목재공학 34(1): 1~6, 2006
Mokchae Konghak 34(1): 1~6, 2006

잣나무와 일본잎갈나무 수지구의 출현형태*1

김 남 훈*2† · 권 성 민*2

Appearance Pattern of Resin Canals in *Pinus koraiensis* and *Larix kaempferi**1

Nam-Hun Kim*2† · Sung-Min Kwon*2

요 약

국내에 가장 많이 조림된 수종이고 중요한 국산 목재자원인 잣나무와 일본잎갈나무 두 수종의 재질특성을 구명하기 위하여 수지구와 에피델리얼세포의 수간내 변이성을 조사하였다. 그 결과, 두 수종 간에 수직수지구의 수와 그 수의 방사방향 변이성에 차이가 있었다. 일본잎갈나무의 수평수지구의 직경 및 에피델리얼세포 수도 방사방향으로 변이성을 나타냈다. 즉 미성숙재부와 성숙재부간에 수지구와 에피델리얼 세포의 출현특성이 차이가 있었다. 결론적으로, 잣나무와 일본잎갈나무에 있어서 수지구와 에피델리얼세포의 출현특성을 성숙재부와 미성숙재부로 구분하는 재질지표로 이용할 수 있을 것으로 생각하였다.

ABSTRACT

Radial variations of resin canals in *Pinus koraiensis* and *Larix kaempferi* which were cultivated-commercial trees in Korea, were examined to understand the characteristics of wood with light microscopy. Both species showed significant differences in the number of vertical resin canals along the radial direction from pith to bark. In *Larix kaempferi*, the diameters of horizontal resin canals and the number of epithelial cells showed a clear variation in radial direction. Namely, significant differences in the characteristics of the resin canals and epithelial cells were found in juvenile and adult woods. Consequently, it was concluded that the characteristics of resin canals can be used to estimate the wood quality.

* 1 접수 2005년 9월 28일, 채택 2006년 1월 14일
본 연구는 강원대학교 지원 연구비(3004113-1-1(2004494))에 의해 수행된 결과임
* 2 강원대학교 산림과학대학 College of forest Sciences, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea
† 주저자(corresponding author) : 김남훈(e-mail: kimnh@kangwon.ac.kr)

Keywords: *Larix kaempferi*, *Pinus koraiensis*, resin canal, epithelial cell, juvenile wood, adult wood, wood quality

1. 서 론

수지구는 에피델리얼세포로 둘러싸여 이루어진 일종의 세포간극으로서, 축방향으로 배열된 수직수지구와 방사방향으로 방추형방사조직중에 존재하는 수평수지구로 구분된다. 수직수지구와 수평수지구는 각각 방추형시원세포와 방사조직시원세포에서 유래하는 에피델리얼세포로 둘러싸여있는데 에피델리얼세포들이 분비한 수지가 존재한다(Panshin and Zeeuw, 1980; Fahn, 1990; 古野 毅와 澤辺 攻, 1994; 島地 등, 1976; 박 등, 1987).

소나무과의 수직수지구에 있어서 *Abies*, *Tsuga*, *Cedrus*, *Pseudolarix* 등의 속에는 접선방향으로 배열되는 상해수지구가 존재하고, *Pinus*, *Picea*, *Larix*, *Pseudotsuga* 등의 속에는 고립 산재상으로 정상수지구가 존재하는 것으로 보고되고 있다(Fahn, 1990). *Larix*, *Picea*, *Pseudotsuga* 등의 속에서는 만재부에 수지구가 많이 분포하고, *Pinus* 속에서는 조·만재부에서 모두 존재한다고 하고 있으며, 또 전자의 속에서는 에피델리얼세포가 주로 목화되어 두껍고, 후자의 속에서는 비목화된 얇은 벽의 에피델리얼세포를 갖는다고 보고하고 있다(古野 毅와 澤辺 攻, 1994).

이상에서 살펴본 바와 같이 소나무과에 있어서 수지구의 존재유무, 형태 및 에피델리얼세포에 관한 정보는 목재의 조직학적 관점에서 볼 때 대단히 흥미 있는 요소이다. 수지구는 에피델리얼세포들의 사이에 형성된 간극이므로 에피델리얼세포에 관한 정보가 보다 중요하며, 실제로 목재를 식별하는 자료로서 이용되고 있다(島地 등, 1976). 그러나 수지구의 변이성과 관련한 재질특성에 관한 연구문헌은 찾아보기가 쉽지 않다.

따라서, 본 연구에서는 국내에 가장 많이 조림된 수종으로서 가까운 장래에 많은 목재의 생산이 기대되는 잣나무와 일본잎갈나무 두 수종의 재질특성을 구명하는 수단으로서 수지구에 초점을 맞추었다. 즉, 두 수종의 수직수지구 수의 방사방향변이를 조사하였으며, 일본잎갈나무에서는 수평수지구의 직경과 에피델리얼세포 수의 방사방향변이를 조사하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시재료

우리나라의 주요 조림수종인 일본잎갈나무(*Larix kaempferi*)와 잣나무(*Pinus koraiensis*) 각 1본을 강원대학교 연습림에서 채취하여 실험재료로 이용하였다. 공시목의 개요는 Table 1과 같다.

2.2. 검경시료제작

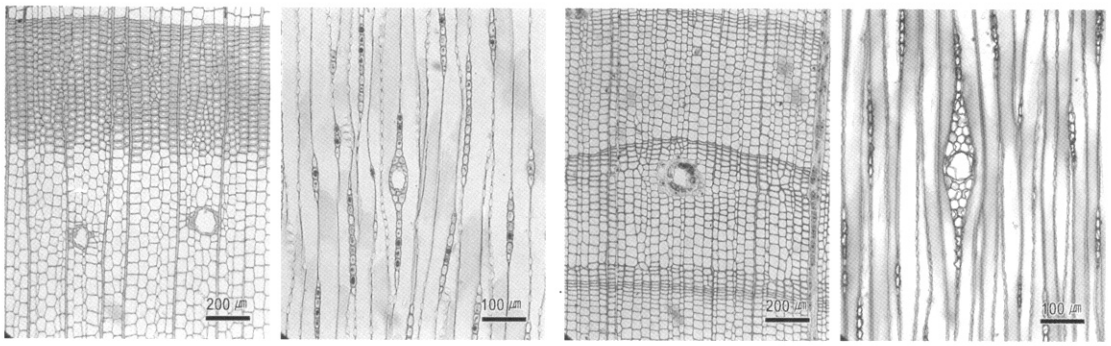
공시목의 흉고부위에서 원판을 채취하여 표면을 깨끗이 포삭한 후 수심부에서 수피부까지 모든 연륜이 포함된 폭 1.5 cm 정도의 block을 절취하여 수심부로부터 수피부까지 1×1×1.5 cm 크기의 시편을 제작하였다. 시편을 물과 글리세린 3:1로 혼합한 용액에 넣어 일본잎갈나무는 약 90시간, 잣나무는 약 75시간 정도 끓여서 연화처리 후 횡단면과 접선단면의 10~20 μm의 절편을 제작하여 safranin액으로 염색하고 Canada balsam으로 고정하여 슬라이드를 제작하였다.

2.3. 검경방법

Fig. 1은 본 실험에서 측정한 일본잎갈나무와 잣나무의 수직수지구 및 수평수지구의 광학현미경 사진이다. 일본잎갈나무와 잣나무의 수직수지구 수 측정은 횡단면 절편에서 1연륜 내에 나타나는 수직수지구를

Table 1. Sample trees

	Tree height (m)	Tree age (year)
Larix kaempferi	19.9	38
Pinus koraiensis	20.7	62



(A) (B) (C) (d)

Fig. 1. Optical micrographs of the resin canals in *Larix kaempferi* (A, B) and *Pinus koraiensis* (C, D).

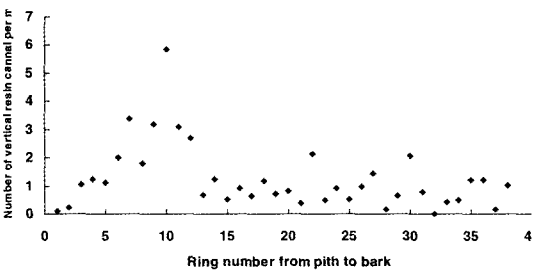


Fig. 2. Radial variation of the number of vertical resin canal with age in *Larix kaempferi*.

조·만재 포함하여 접선방향으로 1 mm 내에 포함되는 것을 20회 측정하여 그 값의 평균을 해당 연륜의 수지구 수로 나타냈다. 일본잎갈나무의 만재부에서 채취한 접선단면 절편을 이용하여 수평수지구 주위의 에피데리얼 세포수와 축방향 및 접선방향의 직경을 2연륜 간격으로 측정하였다. 에피델리얼 세포수는 10개의 수평수지구 주위의 것을 측정하여 평균치로 나타냈으며, 축방향 및 접선방향의 직경은 10개의 것을 측정하여 평균치로서 각 연륜의 에피데리얼세포 수와 수지구의 직경으로 나타냈다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 수직수지구 수와 방사방향 변이

잣나무와 일본잎갈나무의 1연륜 내에서 접선방향으로 1 mm 내에 포함되는 수직수지구 수를 측정한 결과는 Table 2와 같다.

이 결과에 의하면 잣나무는 mm당 0.15~3.05개, 낙엽송은 0~6.40개 범위의 수직수지구를 갖고 있는 것으로 나타났다. 또한 mm당 평균수는 각각 1.28개와 1.25개를 나타내고 있어 일본잎갈나무의 수직수지구 수의 출현범위가 넓지만 평균수는 비슷하게 분포하고 있음을 알 수 있다.

두 수종의 수직수지구 수의 방사방향 변이를 Fig. 2와 Fig. 3에 나타냈다. 이 결과에서 일본잎갈나무는 수심부에서 그 수가 적고 10연륜 전후에서 가장 많으며 13연륜이후는 수피부를 향해 거의 안정된 일정한 경

Table 2. Statistical values of the number of vertical resin canal

Species	Number of measurements	Range	Juvenile wood	Adult wood	Mean	C.V (%)	J*/A*[1]
Pinus koraiensis	2340	0.15~3.05	1.88	0.85	1.28±0.46	35.93	2.21
Larix kaempferi	1340	0~6.40	1.68	1.16	1.25±1.16	92.80	1.45

*J: Juvenile wood, *[1]A: Adult wood

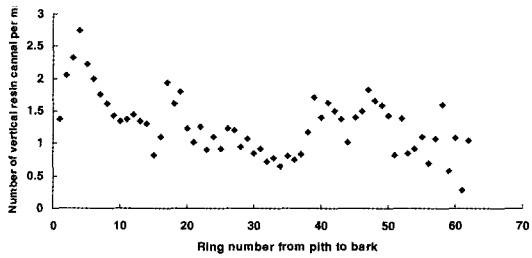


Fig. 3. Radial variation of the number of vertical resin canal with age in *Pinus koraiensis*.

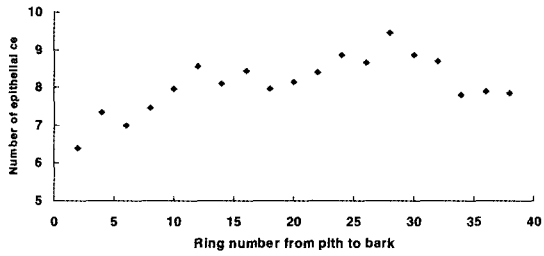


Fig. 4. Radial variation of the number of epithelial cells and horizontal resin canals in *Larix kaempferi*.

Table 3. Statistical values of the number of epithelial cells and diameters of horizontal resin canals in *Larix kaempferi*

	Number of measurements	Range	Juvenile wood	Adult wood	Mean	C.V (%)	LD*/TD*[1]	J*[2]/A*[3]
Number of epithelial cell	380	6.2~9.5	7.54	8.42	8.1±0.72	8.89	1.77	0.90
Longitudinal diameter	380	20.9~35.5	27.6	31.0	29.8±3.04	10.20		0.89
Tangential diameter	380	11.7~21.5	17.3	16.5	16.8±1.74	10.36		1.05

*LD: Longitudinal diameter, *[1]TD: Tangential diameter, *[2]J: Juvenile wood, *[3]A: Adult wood

향을 보여주고 있다. 잣나무는 수심부에서 그 수가 가장 많고 약 15연륜까지 감소하다가 그 이후는 거의 일정한 경향을 나타내는 것으로 생각된다. 15연륜을 기준으로 미성숙재와 성숙재로 구분하여 보면 미성숙재부에서는 1.88개/mm, 성숙재부에서는 0.85개/mm로서 양 재부간에 차이가 있음을 알 수 있다. 今川 등(1997)은 일본 북해도에서 생장한 일본잎갈나무의 수직수지구의 수간내분포를 조사하여 수심부에서 많고 일정 연륜까지 감소하다가 안정되며, 미성숙재부에서는 25개/cm, 성숙재부에서는 9개/cm로 보고하고 있어 본 연구의 결과와 잘 일치하는 것으로 생각된다. 박 등(1987)은 국산 잣나무와 잎갈나무의 수직수지구의 지름이 수심부에서는 작으며 10~15연륜까지는 점차 증가되다가 그 후부터는 일정해지는 경향이 뚜렷하다고 하여 본 연구결과와 좋은 일치를 보여주고 있다.

3.2. 일본잎갈나무의 수평수지구를 구성하는 에피델리얼세포 수와 방사방향변이

일본잎갈나무재의 수평수지구를 구성하는 에피델리얼세포 수를 측정한 결과는 Table 3과 같다.

이 결과에서 에피데리얼세포 수는 6.2~9.5개의 범위로서 평균 8.1개이다. 島地 등(1976)에 의하면 에피델리얼세포 수는 속내에서는 어느 정도 일정한 값을 가지므로 속간의 식별이 가능하다고 하고 있고, Larix에서 8~10개, Picea에서 8~9개, Pseudotsuga에서 5~6개를 보고하고 있어 본 연구결과와 좋은 일치를 보여주고 있다.

수평수지구 주위의 에피델리얼세포 수의 방사방향 변이를 Fig. 4에 나타냈다. 수심부에서 그 수가 적고 그 이후는 약 10연륜까지 증가하다가 그 후는 거의 일정한 경향을 보여주고 있다. 15연륜을 기준으로 미성숙재와 성숙재로 구분하여 보면 미성숙재부에서는 7.54개, 성숙재부에서는 8.42개로서 성숙재부에서 다소 많은 것을 알 수 있다. 수평수지구의 에피델리얼세포 수의 변이에 관한 문헌은 거의 찾아보기 어렵지만, 島地 등(1976)은 본 연구 결과와 비슷하게 수심부에서 세포수가 적고 약 20연륜까지는 증가하다가 안정되는 경향이 있는 것으로 보고하고 있다.

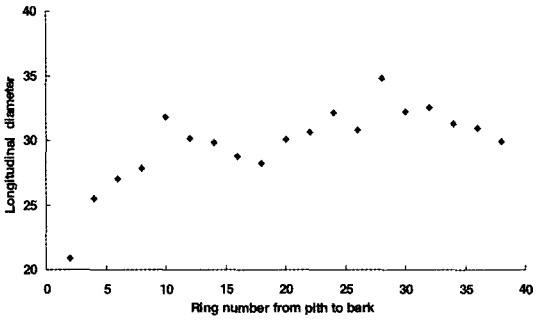


Fig. 5. Radial variation of longitudinal diameters of horizontal resin canals in *Larix kaempferi*.

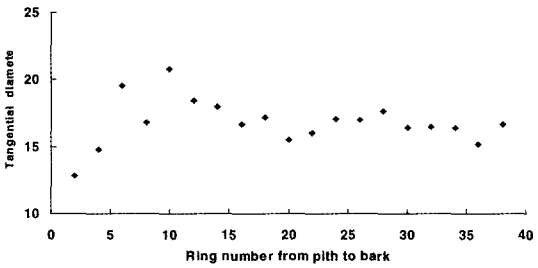


Fig. 6. Radial variation of tangential diameter of horizontal resin duct in *Larix kaempferi*.

3.3. 일본잎갈나무 수평수지구의 직경과 방사방향변이

일본잎갈나무의 접선단면에서 측정한 수평수지구의 축방향 직경과 접선방향 직경을 종합한 결과는 Table 3과 같다.

이 결과에 의하면 축방향 직경은 20.9~35.5 μm 범위이고 접선방향 직경은 11.7~21.5 μm의 범위였다. 두 방향의 수지구 직경의 비는 약 1.8로서 축방향의 직경이 접선방향의 직경보다 2배정도 큰 것을 알 수 있다. 지금까지 축방향 직경에 관한 연구보고는 찾아보기 힘들고 접선방향 직경은 20~50 μm로 보고되고 있다(古野 毅 와 澤辺 攻, 1994). 수직수지구와 비교하여 보면 수직수지구의 직경은 소나무속에서 120~200 μm로 가장 크고 그 밖의 속에서는 40~90 μm로 보고되고 있어(古野 毅 와 澤辺 攻, 1994) 수직수지구의 직경이 수평수지구의 직경보다는 상당히 큰 것을 알 수 있다.

일본잎갈나무의 수평수지구 직경의 방사방향 변이를 Fig. 5와 Fig. 6에 나타냈다. 축방향 및 접선방향 직경은 수심부에서 가장 작고 약 10연륜까지 급격히 증가하다가 그 후는 안정된 경향을 보여주는 것으로 생각된다. 접선방향 직경은 성숙재부에서 거의 안정되어 연륜별 변화가 적으나 축방향 직경은 성숙재부에서도 다소 변화되는 경향이 있는 것으로 생각된다. 15연륜을 기준으로 미성숙재와 성숙재로 구분하여 보면 미성숙재부와 성숙재부간의 직경의 차이가 보여지는데 축방향 직경이 더욱 큰 차이를 보여주는 것을 알 수 있다.

4. 결 론

잣나무와 일본잎갈나무의 수지구 출현특성을 조사한 결과는 다음과 같다.

1) 수직수지구는 잣나무 0.15~3.05개/mm, 낙엽송 0~6.40개/mm였고, 평균 수는 각 1.28개/mm와 1.25개/mm로서 비슷하게 나타났다. 두 수종에서 수직수지구 수는 수종 특유의 방사방향 변이성을 보여주었고, 미성숙재부가 성숙재부보다 그 수가 많았다.

2) 일본잎갈나무재의 수평수지구를 구성하는 에피델리얼세포 수는 6.2~9.5개의 범위로서 평균 8.1개였다. 수심부에서 그 수가 적고 약 10연륜까지 증가하다가 그 후는 거의 일정한 경향을 보여주었고, 성숙재부가 미성숙재부보다 다소 많았다

3) 일본잎갈나무의 수평수지구의 축방향 직경은 20.9~35.5 μm, 접선방향 직경은 11.7~21.5 μm의 범위로서 축방향의 직경이 접선방향의 직경보다 2배정도 컸다. 수평수지구의 직경은 수심부에서 가장 작고 약 10연륜까지 급격히 증가하다가 그 후는 안정된 경향을 보여주어, 미성숙재부와 성숙재부간에 직경의 차이가 나타났다.

사 사

본 연구 수행에 도움을 주신 강원대학교 임산공학과 목재물리학 실험실 졸업생 강원철, 김미선님께 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. Panshin, A. J. and Carl de Zeeuw. 1980. Textbook of Wood Technology. McGraw-Hill, 144~148.
2. Fahn, A. 1990. Plant Anatomy 4th ed. Pergamon Press, 134~151, 337~346.
3. 占野 毅, 澤辺 攻. 1994. 組織と材質. 海青社, 55~56.
4. 島地謙, 須藤彰司, 原田 浩. 1976. 木材の組織. 森北出版, 187~198, 200~209.
5. 박상진, 이원용, 이화형. 1987. 木材組織과 識別. 향문사, 106~109, 216~233.
6. 今川 一志, 佐藤一藤, 深澤和三. 1977. カラマツ材の樹脂道(第1報) -垂直樹脂道 の樹幹内分布-. 日本木材學會北海道支部講演集 9, 1~4.