

ISSN 0289-5285

林業と薬剤

No. 194 12. 2010

社団法人 林業薬剤協会



目 次

林業用除草剤をめぐる動向·····伊藤武治・田内裕之	1
今風の間伐事情—薬剤の出番は？—·····佐藤 明	9
～樹木医寄稿～	
林業技術と樹木医の仕事	
——過去の研究生活を振り返って今の仕事に生かしたい——·····野村 静男	16

● 表紙の写真 ●

山林へのタケの侵入

ヒノキ 36 年生山林へ侵入したモウソウチク
(2009 年 8 月福岡県八女郡立花町山林にて撮影)
—林業薬剤協会—

林業用除草剤をめぐる動向

伊藤武治*・田内裕之*

はじめに

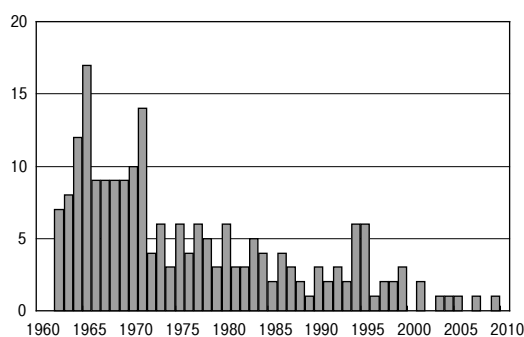
日本において、植林を行って目的の樹種を成林させるためには、造林初期において自然に生えてくる他の植物との競合を緩和してあげる必要がある。そのため植林前の地拵えおよび植林後の下刈りといった初期保育作業を行うことが重要であり、造林事業のプログラムのの中では必須の項目となっている。しかし、これらの作業は長期にわたって多大な経費と労力を要するため、省力技術を中心とする様々な作業の合理化が検討されてきた。その一つとして除草剤の利用があり、薬剤の開発や使用方法・効果についての検討が過去より行われてきた。この報告では、林業用の除草剤について、これまでの変遷および最近の動向について紹介する。

戦後の林業用除草剤

林業用除草剤の歴史は戦前にまで遡ることができる^{1,2)}。当時は労働力が潤沢にあり、雑草木の抑制効果が不十分な上に費用が高くつく除草剤の使用には消極的であった。除草剤が造林事業において本格的に利用されるようになってきたのは戦後になってからのことである。多くの場合が水田・畑作物用除草剤の応用からであり、篤林家や、一部の国有林で1950年代頃から散発的に利用がされてきた。しかし、本格的に適応試験が始められたのは1962年からである³⁾。背景には、高度経済成長に伴う山村の過疎化で農林業の労働人口が減少した事に加え、賃金の高騰により人件費・投入労働勢力ともに削減が求められるようになったこ

とがある⁴⁾。加えて、木材需要の増加に伴う積極的な拡大造林により、地拵え・下刈りの必要な場面が増加し、省力化のための除草剤や作業機械の導入に注目が集まった。このことは時を同じくして創刊された本誌における除草剤関連の記事の多さに、除草剤への関心の高さが見て取れる(図—1)。

初期に使用された下刈り用除草剤としては、塩素酸塩、スルファミン酸アンモン、シアン酸ソーダなどがあった。このうち塩素酸塩はササ枯殺効果が高く、今でも使用されている薬剤である。初期の除草剤での問題は、作業時の安全性と造林木への薬害であった。例えば、塩素酸塩は可燃物(衣類や木くずなど)と混ざると爆燃性をもつため、喫煙などによる火災事故が起こり、取り扱いに注意をする必要があった。なお、その後の製剤の工夫によりこの問題は解決されている。薬害については、使用量を増やして除草効果を得ようとすると、造林木に落葉・枯損が生じてしまっていた。そのため、農業とは異なり多種多様な草本・木本類が繁茂する自然度の高い森林においては、雑草木に対する枯殺効果と造林木保護のさじ加減



図—1 林業と薬剤 (No.1 ~ 192) に掲載された除草剤関連の記事数の推移
(豆知識、海外ニュース、会報などは除く)

* 森林総合研究所四国支所

ITOU Takeharu
TANOUCHI Hiroyuki

が難しく、決定的な下刈り用除草剤が見つからない状況が続いた。この状況を打破したのが、植物ホルモン様作用を持つ2, 4-D, 2, 4, 5-Tであった。そして1970年頃までに、ササ地では塩素酸塩、ススキにはDPA、雑灌木類には2, 4, 5-Tなどといった、ある程度枯殺対象種をしぼった体系的な下刈り用除草剤の使用方法が確立されつつあった⁵⁾。

陰の時代

林業における除草剤使用は順風満帆と言うわけにはいかなかった。1970年を前後して、高度経済成長のひずみと言うべき環境汚染などの公害問題が発生し始めた。そのような背景のなか、『沈黙の春』の訳本⁶⁾が発刊されるなど、人々の化学物質に対する関心が高まっていった。農業においては、農産物での残留問題⁷⁾例えば牛乳中の残留BHCなどが問題となっていた⁸⁾。そのため化学物質全般の使用反対の気運が高まり、悪いイメージが一人歩きする形で、問題がなかった他の薬剤も強い反感にさらされるようになった。

林業においては、広く使用されるようになっていた2, 4, 5-Tが、ベトナム戦争で使用された薬剤におけるダイオキシン類混入⁹⁾で大きな社会問題となった。そのため、2, 4, 5-T剤については、1971年に林野庁は営林局に使用中止を通達、民有林もそれに習う形で使用を中止した。そうした背景のもと、自然度が高いと考えられる林地に広い面積で薬剤を散布しなければならない林業用除草剤に対しては、農業や一般家庭などでの薬剤使用に比べてより抵抗感が強まった。さらにこの頃から、木材生産に加え水源涵養機能など森林の公益的機能への関心が高まり、環境問題に対して厳しい目が向けられるようになった。時を同じくして、外材の輸入の制限緩和で木材価格が下がり、拡大造林にブレーキがかかったため新規植栽地が減り、地ごしらえ・下刈りなどにおける除草剤への要求度も下がっていった。除草剤に対する関心の薄れが、図—1に示したように1970年を境に一

気に減少する除草剤関連の記事数の推移からも見て取れる。

言ってみれば、除草剤にとっては陰の時代に突入した訳であるが、この様な中でも地道な基礎試験研究が続けられて来た。森林総合研究所で提供している林業・林産関係国内文献データベース(FORIS)¹⁰⁾において、収録されている1978年以降の文献について「除草剤」をキーワードとして検索してみると、林業試験場や多くの県試験場の報告などが公表されており、その事が裏付けられている。

現在の初期保育用の除草剤とその問題点

最近5年間の造林面積は約3万ha/年で推移している¹¹⁾。これには育成複層林施業における樹下植栽の面積も含まれているとはいえ、下刈りやツル切りなどの初期保育作業が必要な場面は続いている。動力式下刈機の導入もあり、過去に比べて省力化が進んでいるが、より省力化や低コスト化を狙った除草剤の利用も行われている(図—2)。また、ツル類の防除では、切り払うだけでは株頭より再生するため効果が薄く、薬剤処理の必要性がある。現在使用されている薬剤は、過去の物に比べ毒性などの問題が慎重に取り扱われるようになったため、人畜毒性や魚毒性、生物濃縮、残留性の問題が解決されて、より安全性の高い物



図—2 除草剤散布風景（より省力化をねらって動力式散布器の導入も行われている。）

になっている。その上で下刈り用除草剤は、各種試験が行われ、使用方法がある程度確立してきている。森林は種数や構造が多様であり、残念ながら農業用防除剤のようなしっかりとしたものではないが、例えば、ササやススキでは塩素酸塩やフレノック、落葉灌木類などに対してはザイトロンフレノック微粒剤などの混合剤といった使用方法が提案されている（表－1）。

ここで問題となる点として、これまで常緑広葉樹に対する効果的な薬剤がなかった事があげられる。林業薬剤等試験成績報告集¹²⁾によると、平

成17年度から NC-622（グリホサートカリウム塩 48%含有液剤）が広葉樹等立木処理用として試験されてきた。ノミにより樹幹周囲に傷をつけ薬剤の原液を流し込む方法で処理したところ、薬剤の発現が遅いものの常緑のシイ類でも枯死することが明らかになっている。ただし、カンザブロウノキやヤブツバキなど特に抵抗性を示す種が見られ、処理量と処理後に薬剤が現れるまでの経過時間に問題が残されている。また、NC-622はグリホサート系の薬剤であり、薬剤選択性がなく植物をほぼすべて枯らす作用があるため、スギ、ヒノ

表－1 除草剤の選択と使用方法の一例

種類名 (成分含有率) [商品名]	安全性評価		適用作業	適用雑草木	使用時期	使用方法 及び使用量	使用上の注意
	人毒	魚					
塩素酸塩 粉粒剤 (50%) クサトール FP 粒剤 クロレート S 粒剤 デゾレート AZ 粒剤	劇	A	地ごしらえ [スギ・ヒノキ・マツ・カラマツ・エゾマツ・トドマツ・ブナ・カンバ]	ササ・ススキ・落葉低木本・その他草本	雑草生育期 [積雪時及び土壌凍結時を除く]	茎葉散布 150～250kg/ha	・強酸や反応性物質（肥料農薬、油、有機物など）との共存、混用を避ける。 ・防燃加工してあるが助燃性があり火気に注意する。 ・消防法危険物第1類 ・散布量は地下茎の深さ、土壌の状態により、加減する。 ・株処理はススキ株の外周も含めて株全体に均一に散布する。 ・クズの株頭処理は、株頭にナタ目を2～3カ所入れるか、または株頭を切断して薬剤をのせる。
			下刈り [スギ・ヒノキ・マツ・カラマツ・トドマツ・エゾマツ]			茎葉散布 150～200kg/ha	
			地ごしらえ 下刈り [スギ・ヒノキ・マツ・カラマツ・トドマツ・エゾマツ]	ススキ	生育期（草丈70cm まで）	株処理 30g/ 株径20cm 60g/ 株径30cm 85g/ 株径40cm	
				クズ	通年 [株頭の見つけやすい時期がよい]	株頭処理 株頭径1cm 当たり1.0～1.5g	
テトラピオン粒剤 (4%) [フレノック粒剤 4]	普	A	地ごしらえ 下刈り (スギ・ヒノキ)	ササ	秋冬期～出芽初期	土壌表面散布 50～100kg/ha	・ササの地ごしらえの場合は刈り払い後の散布が有効。ササの再生がなく、抑制期間が倍増する。 ・トドマツの造林地では薬害防止のため土壌凍結前、降雪前の休眠期に散布する。
				ススキ		土壌表面散布 70～120kg/ha	
			地ごしらえ 下刈り (ブナ)	ササ	秋冬期（土壌凍結前）	土壌表面散布 50～75kg/ha	
			下刈り (トドマツ)			土壌表面散布 50～100kg/ha	
テトラピオン・トリクロピル粉粒剤 (5% + 3%) [ザイトロンフレノック微粒剤]	普	B	下刈り (スギ・ヒノキ)	クズ・落葉低木本・ササ類・ススキ・その他草本	新葉展開後～生育盛期	茎葉散布 80～100kg/ha	・ササ、ススキに対する効果は翌年に発現する。

林業と薬剤 No.147および No.149より抜粋

キなどの植栽樹に直接かかると薬害を生じる危険性がある。そのため、地拵えでの使用を除いて、対象雑草木への一様な散布を行うことは出来ず、省力化という観点からも問題が残されている。このような問題を抱えてはいるものの、NC-622（商品名：ラウンドアップマックスロード）は、常緑広葉樹を含む雑草木への除伐・地拵え用途として農薬の適応拡大がなされ、使用可能になっている。

一方、造林地に生育、侵入してくるツル類は大きな問題である。放置すると例えばクズなどによって樹冠が覆われ、林分全体が壊滅的な被害を受けることもある。ツル類のクズについては昔から対応がなされ、塩素酸塩粉粒剤、ピクロラム剤、トリクロピル液剤、グリホサートイソプロピルアミン塩液剤などが使用薬剤として適用されてきた^{13, 14)}。また、林業薬剤等試験成績報告集¹²⁾によると、ここ最近ではツル類に対して薬効のある薬剤として、NC-622（グリホサートカリウム塩48%含有液剤）、ZK122（グリホサートカリウム塩43%含有液剤）、HW-014（イマザピル浸漬剤）の試験がおこなわれてきた。NC-622およびZK122は、ツルの根元の外皮を剥ぎ（太い物はナタ目を入れる）、適当量の薬剤を注入することで処理をする。また、HW-014はユニークな処理方法で、ツルの根株付近にキリなどで穴を開け、爪楊枝状の薬剤を染みこませた木針を差し込んで処理をする。試験の結果、NC-622（商品名：ラウンドアップマックスロード）、ZK122（商品名：タッチダウン iQ）は、クズ・フジ等のつる切・除伐へ適応拡大され使用が可能になった。また、HW-014（商品名：ケイピンエース）はクズに限らず他のフジ等のツル類にも適応拡大がなされ使用が可能になった。色々と使用できる除草剤の範囲が広がり好ましい事ではあるが、残念ながら、これらの薬剤はいずれもツルの根元にあたる株頭を見つけないければならない点が問題である。雑草木が生い茂る中、四方八方にはびこるツルの株頭を探り当てる作業は容易ではなく、さらなる省力

化が求められる。

以上のように、下刈り用除草剤の使用方法は体系化されている過程にあり、また新たに様々な試験がなされている。これからは、ササ、ススキ、落葉灌木類だけではなく、常緑樹、ツル類などに対しても、広く一様に茎葉散布や土壌散布が可能で省力性が高く、毒性などの安全性が高く、かつ造林木に対して薬害の出ない除草剤の開発が求められる。

外来種の問題

ひと昔前まで環境上の問題で日陰に追いやられていた除草剤が、今、環境の面から再注目されている。背景には、近年、外来種が日本中ではびこり、生態系、生物多様性、人の活動に望ましくない影響をもたらしている問題があげられる。この外来種の問題については広く報道され、一般的な関心も高まっている。ここで外来種とは、過去あるいは現在の自然分布域外に導入（人為によって直接的・間接的に自然分布域外に移動させること）された種・亜種・あるいはそれ以下の分類群を指し、生存し繁殖することが出来るあらゆる器官、配偶子、種子、卵、無性的繁殖子を含むものの¹⁵⁾をいう。森林に関係する代表的な外来植物には、ハリエンジュ（ニセアカシア）、アカギ、ギンネムがあげられる¹⁵⁾。いずれも、繁殖能力が高く、攪乱地に初期に侵入し生育分布域を拡大している。在来の植物を駆逐して生態系を攪乱するだけでなく、他の植物種の侵入を拒むため生物多様性の低下も引き起こしている。これらの外来樹種は、萌芽能力が高いため刈り払っただけでは再生再繁殖するため、人手だけでは容易に駆除することが出来なかった。そこで、萌芽再生を抑えつつ根株まで枯殺可能な除草剤に注目がなされるようになり、薬剤を使用した外来樹種の駆除が試みられている。

例えば、東京都の南1000kmの海洋に浮かんだ孤島の小笠原列島では、薪炭材用として明治時代

に植林されたアカギが戦後逸脱し、侵略的外来種となっはびこり問題となっている。ひどいところでは在来樹種のシマホルトノキやウドノキ、オガサワラグワなどを駆逐し、純林を形成している所すらある。これまでは、伐倒、捲き枯らしを行い、発生してきた萌芽枝をむしり取りことを繰り返す手法がとられていたが、処理後4年経過しても樹冠の占有率が低下する¹⁶⁾ものの枯死には至らず旺盛に萌芽再生し、またその間に大量につける果実によって繁殖を促してしまうなどイタチごっこが行われていた。除草剤を利用したアカギの駆除の取りかかりとして、まず苗木を用いた使用薬剤の検討¹⁷⁾がなされ、効果が見られた薬剤について、現地において使用薬剤量を定める試験がなされた。結果をふまえ、薬剤の適応拡大が申請され、アカギに対して有効な薬剤としてグリホサートアンモニウム塩（商品名：ラウンドアップハイロード）が農薬登録された。その結果、アカギ駆除事業において除草剤のラウンドアップハイロードを利用することが可能になった。また、日本林業技術協会と林業薬剤協会によって試験がなされ、NC-622（商品名：ラウンドアップマックスロード）も使用可能になっている。ちなみに、小笠原は亜熱帯に属するため頻繁に夕立が発生する。従来の中目を入れて薬剤を塗布する手法では、雨によって薬剤が洗い流され環境中に放出さ

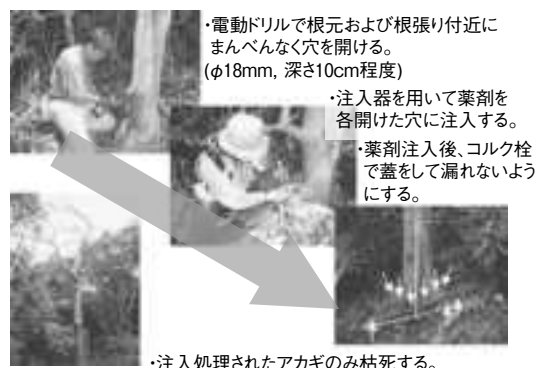
れるだけでなく、薬剤の効果も低減してしまう問題点があった。そのため、小笠原におけるアカギに対する薬剤処理は、図一三、表一二に示したように、ドリルで根元に穴を開け、処理木の胸高直

表一二 薬剤処理量の早見表

処理木の胸高直径 (cm)	薬剤処理量 (mL)	ドリルで根元に開ける穴の数	各穴に注入する薬剤の量 (mL)
5	0.9	3	0.3
6	1.5	3	0.5
7	2.1	3	0.7
8	3	3	1
9	4	4	1
10	6	3	2
11	6	3	2
12	8	4	2
13	10	5	2
14	12	6	2
15	14	7	2
16	16	8	2
17	18	9	2
18	20	10	2
19	24	12	2
20	26	13	2
21	30	10	3
22	33	11	3
23	36	12	3
24	42	14	3
25	45	15	3
26	50	13	4
27	55	14	4
28	60	15	4
29	65	16	4
30	71	18	4
31	77	19	4
32	83	21	4
33	89	22	4
34	96	24	4
35	103	26	4
36	110	22	5
37	117	23	5
38	125	25	5
39	133	27	5
40	141	28	5

農薬登録の際にはスペースの関係上、簡略化された使用量の表が記載された。

実際の作業においては、この早見表を用いることにより細かい対応がなされている。



図一三 アカギ薬剤処理の様子

径に従った量の薬剤注入後、漏れ出さないようコルク栓でふたをする手法をとっている。次に、アカギ駆除の事業化にあたり、まず侵入初期段階におけるアカギ群落の駆除が弟島において行われ、ほぼ100%の個体を駆除することに成功している¹⁸⁾。現在、母島においてアカギ駆除にむけた取り組みがなされている。ここでは、アカギ駆除の優先順位の林分単位でのゾーニング（例えば、侵入初期段階の方が在来種も残っており天然更新が可能であるとか、繁殖子である果実をつける雌木を雄木より優先的に駆除するなど）を行い、従来の伐倒の手法も含めて駆除方法を検討する。その上で、処理後の在来樹種による森林の成立過程をきちんとモニタリングする事が重要な作業として位置づけられている¹⁹⁾。このことは、問題となっている外来種に対して除草剤を使用して終わりにするのではなく、その後の環境負荷の評価や維持管理まで行うことの重要性が示されている良い例になると思われる。

里山のタケ問題

もう一つ環境の問題から除草剤が着目されている事例を挙げたいと思う。近年、身近な自然として里山が注目され、それに伴い人手不足により放置されて荒廃した里山が問題になっている。多くの問題のうちの一つとして、タケ類（主にモウソウチクやマダケ）がもともと植栽されていた場所から逸脱して周囲に広がっている事があげられる。特にタケノコ生産に用いられてきたモウソウチクは外来種でもあり、近年、植栽されていた場所から生育範囲を拡大させ、近隣の畑や森林などに侵入している。もともとタケ類は、タケノコを採って食べるだけでなく、成木した後に収穫される材も、建築資材や壁材、家具材などとして利用がされており、有用な資源であった。そのため、より良いタケノコや竹材の生産に向けて、竹林は人手をかけて密度や肥料の管理がされてきた歴史がある²⁰⁾。しかし、社会情勢の変化により材はブ

ラスチックなどに置き換わり利用がされなくなり、また安価な水煮タケノコの輸入量の増加などによりタケノコの経営的な採集も行われなくなり、竹林が放置されるようになってしまった²¹⁾。この様に管理が放棄されると、過密になった竹林は空いている場所を求めて周囲に広がり、畑地や空地、造林地に侵入する。侵入してきたタケ類は、切り倒して駆除されることが多いが、切り倒すだけではすぐにタケノコが出てきて元の竹林に戻るため容易に駆除できない現状がある。そもそも、過密になった竹林では切り倒す作業だけでも容易ではなく作業上の問題点も多い。そのため、まずは成立しているタケを効率的に枯殺し、かつタケノコの発生の抑制を期待して、除草剤による駆除に注目が集まっている。なお、伐倒および薬剤処理の両者の実状と問題点については、本誌での大阪府の報告^{21, 22)}に詳しい。

タケ類、特にモウソウチクについて、薬剤の防除効果試験が平成14年度から、薬剤等試験成績報告集¹²⁾に掲載されてきている。特に MON-96A（グリホサートアンモニウム塩41%含有液剤）については、初期に精力的に試験が行われ、夏から秋（6～11月）にかけて樹幹当たり5～15mLを注入処理すれば、翌年までには落葉し、稈も枯死し（図一4）、タケノコの発生も抑制されることが確認された。なお、薬剤の性質・特性・使用方法

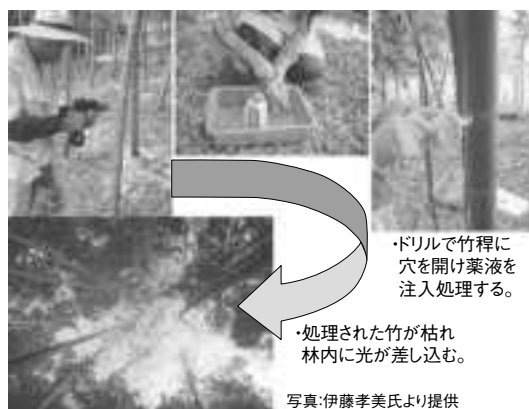


写真:伊藤孝美氏より提供

図一4 竹林の薬剤処理の様子

法・試験結果については、本誌における日産化学工業(株)の報告²³⁾に詳しい。これらの試験の結果、MON-96A（商品名：ラウンドアップハイロード）は、竹類防除への適応拡大が登録された。これにより、一般の人もタケの防除のためにラウンドアップハイロードを購入して使用することが出来るようになった。この除草剤の使用は、夏から秋にかけての使用が効果的とされ、特に夏季の処理において早期に落葉が完了し効果が得られることが判明している。しかし冬における処理なども試験されており、効果の発現が鈍くばらつくものの、一定の効果があると報告されている。夏季の処理では、酷暑下での悪労働条件に加え、ハチ、蚊などの害虫対策も必要となる。そのため、タケの早期の枯死を望む場合を除いては、秋以降の処理を考慮し、効果がゆっくりと現れてくることを期待した方が良いように思われる。タケ類の防除試験はこのほかにも報告されている¹²⁾。同じグリホサート系の薬剤、NC-622（グリホサートカリウム塩48%含有液剤）やZK122（グリホサートカリウム塩43%含有液剤）、AK-01（グリホサートイソピロピルアミン塩41%含有液剤）でも試験がなされ、効果が期待できる結果が出ている。これらの薬剤NC-622（商品名：ラウンドアップマックスロード）、ZK122（商品名：タッチダウンiQ）、AK-01（商品名：グリホエース、サンフロン、クサクリーン）も適応拡大が申請されて登録されており、使用できる除草剤の選択枝も増えてきた。一方、NHS-50（塩素酸ナトリウム50%粒剤）も試験が開始され、効果が出るのが解明されている。塩素酸塩は、別名ササ枯らしともいわれ、ササ類には非常に強い抑制枯殺効果を示す。そのため、同じ様な生活史をもつタケ類についても同様な効果が期待されるものと思われる。この薬剤の利点は、処理区一面に土壤散布が可能な点である。放棄竹林では稈の数が10000本/haを超えともいわれ、また枯れた稈なども横たわり入り乱れており、全程に注入処理が前提の

グリホサート系の薬剤ではとても手間がかかり問題となっている。土壤処理においては、薬剤が土壤から流出してしまう恐れがあるので、周辺地域の作物や水域に影響が出ないよう細心の注意を払う必要がある。しかし、NHS-50において、葉害を発生させずタケノコの抑制効果および竹桿の枯殺効果が認められれば、竹類防除処理が一段と省力化できるものと期待される。NHS-50（商品名：クサトールFP粒剤、デズレートAZ粒剤、クロレートS粒剤）は、2010年現在登録申請中であり、近い将来使用可能になるものと思われる。

このように、身近な自然の里山における厄介者のタケ類に対して効果的な除草剤の使用方法が提示され、農薬登録されて実際に使用可能になっている。また、新たに効果的な薬剤の試験もなされており、今後のさらなる省力化が期待される。近年、竹林は木質バイオマスの供給源として新たな期待が持たれている。経済的に利用不能な竹林は除草剤で処理を行い、手入れ可能な林分は維持管理して利用していくなど仕分けをおこなうことで、もともとあった里山にふさわしい竹林へと復元されることを望みたい。

おわりに

昨年末、政府は森林・林業再生プランを策定し、その中で木材自給率を50%に引き上げるという目標値を掲げている。木材価格が低迷している現在、伐採・搬出コストの更なる低減化が求められている。当然ながら、その作業に続く再造林についても低コスト化が求められ、大苗植栽や低密度植栽の検討が始まっている。しかし、自然度の高い日本の環境下では、競合する雑草木の生育が盛んで植栽木と競合がどうしても生じるため、下刈りなどの保育作業は避けて通れない。このような背景の中で、適正な除草剤の利用は、さらなる省力化と低コスト化に貢献するものである。また、現在問題となっている外来樹種による生物多様性低下などの問題解決のためにも、積極的に除草剤

を含めた薬剤の活用を推進していくことが望まれる。

除草剤の使用にあたっては以下のことに留意する必要がある。まず、現在使用されている農薬は除草剤を含めて、薬剤の効能だけでなく毒性試験や残留性の試験が行われ、国の審査を経て問題ないと判断された上で、農薬登録がされてはじめて使用が可能になる。そのため黎明期に問題になった農薬などとは異なり、使用する除草剤が安全上より問題の少ない物になっていることをアピールしていく必要がある。その上で、使用する現場の近隣住民などに対して十分に説明を行い、相互に理解を深めておく必要がある。使用にあたっては、人手をかけて継続的に管理可能な地域とそうでない地域の仕分けを行う必要がある。その上で、人手をあまりかけられない地域であっても除草剤利用と在来手法の組み合わせを考えるなど、最小限の使用量で最大の効果が得られる工夫をすることが求められる。また、使用後もきちんとモニタリングを行い、効果の確認と植物種多様性に対する影響の検証などの事後評価を行っていくことも求められる。

引用文献

- 1) 浅沼晟吾 (1991) 林地除草剤の利用技術の現状と問題点. 林業と薬剤 118 : 13-20.
- 2) 加藤善忠 (1982) 林地除草剤はいま—過去・現在・未来—. 林業技術 479 : 13-18.
- 3) 森口武男 (1963) 林地に除草剤をまいてみて. 林業と薬剤 5 : 10-13.
- 4) 高知営林局編 (1973) 造林の変遷. 261pp.
- 5) 三宅勇 (1970) 林地除草剤のうごき—昭和44年度の試験結果から—. 林業と薬剤 34 : 8-11.
- 6) レイチェル・カーソン [青木梁一訳] (1987) 沈黙の春. 309pp, 新潮社.
- 7) 小林正 (1970) 山の農薬問題に寄せて. 林業と薬剤 34 : 12-15.
- 8) 植村振作ら (1988) 農薬毒性の事典. 365pp, 三省堂.
- 9) 玉川重雄 (2001) 農薬とダイオキシン. (農薬学事典. 本山直樹編, 朝倉書店). 401-417.
- 10) 森林総合研究所ホームページ (2010) 林業・林産関係国内文献データベース (<http://www2.affrc.go.jp/folis21/folis-hp-j.html>)
- 11) 林野庁編 (2009) 平成21年度版 森林・林業白書. 182+31+41pp, 日本林業協会.
- 12) 林業薬剤協会編 (2002~2009) 林業薬剤等試験成績報告集 (平成14~21年度).
- 13) 林業薬剤協会 (1999) 林地除草剤一覧表 (1). 林業と薬剤 147 : 19-20.
- 14) 林業薬剤協会 (1999) 林地除草剤一覧表 (2). 林業と薬剤 149 : 17-19.
- 15) 日本生態学会編 (2002) 外来種ハンドブック. 390pp, 他人書館.
- 16) 藤田富二ら (1999) 小笠原母島における外来樹木(アカギ)の繁殖抑制施業法の確立について. 関東森林管理局東京分局 業務研究発表集 31 : 24-41.
- 17) 伊藤武治 (2005) 注入処理によるアカギ (*Bischofia javanica* Blume) 防除に利用可能な除草剤の検討. 雑草研究 50 : 18-20.
- 18) 大津佳代ら (2007) 小笠原諸島兄弟島におけるアカギ根絶の取り組み. 関東森林研究 58 : 251-252.
- 19) 田中信行ら (2009) 小笠原におけるアカギの根絶と在来林の再生. 地球環境 14-1 : 73-84.
- 20) 青木尊重 (1987) 日本産主要竹類の研究. 424pp, 葦書房.
- 21) 伊藤孝美 (2009) タケの侵入対策の現状と問題点. 林業と薬剤 189 : 11-18.
- 22) 伊藤孝美 (2007) 薬剤注入によるモウソウチクの反応. 林業と薬剤 179 : 9-14.
- 23) 藤山正康 (2005) 竹類防除に登録拡大された「ラウンドアップハイロード」. 林業と薬剤 174 : 10-19.

今風の間伐事情 —薬剤の出番は？—

佐藤 明*

I. はじめに

長引く木材価格の低迷，下落のため，今世紀はじめの国内で生産された木材の供給量は，ピークであった1967年時の3割ほどの水準まで低下するなど，林業生産活動は停滞し多くの森林は放置されたままの状況にあった。必要な施業がなされていないといった，こうした間伐手遅れ林分等の話題は各種メディアを賑わせていたが，地球温暖化防止森林吸収源対策の一環で京都議定書の算出基準に則し森林吸収目標1300万炭素トンの達成に向けて，2012年までの第1約束期間に間伐等，森林整備を実施する取り組みが鋭意なされている。特に，2008年に間伐等促進法（森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法）が公布・施行されて以来，施策として間伐推進が実施され，2008年度には全国で55万 ha とこれまでに比べて数十万 ha 多い森林が間伐されているところである。

拡大造林により，我が国の森林は林齢と樹種が同一の人工林が普遍化した。こうした林分において伐り控えが進んだ場合は，森林が過密化することによって衰弱する樹木があらわれ，病虫害に対する抵抗力の低下が懸念されるほか，樹木の直径が樹高の割に細くなることから風害や雪害に対する危険性の高まりが危惧されている。また，林業採算性の悪化に伴って，主伐後の造林に再投資する見通しが立てにくいことや多大な労力のかかる主伐後の保育作業を回避したいといったことから，再造林未済地が広がりつつあるとみられて

おり，将来の持続的な林業経営の基盤を揺るがしかねない問題も山積した状態にある。しかし，現段階では，温暖化防止策の一環とはいえ，森林整備，特に間伐が実践されていることは，採算が取れない場合，一部において切り捨て間伐がなされていると言っても，込みすぎた森林を手入れし，残存木の成長を促すことが可能になることから，森林の保護・育成の面からみるとあるべき姿に近い形に回帰していると見ることができる。

そこで，ここでは，現在取り組まれている間伐を含めて，今風の間伐の話題をいくつか紹介しつつ，あまり多くはなさそうであるが，これら間伐に関わると思われる林業薬剤の出番について考えてみたい。

II. 間伐の方法，技術に関する最近の話題

最初に，間伐についておさらいしておきたい。間伐とは，定められた本数密度に調節するため，または遺伝質の悪い，気象・生物などの害をうけた林木を除くため閉鎖した林分に行う伐採を言う（佐藤 1965）。また，込みすぎた森林を適正な密度で健全な森林に導くために，また徐々に収穫するために行う間引く作業（藤森 1996）とされ，平成17年度の森林・林業白書では，“育成段階にある森林において樹木の混み具合に応じて育成する樹木の一部を伐採（間引き）し，残存木の成長を促進する作業。この作業により生産された丸太が間伐材。一般に，除伐後から，主伐までの間に育成目的に応じて間断的に実施”とある。

さらに農林水産省の HP に掲載されている林業関連用語中の間伐に関する説明では，“材木を健

* 東京農工大学地域環境科学部教授 SATO Akira

全に成長させるため、立木密度を調整し、劣勢木、不要木など林木の一部を伐採することをいいます。”となっている。一方、関東森林管理局での主な林業用語の解説では、“間伐とは育てようとする樹木どうしの競争を軽減するため、混み具合に応じて、一部の樹木を伐採すること。”、また、除伐については、“育てようとする樹木の生育を妨げる他の樹木を刈り払う作業。一般に、下刈を終了してから、植栽木の枝葉が茂り、互いに接し合う状態になるまでの間に数回行われる。”と記述されている。ここではさらに受光伐^{じゅうこうばつ}が、“育成複層林において、下層の樹木の成長環境と光環境を確保するために上層の樹木を抜き切りする作業。”と記されているのに加えて、誘導伐^{ゆうどうばつ}という用語についても掲載があり、“長期育成循環施業の一環として、単層林が複層状態に至までの間に、下層樹木の更新や育成のために上層の樹木を抜き切りする作業。”と解説されている。

このような“一部の樹木を伐採する”との記載のほかに関東森林管理局での他の資料における間伐の説明では、“間伐とは、植栽木がさらに成長していくと、植栽木どうしの競争が激しくなるため、健全な森林づくりのため、抜き伐りをして、本数を調整する必要があります。この作業を、間伐といい、除伐と併せて、除・間伐として補助の対象としています。”という記述もみられ、間伐のなかでも「抜き伐り」という字句を用いたものが見られる。しかし、先の受光伐、誘導伐の説明ではともに“上層の樹木を抜き切りする作業”とあり、“間伐”という語句は使われていない。

したがって、“間伐”に対しては、伐採、間引き、抜き切りなどといった用語で説明されているが、国有林での複層林施業関係になると抜き切りという語句が用いられているといえる。すなわち、上層の樹木を伐採するにあたっての用語として、国有林関連では更新を伴うか否かの作業で両者を使い分けしていることが伺える。

話を本筋に戻し、間伐の目的について見ていく

と、それは風雪害や病虫害に対して強い健全な森林を作ること、林床植生の繁茂を促すことにより表土流亡を防止すること、森林に生息する多様な動植物に対してより様々な生息空間を付与することで生物多様性を確保することなどの多面的な機能の向上に加えて、林業上の観点からは、残存木の肥大成長を促すことや主伐前の中間収入を得る機会を併せ持つこと等の意義があげられる。

現在、上木を間伐する作業と同じ内容であるが、抜き切りをする作業、それらと表土流亡や生物多様性との関係が、地域の研究機関を含めて各機関で調査が進められている。これらについては、資料が蓄積中であるので、近いうちに成果が報告されるものと思われる。

Ⅲ. 各種間伐の取り組み

ここでは、今風の間伐について具体的な事例をいくつか紹介したい。

1. 林冠閉鎖を遅らす強度間伐の実施

間伐率はこれまで長く20%を上限としてきた。ここでの間伐率は本数をもとにした値であるとともに、間伐は後述する単木的に選木する方法であった。これまでの間伐は林冠が再閉鎖した段階で、次の間伐を実施する、その間隔は立地等の環境条件にもよるが4、5年から7、8年と、密度が込みすぎないように何度にも渡って間伐を繰り返して育てていく方式を採っていた。いわゆる多間伐施業である。

しかし、間伐によって収益がある時代は短期間での繰り返し間伐は可能であり、積極的に行われてきたが、経費がかかり、できれば間伐をしたくないという昨今では、間伐間隔は10年、あるいはそれ以上長い期間を経てが望まれている。上限20%の間伐率では、それは不可能に近いので、現場からはさらに高い間伐率でも補助金支給の対象にという声が強かった。それらを考慮した結果が、例えば保安林での本数調整における間伐率の

上限を従来の20%から35%とするといった施業要件の変更（第5期保安林整備計画の変更の概要）といえる。

また、平成22年からの森林計画では、間伐率は、35%（材積率）を上限とし、現地の実態に応じて決定しますとしている。ここでの間伐率は、わざわざ材積率と明記しており、下層間伐であれば林分の径級構造にもよるが本数間伐率とすると50%近くの高いものとなるはずである。いずれにしても、間伐率（本数）はこれまでより高く引き上げられたとあって良い。

ところで、ここでのサブタイトルに掲げた強度間伐とはどういったものだろう。現在、（独）森林総合研究所では収量比数（ある高さを持つ林分で最大限育つことのできる材積収量を1.0（林分密度管理図における最多密度曲線上にある）とした時の相対値）が0.8以上と込んでいる林分では本数間伐率40%以上、さらに込んでいる林分では60%以上強く間伐するものを強度間伐と定めて研究を進めている。一般的には本数間伐率で40%以上の間伐を強度間伐と指すことが多いようだ。

そこで、ここではこれまでに報告された強度間伐による間伐の主な影響について、東京農業大学で実施した強度間伐試験地の調査結果（日下ら2008）を含めて列記する。

- ・ 残存木の肥大成長は促される。
- ・ 残存木の上長成長は抑制され気味となる。
- ・ 残存木の形状比（樹高／胸高直径）は下がる。
- ・ 主伐期の林分あたりの材積は立木本数の多い林分にかなわない。
- ・ 残存木の水分ストレスは高まり、虫害を受けやすくなる。
- ・ 残存木の風害、冠雪害の危険性は高まる。
- ・ 間伐林分の土壌中の水分状態は、立木本数が減じるためか高くなる。
- ・ 間伐林分の下層植生は繁茂し、種の多様性は増す。

などとなる。

したがって、強度に間伐した場合は、従来から言われている間伐しても樹高成長には影響を与えない、あるいは、間伐した分の材積を加えれば、主伐期の総材積生産量は変わらないなどとする見方は当てはまりそうにないように思われる。今後、こうした間伐の実施が残存木の成長に与える影響については、改めて再整理が必要になるかもしれない。なお、強度間伐によって肥大成長が増しても、残存木の材質面での問題は大きくないことが明らかにされている⁸⁾。

従来の20%ほどの単木的な弱度の間伐に比して、強度間伐は、林冠の閉鎖を遅くすることができ、間伐回数を減らすことは可能であることは間違いない。しかしながら、形状比は下がることから、これまでの説で言えば数値の上では風害や冠雪害に対する抵抗は高まっていくと判断されるが、60%ほどの強度の間伐林分では、実際には残存個体において倒伏や折損、撓みなど風害や冠雪害を被ることが通常の間伐林分より発生の度合いが高い（写真1）。形状比と気象害の発生との関係についても、改めて見直しが必要のように思われる。

強度間伐はこうしたリスクを念頭にいれて、それぞれの林分で強度の間伐を導入するか否か、どの程度の強さで間伐するかを判断することが肝要といえる。森林経済からの報告書⁸⁾を参照願いたい。



写真1 60%強度間伐スギ林区での冠雪害の例



写真2 ヒノキ林での列状間伐の例

2. 選木作業が省ける列状間伐

間伐木を選定する作業はかなりの経験と労力を要する。このため、この選木作業が省ける列状間伐は、省力化が図れる作業としてすでに昭和40年代半ばより関心がもたれてきた。それには、1伐2残（植栽列単位で1列伐採したら2列残して、また1列伐採するという繰り返し）とか2伐3残など、さまざまな伐採様式が試みられてきた（写真2）。

この列状間伐であるが、単木的な間伐に比べてある空間のみが疎開されることになる。このため枝の張り方が不均衡となり、肥大成長は偏奇的な成長を示すといわれている。しかしながら、針葉樹に限っていえば、幹の肥大成長にそのような形状は見られない。間伐処理後は、単木的な間伐と同様、それらしい肥大成長が促されることも確認されている。

こうしたこともあって、近年、国有林等では、初回間伐の場合、この列状間伐が推奨されている。列状間伐は選木を必要としない機械的な間伐方法でもあり、林分の構造が列によって大きく変わらないとすれば本数間伐率と材積間伐率は一致することになる。従って、先に挙げた間伐率の上限を35%とするといった施業要件の変更は間伐率33%に相当する1伐2残の列状間伐を念頭に置いたものといってもよいだろう。

列状間伐は、列単位で伐採することから、森林所有者の中には虎刈り状で見苦しい、まとも（いわゆる点状間伐）でない間伐を取り入れるまでして間伐はしたくないといった声もあるやに聞く。しかし、高性能機械の導入を容易にすることを含めて、低コスト化が図られるということで、この方法での間伐は徐々に浸透しているように思われる。

この機械的な間伐法は、大きな木も小さな木も、また真っ直ぐで形質の良い木も、悪い木も、一様に伐採される。このため、太くて真っ直ぐな木は、他の材が売れなくとも、市場での取り引きの対象になりうる。これが列状間伐の利点とされてきた。しかし、6,7 齢級のスギ林で実施された最近の事例でも、現在の市場価格では流通経費の面から採算が取れず、素材としての取引はなされなかった（吉野ら 2010）。ただし、この吉野らの論文でも木質バイオマス資源としての利用の可能性は高いものと指摘している。

ところで、この間伐処理を行った後、次回はどのような間伐をすべきかがしばしば論議される。緩傾斜地の南米サンパウロ近郊のマツ林では、縦、横、さら斜め方向2回の計4回、列状間伐を繰り返し実施していた⁶⁾。このような方法を採用する箇所は日本ではまずないのではと思われる。早急に賢い次の1手を考え出さなければならない。

さらに、近年、列状間伐が実施された林分は、風害に弱いと問題視されることが多い。各種間伐が施された林分では、間伐当初は特に、風害、冠雪害を被りやすい。間伐の効果や、影響等を評価する場合、注意すべき点は、比較対照となる林分をいくつか設けておくべきであるということである。無処理の林分があるべきは当然として、例えば、2伐3残の列状間伐を評価する場合、同じ間伐率の点状の間伐林分を設けることが最低の条件と考える。それとともに、できれば1伐2残の列状間伐とそれに匹敵する点状の定性間伐の林分を設けるなどすれば、さらに良いが、多くの場合最

低条件を満たすだけでも難しいのが実態だ。しかし、こうした条件下で2伐3残や、1伐2残の列状間伐で多くの風害木が生じたなどすれば、列状間伐は風害を受け易いということが明確になろうが、単に列状間伐した林分で風害が生じたとしても比較する林分がない状況では、それで直ちに強風に弱いということは無理であろう。列状間伐での風害発生の問題以外にも、間伐の影響を評価するに当たっては、無処理の林分など比較対照の林分を設けておく、これによってきちんと比較し、評価していくことを是非とも勧めたい。

3. 手遅れ過密林分での巻枯らし間伐

植栽後、密度調整がなされていないと密で細い(形状比が高い)いわゆるモヤシ状、あるいは線香状といわれる林分となる。こうした林分に少しでも強い間伐を施すと、前述したような強風、湿雪等の被害の危険性が極めて高いといわれている。

そのため、間伐手遅れの過密な林分の間伐は、ごく弱い間伐で、しかもそれを繰り返し実施しなければならない。しかし、それでは間伐をしたくてもできないという現在の林業事情にそぐわない。こうした中で取り入れられた間伐が、巻枯らしという技術を用いた間伐法である。

ここで巻枯らし間伐について簡単に紹介しよう。巻枯らしとは、生立木の形成層を一周ぐらりと切断して、樹冠から根への同化生産物の流れを

絶ち、また根から樹冠部への水分供給を絶って枯らしていく環状剥皮というものである。あまり有用でない暴れ木状の個体をこの方法で枯らすなど、技術的には古くからあった。方法としては、手鋸・鉋あるいはチェーンソーを用い幹にぐりりと1cm以上の切り込みを入れる、ついで切断面がつかないように鉋目を入れる、さらに50cmほどの長さで樹皮を剥ぐというものである(写真3)。

これの利点は、伐倒しない作業のため、安全性が高い、省力的である、徐々に葉を落とすことになるため林内は急激な環境変化が生ぜず、残存木に与える影響が穏やかであるといったことがあげられる。これに対し欠点は、枯死後樹冠が枯れた葉で真っ赤に見えることになり見栄えが悪い、枯立木を伐採しようとする、と、重心がはつきりせず、生立木の樹冠部のような重みがないので倒れにくく処理が面倒、さらに枯れて数年経過してから処理した個体すべてが倒伏に至るまで、処理木は朽ちた枝や途中から折れた幹の落下、根倒れといった極めて危険な状況がついてまわるといったことがあげられる(写真4)。林内に入るには十分すぎるほどの注意が必要となる。

また、丁寧に巻き枯らし処理すれば所定の効果は得られるが、一般的な処理では1割前後は枯れずに生立している個体が認められるようだ(未発表)。そうした傾向は、スギとヒノキでは前者の



写真3 巻枯らしの様子



写真4 巻枯らしされた個体の根倒れ

ほうが強いかもしれない。

現在、二酸化炭素吸収源対策の一環として間伐が実施されており、手遅れの過密林分は減りつつあることから、巻枯らし処理は減ったように感じられる。しかし、これまでに巻枯らしが実施された林分の問題点を整理し、必要な対応策を検討しておくことは、再度脚光を浴びる時代の到来に備え、重要なことと考える。

4. 点状・単木間伐から面状・群状間伐へ

現在、複層林化、長伐期林化、針広混交林化等の非皆伐施業の実施を実施する中でどのような方式が適当かが検討され、その1つとして長期育成循環施業の展開が図られている。

長期育成循環施業とは、10～18齢級（46～90年生）ほどの人工林を対象に、皆伐せず15年ほどの間隔で数回抜き伐りし、初回の抜き伐り時には下層木を植栽もしくは天然更新を図ることによって、複層状態の森林に誘導するものである⁴⁾。これには2つのタイプが想定され、1つは将来にわたり水源涵養・災害防止といった水土保持の森林を目指すタイプで、抜き伐りは単木的に40%以下の伐採率で行うことが推奨されている。これは、これまでのさまざまな施業方式と同様といって良いだろう。一方のタイプは、木材資源の循環利用を念頭に置いたもので効率よく施業を進めるために、残存木の樹高の2倍の幅まで伐採率は50%以

下で带状あるいは群状に面的にまとまりを有した伐採が推進されている（写真5）。

これらの中で、特に後者のような施業方法であれば、針広混交林化、広葉樹林化といった多様な森林作りにも点状・単木状に抜き伐りし、下木を育てるよりもやりやすいものと思われる。すなわち、この面的な間伐、特に带状の間伐は、先に述べた列状間伐の伐採列において、残存木の樹高にもよるが数十mに相当する幅の列、すなわち20列前後の立木を伐採するものと合致する。言い換えれば20伐20残といった特殊な列状間伐の形をとることになる。20列ほどの残存帯をどう管理するかは、別個に検討を要しようが、この程度の幅があれば針広混交林化として、広葉樹を植栽、生育させることは十分可能といえよう（写真6）。

繰り返し木材生産を行う、いわゆる持続的な林業を行うには、面状・群状に伐採する方が、上木を抜き伐りする際に下木に傷害を与えなくてすむ、下木に相対的に光を多く与えることができるなど職人芸的な技術を要せず効率面で優れており、機械化、省力化を目指す中で、今後主流な伐採・更新様式になると考えられる。しかしながら、残存帯の林分の保育管理については、今後、検討を要しよう。場合によっては長期育成循環施業での2つのタイプの折衷的な取り組みもあるべき方向の1つといえるかもしれない。



写真5 筑波山麓の長期育成循環施業の例



写真6 30m × 30mの群状区での広葉樹植栽1年目

Ⅳ. 薬剤に係る間伐での局面

こうした各種間伐作業の中で林業薬剤の出番を考えてみたい。先にもふれたように間伐して搬出しても、材価が低く収益を得られないとなると、切り捨て間伐とならざるを得ない。林道近くで、かつて見た例では、国道脇の林分で径級的に一定程度の大きさがあっても、伐採された材が切り捨てられたまま放置されていた。こうした材も当然ながら木質バイオマスの資源と見ることができるが、森林・林業関係以外の木質バイオマス資源をどのように利用し展開させるかを検討しているこの分野の専門家にとっては、捨てられたタダの資源と映るらしい。実際、木質バイオマス利用のモデルを構築、その収支計算をする際、切り捨て間伐材の値段はゼロとして始まる事例を耳にしたことがある。門外漢の人にとっては、切り捨て間伐材はまさに捨てられた資源なのであろう。

現在進められている間伐には、利用（搬出）間伐と名付けられているものがある。利用間伐自体、物珍しいといったものでなく、古くから使われてきた用語であるが、搬出間伐は聞きなれた用語という範疇にはない。たぶん、これは材が搬出されることにより、木質バイオマス利用も含めて、材は利用されますよという期待をも込めた意なのであろう。

一方、切り捨て間伐された材であっても、ある程度の材のまとまりがあるまでそのままにし、数年後に搬出される例もあるだろう。このような場合も考えると、後述するような間伐材へ薬剤を注入するといったことは限られたものになってくるかもしれない。それらをふまえて間伐作業の中で林業薬剤の出番を見ていこう。

勉強不足で多くを見いだせないが、その1つは、巻枯らし間伐の効率化、徹底化を目指すものである。しかし、これはすでに一部で薬剤登録に向けた調査、開発がなされている。また、巻枯らし間伐では、欠点とされる処理後、樹冠が真っ赤

になって見苦しいというものがある。これへの対応は今後あるかもしれない。

ついで、森林における炭素循環、炭素固定に関わる話題になるが、切り捨て間伐材の分解速度を進めたり、遅らせたりといったものがあるであろう。林床上の材分解の問題であるが、それは言い換えれば、材の防腐的な効果の期待を、あるいは木材を効率的に腐朽させる菌を見いだすことを意味すると言ったことになり、新鮮味に欠ける。

同じように新しさはないが、繰り返し木材生産を目指す、帯状・群状の抜き切り、すなわち先に述べた面的な伐採による長期育成循環施業が広く展開されることになれば、下刈り等を必要とする場面は増えることになる。間伐作業ではないが、上記の初期保育施業の一環として除草剤など薬剤利用の出番というのは増えてくるのではと考えられる。

参考文献

- 1) 藤森隆郎 (1996) 間伐 森林の百科事典 236-237 丸善
- 2) 関東・中部林業試験研究機関連絡協議会：過密人工林の間伐—研究成果と行政の取り組みに関する事例集— <http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/kanchu/num33/20seika/kamitu.pdf>
- 3) 日下慶・菅原泉・上原巖・佐藤明 (2008) 間伐強度を異にした負の木人工林の5年間の現存量変化 関東森林研究59: 177-180
- 4) 三重県環境森林部：三重の森林づくり http://www.eco.pref.mie.jp/shinrin/07/zrn_knbt/choki.htm
- 5) 林野庁：第5期保安林整備計画の変更の概要 <http://www.rinya.maff.go.jp/puresu/h14-3gatu/hoanhenkou/s-02.htm>
- 6) 佐藤明・V.B. オズマール・マルコ A.O. ガヒード (1995) 列状間伐は何回まで繰り返しが許されるか？—スラッシュマツ人工林での例— 林業技術 645: 7-10
- 7) 佐藤大七郎 (1965) 造林学 172p 朝倉書店
- 8) 森林総研四国支所 (2010)：間伐遅れの過密林分のための強度間伐施業のポイント 20PP
- 9) 吉野聡・矢部和弘・佐藤孝吉 (2010) 列状間伐による木質バイオマス利用の可能性 農大農学集報 55: 31-37

～樹木医寄稿～

林業技術と樹木医の仕事 —過去の研究生活を振り返って今の仕事に生かしたい—

野村 静男*

はじめに

筆者は昭和32年4月から昭和60年3月まで埼玉県林業試験場に勤務し、県の林業がかかえる諸課題に取り組み研究に従事して来ました。専門は造林（育林）ですのでその面に限りますが、いろいろと試験しました。深く掘り下げる研究ではなく、広く浅いものです。

この時取り組んだテーマは、スギ苗の赤枯病防除、スギ苗の健苗育成（徒長防止）、苗畑除草剤（雑草防除）、早期育成林業（林地肥培、外国樹種の導入、九州産スギの現地適応）、スギ・ヒノキ幼齢林の寒枯れ防止、民有林適地適木調査（土壌調査）及び土地分類土壌調査、林地除草剤施用による地拵及び下刈り作業の省力化等々です。

その後、県を退職し昭和60年4月から現在まで自家にて農林業に従事しておりますが、平成8年に第1期の樹木医になることができ、以来樹木医の仕事も細々とやっております。県林試に在職中も、また退職後も幸い林業薬剤協会の林業用薬剤（主に林地除草剤）の開発試験に参画させていたでいます。以下、上記の筆者が取り組んで来たテーマの中から、いくつか取り上げて記し検討したいと思います。

1. 早期育成林業

今となっては大変耳慣れない言葉ですが、戦後は外材が輸入される（昭和45年くらい）まで、木材は不足し高騰しました。そこで早く木を大きく



する育て方を研究せよとの至上命令で国や県をあげて取り組みました。

（1）先ず林地肥培（施肥）です。今まで山に施肥することなど無かったわけで、施肥の効果は大きいものと考えられたのです。スギの幼齢林と壮齢林を対象に幼齢林では施肥により造林木の成長を促して林分を早く閉鎖させ、下刈を早く終わらせることで、壮齢林では材積成長を増大させることです。施肥量はたとえば壮齢林でhaあたりN100～150kg、 P_2O_5 及び K_2O では夫々Nの半量です。その後続けて2年くらい当初の60～70%を施すのが良いとされています。

実際の施肥結果では幼齢林では施肥木は大きく育ちましたが、雑草木も繁茂しました。一時草刈に多く労力を要したわけですが、全体的には下刈期間は短縮されて早く成林したわけです。筆者の

* 樹木医

NOMURA shizuo

行なった壮齡林（約20年生）への施肥で、1回施肥したスギ林では、施肥後何年間か成長量は増大しました。しかし、その後10年ほど経って試験林を調べた結果は施肥区も無施肥区も木の大きさに殆ど差がありませんでした。1回程度の施肥では無施肥区も施肥区に追いついてしまいます。また、急斜地の施肥では肥料分は流亡して効果は無く、平地のスギ林では効果の高い事例が多く見られました。また、実利的には伐採予定5年前に施肥し材積を増大させて販売する方式が良いとされました。

（2）は外国樹種の導入です。外国産の早く大きくなる木はないかということで、アメリカ原産のテーダマツ、スラッシュマツ、ストローブマツ、イタリアの改良系ポプラ、オーストラリアのユーカリ等の苗木を養成し、県内各所に植栽しました。このうちアメリカのテーダマツは瘦地や乾燥に耐えて、成長量が日本のアカマツよりもはるかに大きい。日本のアカマツは春先にだけ1回シュートを伸ばし、その後は年内は伸びないが、テーダマツは春から秋までに2、3回シュートを伸長させる面白い性質があり、このため成長量を大きくしている。しかし日本の雪に弱く、植栽後もしばしば冬季雪害を受け、倒伏したり、枝が折れてしまったりし成林しませんでした。スラッシュマツも同様です。ストローブマツは耐雪性があり雪折れは少ないが成長量は小さくなく、また材質は軟らかいので建築材には不向きとのことでした。アメリカ原産のマツはいずれも本県では不適でした。

イタリア改良系ポプラ（アメリカ種×欧州種、人工交雑育成種）は在来種のポプラとは全く違い樹形も横枝がはり、材質も優れています。イタリアでは水田地帯の境畦などに植栽され、木材資源として大きな位置を占めています。東京大学の森林植物学の猪熊先生が研究されておられ、同先生からこれらのポプラの原種穂木10数品種をいただいて挿木（鉛筆くらいに切った幹の頂部を少し

出して埋幹する）し、満2年生の2mほどの苗木をつくり、山地や畑に植栽しました。この結果は、山地の土壌の浅いところでは伸長せず、夏期にはシャチホコ等に葉を食害されて枯死木も多く、成育不足、成林しませんでした。畑地の土層の厚い肥沃のところでは、よく成長しました。ところが、畑地植栽の立派に成林したポプラも残念なことに、その後台風のために、大半が根倒しになりこれを引き起こしましたが、半分以上の根系が切断されているので成育は振るわず、その後もしばしば風害等を受けて倒れ、遂に成林しませんでした。

その他ユーカリは比較的耐寒性の大きい品種を試植したが、数年間成長したものの寒波の襲来した年の冬期に低温のためほとんど枯死しました。メタセコイアも挿木苗をつくり各所に試植しましたが、山地植栽の土壌の痩せこけるところではほとんど成長せず成林しませんでした。メタセコイアは土壌条件さえよければ大きく成長しますが、材質は軟らかく木材としての利用は出来ませんので、林業樹種としては除外され、造園の方にまわしました。メタセコイアは庭園樹として円錐形の樹形は端正で、また新芽、紅葉は美しく、すぐれた造園樹種と思います。

結局、外国樹種はいずれも林業樹種として導入できないことが実証されました。山地や畑地で自然環境に100%さらされている植栽樹木は、気候風土の違ったところから持ってくること自体、所詮無理だったわけです。他の農業分野の園芸部門では、外国産のもの等は人工的な環境の中（屋内・フレーム等）で生育させて成功しています。外国樹種を扱っているうち、いくつかの興味ある現象に気がつきました。テーダマツは日本のアカマツ等と違い生長期にシュートを伸ばし一時休止するが、その後再びシュートを伸ばし、更にシュートを伸ばして少なくとも3段は伸長する。

日本のアカマツ等は春～夏に1段伸びるだけでその後は伸長しません。3段階も伸長するテーダ

マツは1段しか伸びないアカマツ等に較べて成長量が大きくなるものと思われます。

また、テーダマツの発芽した1年生苗は、秋まで休まずに伸長を続けます（日本のアカマツも同じ）が、このシュートを途中で切断し、切断したものを鹿沼土などに挿しつける（植える）と、活着率100%で、よく発根し、細根の多い、低い苗高の健苗を得ることができます。日本のアカマツでも同様に1年生のものは容易に発根し、丈の低い苗ができ盆栽用に使われると聞いております。

また、イタリー改良系の苗木養成で、土壌のPHを5～8の4段階に変えて試験区をつくり、同じ品種の苗をそれぞれ違ったPHの試験区に植栽したところ、成長状況はPHの高いところのものほど伸長量が多かったが、大差はありませんでした（有意差はない）。しかし、区内の雑草の発生量に大きな違いがあり、PH7, 8の区ではほとんど雑草の発生が無く、PHの違いが雑草の発芽生育に大きく関係することが分かりました。

（3）九州産スギ品種の現地適応試験は、著名な九州の挿し木品種を九州外ではどの程度成長するか、という国の一大テーマの中で、私のところはアカスギとアオスギを植栽して、その育成状況を調べました。苗木はアカスギは熊本県阿蘇から、アオスギは宮崎県高千穂からもらい、夫々県内に植栽しましたが、いずれの品種も地スギよりも成長が劣り、特にアオスギはアカスギよりも成長しませんでした。気候、風土が違えばスギでは適応できないのです。当然といえば当然で、特に気候（温度）の違いが大きな要因だと考えられます。

2. スギ・ヒノキ幼齢林の寒枯れ防止

埼玉県の北向き山地に植栽されたスギ、ヒノキは、植栽後5年間位冬期の寒さで枯死するので、この防止対策が県の重要な課題でありました。毎年被害が発生し枯死するわけでは無いのですが、冬期著しく低温で雨量の少ない年には必ず多発し、甚大な被害を及ぼしました。

この寒枯れの発生場所は山地の北～北西面で、冬期日照は無く、北西の季節風がよく当たり土壌は深い所（30～50cm以上）まで凍結しています。標高は150mの低いところでも発生しています。

スギの耐凍性は冬期には -20°C なので、 -20°C までは細胞は枯死しません。寒枯れの発生する秩父地方の林地を気象観測しましたら、一番寒い年でも -15°C を越えないので、凍死による枯死ではないことが分かりました。そうなる乾燥害ということになり、枯死する要因は、先ず寒さで土壌が深く固結し、その凍結層の中に植栽木の根系が全部入ってしまうため、根から水分の吸収は大きく阻害されているのに、地上部は北西の季節風を受けて葉が振動し水分を蒸散させているので、次第に葉は乾燥し、ある含水率を超えると復元できず枯死の方向に進みます。その時期は2月上旬（節分の頃）です。スギ苗の根の基部をゆるい低温で冷却させ、水の通導を阻み、地上部は葉から水分を蒸散させると、次第に葉は含水率を低下させて終いに枯死することを、北大の低温研の酒井先生が実証されました。寒枯れは生理的乾燥害で寒風害です。

従ってこの寒風害を防止するにはその要因を除けばよいわけです。即ち、土壌を凍結させないようにする。実験的には土中にニクロム線を張り電熱を与えれば凍結しないが、山では出来ない。地上部土壌表面を何かで被覆し寒さを出来るだけ遮断する。被覆材料には、稲藁、ポリマットなど断熱材を利用する。地上部植栽木に風が当たらないように防風垣（帯）を設ける。樹体（枝葉）をポリエチレン等の袋で包む。地上部樹木からの蒸散量を少なくするため枝葉を適宜剪定する。

これらの防止対策は、単独あるいは組合せて実施し効果をあげていますが、冬期極低温（ -8°C ～ -10°C ）で降水量の極小量（12月～3月で5mm以下）の年等の激害年では効果は十分とはいえません。一番効果のある方法は一部の篤林家の人が実行している「土^ど伏^{ふせ}」あるいは「寒^{かん}伏^{ふせ}」

という方法です。これは晩秋から初冬にかけてまだ土壌が凍っていないときに、植栽木を傾斜の上方に倒し、その木にスコップ等を用いて周囲から土をかけて樹体を土で被覆する方法で、枝葉が全部土で隠れるようにします。こうしますと冬期には植栽木も被覆した土も凍っており、土壌凍結が無くなった4月下旬～5月上旬に被覆された土を払い、木を起こします。この木の針葉は濃緑を呈しており、完全に生存しております。冬期土に被覆された中の温度は、外の気温が低くても-2℃くらいであり暖かく、枝葉は風に当らずで水分を飛ばさないで、寒風害は起こらないのです。この方式を木を倒すことができなくなる大きさまで(樹高2～3mぐらいいまで)数回実行し、樹高が大きくなると寒風害を受けなくなり成林します。

また、効果の高い施業は林内あるいは樹下植栽方法です。寒風害常襲地にアカマツを先行植栽し、数年後のアカマツによる軽度閉鎖されたその林内にスギまたはヒノキを植栽すると植栽木は枯死しません。アカマツ林内は、北向き斜面であるが、土壌凍結が浅く、凍結がゆるくさらさらとしています。また林内は暖かく同時に風力を減じさせてくれます。アカマツの針葉は光を通します。結局林内植栽の樹木は根から水の吸収も行なわれ、地上部の蒸散も少なく、光による光合成作用等も行なわれるので枯死しません。

また、スギを北向き斜面の10～20年生のコナラ、ヤマザクラ等の落葉広葉樹林内へ植栽してみました。林内は冬期の土壌凍結が浅く、ゆるく、風も減少しています。スギ植栽木は枯死したものはありましたが、枯死率は低く、林内(樹下)植栽の効果は大きいです。然し広葉樹林では夏期に枝葉が繁茂し、林内が非常に暗く、植栽木は光量不足で成長せず次第に枯死します。林内の相対照度5%以下の光量ではスギは枯死します。健全に成育するためには相対照度を20%まで高めなければなりません。このためには広葉樹を適宜間伐する必要があります。過度に間伐すると林内の保護

力が減少します。その辺りの施業は中々に難しいようです。

寒風害を防止する有力な手段は耐寒性品種の利用です。県内の常襲寒害地の中に稀に生存しているスギ、ヒノキの個体があり、これを選抜して挿し木で増殖(クローン)し、その苗木を別の常襲寒害地へ植栽しました。選抜育種です。この結果寒枯れしない耐寒性のクローンを数個体発見できました。これらクローンは、材積、材質の秀でた精英樹のクローンとともに耐寒性品種として県の育種園に集植、利用されています。

3. 適地適木調査(民有林土壌調査)及び土地分類土壌調査

戦後の荒廃した森林を復興させる基礎として重要な森林土壌の調査は、国有林では各営林局を単位に昭和22年から、民有林(都道府県の公、私有林)では昭和29年から適地適木調査事業として行なわれました。土壌調査の方法は大政先生の「ブナ林土壌の研究」に準拠した土壌型に、いくつかの土壌型をくわえた土壌分類方式に則したものです。埼玉の場合も昭和33年から、旧国立林試の土壌部の御指導を受け実施し土壌図を作成しました。また、昭和37年から経済企画庁からの委託による今後の国土開発として重要な「土地分類土壌調査」がはじめられ、農地は農業試験場、林地は当林業試験場が担当しました。この作業は昭和50年まで続き、全県下の5万分の1の図幅に土壌図を完成させました。この土壌調査では山地の同じ環境と思われる広がりの中に標準的な場所を選定し、試孔を掘り、土壌断面(深さ1m×横70cm～1m)を精査し、土壌型を確定し図示します。土壌断面は、この土地の長い期間の全ての環境を缶詰めにして表示されたものと考えられるので、逆に土壌断面を調べることで環境を掴むことができます。土壌断面について、層位区分、構造、堅密度、水温状態、土性、土色、腐植の含有量等を調べることで多くの知見が得られます。

4. 林業用薬剤の苗畑及び林地への適用

(1) 苗 畑

昭和30年代はスギ、ヒノキの育苗で、播種床、床替床を対象に薬剤による雑草防除に取り組み、供試薬剤としては今は使われていないものもありますが、シマジン (CAT)、ニップ、ゲザミル、トレファノサイド、MO 等です。これらの薬剤使用方法を確立しました。特に床替床では、夏期30日～40日間完全に雑草を発生させないことを目標に、シマジンを m^2 当たり0.1～0.2gに少量のニップを加えることで(これを300ml/ m^2 の水に溶かし土壌散布)が成功しました。

その他大分記憶が薄れてしまいましたが、スギ苗の徒長防止(秋伸びを抑え健苗を育成する)に薬剤としてMH-30(マイレン酸ヒドラジッド)やB-ナインを使いその効果を検討しました。うち、MH-30は薬効が顕著で散布処理後ほとんど伸長しませんでした。この苗を山地に植栽したところ活着率が非常に向上しました。しかし、植栽苗はその後2年ほど伸長せず、また頂天から芯が数本立ったものが多くこれを一本に整理しなければなりませんでした。

また、蒸散抑制剤として、グリーンナー、ミクロン等の効果も検討し、その効果度を確認しました。

(2) 林 地

一つの森林を造り上げるのは大変で、特に、山地に植栽後植栽木が雑草木との競合から抜け出すための下刈り(刈払い)作業は重労働であり経費もかかります。この下刈作業の省力化・低コスト化を図るため林地除草剤が開発されました。林業薬剤協会・林野庁の御援助と特に宇都宮大学の竹松先生の御指導により林地除草剤が体系化され筆者も幸い現地実用化試験に参画させていただきました。

地拵、下刈用の主な薬剤としては、塩素酸ソーダ(水溶剤・液剤・粉剤・粒剤)フレノック(粒

剤・液剤)アーグラン(液剤)ザイトロン(微粒剤・液剤)ザイトロンフレノック(ザイトロンとフレノックの混合剤・微粒剤)ケイピン(楊子状の木針)等が使われております。塩素酸ソーダはササ、ススキ、クズにも効果を発揮し、フレノックはイネ科のカヤツリグサ科、ササに効果があり、ザイトロンはクズに単効があり、ザイトロンフレノックはクズ、かん木類に効果のあるザイトロンとササ、ススキに効果のあるフレノックの両者を併せた効果があり、ケイピンはピクロラムを含浸させた木針をくずの根や茎に挿しこみ効果をあげております。最近ではグリホサート(アミノモウム塩、カリウム塩)が使われ、一般の雑草には勿論、くず等のつる類、有害竹類の防除に大きく効果をあげており、今後の使用が期待されます。

5. 樹木医になってから気付いたこと

今まで、林業とくに造林関係の課題と取り組んで来ましたが、以下樹木医となってから気付いた二、三の点を補足したいと思います。

(1) 自然土壌と人工土壌

樹木医の対象とする土壌は通常自然の土壌ではありません。畑の土、客土したもの的人工につくられたもの等と自然の土壌とは大変違ってきます。森林内の自然の土壌では地表に A_0 層(有機物層)があり、 A_0 層は上からL層(落葉層)、F層(腐植層)、腐植層(H層)に分かれて構成されています。この A_0 層のあるおかげで降雨等により絶えず水分や養分が土壌に供給され浸透していきます。また人間による踏圧等も受けません。

人工土壌の例えば客土等によりつくられた屋上庭園等では、上から有機物の供給が行なわれないので、当初は物理性の良好な土壌も次第に固くしまっていきます。時には、踏圧を受けこれを助長します。このため、根の伸長が抑えられ植物の生育は不良となります。また土壌のPHが高くなって来ます。東京の某ビルの屋上庭園は開園後7年



経っていますが、その土壌のPHは7～8です。日本の森林土壌は普通5.5～6.5で、これに適した樹木が生育しています。従って日本の在来樹種では生育が不良となります。さらに人工土壌の場合には、土壌中に微生物が少ない。肥料は微生物により分解され植物に吸収されるので、時に菌根菌の施用等も必要になって来ます。

森林内の土壌調査では、前述しましたように土壌断面の調査が基本となります。

人工的に造成された庭園等では要点となるところの土壌を掘り（試孔）、その断面を熟視します。樹木の地下部の根の状態等も勿論調べられます。樹木医は、地上部の状態（枯死枝、空洞、病虫害の状況）は見るが、地下部を見ないことが多い。筆者も失敗の苦い経験があります。某所の大きいカエデで樹勢は衰弱してはいるが、枯死していない。幹におおきい空洞があり、枯死枝も多いが生存枝もある。そんな木の状況ですが、この木の空洞から雨水が浸入し幹を腐朽させていると考え、空洞内を清掃、トップジンMペーストで殺菌処理後シリコン樹脂で被覆しました。なお、木の周辺に化学肥料を施し、表層の土壌と混和させました。この結果、全く効果はなく、1年後には枯死

しました。その原因は根にあり、筆者が地上部の手当をしていた時にはすでに地下部特に細根は殆ど死んでいたのです。当初、木の周辺を試孔し、その断面を見れば、根の状態はどんなだったか分かったはずですが。人工土壌については特に断面調査を行い、土壌の厚さ、根の分布、土壌の堅さ、水湿状態等を調べるようにしたい。これらの因子は樹木の成長、生枯に大いに関与しているのです。

（2）浅根性樹種と園芸品種

樹木医の対象とする樹木類は非常に多いが、筆者が扱ってきた樹種はスギ、ヒノキ、サワラ、マツ類等であり、これらの樹種に限り根系をみますとマツ類やスギは深根性樹種であり、ヒノキとサワラは浅根性樹種といわれています。しかし、ヒノキは側根もありますが直根も発達しており、サワラは直根が無く側根が多い。それ故、サワラは土壌の方からみて、土層が厚くなくとも表層の栄養分のあるところが少しあれば、そこに側根や細根を伸長させ、樹体を支え、養水分を吸収し成育できます。山地の渓流の中瀬の湿性の土壌でも表層が乾燥していればサワラは立派に成立しているのをしばしば見ました。ただし、このようなところのサワラは、ある年限を経過すると幹の心材部が腐朽し、それが進行して、中心が空洞になってくるようです。

造園材料としては、サワラの変種として、ヒヨクヒバ（イトヒバ）、ヒムロ（ヒムロスギ）、シノブヒバ等が用いられていますが、これらはサワラの性質を受け継いでいるものと考えられます。また、ヒノキの変（品）種として、チャボヒバ（カマクラヒバ）、クジャクヒバ、スイリュウヒバ等があり、これらは当然ヒノキの性質を保持していると考えられます。両者の違いを考慮して造園を進める必要があると思います。

（3）植栽木の深植えと樹勢の衰弱

育苗においては床替の際、苗木を極端に深く植

えると、根の地際部に近いところから新しい根が発生し、元のあった下部の根は次第に衰弱してきます。通常2段根という上下2段の根系となり苗木としては不良です。同時にこのような苗木は光合成エネルギーが新根の方に主に使われ、地上部の成長も良くありません。

このような現象を植栽木でも経験しました。平成6年秩父郡内の某小学校の校庭にある大樺（目通り周囲3.3m・樹高20m）の樹勢が不良で分岐枝葉の半分が殆ど枯れており、次第に樹全体が枯死に向かうのではないかと危惧され、対策を依頼されました。調査の結果は、8年前に校庭を拡張整備し、その際全体を1m程盛土したのですが、樺のところは低いところで1.5mぐらい埋め立てられたとのこと。

そこで幹に近いところの土を掘ってみると沢山の細・中根が発生しておりました。しかし、その根は樹の中心から1～2mの狭い範囲しか伸びておりません。この樺では、元の根は地中深く入り酸素不足で次第に衰弱枯死し、上部の新しい根はまだ十分に伸長していない。樺の樹体を維持成長させるために必要な根が不足しているの、生理的に地上部の枝葉をコントロールし、枯死させていると考えられます。地下部の根が十分に伸長

し、養水分を吸収できるようになれば自ずと樹勢は回復するが、それまである期間が必要です。

そこで樺の樹勢を回復させる方策としては、施肥による根の伸長と栄養の補給です。根の伸びている先端の外側の土壌を円環状に掘り、そこに肥料と土壌改良剤を施しました。肥料は完熟のバーク堆肥、油粕及び化成肥料です。土壌改良剤はゼオライト等です。同時に枯死枝の除去と腐朽防止のための殺菌剤塗布、幹枝の空洞の手当等実行し、その後急速に樹勢は回復しました。

おわりに

「木を見て森を見ない」といわれますが、筆者は今まで「森を見て木を見ない」ではなかったかと思います。樹木医になり、通りがかりの公園の木や街路樹等にも、1本1本どうなっているか、空洞はないか、茸は生えていないか等、眼を向けるようになりました。対象となる樹勢の衰えた木であるならば、何故そうなったか（原因）を先ず考え、その方法は等、その木を鋭く見つめなければなりません。今までの経験を生かし、**樹木医**として一層智識と技術の向上に努力精進していきたいと思います。

禁 転 載

林 業 と 薬 剤 Forestry Chemicals (Ringyou to Yakuzai)

平成22年12月20日 発行

編集・発行／社団法人 林 業 薬 剤 協 会

〒101-0032 東京都千代田区岩本町1-6-5 神田北爪ビル2階

電話 03 (3851) 5331 FAX 03 (3851) 5332 振替番号 東京00140-5-41930

E-mail : rinyakukyo@wing.ocn.ne.jp

URL : <http://www4.ocn.ne.jp/~rinyaku/>

印刷／株式会社 スキルプリネット

定価 525 円

安心・安全な
樹幹注入式の松枯れ防止剤
グリーンガード®ファミリー
Greenguard® Family



だから
安心です！

グリーンガードファミリーは、樹幹注入剤で唯一、
原体・製品ともに「普通物」「魚毒性 A 類」に属していますので、
安心してご使用いただけます。



新登場

松枯れ防止・樹幹注入剤

グリーンガード®・NEO
Greenguard® NEO



ファイザー株式会社

〒151-8589 東京都渋谷区代々木 3-22-7

松枯れ防止に関するホームページ

www.greenguard.jp

松を傷つけない土壌灌注タイプ

農林水産省登録
第 21971 号

松枯れ防止土壌灌注剤

三石・Ⅲ・火気厳禁
飽和ジカルボン酸ジメチルエステル

ネマバスター

ホスチアゼート…… 30%

毒性：劇物 魚毒性：A類相当

● 特 長 ●

- ★ まつを傷つけずマツノザイセンチュウを防除します。
- ★ 樹の周りに土壌灌注処理する簡便な薬剤です。
- ★ 浸透移行性に優れており、根系から樹体内に速やかに吸収移行し、マツノザイセンチュウの運動を阻害し、増殖を阻止します。
- ★ まつの樹脂量に影響を受けず処理ができます。
- ★ 庭園松等の強剪定された松に対しても使用できます。
- ★ 本剤の効果持続期間は1年まで確認されています。

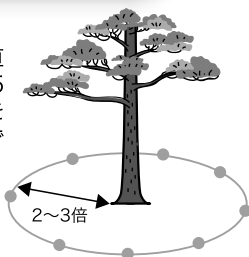


マツノザイセンチュウの写真



機械灌注処理

土壌灌注器(2MPa, 圧力: 20kg/cm²目安)を用い胸高直径の約2~3倍離れた、深さ15~20cmの位置に所定薬量を1穴当り2ℓを目安に等間隔で土壌灌注する。



施用溝処理

- ① 胸高直径の約2~3倍離れた位置に深さ15~20cm、幅20cm程度の溝を掘り、所定薬量をジョウロ、柄杓などで均一に土壌灌注する。
- ② 灌注後、薬液が土壌に浸透した事を確認し溝を埋め戻す。



石原テレホン相談室

イシハラ イーナ
0120-1480-57

<http://www.iskweb.co.jp/ibj/>

【製造】

ISK 石原産業株式会社

本社：大阪市西区江戸堀1丁目3番15号

【販売】

ISK 石原バイオサイエンス株式会社

本社：東京都千代田区富士見2丁目10番30号

ラウンドアップ マックスロードなら 竹稈注入処理で タケを枯らせませす!



使い方[注入処理方法]

処理適期：6～8月

2～3 cm

地上
30～
100 cm

- ①節から2～3 cm下に開けます。
- ②原液 10mℓ を穴から注入します。
- ③穴をガムテープ等でしっかりと蓋をします。

⚠ 注意事項：処理竹から15m以内に発生した竹の子を食用に供さないこと。また、縄囲いや立て札により、竹の子が採取されないようにすること。

処理時期	完全落葉までの期間 (モウソウチク)
夏処理 (6～8月)	3ヵ月
秋処理 (9～11月)	6ヵ月
原液をタケ1本ごとに10mℓ	

**夏期が
チャンスです!**
(もっとも早く枯れます)

完全落葉すれば、その後処理竹の根まで枯れます。

* 竹の葉が全て落ちた状態、この時期であれば伐採可能です。

農林水産省登録：適用の範囲及び使用方法					
適用場所	適用雑草名	使用時期	希釈倍数	使用量	使用方法
林地、放置竹林、畑地	竹類	夏～秋期	原液	5～10mℓ / 本	竹稈注入処理



ラウンドアップ マックスロード
THE NEXT TECHNOLOGY TO YOU



防除法について、詳しくは下記窓口までお問合せください。

**ラウンドアップ
お客様相談窓口**



0120-209374

携帯電話ウェブサイトからもラウンドアップ マックスロードの
【作物別使用方法】がご確認いただけます。
携帯電話から <http://www.roundupjp.com>



TEL:03-3669-5888
FAX:03-3669-5889

新しいマツノマダラカミキリの後食防止剤 林野庁補助対象薬剤

農林水産省登録第20330号

マツグリーン[®]液剤

- ① マツノマダラカミキリ成虫に低薬量で長期間優れた効果。
- ② 樹木害虫にも優れた効果を発揮。
- ③ 新枝への浸透性に優れ、効果が安定。

農林水産省登録第20838号

普通物

マツグリーン[®]液剤2

- ④ 車の塗装や、墓石の変色・汚染がほとんどない。
- ⑤ 環境への影響が少ない。
- ⑥ 周辺作物に薬害の心配がほとんどない。

剪定・整枝後の傷口ゆ合促進用塗布剤

農林水産省登録第13411号

トップジンM[®]
ペースト

作物名	適用病害名・使用目的
樹木類	切り口及び傷口のゆ合促進
きり	腐らん病
さくら	てんぐ蠟病
ぶな(伐倒木)	クワイカビ類による木材腐朽



株式会社 ニッソーグリーン

本社 〒110-0005 東京都台東区上野3-1-2
☎03-5816-4351 <http://www.ns-green.com/>

新発売

新しいマツノマダラカミキリの後食防止剤

殺虫剤 **モリエート[®]sc**

農林水産省登録 第21267号

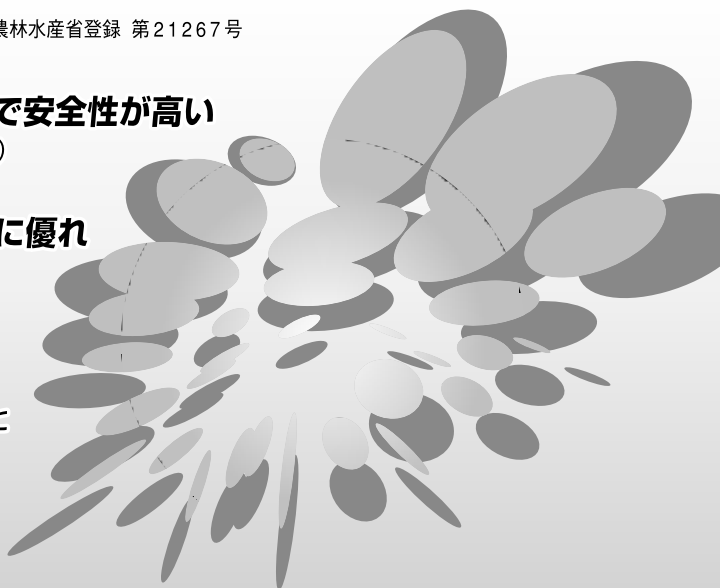
有効成分は普通物・A類で安全性が高い

(クロチアニジン水和剤 30.0%)

**1,000倍使用で希釈性に優れ
使いやすい**

(水ベースの液剤タイプ)

低薬量で優れた殺虫効果と
後食防止効果を示し、
松枯れを防止します。



製 造：住友化学株式会社

販 売：サンケイ化学株式会社 ヤシマ産業株式会社

これまでも、これからも

農林水産省登録 第11912号

クロレートS (粒剤)

農林水産省登録 第12991号

クロレートSL (水溶剤)

すぎ、ひのきの下刈りに。

製造



株式会社 **エッセー・イバイオテック**

〒103-0004 東京都中央区東日本橋1-1-5 COI東日本橋ビル
TEL.03(5825)5522 FAX.03(5825)5501

販売

丸善薬品産業株式会社 アグリ事業部

〒101-0044 東京都中央区鍛冶町2丁目9番12号
TEL.03(3256)5561 FAX.03(3256)5570

緑豊かな未来のために

人や環境にやさしく、大切な松をしっかりと守ります。

マツノマダラガミキリに高い効果

新発売 [乳剤剤型]

エコワン3 100~200倍希釈
フロアブル

商品登録番号 第20887号

(マダラガミキリに有効)

1500~3000倍希釈

エコワンフロアブル

商品登録番号 第20887号

(マダラガミキリに有効)

井関化学産業株式会社

〒100-8262 東京都千代田区丸の内1-6-5

TEL.03(5561)5111 FAX.03(5561)5112



バイエルクロップサイエンス株式会社

ニッバイ・リサイエンス事業本部 緑化園芸部

〒100-8262 東京都千代田区丸の内1-6-5 電話03-6266-7365



Bayer Environmental Science

多目的使用(空中散布・地上散布)が出来る

スミバイン® 乳剤

樹幹注入剤 **グリーンガード®・エイト**
メガトップ 液剤

伐倒木用くん蒸処理剤

キルパー40®

マツノマダラカミキリ誘引剤

マダラコール

頼れる松枯れ防止用散布剤

モリエート®SC

スギノアカネトラカミキリ誘引剤

アカネコール



サンケイ化学株式会社

〈説明書進呈〉

本社	〒281-0122	千葉県市川市栄町1丁目9番	TEL (0476) 236-6688
東京本社	〒110-0303	東京都台東区上野7丁目6-11番	TEL (03) 3845-7961
大阪営業所	〒532-0011	大阪市淀川区西成4丁目3-1 新築ビル	TEL (06) 8305-5871
九州営業所	〒811-0025	佐賀県鳥栖市神城町1152-3	TEL (0942) 21-3808

大切な日本の松を守る
ヤシマの松くい虫予防散布薬剤

○ネオニコチノイド系殺虫剤
モリエート SC (クロチアニジン懸濁液)
マツグリーン液剤 (アセタミプリド液剤)

○有機リン系殺虫剤
ヤシマスミバイン乳剤
スミバイン MG

松くい虫駆除剤

パークサイドF、オイル (油剤)
ヤシマNCS (くん蒸剤)

ハチの駆除剤

ハチノックL (巣退治用)
ハチノックS (携帯用)

作業性の向上に

あわけし (消泡剤)

自然との調和

私達は、地球的視野に立ち、
つねに進取の精神をもって、
時代に挑戦します。

皆様のご要望にお応えする。
環境との調和を図る製品や
タイムリーな情報を提供し、
全国から厚い信頼をいただいております。

野生獣類から大切な植栽木を守る

ツリーセーブ
ヤシマレント

くん蒸用生分解性シート

ミクストHG、NCS専用ガスバリアシート
ヤシマくん蒸与作シート



ヤシマ産業株式会社

本社 〒104-0045 東京都中央区築地 1-9-5 アロア築地ビル2階
工場 〒303-0007 茨城県筑西市折本 540 番地

TEL 03-5565-3161 FAX 03-5565-3164
TEL 0296-22-5101 FAX 0296-25-5159

少薬量と殺センチュウ活性で 松をガード。

有効成分は天然物で普通物※
少薬量の注入で効果を発揮
防除効果が5年間持続

※「毒物および劇物取締法」(厚生労働省)に基づく、特定毒物、毒物、劇物、の指定を受けない物質を示す。



松枯れ防止樹幹注入剤

マツガード®

農林水産省登録：第20403号

○有効成分：ミルベメクチン・・・2.0% ○人畜毒性：普通物

○包装規格：60ml×10×8 180ml×20×2

60ml×10×8(ノズルなし移し替え専用)

容量×入数

マツガードは三井化学アグロ(株)の登録商標です。



株式会社 エムシー緑化

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町1-7-7
TEL 03-6842-8590 FAX 03-6842-8593



三井化学
グループ

