

수액치환법을 이용한 소경재의 산지처리(I)*¹ - 증산법과 원구법을 이용한 처리 가능성 -

전수경*² · 김재진*³ · 나종범*⁴ · 김규혁*^{5†}

Field Treatments of Small Diameter Logs Using Sap Displacement Method (I)*¹

- Feasibility of Treatment Using Transpiration Method and Butt-end Method -

Su-Kyoung Chun*² · Jae-Jin Kim*³ · Jong-Bum Ra*⁴ · Gyu-Hyeok Kim*⁵

요 약

본 연구는 수액치환법을 이용한 침엽수 간벌소경재나 미(저)이용 활엽수재의 산지 보존처리 기술을 개발하기 위하여 수행되었다. 본 논문에서는 증산법과 원구법을 이용한 3종 침엽수와 3종 활엽수의 방부제, 난연제, 치수 안정제 처리 가능성을 조사하여 보고한다. 수종과 처리약제의 조합에 관계없이 원구법이 증산법에 비하여 약제의 목재내 침투가 양호할 뿐만 아니라 약제의 침투가 균일한 관계로 수분 이동경로를 이용한 처리재 생산은 원구법의 사용이 바람직하였다. 원구법 처리는 수관부를 절단한 후 실시하기 때문에 증산법에 비하여 처리가 용이할 뿐만 아니라 벌채 및 조재 후 산지의 일정 장소로 운재 후 처리를 실시하기 때문에 증산법과 비교할 때 집약적 처리로 단위시간당 처리재 생산량이 높고 산지 환경오염 문제도 예방할 수 있는 장점이 있다.

ABSTRACT

This research was carried out to develop field treatment techniques of thinned small diameter softwood logs and less utilized hardwood logs using sap displacement method. In this paper, we report the feasibility

*¹ 접수 2001년 12월 28일, 채택 2002년 4월 11일

본 연구는 1998년 농림기술개발연구비(임업기획연구과제)의 지원으로 수행되었음.

*² 강원대학교 산림과학대학, College of Forest Sciences, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea.

*³ Department of Wood Science, University of British Columbia, Vancouver, B.C. Canada V6T 1Z4.

*⁴ 진주산업대학교 임산공학과, Department of Forest Products Engineering, Jinju National University, Chinju 660-758, Korea

*⁵ 고려대학교 생명환경과학대학, College of Life and Environmental Sciences, Korea University, Seoul 136-701, Korea.

† 주저자(corresponding author) : 김규혁(e-mail: lovewood@mail.korea.ac.kr)

of using transpiration method and butt-end method for the treatment of three softwood species and three hardwood species with preservatives, fire-retardant chemicals, and dimensional stabilizer. Butt-end method was effective as a field treatment technique compared to transpiration method when considered the treatability, easiness of treatment, productivity of treated wood, and environmental aspects related to chemical treatment, regardless of the combination of wood species and chemicals.

Keywords: Field treatment, Sap displacement method, Transpiration method, Butt-end method, Preservatives, Fire-retardant chemicals, Dimensional stabilizer, Softwood species, Hardwood species

1. 서 론

농어촌의 지역특화 산업화를 통한 농의 소득원 개발은 정부가 추진하는 WTO 체제에 대응하기 위한 방안의 하나인데, 산촌의 경우에는 임산물을 원재료 상태로 판매하는 것보다는 산주 또는 이들의 협업경영체가 직접 가공하여 고부가가치 제품을 생산·판매함에 의해 농의소득을 얻을 수 있다. 여러 가지 임산물 중에서 시장 판매가격이 산지 생산비에 훨씬 못 미치는 관계로 산림내에 거의 방치되고 있는 침엽수 간벌 소경재나 미(저)이용 활엽수재를 이용한 고부가가치 제품 개발에 관한 연구는 산촌의 농의 소득원 개발 측면만이 아니라 국내 산림의 건전한 육성을 위해서도 매우 시급한 실정이다. 소경재나 미(저)이용 활엽수재로부터 생산할 수 있는 목재 가공품으로는 제재목, 집성재, 보존처리제(방부처리제, 난연처리제, 치수안정화제 등), 파티클보드 및 섬유판용 칩 등을 생각해 볼 수 있다. 기술적인 측면과 경제적인 측면을 동시에 고려할 때, 상기 제품 중에서 임업인들이 직접 투자하여 생산할 수 있는 제품은 보존처리제라고 사료된다. 특히 임목내 수분 이동경로를 이용하여 산지에서 간단하게 처리할 수 있는 수액치환법(sap displacement method)을 이용한 보존처리제 생산은 생원목을 처리하기 때문에 별도의 건조시설이 필요 없고, 또한 특수한 처리시설도 요구되지 않는 장점이 있어서 가장 저렴하게 보존처리제를 생산할 수 있는 방법이라 할 수 있다. 그러나 수액치환법 처리는 노동력이 많이 드는 단점 이외에도 방부제 처리도(방부제 보유량 및 침투깊이)가 수중에 따라 상이하다는 문제점이 있어서 모든 수종이 수액치환법에 의해 만족할 만한

보존제 처리도를 달성할 수는 없다.

본 연구는 수액치환법을 이용한 보존제의 산지 처리방법을 개발하고자 수행되었는데, 일차로 중산법과 원구법을 이용한 소경재의 처리 가능성을 조사하여 본 보에 보고한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시수종

홍고직경 15 cm 내외의 소나무(*Pinus densiflora*), 잣나무(*Pinus koraiensis*), 낙엽송(*Larix leptolepis*), 굴참나무(*Quercus variabilis*), 물오리나무(*Alnus hirsuta*), 은사시나무(*Populus toment glandulosa*)를 본 연구의 공시수종으로 사용하였다.

2.2. 공시약제

방부제인 크롬·구리·비소화합물계 방부제(CCA 3호), 크롬·플루오르화구리·아연화합물계 방부제(CCFZ), 알킬암모늄화합물계 방부제(KD[®]), 붕소화합물계 방부제(Timbor[®]), 치수안정제인 polyethylene glycol(PEG-400), 난연제인 미국 목재방부협회(American Wood-Preservers' Association: AWPA) 규격의 외장용 난연제 AWPA FR-2와 내장용 난연제 AWPA FR-4를 공시약제로 사용하였다. 각 공시약제의 조성과 처리농도를 Table 1에 보여준다.

Table 1. Composition and concentration of chemicals used in this study

Chemical	Composition	Concentration (%)
CCA-Type C	CuO 17~21%	5
	CrO ₃ 45~51%	
	As ₂ O ₅ 30~38%	
CCFZ	CuSiF ₆ · 4H ₂ O 17.3%	5
	ZnSiF ₆ · 6H ₂ O 19.7%	
	(NH ₄)Cr ₂ O ₇ 63.0%	
KD [®]	Dimethylbenzyl(C ₁₂ -C ₁₄) alkylammonium chloride 50%	5
Timbor [®]	Disodium octaborate tetrahydrate 98%	30
FR-2	Dicyanodiamide 26%	10
	Urea 6%	
	Formaldehyde 25%	
	Phosphoric acid 41%	
	Formic acid 1%	
FR-4	Sodium hydroxide 1%	10
	Phosphate as P ₂ O ₅ 57.8%	
	Boric acid as H ₃ BO ₃ 18.3%	
	Ammonia as NH ₃ 23.9%	
PEG-400	Polyethylene glycol 50%	50

2.3. 약제처리

2.3.1. 증산법 처리

세움 틀에 수직으로 고정된 상태에서 벌채된 임목의 원구 부분을 약제 통에 담그는 일반적인 증산법 처리와 달리 본 연구에서는 임목을 벌채할 없이 다음과 같이 임목(立木) 상태에서 증산법 처리를 실시하였다. Chain saw를 이용하여 처리대상 임목의 수간 하부에 임목 전 둘레에 대해 변재부 깊이까지 홈을 파고, 이 홈을 통해 공급되는 약제가 수분이동 경로를 통해 수관부 위에서 발생하는 증산작용에 의해 수간 상부로 이동하게 하였다. 약제공급은 홈보다 약간 높은 곳에 위치한 약제 공급용기의 호스와 연결된 유리관을 홈에 끼움에 의해 달성되었는데, 약제의 외부 누출을 예방하고자 유리관을 홈에 끼운 후 홈의 나머지 부분 표면을 발포 우레탄수지로 완벽하게 봉합하였

다. 처리는 약제 공급용기로부터 약제의 공급이 더 이상 발생되지 않을 때까지 계속되었다. 증산법 처리는 8월 중순에서 9월 중순에 걸쳐 실시되었다.

2.3.2. 원구법 처리

벌채 후 일정 길이(180 cm)로 조재된 원목을 원구가 상부에 위치하도록 수직으로 세운 후, 원구의 직경보다 약간 적은 직경의 원형 금속 파이프 통을 원구의 횡단면에 수직으로 박고 파이프 통에 약제를 공급하였다. 처리는 파이프 통에 공급된 약제가 중력에 의해 임목내 수분이동 경로를 통해 하부로 이동하여 말구 쪽에서 누출될 때까지 계속되었다.

2.4. 처리도 분석

수종과 약제의 조합별로 처리된 3개 임목에 대하여 수축방향 세 부위, 즉 약제투입 위치에서 30 cm 떨어진 부위, 처리 임목의 중간 부위, 약제투입 위치와 반대 위치에서 30 cm 떨어진 부위에서 두께 1 cm 원판을 2개씩 채취하여 각각 약제 침투깊이와 보유량 측정용으로 사용하였다.

2.4.1. 약제의 침투깊이 분석

CCA, CCFZ, Timbor[®], AWPA FR-2, AWPA FR-4의 침투깊이는 미국 목재방부협회 표준규격 AWPA A3-97(AWPA, 1997), KD[®]의 침투깊이는 산림청 고시 목재 방부·방충처리 기준(산림청, 1999)에 제시된 정색법을 이용하여 측정하였다.

육안과 정색반응에 의한 침투깊이 측정이 불가능한 PEG-400의 침투깊이는 PEG 처리임목과 미처리 임목에서 채취된 원판의 표면에서 수(pith)를 향해 내부로 5 mm 간격으로 연속 채취된 시편의 온수추출(60°C에서 24시간 추출)에 의한 중량감소율을 비교함에 의해 결정하였다. 온수추출 결과, 처리임목의 원판에서 채취된 시편의 중량감소율이 동일 부위의 미처리 임목에서 채취된 시편의 중량감소율보다 유의성 있게 높은 부위까지를 PEG 침투부위로 예측하였다. Fig. 1은 PEG 처리 낙엽송에 대한 결과를 보여 주는

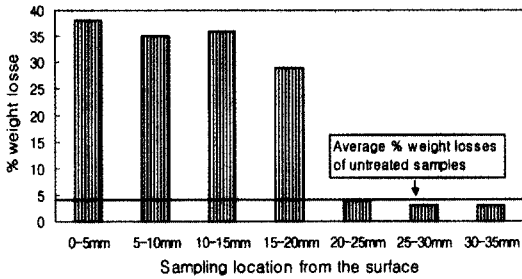


Fig. 1. Prediction of PEG penetration depth by comparing percent weight losses after hot water extraction between PEG-treated and untreated samples.

데, 상기 원리에 의하면 PEG가 표면으로부터 20 mm 지역까지 침투하였음을 알 수 있다. PEG 침투 부위의 중량감소율이 미침투 부위보다 높은 이유는 전자의 중량감소는 수용성 PEG의 용탈과 수용성 추출물의 추출에 의한 감소이고, 후자의 감소는 단지 수용성 추출물의 추출에 의한 중량감소이기 때문이다.

2.4.2. 약제의 보유량 분석

처리임목에서 채취된 원판의 최외각 1 cm 깊이에 대한 약제 보유량을 정량하였다. CCA는 목분(20 mesh) 상태 그대로 정량하였으나 나머지 약제는 목분으로부터 약제 유효성분을 추출이나 분해(digestion)에 의해 분리한 후 정량하였다. CCA 보유량 분석은 휴대용 X-ray fluorescent spectrophotometer 인 ASOMA[®](Texas Instrument, Inc., Austin, Texas)를 이용하여 실시하였다. CCFZ와 Timbor[®] 보유량은 준비된 목분을 미국 목재방부협회의 표준규격에 제시된 Lambert법과 질산과 과산화수소를 사용한 목질 분해법으로 추출한 후 Inductively coupled plasma-atomic emission spectrophotometer (ICP-AES) 방법에 의해 측정하였다(AWPA, 1997). 그리고 KD[®]는 산림청이 고시한 목재 방부·방충처리 기준에 제시된 방법에 의해 흡광도법에 의해 측정하였다(산림청, 1999). AWPA FR-2와 FR-4는 현재 미국 목재방부협회의 규격 난연제이나 현재 이에 대한 정량법이 제시되지 않은 상태이므로 본 연구에서는 두 종류의 난연제가 동시에 함유하고 있는 난연 유효성

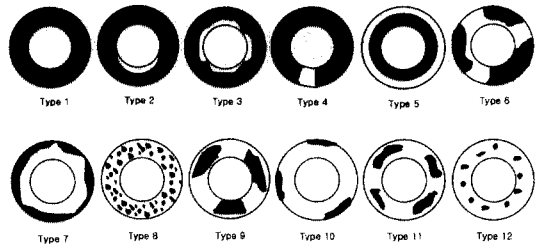


Fig. 2. Various penetration types in radial direction observed in this study (Shade area represents chemical penetrated area).

분인 인(P)을 block digester를 이용하여 분해한 후 visible spectrophotometer를 이용하여 정량하였다(농업기술연구소, 1988).

3. 결과 및 고찰

3.1. 약제의 수축방향 및 방사방향 침투

증산법과 원구법을 이용한 생임목의 약제처리 가능성은 처리임목의 수축방향 세 부위에서 채취된 원판의 약제 침투형태를 조사함에 의해 결정하였다. 증산법 및 원구법 처리임목에서 채취된 원판들을 대상으로 조사된 약제의 침투형태는 예상과 달리 매우 다양하게 나타나서 편의상 침투형태를 Type 1부터 Type 12까지로 분류하였다(Fig. 2). 외각에서 수를 향한 약제의 방사방향 침투깊이에 관계없이 처리된 3개의 임목중 2개 이상의 임목에서 최소 두 부위 원판(약제투입 위치에서 30 cm 떨어진 부위와 처리 임목의 중간부위)에서 조사된 침투형태가 Type 1부터 Type 5까지인 수종과 혼합약제의 조합을 증산법 또는 원구법 처리가 가능한 조합으로 간주하였다. Type 4는 Type 1과 유사하나 극히 일부 변재부에 대한 약제 침투가 전혀 이루어지지 않은 경우인데, 이는 처리시 약제의 수축방향 이동경로 상에 존재하는 용이가 약제 이동을 방해한 결과로 나타나는 것이기 때문에 Type 1과 동일하게 간주하였다. 그리고 Type 5는 원구법 처리시 처리임목의 직경보다 다소 작은 직경의 약제 주입

Table 2. Feasible combinations of tree species and chemicals for the production of treated wood using sap displacement method*¹

Tree species	Treatment method ²	Chemical					
		CCA	CCFZ	KD ^(B)	Timbor ^(B)	FR-2	FR-4
<i>Pinus densiflora</i>	A	nt	nt	nt	nt	nt	nt
	B	nt	T	T	T	T	T
<i>Pinus koraiensis</i>	A	nt	nt	nt	nt	nt	nt
	B	nt	T	T	T	T	T
<i>Larix leptolepis</i>	A	nt	nt	nt	nt	nt	nt
	B	nt	nt	T	T	T	T
<i>Quercus variabilis</i>	A	nt	nt	nt	nt	nt	T
	B	nt	T	T	T	T	T
<i>Alnus birsuta</i>	A	--	--	--	--	--	--
	B	nt	T	T	T	T	T
<i>Populus tomentiglandulosa</i>	A	--	--	--	--	--	--
	B	T	T	T	T	T	T

*¹T and nt represent 'treatable' and 'nontreatable', respectively.

*²A and B represent transpiration method and butt-end method, respectively.

용 금속 파이프 통을 사용한 관계로 나타난 형태이기 때문에 이 역시 Type 1과 동일한 침투형태로 간주하였다. 참고로, 조사된 3개의 임목 중 2개 이상이 처리되면 처리가 가능한 것으로 간주한 이유는 동일 수종에서도 임목간의 처리도 변이가 존재하였기 때문이다. 또한 약제투입 위치에서 30 cm 떨어진 부위와 처리 임목의 중간 부위 원판까지만 처리되면 처리가 가능한 것으로 간주한 이유는 약제투입 위치와 정 반대 부위의 원판도 처리시간을 연장할 경우에는 처리가 가능하리라 판단하였기 때문이다.

Table 2는 처리된 3개의 임목 중 2개 이상의 임목에서 최소 두 부위 원판의 약제 침투형태가 Type 1부터 5 사이인 수종과 약제의 조합을 보여준다. 굴참나무와 난연제인 FR-4의 조합을 제외하고는 증산법에 의한 생임목의 약제처리가 전혀 불가능하였다. 처리 임목에서 채취된 원판들을 대상으로 조사된 약제의 침투형태를 보면, 증산법 처리의 경우 수종과 약제의 조합에 따라서 반드시 일치하지는 않으나 일반적으로 Type 6, 7, 10의 형태가 많이 관찰되었다. 이는 증산법 처리시 약제의 상승이 임목의 전체 횡단면을 통해 발생하는 것이 아니라 부분적으로 발생함을 의미한

다. 원구법 처리의 경우, PEG-400 처리는 모든 수종에서 불가능하였고, CCA 처리는 은사시나무에서만 가능하였다. PEG-400과 CCA를 제외한 약제의 경우는 낙엽송/CCFZ 조합을 제외하고는 모든 수종과 약제의 조합에서는 약제의 침투형태가 Type 1부터 Type 5로 나타나 원구법을 이용한 산지처리가 가능한 것으로 나타났다. PEG 처리가 불가능한 이유는 사용된 다른 약제에 비하여 PEG의 점도가 높은 점에 의해 설명이 가능하리라 사료된다. 그리고 은사시나무를 제외한 공시수종에 대한 CCA 처리가 불가능한 이유와 낙엽송에 대한 CCFZ 처리가 불가능한 이유는 현 단계에서는 확실한 설명이 곤란하나, 수종이나 약제의 단독 영향보다는 상호 복합적인 영향이나 기타 영향에 의한다고 사료된다. 그러나 원구법 처리가 불가능한 수종과 약제의 조합인 경우에도 원구 쪽에서 가압으로 약제를 강제 주입하거나 또는 말구 쪽에 진공을 걸어줌에 의해 처리가 가능하리라 판단된다.

Table 3은 원구법 처리에 의한 수종별 약제의 방사방향 침투깊이를 보여주는데, 사용된 약제에 따라 다음과 같이 수종별 방사방향 침투깊이가 상이하였다. 약제의 종류에 관계없이 일반적으로 소나무와 물오리

Table 3. Radial penetration depth(mm) of various chemicals into the wood treated by butt-end method*1

Wood species	Chemical					
	CCA	CCFZ	KD [®]	Timbor [®]	FR-2	FR-4
<i>Pinus densiflora</i>	--*2	293 (218-374)	293 (158-458)	449 (354-592)	373 (341-674)	421 (215-584)
<i>Pinus koraiensis</i>	--	211 (170-311)	163 (53-216)	551 (312-933)	205 (111-302)	272 (35-389)
<i>Larix leptolepis</i>	--	--	164 (70-223)	529 (413-637)	166 (10.6-271)	159 (3.6-253)
<i>Quercus variabilis</i>	--	152 (118-238)	128 (79-224)	215 (123-320)	191 (14.1-283)	183 (2.0-293)
<i>Alnus hirsuta</i>	--	208 (11.7-415)	138 (30-38.2)	58.7 (48.5-78.5)	23.1 (6.60-47.1)	46.9 (24.6-61.8)
<i>Populus tomentiglandulosa</i>	16.6 (10.7-32.5)	21.9 (8.2-33.1)	13.3 (3.1-27.4)	51.0 (33.8-70.0)	22.7 (11.3-32.2)	22.7 (6.7-38.7)

*1 Values represent means of 48 (8 measurements of each disc × 2 discs × 3 sample logs) to 72 (8 measurements of each disc × 3 discs × 3 sample logs) measurements. Values in parentheses are minimum and maximum value of measured penetration depths.

*2 Not treated.

나무의 방사방향 약제침투가 깊었고, 낙엽송과 굴참나무의 방사방향 약제침투는 깊지 않았다. 이러한 수종간 차이는 수종에 따른 변재폭과 방사조직의 차이(방사조직의 양과 이들의 방사방향 유동 기여도 차이)와 활엽수의 경우는 환공재와 산공재의 차이에 기인한다고 볼 수 있다.

- CCFZ : 소나무 > 은사시나무 = 잣나무 = 물오리나무 > 굴참나무
- KD[®] : 소나무 > 낙엽송 = 잣나무 > 물오리나무 = 은사시나무 ≥ 굴참나무
- Timbor[®] : 물오리나무 ≥ 잣나무 ≥ 낙엽송 ≥ 은사시나무 > 소나무 > 굴참나무
- FR-2 : 소나무 > 물오리나무 ≥ 은사시나무 ≥ 잣나무 ≥ 굴참나무 ≥ 낙엽송
- FR-4 : 물오리나무 ≥ 소나무 > 잣나무 ≥ 은사시나무 > 굴참나무 ≥ 낙엽송

동일 수종 내에서도 아래와 같이 약제에 따라 방사방향 침투깊이가 상이하였는데, 이는 약제의 확산성 차이에 기인한다고 볼 수 있다. 확산성이 매우 뛰어난 Timbor[®]의 경우는 심재부까지도 침투하였다.

- 소나무 : Timbor[®] ≥ FR-4 > FR-2 > KD[®] = CCFZ
- 잣나무 : Timbor[®] > FR-4 > CCFZ = FR-2 > KD[®]
- 낙엽송 : Timbor[®] > FR-2 = FR-4 = KD[®]
- 굴참나무 : Timbor[®] ≥ FR-2 = FR-4 ≥ CCFZ = KD[®]
- 물오리나무 : Timbor[®] > FR-4 > FR-2 = CCFZ ≥ KD[®]
- 은사시나무 : Timbor[®] > FR-4 = FR-2 = CCFZ ≥ CCA = KD[®]

3.2. 약제 보유량

Table 4는 원구법 처리임목내 약제 보유량을 보여 주는데, 처리재의 약제 보유량은 처리약제의 농도를 조절함에 의해 얼마든지 조절할 수 있기 때문에 약제 보유량은 약제 침투깊이보다는 처리도 측면에서는 중요하지는 않다. 왜냐하면 일단 약제가 목재 내로 필요한 깊이 이상으로 침투만 해준다면 보유량은 필요에 따라 조절할 수가 있기 때문이다. 본 연구의 결과만을

Table 4. Retention(kg/m³) of various chemicals in the wood treated by butt-end method

Tree species	Location	Chemical					
		CCA	CCFZ	KD [®]	TIMBOR [®]	FR-2	FR-4
<i>Pinus densiflora</i>	Base	-	23.8	6.0	14.4	15	3.0
	Middle	-	24.3	29	11.7	15	2.4
	Top	-	16.1	1.5	6.4	1.2	1.2
<i>Pinus koraiensis</i>	Base	-	12.4	2.1	44.8	2.1	1.2
	Middle	-	7.1	2.6	24.2	1.7	1.0
	Top	-	5.3	1.1	19.2	1.3	1.2
<i>Larix leptolepis</i>	Base	-	-	0.4	40.6	2.6	1.3
	Middle	-	-	0.6	23.4	2.3	0.7
	Top	-	-	0.6	11.3	2.1	0.6
<i>Quercus variabilis</i>	Base	-	10.8	1.5	30.2	1.2	1.7
	Middle	-	4.8	1.0	28.9	1.3	1.7
	Top	-	-	0.9	24.1	1.1	0.9
<i>Alnus hirsuta</i>	Base	-	20.7	6.7	44.3	2.2	1.8
	Middle	-	14.6	7.2	37.4	1.2	1.4
	Top	-	10.4	3.5	37.0	1.1	1.2
<i>Populus tomentiglandulosa</i>	Base	14.9	14.0	7.7	31.2	1.2	1.6
	Middle	10.7	13.2	4.6	33.4	0.9	0.8
	Top	9.9	11.9	3.1	34.3	0.9	1.4

가지고 볼 때, CCA로 처리된 은사시나무는 사용환경 H5(최소 보유량 7.5 kg/m³)에 사용할 수 있고, CCFZ로 처리된 소나무, 물오리나무, 은사시나무는 사용환경 H4(최소 보유량 8.0 kg/m³)에 사용할 수 있다. 잣나무의 경우에도 처리용 CCFZ의 농도를 높이면 사용환경 H4에 사용할 수가 있을 것이다. KD[®]로 처리된 물오리나무와 은사시나무는 사용환경 H2(최소 보유량 3.0 kg/m³)에 사용할 수 있는 것으로 나타났다. Timbor[®]로 처리된 모든 수종도 사용환경 H1(최소 보유량 1.2 kg/m³)에 사용할 수 있는 것으로 나타났다. 참고로 제시된 사용환경 범주별 사용 가능한 수종과 약제의 조합은 약제투입 위치와 반대 쪽인 말구 부분의 약제보유량을 기준(원구와 말구 직경 차이로 처리 임목의 원구가공시, 원구의 많은 부분이 깎여져 나가므로 말구 쪽 보유량을 기준으로 함)으로 제시하였음을 밝혀둔다.

Timbor[®]의 처리임목내 보유량은 상당히 높은데,

이는 처리약제의 농도(30%)를 높게 사용하였기 때문이다. 난연제의 경우는 난연제 구성성분 전체에 대한 정량법이 아직 제시되지 않은 관계로 주요 난연성분인 인(P)의 양만 정량하여 Table 4에 보여주는데, FR-2와 FR-4의 인 보유량은 수종에 따라 전자가 높은 경우도 있었고 반대로 후자가 높은 경우도 있었다.

약제 보유량의 수축방향 변이, 즉 약제 투입위치로부터의 거리와 약제 보유량간의 관계를 보면 Table 4에서 볼 수 있듯이 일반적으로 약제 투입위치에서부터 멀어질수록 약제 보유량이 낮아짐을 알 수 있는데, 이러한 약제의 수축방향 보유량 경사는 가압법에 의해 처리된 처리재에서 횡단방향 약제의 보유량 경사가 발생하는 이유와 동일한 이유, 즉 말구쪽으로 유동·침투되는 약제의 "screening" 현상에 의해 보유량 경사가 발생된다고 볼 수 있다. 지접부 사용이 가능한 약제인 CCA와 CCFZ의 경우는 이러한 수축방향의 보유량 경사가 발생되어도 문제가 되지 않는다. 왜냐하

면 보유량이 높은 원구 쪽을 땅에 박으면 오히려 지점 부의 내구성이 강화되는 효과가 있기 때문이다. 그러나 지상부 사용을 위한 처리재의 경우는 약제 보유량의 수축방향 경사를 완화시켜 주어야 하는데, 이는 처리시간의 연장, 처리시 원구쪽에서 약제를 투입하다가 일정 시간이 지나면 약제 투입위치를 말구쪽으로 바꿔서 다시 일정기간 약제를 주입하는 방법의 모색, 또는 원구쪽에서 가압으로 약제를 주입하거나 또는 말구 쪽에 진공을 걸어주는 방법에 의해 가능하리라 사료된다.

원구법 처리시 약제 처리도가 수종과 약제의 조합에 따라 상이한 경우가 종종 발견되었는데, 앞으로 이에 대한 철저한 원인 구명이 필요하다고 사료된다. 마지막으로 원구법 처리는 별채 직후에 바로 실시할 수 없는 관계로 별채 후 처리시까지 경과시간이 약제 처리도에 미치는 영향을 처리가 가능하다고 최종적으로 판정된 수종과 약제의 조합에 대하여 조사하여야 할 것이다.

4. 결 론

수종과 처리약제의 조합에 관계없이 원구법이 증산법에 비하여 약제의 목재내 침투가 양호할 뿐만 아니라 약제의 침투가 균일한 관계로 수분 이동경로를 이용한 처리재 생산은 원구법의 사용이 바람직하였다. 원구법 처리는 수관부를 절단한 후 실시하기 때문에 증산법에 비하여 처리가 용이할 뿐만 아니라 별채 및 조재 후 산지의 일정 장소(예: 지역 산림조합 목재집하장)로 운재한 후 처리를 실시하기 때문에 증산법과 비교할 때 집약적 처리로 단위시간당 처리재 생산량이 높고 산지 환경오염 문제도 예방할 수 있는 장점이 있다.

참 고 문 헌

1. American Wood-Preservers' Association(AWPA). 1997. Book of Standards. AWPA. Granbury, TX.
2. 농촌진흥청 농업기술연구소. 1988. 토양화학분석법(토양, 식물체, 토양미생물).
3. 산림청. 1999. 목재의 방부·방충처리 기준. 산림청 고시 1999-8호.