



国民の森林・国有林

令和6年度

人工林の天然林化への試みに係る
現地検討会資料

令和6年11月12日
愛媛森林管理署

次 第

時間等	事 項	備 考
9 : 3 0	受付開始	調査地入口（林道上）
9 : 5 0	受付締切	
1 0 : 0 0	開 会 （現地）	進行 愛媛署（川村）
	開会挨拶	愛媛森林管理署長
	日程等説明	愛媛署
	現地検討会概要説明	愛媛署（白石）
1 0 : 3 0	調査地内移動・視察	愛媛署（白石）
1 1 : 1 5	意見交換会	調査地内（作業道上）
	講評	四国森林管理局 計画保全部長
1 2 : 0 0	解 散	調査地内

目次

p4	背景・目的
p5	調査地
p6	調査方法
P7	周辺樹種・ササ被度・傾斜
p8～p14	調査結果
p15	調査地視察ルート
p16～p18	検討会論点①
p19	検討会論点②
p20～21	今後の調査・課題
p22	参考文献

背景・目的

背景

- 自然条件・社会条件を踏まえ将来の目標へ向けたゾーニング（施業群等）を再点検し、多様な森づくりを推進していく必要がある。
 - ・木材生産重視→育成単層林（単一種で構成）
 - ・公益的機能発揮重視→育成複層林（針広混交林等）、天然生林

課題

- 育成複層林、天然生林へ誘導する手法の一つとして『天然更新』があるがあるが、周辺樹種の分布状況等の条件のうち何が天然更新の可否を決定しているのか明らかとなっていない。
- 天然更新の可否を現地で判断するためには、樹種判別等の高度な知識が必要であるため、天然更新調査が進まず、天然更新による育成複層林等の多様な森づくりが進んでいない。

R5,6年度に愛媛大学と共同で天然更新調査、周辺樹種調査を実施

	施業履歴_狼ヶ城山43い1
R元	誘導伐（帯状に立木を残存させ小面積皆伐）（当時68年生） 枝条整理および刈払い実施後、植栽（ヒノキ2500本/ha）
R2	下刈
R2~R4	植栽木の半数にノウサギ被害が確認され、一部枯れる 広葉樹等の多様な樹種の更新確認
R5	天然更新調査実施（9月~11月愛媛大学共同）
R6	周辺樹種調査実施（9月愛媛大学共同）

目的

- 更新樹種、更新木数の結果を、周辺樹種の分布状況や下層植生の繁茂状況、地理・地形要因、施業履歴から考察し、天然更新可否条件を明らかにする。

検討内容

【検討会の論点①】 調査結果から天然更新可否条件を考える

○人工林伐採後(0~5年後)に天然更新が期待できる樹種は？ ○ササ高を超えて高木・中木が更新した要因は？

【検討会の論点②】 天然更新は成功と捉えられるか？



ドローンによる狼ヶ城山43い1林小班空撮（令和6年5月8日撮影）

	狼ヶ城山43い1	
標高	950m～1100m	
斜面	西向き	
植生	西側(谷)、南側・・・広葉樹多	東側(尾根)、北側・・・スギ・ヒノキ

	誘導伐地(北側)	誘導伐地(南側)
面積 (ha)	1.35	2.29 (残存木含む)
平均傾斜角(度)	27.0	30.5

	斜面下部(西側)	斜面上部(東側)
地形	谷	尾根
傾斜	急	緩

	斜面下部(西側)	斜面上部(東側)
地形	谷	尾根
傾斜	急	緩
林床(ササ)	少ない	多い

ササ背丈・・・約2m



ササ背丈（令和元年皆伐地内下刈前）



南側隣接地（広葉樹多）林床状況_谷側



南側隣接地（広葉樹多）林床状況_尾根側

調査方法（更新樹種）



尾根側
 多 低
 ササ量
 更新樹種樹高
 少 高
 谷側



更新樹種樹高_尾根側（令和5年6月撮影）



更新樹種樹高_谷側（令和5年6月撮影）

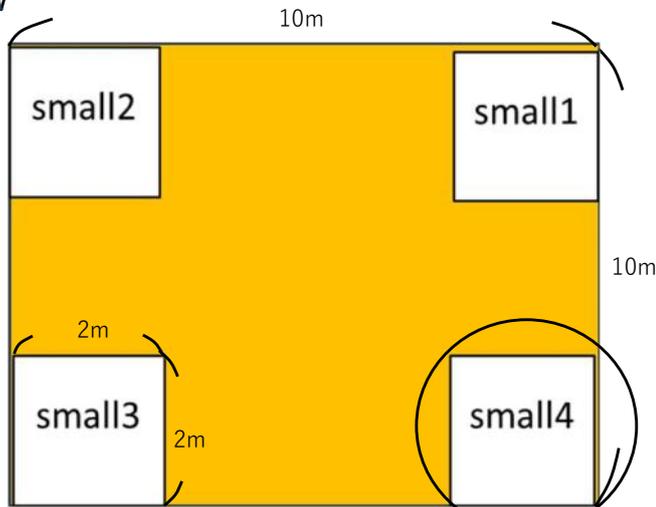
天然更新調査10m×10m設置箇所（黄色）

設置理由：①尾根側、谷側でササ量、更新樹種樹高に差
 ②西側、南側に広葉樹多



ササ量や周辺広葉樹の多寡が天然更新に関係があるかを捉えるため

10m×10mの調査区を9地点設置



10m×10mの4隅に2m×2mを設置

2m×2m調査区内で更新調査を実施

9地点（10m×10m）×4地点（2m×2m）
 = 36地点・・・計144㎡

○調査対象

- ・樹高60cm以上の木本種のみ（60cm以上が下層植生に被圧されていない高さ）

○調査項目（3項目）

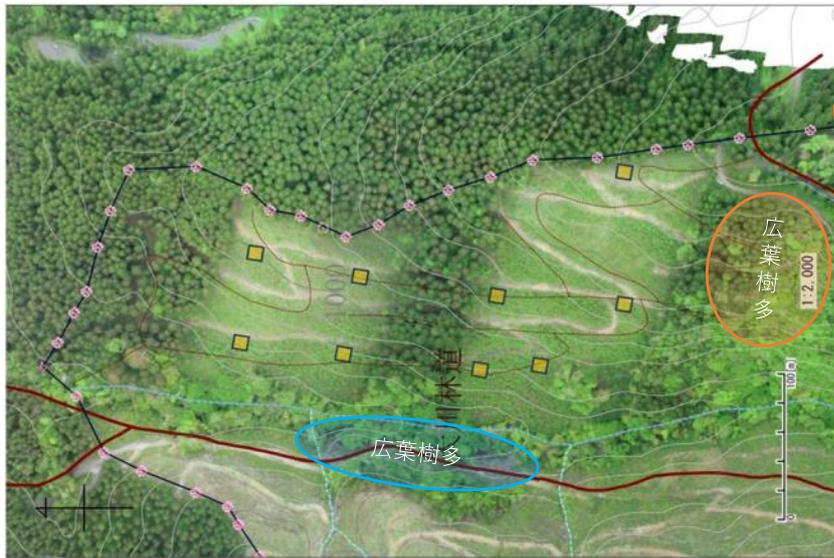
- ・樹高（単位cm）・樹種・ササ被度（目視で0～100%を判別）

周辺樹種・ササ被度・傾斜（尾根側・谷側）

○周辺樹種

周囲長30cm以上（胸高直径約10cm以上）の樹種
（30cm以上が林冠を形成する大きさと判断）

調査日
・令和6年9月30日



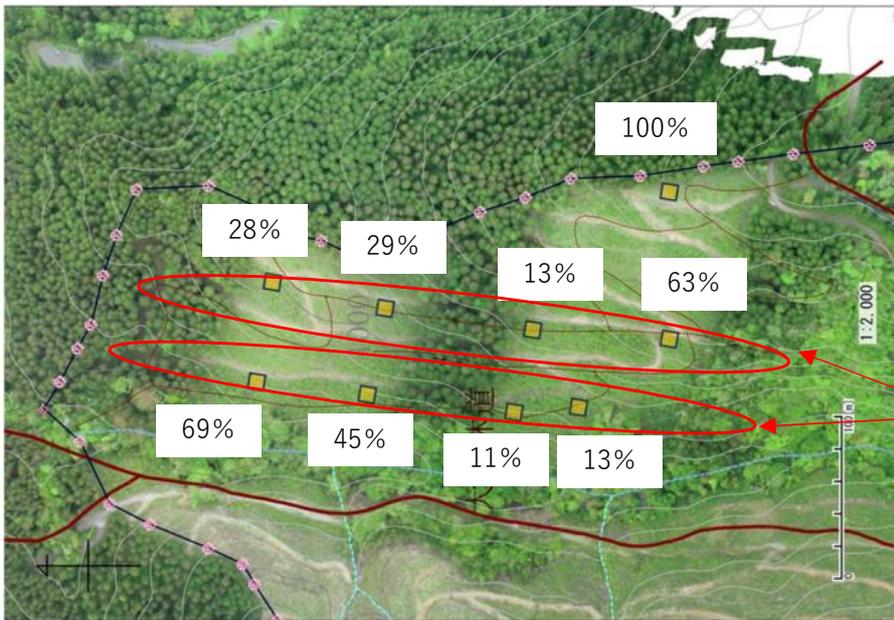
斜面

シデ、ミズメ、イヌブナ、コナラ、コシアブラ、ツガ、ヒノキ、モミ等

谷

サワグルミ、フサザクラ、ミズキ、アサガラ、オオバアサガラ、カツラ、コバノガマズミ、ホオノキ等

○ササ被度

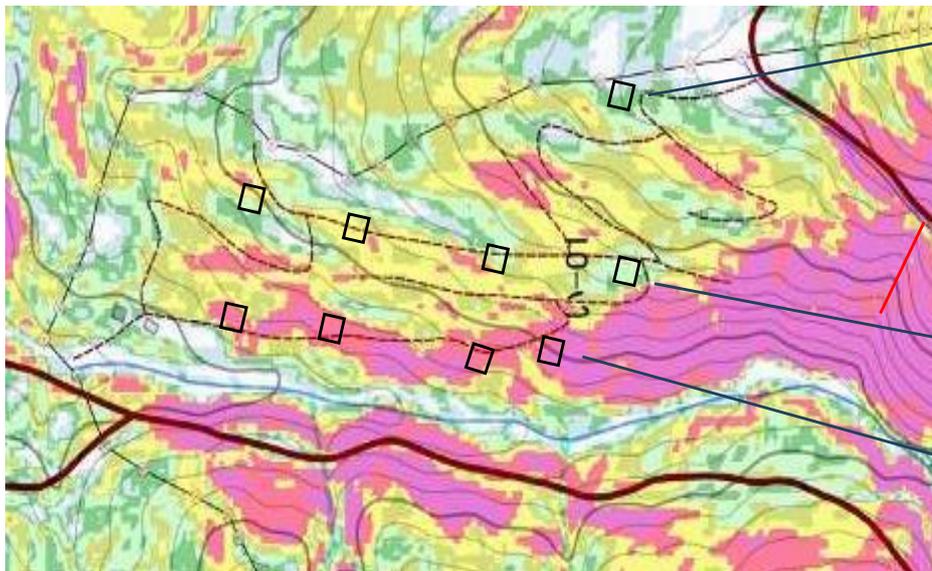


ササ量が明確に多い箇所は尾根箇所のみであり、谷に近づくにつれて、ササ量が少なくなることはなかった。

尾根側（上ライン）と谷側（下ライン）でササ量に差異はない。
（調査箇所毎で差があるのみ。）

※調査箇所に枝条が堆積していたことにより、ササ被度が低くなる箇所があった。

○傾斜



傾斜（°）

- 10° ~15°
- 15° ~20°
- 20° ~25°
- 25° ~30°
- 30° ~35°
- 35° ~40°
- 40° 以上

尾根
傾斜10° ~20°

40° 以上の箇所
南側隣接地(広葉樹多)

尾根側（上ライン）
傾斜25° ~30°

谷側（下ライン）
傾斜35° ~40°

調査結果（更新樹種）

356個体、45種を計測
(2m×2m_36地点 (144㎡内))

調査日
・令和5年 9月6日、9月21日
10月18日、10月27日
11月1日

7,986本/haの高木が更新

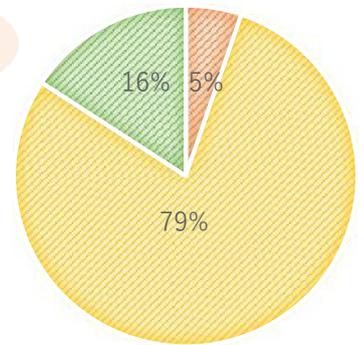
○階層構造

	個体数(本/ha)	個体数・144㎡	種数・144㎡
高木	7986	115	20
中木	12222	176	16
低木	4514	65	9

○遷移上の位置付（※高木のみ）

二次林種が8割(高木のみ)

遷移上の位置付	種数・144㎡	割合
先駆種	1	5%
二次林種	15	79%
遷移後期種	3	16%



■先駆種 ■二次林種 ■遷移後期種

※先駆種 明るい環境を利用して定着する種群のうち、比較的短命な樹種。

※二次林種 明るい環境を利用して定着する種群のうち、比較的長命な樹種。萌芽能力が高い樹種が多い。

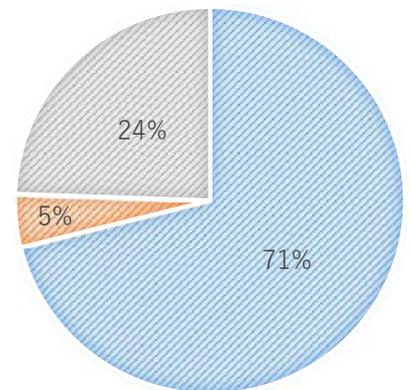
※遷移後期種 比較的安定した（老齢な）森林を構成する種群のうち、閉鎖した林冠下の暗い環境でも生育できるような耐陰性のある程度もつ樹種。

(※参考文献①)

○種子散布型

動物散布_鳥散布型が7割

種子散布型	種数・144㎡	割合
動物散布_鳥散布型	32	71%
動物散布_貯食型	2	4%
風散布	11	24%



■動物散布_鳥散布型 ■動物散布_貯食型 ■風散布

核果、液果 集合果（キイチゴ状果）	堅果 ブナ科、	翼果、果苞あり 種子小さい5mm前後 種子に翼の形態あり
動物散布_鳥散布型	動物散布_貯食型	風散布
ミズキ、ヤマグワ	クリ、オニグルミ	ミズメ、イヌシデ

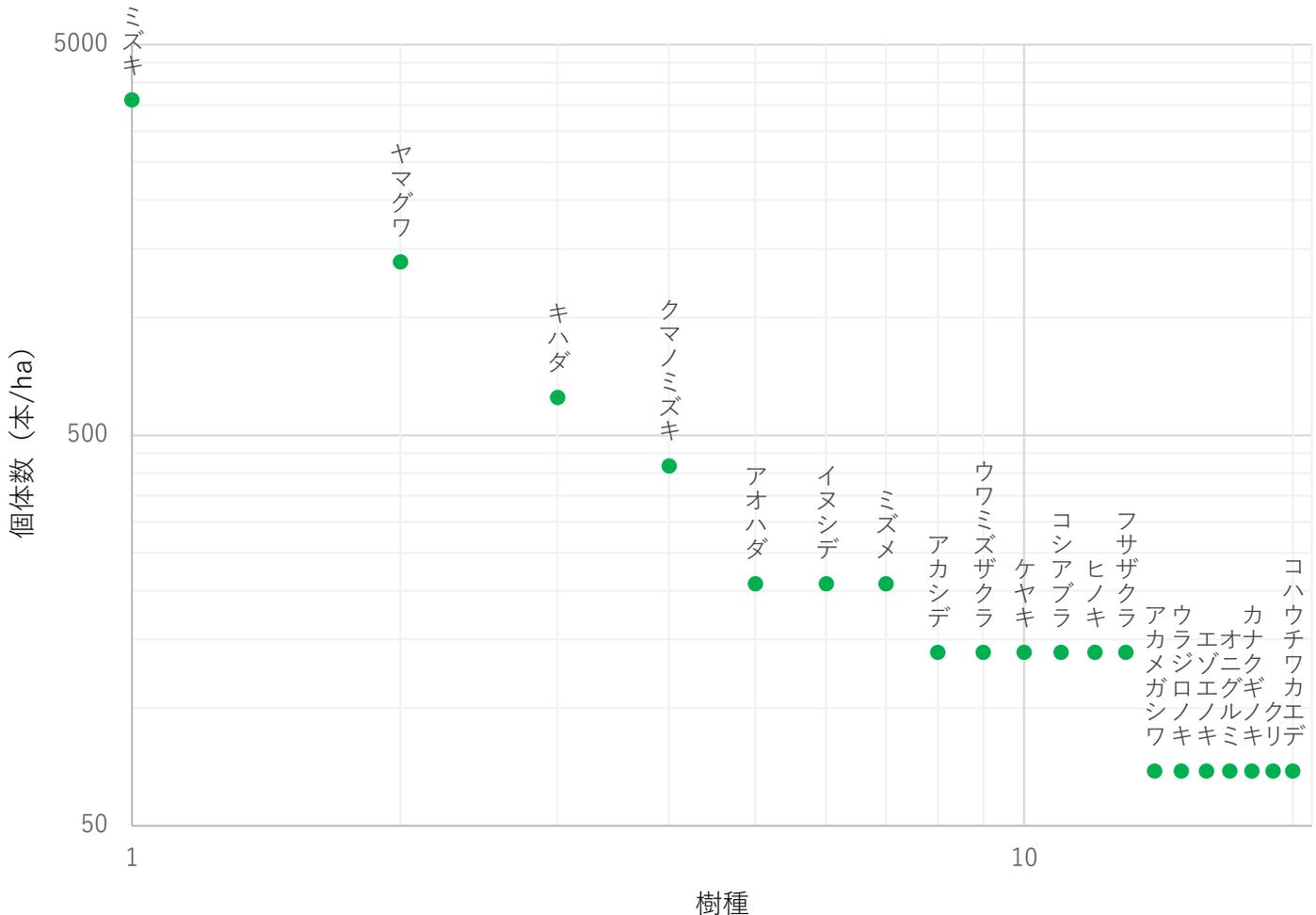
調査結果（更新樹種）

○高木

() は各樹種合計数のうち、萌芽更新していた個体数

高木	個体数(本/ha)	個体数・144m ²	種子散布型	科	遷移上の位置付
ミズキ	3611	52 (2)	動物散布_鳥散布型	ミズキ科	二次林種
ヤマグワ	1319	20	動物散布_鳥散布型	クワ科	二次林種
キハダ	625	9	動物散布_鳥散布型	ミカン科	二次林種
クマノミズキ	417	6	動物散布_鳥散布型	ミズキ科	二次林種
アオハダ	208	3	動物散布_鳥散布型	モチノキ科	二次林種
イヌシデ	208	3	風散布	カバノキ科	二次林種
ミズメ	208	3	風散布	カバノキ科	二次林種
アカシデ	139	2	風散布	カバノキ科	遷移後期種
ウワミズザクラ	139	2	動物散布_鳥散布型	バラ科	二次林種
ケヤキ	139	2 (1)	風散布	ニレ科	遷移後期種
コシアブラ	139	2	動物散布_鳥散布型	ウコギ科	二次林種
ヒノキ	139	2(植栽木)	風散布	ヒノキ科	※対象外とした
フサザクラ	139	2	風散布	フサザクラ科	二次林種
アカメガシワ	69	1	動物散布_鳥散布型	トウダイグサ科	先駆種
ウラジロノキ	69	1 (1)	動物散布_鳥散布型	バラ科	二次林種
エゾエノキ	69	1	動物散布_鳥散布型	ニレ科	二次林種
オニグルミ	69	1	動物散布_貯食型	クルミ科	二次林種
カナクギノキ	69	1	動物散布_鳥散布型	クスノキ科	二次林種
クリ	69	1	動物散布_貯食型	ブナ科	二次林種
コハウチワカエデ	69	1	風散布	カエデ科	遷移後期種

高木_全個体数(144m²)

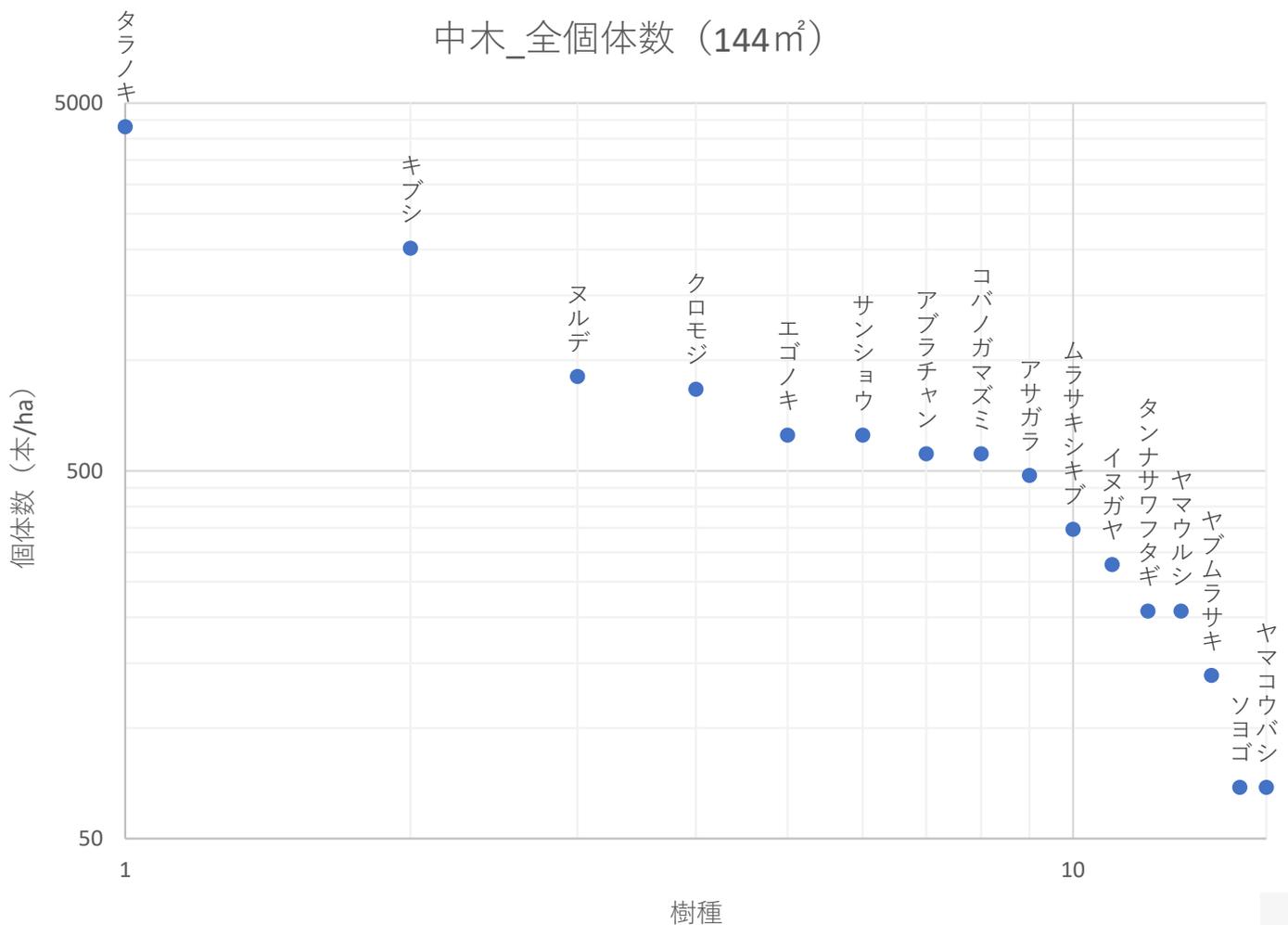


調査結果（更新樹種）

○中木

() は各樹種合計数のうち、萌芽更新していた個体数

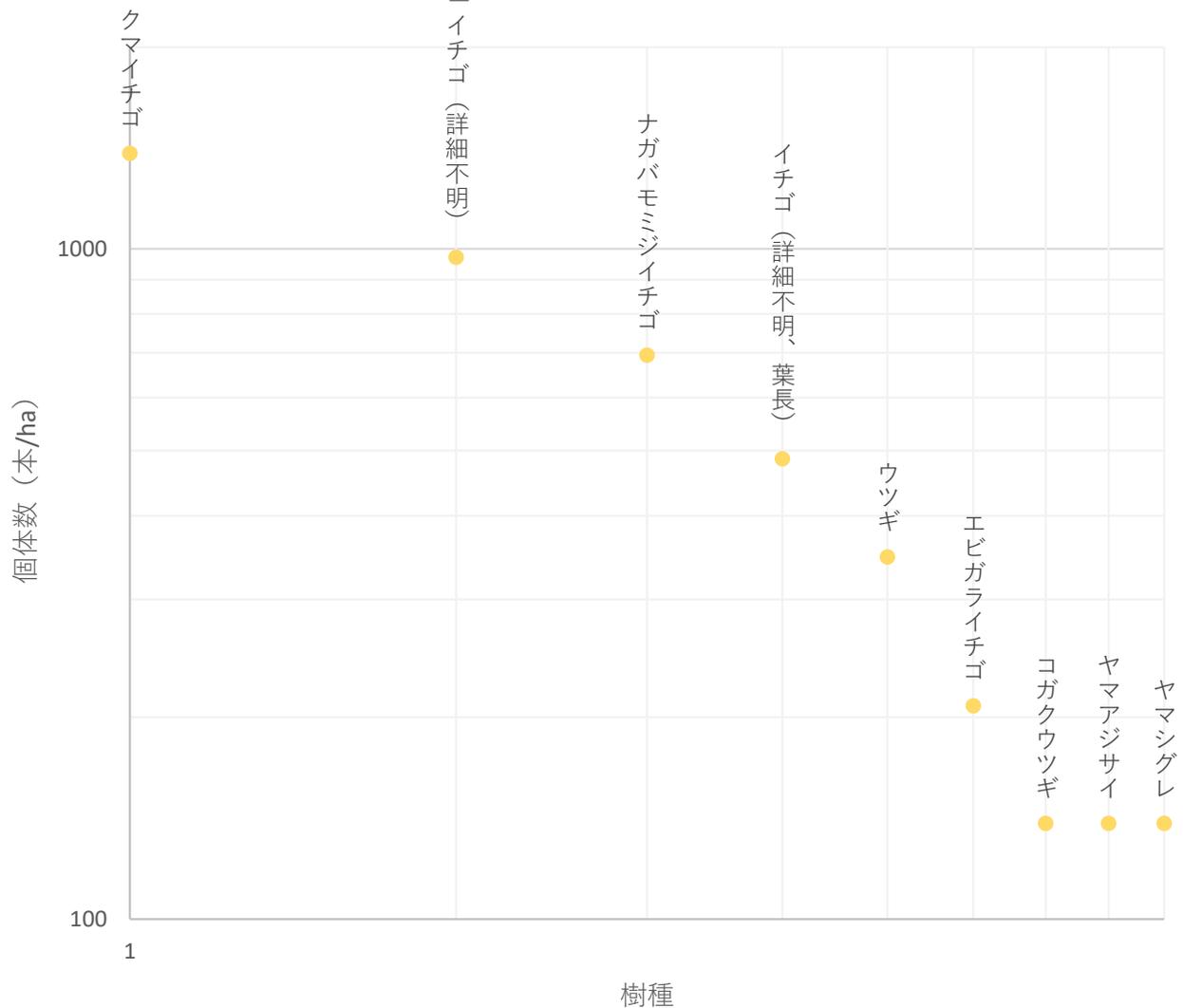
中木	個体数(本/ha)	個体数・144m ²	種子散布型	科
タラノキ	4306	62	動物散布_鳥散布型	ウコギ科
キブシ	2014	29	動物散布_鳥散布型	キブシ科
ヌルデ	903	13	動物散布_鳥散布型	クスノキ科
クロモジ	833	12	動物散布_鳥散布型	ウルシ科
エゴノキ	625	9	動物散布_鳥散布型	エゴノキ科
サンショウ	625	9	風散布	ミカン科
アブラチャン	556	8 (1)	動物散布_鳥散布型	クスノキ科
コバノガマズミ	556	8	動物散布_鳥散布型	スイカズラ科
アサガラ	486	7	動物散布_鳥散布型	エゴノキ科
ムラサキシキブ	347	5	動物散布_鳥散布型	クマツヅラ科
イヌガヤ	278	4	動物散布_鳥散布型	イヌガヤ科
タンナサワフタギ	208	3	動物散布_鳥散布型	ハイノキ科
ヤマウルシ	208	3	動物散布_鳥散布型	ウルシ科
ヤブムラサキ	139	2	動物散布_鳥散布型	クマツヅラ科
ソヨゴ	69	1	動物散布_鳥散布型	モチノキ科
ヤマコウバシ	69	1	動物散布_鳥散布型	クスノキ科



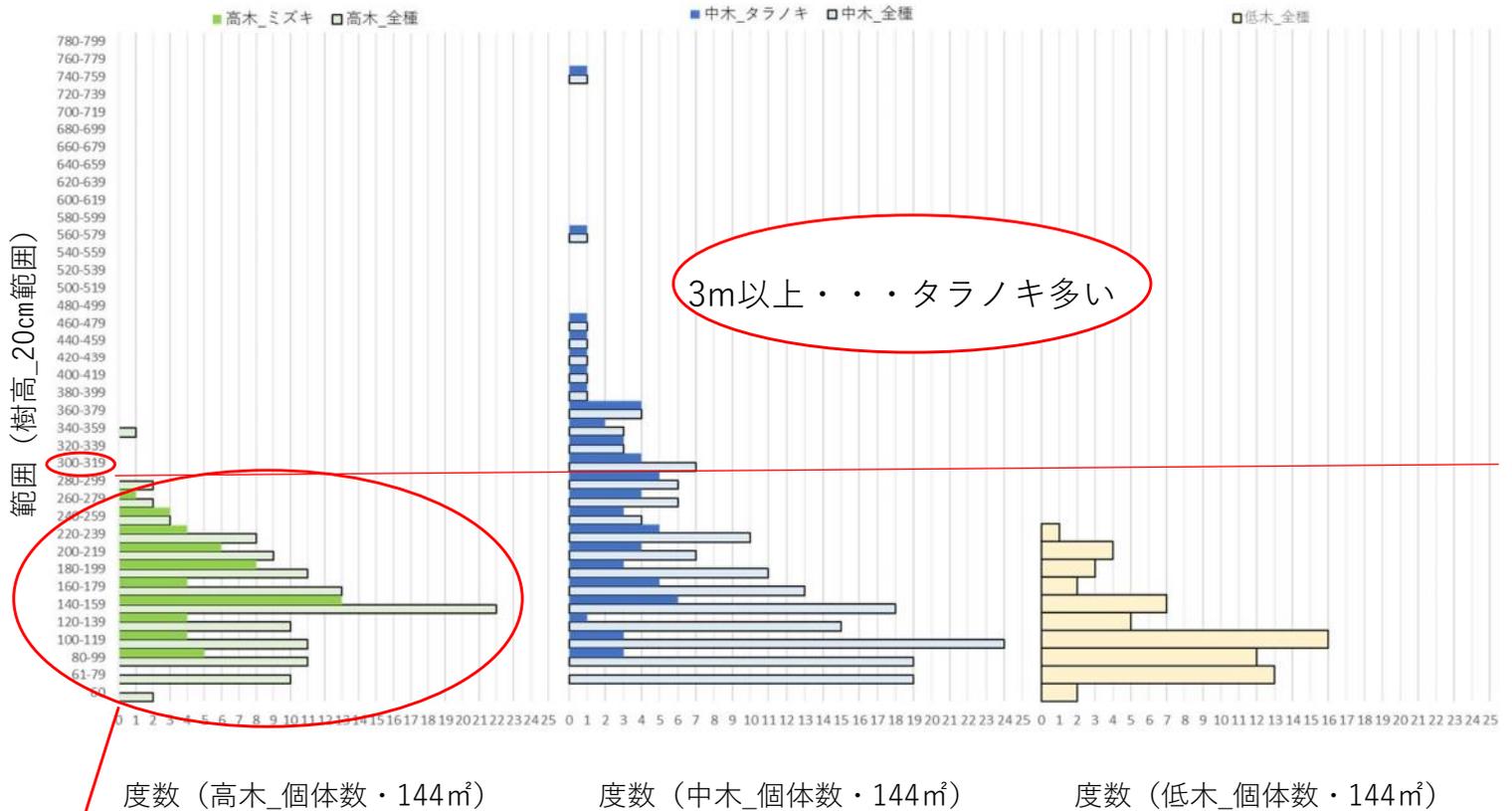
○低木

低木	個体数(本/ha)	個体数・144m ²	種子散布型	科
クマイチゴ	1389	20	動物散布_鳥散布型	バラ科
イチゴ（詳細不明）	972	14	動物散布_鳥散布型	バラ科
ナガバモミジイチゴ	694	10	動物散布_鳥散布型	バラ科
イチゴ（詳細不明、葉長）	486	7	動物散布_鳥散布型	バラ科
ウツギ	347	5	風散布	ユキノシタ科
エビガライチゴ	208	3	動物散布_鳥散布型	バラ科
コガクウツギ	139	2	風散布	ユキノシタ科
ヤマアジサイ	139	2	風散布	ユキノシタ科
ヤマシグレ	139	2	動物散布_鳥散布型	スイカズラ科

低木_全個体数（144m²）



○階層別樹高階分布（ヒストグラム）



タラノキ が林冠を形成している

タラノキ・・・先駆種

※暗い環境で発芽・成長することが困難なうえに寿命が短い
ため、森林の発達とともに数は減少する。

タラノキの林冠下に
二次林種、遷移後期種の高木が控えている
(15種) (3種)

ミズキ・・・二次林種

※先駆種と同様に暗い環境で成長することは困難だが、寿命が長い
ため、攪乱（伐採）後の森林の発達において重要な役割を果たす。

(※参考文献①)

調査結果（更新樹種）

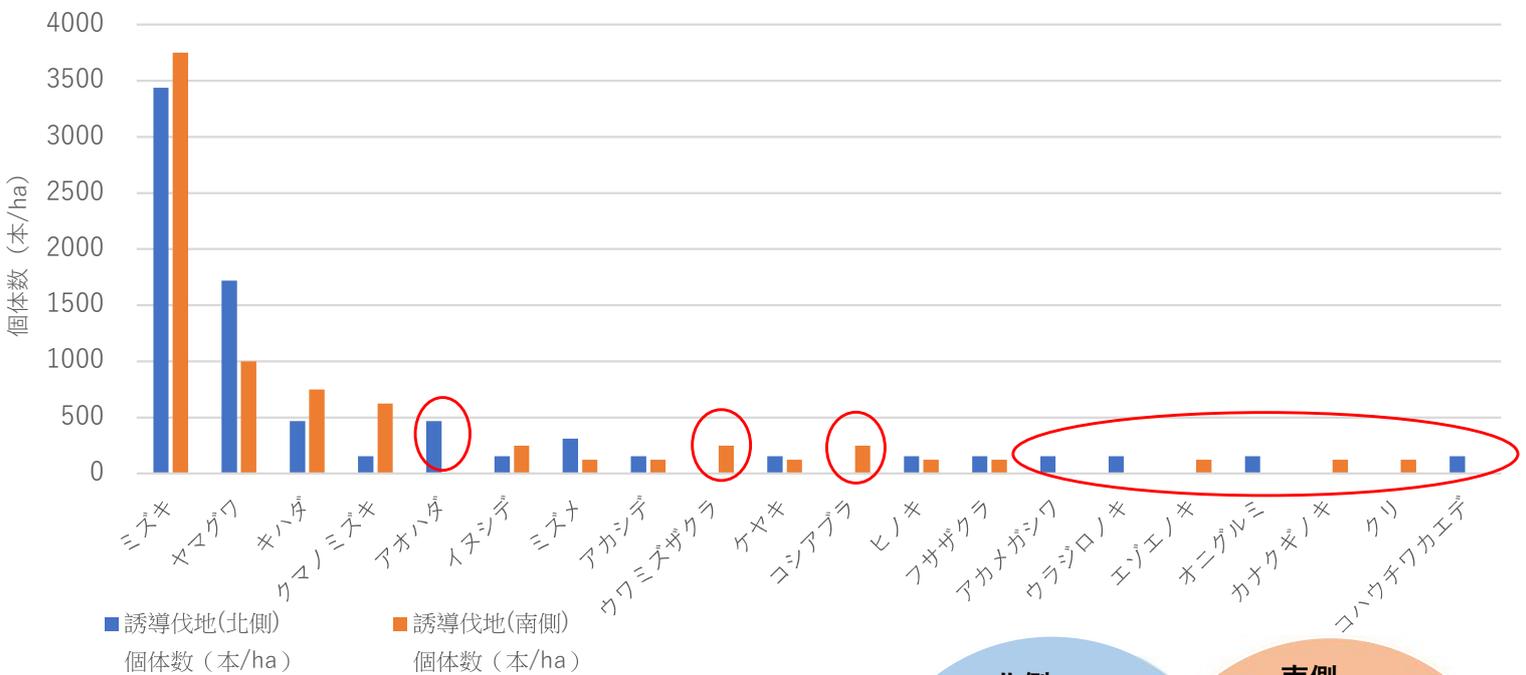
○北側、南側 高木の更新個体数・種数 （多様度）比較

南側隣接地（広葉樹多）からの距離
誘導伐地北側：約200m～約300m
誘導伐地南側：0m～約100m

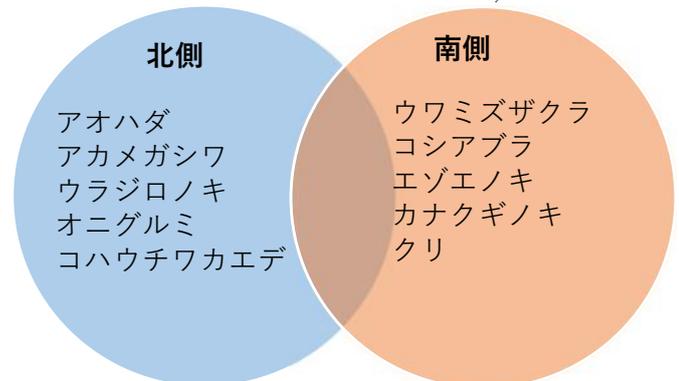


国有林GIS上にて距離算出

高木_誘導伐地南・北側別個体数（本/ha）



	誘導伐地(北側)_高木	誘導伐地(南側)_高木
個体数 (本/ha)	8000	7969
※シンプソン多様度指数	0.74	0.76
※シャノン多様度指数	1.95	1.92



※シンプソン多様度指数 = $1 - \frac{1}{\sum (各樹種個体数 / 総個体数)^2}$ (各樹種個体数相対優先度2乗の総和)
 ... 1に近いほど多様度が大きい

※シャノン多様度指数 = $-\sum (各樹種個体数 / 総個体数) \times \ln(各樹種個体数 / 総個体数)$ (各樹種個体数相対優先度 × ln(自然対数)各樹種個体数相対優先度の総和) × -1
 ... 値が大きいほど多様度が大きい

南側隣接地（広葉樹多）から近い誘導伐地南側と誘導伐地北側

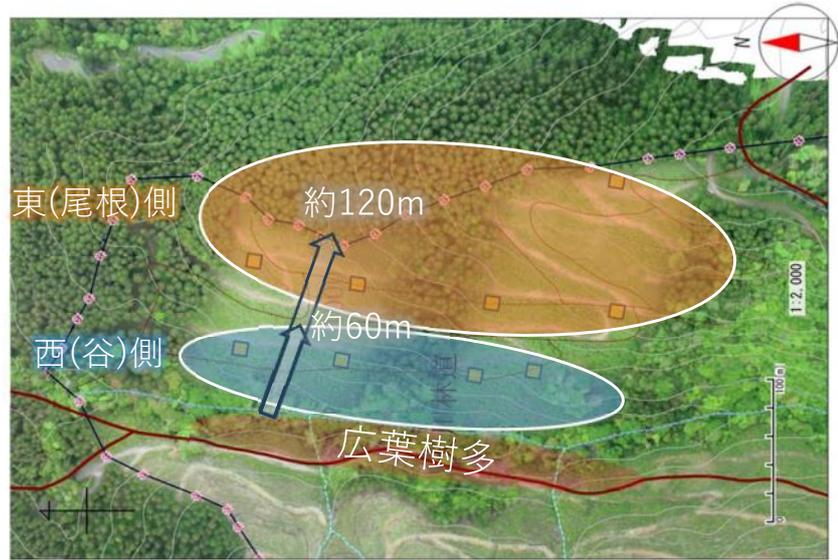


個体数・種数（多様度）ともに差なし

調査結果（更新樹種）

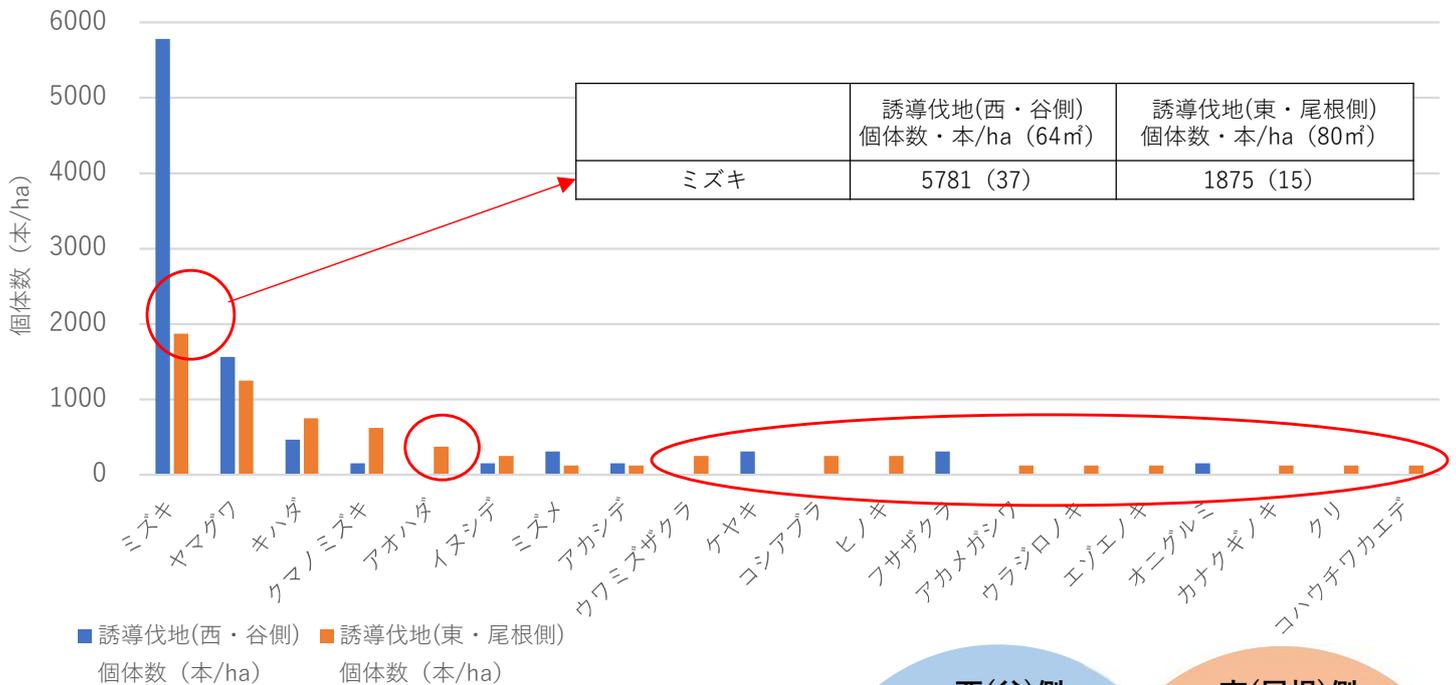
○西(谷)側、東(尾根)側 高木の更新個体数・種数 (多様度) 比較

西(谷)側隣接地（広葉樹多）からの距離
誘導伐地東(尾根)側：約60m～約120m
誘導伐地西(谷)側：0m～約60m

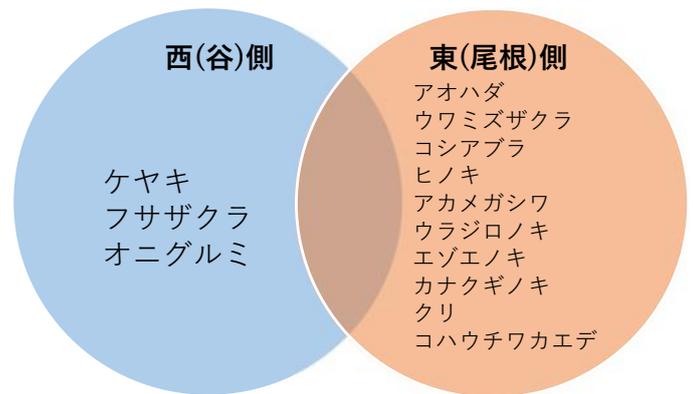


国有林GIS上にて距離算出

高木_誘導伐地西(谷)・東(尾根)側別個体数 (本/ha)



	誘導伐地 (西・谷側)_高木	誘導伐地 (東・尾根側)_高木
個体数 (本/ha)	9735	6875
※シンプソン多様度指数	0.59	0.86
※シャノン多様度指数	1.36	2.35



※シンプソン多様度指数 = $1 - (\text{各樹種個体数相対優先度}^2 \text{の総和})$
 ... 1に近いほど多様度が大きい

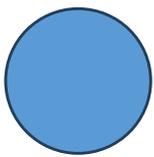
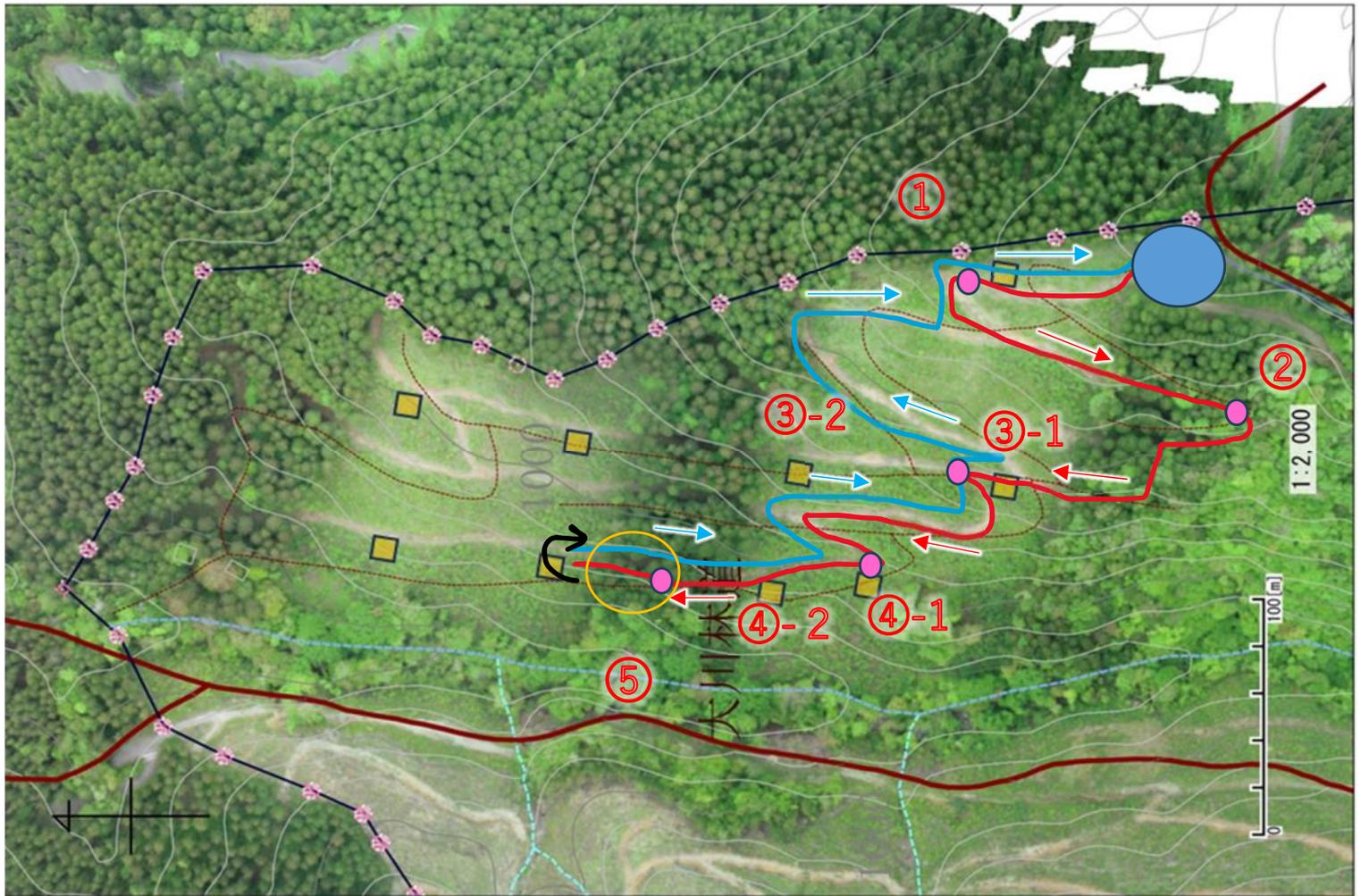
※シャノン多様度指数 = $(\text{各樹種個体数相対優先度} \times \ln(\text{自然対数各樹種個体数相対優先度の総和})) \times -1$
 ... 値が大きいほど多様度が大きい

西(谷)側隣接地（広葉樹多）から近い誘導伐地南側と誘導伐地北側

個体数・・・誘導伐地西(谷)側が多い
 種数(多様度)・・・誘導伐地東(尾根)側が多い

個体数は1～2個体であり、
 データ数が不十分で差がある
 とも言いきれない

○調査地内視察



開会 挨拶、調査地概要説明



調査結果要点説明箇所（計5カ所）



検討討論、挨拶 閉会



各調査地点（別冊データ）



往路 約15分（下り）移動のみの場合



復路 約20分（登り）移動のみの場合

【検討会の論点①】 調査結果から天然更新可否条件を考える

○人工林伐採後（0～5年後）に天然更新が期待できる樹種は？

・更新樹種調査で出現した階層構造別の上位5種

高木	個体数・ 144㎡	種子散布型	中木	個体数・ 144㎡	種子散布型	低木	個体数・ 144㎡	種子散布型
ミズキ	52	動物散布_鳥 散布型	タラノキ	62	動物散布_鳥 散布型	クマイチゴ	20	動物散布_鳥 散布型
ヤマグワ	20	動物散布_鳥 散布型	キブシ	29	動物散布_鳥 散布型	イチゴ（詳細不明）	14	動物散布_鳥 散布型
キハダ	9	動物散布_鳥 散布型	ヌルデ	13	動物散布_鳥 散布型	ナガバモミジイチゴ	10	動物散布_鳥 散布型
クマノミズキ	6	動物散布_鳥 散布型	クロモジ	12	動物散布_鳥 散布型	イチゴ（詳細不明、葉長）	7	動物散布_鳥 散布型
アオハダ	3	動物散布_鳥 散布型	エゴノキ	9	動物散布_鳥 散布型	ウツギ	5	風散布

階層構造別上位5種のほとんどの樹種が**動物散布_鳥散布型**

（全樹種においても、約7割が動物散布_鳥散布型）

一方で隣接する樹種は風散布型（シデ、ミズメ等）が多く、鳥散布型は少なかった



鳥散布は広範囲で行われている？

立木（ヒノキ）を止まり木にして、果実を
食べたあと、種子を散布している
（飛行しながら種子散布はしていない？）

動物鳥散布型種子は、伐採跡地内のヒノキ残存木下とオープンな箇所では、ヒノキ残存木下で集中的に落下し、残存木のない伐採跡地（皆伐地）への散布量は少なくなる傾向。
※参考文献②（1994、樋口、肥後）

果実性食鳥類は伐採跡地よりも人工林内で種数、個体数ともに多かった。
※参考文献③（2003、佐藤・酒井）



スギ・ヒノキが止まり木となり、
伐採前に林内へ多数・多種の種子が散布されている？

○人工林伐採後（0～5年後）に天然更新が期待できる樹種は？

・更新樹種調査で出現した階層構造別の上位5種

高木	個体数・ 144㎡	種子散布型	中木	個体数・ 144㎡	種子散布型	低木	個体数・ 144㎡	種子散布型
ミズキ	52	動物散布_鳥 散布型	タラノキ	62	動物散布_鳥 散布型	クマイチゴ	20	動物散布_鳥 散布型
ヤマグワ	20	動物散布_鳥 散布型	キブシ	29	動物散布_鳥 散布型	イチゴ（詳細不明）	14	動物散布_鳥 散布型
キハダ	9	動物散布_鳥 散布型	ヌルデ	13	動物散布_鳥 散布型	ナガバモミジイチゴ	10	動物散布_鳥 散布型
クマノミズキ	6	動物散布_鳥 散布型	クロモジ	12	動物散布_鳥 散布型	イチゴ（詳細不明、葉長）	7	動物散布_鳥 散布型
アオハダ	3	動物散布_鳥 散布型	エゴノキ	9	動物散布_鳥 散布型	ウツギ	5	風散布

上表の赤字で示した樹種が、他の埋土種子調査（2003、佐藤・酒井）で確認された種
※参考文献③（2003、佐藤・酒井）

・・・低木、中木種は**先駆種**

パイオニア性樹種（先駆種）は、土壤中で長期間、発芽力を失わず生存する。そのため、毎年の種子散布量は僅かでも、人工林が成熟するまでに豊富な土壌シードバンクが形成されると予測できる。

※参考文献④（1950、小澤）・・・参考文献②（2003、佐藤・酒井）被引用文献として上記記載あり



埋土種子を形成し、誘導伐後に発芽している種が多い？

○人工林伐採後（0～5年後）に天然更新が期待できる樹種

鳥散布型の樹種、埋土種子を形成する樹種

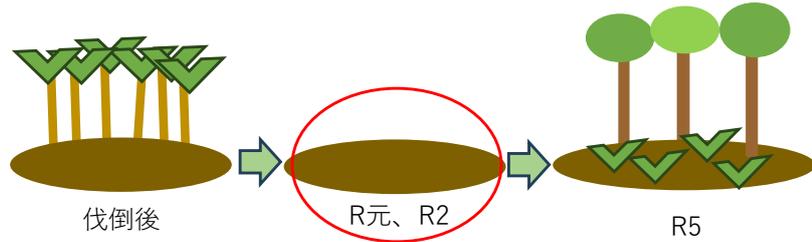
高木、二次林種に位置付けられる種も多く、これらの更新個体・種数の多寡が森林の形成に重要となる可能性がある

【検討会の論点①】 調査結果から天然更新可否条件を考える

○高木、中木がササ高（60cm）を超えて更新した要因は？

施業履歴

R元年：刈払い（ヒノキ植栽）
R2年：下刈（ヒノキ以外刈払い）
R5年：天然更新調査

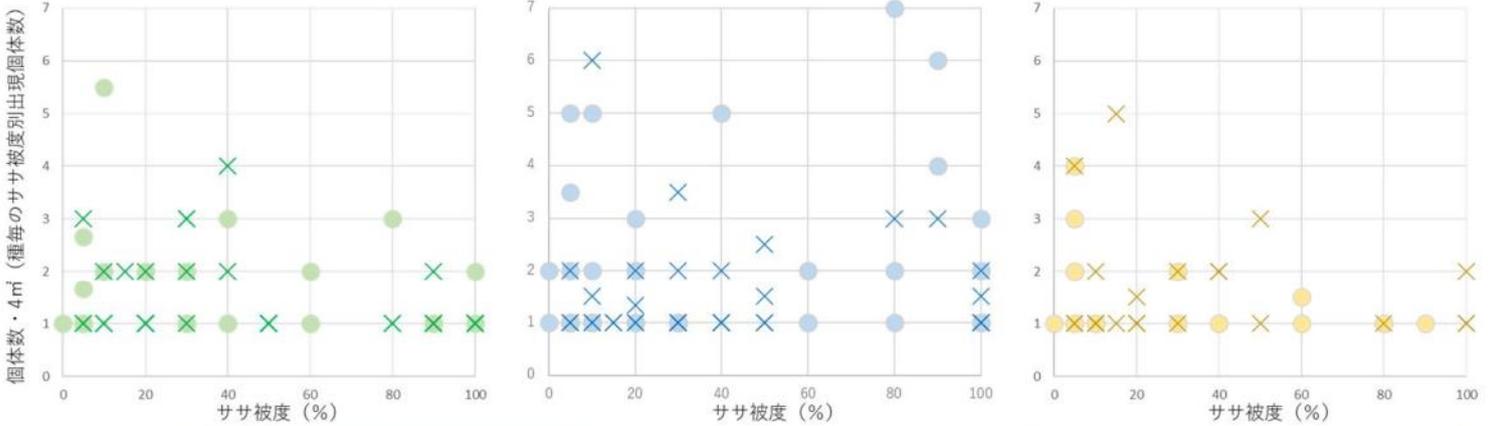


2mのササが刈払われたことで、

更新樹種と **ササとの競合が緩和された**

ササ、他植生は背丈0cmから同時に成長がスタート

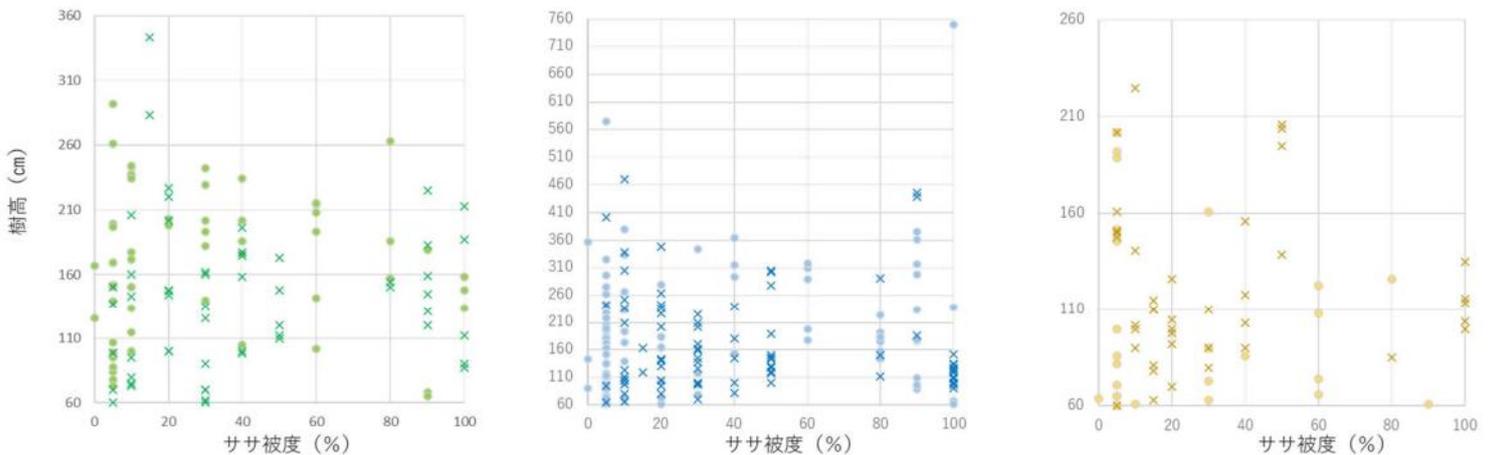
・ササと更新個体数の関係性



○・・・西（谷）側
×・・・東（尾根）側

	高木	中木	低木
分散比	2.5323	1.7955	1.8672
自由度	61.0000	70.0000	35.0000
P値	0.1167	0.1846	0.1805

・ササと樹高の関係性



	高木	中木	低木
分散比	0.0133	0.9840	0.0941
自由度	113.0000	174.0000	63.0000
P値	0.9082	0.3226	0.7600

P値 > 0.05 → 林床がササに覆われることが、更新個体数、樹高に有意な影響と与えていると断定できない



多くの木本種はササが刈り払われたことで更新に成功し、ササよりも成長が早いのでは？

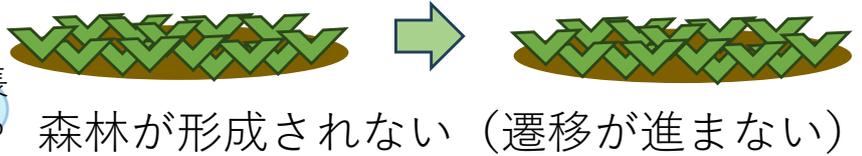
ササを刈払いしたことで高木、中木の多くがササ高を超えて更新した？

【検討会の論点②】天然更新は成功と捉えられるか？

天然更新の成功、失敗とは？

失敗

木本種が更新しない、下層植生よりも成長が劣り、ササや草本類、低木類に覆われる

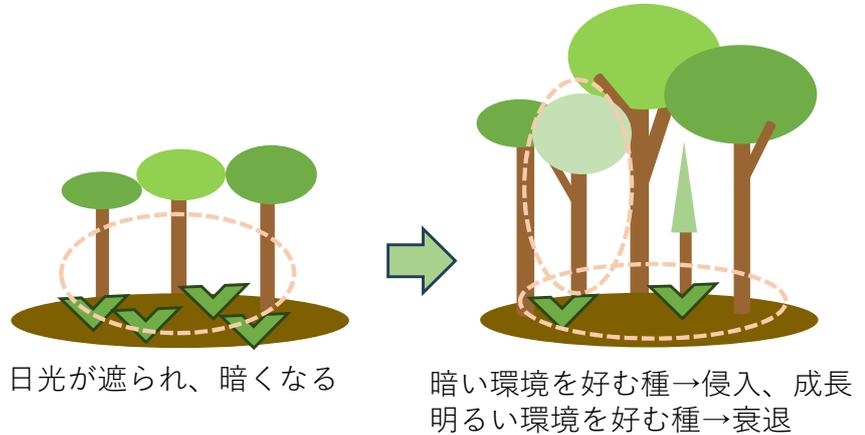


森林が形成されない（遷移が進まない）

成功

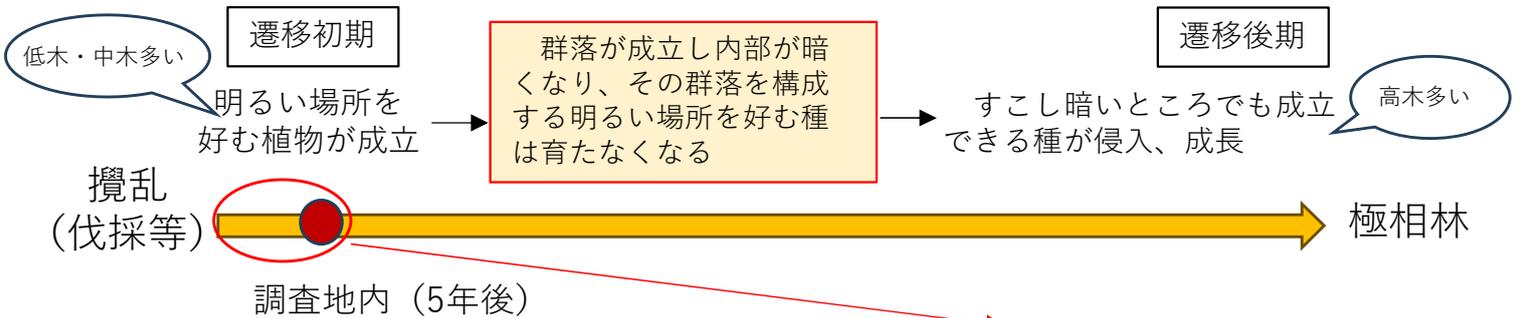
高木や中木が更新し、下層植生以上に成長している状態

高木や中木が成長し、垂直構造が発達することにより、林冠下は暗い環境となる



森林が形成される（遷移が進む）

遷移・・・生態系の種組成や構造が時間経過とともに比較的安定な状態に向かって変化すること



高木、中木の鳥散布型種子の二次林種、埋土種子の先駆種、が更新し、下層植生以上に成長している

攪乱から0～5年後の天然更新で目指す森林状況

→ ササの刈払いを実施したことが有効だった可能性大

森林を形成するための遷移を開始させる状態にすることが重要

今回の調査結果

・高木、中木が下層植生（ササ）を超えて多く更新している（伐倒5年後）

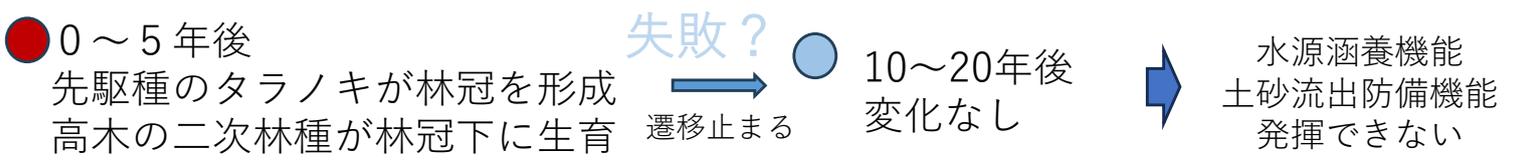
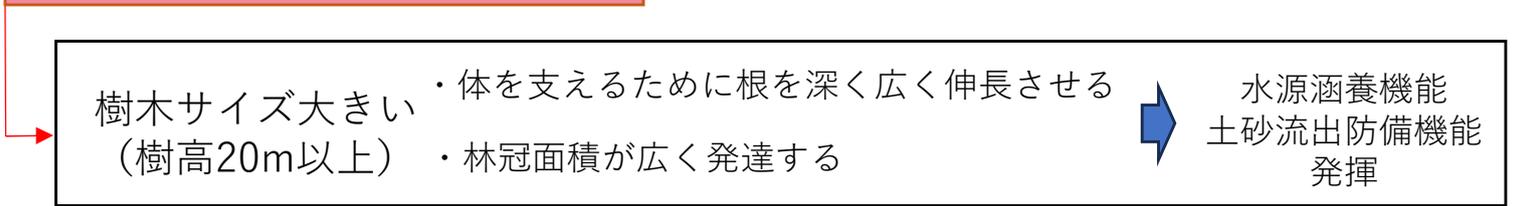
攪乱から0～5年後の天然更新

成功 と捉えられるのではないかと？

○伐採から10年後、20年後に天然更新調査を実施

狼ヶ城山国有林43い1林小班（調査地）：水源涵養保安林

森林の多面的機能(水源涵養機能、土砂流出防備機能)を発揮するためには、**高木の二次林種**や**遷移後期種**で森林を形成することが重要

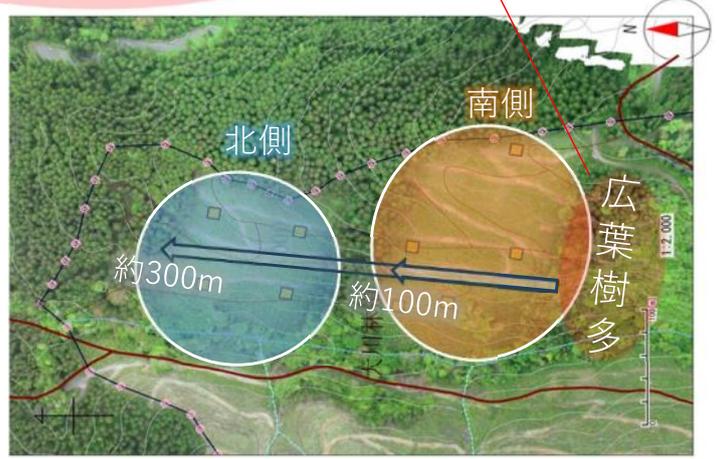


- 止まり木となる立木少ない
→鳥散布の種子量が減少する?
- 林内の光環境は暗くなる
→埋土種子(先駆種)の発芽はできない

周辺樹種からの種子散布が重要になる?

0～5年後では、北側と南側の更新個体数、種数に大きな差はなかった
更新樹種は鳥散布型の種子、埋土種子が多かった

10～20年後では、北側と南側の更新個体数、種数に差異がでる可能性
風散布型・貯食型の種子の侵入、更新が期待できる



周辺樹種(母樹)からの距離で、個体数、種数に差異が生じるか?

- 残存立木地内で埋土種子（発芽実験）調査を実施。
 - ・更新樹種は埋土種子を形成していたかどうか
- 下層植生・前世稚樹の刈払いを行わず、天然更新調査を実施。
- 異なる下層植生箇所での天然更新調査を実施。
 - ・ササ以外のススキやシダの箇所での天然更新結果を比較



下刈1年後（ササ30cm、ススキ160cm）_狼ヶ城山43天然更新調査地对岸
（令和6年10月中旬撮影）

- ① (2010、独立行政法人森林総合研究所)
広葉樹林化ハンドブック2010－人工林を広葉樹林へと誘導するために－
- ② (1994、樋口・肥後)
伐採跡地における落下種子の種組成
- ③ (2003、佐藤・酒井)
鳥類による種子散布が針葉樹人工林伐採跡地の植生回復に果たす役割
- ④ (1950、小澤)
土中に埋もれた林木種子の発芽力