

울진 금강송재의 재질: 수지구 및 방사조직의 출현형태*¹

김 동 우*^{2†} · 황 성 옥*³ · 이 원 희*³

Property of Uljin-Geumgangsong Wood (*Pinus densiflora forma erecta Uyeki*): Appearance Pattern of Resin Canal and Ray*¹

Dong-Woo Kim*^{2†} · Sung-Wook Hwang*³ · Won-Hee Lee*³

요 약

울진산 금강송재의 재질발현 수령의 판단기준에 대해 검토하기 위해, 소나무(*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.)와 울진 금강송(*Pinus densiflora forma erecta Uyeki*) 대표목의 물리적 성질을 조사한 결과, 다음과 같은 결과를 얻었다. 울진 금강송의 기건밀도는 소나무재보다 약 20% 이상 높았다. 또한 심재율은 70% 이상이었다. 단위면적(1 mm²)당 수직수 지구의 분포수는 0.3개로서 울진금강송이 소나무보다 약 40% 높았다. 수직수지구의 평균 직경은 소나무 67.8 μm, 울진 금강송 67.3~69.9 μm로서 수종 간 큰 차이는 없었으며, 연륜수가 증가함에 따라 직경도 함께 증가하는 경향이 나타났다. 수평수지구의 분포수는 울진금강송-1이 소나무와 울진금강송-2 보다 약 55% 높은 값을 나타내었다. 소나무와 울진 금강송-2의 수지구 분포수는 연륜이 증가함에 따라 감소하였으나, 울진금강송-1은 연륜 증가와 함께 증가하는 상반된 결과를 나타내었다. 방사조직 분포수는 수종 간의 뚜렷한 차이가 나타나지 않았으며, 동일 수종 내 조재와 만재 사이에서도 차이가 없었다. 연륜이 증가함에 따라 소나무와 울진금강송 모두 방사조직의 분포수가 감소하였다. 방사조직의 세포고는 소나무가 비교적 높았으며, 조재와 만재 사이의 차이는 없었다. 본 연구결과, 울진금강송의 재질발현 기준 수령은 약 150년인 것으로 판단되었다.

ABSTRACT

It was examined the key criterion of the time of property revelation as Uljin-Geumgangsong wood. For this purpose, we investigated in physical properties in pine wood (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.) and representative Uljin-Geumgangsong wood (*Pinus densiflora forma erecta Uyeki*). The results are as follows; Air-dry density of Uljin-Geumgangsong wood have higher values over about 20 percent than that of pine wood. And also heartwood rate of Uljin-Geumgangsong wood have higher values above 70 percent. The number of vertical resin canals per 1 mm² in Uljin-Geumgangsong wood was 40 percent greater than in pine wood. As the average diameters of axial resin canals

*1 접수 2013년 8월 6일, 채택 2014년 1월 16일

*2 한국임업진흥원. Korea Forestry Promotion Institution, Seoul 121-904, Korea

*3 경북대학교 농업생명과학대학 임산공학과. Department of Wood Science & Technology, College of Agriculture & Life Sciences, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

† 교신저자(corresponding author) : 김동우(e-mail: kimdw@kofpi.or.kr)

were 67.8 mm and 67.3~69.9 mm in pine wood and in Uljin-Geumgangsong wood, respectively, there was no significant difference among wood species. There tends to be an increase in diameters as annual rings increase. The number of horizontal resin canals in Uljin-Geumgangsong-1 was approximately 55 percent greater than in pine wood and Uljin-Geumgangsong-2. The number of resin canals in pine wood and Uljin-Geumgangsong-2 decreased while it increased in Uljin-Geumgangsong-1 as annual rings increased. No significant difference was found in the number of rays among wood species and between earlywood and latewood of same wood species. As annual rings increased the number of rays decreased in both pine wood and Uljin-Geumgangsong. The heights of rays were greater in pine wood than Uljin-Geumgangsong and no difference was found between earlywood and latewood. In conclusion, rings of tree for the time of property revelation as Uljin-Geumgangsong wood is assumed about more than 150 years.

Keywords : Key criterion, Representative Uljin-Geumgangsong, Property revelation, Resin canal, Ray

1. 서 론

조선시대의 속대전[續大典(1746년, 영조 22년)], 행정편람인 만기요람[萬機要覽(1808년, 순조 8년)] 및 대동지지[大東地志(1864)]의 내용 중 황장봉산(黃腸封山), 황장산(黃腸山), 황장목(黃腸木)에 대한 기록에서 알 수 있듯이 경상북도 북부의 영덕, 봉화, 영양, 문경, 울진 일대와 강원도의 원주, 평창, 고성 및 정선 일대에 목재의 심재부분이 황색을 띠고 재질이 단단하고 치밀하여 주로 황실에서 궁궐용으로 쓰이던 금강송이 자라고 있었음을 알 수 있다(박봉우, 1996, 1993). 금강송(金剛松)은 강송, 적송, 미인송 등으로 불리고 목재상태로는 재색이 누렇다고 하여 황장목, 봉화에서는 지명을 딴 춘양목으로 불린다.

Uyeki(1928)는 우리나라 소나무를 지역에 따라 수형을 관찰하여 6개형으로 분류하였고 이 중 태백산맥을 중심으로 자라는 소나무를 금강형 소나무로 분류하였다. 손 등(1989)에 의하면, 경북 북부지역의 소나무는 수간이 곧고 수관이 비교적 좁고 높은 수하고(樹下高)와 치밀한 재질이 금강송과 큰 차이가 없다고 보고하였다. 그러나 현재 울진지역의 강송을 울진금강송으로 분류하고, 다시 성장상태별로 3가지 양식으로 구분되기도 한다(尹, 1999). 따라서 우리나라의 소나무분포는 생육지역에 따라 그 형태가 모두 다르다는 것을 알 수 있다. 이런 차이점에 대해, 송(宋) 등(1995)은 유전인자에 의한 차이도 있지만 환경인자의 영향이 더 중요한 요인으로 보고되었다. 또한 동위효소분석(김 등, 1993) 결과, 종래의 금강송

이 소나무와 곰솔의 자연교잡종(Uyeki, 1928)이라는 주장은 연관성이 없음을 증빙하고 있다. 전보(김 등, 1999, 2002)에서는 금강송 가도관의 직경과 벽두께, 종압축강도와 휨강도의 상호연관성을 파악하여 차이점을 규명하였고, 개체간 차이점의 유무에 대하여 검토·고찰하였으나, 심재율과 좁은 연륜폭 이외에 소나무재와 금강송재 사이의 큰 차이점을 발견할 수가 없었다.

따라서 본 연구에서는 전보에서 보고한 울진금강송의 기초적 재질에 관한 연구에 이어, 금강송으로 특정지어지는 대표적인 울진금강송과 일반소나무의 재질평가에 의한 울진금강송 재질발현 수령의 판단 여부 인자탐색을 위하여 물리적 성질을 조사하여 그 차이점이 있는지를 검토·고찰하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시재료

경상북도 울진산 금강송(*Pinus densiflora forma erecta* Uyeki) 중에서 먼저 100년 이상된 8본과 100년 이하 4본을 채취하여 밀도 및 심재율 등의 기본적인 성질을 조사하였다. 그 결과, 대표적으로 100년 이상과 이하에 있어서 그 기본성질에 차이가 보이는 바(Table 2), 이를 기준으로 하여 울진군 소광리에서 채취한 2본과 울진산 소나무 1본을 공시목으로 선정하였으며, 공시목의 정보를 Table 1에 나타내었다. 금강송 2본의 경우 166년생인 금강송-1 공시목이 95

Table 1. Information of sample trees

Species	Tree age (year)	Heartwood percentage (%)	Latewood Percentage (%)	Annual ring width (mm)
<i>Pinus densiflora</i>	86	66.3	25.5	2.4
<i>Pinus densiflora</i> for. <i>erecta</i> U.-1	166	77.7	29.0	0.9
<i>Pinus densiflora</i> for. <i>erecta</i> U.-2	95	90.4	17.7	2.0

년생인 금강송-2 보다 육안적으로 심재의 재색이 짙었으며, 평균연륜폭이 좁았다.

2.2. 실험방법

2.2.1. 밀도변화와 심재율

경북 울진군 서면 소광리의 금강송 군락지에서 100년 이상된 수목 8본과 100년 이하의 수목 4본을 표본 추출하여, 기본적인 물리적 성질에 대해 조사하였다. KS F 2198에 의거하여 횡단면상에서 시험재를 채취하여 기건밀도 및 심재율에 대하여 조사하였다.

2.2.2. 수직수지구 관찰

수를 포함한 원판을 채취하여 1, 5, 15, 25, 45, 65 번째 연륜(금강송-1의 경우 105, 145번째 연륜, 금강송-2의 경우 85번째 연륜까지)을 포함하는 10 × 10 × 10 mm 크기의 시편을 제작하였다. 시편의 횡단면을 활주식 마이크로톰을 이용하여 두께 20~30 μm의 절편을 절삭 후, 조재와 만재를 구분하여 일시 프레파라트를 제작하였다. 광학현미경을 이용하여 횡단면 내 수직수지구의 분포수를 측정하고 단위면적(1 mm²)당 수직수지구의 분포수를 산출하였다. 그리고 화상분석 소프트웨어인 i-solution을 이용하여 수직수지구의 직경을 측정하였다.

2.2.3. 수평수지구 관찰

수직수지구 관찰과 동일한 방법으로 시편의 접선단면을 절삭하여 절편을 제작하였다. 조재와 만재를 구분하여 일시 프레파라트를 제작한 후 광학현미경을 이용하여 수평수지구의 분포수를 측정하고 단위면적(1 mm²)당 분포수를 산출하였다.

2.2.4. 방사조직 관찰

방사조직 관찰용 시료는 수평수지구 관찰용 시료와 동일하게 시편의 접선단면을 절삭하여 일시 프레파라트를 제작하였다. 광학현미경을 이용하여 각 연륜에서 조재와 만재의 방사조직 분포수를 측정하였으며 방사조직 세포고는 30개씩 측정하여 평균값으로 나타내었다. 방사조직 분포수는 단위면적(1 mm²)당 개수로 산출하였다.

2.2.5. 통계분석

실험을 통해 측정된 수직수지구의 분포수 및 직경, 수평수지구 분포수, 방사조직의 단위면적당 개수 및 세포고를 일원배치 분산분석을 통해 유의확률 95% 수준으로 금강송과 소나무를 비교하였다. 그리고 T-검정을 통해 동일 수종 내에서 조재와 만재의 차이를 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 밀도변화와 심재율

경북 울진군 서면 소광리 금강송 군락지에서 총 12본의 수목을 벌채하여, 가장 큰 특징으로 알려진 개체간 밀도변이 및 심재율의 변이(김 등, 1999, 2002)를 관찰하였다. 평형시 기건밀도는 0.54 g/cm³으로서 일반 소나무재보다 약 20% 정도 높은 값을 나타내어, 심재율과 수지함유량이 밀도측정의 무게분량에 가산되어 나타난 결과로 해석되었다.

100년 이상의 수목에 있어서 심재율은 70% 이상으로 보통 80% 이상이었으며, 반면에 100년 이하의 금강송 중경목의 심재율은 70% 이하로써 연령의 증

Table 2. Air-dry density of Uljin-Geumgangsong

Sp. No.	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12
1	0.424	0.392	0.533	0.405	0.524	0.621	0.450	0.416	0.534	0.445	0.543	0.501
2	0.533	0.504	0.826	0.447	0.645	0.623	0.499	0.530	0.601	0.440	0.581	0.514
3	0.591	0.481	0.741	0.469	0.746	0.636	0.533	0.606	0.630	0.488	0.517	0.492
4	0.557	0.454	0.713	0.474	0.839	0.578	0.555	0.626	0.598	0.487	0.519	0.511
5	0.560	0.506	0.691	0.459	0.764	0.506	0.534	0.619	0.572	0.469	0.506	0.483
6	0.520	0.542	0.548	0.474	0.674	0.467	0.549	0.578	0.544	0.462	0.448	0.522
7	0.473	0.545	0.571	0.500	0.610	0.480	0.554	0.570	0.606	0.434	0.406	0.425
8	0.624	0.474	0.627	0.454	0.535	0.596	0.561	0.646	0.652	0.408	0.379	0.408
9	0.661	0.492	0.631	0.512	0.513	0.632	0.536	0.665	0.553	0.434	0.401	0.387
10	0.783	0.480	0.654	0.453	0.523	0.668	0.515	0.530	0.589	0.446	0.375	0.472
11	0.679	0.511	0.668	0.465	0.566	0.627	0.467	0.583	0.609	0.477	0.442	0.414
12	0.624	0.517	0.680	0.528	0.613	0.720	0.476	0.637	0.466	0.506	0.539	0.514
13	0.596	0.508	0.600	0.508	0.680		0.496	0.620	0.420	0.505	0.506	0.455
14	0.640	0.494	0.580	0.528	0.736		0.530	0.642	0.487	0.504	0.531	0.510
15	0.632	0.477	0.570	0.543	0.680		0.596	0.639	0.504	0.470	0.516	0.501
16	0.700	0.487	0.592	0.433	0.662		0.590	0.594	0.496	0.510		0.516
17	0.697	0.467	0.601		0.548		0.674	0.562	0.514	0.466		0.542
18	0.392	0.462	0.519				0.584	0.480	0.559	0.512		0.554
19		0.396	0.567				0.337		0.582			0.536
20									0.608			0.522
mean	0.594	0.484	0.627	0.478	0.639	0.596	0.528	0.586	0.556	0.470	0.481	0.489
year	117	115	170	148	161	116	212	235	85	92	94	73

*Note: Bold character is the location of pith in cross section.

가에 따라서 점차 심재화가 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구결과에서도 밝히고 있지만 금강송은 150년 정도 되면 재질이 안정화되어, 울진금강송의 특징을 나타내는 것으로 판단되었다(이원희, 2013).

3.2. 수직수지구의 방사방향 변이

소나무와 금강송의 수직수지구 분포수와 크기를

Table 3과 Fig. 1, Fig. 2에 나타내었다. 단위면적(1 mm²)당 수직수지구의 분포수는 소나무 0.26개, 금강송-1 0.39개, 금강송-2 0.36개로 나타나 금강송의 수직수지구가 소나무에 비해 약 40% 가량 많은 것을 확인할 수 있었다. 그러나 일원배치 분산분석을 통한 통계적 분석에서는 유의확률 95% 수준에서 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

연륜에 따른 수직수지구의 분포수는 소나무의 경

Table 3. Number and average diameter of axial resin canal

Species	Number of annual ring (year)	Number of axial resin canal (unit/mm ²)			Average diameter of axial resin canal (μm)		
		Earlywood	Latewood	Sum	Earlywood (S. D.)	Latewood (S. D.)	Mean (S. D.)
<i>Pinus densiflora</i>	1	0.32	0.15	0.47	61.2 (14.1)	42.4 (9.8)	51.8 (15.2)
	5	0.19	0.05	0.24	51.3 (8.0)	58.0 (6.7)	53.5 (8.0)
	15	0.16	0.07	0.23	64.3 (11.4)	62.0 (7.8)	63.5 (9.9)
	25	0.19	0.14	0.33	53.6 (12.5)	56.6 (16.4)	55.0 (14.0)
	45	0.12	0.09	0.21	87.2 (13.2)	88.8 (6.6)	87.8 (10.6)
	65*	0.06	0.05	0.11	94.8 (18.5)	96.0 (20.0)	95.3 (17.5)
	Mean	0.17	0.09	0.26	68.7 (18.1)	67.3 (20.7)	67.8 (19.0)
<i>Pinus densiflora</i> for. <i>erecta</i> U-1	1	0.27	0.19	0.46	65.4 (10.5)	46.8 (11.6)	51.6 (11.6)
	5	0.24	0.22	0.46	68.2 (14.3)	60.4 (7.3)	65.6 (12.7)
	15	0.13	0.18	0.31	66.5 (12.4)	61.3 (8.2)	64.3 (10.8)
	25	0.05	0.30	0.35	69.0 (12.0)	64.9 (14.9)	66.1 (13.5)
	45	0.03	0.39	0.42	72.3 (12.9)	71.7 (11.7)	71.9 (11.3)
	65	0.14	0.35	0.49	75.7 (22.7)	67.2 (7.3)	70.4 (14.1)
	105	0.09	0.25	0.34	71.0 (9.0)	63.3 (7.6)	66.1 (8.6)
	145*	0.11	0.19	0.30	89.0 (13.1)	78.6 (13.8)	82.5 (13.7)
Mean	0.13	0.26	0.39	72.1 (7.6)	64.3 (9.3)	67.3 (8.6)	
<i>Pinus densiflora</i> for. <i>erecta</i> U-2	1	0.31	0.15	0.46	56.8 (12.6)	53.0 (11.0)	55.4 (11.8)
	5	0.29	0.17	0.46	71.0 (12.8)	66.6 (14.9)	69.3 (13.2)
	15	0.10	0.23	0.33	52.0 (15.2)	52.6 (10.1)	57.3 (13.4)
	25	0.17	0.16	0.33	81.3 (21.9)	64.8 (16.2)	73.1 (20.3)
	45	0.23	0.14	0.37	88.3 (19.4)	79.0 (17.5)	84.4 (18.4)
	65	0.26	0.03	0.29	92.5 (15.3)	71.3 (12.7)	85.4 (17.3)
	85*	0.30	0.01	0.31	60.6 (8.5)	82.0 (2.8)	64.2 (12.6)
Mean	0.23	0.13	0.36	71.8 (16.0)	67.0 (11.5)	69.9 (12.0)	

Legend : S. D., standard deviation; *, sapwood

우 연륜이 증가함에 따라 수직수지구의 개수가 줄어드는 경향을 나타내었다. 그러나 금강송-1과 금강송-2의 경우 초반에는 연륜의 증가와 함께 수직수지구의 수가 줄어들다 15번째 연륜을 기점으로 반등하여

금강송-1은 65번째, 금강송-2는 45번째 연륜에서 최대값을 나타낸 이후 다시 감소되는 것을 확인할 수 있었다.

수직수지구의 조재와 만재의 차이를 살펴보면 소

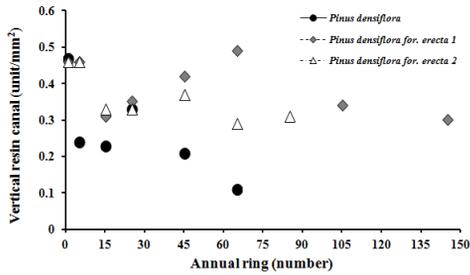


Fig. 1. Radial variation of the number of vertical resin canal.

나무와 금강송-2는 조재부에서 수직수지구의 개수가 만재부보다 약 2배 많았지만, 금강송-1의 경우 만재부에서 2배 많은 수직수지구 분포를 나타내었다. T-검정을 통한 통계적 유의차를 살펴보면 소나무의 경우 유의확률이 0.068로써 차이가 나타나지 않았지만, 금강송-1과 금강송-2의 경우 각각 0.008, 0.022로 나타나 유의확률 95% 수준에서 유의한 차이가 나타났다. 수직수지구는 연륜폭에 따라 변이가 크다고 알려져 있다(박 등, 2006). 따라서 소나무와 금강송-1과는 달리 금강송-2에서 수직수지구의 분포가 만재부에서 우세한 것은 공시목들의 평균연륜폭 차이에 기인하는 것이라 판단된다. 다시 말해, 금강송-2의 평균연륜폭은 0.9 mm로써 소나무 2.4 mm, 금강송 2.0 mm 보다 매우 좁기 때문에 주로 만재부에 형성되는 것이라 판단된다.

이들 데이터로부터 울진금강송의 수직수지구 수는 단위면적당 평균 0.3개 이상이며, 위치에 따른 변이는 관찰되나 이 수치를 기준으로 금강송의 재질발현의 기준치로 생각해도 될 것으로 평가되었다. 금강송의 내후성은 수지의 침출 및 심재화에 의한 것으로 수지구의 양이 부후균에 대한 저항치로서 충분히 생각할 수 있기 때문이다. 따라서 이 수직수지구의 숫자가 가지는 의미는 금강송에서 매우 크며, 그 수치를 생각해 볼 때 금강송 재질발현의 시기는 약 150년으로 추정되었다.

수직수지구의 평균 직경은 소나무 67.8 μm , 금강송-1 67.3 μm , 금강송-2 69.9 μm 로써 수종들 사이의 큰 차이는 없었으며, 통계적으로도 유의한 차이가 나타나지 않았다. 조재와 만재의 수직수지구는 소나무의

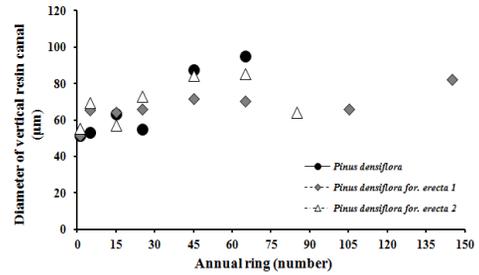


Fig. 2. Radial variation of diameter of vertical resin canal.

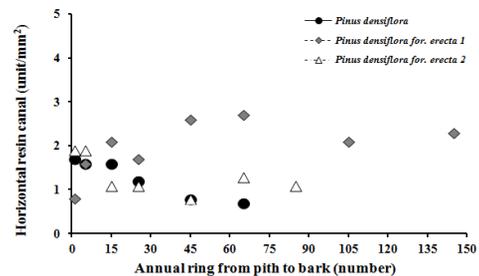


Fig. 3. Radial variation of the number of horizontal resin canal.

경우 첫 번째 연륜에서는 조재의 수직수지구 직경이 만재보다 컸으며, 이 후 조재와 만재의 수직수지구 직경이 비슷한 수치를 나타낸 반면, 금강송-1, 금강송-2의 경우 전반적으로 조재의 직경이 큰 것이 확인되었다. 그리고 연륜이 증가함에 따라 수직수지구의 직경도 증가하는 경향이 나타났다. T-검정에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 따라서 수직수지구의 직경변이로는 금강송의 재질발현 수령 판단에는 큰 의미가 없음을 알 수 있었다.

3.3. 수평수지구의 방사방향 변이

수평수지구의 분포를 Fig. 3에 나타내었다. 단위면적(1 mm²)당 수평수지구의 분포수는 소나무 0.7-1.7개, 금강송-1 0.8-2.7개, 금강송-2 0.8-1.9개로 나타났다. 연륜 전체에서 평균 수평수지구의 분포수는 소나무와 금강송-2는 1.3개로 비슷한 수치를 나타낸 반면, 금강송-1은 2.0개로써 소나무와 금강송-1 보다 약 50% 정도 높은 값을 나타내었다. 박 등(2006)은

소나무의 우량 가계별 기초 재질 변이를 조사한 연구에서 각 가계별로 1 mm²당 최소 1.11개에서 최대 1.70개의 수평수지구 분포수를 보고하였다. 따라서 본 연구에서 확인된 금강송-1의 단위면적(1 mm²)당 수평수지구의 분포수 2.0개는 국내 주요 지역에 분포된 소나무의 수평수지구 분포수보다 높은 수치임을 알 수 있다. 일원배치 분산분석을 통한 시료별 수평수지구의 분포수 차이를 살펴보면, 금강송-2와 소나무, 그리고 금강송-2와 금강송-1 사이의 유의확률이 각각 0.055, 0.063으로 나타나 유의수준 0.05에 근접하게 나타났으나 유의확률 95% 수준에서는 유의한 차이가 인정되지 않았다. T-검정을 통한 분석에서 수종별, 그리고 동일 수종 내 조재와 만재에 따른 유의한 차이는 나타나지 않았다.

소나무와 금강송-2의 경우 수 부근에서 수평수지구의 분포수가 가장 많았으며 수피방향으로 연륜이 증가함에 따라 수평수지구가 감소하는 경향을 나타내었으나, 금강송-1의 경우에는 수 부근에서 수평수지구의 분포수가 가장 적었으며 연륜이 증가함에 따라 수지구의 분포수가 증가하다 65번째 연륜에서 최대값을 나타낸 후 다시 감소하였다.

수직수지구와는 달리 조재와 만재의 수평수지구 분포는 비슷한 값을 나타내었다. 따라서 분포수 2.0개를 기준으로 한다면, 약 150년 이후에 안정화하는 사실로부터 울진금강송의 재질발현 연수는 그 기준점을 150년으로 추정하면 될 것으로 판단되었다.

3.4. 방사조직

단위면적(1 mm²)당 방사조직의 분포수와 세포고를 Table 4에 나타내었다. 방사조직 분포수는 소나무 22.6개, 금강송-1 21.2개, 금강송-2 22.7개로 나타났다. 금강송-1은 소나무와 금강송-2에 비해 다소 적은 수로 나타났지만 각 수종들 간에 큰 차이는 나타나지 않았으며, 조재와 만재 사이의 방사조직 분포수 또한 큰 차이가 나타나지 않았다.

Fig. 4에서 연륜의 증가에 따른 방사조직 분포수의 변이를 살펴보면 소나무와 금강송 모두 연륜이 증가함에 따라 단위면적당 방사조직의 분포수가 전반적

으로 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 소나무과 수종인 잣나무재와 일본잎갈나무재의 방사방향 조직 밀도를 조사한 김(2009)의 연구와 일치하는데, 해당 연구의 저자는 수목의 유령 시 활발한 성장 활동 때문에 많은 양분의 배분이 생리적으로 필요하게 되었기 때문에 수에 가까운 유령급에서 방사조직의 밀도가 높게 나타나는 것이라 추정하였다.

방사조직의 세포고를 Fig. 5에 나타내었다. 방사조직 세포고는 소나무 6.3개, 금강송-1 5.7개, 금강송-2 6.0개로 비슷한 수치를 나타내었다. 일원배치 분산분석 결과, 소나무와 금강송-1의 유의확률이 0.036으로 나타나 유의확률 95% 수준에서 유의한 차이가 확인되었다. 그러나 조재와 만재의 T-검정에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 소나무의 해부학적 특성과 종압축강도와의 관계를 연구한 오(1997)의 연구에서는 방사조직 세포고가 증가할수록 종압축강도는 감소한다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서 금강송-2의 경우 좁은 연륜폭 및 높은 만재율과 더불어 가장 적은 방사조직 개수와 세포고를 나타내기 때문에 다른 두 공시목보다 높은 종압축강도 성능을 나타낼 것이라 판단된다.

연륜의 증가에 따른 방사조직 세포고는 일정한 경향을 나타내지 않았으며, 조재와 만재 사이의 세포고 차이도 거의 나타나지 않았다. 따라서 세포고에 의한 금강송 재질 발현 수령 추정은 어려운 것으로 판단되었다.

그러나 166년생인 울진금강송의 방사조직수가 안정화하는 150년 이상을 울진금강송 재질발현의 기준 시기로 평가할 수 있지 않나 하는 하나의 가능성을 생각할 수 있다고 하겠다. 수직수지구의 단위면적당 개수가 평균 0.3개 이상일 때 울진금강송으로서의 재질발현을 생각할 수 있는 또 하나의 척도로서 생각할 수 있을 것으로 판단된다.

4. 결 론

일반 소나무와 울진금강송의 차이점을 알기 위한 연구의 일환으로 전보(김 등, 1999, 2002)에 이어 물리적 성질을 조사하여 울진금강송의 재질발현의 수

Table 4. The number and height of ray

Species	Number of annual ring (year)	Number of ray (unit/mm ²)			Ray height		
		Earlywood	Latewood	Mean	Earlywood (S. D.)	Latewood (S. D.)	Mean (S. D.)
<i>Pinus densiflora</i>	1	26.8	25.0	25.9	6.5 (2.6)	6.3 (2.2)	6.4 (2.4)
	5	24.3	24.8	24.5	5.8 (2.6)	6.8 (2.5)	6.3 (2.6)
	15	22.0	21.5	21.8	7.0 (2.8)	6.5 (2.6)	6.8 (2.7)
	25	18.0	19.0	18.5	6.5 (2.4)	6.6 (2.3)	6.6 (2.3)
	45	28.0	19.8	23.9	5.9 (2.7)	5.5 (2.9)	5.7 (2.8)
	65*	23.0	19.3	21.1	5.9 (2.1)	5.7 (2.1)	5.8 (2.1)
	Mean	23.7	21.5	22.6	6.3 (2.5)	6.3 (2.5)	6.3 (2.5)
<i>Pinus densiflora</i> for. <i>erecta</i> U.-1	1	18.3	26.0	22.1	6.6 (2.6)	5.8 (2.7)	6.2 (2.7)
	5	25.8	25.5	25.6	6.2 (1.9)	6.5 (2.7)	6.4 (2.3)
	15	24.0	20.3	22.1	5.9 (2.4)	5.8 (2.8)	5.9 (2.6)
	25	20.5	20.8	20.6	5.4 (2.0)	5.8 (2.1)	5.6 (2.0)
	45	21.0	21.3	21.1	5.7 (2.0)	6.0 (2.3)	5.8 (2.2)
	65	19.3	20.0	19.6	5.1 (2.5)	5.1 (2.0)	5.1 (2.3)
	105	20.3	21.0	20.6	5.5 (2.2)	4.9 (2.0)	5.2 (2.1)
	145*	17.5	18.5	18.0	5.5 (2.2)	5.6 (2.2)	5.6 (2.2)
Mean	20.8	21.7	21.2	5.7 (2.3)	5.7 (2.4)	5.7 (2.3)	
<i>Pinus densiflora</i> for. <i>erecta</i> U.-2	1	24.8	24.5	24.6	6.4 (2.2)	6.4 (2.2)	6.4 (2.2)
	5	25.3	25.5	25.4	6.5 (2.1)	6.4 (2.2)	6.4 (2.1)
	15	26.5	21.3	23.9	6.2 (1.8)	5.6 (2.4)	5.9 (2.1)
	25	16.3	20.0	18.1	5.7 (2.0)	5.8 (1.6)	5.7 (1.8)
	45	21.5	21.8	21.6	5.5 (2.2)	5.9 (2.9)	5.7 (2.5)
	65	22.5	24.8	23.6	5.5 (1.6)	5.5 (2.3)	5.5 (2.0)
	85*	22.0	21.0	21.5	6.3 (2.5)	5.8 (2.2)	6.1 (2.4)
Mean	22.7	22.7	22.7	6.0 (2.1)	5.9 (2.3)	6.0 (2.2)	

Legend : S. D., standard deviation; *, sapwood

령 추정근거를 검토 고찰하였다.

100년 이하와 100년 이상된 울진금강송의 기건밀도는 일반 소나무보다 20% 더 높은 값을 나타내었다. 심재율은 100년 이상에서 70% 이상의 값을 나타

내어, 기본 조직의 변이실험 시료로서 100년 이상과 이하로 나누어 대표 표준목에 의해 실험을 실시하였다. 그 결과는 다음과 같다.

단위면적(1 mm²)당 수직수지구의 분포수는 울진

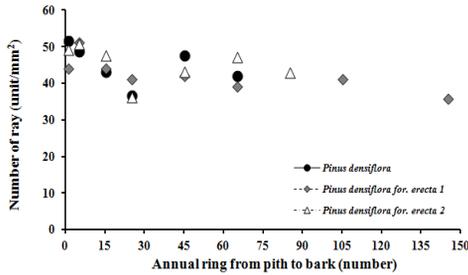


Fig. 4. Radial variation of the number of ray.

금강송이 평균 0.3개로써 소나무보다 약 40% 높았으나, 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 그리고 울진금강송-2의 경우 수직수지구의 분포가 조재부에서 우세한 반면, 울진금강송-1은 만재부에서 우세하였다. 수직수지구의 평균 직경은 소나무 67.8 μm , 울진금강송 67.3 μm ~69.9 μm 로서 수종간 큰 차이는 없었으며, 통계적으로도 유의한 차이가 나타나지 않았다. 수직수지구의 직경은 연륜수의 증가와 함께 증가하는 경향이 나타났다.

수평수지구의 분포수는 울진금강송-1이 약 2.0개로써 소나무와 울진금강송-2 보다 약 55% 높은 값을 나타내었으나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 소나무와 울진금강송-2의 수지구 분포수는 연륜이 증가함에 따라 감소하였으나, 울진금강송-1은 연륜 증가와 함께 증가하는 상반된 결과를 나타내었다.

방사조직 분포수는 수종 간의 뚜렷한 차이가 나타나지 않았으며, 동일 수종 내 조재와 만재 사이에서도 차이가 없었다. 그리고 통계적으로도 유의한 차이가 나타나지 않았다. 연륜이 증가함에 따라 소나무와 울진금강송 모두 방사조직의 분포수가 감소하였다. 방사조직의 세포고는 소나무가 비교적 높았으며, 통계적으로도 소나무와 금강송-1 사이에 유의한 차이가 나타났다. 그리고 조재와 만재 사이에는 통계적 차이가 없었다.

이들 결과로 볼 때, 뚜렷한 차이를 보인 수직수지구의 단위면적당 숫자와 성장량에 따른 방사조직의 분포수가 적은 것을 기준으로 한다면 울진금강송의 판별기준이 될 가능성을 배제할 수는 없을 것으로

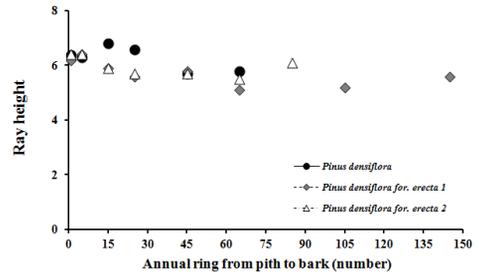


Fig. 5. Radial variation of the height of ray.

판단되었다. 종합적인 견지에서 평균연륜폭이 2.0 mm 이하인 재로서 심재율이 75% 이상이 되는 울진금강송의 재질발현의 수령은 약 150년이 될 것으로 판단된다.

사 사

이 논문은 2012학년도 경북대학교 학술연구비 및 울진군 용역연구 울진금강송의 우수성연구에 의하여 수행되었음.

참 고 문 헌

1. 김남훈. 2009. 잣나무재와 일본잎갈나무재의 방사방향 방사조직 밀도 및 연륜 내 복열방사조직 출현 빈도수 변이. 목재공학 37(6): 531-536.
2. 김남훈, 권성민. 2006. 잣나무와 일본잎갈나무 수지구의 출현형태. 목재공학 34(1): 1-6.
3. 김정환, 이원희, 홍성천. 1999. 강송의 기초적 재질에 관한 연구(제1보). 한국가구학회지 10(2): 55-61.
4. 김정환, 정인석, 이원희, 홍성천. 2002. 강송의 기초적 재질에 관한 연구(제2보). 지역별 소나무재의 가도관 형태 및 강도비교. 한국임학회지. 91(3): 241-246.
5. 김진수, 이석우, 황재우, 권기원. 1993. 금강소나무-유전적으로 별개의 품종으로 인정될 수 있는가? -동위효소분석 경과에 의한 고찰-. 한국임학회지 82(2): 166-175.

6. 박병수, 박정환, 한상익. 2006. 소나무 우량 가계 별 기초재질 변이 - 가도관, 마이크로피브릴 경사각, 수지구 분포 및 전건비중을 중심으로. 임산에너지 25(2): 9-15.
7. 박봉우. 1996. 黃腸襟標에 관한 考察. 한국임학회지 85(3): 426-428.
8. 손두식, 홍성천, 여진기, 류장발. 1989. 경북지방 소나무 및 곰솔 집단의 동위효소에 의한 유전 변이. 한국임학회지 78(4): 345-359.
9. 오승원. 1997. 소나무의 해부학적 특성과 종압축 강도와의 관계. 목재공학 25(2): 27-32.
10. 이원희 2013. 울진금강송의 우수성 연구. 경북 울진군 연구용역 보고서. pp.1~333.
11. 한국표준협회. 2011. KS F 2198. 목재의 밀도 및 비중 측정 방법.
12. 宋鎬京, 金聖德, 張圭寬. 1995. TWINSPAN과 DCCA에 의한 金剛소나무 및 春陽木소나무 群集과 環境의 相關關係 分析. 한국임학회지 84(2): 266-267.
13. 尹忠遠. 1999. 금강소나무의 식생구조와 개체군 동태 및 형태적 특성. 慶北大學校 博士學位論文. p. 147.
14. Uyeki, H. 1928. On the physiognomy of pinus densiflora growing in korea and silvicultural treatment for its improvement. Bulletin of Agriculture and forestry College of Suwon, Korea. No.3 p.263.