

1987. 12 No. 14

苗畑除草剤(林業)の施用効果 1

MEP(スミチオン)乳剤のガンノズルスプレーによる
空中散布が環境におよぼす影響 6

松くい虫被害材の乾燥 12

山梨県林業技術センター

山梨県中巨摩郡白根町上今諏訪 850
〒400-02 Tel (0552) 82 - 4 2 1 0

苗畑除草剤（林業）の施用効果

長 田 十九三

1 ま え が き

林業苗畑の省力化は、除草剤にたよるところが多い。除草剤の施用は、本県でも各地域で使用され省力にいちじるしい効果をあげており苗畑作業上かかせないものである。

昭和 57 年に N I P 乳剤の製造が中止されこれに変わるものとして C N P 乳剤が登録され N I P の代替薬剤として使用されている。さらに昭和 60 年に、新薬剤クロルフタリム（ダイヤメート）水和剤が登録された。

これらの除草剤の使用にあたっては散布方法、また地域の立地条件によりその効果がいちじるしくちがってくる。そこで、これらの除草剤について県内の育苗地域で、施用試験をおこなったのでその結果を報告する。

2 試験地の概要

試験地は県内の育苗地域表-1の6個所を選定し、アカマツ、カラマツ、スギ、ヒノキの1年生床替え床を選んで試験を行った。

表-1 試 験 地

試験地No.	所在地	樹 種
1	北巨摩郡長坂町	スギ、ヒノキ、カラマツ
2	北巨摩郡高根町	アカマツ
3	北巨摩郡小淵沢町	ヒノキ
4	東山梨郡牧丘町	ヒノキ、カラマツ
5	塩山市上小田原	ヒノキ
6	南都留郡河口湖町	カラマツ

これらの苗畑での主な雑草は、イネ科のメヒシバ、キク科のヒメシオン、ヒメムカシヨモギ、スベリヒユウ科のスベリヒユウ、トウダイグサ科のコシキソウ、カヤツリグサ科のカヤツリグサ、トクサ科のスギナなどがある。

このほか雑草の繁茂する季節は種類により異なるが、春から夏にかけては、ハコベ、ノボロギク、イヌタデ、ノミノフスマ、ヒメムカシヨモギ、ハルタデ、夏には、メヒシバ、スベリヒユウ、アカザ、カ

ヤツリグサ、コニシキソウ、イヌタデ、ノビエなどがよく繁茂する。

3 試験の方法と材料

試験に用いた除草剤は表-2のとおりであり、表-1の試験地に5月下旬に設定を行うと同時に第1回（春処理）の除草剤の散布を噴霧器を用いてまきむらのないように散布した。

表-2 使用薬剤と散布量

除草剤名	基準施用量/㎡	増量区/㎡
ダイヤモンド（水和剤）	0.4 g	0.6 g
ゲザミル（水和剤）	0.2 g	0.4 g
M・O（乳剤）	1.0 g	1.5 g
無施用	0	0

第2回の散布は、各施用区に雑草が発生しだし除草が必要となった時点でそれぞれの区の除草を行った後、7月の下旬（夏処理）に除草剤の散布を行った。

調査は、無施用区に発生した雑草が除草の必要があると認められたときで、7月～9月までの3回雑草の種類、発生本数、重量を調べ同時に各苗木の生育も調査した。

4 結果

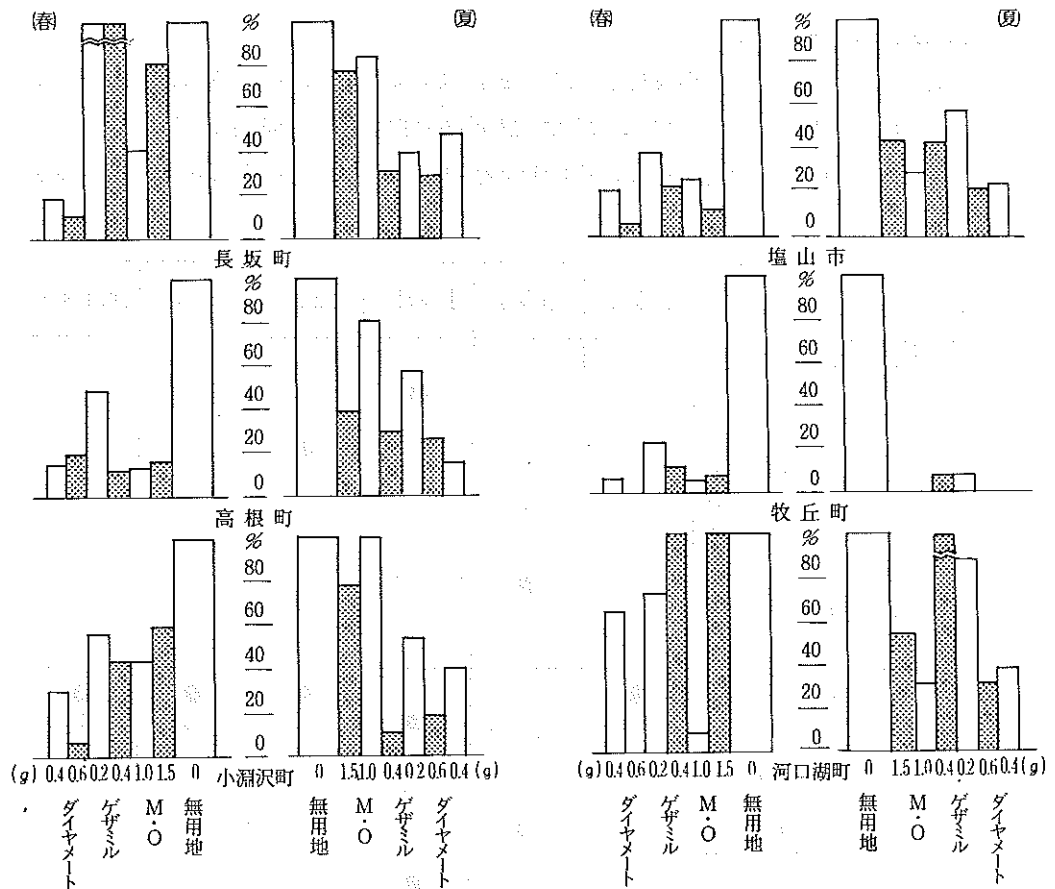
1) 処理時期および試験地別にみた3除草剤の効果

図-1に示したように、処理時期では全体的に見て雑草の発生量は、春処理がやや効果があるがその差は大差がない。しかし、3除草剤の種類と試験地別ではいちじるしく除草効果とあるものと、除草効果の無いものが見られる。各除草剤について除草効果を見ると、

ダイヤモンド……全試験地6箇所とも除草効果は高く、薬剤の散布量も基準施用量で十分である。

M・O乳剤……ダイヤモンドにくらべると、除草効果はかなり落ちるが、牧丘町、河口湖町、塩山市の試験地では散布量により除草効果が高い。

ゲザミル……ダイヤモンド、M・O乳剤にくらべると6試験地ともすべて除草効果は落ちる。特に長坂町、河口湖町試験地ではその傾向が大きく除草効果は低い、しかし、他の試験地では、散布量を多めに使用した方がよいものと考えられる。



図一 1 処理時期による除草効果 (発生量の比率%)

3種類の除草剤の、除草効果を全期間とおして見ると、図-2にしめたように、ダイアメートが3種の薬剤のうちでもっともすぐれていることが雑草の発生量からあきらかであり、ついで試験地の差こそあれM・O乳剤である。ゲザミルは今まで使用されていたが除草効果はあまり期待できない。

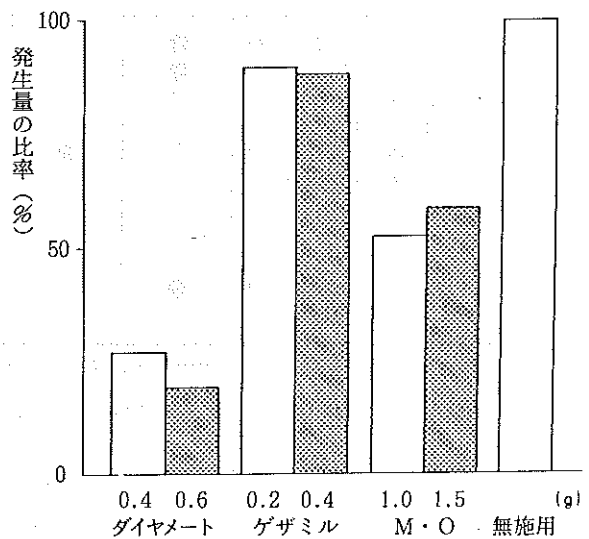


図-2 雑草の総発生量の比較

2) 除草剤の雑草に対する効果

除草剤は、雑草にたいする感受性を利用して防除を行うものであるので当然その程度の違いがでてくることはさげられない。したがって雑草に対する感受性を把握することが必要である。

図-3の草種別効果からみて、薬剤により強い殺草効果をもつものと、殺草効果を認めないものもある。

薬 剤	草 種	長坂町	高根町	小淵沢町	塩山市	牧丘町	河口湖町
ダイヤメート	ヒメシバン	○		○	◎	◎	◇
	ヒメシオン	◎		●	◎	◎	◇
	トキシソウ	◎					
	ヒメムカシヨモギ	○		◎	●		
	コニシキソウ	◇	○				◎
	カヤツリグサ	○	◎		◎	◎	
	アカザ					◎	
	アノビスエナ	○		○			
スズナ		●					
カラスビシャク	◎	◎					
スベリヒユ	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
ゲザミル	ヒメシバン	●		○	●	●	●
	ヒメシオン	◎		●	◎	◎	◎
	トキシソウ	◎					
	ヒメムカシヨモギ	○	◇	◎	◎		◎
	コニシキソウ	○	◇				◎
	カヤツリグサ	◎	●		◎	◎	
	アカザ					◎	
	アノビスエナ			●			
スズギ		◎					
カラスビシャク	○	◎					
スベリヒユ	◇	○	○	◎	◎	◇	
M O	ヒメシバン	●		○	○	◎	●
	ヒメシオン	●		○	◎	◎	◇
	トキシソウ	◇					
	ヒメムカシヨモギ	○	●	◇	●		◇
	コニシキソウ	○					
	カヤツリグサ	◎	◇		◎	◎	
	アカザ					◎	
	アノビスエナ			◇			
スズギ		◎					
カラスビシャク	●	◇					
スベリヒユ	○	○	◇	◎	◎	○	

◎……0~10% ○……11~20% ◇……21~30% ●……31%~

図-3 草種別、地域別の除草効果

この結果、ダイヤメートでの殺草効果の高い雑草は、スベリヒユウ、メヒシバ、カヤツリグサ、ヒメシオン、などで、ゲザミルでは、ヒメムカシヨモギ、ヒメシオン、スベリヒユウ、M・O乳剤では、カヤツリグサ、アカザ、スベリヒユウなどである。

3) 苗木に与える影響

3種の薬剤散布は、噴霧器を使用し、特に苗木をさけることなく全面散布をしたが薬害と思われる苗木は4樹種とも認められず、また苗木の生育にも異常はなかった。

5 ま と め

3種の除草剤をもちいた試験の結果から、ダイヤメート水和剤の除草効果が非常に高いことがわかった。しかし、草種によっては除草効果の低いものもある。また、ゲザミル、M・O乳剤なども草種によっては、高い除草効果を示すものもあるので、このような異なる薬剤を上手に混ぜそれぞれの欠点を補いあうことにより安定した的確な除草効果を発揮することができよう。

この試験をおこなうにあたり、韭崎、塩山、吉田各林務事務所管内の種苗組合の方々に御礼申し上げます。

MEP (スミチオン) 乳剤のガンノズルスプレーによる 空中散布が環境におよぼす影響

柴 田 尚
馬 場 勝 馬

I はじめに

山梨県では、従来、松くい虫被害は伐倒薬剤散布によりその拡大を防いできた。しかし、こうした対策の実施が困難な急傾斜地等にある被害木に対しては、有効な防除あるいは駆除を行うことがきわめてむずかしかった。そこで昭和 61 年 5 月に、ヘリコプターを利用して、空中からマツに対して単木的に薬剤を散布する方法が本県においても初めて採用された。

そこで、本県での最初の事例としてヘリコプターのガンノズルから散布された MEP 乳剤が環境におよぼす諸影響について調査を行ったので報告する。なお、本調査の一部は、県環境衛生課および県衛生公害研究所との共同で実施した。調査の実施にあたって御協力いただいた韮崎林務事務所の職員各位に感謝します。

II 散布の概要および調査方法

空中散布実施年月日：昭和 61 年 5 月 27 日。

空中散布実施場所：穴山橋より上流の七里岩約 25 ha。

使用ヘリコプター：中日本航空株式会社 ベル 206 型。

使用薬剤と散布量：MEP (スミチオン) 80% 乳剤の 80 倍希釈液。薬剤散布量はマツ 1 本当たり平均 10 ℓ。

散布方法：5 月 27 日午前 5 時から約 1 時間ガンノズルをセットしたヘリコプターから薬液を散布する (樹上 5 ~ 10 m の距離)。

上記の方法で薬液の散布を行い、環境に対する影響調査は、薬液の飛散距離、河川水と土壌中での薬剤の残留状況および動植物に与える影響の各項目について行った。

薬液飛散距離および薬液落下量は、散布区域の林内および林外に水平距離 10 ~ 20 m 間かくで(株)農林水産航空協会の液状薬液空中散布落下調査用紙 (以下落下調査用紙と呼ぶ) を一区当たり 4 枚ずつ設置し、同協会の落下調査指標 (暫定) に従って測定した。また、垂直散布距離を調査するため、被散布樹から高度差 20 m 間かくで落下調査紙を設置した。河川水は、釜無川の 3 地点 (散布区域から 1.5 km 上流、穴山橋付近および穴山橋下流 100 m 付近) および小武川 (釜無川との合流直前) から採水した。また、これとは別に散布地から 4.5 km 下流の韮崎市上水道水源からも地下水を採水し、供試した。水

質の検査は、県衛生公害研究所で実施した。土壌中の薬剤残留を調査するため、七里岩直下、直下から10m、20mおよび50mの各地点、さらに被散布樹直下、そこから20m、80m、160mの各地点から定期的に土壌を採取した。残留農薬の検査は水質同様、県衛生公害研究所で実施した。

昆虫等に対する影響は、被散布マツ樹下に5×2mの白色寒冷紗をはり、散布24時間後から、へい死して落下する虫類を調査して推定した。植物に対する影響は、林床植生に関して行い、散布3日目から植物生葉上の葉斑の有無について調査判定した。

なお、参考資料として散布当日の気象観測データを表-1に示した。

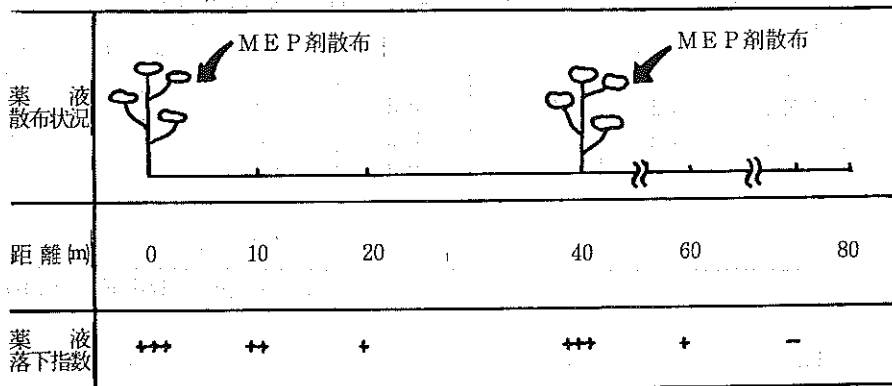
表-1 昭和61年5月27日午前5:00~7:00の気象観測結果

(平里岩上 平たん地・標高600m)

観測項目	観測結果
天 気	快 晴
気 温	4.0~12.2℃
湿 度	53~73%
風 速	0 m/s

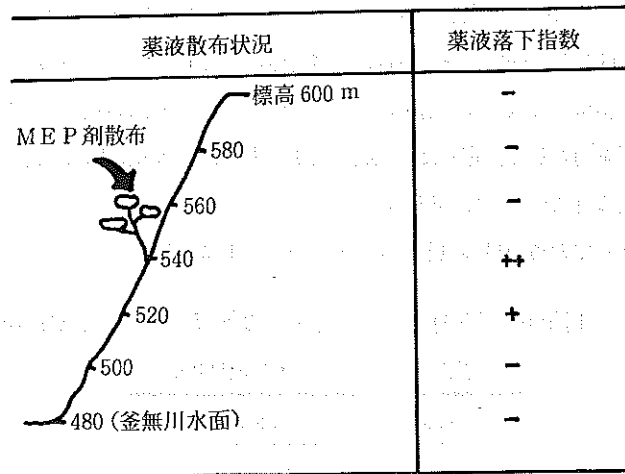
III 結 果

薬液の水平および垂直飛散距離の調査結果を図-1および2に示した。図-1にみられるように、被散布樹下では薬液の落下量が多い(≡)が、水平距離で20mはなれるとその量は減少し(+)、40mはなれた地点では落下調査紙上には薬液落下の標徴はみられなかった。垂直距離は、図-2に示したとおり、被散布樹下(≡)およびそれより20m下部(+)で薬液の落下がみられた。それ以外の地点では、薬液落下の標徴はみられなかった。なお、()内の記号は、薬液の落下指数である。



注) ≡……非常に多い ≡……多い +……落下あり -……落下なし

図-1 散布薬液の水平飛散状況



図一 2 散布薬液の垂直飛散状況

河川水および上水道水源での水質検査の結果を表一 2 に示した。採水地点 5 か所のうち、散布区域末端の穴山橋付近およびそこから 100m 下流の地点でそれぞれ 0.31 $\mu\text{g}/\ell$ および 0.33 $\mu\text{g}/\ell$ の MEP 剤が散布直後に検出された。また、同日 (5 月 27 日) に散布区域から上流約 1.5 km の釜無川河川水中から 0.08 $\mu\text{g}/\ell$ の MEP 剤が検出された。一方、散布区域から 0.5 km はなれた小武川 (釜無川との合流点よりやや上流) および 4.5 km 下流にある韭崎市上水道水源では MEP 剤は検出されなかった。

表一 2 河川水および水道水源水からの MEP 剤検出 (衛生公害研分析値)

採水地点	調 査 日 (昭和 61 年)					
	5 / 26	5 / 27	5 / 28	5 / 29	5 / 29	6 / 2
釜無川上流 1.5km	nd	0.08	nd	nd	nd	nd
小 武 川	nd	nd	nd	nd	nd	nd
穴 山 橋	nd	0.31	nd	nd	nd	nd
穴山橋下流 100m	nd	0.33	nd	nd	nd	nd
韭 崎 市 水 源	nd	nd	nd	nd	nd	nd

nd : 不検出 (検出下限 0.07 $\mu\text{g}/\ell$)

土壌中の MEP 剤残留量の調査結果は表一 3 に示した。七里岩下の釜無川河原で散布当日 0.006 ~ 0.027 mg/kg の薬剤が検出されたが翌日以降は不検出であった。また、被散布樹直下の土壌からは、散布当日 0.011 mg/kg の薬剤が検出された。この地点では、24 時間後からは不検出となったが、散布 13

日から再び検出されるようになり、約3か月後の8月28日にも0.007mg/kgのMEP剤が検出された。
被散布樹から20 - 180 mはなれた地点の土壌からは、MEP剤は検出されなかった。

表-3 MEP剤の飛散状況と土壌中での残留(衛生公害研分析値)

採取地点	採取日 (昭和61年)									
	5/26	5/27	5/28	6/2	6/9	6/11	6/27	7/1	7/30	8/28
七里岩直下	nd	0.027	nd			nd		nd		
七里岩から10m	nd	0.013	nd			nd		nd		
〃 20m	nd	0.009	nd			nd		nd		
〃 50m	nd	0.006	nd			nd		nd		
被散布樹下	nd	0.011	nd	nd	0.015		0.039		0.020	0.007
〃 から20m	nd	nd	nd	nd	nd		nd		nd	nd
〃 80m	nd	nd	nd	nd	nd		nd		nd	nd
〃 160m	nd	nd	nd	nd	nd		nd		nd	nd
〃 180m	nd	nd	nd	nd	nd		nd		nd	nd

乾重量 (mg/kg)

nd : 不検出 (検出下限 0.006mg/kg)

表-4 MEP剤散布によるへい死虫類

表-4 a 散布24時間後(5月28日)

落下虫名	数	落下虫名	数
ヒシカミキリ	1	アカヤマアリ	2
ヒメアカボシテントウ	1	サムライアリ	1
コアオハナムグリ	1	カドフシアリ	10
チャイロコガネ	1	コメツキムシ類	4
ヨツボシヒラタシテムシ	1	ゾウムシの仲間	1
イクビモリヒラタゴミムシ	1	ハムシ類	2
アシナガオトシブミ	1	カメムシ類	2
ルイスアシナガオトシブミ	2	ナガカメムシの仲間	1
チビクロツツキクイゾウムシ	7	ハモグリバエ類	9
カシルリオトシブミ	1	食葉性害虫(幼虫)	6
ヤノミガタチビタマムシ	2	クモ類	6
ハラグロヒメハムシ	2		

表-4 b 散布6日後(6月2日)

落下虫名	数	落下虫名	数
ハネアカカミキリモドキ	1	ハバチ類	3
アシナガオトシブミ	1	クモ	1
ルイスアシナガオトシブミ	1		
テントウムシ	1		
シロホシヒメゾウムシ	1		
チビヒョウタンゾウムシ	1		
カドフシアリ	1		
コメツキムシ類	3		
ゴミムシの仲間	1		
カワトンボ	1		
食葉性害虫(幼虫)	5		
ハモグリバエ類	3		

薬剤散布後24時間以内および2~6日後までのへい死虫の種類および数を表-4に示した。へい死虫は、散布24時間以内が最も多く、散布後7日以降は、昆虫類の死亡落下は確認されなかった。へい死虫類で特に目立ったのは、カドフシアリ、チビクロツツキクイムシ、ハモグリバエ類、食葉性害虫

の幼虫、クモ類などであった。これらのうちでも、食葉性害虫の幼虫およびハモグリバエ類は、散布後6日目までの間にもへい死することが確認された。

下層植物のうち、MEP剤によると思われる影響がみられたのはヤマカモジグサのみであった。しかし葉上に少数の淡かっ色斑が観察されたのみであり、未散布地域の同種個体と同様に開花結実をみた。

IV 考 察

今回の調査結果から、快晴無風状態下では、ガンノズルを利用した空中散布の薬液飛散範囲は半径40 m以内におさまると考えられる。この結果は、農林水産航空事業新分野開発・受託試験を実施した広島（昭和49年）、兵庫（昭和50年）、福岡（昭和47年）、鹿児島（昭和49年）、千葉（昭和55年）、香川（昭和56年）などの各県の資料とほぼ一致する。一方、これら各県の試験結果をみると、散布時の風速が2 m/sを上まわるような時は、薬液も100～250 mまでの範囲に飛散していることがわかる。こうした事から、散布時には、気象条件、特に風速の確認が必要であるといえよう。

河川水では、散布の当日に散布区域下流の穴山橋付近およびその下流で検出されたが、翌日からは不検出であり、これらは散布直後の一過性の現象と考えられる。また、今回の調査では散布地上流約1.5 kmの釜無川河川水からMEP剤が微量検出された。一方で、散布地から0.5 kmはなれた小武川と釜無川との合流点付近でMEP剤は不検出であった。他の地域で散布された農薬が、調査結果に影響をおよぼした例は、静岡県浜名湖での空中散布時の環境影響調査でも知られており（山本ら1978）、これらのことから、上流1.5 km地点での薬剤検出は、他からの流入による可能性も十分ある。

七里岩下の河原で、土壌中のMEP剤を検出したところ、散布当日のみ0.006～0.027 mg/kgの薬剤が検出され、それ以外は不検出であった。これは地上に落下したMEP剤がすみやかに分解されたことと、河原が砂地であるための薬剤の流出とによると考えられる。一方で、被散布樹直下で、土壌中のMEP剤が一時不検出となり、その後再び検出されるようになったのは、6月8日までの降雨（総雨量70 mm以上）により、マツ樹体に付着した薬剤が流下したためであろう。また、MEP剤散布後3か月にも土壌中から検出されるという結果は、兼俊ら（1983、北海道）によっても報告されており、岡田（1975）らの結果では少なくとも20日間は残留が認められている。このように長期間の残留が認められたのは（SpillnerらによればMEP剤の土壌中での半減期は3～4日といわれている）、薬剤が表層土壌中の腐殖質に吸着されるためかもしれない。

へい死昆虫のなかにはマツノマダラカミキリは見られなかった。散布時期が5月27日と比較的早く、マツノマダラカミキリが羽化脱出していなかったためにこうした結果になったと考えられる。へい死した昆虫のなかで目だったもののうち、チビクロツクイムシ、ハモグリバエ類、食葉性害虫の幼虫類などは、被害の程度に差はあるものの森林害虫と考えてもよい。

MEP剤の散布によりヒノキが薬害をうけることは良く知られている。しかし今回の散布ではヤマカモジグサ以外の植物については、目立った薬害はみられなかった。これらのことから本剤は特殊な例を

のぞいて植物に対しては比較的安全な薬剤であるといえよう。

今回の調査結果から、ガンノズルによるMEP剤の空中からの散布は、快晴無風条件下では従来からいわれているように薬剤の飛散範囲が比較的せまいことがわかった。また、河川水など流水に対する影響も一過性であり、それほど大きくはないことも明らかとなった。一方で、土壌中についてはその残留は90日以上と比較的長く、この点についてはより詳細な研究が必要となろう。いずれにせよ、ガンノズルを使用して、単木的に薬剤散布するという方法は、条件を整えば松食虫被害に対しては有効な防除手投のひとつと考えられる。

V 引用文献

- 1) 兼俊明夫ら (1983) 北海道衛生研報 33:110
- 2) 岡田作ら (1975) 奈良県衛生研年報 10:77
- 3) 農林水産航空協会 農林水産航空協会新分野開発・受託試験成績書 (昭和47—56年)
- 4) Spillner, C. J. ら (1979) J. Agric. Food Chem. 27:1054
- 5) 山本政利ら (1978) 静岡県衛研報 21:29

松くい虫被害材の乾燥

渡 辺 利 一
名 取 登 潤
藤 本 登 留
秋 山 喜 蔵

1 はじめに

わが国の松くい虫による松枯れは西日本を中心に拡大していたが、被害は年々北上し今では北海道と青森県を除く日本全土に広がっている。特に最近では東山地域の被害増加が著しく、本県でも昨年度の松枯れ被害は1.5万㎡に達し、さらに本年度も増加の傾向にある。このため県でも被害防除対策はもちろんのこと、資源有効利用の面から枯損した松の高度利用が課題となっている。

これまでの調査¹⁾²⁾によると、松くい虫被害により枯損したアカマツは伐倒処理時期が遅れると、まず青変菌が辺材部深くまで侵入して青変させ、材の利用価値を著しく低下させる。さらにそのまま放置しておくと、腐朽菌が侵入して材が腐朽し利用できなくなる。したがって枯損材の中で優良大径材など利用価値の高い材は、できるだけ早く伐倒搬出し、材の形質に合わせた用途を定めて製材し、速やかに人工乾燥を行えばこれらの菌による被害は防止できるので、健全材と同様に材を利用できることがわかっている。

そこで本年(62年)2月、松くい虫被害で枯損した推定樹齢170年前後のアカマツ優良大径材9本を入手して、家具材への利用を図るため家具部材用に製材し、直ちに人工乾燥を行って事務用両袖机などを試作した。この利用の過程で欠かせることができない条件として被害材の人工乾燥があげられるが、松くい虫被害材の人工乾燥は被害材の含有水分のバラツキが大きいことや、樹脂分の多い材が混入していることが多いので、これらの点を考慮して行う必要がある。

したがって人工乾燥は、カラマツ材のヤニ浸出防止に利用されている初期蒸煮・高温乾燥法を参考に乾燥スケジュールを作成し、I F型蒸気式木材人工乾燥室で乾燥して、乾燥終了後の材の乾燥状態を調査した。今後、このような被害材の人工乾燥を行う際に参考になるものと考えられるので、その概要を報告する。

2 材料と方法

1) 供試丸太

供試用の板を採材した丸太の概要を表-1に示す。この供試丸太は甲府市岩窪町の国有林内の推定樹齢170年前後のアカマツで、昭和61年秋に松くい虫被害により枯損し、同年12月に伐倒、翌62年1月に搬出した材の一部優良大径材である。径は42~66cm、材長4m、9本のうち3本は

辺材部に青カビが侵入した材も含まれている。

2) 丸太の製材と供試材の選定

まず、長さ4mの供試丸太を家具材向けに製材するため2mに玉切りし、その後、厚さ3.3cm及び4cmの板を製材機でグラビキした。製材した耳付き板は両耳及び青変菌が侵入した材部を除外して板にした。これらの板の中から表-2に示すように、厚さ3.3cm、幅10~50cmの材186枚、厚さ4cm、幅10~50cmの材95枚、計281枚(材積4.9252m³)の板を選定して供試材とした。

表-1 供試丸太の概要

丸太の大きさと材積			利用可能な材積**			備 考
径 (cm)	本数(本)	材積(m ³)	径 (cm)	本数(本)	材積(m ³)	
42	1	0.706	42	1	0.706	ヤニ松
44	2	1.549	44	2	1.549	
46	2	1.693	46	2	1.693	
*50	1	0.750	*50	1	0.750	青カビ侵入材
54	1	1.166	36	1	0.518	
62	1	1.538	40	1	0.640	
66	1	1.742	50	1	1.000	
計	9	9.144		9	6.856	

*は材長3m、他は材長4m材

**青カビ等欠点材部を除いた材積

表-2 供試材の概要

厚さ(cm)	幅 (cm)	長さ(m)	数 量 (枚)		
			普通材	ヤニ材	計
3.3	10~50	1.0~2.0	155	31	186
4.0	10~52	1.0~2.0	76	19	95
計			231	50	281

3) 供試材の乾燥

使用した木材人工乾燥室は山梨県産材住宅建築事業協同組合が昭和61年度に導入したJF型蒸気式木材乾燥装置(間口3m、奥行5m、高さ3m、5.6m³入、DK-20型、日本電化工機KK製)で、長さ2mの台車2台に、各台車とも材長1~2m、厚さ3.3cm材を18段、4cm厚材を6段、計24段に積み最上段にコンクリートブロック32個を載せて荷重をかけ、表-3の乾燥スケジュール

より仕上がり含水率 10 %に設定して、昭和 62 年 2 月 16～24 日の 9 日間、連続運転により人工乾燥を行った。

表— 3 材くい虫被害材乾燥スケジュール

含水率(%)	乾球温度(℃)	乾湿球温度差(℃)	備 考
初期蒸煮	90	1	4時間以上
生 ～ 40	70	5	
40 ～ 30	70	8	
30 ～ 25	72	11	
25 ～ 20	75	15	
20 ～ 15	80	20	
15 ～ 10	80	25	
10 ～	80	30	目標含水率 9 %
コンデイショニング	80	6	10時間以上

4) 乾燥材の含水率調査

乾燥終了後、下屋がけコンクリート床の作業場に台木を置きその上に 1 週間べた積み放置した後、乾燥材全数について高周波式含水率計（K社製）で材面の長さ方向両端から 20 cm位置並びに中央部と、3ヶ所の含水率を測定、材の含水率分布状態を調べた。

さらに同計器の測定精度を把握するため、乾燥材から厚さ 2.5 cm及び 3.5 cm、幅 6 cm、長さ 15 cmの試験片を表— 4のように計 180 枚採取し、計器測定と全乾重量法による含水率の関係を調べ、乾燥材全体の乾燥状態を分析した。

表— 4 試験片の採取数（枚）

材厚(cm)	木 取 部 位			計
	心材部	辺材部	ヤニ材部	
2.5	30	30	30	90
3.5	30	30	30	90
計	60	60	60	180

3 結果と考察

1) 乾燥経過

供試材の乾燥経過を図-1に示す。乾燥開始直前の平均含水率49%の試験材を、仕上がり含水率10%まで乾燥させて終了するまでの乾燥時間は180時間(7.5日)を要した。また試験材の平均含水率が20%程度になるまでの乾燥時間はおよそ70時間で、この間の含水率低下は比較的順調に進み、さらに乾燥開始前に30%もの含水率差のあった試験材の含水率も5%程度まで縮んでいる。しかし含水率20%以下の乾燥速度は比較的緩慢になり、平均含水率10%になるまでは100時間を要した。また乾燥が進むにつれ、乾燥の早い材と遅い材の差が大きくなり、目標含水率9%に達した時点では試験材5枚の最低・最高の含水率差はおよそ10%になった。

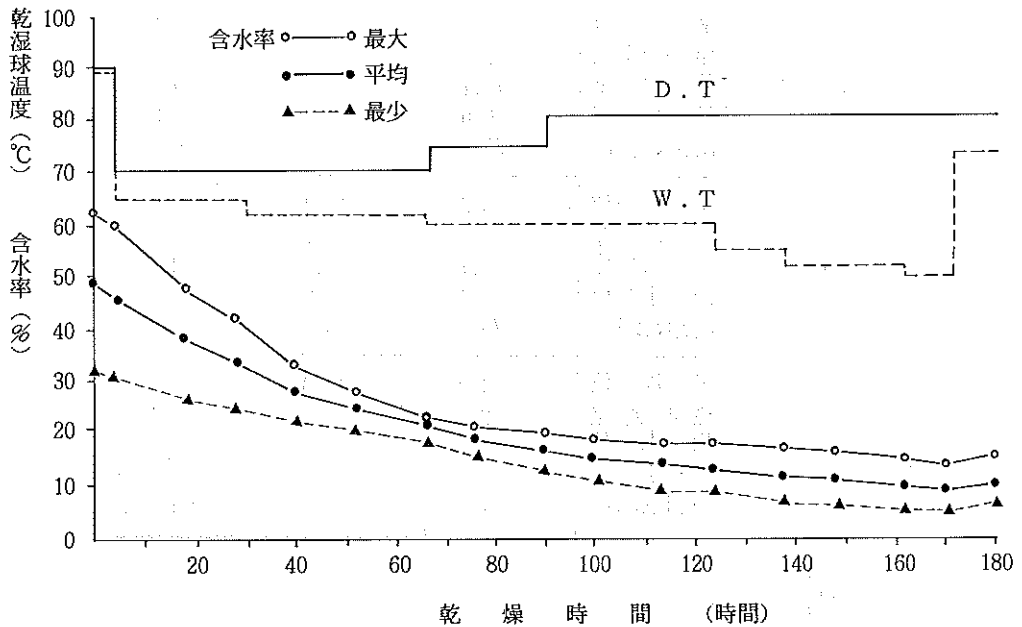


図-1 アカマツ材の乾燥経過

2) 乾燥した供試材の含水率分布

高周波含水率計による供試材全数の含水率(板の平均含水率)測定結果を表-5に示す。この測定値は乾燥開始から終了まで全乾重量法で測定してきた試験材の含水率に比べて平均で4%ほど低い値を示すこと、測定値に0%表示の材が出ていることから測定精度に疑問が残るが、とりあえず計器測定値で供試材の乾燥状態、即ち含水率分布について検討を進めてみる。

ここで供試材の含水率分布の特徴についてさらに細かく調べてみると次のようになる。まず供試材全体の平均含水率は5.4%であるが、これを含水率2%ごとの階層に分け、それぞれの階層における頻度分布を調べてみると図-2のようになる。これから明らかのように供試材の大部分は含水率

2.1 ~ 6.0 %の範囲にあるが、含水率が10 %を超えている材もかなりあり、それも厚い材の4 cm厚材の方が多い。

しかし図-3、4、5に示すように普通材とヤニ材の含水率分布に大きな差が出ていることがわかる。ヤニ材は厚さが異っても普通材に比べて何れも含水率が高く、含水率10 %以上のほとんどの材はヤニ材で占められていることから、全体的にバラツキの大きい原因としてヤニ材が混在していることがあげられる。したがってアカマツ材の乾燥に際しては、当然ながら普通材とヤニ材を区分して行うべきであろう。

表-5 アカマツ人工乾燥材の含水率

材 種		正常材	ヤニ材	全 体
3.3cm厚	平均値	4.2 %	9.7 %	5.1 %
	標準偏差	2.2	3.9	3.3
	最大値	11.1	19.3	19.3
	最小値	0.0	2.0	0.0
	測定枚数(枚)	155	31	186
4.0cm厚	平均値	3.5 %	15.8 %	6.0 %
	標準偏差	1.3	3.1	5.2
	最大値	6.7	22.7	22.7
	最小値	1.4	11.9	1.4
	測定枚数(枚)	76	19	95
全 体	平均値	4.0 %	12.0 %	5.4 %
	標準偏差	2.0	4.7	4.1
	最大値	11.1	22.7	22.7
	最小値	0.0	2.0	0.0
	測定枚数(枚)	231	50	281

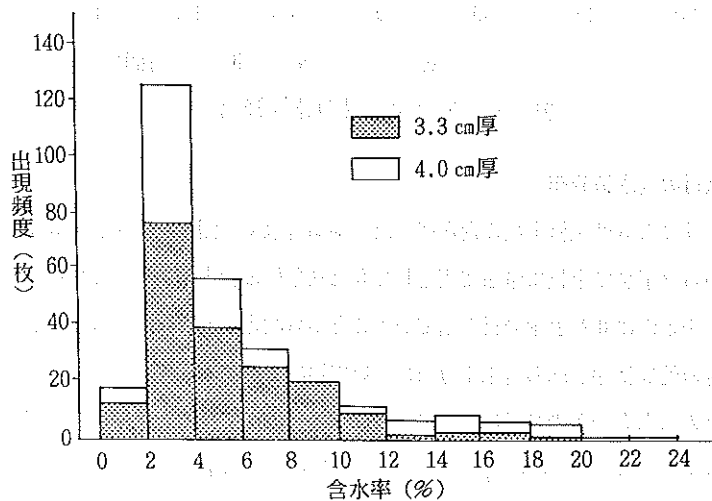
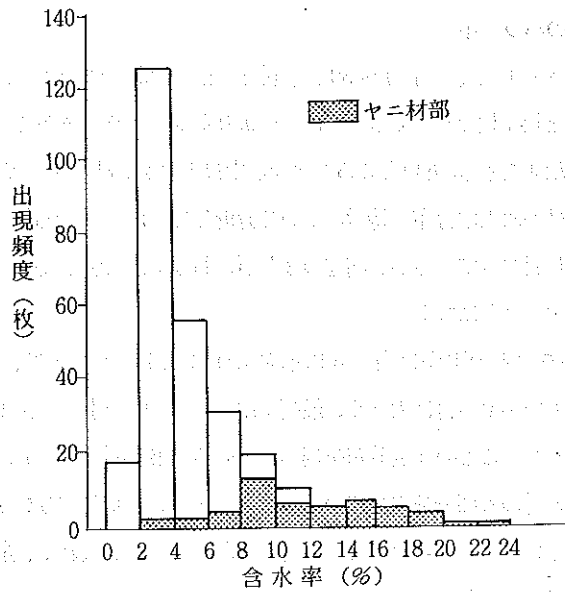
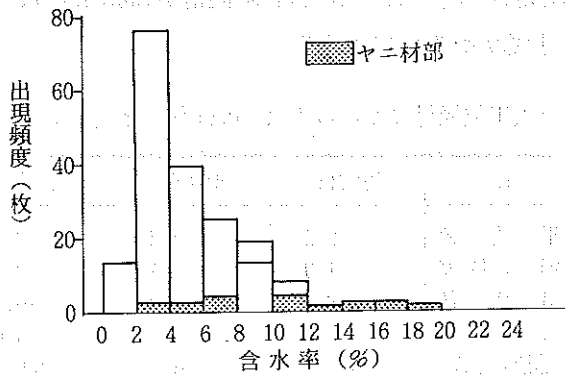


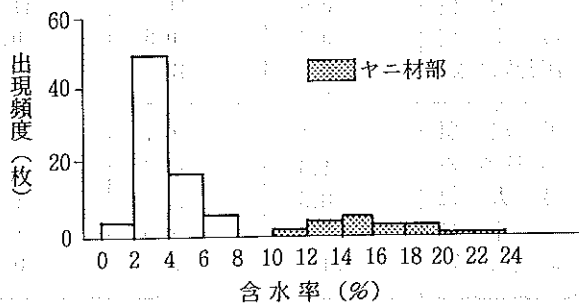
図-2 乾燥材全数の含水率分布



図一3 乾燥材全数の含水率分布



図一4 3.3 cm厚乾燥材の含水率分布



図一5 4.0 cm厚乾燥材の含水率分布

3) 板1枚内における含水率のバラツキ

供試材は厚さ3.3cm及び4.0cm、幅10～50cm、長さ2mの板が主体であるが、乾燥後、高周波含水率計で測定してみると板1枚のうちでも測定位置によりかなりバラツキが認められたので、方法で述べたように材の長さ方向で両端に近いところ2ヶ所、中央1ヶ所、計3ヶ所で含水率を測定し、2)ではその平均値で乾燥材の含水率分布の特徴について分析してきた。板1枚内における含水率のバラツキは板の大きさにより異なってくるが、前述の3ヶ所における最大値と最小値との差のバラツキの特徴を分析してみると次のようになる。

供試材281枚におけるバラツキの平均は表-6に示すように2.8ポイントで、含水率分布と同様に普通材のバラツキは小さいがヤニ材は大きく、最高16.8ポイントの材もみられる。バラツキの特性をみるため含水率2ポイントごとの頻度分布を調べた。その結果を図-6、7、8、9に示す。当然ながら4ポイント以下の材の大部分を占めているが4ポイントを超える材もかなりあり、材厚での違いはみられない。しかし普通材とヤニ材ではヤニ材の方がバラツキが大きく、全体でバラツキが大きくなっている原因としてヤニ材があげられる。

板1枚において部分により4ポイント以上もの含水率差のある材がかなりみられることは、材の乾燥や利用上とくに注意する必要がある。ただし含水率計の測定精度の問題もあり、今後、これらの点を含めた木材乾燥方法の検討が急がれるところである。

表-6 アカマツ人工乾燥材における含水率のばらつき (ポイント)

材 種		正常材	ヤニ材	全 体
3.3cm厚	平均値	2.2	6.2	2.9
	標準偏差	1.9	4.1	2.8
	最大値	8.5	16.8	16.8
	最小値	0.0	1.4	0.0
	測定枚数(枚)	155	31	186
4.0cm厚	平均値	1.7	5.8	2.6
	標準偏差	1.5	3.0	2.5
	最大値	6.6	11.5	11.5
	最小値	0.2	0.5	0.2
	測定枚数(枚)	76	19	95
全 体	平均値	2.1	6.1	2.8
	標準偏差	1.8	3.7	2.7
	最大値	8.5	16.8	16.8
	最小値	0.0	0.5	0.0
	測定枚数(枚)	231	50	281

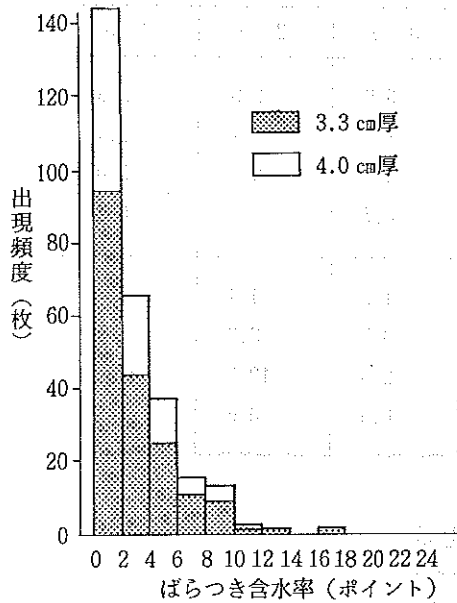


図-6 乾燥材全数 (厚さ別) のばらつき含水率

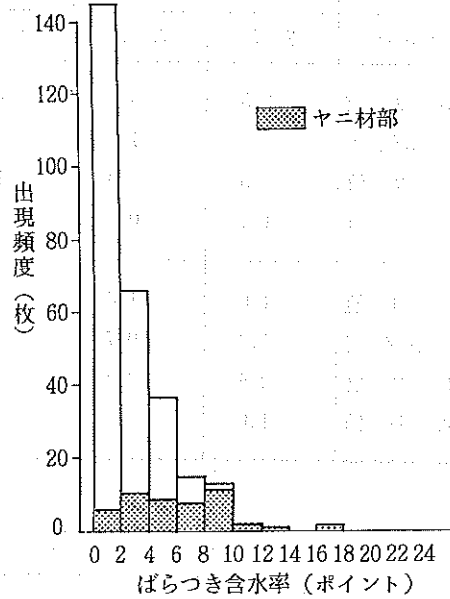


図-7 乾燥材全数 (ヤニ材別) のばらつき含水率

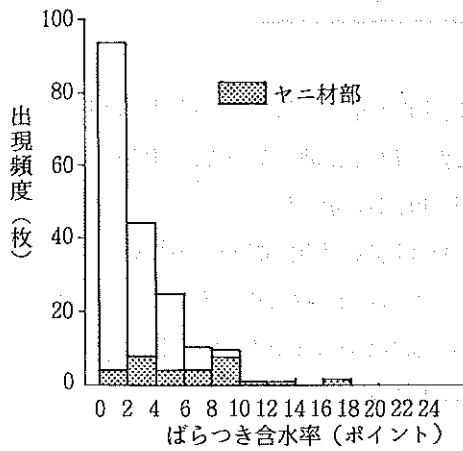


図-8 3.3cm厚乾燥材のばらつき含水率

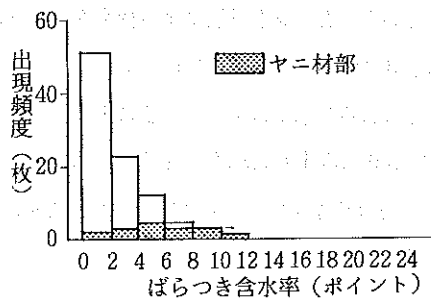


図-9 4.0cm厚乾燥材のばらつき含水率

表—7 計器測定値と全乾重量法による測定値の差(ポイント)

設定 比重	木取り部	心材部		辺材部		ヤニ材部	
	材厚(cm)	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5
0.49	平均値	2.5	3.5	1.7	3.0	2.9	2.3
	標準偏差	0.6	1.2	1.0	1.1	1.7	1.4
	最大値	3.8	5.3	4.3	4.7	6.6	5.0
	最小値	1.4	0.9	1.2	0.7	0.5	0.2
実測値	平均値	1.6	1.4	1.0	1.2	4.4	6.5
	標準偏差	1.3	0.7	0.7	0.7	3.3	4.7
	最大値	2.4	2.7	2.5	2.5	12.7	17.1
	最小値	1.0	0.1	0.0	0.0	0.6	0.5

表—8 試験材の全乾比重

木取り部	心材部		辺材部	
	2.5	3.5	2.5	2.5
平均値	0.45	0.45	0.50	0.41
標準偏差	0.02	0.03	0.05	0.03
最大値	0.48	0.54	0.59	0.49
最小値	0.42	0.42	0.42	0.36

4) 高周波式含水率計測定値の特徴

乾燥した供試材から採材した試験材 180 枚により調べた高周波式含水率計による測定値(以下計器測定値という)と全乾重量法による含水率測定値の違いを表—7 に、試験材の全乾比重測定結果を表—8 に、計器測定値と全乾重量による測定値との比較を図—10、11に示した。

計器測定による含水率は全乾重量法による測定値に比べ、計器取扱説明書で指示されているアカマツ比重 0.49 に設定した場合、平均で 1.7 ~ 3.5 % 低い値を示した。また表—8 からわかるように、同じ場所で育ったアカマツでも立木、丸太、採材部位によりかなり差がみられ、指示値 0.49 に適合する材が極めて少なく、これらの点からも測定値に差が出るものと思われる。

ちなみに段階別に 9 種類の比重設定で得られた計器含水率と比重の直線回帰式に、試験片で比重を実測し代入して算出した計器含水率を全乾重量法による含水率と比較してみると、普通材では平均値で 1.0 ~ 1.6 % と縮まり測定精度が高まってくる。しかしヤニ材は逆に 6.5 % と大きな差が出

ており、この種の材に対しては計器測定だけでは実用上問題となろう。

高周波式含水率の含水率測定の特徴については、本調査以外にもいくつかの報告³⁴⁾が出ている。それらによると樹種により測定精度に差があることや、材面からの測定深度は以外に浅く信頼できる数値としては2 cm程度と言われている。したがって断面の大きい材では、材表面に近い材部の含水率を測定することになり、全乾重量法による含水率測定値との差が大きくなるようで、これらの特性を熟知のうえ含水率を測定する必要がある。

5) 乾燥材の含水率分布の推定

3) において計器測定による乾燥材の含水率分布状況について検討した結果、測定誤差の大きいヤニ材を除いた普通材の平均含水率は4%で、ほとんどの材が2~6%の含水率範囲に分布していることがわかった。しかし5) で述べたように、高周波含水率計による測定値は全乾重量法による含水率測定値に比べて一般に低い値を示すことがわかっている。本調査でもおよそ3%前後低い値を示していることから、全乾重量法による含水率測定値に置き換えた場合、乾燥材の平均含水率は7%前後となり大部分の材は5~9%の範囲にあるものと推定される。

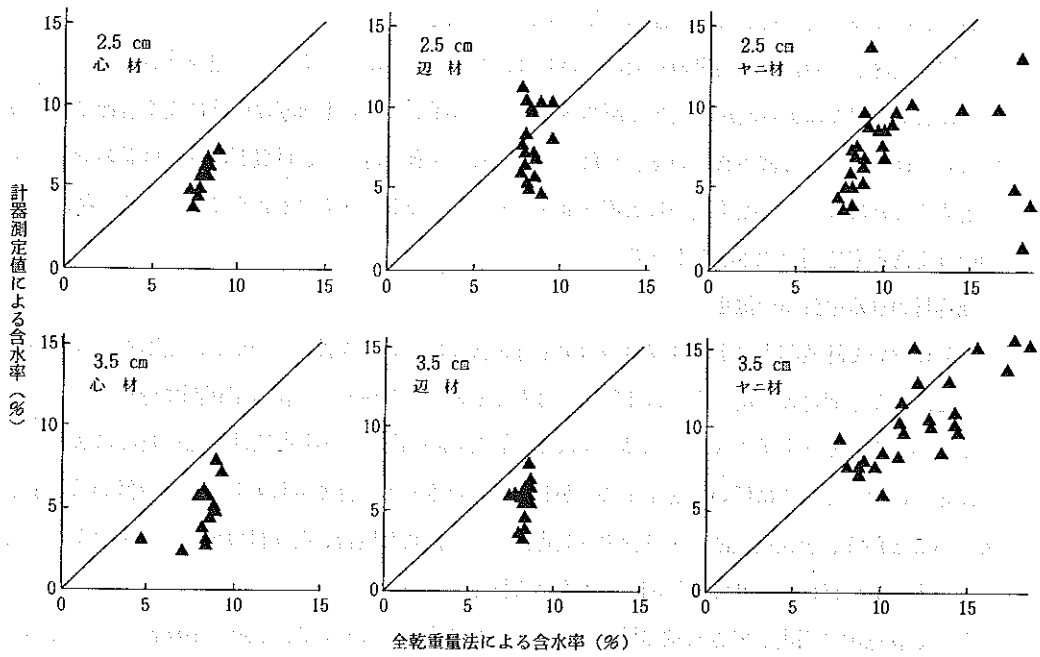
しかし乾燥中に測定してきた試験材の平均仕上がり含水率は10%で、上記の平均含水率に比べて3%ほど高い値を示していることから、この差は試験材のサンプリングの誤差か、計器測定誤差かは多少疑問が残る。さらに詳しい調査を行い、これらの誤差を究明する必要がある。

6) 松くい虫被害材の人工乾燥上の留意点

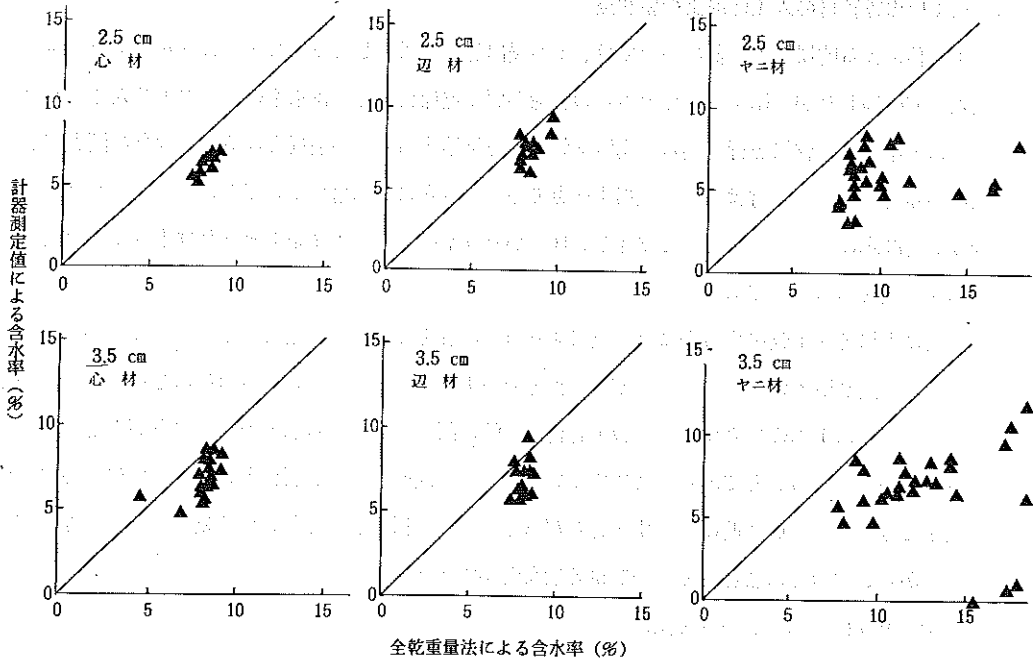
本実験による乾燥材の品質については、ヤニ浸出防止を考慮した乾燥スケジュールによりヤニ材を混入して乾燥したが、結果的にはヤニ材の乾燥が悪く乾燥材全体の含水率のバラツキを大きくした。これは事業として乾燥を行う場合、均質な乾燥材を供給することが前提となるので大きな問題で、当然ながら普通材とヤニ材は分けて乾燥すべきである。さらに普通材についても、含水率のバラツキの少ない材同志にグループわけして乾燥し、仕上がり含水率のバラツキをできるだけ小さくした乾燥材を出す体制を作るべきであろう。

一般に木材を人工乾燥する際には、乾燥する材の形質をできるだけ揃えて乾燥することが原則である。これは同じ所で育ったアカマツでも樹脂分の多少や、育ち方の違いから形質にもかなり相違があること、さらに1本のアカマツでも辺・心材等、幹の部位により含有水分のバラツキが大きく、形質にも違いがみられることである。特に松くい虫被害材は伐倒、搬出、製材と、人工乾燥に入るまでの過程をできるだけ早い時期に処理する必要があるため、伐採後、間もない材の乾燥が原則となっていることから、次の点に留意して材の形質を揃え乾燥すべきである。

- (1) 乾燥材の厚さ、長さを揃える。
- (2) 普通材とヤニ材を区分する。
- (3) 同程度の比重、含有水分の材にグループ分けする。
- (4) 可能なかぎり板目、柱目にグループ分けする。



図一10 計器測定値と全乾重量法による測定値の比較 (設定比重 0.49)



図一11 計器測定値と全乾重量法による測定値の比較 (実測値比重)

つぎに計器測定による含水率チェックについてあげてみる。高周波式含水率計は測定深度が 50 mm、測定精度も高いと言われている場合があるが、これまでの調査によると測定深度は 20 mm程度で、一般に全乾重量法による測定値に比べて低い値を出す傾向が強い。本実験でもアカマツ材（厚さ 25 mm、35 mm）においても全乾重量法に比べおよそ 3%低い値を示していることから、この種の計器を利用するには予め乾燥材に対する計器の測定精度、特性を調べておく必要がある。これを怠ると未乾燥、過乾燥などのトラブル発生の原因となり、また無駄な労力や経費を費やすことになるので注意すべきである。

4 お わ り に

松くい虫被害により枯損したアカマツ優良大径材を高度利用するため、家具材向けに製材して直ちに人工乾燥を行い、事務用両抽机等を試作した。その結果、伐倒された山で観察した枯損材が見違える程に材が生き返り、高級家具材として十分利用できることが実証された。

これらの過程において利用上のポイントとなるところは、松くい虫被害を受けても利用価値のある優良材は適時に伐倒搬出し、製材した材を如何に手際良く上手に人工乾燥するかということである。人工乾燥してしまえば青変菌、腐朽菌に侵される事なく、後は健全木と全く同じ条件で形質に今わせた利用が可能となる。本実験で得られたデータは、まだ僅かなものであるが、より効率的に精度の高い人工乾燥法の検討を進めていくうえで参考にさせていただき、今後、松くい虫被害材の利用拡大に少しでもお役に立てば幸いである。

末筆ながら本実験を行うにあたり、木材人工乾燥装置の使用はもとより、実験に際し種々ご協力をいただいた山梨県産材住宅建築事業協同組合に厚く御礼申し上げます。

- 1) 鳥取県工業試験場：地域木材工業の研究開発と技術普及、木材工業、Vol 38 - 12 (1983, 12)
- 2) 名取 潤 ほか：松くい虫枯損材の材質(1)、36 木材学会大会要旨、(1986, 4)
- 3) 久 田 卓 興：高周波式含水率計の測定精度調査、木材工業、Vol 41 - 1 (1986, 1)
- 4) 鷲 見 博 史：木材乾燥技術・乾燥材をめぐって、住宅と木材、No. 113 (1987, 5)

山梨県林業技術センター
〒350-0192 山梨県北杜市北杜町1-1-1
TEL: 055-253-2111 FAX: 055-253-2112
E-MAIL: info@yamanashi-forest.com

山梨県林業技術センター
〒350-0192 山梨県北杜市北杜町1-1-1
TEL: 055-253-2111 FAX: 055-253-2112
E-MAIL: info@yamanashi-forest.com

山梨県林業技術センター
〒350-0192 山梨県北杜市北杜町1-1-1
TEL: 055-253-2111 FAX: 055-253-2112
E-MAIL: info@yamanashi-forest.com

林 技 情 報 No.14	
昭和62年12月20日	
発行者	熊 谷 喜 孝
発行所	山梨県林業技術センター
印刷所	㈲ 平和プリント社