

# 글루티노사오리나무의 생장과 재질<sup>1</sup> - 해부학적 성질 -

김민지<sup>2</sup> · 김병로<sup>2,†</sup>

## Studies on Wood Quality and Growth of *Alnus glutinosa* in Korea<sup>1</sup> - Anatomical Properties -

Min-Ji Kim<sup>2</sup> · Byung-Ro Kim<sup>2,†</sup>

### 요약

본 연구는 4개 종자산지(Yugoslavia, Italy, United Kingdom, Bulgaria)의 글루티노사오리나무(*Alnus glutinosa*)를 대상으로 목섬유 길이, 도관 길이 및 직경인 해부학적 성질을 조사하여, 이들의 종자산지 간 및 생장속도와의 관계를 규명하였다. 글루티노사오리나무는 산공재, 계단상천공, 교호상벽공으로 나타났다. 접선단면에서 방사조직 높이는 9~11, 횡단면에서 방사조직 수는 16~26개로 나타났다. 산지 간의 목섬유 길이, 도관 길이 및 직경에서 만재부에서는 차이가 없었고, 조재부에서는 차이가 있는 것으로 나타났다. 3개 산지는 생장이 좋을수록 만재부의 목섬유 및 도관 길이가 짧아지는 것으로 나타났으나, 유고슬로비아산은 생장이 좋으면서 목섬유 및 도관길이도 긴 것으로 나타났다.

### ABSTRACT

In this study, relationship between seed origin and growth rate of *Alnus glutinosa* from different seed collection (Yugoslavia, Italy, United Kingdom, Bulgaria) was investigated with focused on anatomical properties as wood fiber length, vessel element length and diameter. *Alnus glutinosa* showed diffuse-porous wood with scalariform perforation in alternate pitting. Ray height was 9~11 in tangential section and ray number were 16~26 in cross section. There were no differences on latewood focused on wood fiber length, length and diameter of vessel element, but difference on earlywood. Other than Yugoslavian seed, there was better growth rate with shorter wood fiber and vessel element length on latewood. However, seed from Yugoslovain showed better growth rate with longer wood fiber and vessel element length than other 3 seed origins.

**Keywords :** *Alnus glutinosa*, growth rate, anatomical properties, wood fiber, vessel element, vessel element diameter, ray

<sup>1</sup> Date Received January 28, 2016, Date Accepted March 12, 2016

<sup>2</sup> 충북대학교 농업생명환경대학 목재·종이과학과. Department of Wood and Paper Science, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

<sup>†</sup> 교신저자(Corresponding author): 김병로(e-mail: brkim@cbnu.ac.kr)

## 1. 서 론

지금까지 임목육종은 생장에 중점을 두었으나, 최근에는 우수한 생장과 함께 우수한 재질의 목재생산에도 많은 노력을 기울이고 있다. 목재의 재질연구는 수목으로부터 생산되는 목재의 성질을 평가하여, 이에 따라 목재의 용도를 모색하고, 또한 우수한 목재 생산을 위한 기초 데이터로 활용되어질 수가 있다 (Han *et al.* 2014). 따라서 임업선진국에서는 유용수종을 중심으로 우수한 재질의 목재를 생산하기 위해, 재질평가와 관련된 해부학, 물리학 및 역학적 성질에 대하여 다수의 연구데이터를 축적하고 있다(Abe, 2005). 특히 품종, 클론, 산지 등에 따른 재질의 특성을 밝혀 우수한 재질의 목재를 생산할 수 있는 토대를 마련하고 있다. 따라서 이와 관련한 다양한 연구가 발표되고 있다(Fugisawa *et al.*, 1992; 1993; Akutsu, 2003; Akutsu *et al.*, 2006). 국내에서도 Park *et al.* (2006)이 소나무 우량개체 차대검정림을 대상으로 생장과 재질특성을 조사한 바 있고, Han *et al.* (2014; 2015b)은 산지가 다른 루브라참나무에 대해 생장에 따른 물리, 역학적 및 해부학적 특성에 대하여 보고하였다. Han *et al.* (2015a)은 산지가 다른 글루티노사오리나무에 대해 생장에 따른 물리적 특성, Jeong *et al.* (2015)은 종압축 및 휨강도 특성, Jang *et al.* (2014)은 흡수량, 흡습성 특성 등을 보고하였다. 이처럼 국내에서도 우수한 재질의 목재를 생산하기 위한 연구가 시작되었으나 아직 미비한 수준이다.

우수한 목재의 생산을 위해서는 우수한 재질의 향토수종을 선택하는 것이 가장 안정적이다. 그러나 그간 우리나라는 향토 유용수종의 빈곤으로 외국으로부터의 우량한 조림수종을 다량 도입하여 적응 시험을 거쳐 국내에 보급하여 왔다. 우리나라에 글루티노사오리나무가 처음 도입된 것은 1920년대 초로 핀란드와 독일에서 도입하여 실험한 결과 적응성 등이 우수하여, 1987년에 20개국 36개 산지의 종자를 도입하여 적응성 검증 시험결과 글루티노사오리나무의 우수성이 입증되었다(Lee *et al.*, 1994). 따라서 본 연구에서는 전보 Han *et al.* (2015a), Jeong *et al.* (2015); Jang *et al.* (2014)에 이어 생장에 따른 해부

학적 특성을 규명하고, 또한 해부학적 성질과 물리, 역학적 성질과의 상호 관련성을 분석하여, 재질적으로도 우수한 산지를 규명하는데 연구의 목적이 있다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 공시재료

본 실험에 사용된 글루티노사오리나무(*Alnus glutinosa*)재료는 원산지인 유고슬라비아, 이태리, 영국, 불가리아 산지로부터 도입된 것으로, 1988년 임목육종연구소 포지(수원)에 산지별 발아하여 포지 생장한 것을 1989년 충북 산림환경연구소 미원 시험림에 식재해 생장 한 것이다. 이들 중 2012년 8월 평균적인 것을 선발해 공시목으로 사용했다. 이들의 산지 및 수령, 수고, 흉고직경, 평균나이테의 생장상태는 Table 1에 나타냈다.

### 2.2. 실험 방법

해부학적 특성을 조사하기 위한 슬라이드는 상법(일본목재학회, 1985)으로 제작한 후 독취현미경(Measuring microscope)과 생물현미경을 이용하여 측정 및 관찰하였다.

#### 2.2.1. 3단면 관찰

3단면 관찰은  $1 \times 1 \times 1$  cm의 시편을 제작한 후 히팅멘틀로 연화한 후 활주식마이크로톰(sliding microtome)을 이용하여  $15 \sim 20 \mu\text{m}$  두께의 절편을 제작하였다. 제작된 절편을 1% safranin 용액으로 염색한 후 알콜시리즈(60, 80, 100%)로 탈수한 후, 영구프레파라트로 제작하여 생물현미경(M30/M20, OLIMPUS, JAPAN)을 이용하여 관찰하였다.

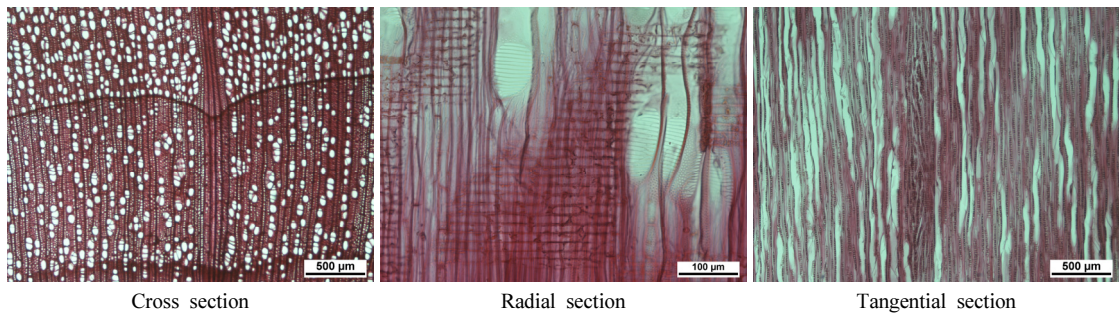
#### 2.2.2 방사조직의 높이 및 수 측정

방사조직의 높이는 접선단면에서 방사조직내의 방사유세포 수(세포고)로 방사조직 수는 횡단면에서 접선방향 1 mm 내의 수를 측정하였다. Measuring

**Table 1.** Characteristics of sample trees from four provenances

Provenance	Tree age (year)	Height (m)	D.B.H* (cm)	Average annual ring width (mm)
Yugoslavia	24	15.7	20.83	8.7
Italy	24	11.8	11.33	4.7
United Kingdom	24	15.1	12.42	5.2
Bulgary	24	15.7	11.72	4.9

\*D.B.H: diameter at breast height



**Fig. 1.** Optical micrographs of three sections of *Alnus glutinosa* (United Kingdom).

microscope (STM5-UM, OLIMPUS, JAPAN)을 이용하였으며, 20회씩 측정하여 평균치로 하였다.

### 2.2.3. 목섬유, 도관요소 및 직경 측정

목섬유, 도관요소 크기 측정은 각 연륜에서 조, 만재로 분리하여 Schultz용액으로 처리 후 해리하여 임시프레파라트를 제조한 후 Measuring microscope으로 목섬유 길이, 도관요소 길이 및 직경을 측정하였다. 연륜별 조, 만재부에서 각각 30개씩 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 3단면 특징

Fig. 1은 글루티노사오리나무의 횡단면, 방사단면, 접선단면을 촬영한 사진이다. 각 단면별로 사진을 관찰해 보면, 횡단면에서는 산공재로 도관은 1개의 도관이 고립되어있거나 또는 2~3개가 방사방향으로 복합되어 있는 것으로 관찰되었으며 분포수가 비교적 많고, 연륜 내에 균등히 분포하고 있는 것으로 나

타났다. 또한 사진에 따라서는 연륜에 따라 조, 만재의 구분되는 것과 되지 않는 것이 혼재되어 나타나는 특징을 보였다. 방사단면에서는 도관의 천공이 관찰되었으며 천공은 계단상천공이었고, 도관 상호간 벽공은 대상 및 교호상이었고, 방사조직은 동성형이었다. 접선단면에서는 방사조직이 주로 단열방사조직이지만 때로는 집합방사조직도 존재하는 특징을 보였다. 이 결과는 한국산 목재의 특성(Lee, 1994)과 한국산 목재의 조직구조(Lee, 1997)의 한국산 오리나무와 차이가 없는 것으로 나타났다.

### 3.2. 방사조직 높이 및 수

Table 2는 4개 산지의 글루티노사오리나무의 접선단면에서의 방사조직의 높이(방사유세포수)와 횡단면상에서의 방사조직의 수를 나타낸 것이다. 접선단면에서의 방사조직의 높이의 범위는 9~11개로 평균 9.8개이며 횡단면에서의 1 mm당 방사조직 수의 범위는 16~26개로 평균 20.8개로 나타났다. 접선단면에서의 방사조직의 높이는 비슷하게 나타나 산지 간

**Table 2.** Ray height and number of *Alnus glutinosa* at different provenances

Provenance	Yugoslavia	Italy	United Kingdom	Bulgaria
Ray height (No. of ray parenchyma)	9	11	10	9
Ray number in cross section (No./mm)	23	18	16	26

**Table 3.** Dimensions of cell elements in *Alnus glutinosa*

Provenance		Fiber length (μm)		Vessel element length (μm)		Vessel diameter (μm)	
		Mean	Duncan's result	Mean	Duncan's result	Mean	Duncan's result
Yugoslavia	E	1029 ± 133	a	685 ± 120	a	99 ± 22	a
	L	928 ± 135	A	583 ± 92	A	85 ± 15	A
Italy	E	944 ± 153	ab	619 ± 95	b	86 ± 18	a
	L	898 ± 151	A	546 ± 135	A	94 ± 19	A
United Kingdom	E	943 ± 144	ab	627 ± 120	b	73 ± 10	b
	L	811 ± 122	A	543 ± 107	A	89 ± 30	A
Bulgaria	E	928 ± 127	b	623 ± 77	b	79 ± 16	ab
	L	841 ± 131	A	539 ± 75	A	75 ± 16	A

E: early wood, L: late wood, av.: average, ±: Standard deviation  
Duncan grouping: the same letters are not significantly different at a *p* value of 0.05

의 차이는 없는 것으로 나타났다. 그러나 횡단면에서의 방사조직의 수는 불가리아산이 26개로 가장 많았고 다음으로는 유고슬라비아산이 23개 다음으로는 이탈리아산이 18개였으며 영국산이 16개로 나타났다. 한국산 목재의 조직구조(Lee, 1997)에서 한국산 오리나무의 1 mm당 10~22개와 한국산 물감나무의 1 mm당 8~20개와 비교하였을 때 많은 것으로 나타났다.

### 3.3. 목섬유, 도관요소 크기와 생장(흉고직경)과의 관계

Table 3은 4개 산지의 글루티노사오리나무의 목섬유의 길이, 도관의 길이, 도관의 직경을 나타낸 것이다. 글루티노사오리나무 목섬유 길이는 조재부에서는 928~1,029 μm 범위이고 만재부에서는 811~928 μm 범위를 나타냈다. 평균은 조재부가 961 μm 만재부는 870 μm로 조재부가 만재부보다 길게 나타

났다. IAWA에 의한 본 글루티노사오리나무의 목섬유 길이의 등급은 IV등급(0.9~1.6 mm, 보통임)에 해당하는 것으로 나타났다(Park *et al.*, 1990). 도관의 길이는 조재부에서는 619~685 μm 범위, 만재부에서는 539~583 μm 범위로 나타났다. 평균은 조재부가 639 μm 만재부가 553 μm로 조재부가 만재부보다 길게 나타났다. 도관직경의 경우는 조재부에서는 73~99 μm 범위를 만재부에서는 75~94 μm 범위를 나타냈다. 평균은 조재부가 84 μm 만재부가 86 μm로 조, 만재부 사이에는 차이가 적은 것으로 나타났다.

산지 간의 측정요소의 차이의 유무를 알아보기 위한 던칸테스트를 실시한 결과 조재부에서는 차이가 있는 것으로 나타났으나 만재부에서는 차이가 없는 것으로 나타났다. 조재부에서의 산지 간 차이를 보면 우선 목섬유의 경우는 유고슬라비아산(1029 μm)이 가장 길게 나타났으며 다음으로 이탈리아산(944 μm)과 영국산(943 μm)이었고 불가리아산(928 μm)이 가장 짧은 것으로 나타났다. 도관요소길이는 유고슬라

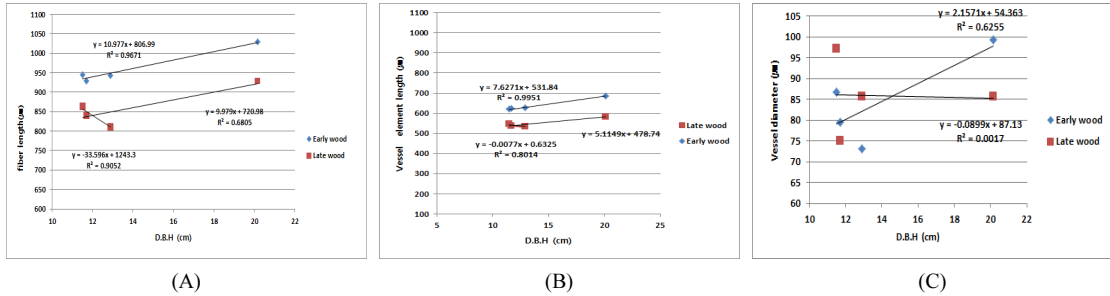


Fig. 2. Relationships between libriform fiber length (A), vessel element length (B), vessel element diameter (C) and DBH of *Alnus glutinosa*.

비아산(685 μm)이 가장 길게 나타났고 나머지는 차이가 없는 것으로 나타났다. 도관직경은 유고슬라비아산(99 μm)과 이탈리아산(86 μm)이 크게 나타났고 다음으로 불가리아산(79 μm)으로 나타났고 영국산(73 μm)이 가장 작은 것으로 나타났다.

한국산 목재의 특성(Lee, 1994)의 한국산 오리나무의 목섬유 길이 890~1430 μm, 도관의 길이 610~1080 μm, 도관 직경 40~70 μm, 한국산 물오리나무의 목섬유 길이 950~1510 μm, 도관의 길이 510~1110 μm, 도관 직경 30~50 μm, 한국산 물갸나무의 목섬유 길이 610~950 μm, 도관의 길이 270~630 μm, 도관 직경 30~50 μm와 비교해 볼 때 글루티노사오리나무의 목섬유의 길이는 한국산 오리나무와 한국산 물오리나무의 목섬유 길이보다는 짧고, 물갸나무의 목섬유의 길이 보다는 길게 나타났다. 도관의 길이는 한국산 오리나무와 한국산 물오리나무의 도관의 길이보다 짧게 나타났고, 한국산 물갸나무의 도관의 길이보다는 길게 나타났다. 또한 도관의 직경은 한국산 오리나무와 한국산 물오리나무, 한국산 물갸나무 보다 큰 것으로 나타났다.

Fig. 2는 4개 산지의 글루티노사오리나무의 생장(흉고직경)과 목섬유의 길이(A), 도관의 길이(B) 및 도관의 직경(C)과의 관계를 나타낸 것이다. A의 목섬유 길이와 생장과의 관계는 조, 만재부 모두에서 정의 상관관계를 나타내는 것으로 나타났다. B의 도관의 길이와 생장과의 관계도 목섬유 길이와 생장과의 관계처럼 정의 관계를 나타냈다. C의 도관의 직경과 생장과의 관계는 만재부는 관계가 없는 것으로 나타

났고, 조재부에서는 정의 상관관을 보이는 것으로 나타났다. Jeong *et al.* (2015)은 4개 산지의 글루티노사오리나무의 생장과 재질(압축축 및 휨강도)에 대한 연구에서 생장과 압축강도와는 정의 관계를 나타냈으나 이는 1개 산지(Yugoslavia)의 영향으로 정의상관을 나타낸 것이고, 나머지 3개산지에서의 생장과 압축강도와의 관계는 생장이 좋을수록 강도는 저하되는 부의관계를 나타낸다고 하였다. 이에 대한 이유는 금번 생장과 목섬유길이(A) 및 도관길이(B)의 관계로 설명할 수가 있을 것으로 생각한다. 즉 Fig. 2의 A, B와 같이 강도에 영향이 큰 만재부에서 Yugoslavia산지를 제외하면 생장과 섬유장의 관계는 부의 관계를 나타내는 것으로, 생장과 강도와의 관계와 같은 경향을 나타냈다. 활엽수의 기계적 성질을 담당하는 목섬유 길이는 생장이 좋을수록 작아져 강도도 작게 나타난 것으로 생각된다. Yugoslavia산은 생장이 좋으면서 목섬유 길이도 커져 강도가 크게 나타난 것으로 생각된다. 가도관장과 강도와의 관계는 정의 관계로 가도관장이 길어지면 강도는 커지는 것으로 보고되고 있는데 이는 가도관장이 길어지면 마이크로피릴경사각이 작아지는 것에 기인하는 것으로 보고되고 있다(Kim *et al.*, 1998; Kim *et al.*, 1999; Hirakawa *et al.*, 1996). 목섬유는 가도관장과 벽구조가 비슷하므로 앞의 문헌으로 본 글루티노사오리나무의 생장과 해부학적 및 강도적 특성을 설명할 수 있을 것으로 생각되고, 앞으로 목섬유 벽구조에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

#### 4. 결론

본 연구는 4개 종자산지(Yugoslavia, Italy, United Kingdom, Bulgaria)의 글로티노사오리나무를 대상으로 목섬유 길이, 도관 길이 및 직경인 해부학적 성질을 조사규명하고, 이들에 대해 종자산지 간의 차이의 유무 및 성장속도(흉고직경)와의 관계를 규명하였다. 글로티노사오리나무는 산공재(고립도관 또는 2~3개 복합도관 형태), 계단상전공, 교호상벽공으로 나타났다. 접선단면에서 방사조직 높이는 9~11, 횡단면에서 방사조직 수는 16~26개로 나타났다. 산지 간에는 목섬유 길이, 도관 길이 및 직경에서 만재부에서는 차이가 없었고, 조재부에서는 차이가 있는 것으로 나타났다. 성장속도와는 3개 산지는 생장이 좋을수록 만재부의 목섬유 및 도관 길이가 짧아지는 것으로 나타났으나, 유고슬로비아산은 생장이 좋으면서 목섬유 및 도관길이도 긴 것으로 나타났다.

#### REFERENCES

- Abe, H. 2005. Present state and future prospects of research on wood anatomy and wood quality. Mokuzai Gakkaishi 51(1): 7-9.
- Akutsu, A. 2003. Wood characteristics in plus tree clones of Sugi planted in southern Hokkaido (4). Hokkaido Forestry Research Institute 17(5): 8-15.
- Akutsu, A., Fugimoto, T., Kuromaru, M. 2006. Wood properties and genetic variation in plus-tree of todomatsu (*Abies sachalinensis*) (1). Hokkaido (4). Hokkaido Forestry Research Institute 20(1): 25-34.
- Fujisawa, Y., Ohta, S., Nishimura, K., Tajima, M. 1992. Wood characteristic and genetic variation in Sugi. Mokuzai Gakkaishi 38(7): 638-644.
- Fujisawa, Y., Ohta, S., Tajima, M. 1993. Wood characteristic and genetic variation in Sugi II. Mokuzai Gakkaishi 39(8): 875-882.
- Han, M.S., Lee, C.J., Park, B.S., Kim, B.R. 2014. Studies on wood quality and growth of *Quercus rubra* (24 years old) in Korea. Journal of The Korean Wood Science & Technology 42(3): 327-348.
- Han, J.H., Jeong, J.H., Lee, G.Y., Kim, B.R. 2015a. Studies on wood quality and growth of *Alnus glutinosa* (L.) in Korea-Physical Properties-. Journal of The Korean Wood Science & Technology 43(1): 1-8.
- Han, M.S., Lee, J.R., Kim J.S., Shin, S.J., Kim, B.R. 2015b. Studies on wood quality and growth of *Quercus rubra* in Korea -Anatomical properties-. Journal of The Korean Wood Science & Technology 43(4): 421-428.
- Hirakawa, Y., Fujisawa, Y. 1996. The S2 Microfibril angle variations in the vertical direction of late-wood tracheids in susi (*Cryptomeria japonica*) trees. Mokuzai Gakkaishi. 42(2) 107-114.
- Jang, H.L., Kim, B.R. 2014. Studies on wood quality and growth of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. in Korea -Water absorption, hygroscopic-. Journal of Agriculture Science Research, Chungbuk national university 30(2): 189-193.
- Jeong, J.H., Kim, B.R. 2015. Wwood quality and growth of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. in Korea -Compressive and bending strength properties-. Journal of The Korean Wood Science & Technology 43(3): 287-294.
- Kim, B.R., Missshro, A. 1998. Studies on variability of wood properties in stem of *Pinus koraiensis* (II) (Differnces in trachied length, microfibril angle and compression strength in south and north sides of stem). Journal of The Korean Wood Science & Technology 26(2): 45-50.
- Kim, B.R., Min, D.S. 1999. Studies on variability of wood properties in stem of *Pinus koraiensis* (III) (variations in tracheid length and width, microfibril angle and compression strength in the longitudinal direction). Journal of Korea Forestry

- Energy 18(1): 1-5.
- Lee, J.C., Han, Y.C., Ryu, K.O., Lee, K. Y. 1994. Provenance variation in growth performance of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. at age five. Research Report of the Institute of Forest Genetics Korea 30: 64-74.
- Lee, P.W. 1994. The Structure of Korea Woods. Jeongminsa Press, Seoul, Korea.
- Lee, W.Y. 1997. The structure of Korean woods -An atlas of scanning electron micrographs-. Hyangmoonsa Press, Seoul, Korea.
- Park, B.S., Park, J.H., Han, S.U. 2006. Variation of material properties of Korea red pine of superior families. Journal of Korea Forestry Energy 25(2): 9-15.
- Park, S.J., Lee, W.Y., Lee, W.H. 1990. Wood Structure and Discrimination. Hyangmoonsa Press, Seoul, Korea.