

モウソウチク材の腐朽およびカビ発生 防止処理に関する研究

教授 芝 本 武 夫
大学院学生 井 上 嘉 幸

Takeo SHIBAMOTO and Yoshiyuki INOUE :
Studies on Preservative Treatments of Stem of Bamboo
(*Phyllostachys edulis* Riv.)

目 次

I 緒 言.....	23	IV 参考文献.....	29
II 実験結果および考察.....	23	Résumé	29
III 摘 要.....	29		

I 緒 言

わが国は世界における竹の産地であつて、その種類は多く、産業的価値もすくなくない。しかし、竹材およびその製品の大きな欠点は、なんといつてもカビ類の発生が著しいことと耐久性が小さいこととである。その完全な保存法を考究することは重要な切実な問題である。

この報告は、竹材を防腐防霉処理するための主要な薬剤の効力・処理法および滲潤状態などについて研究した成績である。実験にあつては、庄司龍史氏から多大の助力を受けた。ここに深く謝意を表する。本研究の費用の一部は文部省科学試験研究費によつた。

II 実験結果および考察

まず、竹材に発生するカビ類について調べ、十数種のを分離した。その種類は第1表のとおりである。これらのうち、代表的なものとしてアオカビおよびコウジカビを選び、これを対象とする薬剤の効力について試験した。

Table 1. Genus of molds isolated from sample.

Molds	<i>Trichoderma</i>	<i>Monascus</i>	<i>Mucor</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Aspergillus</i>
Species	1	1	3	4	5

(I) アオカビおよびコウジカビに対する薬剤の効力

1. 寒天培地におけるアオカビ (*Penicillium sp.*) およびコウジカビ (*Aspergillus sp.*) に対する薬剤の効力について示すと、第2表のとおりである。

Table 2. Inhibiting concentration (%) of various chemicals to growth of molds on agar-medium. Cultured for 15 days.

Chemicals	<i>Penicillium</i>	<i>Aspergillus</i>
Sodium pentachlorophenolate	0.005	0.006
Sodium 2, 3, 4, 6-tetrachlorophenolate	"	"
Sodium pentachlorophenolate+Sodium fluoride (1:1)	0.007	0.009
Sodium 2, 6-dinitrocresolate	0.01	0.01
Sodium 2, 4-dinitrophenolate+Sodium fluoride (1:8)	0.1	0.1
Butyl 4-hydroxybenzoate	0.05	0.05
Sodium fluoride	2.0	2.0
Copper sulfate	3.0	3.0

2. 薬剤で処理した竹材片のアオカビおよびコウジカビ発育阻止限界濃度

あらかじめ 0.5% 炭酸ソーダ溶液で 30 分間煮沸処理した竹材片から長さ・幅・厚さ 2×2×0.5 cm の試験片をつくり、つぎの各種薬剤溶液中でそれぞれ 1 時間煮沸処理し、風乾した後に、これを木粉に培養し発育させたアオカビおよびコウジカビの菌叢の上のせ、これら菌に対する発育阻止限界濃度を調査した。その結果は第 3 表のとおりである。

Table 3. Inhibiting concentration (%) of various chemicals to growth of molds on bamboo stem pieces. Cultured for 15 days.

Chemicals	<i>Penicillium</i>	<i>Aspergillus</i>
Sodium pentachlorophenolate	0.75	1.0
Sodium pentachlorophenolate+Sodium fluoride (1:1)	"	"
Sodium 2, 4-dinitrophenolate+Sodium fluoride (1:8)	1.0	1.0
Butyl 4-hydroxybenzoate	1.0	1.25
Betanaphthol	1.25	"
Boric acid	4.0	4.0
Sodium fluoride	2.5	2.5

また、つぎの薬剤で 1 時間煮沸処理した竹材片を、菌叢の上のせて、カビ類の発生状況を日数別に観察したところ、第 4 表の結果を得た。

Table 4. Growing condition of molds.

Chemicals	Concentration (%)	<i>Penicillium</i> (days)					<i>Aspergillus</i> (days)				
		5	10	15	20	25	5	10	15	20	25
NaF	3	0	0	7*	7	9	0	1	14	16	16
Na-PCP	0.5	4	30	32			28	32			
Na ₂ CO ₃	0.5	29	32				32				
H ₂ O	—	32					22				

* These values show number of holes in which molds have invaded. Each test piece has 32 holes which were made after preservative treatment.

第4表によると、Na-PCF は NaF に比較して滲潤性が劣るためか、カビ類の発生が大であった。水と Na_2CO_3 で処理したものとの間には差異がみとめられなかつた。

Table 5. Mold-proofing test of bamboo stem pieces treated with various chemicals. *Penicillium* was inoculated.

Chemicals	Concentration (%)	Solvent	Growth of mold ※
Pentachlorophenol	1.25	Methyl alcohol	±
"	1.25	Chlorobenzene	+++
Sodium pentachlorophenolate	1.25	Water	±
"	1.25	Methyl alcohol	+
Aluminium pentachlorophenolate	1.25	"	+++
"	0.1	Chlorobenzene	++++
Ferrous pentachlorophenolate	0.5	Methyl alcohol	+
Stannous pentachlorophenolate	1.25	"	+
Ammonium pentachlorophenolate	1.25	"	±
"	1.25	Water	+
Copper pentachlorophenolate	0.15	Methyl alcohol	+
"	0.02	Chlorobenzene	++++
"	1.25	Ammoniacal sol.	+
Mercuric pentachlorophenolate	0.2	Methyl alcohol	++++
"	0.05	Chlorobenzene	++++
2, 3, 4, 6-Tetrachlorophenol	1.25	Methyl alcohol	+
"	1.25	Chlorobenzene	+
"	1.25	Pine oil	+++
2, 4, 6-Trichlorophenol	1.25	Methyl alcohol	++
"	1.25	Chlorobenzene	++++
2, 4, 6-Trichlorophenol	1.25	Pine oil	++++
Sodium 2, 3, 4, 6-tetrachlorophenolate	1.25	Water	++
Sodium 2, 4, 6-trichlorophenolate	1.25	"	++++
2, 6-Dinitrocresol	1.25	Methyl alcohol	±
"	1.25	Chlorobenzene	±
2, 4-Dinitrophenol	1.25	Methyl alcohol	-
"	1.25	Chlorobenzene	-
2, 6-Dinitrophenol	1.25	Methyl alcohol	-
Sodium 2, 6-dinitrocresolate	1.25	Water	±
Sodium 2, 4-dinitrophenolate	1.25	"	±
Phenylmercurychloride	0.01	Methyl alcohol	+++
Buthyl 4-hydroxybenzoate	1.25	"	+++
Sodium fluoride	3	Water	++++
Zinc chloride	3	"	++++
Chromated zinc chloride (8:2)	3	"	++++
Mercuric chloride	0.5	"	++
Copper sulfate	5	"	++++
Sodium pentachlorophenolate+Sodium fluoride (1:1)	1.25	"	+++
Sodium 2, 6-dinitrophenolate+Sodium fluoride (1:8)	1.25	"	+++
Non treatment	—	—	+++++

※ +... grow, -...not grow

同様に処理したマダケについてカビ類の発生状況を観察したところ、マダケの方が小であった。つぎに、薬剤の効力が長期間持続するかどうかを調べるために、つぎの薬剤溶液で減圧処理した試験片にアオカビを接種して、3ヶ月後の発生状況を観察した。その結果は第5表のとおりである。実験中に、培養基が乾燥すると、水を補給して、これを防ぐように努めた。

(II) 薬剤処理による防腐試験

3年生モウソウチク材(10月伐採)の第9~12節間から、内側の柔細胞組織の長さ・幅・厚さ4×2×0.5cmの試験片をつくり、これに対してウスバタケによる薬剤の防腐効力試験を行った。

処理法はつぎの4種である。

- A. 浸漬: 13~15°Cの溶液に12時間浸漬する。
- B. 加熱: 100°Cで30分間加熱する。
- C. 温冷浴: 100°Cで30分間加熱した後、15°Cの溶液に30分間浸漬する。
- D. 減圧: 40~45 mm Hgに30分間減圧した後、常圧にもどし、30分間浸漬する。

処理後、揮散および溶脱の操作を各1回ずつ行った。揮散は60°Cで12時間行い、溶脱は500cc(試験片の25倍量)の水を加えて、振盪器で20分間振盪した。これを水で洗滌し、60°Cで乾燥してから、予め木粉培養基に培養したウスバタケ菌叢上に乗せて、60日間腐朽させた。その結果は第6表のとおりである。

実験中に薬剤が溶脱して培養基内のウスバタケの発育が非常に阻止される場合がある。その場合には新しく培養した菌叢上に乗せかえて腐朽させた。

つぎに、2, 3の有機溶媒を用いて減圧処理を行った。その結果は第7表のとおりである。

Table 7. Decreasing percentages of weights of bamboo stem pieces rotted for 60 days by *Irpx lacteus* Fr.

Preservatives	Concentration (%)	Solvent	Decreased weight (%)
Pentachlorophenol	1.25	Methyl alcohol	5.9
"	1.25	Chlorobenzene	10.3
Sodium pentachlorophenolate	1.25	Methyl alcohol	9.4
Aluminium pentachlorophenolate	1.25	"	10.2
"	0.1	Chlorobenzene	19.6
Ferrous pentachlorophenolate	0.5	Methyl alcohol	7.8
Stannous pentachlorophenolate	1.25	"	7.5
Zinc pentachlorophenolate	1.25	"	7.8
Ammonium pentachlorophenolate	1.25	"	8.0
Copper pentachlorophenolate	0.15	"	9.4
"	0.02	Chlorobenzene	10.0
Mercuric pentachlorophenolate	0.2	Methyl alcohol	10.1
"	0.05	Chlorobenzene	11.9
2, 3, 4, 6-Tetrachlorophenolate	1.25	Methyl alcohol	11.4
"	1.25	Chlorobenzene	15.7
"	1.25	Pine oil	19.8
2, 4, 6-Trichlorophenolate	1.25	Methyl alcohol	13.9
"	1.25	Chlorobenzene	18.7
"	1.25	Pine oil	18.9
2, 6-Dinitroresol	1.25	Methyl alcohol	3.2
"	1.25	Chlorobenzene	10.5
2, 4-Dinitrophenol	1.25	Methyl alcohol	4.2
"	1.25	Chlorobenzene	10.3
2, 6-Dinitrophenol	1.25	Methyl alcohol	6.0
Phenylmercurychloride	0.01	"	15.2
Butyl 4-hydroxybenzoate	1.25	"	13.3

Remarks: Vacuum treatment

Table 6. Decreasing percentages of weights of bamboo stem pieces rotted for 60 days by *Irpex lacteus* Fr.

Preservatives	Concentration (%)	Solvent	Preserving processes											
			Steeping			Hot steeping			Hot and cold bath			Vacuum		
			Absorbed solution (%)	Decreased weight (%)	Absorbed solution (%)	Decreased weight (%)	Absorbed solution (%)	Decreased weight (%)	Absorbed solution (%)	Decreased weight (%)	Absorbed solution (%)	Decreased weight (%)		
Sodium pentachlorophenolate	1.25	Water	18.6	8.4	34.7	3.2	45.4	1.4	28.6	6.1				
Ammonium pentachlorophenolate	0.5	Water	16.2	12.5	28.5	4.2	35.7	2.1	24.1	1.3				
Copper pentachlorophenolate	0.5	Ammoniacal solution	18.8	7.9	33.3	2.5	45.7	1.5	29.2	5.2				
Sodium 2, 3, 4, 6-tetrachlorophenolate	1.25	Water	18.2	13.7	36.5	6.4	40.5	2.0	26.1	7.1				
Sodium 2, 4, 6-trichlorophenolate	1.25	Water	21.4	14.4	34.4	9.9	46.5	6.4	24.9	10.9				
Sodium 2, 6-dinitroresolate	1.25	Water	20.4	10.1	29.0	1.0	40.8	0	24.3	4.8				
Sodium 2, 4-dinitrophenolate	1.25	Water	22.2	9.4	30.5	1.1	43.4	0.5	26.7	5.3				
Sodium fluoride	3	Water	20.7	8.9	27.9	5.3	73.1	2.9	20.9	7.2				
Zinc chloride	3	Water	21.5	10.1	35.6	4.8	41.1	2.7	26.7	7.4				
Chromated zinc chloride (8:2)	3	Water	14.5	10.5	26.3	4.7	43.5	3.8	20.8	7.6				
Mercuric chloride	0.5	Water	22.5	3.8	29.0	1.0	35.0	0.6	27.8	1.4				
Copper sulfate	5	Water*	14.9	8.2	30.0	1.5	35.2	1.7	26.3	4.8				
Sodium pentachlorophenolate + Sodium fluoride (1:1)	1.25	Water	30.1	9.8	57.1	2.6	65.4	1.9	36.7	6.9				
Sodium 2, 6-dinitroresolate + Sodium fluoride (1:8)	1.25	Water	19.1	9.8	28.3	5.5	38.5	2.3	26.0	6.2				
Non treatment	—	—	—	27.5	—	—	—	—	—	—				

Remarks: Mean values of 4 pieces. * NaOH was added.

(III) 溶液吸収量および滲潤長

1. 溶液吸収量

7×1×1 cm の竹片(含水率 11.7%)を用い、1% Na-PCP 溶液に対する処理法別の溶液吸収率(吸収液量/気乾重量)を求めた。その結果は第8表のとおりである。

Table 8. Absorbed solution in various treatments.

Treating processes	Steeping			Hot steeping				Under pressure		
								3 kg/cm ²	6 kg/cm ²	
Temperature (°C)	15~20			100				70		
Treating time (hour)	12	18	24	0.2	0.5	1.0	1.5	0.5	0.5	1.0
Absorbed solution (%)	8.1	12.7	13.4	2.2	17.4	26.0	31.4	30.6	46.6	48.1

つぎに 5×2×0.5 cm の試験体を 2% Na-PCP 溶液に浸漬し、48 時間後に取り出して、部分別による吸収率(吸収液量/表面積)を測定したところ、横断面：半径方向断面：切線方向断面の比はほぼ 25 : 5 : 1 であつた。

2. 滲潤長

つぎの薬剤溶液で処理した4×2×0.5 cm の試験体を、半径方向に割り、薬剤を呈色させてその滲潤長(%)を求めた結果は、第9表のとおりである。

Table 9. Penetration rate of preservatives.

Preservatives	Concentration (%)	Solvent	Preserving processes				Remarks
			Steeping	Hot steeping	Hot and cold bath	Vacuum	
PCP	1.25	Methyl alcohol	10~20	—	—	—	* DNP... Dinitrophenol
"	"	Pine oil	1.0~2.0	—	—	—	
Na-PCP	"	Methyl alcohol	1.0~2.0	—	—	—	
"	"	Water	1.5~3.0	5~8	10~25	1.5~3.0	
DNP*	"	Methyl alcohol	20~30	—	—	—	
Na-DNP	"	Water	40~50	50~70	80~90	—	
NaF	3	"	80~90	80~95	95~100	75~85	
CuSO ₄	5	"	75~85	—	95~100	75~85	

Notices: Steeping; 12 hours at room temperature. Hot steeping; 5 hours at 100°C. Hot and cold bath; an hour in hot bath, 12 hours in cold bath. Vacuum; 30 minutes at 40 mm Hg, 5 hours in ordinary atmosphere.

浸漬処理による滲潤長はつぎの順に小さくなる。

Na-DNP (水溶液) > DNP (メタノール溶液)

> PCP (メタノール溶液) > Na-PCP (水溶液) > Na-PCP (メタノール溶液)

また、Na-PCP は NaF、CuSO₄ などに比較して滲潤長が極めて小さい。4種の処理法による滲潤長を比較すると、温冷浴法最にも大であつた。つぎに、3% NaF および 1.25% Na-PCP 溶液を用いて、伐採季節を異にする試験片(2月・6月・9月および12月伐採)に対する滲潤長を測定したところ、6月および9月に伐採したものの方が2月および12月に伐採したものよ

り大きな滲潤長を示した。

III 摘 要

1) 寒天培地に於けるペンタおよびテトラクロルフェノールナトリウムのアオカビおよびコウジカビに対する発育阻止限界濃度は、他の薬剤に比較して大きい。

2) 竹材の部分別による溶液吸収率 (2% Na-PCP) を測定したところ、横断面：半径方向断面：切線方向断面の比は、ほぼ 25:5:1 であった。処理法別の吸収率では、加圧処理に最も大きい。

3) Na-PCP の滲潤性は NaF・Na-DNP などに比較して極めて小さい。その滲潤性の改良についてはさらに研究を進める必要がある。

4) 浸漬・加熱・温冷浴および減圧の4種の処理法について滲潤長を比較すると、温冷浴法に最も大であった。また、伐採季節を異にする試験片について、浸漬による滲潤長を測定したところ、夏季伐採したものの方が冬季伐採したものより大きな滲潤長を示した。

5) 薬剤で処理した試験体の防腐防霉効力については、DNC および DNP が最も大きい。Na-PCP・Cu-PCP・HgCl₂・CuSO₄ の防腐効力は大であるが、Na-PCP・Cu-PCP の防霉効力はややおとる。無機防腐剤で処理したものは、長期間の防霉効力が極めて小であった。また、クロルフェノールの防腐防霉効力はつぎの順に小であった。

Sodium pentachlorophenolate > Sodium tetrachlorophenolate
> Sodium trichlorophenolate

IV 参 考 文 献

- 1) 中村 章：竹材の防霉試験，第 63 回日本林学会大会講演，1954.
- 2) 浜口 隆：竹材の伐採時季と腐朽に就て，日林誌，35，85，1953.
- 3) 栗林 弘：竹材の防霉に関する研究，群馬県工芸所，1954，
- 4) 静岡県経済貿易観光課：竹材の防虫と防霉，1950.

Résumé

1. Inhibiting effects of sodium penta- and tetra-chlorophenolate against the molds on agar-medium are greater than the other preservatives.

2. Absorption rate of 2% Na-PCP solution at three sections of bamboo stem are the following;

Cross: radial: tangential=25:5:1

Amount of absorbed solution was the greatest in the test piece treated under pressure process.

3. Penetration of Na-PCP in bamboo stem was less than that of NaF or Na-DNP.

4. In the hot-and-cold-bath process which was one of the 4 kinds of treating

methods examined, penetrating rate was greater. Moreover, the penetration seemed to become better in the case of bamboo stem cut down in summer.

5. DNC and DNP were more poisonous against *Irpex lacteus* Fr. and *Penicillium* sp. on bamboo stem pieces. In our experiments, Na-PCP · Cu-PCP · HgCl₂ · CuSO₄ were less effective against molds, though they are strongly poisonous for wood rotting fungi.

6. The effects of inorganic preservatives on molds were not observed. The relative preserving effects of some chlorophenolates were as follows;

Sodium pentachlorophenolate > Sodium tetrachlorophenolate
> Sodium trichlorophenolate.