

天然更新の可能性を 今ある人工林から判断する

(独)森林総合研究所 九州支所

田中 浩

「広葉樹林化プロジェクト」課題

1. 更新予測技術の開発

(2) 施業地レベルでの更新
予測手法の開発
での成果。

今日の発表

- はじめに
 - 天然広葉樹林での更新
 - 前生稚樹の重要性
- 前生稚樹の侵入予測モデル
- 埋土種子の貢献は？
- 強度の抜き切り後の実生・稚樹は？
- おわりに

はじめに

広葉樹林化

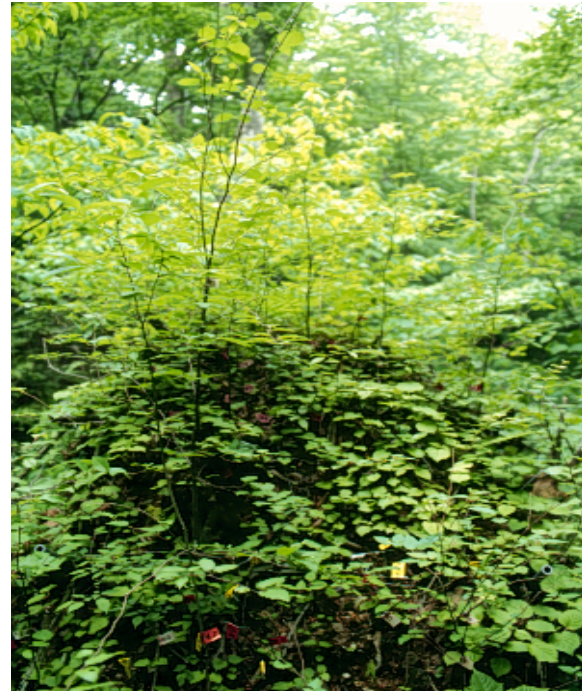
人工林を、本来の自然植生である

多様な樹種が入り混じった

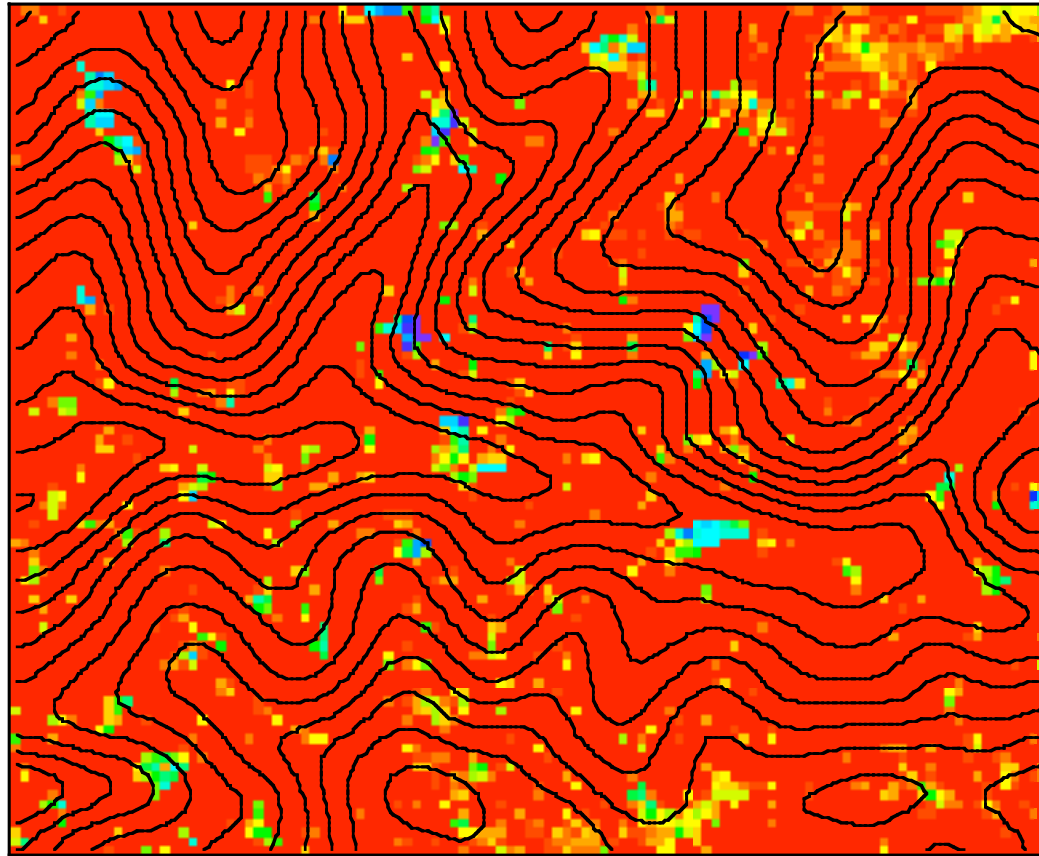
混交林や広葉樹林へ誘導する

← 抜き切りを行う

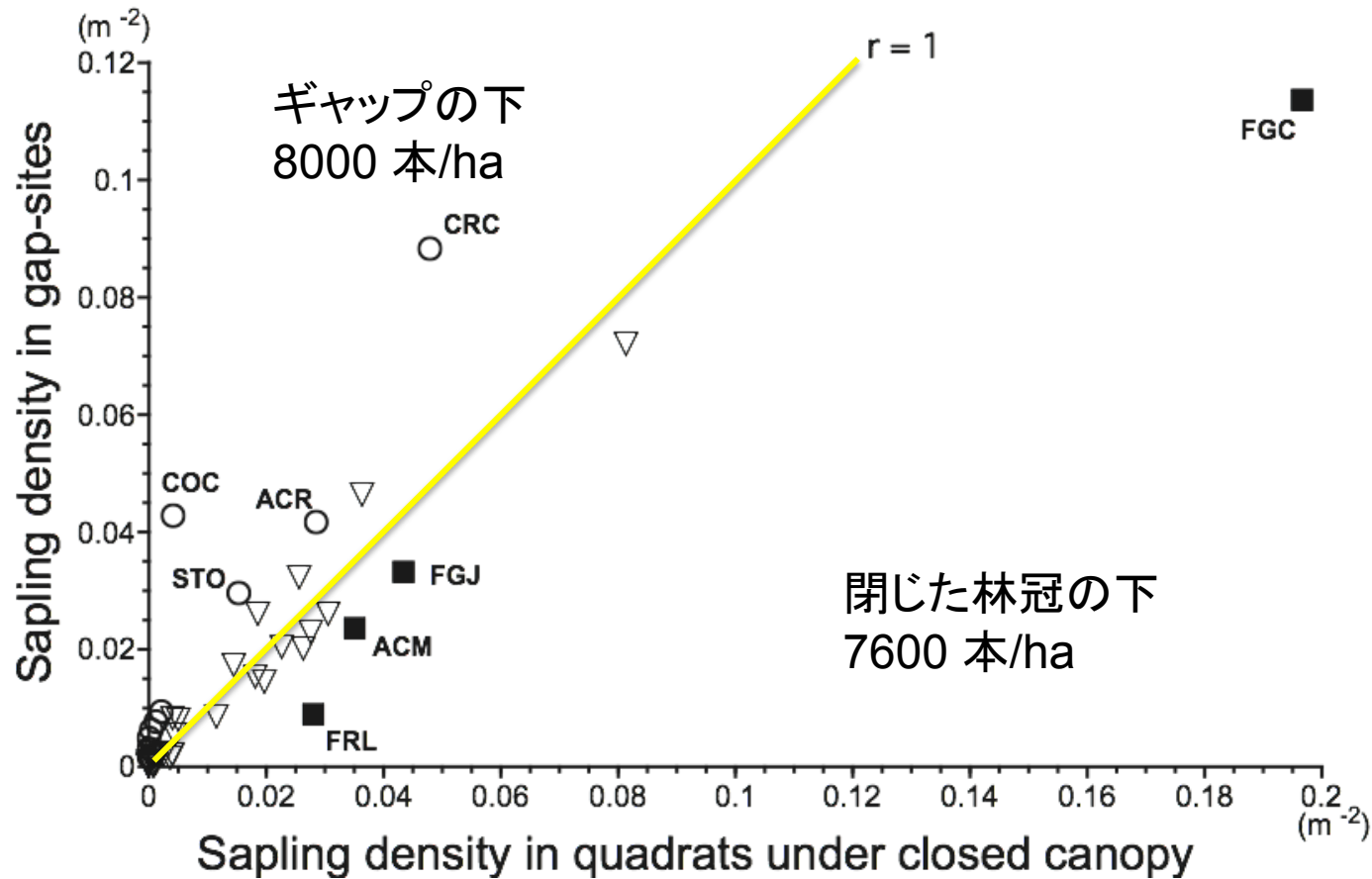
抜き切り→林冠ギャップ (更新場所)を作り出す



成熟した落葉広葉樹林(小川) での林冠ギャップ



成熟した落葉広葉樹林 稚樹組成と密度



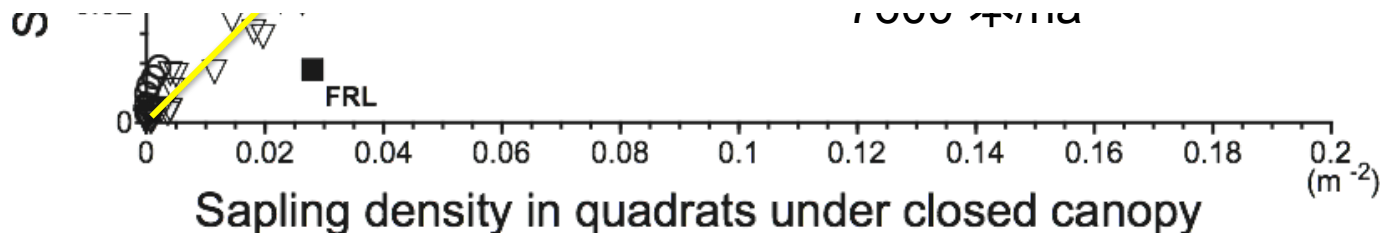
成熟した落葉広葉樹林 稚樹組成と密度



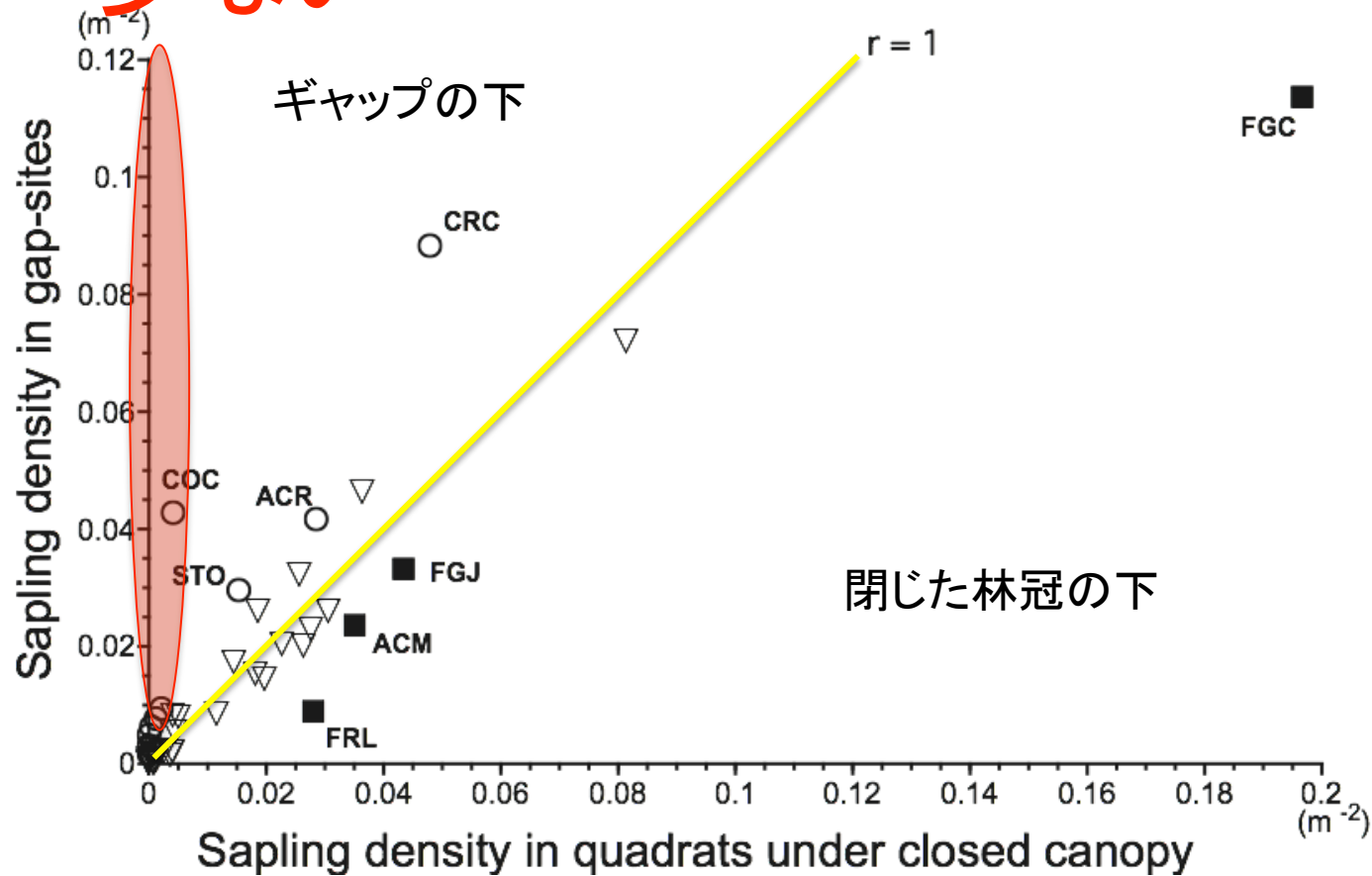
ギャップ下での密度と閉じた林冠下の稚樹密度には、高い相関
→ギャップの稚樹の密度と組成を決めるのは、

前生稚樹！

落葉広葉樹天然林での稚樹（高さ30cm以上2m以下）密度は、
7-8000本／ha



埋土種子、種子散布起源 少ない



このプロジェクトで検討

- すでにある更新材料
 - 前生稚樹
 - 埋土種子
- 新規移入する更新材料
 - 散布種子

前生稚樹の 侵入予測モデルをつくる

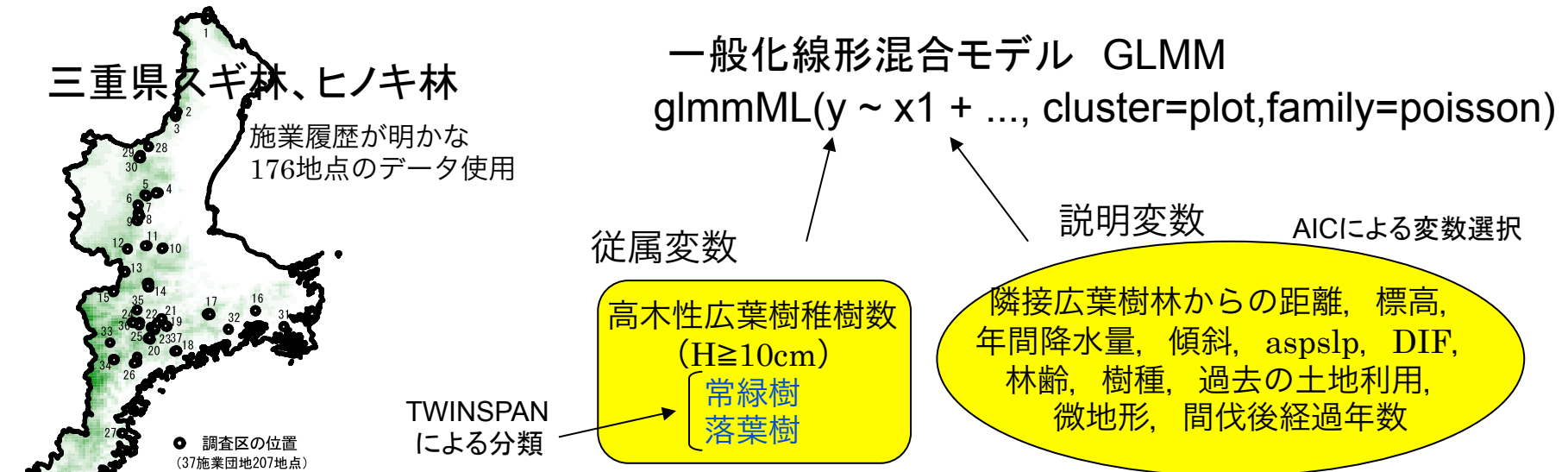
その適用可能性・地域性をさぐる

北海道のカラマツ林、トドマツ林、
本州中部（山梨県）のカラマツ林、スギ林
本州中部（三重県）のスギ林、ヒノキ林、
九州北部（福岡県）のスギ林、ヒノキ林、
において、
侵入広葉樹稚樹密度の予測モデルを構築した。

人工林林床の 前生稚樹密度を 決める要因は？



各地域での稚樹数予測モデルの構築



常緑広葉樹 Nagelkerkeの $R^2=0.54$

稚樹数 (本/100m²) = $\exp[0.18816(\text{切片})$
 $-0.00193 \times \text{広葉樹林からの距離(m)**}$
 $+1.29543 \times \text{樹種(スギ0, ヒノキ1)***}$
 $-0.00523 \times \text{標高(m)***}$
 $+0.00074 \times \text{年間降水量(mm)**}$
 $+0.02387 \times \text{傾斜(°)*}$
 $+0.07470 \times \text{DIF(%)**}$
 $-0.02485 \times \text{林齢(年)ns}$
 $+0.05149 \times \text{間伐後経過年数(年)ns}]$

落葉広葉樹 Nagelkerkeの $R^2=0.33$

稚樹数 (本/100m²) = $\exp[-1.29449(\text{切片})$
 $-0.00243 \times \text{広葉樹林からの距離(m)***}$
 $+0.98240 \times \text{樹種(スギ0, ヒノキ1)***}$
 $+0.00232 \times \text{標高(m)***}$
 $-0.00077 \times \text{年間降水量(mm)**}$
 $+0.48215 \times \text{aspslpns}$
 $+0.07774 \times \text{DIF(%)**}$
 $+0.04761 \times \text{林齢(年)**}$
 $-0.10287 \times \text{間伐後経過年数(年)**}]$

$H > 10\text{cm}$, *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

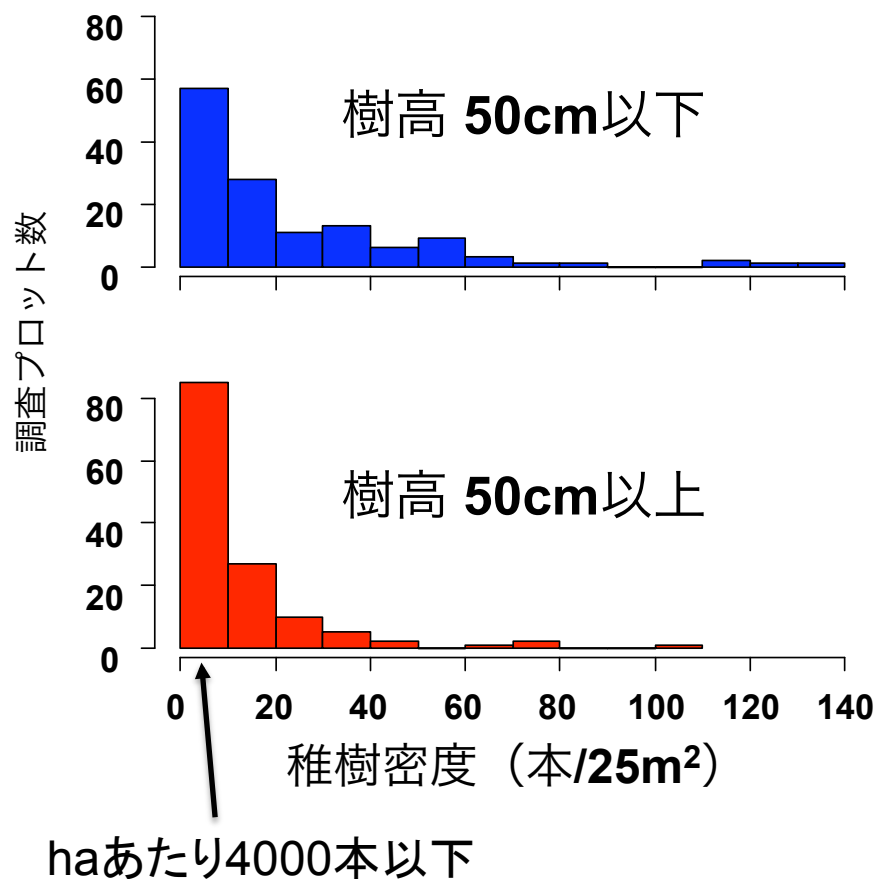
©島田博匡(三重県林業研究所)

稚樹の侵入・定着を決める要因

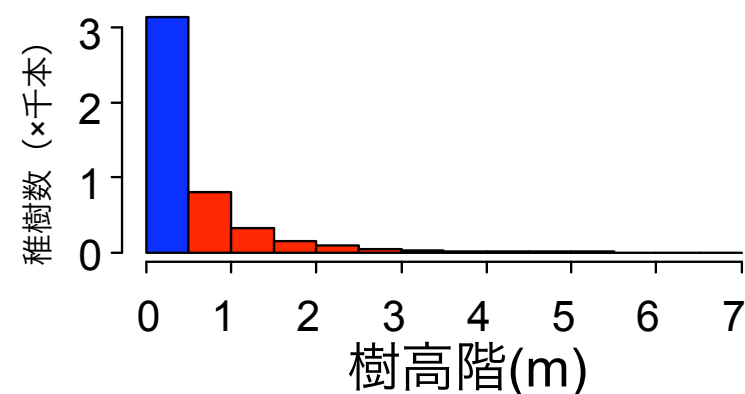
要因	効果	因果関係、特徴
林 齢	+	更新機会（種子散布量, 間伐回数）、特に落葉広葉樹
広葉樹林からの距離	—	種子散布量（風＞鳥被食 $\geq$ 貯食）
斜面傾斜角	+	尾根部 重力散布型の侵入
土地履歴（広葉樹林）	+	常緑樹で顕著
間伐後の経過年数	—	間伐により侵入
標高	+ or —	常緑—落葉、植生帯で異なる

前生稚樹のサイズ、密度

稚樹密度分布

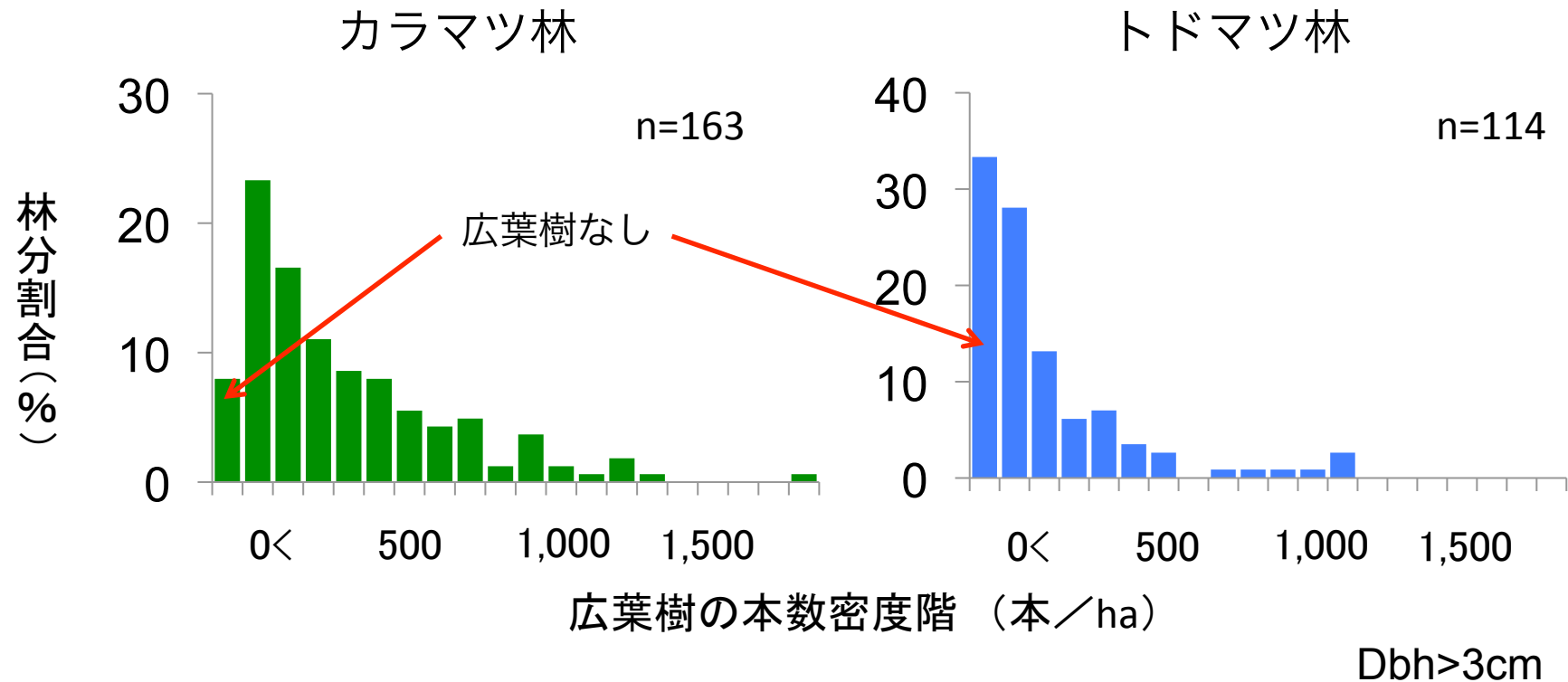


樹高階分布



前生稚樹密度は、haあたり
4000本以下と、低い林分が
多い。
樹高50cm以下の小個体が
多い。

広葉樹の本数階別林分割合

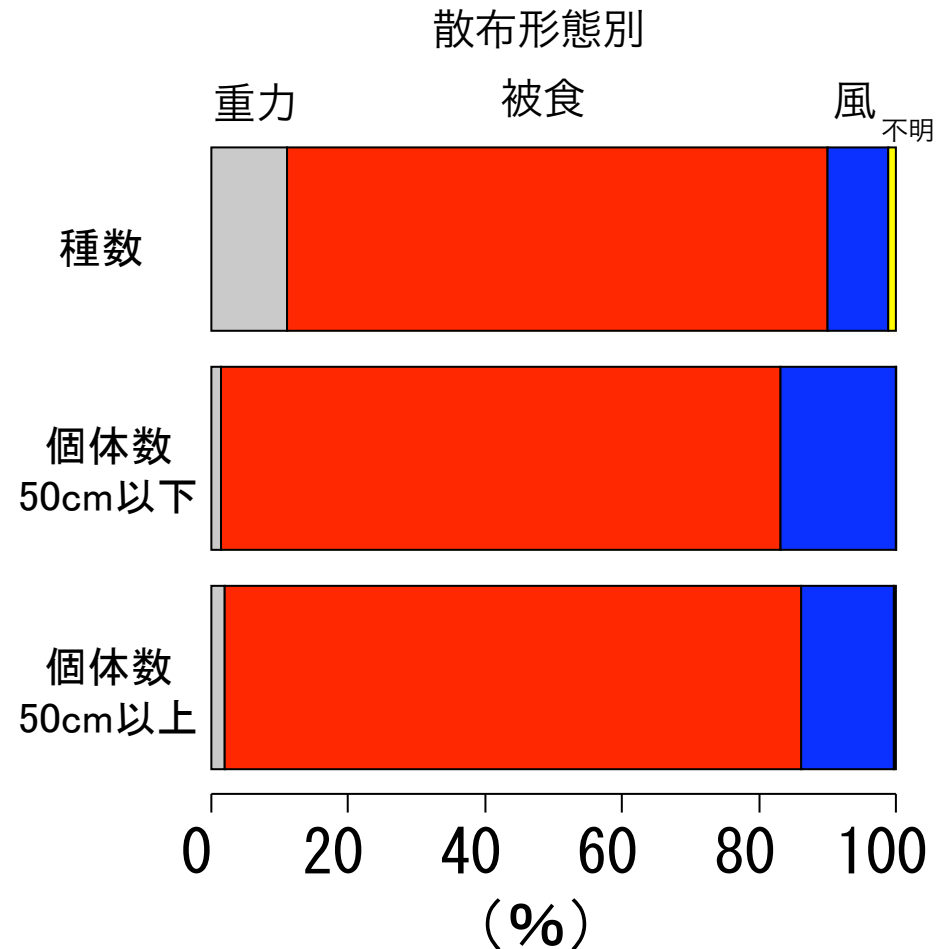


広葉樹が混交しない林の割合は、カラマツ林で8%、トドマツ林で33%であった。トドマツ林ではカラマツ林に比べ、混交林への誘導は難しいと予想される。

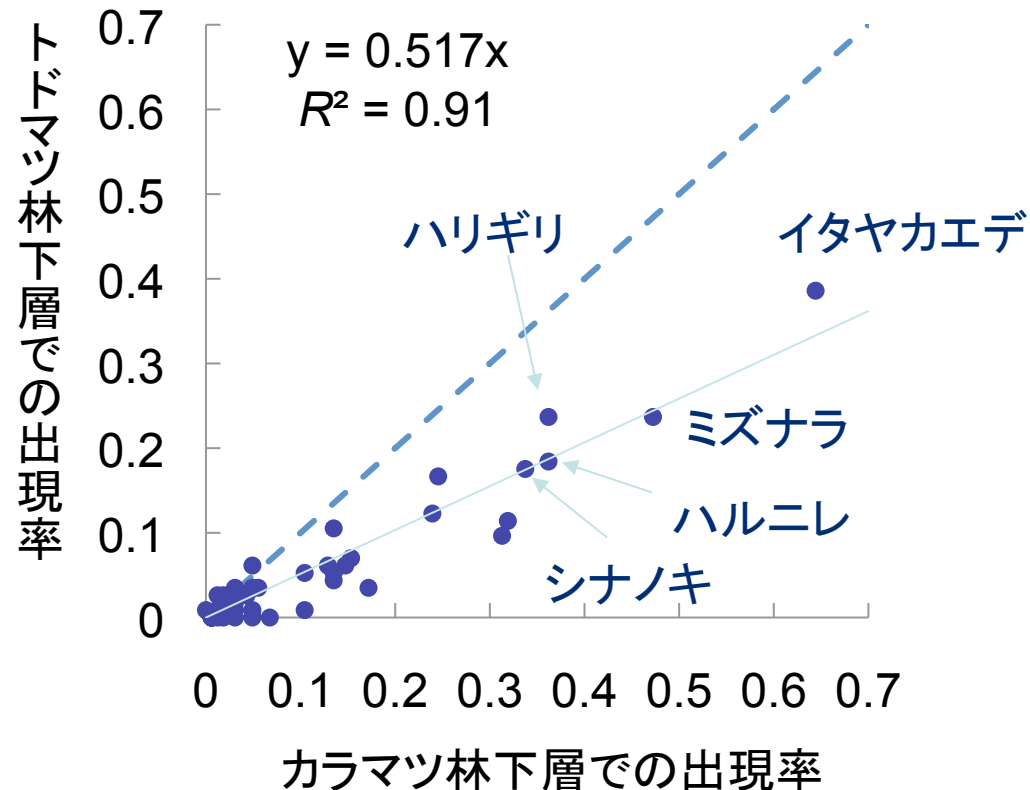
前生稚樹の散布型(暖温帯)

- 種数, 個体数とも被食散布型の割合が圧倒的に多い。
- 重力散布型のシイ・カシ類は個体数が非常に少ない。

冷温帯域のブナにも共通



広葉樹の樹種別出現率



カラ・トドで出現率に差はあるが、順位は一致。
天然林の主要構成樹種の出現率が高い。
北海道では、種組成としては天然林へ近い林へ誘導可能。

前生稚樹の組成・密度

- いくつかの重要な要因が抽出できた
(一定の予測が可能)
- ただし、多くの林分で密度が低い
(どの程度の密度なら更新可能かはまだ不明)
- 遷移後期の天然林の組成から欠ける要素がある
(抜き切り後の散布による補充も重要)

埋土種子の貢献

強度抜き切り後の
広葉樹実生の発生・定着への
埋土種子の貢献は？



結論を先に言うと、埋土種子からの発生実生
→パイオニア、低木種

多雪地スギ林の例(群馬)

樹種	林縁				林内			
	広葉樹林からの距離			林縁計	広葉樹林からの距離			林内計
	35m(1区)	15m(2区)	5m(3区)		60m(4区)	35m(5区)	10m(6区)	
スギ	5	9	12	26	3	9	2	14
アカマツ	1	0	10	11	0	6	5	11
コナラ	0	0	0	0	55	6	60	121
ヤマハギ	81	48	45	174	50	71	39	160
ノリウツギ	5	8	7	20	6	1	3	10
サンショウ	2	5	2	9	5	0	2	7
モミジイチゴ	2	0	3	5	1	1	0	2
クワ	0	1	0	1	0	2	2	4
ヤマウルシ	0	0	4	4	0	0	1	1
サクラsp	1	0	0	1	0	1	1	2
タラ	0	0	0	0	0	1	2	3
ヌルデ	0	1	0	1	0	0	2	2
サルナシ	0						0	2
カエデsp	0						0	1
エノキ	1						0	0
不明木本	2	0	1	3	3	3	1	7

パイオニア、低木種

北九州スギ・ヒノキ林の例

種名	調査									
	スギ林					ヒノキ林				
ヒサキ	118	75	86	3	6	124	74	135	99	
リュウブ	7					15	14	47	87	
カスガシヨウ	7	2	17			7	6	4	9	
イヒヅリ	5	5	12			4	2	4	3	
タノキ	8	1	12			2	3	1	7	
アカメカシ	3	3	6			1	1	1	3	
ヌルデ		1	1			2	3	1	1	
イサヅシヨウ	1	1				3	1	2		
ササ										
アハ										
ヤブ										
コガクツキ		2								
カシ						1				
クスノキ								1		
クサ		1								
シダモ	1									
ナミノキ									1	
ノリウツキ	1									
ハマクサ			1							
ヤマハギ								1		

パイオニア、低木種

発生実生の種組成と種子源 (四国ヒノキ林)

常緑樹林帯

樹種	生活形 ^a	先駆種	散布型	密度 (本/m ²)	種子源 ^b	
アカメガシワ	高木	○	被食	4.42	埋	散
ハマセンダン	高木	○	被食	1.17	埋	散
カラスザンショウ	高木	○	被食	0.83	埋	
イイギリ	高木	○	被食	0.58	埋	
ホソバタブ	高木		被食	0.33		散
イヌガシ	高木					
モッコク	高木					
ヤマビワ	高木		被食	0.08		散
リンボク	高木		被食	0.08		散

冷温帯域

樹種	生活形 ^a	先駆種	散布型	密度 (本/m ²)	種子源 ^b	
アカメガシワ	高木	○	被食	0.42	埋	
カナクギノキ	高木		被食	0.25		
ヤマウルシ	高木	○?	被食	0.14		
ヒサカキ	高木		被食	0.11	埋	
			風	0.03		
			重力(貯食)	0.03		
			風	0.03		散
ハイノキ	高木		被食	0.03		

パイオニア、低木種

・間伐区のみ、密度 (/m²) の平均値を示す

^a ■...落葉樹、■...常緑樹

^b ■埋...埋土種子、■散...散布種子

- 常緑樹林帯: 埋土種子由来の先駆性落葉樹(アカメガシワなど)が優占
- 落葉樹林帯: 当年生実生の密度自体が低い

埋土種子の貢献

間伐後の埋土種子起源の発生実生

ほとんど遷移初期(パイオニア)種

低木性種

低密度

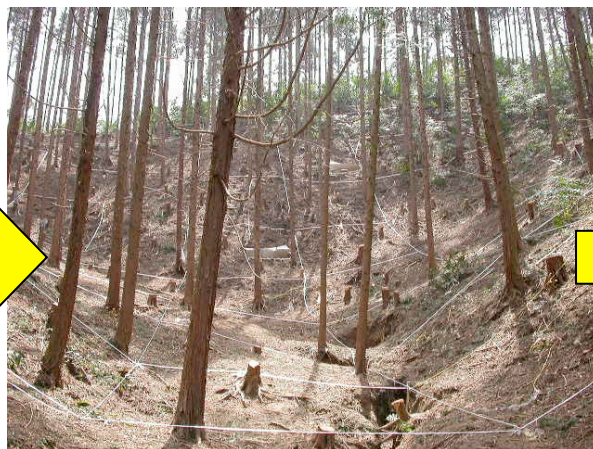
- 植生の被覆には貢献する
森林の回復に直ちに結びつかない

抜き伐り後の広葉樹の侵入・成長

間伐前 (2005)



間伐直後 (2006.6)

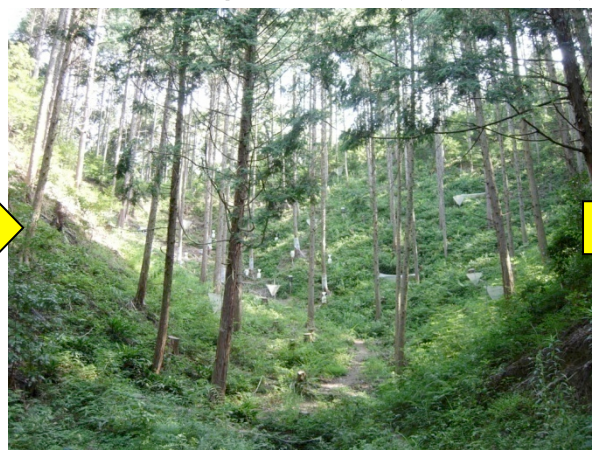


1成長期経過後 (2006.10)

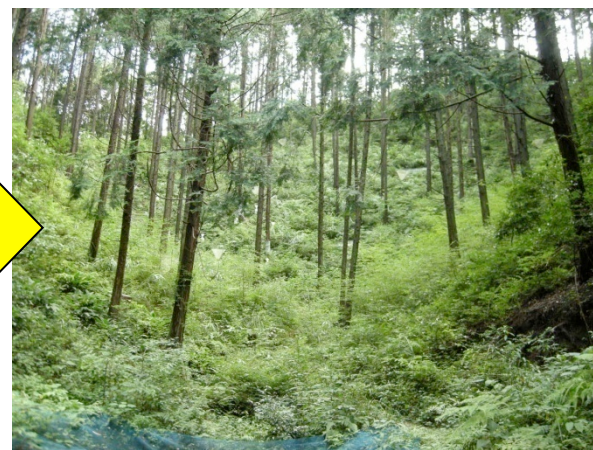


本数率62% (材積率51%)

2成長期経過後 (2007.10)



3成長期経過後 (2008.10)

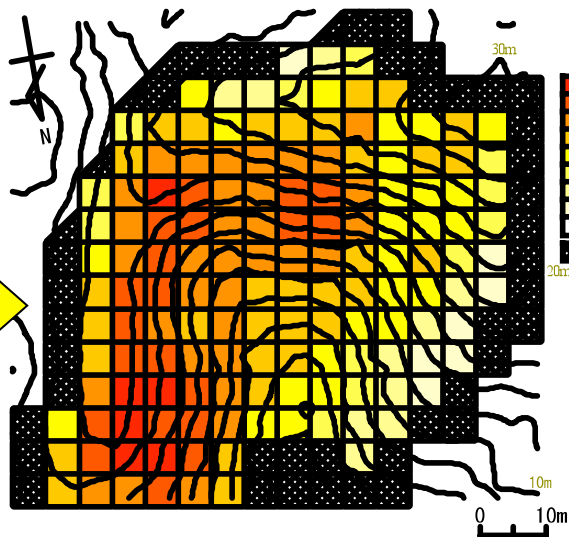


光条件（相对散乱光強度）の変化

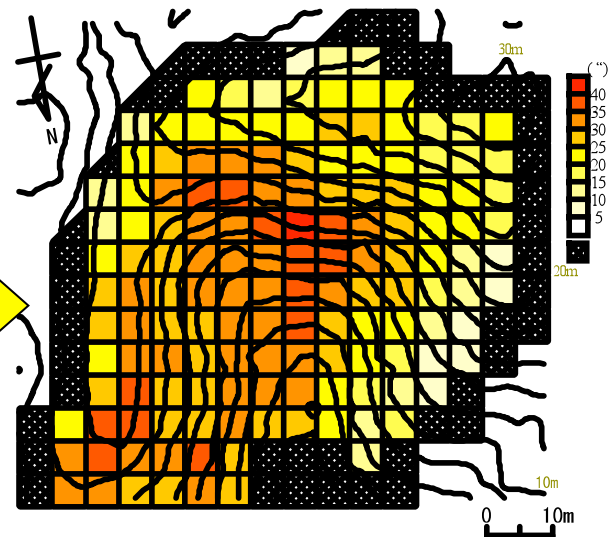
間伐前 (2005)



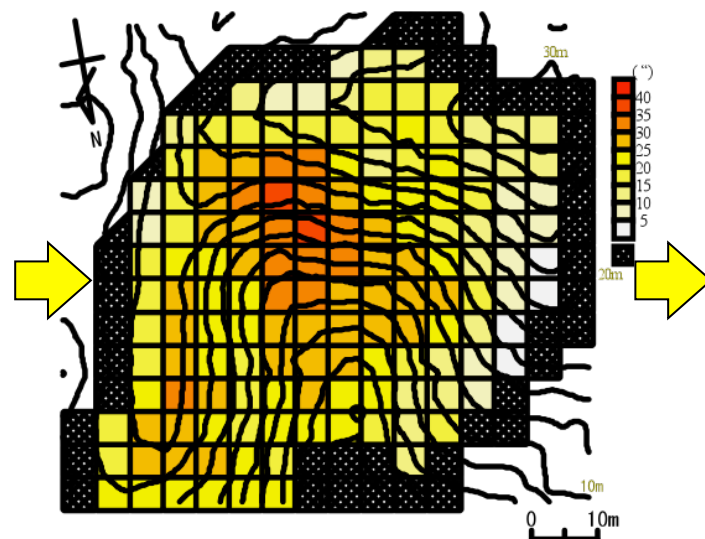
間伐直後 (2006.6)



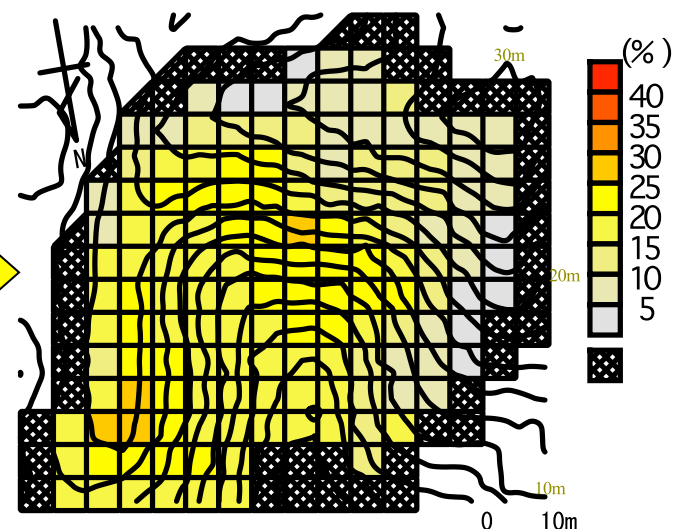
1成長期経過後 (2006.10)



2成長期経過後 (2007.10)



3成長期経過後 (2008.10)



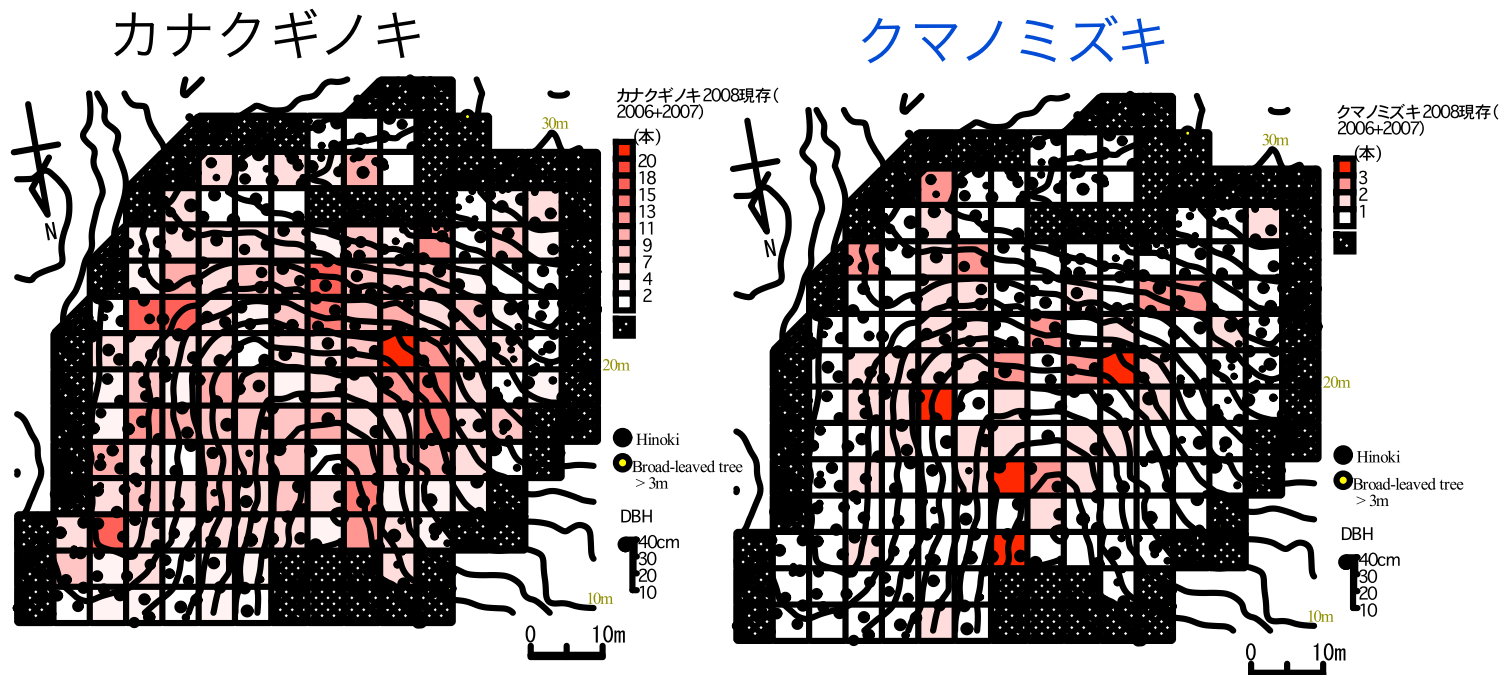
地上高1.2m

間伐前平均2.7%
間伐直後平均
26.7%に上昇.

鳥散布 落葉樹 前生稚樹不在

間伐後，急激に増加。
多くは、埋土種子起源

谷底や斜面部に分布

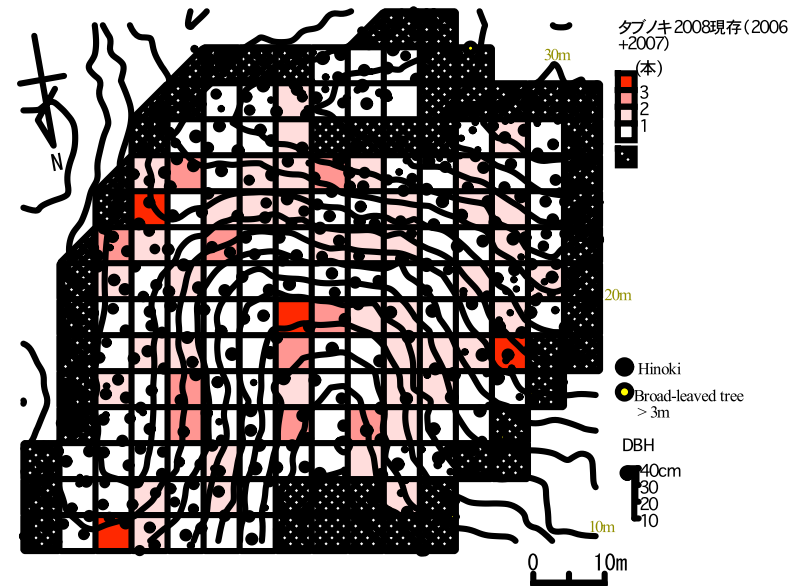


鳥散布 常緑樹 前生稚樹存在

抜き伐り後, 徐々に増加.
散布種子によっても侵入

全域に分布

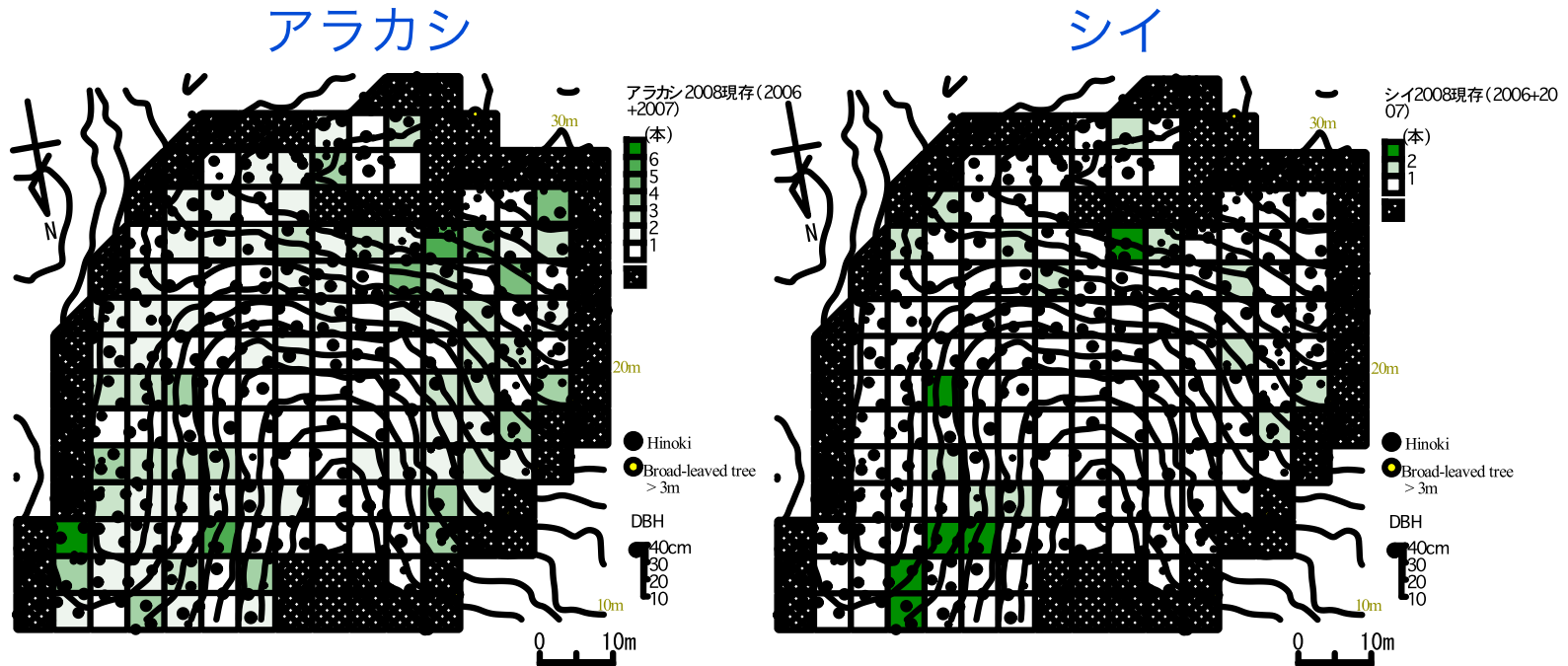
タブノキ



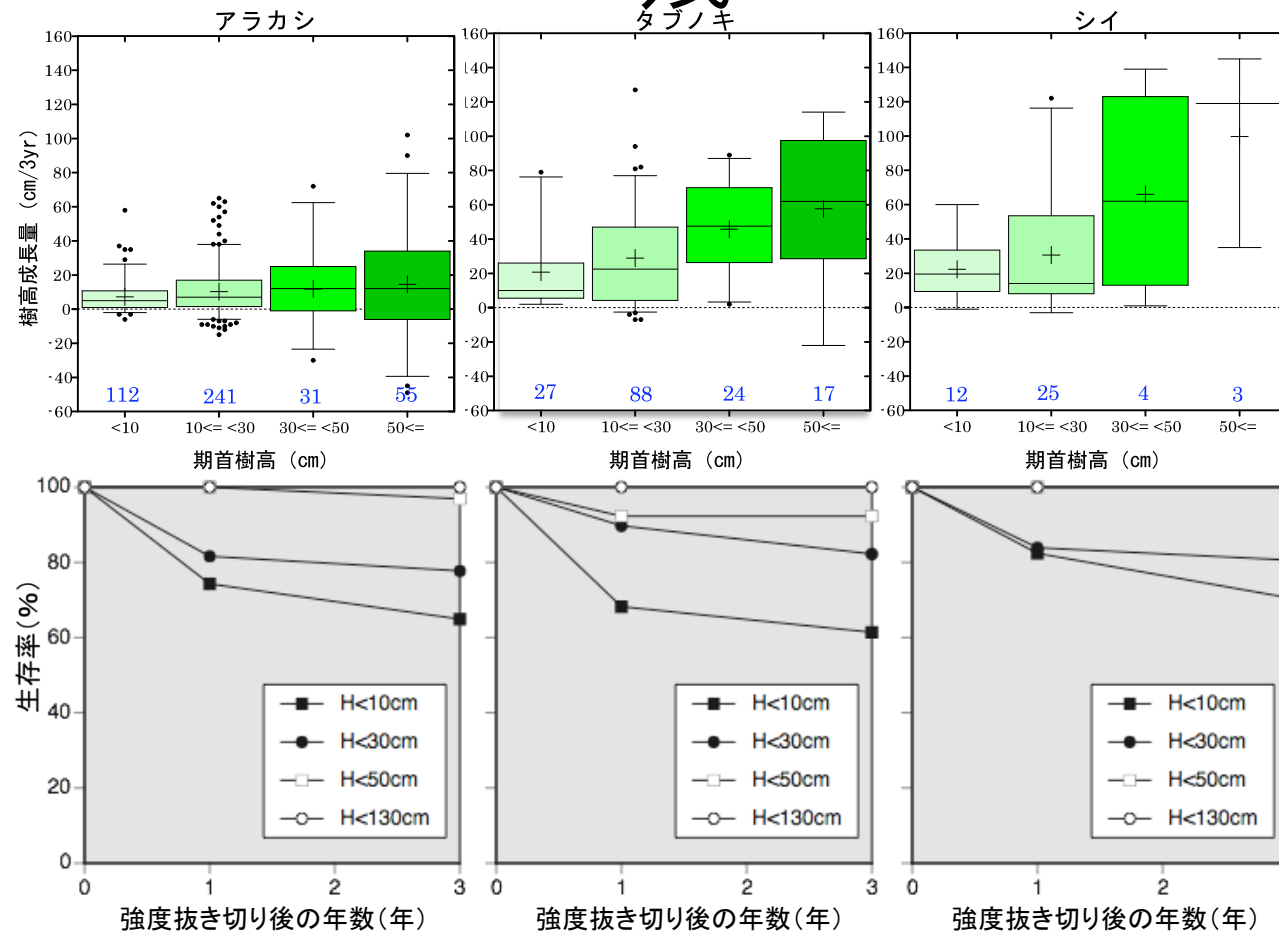
重力（貯食）散布 常緑樹 前生稚樹存在

抜き伐り後，徐々に増加。
散布種子によっても侵入

尾根部，上部斜面に偏って
分布

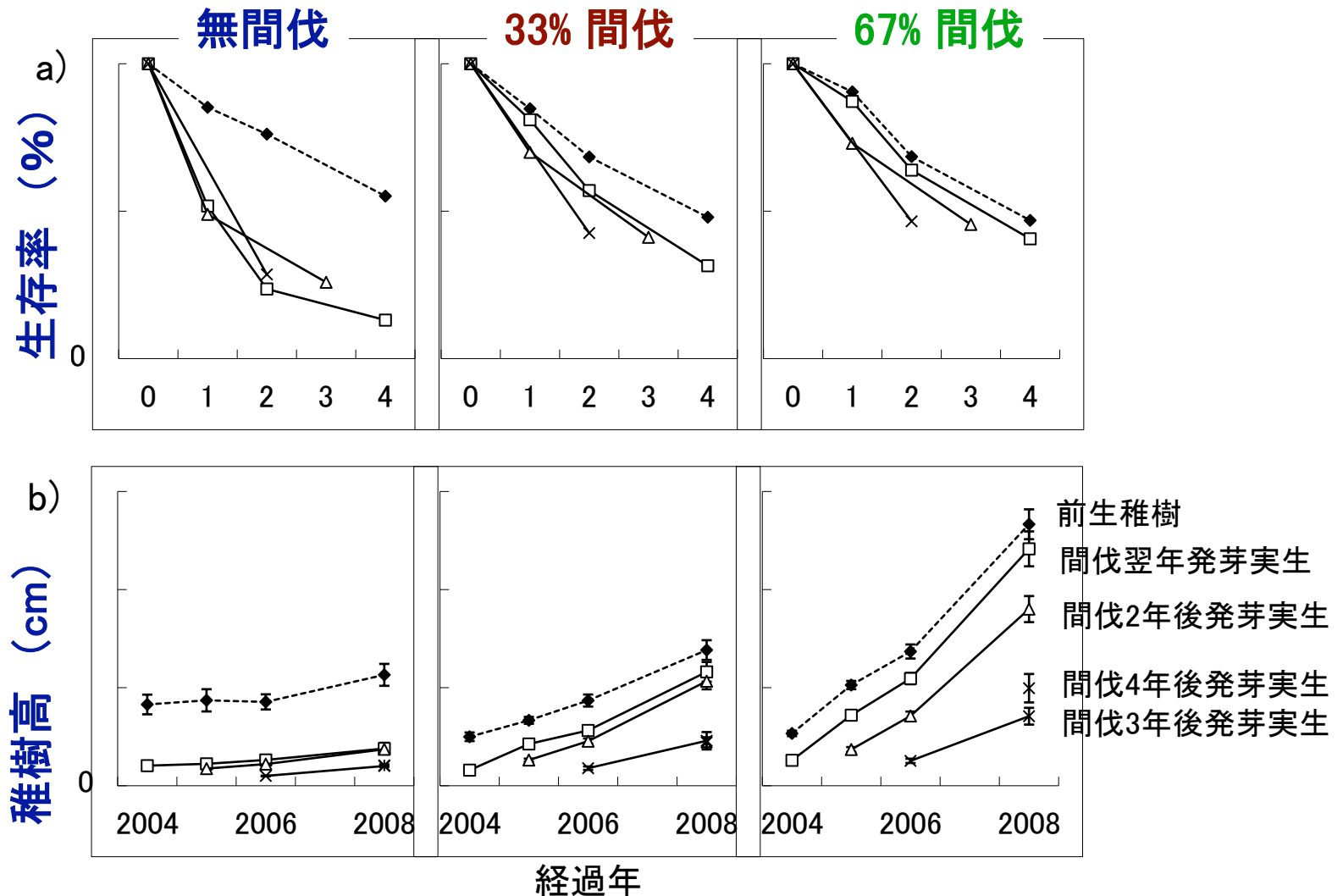


常緑性実生・稚樹の間伐後の成長と生 残



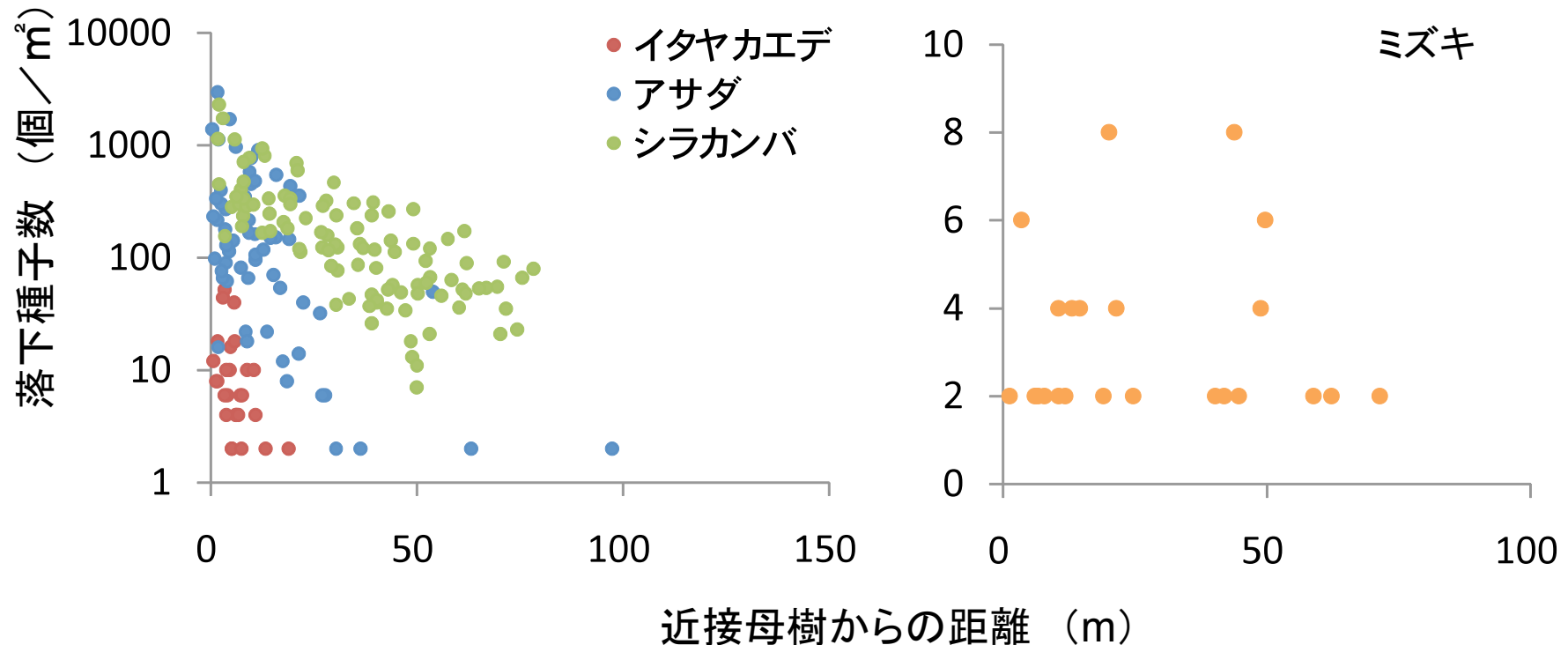
樹種ごと、サイズごとに成長量に差異
 大きい稚樹ほど、樹高成長・生存率が大きい傾向
 小さい個体でも多くの個体が成長傾向

実生・稚樹の生存・成長パターン(落葉樹林帯)



間伐区で前生稚樹の生存率は変わらないが、実生の生存率は増加。
強度の間伐で、樹高成長が大きい。生存率、成長速度とも、
間伐後年数が経ったコホートほど低くなる。

種子散布型と散布距離



風散布型、重力(貯食)散布型には、距離依存性
(近いほど多い)→天然林からの距離重要

強度抜き切り後の侵入・生存・成長

- 抜き伐り後の実生の侵入・定着には
 - サイズの大きな前生稚樹が重要な更新材料
 - ただし、抜き切りにより、侵入実生の定着可能性高まる
 - 地形に応じて、前生稚樹と発生実生の相対的重要性が異なる
 - 散布種子による侵入のポテンシャルを決める要因として、近隣の広葉樹林の分布状況に加え、構成種の種特性(散布型、種子生産量、豊凶)が重要



おわりに

目標林型に応じた施業

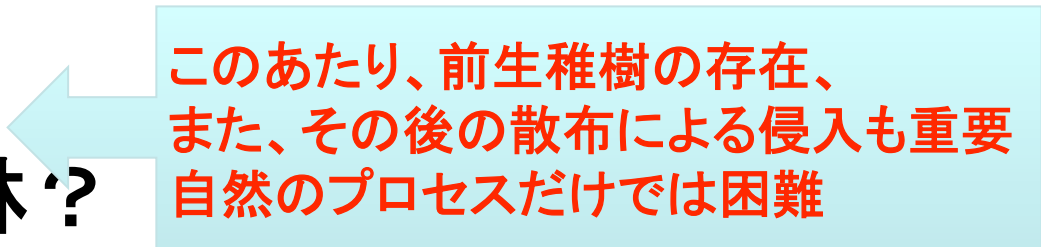
最終的な目標林型は何か？

有用材生産？

極相的な広葉樹林？

雑木林的な森林？

林地保全のための植生被覆？



このあたり、前生稚樹の存在、
また、その後の散布による侵入も重要
自然のプロセスだけでは困難

目標によっては、多くの場所で、広葉樹林化は、
コストと時間を要する高度な施業かもしれない

複層林施業の教訓

粗放な管理では無理？

- ・ 林冠をあけ、人工林の下層に定着した広葉樹林が成長を加速しても、やがては、上木の林冠が閉鎖しはじめ、広葉樹の成長は停滞する。
- ・ ヒノキ林では、成長の停滞どころか、広葉樹稚樹が消失してしまった事例もある。
- ・ 広葉樹林化施業においても、人工林施業と同様に、こまめな施業（間伐）が必要ではないか。

検討すべき課題

- 1回の強度抜き伐りで更新・定着した広葉樹と残された上木は、安定した混交林を形成できるのか？
- 広葉樹林化のためには、上木をどのように再伐採すべきか？

→抜き伐り後の広葉樹稚樹の
生残・成長の長期モニタリング

ご清聴ありがとうございました。

今回の発表中の研究成果は、下記の広葉樹林化プロジェクト
小課題1-2「施業地レベルでの更新予測手法の開発」
担当者の皆様のものです。

(独)森林総合研究所 高橋和規、酒井武、野口麻穂子

東北大学 清和研二

北海道立林業試験場 今博計、阿部友幸、大野泰之、明石信廣、南野一博

山梨県森林総合研究所 長池卓男

三重県林業研究所 島田博匡

福岡県森林林業技術センター 桑野泰光

この課題の紹介記事 森林技術4月号