

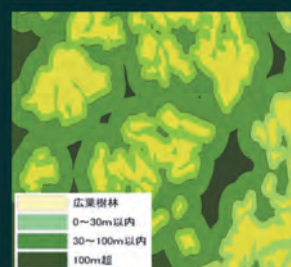
広葉樹林化ハンドブック 2010

—人工林を広葉樹林へと誘導するために—



「広葉樹林化」研究プロジェクトチーム
独立行政法人 森林総合研究所
平成22年12月

目次



1. はじめに	
1. 広葉樹林化とは	1
2. 広葉樹林化の仕組み(施業の流れ)	2
3. このハンドブックの目的と適用範囲	3
2. 林分(施業予定地)での更新判断	
1. 目標とする林型について	4
2. 更新完了について	6
3. 更新失敗のリスク	8
4. シカ食害のリスク判断	10
3. 林分(施業予定地)での更新を決める要因	
1. 前生稚樹	12
2. 埋土種子	14
3. 散布種子	16
4. 前生稚樹 vs 実生	18
4. 林分(施業予定地)での更新可能性と方策	
1. カラマツ林・トドマツ林 の場合(北海道)	20
2. カラマツ林・スギ林 の場合(山梨県・群馬県)	22
3. スギ林・ヒノキ林 の場合(三重県)	24
4. スギ林・ヒノキ林 の場合(福岡県)	26
5. 流域(施業計画)での適地抽出方法	
1. 広葉樹林化の適地判定マッピング	28
2. 高分解能衛星画像を利用する方法	30
3. 森林GISを利用する方法	32
6. 資料・解説	
1. 更新対象樹種の樹種特性	34
2. 用語の説明	35
3. 参考図書	36

1. はじめに

1-1. 広葉樹林化とは

森林は、木材や林産物の提供のみならず、国土保全、水源のかん養、生物多様性の保全など、様々な機能を発揮しており、それは多面的機能（生態系サービス）と呼ばれ、人々はそのサービスを享受しています。

日本は、先人の努力により植栽された人工林が約1000万haありますが、手入れ不足になってしまった林分や経済的に成り立たない林分が増加しつつあります。一方で、広葉樹林に対する人々の期待は一層高まっています。施策でも多様で健全な森林の整備が掲げられており、人々が生態系サービスの恩恵にあずかれるよう、対象となる人工林を広葉樹林、混交林へと誘導・育成することが求められています。

このため、私たちは広葉樹林へ誘導を図る技術開発を目的として、「広葉樹林化のための更新予測および誘導技術の開発」（農林水産省研究プロジェクト、平成19-23）を開始しました。広葉樹林といっても多種多様であり、どのような樹種が生育する森林を育成したいか等目標とする林型によって、広葉樹林化の可能性や誘導方法も変わってきます。プロジェクトの前期では、まず広葉樹林化が天然の力で可能なのか、そしてどのような誘導方法が適切なのかを判断する技術開発を行ってきました。

その成果として、施業の計画および実行段階において、的確な判断を下す手助けとなるよう、「広葉樹林化ハンドブック 2010」を作成しました。このハンドブックでは、「天然更新による広葉樹林化」の可能性判断に関する事項を中心に記述してあります。「植栽等の誘導作業による広葉樹林化」を追加した施業技術については後期の成果として今後発表いたします。

多様で健全な森林の育成をしていくために、是非ご活用ください。

「広葉樹林化」研究プロジェクトチーム

1. はじめに

1-2. 広葉樹林化の仕組み(施業の流れ)

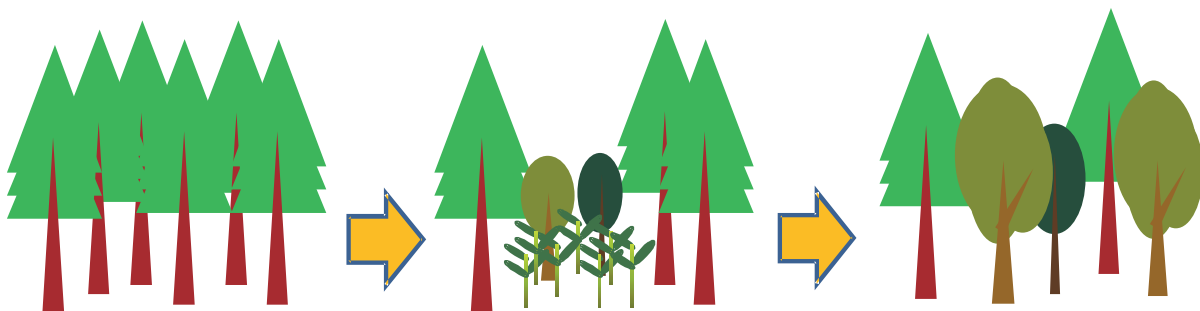
このハンドブックで扱っている「広葉樹林化」のための施業技術とは、これまでの天然林施業や一斉植栽による広葉樹施業とは異なります。現在の社会的背景に基づき、今ある一斉人工林を、出来る限り省力的に混交林もしくは広葉樹林へと誘導しようとするものです。

その施業手順は、

1. 植栽木(上木)を強度に抜き伐り(更新伐)し、
2. 天然更新(一部は植栽)によって後継木の定着を図り、
3. 後継木の成長を促進するため、上木を更に伐採していく、となります(下図)。

このガイドラインでは、省力化のカギを握る天然更新について、それが可能かどうかを判断する事に視点をあてています。

広葉樹林化の施業手順



更新伐(抜き伐り)

→ 更新確認・更新促進

→ 成長促進(抜き伐り)

→ 混交林化

→ 成長促進(主伐)

→ 広葉樹林化

人工林を抜き伐り(更新伐)によって、広葉樹林へと誘導する施業です。ここでは、更新確認(青字)までのガイドラインを記述しています。

1. はじめに

1-3. このハンドブックの目的と適用範囲

このハンドブックは、多様な森林の整備という社会の要請を受け、針葉樹人工林を広葉樹林へ誘導する施業技術を確認なものにするため、どんなことに注意すべきかをとりまとめたものです。その技術の会得・普及には、いくらかの専門知識を必要とすることから、森林施業の計画・実行に携わる行政や事業体の技術者の利用を想定して記述しています。もちろん、意欲ある経営者や森づくりに関心のある方々にも有益な情報となるはずです。また、施業のプランナー等専門的知識を有する技術者育成研修等でのテキスト利用も念頭に置いています。

さて、既にこの施業技術は利用されていますが、より低コストで確実な施業を行うためには、補助作業を行わない天然更新によって広葉樹林化が可能か不可能か、その際どのような方法が適切か等を判断する手法を確立し、その知識を技術者が共有することが重要です。自然力を利用した天然更新による誘導が出来れば、省力化が図れ、林地に対する無用な攪乱も抑えることが出来ます。ハンドブックでは、このような判断に不可欠な専門的情報を提供しています。

幅広い自然環境が広がる日本には、長い人間の利用の中で、多様な広葉樹林が成立してきました。広葉樹林への誘導といっても、目的となる広葉樹林の姿(目標林型)は、地域の自然条件によっても、また経営方針によっても多種多様であります。一つのマニュアルが日本の全ての森林に当てはまるわけではありませんが、ここでは森林全体に共通する一般論的な知識を紹介しつつ、森林帯ごとに異なる地域性やそれに応じた判断方法もいくつか示しています。つまり、最終的には、地域特性を知り現場での判断力を持つことの重要性を述べています。是非この点に留意して頂きながら、このハンドブックを活用して天然更新による誘導の可能性を判断し、施業の推進に役立てて下さい。

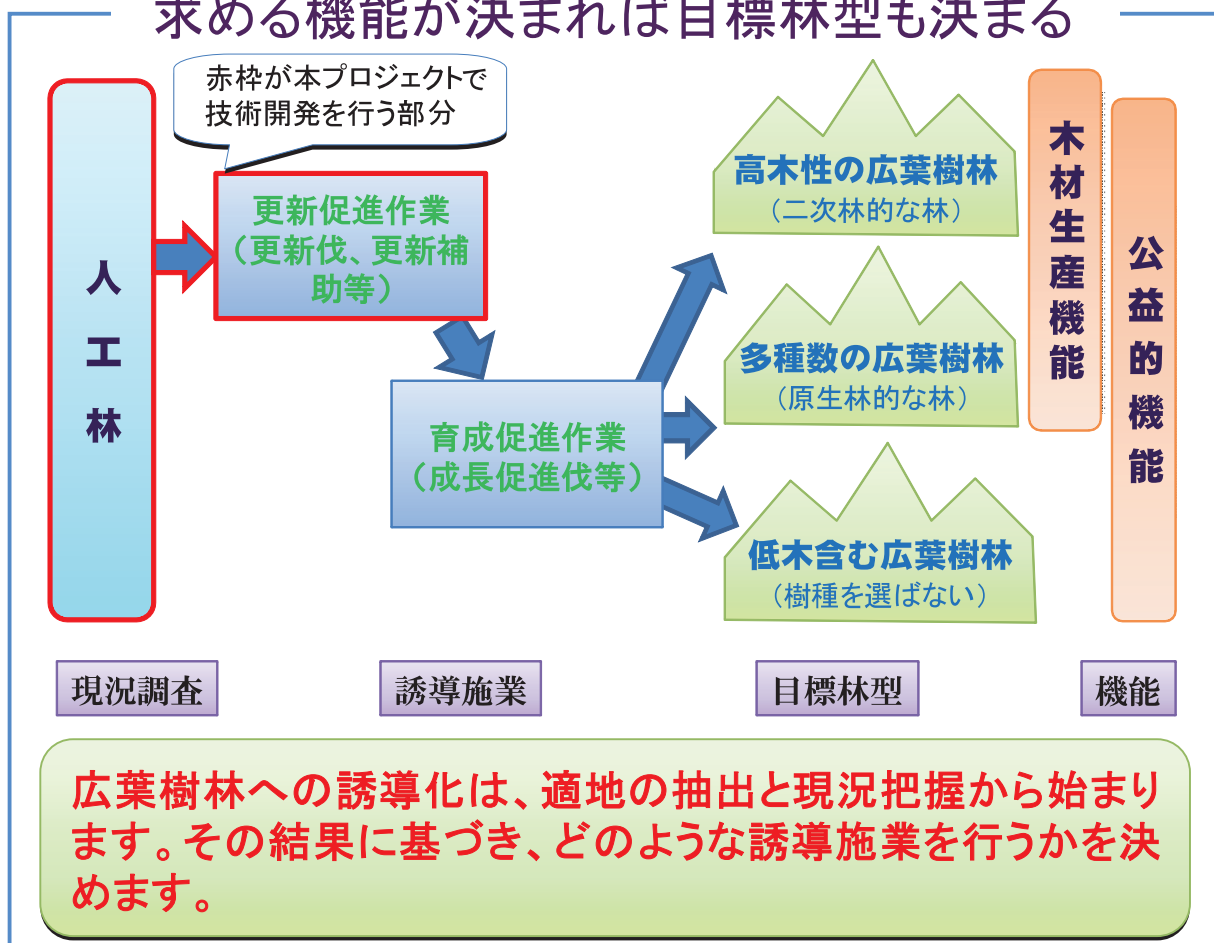
2. 林分（施業予定地）での更新判断

2-1. 目標とする林型について

広葉樹林化を図る場合、最終的にどのような林分（林型）にしたいのか、これは重要な問題です。目標とする林型が異なれば、広葉樹林化の可能性やそのための手法も変わってきます。材価が高い樹木が欲しいのか、紅葉の美しい景観を重視した森林にしたいのか、目標とする林型（どのような機能を森林に求めるか）を決めてから、施業に取り組むことが必要です。

1. どのような機能を求めるか、管理・経営目的に基づいて決めて下さい。それによって、目標林型が決まります。
2. 事前の現地調査によって、目標林型への誘導の可能性を検討し、施業を行うか決定して下さい。
3. 目標が、樹種を問わず低木を含む広葉樹林であれば良しとした場合、表土保全等の機能は得られるものの、木材生産機能を持つ林型への変更は容易でないと考えて下さい。
4. 林業経営（有用樹の育成）という観点から見れば、高木性の広葉樹林を目標とするのが妥当でしょう。

求める機能が決まれば目標林型も決まる



稚樹の種類をチェックしよう！

目指す目標林型 (写真①-④)

1. 表土流出防止や単一林を避けたい場合
➤ ①③④
2. 景観や生物多様性などの公益的機能を維持しながらも木材生産を目指す場合
➤ ②③④
3. 元の森林に復元したり、多面的機能を総合的に維持したい場合
➤ ④

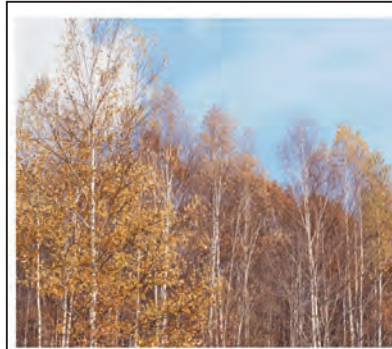


① 樹種を選ばない先駆性中低木主体の広葉樹林



③ 萌芽力が強い樹種が優占する高木性二次林

目標が決まったら、その林型を構成する樹種が天然更新しているか、更新補助作業をすべきかを確認！



② 風散布種子で一斉更新する高木性二次林



④ 多種多様な樹種で構成される原生的な高木林

目標ごとの更新稚樹をチェック

- a. 資料6-1の樹種特性一覧を参考に、目標林型ごとの更新対象樹種を確認してください。
- b. 先駆性樹種群は平均寿命が短いため、これらのみで更新させる事は避けて下さい。
- c. 林型④に誘導するためには長い時間がかかります。②や③を当面の目標として下さい。

2. 林分（施業予定地）での更新判断

2-2. 更新完了について

広葉樹林化に向けて施業を行った林分で、更新の完了はどのように判定すればよいでしょうか？実は人工林を強度に抜き伐りし、その跡地での広葉樹の更新を取り扱った事例は希少です。そこで、この問いに関しては、今までの天然林施業での更新完了基準を参考にしました。その基準を分析すると、以下のことが重要である事が分かりました。

1. 施業後の初期（5年以内）の稚樹密度で更新完了の判定を行う事例、もしくは更新完了基準が多くみられます。
2. 天然林の林分構造から明らかなように、稚樹から生育するにつれてその密度は次第に減少していきます。したがって、ごく初期の段階の密度だけで成林の成否までを判定するには不十分な可能性があります。
3. 広葉樹の稚樹の生残を阻害する要因として、密生するササやシダ、表層土の移動、獣害などがあり、これらを回避する対応策が必要な場合があります。
4. 多くの更新完了基準は阻害要因を考慮していますが、それぞれの場所での阻害要因の違いや大きさは、現地で判断する必要があります。

更新を妨げるもの ～更新阻害要因～



密生したシダ（ウラジロ）



密生したササ

密生した下層植生による被圧は、更新に悪影響を与えます。

段階を追った判断が重要！

更新完了の判断を初期の段階で行うためには、より慎重な基準が必要となります。

	I	II	III	IV
更新段階	初期			後期
補助作業	十分に必要	必要	必要に応じて	不要
目安となる稚樹の高さ*	0.5～2m	2～5m	5～10m	10m～
更新阻害要因の影響**	大	あり	なし	なし
成熟した広葉樹林での本数例 (/ha) (照葉樹林の場合)	7,300本	1,870本	810本	790本

* : 高さは目安であり、更新阻害要因であるササの高さが2mであった場合、2m未満の稚樹が密度的には更新完了と判断できても、実際は刈払い等の更新補助作業が必須となります。この場合、ササの高さを上回る稚樹の密度によって更新を判断する事が重要です。

** : 例えば、更新初期段階では草本類や低木等が大きな更新阻害要因となります。また、その後も稚樹高が低い更新段階では、獣害等の阻害要因の影響があるので、現場における状況把握が重要となります。

更新阻害要因の影響を考えて、稚樹密度だけでなく樹高も考慮して更新を判断、基準化することが重要です。

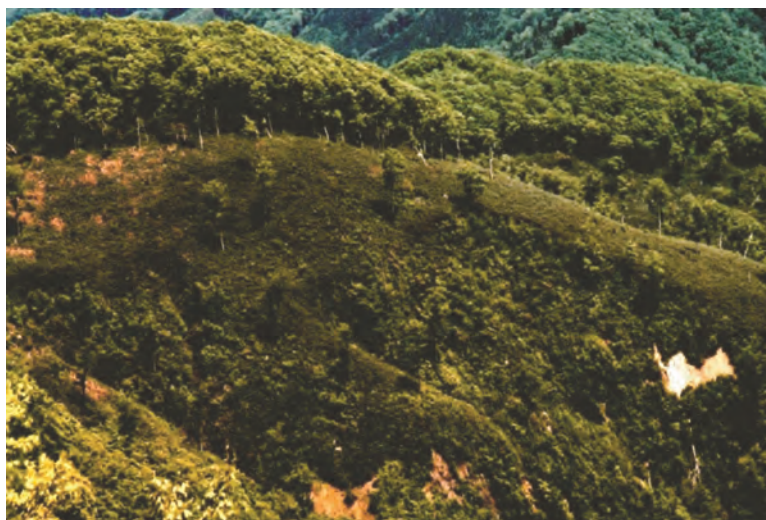
2. 林分（施業予定地）での更新判断

2-3. 更新失敗のリスク

天然下種による更新は、省力化ができる反面、不確実性が高いのも事実です。実際、過去にブナの天然更新を行った試験地を再調査すると、現在の更新状況が試験時の判定結果と異なるケースがしばしばみられます。更新補助作業を確実にこなったとしても、同じ森林への成林は、天然更新では7割くらいの成功確率で、予期せぬ結果になる場合もある、と考えてください。しかし、失敗の中にこそ成功の種があるのも、また事実です。こういった試験地や実際の事業地で、なぜ予想と異なる結果になったのか、リスクがどこに潜んでいたのか、どうすれば成功していたか、を検討することが、確実な更新のための技術向上につながります。

1. 新潟県のブナ天然更新試験地では、施業から10年後にブナが更新完了の基準を満たしていましたが、40年後の再調査の時、ブナが優占する林に至っていたのはその7割程度でした。
2. 成林しなかった原因は、湿性立地において木本性のツル植物などが繁茂したためです。これは、湿性環境を指標する草本植物の生育に注意し、そこを更新の対象地としないことで施業コストを低減することができる、などの教訓となります。
3. 岩手県のブナ天然更新試験地では、施業から5年後にブナが更新完了の基準を満たしていましたが、30年後の再調査では、ブナ以外の樹木の更新が旺盛でした。
4. 原因は、ウワミズザクラやキハダなどが早い成長を示し、本来の目的樹種であるブナを被圧してしまったためでした。実際の施業地でも同じような状況になり得ると考え、これを是とするか非とするかは経営上の判断となります。

更新から成林まで、予期せぬ事もある



皆伐点状母樹保残によるブナの天然更新を行ったが、成林に至ったブナ稚樹が少なく、殆どササ地になった施業地の例。天然更新ではこのような不確実性を未だ避けられませんが、原因を探ることが技術の向上につながります。（写真提供：大石氏）

天然更新試験のその後をフォロー

施業前
(40年前)

250箇所を
事前調査



樹高50cm前後のブナ稚樹が5,000本/haの密度で生育していた。

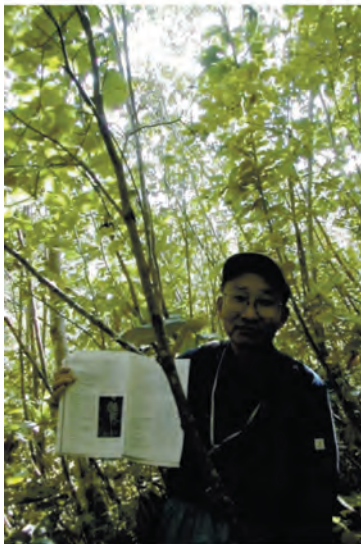
施業後
(30年前)

54箇所
でブナの更新が良好
(これを100%とする)

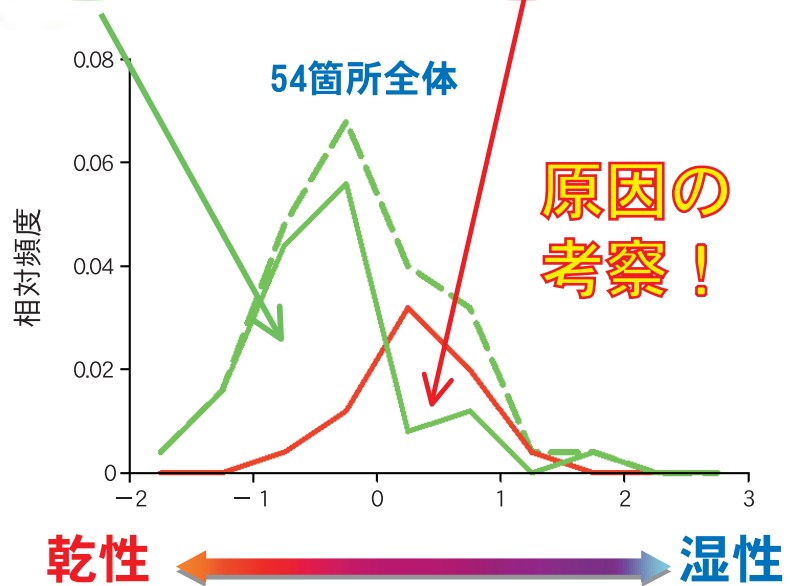
現在

36箇所
でブナが
が優占している
(成功：66.7%)

18箇所
でツル
植物が優占
(失敗：33.3%)



30年後、右上と同じ場所で同じ人物をパチリ！ここは、ブナの更新が現在も良好だった。



ブナは、湿性気味の立地では、長期的な更新成績がどうも悪いようだ

更新が完了しても、成林まで決して油断はできません。様々な阻害要因があると考え、継続的な更新状況のモニタリングと適切な管理が目標林へと成林させる秘訣です。同じ樹種へ即座に更新する事を期待してはいけません。

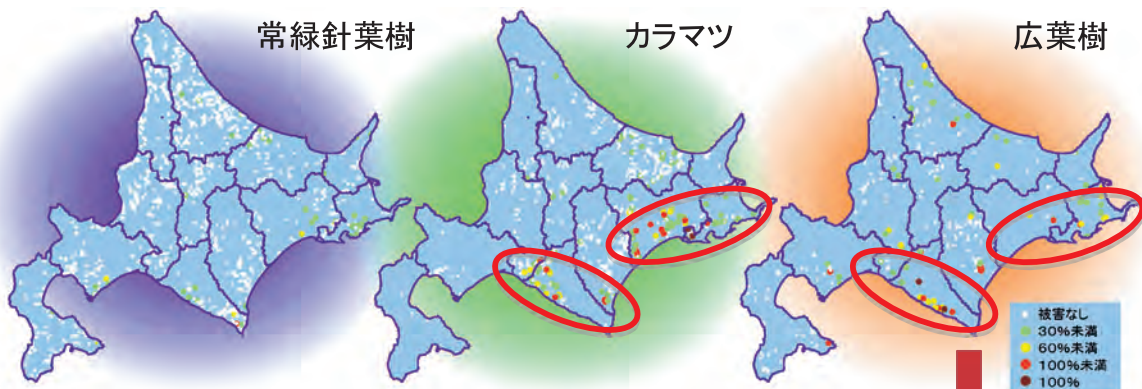
2. 林分（施業予定地）での更新判断

2-4. シカ食害のリスク判断

全国各地でニホンジカの生息密度が高まり、森林に大きな影響を与えています。天然更新を期待した施業を行っても、シカがすべての稚樹を食害してしまえば、森林を更新させることができません。地域によってはシカがあまり好まない広葉樹もありますが、北海道では広葉樹は針葉樹よりも食害を受けやすい傾向があります。そのため、更新を成功させるには、対象となる林分のシカの影響をあらかじめ把握しておく必要があります。

1. 人工林のシカ被害に関する情報があれば、その地域のシカの影響を推測することができます。多くの林分に食害が出ている地域では、被害率が高い林分も多く、シカの影響が大きい地域と言えます。
2. シカの生息密度が高い地域では、侵入広葉樹稚樹にシカの食痕のある割合が高くなっています。この状態が続くと、侵入広葉樹の密度が低下し、更新不良に繋がります。
3. このように、シカを直接目撃することはなくても、稚樹の食痕を注意深く観察することで、シカの影響を把握することができます。

食痕が多いと更新は不良になる



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

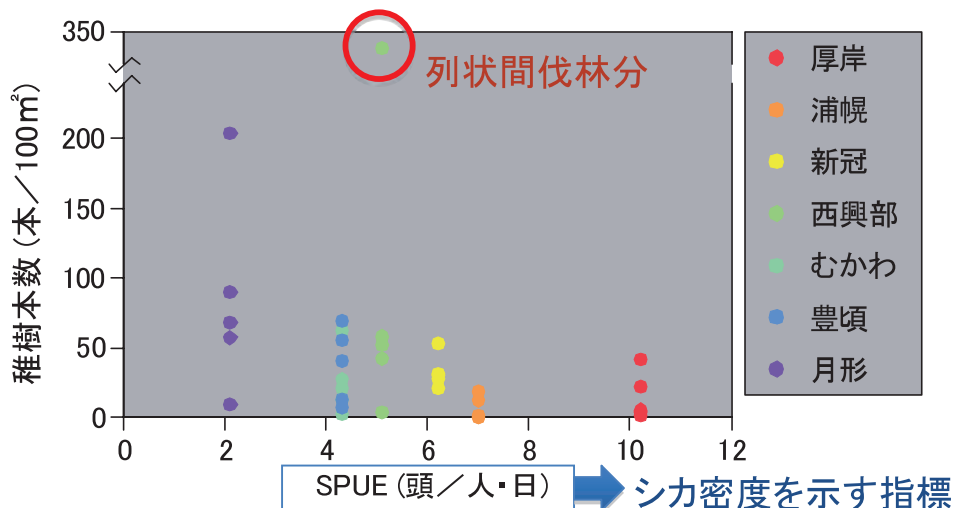


食害を受けたアオダモ

このあたりに被害が多いことがわかります。

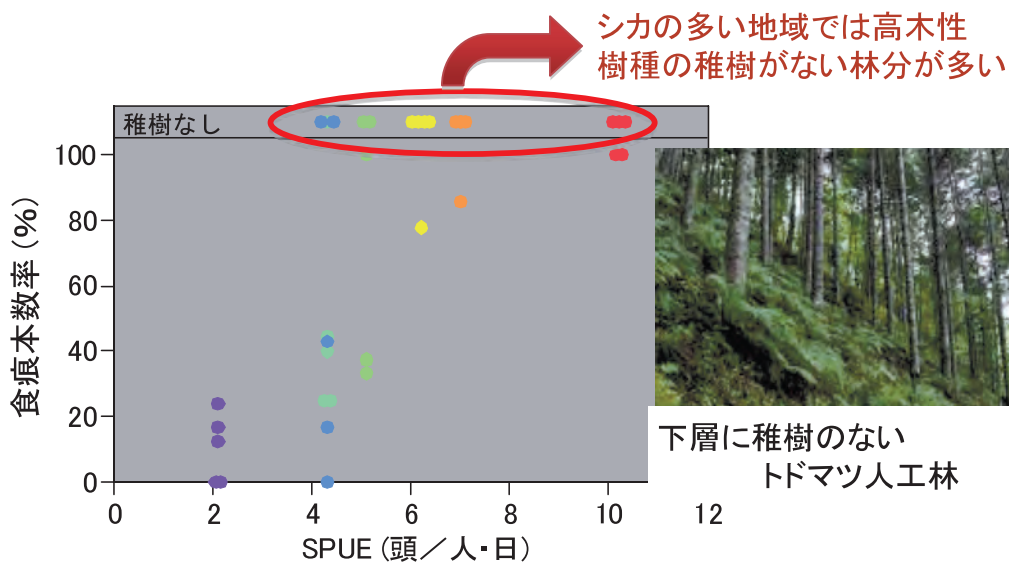
シカ食害で前生稚樹が減少

シカの生息密度が異なる地域において、40～60年生トドマツ人工林内の広葉樹の稚樹を調べました。



樹高30～200cmの稚樹密度とシカ密度の関係

稚樹密度には、上層木の密度やササの状態なども影響していますが、シカの多い地域では、どの林分にも稚樹が少なくなっています。



樹高100～200cmの高木性樹種の稚樹に食痕のあった割合

高齢トドマツ人工林では、高木性樹種の稚樹がある程度存在しますが、シカの増加によって稚樹は減少します。あるはずの稚樹が無かったり、稚樹の多くに食痕がある地域では、まず獣害対策が先であると認識して下さい。

3. 林分（施業予定地）での更新を決める要因

3-1. 前生稚樹

天然林の更新を左右する稚樹の組成と密度は、何によって決まるのでしょうか？人工林での広葉樹の更新を考える上でも、天然林での自然のプロセスを知っておくことが重要です。天然更新の場である林冠ギャップの中と閉鎖した林冠の下で稚樹の密度と組成を比較することで、この問いを検討してみました。その結果、以下のことが重要であると分かりました。

1. 林冠ギャップ内の更新稚樹の組成と密度を決めるのは、主として、あらかじめ閉鎖林冠下で待っていた稚樹（前生稚樹）です。
2. 成熟した広葉樹天然林の場合、前生稚樹（高さ0.3m以上2m以下）は、7,000～8,000本/ha程度存在します。
3. 林冠ギャップが出来た後に発生・定着する稚樹（後生稚樹）は少なく、更新への貢献は限られています。ただし、更新樹種の多様性を増す効果があります。

広葉樹天然林の更新場所＝林冠ギャップ

林冠ギャップが形成されると...



立ち枯れによって生じた
林冠ギャップ

稚樹による更新が始まる



ギャップ内で旺盛に成長する
稚樹群

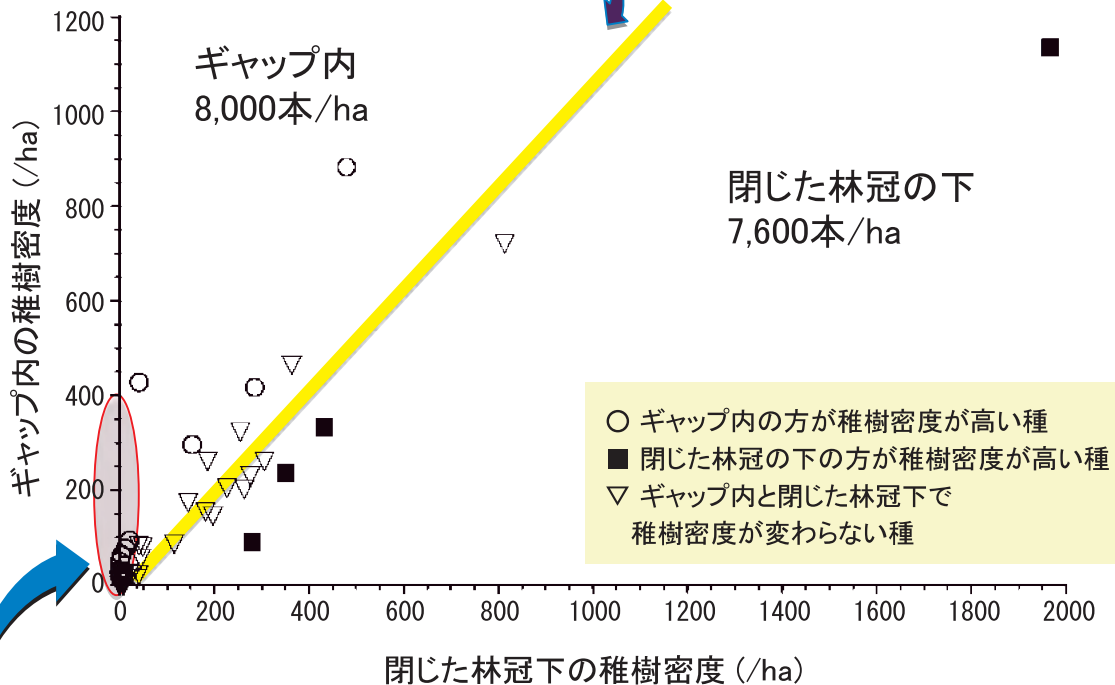
さて、この更新稚樹群は、新たに発生したのでしょうか、それとも以前からそこにいたのでしょうか？

前生稚樹が重要！

天然更新によって広葉樹林化が可能かどうかは、まず、施業前の林内の稚樹の密度を確認して下さい。

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。

施業予定地に、目的樹種の稚樹が少ない場合は、植栽を含む更新補助作業が必要となりますが、前生稚樹を作らない樹種もあるので、後述する隣接林分の状況等も勘案して施業方法を決定して下さい。

3. 林分（施業予定地）での更新を決める要因

3-2. 埋土種子

土の中に待機して、発芽に好適な環境への変化を待っている種子を埋土種子と呼びます。強度の抜き伐りを行うと、広葉樹の埋土種子が発芽して、その後の更新に大きく貢献するのではないかと考えられますが、本当にそれを期待できるのでしょうか？

群馬県北部のスギ人工林で、どのような埋土種子が存在するのかを、以下の3つの手法で検証してみました。1) 林床を熊手でかき起こす、2) 林床の表土を採取し、苗畑に蒔き出す、3) 表土から種子をふるい出す。

1. いずれの手法でも、埋土種子の存在が確認できました。かき起こしでは18種の木本実生が発生し、苗畑への蒔き出しでは15種の木本実生が高い密度で発生しました。ふるい出しでも16種の木本実生を確認しましたが、多大な労力が必要でした。
2. かき起こしや蒔き出しによる事前調査によって、比較的簡易に、埋土種子の種組成や量を見積もることが可能です。
3. ただし、他の人工林での調査結果も含めると、休眠する埋土種子から発芽、更新する木本種の多くは、ヤマウルシ、タラノキ、ヌルデなどの先駆性の低木であることが分かりました。
4. また、有用樹を主とする高木性樹種の多くは埋土種子を作らないので、これらの更新を埋土種子に期待する事は避けて下さい。

調査方法



1) かき起こし



2) 蒔き出し



3) ふるい出し

人工林には、どれくらい様々な広葉樹の埋土種子が存在しているのでしょうか？

埋土種子からは先駆種

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 (/2.5m²)

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ていませんでした。



その外、四国のヒノキ人工林の調査からは、低標高の常緑樹林帯ではアカメガシワ、ハマセンダン、カラスザンショウ、イイギリなどの先駆性の落葉樹が埋土種子を形成し、高標高の落葉樹林帯では埋土種子の密度自体大変低いことが分かっています。

埋土種子があるから天然更新できるだろうと、過大な期待をしてはいけません！埋土種子から発芽・更新するのは、短命の先駆種・低木種がほとんどです。

3. 林分（施業予定地）での更新を決める要因

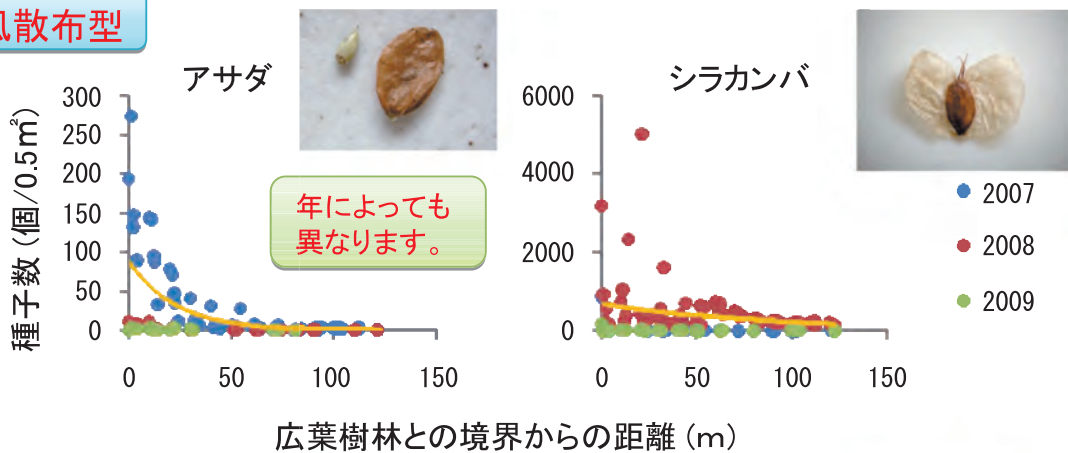
3-3. 散布種子

人工林での広葉樹の実生更新を考える上では、林内に散布される種子の種組成や量を知っておくことが重要です。広葉樹林からどの程度離れた場所にまで、種子は散布されているのでしょうか？ 広葉樹林に隣接した人工林での種子散布のパターンを調べることで、この問いを検討してみました。その結果、以下のことが分かりました。

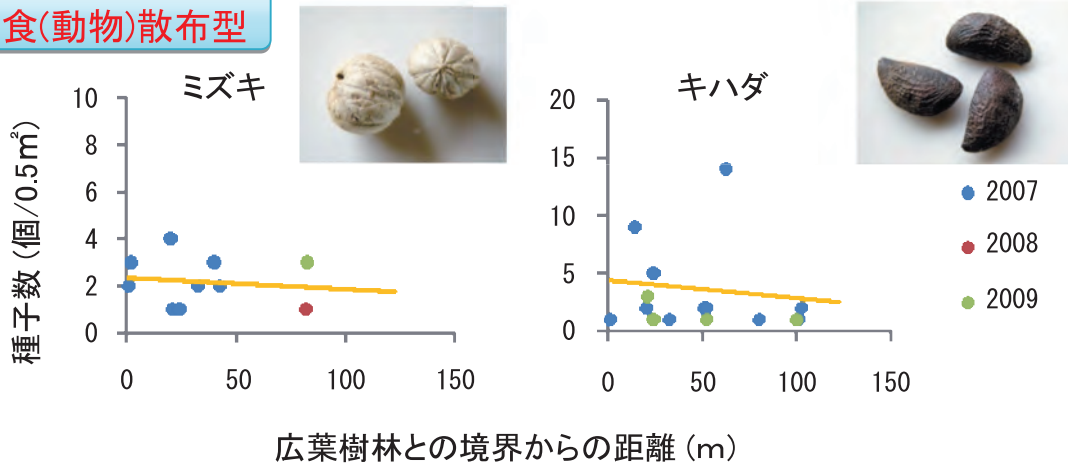
1. 広葉樹の散布種子は、広葉樹林からの距離に依存して減少する傾向があり、特に風散布型の種子で顕著です。
2. 種子の多くは林縁から30m以内に散布されていて、100mを超えると少なくなります。したがって、広葉樹林に近い場所ほど種子の供給量は多く、実生の発生が期待できます。
3. 種子散布には種子生産の豊凶、散布者の存在や行動なども係わるので、成り年や動物相にも注意が必要です。

隣接する広葉樹林は重要！

風散布型



周食(動物)散布型

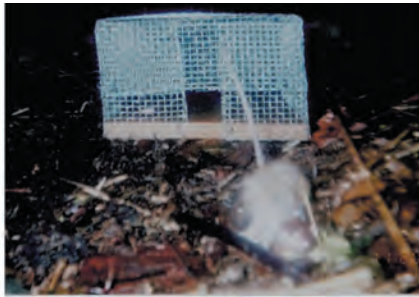


広葉樹林からの距離に依存して、散布種子数は減少します

貯食散布型

天然林とトドマツ人工林の境界域において、野ネズミに運ばれたミズナラのドングリの散布状況を調べました。

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。

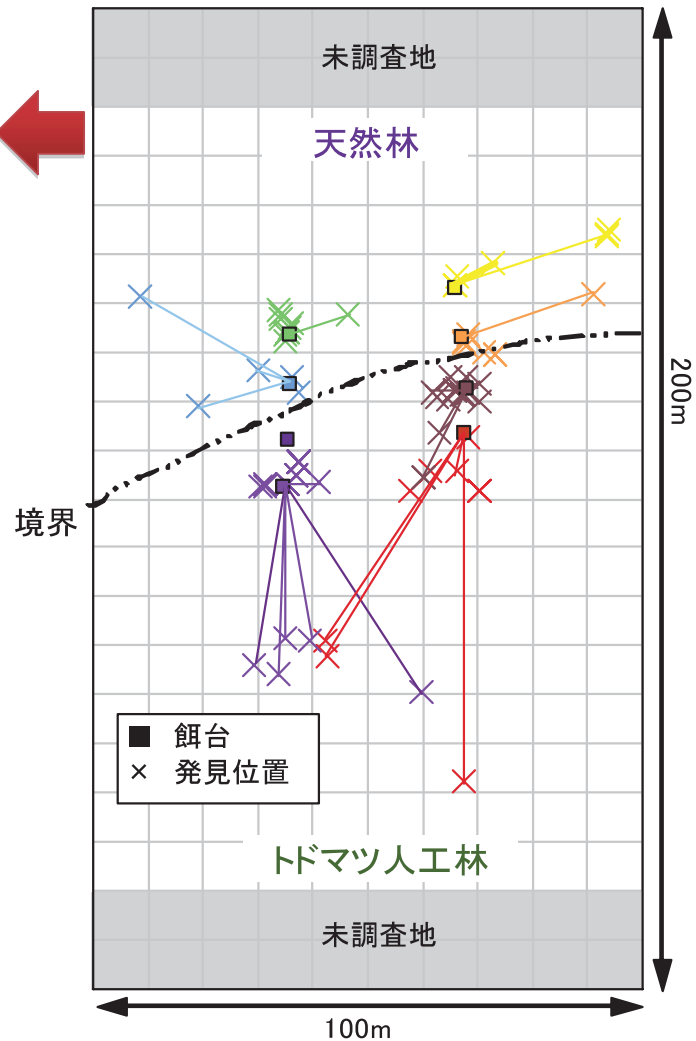


餌台からドングリを持ち去る
エゾアカネズミ



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



餌台からのドングリの散布状況
(南野ほか 2009より)

野ネズミが生息する、母樹が50m以内にある、種子がたくさん成ったなど、条件が揃った場所では、野ネズミによるドングリの散布、更新が期待できます。

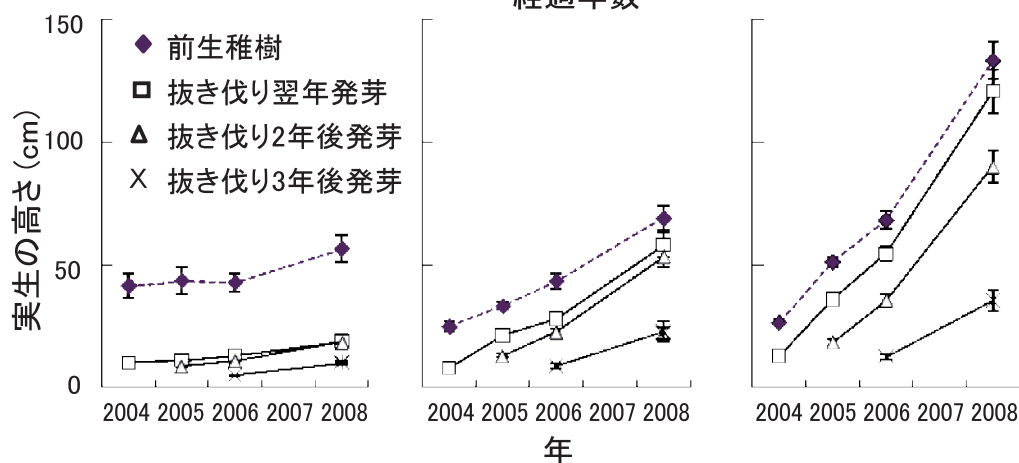
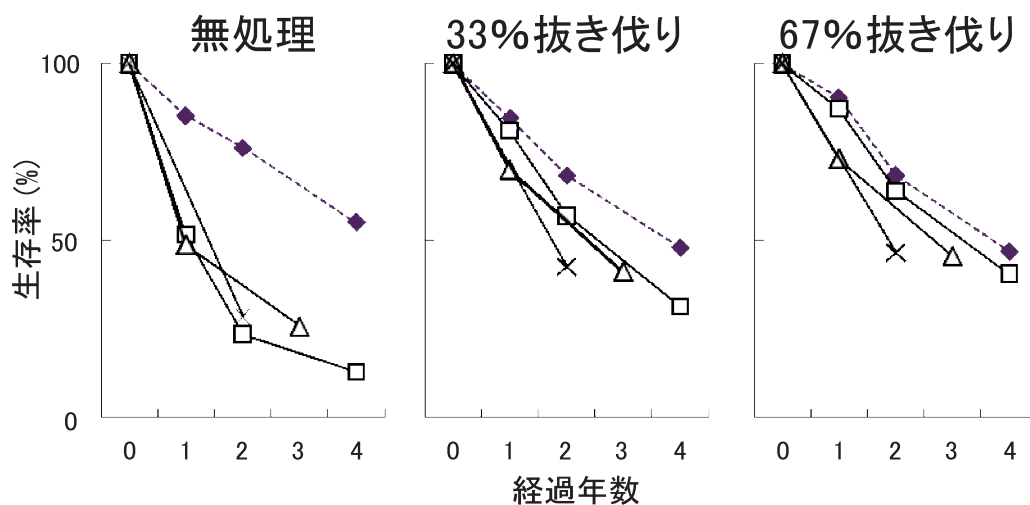
3. 林分（施業予定地）での更新を決める要因

3-4. 前生稚樹 vs 実生

人工林での広葉樹の更新を考える上では、林内にすでに存在している前生稚樹の存在が重要なこと、また抜き伐り後に散布された種子から発芽した実生も更新樹種の多様性を増す上で重要なことをすでに述べました。では、強度の抜き伐りを行うと、前生稚樹や新たに発生した実生はどのくらい生き残り、成長するのでしょうか？ 実際に人工林を強度に抜き伐りした後の、前生稚樹と発生実生の生残と成長を調べた結果、以下のことが分かりました。

1. 抜き伐り後の生存率は、前生稚樹で最も高く、抜き伐り後遅れて発生した実生（後生稚樹）ほど低くなりました。また、そのような実生は成長量も小さくなりました。
2. ただし、強度の抜き伐りでは、施業直後（翌年）に出現した実生も前生稚樹と同じ位の生存率や成長量を示しました。
3. 常緑広葉樹では、サイズの大きな前生稚樹ほど、その後の生存率が高く、成長も大きい傾向がありました。

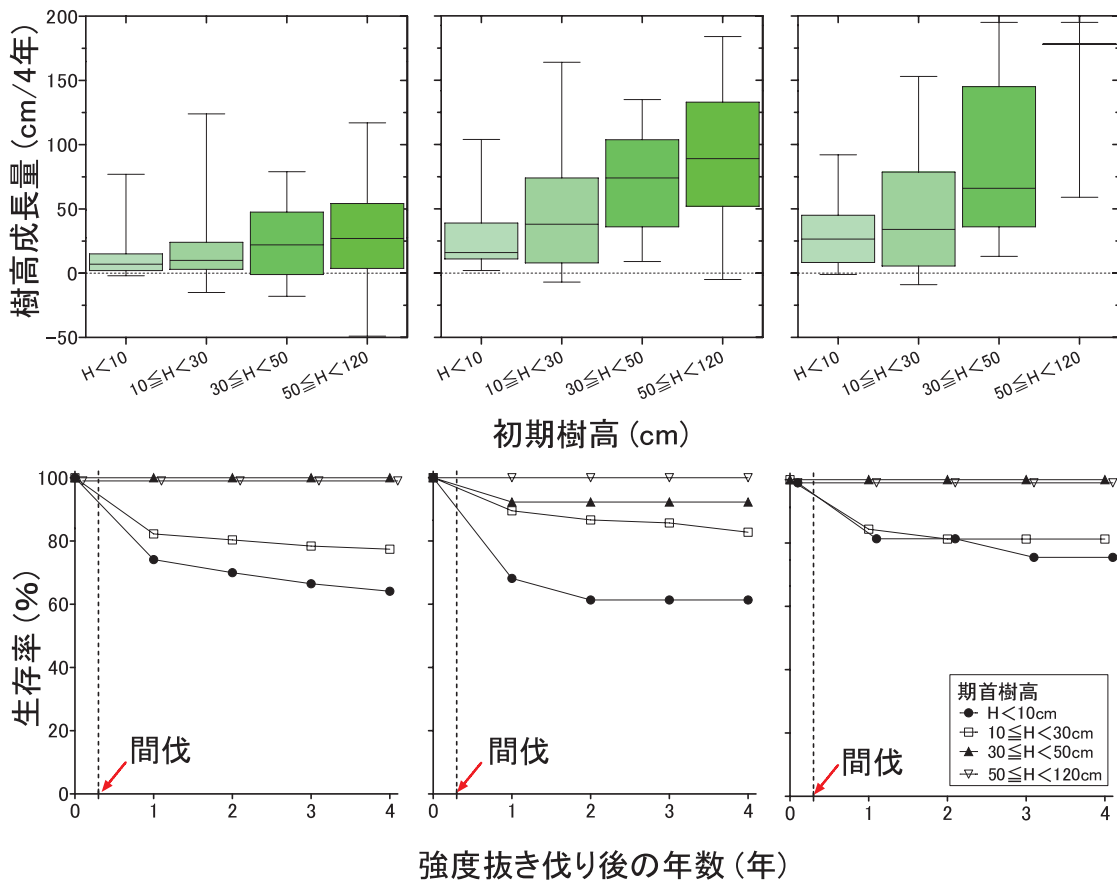
強度の抜き伐りが更新には効果的



落葉広葉樹の侵入時期別の生存(上)・成長パターン(下)

大きな前生稚樹の存在が重要！

常緑樹林帯でも、サイズの大きな前生稚樹程、抜き伐り後の生存率が高く、成長量も大きいことが分かりました。



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)

散布種子による抜き伐り後の実生の侵入が不確定なことを考慮すると、やはり前生稚樹の存在、できればサイズの大きな前生稚樹が十分に存在することがその後の確実な更新を図る上で重要となります。

4. 林分（施業予定地）での更新の可能性と方策

4-1. カラマツ林・トドマツ林の場合（北海道）

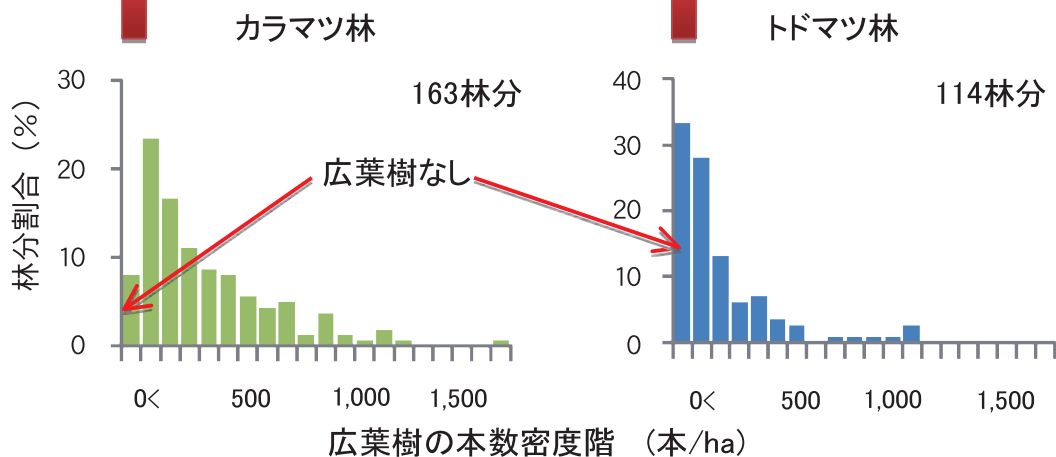
抜き伐りにより人工林を広葉樹林化することは可能なのでしょうか？その可能性を判断するため、カラマツ人工林とトドマツ人工林における広葉樹の侵入実態、広葉樹の侵入に影響する要因、広葉樹の種構成を多地点調査データから調べました。その結果、以下のことが分かってきました。

1. カラマツ林では、従来の木材生産を目的とした施業のもとで広葉樹林化が可能です。トドマツ林では困難です。
2. 天然更新には、カラマツ林では広葉樹林からの距離が、トドマツ林では林内の光環境が強く影響しています。トドマツ林ではより強度の抜き伐りが必要です。
3. 林内には、天然林の主要構成種がよく更新しています。北海道では天然更新の利用により、本来の自然植生に近い森林へ誘導できそうです。

植栽樹種ごとに方策を考えます

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。

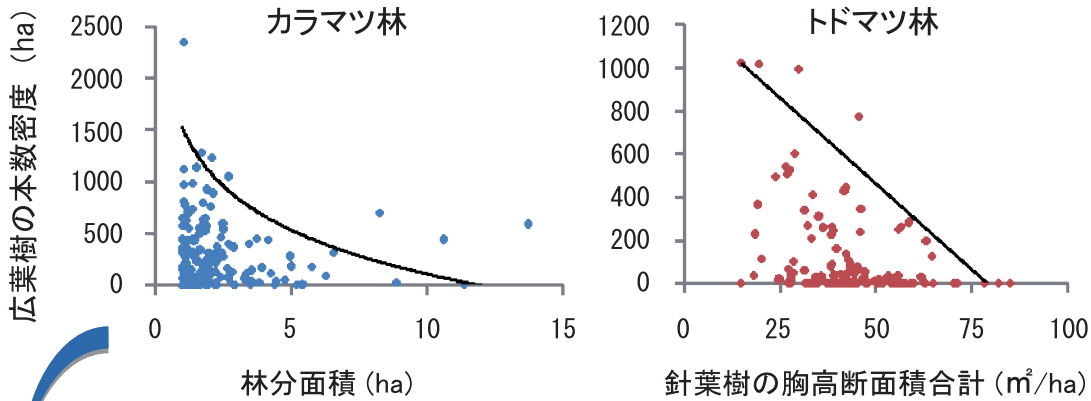


広葉樹下層木 (DBH3cm以上) の本数階別林分割合
(今 2010より)

落葉性のカラマツと常緑性のトドマツでは、前生稚樹の侵入状況に違いがあります。林種別に広葉樹林化の取り扱い方を考える必要があります。

その違いとは？

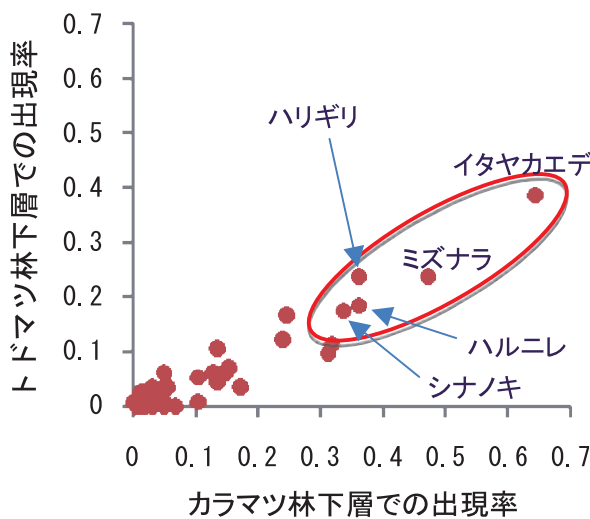
同じような林齢のカラマツ林では林分面積（**広葉樹林からの距離**）、トドマツ林では胸高断面積合計（**林内の光環境**）に依存して広葉樹の更新密度が少なくなります。それぞれ侵入（種子の散布量）、定着（成長・生存）と関係していると考えられます。



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。



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）

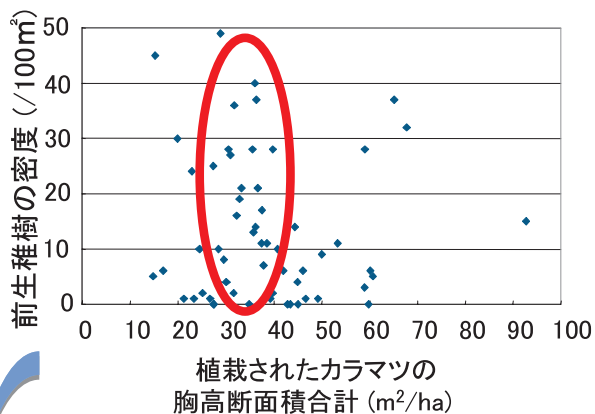
4. 林分（施業予定地）での更新の可能性と方策

4-2. カラマツ林・スギ林 の場合（山梨県・群馬県）

本州のカラマツ人工林は、降水量・積雪量が少なく、比較的標高の高い地域によくみられます。また、カラマツの大きな特徴は落葉樹であることですが、このことが広葉樹林化にはどのような影響を及ぼしているのでしょうか？

1. カラマツ人工林は、スギなどの常緑樹人工林と比べて林内が明るいため、広葉樹が自然に更新してくる可能性は一般的に高いです。
2. しかし、林内の光環境（胸高断面積合計）と樹木の更新密度の関係は明瞭ではありません。林内の光環境が同じくらいであっても、多くの前生稚樹が見られる林分もあれば、全くみられない林分もあります。
3. また、広葉樹林からの距離と更新との関係も明瞭でなく、これは風散布型の広葉樹が周辺に少なかったことが影響しています。
4. カラマツは落葉樹で林内が明るいため、樹木の更新を妨げるササ類が繁茂する事も多く、そのような場所では樹木の更新は困難になります。

カラマツ人工林では…



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。

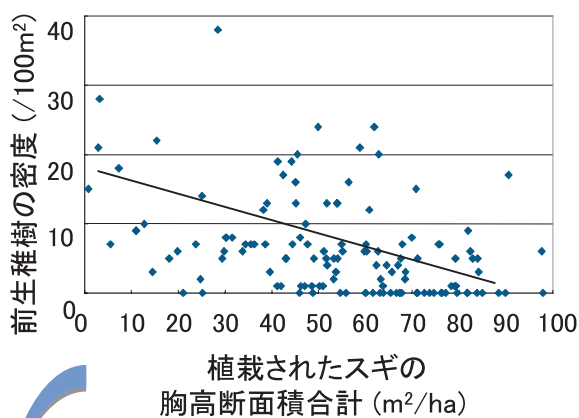
林床にササ類の生育しているカラマツ林での天然更新は、補助作業無しでは難しいと考えて下さい。

一方、常緑針葉樹であるスギ人工林内での広葉樹の更新は、どのような要因に影響を受けているのでしょうか？

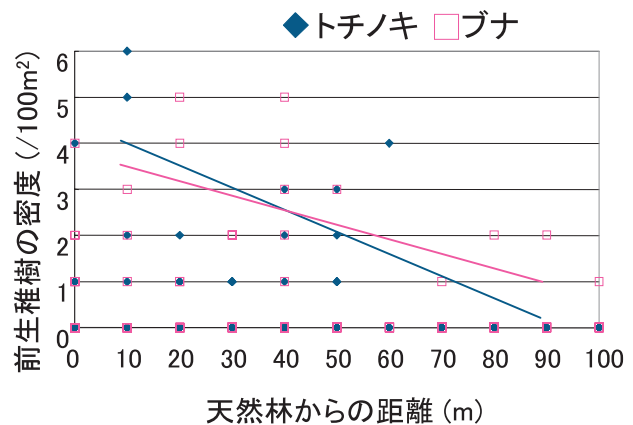
本州中部のスギ人工林で、植栽木の胸高断面積合計（林内の光環境）、天然林からの距離、人工林としての履歴（拡大造林か再造林か）が前生稚樹の量に与える影響を調べた結果、以下のことがわかりました。

1. 植栽木のスギの胸高断面積合計が小さい林分ほど、前生稚樹の密度が高く、光環境を改善することで天然更新が期待できます。
2. ただし、調査地域（群馬県北部）の原始的な広葉樹林に優占するブナ、トチノキ、ハウチワカエデ、ミズメなどの樹種は、人工林では天然林からの距離が遠いほど前生稚樹の本数が少ないことがわかりました。
3. これらのことから、どのような広葉樹林を目指して広葉樹林化を進めていくかは、対象となる林分の位置的な条件（例えば、天然林からの距離）や、これまでの管理の状況（例えば、人工林としての履歴など）を組み合わせで考えていくことが重要です。

スギ人工林では…



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。

4. 林分（施業予定地）での更新の可能性と方策

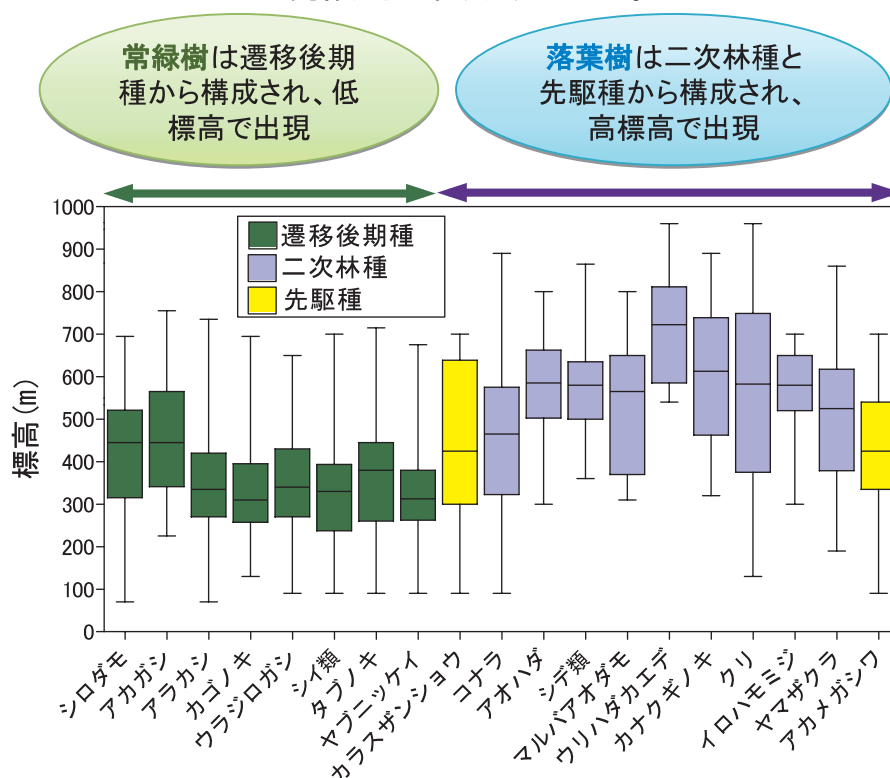
4-3. スギ林・ヒノキ林 の場合（三重県）

三重県のスギ・ヒノキ人工林は主として暖温帯域にあります。この地域の広葉樹林はシイ、カシ類やタブノキなど常緑の遷移後期種が優占しますが、やや冷涼な地域では落葉の二次林種を交えます。広葉樹林化を進めるためには、これらの高木性樹種の侵入が不可欠です。人工林には、どのような広葉樹が前生稚樹として侵入しているのでしょうか？また、どのような条件で侵入しやすいのでしょうか？県内のスギ・ヒノキ人工林207林分における調査結果から、以下のことが明らかになりました。

1. 侵入した前生稚樹の多くは遷移後期種や二次林種であることから、現存する広葉樹林の種組成に近づけられる可能性があります。
2. 多くの林分で前生稚樹の密度が低いことから、広葉樹林化を進めるには、密度を高める必要があります。
3. 広葉樹の侵入には多くの要因が関係し、常緑樹と落葉樹で異なる侵入特性がみられました。
4. 施業林分で出現が予測される主要広葉樹（常緑か？落葉か？）の侵入特性に応じた誘導施業を行う必要があります。

人工林に侵入した主要高木性広葉樹と特徴

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。



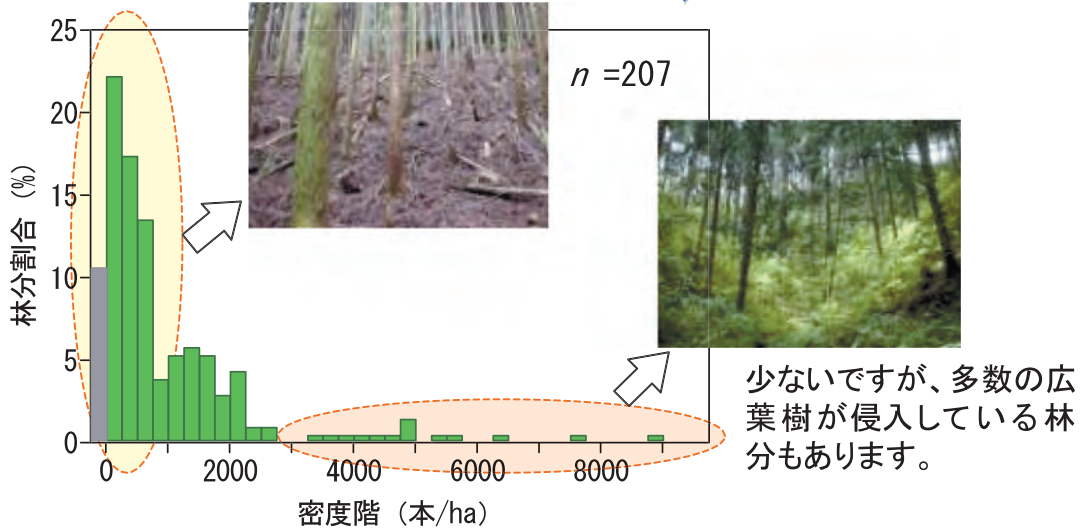
広葉樹の侵入に影響する要因は？

●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

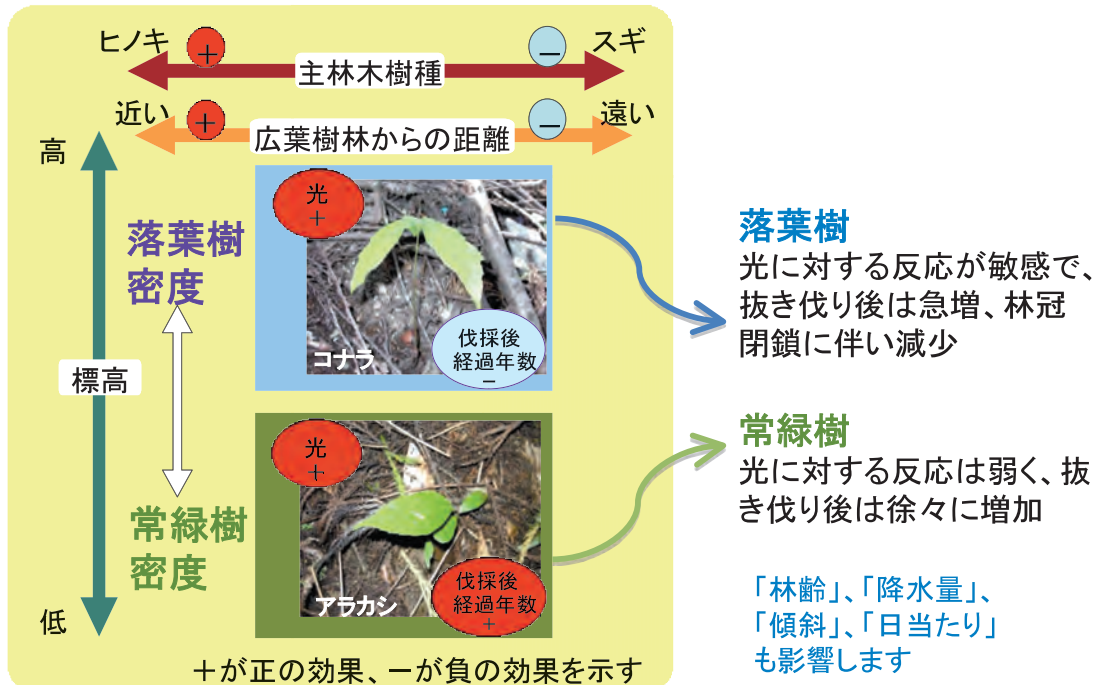
多くの林分では広葉樹の侵入が乏しい

➡ そのままでは更新困難



どのような条件であれば多数の広葉樹が侵入するのでしょうか？

●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。

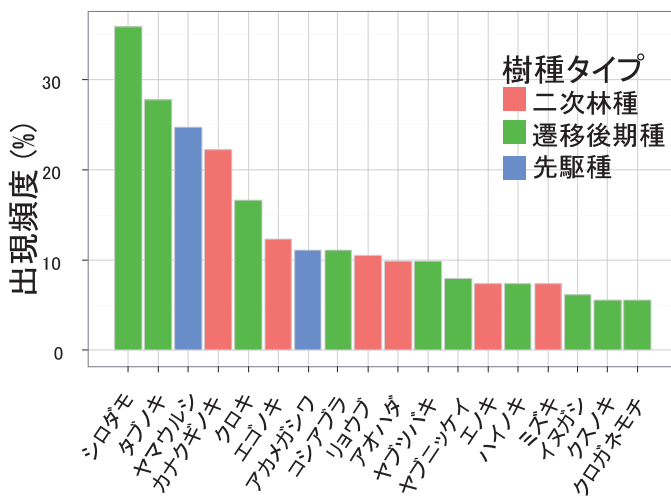
4. 林分（施業予定地）での更新可能性と方策

4-4. スギ林・ヒノキ林 の場合（福岡県）

スギ・ヒノキ人工林の卓越する九州地方でも、他の地域と同様な広葉樹の侵入状況が見られるのでしょうか？ 福岡県では、様々な施業履歴や環境要因を持つ林分を抽出し、人工林での広葉樹の侵入状況を調査しました。その調査結果をもとに、人工林内に侵入していた広葉樹の種類構成や実態、そして更新に影響する要因を解析した結果、以下のことがわかりました。

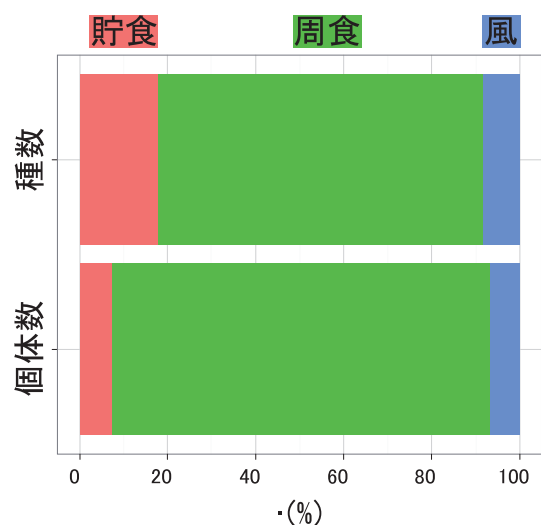
1. 稚樹密度が低い林分が多く、小さい個体がほとんどで、代表的な遷移後期種である常緑ブナ科の樹種の出現頻度は低いことがわかりました。
2. 天然更新で自然植生に近い広葉樹林へ誘導できる林分は一部で、長い時間がかかると考えられます。抜き伐り等による前生稚樹の蓄積・発達が不可欠で、植栽等の補助作業も検討する必要があります。
3. 稚樹密度に影響を与える要因が明らかになり、おおよその侵入予測が可能となりました。広葉樹林化を検討する際の適地判断や成林予測等の判断基準として活用できます。

どのような広葉樹が人工林内にあるのか？



(出現頻度が5%以上の樹種)

主要な樹種の出現頻度

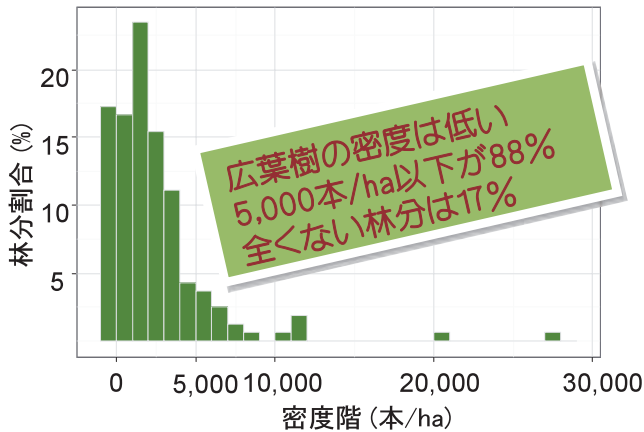


散布型別の種数と個体数

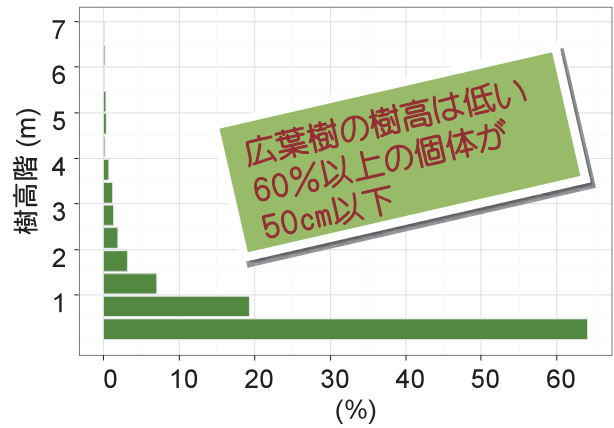
亜高木・高木種で50種の前生稚樹(樹高10cm以上)が確認され、遷移後期種が26種、二次林種が16種、先駆種が8種でした。先駆種は、個体数・種数ともに少ないです。

主として鳥が運ぶ周食散布型の樹種の割合が高く、代表的な遷移後期種であるブナ科の樹種(貯食散布型)は出現頻度が低く、個体数も少ないことがわかりました。

人工林内にある広葉樹の量とサイズは？



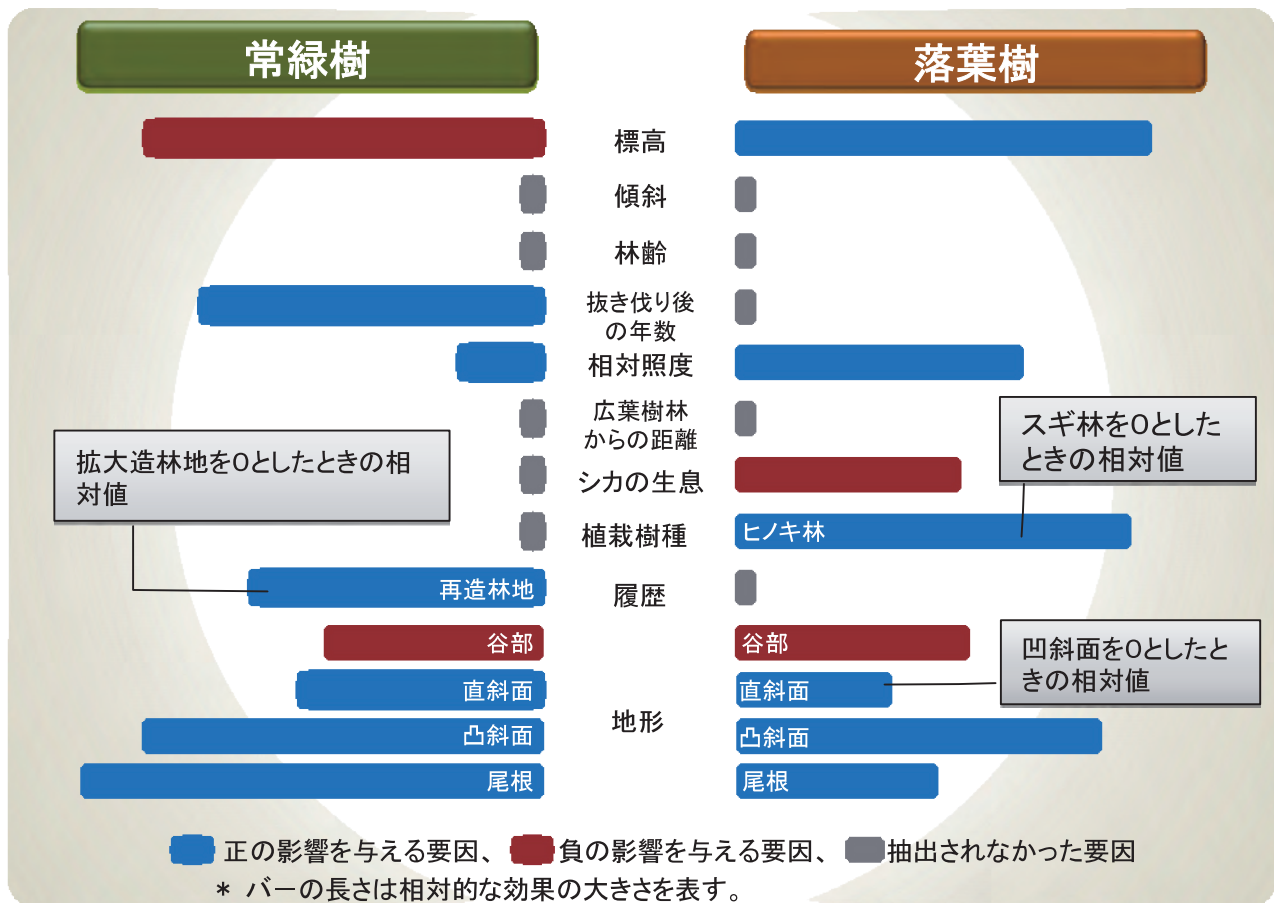
広葉樹の密度階分布



広葉樹の樹高階分布

広葉樹密度に影響する要因は？

広葉樹密度と施業履歴および環境要因（10要因）との関係を解析。



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、更新補助作業により、稚樹密度を高める必要があります。

5. 流域（施業計画）での適地抽出方法

5-1. 広葉樹林化の適地判定マッピング

針広混交林化や広葉樹林化に向けた森林整備では、整備後の収益が期待できるわけではないため、極力費用をかけずに誘導する技術が必要となります。そこで広葉樹林化に向けた施業を効率的に実施するために、種子の供給源となる広葉樹林の分布や植生回復に影響を及ぼす過去の土地被覆から、広葉樹林化するのが容易であるか、あるいは困難であるのかを、ランドスケープレベルで判定する方法を紹介します。

1. 人工林に広葉樹を誘導するには広葉樹林からの距離が近いほど、誘導が有利である事が分かっています。
2. 過去にその土地がどのように利用されていたかということも、広葉樹の誘導に大きく影響すると考えられます。
3. GIS上で作成された広葉樹林からの距離のデータと過去の土地被覆のデータを用いて、対象林分が広葉樹林化を図るのに適しているのかどうか判定できます。

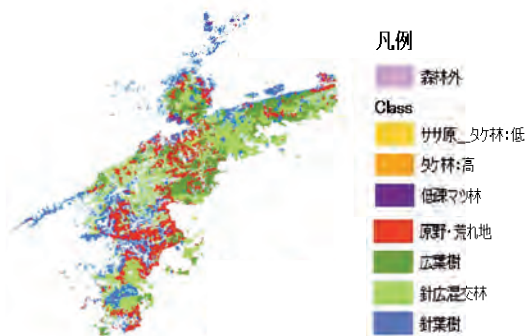
広葉樹林化の適地判定のポイント

人工林内に広葉樹の種子が供給されることが必要



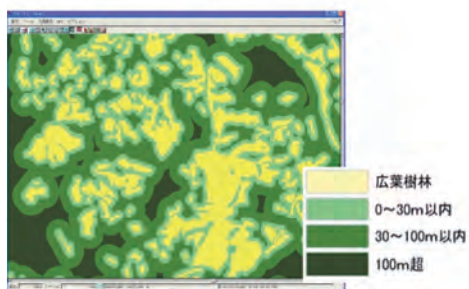
種子供給には、広葉樹林からの距離が影響する。

過去の土地利用形態も重要



人工林造成前の土地利用形態が、埋土種子や前生稚樹の有無に影響する。

GISは広葉樹林化適地判定の効率化のための有力なツール



広葉樹林からの距離の計算や、重ね合わせ処理による適地判定が可能である。

最後は現地における判定が重要



最終的に広葉樹林化が可能かどうかは現地を見て判断する必要がある。

適地判定の手順

種子供給源となる広葉樹林からの距離の把握

過去の土地利用の把握



二つの手法を5-2,3に示します。より具体的な方法・手順については、巻末の連絡先にご連絡下さい。

5. 流域（施業計画）での適地抽出方法

5-2. 高分解能衛星画像を利用する方法

近年、高分解能衛星画像の利用により、森林タイプの判別を精度よく行うことが可能になってきました。そこで、適地判定に必要な要因である種子供給源となる広葉樹林の分布状況を高分解能衛星画像を利用して把握し、適地の判定を行う方法について検討しました。その結果、以下のようなことが分かりました。

1. 高分解能衛星画像（IKONOS）を利用し、画像解析ソフト（eCognition）により抽出を行うことで、高い精度（約80%）で広葉樹林を抽出することが可能となります。
2. 抽出精度を向上させるためには、事前の現地調査によりデータの収集が必要です。
3. 抽出精度は、使用する画像の状態（解像度や撮影時期等）や熟練度によっても左右されます。

衛星画像で種子供給源となる広葉樹林を探す！

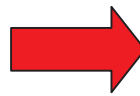
■ 針葉樹人工林内に広葉樹が侵入・定着するためには…

広葉樹林から近いほど種子が散布されやすい

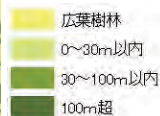
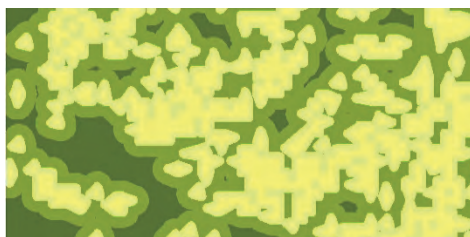


では、種子供給源となる広葉樹林からどのくらい離れている？

高分解能衛星画像から画像解析ソフトを使用して広葉樹林を抽出する



* 黄色の部分が広葉樹林



GISのバッファリング機能で
広葉樹林からの距離を計算！

* 種子散布の特徴によって、
30m以内、30~100m以内、
100m超に区分

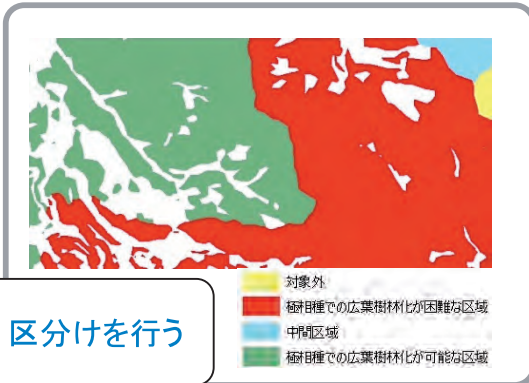
衛星画像で適地判定

過去と現在の利用形態は？

種子源となる広葉樹林が
近くにある？

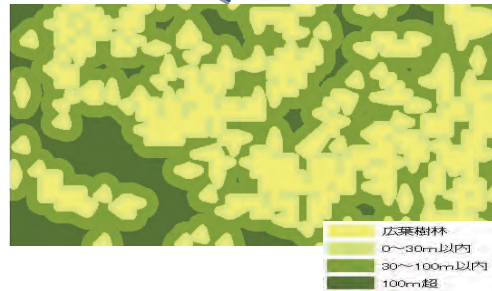
↓
明治時代の地図
現在の森林簿データ

過去の土地利用図を植生記号を基に
GIS化
現在の森林簿情報から林班別の針葉
樹人工林率を算出



高分解能衛星画像から探す

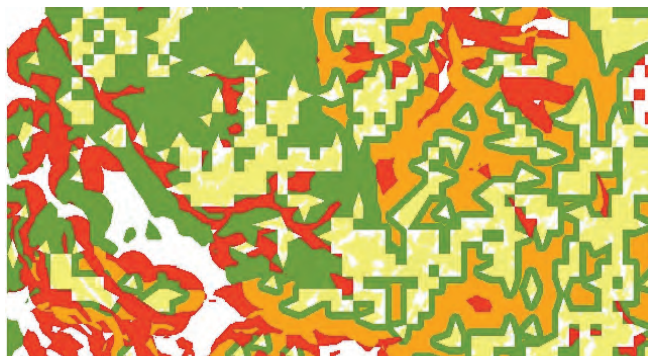
広葉樹林に近いほど適地



要因の組み合
わせで判定

広葉樹林化に適した場所を判定

適地判定区分	過去の土地利用及び現在の 針葉樹人工林率による区分	広葉樹林からの 距離(m)
不適地 ↑	1 極相種での広葉樹林化が困難な区域	100m超
	2 中間区域	100m超
↓	3 極相種での広葉樹林化が可能な区域	100m超
	4 中間区域	30m~100m
適地 ↓	5 極相種での広葉樹林化が困難な区域	30m以内
	6 極相種での広葉樹林化が可能な区域	30m~100m
	7 中間区域	30m以内
	8 極相種での広葉樹林化が可能な区域	30m以内



判定結果を地図にして
森林GISと重ねることで、
現地を特定しやすい

- 適地判定1
- 適地判定2
- 適地判定3~5
- 広葉樹林

高分解能衛星画像が使える場合は、母樹源となる広葉樹林を高い精度で抽出出来ますが、熟練（抽出技術）も必要です。

5. 流域（施業計画）での適地抽出方法

5-3. 森林GISを利用する方法

近年、自治体を中心に、森林簿と森林計画図を関連づけパソコン上で一元的に管理することのできる森林GISの導入が進んでいます。そこで、適地判定に必要な要因である種子供給源となる広葉樹林の分布状況を森林GISを利用して把握し、適地の判定を行う方法について検討しました。その結果、以下のようなことが分かりました。

1. 森林GISが利用できる場合は、広葉樹林の分布状況から適地判定することが比較的簡単に出来ます。また、適地と判定された林分を現地で特定することも容易です。
2. ただし、正確な適地判定には、森林簿と森林計画図および現地との整合性が重要になります。
3. 小規模の広葉樹林は森林簿に反映されていないことが多いため、把握が難しいようです。

森林GISで種子供給源となる広葉樹林を探す！

■ 針葉樹人工林内に広葉樹が侵入・定着するためには…

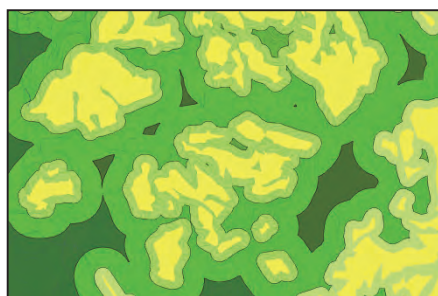
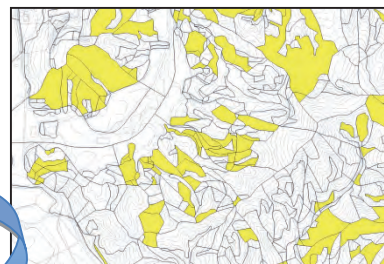
広葉樹林から近いほど種子が散布されやすい

↓
では、種子供給源となる広葉樹林からどのくらい離れている？

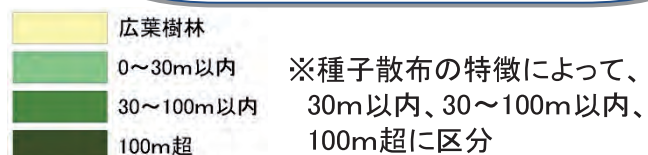
森林GISで広葉樹を検索して…

CITY	RINPAN	SHOK	SHONO	SHOEDA	林種表示	樹種表示
15	50	オ	55	0	天・天然	その他広
15	50	オ	54	0	天・天然	その他広
15	50	オ	53	0	天・天然	その他広
15	50	カ	15	0	天・天然	その他広
15	50	カ	13	0	天・天然	その他広
15	50	カ	17	0	天・天然	その他広
15	50	カ	16	0	天・天然	その他広
15	51	ウ	1	6	天・天然	その他広
15	51	ウ	1	7	天・天然	その他広
15	51	ウ	1	8	天・天然	ナラ
15	51	ア	1	0	天・天然	その他広
15	51	ア	4	2	天・天然	ナラ
15	51	イ	1	0	天・天然	その他広
15	52	オ	16	0	天・天然	その他広
15	52	オ	10	0	天・天然	その他広

広葉樹林の分布状況を調べて



GISのバッファリング機能で
広葉樹林からの距離を計算！



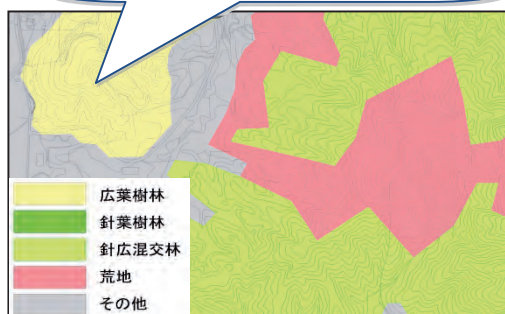
森林GISで適地判定

これまでどのように
利用されてきたか？

明治時代の地図から調べる！

※地図記号から過去の土地利用図
(下図)をGISで作成

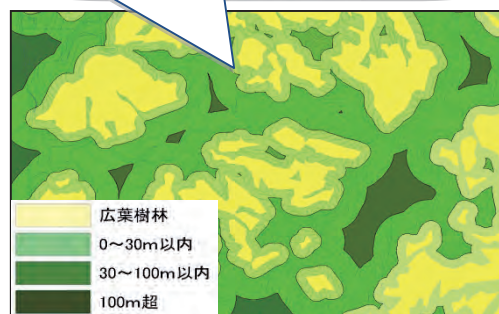
以前は広葉樹林 → 適地



種子源となる広葉樹林が
近くにある？

森林GISで探す！

広葉樹林に近いほど適地



広葉樹林化に適した場所を判定

不適地



適地

判定	過去の土地利用形態	広葉樹林からの距離
1	荒地	100m超
2	荒地	30~100m以下
	針葉樹林 等	100m超
3	荒地	0~30m以下
	針葉樹林 等	30~100m以下
	広葉樹林・針広混交林	100m超
4	針葉樹林 等	0~30m以下
	広葉樹林・針広混交林	30~100m以下
5	広葉樹林・針広混交林	0~30m以下

要因の組み
合わせで判定



判定結果を地図にし
て森林GISと重ねる
ことで、現地を特定し
やすい

森林GISが整備されている場合は、こちらが作業的に簡易ですが、図面と現地との整合性が重要になります。

6. 資料・解説

6-1. 更新対象樹種の樹種特性（抜粋）

種名	常緑性	生活形	遷移上の位置づけ	寿命 ¹	耐陰性	散布型 ²	埋土種子 ³	目標林型 ⁴
シラカンバ	落葉	高木	二次林種	短命	低	風	短期	①②
アサダ	落葉	高木	遷移後期種	長命	低	風	短期	④
イヌシデ	落葉	高木	二次林種	長命	低	風	短期	②③
ブナ	落葉	高木	遷移後期種	長命	高	貯食	なし	④
ミズナラ	落葉	高木	遷移後期種	長命	高	貯食	なし	④
コナラ	落葉	高木	二次林種	長命	低	貯食	なし	③
アカガシ	常緑	高木	遷移後期種	長命	高	貯食	なし	④
アラカシ	常緑	高木	二次林種	長命	高	貯食	なし	③
ウラジロガシ	常緑	高木	遷移後期種	長命	高	貯食	なし	④
クリ	落葉	高木	二次林種	長命	低	貯食	なし	③
ツブラジイ	常緑	高木	二次林種	長命	高	貯食	なし	③
ハルニレ	落葉	高木	遷移後期種	長命	低	風	短期	④
ヤマグワ	落葉	亜高木	二次林種	短命	低	周食	短期	③
クスノキ	常緑	高木	遷移後期種	長命	高	周食	短期	④
タブノキ	常緑	高木	遷移後期種	長命	高	周食	なし	④
シロダモ	常緑	高木	二次林種	長命	高	周食	なし	③
ヤブツバキ	常緑	亜高木	遷移後期種	長命	高	自動(重力)	なし	④
アカメガシワ	落葉	高木	先駆種	短命	低	周食	長期	①
カラスザンショウ	落葉	高木	先駆種	短命	低	周食	長期	①
ヌルデ	落葉	亜高木	先駆種	短命	低	周食	長期	①
ヤマウルシ	落葉	亜高木	先駆種	短命	低	周食	長期	①
トチノキ	落葉	高木	遷移後期種	長命	高	貯食	なし	④
イイギリ	落葉	高木	先駆種	長命	低	周食	長期	①
ミズキ	落葉	高木	二次林種	長命	低	周食	短期	③
タラノキ	落葉	亜高木	先駆種	短命	低	周食	長期	①
コシアブラ	落葉	高木	二次林種	長命	高	周食	短期	③
ハリギリ	落葉	高木	遷移後期種	長命	高	周食	短期	④
エゴノキ	落葉	亜高木	二次林種	長命	高	貯食	なし	③
オオバアサガラ	落葉	亜高木	二次林種	短命	低	風・水	なし	①②

1 長命: 寿命が100年以上と推定される種、短命: 寿命が100年以下と推定される種

2 散布型の詳細については、「6-2.用語の説明」をご参照ください

3 短期: 種子は休眠するが、その寿命は短いと推定される種

長期: 種子は休眠し、その寿命も長いと推定される種

4 目標林型の詳細については、「2-1. 目標とする林型について」をご参照ください

ここでは更新対象樹種のうち、一部の種を掲載しています。残りの種については、森林総合研究所HPの「データベース」内に「樹木データベース」として公開されています。

URL:<http://treedb.ffpri.affrc.go.jp/> をご覧下さい。

6. 資料・解説

6-2. 用語の説明

前生稚樹・後生稚樹 自然攪乱や伐採等により林冠ギャップや裸地が形成される前から林床に生育していた稚樹を前生稚樹、ギャップなどが形成された後に新たに発芽、成長した稚樹を後生稚樹と呼ぶ。

更新 森林の中では、成木が寿命や強風による倒木などで枯死し、種子から新しい芽生えが育ち、やがて成木となるという世代交代が繰り返されている。このような現象を更新と呼ぶ。林業的には、既存の森林(樹木)を伐採した後に、新しい世代の森林(樹木)が成立することを指す。

天然更新 森林の伐採後、植栽を行わずに、自然に落下した種子や前生稚樹から樹木を定着させることで、森林の再生(更新)を図る方法。

林冠ギャップ(ギャップ、林冠孔隙) 森林を中から見上げると、樹木が枝葉を広げて天井のような層(林冠)を形成している。強風などによってこの林冠を形成している樹木が倒れたり、寿命が尽きて枯死したりすると、林冠に穴が開いたような状態になる。これを林冠ギャップと呼ぶ。ギャップ内は太陽光が直接届くため、実生や稚樹の生存率、成長が高まる。そのため、林冠ギャップは、森林の更新に重要な役割を果たしている。

埋土種子 森林内に散布された種子の一部には、散布直後に林内で発芽したり死亡したりすることなく休眠し、落ち葉の下や土の中で何年も生き続けるものがある。このような種子を埋土種子と呼ぶ。埋土種子は、風倒や山火事、伐採等で森林の林床の環境が変化する(攪乱される)と素早く発芽し、植生の回復に貢献する。

種子生産の豊凶 樹木の多くは毎年一定量の種子をつけるわけではなく、ある周期で豊作と凶作を繰り返している。豊凶の周期は樹種間で異なるほか、同じ樹種でも周期にはばらつきがあることが知られている。また、豊作がある一定の地域で同調する現象もしばしば観察されている。豊凶が起こる原因としては、いくつかの説が考えられている。一つは、果実を作るためには多くの資源を投資しなければならないため、果実を作った後再び十分な資源を貯えるために時間がかかり、凶作年が生じるというものである。また、毎年果実をつけると動物に食べつくされてしまうため、果実をつけない年をつくることによって動物の数を減らし、豊作年に食べられずに生き残る果実の数を増やすという樹木の戦略であるという説もある。

散布者 植物の果実を採食もしくは貯蔵することで、種子を母樹から離れた場所まで運ぶ役割を果たしている運び手のこと。代表的な散布者として、鳥やネズミなどの動物が知られている。

周食散布 散布者が種子を運ぶ方法のひとつ。果実を採食した動物が、移動しながら糞とともに種子を排出することで、種子が母樹よりも遠くに散布される。

貯食散布 散布者が種子を運ぶ方法のひとつ。ドングリなどの果実を、動物が地中や木の洞などに貯えることによって、母樹より遠くに種子が運ばれる。貯えられた種子のうち、散布者が食べ残した(忘れてしまった)ものが発芽する。

自動(重力)散布 風や水、動物などの力を借りずに種子を散布する方法。熟した果実がはじけるように裂け、その力を利用して種子を遠くに飛ばす方法を自動散布と呼ぶ。また、果実が種子を飛ばすような構造を持たず、重力に従ってただ落ちるだけの場合には、重力散布と呼ぶ。

風散布 風の力を利用して種子を散布する方法。風散布型の樹木には、翼や綿毛など風にのりやすい構造を持った種子をつける樹種が多い。

遷移後期種(極相種) 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。

6. 資料・解説

6-2. 用語の説明(続き)

先駆種(先駆性種) 林冠が大規模に破壊されるような出来事(攪乱)の後の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。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その数は減少する。発達した(老齢な)森林内ではあまり見られない。

二次林種 伐採などの後に成立した二次林で主要な構成種となる樹種。林冠が大規模に破壊されるような出来事(攪乱)の後の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。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、攪乱後の森林の発達において重要な役割を果たしている。また、萌芽能力が高い樹種が多く、里山に代表される旧薪炭林が日本の代表的な二次林といえる。

GIS 地理情報システム (Geographic Information System) の略。コンピューターに格納した地図データ上に、統計データや位置の持つ属性情報などの様々な情報を重ね合わせて表示したり、検索・分析するシステムのこと。

高分解能衛星画像 高解像度の衛星画像。米国のIKONOS(イコノス)衛星は、1m解像度の高解像度衛星画像を撮影することが可能である。解像度の低い画像では、ひとつのピクセル内に異なる土地被覆状況が混在してしまうことがあるが、IKONOSではピクセルの大きさが1×1mであるため、ひとつのピクセルに異なる土地被覆状況が混在する程度が小さくなり、より詳細に被覆状況を特定することができる。

バッファリング機能 GISによる空間解析の方法のひとつ。ある対象物から一定の距離内にある部分を抽出すること。

6. 資料・解説

6-3. 参考図書

- 上田恵介(編著)(1999) 鳥が運ぶ種子—種子散布：助け合いの進化論 1. 築地書館, 東京.
- 上田恵介(編著)(1999) 動物たちがつくる森—種子散布：助け合いの進化論 2. 築地書館, 東京.
- 森林環境研究会(編著)(2007) 動物反乱と森の崩壊. 朝日新聞社, 東京.
- 森林施業研究会(編)(2007) 主張する森林施業論：22世紀を展望する森林管理. 日本林業調査会, 東京.
- 谷本丈夫(1990) 広葉樹施業の生態学—森林からのメッセージ5. 創文社, 東京.
* 現在は絶版となっています。
- 中静 透(2004) 森のスケッチ—日本の森林/多様性の生物学シリーズ 1. 東海大学出版会, 神奈川.
- 日本樹木誌編集委員会(編)(2009) 日本樹木誌 1. 日本林業調査会, 東京.
- 北海道林業改良普及協会(編)(2000) 広葉樹林育成マニュアル. 北海道林業改良普及協会, 北海道.

執筆一覽

1 はじめに		
1 広葉樹林化とは	四国支所	田内裕之
2 広葉樹林化の仕組み	四国支所	田内裕之
3 このハンドブックの目的と適用範囲	森林植生研究領域	田中 浩
2 林分(施業予定地)での更新判断		
1 目標とする林型について	四国支所	田内裕之
2 更新完了について	森林植生研究領域	佐藤 保
3 更新失敗のリスク	森林植生研究領域	正木 隆
4 シカ食害のリスク判断	北海道	明石信廣
3 林分(施業予定地)での更新を決める要因		
1 前生稚樹	森林植生研究領域	田中 浩
2 埋土種子	関西支所	高橋和規
3 散布種子	北海道	今 博計
4 前生稚樹 vs 実生	東北大学 三重県	清和研二 島田博匡
4 林分(施業予定地)での更新の可能性と方策		
1 カラマツ林・トマツ林(北海道)の場合	北海道	今 博計
2 カラマツ林・スギ林(山梨県)の場合	山梨県	長池卓男
3 スギ林・ヒノキ林(三重県)の場合	三重県	島田博匡
4 スギ林・ヒノキ林(福岡県)の場合	福岡県	桑野泰光 佐々木重行
5 流域(施業計画)での適地抽出方法		
1 広葉樹林化の適地判定マッピング	森林管理研究領域	平田泰雅
2 高分解能衛星画像を利用する方法	愛媛県	岡田恭一
3 森林GISを利用する方法	宮崎県	小田三保

連絡先(所属)

北海道	: 北海道立総合研究機構林業試験場	北海道美唄市	0126-63-4164 (代)
山梨県	: 山梨県森林総合研究所	山梨県富士川町	0556-22-8001 (代)
三重県	: 三重県林業研究所	三重県津市	059-262-0110 (代)
福岡県	: 福岡県森林林業技術センター	福岡県久留米市	0942-45-7870 (代)
愛媛県	: 愛媛県農林水産研究所林業研究センター	愛媛県久万高原町	0892-21-2266 (代)
宮崎県	: 宮崎県林業技術センター	宮崎県美郷町	0982-66-2888 (代)
東北大学	: 東北大学農学研究科	宮城県仙台市	022-717-8603 (代)
関西支所	: 森林総合研究所関西支所	京都府京都市	075-611-1201 (代)
四国支所	: 森林総合研究所四国支所	高知県高知市	088-844-1121 (代)
研究領域	: 森林総合研究所(本所)	茨城県つくば市	029-873-3211 (代)

編集者

田内裕之
田中 浩・平田晶子

森林総合研究所四国支所
森林総合研究所森林植生研究領域

広葉樹林化ハンドブック

-人工林を広葉樹林へと誘導するために-

この冊子は、農林水産技術会議「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」において実施されている「広葉樹林化のための更新予測および誘導技術の開発」（平成19～23年度）における研究成果の一部を取りまとめたものです。

独立行政法人森林総合研究所は、第2期中期計画の成果として下記の重点分野ごとに成果集を刊行しております。

地球温暖化対策に向けた研究（温暖化対策）
森林と木材による安全・安心・快適な生活環境の創出に向けた研究（安全・安心）
社会情勢変化に対応した新たな林業・木材利用に関する研究（林業・木材利用）
新素材開発に向けた森林生物資源の機能解明（生物機能）
森林生態系の構造と機能の解明（生態系解明）

発行日 2010年12月
編集・発行 独立行政法人 森林総合研究所四国支所
780-8077 高知市朝倉西町2-915
Tel.088-844-1121(代) Fax.088-844-1130
お問い合わせ 産学官連携推進調整監 koho-ffpri-skk@gp.affrc.go.jp
ホームページ <http://www.affrc.go.jp/ffpri-skk/>
印刷所 (有)西村謄写堂
780-0901 高知市上町1-6-4 Tel.088-822-0492

本誌から転載・複製する場合は、森林総合研究所の許可を得て下さい。



独立行政法人 森林総合研究所
Forestry and Forest Products Research Institute