

인도네시아産 未利用 樹種의 木材性質(Ⅳ)  
- Tamiang, Bangelem 및 Kamasulan 木材의 基礎性質 -

鄭成鎬 · 丁斗鎭 · 朴秉守 · 李道植 · 趙晟宅  
李東洽 · 洪寅杓\*<sup>1</sup> · 全壽京\*<sup>2</sup>

Studies on the Wood Properties of Lesser-Known Species  
Grown in Indonesia(Ⅳ)

-The Fundamental Wood Properties of Tamiang, Bangelem and Kamasulan-

Song-Ho Chong · Doo-Jin Chung · Byung-Su Park · Do-Sick Lee  
Sung-Taek Cho · Dong-Heub Lee · In-Pyo Hong\*<sup>1</sup> and Su-Kyoung Chun\*<sup>2</sup>

ABSTRACT

---

This study was carried out to investigate the wood properties for development the proper uses of lesser-known tree species. The tested species are Tamiang(*Hydnocarpus woodii*), Bangelem (*Strombosia zeylanica*) and Kamasulan(*Anisophyllea ferruginea*) grown in Indonesia.

Fundamental wood properties such as anatomical, physical and chemical properties and characteristics related to wood processing were examined. The results are summarized as follows :

These species are diffuse porous, interlocked grained and coarse textured wood. Exceptionally, texture of Tamiang is fine. The heartwoods of these species are not distinguished clearly to the sapwoods.

These species have high specific gravity, high shrinkage, and excellent strength properties. However, Tamiang has moderate specific gravity.

Sawing characteristics are poor for these species except Tamiang. Sawing characteristics is moderate for Tamiang. Drying characteristics are moderate for Tamiang and Bangelem, and poor for Kamasulan. The surfacing characteristics by planer are moderate for all these species. Bending property and durability are poor.

Ash content is low in Bangelem.

**Key words** : Lesser-Known Species Grown in Indonesia, Tamiang, Bangelem, Kamasulan, Wood properties

---

\*1 林業研究院 Korea Forestry Research Institute, Seoul 130-012, Korea

\*2 江原大學校 山林科學大學 College of Forest Science, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea

## 1. 緒 論

우리나라는 그동안 녹화에는 성공하였지만 아직 그 잠재적 생산력에 비하여 임업생산 수준이 기초단계에 있기 때문에 국내 목재 수요량의 80% 이상을 수입에 의존하고 있어 해외산림 개발의 확대와 도입목재의 합리적인 이용기술의 개발 및 적정용도 구명은 목재자원의 안정적 공급과 목재관련 산업의 지속적인 발전을 도모하는 데 있어 아주 중요한 과제라 할 수 있다.

그런데 국내 목재 수요량의 안정적 공급을 위하여는 도입목재의 수입선 다변화와 자원 보유국과의 협력강화 등도 중요하겠지만 여태까지 목재의 성질이 밝혀져 있지 않거나 이용도가 낮아 버려지고 있던 수많은 미이용 수종의 목재성질 구명을 통한 용도개발과 원료수종의 확대로 안정적 공급 기반을 확충 및 유지해야 할 것이다.

목재자원이 부족한 우리나라는 지금은 상황이 많이 달라졌지만 한 때, 우리나라의 목재 공급량 중 가장 큰 비중을 차지하였던 인도네시아산 목재에 주목하여 이들의 목재성질과 용도개발에 대한 연구를 해 왔다. 즉 인도네시아산 Keruing과 Sinampar와 Mangrove, Mahang, Jabon에 대한 목재성질과 용도를 구명한 이래(趙 等, 1976, 1977) 인도네시아 Batulicin지역産 Elmerrillia 등 5수종과 인도네시아 Irian Jaya의 Jayapura 지역산 Binuang등 5수종에 대한 목재성질과 적정용도가 구명되었고(姜 等, 1982; 未利用南洋材研究班, 1985) 계속하여 Kereta 등 5수

종과 Ampriwen 등 6수종의 종합적인 목재성질과 적정용도가 속속 구명되었다(鄭 等, 1992, 1996). 이렇게 구명된 인도네시아산 미이용 수종의 목재성질에 대한 연구결과들은 종합 정리된 자료집의 형태로 이용자들에게 제공되기도 하였다(Chong, 1997).

이후에도 이러한 인도네시아산 미이용 수종의 목재성질 연구는 지속되어 Kebambang 등 3수종의 목재성질이 前報에서 보고되었다(鄭 等, 2000).

인도네시아에서는 인도네시아산 중요수종으로서 62수종에 대한 목재성질과 용도를 정리하여 보고한 바 있다.(Abdurahim et al. 1986, 1992)

本報에서는 前報에 이어 인도네시아산 미이용 수종인 Tamiang(*Hydnocarpus woodii*), Bangelem (*Strombosia zeylanica*), Kamasulan(*Anisophyllea ferruginca*) 등 3수종에 대하여 해부학적 성질, 물리적 성질, 기계적 성질, 가공적 성질 및 화학적 성질 등 목재의 기초성질을 밝히고자 한다.

## 2. 材料 및 方法

### 2. 1. 供試樹種

공시수종은 인도네시아산 미이용수종으로서 Tamiang(*Hydnocarpus woodii*), Bangelem (*Strombosia zeylanica*), Kamasulan(*Anisophyllea ferruginca*) 등 3수종이고, 이들의 산지는 '중부 칼리만탄'이며 공시원목의 개황은 Table 1과 같다.

Table 1. General description of tested logs.

Species*		Locality	Diameter (cm)	Length (m)	Volume of sample logs( $m^3$ )
Common name	Scientific name				
Tamiang	<i>Hydnocarpus woodii</i>	Central Kalimantan, Indonesia	29~56	4	3.54
Bangelem	<i>Strombosia zeylanica</i>	"	29~38	4	1.03
Kamasulan	<i>Anisophyllea ferruginca</i>	"	40~68	4	1.40

\* Scientific & Common names of the tested tree species were cited names informed by the Indonesian Forest Products Research and Development Center.

## 2.2. 供試木의 造材 및 試片採取

공시목은 Fig.1과 같이 造材하여 시편을 채취하였다. 즉, 원구부분에서 길이 1m 의 원목을 채취하여 물리적 성질 및 기계적 성질 조사용으로 하였으며, 해부학적 성질 조사용 원판은 물리적 성질 및 기계적 성질 조사용 원목에 바로 이어 10cm 두께로 채취하였고, 그 중 일부는 가공적 성질 조사용으로도 사용하였다. 그리고 그 이외의 부분은 가공성과 화학적 성질조사용 공시재로 하였다.

## 2.3. 試驗 및 測定方法

Fig. 1에서 造材된 圓板 및 原木에서 각 시험항목별 목적에 맞도록 標準林業研究實施要領(林業

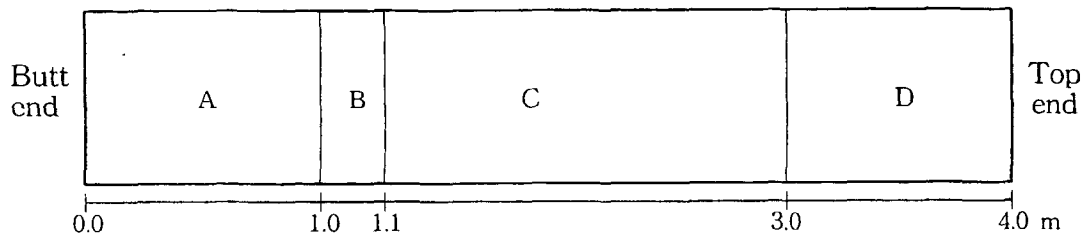
研究院, 1990)에 의하여 試片을 제조하고 동 요령에 의거, 해부학적 성질, 물리적 성질, 기계적 성질, 가공적 성질 및 화학적 성질을 각각 시험 및 측정하였다.

## 3. 結果 및 考察

### 3.1. 解剖學的 性質

#### 3.1.1. 肉眼的 性質

Tamiang과 Bangelem 및 Kamasulan 등 인도네시아산 미이용 3수종의 육안적 성질을 관찰한 결과는 Table 2에서 보는 바와 같다.



- A : Logs for physical and mechanical properties tests
- B : Disks for anatomical properties test
- C : Logs for characteristics of wood processing tests
- D : Logs for chemical properties test

Fig. 1 Sampling method of the logs and disk.

Table 2. Macroscopical features of woods.

Species	Boundary between heartwood and sapwood	Wood color		Grain	Texture	Remarks
		Heartwood	Sapwood			
Tamiang	indistinct	Yellowish brown		interlocked	fine	blue stain
Bangelem	indistinct	Reddish brown		interlocked	coarse	-
Kamasulan	indistinct	Reddish brown		interlocked	coarse	-

Tamiang은 황갈색 계통으로 심·변재의 구분이 불명료한 수종이었으며, Bangelem 및 Kamasulan는 적갈색계로서 역시 심·변재의 구분이 명확히 되지 않는 수종이었다. 목리는 3수종이 모두 교착목리를 가지고 있었고, 나무갓은 Tamiang은 치밀한 편이었으나, Bangelem과 Kamasulan은 갖이 거친 수종이었다. 한편 Tamiang은 靑變이 쉽게 되는 특성을 보이므로 원목이나 제재목 관리에 소홀하면 외관상 품질의 가치를 저하시킬 수 있을 것이며 육의 사용시에도 상당한 주의가 필요할 것으로 사료된다.

3.1.2. 顯微鏡의 性質  
3.1.2.1. 導管의 特性

관찰의 결과로 나타난 인도네시아산 3수종의 현미경적 성질 중 도관의 특성은 Table 3과 같다.

이들은 도관이 횡단면상에서 전체에 걸쳐 고루 분포되어 있는 산공재였다. 도관폭은 방사방향

단독관공은 평균  $86.5 \pm 10.6 \mu\text{m} \sim 273.9 \pm 54.5 \mu\text{m}$ , 복합관공은 평균  $158.0 \pm 19.6 \mu\text{m} \sim 268.0 \pm 33.8 \mu\text{m}$ 의 범위에 속하였으며, 접선방향은 단독관공이 평균  $74.5 \pm 8.0 \mu\text{m} \sim 274.5 \pm 41.8 \mu\text{m}$ , 복합관공이 평균  $53.4 \pm 9.6 \mu\text{m} \sim 133.8 \pm 18.7 \mu\text{m}$  범위로 보통정도의 크기를 지닌 수종들이었다

도관의 길이는 Bangelem이 평균  $1,105.5 \pm 254.5 \mu\text{m}$ 로서 약간 긴 편이나 나머지 2수종은 평균  $721.4 \pm 128.6 \mu\text{m} \sim 774.1 \pm 157.0 \mu\text{m}$ 의 범위내로서 도관 길이가 보통정도의 그룹에 속한다고 할 수 있다. (朴等, 1994)

한편 이들의 도관요소 벽공배열은 Bangelem이 對狀이고, 나머지 2수종은 交互狀이었으며,穿孔板의 형태는 3수종 모두 階段狀이었다.

3.1.2.2. 木纖維 및 軸方向柔組織의 特性

本 연구에 使用된 인도네시아産 未利用 3樹種의 木纖維 特性은 Table 4와 같다.

Table 3. Characteristics of vessel elements.

Species	Arrangement	Width				Length ( $\mu\text{m}$ )	Type of perforation plate	Pitting
		Radial( $\mu\text{m}$ )		Tangential( $\mu\text{m}$ )				
		solitary	multiple	solitary	multiple			
Tamiang	diffuse-porous	157.8 $\pm 20.2$	268.0 $\pm 33.8$	121.9 $\pm 16.8$	133.8 $\pm 18.7$	721.4 $\pm 128.6$	scalariform	alternate
Bangelem	diffuse-porous	86.5 $\pm 10.6$	158.0 $\pm 19.6$	74.5 $\pm 8.0$	53.4 $\pm 9.6$	1105.5 $\pm 254.5$	scalariform	opposite
Kamasulan	diffuse-porous	273.9 $\pm 54.5$	-	274.5 $\pm 41.8$	-	774.1 $\pm 157.0$	scalariform	alternate

Table 4. Characteristics of wood fibers and axial parenchymas.

Species	Wood fiber			Axial parenchyma	
	Width( $\mu\text{m}$ )	Wall thickness( $\mu\text{m}$ )	Length(mm)	Arrangement in cross section	Crystal
Tamiang	$23.4 \pm 1.9$	$10.4 \pm 2.0$	$2.6 \pm 0.4$	diffuse	absent
Bangelem	$25.5 \pm 2.8$	$10.3 \pm 1.6$	$2.5 \pm 0.3$	diffuse, diffuse-in-aggregates	absent
Kamasulan	$25.8 \pm 2.4$	$10.9 \pm 1.6$	$1.8 \pm 0.2$	vasicentric, diffuse-in-aggregates	exist

목섬유의 폭은 평균  $23.4 \pm 1.9 \mu\text{m} \sim 25.8 \pm 2.4 \mu\text{m}$ 의 범위에 속하였고, 벽두께는 평균  $10.3 \pm 1.6 \mu\text{m} \sim 10.9 \pm 1.6 \mu\text{m}$ 로서 3수종 모두 두꺼운 편이었으며, 길이는 Tamiang와 Bangelem는 모두 2.5~2.6mm정도로 약간 긴 편이며 Kamasulan은 1.8mm로 보통이었다(朴等, 1994). 횡단면에서의 측방향 유세포의 배열은 Table 4에서 보는 바와 같이 수종마다 다양한 형태를 나타내고 있었다. 또한 Kamasulan은 측방향유세포에 결정이 분포하였으나 나머지 2수종은 분포하지 않았다.

### 3.1.2.3. 放射組織의 特性

인도네시아産 未利用 3樹種의 放射組織의 特性은 Table 5와 같다.

방사조직의 병렬세포수는 Tamiang은 2~6열, Bangelem은 1~2열, Kamasulan은 5~16列로 각각

분포하였다. 이들 수종의 방사조직 구성형태는 3수종 모두 이성형이었으며 Bangelem 및 Kamasulan은 방사조직내에 결정을 함유하고 있었다. 1mm당 방사조직 분포수는 평균 4~6개로서 적은 편이었다. 방사조직의 크기를 분석해 보면, 폭은 Tamiang과 Bangelem은 보통이며 Kamasulan은 넓은 편이었다. 높이는 수종별로는 약간 차이가 있으나 작은 그룹에 속한다고 할 수 있다(朴等, 1994).

## 3.2. 物理的 性質

### 3.2.1. 比重

비중은 목재를 이용하기에 앞서 기초적 성질을 아는데 매우 중요한 지표가 된다. 인도네시아산 미이용 3수종의 수종별 비중 측정결과는 Table 6과 같다. 전건비중을 기준으로 하여 구분한 결과

Table 5. Characteristics of rays.

Species	No. of rays per 1mm*	Composition form	No. of paralleled ray cells	Width ( $\mu\text{m}$ )		Height ( $\mu\text{m}$ )		Crystal
				Uniseriate	multiseriate	Uniseriate	multiseriate	
Tamiang	$\frac{6}{4 \sim 8}$	heterogeneous	2~6	-	$43.5 \pm 8.6$	-	$1287.3 \pm 375.1$	absent
Bangelem	$\frac{6}{4 \sim 8}$	heterogeneous	1~2	rarely	$26.2 \pm 3.9$	-	$1440.2 \pm 281.3$	exist
Kamasulan	$\frac{4}{3 \sim 7}$	heterogeneous	5~16	-	$174.1 \pm 57.6$	-	$1009.5 \pm 236.6$	exist

\*  $\frac{\text{average}}{\text{min.} \sim \text{max.}}$

Table 6. Specific gravity of woods.

Species	Specific gravity*		Bulk density ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
	Air-dried	Oven-dried	
Tamiang	$0.77 \pm 0.01$	$0.74 \pm 0.02$	$624 \pm 7$
Bangelem	$1.00 \pm 0.07$	$0.99 \pm 0.12$	$802 \pm 47$
Kamasulan	$0.86 \pm 0.01$	$0.84 \pm 0.01$	$688 \pm 12$

\* Specific gravity : wood weight at air(oven)-dried condition / wood volume at air(oven)-dried condition

Bangelem 및 Kamasulan은 0.8이상의 고비중재에 속하였으며, Tamiang은 중비중재에 속하는 수종이었다(筒本 等, 1975).

3.2.2. 收縮率

수축율의 대소 및 방향선은 제재후 건조에 의한 할열이나 휨 등과 관계가 크므로 목재를 이용하는데 매우 중요한 성질이다. 인도네시아산 미이용수종에 대한 방향별 전수축율, 기건까지의 수축율, 함수율 1%에 대한 평균수축율등을 조사한 결과는 Table 7과 같으며, 등급구분결과 3수종 모두 수축율이 큰 수종으로 판명되어 가공·이용시 주의가 요구된다(筒本 等, 1975).

3.2.3. 吸水量

방사, 접선, 횡단면에 대한 흡수량의 측정 결과는 Table 8과 같다.

흡수량은 단면별로는 방사면이 平均 0.040 ~ 0.084g/24hr·cm<sup>2</sup>, 접선면이 0.044~0.124g/24hr·cm<sup>2</sup>, 조사결과, 횡단면이 0.145~0.273 g/24hr·cm<sup>2</sup> 범위내로서 횡단면의 흡수량이 가장 많았다.

수종별에 의하면 Tamiang은 흡수량이 매우 커 가구재등 치수안정성이 요구되는 용도에는 부적합한 수종일 것으로 판단되며, Kamasulan 역시 흡수량이 큰 수종으로 사용에 주의를 요할 것으로 사료된다. Bangelem은 보통수준이었다(筒本 等, 1975).

Table 7. Shrinkage of woods.

Species	Shrinkage from green to oven dry (%)			Shrinkage from green to air dry (%)		
	Radial	Tangential	Longitudinal	Radial	Tangential	Longitudinal
Tamiang	5.46±0.89	10.42±0.41	0.42±0.05	2.90±1.48	4.14±1.15	0.18±0.05
Bangelem	7.18±0.32	9.75±0.30	0.61±0.13	3.20±0.44	3.44±0.47	0.25±0.04
Kamasulan	4.97±0.82	12.17±1.39	0.69±0.10	1.91±1.05	5.86±1.26	0.18±0.06

Species	Shrinkage per unit M.C. from air dry to oven dry (%)			Volumetric shrinkage (%)
	Radial	Tangential	Longitudinal	
Tamiang	0.187±0.059	0.466±0.108	0.018±0.004	15.67±0.84
Bangelem	0.287±0.037	0.457±0.044	0.033±0.011	16.75±0.34
Kamasulan	0.214±0.059	0.460±0.033	0.035±0.004	17.12±1.01

Table 8. Water absorption of woods.

Species	Radial section(g/cm <sup>2</sup> )	Tangential section(g/cm <sup>2</sup> )	Cross section(g/cm <sup>2</sup> )
Tamiang	0.084±0.024	0.124±0.036	0.273±0.034
Bangelem	0.040±0.007	0.044±0.012	0.145±0.026
Kamasulan	0.055±0.009	0.069±0.015	0.162±0.049

### 3.3. 機械的 性質

각 수종별의 기계적 성질을 조사한 결과는 Table 9와 같다.

조사된 3수종의 강도적 특성은 고비중재 그룹에 속하는 Bangelem과 Kamasulan 및 중비중재 그룹에 속하는 Tamiang은 남양재 강도등급 구분기준에서 볼 때 전반적으로 높은 강도를 가지는 수종으로 나타났다(筒本等, 1975). 기건비중에 대한 압축강도의 비로 표시되고 있는 형질상은 온대산 수종의 경우 평균치가 800~900으로 알려지고 있는데 Bangelem 및 Kamasulan은 열대산이지만 온

대산재의 평균치와 유사한 수종이며, Tamiang은 1,036으로서 다소 높게 나타나는 수종이었다.

### 3.4. 加工的 性質

#### 3.4.1. 鋸斷性

鋸車徑 1,050mm, 鋸車幅 1,300mm, 鋸車回轉數 750rpm의 半自動 送材車式 띠톱으로 구성된 製材 機를 使用하여 鋸斷性 시험을 하였다. 이 때의 톱 날은 두께 19BWG(1.06mm), 폭 130mm, 齒端角 45°, 齒高 13mm, 平均齒振幅 1.95mm이었으며, 鋸斷性 시험결과는 Table 10과 같다.

Table 9. Mechanical properties of woods.

Species	Static bending (kg/cm <sup>2</sup> )		Compression parallel to grain (kg/cm <sup>2</sup> )		Tension parallel to grain (kg/cm <sup>2</sup> )		Impact bending absorbed energy (kg m/cm <sup>2</sup> )		Shear strength (kg/cm <sup>2</sup> ) R*
	R*	R*	T*	C*	R*	T*	C*		
Tamiang	1,256±152		798±47		1,491±318			0.670±0.111	89±15
Bangelem	1,605±177		862±63		2,012±499			0.757±0.201	110±20
Kamasulan	1,252±152		724±76		1,219±410			1.198±0.201	94±14

Species	Cleavage resistance (kg/cm)		Nail withdrawal resistance(kg/cm)				Hardness (kg/mm <sup>2</sup> )			Quality index (σc/ru)
	R*	R*	T*	C*	R*	T*	C*			
Tamiang	28±6	3.3±0.5	2.5±0.4	2.5±0.4	24.4±3.1	39.0±2.5	23.8±2.8		1,036	
Bangelem	42±16	3.9±0.9	2.7±0.4	2.7±0.4	9.2±2.3	16.1±5.1	19.5±4.2		862	
Kamasulan	29±3	3.1±0.3	2.7±0.3	2.7±0.3	10.3±4.1	24.7±6.2	9.9±1.7		842	

\* R: Radial, T: Tangential, L: Longitudinal

Table 10. Sawing characteristics of logs.

Species	Plank portion of log*(%)	Feed speed, Depth of bite per tooth				Grade
		7 m/min.		14 m/min.		
		Wooly or fuzzy grain	Meandering (mm)	Wooly or fuzzy grain	Meandering (mm)	
Tamiang	I	1.0	0.4	1.5	0.6	moderate
	O	1.0		2.5		
Bangelem	I	1.0	0.6	2.0	1.4	poor
	O	1.0		2.0		
Kamasulan	I	2.5	0.5	4.0	1.4	poor
	O	3.0		4.0		

\* I : Inside wood(heartwood), O : Outside wood(Sapwood)

송재속도를 분당 7m와 14m로 구분하여 제재면에 나타나는 털숫음의 정도와 만곡도를 조사한 결과 3수종 모두 송재속도가 증가함에 따라 털숫음 및 만곡치도 따라서 증가하였다. 材種간에는 외층재가 내층재보다 털숫음이 많은 경향을 보였으며, 시험 수종 중 Bangelem 및 Kamasulan은 거단성이 불량한 수종으로 판명되었으며, Tamiang은 보통 수준이었다.

3.4.2. 乾燥性

100℃ 急速乾燥試驗으로 추정된 인도네시아산 미이용 3수종의 건조성은 Table 11에서 보는 바와 같이, 3수종 중 비중이 높은 Bangelem 및 Kamasulan이 Tamiang보다 내부할열이 다소 심하였으나 초기온도 조건에 의한 건조성은 3수종 모두 보통정도를 나타내었으며, 추정되는 건조스케줄은 Table 11과 같다.

3.4.3. 鉋削性

회전대패에 의한 鉋削加工性의 시험결과는 Table

12와 같다.

회전대패에 의한 포삭가공시 Tamiang은 털숫음이 심한 수종으로 나타났으며, 칼날의 수명에 관계되는 切削材長이 800m로서 만족할 수준은 아니지만 어느 정도 유지하고 있어 보통정도의 포삭특성을 지닌 수종이라고 할 수 있으며, Bangelem은 절삭면의 결점이 경미하고 절삭재장도 어느 정도는 유지하고 있으나 우수한 포삭특성의 기준이 되는 절삭재장 1,500m의 기준(筒本 等, 1975)은 충족치 못하고 있어 이 수종 역시 보통정도의 포삭특성을 지닌 수종이라고 할 수 있다. 한편, Kamasulan은 칼날의 수명과 가장 관계가 깊은 절삭재장이 500m에 불과하여 포삭성이 불량한 수종으로 판명되었다.

3.4.4. 壼加工性

壼가공성은 각 곡률반경별로 손상의 정도를 A, B, C로 구분하여 A가 3분 이상일 때壼가공이 가능한 것으로 판정하였다. 조사결과 Table 13에서 보는바와 같이 Tamiang은 아주 완만한 곡률반경에서도壼가공이 불량한 수종이었으며, Bangelem

Table 11. Drying characteristics(Quick drying at 100℃) of woods.

Species	Drying defects			Estimated drying schedule	Grade
	Initial check	Internal check	Collapse		
Tamiang	3	1	4	T <sub>5</sub> B <sub>3</sub>	moderate
Bangelem	3	2	4	T <sub>5</sub> A <sub>3</sub>	moderate
Kamasulan	3	3	4	T <sub>5</sub> B <sub>3</sub>	moderate

Table 12. Surfacing characteristics by planer of woods.

Species	Specific gravity	Moisture content(%)	Defects on cutting surface*			Planing length** (m)	Grade
			Torn grain	Fuzzy grain	Knife edge chipping		
Tamiang	0.77	14.11	+	+++	-	800	moderate
Bangelem	1.00	14.48	+	-	-	1,100	moderate
Kamasulan	0.86	14.76	+	-	-	500	poor

\* - : None, + : Slightly, ++ : Remarkable, +++ : Very remarkable

\*\* The length when defects occurred at 70% of defective pieces



Table 13. Bending processing characteristics of woods.

Species	Specific gravity	Radius of bending curvation* (cm)					Grade
		80	58	45	36	30	
Tamiang	0.77	ABCCC	CCCCC	CCCCC	-	-	poor
Bangelem	1.00	AAABB	BCCCC	CCCCC	-	-	poor
Kamasulan	0.86	AAABB	BCCCC	CCCCC	-	-	poor

\* A : Specimens with or without minor compressive failure in the concave side  
 B : Specimens bent with remarkable compressive failure  
 C : Specimens bent with breakage or tension failure

Table 14. Decay durability of woods.

Species	Weight loss (%)				Remarks
	<i>Tyromyces palustris</i>		<i>Trametes versicolor</i>		
	Inside wood	Outside wood	Inside wood	Outside wood	
Tamiang	23.51	25.86	31.08	37.58	• decayed coordination temp : 26±2℃ • R.H. : 70%RH • treated time : 60days
Bangelem	1.72	2.72	14.76	27.29	
Kamasulan	1.13	1.20	21.59	16.72	

과 Kamasulan 역시 곡률반경 80cm에서는 휨가공이 가능하였으나, 비교적 완만한 곡률반경 58cm에서 압축 및 인장파괴가 나타나므로 시험한 3수종의 휨가공성은 모두 불량한 것으로 판명되었다.

### 3.4.5. 耐朽性

인도네시아産 未利用 3樹種의 耐朽性を 파악하기 위하여 褐色腐朽菌인 *Tyromyces palustris*(부후개떡버섯)균과 白色腐朽菌인 *Trametes versicolor*(구름버섯)균의 2균주가 자라고 있는 배양기에 공시편을 세팅하고 26℃±2℃의 온도조건과 70%의 관계습도 조건에서 60일간 폭로한 후 중량감소를 조사하였으며, 그 결과는 Table 14와 같다.

실내 부후촉진시험에서 백색부후균의 구름버섯이 갈색부후균인 부후개떡버섯보다 높은 중량감소율을 보였다.

Tamiang은 갈색부후균과 백색부후균 모두에 대

해 내후성이 매우 약한 수종으로 이용시 부후가 예상되는 곳에 사용하는 것은 각별한 주의가 요구되는 수종이었으며, Bangelem 및 Kamasulan 역시 백색부후균에 의한 부후가 우려되는 수종으로 내구성을 필요로 하는 용도에서는 방부처리가 요구되고 있음을 알수 있다. 남양재의 내후성 등급구분 기준에 의하면 3수종 모두 내후성이 불량한 것으로 나타났다(簡本等, 1975).

### 3.5. 化學的 組成

樹種別 化學的 粗成分 分析結果는 Table 15와 같다.

이들 3수종의 냉수, 온수 및 알코올·벤젠 추출물 함량은 온대산 활엽수재 보다 다소 낮은 편이며, 특히 Tamiang과 Bangelem은 1% 가성소다 용액 추출물의 함량은 10.55%와 13.95%로 온대산 활엽수에 비하여 매우 낮으며 Kamasulan은 온대산

Table 15. Chemical components of woods.

Species	Extractives (%)				Ash (%)	Holo-cellulose (%)	Lignin (%)	Pentosan (%)
	Cold water	Hot water	1% NaOH	Alcohol-Benzene				
Tamiang	1.51	2.09	10.55	0.76	1.32	79.62	33.20	7.22
Bangelem	1.58	2.23	13.95	1.36	0.29	77.66	34.76	10.60
Kamasulan	1.90	2.04	18.33	2.30	0.93	72.22	33.86	9.79

활엽수에 비교할 때 낮은 편에 속한다. 회분함량은 Tamiang 수종이 1% 이상인 1.32%로 온대산 활엽수의 상수리나무(1.32%)와 비슷한 높은 함량을 가지고 있으며, Bangelem 수종은 열대산 활엽수로는 드물게 매우 낮은 0.29%의 회분함량을 나타내었다.

전섬유소 함량은 Tamiang 수종이 80% 정도로 온대산 활엽수와 비슷하며 Bangelem과 Kamasulan 수종은 77.66%와 72.22%로 다소 낮은 편이다. 리그닌 함량은 33%이상으로 매우 높은 함유량을 가지고 있어, 이들 수종을 화학펄프 원료로 이용할 때 탈리그닌화 하는데 사용되는 약품 소모량이 많아 질 것이므로 화학펄프 원료로 사용하기에 불리한 점을 가지고 있다. 헤미셀룰로오스에 해당하는 펜토산 함량은 3수종 모두 온대산 활엽수에 비하여 낮은 약 10%이하의 함유량을 가진 것으로 열대산 특유의 성질을 가지는 것으로 판단된다.

며 곁은 교착목리이다. 중비중재이며 강도는 강하나 수축성이 크고 내후성은 약하다. 거단성과 포삭성 및 건조성은 보통이나 휨가공성은 불량하다.

- Bangelem은 재색이 적갈색으로 심변재의 구분이 불분명한 산공재로서 나무갓이 거칠고 곁은 교착목리이다. 고비중재로 강도는 강하나 수축성이 크고 내후성이 약하다. 거단성과 포삭성 및 휨가공성은 불량하나 건조성은 보통이며 회분의 함량이 적다.
- Kamasulan은 재색은 적갈색으로 심변재의 구분이 불분명한 산공재로서 나무갓이 거칠고 곁은 교착목리이다. 고비중재로 강도는 강하나 수축성이 크고 내후성은 약하다. 건조성은 보통이나 거단성과 포삭성 및 휨가공성은 불량하다.

#### 4. 結 論

미이용 수종의 용도개발과 원료수종 확대를 위한 자료로 활용하고자 인도네시아産 未利用 樹種인 Tamiang(*Hydnocarpus woodii*), Bangelem(*Strombosia zeylanica*), Kamasulan(*Anisophyllea ferruginea*) 등 3수종에 대하여 해부학적 성질, 물리적 성질, 기계적 성질, 가공적 성질 및 화학적 성질 등 목재의 기초성질을 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- Tamiang은 재색이 황백색으로 심변재의 구분이 명료하지 않은 산공재로서 나무갓이 치밀하

#### 5. 參 考 文 獻

- 姜善求 等. 1982. 未利用 南洋材의 用途開發試驗(I). 林試研報 29 : 193~212.
- \_\_\_\_\_. 1983. 未利用 南洋材의 用途開發試驗(II). 林試研報 30 : 191~212.
- 未利用南洋材研究班. 1984. 未利用 南洋材의 用途開發試驗(III). 林試研報 32 : 111~134.
- \_\_\_\_\_. 1985. 未利用 南洋材의 用途開發試驗(IV). 林試研報 32 : 111~134.
- 朴相珍 等. 1994. 木材組織과 識別. 120~169쪽. 鄕文社. 서울, 韓國. 385쪽.
- 林業研究院. 1990. 標準林業研究實施要領.

- 217~440.
7. 趙在明 等. 1976. 未利用南洋材의 材質에 관한 試驗. 林試研報 23 : 57~74.
  8. \_\_\_\_\_. 1977. 未利用南洋材의 材質에 관한 試驗(Ⅱ). 林試研報 24 : 41~50.
  9. 鄭成鎬 等. 1992. 인도네시아産 未利用 樹種의 木材性質. 林研報 46 : 73~93.
  10. 鄭成鎬 等. 1996. 인도네시아産 未利用 樹種의 木材性質(Ⅱ). 山林科學論文集 54 : 171~187.
  11. 鄭成鎬 等. 2000. 인도네시아産 未利用 樹種의 木材性質(Ⅲ). 韓國家具學會誌 11(1) : 13~23.
  12. 筒本卓造 等. 1975. 南洋材の材質と加工性. pp 51~53. (社)日本林業技術協會. 東京, 日本. 64pp.
  13. Abdurahim Martawijaya *et al.* 1986. Indonesian Wood Atlas(Volume I). pp 10~166. Forest Products Research And Development Centre, Bogor, Indonesia. 166pp.
  14. \_\_\_\_\_. 1992. Indonesian Wood Atlas(Volume II). pp 6~168. Forest Products Research And Development Centre, Bogor, Indonesia. 168pp.
  15. Chong, Song-Ho. 1977. Wood properties of lesser-known species grown in Indonesia. 5~94.
  16. Nakano, T. *et al.* 1977. Properties of some Papua New Guinea woods relating with manufacturing process(Ⅲ). Physical properties of some East New Britain woods. Bull. Gov. For. Exp. Sta. 294 : 1~49.
  17. \_\_\_\_\_. 1978. Properties of some Papua New Guinea woods relating with manufacturing process(Ⅳ). Physical qualities, physical properties and decay durability of some West New Britain woods. Bull. Gov. For. Exp. Sta. 299 : 23~187.
  18. Sudo, S. *et al.* 1974. The properties of tropical woods 19 : Studies on the utilization of ten species from Kalimantan and New Guinea. Bull. Gov. For. Exp. Sta. 262 : 59~163.
  19. Suzuki, M. *et al.* 1977. Properties of some Papua New Guinea woods relating with manufacturing process : Lumber processing of some East New Britain woods(I). Plywood, particleboard, fiberboard, pulp and charcoal from some New Britain woods. Bull. Gov. For. Exp. Sta. 292 : 27~160.
  20. Tsutsumoto, T *et al.* 1972. The properties of tropical woods 17 : Studies on the utilization of seven species from New Guinea and Solomon Island. Bull. Gov. For. Exp. Sta. 244 : 115~208.