

スギ・ヒノキ人工林に侵入したモウソウチクの再生様式に対応した施業方法の検討

片野田逸朗

鹿児島県林業試験場経営部

要旨：モウソウチクが侵入したスギ・ヒノキ人工林において、地下茎で繋がったモウソウチクの一集団を皆伐あるいはその一部分を全伐した後の再生様式を明らかにするとともに、モウソウチクの再生や侵入を効果的に防止するための施業方法を検討した。モウソウチクの皆伐林分では、伐竹後に矮性親竹と再生タケが発生したが、これらを2年間継続的に除去することで、モウソウチクを駆逐できた。モウソウチクの全伐林分のうち、モウソウチク侵入前線の滞在林分でも、伐竹後に矮性親竹と再生タケが発生したことから、皆伐林分と同様に伐竹によってモウソウチクの再生を抑制できるものと考えられた。一方、モウソウチク侵入前線の通過林分では、伐竹後もほぼ通常の親竹が再生したため、伐竹による再生抑制効果は期待できなかったが、再生した親竹への除草剤処理によって活力ある地下茎を枯殺すれば、モウソウチクの再生を効果的に抑制できるものと考えられた。造林木枯死率や生立稈密度の高い林分では、伐竹後に高木性先駆樹種が繁茂し、造林木の成長に悪影響を及ぼすことが懸念されるため、再造林や樹種転換も選択肢の一つとして検討すべきであることが示唆された。モウソウチクが侵入したスギ・ヒノキ人工林における施業フローを提示した。

キーワード：モウソウチク，皆伐，施業，除草剤，侵入前線

Examination of forest management corresponding to bamboo reproductive patterns in the plantations of Sugi and Hinoki invaded by bamboo. Itsuro KATANODA (Division of Forestry management, Kagoshima Prefectural Forestry Experiment Station, Kagoshima 899-5302, Japan) *Bulletin of the Kagoshima Prefectural Forestry Experiment Station* 10 : 19-32 (2007)

Abstract : Bamboo (*Phyllostachys pubescens*) reproductive patterns after clear cutting or partial cutting were investigated, and effective forest management practices corresponding to bamboo reproductive patterns in Sugi (*Cryptomeria japonica*) or Hinoki (*Chamaecyparis obtuse*) plantations invaded by bamboo were considered. In case of the clear cutting stand, dwarfed culms and bamboo grass emerged after cutting, and bamboo had been expelled by continuous clear cutting for two years. In case of the partial cutting stands around the bamboo invading front line, dwarfed culms and bamboo grass emerged as well, and bamboo regeneration was expected to suppress as well as the clear cutting stand. On the other hand, in the plantations after the invading front has passed, normal culms emerged after partial cutting, and it was not expected that the partial cutting had damaged bamboo regeneration. However, it was thought that bamboo reproduction would be prevented if active rhizome had been killed by herbicide application for regenerated culms. Reforestation or alternation of species should be considered where the plantations have high mortality of planted trees or high density of culms, because pioneer tree species would grow rapidly and give bad influence for planted trees after cutting. As the conclusion of the investigation, forest management flow in the plantations invaded by bamboo was suggested.

Keywords: Bamboo(*Phyllostachys pubescens*) , Clear cutting , Forest management , Herbicide , Invading front line

はじめに

近年、森林所有者の高齢化や不在村化、たけのこ価格や木材価格の低迷などによって、スギ・ヒノキ人工林や竹林が放置されるようになった。これに伴い、モウソウチク (*Phyllostachys pubescens* , 以下「タケ」) の隣接林分への侵入と竹林拡大が全国各地で問題視されるようになり (鳥居・井鷲 1997, 常岡・薛 1998, 三宅ら 2000など), 本県においても竹林が約30年で2.5倍 (片野田 2003) , あるいは24年で約1.7倍 (林野庁 2003) に拡大したという事

例が報告されている。

スギ・ヒノキ人工林や広葉樹林に侵入したタケの駆逐方法は、皆伐による方法と除草剤による方法とに大別できる (野中 2003) 。皆伐による方法では、荒生ら (2003) や永守 (2005) によってその効果が実証されつつあり、除草剤による方法も複数の公的研究機関で効果が実証され (社団法人林業薬剤協会 2005) , 2005年6月に農薬登録された。しかしながら、小規模民有林がモザイク状に配置している里山では、人工林に侵入したタケが所有権の異なる隣接林分のタケと地下茎で繋がっている場合が

多いため、地下茎で繋がったタケの一集団を皆伐することは難しく、たとえ人工林に侵入したタケだけを伐竹しても、隣接林分の親竹から養分が転流されることで再生力が維持されることも考えられる。また、除草剤でタケを駆逐するには全稈処理が必要(藤山 2005)とされているが、除草剤処理は生立稈本数の多い人工林ではかなりの自己負担となる。さらに除間伐等の保育作業の際は、除草剤処理で枯損したタケを伐竹しなければならず、結果的にすべての生立稈に対して伐竹と除草剤処理に係る労力とコストが重複してしまう。一方、侵入したタケの密度増加に伴って造林木の枯死率も上昇し、生立稈密度が約300本/1,000㎡では25%の造林木が枯死すると予測されている(片野田 2006b)。このため、タケ駆逐後も人工林として維持できるのか、あるいはタケとともに造林木も伐採して新たな林相に誘導すべきなのかを判断する技術的根拠も、森林施業を推進する県や市町村にとって必要となりつつある。

このような状況のなか、本県では人工林に侵入したタケの伐竹・除去作業を造林木の除間伐と一体的に行なう場合、これを造林事業の補助対象としていることから、まずは造林事業を活用して人工林に侵入したタケを伐竹する森林所有者が多いと考えられる。そこで、本研究では地下茎で繋がったタケの一集団をすべて伐竹した人工林(以下「タケ皆伐林分」と)、タケの一集団のある部分だけを伐竹した人工林(以下「タケ全伐林分」)における伐竹後の再生様式を明らかにすることで、それに対応した効率的な施業方法を検討した。また、再造林や樹種転換なども選択肢の一つとして考慮すべきである林分の判断方法についても考察した。

なお、本報でいうタケノコとは、通常の発筍期にタケノコ特有の形態を呈して発生するモウソウチクのタケノコのことであり、そのタケノコから成長してタケとなったものを「親竹」、地下茎の先端部が地表に現れてササ状のタケとなったものを「再生タケ」と表記し、地下茎で繋がったタケの一集団を全て伐竹することを「皆伐」、その一部分だけを伐竹することを「全伐」と表記した。また、本研究は既報(片野田・井手 2005;片野田 2006a)に未分析のデータやその後の継続調査によって得られたデータを加えた上で、タケ侵入人工林における施業方法を総合的に検討したものであり、その研究の一部は国庫助成研究(林業普及情報活動システム化事業)「森林生態系に配慮した竹類の侵入防止法と有効利用に関する調査(1999~2003年)」で実施した。

調査地および調査方法

1. タケ皆伐林分における施業

試験地は、蒲生町のタケ侵入スギ・ヒノキ林(39年生、

傾斜20度)に設定した。図-1に示すとおり、作業路によって周囲の竹林と分断された状態にある林分に、15×15mの調査区をタケの侵入林分に3個(P-1~3)、未侵入林分に1個(P-4)ベルト状に設置したが、P-3は面積が225㎡になるようにタケ侵入前線(以下「侵入前線」)に沿って変形させた。2002年12月~2003年1月、各調査区で出現した胸高直径(DBH)1cm以上の樹種を対象に、種名と胸高直径を記録するとともに、作業路と侵入前線に囲まれた調査区内外のタケを皆伐した。伐竹した親竹のなかで稈梢が折損していないものを76本選定し、直径と稈長、枝下高を測定した。伐竹の際は、作業の支障となる雑木類はすべて伐採した。

タケ皆伐後の2003年4月、各調査区で発生したタケノコの本数を記録した。その2ヶ月後、親竹に成長したタケノコの本数を記録するとともに、調査区内外で発生した親竹を再び皆伐し、伐竹した親竹はすべて胸高直径と稈長、枝下高を測定した。さらに2003年5月~2005年8月にかけて、各調査区で発生した再生タケの量を植物社会学的手法(鈴木ほか 1985)で評価するとともに、評価後は調査区内外で発生したすべての再生タケを鉋鎌で毎回刈り払った。タケ皆伐後およそ4年経過した2006年10月、各調査区で出現した樹種(DBH 1cm)の種名と胸高直径を記録した。なお、各調査区にはホテイチク(*Phyllostachys aurea*)が若干混生していたが、皆伐後に発生する再生タケをモウソウチクとホテイチクとに識別することは困難であったことから、再生タケについては両種を識別せずに一括して扱った。

2. タケ全伐林分における施業

タケ全伐林分を、地下茎で繋がったタケの一集団における侵入前線と伐竹範囲との位置関係によって2つのタ

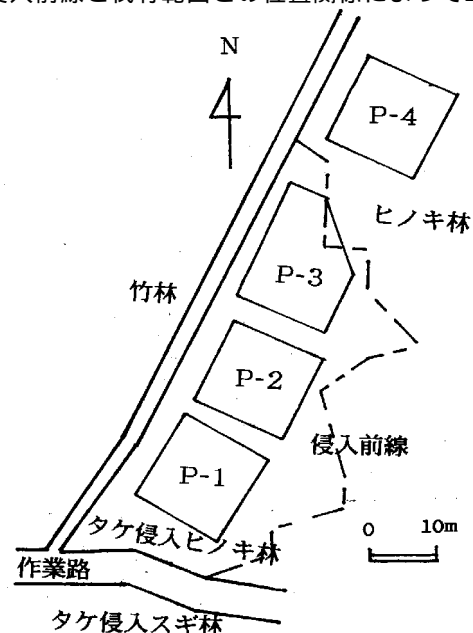


図 - 1 タケ皆伐林分の試験地

イブ、すなわち侵入前線を含まない部分を伐竹した林分（以下「前線通過林分」）と、侵入前線を含めた部分を伐竹した林分（以下「前線滞在林分」）とに分けた。

(1) 前線通過林分

試験地は、始良郡蒲生町のタケ侵入ヒノキ林(40年生、傾斜27度)とし、この林分に幅10~15m、長さ約50mの調査区(496㎡)を設定した。2004年3月、調査区のすべての造林木と任意に抽出した親竹77本の胸高直径を記録した後、タケを全伐した。同年7月、全伐後に発生した親竹の胸高直径を測定した後、その親竹を再び全伐した。2005年7月、再び発生した親竹の位置と胸高直径を記録するとともに、除草剤(商品名:ラウンドアップハイロード)を親竹に15ml注入し、同年10月に枯死状況を調べた。2006年7月にも前年と同様に親竹の発生位置と胸高直径を記録した後、除草剤を15ml(矮性化した親竹については7.5ml)注入した。2006年9月、除草剤による親竹の枯死状況を調べるとともに、造林木枯死率と施業後の種組成との関係を探るため、調査区を上部(155㎡)と中部(179㎡)、下部(162㎡)に分け、各部における出現樹種(DBH 1cm)の種名と胸高直径を記録した。

(2) 前線滞在林分

試験地は、鹿児島市のタケ侵入スギ林(30年生、傾斜なし)の、隣接竹林との境界線から侵入前線までの区域(2,641㎡)に設定した。タケは伐竹時期によって再生様式が異なることも考えられるため、試験区域を春期全伐の区(1,078㎡)と夏期全伐の区(1,563㎡)に分けるとともに、10×10mの調査区を区に3個(P-1~3)、区にも3個(P-4~6)設置した。なお、P-6は境界線に近かったため、6×16.7mの長方形に変形した。

区では、2005年3月に調査区内外のタケを全伐した。同年6月、P-1で発生した親竹に除草剤を10ml注入するとともに、P-1以外で発生した親竹およびP-1,2以外で発生した再生タケを伐竹あるいは刈り払い、伐竹したP-2,3における親竹の胸高直径と稈長、P-1~3における再生タケの

個体数を記録した。区では、2005年6月にP-4の親竹すべてに除草剤を15ml注入し、同年7月にはP-4以外のタケを全伐した。2005年10月、除草剤処理した親竹の枯死状況と、各調査区で発生した再生タケの個体数と除草剤による葉の変色・落葉率を目視で判断した。2006年9月には、試験区域で発生した親竹と再生タケの位置をすべて記録するとともに、親竹を伐竹して胸高直径と稈長を測定した。また、造林木の枯死率と施業後の種組成との関係を探るため、P-1~6および試験区域外のタケ未侵入林分に設定したP-7(10×10m)における出現樹種(DBH 1cm)の種名と胸高直径を記録した。

なお、すべての施業は調査区を外側に2.5m広げた範囲内(例えばP-1では15×15mの方形区内)で行なったが、P-3,6の隣接林分との間隔が2.5mに満たない部分では、隣接林分との境界線まで調査区と同様な施業を行なった。

結果と考察

1. タケ皆伐林分における施業

皆伐前の林況を表-1に示す。タケの生立稈密度はP-2で約5,600本/haと最も高く、P-1,3は約1/3の2,000本/ha前後であった。造林木の生立木と枯死木の合計立木本数はP-1,3ともに24本であったが、P-2だけは枯死、倒木したのもあったため、合計立木本数は18本と少なかった。このため、P-3におけるタケ侵入前の造林木本数も24本として、P-1~3における造林木枯死率を算出したところ、P-1で13%、P-2で67%、P-3で4%となった。P-1~3におけるタケと造林木以外の樹種(その他広葉樹)は64~117本であり、タケの侵入していないP-4と比較して、極端に減少あるいは増加している傾向はみられなかった。

タケ皆伐後の再生状況を表-2に示す。2003年の発筍期にはタケノコが発生し、そのうち親竹に成長したものは、P-1,2では前年とほぼ同数の17本と30本、P-3では対前年比2.8倍の14本であった。この親竹の形態を皆伐前の親竹と

表 - 1 タケ皆伐林分の林況

調査区	モウソウチク				造林木				その他広葉樹	
	生立稈			枯死稈	生立木			枯死木	本数	密度
	本数	密度	DBH	本数	本数	密度	DBH	本数		
(本)	(本/ha)	(cm)	(本)	(本)	(本/ha)	(cm)	(本)	(本)	(本/ha)	
P-1	47(16)	2,089	10.0	1	21	933	21.1	3	64	2,844
P-2	126(22)	5,599	10.4	18	8	356	22.5	10	90	4,000
P-3	44(5)	1,955	11.6	0	23	1,022	24.5	1	117	5,199
P-4	0	0	-	0	22	978	23.5	0	90	4,000

注1)生立稈本数の()は当年生の本数で内数。

注2)DBHは調査区の平均値。

表 - 2 タケ皆伐林分における再生状況

調査年 月日と 項目	2003年										2004年										2005年		
	タケノコ		親竹		再生タケ						再生タケ										再生タケ		
	4.23	6.20	5.1	6.20	7.9	8.4	9.16	11.27	3.17	3.26	4.1	4.8	4.15	4.21	4.28	5.6	5.12	5.21	10.13	4.27	5.17	8.23	
P-1	20	17	2	+		+	+			+	+	+	+		+	+	+	+					
P-2	37	30	2	+		+	+		+	+	+	+	1	+	+	+	+						
P-3	18	14	1	+		+	+						r										
P-4	0	0																					

注1) タケノコと親竹は本数, 再生タケは植物社会学的手法の優占度で表す。は出現なし。

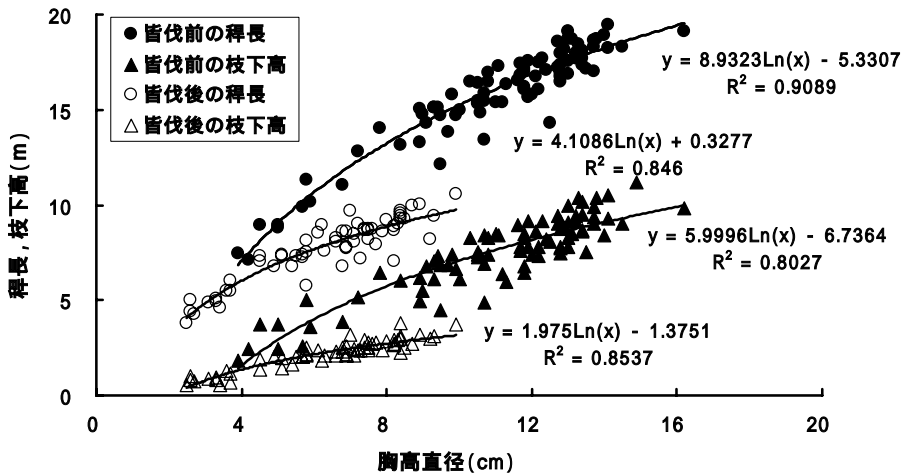


図 - 2 タケ皆伐林分における親竹の形態

比較したところ(図-2), 両者の近似曲線は完全に分離し, 皆伐後の親竹は皆伐前の親竹よりも小径で矮性化していた。タケノコは地下茎と親竹からの養分供給を受けて成長する(上田 1963)ことから, タケ皆伐林分では親竹からの養分供給が絶たれた地下茎が, それ自身に貯えられた養分のみでタケノコを成長させたため, 矮性化した親竹が発生したものと考えられた。

親竹を再皆伐した2003年6月20日以降は, 再生タケが発生するのみとなった(表-2)。再生タケは6月20日で最も優占度が高く, それ以降は刈り残された地中の稈から萌芽するようになったが, 優占度は低レベルで推移した。2004年は発筍期になってもタケノコは発生せず, 再生タケが散在的に発生するのみとなり, 特にP-3では4月15日に再生タケを1株確認しただけであった。さらに2005年になると, P-1,2でも再生タケがまったく発生しなくなった。このことから, P-1,2では皆伐後2年目で, P-3では皆伐後ほぼ1年目でタケを駆逐したものと判断できた。

タケを冬期に皆伐したことで, 発筍期にタケノコが発生し, 矮性親竹へと成長したが, 夏期に皆伐した事例(荒生ら 2003)では, 発筍期になっても直径3cm以上のタケノコは発生せず, 皆伐した年内あるいは翌年に再生タケが多数発生している。12月はタケノコとなる芽子が膨らみ始める時期であり, 7~9月は地下茎の伸長盛期である(池田 1983)。また, マダケ林を地下茎の伸長時期に皆

伐すれば, 地下茎の先端部が地表に現れて細小な稈となり, 母竹の役割を果たそうとする(上田ら 1960)。これらのことから, 夏期にタケを皆伐すれば, 刺激を受けて活性化した芽子が地下茎の形態で伸長し, 地上に現れて再生タケとなるが, 冬期に皆伐すれば, すでに膨らんだ状態にある芽子がそのままタケノコから矮性親竹へと成長するものと推察された。

タケを駆逐してから約2年間経過した2006年10月2日, あらためてタケの再生状況を調べたところ, P-1,3,4ではタケの再生を確認できなかったが, P-2では当年生の親竹が2本発生していた。この親竹の胸高直径と稈長は, 4.1cmと6.6m, 4.2cmと7.2mであり, 2本とも矮性化していた。調査区外を精査したところ, P-1とP-2との間の枝条棚から, 2年生以上と思われる稈長約4mの矮性親竹が2本発生していた。豊田ら(2005)は, 林地に残された枝条棚が再生タケの発生源になることから, 皆伐後の枝条部を林外に持ち出す必要性を指摘しているが, これを森林所有者が実行することは作業労力やコストの面で難しい。今回も枝条棚で刈り残された再生タケや矮性親竹の働きにより, P-2で矮性親竹が発生したものと考えられるが, P-2でタケが再生した要因としては枝条棚の放置よりも矮性親竹を覆い隠すまでに繁茂した広葉樹(写真-1)の方が大きく, これは後述するように造林木枯死率や生立稈密度の高いP-2に特異的なものであり, 造林木枯死率や生立



写真 - 1 P-2で繁茂した広葉樹
(2005.8.23撮影。ボールの高さは3m)

稈密度の低い林分ではP-2のように広葉樹が繁茂することはない。よって、造林木枯死率や生立稈密度の低い段階で施業に着手し、親竹の冬期皆伐と矮性親竹の再皆伐によって再生タケの初期発生密度を抑えたうえで、丁寧かつ継続的に再生タケを刈り払うことが、森林所有者に指導できる現実的なタケの再生防止法と考えられる。

皆伐前の胸高直径級分布を図-3に示す。タケの侵入したP-1～3では5cm～10cmの径級をタケがほぼ独占し、広葉樹（先駆樹種とその他樹種）は1cmの径級に集中して出現した。各調査区で最も多く出現した広葉樹は、P-1とP-4がネズモチ、P-2がイチイガシ、P-3がアラカシと、いずれも遷移後期の林相を特徴づける樹種であった。一方、皆伐後4年目の胸高直径級分布（図-4）でも、広葉樹は1cmの径級に集中したが、その密度は調査区で大きく異なり、生立稈密度が5,599本/haで造林木枯死率が67%のP-2では15,467本/haと、他の調査区の4倍～25倍に達した。広葉樹のなかでは、アオモジやカラスザンショウ、ピロードイチゴなど先駆樹種の占める割合が高く、P-1～3における広葉樹に占める先駆樹種の割合は皆伐前の0～2.6%に対し、皆伐後には57.9～89.1%と急激に高くなった。これら先駆樹種の出現は、生立稈密度と造林木枯死率の上昇に伴う伐竹後のギャップ面積増大と深く関係していると考えられるが、P-1,3の先駆樹種はそのほとんどが調査区のP-2側に偏って出現していたことから、これら先駆樹種の出現はP-2の林縁効果によるものであり、この林縁効果がなければ、P-1,3ではほとんど先駆樹種が出現しなかったものと推察された。

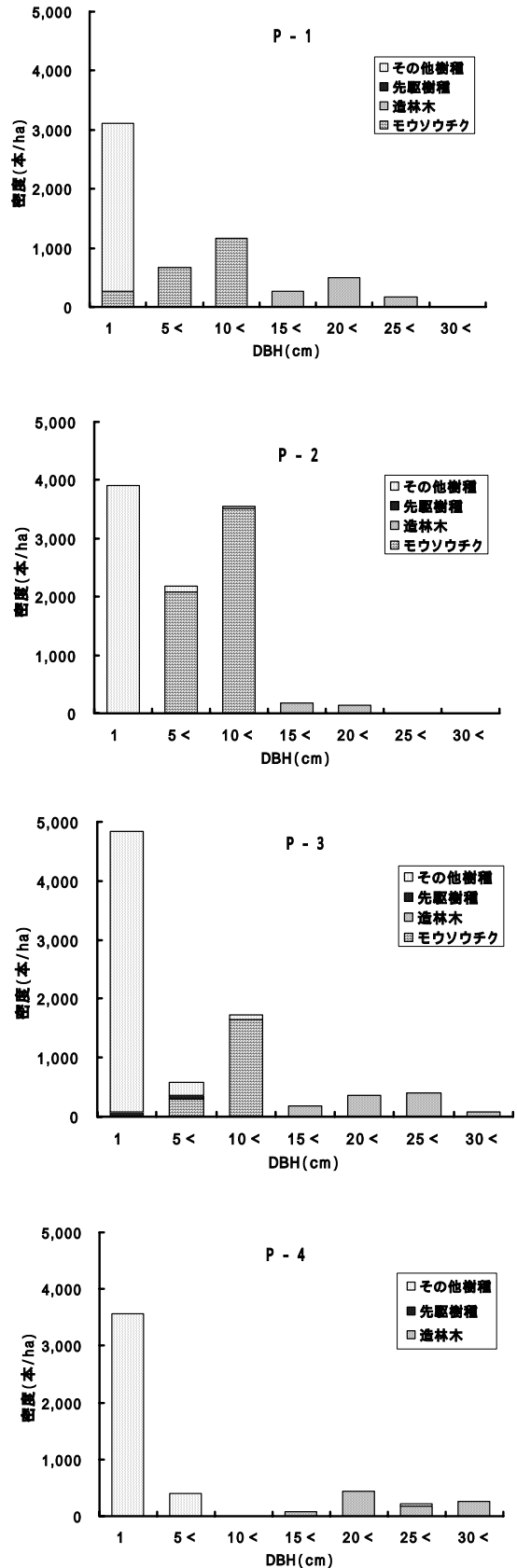


図 - 3 タケ皆伐林分における皆伐前の胸高直径級分布

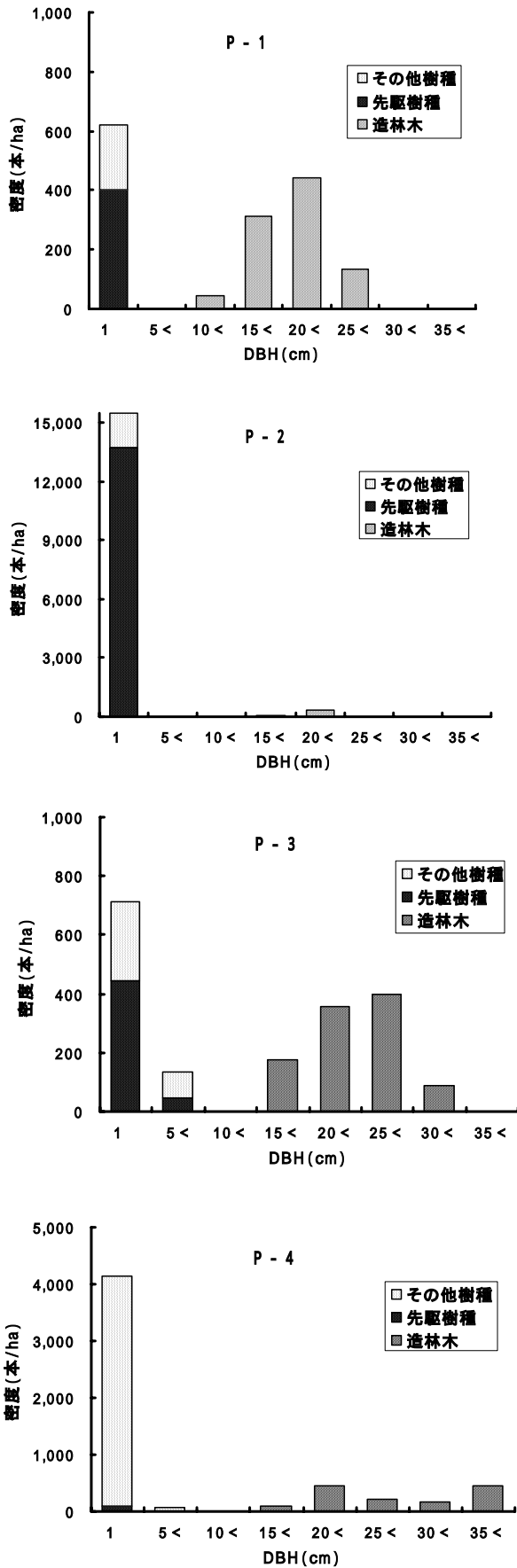


図 - 4 タケ皆伐林分における皆伐後の胸高直径級分布

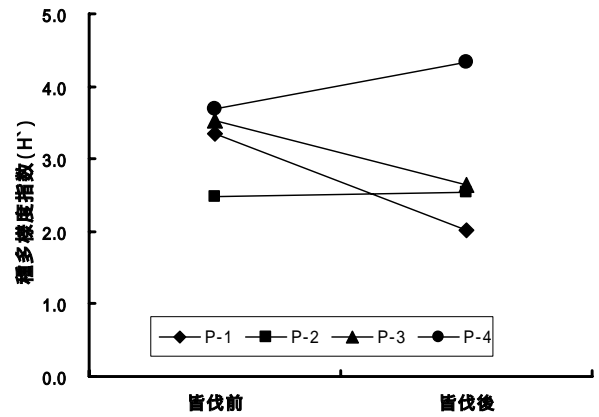


図 - 5 タケ皆伐林分における種多様度指数

表 - 3 前線通過林分の林況

モウソウチク				造林木			
生立稈		枯死稈		生立木		枯死木	
本数 (本)	密度 (本/ha)	DBH (cm)	本数 (本)	本数 (本)	密度 (本/ha)	DBH (cm)	本数 (本)
174 (16)	3,508	12.1	6	58	1,169	21.1	27

注1) DBHはプロットの平均値。

注2) 生立稈本数の()は当年生の本数で内数。

タケ皆伐前と皆伐4年後における種多様度を図-5に示す。種多様度の指数としては、樹種別個体数を基に底を2としたSHANNON-WIENERの H' 値(伊藤・宮田 1977)を用いた。皆伐前の種多様度はタケの侵入していないP-4で高く、タケが侵入したP-1~3では生立稈密度の高い調査区ほど種多様度が低い傾向にあった。皆伐後の種多様度についても、P-1,3ではさらに低下し、広葉樹の密度が急増したP-2でも皆伐前とほぼ同じであるなど、タケ皆伐後に種多様度が高くなる傾向はみられなかった。

2. タケ全伐林分における施業

(1) 前線通過林分

タケ全伐前の林況を表-3に示す。親竹の平均胸高直径は12.1cm、造林木の生立木と枯死木の合計本数は85本で、造林木枯死率は31.8%となった。

表-4はタケ全伐後の施業内容と再生状況を時系列で示したものである。全伐直後の2004年には全伐前よりも多い23本の親竹が発生し、平均胸高直径は10.5cmと、全伐前よりも有意に小さくなった(t 検定, 1%水準)が、ほぼ通常の親竹で、矮性化した親竹や再生タケは発生しなかった。この親竹を2004年7月23日に再び全伐したところ、2005年には前年よりも多い27本の親竹が発生し、平均胸高直径は前年とほぼ同じ10.4cmで、両者間に有意差はみられなかった(t 検定, 1%水準)。また、再生タケは局所的に9本発生しているだけであった。このように、前線通過林分では2年連続で親竹を全伐したにもかかわらず、ほぼ通常の親竹が発生し、タケ皆伐林分のように矮性親

表 - 4 前線通過林分における施業内容と再生状況

施業	2004年				2005年								2006年						
	3/23		7/23		4/6		7/29		10/13		7/31		9/7						
	親竹 本数 (本)	再生タケ DBH (cm)	親竹 本数 (本)	再生タケ DBH (cm)	親竹 本数 (本)	再生タケ 本数 (本)	親竹 本数 (本)	再生タケ DBH (cm)	親竹 本数 (本)	再生タケ DBH (cm)	親竹 本数 (本)	再生タケ DBH (cm)	親竹 本数 (本)	再生タケ DBH (cm)	親竹 本数 (本)	再生タケ DBH (cm)			
親竹全伐	23	10.5	0	親竹全伐	0	9	再生タケ刈り払い	27	10.4	8	除草剤注入	0 (枯死)	8 (健全)	11	9.1	7	除草剤注入	0 (枯死)	0 (枯死)

注)各調査日における施業は、再生調査後に実施した。

竹や再生タケが多数発生することはなかった。このことから、前線通過林分ではタケ全伐後も隣接林分の親竹からタケノコの成長に必要な養分が供給されるため、伐竹だけではタケの再生を抑制できないものと考えられた。

2005年7月以降、施業方法を伐竹から除草剤施用へ切り替えた(表-4)。2005年と2006年に発生した親竹および再生タケの位置を図-6に示す。再生タケについては、両年とも長さ約2mの区間にまとまって列状に発生していた。2005年7月29日、調査区の親竹に除草剤を注入したところ、同年10月13日にはすべての親竹が枯死しており、調査区外の親竹も2本変色・落葉し、翌年には枯死したが、再生タケへの影響はみられなかった。2006年には11本の親竹が発生したが、これは2004年と2005年に発生した親竹のおよそ半数であった。全伐後に発生した親竹は、活力ある地下茎に繋がった親竹と判断できるが、藤山(2005)によれば、除草剤は同化物質の転流に乗って地下部や地上部の成長作用の盛んな部位に多く移行するとともに、除草剤処理した親竹に繋がった地下茎では発筍抑制効果が認められ、地下茎と芽子の枯死を確認した事例もあるという。このことから、再生した親竹への除草剤処理は、活力ある地下茎を効率的かつ選択的に枯殺できるものと考えられた。また、2005年に発生した再生タケをそのまま放置したところ、翌年には再生タケの列から矮性親竹が発生し、2006年の矮性親竹への除草剤処理によって矮性親竹とともに再生タケまですべて枯死した。一方、2005年に除草剤処理した親竹はほぼ通常径級であり、この時は再生タケが落葉あるいは枯死することはなかった。このことは、通常の親竹と再生タケの間では養分流動はないが、矮性親竹と再生タケの間では養分流動があることを示唆するものといえるが、これについてはさらなる検証が必要であろう。

タケ全伐後3年目における胸高直径級分布を図-7に示す。造林生立木密度は、調査区上部で581本/ha、中部で1,286本/ha、下部で1,486本/haであり、調査区全体の造林木密度1,714本/haを基に造林木枯死率を算出すると、上部で66%、中部で25%、下部で14%となった。造林木以外の樹種(広葉樹)はタケ皆伐後の林分と同様、1cmの径級に集中したが、そのなかでも先駆樹種に着目すると、造林木枯死率が25%以上であった上部と中部では615~645本/haと高く、造林木枯死率が10%程度であった下部

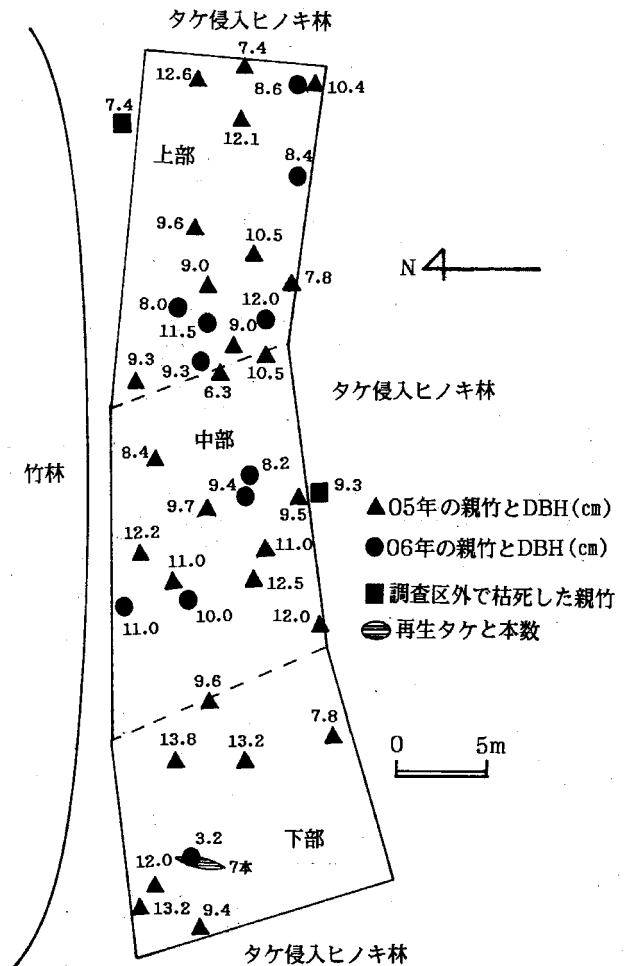


図 - 6 前線通過林分で発生した親竹と再生タケの位置

では123本/haと低かった。また、広葉樹に占める先駆樹種の割合は、上部で26%、中部で35%であったが、下部では6%と低い値を示した。先駆樹種のなかでは、クサギ、カラスザンショウ、アオモジ、ヤマハゼの順で出現頻度が高かった。

(2) 前線滞在林分

タケ全伐前の林況を表-5に示す。各調査区の生立稈本数は18~43本、平均胸高直径は10.6~12.1cmであり、造林木の生立木本数は4~8本、P-3のみ造林木が3本枯死しており、枯死率は42.9%であった。

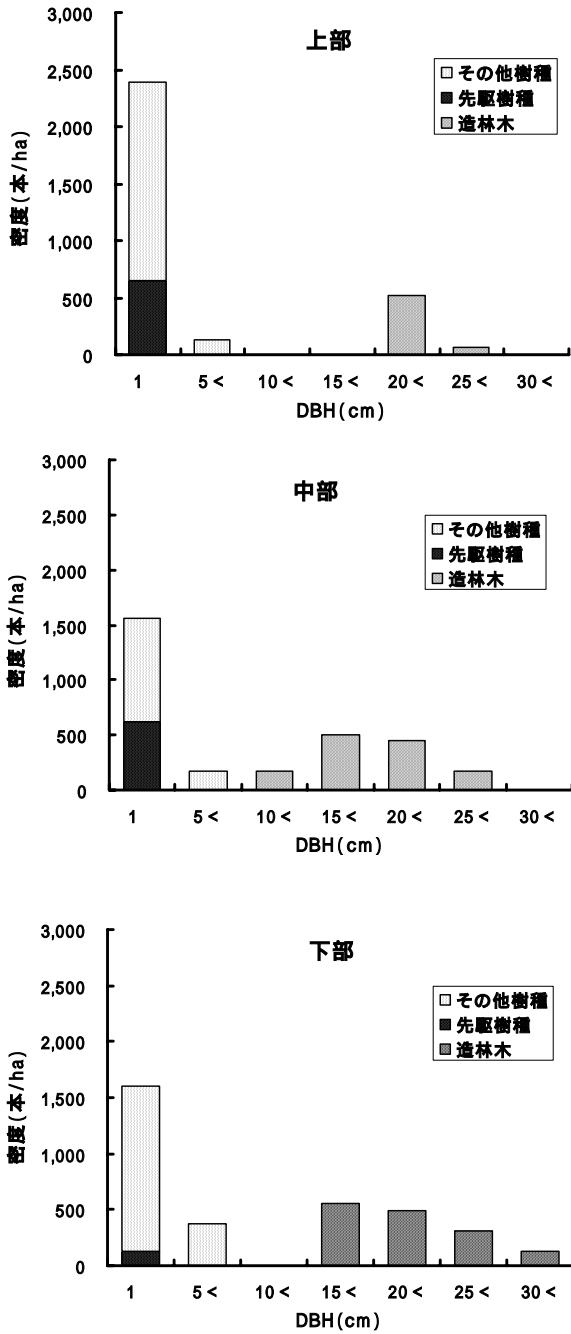


図 - 7 前線通過林分における全伐後の胸高直径級分布

区におけるタケ全伐後の施業内容と再生状況を表-6に時系列で示す。全伐後の2005年には各調査区とも親竹が発生したが、平均胸高直径は3.6～5.5cmと、全伐前の半分以下にまで小さくなった。図-8は区で再生した親竹とタケ皆伐林分や前線通過林分で発生した親竹の径級を比較したものである。タケ皆伐林分の親竹は2～8cmの径級に出現し、平均胸高直径は6.4cm、前線滞在林分の親竹は2～6cmの径級に出現し、平均胸高直径は4.4cmと、両者とも矮性化していた。一方、前線通過林分は2年連続

表 - 5 前線滞在林分の林況

調査区	モウソウチク			スギ・ヒノキ			
	生立稈		枯死稈	生立木		枯死木	
	DBH (cm)	本数 (本)	本数 (本)	本数 (本)	DBH (cm)	本数 (本)	
区	P - 1	12.1	18(5)	1	7	34.0	0
	P - 2	11.8	22(4)	1	7	28.8	0
	P - 3	10.6	43(11)	8	4	27.9	3
区	P - 4	11.2	33(4)	2	6	29.9	0
	P - 5	11.8	33(5)	1	7	31.6	0
	P - 6	11.4	33(3)	4	8	32.0	0

注1) ()は当年生の本数で内数。 注2) DBHは調査区の平均値を示す。

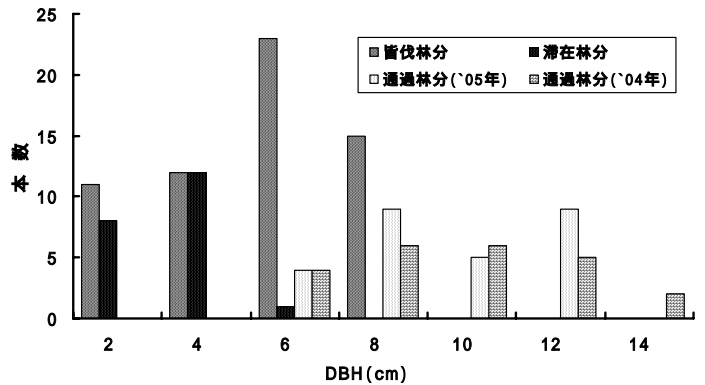


図 - 8 伐竹後に発生した親竹の胸高直径級分布

(皆伐林分はP-1～3,滞在林分は区のP-1～3,通過林分は2004年と2005年のデータをそれぞれ使用した)

で全伐したにもかかわらず、親竹は兩年ともほぼ通常径級である6～14cmの径級に出現した。タケ皆伐林分や前線滞在林分で発生した親竹と、前線通過林分で発生した親竹の形態が異なった原因について考察すると、前線滞在林分の地下茎は、その主な伸長方向とは反対側にある隣接林分で親竹と繋がり、前線通過林分の地下茎は、伸長方向とその反対側の両側で隣接林分の親竹と繋がっている場合が多いと考えられる。親竹で生産された養分は、主に地下茎の伸長方向に移動する(上田 1963)が、地下茎における養分の流動は親竹の配置と密接な関係があり、地下茎の両側に親竹が存在すると、養分がスムーズに流動するために十分な養分が親竹から地下茎に転流されるが、片側だけにしか親竹がないと、地下茎における養分流動が滞るため、親竹からの養分が転流されにくくなるものと推察される。よって、前線滞在林分ではタケ皆伐林分と同様に地下茎の養分が不足したことで矮性親竹や再生タケが発生し、前線通過林分では隣接林分の親竹からの養分がスムーズに転流されたために再生タケは発生せず、発筍期に通常の親竹が発生したものと考えられた。

全伐後に発生した区の矮性親竹や再生タケは、表-6のとおり処理した。2005年6月29日、P-1の矮性親竹に除草剤を施用したところ、同年10月13日には矮性親竹がすべて枯死し、再生タケも葉群の60%が落葉・変色した。

表 - 6 前線滞在林分 区における施業内容と再生状況

調査区	3/16 施業	2005年						2006年		
		6/29		10/13		9/28				
		親竹 本数 (本)	DBH (cm)	再生タケ 本数 (本)	親竹 本数 (本)	再生タケ 本数 (本)	親竹 本数 (本)	DBH (cm)	再生タケ 本数 (本)	
P - 1	全伐	5	5.5	3	除草剤 注入	0	2 (60%)	1	5.4	4
区 P - 2	全伐	7	4.6	3	全伐	0	3 (30%)	0		2
P - 3	全伐	8	3.6	13	全伐・ 刈り払い	0	4 (0%)	2	6.3	4

注1) 全伐と除草剤注入は親竹, 刈り払いは再生タケを施業対象とし, 各施業は再生状況調査後に実施した。
注2) 再生タケの()は葉の変色・落葉率を示す。

表 - 7 前線滞在林分 区における施業内容と再生状況

調査区	6/29 施業	2005年				2006年		
		7/8 施業	10/13		9/28			
		親竹 本数 (本)	再生タケ 本数 (本)	親竹 本数 (本)	DBH (cm)	再生タケ 本数 (本)		
P - 4	除草剤 注入		0	0				
区 P - 5		全伐	0	1				
P - 6		全伐	0	0	2	9.1	14	

注) 全伐と除草剤注入は親竹を施業対象とし, 各施業は再生状況調査後に実施した。

翌年, 再生タケは新葉を展開したが, 矮性親竹は前年の1/5しか発生しなかった。P-2では2005年6月29日に矮性親竹のみを全伐したところ, 翌年には親竹や再生タケの発生はなかったが, 再生タケは2005年10月13日の調査で葉群の30%が落葉・変色しており, 翌年には新葉を展開したものの, 1本は枯死した。P-3では2005年6月29日に矮性親竹を全伐し, 再生タケも刈り払ったところ, 翌年には通常の親竹や矮性親竹, 再生タケが発生した。このように, 区では伐竹または伐竹と除草剤処理を組み合わせた施業による駆逐効果の検証を試みたが, P-2の再生タケが落葉・変色した原因がP-1での除草剤処理と推察されることから, 両施業方法による駆逐効果の比較検証はできなかった。しかしながら, 前線通過林分での結果と同様, 矮性親竹と再生タケとの間には養分流動が生じていたために, 矮性親竹への除草剤処理が再生タケにも影響を及ぼしたものと考えられた。

区における施業内容と再生状況を表-7に時系列で示す。P-4では2005年6月29日に除草剤を処理したところ, 同年10月13日には親竹がすべて枯死し, 翌年は親竹, 再生タケともに発生しなかった。P-5,6では2005年6月29日に親竹を全伐したところ, 同年7月8日にP-5では再生タケが1本発生したが, P-6では再生タケは発生せず, 翌年になるとP-5の再生タケは消失し, P-6では胸高直径8.3cmと9.8cmの親竹が2本, 再生タケが14本発生した。区では全伐後に矮性親竹や再生タケが発生するなど, タケの再

生様式がタケ皆伐林分と類似していたことから, 区では夏期の皆伐事例(荒生ら 2003)と同様, 全伐後に再生タケが多数発生するものと予測していた。しかしながら, 全伐した年内に再生タケが発生することはほとんどなく, 翌年になっても隣接竹林に近いP-6で発生しただけであった。P-4で施用した除草剤がP-5における再生タケの発生を抑制したとも考えられるが, 既報の除草剤試験(藤山 2005)では, 除草剤処理区での発芽抑制効果は認められているが, 処理区周辺まで広く除草剤の影響が認められた事例はない。このため, P-4では除草剤処理によってタケノコや再生タケの発生が抑制されたと考えられるが, P-5やその周辺まで除草剤の影響が及んだとは考えにくい。前線通過林分の地下茎では, 伐竹後も養分が流動したために再生タケが発生しなかったと推察したが, 同様に, 夏期に親竹を失った区の地下茎でも, 隣接竹林の親竹の活発な代謝活動によって隣接竹林側への養分流動が生じたために再生タケの発生が抑えられ, さらに地下茎の養分が隣接竹林側に回収されたことで, P-5やその周辺では翌年も再生タケが発生しなかったとも考えられる。この他, 地下茎の年齢や生立稈密度, それに伴う地下茎の栄養状態などが関係していることも考えられることから, さらに前線滞在林分での調査事例を増やすことで検討していく必要がある。

区と区の2006年9月23日における親竹と再生タケの発生位置を図-9に示す。親竹は調査区内外で21本発生

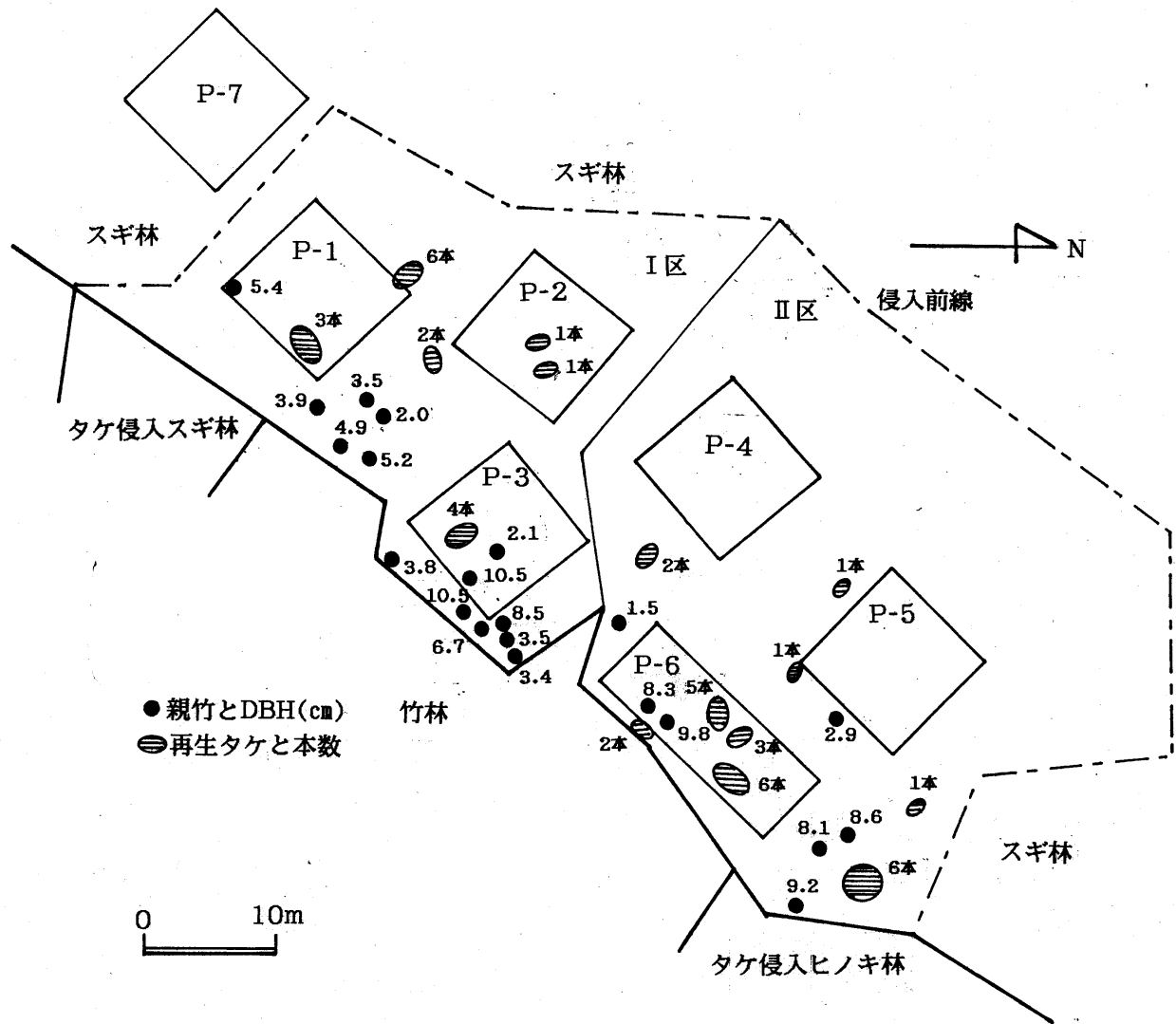


図 - 9 前線滞在林分で発生した親竹と再生タケの位置

したが、そのほとんどが隣接竹林との境界線からおよそ10m以内の距離であり、しかも12本の親竹が胸高直径6cm以下の矮性親竹であった。再生タケについては、調査区内外で44本発生したが、その発生は集中的であり、その約6割が親竹と同様に境界線からおよそ10m以内で発生した。隣接竹林との境界線からおよそ15m離れた侵入前線までのタケを夏期に全伐した事例（伊藤・山田 2005）でも、全伐した翌年は境界線からおよそ10m以内で親竹が発生し、その平均直径は全伐前よりも小さく、さらに隣接竹林に遠くなるほど直径も小さくなる傾向が認められている。これらのことから、隣接竹林との境界線からおよそ10m以内では、境界線に近いほど矮性親竹や再生タケが発生するだけの養分が地下茎に確保されやすいが、それ以上の距離では養分が消失しやすく、タケも再生力を失いやすいものと推察された。

タケ全伐後の2006年9月28日における胸高直径級分布を図-10に示す。タケが未侵入のP-7では、造林木以外の

広葉樹は1cmと5cmの径級に1,200本/ha出現したが、広葉樹に占める先駆樹種の割合は8.3%と低かった。一方、タケを全伐したP-1～6では、センダンやアカメガシワ、カラスザンショウなどの先駆樹種が多く出現し、広葉樹に占める先駆樹種の割合は57.1～100%と、P-7と比較して極めて高かった。タケ皆伐林分や前線通過林分では、先駆樹種の出現割合の高かった調査区の造林木枯死率は25%以上であったが、前線滞在林分で先駆樹種の出現割合の高かったP-1～6の造林木枯死率は、台風被害と思われる枯死木がみられたP-3で42.9%と高かったのみで、他の調査区は枯死率0%であった。これは、造林木の樹冠がタケの葉群層よりも高く抜け出していたことで、タケから被圧されなかったためであるが、人工林に侵入したタケの葉群が造林木の樹冠を著しく減少させた事例（片野田 2004）もあるように、このような林分では造林木が占有していた林冠をタケの葉群が次第に占有するようになり、その状態でタケを伐竹したために林冠に大きなギャップ

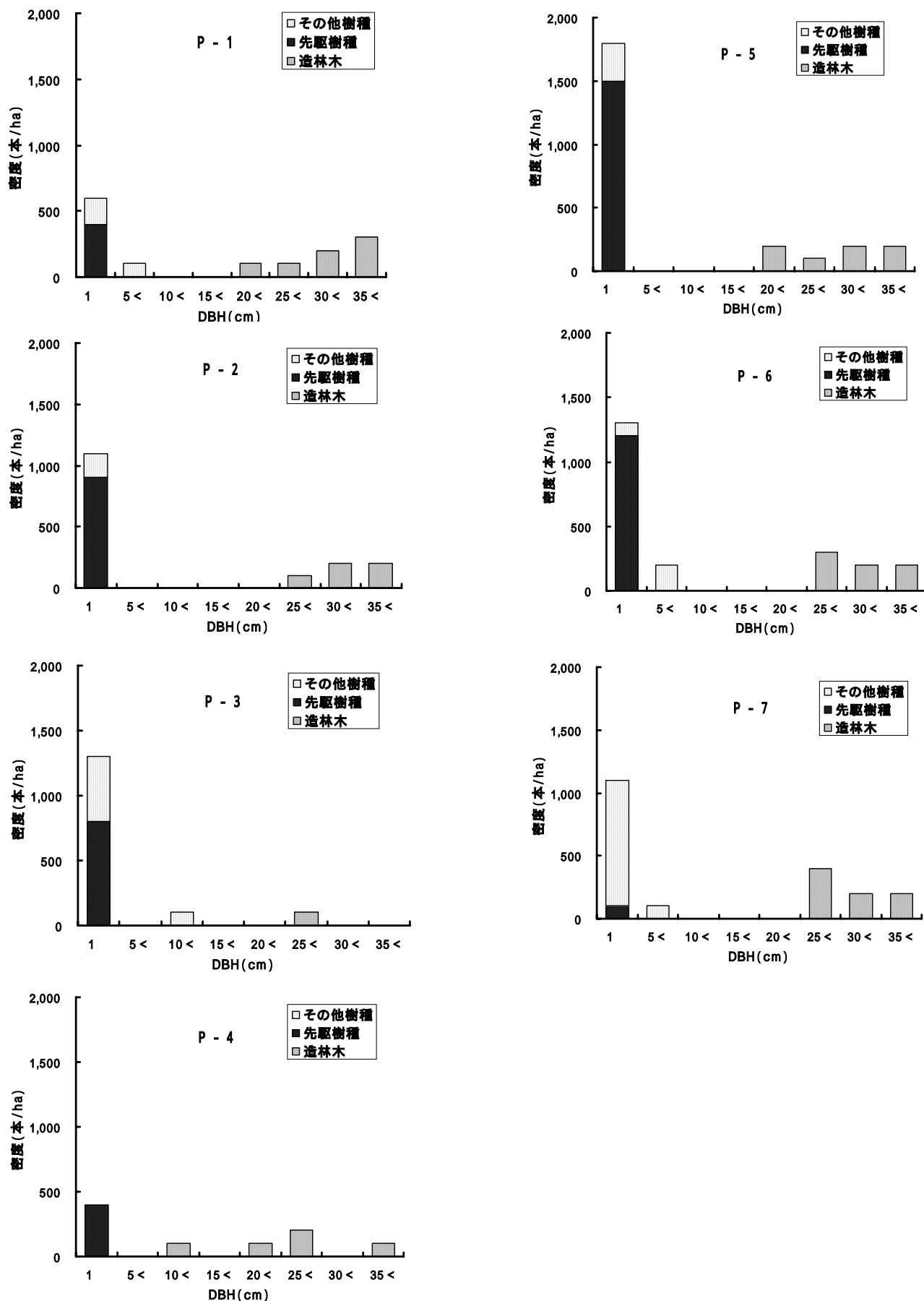


図 - 10 前線滞在林分における全伐後の胸高直径級分布

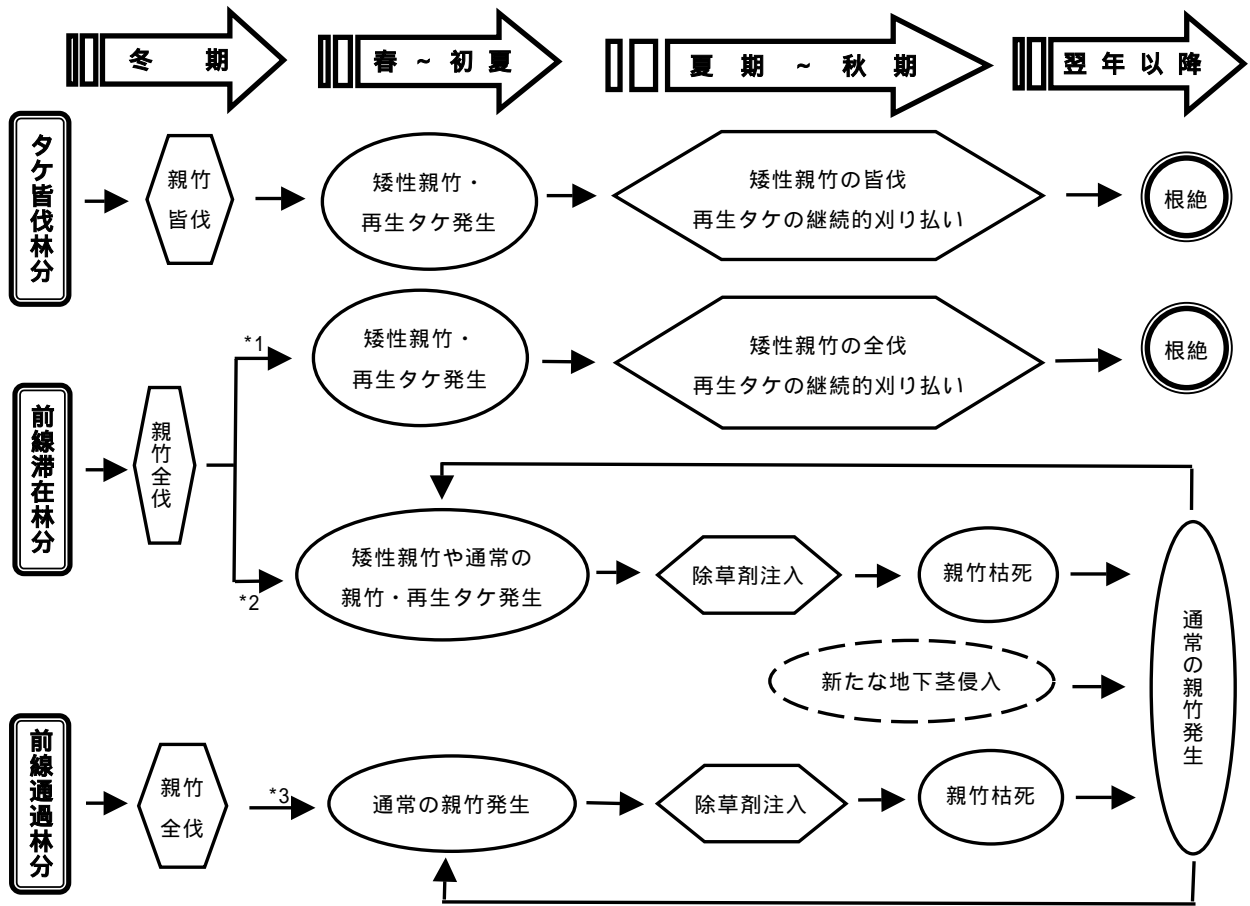


図 - 11 タケ侵入人工林における施業フロー

親竹：タケノコから成長したタケ。再生タケ：地下茎の先端部が地表に現れてササ状となったタケ。

皆伐：地下茎で繋がったタケの一集団をすべて伐竹すること。全伐：その一部分だけを伐竹すること。

*1：隣接竹林との境界線からおよそ10m以上離れた全伐区域。*2：隣接竹林との境界線からおよそ10m以内の全伐区域

*3：全伐幅がおよそ15mを超えると、タケの再生様式が前線滞在林分に類似してくると予想される。

が形成され、伐竹後に先駆樹種が繁茂するようになったものと推察できる。また、P-1～6の生立稈密度を平均すると3,033本/haとなり、これは造林木の25%が枯死すると予測された値（片野田 2006b）とほぼ一致する。これらのことから、造林木枯死率が25%以上、あるいは生立稈密度がおよそ3,000本/ha以上のタケ侵入人工林では、伐竹後に先駆樹種が侵入しやすくなるものと推察された。

施業フロー

3タイプのタケ侵入人工林における調査結果を基に作成した施業フローを図-11に示す。タケ皆伐林分では、皆伐後に発生したタケノコが矮性親竹への成長を完遂した直後の初夏に再皆伐し、それ以降は再生タケを2年間継続的に刈り払うことで、タケを根絶できるであろう。前線滞在林分でも、皆伐林分と同様に施業することで、タケの再生力を低下させることができると考えられる。しかしながら、隣接竹林の境界線からおよそ10mの範囲内で

は、全伐後もタケの再生力が維持されやすいために再生タケや矮性親竹が発生し、さらに新たな地下茎の侵入によって通常の親竹も発生すると予測されるため、タケ皆伐林分のように根絶を目指した施業はできない。毎年定期的に管理できるのであれば、タケノコや再生タケを除去することでタケの侵入を防止できるが、数年おきにしか管理できないのであれば、全伐後に発生した親竹に除草剤を施用することで、確実にタケの再生力を抑制しておく必要がある。

前線通過林分では、親竹を全伐することでタケの再生力を衰えさせることはできなかった。全伐後に発生する通常の親竹は、全伐前の親竹と同様に造林木を被圧し（片野田 2004）、その成長を阻害すると考えられる。このため、毎年発生するタケノコをその都度除去できない場合は、親竹に除草剤を施用することで活力ある地下茎を枯殺し、親竹の発生本数をできるだけ抑制させておく必要がある。なお、経済的あるいは労力的に余裕があれば、皆伐あるいは全伐前の親竹すべてに除草剤を施用し、親

竹の枯死を確認してから除間伐作業とともに枯死稈を伐竹すれば、より駆逐効果が向上すると考えられる。この場合、枯死稈をそのまま放置すれば林内が荒れ果て、これが引き金となって森林所有者の施業意欲が再び低下することも懸念されるため、枯死稈の整理伐を確実に実施するよう指導する必要がある。

本報の前線通過林分は10～15m幅で全伐したが、上田(1963)は良好な親竹の発生が期待できる伐竹幅を10m程度とし、8m幅で帯状に全伐したタケノコ生産竹林(安淵ら 2002)でも、その後3年間はタケノコ生産量が必ずしも減少していない。これらのことから、全伐幅が15m程度までなら、隣接林分の親竹から養分がスムーズに転流されるが、それ以上の全伐幅になると、養分の流動が滞りがちになることで前線滞在林分の再生様式に近づくものと考えられる。同様に前線滞在林分では、全伐幅の拡大に伴ってタケ皆伐林分の再生様式に近づくことが予想される。本報の前線滞在林分は25～40mの全伐幅であったが、研究事例が少ないため、その限界幅を推察することはできない。しかしながら、実際の施業現場では立地条件によっても再生様式が変化すると考えられるので、前線通過林分も含め、全伐後に矮性親竹が発生すればタケ皆伐林分が前線滞在林分、通常の親竹が発生すれば前線通過林分と判断し、その後の施業方法を決めればよいと考えられる。

タケを皆伐あるいは全伐した後の林床植生では、先駆樹種が著しく繁茂する傾向がみられた。なかでも、カラスザンショウやセンダンといった高木性先駆樹種は、造林木の成長に大きな悪影響を与えることが懸念される。これら先駆樹種の繁茂が著しかった調査区は、タケ皆伐林分のP-2、前線通過林分の上部と中部、前線滞在林分のP-1～6であり、いずれも造林木枯死率がおよそ25%以上か、あるいは生立稈密度がおよそ3,000本/ha以上の調査区であった。これらのことから、本研究の事例だけをもとに一般化することはできないものの、造林木枯死率や生立稈密度の高いタケ侵入人工林で施業をおこなう際は、再造林や樹種転換も選択肢の一つとして検討すべきであり、その判断基準として造林木枯死率25%以上、あるいは生立稈密度3,000本/ha以上が当面の目安になるものと考えられた。また、造林木も含めた皆伐による再造林や樹種転換を計画する場合、フロー図のとおり冬期に皆伐を実施すると、タケが再生する6月頃までに下層植生が繁茂することはなく、再生したタケを確実に見つけて除去することができる。しかしながら、夏期に皆伐すると、再生タケの発生量が多くなる翌年の夏頃には下層植生が著しく繁茂し、再生タケが見つけにくくなることでタケが再生しやすくなることが懸念される。このため、再造林や樹種転換の際も、夏期皆伐よりも冬期皆伐が有利と考えられる。

最後に、今回提示した施業フローは、本研究の調査結果や既報の文献等をもとに作成したが、その根拠となった調査事例数は決して十分なものとは言えない。このため、今後も様々なタイプの施業現場におけるタケの再生様式と駆逐効果の調査事例を増やすことで、より普遍化した施業フローに改善したいと考えている。

摘 要

タケが侵入したスギ・ヒノキ人工林における効率的な施業方法について、里山における民有林の所有形態や森林整備の実情に即した研究を行なった。成果の概要は次のとおりである。

1. 皆伐によって親竹からの養分供給が絶たれた地下茎からは、矮性親竹や再生タケが発生した。
2. タケ皆伐林分では、2年間継続的に親竹や再生タケを伐竹、刈り払いすることでタケを駆逐できた。
3. 親竹の冬期皆伐と、再生した矮性親竹の初夏皆伐によって再生タケの初期発生密度を抑えるとともに、丁寧かつ継続的に再生タケを刈り払うことが、タケの再生防止につながると考えられた。
4. 人工林の種多様度は、生立稈密度の増加に伴って低下した。
5. 前線通過林分では、タケ全伐後も隣接林分の親竹から養分が供給されるため、伐竹だけでタケの再生を抑制することはできないものと考えられた。
6. 前線通過林分では、タケ全伐後に発生した親竹に除草剤を施用することで、活力ある地下茎を効率的かつ選択的に枯殺できるものと考えられた。
7. 列状に発生した再生タケを1年間放置した結果、再生タケの列から矮性親竹が発生した。
8. 矮性親竹への除草剤施用は、再生タケにまで影響を及ぼすことが確認された。
9. 前線滞在林分では、タケ皆伐林分と同様、全伐後に矮性親竹や再生タケが発生した。
10. 地下茎の両側に親竹が存在すると、十分な養分が親竹から地下茎に転流されるが、片側のみに親竹が存在すると、親竹からの養分が地下茎に転流されにくくなるものと考えられた。
11. 前線滞在林分の隣接竹林との境界線からおよそ10m以内では、全伐後もタケの再生力が維持されやすいため、伐竹後に発生した親竹への除草剤施用が望ましいと考えられた。
12. 造林木枯死率や生立稈密度の高いタケ侵入人工林で施業をおこなう際は、再造林や樹種転換も選択肢の一つとして検討すべきであることが示唆された。
13. タケ侵入人工林における施業フローを提示した。

引用文献

- 荒生安彦ほか(2003)森林計画研究会会報 409 : 11-16.
藤山正康(2005)林業と薬剤 174 : 10-19.
池田彰男(1983)Bamboo Journal 1 : 36-43.
伊藤秀三・宮田逸夫(1977)群落の種多様性,「群落の組成と構造,植物生態学講座2」,76-111pp,朝倉書店,東京.
伊藤孝美・山田倫章(2005)大阪食とみどり技セ研報 41 : 11-18.
片野田逸朗(2003)九州森林研究 56 : 82-87.
片野田逸朗(2004)九州森林研究 57 : 99-103.
片野田逸朗・井手幸樹(2005)九州森林研究 58 : 63-66.
片野田逸朗(2006a)九州森林研究 59 : 82-84.
片野田逸朗(2006b)公立林業試験研究機関研究成果選集 3 : 23-24.
三宅尚ほか(2000)Hikobia 13 : 241-252.
永守直樹(2005)佐賀県林試業報,17-21.
野中重之(2003)林業と薬剤 163 : 20-24.
林野庁(2003)里山林等における地球温暖化防止等のための森林整備に関する調査報告書 219pp.
社団法人林業薬剤協会(2005)林業薬剤等試験成績報告集 : 1-97.
鈴木兵二ほか(1985)植生調査法 植物社会学的研究法,190pp,共立出版,東京.
鳥居厚志・井鷲裕司(1997)日生誌 47 : 31-41.
豊田信行ほか(2005)愛媛県林技研報 23 : 35-40.
常岡珠江・薛孝夫(1998)日林九支研論 51 : 127-128.
上田弘一郎ほか(1960)京大演報 29 : 129-139.
上田弘一郎(1963)有用竹と筍,314pp,博友社,東京.
安淵次郎ほか(2002)徳島農研研報 37 : 25-29.