

# 研究現場で集められた知見

広葉樹林化技術  
(資料編)

# 注意事項

- 本資料編は、「広葉樹林化技術」に関する研究で得られた知見をトピック的に示すものである。
- ほとんどのデータは自然現象を切り取ったものなので、データのバラツキが大きい。そのため、何らかの傾向が認められる場合であっても、**それは、かなりのバラツキがある中での話である。**

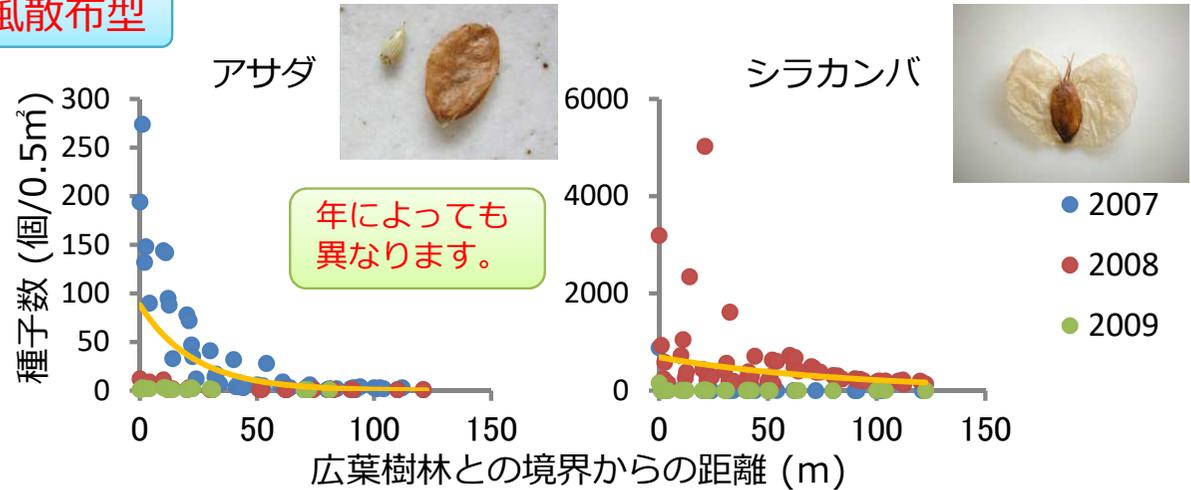
例えば、「○○だと稚樹が多い」という傾向があったとしても、それは「△△だと稚樹がほとんどないのに比べたら」ということであって、○○でも稚樹がほとんどないこともある。この場合、「○○であれば必ず稚樹が多い」とはいえないことに注意。

# 種子散布に関する知見

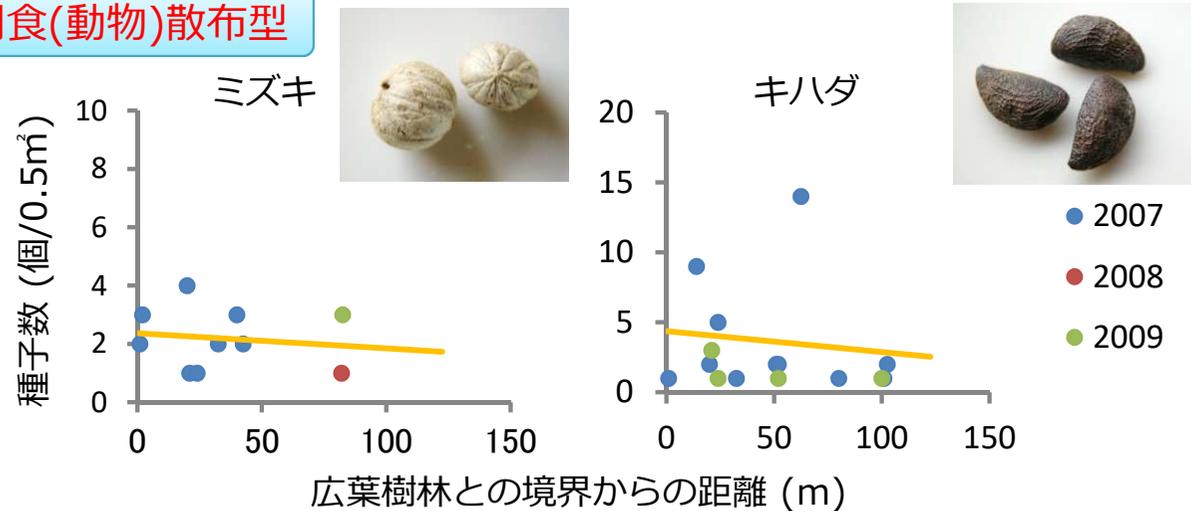
# 散布種子は隣接する広葉樹林が重要

- 広葉樹の散布種子数は、広葉樹林からの距離に依存して減少。風散布型で顕著。
- 種子の多くは、林縁から30m以内に散布。

## 風散布型



## 周食(動物)散布型



# 野ネズミによる散布／北海道

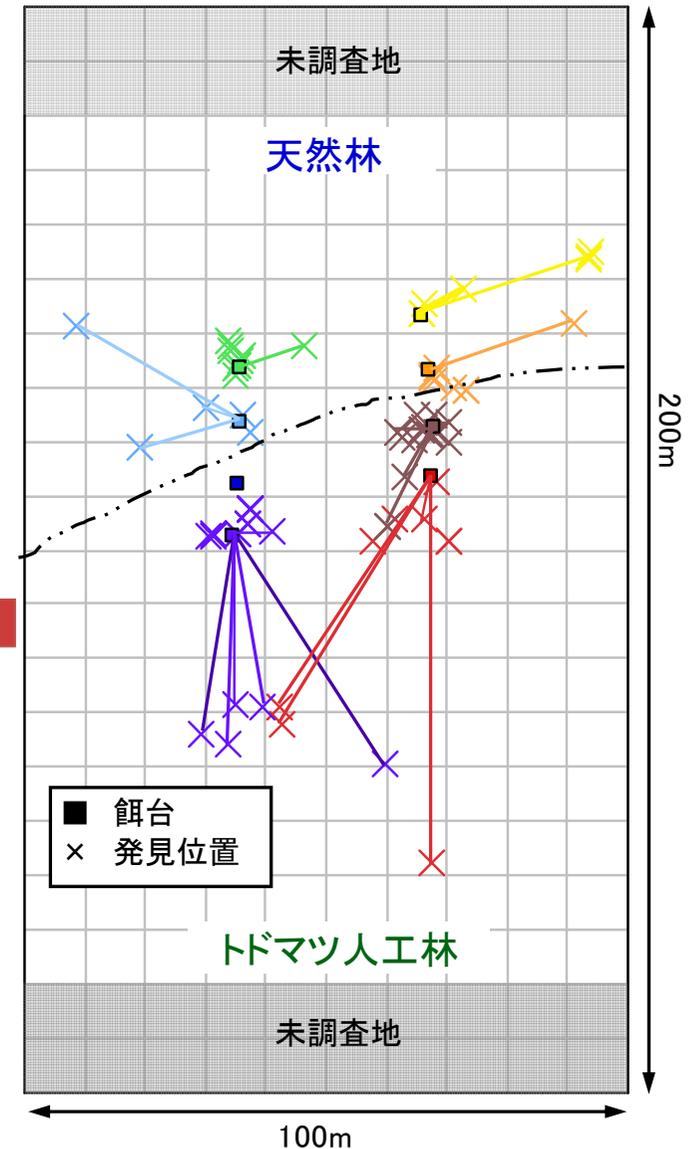
- 条件が揃えば、野ネズミによる  
ドングリの散布が期待できる。
  - 野ネズミが生息する。
  - 母樹が50m以内にある。
  - 種子がたくさんあった。



トドマツの根株から発芽  
したミズナラの実生

ネズミが埋めて、放置された種子

70m以上離れた場所へ  
運ばれたドングリもあり  
ますが、ほとんどは  
10m以内に散布されて  
います。



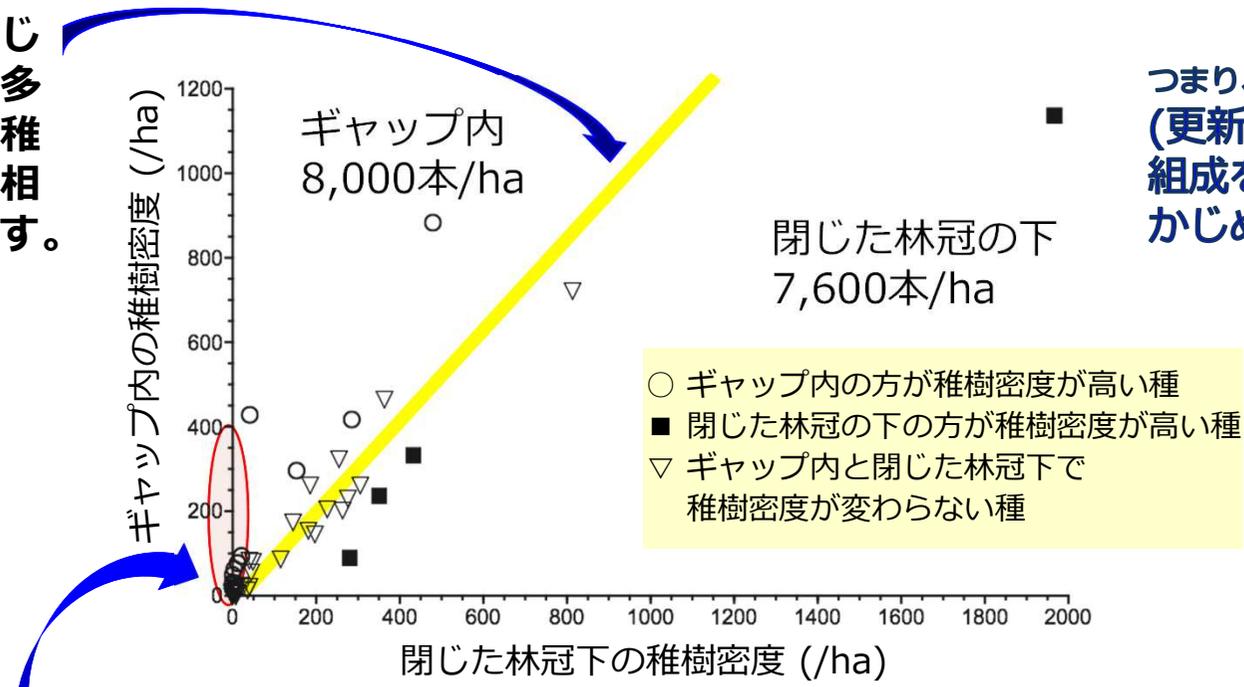
餌台からのドングリの散布状況  
(南野ほか 2009より)

# 前生稚樹に関する知見

# ギャップ内の更新には前生稚樹が重要

- 天然更新による広葉樹林化の可能性は、施業前の林内の稚樹密度から推定できる。

多くの樹種で、閉じた林冠下の稚樹が多いとギャップ内の稚樹も多いという、相関関係がみられます。



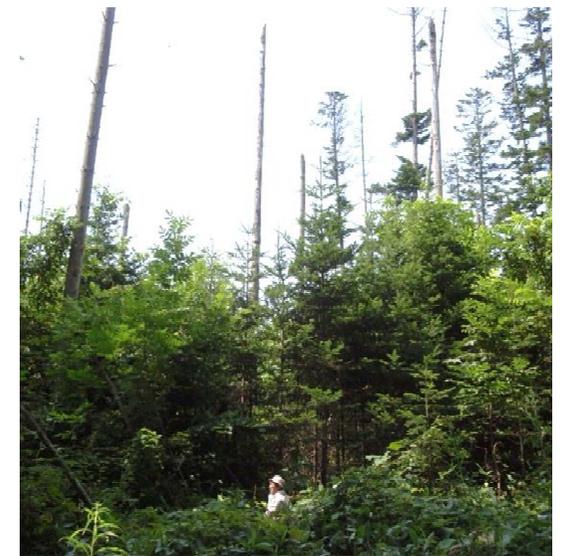
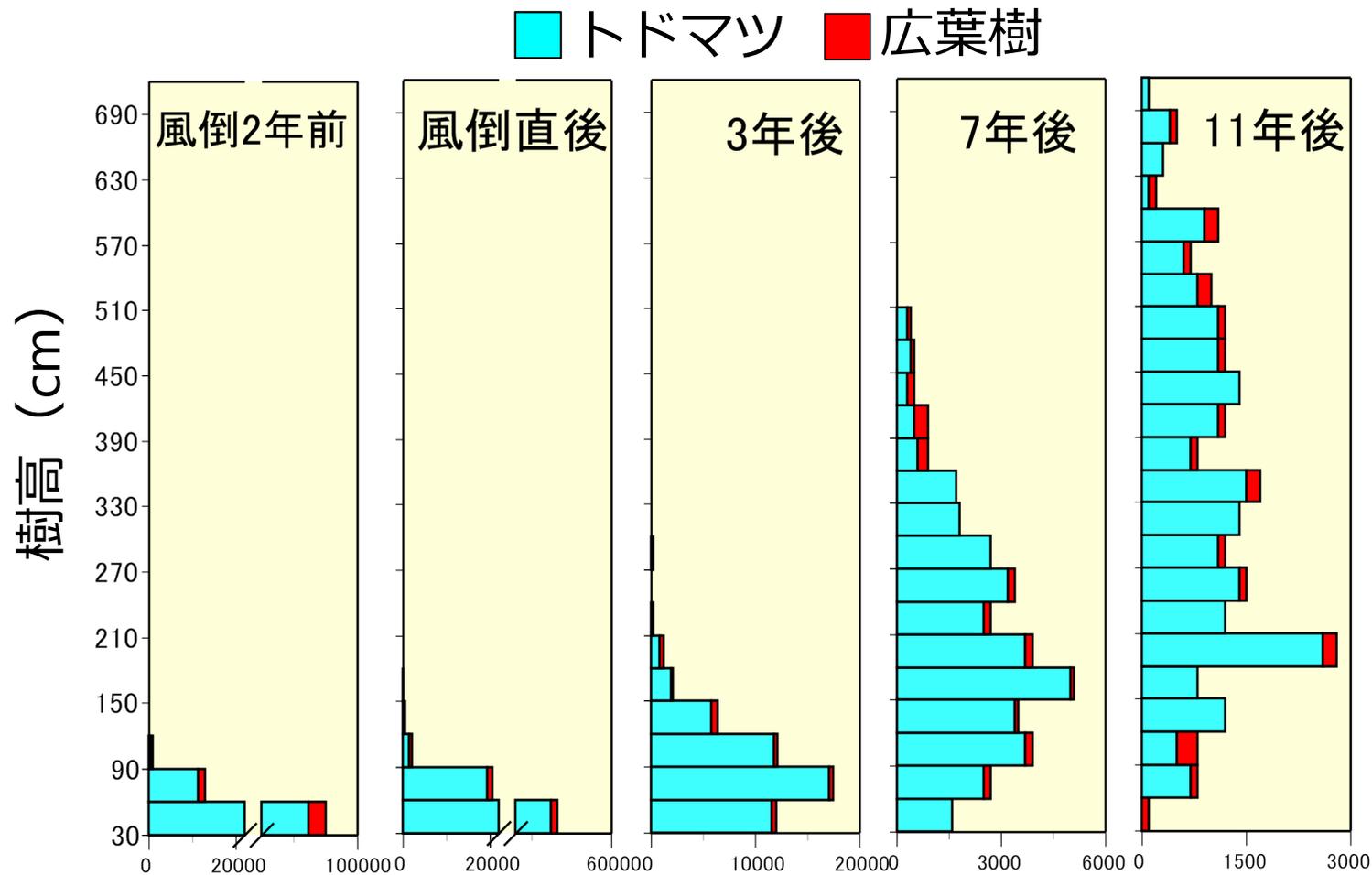
つまり、ギャップ内の稚樹(更新稚樹)の密度と組成を決めるのは、あらかじめ林内で待っていた**前生稚樹!**

広葉樹天然林におけるギャップ内と閉鎖林冠下の稚樹数の関係 (Abe et al. 1995より)

新たに発生する埋土種子起源や、新たに侵入する種子散布起源の稚樹(後生稚樹)の密度は低いです。ただし、多様性を増す効果があります。

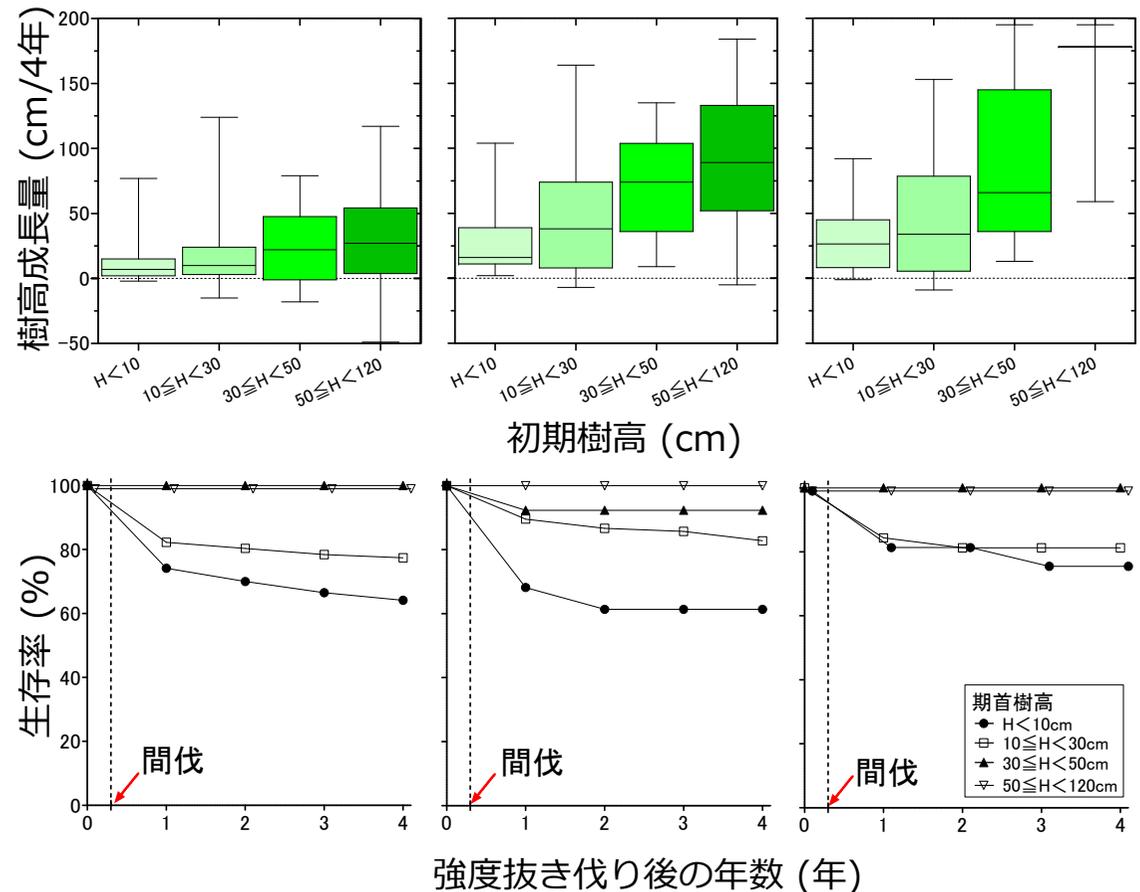
# トドマツ風害林分の前生稚樹による再生

- 北海道東部のトドマツ人工林が台風により崩壊。
- 前生稚樹が成長し、**混交林**として発達中。



# 大きな前生稚樹の存在が重要

- 常緑広葉樹では、サイズの大きな前生稚樹ほど、抜き伐り後の生存率が高く、成長量も大きい。
- 前生稚樹（できればサイズの大きな）の存在は、確実な更新を図る上で重要。

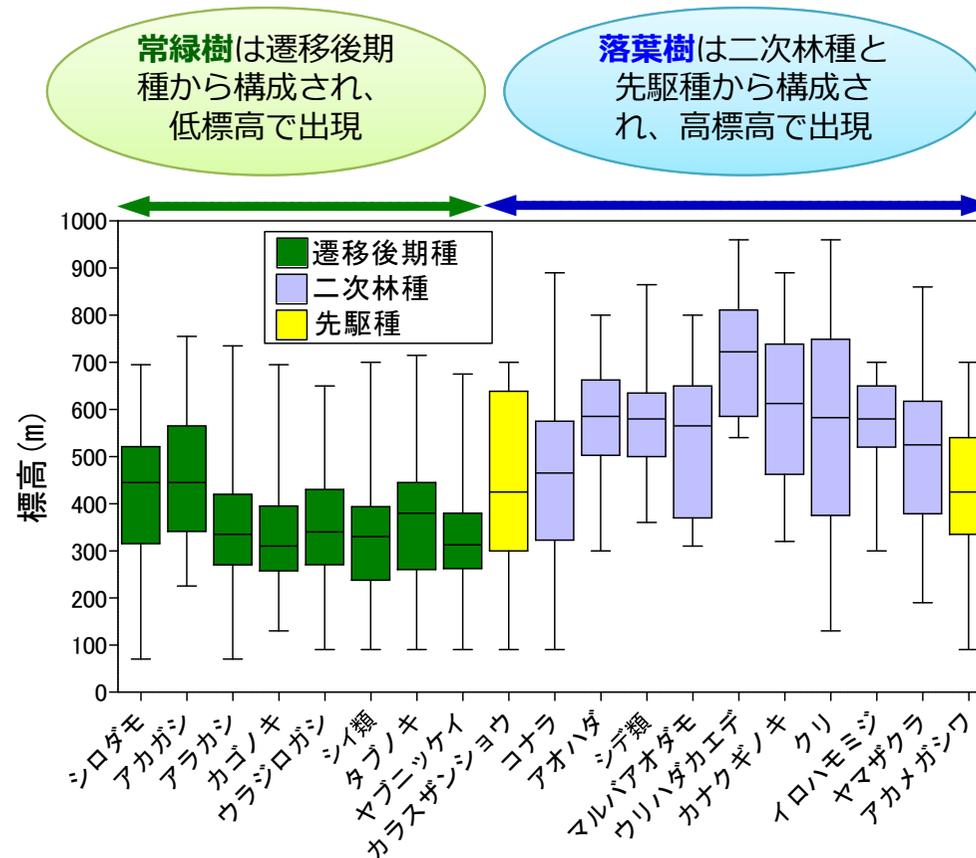


前生稚樹の抜き伐り後3年間のサイズ別の成長(上)・生存パターン(下)

# スギ林・ヒノキ林の前生稚樹の樹種／三重県

- 低標高では、遷移後期種の常緑広葉樹の前生稚樹。
- 高標高では、先駆種・二次林種の落葉広葉樹。

侵入した高木性広葉樹は、**常緑樹**か**落葉樹**かの違いにより、出現傾向が異なりました。



# スギ林・ヒノキ林の前生稚樹の密度／三重県

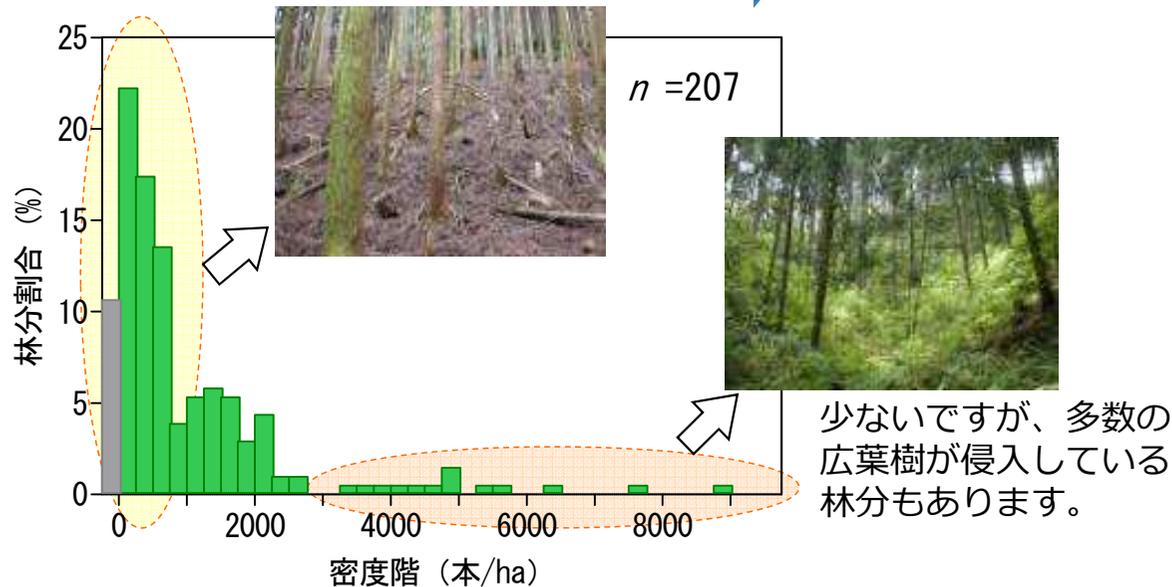
- 前生稚樹が存在する林分は多い。
- しかし、その密度は多くの林分で低い。

● 高木性広葉樹（樹高10cm以上）の密度を調査しました。

ほとんどの地点が1,000本/ha未満

多くの林分では広葉樹の侵入が乏しい

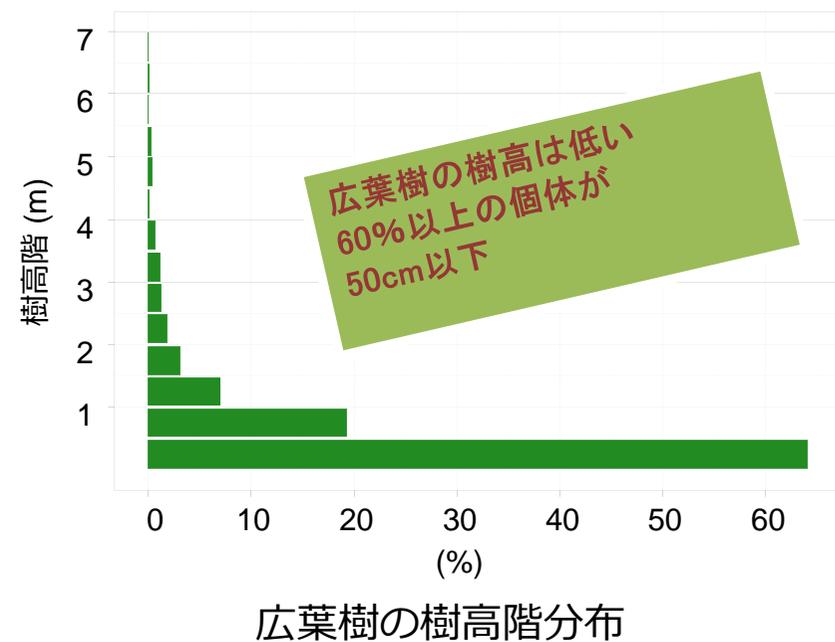
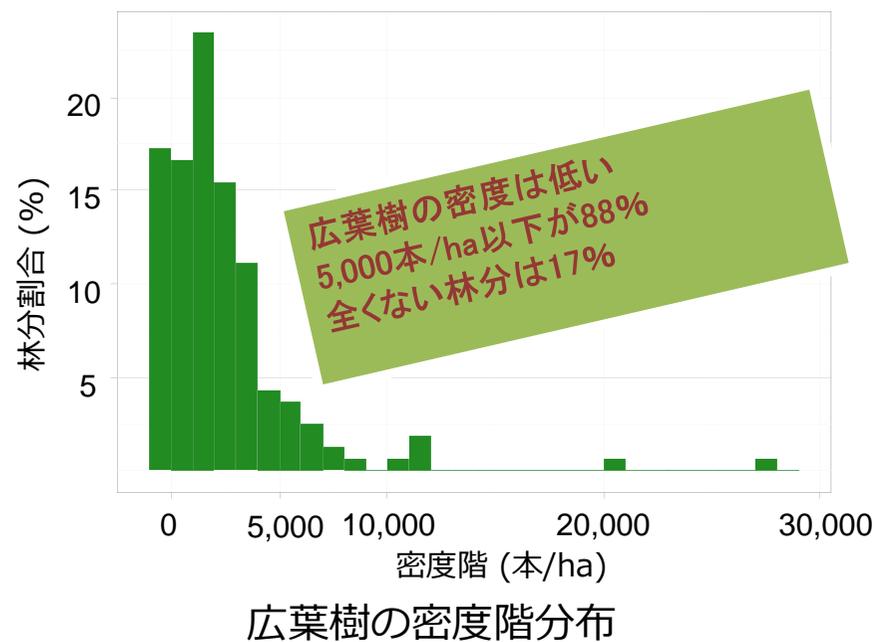
そのままでは更新困難





# スギ林・ヒノキ林の前生稚樹の密度と樹高／福岡県

- 前生稚樹の密度が低い林分が多い。
- 前生稚樹は、樹高の低い個体がほとんど。



# 稚樹の発生・定着に関する知見

# 埋土種子からは先駆種

- 埋土種子から発芽するのは、先駆種・低木種がほとんど。
- 埋土種子に過大な期待は持たない。

スギ人工林内の土壌における、広葉樹林からの距離と蒔き出しによる発生実生数 (/2.5m<sup>2</sup>)

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
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	0	0	0	2	0	2
カエデsp	0	0	0	0	0	1	0	1
エノキ	1	0	0	1	0	0	0	0
不明木本	2	0	1	3	3	3	1	7

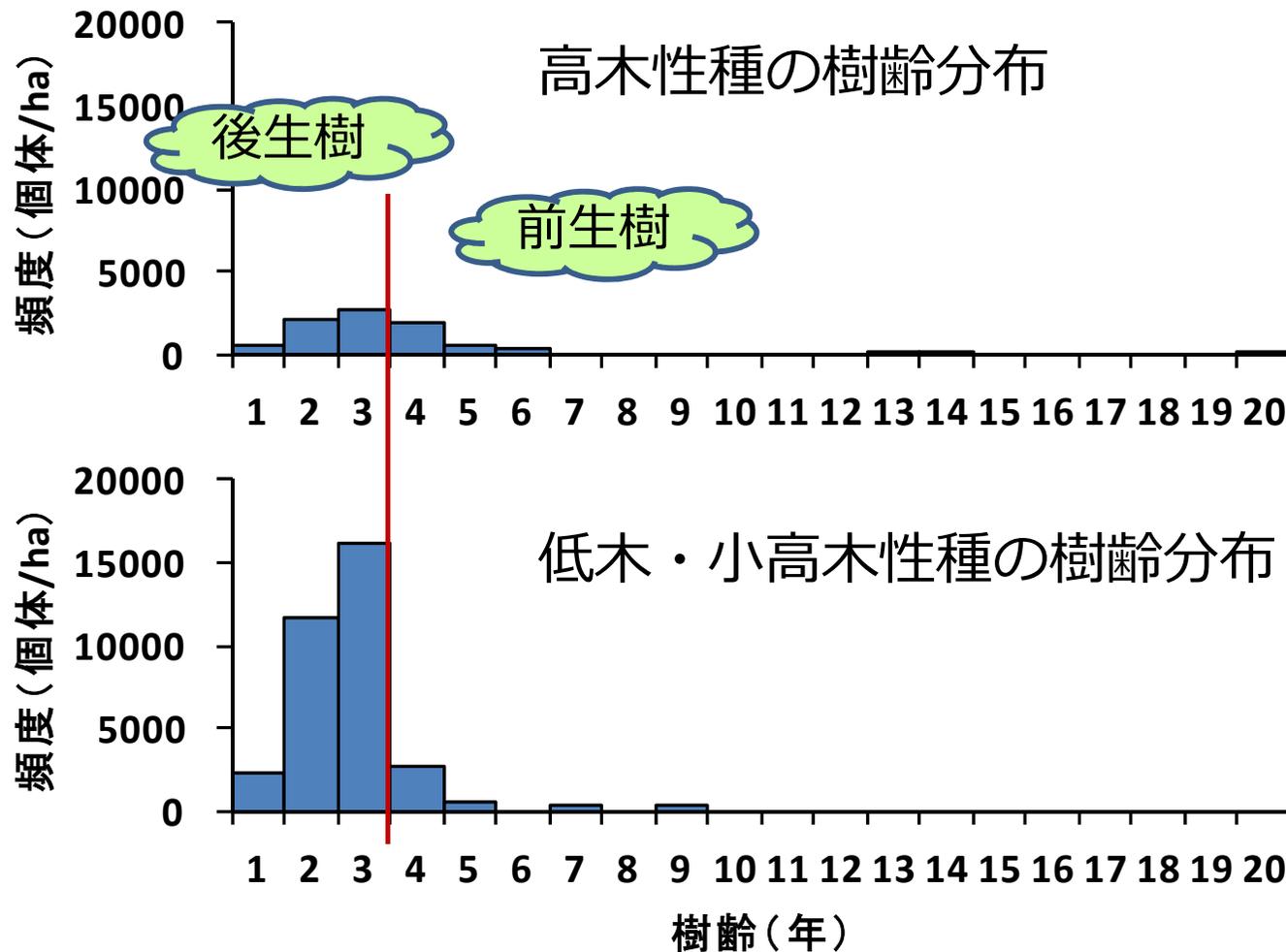
これらが先駆種、低木種



埋土種子から発芽した実生は、ヤマハギやモミジイチゴなど低木性の先駆種が多くを占め、高木性の樹種はほとんど存在しませんでした。

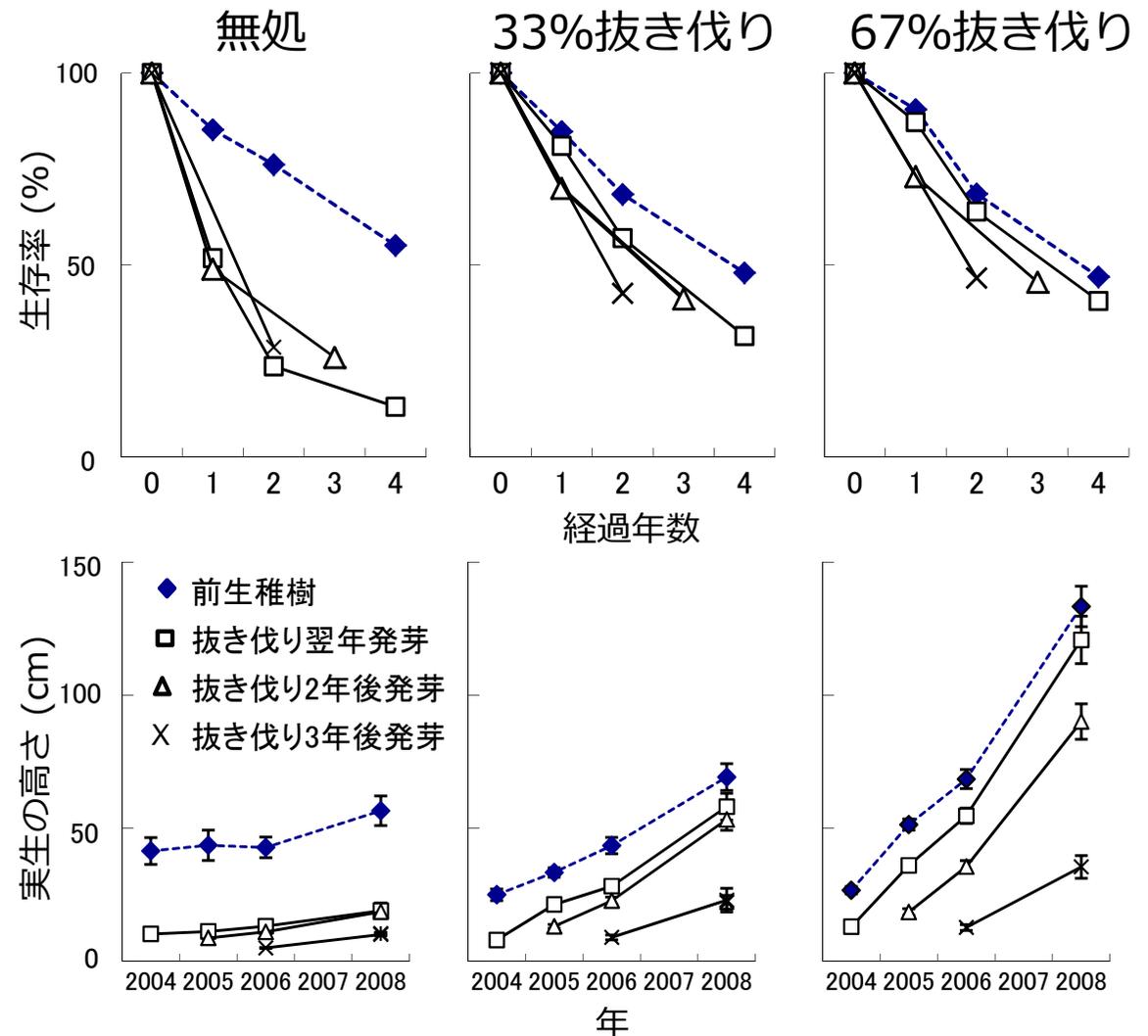
# スギ林皆伐後3年目の稚樹の樹齢

- 標高1000mの冷温帯で、スギ人工林を皆伐。
- 稚樹の発生年は、伐採年の前後に集中。



# 前生稚樹 + 強度の抜き伐りが効果的

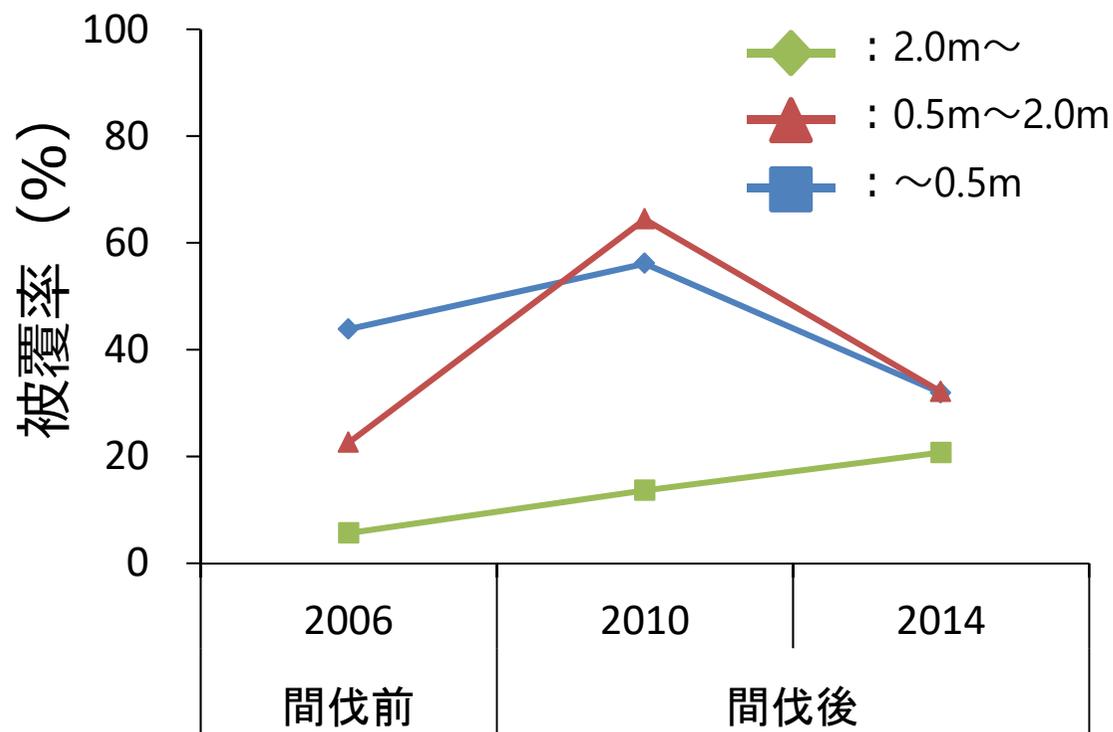
- 抜き伐り後の生存率は、前生稚樹で高く、遅れて発生した後生稚樹ほど低い。
- 強度の抜き伐りでは、作業直後に出現した実生も前生稚樹なみの生存率や成長量。



落葉広葉樹の侵入時期別の生存 (上) ・成長パターン (下)

# 間伐による恩恵は上位の階層ほど有利

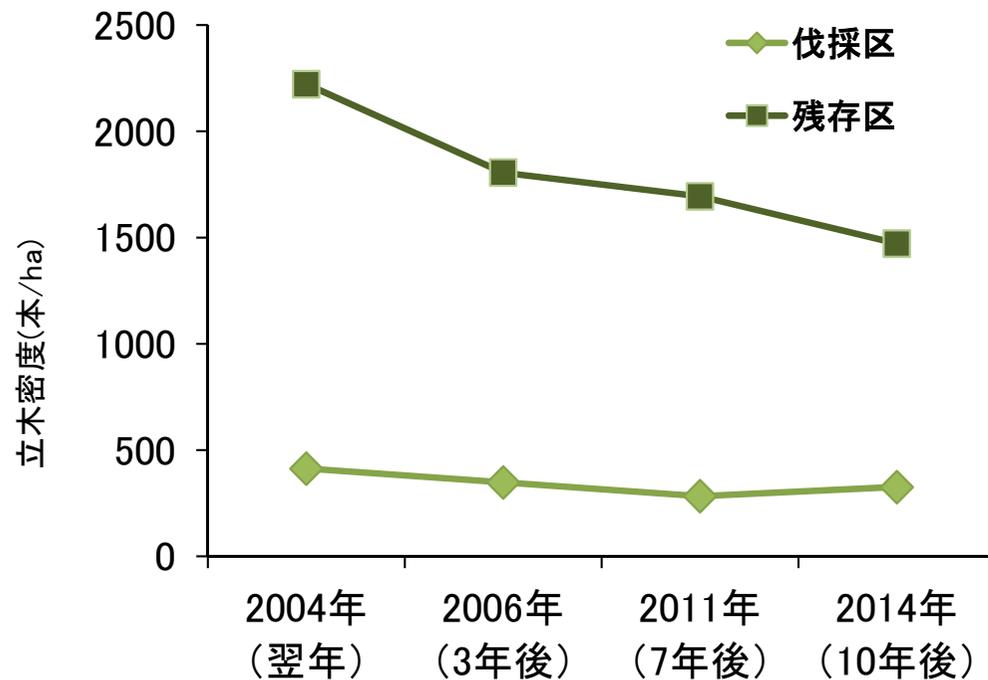
- 43年生スギ人工林を本数伐採率50%で間伐。
- 伐採後数年は広葉樹を中心に林床植生が繁茂するが、伐採後8年目には減少。



調査流域における階層別植生被覆率の変化

# カラマツ林帯状伐採後の下層広葉樹

- 伐採区でも新規加入する高木性広葉樹はほとんど確認できず(原因：ササ・ニホンジカ?)
- ニホンジカの剥皮食害による枯死木有(ミズナラ)
- 林内区においても小径木の枯死は継続



帯状伐採後の下層広葉樹の生育本数の推移  
(小海県有林)

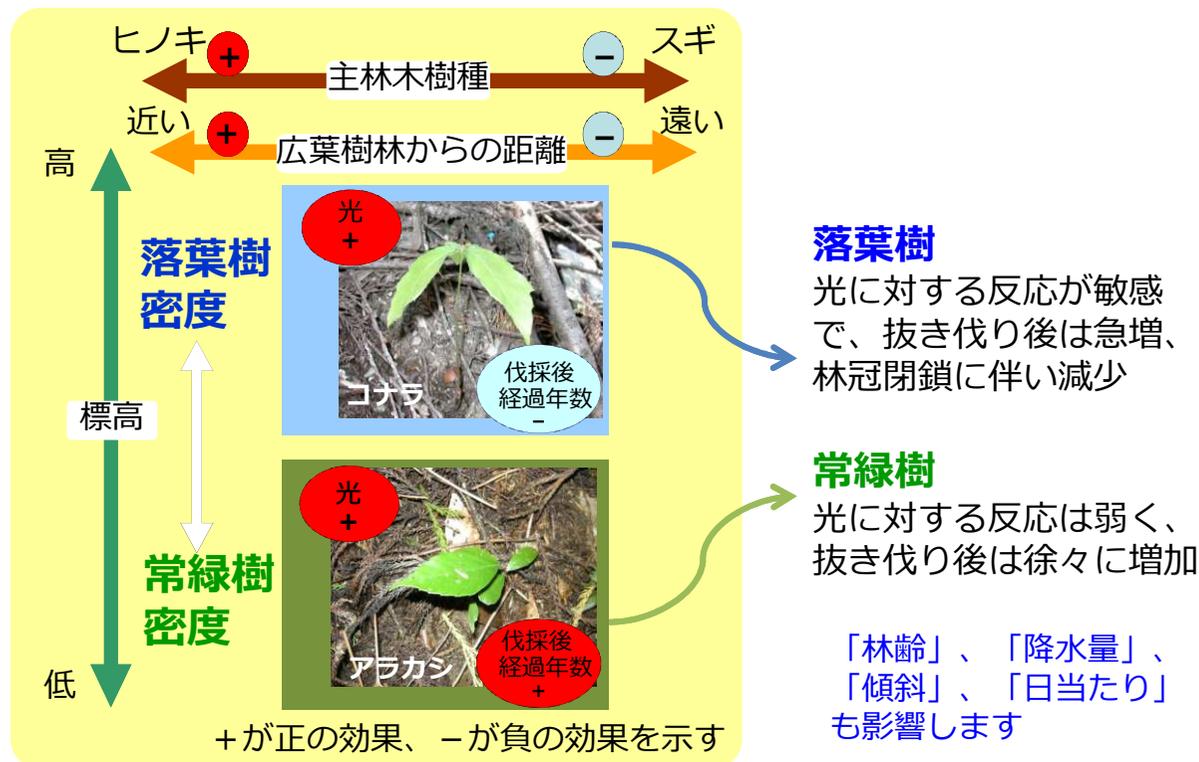


2014年 伐採区状況

# スギ林・ヒノキ林の稚樹密度と環境要因／三重県

- 広葉樹の侵入には多くの要因が関係し、常緑樹と落葉樹では侵入特性が異なる。
- 侵入特性に応じた取り扱い（誘導作業）が必要。

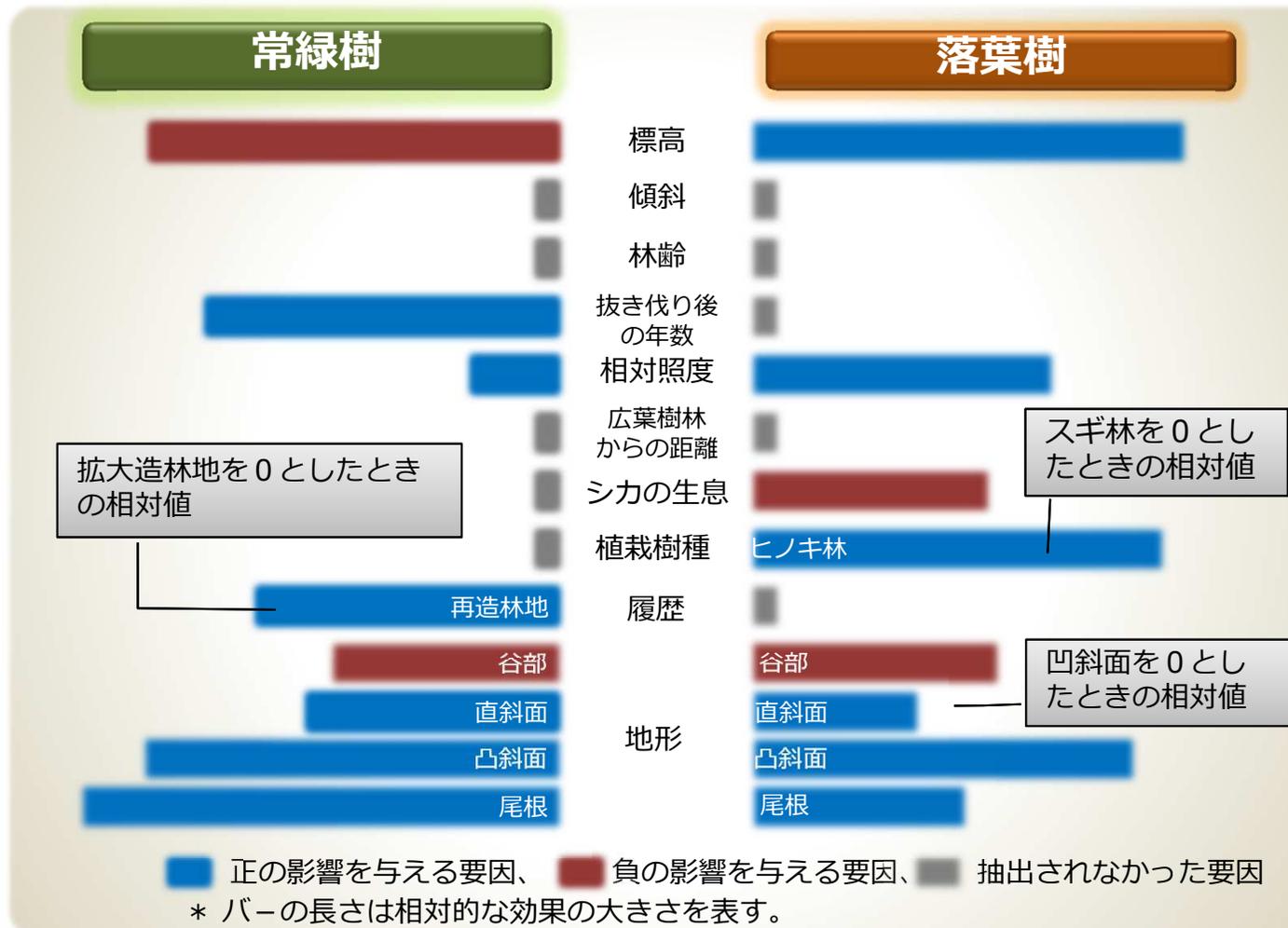
● 常緑樹と落葉樹別に、高木性広葉樹の稚樹密度と環境要因の関係を分析することで、密度に影響する要因を抽出しました。



抜き伐りの時期や量を変える等の更新促進作業は有効ですが、前生稚樹の密度が低い林分（1,000本/ha未満）での高木性樹種の天然更新には、誘導作業が必要となります。

# 広葉樹密度と施業歴・環境要因の関係／福岡県

- 福岡県のスギ林・ヒノキ林で、前生稚樹密度に影響を与える要因が明らかに。
- 広葉樹林化の検討時の、適地判断の基準に活用できる。

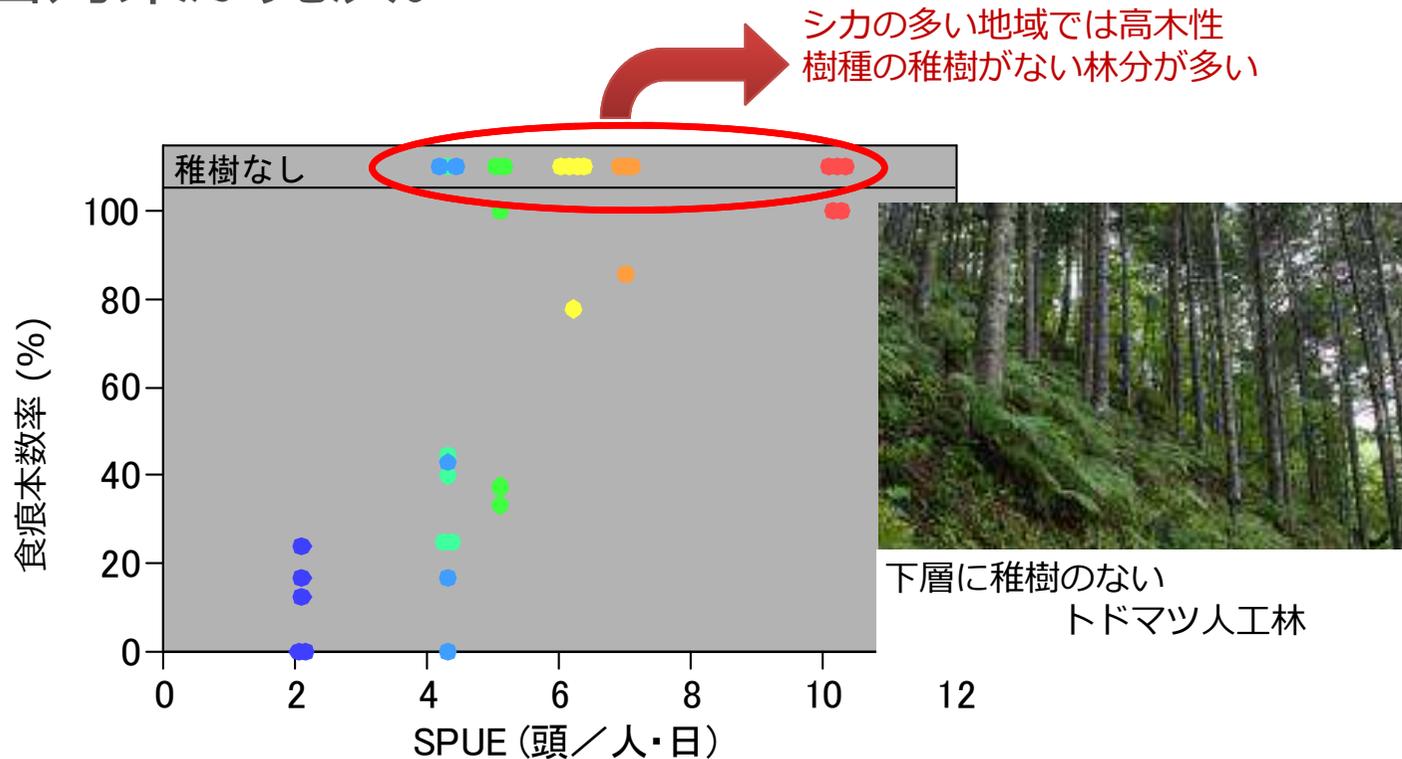


前生稚樹は、常緑・落葉に関わらず、尾根部や凸斜面、光環境の良いところに前生稚樹が多く存在します。稚樹密度が低く、強度の抜き伐りのみでの更新が困難な林分では、誘導施業により、稚樹密度を高める必要があります。

# 稚樹の食害に関する知見

# シカ食害で前生稚樹が減少／北海道

- 高齢トドマツ人工林では高木性樹種の稚樹がある程度は存在するが、それはシカの増加によって減少。
- あるはずの稚樹がない／稚樹の多くに食痕がある地域では、獣害対策が先決。



樹高100～200cmの高木性樹種の稚樹に食痕のあった割合

# シカ食害のリスク判断／北海道

- 人工林のシカ被害情報から、その地域のシカの影響を推測できる。
- シカの生息密度が高いと、食害により侵入広葉樹稚樹の密度が低下。



下刈りを行っている人工林における、  
植栽木にシカの食痕がある本数の割合



食害を受けたアオダモ

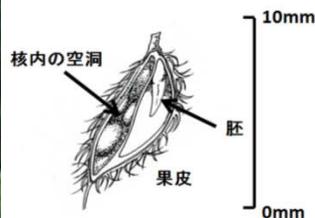
このあたりに被害が多い  
ことがわかります。

# シカ不嗜好性樹種による緊急避難

オオバアサガラは6年生前後から開花・結実します。種子は水に浮く構造となっていますが、風でも運ばれます。種子の寿命は長く埋土種子となり、一定の明るさと湿り気の下で発芽します。



結実の様子



種子の構造



根系による崩壊防止の様子



一斉林化した伐採跡地



スギ林内での稚樹



萌芽枝とシカ摂食害

ある程度成長して定着すれば、暗い林床でも生育できます。通常シカはこの木を食害しません（不嗜好性）が、他に食べるものが無くなると摂食を始めます。しかし、萌芽再生力が強いため、多少の摂食害では枯死しません。



樹皮剥ぎ害  
(これでも枯れない)

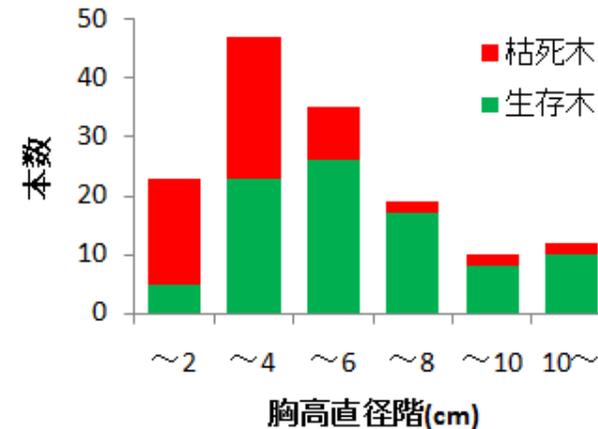


旺盛な萌芽再生力

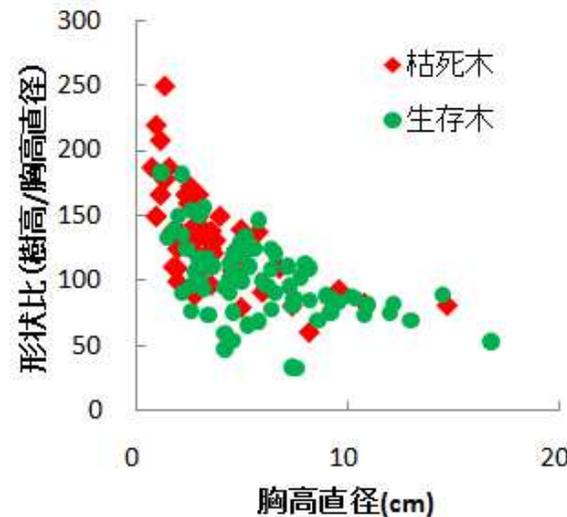
# 稚樹の成長に関する知見

# 更新木の形状比に注意

標高1,300mの南向き斜面で、下木の広葉樹を残して、樹高19mのカラマツ林を10m幅で帯状に伐採しました。



伐採後2年目の広葉樹密度

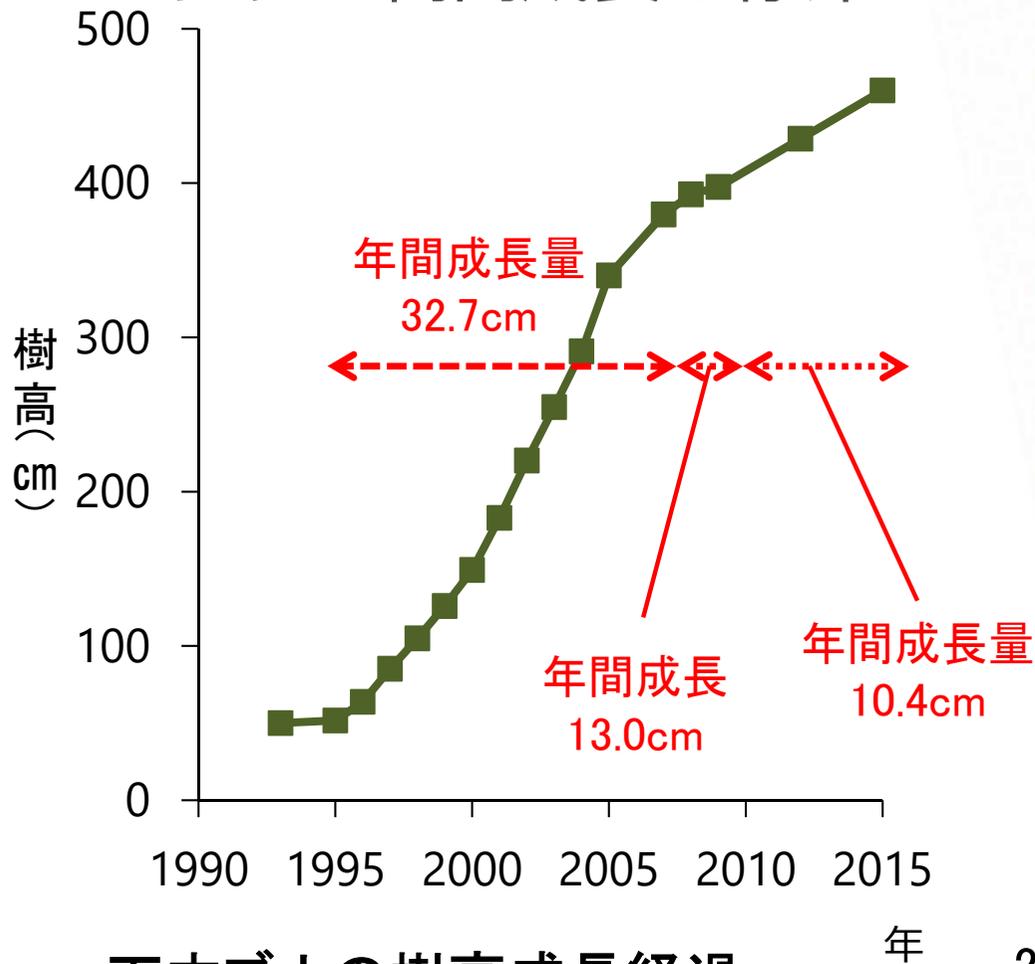


伐採後2年目の広葉樹形状比

10m幅の帯状伐採地では、伐採後2年目には、以前下層に生育していた広葉樹の30%が枯死しており、その大半は直径4cm以下で、形状比が120以上という、ひよろ長い木が多いことが解りました。より伐採幅を広くすれば、更に枯死率が上がると予想されます。

# カラマツ林に樹下植栽されたブナの樹高成長の停滞

■ カラマツの枝下高が上がっても  
ブナの樹高成長は停滞



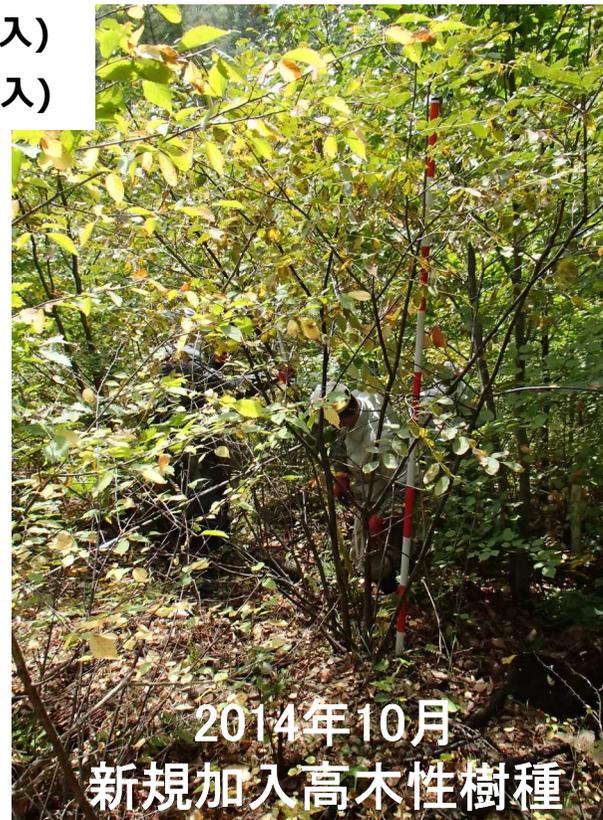
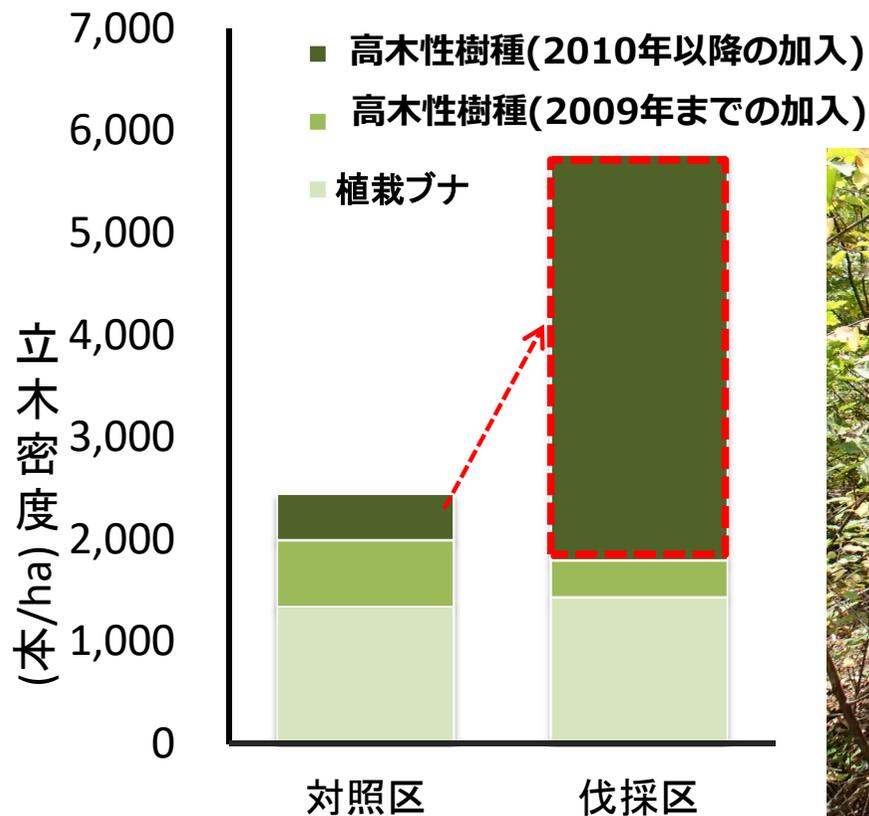
下木ブナの樹高成長経過

2015年  
試験区近景



# カラマツ林に樹下植栽されたブナへの上木伐採の影響

- 樹下植栽されたブナの植栽10年後に上木カラマツを伐採
- ブナの樹高・DBH **伐採区 > 対照区**
- 新規加入した天然生高木性樹種 **伐採区 > 対照区**



対照区と伐採区の高木性広葉樹の立木密度比較

# 伐採の仕方に関する知見

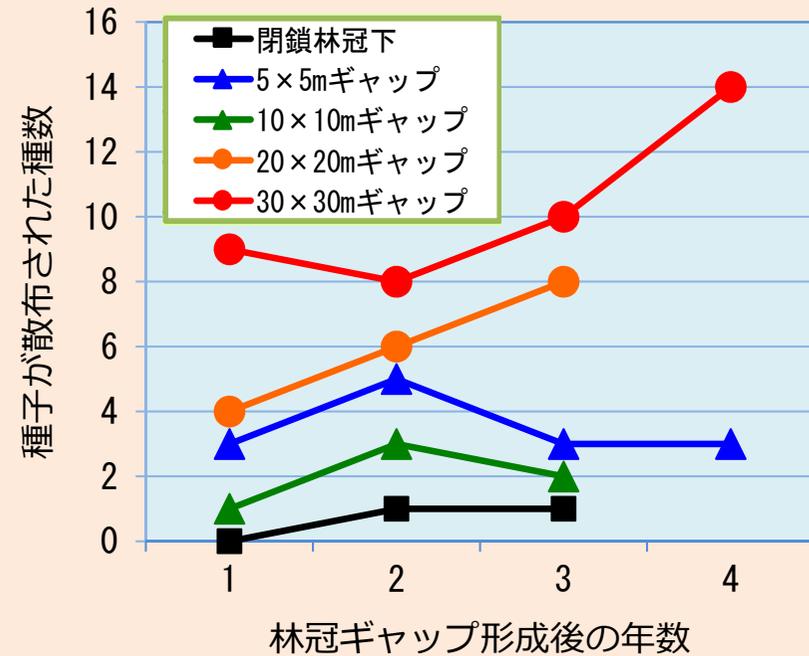
# 大きなギャップは鳥を誘う



林冠ギャップ内に種子が散布された鳥散布性樹種37種と母樹の位置

種子が鳥によって林冠ギャップ内に散布された樹種（低木を含む）37種のうち8種（27%）は近隣の広葉樹林から、22種（59%）はさらに離れた種子供給源（母樹）から運ばれてきたことが解りました。

これは、大きなギャップが、鳥を誘引し、鳥は林外にある広葉樹の種子をギャップ内に散布していることを示しています。

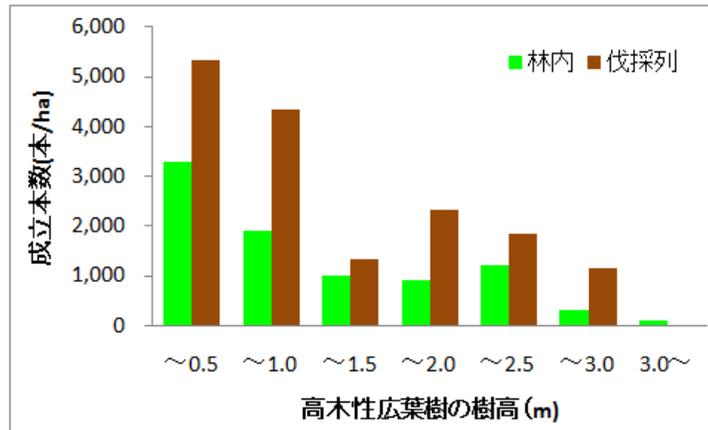


林冠ギャップサイズと広葉樹林から散布された種子の種数との関係

近接もしくは遠くの広葉樹林から運ばれてきたと考えられる樹種では、大きな林冠ギャップ（20×20m以上）の方がより小さな林冠ギャップや閉鎖林冠下よりも散布された種子の種類が多くなりました。さらに、ギャップ形成後の年数と共に散布種数が増える傾向がみられました。

# カラマツ林の列状伐採

1伐3残で列状に抜き伐りしたカラマツ林（47年生、樹高23m）で、伐採列だけ広葉樹を伐採し、残存列の広葉樹は残しました。



伐採5年後の広葉樹の本数

伐採後5年目には、伐採列と残存列の広葉樹の樹高差がわからなくなっていました。伐採列の広葉樹は、残存列よりも本数が多く、樹高成長も良好でした。これは、伐採された広葉樹が萌芽更新したことに加えて、新たな実生も発生したためです。

# カラマツ林の皆伐

下層に広葉樹が生育しているカラマツ林（59年生）を皆伐し、更新状況を調べました。



59年生カラマツ林  
広葉樹は800本/ha  
(直径5cm以上)



当年秋の萌芽更新状況



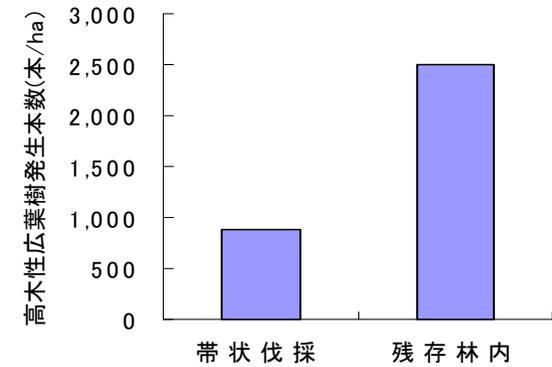
	種名	株/ha
高木種	ウリハダカエデ	650
	サクラ類( <i>Cerasus</i> )	400
	ウワミズザクラ	400
	クリ	313
	ミズナラ	125
	その他	400
	小計	2,288
亜高木種	リョウブ	813
	ヒトツバカエデ	538
	ハウチワカエデ	338
	その他	350
小計	2,038	
合計	4,325	

樹高10cm以上の高木性広葉樹が、2,200株/ha成立  
(平均樹高：53cm 最大樹高：215cm)

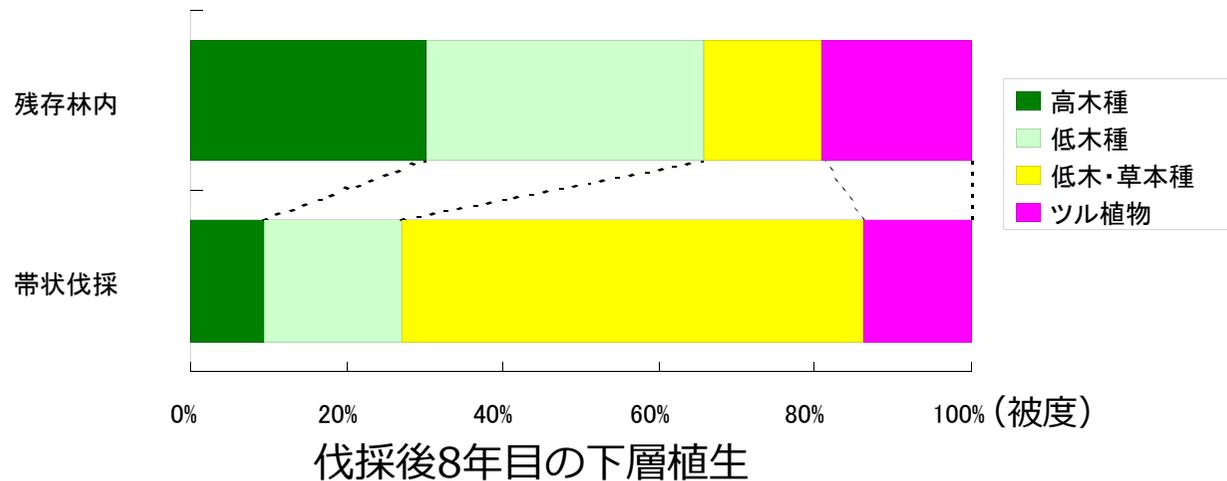
伐採年の秋までに、萌芽由来の稚樹が平均樹高50cm以上に育ち、これらで更新が可能だと考えられました。

# 広い伐開幅は更新を阻害

下木が多く残る樹高22mのカラマツ林で、20m幅の帯状伐採を行い、残存林内も含めて3年間下刈りを行い、その後5年間放置させました。



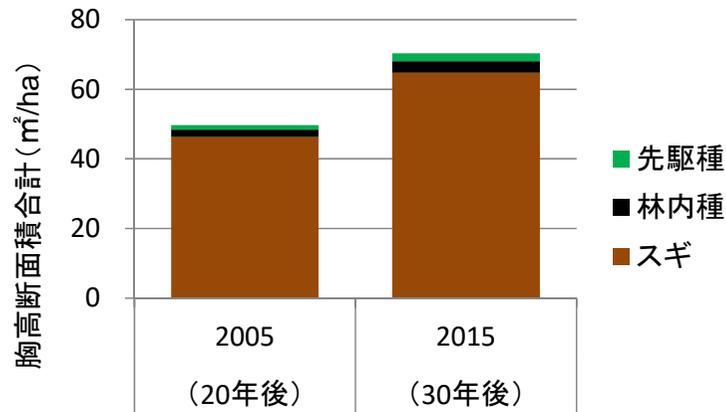
伐採後8年目の稚樹本数  
(樹高30cm以上)



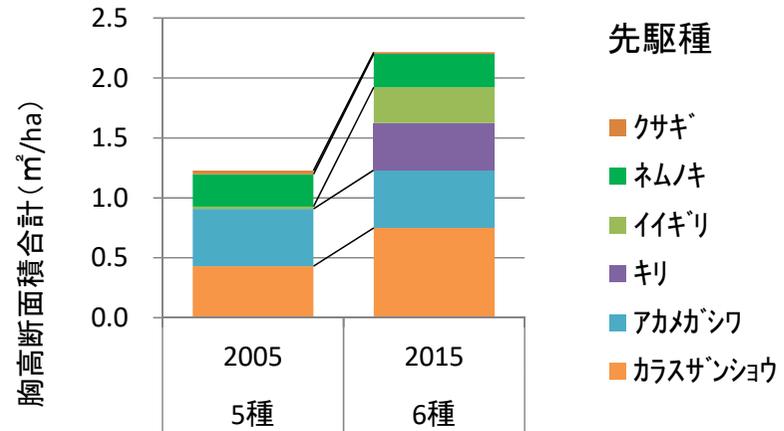
20mの帯状伐採では、高木性広葉樹の稚樹本数は残存林内のほうが多くなりました。また、林分全面の下刈りを行うと、伐採帯ではキイチゴ類やノリウツギなどの低木や、ヨツバヒヨドリなどの高茎草本が繁茂しやすくなり、高木性広葉樹の更新を妨げることがありました。

# 冠雪害30年後の広葉樹の混交状況

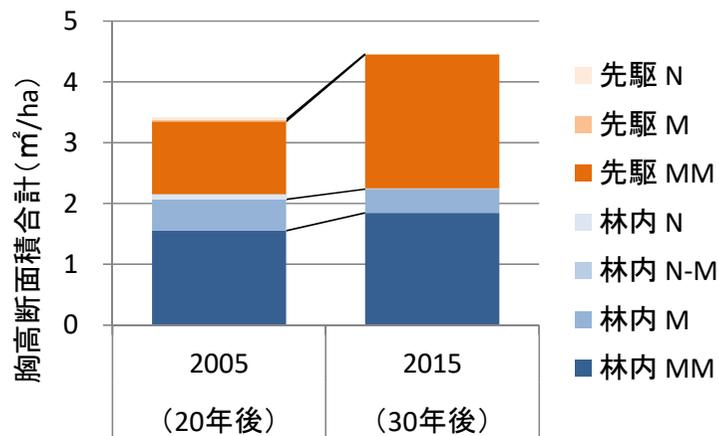
- 1985年末に冠雪害発生（断面積被害率0～84%）
- 10調査区（20m×20m）でDBH≥5cmを再調査



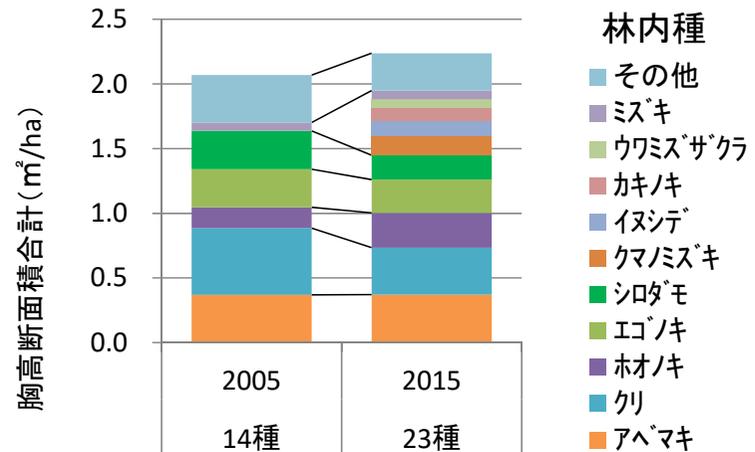
スギと広葉樹の胸高断面積合計



広葉樹種（先駆種）の胸高断面積合計



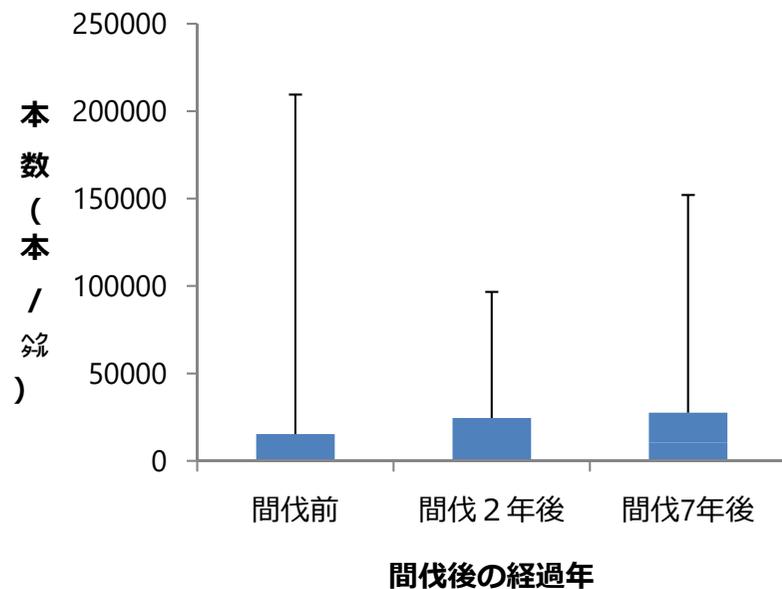
広葉樹（生活形・遷移）の胸高断面積合計



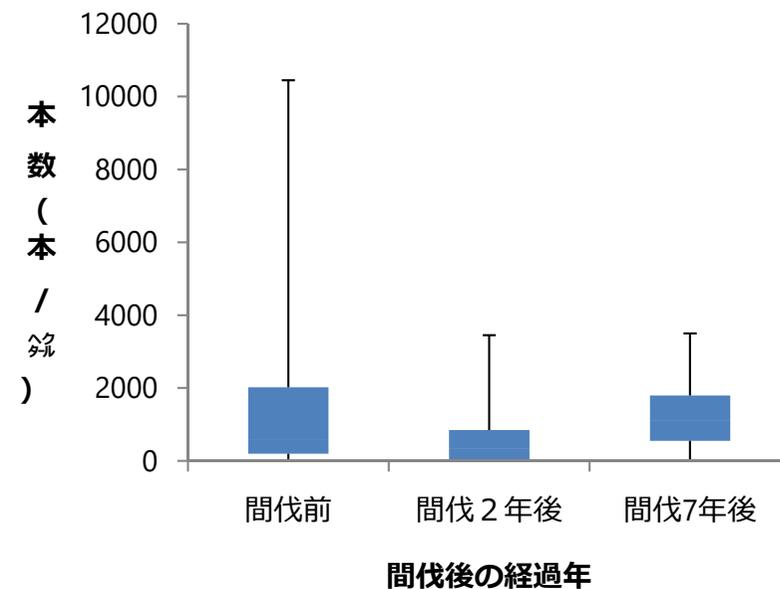
広葉樹種（林内種）の胸高断面積合計

# スギ林間伐後の稚樹・低木の本数変化

- 28～63年生のスギ林で、30～40%間伐を実施。
- 稚樹の本数は、間伐後から増加。
- 低木の本数は、間伐時に減少したが、その後増加。



稚樹 (0.3~2.0m) の本数変化



低木 (2.0m以上) の本数変化

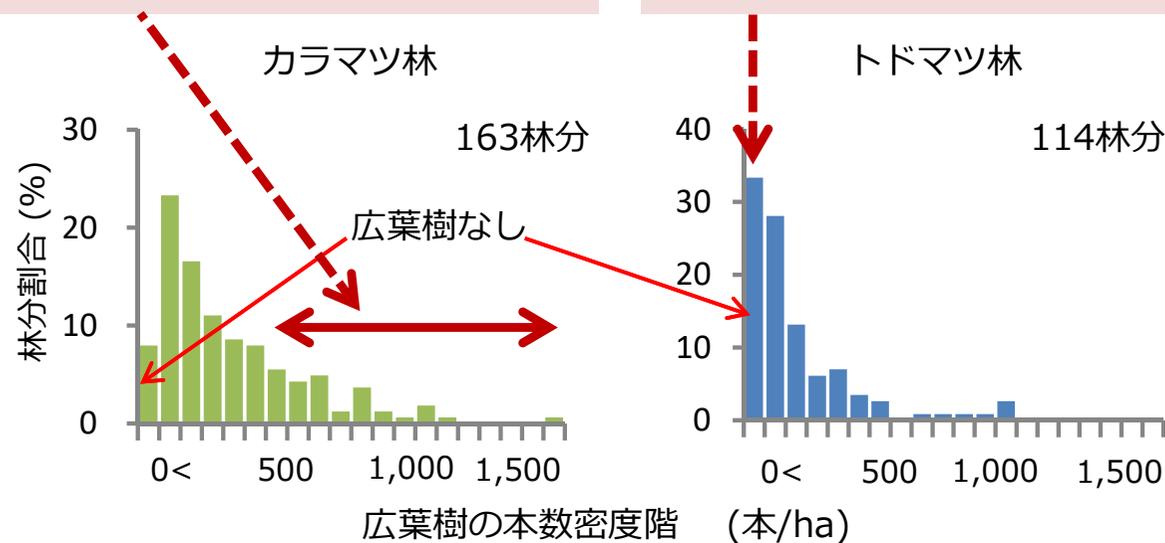
# 人工林の樹種差に関する知見

# 林種による差が顕著／北海道

- 従来の施業のもとでの広葉樹林化は、カラマツ林では可能なこともあるが、トドマツ林では困難。
- 林種による差が顕著 → 一律には扱えない。

25%のカラマツ林で、下層に広葉樹が500本/ha以上あった。

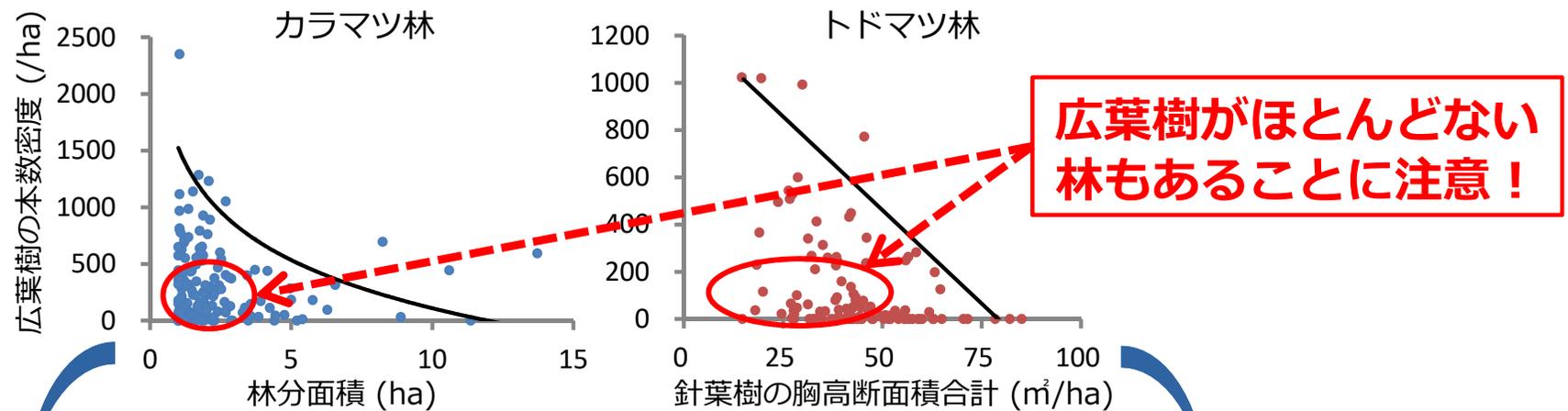
30%以上のトドマツ林で、下層に広葉樹が存在しない。



広葉樹下層木 (DBH3cm以上) の本数階別林分割合  
(今 2010より)

# 林種で違う広葉樹林化の勘所／北海道

- 天然更新に強く影響しそうなのは、カラマツ林では広葉樹林からの距離、トドマツ林では林内の光環境。
- どちらも必要条件であって、十分条件ではない。



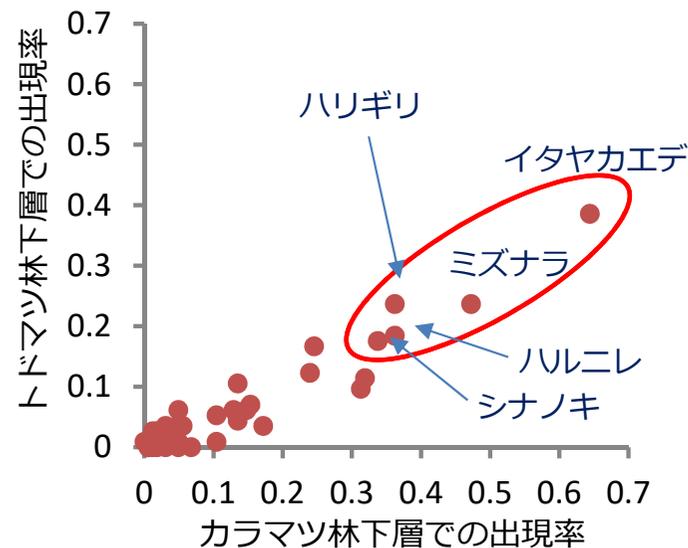
林分面積、植栽木の胸高断面積合計と広葉樹の本数密度との関係

広葉樹林化が可能かどうかの判断は、周辺の広葉樹林の存在を確認する事が必要です。

光環境を改善することで天然更新を促進できます。トドマツ林では強度の抜き伐りを実行しましょう。

# 北海道は広葉樹林化のハードルが低い？

- カラマツ林・トドマツ林とも、前生稚樹には遷移後期種の出現率が高い。



両林分とも遷移後期種の出現率が高い！



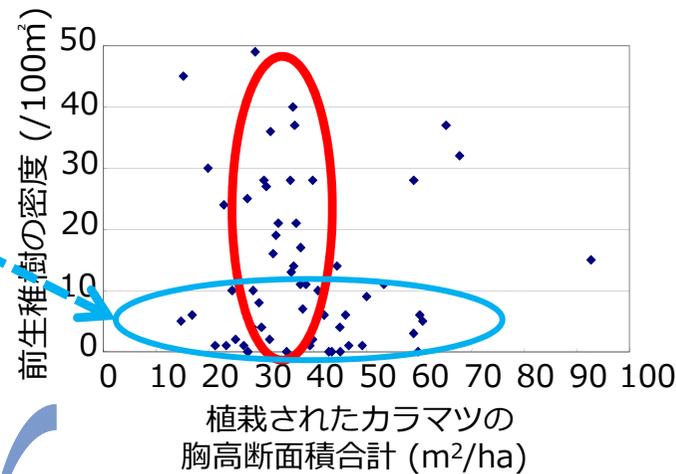
**原生的な高木林を目標林型に設定する事も可能です。**

カラマツ林とトドマツ林の下層における  
広葉樹の樹種別出現率 (今 2010より)

# 本州中部のカラマツ林／山梨県・群馬県

- カラマツ林には、前生稚樹が多い林分がある一方で、ほとんど存在しない林分もある（バラツキがとても大きい）。
- カラマツ林は、ササ類が繁茂しやすい。

**広葉樹がほとんどない林もあることに注意！**



植栽されたカラマツの胸高断面積合計と前生稚樹密度の関係 (山梨県櫛形山)



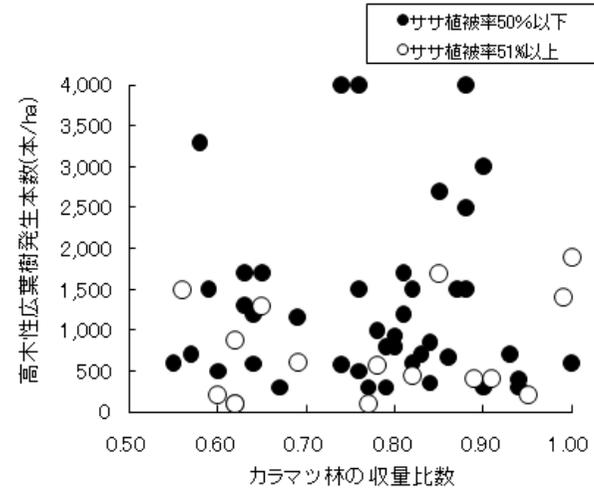
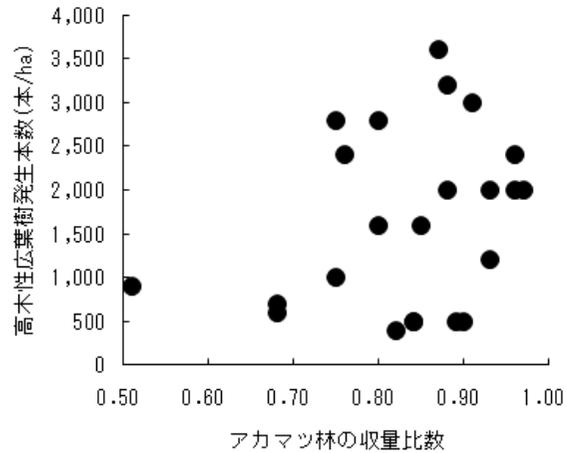
ミヤコザサが林床を覆うカラマツ人工林 (山梨県八ヶ岳山麓)

**林内の光環境が同様であっても、更新がみられる林分もあれば、全く更新していない林分もあります。**

**林床にササ類の生育しているカラマツ林での天然更新は、補助作業無しでは難しいと考えして下さい。**

# マツ林には広葉樹が多い／長野県

長野県内のアカマツ林やカラマツ林で、収量比数と高木性広葉樹の成立本数をしらべました。



収量比数と林内下木密度との関係

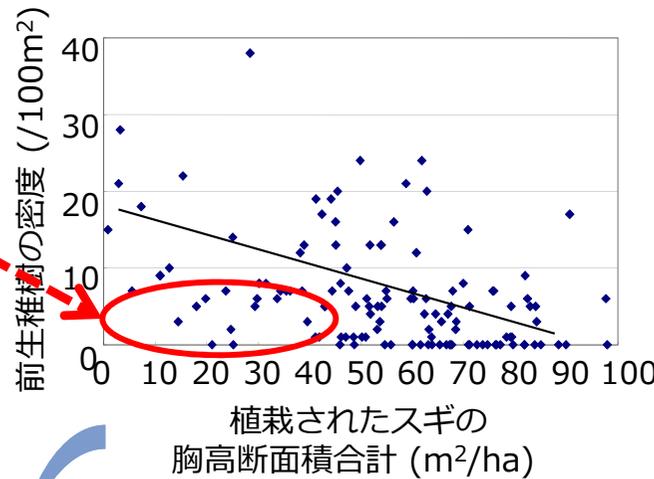


アカマツ林、カラマツ林共に、収量比数が非常に高くても高木性広葉樹の成立本数が多い林分がありました。しかし、ササに覆われたカラマツ林では高木性広葉樹が少ない傾向がありました。

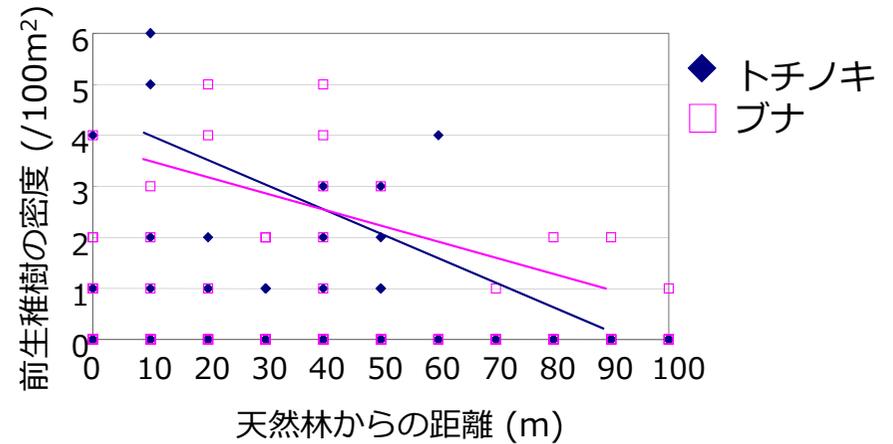
# 本州中部冷温帯のスギ林

- スギ林内の光環境が明るいほど、前生稚樹は多い。
- 遷移後期種の前生稚樹の数は、種子源からの距離に依存。

**広葉樹がほとんどない林もあることに注意！**



スギの胸高断面積合計と前生稚樹の密度の関係  
(群馬県赤谷)



天然林からの距離と人工林内のトチノキ・ブナの密度の関係  
(群馬県赤谷)

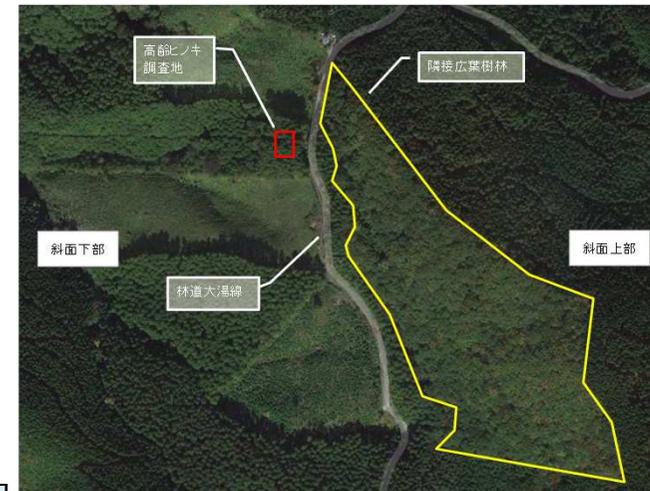
**光環境を改善することで天然更新が期待できます。**

ですが

**天然林から離れている人工林では、高木性樹種の稚樹が少なくなります。**

# 高齢ヒノキ人工林内と隣接広葉樹林の出現種比較

- ミズナラを優占種とする広葉樹林に隣接する(斜面下部)高齢ヒノキ人工林内に、ミズナラは出現しなかった。
- 高木性で二次林種の上位5位までの出現個体数は、1,552本/ha。
- 高木性二次林種の出現樹種は、ほぼ広葉樹林内に出現した。



隣接広葉樹林  
出現樹種  
高木層

ミズナラ
コナラ
クリ
ウヅミズザクラ
ヤマザクラ
エゴノキ
リョウブ
アカシデ
ミズキ
ウヅロノキ
キハダ
アオハダ
カナクキノキ
コシアブラ
ハリキリ
クマノミズキ
ケヤキ

表-1 調査林分(上木)の概要

樹種	ヒノキ
林齢	101年
間伐後経過年数	25年
立木密度	543本/ha
胸高直径	36.1cm
樹高	21.4m
枝下高	13.6m
胸高断面積合計	56.5 m <sup>2</sup> /ha
幹材積	623 m <sup>3</sup> /ha
収量比数	0.74



林分の状況

