

낙엽송 원주상 소경목의 원목성상과 방부 처리성*¹

김 영 숙*^{2†} · 홍 순 일*³ · 윤 정 희*²

Effects of Post Individualities on Treatability of Small Diameter Japanese Larch (*Larix leptolepis*) with ACQ and CCA*¹

Yeong-Suk Kim*^{2†} · Soon-Il Hong*³ · Jeong-Hee Yoon*²

요 약

국산목재시장에서 유통되는 낙엽송 원주상 소경목(직경 10 cm 정도)의 목재 특성(연륜 특성, 심·변재 분포, 할열 분포 등)이 ACQ와 CCA의 처리특성에 미치는 영향에 대하여 조사 연구한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다. 시장에 유통되는 낙엽송 원주상 소경목은 약 13~16, 17~20개의 연륜수를 갖는 빈도가 가장 높았으며, 2~3과 4~5 mm의 연륜폭을 갖는 원목의 빈도가 높은 것으로 나타났다. 원주상 소경목의 재면에 심, 변재가 혼재되어 나타나는 비율은 전체 공시목의 54%였으며 나머지는 심재만이 재면에 노출된 것으로 밝혀졌다. 또한 원주상 소경목에 발생하는 할열 수는 재면에 1~6개, 횡단면에 1~4개의 빈도가 가장 높았으며, 할열의 크기는 재면에서 1~14 mm, 횡단면에서는 8~14 mm의 빈도가 가장 높았다. 가압처리 결과, 재면에 심·변재가 혼재되어 나타날 때에는 방사방향의 평균침투도는 ACQ에서 4.3 ± 4.19 mm, CCA에서 8.5 ± 4.98 mm로 침투도에 변이가 심한 것으로 나타났다. 그러나 심재의 경우에는 ACQ에서 1.3 mm, CCA에서 1.1 mm로 매우 작은 침투도를 나타내 두 약제 모두 산림청 고시 사용환경 H3기준에 미달되는 결과를 나타냈다. 심재에 대해 인사이징 처리하고 가압 처리 하였을 때 인사이징 부위의 접선방향 침투도는 ACQ의 경우 약 0.7 mm, CCA는 약 0.6 mm로 두 약제 모두 인사이징의 침투도 개선 효과가 매우 낮은 결과를 보였다. 한편 심재에서 연륜수가 많을수록 약제의 평균 흡수량은 감소 경향을 보였으며 연륜수와 평균 흡수량 간에 상관관계가 인정되었다($r=0.5345$). 재면에 심재만이 노출된 경우에는 횡단면과 재면의 할열수 및 할열크기와 흡수량 사이에 상관관계가 각각 $r=0.1301$ 과 $r=0.1802$ 로 모두 상관관계가 없는 것으로 나타났다.

*¹ 접수 2005년 9월 20일, 채택 2005년 11월 5일

본 연구는 농림기술관리센터(02 첨단 소형목재 사방댐 개발에 관한 연구) 지원에 의한 결과의 일부임.

*² 국민대학교 삼림과학대학 임산공학과 Department of Forest Products, College of Forest Science, Kookmin University, Seoul, 136-702, South Korea

*³ 강원대학교 산림과학대학 임산공학과 Department of Wood Science and Technology, College of Forest Science, Kangwon National University, Chuncheon, Kangwondo, 200-701 South Korea

† 주저자(corresponding author) : 김영숙(e-mail: yskim@kookmin.ac.kr)

ABSTRACT

This study investigated how wood properties (i.e., annual rings, sapwood, heartwood, and cracks) might affect preservative treatment in Japanese larch (*Larix leptolepis*) round-wood product. We specially focused on small-diameter (~10 cm diameter) wood that is commercially sold in market. Among 100 wood samples, the groups of sample with 13~16, 17~20 annual rings represented 33 and 27 in each frequency, while 2~3 and 4~5 mm annual ring width accounted for 72 and 68 in frequency. More than a half (54%) of wood samples contained a mix of heartwood and sapwood in its surface. The rest (46%) had only heartwood exposed in the wood surface. A wide range of checks were showed in the wood samples, but the highest frequency was observed in samples with 1~6 surface (1~14 mm in size) checks and 1~4 end-grain (8~14 mm in size) checks in each round-wood sample. Pressure treatment resulted in a wide range of penetration of ACQ (Alkaline Copper Quat) into the wood, showing 43 ± 4.19 mm penetration in the wood samples contained a mix of heartwood and sapwood in its surface. However preservative treatment was much less effective for the heartwood only wood samples, ranging average 13 mm with ACQ and 1.1mm with CCA (Chromated Copper Arsenate). These penetration results shown in heartwood samples did not meet the penetration standard that is required for H3 by the Korean Forest Service in relation to wood preservation treatment. These low penetration results were not significantly improved even if we incised wood samples to improve treatment effect, showing only small increase of 0.7 mm with ACQ and 0.6 mm with CCA. When preservative treatment was tested with heartwood, penetration of preservatives decrease with increase of annual rings per a cross-section area ($r=0.5345$). We also found that the length and number of check had no effect on preservative treatment, showing $r=0.1301$ and $r=0.1802$, respectively.

Keywords: Penetration, Japanese Larch, annual ring, checks, treatability

1. 서 론

산림청은 산림복지국가를 향한 “21세기 산림비전”에서 근년의 국산재 공급율 5~6%에서 2050년에는 약 80%(해외조림목 포함)로 증가하는 것을 목표로 국산재 생산기반 조성 및 용도개발에 부심하고 있다(산림청, 2001). 실제로 국산원목 공급이 점차 증가되고 있으며 '90년대 말 일반용재의 공급이 급격히 증가되어 2003년 약 123만 m³의 공급실적을 보이고 있는 상황이다(산림청, 2005). 특히 일반용재로의 수종은 낙엽송이 주종을 이루고 있으며, 건축용, 조경시설용 및 토목용도를 중심으로 한 일반용재로 공급되고 있다. 목재시장에서 조경시설용 및 토목용도로 공급되는 낙엽송은 대부분 소경목이 주를 이루며 이 경우 원주상으로 가공되어 방부처리과정을 거치는 것이 일반

적이다. 특히 직경이 작은 원주상으로 가공된 낙엽송 목재는 화단 경계목, 등산로 계단, 지주목 등의 조경 시설이나 토사유출방지용 흙막이 또는 사방댐의 토목 용으로 사용되는 등 토양과 접촉되는 H4~H5의 사용 환경 조건에 노출되는 경우가 많아 두터운 방부층이 요구된다. 그러나 낙엽송은 심재율이 높아 원주상 가공과정에서 재면에 심재 노출이 많고 이로 인한 방부제의 난주입성이 문제가 된다. 김 등(2000)은 원주상 낙엽송 및 북양가문비 심재의 경우 가압시간의 증가가 방부제 보유량 증대에 기여하였으나 침투깊이에는 영향하지 못하여 인사이징 등의 처리가 요구됨을 시사하였고, 강 등(1995, 1997)은 인사이징 및 증기 전 처리를 통하여 낙엽송 심재의 처리도가 개선되는 결과를 보고한바 있다. 그러나 최근의 국산목재 시장에서 유통되는 소형의 원주상 낙엽송의 경우 재면에 심

재 및 변재가 혼재하는 경우가 많을 뿐만 아니라 건조 과정 중 발생하는 크고 작은 표면 활열의 분포가 많아 방부처리성에 변이가 예상되었다. 더욱이 전체 낙엽송 공급량의 약 15% 정도(산림조합중앙회, 2004)를 차지하는 직경 10 cm 미만의 소형 원주상 낙엽송은 유통목에서 가공되는 목재들이 많아 이들의 연륜 특성, 재면에 노출되는 심·변재 분포 및 활열 분포 등의 목재 성상이 방부제 처리성에 미치는 영향에 대한 검토가 요구되는 상황이었다.

이에 본 연구에서는 국산목재시장에서 유통되는 원주상 소경목이 토사 유출 방지용 흙막이 또는 사방댐의 토목용 등 H3~H5 용도에 사용되기 위하여 방부처리를 실시할 때 형성되는 방부층을 알아보고, 이들 공시목의 연륜수와 연륜폭, 재면에 나타나는 심·변재 분포 및 활열 상황 등 목재 성상과 CCA 및 ACQ의 방부 처리성과의 관계에 대하여 연구 검토하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시재료

공시목재는 여주 임산물센터에서 구매한 직경 10 cm, 길이 60 cm로 가공된 원주상 낙엽송(*Larix leptolepis*) 목재를 사용하였다. 공시약제로는 현재 목재보존산업체에서 사용되고 있는 CCA와 ACQ를 이용하였다.

2.2. 원주상공시목의 성상조사

준비된 공시목재는 제습된 실내에서 충분히 건조시킨 후 방부처리용 시험편 100개를 대상으로 연륜수, 평균 연륜 폭, 표면에 노출된 심·변재 분포 상황 및 활열 등 원주목의 성상에 대한 조사를 실시하였다. 공시목재의 연륜수, 연륜폭, 활열수 및 활열크기와 관련된 데이터는 분포도 분석방법에 의거, 표본 특성별 출현빈도로 표시하였다. 활열의 크기는 활열부위의 폭이 0.5 mm 이상 되는 것에 한정하여 조사하였다.

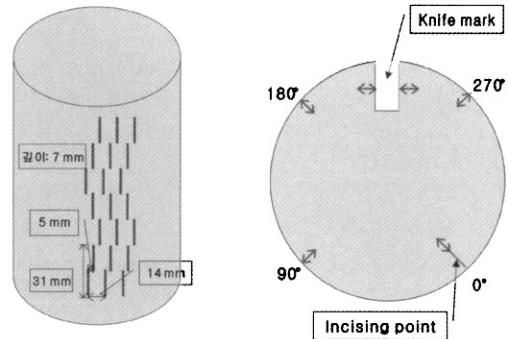


Fig. 1. Diagram of incising and measuring points of penetration.

2.3. 방부 및 인사이징 처리

방부처리는 시험편의 한 쪽 횡단면을 산업용 예폭시 수지로 도포한 후 방부처리에 사용하였다. 약제처리방법은 가압처리법과 침지처리법을 실시하였다. 가압처리는 산업체의 현지 주약관에서 실시하였으며, 처리공법은 중세포법으로, 처리조건은 CCA의 경우 약액 온도 23°C, 농도 2.4% (w/v), 전배기 조건 760 mmHg, 1시간, 압력 조건은 20 kg/m² 압력으로 약액이 더 이상 주입되지 않는 시점(Refusal Point)까지 2시간 30분 또는 3시간, 후배기 조건은 760 mmHg, 40분이었다. 침지처리는 현장 간이 처리 등의 가능성을 보기 위하여 상온에서 12시간 실시하였다. 처리 후 중량을 측정하여 흡수율을 계산에 이용하고, 실내에서 2주간 건조·양생과정을 거친 후 방향별 침투도 측정을 위해 시험편을 채취하였다. 섬유방향 측정용 시험편은 원주상 시험편의 횡단면(직경 10 cm)을 4등분(지름 0 cm, 2.5 cm, 5.0 cm, 7.5 cm)하여 종 절삭하였고, 방사방향 측정용 시험편은 원목의 중앙에서 10 mm 간격으로 1개 시험편당 8개의 원판을 채취하여 침투깊이 측정에 이용하였다. 침투도 개선을 확인하기 위한 자상처리는 전형적인 갈지자형(김 등, 2004)으로 공시목의 재면 중앙부위에 Fig. 1에 나타난 바와 같이 섬유방향으로 자상길이 14 mm, 깊이 7 mm 크기의 자상을 접선방향으로 14 mm 간격을 두고 3개씩, 섬유방향으로 7열로 실시하였다. 그리고 자상부위와 비자상부위의 정확한 침투도 비교를 위하여

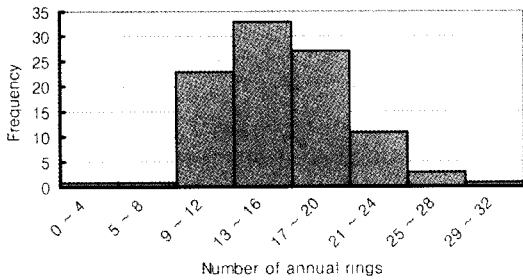


Fig. 2. Distribution of the numbers of annual rings.

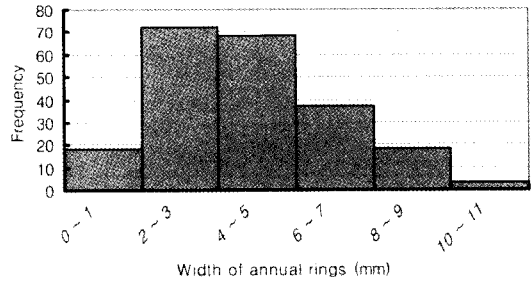


Fig. 3. Distribution of the width of annual rings.

자상부위를 중심으로 90°, 180°, 270°의 위치에서 방사 및 접선방향에 대해 침투깊이를 측정하였다.

2.4. 방부제의 침투도 및 흡수량 조사

방부제의 침투깊이는 미국방부협회(AWPA) 표준 규격 A3-95에 제시된 구리 지시약인 Chrome Azurol-S를 사용한 정색반응에 의해 측정하였다. 방부제의 흡수량(Retention)은 처리 시 흡수한 약액총량과 농도 및 재적 값을 적용 환산하는 방법으로 구하였다. 목재 표본의 성상과 약제처리도와의 관계는 상관관계 분석 및 유의성 검정을 통하여 상관관계 여부를 판단하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 원주상 공시목의 성상 및 할열특성

낙엽송 원주상 소경목을 표본으로 원주상 가공 후 연륜수, 연륜폭, 재면의 심·변재 분포 및 할열 상황 등 목재 성상에 대하여 조사한 결과를 Fig. 2~6에 나타냈다. 공시목 총 100개의 원주상 목재 재면에 심재와 변재가 혼재되어 나타나는 비율은 전체 공시목의 54%였으며 나머지는 심재만이 재면에 노출된 것으로 밝혀졌다. 또한 공시목재로 사용한 원주상 목재의 연륜수 분포 빈도는 Fig. 2에 나타난 바와 같이 13~16의 연륜수를 갖는 원주목이 빈도 33으로 가장 많았으

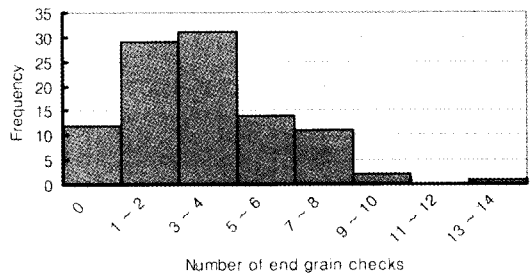


Fig. 4. Distribution of the numbers of end grain checks.

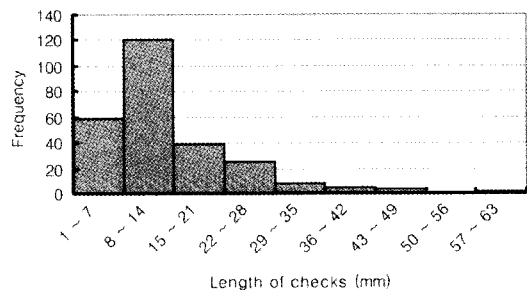


Fig. 5. Distribution of the length of surface check.

며, 17~20개 및 9~12개의 연륜을 갖는 빈도가 각각 27과 23으로 많았다. 이러한 결과로부터 여주 목재유통센터에서 유통되는 직경 10 cm 정도의 국산 원주상 가공목은 대략 10~20년생인 것으로 밝혀졌다. 또한 동일한 공시목 내에서 연륜폭은 Fig. 3에 나타난 바와 같이 2~3 mm의 빈도가 72, 4~5 mm의 빈도가 69로

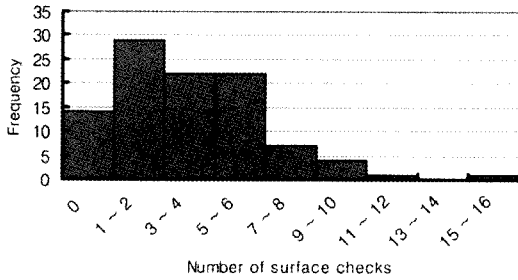


Fig. 6. Distribution of the numbers of surface checks.

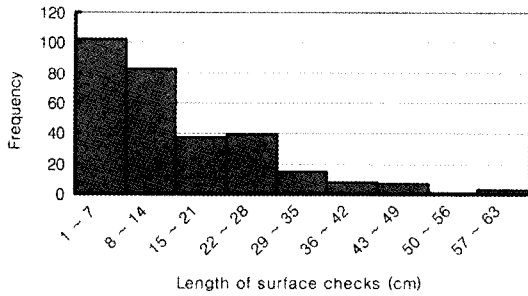


Fig. 7. Distribution of the length of surface checks.

2~5 mm의 연륜폭을 갖는 공시목이 주류를 이루는 것으로 나타났다. 한편 공시목의 횡단면 및 재면에 나타난 할열에 관한 조사 결과는 Fig. 4에 나타낸 바와

같이 횡단면에 나타나는 할열의 빈도는 한 개의 공시목당 1~2개 또는 3~4개의 할열이 각각 28 및 31로 가장 높았고, 이들 할열의 크기는 Fig. 5에 나타낸 바와 같이 방사방향으로 8~14 mm가 가장 빈도가 높게 나타났다. 한편 재면에 나타난 할열수는 Fig. 6에서와 같이 1~2, 3~4, 5~6개를 나타내는 공시목의 빈도가 각각 29, 22, 22로 주류를 이루었고, 재면에 나타난 할열의 크기는 섬유방향으로 1~7 mm 및 8~14 mm가 각각 102 및 83의 높은 빈도를 나타냈다(Fig. 7).

3.2. 원주상 공시목재의 방부처리 특성

국산목재시장에서 유통되는 원주상 소경목에 방부처리를 실시하여 약제 침투도 및 흡수량 조사를 실시한 결과를 Table 1에 나타냈다. Table 1에 나타낸 바와 같이 가압처리에서 심재에 CCA를 처리한 경우 약 $2.25 \pm 0.472 \text{ kg/m}^3$, ACQ에서는 $3.12 \pm 0.792 \text{ kg/m}^3$ 를 나타내 ACQ의 평균 약제흡수량이 높은 결과를 보였다. 공시목의 재면에 변재가 혼재하는 경우의 약제흡수량은 CCA가 약 $3.52 \pm 0.792 \text{ kg/m}^3$, ACQ가 약 $4.18 \pm 1.438 \text{ kg/m}^3$ 로 심재에 비해 높은 흡수량을 나타냈으나 표준오차가 커 개체간의 흡수량의 차가 큰 것으로 나타났다. 약제 흡수량을 기준으로 하였을 때 CCA로 처리한 심재는 산림청 고시에서 규정한 사용 환경 H3 이상의 기준흡수량을 만족시키지 못하

Table 1. Treatability of preservatives in Japanese larch (*Larix leptolepis*) round-wood*

	Chemicals	Pressure				Immersion			
		longitudinal		radial		longitudinal		radial	
		heartwood	sapwood (included)	heartwood	sapwood (included)	heartwood	sapwood (included)	heartwood	sapwood (included)
Penetration (mm)	CCA	16.6±1.74**	12.6±3.33	1.1±1.51	8.5±4.98	1.9±0.39	2.2±1.07	0.0±0.00	0.6±1.40
	ACQ	24.8±5.35	35.9±4.21	1.3±2.08	4.3±4.19	2.3±0.59	4.3±2.38	0.0±0.00	0.0±0.00
Retention (kg/m ³)	CCA	2.25±0.472		3.52±0.792		0.47±0.030		0.92±0.368	
	ACQ	3.12±0.923		4.18±1.438		0.53±0.034		1.08±0.690	

* Values are means from three to nine samples

** Values show standard deviation

Table 2. Penetration of preservatives after incising treatment*

Preservatives	Wood portion	Radial penetration (mm)				Tangential penetration (mm)
		0°	90°	180°	270°	
CCA	heartwood	7.15±0.59**	0.06+0.11		0.56±0.38	
	sapwood (included)	8.14±0.49	1.17±1.71		0.75±0.88	
ACQ	heartwood	8.01±0.76	0.76±0.89		0.72±0.62	
	sapwood (included)	8.26±0.92	2.16±1.56		3.32±3.66	

* Values are means of three samples

** Values mean standard deviation

는 결과를 보였으나, ACQ로 심재에 처리하였을 때에는 기준치 이상의 흡수량을 보여주었다.

그러나 약제침투도면에서는 흡수량의 데이터와 다른 양상을 보였다. 즉, 가압법으로 심재에 처리한 CCA의 침투깊이는 섬유방향으로 약 16.6 mm, 방사방향으로 약 1.1 mm로 재면으로부터의 약제침투가 극히 낮은 결과를 보였다. 또 ACQ로 심재에 처리하였을 때에는 섬유방향에서 24.8 mm로 CCA처리 목재에 비해 높은 침투깊이를 나타내었으나 방사방향의 경우, 불과 1.3 mm의 침투깊이를 나타내 두터운 방부층 형성이 어려운 것으로 나타났다. 김 등(2000)은 직경 15~20 cm의 북양가문비와 낙엽송의 경우 사용환경 H2가 요구하는 최소 침투깊이를 만족시키지 못하였음을 보고하고 있는데 본 연구에서 사용한 직경 10 cm의 원주상 낙엽송의 경우에도 이와 유사한 결과를 보이는 것으로 밝혀졌다. Chen 등(1998)과 Hong 등(1997)은 생장지역, 간벌이나 시비 등의 육림과정, 직경의 차, 미숙재 함유율 등이 벌채 후 방부처리성에 미치는 영향을 조사하여 이들 조건들과 목재의 방부제 처리성과의 상관관계가 일정치 않은 결과들을 보고하고 있는데 본 실험에서 사용한 국산 낙엽송에서도 심재가 표면에 노출되는 경우에는 유령목에서 생산된 소경목에도 불구하고 침투성은 낮은 결론을 얻었다.

그리고 CCA 및 ACQ 모두 재면에 변제가 혼재되어 있는 공시목에서 평균 침투깊이에 대해 표준오차가 상당히 큰 것으로 방부처리성에 변이가 큰 경향을 나타내 사용상 안전성에 문제가 될 수 있음이 시사되었다. 또한 전술한 바와 같이 가압처리에서 심재(섬유

방향)의 경우 ACQ의 경우 CCA에 비해 침투깊이가 크게 나타나 두 약제간의 침투깊이 차이에 유의성이 인정되는 결과를 나타냈다($t > t_{0.02}$). 이 같은 결과는 Table 1에 나타난 흡수량 데이터에서도 유사한 경향을 보여주었다($t > t_{0.1}$). 약제 간 침투깊이 차에 대한 결과는 Taylor 등(1998)이 낙엽송류인 Eastern larch에 대해 약제 간 침투성 차에 대한 연구에서 ACA (Ammoniacal Copper Arsenate)가 CCA-C에 비해 침투성이 월등하고, 동일 수종, 동일 조건에서 암모니아성 금속염의 침투성이 우수하다는 연구들 (Lebow와 Morrell, 1993, Slahor 등, 1997a, 1997b)과 ACQ가 CCA에 비해 침투성이 크다는 Hann과 Vinden (1999)의 보고와 유사한 것으로 고찰되었다. 또한 Lebow 등(2002)도 소경목의 원주상 Grand fir (*Abies grandis*)를 옥외용 기둥 등으로 사용하기 위하여 방부 처리성을 시험한 결과 ACZA와 나프텐산동은 적절한 침투성에 도달하였으나 CCA는 그렇지 못한 결과를 보고한 바 있다. 또한 현장 간이 처리 등의 가능성을 보기 위한 침지처리의 경우에는 12시간의 침지시간에도 불구하고 Table 1에 나타난바와 같이 두 약제 모두 매우 낮은 침투깊이와 흡수량을 나타내 H2 이상의 사용 환경에는 적용이 불가능한 결과를 보였다.

침투깊이 개선을 확인하기 위하여 자상처리를 실시하고 가압처리를 실시한 결과, Table 2에 나타난 바와 같이 CCA 심재에서는 깊이 7 mm로 자상 처리한 위치(0°)의 경우 평균 7.15 mm로 자상처리한 깊이 외에 방사방향으로 0.15 mm 정도의 극히 낮은 침투성을 나타냈다. ACQ로 처리한 심재의 경우, 자상처리한 위치(0°)에서 평균 8.01 mm로 자상깊이 외에 약

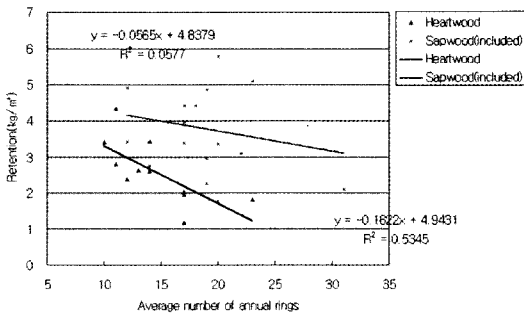


Fig. 8. Relationship between average number of annual rings on end grain and retention.

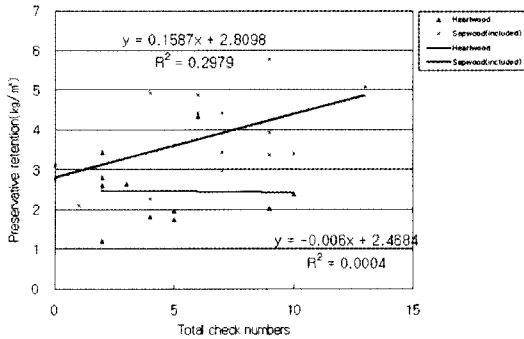


Fig. 9. Relationship between total check numbers and preservative retention.

1.01 mm 정도로 CCA보다는 다소 높지만 충분한 방부층 형성이 발견되지 않았다. 자상처리한 부위에서 접선방향으로의 침투성을 검토한 결과에서도 CCA 및 ACQ 모두 심재에서는 1 mm 미만의 극히 낮은 침투깊이를 나타내 낙엽송 심재의 경우 자상처리가 침투깊이의 개선에는 도움을 주지 못하는 결과를 나타냈다. 그러나 강 등(1995)은 낙엽송 심재에 자상처리로 일본농림규격에서 규정하는 H3 및 H4 환경에서의 사용이 가능한 정도의 흡수량에 달성했음을 보고한 바 있어 앞으로 자상처리가 침투도 및 흡수량에 미치는 효과와 실제 방부방충효과와의 관계에 대한 보다 다양한 분석이 필요한 것으로 고찰하였다. 한편 Morris 등(2002)의 연구에서는 ACQ-D형에 가열함으로써 침투성을 향상시켜 AWPA의 토양접촉용도에 만족하는 결과를 보였고, Slahor 등(1998)은 고함수율재에 방

소화합물을 처리하고 6주간 wrapping하는 방법으로 침투도를 증대시키는 등 난주입성 목재의 처리성 개선 결과들이 보고되고 있어 본 연구에서 사용한 소경목의 원주상 낙엽송 심재에도 이와 같이 약제종류 및 처리조건을 조정하는 방법으로 침투성을 개선시킬 수 있는 심도 있는 연구의 필요성이 시사되었다.

원주상 낙엽송 공시목의 연륜 특성과 방부제 처리 후 약제 흡수량과의 관계를 분석한 결과, Fig. 8에 나타낸 바와 같이 심재에서는 공시목의 평균 연륜 수가 많아질수록 흡수량이 낮아지는 경향을 나타내 횡단면의 평균 연륜 수와 약제흡수량 간에 상관관계($r=0.5345$)가 유의적($t_{(t_{.01}, 1.812)}$)인 경향을 보였으나 재면의 표면에 변재가 혼재하는 경우에는 이들 인자간의 상관관계($r=0.0577$)가 인정되지 않았다. 이 같은 결과는 Fig. 9에 제시한 연륜 폭과의 관계에서도 유사한 경향을 나타냈다.

소형 원주상 낙엽송 공시목의 재면 및 횡단면에 발생한 할열의 분포와 약제처리성과의 관계를 분석한 결과, Fig. 9에 나타낸 바와 같이 재면에 변재가 혼재하는 공시목의 경우 횡단면과 재면에 분포하는 할열 수가 증가 할수록 약제흡수량이 다소 많아지는 경향을 보였으나($r=0.2979$), 심재의 경우에는 할열 수와 흡수량간의 상관관계가 없는 것으로 나타났다. 또한 낙엽송 심재의 경우에는 할열 크기와 약제흡수량사이에도 상호 상관관계가 없는 결과를 나타냈다.

4. 결 론

국산목재시장에서 유통되는 낙엽송 원주상 소경목(직경 10 cm 정도)의 원목특성(연륜 특성, 심·변재 분포, 할 열 분포 등)이 ACQ와 CCA의 처리특성에 미치는 영향에 대하여 조사 연구한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 원주상 낙엽송 샘플에서 약 13~20개의 연륜 수 빈도가 가장 높았으며, 2~5 mm의 연륜폭을 갖는 원목의 빈도가 가장 높은 것으로 나타났다.

2) 원주상 소경목의 재면에 심, 변재가 혼재되어 나타나는 비율은 전체 공시목의 54%였으며 나머지는 심재만이 재면에 노출된 것으로 밝혀졌다.

3) 원주상 소경목에 발생하는 할열 수는 재면에 1~6개, 횡단면에 1~4개의 빈도가 가장 높았으며, 할열의 크기는 재면에서 1~14 mm, 횡단면에서는 8~14 mm의 빈도가 가장 높았다.

4) 약제처리결과, 재면에 심·변재가 혼재되어 나타날 때에는 방사방향의 평균침투깊이는 ACQ에서 4.3 ± 4.19 mm, CCA에서 8.5 ± 4.98 mm로 침투도에 변이가 심한 것으로 나타났다. 심재의 경우에는 ACQ에서 1.3 ± 2.08 mm, CCA에서 1.1 ± 1.51 mm로 매우 낮은 침투도를 나타내 두 약제 모두 산림청 고시 사용 환경 범주 H3기준에 미달되는 결과를 나타냈다. 그러나 심재에서 섬유방향으로의 침투는 ACQ의 경우 CCA에 비해 침투깊이가 크게 나타나 두 약제간의 침투깊이 차이에 유의성이 인정되는 결과를 나타냈다 ($t_{0.02}$).

5) 낙엽송 심재에 대해 자상 처리하고 가압 처리하였을 때 자상 부위의 접선방향 침투도는 ACQ의 경우 약 0.7 mm, CCA는 약 0.6 mm로 두 약제 모두 인사이징의 침투도 개선 효과가 매우 낮은 결과를 보였다.

6) 낙엽송 심재에서 연륜수가 많을수록 약제의 평균 흡수량은 감소하는 경향을 보였으며 연륜수와 평균 흡수량간에 상관 관계가 인정되었다($r=0.5345$).

7) 낙엽송 심재에서는 할열과 흡수량사이에 상관관계가 없는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. Chen P. Y. S., G. Zhang, and J. W. Van Sambeek. 1998. Relationships among growth rate, vessel lumen area, and wood permeability for three central hardwood species, *Forest Products J.* 48(3): 87~90.
2. Gjovik L. R. and D. R. Schumann. 1992. Treatability of native softwood species of the Northeastern United States, Research note-Forest Products-Laboratory, -USDA-Forest -Service, No. FPLRP-508.
3. Groot R. C. 1994. Treatability of western softwood and red alder shakes. *Forest Products J.* 44(7~8): 34~43.
4. Hassler C. C., J. Slahor, and D. J. Gardner. 1999. A comparison of the Treatability of southern yellow pine to five Appalachian hardwoods, *Forest Products J.* 49(2): 89~93.
5. Hann, J. and P. Vinden. 1999. The effect of chemical treatment on the moisture distribution of *Pinus radiata* D. Don subjected to wick action, IRG/WP 99-40135.
6. Hong S. and J. J. Morrell. 1997. Treatability of Douglas-fir heartwood with ACZA or CCA :Effect of site, silvicultural practice, and wood properties, *Forest Products J.* 47(10): 51~55.
7. Kim G. H. and J. J. Kim. 2001. Effect of moisture content on treatability of Japanese red pine, Japanese larch, and Ezo spruce with chromated copper arsenate, *Forest Products J.* 51(6): 64~66.
8. Lahiry A. K. 1996. CCA treatability of 100 timbers of Bangladesh, IRG/WP 96-40069.
9. Lebow S. T. and J. J. Morrell. 1993. Pressure treatment of Sitka spruce timber with ammoniacal copper zinc Arsenate or chromated copper arsenate, *Forest Products J.* 43(10): 41~44.
10. Lebow S. T., S. L. LeVan, and J. J. Morrell. 2002. Assessment of the treatability of small-diameter grand fir posts, Research note-Forest Products-Laboratory, -USDA-Forest -Service, No. FPLRN-0285.
11. Maturbongs L. and M. H. Schneider. 1996. Treatability and CCA preservative distribution within ten Indonesian hardwoods, *Wood and Fiber Science* 28(2): 259~267.
12. Morrell J. J., A. Paillard, D. Gnoblei, B. L. Gartner, M. R. Milota, and R. G. Rhatigan. 2003. Variations in longitudinal permeability of coastal western hemlock, *Wood and fiber science.* 2003, 35(3): 397~400.
13. Morris P. I., S. M. McFarling, and A. R. Zahora. 2002. Treatability of refractory species with aming and amin/ammoniacal formulations of ACQ, *Forest Products J.* 52(10): 37~42.
14. Slahor J. J., C. C. Hassler, R. C. Degroot, and D. J. Gardener. 1997a. Preservative treatment evaluation of Red maple and Yellow-poplar with ACQ-B, *Forest Products J.* 47(4): 50~54.
15. Slahor J. J., C. C. Hassler, R. C. Degroot, and D. J. Gardener. 1997b. Preservative treatment evaluation with CCA and ACQ-B of four Appalachian wood

- species for use in timber transportation structures, *Forest Products J.* 47(9): 33~42.
16. Slahor J. J., C. C. Hassler, R. C. Degroot, and D. J. Gardener. 1998. Treatability of five Appalachian wood species with creosote and Timbor R, Proceedings, 94th Annual Meeting of the American Wood-Preservers Association, Scottsdale, Arizona, USA, 17~19 May, 178~187.
 17. Taylor A., Y. T. Ung, and P. A. Cooper. 1998. Waterborne preservative treatability of tamarack (*Larix laricina* (Du Roi)K.Koch), IRG/WP 98-40112.
 18. 강승모, 김규혁, 백기현. 1995. 낙엽송 심재의 CCA와 CCFZ 처리특성 및 자상처리에 의한 CCA처리도 개선, 목재공학 23(4): 60~66.
 19. 강승모, 백기현, 김규혁. 1997. 증기 전처리에 의한 낙엽송 심재의 방부제 처리도 개선에 관한 연구, 목재공학 25(1): 15~22.
 20. 김규혁, 김재진, 김형준. 2000. 소나무, 낙엽송, 북약가문비나무 원주가공재의 CCA가압처리, 목재공학 28(1): 42~47.
 21. 김영숙, 홍순일, 윤정희. 2005. 원주상 낙엽송 소경목의 원목성상과 방부처리성. 2005. 한국목재공학회발표요지집, 198.
 22. 김윤수, 김규혁, 김영숙. 2004. 목재보존과학, 전남대학교출판부, p. 275.
 23. 산림청. 2004. 전자임업통계연보, 2005.
 24. 산림청. 2001. 21세기 산림비전(발간등록번호 11-1400000-000128-14)
 25. 산림조합중앙회 목재유통센터, 미발표자료. 2004.