

# 산업 부산물을 이용하여 제조한 플루오르화합물계 목재 방미제의 특성 (I)\*<sup>1</sup> - 목재 방미효력 및 철부식성과 흡습성 -

이 종 신\*<sup>2,1</sup>

## Characteristics of Fluoride-based Anti-stain Chemicals Made from Industrial By-product (I)\*<sup>1</sup> -Anti-mold Effectiveness, Iron Corrosivity and Hygroscopicity -

Jong-Shin Lee\*<sup>2,1</sup>

### 요 약

저가의 국내산 목재 방미제의 개발을 목적으로 산업부산물인 플루오르화암모늄(NH<sub>4</sub>F)으로부터 합성한 6종의 플루오르화합물계 약제를 사용하여 목재에 오염을 일으키는 표면오염균의 생장억제 효과, 소나무, 잣나무 및 라디에타소나무에 대한 목재 방미효력, 목재의 철부식성 및 흡습성에 미치는 영향을 조사하였다.

합성 약제 중에서 주요 성분이 F와 Cu인 RNF-3과 F 단독인 RNF-4가 처리 PDA 배지 및 목재에서 보존 균주의 생장이 전혀 이루어지지 않아 가장 우수한 균의 생장 억제 및 목재 방미효력을 가지고 있는 것으로 밝혀졌다. 이들 약제의 최적 처리 농도는 2%인 것으로 판단되었으며 목재 수종에 따른 방미효력 차이는 거의 나타나지 않았다. 약제 처리 목재는 높은 철부식비를 보였으며 이것은 약제 중에 함유되어 있는 F의 강한 부식성에 기인한 것으로 판단되었다. 그러나 농도 2% 이하의 RNF-3과 RNF-4를 처리한 목재의 철부식비는 무처리와 큰 차이를 보이지 않았다. 또한 합성 약제가 목재 흡습성에 미치는 영향은 없는 것으로 나타났다. 이들 약제의 실용화 검토를 위해서 침엽수 제재목 생산 현장에서의 야외 시험 등 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

\*<sup>1</sup> 접수 2004년 2월 5일, 채택 2004년 3월 10일

본 연구는 한국과학재단 특정기초연구(2000-2-317-002-2) 지원으로 수행되었음

\*<sup>2</sup> 충남대학교 농업생명과학대학 College of Agriculture and Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

† 주저자(corresponding author) : 이종신(e-mail: lee\_js@cnu.ac.kr)

## ABSTRACT

To develop of the inexpensive anti-stain chemicals, it was conducted to investigate the inhibitory effectiveness of mycelial growth and anti-mold effectiveness against test fungi causing surface mold of wood, iron corrosivity and hygroscopicity of six fluoride-based chemicals made from industrial by-product.

Among the six chemicals. RNF-3 and RNF-4 were the most effective with respect to a mycelial growth control and anti-mold effectiveness. For the wood treatment with these chemicals, the optimum concentration was about 2% and there was no difference in the effectiveness of chemicals between wood species. The wood treated with synthesized chemicals showed a relatively high iron corrosion rate for corrosive F component whereas, in the treatment with RNF-3 and RNF-4, there was no difference from the untreated wood when the concentration was less than 2%. The hygroscopic property of wood was not effected by treatment of these chemicals. To prove the feasibility for practical using of RNF-3 and RNF-4 chemicals, it is necessary to test of anti-mold effectiveness in the sawmill by field test.

**Keywords:** anti-stain chemicals, fungal discoloration, anti-mold effectiveness, iron corrosivity, hygroscopicity, ammonium fluoride

## 1. 서 론

목재의 미생물에 의한 열화현상에는 담자균류에 의한 부후현상과 자낭균류 또는 불완전균류에 의한 변색현상이 있다. 목재의 변색은 균이 분비하는 색소 또는 균사 색에 의하여 발생하는 목재의 염색현상으로 발생 양상에 따라 목재 표면에서만 발생하는 표면오염과 목재 변재부 내부까지 변색되는 변재 변색으로 분류할 수 있다(日本木材保存協會, 1982). 변재 변색 및 표면 오염은 목재의 상품 가치를 저하시키거나 피해 목재를 제품 포장재로 사용하였을 경우 제품에까지 변색 및 오염이 확산되어 2차적인 피해를 발생시키는 등 목재 업계에서는 시급히 해결해야 할 문제가 되어 왔다. 특히 국내 제재목 생산량의 대부분을 차지하는 라디에타소나무를 비롯한 소나무, 잣나무 등은 변재 변색 및 표면 오염이 심하게 발생하는 수종으로 이들 수종의 사용 증가와 함께 피해도 증가함에 따라 이를 방지하기 위한 연구가 요구되고 있다. 목재의 미생물에 의한 변재 변색 및 표면 오염에 관한 몇몇의 국내외 연구 내용을 살펴보면 Hutchison과 Reid (1988a, 1988b)는 뉴질랜드

에서 목재변색을 일으키는 몇 종류의 균종에 대한 분류를 실시하였으며 Kim 등(1999)은 은행나무 변재의 미생물에 의한 변색 방지를 위해 선발된 약제의 성능을 실험실적으로 평가하였고 Tsunoda와 Nishimoto (1985)는 제재목 수종이 목재 방미제의 효력 지속성에 미치는 영향에 관하여 조사하였다. 또한 이(1997)가 키토산과 황산동 수용액을 처리한 목재의 방미효력에 관하여 검토하였고 Kim 등(2001)은 소나무 원목에 변재 변색을 일으키는 주요 원인균을 조사한 바 있다. 현재 국내의 목재 변색 및 표면 오염에 관한 연구는 원인균의 분리 및 동정, 기존의 방미제 중에서 목재 수종별 최적의 방미제 선발 등의 연구가 수행되고 있으며 국산의 목재 방미제 개발 및 효력 평가에 관한 연구는 아직까지 진행된 바 없다.

플루오르화합물 중에는 우수한 항균력을 가지고 있어 의약품이나 발효공업의 소독용으로 사용하는 화합물이 다수 존재한다. 플루오르화암모늄( $\text{NH}_4\text{F}$ )은 전자부품 생산공정에서 초정밀 부품 세정 후에 폐액으로 대량 회수되고 있는 고순도의 화합물로서 재활용 방법이 개발되어 있지 않아 무기염과 반응시켜 고형화하여 매립하고 있다. 본 연구에서는 저가의

Table 1. Characteristics of the synthesized chemicals

Chemicals	Main ingredients	Concentration (wt%)	pH	Specific gravity	Appearance	Color
RNF-1	F, B, Cu	28.8	7.07	1.12	Liquid	Light blue
RNF-2	F, B	29.0	7.09	1.14	Liquid	Light blown
RNF-3	F, Cu	15.0	5.44	1.08	Liquid	Light blue
RNF-4	F	25.0	5.50	1.05	Liquid	Colorless transparency
RNF-5	F, Cu, Si	17.0	1.90	1.32	Liquid	Light blue
RNF-6	F, Zn, Si	20.0	1.60	1.23	Liquid	Colorless transparency

국내산 목재 방미제의 개발에 목적을 두고 플루오르화암모늄으로부터 합성한 6종의 플루오르화합물계 약제에 대하여 목재에 표면오염을 일으키는 균류의 생장억제 효과, 목재의 방미효력, 목재의 철부식성 및 흡습성에 미치는 영향을 조사하였다.

*niger*, *Aureobasidium pullulans*, *Rhizopus nigricans*, *Penicillium citrinum*, *Chaetomium globosum*의 5 균주를 공시균으로 사용하여 합성약제의 균류 생장 저해성 및 목재 방미효력을 조사하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 공시재료

#### 2.1.1. 공시목재

국내산 소나무(*Pinus densiflora*)와 잣나무(*Pinus koraiensis*) 및 수입산 라디에타소나무(*Pinus radiata*)의 건전한 변재부로부터 2(T)×30(R)×50(L)mm 크기의 방미효력 시험용 시험편을 채취하였다. 또한 철부식성 및 흡습성 시험을 위해 공시목재 중에서 라디에타소나무 변재부로부터 5(T)×20(R)×50(L)mm 크기의 시험편을 채취하여 사용하였다.

#### 2.1.2. 공시약제

초정밀 전자부품의 세정공정에서 회수한 고순도의 플루오르화암모늄에 규소, 붕소, 구리 및 아연화합물을 각각 반응시켜 합성한 6종류의 약제를 사용하였다. 각 합성 약제의 특성을 Table 1에 나타냈다.

#### 2.1.3. 공시균

국립산림과학원으로부터 분양 받은 *Aspergillus*

### 2.2. 실험방법

#### 2.2.1. 합성 약제의 균류 생장 저해성 조사

Potato dextrose agar (PDA) 평판 고체배지를 제조하여 사용하였다. 약제 처리는 농도 1.0, 2.0, 3.0, 5.0 wt%로 조제한 약제 수용액을 petri dish 1장 당 2 ml가 되도록 고화된 배지 표면에 균일하게 분주하여 약제가 배지 중에 침투되도록 1주일간 방치하였다. 약제 처리한 배지 중앙부에 공시 균주를 접종한 후 온도 26±1°C의 항온기 내에서 균종 별로 2~20 일간(무처리 배지에서 균사의 콜로니 직경이 85 mm 까지 성장하는 기간) 배양하고 콜로니 직경을 측정하여 약제의 공시 균주에 대한 생장 저해성을 조사하였으며 시험은 각 조건 별로 5반복 실시하였다.

#### 2.2.2. 합성 약제의 목재 방미효력 조사

PDA 배지에서 합성 약제의 균주에 대한 생장 저해성 평가 결과를 기초로 목재에서의 방미효력 발현성을 확인하기 위하여 공시목재의 시험편에 농도 1.0, 2.0, 3.0, 5.0 wt%의 각 합성 약제를 처리하여 방미효력을 조사하였다. 목재 시험편의 약제 처리, 균주의 포자현탁액 제조 및 접종, 방미효력 시험 및 평가는 모두 일본목재보존협회 규격 제2호(JWPA

No. 2) 「목재용 방미제의 방미효력 시험방법」에 따라 실시하였으며 참고로 JWPA No. 2의 방미효력 평가방법은 다음과 같다. 시험은 각 조건 별로 6반복 실시하였다.

■ 평가치

- 0: 시험편에 공시균의 생육이 전혀 나타나지 않음
- 1: 시험편의 측면에서만 공시균의 생육이 인정됨
- 2: 시험편의 위 표면 1/3 이하의 면적에서 공시균의 생육이 인정됨
- 3: 시험편의 위 표면 1/3 이상의 면적에서 공시균의 생육이 인정됨

■ 평균 평가치(A)

$$A = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6}{6}$$

여기서  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_6$ 은 각 시험편의 평가치

■ 평균 평가치의 합계(S)

$$S = A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n$$

여기서  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ 은 각 공시균의 평균 평가치

■ 피해치(D)

$$D(\%) = \frac{S_1}{S_0} \times 100$$

여기서  $S_0$ 는 무처리 시험편의 평균 평가치 합계,  $S_1$ 은 약제 처리 시험편의 평균 평가치 합계

2.2.3. 합성 약제의 철부식성 및 흡습성 조사

합성 약제가 목재의 철부식성 및 흡습성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 일본목재보존협회 규격 제5호(JWPA No. 5) 「도포·분무·침지 처리용 목재방부제의 철부식성 시험방법」 및 제6호(JWPA No. 6) 「도포·분무·침지 처리용 목재방부제의 흡습성 시험방법」에 준하여 시험을 실시하였으며 시험은 각 조건 별로 5반복 실시하였다.

철부식성 시험은 무처리 및 약제처리(처리농도 1.0, 2.0, 3.0, 5.0 wt%) 시험편 2매를 한 조로 하여 이들 시험편 사이에 길이 38 mm의 못 2개를 시험편 너비(20 mm) 방향의 양 가장자리로부터 안쪽으로 5 mm 거리의 위치에 놓고(못 머리는 시험체 밖으로

노출) 압착, 밀착시켜 시험체를 준비하였다. 이들 시험체를 황산칼륨 결정이 공존하는 포화수용액을 이용하여 미리 온도  $40 \pm 2^\circ\text{C}$ , 상대습도 97%로 조절해 놓은 데시케이터 내에서 10일간 폭로하였다. 폭로 후 각 시험체로부터 못을 취하여 농도 10%의 구연산제2암모늄 수용액에 침지시켜 20분간 자비처리한 다음 흐르는 수도물에 세척하여 녹을 충분히 제거하였다. 그 후 무처리 및 약제처리 시험편에서의 못의 중량감소율을 구하고 이것으로부터 철부식비를 산출하여 약제처리가 목재의 철부식성에 미치는 영향을 조사하였다.

흡습성 시험은 무처리 및 각 약제처리 시험편을 철부식성 시험과 동일한 조건 하에 48시간 폭로한 후 무처리 및 각 약제처리 시험편의 흡습율을 구하고 이것으로부터 흡습비를 산출하여 약제처리가 목재의 흡습성에 미치는 영향을 조사하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 합성 약제의 균류 생장 억제 효과

무처리 및 약제 처리 PDA 배지에서의 균사 생장량과 균사 생장 상태의 일부를 각각 Fig. 1과 Fig. 2에 나타냈다. 먼저 균주의 생장활력을 조사한 결과 무처리 배지에서 콜로니 직경 85 mm(사용된 petridish 내경)까지 성장하는데 *R. nigricans* 2일, *P. citrinum* 과 *C. globosum* 14일, *A. pullulans* 15일, *A. niger* 20일이 각각 소요되어 Domsch 등(1980)의 보고와 거의 동일하거나 약간 빠른 균사의 성장속도를 보였다. 따라서 보존 기간 중에 이들 균주의 생장활력 저하는 발생하지 않은 것으로 판단되었다.

합성 약제의 균류 생장억제 효과는 RNF-1과 RNF-2의 경우 균중에 따라 차이를 보여 *R. nigricans*에 대해서는 높은 생장억제 효과를 나타내 최저 처리농도인 1%에서도 균사의 생장이 전혀 이루어지지 않았으나 *A. niger*는 최고 농도 5%를 처리한 배지에서도 균사의 생장이 진행되어 약제 처리 효과는 거의 나타나지 않았다. 그러나 무처리 배지에서와는 다른 균사 생장상태를 보여 무처리 배지에서는 균사의 생

산업 부산물을 이용하여 제조한 플루오르화합물계 목재 방미제의 특성(I)

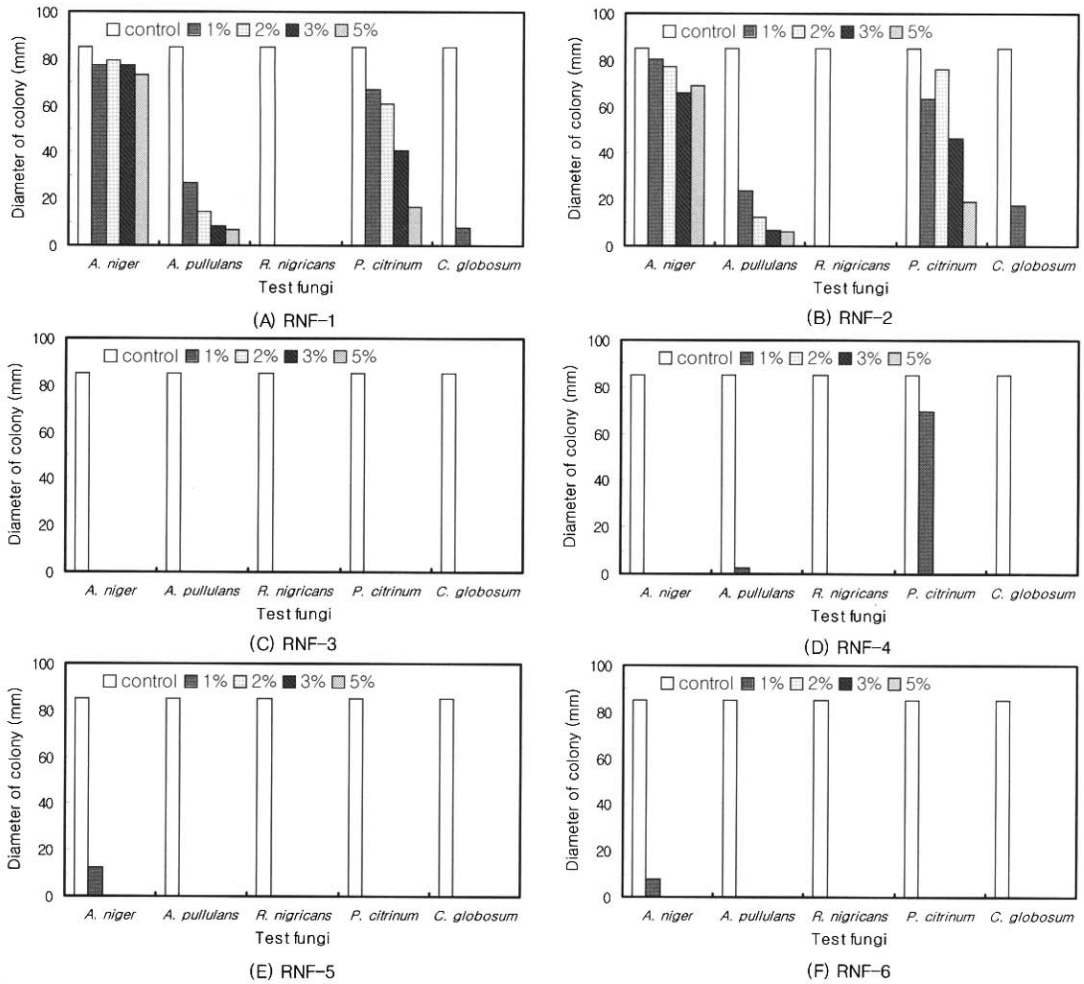


Fig. 1. Mycelial growth of test fungi in PDA medium treated with synthesized chemicals.

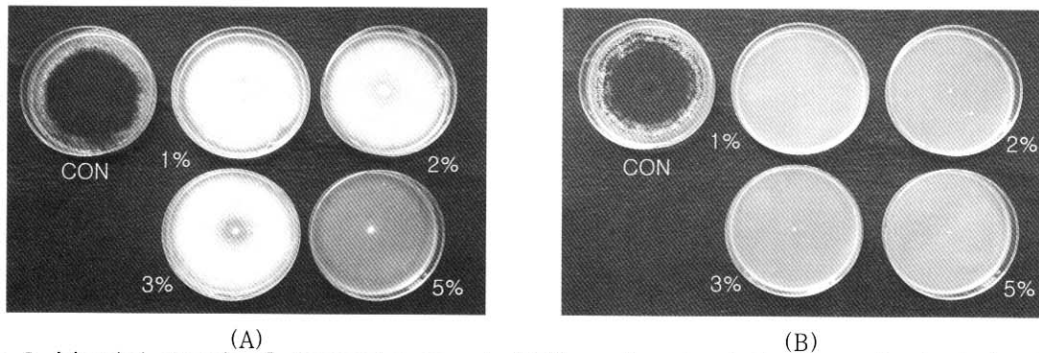


Fig. 2. Mycelial growth of *Aspergillus niger* in PDA medium treated with synthesized chemical RNF-1(A) and RNF-3(B).

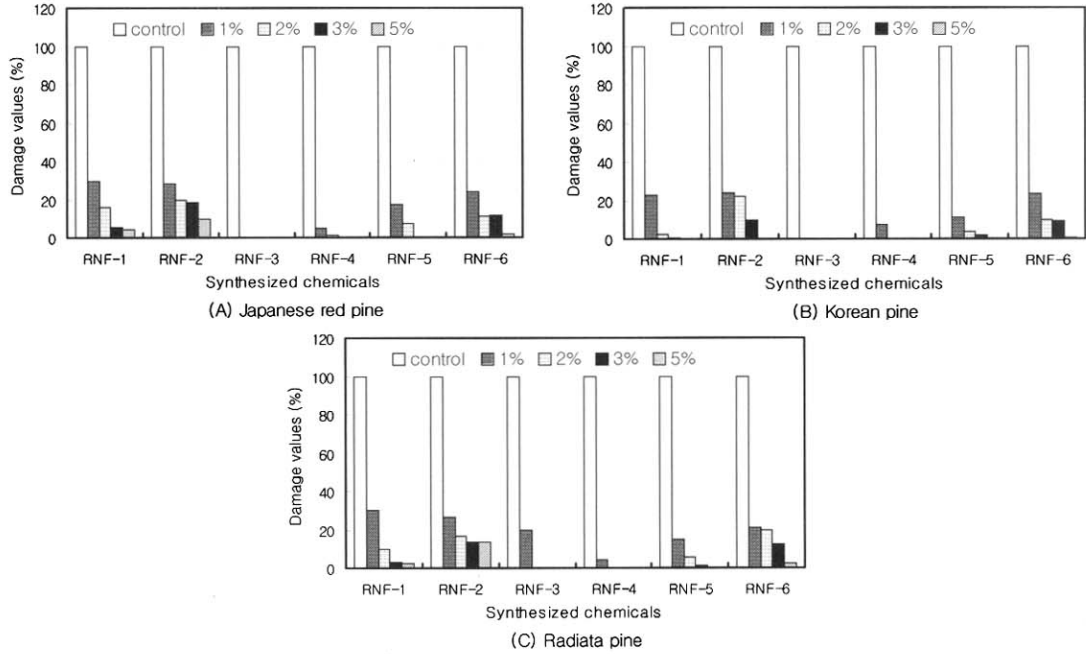


Fig. 3. Anti-mold effectiveness against test fungi of wood treated with synthesized chemicals.

장과 함께 포자가 형성되었으나 약제 처리 배지에서는 처리 농도가 증가할수록 균사의 생장밀도가 낮고 포자의 형성도 전혀 이루어지지 않는 것을 알 수 있었다(Fig. 2의 (A)). 다른 균주들에 대해서는 처리 농도의 증가와 함께 균사의 생장이 억제되는 경향을 보였으나 높은 처리 효과를 기대하기는 어려웠다. 한편 그 밖의 합성 약제를 처리한 배지에서는 처리 농도 1%에서 일부 균종을 제외하고 균주의 생장이 전혀 진행되지 않아 매우 높은 균류의 생장억제 효과를 가지고 있는 것으로 밝혀졌으며 특히 RNF-3은 최저 처리농도인 1%에서도 전혀 균사 생장이 이루어지지 않아 가장 우수한 결과를 보였다(Fig. 1의 (C), Fig. 2의 (B)).

### 3.2. 합성 약제의 목재 방미효력

합성 약제의 목재 방미효력을 검토하기 위해 국내에서 균류에 의하여 변재변색 및 표면오염이 심하게 발생하는 소나무, 잣나무, 라디에타소나무 시험편을

대상으로 약제 처리 후 균주의 발생 상태를 조사하였다. 제재목 생산현장에서 우수한 목재 방미제로 사용하기 위해서는 목재 수종 및 변재변색 또는 표면오염을 일으키는 균종에 관계없이 효력범위가 넓어야 한다. 따라서 합성 약제의 방미효력을 5종의 균주에 의한 피해를 산출한 후 무처리와의 관계에 의하여 약제의 종류 및 처리 농도별로 평가하여 Fig. 3에 나타냈다.

무처리 시험편에서는 수종에 관계없이 모든 균주가 시험편 전체에 걸쳐 발생함으로써 피해치가 100%에 달해 균사의 활력에는 이상이 없음을 알 수 있었다. 합성 약제 RNF-1과 RNF-2를 처리한 시험편에서는 처리 농도의 증가와 함께 피해치가 감소하는 경향을 보이고 있으나 공시 수종에 따라 최고 처리 농도인 5%에서도 피해가 발생하는 등 높은 방미효력을 기대할 수 없었다. 이것은 모든 처리 농도에서 *A. niger*의 생장에 의하여 발생한 결과로 PDA 배지에서의 동일한 경향을 보였다. 한편 RNF-3의 경우 PDA 배지에서는 모든 처리 농도에서 모든 균

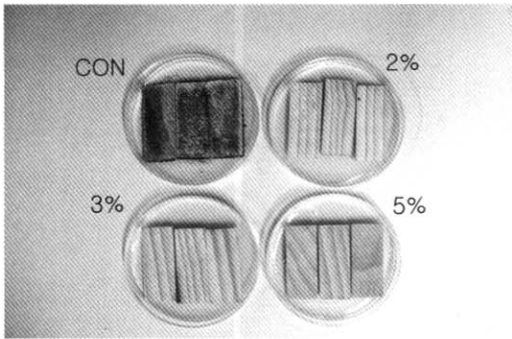


Fig. 4. Mycelial growth of *A. niger* on Korean pine specimens treated with synthesized chemical, RNF-3.

주에 대하여 우수한 생장 억제효과(Fig. 1의 (C))를 나타냈으나 목재에 처리하였을 경우에는 라디에타소나무 1% 처리에서 시험편 전면에 걸쳐 *P. citrinum*이 발생하여 피해치가 20%에 달함으로써 효력이 저하하는 경향을 보였다. 그러나 2% 이상을 처리하였을 경우에는 모든 공시 수종에서 균주의 균사 발생이 전혀 나타나지 않아 합성 약제 중에서 가장 우수한 방미효력을 가지고 있는 것으로 밝혀졌다. Fig. 4는 무처리 및 RNF-3 약제 처리 잣나무 시험편에서 *A. niger*의 발생상태를 나타낸 것이다. 무처리 시험편에서는 전면에 걸쳐 균사 및 포자에 의한 오염이 발생하였으나 농도 2~5% 처리구의 시험편은 건전한 상태의 목재 표면을 유지하고 있어 RNF-3의 목재 방미효력을 확인할 수 있다. RNF-4의 경우에도 1% 처리에서 수종에 따라 *A. niger* 또는 *R. nigricans*

에 의한 피해가 발생하였으나 2% 이상 처리에서는 보존 균주의 생장이 전혀 이루어지지 않아 비교적 높은 방미효력을 가지고 있는 것으로 판단되었다. 합성 약제 RNF-5와 RNF-6은 목재 시험편에 처리하였을 경우 PDA 배지에서와는 다른 결과를 보였다. PDA 배지에서는 1% 처리구에서 *A. niger*만이 균사 생장을 보여 높은 균사 생육억제 효력을 가지고 있는 것으로 나타났으나 목재에 처리하였을 경우에는 모든 공시수종에서 처리 농도에 따라 *A. niger*를 비롯한 *A. pullulans*, *P. citrinum*, *R. nigricans* 등이 발생하여 목재에 대한 방미효력은 매우 낮은 것으로 밝혀졌다.

이상의 결과로부터 합성 약제 중에서 목재 방미제로의 사용 가능성이 가장 높은 것은 RNF-3과 RNF-4인 것으로 판단되었다. 특히 플루오르와 구리 성분을 함유한 RNF-3이 플루오르 성분만을 함유하고 있는 RNF-4에 비하여 높은 방미효력을 발현함으로써 약제 합성에 사용한 구리화합물에 의하여 목재 방미효력이 상승한 것으로 추정된다.

### 3.3. 합성 약제의 철부식성 및 흡습성

합성 약제를 처리한 라디에타소나무 시험편에서 발생한 철부식성을 무처리재와 비교하여 철부식비로 Table 2에 나타냈다. 모든 약제에서 처리 농도의 증가와 함께 철부식비가 증가하는 경향을 보여 합성 약제의 철부식성이 인정되었다. 동일한 처리 농도에서도 원액이 비교적 중성에 가까운(Table 1) RNF-1

Table 2. Average iron corrosion rates of wood treated with synthesized chemical solutions

Chemicals	Treating concentrations(%)			
	10	20	30	50
RNF-1	1.18	1.32	1.55	1.79
RNF-2	1.09	1.17	1.32	1.56
RNF-3	1.01	1.01	1.24	1.57
RNF-4	1.00	1.07	1.31	1.71
RNF-5	1.07	1.17	1.64	1.89
RNF-6	1.12	1.23	1.79	1.94

Table 3. Moisture regain rates of wood treated with synthesized chemical solutions

Chemicals	Treating concentrations(%)			
	1.0	2.0	3.0	5.0
RNF-1	1.11	1.10	1.17	1.13
RNF-2	1.00	1.06	1.02	1.05
RNF-3	1.03	1.03	1.01	1.03
RNF-4	1.05	1.01	1.00	1.04
RNF-5	1.00	1.07	1.04	1.06
RNF-6	1.16	1.15	1.20	1.14

과 RNF-2를 처리한 시험편에서 약산성의 RNF-3과 RNF-4 및 강산성의 RNF-5와 RNF-6을 처리한 시험편에서와 마찬가지로 높은 철부식비를 나타냈다. 이것은 합성 약제의 주요 구성 성분인 부식성이 강한 플루오르(長倉 등, 1998)에 의하여 나타나는 현상이며 또한 pH에 관계없이 약제 간에 철부식성의 차이를 보인 것은 플루오르의 함유량의 차이에 기인한 것으로 판단된다. 한편 합성 약제 중에서 높은 방미효력을 가지고 있는 것으로 밝혀진 RNF-3과 RNF-4의 경우 방미효력이 발현된 최저 농도인 2%(Fig. 3)에서 각각 1.01과 1.07의 비교적 무처리에 가까운 낮은 철부식비를 나타냄으로써 목재 방미제로의 사용 가능성은 한층 높다고 판단된다.

합성 약제가 목재의 흡습성에 미치는 영향을 조사한 결과를 Table 3에 나타냈다. 무처리재와 처리재 간의 흡습율을 이용하여 산출한 흡습비에서 약제의 종류 및 처리 농도간에 일정한 경향을 보이지 않았으나 일부 처리에서 1.0 이상의 값을 보임으로써 약제처리로 인하여 목재의 흡습성이 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 이를 보다 명확히 밝히기 위하여 무처리 및 각 처리 시험편의 흡습율을 이용하여 통계처리를 실시한 결과 각 처리간에 전혀 유의성이 인정되지 않아 합성 약제 처리가 목재의 흡습성에 미치는 영향은 없는 것으로 밝혀졌다.

#### 4. 결 론

저가의 국내산 목재 방미제 개발을 목적으로 산업

부산물인 플루오르화암모늄( $\text{NH}_4\text{F}$ )을 이용하여 높은 항균력의 플루오르를 함유한 6종의 플루오르화합물계 약제를 합성하였다. 이들 합성 약제의 균류에 대한 생장억제 효과, 목재의 방미효력, 목재의 철부식성 및 흡습성에 미치는 영향 등을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 합성 약제 RNF-1과 RNF-2를 처리한 PDA 배지와 목재 시험편에서는 처리 농도에 관계없이 균류의 생장이 이루어짐으로써 이들 약제의 목재 방미효력은 거의 없는 것으로 판단되었다. 한편 RNF-5와 RNF-6의 경우 PDA 배지에서는 매우 높은 균류의 생장억제 효력을 보였으나 목재 시험편에서는 2% 이상의 처리 농도에서도 균류의 생장이 인정되어 목재 방미제로서의 사용 가능성은 매우 낮았다.

2. 합성 약제 RNF-3과 RNF-4는 일부의 1% 처리구를 제외하고 PDA 배지 및 처리 목재에서 균류의 생장이 전혀 이루어지지 않아 합성 약제 중에서 가장 우수한 균류의 생장 억제 및 목재 방미효력을 보였다. 이들 약제의 최적 처리 농도는 2%인 것으로 판단되었으며 목재 수종에 따른 방미효력 차이는 거의 나타나지 않았다.

3. 약제 처리 농도의 증가와 함께 처리 목재의 철부식비가 증가하여 합성 약제의 철부식성이 인정되었으며 이것은 약제 중에 함유되어 있는 플루오르의 강한 부식성에 기인한 것으로 판단되었다. 그러나 RNF-3과 RNF-4의 경우에는 다른 합성 약제에 비하여 비교적 낮은 철부식성을 가지는 것으로 조사되었다. 합성 약제의 목재 흡습성에 미치는 영향은 없는



것으로 밝혀졌다.

## 참 고 문 헌

1. Domsch K. H., W. Games, and T.H. Anderson. 1980. Compendium of soil fungi Vol. I. Academic press, London. pp. 100, 131, 176, 555, 707.
2. Hutchison L. J. and J. Reid. 1988a. Taxonomy of some potential wood-staining fungi from New Zealand. 1, Ophiostomataceae. New Zealand J. Bot. 25: 63~81.
3. Hutchison L. J. and J. Reid. 1988b. Taxonomy of some potential wood-staining fungi from New Zealand. 2, Pyrenomycetes, Coelomycetes and Hyphomycetes. New Zealand J. Bot. 25: 83~98.
4. Kim, G.-H., S.-M. Kang, and J. J. Morrell. 1999. Laboratory evaluation of selected anti-stain chemicals for control of fungal staining on Ginkgo sapwood. Forest Products J. 49(3): 49~52.
5. Kim J.-J., J.-B. Ra, D.-S. Son, and G.-H. Kim. 2001. Fungi colonizing sapwood of Japanese red pine logs in storage. Mycobiology 29(4): 205~209.
6. Tsunoda K. and K. Nishimoto. 1985. Effect of timber species on the performance of anti-sapstain chemicals in controlling mold and sapstain fungi on wood. Holzforschung 39: 331~335.
7. 長倉三郎, 井口洋夫, 江澤 洋, 岩村 秀, 佐藤文隆, 久保亮五. 1998. 岩波理化學辭典. 岩波書店, 東京. pp. 332.
8. 日本木材保存協會. 1982. 木材保存學, 文教出版, 大阪. pp. 61~63.
9. 日本木材保存協會. 1995. 日本木材保存協會(JWPA)規格 第2号(No. 2). 木材用防かび劑の防かび效力試驗方法.
10. 日本木材保存協會. 1992. 日本木材保存協會(JWPA)規格 第5号(No. 5). 塗布・吹付け・浸せき處理用木材防腐劑の鐵腐食性試驗方法.
11. 日本木材保存協會. 1992. 日本木材保存協會(JWPA)規格 第6号(No. 6). 塗布・吹付け・浸せき處理用木材防腐劑の吸濕性試驗方法.
12. 이종신. 1997. 목재 방부처리에 있어서 구리화합물 정착제로서 키토산 이용에 관한 연구. 목재공학 25(4): 92~98.