

あたらしい 林業技術

No.613

人工林皆伐後の天然更新技術
— 県内の再造林放棄地における
後継植生の実態から探る —

平成 27 年度

— 静岡県経済産業部 —

要 旨

1 技術、情報の内容及び特徴

- (1) スギ・ヒノキ人工林を皆伐した後、再造林せずに天然更新に任せた場合、その後の植生がどのようにしていくのかを明らかにしました。
- (2) 県内の多くの場所では、天然更新は順調に進み、森林化していくことが分かりました。
- (3) 天然更新は3つのステージに分かれ進行していき、概ね20年経過すると樹高が10m、胸高直径が11cmに達することが分かりました。
- (4) ただし、シカの密度が極めて高い場所では森林化が進まず、後からでは更新を促進させることが困難であることが分かりました。そのような場所では、伐採直後からシカ対策を行う必要があると考えられました。
- (5) 富士山中腹と箱根外輪山は高木種の埋土種子が少なく、天然更新による森林化が難しい恐れがあり、造林する必要があると考えられました。

2 技術、情報の適用効果

県内の多くの場所ではスギ・ヒノキ人工林の皆伐後再造林しなくても、天然更新が順調に進み森林化していくことが分かりました。また、天然更新して成立した広葉樹林は人工林に比べ生物多様性が高いことが考えられ、今後は生産性の悪い立地条件下にある人工林などは天然更新を取り入れて皆伐を進めていくことなどに活用されます。

3 適用範囲

生産性の悪い立地条件下にある人工林など。

4 普及上の留意点

再造林しない場所が増えると、シカの生息数が増え、周囲に悪影響を及ぼすことになる可能性もあるため、シカがいる場所では高密度でなくても皆伐直後にシカ対策を講じる必要があると考えられます。

目 次

はじめに	1
1 県内の再造林放棄地の出現と分布そして山地災害	1
2 皆伐後の経過年数と後継植生の樹高及び直径	2
3 後継植生の構成樹種とその変遷	2
4 周囲の広葉樹林の影響	5
5 森林化が進まない場所の対策	6
（1）森林化が進まない場所	6
（2）シカの生息密度が極めて高い場所	7
（3）埋土種子の少ない富士山中腹、箱根外輪山	8
おわりに	8

はじめに

県内では、戦後に拡大造林された広大な人工林が既に伐期を迎えています。しかし、海外からの安い材の輸入に伴う材価の低迷などの影響から、近年は伐採が進んでいません。このままでは、齢級構成が高齢林に偏ってしまう恐れがありますが、高齢林は成長が悪く、地球温暖化対策になる二酸化炭素固定能力も低いです。また、地元の木材資源を使用することは、輸送にかかる二酸化炭素排出も抑えることもできます。これらのため、伐期の過ぎた林を伐採し、適正な齢級構成にすることが望まれます。

一方で、材価の低迷は林業に対する意欲を減退させるとともに、林業の担い手を少なくさせてもいます。その結果、スギ・ヒノキ人工林を皆伐しても再造林をしないでそのまま天然更新に任せるケースが近年増えています。このような場所は、必ずしも再造林を放棄した場所とは限りませんが、一般に再造林放棄地や皆伐放置林、造林未済地などと呼ばれています（ここでは、日本森林学会などの学会でよく用いられる再造林放棄地の名称を用います）。

もし、天然更新が順調に進み速やかに成林するようなら、林地保全や環境保全上も問題なく、造林経費も必要ありません。そのため、林業経営が成り立たないような立地条件の悪い場所などで、伐採を推進させるための有効な手法になると考えられます。

これらのことから、県内各地の経過年数も様々な再造林放棄地の後継植生の実態を調査し、皆伐後に後継植生がどのように変化していくのか、またそれが地域や環境により特性があるのかなどの解明を図り、天然更新の可否などを明らかにしていきました。

また、調査の過程で、後継植生が発達せず裸地化する場所も見られたので、そのような場所では森林化を促すような試験も行いました。

1 県内の再造林放棄地の出現と分布そして山地災害

県内の再造林放棄地は、1990年以前にはほとんどなく県中部に3箇所知られていただけでした。1990年代以降、少しずつ増えていったと考えられます。

図1に調査した再造林放棄地（皆伐後5年以上経過）の位置を示します。この位置はすべての再造林放棄地を示すものではありませんが、森林組合や地元役場等に聞き取りするなどして広く情報を集めたものなので、その分布の概要は把握できているものと考えられます。これによると、再造林放棄地は県の中中部地域に多く北遠地域の一部や伊豆地域にも見られました。一方で、東部地域や北遠地域の南部ではほとんど見られませんでした。

なお、調査した再造林放棄地のうち、多くを占める森林化が進んでいる場所では土壌浸食や崩壊といった森林保全上の問題は見つかりませんでした。しかし、後述（P.6）するような森林化が進

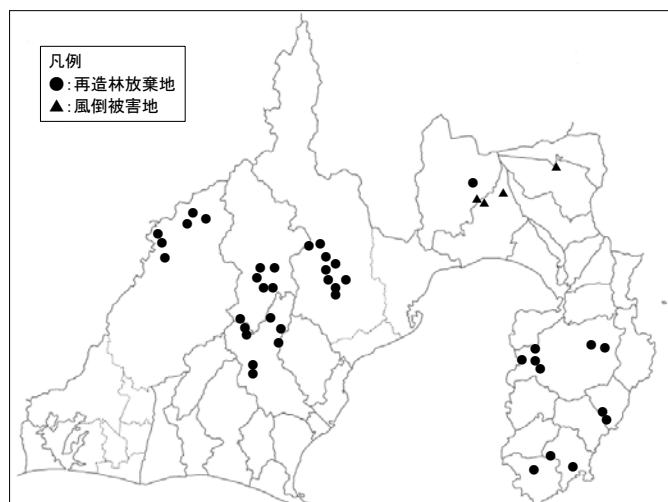


図1 再造林放棄地の調査位置

富士地域は再造林放棄地がほとんど確認できなかったため、1996年の台風17号による風倒被害地を調査した。

まない場所では、一部に表面浸食が起きている箇所がありました。

2 皆伐後の経過年数と後継植生の樹高及び直径

調査地が多く設定できた県中部地域の安倍川・大井川流域において、皆伐後の後継植生の成長について見てみます。調査は、10m四方（皆伐後の経過年数が4年以下の調査地は5m四方）の調査区を設定し、その中の胸高（1.2m）以上の樹木を対象として樹高と胸高直径を計測しました（皆伐後の経過年数が4年未満の場合はすべての樹木の根元径と樹高）。なお、この地域の調査地では後継植生がなく裸地化しているような場所はありませんでした。

図2に皆伐後の経過年数と平均樹高・胸高直径の関係を表したものを示します。なお、平均樹高・胸高直径は、すべての木を対象とすると後から生えてきたような多数の小さな木の影響を受けてしまうので、材積が大きい30本（上層木）だけを対象としました。

皆伐後の経過年数と上層木の樹高・胸高直径は正の相関があり（ $r=0.85$ 、 $r=0.84$ 、ともに $p<0.01$ ）、皆伐後の後継植生は順調に成長していくことが分かりました。そして、概ね20年くらいで上層木は樹高が10m、胸高直径が10cmを超えることが分かりました。この大きさになれば、十分森林と言っていくくらいの相観を呈していました。ただし、20年以降は頭打ちでなかなかそれ以上の大きさにはならないようでした。これには、次で述べるように構成樹種の特徴やそれらの変遷などが影響していると考えられました。

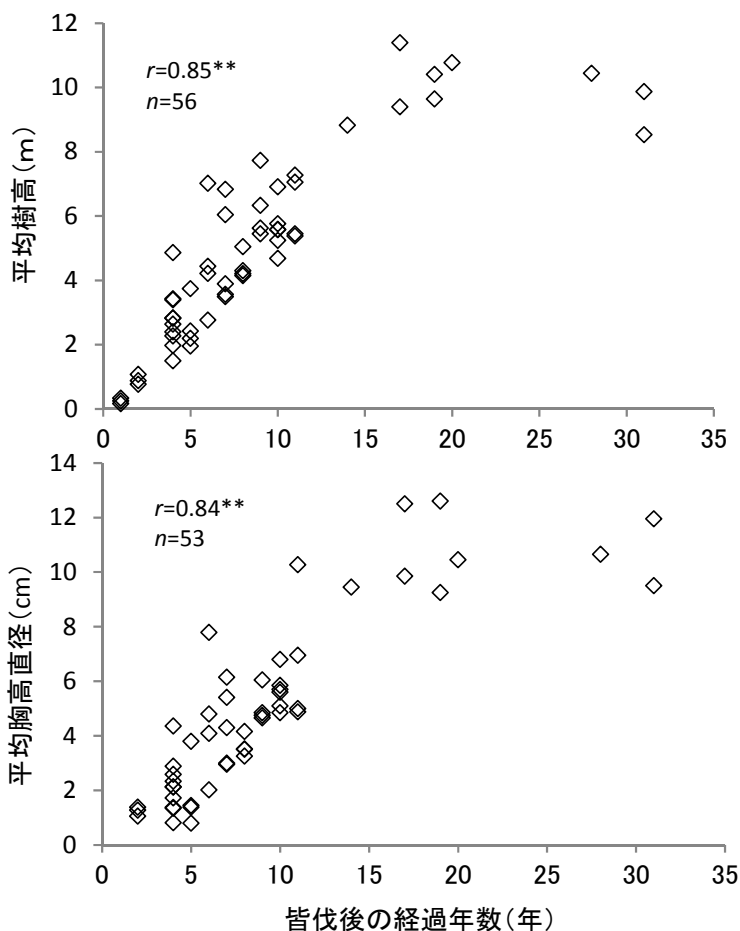


図2 大井川・安倍川流域における再造林放棄地の皆伐後の経過年数と上層木の樹高（上）と胸高直径（下）の関係

3 後継植生の構成樹種とその変遷

安倍川・大井川流域の再造林放棄地の上層木の種について表1に示します。ここでは、皆伐後4年以上経過した調査地で、概ね気候帯の異なる1000m以上の調査地を除いた、43調査区について、将来的に上層木を構成すると考えられる高木・小高木種（一般に樹高が7～8mより大きくなることのできる樹木）とそれ以下の低木について分けて表示しました。また、高木・小高木

種については、先駆種と二次林種、遷移後期種に区分しました。

先駆種は、伐採や土地の改変が行われたときに速やかに発芽し、成長の良い陽樹を指します。先駆種は寿命が短い種が多いです。しかし、種子の寿命は非常に長く、埋土種子として地中で長く休眠するものが多いです。また、種子は鳥により運ばれるものが多いと考えられ、一部を除き県内の森林には先駆種の埋土種子が大量に眠っていると考えられます。

二次林種は萌芽力が強く広葉樹林が繰り返し伐採された二次林に多い種を指しますが、ここでは先駆種でも遷移後期種でもないという種もこのカテゴリーに含めました。遷移後期種は、長期間人為などの改変を受けなかった安定した森林を構成する種で、常緑広葉樹や針葉樹が多く、一般に陰樹で寿命は長いです。しかし、種子の寿命は短いものが多いです。

各カテゴリーのうちで最も本数の多かったのは高木・小高木種の先駆種でした。また、低木種でも個体数の多いクサギとタラノキは先駆種であるので、再生林放棄地には先駆種が多いことが分かりました。遷移後期種は最も少なかったです。

各調査区の高木・小高木種を対象に、先駆種、二次林種、遷移後期種の構成割合について、皆伐後の経過年数との関係を図3に示します。遷移後期種はほとんどの調査区で構成割合が低く、皆伐後の経過年数とは相関がありませんでした ($r=-0.26, p>0.05$)。先駆種は皆伐後の経過年数が短い調査区ほど構成割合が大きく、経過年数が長いほど構成割合が小さくなる傾向がありました ($r=-0.37, p<0.05$)。一方で、二次林種は皆伐後の経過年数が短い調査区ほど構成割合が小さく、経過年数が長い調査区ほど構成割合が大きくなる傾向がありました ($r=0.68, p<0.01$)。

このことから、皆伐後埋土種子起源の先駆種が急速に成長し、上層木の多くを占めるが、やがて寿命の

表1 大井川・安倍川流域における再生林放棄地調査地で出現した樹木の種類と本数

高木・小高木種		低木種					
先駆種	二次林種	遷移後期種					
カラスザンショウ	155	エゴノキ	97	アラカシ	111	クサギ	132
ヌルデ	106	リョウブ	85	スギ	10	アブラチャン	106
アカメガシワ	93	アオハダ	30	ヒノキ	4	クロモジ	50
カナクギノキ	56	コナラ	20	ウラジロガシ	3	ヒサカキ	46
ウワミズザクラ	49	ヤマザクラ	19	クスノキ	3	タラノキ	31
クマノミズキ	33	ホウノキ	12	ツブラジイ	3	ヤブムラサキ	27
ヤブウツギ	19	ミズキ	10	クロガネモチ	2	ムラサキシキブ	17
ゴンズイ	5	アカシデ	7	ソヨゴ	2	キブシ	14
アブラギリ	4	クリ	7	シキミ	1	サンショウ	11
イイギリ	4	コシアブラ	5	モミ	1	ウツギ	10
ミズメ	4	イタヤカエデ	4			サワフタギ	8
ニワトコ	2	ケケンボナン	4			マルバウツギ	7
ハゼノキ	2	イヌツゲ	2			イヌザンショウ	5
ヤマウルシ	2	シラキ	2			イボタ	5
オニグルミ	1	イヌシデ	1			ミツマタ	5
ニガキ	1	ウリカエデ	1			カマツカ	4
ネムノキ	1	エノキ	1			クロウメモドキ	2
ヤマハゼ	1	マルバアオダモ	1			チャノキ	2
						ガマズミ	1
						コバノガマズミ	1
計	538	計	308	計	140	計	484

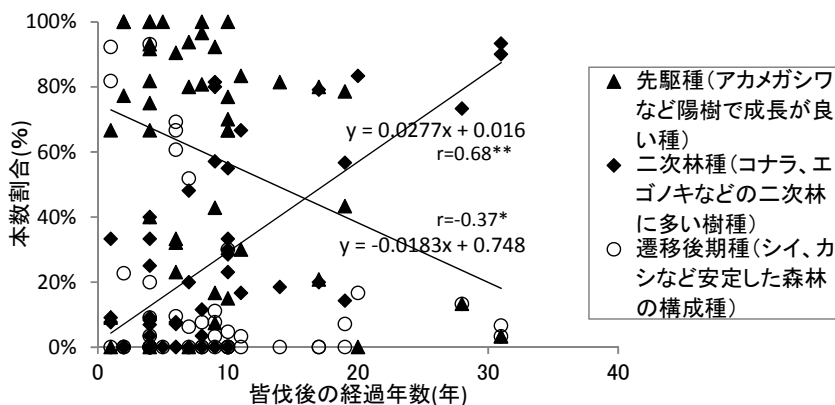


図3 皆伐後の経過年数と各カテゴリーごとの高木・小高木種の本数割合の関係 (大井川・安倍川流域)

短い種が多い先駆種に代わり、二次林種の構成割合が次第に高くなっていったことが伺われました。しかし、遷移後期種が増えるには、この調査で最も長い31年という皆伐後の経過年数でも足りないことが分かりました。

高木・小高木種に加え低木種も含めてそれらの構成割合の変化を見てみます(図4)。低木種は株立ちのものと単木のものに分けて図示しますが、株立ちのものが多いことが分かります。皆伐後に発芽したものが初期段階で株立ちになるとは考えにくいので、これらは少なくとも皆伐前から林内に生えていたものと考えられます。つまり、皆伐後の初期段階(皆伐後5年程度まで)では元々林内に生育していた低木種が成長し上層を優占すると考えられました。その後は、埋土種子起源の高木・小高木種先駆種が急速に成長し上層を優占すると考えられました。しかし、寿命の短い種が多い先駆種は、皆伐後20年程度で二次林種に置き換わっていくと考えられました。ただし、20年を超える再生林放棄地の事例は少ないので、このことはしばらく経ってからもう一度検証する必要があります。

以上のように、皆伐後に後継植生は3つのステージを

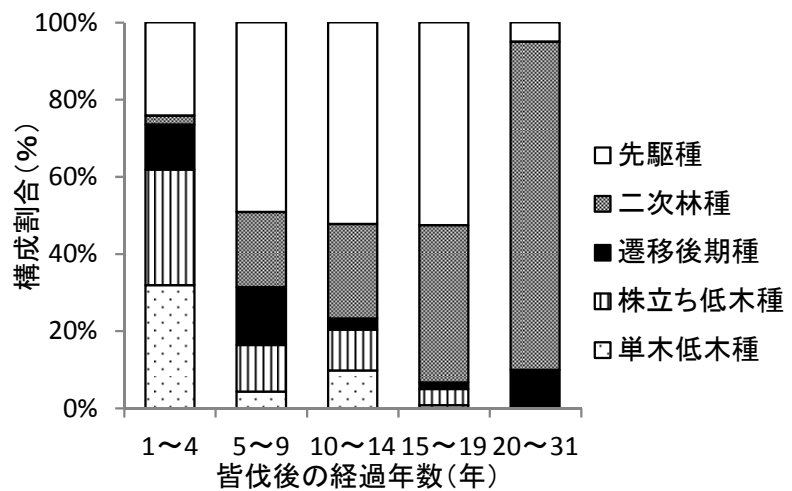


図4 皆伐後の経過年数と各カテゴリーごとの構成割合の関係(大井川・安倍川流域)

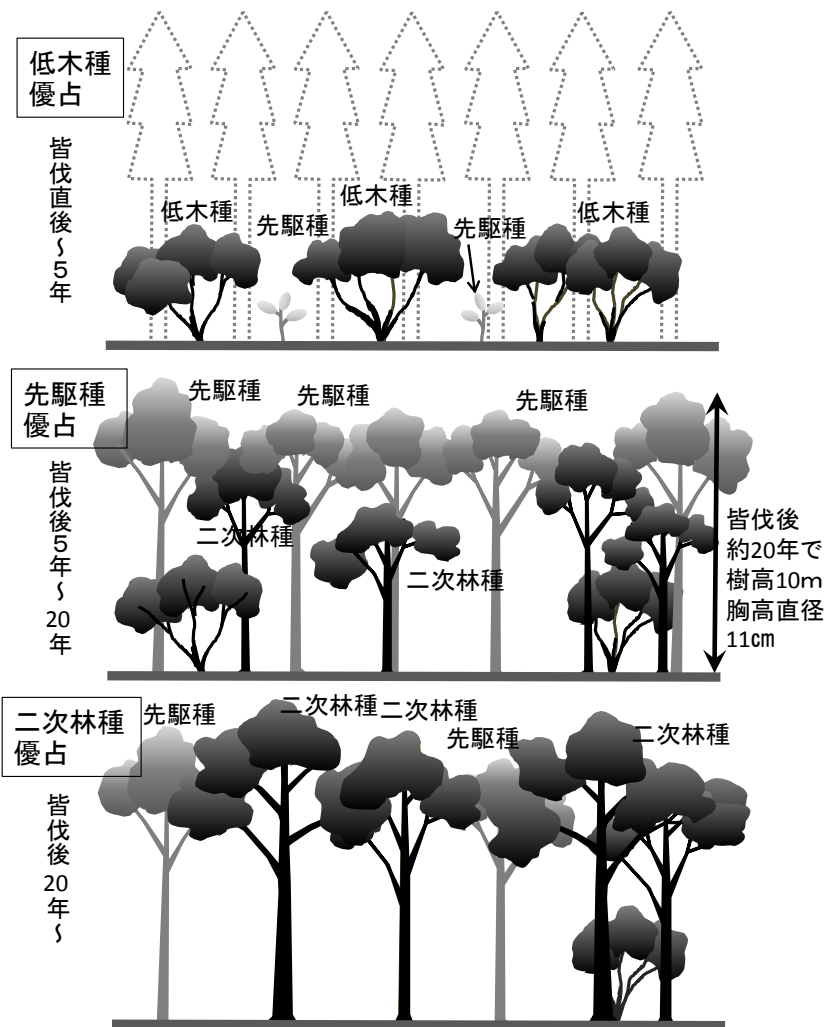


図5 皆伐直後から3つのステージを経て推移していく天然更新の模式図

経ることが分かりました。すなわち、皆伐後5年程度までは低木種が優占するステージで、その後先駆種が優占するステージになり、20年程度経過した後は二次林種が優占するステージで、図5にその模式図を示します。

それぞれのステージでは、上層木の構成種が変わってくると考えられるので、最も成長する先駆種が優占するステージ、すなわち皆伐後5～19年について皆伐後の経過年数と上層木の樹高・胸高直径の関係を改めて図6に示します。この図から横軸を対数変換し以下のような式で近似しました。

$$y1=5.307\ln(x)-5.849$$

$$y2=6.434\ln(x)-8.468$$

ただし、 x ：皆伐後の経過年数(年)、 $y1$ ：樹高(m)、

$y2$ ：胸高直径(cm)

この回帰式からは、皆伐後20年で上層木の樹高は10m、胸高直径は11cmになることが分かりました。

4 周囲の広葉樹林の影響

前の項では埋土種子起源の先駆種が後継植生の主な構成種になることを述べましたが、周囲の広葉樹林の影響はないのでしょうか。

浜松市天竜区水窪町奥領家の皆伐後8年経過した再生林放棄地で調査しました。この場所には、放棄林の上部の一部にアカマツを含む広葉樹林があります(図7)。調査は、等高線に沿って10m四方の調査区を2列にわたり16箇所設け、表層土壌の含水率を測定し毎木調査を行いました。そして、調査区や植生の変化点をGPSで測定し、それぞれの調査区の広葉樹林からの距離を求めました。

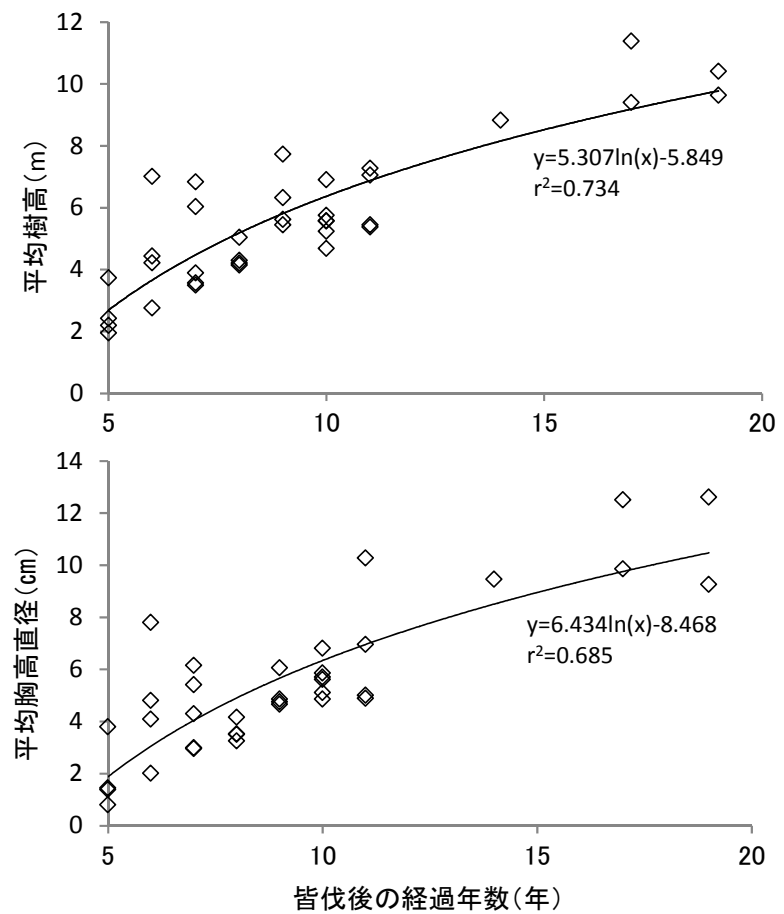


図6 先駆種が優占するステージにおける、皆伐後の経過年数と上層木の樹高(上)、胸高直径(下)の関係

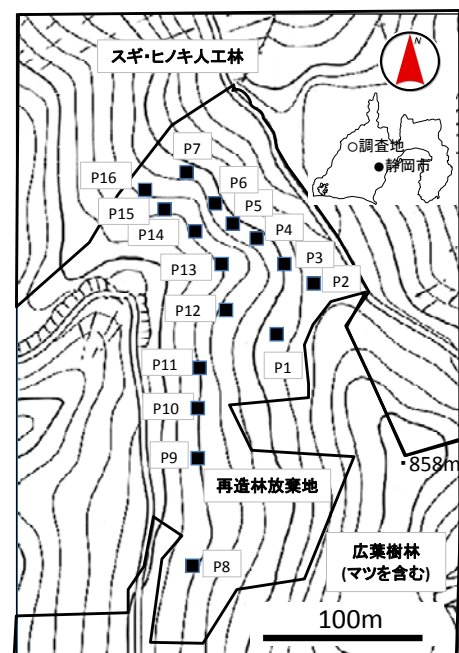


図7 広葉樹林の影響を調べるために設置した調査区と広葉樹林の位置

その結果、上層木（材積の上位30本）の樹種と材積から各調査区を埋土種子－先駆種型、散布種子－先駆種（アカマツ）型、散布種子－非先駆種型の3つの植生型に分けることができました。そして、それぞれの植生型は土壌含水率と周囲の天然林からの距離で説明できることが分かりました（図8）。すなわち、散布種子－先駆種（アカマツ）型は土壌含水率の低い場所に成立し、散布種子－非先駆種型は広葉樹林の近くにだけ成立し、埋土種子－先駆種型は広葉樹林から遠い場所に成立することが分かりました。

アカマツの種子は翼果で、風によりある程度運ばれるため100mを超える場所でも散布種子－先駆種（アカマツ）型の植生型が見られました。しかし、散布種子－非先駆種型は広葉樹林の近くにしか見られませんでした。このことから、周囲の広葉樹林の影響はせいぜい数10mの範囲にとどまると考えられました。そして、天然更新には埋土種子が重要であることが改めて分かりました。

5 森林化が進まない場所の対策

（1）森林化が進まない場所

静岡県では豊富な降水量に恵まれ、標高1000m以下の温暖な地域では、基本的に天然更新が順調に進み成林することが確認されました。しかし、シカの生息密度が極めて高い場所と埋土種子の量が少ない場所では更新がうまく進まず、そのままでは成林しないと考えられる場所がありました。

また、ササ類やウラジロ、コシダなどの植物は極めて密に生育し、それ以外の植物の発生を阻害することが知られています。そのため、これらの植物の生育地でも天然更新が進まないことが考えられます。

しかし、県内の1000m以下の地域におけるそれらの植物の生育地で、更新が進まない場所は今

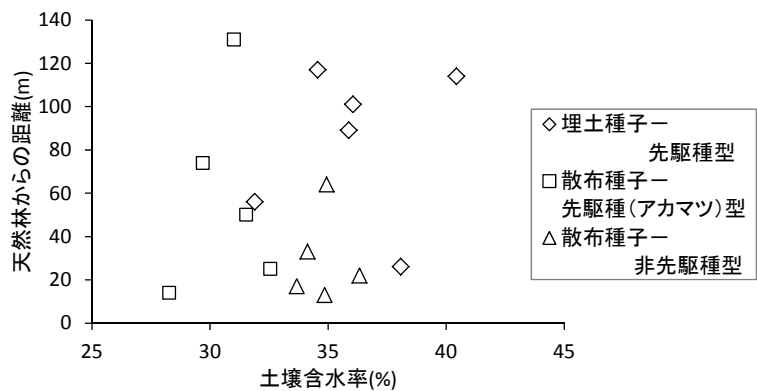


図8 各調査区の植生型と広葉樹林からの距離の関係



写真1 ウラジロが密生する場所で天然更新した再生林放棄地（静岡市葵区）



写真2 シカの食害により天然更新が進まない再生林放棄地（伊豆半島）

のところ確認されていません。おそらく、伐採前のスギ・ヒノキの林床は一般に暗く、ササ類などの植物は他の植物の発生を阻害するほどの密度では生育していないことや、伐採搬出に伴う土地の改変などの影響が他の植物の発生・成長を促すことに繋がっていると考えられます（写真1）。

（2）シカの生息密度が極めて高い場所

伊豆半島のシカの生息密度が極めて高い場所では、森林への天然更新が進まないケースが見られます。そのような場所では、一部のシカ不嗜好性植物を除きシカの恒常的な食害を受け、ニガイチゴなどの低木群落やススキ群落、タケニグサ群落または裸地などになっています（写真2）。

このような森林化が進まない場所において、更新促進試験を行いました。試験地は、皆伐後6年間放置された場所で植生がほとんどありません。土壌表層には既に埋土種子はないと考えられるので、試験はレーキを使い土壌を掻き起こし深層の埋土種子の発芽を促す掻き起こし区と、近くの広葉樹林から落葉層と土壌表面の土を採取し散布する土壌散布区、そして無処理区を2011年秋に設定して行いました。そして、2012年秋に発生した高木・小高木種の本数を調査しました。

その結果、図9に示すように土壌散布区では発生した個体数や種数がやや多かったものの、掻き起こし区ではそれらが少なかったです。なお、これらの実生は、翌年にはシカ柵を設置した場所でも59%の個体が消滅し、残った個体も表土が既

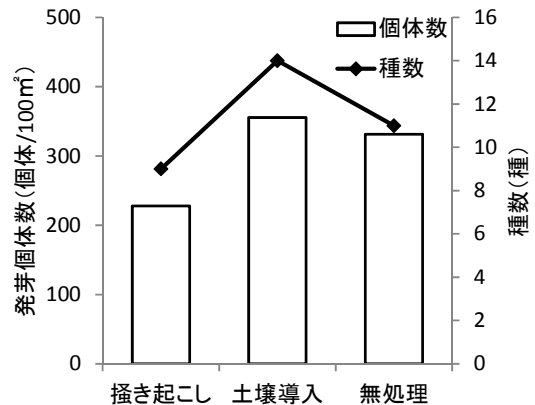


図9 天然更新が進まない場所における更新促進試験の1年目の結果

表2 更新促進試験の2年目の結果

樹種	シカ柵設置区個体数(本)・樹高				シカ柵未設置区個体数(本)・樹高			
	掻き起こし	土壌導入	無処理	樹高(cm)	掻き起こし	土壌導入	無処理	樹高(cm)
アマギベニウツギ	23	12	12	4	9	7	7	3
オオバヤシャブシ	6	9	25	7	2	5	8	4
ヒメジャラ	0	3	0	18	0	15	0	20
スギ	0	0	0	-	1	3	3	7
ヒサカキ	1	0	6	6	0	2	0	8
リョウブ	0	0	0	-	0	1	0	8
イヌツゲ	0	1	0	8	0	0	4	3
アカメガシワ	0	0	0	-	0	1	0	8
カラスザンショウ	0	1	1	7	0	0	0	-
クロモジ	0	0	0	-	0	0	1	5
イヌザンショウ	0	1	0	5	0	0	0	-
ヤマグワ	0	0	0	-	0	1	0	4
種数計	3	6	4		3	8	5	
個体数計・平均樹高	30	27	44	6	12	35	23	8
消滅率	62%	63%	51%		73%	71%	74%	

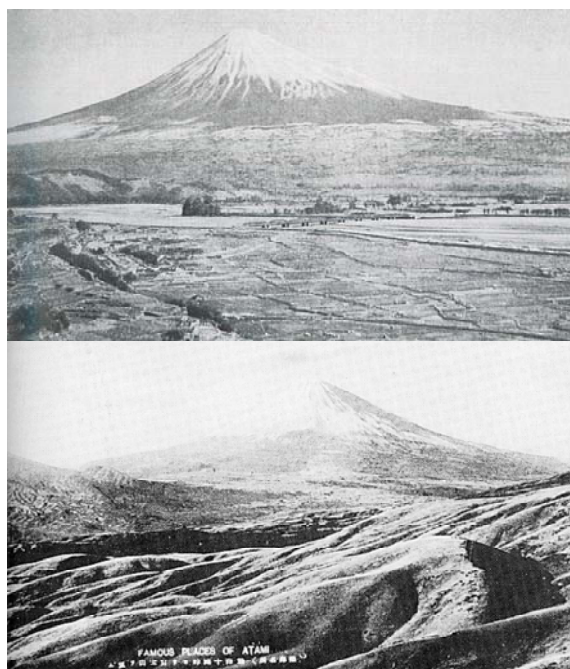


写真3 古い富士山の写真
大正末期の富士市岩淵からの富士山(上)と昭和10年頃の十国峠からの富士山と箱根外輪山(下)の写真(羽衣出版「静岡県の絵はがき」より)

に流亡しているためか成長が極めて悪かったです（表2）。

このように、皆伐後数年間放置されシカの食害を強く受けた場所では、既に埋土種子はほとんど枯渇してしまい、仮に発芽しても成長が極めて悪いことが分かりました。そのため、シカの生息密度が極めて高い場所では、必ず皆伐直後にネット柵などのシカ対策を採った上で天然更新を図ったり造林したりする必要があると考えられました。

表3 富士地域の再造林放棄地と風倒被害地の10m四方の調査区における毎木調査結果と高木種の本数

調査地	標高(m)	種数	本数	総材積(m ³)	平均DBH(cm)	平均樹高(m)	高木種本数
御殿場市上小林	610	16	76	0.415	3.6 ± 2.9	4.4 ± 2.3	25
富士市大淵	540	12	41	0.492	4.5 ± 4.8	4.3 ± 2.4	5
富士市大淵	960	11	111	0.137	2.5 ± 1.2	3.3 ± 0.7	21
富士宮市粟倉	620	20	99	0.587	3.9 ± 2.9	4.4 ± 2.3	70
富士宮市山宮	790	5	10	0.201	6.4 ± 6.2	4.4 ± 2.3	2
富士宮市山宮	800	8	27	0.564	5.6 ± 6.5	4.1 ± 2.5	3
富士宮市山宮	810	7	22	0.396	5.8 ± 6.2	4.3 ± 2.2	4
富士宮市山宮	820	4	9	0.854	15.8 ± 5.6	9.9 ± 3.3	9
安倍川流域平均							39
大井川流域平均							55

(3) 埋土種子の少ない富士山中腹、箱根外輪山

富士山中腹や箱根外輪山は草原や原野として長い期間維持されてきました。古い写真(写真3)を見ても、それらの地域では昭和初期まで森林がほとんどないことが分かります。また、この地域、特に富士山中腹では地形の変化に乏しく、大きな沢などがありません。そのため、植生などの変化も少なかったことが伺えます。

これらのことから、この地域では高木種の埋土種子が少ないことが考えられます。この地域の再造林放棄地(この地域には再造林放棄地が少ないため、1996年の台風17号による風倒被害地でその後放置された場所を含む)を調べてみても(表3)、生育する高木種の本数が少ない場所が多いことが分かります。残念ながら、箱根外輪山で調査できる場所を見つけれられていませんが、富士山中腹と同じような植生の推移をたどってきたことから、同じような状況であると考えられます。

このため、富士山中腹や箱根外輪山で天然更新を図っても高木林に速やかになることは期待できず、造林する必要があると考えられます。

おわりに

人工林を皆伐してそのまま再造林せずに天然更新に任せても、県内の多くの場所では後継植生が順調に遷移・成長し森林化していくことが分かりました。天然更新して成立する広葉樹林は、スギ・ヒノキ人工林に比べ明らかに林木の種の多様性は高く、林内も明るいため林全体の生物多様性が高くなると考えられます。

これらのことから、今後は生産性の悪い立地条件下にある人工林では、天然更新を取り入れて皆伐を進めていくことも考えていく必要があると思われれます。

ただし、皆伐後数年はシカの格好の餌場となり、広い面積の皆伐跡地の出現はシカの個体数を増やしてしまう恐れがあり、その周囲ではその後シカの食害により天然更新が進まなくなったり、周辺の自然環境や農業などに影響が出ることも考えられます。このことは、今後明らかにしていかなければならない課題ですが、念のため、天然更新に任せる場合は、シカが分布する地域であれば現状でも皆伐直後にシカ対策が求められます。

発行年月：平成28年3月
編集発行：静岡県経済産業部振興局研究調整課

〒420-8601
静岡市葵区追手町9番6号
TEL 054-221-3643

この情報は下記のホームページからご覧になれます。
<http://www.pref.shizuoka.jp/sangyou/sa-130a/>

