

フルトラニルのナミダタケに対する防腐効力と土壌処理の効果*1

土居 修一*2・上山 伸一*3・西本 孝一*4

The Preservative Effect and the Soil Treatment Effect
of Flutolanil against *Serpula lacrymans**1

Shuichi DOI*2, Shin'ichi UYAMA*3 and Koichi NISHIMOTO*4

(昭和61年8月4日受理)

概 要

新規化合物フルトラニルの、家屋腐朽菌ナミダタケに対する抗菌作用力を検討した。日本木材保存協会(JWPA)規格第1号による防腐効力試験ではナミダタケに対してフルトラニルは十分な効力を持つことが示されたが、オオウズラタケへの効力は弱かった。

また、土壌処理試験ではナミダタケに対して十分な菌糸生長抑制効果を示し、被害の駆除及び予防の際、土壌処理用の薬剤として適用される可能性が示唆された。

1. 緒 言

褐色腐朽菌ナミダタケ (*Serpula lacrymans*) による木造住宅の腐朽害は、約10年前から北海道を中心に顕在化しており、実態調査が進められてきた^{1,2)}。観察³⁾によれば、いずれも同じ褐色腐朽菌であるイチョウタケ (*Paxillus panuoides*)、イドタケ (*Coniophora puteana*)、ワタグサレタケ (*Spongiporus sinuosus*) などの被害が比較的狭い範囲で、必要量の水分供給がなされる部位に限定されているのに比べ、この菌の被害は水分源のない広い範囲にまで及ぶことが特徴である。これらの被害発生・拡大には、土壌中に生長する菌糸及び根状菌糸束が大きく寄与し、水分及び養分供給の役割を担っているものと考えられる。

したがって、ナミダタケによる被害の対策に使用する薬剤としては、木材の防腐処理はもちろん土壌処理にも使用しうるものを適用することが望ましい。そこで、本報では、環境汚染がなるべく少なく、安全性にすぐれた農業用殺菌剤として開発されたフルトラニル (日本農薬(株)合成)⁴⁾ の土壌処理、木部処理への応用を検討したので、その結果について報告する。

*1 本報の一部は第11回日本防菌防黴学会 (1984年5月, 東京) で発表した。

*2 北海道立林産試験場 (Hokkaido Forest Products Research Institute, Asahikawa, Hokkaido, 070)

*3 日本農薬株式会社 (Nihon Nohyaku Co., LTD., Chiyoda-ku, Tokyo, 101)

*4 高耐久性木材開発部門 (Research Section of High Performance Wood Products)

2. 実 験

2.1 供試化合物

供試したフルトラニルの化学構造、物性および毒性を Table 1 に示す。土壌処理には1%粉剤、木部処

Table 1. Physicochemical properties and acute toxicity of flutolanil⁴⁾

Chemical name: α,α,α -trifluoro-3'-isopropoxy- <i>O</i> -toluanilide	
Common name: flutolanil	
Chemical structure:	
Molecular formula and weight: C ₁₇ H ₁₆ F ₃ NO ₂ , 323.3 (g/mol.)	
Vapor pressure: 1.33 × 10 ⁻⁵ mmHg at 20°C	
Odour	: Odourless
Appearance	: White crystalline solid
Solubility	: Expressed as g/l at 20°C
	Acetone.....656
	Methanol.....460
	Chloroform.....471
	Xylene.....25
	Toluene.....49
	Water.....0,0096
Acute toxicity (Tcstig facility: I.E.T.)	
	LD ₅₀ values
Rat	> 10,000 mg/kg p.o.
	> 5,000 mg/kg p.c.
Mouse	> 10,000 mg/kg p.o.

理には2%油剤を用いた。なお、土壌処理試験では対照薬剤としてジチオカーバメイト系のマンネブを用いた。

2.2 供 試 菌

供試したナミダタケ *Serpula lacrymans* (Wulfen ex Fries) Schroeter は、HFP7802 (北海道立林産試験場保存菌株) である。これは、旭川市内の被害家屋で採取、分離⁵⁾され、馬鈴薯—ブドウ糖寒天 (以下 PDA) 培地上に 10°C で保存されていたものである。比較のため用いた菌は以下の通りである。

Tyromyces palustris (Berkley et Curtis) Murrill (オオウズラタケ) FPRI 0507 (農林水産省林業試験場保存菌株), *Coriolus versicolor* (Linnaeus ex Fries) Quélet (カワラタケ) FPRI 1030 (同), *Chaetomium globosum* Kunze ex Fries FPRI 8059 (同), *Penicillium citrinum* Thom ATCC 9849 (American Type Culture Collection)

2.3 菌糸生長抑制力試験 (寒天平板希釈法, 以下 A D T)

フルトラニル含有量を 1, 10, 100 ppm に調整した PDA 培地上に、あらかじめ PDA 培地で培養しておいた供試菌を寒天とともに直径 4 mm に打ち抜いて接種し、1週間培養後の生長半径を比較することに

よって菌糸生長抑制力を求めた。培養温度は、ナミダタケで $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 、その他の菌で $25 \pm 2^\circ\text{C}$ である。

2.4 防腐効力試験

JWPA 規格第1号(1979年)を準用して、防腐効力試験を行った。ただし、耐候操作は3回および12回とした。供試材はエゾマツ心材である。

2.5 土壌処理試験

試験Ⅰ：あらかじめ11容ビン中の麦芽エキスーペプトン(以下MP)石英砂培地上でナミダタケを十分繁殖させ、この菌叢上にエゾマツ辺材 $[0.5(t) \times 1.0(r) \times 1.0(l)\text{cm}]$ を置き30日~40日間培養した。培養後この試片を取りだし、材表面の菌糸をできるだけ無菌的に除去した。別に、あらかじめ畑土(pH 5.5, 水分25.2%)に供試剤を所定濃度混入しておき、処理直後のものおよび 10°C で77日間保存しておいたものをペトリ皿中に30gずつ入れ、その上に前記のエゾマツ試片を直接置いた。これを 20°C で20日間培養後、菌糸生長の状態を観察し、エゾマツ試片の重量減少率を測定した。繰り返しは5回である。

試験Ⅱ：あらかじめMP石英砂培地上で、エゾマツ心材(試片A) $[2.0(t) \times 2.0(r) \times 5.0(l)\text{cm}]$ へナミダタケを十分繁殖させておき、これを新しいMP石英砂培地上へ菌糸の付着したまま移して 20°C で2週間培養した。菌糸が培地上で十分生長しているのを確認してから、所定濃度の供試剤で処理した試験Ⅰと同様の処理直後の土壌を200gずつ投入し、その上へ新しいエゾマツ心材(試片B)を置き 20°C で40日間培養した(Fig. 1)。培養後、菌糸生長の様子を観察し、新たに処理層上面に設置した試片Bの重量減少率を測定した。また、接種片として処理土壌中に埋没した試片Aを前記同様の石英砂培地上へ置き、菌糸生長の有無を 20°C で20日間培養して観察した。繰り返しは4回である。

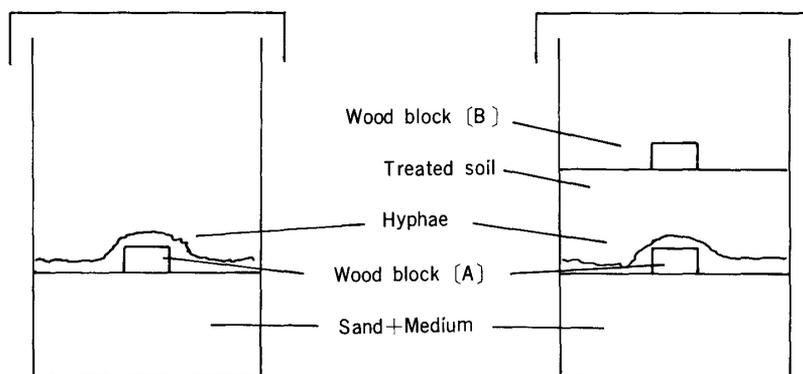


Fig. 1. The soil treatment test (Ⅱ) with maneb and flutolanil

3. 結果と考察

3.1 菌糸生長抑制力試験

フルトラニルは、農薬としては既に実用化されたものであり、特にイネの紋枯病に卓効を示すことが明らかにされている⁴⁾。紋枯病は、担子菌 *Thanatephorus cucumeris* の不完全世代である *Rhizoctonia solani* に由来する病害であることから、同じ担子菌であるナミダタケにも効力を発揮すると考えられたので供試薬剤として採用した。実験の結果を Table 2 に示す。コントロールの PDA 培地上での生長半径を100として、それに対する生長抑制率を示した。表に示した菌のうち、*C. globosum* は代表的な軟腐朽菌であることから、また *P. citrinum* は木材上に生育するカビの一種であることから供試した。表から明らかのように子囊菌に対してより担子菌に対しての方が大きな抑制力を示し、特にナミダタケに対する生長抑制力は著しい。オオウズラタケやカワラタケに対してもある程度の生長抑制力を示したが、その効果はナミダタケに対してより

Table 2. Inhibition of fungal growth by flutolanil diluted into agar medium

fungus tested	Percentage inhibition		(%) ^{a)}
	100	10	1 (ppm) ^{b)}
<i>Tyromyces palustris</i>	57	55	31
<i>Coriolus versicolor</i>	86	82	48
<i>Serpula lacrymans</i>	100	100	96
<i>Chaetomium globosum</i>	23	19	5
<i>Penicillium citrinum</i>	22	19	14

a) Percentage inhibition = $\{(C-T)/C\} \times 100$

where C = average diameter of fungal mycelium on control medium

T = average diameter of fungal mycelium on tested medium

b) Concentration of flutolanil in medium

劣る。ただし、それでも子囊菌に対する抑制力より大きい値を示している。

以上の結果から、木材上でもナミダタケに対して防菌効力を示すことが推定できたので、次に木材を試片として用いる試験を実施した。

3.2 防菌効力試験

JWPA 規格第1号を準用して行った試験結果を Table 3 に示す。JWPA の規格によれば、耐候操作回

Table 3. Effectiveness of flutolanil in JWPA-I test

Weathering ^{a)} cycle time	Retention (a.i. °g/m ²)	Value of efficiency ^{b)} (W.L.) ^{d)}	
		<i>T. palustris</i>	<i>S. lacrymans</i>
3	0.32	0(12.7)	—
	0.27	—	94(1.4)
	0.56	0(13.6)	—
	0.52	—	94(1.5)
12	0.27	0(12.8)	—
	0.25	—	92(1.8)
	0.58	0(19.1)	—
	0.51	—	91(2.1)
Percentage weight loss of untreated controls		12.5	23.6

a) Weathering cycle: sample placed in non-running tap water for 30 seconds, kept them in a desiccator with water at the bottom at 20°C for 4 hours, and oven dried at 40°C for 20 hours at 40°C

b) Value of efficiency = $\{W_C - W_T\} / W_C \times 100$

where W_C: average percentage weight loss of untreated samples

W_T: average percentage weight loss of treated samples

c) a.i.: active ingredient

d) Percentage weight loss

数は0回及び10回に規定されているが、本実験で3回及び12回としたのは次の理由による。すなわち、ナミ

ダタケの被害は全て床下で発生するが、推察された被害原因のうち「床下結露」が少なくない⁶⁾。北海道のような寒冷地においては、冬季に床組材表面で結露を生ずる恐れが極めて大きい。ナミダタケの被害を受ける恐れのある住宅ではなおさらである。したがって、耐候操作 0 回にあたるような乾燥状態を保つことは現実には困難であると考え、より厳しい環境を想定して、便宜的ではあるが耐候操作の回数を増やし、その程度の大小による影響を検討しようとしたのである。また、カワラタケを供試菌としなかったのは、白色腐朽菌による家屋の腐朽害が殆ど認められていないからである。

Table 3 によれば、ナミダタケに対する防腐効力は木材上でも発揮されることが明らかである。ただし、処理に要する薬剤量は ADT におけるより多く、本実験結果の範囲では、効力値 90 以上を満足させるためには原体吸収量で 0.27 g/m^2 以上が確保されねばならないと思われる。一方、同じ担子菌であるオオウズラタケに対しては、原体吸収量で 0.58 g/m^2 であっても全く防腐効力を示さなかった。ADT の結果を見ると、オオウズラタケに対してもフルトラニルの濃度が高くなれば、菌糸生長を抑制する効果が徐々にあがっていくことも考えられる。これら両者の結果を合せて考えると、オオウズラタケに対する防腐効力を発揮する濃度は木材においてはきわめて高い値になることが容易に推定できる。なお、カワラタケの ADT の結果から、この菌に対する防腐効力はオオウズラタケに対してより低濃度で示されることが予想されるので、今後、白色腐朽菌の攻撃を受ける機会の多い土木用材などへの適用を考えて、検討することも意義のあることと思われる。

ナミダタケの被害では、ある種の防腐剤で処理した木材を乗り越えて無処理材へ菌糸を生長させることが認められている³⁾。フルトラニルでも木材上での菌糸生長阻止力が検討されねばならないが、これについては別の機会に検討することとした。なお、本実験で用いた試片形状では、試片上へのナミダタケの菌糸生長は認められなかった。

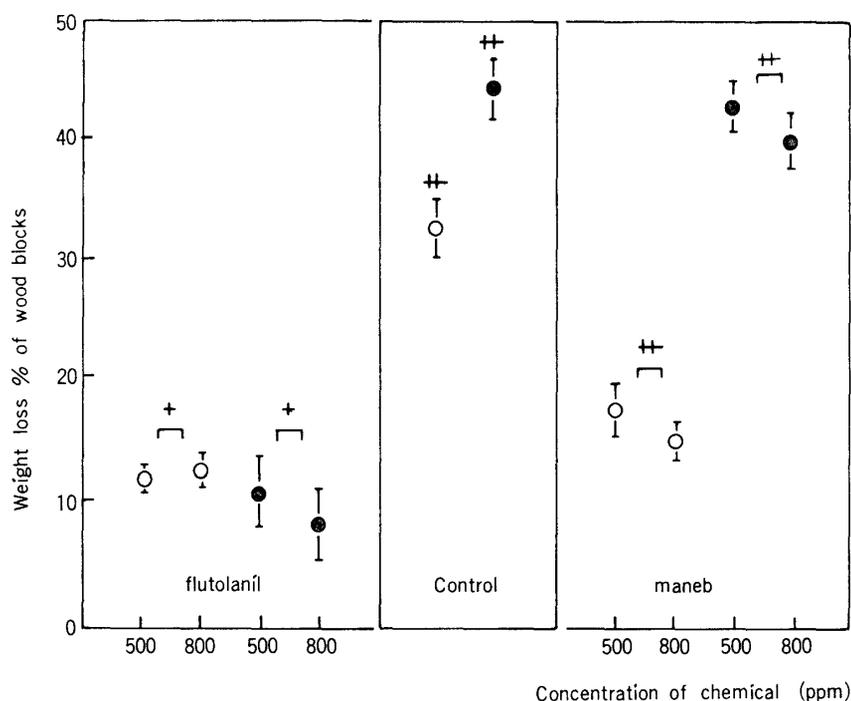
また、家屋を腐朽させる担子菌としては、北海道でもナミダタケ以外のものが認められている³⁾。したがって、木材の防腐処理に用いる薬剤を選択する際に、ナミダタケに対する防腐効力のみで実用化することは危険であり、できるだけ幅広い抗菌スペクトルを持つ薬剤の選択がなされねばならない。このことを考慮してフルトラニルを使うとすれば、木材用防腐剤としては他の薬剤との併用も検討する必要がある。

3.3 土壌処理試験

土壌処理試験では、マンネブを対照薬剤として用いたが、その理由はこれが ADT で比較的良好なナミダタケ生長阻止力を示した⁷⁾ので、実際に試用されてきたからである。

試験Ⅰの結果を Fig. 2 に示す。処理直後に供試された土壌での結果を見ると、フルトラニル濃度で 500 ppm 及び 800 ppm の土壌処理を施せば菌糸生長は試片上のみに限定され、試片の重量減少率も小さく抑えることができる。これに対してマンネブではいずれの濃度でも土壌表面への菌糸生長を抑制できず、試片の重量減少率もフルトラニルより大きくなっている。ただし、コントロールと比較するとマンネブでも木材腐朽力を抑制する効果を持つことが明らかである。処理後 77 日間、 10°C に保存しておいた処理土壌ではフルトラニルのみ、いずれの濃度でも処理直後と同様の効果を示している。この時はマンネブ処理土壌では、試片の重量減少率もコントロールとの間に有意差を持たず、全く効力を失っていたと解釈できる。この理由としては、処理土壌の保存中にマンネブが微生物、水分などの影響で変質あるいは分解したことが考えられる。なお、本実験においては菌糸を試片に蔓延させる際に 30~40 日の腐朽期間があったことになるが、この時の重量減少率は Fig. 2 から 10% 程度であることが明らかである。

ところで、実際の被害では土壌表面に放置された木材の周辺だけでなく、土壌中に埋没している木材からの被害発生も考えられる。また、本実験のように何の障害もなく利用しうる養分が木材試片のみというのは、ナミダタケにとっては実際よりかなり不利な状況である。そこで、ナミダタケにとっては養分の点でさらに有利な状況を想定し、また実際の土壌処理は表面的にしか行えないという前提で試験Ⅱを行った。



Hyp hal growth: on the surface of the treated soil and the wood block; ++ on the surface of the wood block only; +
 ○: immediately after the treatment
 ●: 77 days after the treatment

Fig. 2. Inhibition of hyphal growth of *S. lacrymans* by flutolanil and maneb in soil

Table 4. Effectiveness of flutolanil and maneb against *S. lacrymans* by soil treatment

Chemicals tested (Concentration)	Percentage weight loss of wood blocks	Hyphal growth ^{a)}	
		on wood blocks	on treated soil
maneb ^{b)} (300 ppm)	31.2	++	+
flutolanil (500 ppm)	0	-	-
Control	33.9	++	++

a) -: no growth, +: poor growth, ++: normal growth
 b) manganese ethylene-bis (dithiocarbamate)

試験Ⅱの結果を Table 4 に示す。菌糸生長の様子を見るとマンネブ 800 ppm で多少の菌糸生長抑制効果が示されているが、試片の重量減少率ではコントロールとの間に有意差がなく、処理の効果がないのは明らかである。この結果は、試験Ⅰの結果とは対照的に、処理直後でもナミダタケにとって養分条件がよければマンネブ 800 ppm では全く効力を示さないことを意味している。一方、フルトラニルは 500 ppm でも菌糸生長を完全に阻止している。したがって、処理土壌表面に設定された試片 B の腐朽は完全に阻止され

た。

土壌中に埋没した試片Aからの菌糸生長はコントロールでは認められたが、処理土壌中に置かれていたそれからの菌糸生長は 20°C で20日間培養しても全く認められず、これらの環境下では死滅したと考えられる。フルトラニルの場合には、生長阻止力が示されたので当然の結果であると判断できるが、マンネブの場合には次のようなことが想像される。すなわち、土壌中に分散していたマンネブは木材表面では希釈されずに作用し、中の菌糸を死滅させることが可能であった。ところが、それより先に砂培地中へ生長していた菌糸へのマンネブの作用は、培地中の栄養液に分散し希釈されてしまうので、その濃度の不足から効力を持たず、そこから処理土壌を貫通しての菌糸生長を許したのであろう。

結 論

土壌中に生育し、イネの紋枯病を引き起す *Rhizoctonia solani* (担子菌 *Thanatephorus cucumeris* の不完全世代) に対して殺菌効力を示すフルトラニルは、ナミダタケに対しても菌糸生長を抑制する力を持つことが示された。その効力は、土壌処理及び木部処理で確認され、ナミダタケの被害防除にフルトラニルを応用できる可能性が示唆された。ただし、土壌処理に関しては実用上の処理量、効力持続性などをさらに検討しなければならない。さらに、木部処理でも防腐効力が示されたが、処理材表面での菌糸生長阻止力などは未検討であり、またオオウズラタケに対する防腐効力は極めて高い吸収量を必要とすることが推定できるので、この点も含めて総合的な判断をしなければならない。なお、従来 ADT によるスクリーニングの結果に基づいて、ナミダタケの被害駆除の際の土壌処理に試用してきたマンネブは効果のないことが確認された。

文 献

- 1) 日本木材保存協会：ナミダタケ被害対策推進事業報告（昭和58年度）（1984）
- 2) 土居修一：木材工業，36，10，486（1981）
- 3) 土居修一，斉藤光雄：日本木材学会北海道支部講演集，12，51（1980）
- 4) F. ARAKI and K. YABUTANI: Proc. Br. Crop. Prot. Cont. Pest. Dis., 3（1981）
- 5) 土居修一，斉藤光雄：木材学会誌，28，11，733（1982）
- 6) 土居修一，西本孝一：木材研究・資料，No. 22，78（1986）
- 7) 土居修一：日本木材学会北海道支部第12回研究会資料，1（1980）