

# 글루티노사오리나무의 성장과 재질에 관한 연구<sup>1</sup> - 물리적 성질 -

한 주 환<sup>2</sup> · 정 재 훈<sup>3</sup> · 이 귀 용<sup>2</sup> · 김 병 로<sup>3,†</sup>

## Studies on Wood Quality and Growth of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. in Korea<sup>1</sup> - Physical Properties -

Ju-Hwan Han<sup>2</sup> · Jae-Hun Jeong<sup>3</sup> · Gooi-Yong Lee<sup>2</sup> · Byung-Ro Kim<sup>3,†</sup>

### 요 약

본 연구는 4개 종자산지(Yugoslavia, Italy, United Kingdom, Bulgaria)의 글루티노사오리나무(24년생)를 대상으로 물리적 특성을 조사하여 성장(평균연륜폭)과 목재의 재질관계를 규명하였다. 함수율, 밀도, 수축률 및 T/R비는 모두 산지간에 차이가 없었다. 또한 이런 성질들은 성장과도 관계가 없는 것으로 나타났다. 종자산지가 다른 글루티노사오리나무의 중요한 재질지표인 밀도와 수축률의 경우, 성장의 차이에 따라 밀도와 수축률이 차이가 거의 없는 것으로 나타나, 생장이 우수한 것이 우수품종의 기준일 것으로 생각된다.

### ABSTRACT

Relationship between annual ring width and physical properties of 24-year old alder woods (*Alnus glutinosa* L.) that had different seed origins from four provenances such as Bulgaria, Italy, United Kindom, and Yugoslavia was investigated. No difference among different origins of seeds was found for the moisture content, density, and shrinkage or tangential radial (T/R) ratio. These properties had also no relationship with the growth rate. As important parameters among wood quality indices, no difference in the density or shrinkage on wood that has different growth rates was detected among alder woods from four different origins of seeds. Therefore, it is considered that higher growth rate might be a key factor for selecting the seed origin of the alder tree.

**Keywords:** *Alnus glutinosa* L., growth rate, wood quality, moisture content, density, shrinkage, tangential radial ratio

<sup>1</sup> Date Received August 18, 2014, Date Accepted November 4, 2014

<sup>2</sup> 충청북도 산림환경연구소. Chungcheongbuk-do, Institute of Forest Protection & Management Research, Cheongju 363-874, Korea

<sup>3</sup> 충북대학교 농업생명환경대학 목재·종이과학과. Department of Wood and Paper Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

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

## 1. 서 론

임목육종은 대부분 우수한 생장에 중점을 두었으나, 최근에는 우수한 생장과 함께 우수한 재질에도 많은 노력을 기울이고 있다. 재질연구는 생물체인 수목으로부터 생산되는 목재의 성질을 평가하는 것으로, 그것을 근간으로 목재의 용도가 모색되고, 최근에는 우수한 목재의 생산을 위한 기술의 기초가 되고 있다. 따라서 임업선진국에서는 유용수종을 중심으로 물리적 성질인 함수율, 밀도 및 수축률 등의 재질지표의 데이터를 축적하고, 동시에 섬유장, 세포벽, 세포벽두께, 세포벽 2차벽 중층의 마이크로피브릴격자 등 물리적 성질에 영향을 미치는 해부학적 지표에 관해서도 지금까지 다수의 연구데이터를 축적하고 있다(Abe 2005). 특히 품종, 클론, 산지 등에 따른 재질의 특징을 밝혀 우수한 재질의 목재를 생산할 수 있는 토대를 마련하고 있다(Fugisawa *et al.* 1992; Fugisawa *et al.* 1993; Akutsu 2003; Akutsu *et al.* 2006). 이와 같이 임업선진국에서는 우수한 목재를 생산하기 위해 생장 특성과 함께 재질 특성을 다양하게 구명하고 있는 실정이나, 국내에서는 Park *et al.* (2006)이 소나무 우량개체 차대검정림을 대상으로 생장과 재질특성을, Han *et al.* (2014)은 24년생 루브라참나무의 생장과 재질에 관한 조사 정도로 이에 관련한 연구는 아주 미비한 실정이다.

우수한 목재의 생산을 위해서는 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 검정 시험결과 글루티노사오리나무의 우수성이 입증되었다(Lee *et al.* 1994). 따라서 본 연구에서는 아직 대부분이 미성숙재이나 이들에 대해 그간의 수고와 흉고직경 등 생장의 추이를 조사하고, 생장(평균연륜폭)과 몇 가지 물리적 재질특성의 관계를 규명하여, 추후 성숙재가 되어 벌기령에 도달하였을 시 재질적

으로도 우수한 종자의 산지를 규명하는데 필요한 기초자료를 얻는데 연구의 목적이 있다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 공시 재료

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

### 2.2. 실험 방법

#### 2.2.1. 평균연륜폭, 함수율 및 밀도 측정

공시목은 2012년 8월에 벌목 후 한 달이 지난 9월에 입수되었고, 이들로부터 평균연륜폭은 흉고부위에서 두께 10 cm로 채취된 디스크상에서 KS F 2202에 준하여 측정하였다. 함수율 및 밀도시편 제작은 평균연륜폭 측정이 끝난 디스크에서 수로부터 2 (T) × 2 (R) × 2 (L) (cm)의 시편을 연속 제작하였다. 심재부는 3개 이상의 시편이 제작되었고, 변재부는 1개의 시편이 제작되었다. 이들에 대해 입수 시 함수율 측정은 KS F 2199, 밀도는 KS F 2198에 준하였고, 각각 이용된 식은 아래와 같다.

$$aw(\text{평균연륜폭}) = \frac{l}{N}$$

여기서  $l$ : 측정길이,

$N$ : 측정길이에 포함되는 완전한 나이테 수

$$MC(\text{함수율}) = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100$$

여기서  $m_1$ : 시험편의 건조 전 질량( $g$ ),

$m_2$ : 시험편의 건조 후 질량( $g$ )

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

$$\rho(\text{밀도}) = \frac{m}{V}$$

여기서  $m$  : 공시체의 무게( $g$ ),

$V$  : 무게를 측정할 때의 부피( $cm^3$ )

### 2.2.2 수축률 측정

공시목의 흉고부위에서 두께 10 cm의 디스크 채취 후 수로부터 2 (T) × 2 (R) × 2 (L) (cm)의 시편을 수로부터 연속 제작하였으며, 제작 시에는 측면에 방사단면과 접선단면이 정확하게 노출되도록 하였다. 심재부는 3개 이상의 시편이 제작되었고, 변재부는 1개의 시편이 제작되거나 안 된 산지도 있었다. 수축률 시편 제작과 측정은 KS F 2203에 준하였고, 이용된 식은 아래와 같다.

$$S_a(\%, \text{기건 수축률}) = \frac{l_g - l_a}{l_g}$$

여기서  $l_g$  : 생재 시 길이,  $l_a$  : 기건 시 길이

$$S_o(\%, \text{전건 수축률}) = \frac{l_g - l_o}{l_g}$$

여기서  $l_o$  : 전건 시 길이

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 평균연륜폭, 함수율 및 밀도

평균연륜폭은 Table 1과 같이 Yugoslavia산이 8.7 mm로 가장 생장이 좋았으며, 다음으로 United Kingdom산이 5.2 mm, Bulgary산이 4.9 mm, Italy산이 4.7 mm로, Yugoslavia산과 나머지 세계 산지와는

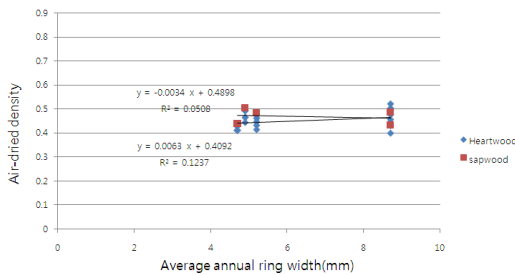
큰 차이를 나타냈고, 나머지 세 개 산지 간에는 큰 차이를 나타내지 않았다. Table 2는 글루티노사오리나무 4개 산지의 함수율과 밀도를 나타낸 것이다. 공시목 입수시의 함수율은 심재부가 36.27~43.50%의 범위로 평균 40.55%, 변재부가 36.27~43.46%의 범위로 평균 40.82%로 심, 변재 간 차이가 없는 것으로 나타났다. 생재밀도는 심재부가 0.52~0.58 g/cm<sup>3</sup>의 범위로 평균 0.55 g/cm<sup>3</sup>, 변재부가 0.52~0.54 g/cm<sup>3</sup> 범위로 평균 0.53 g/cm<sup>3</sup>, 전건밀도는 심재부가 0.42~0.46 g/cm<sup>3</sup>의 범위로 평균 0.46 g/cm<sup>3</sup>, 변재부는 0.43~0.49 g/cm<sup>3</sup> 범위로 평균 0.46 g/cm<sup>3</sup>, 기건밀도는 심재부가 0.38-0.43 g/cm<sup>3</sup> 범위로 평균 0.41 g/cm<sup>3</sup>, 변재부가 0.39~0.45 g/cm<sup>3</sup> 범위로 평균 0.41 g/cm<sup>3</sup>를 나타내 심, 변재 간에는 차이가 없는 것으로 나타났다. Kim *et al.* (2008)은 국내산 물오리나무의 기건비중이 심재부가 0.43, 변재부가 0.46으로, 본 글루티노사오리나무는 이보다 약간 낮은 것으로 나타났다. 산지 간의 함수율 및 비중의 차이 유무를 알기 위해 던컨테스트를 실시한 결과 함수율, 전건 및 기건밀도는 유의차가 없는 것으로 나타났고, 생재밀도에서는 유의차가 약간 있는 것으로 나타났다.

Fig. 1은 평균연륜폭(생장)과 기건밀도와와의 관계를 나타낸 것으로, 그림에서 평균연륜폭과 기건밀도와는 그다지 관계가 없는 것으로 나타났다. Fig. 2는 평균연륜폭과 전건밀도와와의 관계를 나타낸 것으로, 그림에서 평균연륜폭과 전건밀도도 그다지 관계가 없는 것으로 나타났다. Fig. 3은 평균연륜폭과 생재밀도와와의 관계를 나타낸 것으로, 그림에서 평균연륜폭과 생재밀도도 앞의 평균연륜폭과 기건 및 전건밀도와 같이 그다지 관계가 없는 것으로 나타났다. 생장속도와 밀도와와의 관계는 Paul (1963)은 환공재의

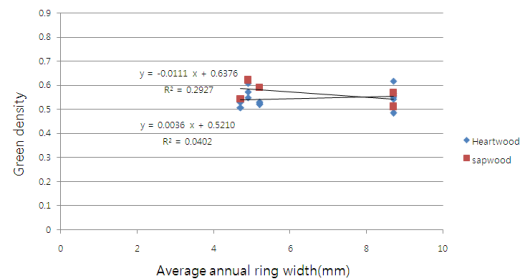
**Table 2.** Green moisture contents and density

Provenance	Wood type	Green moisture contents (%)	Green density ( $W_g/V_g, g/cm^3$ )	Oven-dried density ( $W_o/V_o, g/cm^3$ )	Air-dried density ( $W_a/V_a, g/cm^3$ )
Yugoslavia	Sapwood	36.27	0.54	0.45	0.41
	Heartwood	38.95 a*	0.55 ab	0.46 a	0.41 a
Italy	Sapwood	43.46	0.53	0.43	0.39
	Heartwood	36.27 a	0.53 b	0.42 a	0.38 a
United Kingdom	Sapwood	43.50	0.54	0.46	0.39
	Heartwood	43.46 a	0.52 b	0.43 a	0.43 a
Bulgary	Sapwood	40.03	0.52	0.49	0.45
	Heartwood	43.50 a	0.58 a	0.46 a	0.41 a

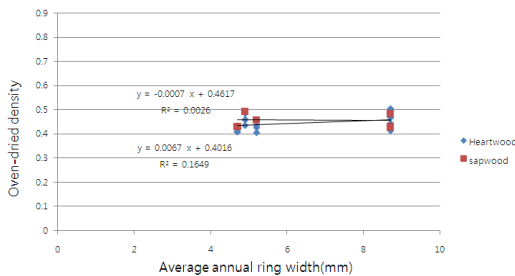
\* : Duncan Grouping (Subscripts indicate significant effect at 0.05% level)



**Fig. 1.** Relationship between air-dried density and average annual ring width.



**Fig. 3.** Relationship between green density and average annual ring width.



**Fig. 2.** Relationship between oven-dried density and average annual ring width.

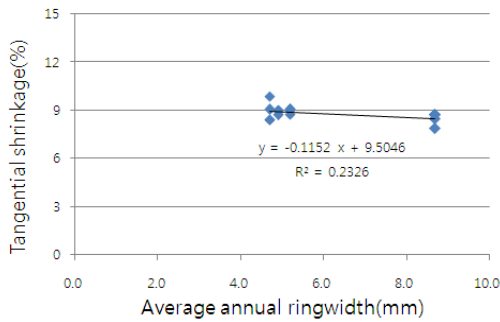
경우 성장속도가 빠를수록 목재의 밀도가 커진다고 하였고, John *et al.* (1989)은 같은 연령의 나무가 성장속도가 빠른 나무와 성장속도가 느린 나무는 비슷

한 비중을 보이는 경향이 있다고도 보고하였다. Han *et al.* (2014)은 도입육성시험 중인 24년생 루부라참나무의 심재의 경우 생장(평균연륜폭)과 기건비중은 생장이 좋을수록 작아지는 경향을 보였다고 보고하였다. Lee *et al.* (1994)은 글루티노사오리나무의 5년생의 산지 간의 생장변이에 의하면 5년생의 산지 간 생장에서 Yugoslavia 산지의 생장이 36개 산지 중 3 번째로 좋았고, Bulgaria, Italy 산지의 생장은 중간 정도의 값을 갖는다고 보고하였다. 본 24년생에서도 수고생장이 Yugoslavia 산지가 15.7 m, Bulgaria 산지가 15.7 m, Italy 산지가 11.8 m로 Lee *et al.* (1994)은 글루티노사오리나무의 5년생의 결과와 비슷한 값을 보여주었고, 흉고직경도 Yugoslavia 산지가 20.83 cm, Bulgaria 산지가 11.72 cm, Italy 산지가 11.33

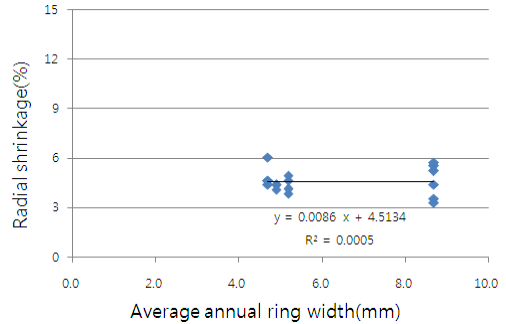
**Table 3.** Shrinkage from green to air dry and from green to oven dry

Provenance	Wood type	Shrinkage from green to air dry (%)				Shrinkage from green to oven dry (%)			
		T	R	L	T/R ratio (%)	T	R	L	T/R ratio (%)
Yugoslavia	Sapwood	6.06	2.16	0.46	2.81	9.05	4.37	0.92	2.07
	Heartwood	4.81 a*	2.31 a	0.44 a	2.09 a	9.63 a	4.61 a	0.50 a	2.09 a
Italy	Sapwood	4.22	2.32	0.09	1.82	8.43	4.63	0.17	1.82
	Heartwood	4.47 a	2.46 a	0.38 a	1.82 a	8.94 a	4.92 a	0.75 a	1.82 a
United Kingdom	Sapwood	-	-	-	-	-	-	-	-
	Heartwood	4.48 a	2.19 a	0.37 a	2.05 a	8.96 a	4.37 a	0.75 a	2.05 a
Bulgary	Sapwood	-	-	-	-	-	-	-	-
	Heartwood	4.43 a	2.08 a	0.47 a	2.13 a	8.86 a	4.16 a	0.94 a	2.13 a

\* : Duncan Grouping (Subscripts indicate significant effect at 0.05% level)



**Fig. 4.** Relationship between total shrinkage in tangential direction and average annuring width in heartwood.



**Fig. 5.** Relationship between total shrinkage in radial direction and average annual ring width in heartwood.

cm로 비슷한 결과를 보여주었다.

### 3.2. 수축률

Table 3은 글루티노사오리나무 4개 산지의 기건수축률 및 전수축률 나타낸 것이다. 기건수축률은 심재부의 경우 접선방향 4.43~4.81%의 범위로 평균 4.55%, 방사방향 2.08~2.46%의 범위로 평균 2.26%, 섬유방향 0.37~0.47%의 범위로 평균 0.42%, 수축이 방도인 T/R비는 1.82~2.13의 범위로 평균 2.02를 나타냈고, 전수축률은 접선방향 8.86~9.63%의 범위로 평균 9.10%, 방사방향 4.16~4.92%의 범위로 평균 4.52%, 섬유방향은 0.54~0.94%의 범위를 평균

0.74, T/R비는 2.05~2.13의 범위로 평균 2.02를 나타냈다. 이는 Kim *et al.* (2008)의 국내 자생 물오리나무의 경우 접선방향 10.48%, 방사방향 5.84%보다 적은 수축률을 나타내고 있다. 그러나 국내 자생 물오리나무의 경우 T/R비가 1.68인 반면 글루티노사오리나무는 T/R비가 2.02로 높게 나타나 건조시 응력발생이 높을 것으로 생각된다.

산지 간의 각 수축률 값의 차이 유무를 알기 위해 던컨테스트를 실시한 결과 수축률과 T/R비는 산지 간 유의차가 없는 것으로 나타났다. 이는 3.1의 비중이 산지 간 차이를 보이지 않는 것에 기인하는 것으로 생각한다. Kim (1995)은 수축률은 비중과 관계가 높아 비중이 커지면 수축률이 커지는 것으로 보고하고 있다. Fig. 4는 평균연륜폭과 접선방향 전수축률

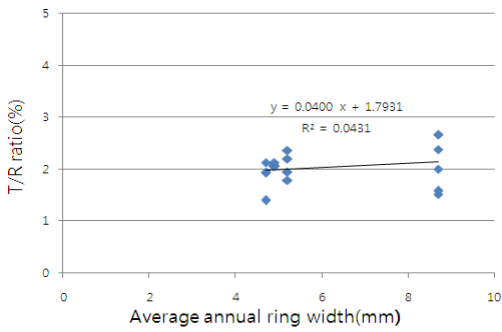


Fig. 6. Relationship between total T/R ratio and average annual ring width in heartwood.

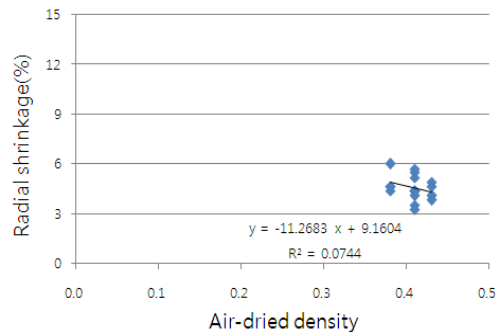


Fig. 8. Relationship between total shrinkage in radial direction and air-dried density in heartwood.

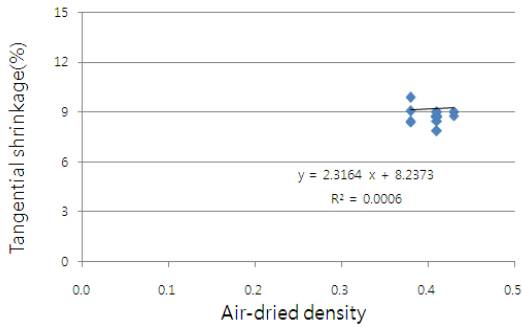


Fig. 7. Relationship between total shrinkage in tangential direction and air-dried density in heartwood.

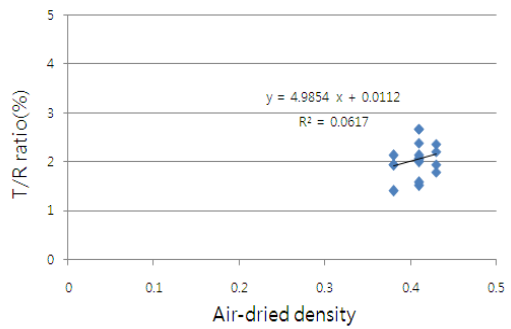


Fig. 9. Relationship between total T/R ratio and air-dried density in heart wood.

과의 관계를, Fig. 5는 평균연륜폭과 방사방향 전수축률과의 관계를 나타낸 것으로, 평균연륜폭과 수축률과는 관계가 그다지 없는 것으로 나타났다. Fig. 6은 평균연륜폭과 T/R비를 나타낸 것으로, 평균연륜폭과 T/R비와도 평균연륜폭과 수축률과 같이 그다지 관계가 없는 것으로 나타났다. Fig. 7은 기건밀도와 접선방향 전수축률과의 관계를 나타낸 것으로, 기건밀도와 접선방향 전수축률과는 그다지 관계가 없는 것으로 나타났다. Fig. 8은 기건밀도와 방사방향 전수축률과의 관계를 나타낸 것으로, 기건밀도와 방사방향 전수축률도 그다지 관계가 없는 것으로 나타났다. Fig. 9는 기건밀도와 T/R비를 나타낸 것으로, 기건밀도와 T/R비와도 기건밀도와 수축률과 같이 그다지 관계가 없는 것으로 나타났다. 다만 기건밀도와

방사방향 전수축률에서는 관계는 적으나 부의관계를 나타내는 특징을 보였다. Kim (1995)은 비중과 수축률은 정의 상관을 나타내고, Han *et al.* (2014)도 도입육성시험 중인 24년생 루부라참나무의 생장과 수축률의 관계는 정의 관계를 나타낸다고 보고하고 있듯이, 비중과 수축률은 정의 관계를 나타내는 것이 일반적이는데, 본 연구의 밀도와 방사방향 전수축률에서 관계는 적은 나 부의관계를 보인 것은 좀 더 조사와 연구가 필요할 것으로 생각된다.

이상의 결과로부터 산지가 다른 글루티노사오리나무(24년생으로 대부분이 미성숙재)의 중요한 재질지표인 밀도와 수축률의 경우, 밀도와 수축률이 평균연륜폭(생장)에 따라 차이가 거의 없는 것으로 나타나, 생장이 우수한 것이 우수품종의 기준일 것으로 생각

된다. 그러나 앞으로 성숙재로 벌기령시에도 그대로 유지되는지에 대해서는 추후 조사가 계속되어야 한다고 생각된다. 또한 종합적인 재질 평가를 위해서는 기계적 성질도 함께 조사되어 평가되어야 할 것으로 생각된다.

#### 4. 결 론

본 연구는 4개 종자 산지(Yugoslavia, Italy, United Kingdom, Bulgaria)의 글루티노사오리나무를 대상으로 물리적 특성을 조사하여 생장(평균연륜폭)과 목재의 재질관계를 규명하고, 또한 목재의 합리적 이용을 위한 기초 자료를 얻고자 수행하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 평균나이테는 Yugoslavia산이 8.7 mm로 가장 생장이 좋았으며, 다음으로 United Kingdom 산이 5.2 mm, Bulgaria산이 4.9 mm, Italy산이 4.7 mm로 나타났다.
- 2) 함수율은 변재부 36.27~43.46%, 심재부 36.27~43.50% 범위, 기건밀도는 변재부 0.39~0.45 g/cm<sup>3</sup>, 심재부 0.38~0.43 g/cm<sup>3</sup> 범위로 모두 변, 심재 간 차이가 없었다. 함수율, 밀도 모두 산지 간에서 차이가 없었고, 생장과도 관계가 없는 것으로 나타났다.
- 3) 전수축률은 접선방향 8.86~9.63%의 범위, 방사방향 4.16~4.92%의 범위, 섬유방향은 0.50~0.94%의 범위, T/R비는 2.05~2.8의 범위로 나타났다. 종자 산지 간 수축률 및 T/R비는 차이가 없었고, 생장과도 관계가 없는 것으로 나타났다.

종자산지가 다른 글루티노사오리나무(24년생으로 대부분이 미성숙재)의 중요한 재질지표인 비중과 수축률의 경우, 밀도와 수축률이 생장에 따라 차이가 거의 없는 것으로 나타나, 생장이 우수한 것이 우수 품종의 기준일 것으로 생각된다.

#### 사 사

이 논문은 2013년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

#### 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 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 and Technology* 42(3): 327-348.

John, G.H., Jim L.B. 1989. *Forest Products and wood science*. Iowa State University. p. 274.

Kim B.R. 1995. Studies on Variability in Wood Properties in Tree Stems of *Pinus koraiensis*( I ). *Journal of The Korean Wood Science and Technology* 23(1): 28-34.

Kim, B.R., Park, W.K., Choi, T.H. 2008. Properties of major Korean wood species for furniture manufacturing. *Journal of the Korea Furniture*

- Society 19(5): 365-374.
- Lee, J.C., Han, Y.C., Ryu, K.O., Lee, K.Y. 1994. Provenance variation in growth performance of (L.) Gaertn. at age five. Research Report of the Institute of Forest Genetics Korea 30: 64-74.
- 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.
- Paul, B.H. 1963. The application of silviculture in controlling the specific gravity of wood. USDA Forest Service Technology Bulletin 1288.