



---

---

# あたらしい 林業技術

---

---

No.563

針広混交林化を目的とした抜き伐り  
が森林の多面的機能に与える効果

平成 23 年度



## 要 旨

### 1 技術、情報の内容及び特徴

- (1) 荒廃したスギ・ヒノキ人工林を針広混交林へ誘導するため、列状等に伐採する“抜き伐り”施業が、広葉樹の天然更新に及ぼす影響、並びに森林の水土保持機能と生物多様性保全機能に与える効果について検証しました。
- (2) 抜き伐りは、短期的には、新たに発生する広葉樹の種数と個体数を増加させ、下層植生の回復を促進して、林床の被覆を向上させる効果的な技術であることを明らかにしました。
- (3) 森林土壌の表面侵食は、下層植生等が林床を覆う比率、すなわち林床被覆率の増加に伴い指数関数的に減少することを示しました。そして、下層植生の衰退したスギ・ヒノキ人工林では、抜き伐りすることにより新たに発生する広葉樹などで下層植生が増大し、経年的に植被率が向上することを確認しました。
- (4) このことから、荒廃したスギ・ヒノキ人工林における抜き伐りは、下層植生の回復を通じて、森林土壌の表面侵食を低減させ、森林の水土保持機能の向上に寄与することが示唆されました。また、抜き伐りした林地では、伐倒木の水平的な整置や丸太柵等の施工が森林土壌の表面侵食の抑止に効果があることを明らかにしました。
- (5) さらに、荒廃したスギ・ヒノキ人工林における抜き伐りは、下層植生の回復を通じて、森林内の昆虫（地上徘徊性甲虫）の種数を短期的に増加させ、森林の生物多様性保全機能の向上に寄与することが示唆されました。

### 2 技術、情報の適用効果

平成 18 年度から実施されている荒廃した針葉樹人工林を抜き伐りして針広混交林化をめざす「森の力再生事業（森林づくり県民税で実施）」は、下層植生の回復に伴い、「森の力」すなわち森林の水土保持機能や生物多様性保全機能の向上に寄与することが示されます。

### 3 適用範囲

県下全域。

### 4 普及上の留意点

- (1) 抜き伐り後、早期に植生回復を期待するには、森林土壌内に埋土種子があること、あるいは周囲に種子源となりうる広葉樹林があることなどがが必要です。抜き伐り後、3～5年間経過しても広葉樹の発生が少なく植生回復が遅い場合には広葉樹の植栽などの対応が必要と考えられます。
- (2) スギ・ヒノキ人工林における抜き伐りでは、短期的には広葉樹の種数や個体数が増加しますが、長期的には残存する上木の林冠閉鎖に伴い、林内の光環境が悪化して、下層植生の成長に影響がでることが予想されます。したがって、抜き伐りした林地においては、定期的に林内を観察して、追加的な抜き伐りの必要性を判断するなど順応的な管理が必要と考えられます。

## 目 次

|                           |   |
|---------------------------|---|
| はじめに                      | 1 |
| 1 抜き伐りが広葉樹の天然更新に及ぼす影響     | 1 |
| (1) 目的及び調査                | 1 |
| (2) 抜き伐りは広葉樹の発生を促進するか     | 2 |
| 2 抜き伐りが森林の水土保全機能に与える効果    | 3 |
| (1) 目的及び調査                | 3 |
| (2) 抜き伐りは森林土壌の表面侵食の低減に有効か | 4 |
| 3 抜き伐りが森林の生物多様性保全機能に与える効果 | 5 |
| (1) 目的及び調査                | 5 |
| (2) 抜き伐りは森林の生物多様性を高めるか    | 6 |
| おわりに                      | 7 |
| 参考文献                      | 7 |

## はじめに

スギ・ヒノキ人工林では、林冠の閉鎖により下層植生が衰退し、森林土壌の表面侵食による土柱や浮根がしばしば観察されます。このような森林では水土保持機能や生物多様性保全機能の低下が懸念されることから、これらの機能を持続的に発揮させることが求められています。近年、これらの機能に配慮した人工林管理の観点から、このような荒廃した森林を強度に抜き伐りして針広混交林へ誘導する施業が行われています。

しかしながら、スギ・ヒノキ人工林を針広混交林化へ誘導する技術は確立しておらず、列状伐採等の“抜き伐り”が下層植生、特に広葉樹の天然更新に及ぼす影響については解明されていないのが実態です。一方、抜き伐りは林冠に空隙（ギャップ）を作出し、同時に林床の光環境を変化させ、人工林内へ広葉樹の侵入・定着を促進させる効果をもつと予想されます。

そこで、抜き伐りが広葉樹の天然更新に及ぼす影響を明らかにするとともに、抜き伐りが森林の水土保持機能や生物多様性機能に与える効果を検証しました。

## 1 抜き伐りが広葉樹の天然更新に及ぼす影響

### (1) 目的及び調査

スギ・ヒノキ人工林を針広混交林化へ誘導する施業技術として、列状伐採等で林冠にギャップを作出し、林床の光環境を改善させることで更新を促す抜き伐りがあります。しかし、抜き伐りが下層植生、特に広葉樹の天然更新に及ぼす影響については明らかではありません。

そこで、抜き伐りの影響を明らかにするため、列状の抜き伐りが行われた若齢（23～28年生）のヒノキ人工林と壮齢（45年生）のスギ・ヒノキ人工林における広葉樹の天然更新状況等を調査しました。



写真1 若齢ヒノキ林分の状況



写真2 壮齢スギ・ヒノキ林分の状況  
伐採列を魚眼レンズで撮影。

これらの林分では、斜面の尾根から沢に向けた傾斜方向に列状の抜き伐り（以下、伐採区）が行われました（写真1、2）。その伐採幅は若齢ヒノキ林では平均5.3m、高齢スギ・ヒノキ林では6mと9mでした。そして伐採区とその隣接する抜き伐りが行われなかった残存列（以下、残存区）について、前者では抜き伐り4年後に出現した広葉樹の種類と個体数を、後者では抜き伐り6年後に発生した下層植生量をそれぞれ測定しました。

(2) 抜き伐りは広葉樹の発生を促進するか

樹木はその生活型で、将来的に樹高が高くなる特性を持つ「高木種」、高木種よりはやや低い「小高木種」、そして樹齢を重ねても樹高が低い「低木種」に分類されます。そこで、若齢ヒノキ林の伐採区と残存区において、出現した広葉樹を生活型で分類して比較しました(図1)。

その結果、伐採区は残存区より、高木種と低木種の種数と個体数がともに多く出現していました。針葉樹人工林を抜き伐りして針広混交林へ誘導する場合、林冠層を形成する高木性広葉樹の侵入が重要であります。抜き伐り4年後までに出現した高木種は、伐採区にはアカメガシワ、ネムノキ、ハゼノキ、コナラ、スダジイ及びシラカシ、残存区にはヤマモモ、両者共通にはカラスザンショウ、ヤマザクラ、アラカシ及びクスノキが出現しました。特に先

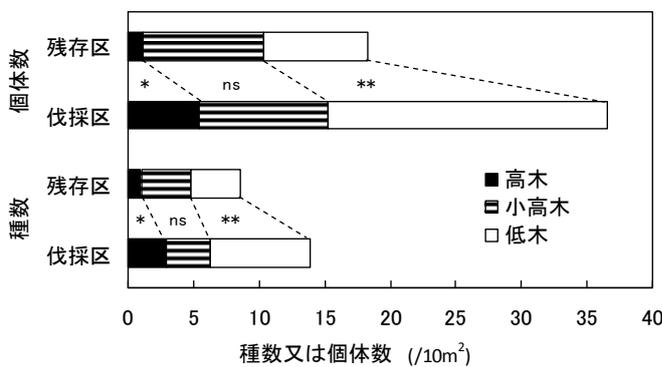


図1 出現した広葉樹の生活型別の種数と個体数  
\*は5%水準で有意差があり、nsは有意差がないことを示す。

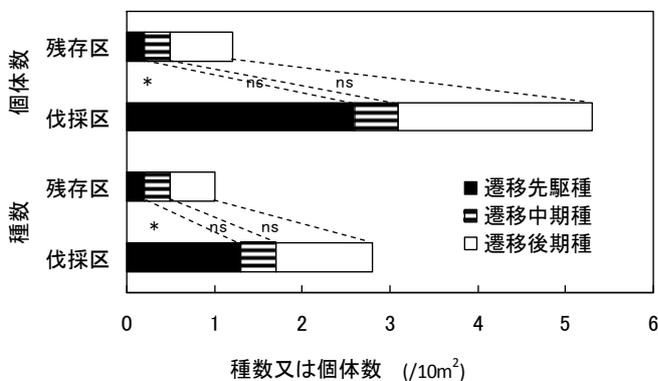


図2 出現した高木種の遷移系列別の種数と個体数  
\*は5%水準で有意差があり、nsは有意差がないことを示す。

このことから、抜き伐り地における広葉樹の天然更新は、広葉樹を生活型で分類した場合、高木種と低木種の種数と個体数が増加し、さらに林冠層を形成する高木種を遷移系列で分類した場合、遷移先駆種の種数と個体数が増加していました。すなわち、抜き伐りが行われた伐採区においては、カラスザンショウやアカメガシワ等の先駆性高木種やキイチゴ類等の先駆性低木種の種数と個体数は増加するものの、ヤマザクラやアラカシなどの遷移中・後期種は短期的に増加しないことがわかりました。一方、荒廃した針葉樹人工林では早期に下層植生を回復させる必要がありますが、本調査地では抜き伐り4年後には伐採区の木本密度が37000本/haに達し、抜き伐りにより林床の被覆効果が著しく高まったことが確認されました。

次に、壮齢スギ・ヒノキ林の伐採区と残存区において、発生した下層植生量を比較しました。その結果、伐採区の草本を含む下層植生量は残存区のその3~4倍量と多く、抜き伐

りによる植生量の増大が認められました（図3）。抜き伐りによって閉鎖した林冠に空隙ができますが、この空隙が全天空に占める割合を示す開空度と下層植生量との間には相関が認められ、開空度が大きくなるに伴い下層植生量も増大する傾向が認められました（図4）。さらに、下層植生量は伐採区が残存区より多くなっていましたが、列状の抜き伐り幅（6 mと9 m）間には差異が認められませんでした。すなわち、抜き伐り幅が6 m程度以上あれば下層植生を十分に発達させることが可能と考えられます。なお、列状の抜き伐りによって林縁が生じますが、林縁から10m以上の林内では下層植生が増加しないことから（図3）、列状に抜き伐りする場合には、残存区の列幅を20m以内にする必要があると考えられます。

以上から、抜き伐りは短期的に広葉樹の発生を促進させ、衰退した下層植生量を回復し、林床の被覆効果を高めることに有効であると推測されます。

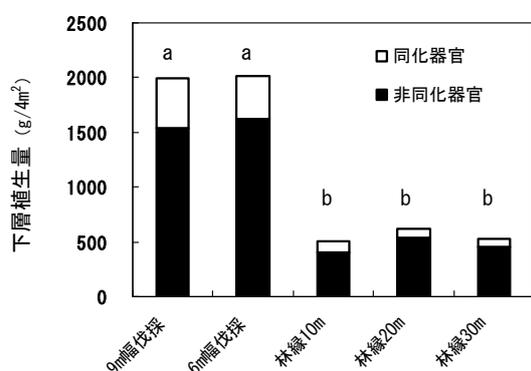


図3 伐採区と残存区の下層植生量

異なる英字間には5%水準の有意差を示す。

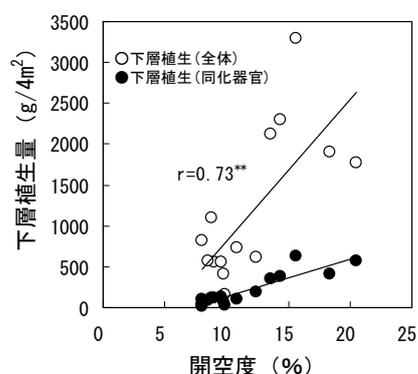


図4 開空度と下層植生量との関係

\*\*は1%水準で有意

## 2 抜き伐りが森林の水土保全機能に与える効果

### (1) 目的及び調査

荒廃した針葉樹人工林を抜き伐りして、下層植生や落葉枝 ( $A_0$ ) 層を回復させることが森林の水土保全機能、特に森林土壌の表面侵食の低減に及ぼす効果を検証しました。抜き伐り地における表面侵食の測定には、斜面を移動する物質（礫、細土および落葉枝等）を捕捉する土砂受け箱を用いました（写真3、4）。これは、水だけが抜けるようにメッシュネットを張り付けた木枠で、受け口の底面前縁にブリキ製エプロン板を水平に張り出すように取り



写真3 土砂受け箱の受け口



写真4 斜面に設置した土砂受け箱

付けたものです。土砂受け箱に捕捉された物質（礫、細土及び落葉枝等）を定期的に回収し、その物質移動量を測定しました。

一般に森林土壌の表面侵食は、樹冠から落下する大粒の林内雨による雨滴侵食と雨水の地表流等により発生すると考えられています。そこで、調査期間中の物質移動量をその期間の総降水量（mm）で除して算出される値である物質移動レート（ $\text{g m}^{-1} \text{mm}^{-1}$ ）を用いて表面侵食を評価しました。また、回収時ごとに土砂受け箱の前方斜面の植生と落葉枝層による林床被覆率を測定しました。調査は、列状（等高線方向及び傾斜方向）や単木状に伐採された抜き伐り地で行いました。なお、抜き伐り後の伐倒木は、等高線方向の列状伐採と単木状伐採では、枝払いと玉切りを行った後に水平方向に整置されました。一方、傾斜方向の伐採では伐倒木が全木集材されました。

## （２）抜き伐りは森林土壌の表面侵食の低減に有効か

調査の結果、森林土壌の表面侵食は地表面を覆う下層植生と落葉枝層の被覆程度、すなわち林床被覆率と強く関わっていることがわかりました。図5は、林床被覆率と物質移動レート（表面侵食）との関係を示します。物質移動レートは林床被覆率が大きくなるほど指数関数的に減少しました。すなわち、下層植生等が増加し、林床被覆率が高まれば、表面侵食は低減することになります。図6は、荒廃森林における抜き伐り後の植被率の経年変化です。施業前には15%であった植被率が4年後には約4倍の62%に増加しました。このことから、荒廃森林では、抜き伐り後に植生が回復し、植被率が経年的に増加したことにより表面侵食は低減しつつあることが示唆されました。したがって、森林土壌の表面侵食を低減させるには下層植生等により林床の被覆率を高めることが重要であると言えます。

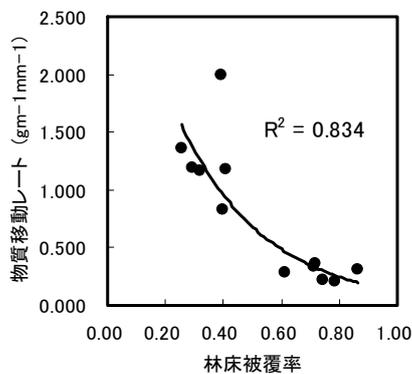


図5 林床被覆率と表面侵食との関係

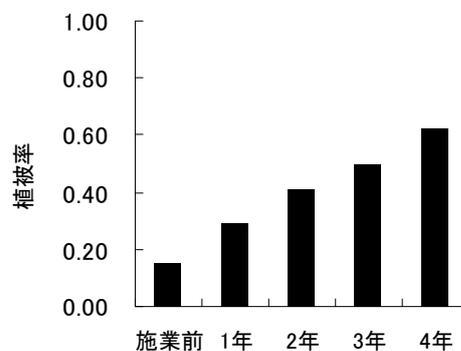


図6 抜き伐り地における植被率の経年変化

植被率は草本層（0～1m）と低木層（1～3m）の合計値

次に、抜き伐り前と抜き伐り後の表面侵食をそれぞれ1年間比較しました。等高線方向の抜き伐りでは、抜き伐り後の方が抜き伐り前より表面侵食が減少しました（図7）。これは伐倒木が等高線方向へ整置されたことにより、斜面を移動する土砂等が抑止されたためと推測されます。一方、傾斜方向の抜き伐りでは、抜き伐りが行われなかった残存列の表面侵食は抜き伐り前後で差異はありませんでしたが、伐採列の表面侵食は抜き伐り後に多くなりました（図8）。これは抜き伐り後に伐採列に沿って伐倒木を地引きで全木集材したため、攪

乱された土壌等が地表流により移動したためと推測されました。このようなことから、荒廃森林における傾斜方向の抜き伐りでは、集材後に伐採列へ伐倒木を水平的に整置したり、丸太柵工を施工したりすることにより表面侵食を抑止することが肝要と考えます。

以上から、森林の水土保持機能について森林土壌の表面侵食を調査した結果、抜き伐り後に植生が経年的に回復して、林床被覆率が高まることに伴い、森林土壌の表面侵食も次第に低減することが示されました。したがって、抜き伐りは植生回復を促し、森林の水土保持機能を高める効果があると推測されます。

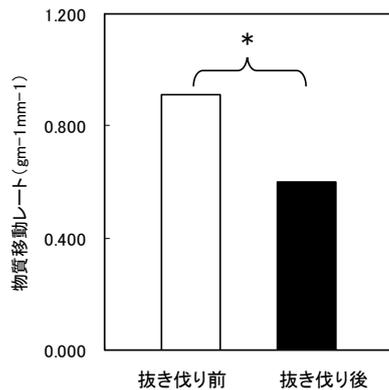


図7 抜き伐り前後の表面侵食  
(等高線方向の抜き伐り)  
\*は5%水準で有意を示す。

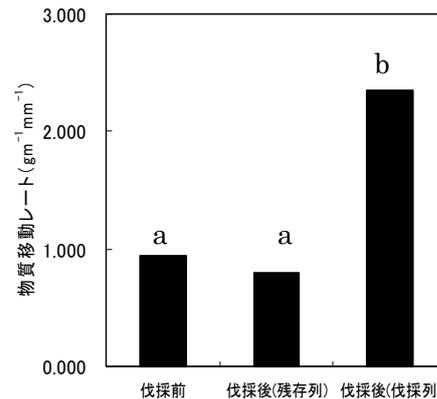


図8 抜き伐りにおける伐採列と残存列の表面侵食(傾斜方向の抜き伐り)  
棒上の異なる英字間には5%水準で有意差あり

### 3 抜き伐りが森林の生物多様性保全機能に与える効果

#### (1) 目的及び調査

抜き伐りが森林の生物多様性保全機能に及ぼす効果を検証しました。生物界で最も多様性に富む「昆虫」を指標として、抜き伐り後における生物多様性の変化を調査しました。森林内に生息する昆虫、中でも森林の土壌表面を主な生息域としている地上徘徊性の甲虫類を調査対象としました。それは、これらの甲虫類はミミズなどの土壌動物を捕食するオサムシなどで、生態系の食物連鎖で上位に位置する肉食の昆虫が多く、かつ飛翔性が低いために移動範囲が狭いなど、抜き伐り地における林内環境の変化を探る上で有効なためです。

調査は、抜き伐りを実施した施業地とそれらに隣接する施業を行っていない対照地で、抜き伐りの翌年から3年間調査しました。



写真5 甲虫捕獲用のトラップ



写真6 捕獲した甲虫類

調査には、地表徘徊性甲虫を無作為に捕獲できる誘引物質を用いないトラップを用いました（写真5）。トラップにはプラスチック・カップを使用し、これを口の部分が地表と等しくなるように埋めました。そして、カップの中には捕獲した甲虫類の防腐用薬剤を入れておきました。トラップは10m間隔で等高線方向に20基を設置しました。トラップの設置期間は7日間とし、それぞれの調査箇所でも年間3回（6月、7月及び10月の各月上旬）実施しました。トラップ設置後7日目に回収した甲虫はすべて抜き出し、種名とそれぞれの個体数を調べました（写真6）。

## （2）抜き伐りは森林の生物多様性を高めるか

調査の結果を図9に示します。甲虫の種数は抜き伐り1年後では、いずれも抜き伐り地の方が対照地より少なくなっていました。しかし、2年後及び3年後では、御殿場（神山）及び島田（伊久美）の調査地において抜き伐り地の方が対照地より甲虫の種数が多くなりました。一般的に、森林に何らかの攪乱、たとえば皆伐や風倒害などが起こると出現する種数が減り、特定の種が大発生する傾向があります。したがって、今回の結果も、抜き伐りやそれに伴う地表の攪乱等が影響し、1年後の種数は抜き伐り地の方が対照地より少なかったと考えられます。しかし、2年以降の種数は抜き伐り地の方が対照地より多くなったことから、抜き伐りによる負の影響は一時的なものと考えられました。抜き伐り地では下層植生や落葉枝層による林床の被覆率が増加し、地表付近で生活する生物相が豊かになり、それらを捕食する地表徘徊性甲虫の種数の増加につながったと考えられます。一方、浜松（龍山町）では抜き伐り地の種数は2年以降も対照地と同等かそれより少ない値でした。これは、抜き伐り地における植被率が経年的に低く（図10）、植生の回復が遅いため、生物相が貧弱であったことが原因と考えられます。

これらのことから、抜き伐りはその後の植生回復が進展することにより、森林に生息する生物の種多様性を短期的に高める効果があると推測されます。

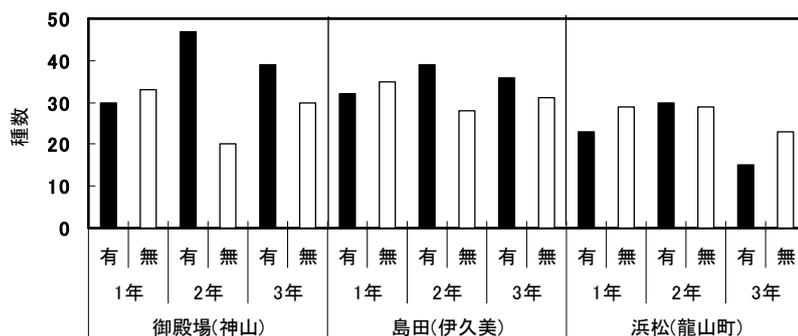


図9 抜き伐りが昆虫の種数に及ぼす影響

有：抜き伐り地、無：対照地を示す。

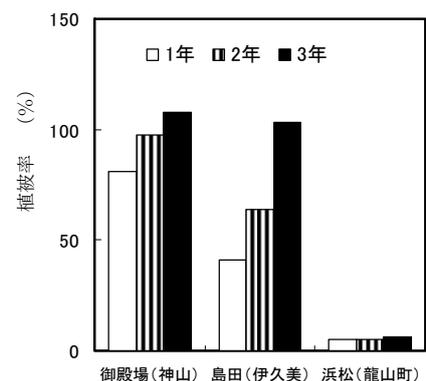


図10 抜き伐り地の植被率の経年変化

## おわりに

静岡県では、荒廃したスギ・ヒノキ人工林を抜き伐りして、天然更新により針広混交林を造成する「森の力再生事業」が平成 18 年度から行われています。これらの施業地については、その整備効果として、衰退した「森の力」、すなわち森林の水土保持機能や生物多様性保全機能の向上が求められています。

一方、スギ・ヒノキ人工林を列状等に伐採する“抜き伐り”施業は、広葉樹の種数と個体数を増加させ、下層植生の回復を促進して、林床の被覆を向上させる効果的な技術であることがわかりました。そして、下層植生の回復が、森林土壌の表面侵食を低減させ、森林の水土保持機能の向上に寄与すること、さらには、森林内の昆虫（地上徘徊性甲虫）の種数を増加させ、森林の生物多様性保全機能の向上にも寄与することが示されました。

このことから、列状等の抜き伐りを施業の基本とする「森の力再生事業」は、衰退した森林の水土保持機能や生物多様性保全機能を回復させるものと期待されます。

## 参考文献

- 1) 近藤 晃, 2009. スギ・ヒノキ人工林における帯状伐採が下層植生及びA<sub>0</sub>層に及ぼす影響. 中部森林研究, 57, 33~34.
- 2) 近藤 晃, 2010. 抜き伐りが広葉樹の天然更新に及ぼす影響 (I) ヒノキ人工林における列状伐採 4 年後の結果. 中部森林研究, 58, 51~52.

農林技術研究所 森林・林業研究センター・森林育成科長・近藤 晃  
上席研究員・加藤 徹  
主任研究員・綿野好則



発行年月：平成24年2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 054-221-2676

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/>