

백합나무 스킨티म्버의 ACQ, CUAZ, CuHDO 가압처리를 위한 처리용 목재의 적정 함수율 및 처리목재의 정착 특성 평가¹

김민지² · 최용석³ · 김규혁^{4,†}

Evaluation of Pretreatment Moisture Content and Fixation Characteristics of Treated Wood for Pressure Treatment of Yellow Poplar Skin Timber with ACQ, CUAZ and CuHDO¹

Min-Ji Kim² · Yong-Seok Choi³ · Gyu-Hyeok Kim^{4,†}

요약

본 연구는 백합나무 스킨티म्버의 ACQ-2, CUAZ-3, CuHDO-1 가압처리 특성을 평가하기 위해 수행되었다. 일차적으로 백합나무 변재부와 심재부 시험편을 대상으로 처리용 목재 함수율이 방부제 처리도에 미치는 영향을 평가하고, 방부제 유효성분인 구리의 처리목재 내 정착 특성을 조사하였다. 본 연구 결과에 의하면 백합나무 변재부는 방부제 종류에 관계없이 조사된 목재함수율 범위(50% 이하)에서 사용환경 범주 H3용 처리목재의 침윤도와 흡수량 기준을 모두 만족하였다. 백합나무 변재부의 방부제 보유량 경사를 조사한 결과, 국립산림과학원 고시 제2011-04호에 제시된 처리용 목재의 함수율(평균 30% 이하)을 만족할 경우 재면으로부터 15 mm 깊이까지에서 사용환경 범주 H3용 처리목재의 흡수량 기준을 충족하였다. 백합나무 심재부는 처리도가 매우 불량하여 처리용 목재의 함수율 조건 및 방부제 종류에 관계없이 사용환경 범주 H3용 처리목재의 침윤도와 보유량 기준을 모두 만족시키지 못하였다. 백합나무 변재 및 심재 시험편 공히 비건조 양생보다 건조 양생에서 구리의 정착속도가 빠르고 또한 최종 구리 정착율이 높았으며, 3주간 비건조 양생 후 구리 정착율이 90% 수준에 머물렀으며 양생기간을 연장하더라도 정착율은 크게 개선되지 않았다.

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the pressure treatment characteristics of yellow poplar skin timber with ACQ-2, CUAZ-3, and CuHDO-1. The effect of moisture content (MC) on treatability was investigated, and fixation

¹ Date Received July 15, 2015, Date Accepted August 28, 2015

² BK21 Plus 기후환경변화 적응을 위한 에코리더 양성사업단. BK21 Plus Eco-Leader Education Center, Korea University, Seoul 02841, Republic of Korea

³ 국립산림과학원 임산공학부 재료공학과. Division of Wood Engineering, Department of Forest Products, Korea Forest Research Institute, Seoul 02455, Republic of Korea

⁴ 고려대학교 생명과학대학 환경생태공학부. Division of Environmental Science and Ecological Engineering, College of Life Sciences and Biotechnology, Korea University, Seoul 02841, Republic of Korea

[†] 교신저자(Corresponding author): 김규혁(e-mail: lovewood@korea.ac.kr)

백합나무 스킨티머의 ACQ, CUAZ, CuHDO 가압처리를 위한 처리용 목재의 적정 함수율 및 처리목재의 정착 특성 평가

characteristics of copper-based preservatives were also evaluated. Sapwood of yellow poplar, which was dried below 50 percent MC, was fully penetrated with preservatives, and minimum requirement of preservative retention for the hazard class H3 was achieved. Through measuring retention gradient in yellow poplar sapwood, it was confirmed that minimum requirement of preservative retention for the hazard class H3 was achieved in the assay zone from the surface to 15 mm-depth when the specimens were dried below 30 percent MC. Yellow poplar heartwood did not meet the minimum requirement of penetration and retention for the hazard class H3 over the range of pretreatment MCs tested. The fixation rate of copper was much faster under drying condition compared with nondrying condition; more than 90% of copper were fixed in 3 weeks at 21°C under drying conditions.

Keywords : yellow poplar, skin timber, treatability, moisture content, fixation characteristics, copper based preservatives

1. 서 론

본 연구는 대단면 원주가공재나 정각재의 내부 목질부를 상당량 제거하여 외부의 통피층만 남긴 경량 구조용 부재인 백합나무(*Liriodendron tulipifera*) 스킨티머(skin timber)의 ACQ-2, CUAZ-3, CuHDO-1의 가압처리 특성을 평가하기 위해 수행되었다. 백합나무의 가압 방부처리 특성에 대한 국내 보고는 전무하나, 백합나무의 원산지인 미국에서는 크롬·구리·비소화합물계 방부제인 CCA와 구리·알킬암모늄화합물계 방부제인 ACQ-B의 가압처리 특성에 대한 연구가 일부 보고된 바 있다(Hassler 등, 1998; Hassler 등, 1999; Slahor 등, 1997a; Slahor 등, 1997b). 그러나 2007년 CCA 처리목재 사용이 전면 금지되면서 본격적으로 국내 시장에서 사용되기 시작한 구리·아졸화합물계 방부제(CUAZ), 구리·사이크로헥실다이아제니움디옥시-음이온화합물계 방부제(CuHDO)를 이용한 백합나무의 가압처리 특성에 관련된 연구는 외국에서도 보고된 바 없다.

가압처리 조건 중 처리목재 내 방부제 침투깊이와 보유량 영향 조건인 전배기 양, 전배기 지속시간, 최대 가압력, 가압 지속시간은 처리용 목재 자체 특성의 영향을 받기 때문에 ACQ, CUAZ, CuHDO의 가압처리 시에도 CCA 가압처리 시 사용되었던 가압처리 조건을 그대로 적용할 수 있다. 그러나 처리용 목재의 적정 함수율과 처리목재의 양생은 목재 자체 특성뿐만 아니라 방부제 자체의 영향을 크게 받기 때문에 백합나무의 ACQ, CUAZ, CuHDO 가압처리

에 대한 별도의 연구가 필요하다고 할 수 있다.

방부제가 처리용 목재의 표면에서 내부로 침투하는 일반 목재의 가압방부처리와 비교할 때, 스킨티머의 가압방부처리는 방부제가 통피층 표면과 내층 제거에 의해 생긴 내부 표면을 통해 양 방향으로 동시에 침투된다는 점을 제외하고는 일반 목재의 가압방부처리와 동일하다. 본 연구는 추후 구리화합물계 방부제를 이용한 방부처리용 목재로 이용될 가능성을 고려하여 백합나무의 ACQ-2, CUAZ-3, CuHDO-1 가압처리를 위한 처리용 목재의 적정 함수율을 구명하고, 방부처리 목재의 적정 양생조건을 조사하기 위해 수행되었다.

2. 재료 및 방법

2.1. 방부처리용 목재의 적정 함수율 평가

2.1.1. 시험편 준비

전남 강진군 소재 제재소로부터 백합나무 원목(수령: 30년, 흉고직경: 50 ~ 55 cm)을 구입하여 횡단면 치수가 4 × 8 cm인 변재부와 심재부 각재를 필요량 제재하였다. 제재 직후 각재의 양 목구멍을 epoxy 도료로 end-coating하여 각재 함수율이 방부처리용 목재의 적정 함수율 평가를 위한 목표 함수율(변재부 각재: 50, 40, 30, 25, 20, 15%, 심재부 각재: 40, 30, 25, 20, 15%)에 도달할 때까지 실내에서 기건하였다. 각재의 목표 함수율은 전보(Choi 등, 2011)와 동일한 방법으로 예측하였다. 목표 함수율에 도달한

각재로부터 방부제 처리도에 영향을 미칠 수 있는 용이와 같은 결점이 포함되지 않도록 길이 30 cm 시험편을 채취한 후 함수율 변화를 최대한 억제하기 위해 비닐로 밀봉하여 방부처리 전까지 냉장 보관하였다.

2.1.2. 방부처리

목표 함수율 별로 준비된 시험편은 충세포법을 이용하여 공시 방부제로 가압처리하였다. 공시 방부제로는 현재 국내 가압처리 공장에서 사용하는 ACQ-2 (CuO 8.0%, dodecyldimethyl-ammonium chloride < 8.0%), CUAZ-3 (CuO 9.25%, propiconazole 0.19%, tebuconazole 0.19%), CuHDO-1 (CuO 12.5%, boric acid 5.0%, HDO 2.85%)을 사용하였으며, 처리농도는 현재 처리업체에서 사용하는 방부제의 작업액 농도(ACQ-2: 6.25%, CUAZ-3: 3.23%, CuHDO-1: 3.23%)를 적용하였다. 가압방부처리는 시험편을 주약관 내에 위치시킨 후 760 mmHg의 감압 조건에서 30분간 전배기 후 14 kg/cm²의 가압력으로 refusal point까지 실시하였으며, 방부처리가 종료된 시험편은 방부제 유효성분의 처리목재 내 정착을 위해 상온에서 4주간 보관하였다.

2.1.3. 방부제 처리도 분석

방부제 처리도, 즉 방부제 침투깊이 및 보유량 분석은 국립산림과학원 고시 제2006-04호(KFRI, 2006)에 의거하여 실시하였다. 양생이 종료된 시험편의 중앙부에서 침투깊이 측정용 시험편(두께 5 mm)과 보유량 분석용 시험편(두께 10 mm)을 각각 채취하였다. 방부제 침투깊이는 공시 방부제가 공히 함유한 구리 정색반응을 이용하여 측정하였으며, 보유량은 시험편 표면에서 15 mm 깊이까지 구리 함유량을 X-ray fluorescent spectrophotometer를 이용하여 정량 분석한 후 계산하였다. 또한 변재부 시험편의 경우, 시험편 표면으로부터 15 mm 깊이까지 부위를 5 mm 간격으로 분리하여 보유량을 별도 측정하였으며, 이를 통해 시험편의 횡단방향 깊이에 따른 방부제 보유량 경사를 확인하였다.

2.2. 방부처리 목재의 정착특성 평가

2.2.1. 시험편 준비

2.1.1 항에서 여분으로 준비한 백합나무 각재를 실 내에서 함수율 15% 수준으로 기건 후 횡단면 치수가 25 × 25 mm이고 길이가 80 mm인 변재부와 심재부 시험편을 각각 필요량 준비하였다.

2.2.2. 방부처리

2.1.2 항과 동일한 방부제 및 처리농도, 처리방법을 사용하여 준비된 시험편의 가압방부처리를 실시하였다.

2.2.3. 방부처리 목재의 양생

방부처리가 종료된 시험편은 상온(21℃)에서 각각 건조 및 비건조 조건으로 양생을 실시하였다. 양생 중 일정 시간 간격으로 시험편 2개를 임의로 꺼내 시험편 중앙부에서 한 번의 길이가 25 mm인 입방체를 채취하였다. 채취한 입방체를 실험실용 소형 압착기를 이용하여 횡단방향 두께의 절반까지 압착하여 세 포벽과 결합하지 못하고 미정착 상태로 남아 있던 구리 성분을 입방체 내 세포내강에 존재하는 물과 함께 압출하여 정착 평가용 시료로 사용하였다(McNamara, 1989). 방부처리 시험편 내 구리의 정착 정도는 inductively coupled plasma-optical emission spectrometer (ICP-OES)를 이용하여 정량 분석된 상기 정착 평가용 시료 중 구리 양과 처리용 방부제 작업액 중 구리 양을 비교하여 평가하였다(AWPA, 2005).

건조 조건에서 양생을 실시한 시험편의 경우, 시험편의 함수율이 단시간 내에 섬유포화점 미만으로 감소하면서 세포내강에 물이 존재하지 않기 때문에 비건조 조건에서와 같이 단순 압착에 의해서는 정착 평가용 시료인 압출액을 얻을 수 없다. 따라서 입방체를 증류수에 침지하여 10분간 760 mmHg의 감압을 적용시켜 입방체 내로 수분을 강제 주입시킨 후 미정착 상태로 존재하던 구리 성분을 용해하여 압출하였다. 수분의 강제 주입과정에서 증류수 내로 용탈된 구리 양은 ICP-OES를 이용하여 별도로 측정된 후 압출법으로 얻어진 정착 평가용 시료로부터 측정

백합나무 스킨텀버의 ACQ, CUAZ, CuHDO 가압처리를 위한 처리용 목재의 적정 함수율 및 처리목재의 정착 특성 평가

Table 1. Effect of Pretreatment MC on CCA Alternatives Treatability of Yellow Poplar Sapwood^a

Moisture contents (%)	ACQ-2		CUAZ-3		CuHDO-1	
	Penetration	Retention (kg/m ³)	Penetration	Retention (kg/m ³)	Penetration	Retention (kg/m ³)
15	- ^b	9.04 (0.77)	-	3.49 (0.23)	-	6.97 (0.35)
20	-	8.77 (0.87)	-	3.39 (0.22)	-	6.75 (0.31)
25	-	8.52 (0.83)	-	3.28 (0.20)	-	6.55 (0.28)
30	-	8.16 (1.13)	-	3.13 (0.20)	-	6.27 (0.71)
40	-	7.90 (0.75)	-	3.04 (0.17)	-	6.10 (0.37)
50	-	7.49 (1.01)	-	2.87 (0.15)	-	5.72 (0.33)

^a Each value represents the mean of seven replicates, and the values in parentheses represent one standard deviation.

^b Fully penetrated.

된 구리 양에 추가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 처리용 목재의 적정 함수율 평가

Table 1에 보여주는 ACQ-2, CUAZ-2, CuHDO-1의 백합나무 변재 시험편 침투깊이 측정 결과, 조사된 15~50% 함수율 범위에서 방부제 종류에 관계없이 시험편 내부로 방부제가 100% 침투하였다. 또한 국립산림과학원 고시 제2011-04호(KFRI, 2011)의 사용환경 범주 H3용 처리목재 보유량 기준(ACQ-2: 2.6 kg/m³, CUAZ-3: 0.96 kg/m³, CuHDO-1: 3.0 kg/m³)을 모두 만족하였다. 변재의 경우 방부제 보유량은 처리용 목재의 함수율이 낮아질수록 증가하였는데, 단순 직선회귀에 의한 양자 간의 상관관계수(R²)가 ACQ-2, CUAZ-3, CuHDO-1별로 각각 0.981, 0.975, 0.979로 매우 높았다. 투과성이 양호한 변재 부에서 이러한 함수율과 방부제 보유량간의 높은 상관관계는 방부제 보유량 변이의 거의 대부분을 처리용 목재의 함수율 변이로 설명 가능함을 의미한다.

Fig. 1은 백합나무 변재 시험편에서 관찰된 재 표면으로부터 깊이에 따른 방부제 보유량 경사를 보여주는데, 방부처리목재에서 관찰되는 일반적인 보유량 경사와 동일하게 나타났다. 방부제 종류와 처리용 목재의 함수율에 관계없이 보유량 경사 형태는 비슷

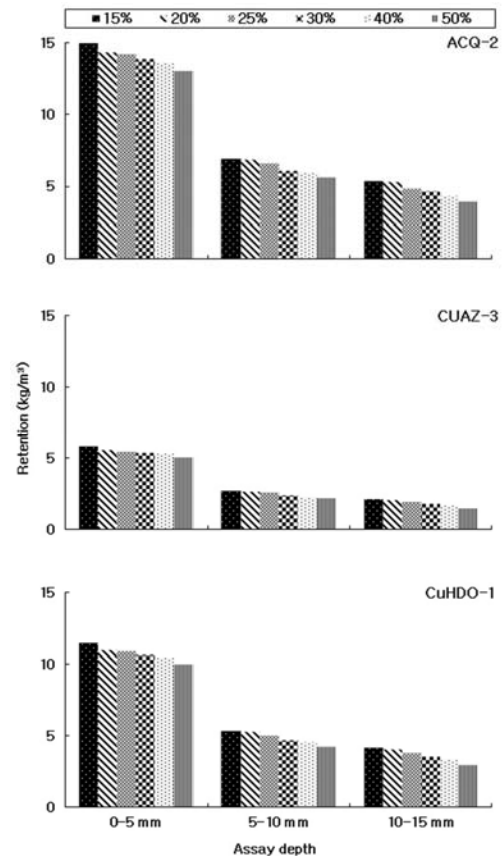


Fig. 1. Retention gradients of ACQ-2, CUAZ-3, and CuHDO-1 in yellow poplar sapwood at different moisture contents.

Table 2. Effect of Pretreatment MC on CCA Alternatives Treatability at 15 mm Depth in Yellow Poplar Heartwood^a

Moisture contents (%)	ACQ-2		CUAZ-3		CuHDO-1	
	Penetration (mm)	Retention (kg/m ³)	Penetration (mm)	Retention (kg/m ³)	Penetration (mm)	Retention (kg/m ³)
15	4.12 (0.19)	3.09 (0.08)	3.24 (0.46)	0.74 (0.14)	3.90 (0.19)	2.79 (0.24)
20	3.97 (0.33)	3.79 (0.27)	3.34 (0.87)	0.78 (0.42)	3.61 (0.56)	2.41 (0.38)
25	4.39 (0.63)	3.59 (0.36)	3.07 (0.44)	0.84 (0.26)	4.03 (0.52)	2.75 (0.10)
30	4.51 (0.86)	3.70 (0.30)	2.77 (0.52)	0.83 (0.15)	4.18 (0.82)	2.91 (0.11)
40	4.59 (0.66)	3.85 (0.53)	2.85 (0.93)	0.76 (0.19)	3.88 (0.22)	2.63 (0.38)

^a Each value represents the mean of seven replicates, and the values in parentheses represent one standard deviation.

하였으며, 재 표면에서 10 mm 깊이까지는 경사가 비교적 심하였으나(5 - 10 mm 부분의 보유량은 0 - 5 mm 부분 보유량의 약 45%) 10 mm 이후(10 - 15 mm 부분의 보유량은 0-5 mm 부분 보유량의 약 33%)로는 경사가 상당히 완만해졌다. 방부제 보유량 경사는 목재 내로 침투된 방부제 유효성분과 세포벽 구성성분간의 반응(구리와 ethanolamine 복합체의 목재 내 선택적 흡착)에 따른 물리적인 screening 현상 때문에 발생한다고 할 수 있다(Cooper와 Ung, 2009). 이처럼 자연적으로 발생하는 screening 현상에 의해 시험편 횡단방향 깊이에 따라 방부제 보유량이 점차 감소한다 하더라도 국립산림과학원 고시 제2011-04호(KFRI, 2011)에 제시된 처리용 목재 함수율(평균 30% 이하)을 만족할 경우 모든 방부제가 재면으로부터 15 mm 깊이까지에서 사용환경 범주 H3용 처리재의 보유량 기준을 충족하였다. 이는 구리화합물계 방부제 처리 백합나무 변재의 사용 중에 발생하는 표면할랄 깊이가 표면으로부터 내부 15 mm 이상으로 연장되어도 내부부후가 발생하지 않음을 의미한다. 따라서 방부제 처리도 측면에서 볼 때 백합나무 변재는 현재 국내 가압처리 공장에서 사용되는 방부제 농도와 국립산림과학원 고시 제2011-04호(KFRI, 2011)에 제시된 처리용 목재 건조조건이 적용되어도 무방할 것으로 사료된다.

백합나무 심재의 방부제 침투깊이 및 보유량은 조사된 함수율 범위(15 ~ 40%)에서 변재부에서 관찰

된 결과와는 다른 양상을 보여주었다(Table 2). 수용성 방부제의 목재 내 침투깊이와 보유량은 이론적으로 함수율이 낮을수록 증가하여야 하나 본 연구 결과에 의하면 심재의 방부제 처리도는 처리용 목재 함수율보다는 목재 투과성을 영향하는 목재 자체 특성의 영향을 더 많이 받는 것으로 사료된다. 처리용 목재의 함수율과 무관하게 백합나무 심재의 침투깊이는 국립산림과학원 고시 제2011-04호(KFRI, 2011) 사용환경 범주 H3용 처리재 침윤도 기준(재면에서 8 mm 이상)의 절반 이하로 나타났다. 보유량의 경우, ACQ-2를 처리한 백합나무 심재만이 사용환경 범주 H3의 흡수량 적합기준(2.6 kg/m³)을 만족하였으며, CUAZ-3와 CuHDO-1을 처리한 백합나무 심재의 보유량은 사용환경 범주 H3의 흡수량 적합기준(CUAZ-3 0.96 kg/m³, CuHDO-1: 3.0 kg/m³)을 만족시키지 못하였다. 방부제가 사용환경 범주에서 고시된 침윤도를 달성할 경우, 보유량은 작업액 농도를 조절함에 의해 얼마든지 원하는 수준을 달성할 수 있기 때문에 본 연구에서 방부제 보유량의 국립산림과학원 고시 제2011-04호(KFRI, 2011) 적합기준 충족 여부는 중요하지 않지만 침투깊이의 증가를 위해 선 별도의 전처리가 요구된다.

각재의 경우 방부제 처리도 개선을 위한 전처리로 자상처리를 실시할 수 있지만 스킨템퍼의 경우에는 내부 표면의 자상처리가 불가능하다. 그렇다고 전보(Choi 등, 2011)에서 소나무와 낙엽송에 적용하였던

백합나무 스킨티버의 ACQ, CUAZ, CuHDO 가압처리를 위한 처리용 목재의 적정 함수율 및 처리목재의 정착 특성 평가

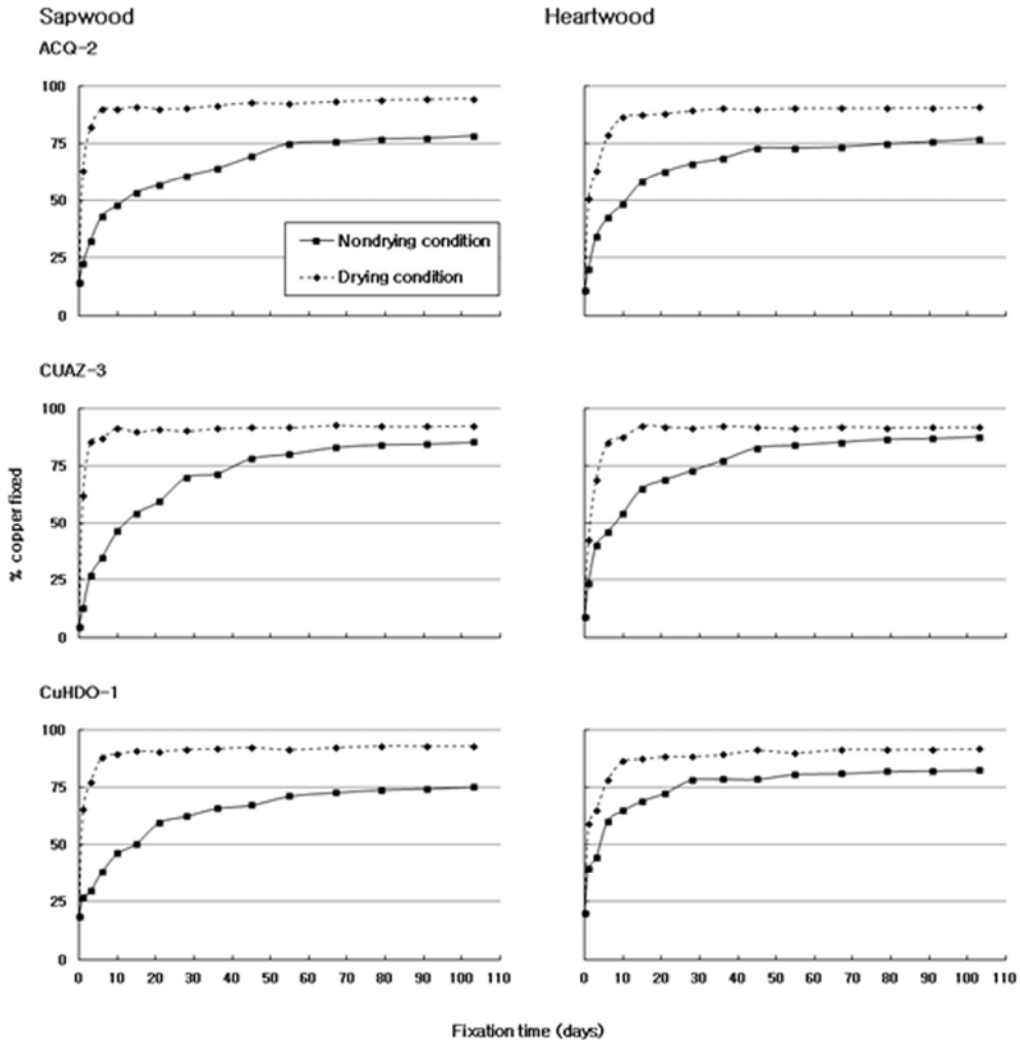


Fig. 2. Percent of copper fixation in ACQ-2, CUAZ-3 and CuHDO-1 treated yellow poplar sapwood and heartwood under nondrying and drying conditions at 21°C.

증기 전처리를 도관폐쇄(tyloses)가 난주입성의 원인인 활엽수 백합나무에 적용할 수 없기 때문에 통피층 표면의 자상처리에 의해 방부제 침투깊이 개선을 시도하는 방법 외에는 없다고 본다, 하지만 백합나무 원목의 심재율 또는 변재층의 두께를 고려할 때 대부분의 백합나무 스킨티버는 가공 중 심재부가 제거될 가능성이 높을 것으로 사료된다. 따라서 생물학적 열화 발생 가능성이 있는 환경에서 백합나무 스킨

티버를 사용할 경우에는 심재가 포함되지 않은 스킨티버를 선별하여 방부처리를 실시한 후 사용하여야 할 것으로 판단된다.

3.2. 방부처리 목재의 정착특성 평가

양생기간의 경과에 따른 방부제별 구리 정착율, 즉 처리용 작업액 중 구리 총량에 대한 백합나무 시

험편 내 정착된 구리 양의 백분율을 Fig. 2에 보여준다. 변재와 심재 공히 건조 조건에서의 양생(이하 건조 양생)이 비건조 조건에서의 양생(이하 비건조 양생)보다 구리의 정착속도가 빠르고 정착율도 높았다.

건조 양생의 경우 국립산림과학원 고시 제2011-04호(KFRI, 2011)에 제시된 상온 양생인 자연 양생공정의 최소 기간으로 명시된 3주간의 양생기간이 경과하였을 때, 변재와 심재 공히 방부제 종류에 관계없이 구리성분의 정착정도가 거의 최대치에 이르렀으며, 양생기간을 그 이상으로 연장시켰을 때에도 구리 정착율에는 큰 변화가 관찰되지 않았다. 반면에 비건조 양생의 경우에는 구리의 정착속도가 느릴 뿐만 아니라 양생기간을 최대한으로 연장해도 건조 양생에서의 구리 정착율에 미치지 못하기 때문에 CCA 대체 방부제 처리목재의 비건조 양생은 무의미함을 알 수 있었다. 일반적으로 CCA 처리목재에서 방부제 유효성분인 크롬, 구리, 비소의 정착률은 상대습도가 높은 비건조 양생에서 높다고 보고되고 있으나 본 연구에서는 건조 양생이 비건조 양생보다 구리 정착율이 높게 나타났다. 아직까지 이에 대한 정확한 원인은 밝혀지지 않았지만 ACQ type C를 처리한 red pine을 이용한 Ung과 Copper (2006)의 연구와 ACQ-2, CUAZ-2, CuHDO-1을 처리한 소나무와 낙엽송을 이용한 Choi 등(2011)의 연구에서도 비건조 양생보다 건조 양생에서 구리 성분의 정착이 양호하다고 보고된 바 있다. 건조 양생의 경우에는 변재 시험편의 구리 정착속도가 심재 시험편보다 빠르나 비건조 양생의 경우에는 반대로 심재 시험편의 구리 정착속도가 변재 시험편보다 빠르게 나타났다. 건조 양생에서 심재 내 구리 정착속도가 느린 이유는 Ung과 Copper (2005)가 지적한 한 바와 같이 심재 내에 존재하는 추출물과 방부제 유효성분인 구리의 반응 결과라고 할 수 있지만 비건조 양생에서 심재 내 구리 정착속도가 빠른 이유는 현 단계에서는 불분명하다.

방부제 유효성분인 구리는 약 산성기(weak acid groups)인 헤미셀룰로오스의 카르복시기(carboxylic groups)와 리그닌의 페놀성 수산기(phenolic hydroxyl groups)와 이온교환반응에 의해 처리목재 내에 정

착한다(Ruddick, 1996; Thomason과 Pasek, 1997; Zhang과 Kamdem, 2000). 그러나 목재 내에는 구리와 반응할 수 있는 약 산성기 숫자가 일정하므로 구리 함량이 높은 구리화합물계 방부제로 처리한 목재는 비록 장기간 양생한다 하여도 약 산성기와 반응하지 못한 상당량의 잉여 구리가 미정착 상태로 남게 된다. 이러한 미정착 상태의 구리 성분은 처리목재의 현장 사용시 주변 환경으로 용탈될 수 있으며, 구리의 높은 수계독성을 고려할 때 구리화합물계 방부제 처리목재를 담수와 접하는 환경이나 수변지역에서 사용할 경우 사용 중 구리 용탈로 인해 심각한 수 생태계의 피해를 야기할 수 있다. 따라서 앞으로 구리화합물계 방부제 처리목재의 구리 정착율을 극대화할 수 있는 연구와 더불어 구리화합물계 방부제 처리목재로부터 미정착 구리의 용탈을 최소화하기 위한 추가적 연구가 필요할 것으로 사료된다.

4. 결 론

백합나무 변재는 함수율 50%까지만 건조되어도 목재 내부로 방부제가 100% 침투하며 사용환경 범주 H3용 처리목재의 보유량 기준을 만족하였다. 그러나 함수율이 낮아질수록 방부제 보유량이 직선적으로 증가하기 때문에 처리용 방부제 종류, 작업액 농도, 처리목재 사용환경 범주별 최소 보유량을 고려하여 백합나무 변재부 목재를 적정 함수율 수준으로 건조한 후 방부처리를 실시해야 할 것이다. 백합나무 심재는 함수율 조건 및 방부제 종류에 관계없이 방부제 처리도가 매우 불량하여 사용환경 범주 H3용 처리목재의 방부제 침투깊이 및 보유량 기준을 만족하기 위해서는 처리도 개선을 위한 전처리가 요구된다. 스킨팅버의 경우에는 통피층 내부 표면의 자상처리가 불가능하기 때문에 생물학적 열화 발생 가능성이 상존하는 환경에서 백합나무 스킨팅버를 사용할 경우에는 심재가 포함되지 않은 스킨팅버를 선별하여 방부처리를 실시한 후 사용하여야 할 것이다. 구리화합물계 방부제 처리 백합나무 변재 및 심재 시험편 공히 비건조 양생보다 건조 양생에서 구리의 정착속도가 빠르고 또한 최종 구리 정착율이 높았다. 3주간 양생

백합나무 스킨티머의 ACQ, CUAZ, CuHDO 가압처리를 위한 처리용 목재의 적정 함수율 및 처리목재의 정착 특성 평가

후 구리 정착율이 90% 수준에 머물렀으며 양생기간을 연장하더라도 정착율은 크게 개선되지 않았다.

사 사

본 연구는 산림청 산림과학기술개발사업(과제번호: S120809L040120)의 지원을 받아 이루어진 것이다.

REFEENCES

- American Wood Protection Association. 2005. Standard methods for analysis of wood and wood treating solutions by inductively coupled plasma emission spectrometry. AWP A20-03, AWP, Grandbury, TX, U.S.A.
- Choi, Y.-S., S.-M. Oh, G.-H. Kim. 2011. Evaluation of pretreatment moisture content and fixation characteristics of treated wood for pressure treatment of Japanese red pine and Japanese larch skin timber with ACQ, CUAZ, and CuHDO. *Journal of Korean Wood Science and Technology* 39(6): 481-489.
- Cooper, P.A., Ung, Y.T. 2009. Effect of preservative type and natural weathering on preservative gradients in southern pine lumber. *Wood and Fiber Science* 41(3): 229-235.
- Hassler, C.C., Slahor, J.J., Gardner, D.J. 1999. A comparison of the treatability of southern yellow pine to five Appalachian hardwoods. *Forest Products Journal* 49(2): 89-93.
- Hassler, C.C., Slahor, J.J., DeGroot, R.C., Gardner, D.J. 1998. Preservative treatment evaluation of five Appalachian hardwoods at two moisture contents. *Forest Products Journal* 48(7/8): 37-42.
- Korea Forest Research Institute (KFRI). 2011. Standard methods for wood preservation. Notification No. 2011-04 of the Korea Forest Research Institute.
- Korea Forest Research Institute (KFRI). 2006. Standard methods for measuring penetration and retention of preservative-treated wood. Notification No. 2006-04 of the Korea Forest Research Institute.
- MacNamara, W.S. 1989. CCA fixation experiments-Part 1. The International Research Group on Wood Protection. Document No. IRG/WP/3504. Stockholm, Sweden.
- Ruddick, J.N.R. 1996. The fixation chemistry of copper in basic preservative systems. *American Wood Preservers' Association Proceedings* 92: 32-49.
- Slahor, J.J., Hassler, C.C., DeGroot, R.C., Gardner, D.J. 1997a. Preservative treatment evaluation with CCA and ACQ-B of four Appalachian wood species for use in timber transportation structures. *Forest Products Journal* 47(9): 33-42.
- Slahor, J.J., Hassler, C.C., DeGroot, R.C., Gardner, D.J. 1997b. Preservative treatment evaluation of red maple and yellow poplar with ACQ-B. *Forest Products Journal* 47(4): 50-54.
- Thomason, S.M., Pasek, E.A. 1997. Amine copper reaction with wood components: acidity versus copper adsorption. The International Research Group on Wood Protection. Document No. IRG/WP 97-30161. Stockholm, Sweden.
- Ung, T.Y., Cooper, P.A. 2006. Stabilization of Alkaline Copper Quaternary (ACQ). *Wood Preservatives. Wood Protection 2006*. New Orleans, LA, USA.
- Ung, T.Y., Cooper, P.A. 2005. Copper stabilization in ACQ-D treated wood: retention, temperature and species effects. *Holz als Roh- und Werkstoff* 63: 186-191.
- Zhang, J., Kamdem, D.P. 2000. FTIR characterization of copper ethanolamine-wood interaction for wood preservation. *Holzforchung* 54(2): 119-122.