製材品に生存するマツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus*) に対する加圧注入処理の効果 (第2報) — 防腐薬剤の加圧注入の効果 —

山 本 幸 一^{*1}, 石 田 英 生^{*2}

Effects of pressure treatment with wood preservatives on pine wood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*) mortality (II)

— Effects of pressure treatment with wood preservatives —

Koichi YAMAMOTO^{*1} and Hideo ISHIDA^{*2}

In order to prevent the spreading of pine wilt disease in forests of the world, wood packing of coniferous wood from Japan to China and EU countries is to be treated to kill pine wood nematodes. An experiment was carried out to elucidate the effects of vacuum and pressure treatment with wood preservatives on nematode mortality, following the previous study. Infested sawn timber (*Pinus densiflora*), naturally dried, was impregnated with an aqueous solution of 0.6% CuAz (copper-boron-azole) active ingredients or with 1.6% DDAC (didecyl dimethyl ammonium chloride) active ingredient or with tap water. Numbers of the pine wood nematodes (*Bursaphelenchus xylophilus*) in treated timber were measured at 1, 2, and 5 weeks after the impregnation of preservatives. Mortality of the nematodes reached 100% in 5 weeks after the treatment with DDAC. However the treatment with CuAz did not kill the nematodes completely. Different effects by DDAC and CuAz were probably due to penetration properties of these preservatives. Pressure impregnation of tap water did not show any effects on mortality of the nematodes. Full penetration of preservatives into the sapwood of timber is important to kill the pine wood nematodes completely.

マツノザイセンチュウによる森林被害の拡大を防ぐため、欧州や中国向け貨物に用いる針葉樹の梱包材は、マツノザイセンチュウ殺虫のための処理を施さなければならない。前報に続き、製材品への防腐薬剤の加圧注入がマツノザイセンチュウの殺虫に有効であるかどうかを明らかにするための実験を行った。DDACは1.6%水溶液の加圧注入により、注入後5週間で100%の殺虫効果を示した。一方、CuAzは0.6%水溶液の加圧注入により、2週間後には90%以上の殺虫率に達したが、5週間後においても完全殺虫には至らなかった。マツノザイセンチュウの加圧注入による殺虫効果についての薬剤間の相違は、薬剤の浸透性によると考えられた。水道水の加圧注入には、殺虫効果は見られなかった。マツノザイセンチュウの完全な殺虫には浸透性の良い加圧注入用の防腐・防蟻薬剤を辺材部に確実に注入することが重要である。

* 1 独立行政法人森林総合研究所 Forestry and Forest Products Research Institute, POBox 16, Tsukuba Norin 305-8687 Japan

* 2 日本木材防腐工業組合 Japan Wood Preservers Industry Association, 1-9-13 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan

1. 目 的

中国あるいは欧州向けむけ貨物に用いる針葉樹の梱包材は、マツノザイセンチュウ殺虫のため、それぞれ平成12年1月1日¹⁾、平成13年10月1日²⁻³⁾から全て熱処理を施さなければならない。木材中に生存するマツノザイセンチュウの殺虫に関して、熱処理以外にも有効な方法を確立することが求められている。前報でマツノザイセンチュウに対する殺虫効力が認められた木材防腐・防蟻薬剤を⁴⁾、天然乾燥を行ったマツ材に加圧注入し殺虫効果を調べた。

現在、日本国内では、種々の防腐・防蟻薬剤が使用されているが⁵⁾、これらは金属系と有機系に大きく分けることが出来るので、前者からCuAz(銅・アゾール化合物系薬剤)、後者からDDAC(アルキルアンモニウム化合物系薬剤：ジデシルジメチルアンモニウムクロライド)を選んでマツノザイセンチュウに対する殺虫効果を検討した。

2. 試験方法

2.1 供試木

鳥取県産のアカマツを供試木とし、2000年4月10日に生立木60本を伐倒した。長さ1.5mに玉切りした丸太について、直ちにマツノザイセンチュウの生存の有無を確認した。マツノザイセンチュウの生存数が多い供試丸太43本を、乾燥を防ぐため梱包用クッション材で1本ごとに包み、森林総合研究所に輸送した。供試丸太は、梱包した状態で日陰に、試験開始まで1ヶ月保存した。試験開始直前に再度マツノザイセンチュウの生存の有無を確認した。

2.2 線虫確認の方法

マツノザイセンチュウの生存の確認はベルマン法によって行った。すなわち、丸太あるいは製材品に直径20mmのドリルで3箇所穿孔し、採取した木粉(約24cm³)を紙(キムワイパー、クリネックス社製)に包み、線虫抽出装置で水により線虫を24時間抽出した⁶⁾。生きた線虫が集積するロート下部の水を採取し、実体顕微鏡下でマツノザイセンチュウの概数を計測した。さらに、採取した水の一部をピペットでスライドグラス上に滴下してカバーガラスで封入してプレパラートを作成

し、光学顕微鏡下で観察し、線虫の同定を行った。

2.3 供試丸太の製材

上記の線虫確認の実験で、多数のマツノザイセンチュウの生存が確認された43本の供試丸太から、特に線虫数が多い10本の丸太を加圧注入試験用に選んだ。供試丸太を剥皮し、直ちに、辺材外周部を含むように製材した。加圧注入試験体としての製材品の寸法は、厚さ2～3cm、幅6～10cm(丸太の太さと辺材幅により変動)、長さ0.5mとした。

2.4 加圧注入試験

2.4.1 加圧・減圧の殺虫効果

加圧(15kg/cm²)と減圧(750mmHg)がマツノザイセンチュウに生存に及ぼす影響を知るため、製材後1日以内に生材のまま水道水による加圧注入処理を行なった。加圧注入スケジュールは、初期の減圧工程が30分、加圧工程が2.5時間、後期の減圧工程が30分とした。マツノザイセンチュウの生存数は概数により6段階評価を行った。

2.4.2 薬剤の加圧注入試験

防腐薬剤の加圧注入がマツノザイセンチュウに及ぼす影響を知るため、製材後2週間天然乾燥を行なった試験体に、薬剤の加圧注入処理を行なった。加圧注入スケジュールは初期の減圧工程(600mmHg)が30分、加圧工程(15kg/cm²)が3時間、後期の減圧工程(600mmHg)が30分とした。マツノザイセンチュウの生存数は実数をカウントしたが、25頭を越える場合は概数によった。

2.5 加圧注入後の線虫確認

加圧注入後にドリルによる試験体からの木粉の採取を行い、マツノザイセンチュウの数を調べた。木粉の採取は、製材後1日目に水道水を加圧注入した試験体では、1日後、1週間後、2週間後に行った。製材後2週間天然乾燥をさせた後に防腐薬剤を加圧注入した試験体では、1週間後、2週間後、5週間後に行った。

3. 結果と考察

3.1 加圧と減圧の殺虫効果

通常の防腐工場における注入工程が、マツノザイセンチュウの生存に及ぼす影響を知るため、水道水による生材への加圧注入処理を行なった結果を表1に示す。製材直後の表面含水率計による木材含水率は平均で100%以上であった。そのため、

表1 水道水の加圧注入処理が生材中のマツノザイセンチュウの生存に及ぼす影響
Table. 1 Effects of water impregnation on survival of pine wood nematodes in green wood

試験体 Timber No.	マツノザイセンチュウの生存数 (6段階評価: 0-5) Survival numbers of nematodes (rating from 0 to 5)*			
	注入前 Before water impregnation	1日後 After 1 day	1週間後 After 1 week	2週間後 After 2 weeks
1-4	5*	5	N	1
2-4	5	5	N	3
3-4	5	5	N	1
4-4	5	2	1	1
5-4	5	3	N	2
6-4	5	4	N	2
7-4	5	5	2	1
8-4	5	2	4	2
9-4	5	5	N	1
10-4	5	4	N	1

*マツノザイセンチュウの数 0: 0頭, 1: 1-100頭, 2: 100-200頭, 3: 200-400頭, 4: 400-800頭, 5: 800頭以上
*Numbers of nematodes 0: 0, 1: 1-100, 2: 100-200, 3: 200-400, 4: 400-800, 5: more than 800

N: 未測定 N: Not measured

製材直後の未乾燥材への水道水の平均注入量は少なく、 $382\text{kg}/\text{m}^3$ であった。注入後1日目に採取した木粉のベルマン法による測定では、全ての試験体でマツノザイセンチュウの生存が認められた。1週間、2週間後の観察でもマツノザイセンチュウは生存していた。すなわち、加圧・減圧処理だけでは、マツノザイセンチュウは死滅しないことが明らかとなった。

3.2 防腐薬剤の加圧注入の殺虫効果

製材後2週間天然乾燥し、木材の表面含水率が15%以下になった時点で、加圧注入を行った。平均注入量は、CuAzでは $638\text{kg}/\text{m}^3$ 、DDACでは $670\text{kg}/\text{m}^3$ 、水では $693\text{kg}/\text{m}^3$ であった。注入処理1週間後に、各処理10本の試験体のうち任意に選んだ3本の試験体から木粉を採取し、マツノザイセンチュウの存在について調べた。水道水では、多数のマツノザイセンチュウが確認されたが、DDACでは確認できなかった。CuAzでは、1本の試験体から少数のマツノザイセンチュウが確認された(表2)。

注入2週間後に、全ての試験体について調べた結果、水道水では全ての試験体でマツノザイセンチュウの生存が確認された。CuAzでは、3本の試験体にはマツノザイセンチュウは認められなかったが、7本の試験体に平均約5頭が生存していた。DDACでは1本の試験体にのみ10頭のマツノザイセンチュウが存在していた。

注入5週間後では、水道水では全ての試験体でマツノザイセンチュウの生存が確認された。CuAzでは3本の試験体にはマツノザイセンチュウは認められなかったが、7本の試験体に平均約7頭のマツノザイセンチュウが存在した。DDACでは、マツノザイセンチュウは全く確認できなかった。

4. 考 察

CuAzとDDACの加圧注入によるマツノザイセンチュウの殺虫効力の傾向が異なった原因には、これらの薬剤の殺虫性能よりも、むしろ薬剤の注入性が考えられた。薬剤の平均吸収量からも見られるように、今回用いたDDACはCuAzに比較して注入性が良いため、マツノザイセンチュウの存在する部位へより良く薬剤が浸透し、マツノザイセンチュウが完全に殺虫されたと考えられた。CuAzにおいても、2週間後に生き残ったマツノザイセンチュウは極めて少なかった。5週間後においてもマツノザイセンチュウの生存数の増加は認められなかった。前報における薬剤の殺虫効力試験では、DDAC及びCuAzともに使用薬剤濃度以下の低濃度においても十分な殺虫効果が認められたことから^{4,7)}、これらの防腐・防蟻薬剤をマツノザイセンチュウが存在する部分に完全に注入することがマツノザイセンチュウの完全殺虫には重要であることが示された。本実験後、注入性がより改良された薬剤も開発されており、それらを

表2 防腐薬剤の加圧注入処理が天然乾燥材中のマツノザイセンチュウの生存に及ぼす影響
Table. 2 Effects of preservative impregnation on survival of pine wood nematodes in air-dried wood

試験体 Timber No.	マツノザイセンチュウの生存数 Survival numbers of nematodes			
	注入前 Before Impregnation	1週間後 After 1 week	2週間後 After 2 weeks	5週間後 After 5 weeks
水道水 Water				
1-3	30	N	100	10
2-3	30	N	250	200
3-3	25	N	13	8
4-3	100	N	300	100
5-3	200	N	24	4
6-3	200	N	50	250
7-3	130	150	200	200
8-3	400	N	17	50
9-3	500	120	21	15
10-3	25	70	11	5
CuAz				
1-2	20	N	0	0
2-2	75	N	3	7
3-2	75	N	0	0
4-2	300	N	15	5
5-2	50	N	2	8
6-2	700	0	4	0
7-2	75	N	5	10
8-2	100	10	4	15
9-2	800	0	1	2
10-2	60	N	0	1
DDAC				
1-1	20	N	10	0
2-1	800	0	0	0
3-1	60	N	0	0
4-1	150	N	0	0
5-1	150	N	0	0
6-1	300	0	0	0
7-1	100	N	0	0
8-1	400	0	0	0
9-1	400	N	0	0
10-1	20	N	0	0

N：未測定 N：Not measured

用いた実験の継続が必要である。

5. 結 論

防腐・防蟻薬剤をマツノザイセンチュウが存在する部分に完全に注入することがマツノザイセンチュウの殺虫には重要であることが示された。マツノザイセンチュウは、加圧注入の容易な辺材部に存在するため、ある程度乾燥された木材であれば、注入性の良い銅系や有機系の防腐・防蟻薬剤を木材中に加圧注入することによりマツノザイセンチュウの完全な殺虫は可能である。

謝 辞

マツノザイセンチュウの存在が確認された供試木を提供して頂いた鳥取県林業試験場の川上敬介氏、防腐薬剤の加圧注入を行って頂いた(株)ザイエンスの長野行紘氏、白石徹治氏、新井野憲昭氏、試験体作成に協力いただいた兼松日産農林(株)の伊藤光寿氏、マツノザイセンチュウの確認を行っていただいた森林微生物研究領域チーム長の小倉信夫氏に感謝します。

引用文献

- 1) 中華人民共和国国家出入国商検疫局税関総署対外貿易経済合作部第23号：中国向け梱包用木材（針葉樹）に対する緊急検疫措置に関する公告，1999年11月1日.
- 2) 農林水産省生産局植物防疫課検疫対策室：EU 諸国向け針葉樹こん包材の新たな植物検疫措置について，平成13年4月20日.
- 3) Anon：COMMISSION DECISION of 12 March 2001 on temporary emergency measures in respect of wood packing comprised in whole or in part of non-manufactured coniferous wood originating in Canada, China, Japan and the United States of America, Official Journal of the European Communities, L81/39-L81/41 (21. 3. 2001).
- 4) 山本幸一，石田英生：製材品に生存するマツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus*) に対する加圧注入処理の効果（第1報）－防腐薬剤の基礎効果－，木材保存，28（3），103-106（2002）.
- 5) 志澤寿保：“木材保存学入門（改訂版）”，(社)日本木材保存協会編，2001，pp. 123-164.
- 6) 成田浩：“松枯れの防除と対策 松の生理・生態と材線虫病”，(財)日本緑化センター，1989，pp. 140-142.
- 7) Todd, T. and Jin, L. : A preliminary evaluation of nematode survivability using certain chemical treatments, Kansas State University and Chemical Specialties, Inc. Report, (2001. 3).
(2002. 6. 20受理)