤカエデ	イタヤカエデ	オオバアサガラ	イタヤカエデ	イタヤカエデ	イタヤカエデ	イタヤカエデ	アオダモ	
	(本数/ha)	278	-未調査-	37,500	11,667	8,333	10,833	3,611	1,667	4,722	1,389	2,778
	最多成立樹種	アオダモ	-未調査-	イタヤカエデ	イタヤカエデ	イタヤカエデ	イタヤカエデ	イタヤカエデ	イタヤカエデ	イタヤカエデ	イタヤカエデ	イタヤカエデ
	(本数/ha)	1,667	-未調査-	37,778	38,333	33,333	40,278	40,278	35,278	30,833	29,167	23,889
プロット R2 伐採率中	最多当年発生樹種		イタヤカエデ	コシアブラ	オオモミジ	オオモミジ	オオモミジ	オオモミジ	オオモミジ	オオモミジ	オオモミジ	
	(本数/ha)	0	357	2,500	320,000	11,429	11,786	20,714	14,286	7,500	3,214	2,143
	最多成立樹種	コハウチワカエデ	コハウチワカエデ	コシアブラ	オオモミジ	オオモミジ	オオモミジ	オオモミジ	オオモミジ	オオモミジ	オオモミジ	オオモミジ
	(本数/ha)	714	714	2,857	320,714	325,357	332,143	340,357	347,500	340,357	299,286	270,714
プロット R3 伐採率高	最多当年発生樹種	ヤマグワ	ヤマグワ	ヤマグワ	エゴノキ	エゴノキ	ウリカエデ	ウリカエデ	エゴノキ	ウリカエデ	ミズナラ	
	(本数/ha)	357	1,786	9,286	35,714	7,857	357	1,786	1,429	1,071	357	0
	最多成立樹種	コナラ	コナラ	ヤマグワ	エゴノキ	エゴノキ	エゴノキ	エゴノキ	エゴノキ	エゴノキ	エゴノキ	エゴノキ
	(本数/ha)	714	1,071	11,786	36,071	40,714	37,857	31,429	28,214	20,714	16,429	12,500
プロット R4 伐採率高	最多当年発生樹種			ヤマグワ	エゴノキ	オオモミジ		オオモミジ	ミズキ	オオモミジ		
	(本数/ha)	0	0	13,214	28,929	1,429	0	357	357	357	0	0
	最多成立樹種	サワシバ	サワシバ	ヤマグワ	エゴノキ	エゴノキ	エゴノキ	エゴノキ	エゴノキ	エゴノキ	エゴノキ	エゴノキ
	(本数/ha)	357	357	13,214	28,929	23,214	20,714	18,571	18,214	17,857	16,786	15,357
プロット R5 伐採率高	最多当年発生樹種	ミズキ		オオバアサガラ	オオバアサガラ	オオモミジ	オオモミジ	オオモミジ	オオモミジ	オオモミジ		
	(本数/ha)	313	0	115,313	82,813	2,500	2,188	1,563	2,188	1,250	0	0
	最多成立樹種	カジカエデ	カジカエデ	オオバアサガラ	オオバアサガラ	オオバアサガラ	オオバアサガラ	オオバアサガラ	オオバアサガラ	オオバアサガラ	オオバアサガラ	オオバアサガラ
	(本数/ha)	1,875	1,875	115,313	183,438	143,438	107,500	82,813	68,438	33,438	25,625	19,375

最多当年発生：比較的安定した種子量で耐陰性の高いカエデ属が多い

- ・伐採率(低～中)：最初からカエデ属多い
- ・伐採率(高)：途中からカエデ属が多くなる

最多成立樹種：プロットにより異なる

稚樹の成長

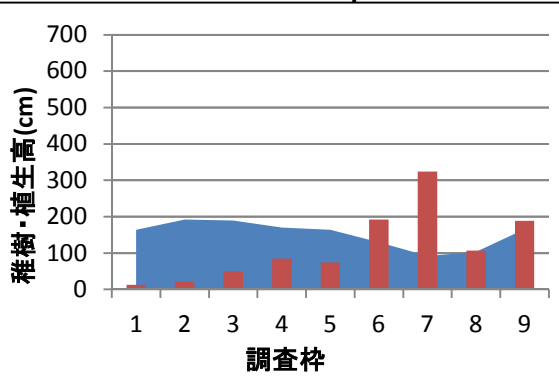
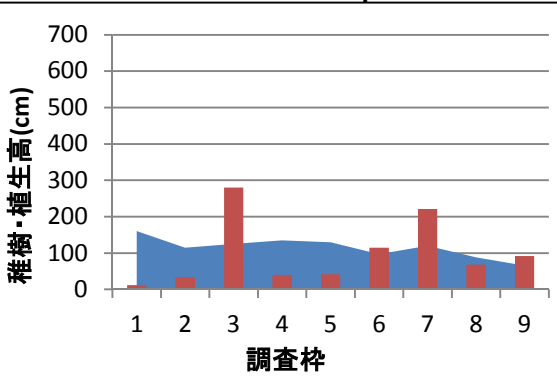
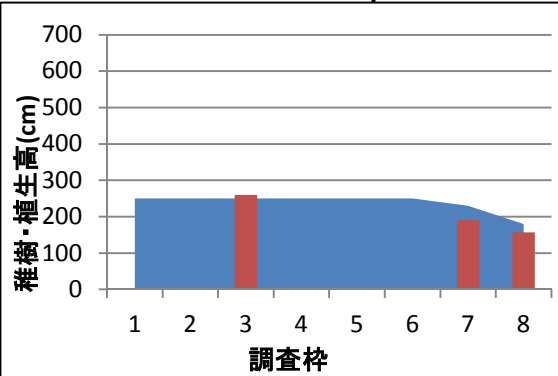
■ 最高稚樹高 ■ 低木類等最高植生高(つる除く)

2004年

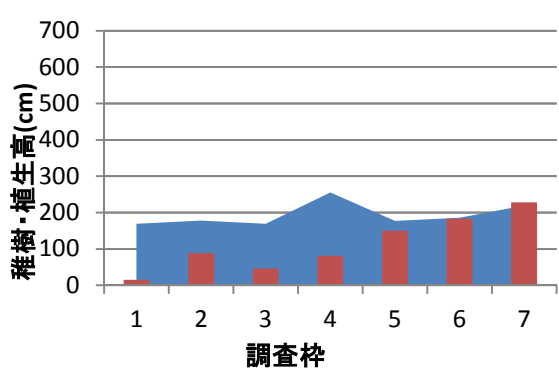
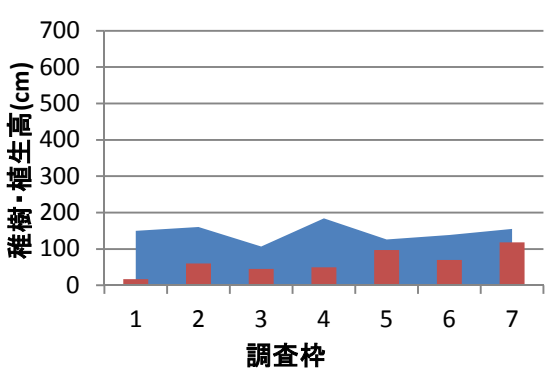
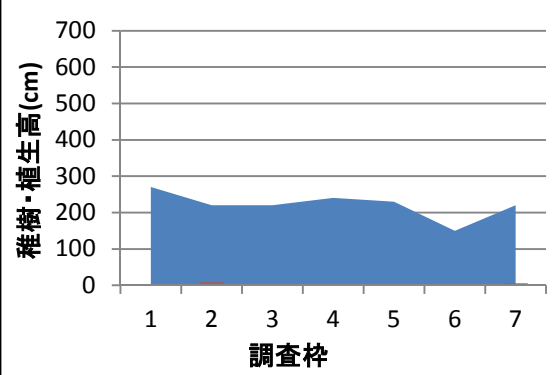
2010年

2014年

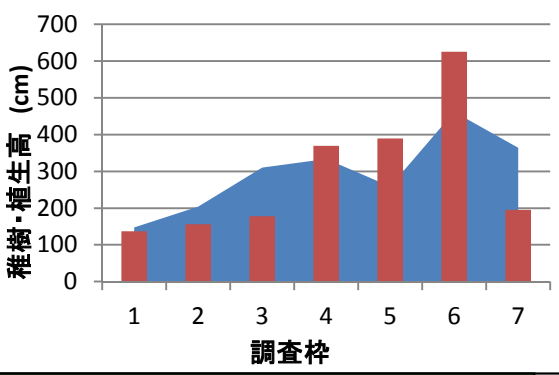
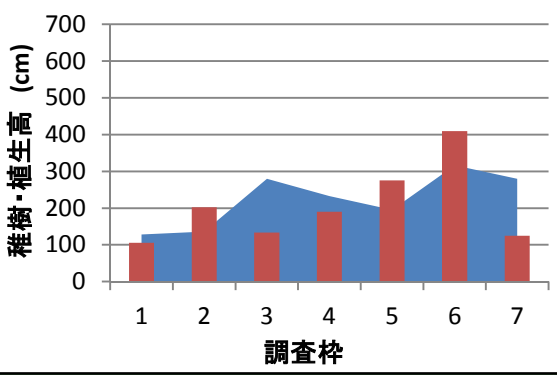
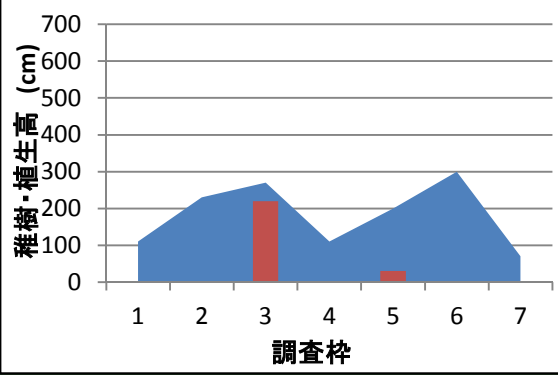
プロット R1
伐採率 低



プロット R2
伐採率 中



プロット R4
伐採率 高

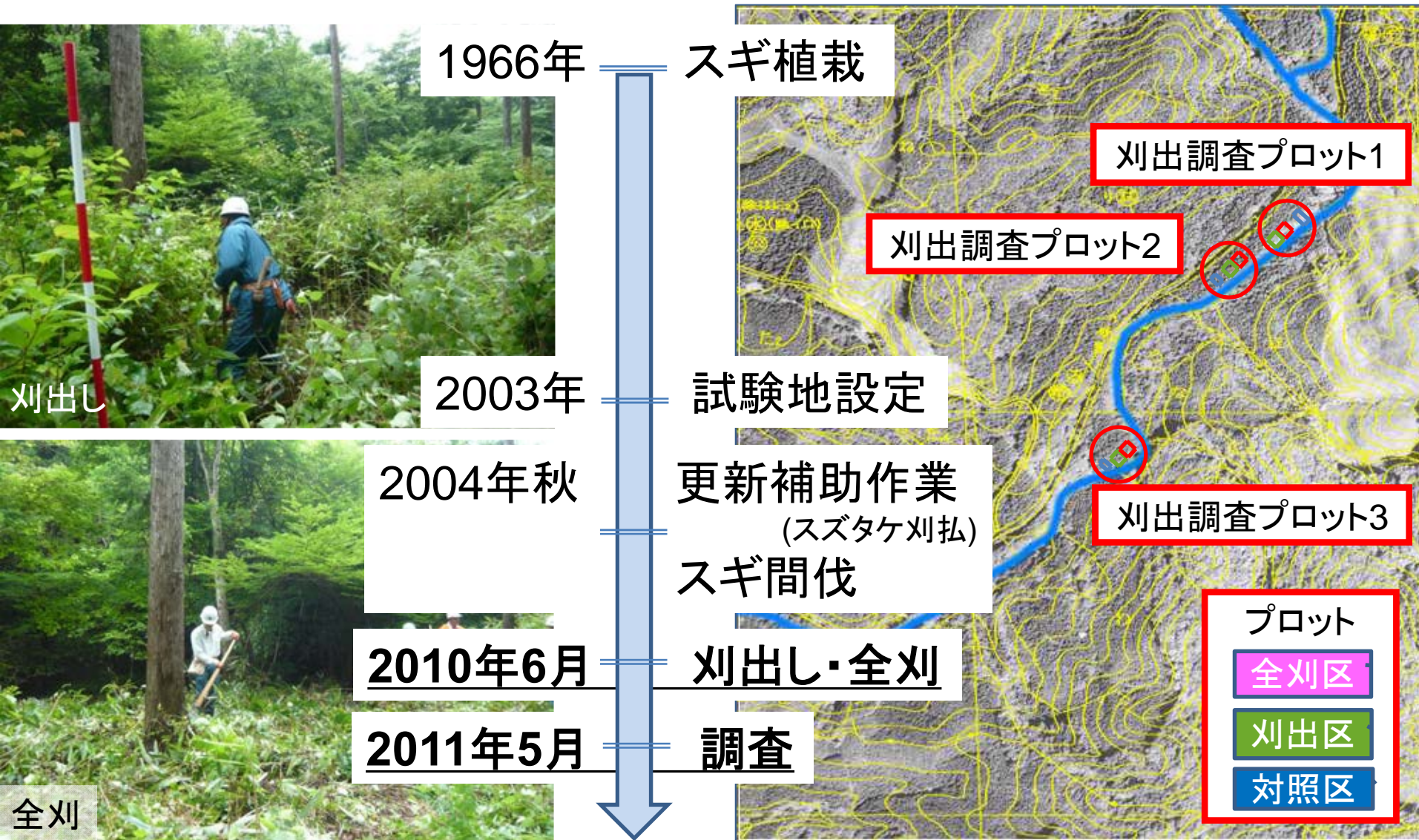


伐採率にかかわらず、各調査区の最高稚樹高は競合する低木類等最高植生高を超えないところが多くある

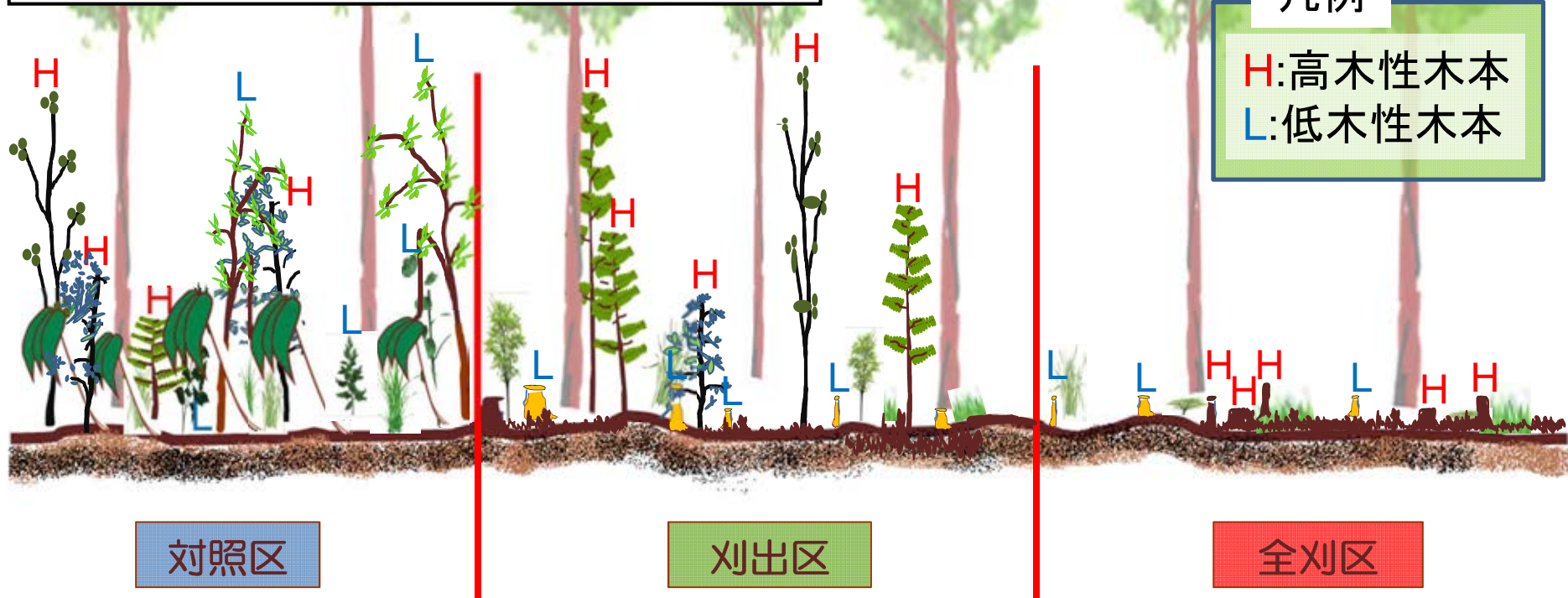
2-2.まとめ [高木性広葉樹の推移(胸高直径5cm未満)]

- 種子源はプロットで偏りがある
 - 落下種子量は種子源と同種が全プロット90%以上
 - 近在の種子源が実生更新に大きく影響する……………『発生条件』
 - 定着状況
 - ・当年実生:伐採率関係なく 2・3年目ピーク
 - 上層の伐採率ではなく下層の繁茂による鈍化と思われる……………『発生条件』
 - ・成立本数:各プロットにより異なる
 - 下層の繁茂状況によるとと思われる……………『定着条件』
 - 最多当年発生実生の推移
 - 先駆的樹種から安定した種子量で耐陰性の高い樹種へ
 - 下層の繁茂状況によるとと思われる……………『定着条件』
 - 稚樹の成長
 - 伐採率にかかわらず各調査区画の最大稚樹高は
 - 競合する低木類を超えないところが多くある……………『成長条件』
- 発生・定着・成長には条件がある
- 新規実生による溪畔林再生は順調に推移しているとは言えない
- 林床の状況により適切な更新補助作業が必要

3-1. 「全刈」「刈出し」「無処理」のいずれを 更新補助作業として選択するのが有効か



全刈・刈出作業の作業例



凡例
 H:高木性木本
 L:低木性木本

対照区

無処理。

刈出区

高木性木本の
 稚幼樹以外を刈払う。

全刈区

全ての
 下層植生を刈払う。

林況

上木の胸高断面積合計
 概ね 25m²/ha前後

作業区 プロット	対照区			全刈区			刈出区		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
植栽木 (スギ)	23.0	19.8	19.4	9.9	24.7	15.1	13.2	22.2	12.8
落葉広葉樹	7.9	6.0	6.6	13.7	12.3	0.5	3.0	8.4	7.0
計	30.9	25.7	25.9	23.6	37.0	15.6	16.2	30.6	19.8

総本数・種数・群集組成・実生、萌芽の推移

更新稚樹 総本数の推移

区域	プロット	本数密度 (万本/ha)				
		2009年	2010年	2011年	2012年	2013年
対照区	1	0.6	0.7	1.1	1.4	1.5
	2	2.9	2.2	1.8	1.8	1.0
	3	5.5	8.1	7.4	5.9	5.2
全刈区	1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3
	2	0.1	1.0	1.2	1.3	1.3
	3	0.7	1.8	4.2	4.5	4.5
刈出区	1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
	2	3.5	4.3	4.0	3.6	3.6
	3	1.7	2.1	2.5	2.7	2.7

*注:30cm以上となった個体数

全刈区・刈出区で増加

更新稚樹 種数の推移

区域	プロット	種数				
		2009年	2010年	2011年	2012年	2013年
対照区	1	6	7	8	8	8
	2	8	7	7	8	8
	3	13	16	19	16	17
全刈区	1	2	4	5	5	5
	2	2	5	8	7	7
	3	9	14	16	16	16
刈出区	1	2	2	5	6	6
	2	9	14	13	14	14
	3	14	15	19	20	20

*注:30cm以上となった個体数

全刈・刈出区で増加

2013年の成立本数に基づく群集組成

樹種	対照区			全刈区			刈出区		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
エゴノキ	1.9	6.3	8.8	0.6	7.2	4.4	1.3	11.3	5.0
サワシバ			1.3			10.6			0.6
アカシデ	1.3		1.9			8.1			2.8
ミズメ	0.6	0.6	3.1			6.9		0.3	1.6
ミズキ			1.3	0.9	0.6	2.5	0.6	0.3	1.9
イヌシデ	1.3	0.6	3.1			2.2			3.4
アオダモ			0.6			2.8			0.3
その他(23種)	14.4	8.8	18.1	1.3	3.4	6.9	0.0	5.0	8.1
ヤマハシノキ		1.9						9.1	0.6
オオバアサガラ			20.0		0.9			10.0	0.9

刈出・全刈り区では
サワシバ・アカシデ・ミズメなど
『かばのき科』が多く更新

*注:30cm以上となった個体数

実生・萌芽発生の推移

区域	形態	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年
対照区	1	5.6	4.4	5.0	3.1	3.1
	2 実生	5.6	0.6	0.6	0.6	
	3	16.3	19.4	5.6	3.1	0.6
全刈区	1			1.3	0.6	
	2 実生			4.1	2.2	2.8
	3			4.7	21.6	2.2
刈出区	1	0.6				
	2 萌芽	1.3	3.4			1.3
	3	7.2	8.4	1.3	1.9	
刈出区	1 実生			0.3	0.9	
	2	未区分	6.9	0.9	1.6	
	3		3.4	5.0	0.3	
刈出区	1 萌芽					0.3
	2	未区分	0.9			
	3					

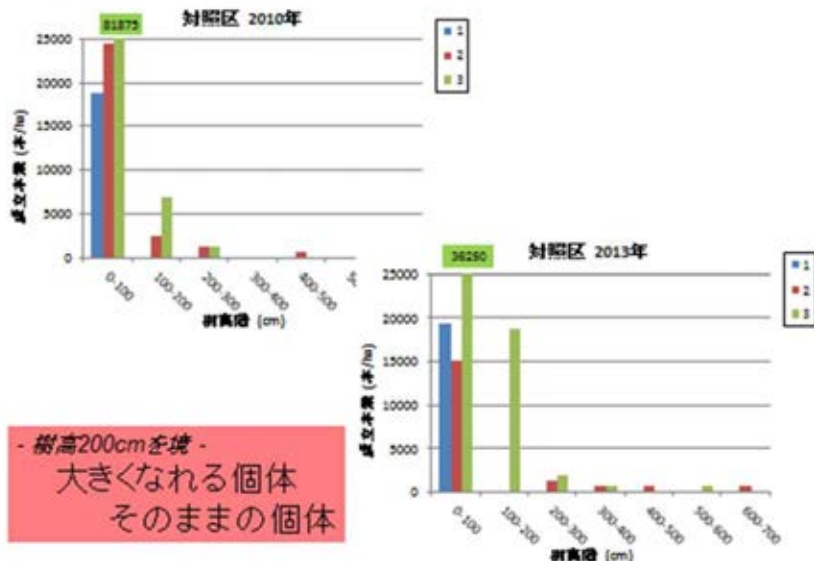
*千本/ha

初期は萌芽、後半は実生の発生
実生の発生は全刈りの方が多い

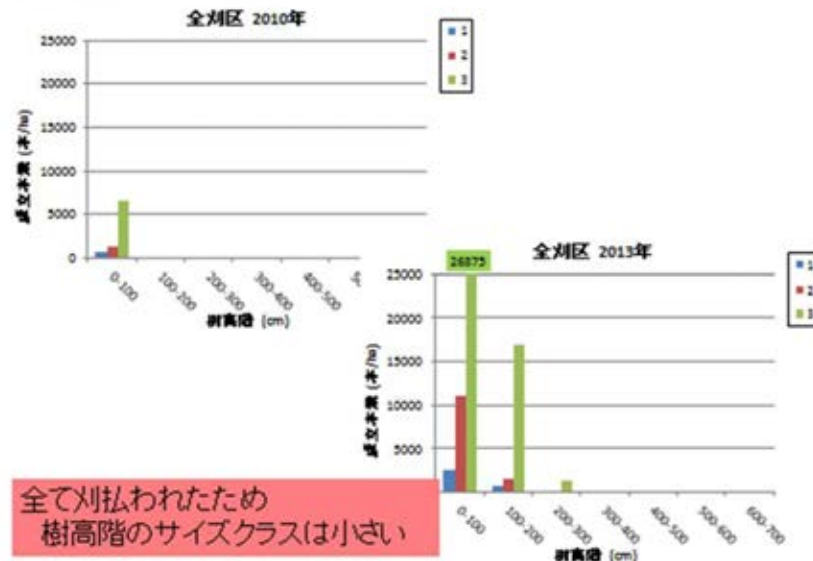
*注:30cm以上となった個体数

各作業での高木性木本の樹高の推移

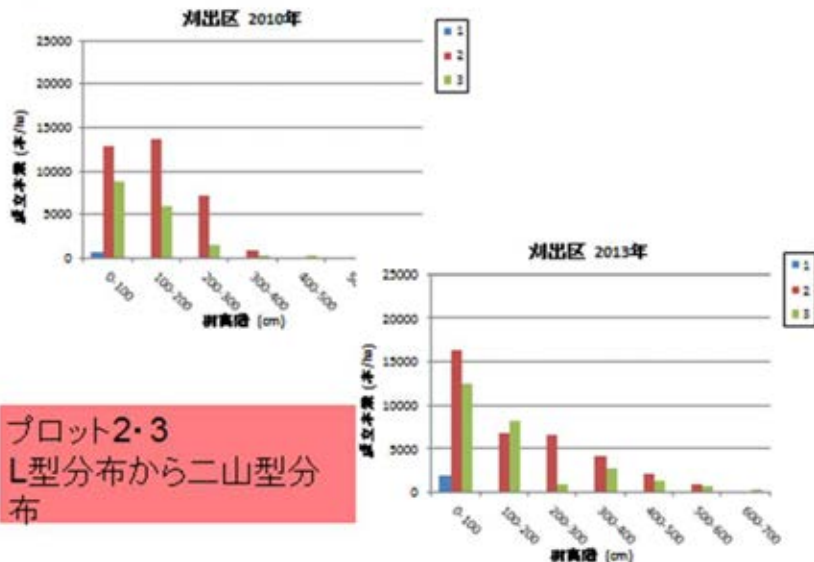
対照区 樹高階分布



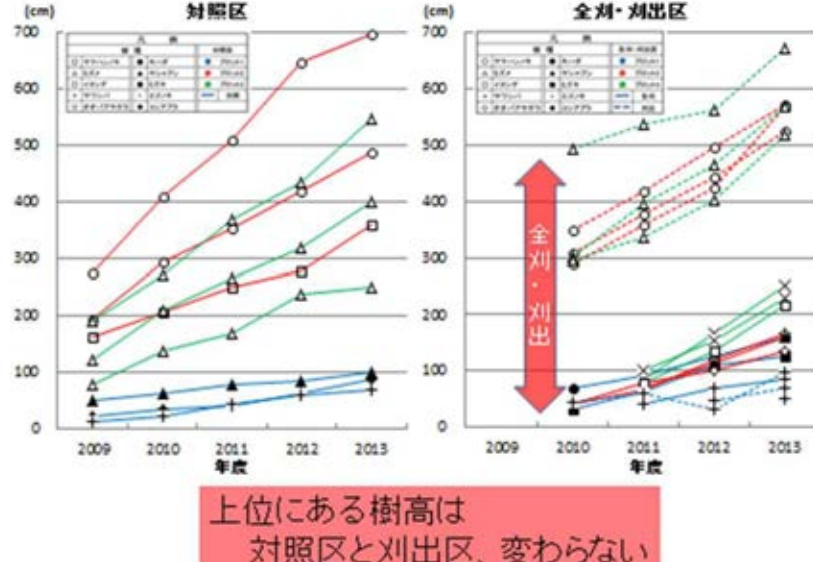
全刈区 樹高階分布



刈出区 樹高階分布



上位3位までの樹高の推移



各作業区の特徴

対照区

全刈区

刈出区

本数密度	減少	増	加
主な更新種	エゴノキ サワシバ・アカシデ		
更新形態	実生	初期:萌芽 後半:実生	実生* <small>*(新規侵入木)</small>
樹高サイズ	被圧される個体と成長出来る個体に (最大個体は600-700cm)	サイズは小さい (最大個体は200-300cm)	被圧される個体と成長出来る個体に (最大個体は600-700cm)