

국산 참나무속 수종(數種)의 위스키 원액 저장용 목통으로의 활용성 평가

김남훈 · 황원중

(강원대학교 산림과학대학 임산공학과)

Principal study of Korean oak woods for using whisky barrel

Kim, Nam-Hun · Hwang, Won-Joong

College of Forest Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

적 요

위스키 숙성용 목통으로서 한국산 참나무속 목재의 이용 가능성을 검토하기 위하여, 도관직경, 방사조직 밀도, 방사조직 높이, 타일로스스의 존재 유·무 등 해부학적 특성, 알콜 침지 중의 밀도 및 색농도 변화, 흡수량을 조사하였다. 본 실험에 사용된 참나무속 목재는 모두 환공재였고, 단열방사조직과 광방사조직으로 구성된 복합방사조직을 가지고 있었으며, 방사유세포는 대부분이 평복세포였다. 타일로스스는 루부라참나무를 제외한 공시재 모두에서 존재하였다. 목재밀도는 심재부 시료가 많이 감소하였으며, 알콜의 색농도는 수종별 차이는 있으나 떡갈나무와 갈참나무가 가장 짙은 색을 나타냈다. 흡수량은 변재가 심재보다, 접선단면이 방사단면보다, red oak가 white oak보다 더 크게 나타났다.

결론적으로 국산 참나무속 수종은 목통용재로 사용되는 외국산 white oak와 재질적으로 유사하여, 위스키 숙성용 목통으로 사용될 수 있을 것으로 판단되었다.

I. 서론

최근 생명의 숲가꾸기 운동 등 공공근로사업에 의해 소경재(일반적으로 직경이 15cm이하인 재를 말함)의 생산이 크게 증가하고 있다. 현재 국내 목재사용량의 자급율은 약 13%에 불과한 실정이며, 더구나 그 중의 71%정도는 간벌작업에서 얻어지는 소경재이다.(이춘택, 1993) 그러나 이들 소경재는 재질면에서 보면 대부분이 미성숙재로 이루어져 있어 물리적, 역학적 성질 등의 재질이 성숙재보다 크게 떨어지는데, 특히 수축과 팽윤의 이방성이 커서 건조과정이나 마

무리 가공할 때 할렬, 뒤틀림 등의 결점발생 확률이 높다. 따라서 소경재의 용도는 펄프용재, 갭목재, 표고자목 등 일반적으로 한정된 용도로 사용되고 있을 뿐 새로운 용도 개발이 이루어지지 않아 많은 양이 화목으로 사용되거나 버려지고 있는 실정이다.

위스키 원액은 White Oak의 목통에 장기간 저장하여 숙성시키는데, 무색투명하고 알콜 특유의 향을 갖는 위스키 원액이 저장 후 황갈색의 향이 풍부한 위스키로 숙성된다. 즉 어떤 위스키 원액을 어떤 목통에 넣어 어떠한 환경에서 저장하는가에 따라 위스키의 맛과 향이 결정된다(백승택, 1987; 지일선, 1996; 지일선, 1985). White oak가 위스키 저장용 목통으로

사용되는 이유로서는 도관내에 tylosis가 존재하여 저장액의 증발을 억제하는 것과 위스키가 독특한 맛, 색 및 향기를 갖게 하는 추출성분(배영수, 1993; Omori, 1991)이 함유되어 있는 것이 일반적으로 알려져 왔다.

위스키는 목통의 크기에 따라서 용량당 목통내의 표면적이 다르기 때문에 숙성속도에 영향을 미친다. 증류 직후의 위스키는 알콜 농도 55~70%로서 각기 다른 알콜 농도에 따라 목통에서 용출되는 성분의 균형이 달라진다. 또한 목통내 저장후의 온도나 습도도 숙성환경에 관여하는데 온도가 높으면 많은 변화가 빨리 진행하게 된다(백승락, 1987; 지일선, 1996; 지일선, 1985).

최근 한국의 주류 시장은 큰 변화를 겪고 있다. 그 중에서도 프리미엄 브랜드를 선호하는 고급화 지향의 경향과 위스키 시장의 급속한 성장은 주목할만한 부분이다. 최근 조사에 따르면 소주의 소비자 선호율이 계속 감소하는 추세에 있으며 맥주는 소량의 감소 추세에 있다. 그러나 위스키의 경우는 향후 선호율이 지속적으로 증가할 것으로 보고 되고 있다(김동주, 1996). 그러나 현재 우리나라에서 유통되고 있는 위스키는 수입품이거나 국산이라 할지라도 거의 외국산 원액과 브랜드화한 위스키이며, 원액저장용 목통도 전량 수입하고 있는 실정이다.

따라서 본 논문에서는 국산 참나무재가 위스키 숙성용 목통으로 이용될 수 있는가 하는 가능성을 검토하기 위하여 우선 국산 White Oak류의 해부학적 특성, 흡수량, 밀도 및 알콜의 색변화 등을 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시재료

본 실험에서는 강원대학교 연습림에서 채취한 White Oak류 4수종(신갈나무, 떡갈나무, 갈참나무, 굴참나무)과 강원대학교 묘포장에서 채취한 Red Oak류인 루브라 참나무를 재료로 사용하였다(Table 1). 또한 숙성에 필요한 알콜 원액(95%)은 국내 모 주류회사에서 제공받아 사용하였다.

Table 1. Sample Trees

Scientific name	Common name	Tree ages
<i>Quercus mongolica</i> Fisch.	신갈나무	37
<i>Quercus dentata</i> Thunb.	떡갈나무	52
<i>Quercus aliena</i> Blume	갈참나무	25
<i>Quercus variabilis</i> Blume	굴참나무	38
<i>Quercus rubra</i> Linn.	루브라	9

2. 실험 방법

가. 세포조직 관찰용 시편 제작 및 측정

해부학적 특성을 조사하기 위한 슬라이드는 상법(일본목재학회, 1985)으로 제작한 후 광학현미경(ZEISS Standard 25)과 화상분석기(BMI)를 이용하여 관찰 및 측정하였다. 횡단면에서의 Tylosis 관찰은 주사전자현미경(JEOL, JMS-5410)을 이용하였다. 공권부와 공권외부의 도관직경, 방사조직의 밀도(1mm당 방사조직 수), 방사조직의 높이(유세포 수), 방사유세포의 길이를 각각 50회씩 측정하여 평균값을 나타내었다. 여기서 방사조직의 밀도와 높이 측정은 단열방사조직만을 대상으로 하였다.

나. 위스키 숙성용 시료 제작 및 측정

각 수종마다 2.0cm 2.0cm 2.0cm로 위스키 숙성용 시료를 제작한 후, 어두운 실온에서 Alcohol (95%)에 1개월간 침적하여 침적 전·후의 기건질량, 비중, 부피의 변화량을 측정하였다. 또한 수종간 위스키의 색농도 변화를 확실히 알아보기 위하여 2차 시료를 다시 2개월간 교체, 침적하였다.

다. 흡수량 측정

공시재의 흡수량은 KS F 2204(한국공업규격, 1999)에 따라 시료를 제작한 후 증류수에 7일간 침적하여 측정하였다. 이때 매일 1회씩 중량을 측정하여 흡수량의 변화를 관찰하였고, 다음 식에 의해 흡수량을 계산하였다(한국공업규격, 1999).

$$\text{흡수량} = \frac{W_2 - W_1}{A} (\text{g/cm}^3)$$

W₁ : 방수 후의 공시체의 무게 (g)
 W₂ : 침수 완료 직후의 공시체의 무게 (g)
 A : 흡수면의 총면적 (cm²)

II. 결과 및 효과

1. 공시수종의 해부학적 특성

5수종 모두 환공재로서, 공권부의 관공배열은 1~2

열 또는 2~3열이었으며, 공권외부 소관공의 배열은 대부분이 방사상 배열로 관찰되었다. 또한 방사조직은 단일방사조직과 광방사조직의 복합방사조직을 보여주었으며, 방사유세포는 대부분 평복세포로 관찰되었다. 공권부(조재부)와 공권외부(만재부)의 도관직경, 방사조직의 밀도, 방사조직의 높이, 방사유세포의 길이는 Table 2에 보여주었다.

국내산 참나무재에서, 번·심재부의 공권부 도관직경은 갈참나무가 218.42~268.87 μm , 182.40~255.21 μm 로서 가장 작았고, 떡갈나무가 가장 큰 것으로 관찰되었다. 변재부의 공권외부 도관직경은 31.09~55.58 μm 로

Table 2. Anatomical characteristics of Korean oak woods.

			Earlywood vessel diameter(μm)	Latewood vessel diameter(μm)	Uniseriate ray spacing (number/mm)	Uniseriate ray height (number)	Length of ray parenchyma cell(μm)	Tylosis
<i>Q. mongolica</i>	sap-wood	average	245.24	33.98	11.88	10.86	59.57	present
		range	68.3~344.8	20.4~68.3	9~15	4~15	41.29~89.29	
		SD	47.598	8.936	1.803	2.796	10.381	
	heart-wood	average	197.02	41.19	10.86	8.32	41.68	present
		range	128.6~266.9	18.6~69.8	8~15	5~16	26.99~58.37	
		SD	28.116	13.038	1.772	2.737	7.001	
<i>Q. dentata</i>	sap-wood	average	268.87	31.09	12.70	10.70	52.67	present
		range	171.4~359.7	17.2~51.2	10~16	4~20	35.32~93.49	
		SD	53.406	7.005	1.421	3.829	10.994	
	heart-wood	average	255.21	27.31	10.74	11.14	41.26	present
		range	135.9~312.5	18.2~39.8	7~15	6~22	29.77~59.92	
		SD	40.091	4.930	1.735	3.625	8.903	
<i>Q. aliena</i>	sap-wood	average	218.42	44.58	16.07	13.82	73.43	present
		range	138.2~305.0	19.0~97.2	13~20	6~23	47.63~141.30	
		SD	35.722	5.450	1.700	3.908	18.848	
	heart-wood	average	182.40	36.45	15.14	13.88	55.81	present
		range	95.2~278.1	16.3~90.5	10~20	8~27	31.36~88.54	
		SD	41.589	16.166	2.267	4.212	14.327	
<i>Q. variabilis</i>	sap-wood	average	229.61	55.58	8.10	8.20	62.33	present
		range	101.0~316.6	19.9~81.0	6~11	5~14	35.72~101.62	
		SD	51.227	35.372	1.256	2.330	15.795	
	heart-wood	average	224.22	51.88	12.46	9.51	52.01	present
		range	171.5~302.6	23.4~88.0	9~17	6~20	28.98~72.62	
		SD	33.428	14.183	1.752	2.894	10.954	
<i>Q. rubra</i>	average	145.52	39.40	15.40	10.42	49.02	absent	
	range	111.7~211.2	19.6~59.1	12~20	5~21	24.63~68.26		
	SD	17.914	9.572	1.895	3.435	10.554		

떡갈나무가 가장 작고 굴참나무가 가장 컸으며, 심재부에서는 27.31~51.88 μm 로 떡갈나무가 가장 작고, 굴참나무가 가장 컸다. 변재부의 방사조직 밀도는 8.1~16.1(개/mm)로서 굴참나무가 가장 낮았고 갈참나무가 가장 높았으며, 심재부에서는 10.7~15.1(개/mm)로 떡갈나무가 가장 낮았고 갈참나무가 가장 높았다. 변재부의 방사조직 높이는 8.2~13.8(개)로 굴참나무가 가장 낮았고, 갈참나무가 가장 높았으며, 심재부에서는 8.3~13.9(개)로 신갈나무가 가장 낮았고, 갈참나무가 가장 높았다. 변재부에서의 방사유세포 길이는 변재부 52.67~73.43 μm , 심재부 41.26~55.81 μm 로서 변재부가 다소 길었으며, 수종별로는 떡갈나무가 가장 짧고 갈참나무가 가장 긴 것으로 나타났다. 또한 도입 수

종인 루브라 참나무는 수령이 9년생인 것을 감안하여 국내산 수종의 심재부와 비교하였다. 공권부 도관직경은 루브라가 145.52 μm 로 갈참나무보다 작았으며, 공권외부 도관직경은 39.40 μm 로서 떡갈나무보다 크고 굴참나무보다 작은 중간값을 보여주었다. 루브라의 방사조직 밀도는 15.4(개/mm)로 국내산 수종중 가장 큰 값을 나타내는 갈참나무보다 컸으며, 방사조직의 높이는 10.4(개)로 신갈나무보다 크고 갈참나무보다 작은 값을 보여주었고, 방사유세포의 길이는 49.02 μm 로 떡갈나무보다 크고 갈참나무보다 작았다.

Fig. 1~5는 공시목의 각 단면을 주사전자현미경과 광학현미경으로 관찰한 것이다. 국산 참나무재 4수종은 도관내에 Tylosis가 현저히 존재하였으나, 루브라

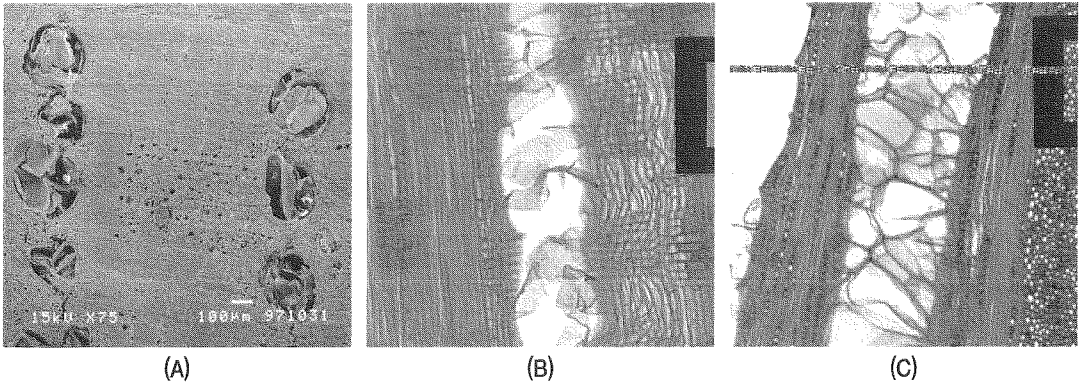


Fig. 1. Scanning electron micrograph(A) and optical micrographs(B, C) of *Q. mongolica*.
(A : Cross section, B : Radial section, C : Tangential section)

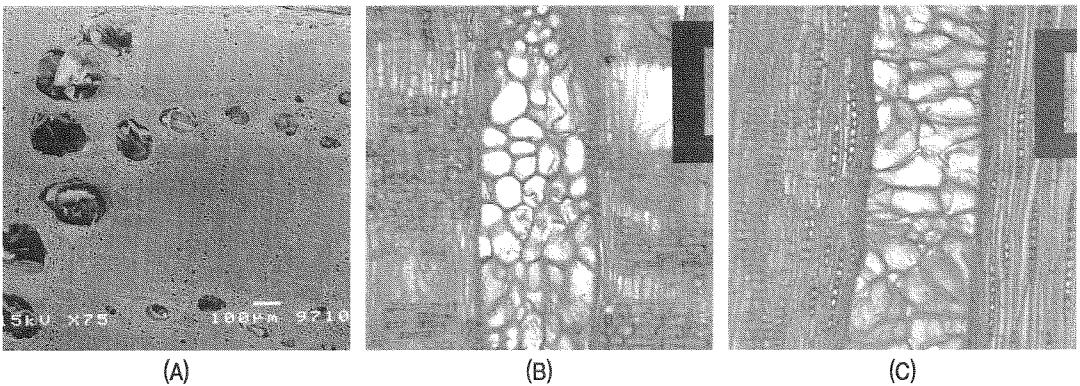


Fig. 2. Scanning electron micrograph(A) and optical micrographs(B, C) of *Q. variabilis*.
(A : Cross section, B : Radial section, C : Tangential section)

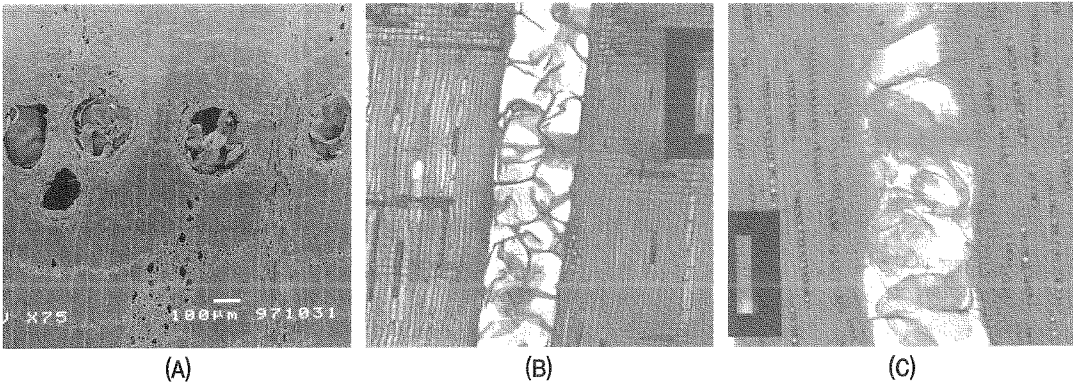


Fig. 3. Scanning electron micrograph(A) and optical micrographs(B, C) of *Q. dentata*.
(A : Cross section, B : Radial section, C : Tangential section)

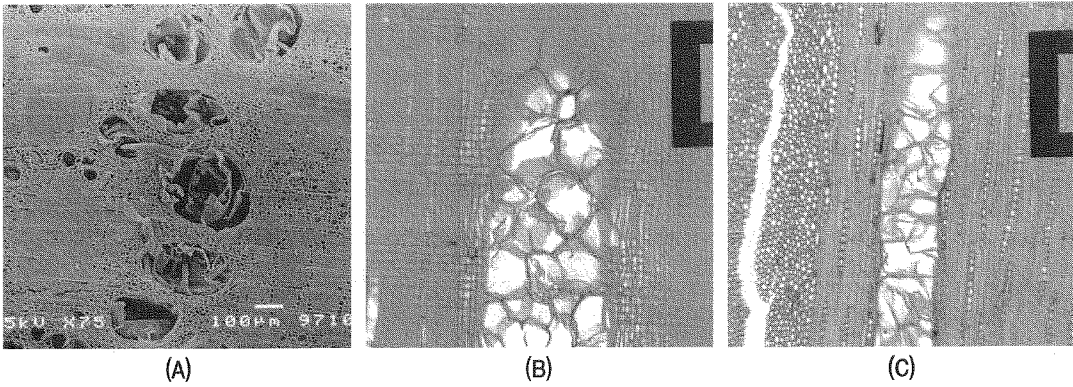


Fig. 4. Scanning electron micrograph(A) and optical micrographs(B, C) of *Q. aliena*.
(A : Cross section, B : Radial section, C : Tangential section)

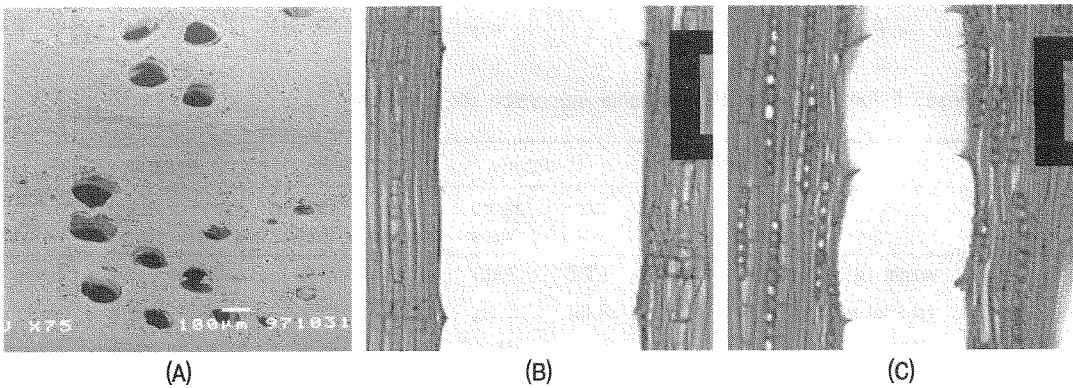


Fig. 5. Scanning electron micrograph(A) and optical micrographs(B, C) of *Q. rubra*.
(A : Cross section, B : Radial section, C : Tangential section)

참나무에서는 Tylosis가 관찰되지 않았다. 굴참나무, 신갈나무, 갈참나무, 떡갈나무의 도관내 Tylosis의 존재는 Saitoh(1992), Saitoh(1993), 이원용(1997), 박충식 등(1997), 김남훈(1999)의 연구에서도 확인되었다.

2. 위스키 숙성용 시료의 밀도변화 및 색농도

위스키 숙성용 시료를 1개월간 침지시킨 후 변화된 밀도는 Table 3에 보여주었다. 국산 참나무 중 떡갈나무를 제외한 나머지는 모두 심재에서 많이 감소하였으나, 루브라의 밀도는 거의 변화가 없었다. 이는 White Oak와 Red Oak간의 해부학적 및 화학적 특성의 차이에 따른 결과로 생각되며 루브라가 9년생의 어린 나무인 것도 배제할 수 없는 요인으로 생각된다.

침지 완료 후 위스키의 색농도는 떡갈나무를 제외한 모든 수종에서 변·심재별로 큰 차이가 없었으나, 전체적으로 떡갈나무 심재 > 떡갈나무 변재 > 갈참나무 심재 > 갈참나무 변재 > 신갈나무 변재 > 신갈나무 심재 > 굴참나무 변재 > 굴참나무 심재 > 루브라 순으로 황갈색을 보여주었다. 수종별, 변·심재별 색농도 차이는 Table 4와 Fig 6에 나타내었다. 문창국(1982)은 지리산에서 생장한 굴참나무와 졸참나무의 화학적 조성 중 冷水, 熱水추출물의 양은 변·심재간 거의 차이가 없었으나, Alcohol-benzol 추출물은 굴참나무(변재부 4.89%, 심재부 2.96%)와 졸참나무(변재부 3.93%, 심재부 3.51%)의 변재부가 다소 높았고, 리그닌의 양은 굴참나무 변재부 21.76%, 심재부

18.14%이며, 졸참나무 변재부 14.11%, 심재부 19.19%로 보고하여 색농도에 관여하는 성분의 검토는 더 필요할 것으로 생각된다.

Table 4. Color comparison

	Dark ← color	Yellow brown ← Light color
Species	<i>aQ. d.</i> > <i>Q. m.</i> > <i>Q. a.</i> > <i>Q. v.</i> > <i>Q. r.</i>	
Sapwood	<i>Q. m.</i> > <i>Q. d.</i> > <i>Q. a.</i> > <i>Q. v.</i>	
Heartwood	<i>Q. d.</i> > <i>Q. m.</i> > <i>Q. a.</i> > <i>Q. v.</i>	
Sapwood and Heartwood	Heartwood > Sapwood	

3. 흡수량 측정결과

Fig. 7~12는 흡수량 결과를 그래프로 나타낸 것이다. 흡수량은 대체적으로 2일까지 증가하였고 점차적으로 일정하게 나타났다. 변·심재부 및 단면별 흡수량의 차이는 변재부 접선단면, 변재부 방사단면, 심재부 접선단면, 심재부 방사단면 순으로 변재부가 심재부보다 크고, 접선단면이 방사단면보다 크게 나타났다. 또한 7일 경과 후 흡수량은 루브라 참나무가 가장 큰 흡수량을 나타내었는데, 그 이유는 해부학적 특성의 하나로서 Tylosis가 존재하지 않기 때문에 도관에서 흡수할 수 있는 양이 많았던 것으로 생각된다.

IV. 결론

본 연구에서는 “국산 참나무재가 위스키 숙성용 목통으로 이용될 수 있는가?”에 대한 가능성을 검토

Table 3. Density before and after 95% alcohol immersion for 1 month

		<i>Q. mongolica</i>		<i>Q. dentata</i>		<i>Q. aliena</i>		<i>Q. variabilis</i>		<i>Q. rubra</i>
		sap-wood	heart-wood	sap-wood	heart-wood	sap-wood	heart-wood	sap-wood	heart-wood	
Control (First samples)	weight (g)	6,527	6,927	6,745	7,410	7,200	7,865	7,331	7,958	5,864
	volume (cm ³)	8,816	8,751	8,451	8,335	8,501	8,735	8,256	8,507	8,291
	density (g/cm ³)	0,740	0,792	0,798	0,889	0,847	0,902	0,888	0,953	0,708
Immersed samples for one month	weight (g)	5,969	6,088	6,128	6,977	6,631	6,914	6,884	6,757	5,615
	volume (cm ³)	8,352	8,064	7,767	8,005	8,083	8,179	7,825	7,558	8,063
	density (g/cm ³)	0,714	0,755	0,789	0,881	0,820	0,850	0,880	0,894	0,697

하기 위하여 먼저 국산 White Oak류의 해부학적 특성, 밀도와 알콜색의 변화 그리고 흡수량을 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. White Oak제 4수종(신갈나무, 떡갈나무, 갈참나무, 굴참나무)과 Red Oak제인 루브라는 모두 환공재였으며, 단열방사조직과 광방사조직으로 구성된 복합방사조직을 가지고 있었고, 방사유세포는 대부분이 평복세포로 구성되어 있었다.

2. 타일로시스는 White Oak제에서 존재하고 있지

만, Red Oak제인 루브라에서는 존재하지 않았다.

3. 국산 참나무종 떡갈나무를 제외한 나머지는 모두 심재에서 많이 감소하였으나, 루브라의 밀도는 거의 변화가 없었다.

4. 위스키의 색농도는 전체적으로 떡갈나무심재 > 떡갈나무변재 > 갈참나무심재 > 갈참나무변재 > 신갈나무변재 > 신갈나무심재 > 굴참나무변재 > 굴참나무심재 > 루브라 순으로 농후한 황갈색을 보여주었다.

5. 흡수량은 변재가 심재보다, 접선단면이 방사단면보다, Red Oak가 White Oak보다 더 크게 나타났다.

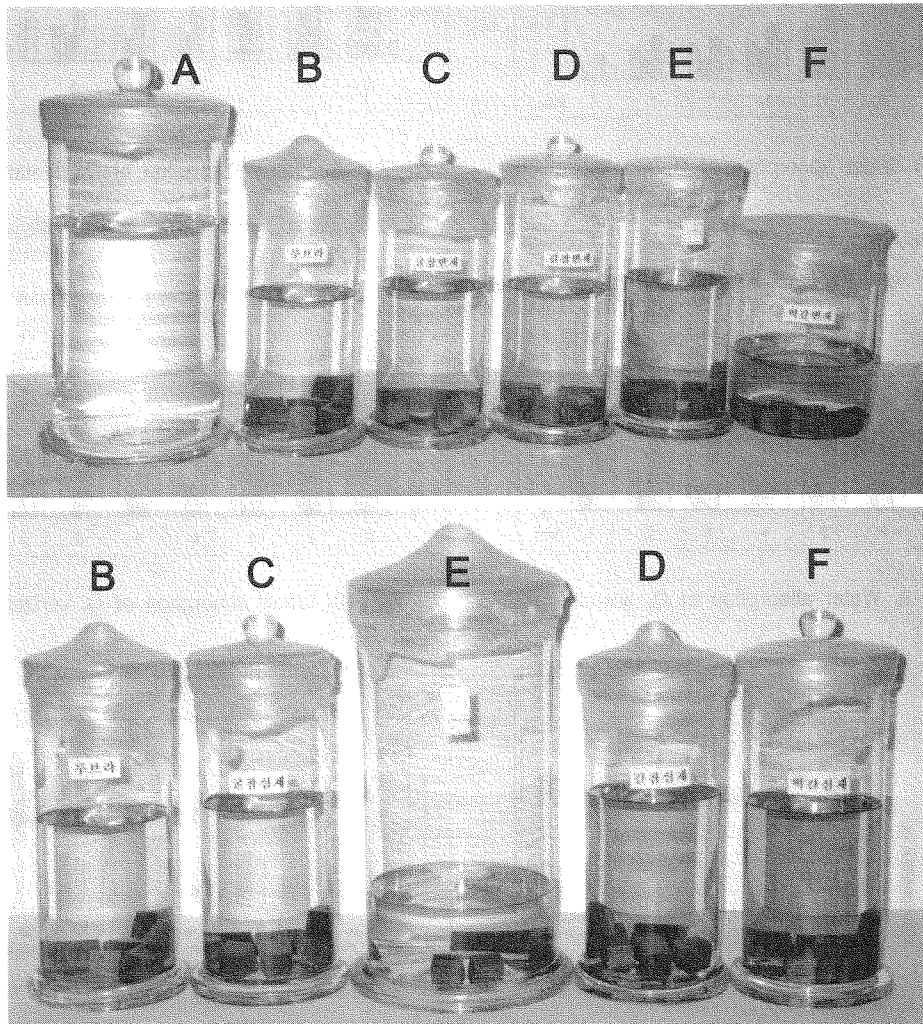


Fig 6. Color change of alcohol in different *Quercus* spp. (Top: sapwood, Bottom: heartwood)
 A: alcohol(95%) B: *Q. rubra* C: *Q. variabilis* D: *Q. mongolica* E: *Q. aliena* F: *Q. dentata*

이상의 결과는 외국산 White Oak계의 해부학적 및 물리적 특성과 유사한 것으로 판단되었다. 따라서, 한국산 White Oak류가 위스키 숙성용 목통으로 사용될 수 있을 것으로 판단되었다. 그러나 숙성조건에 맞는

온도와 습도 등관 관련된 다른 인자와, 보다 장시간 숙성시키는 과정 등에 관한 연구는 금후 계속적으로 이루어져야 할 것으로 생각된다.

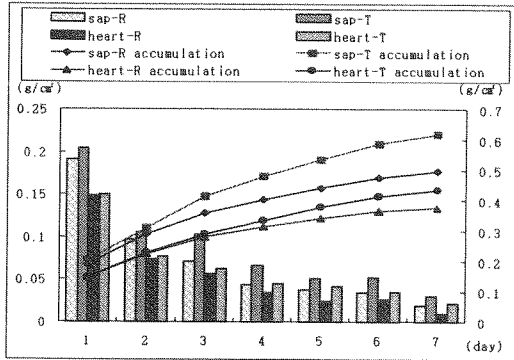


Fig. 7. Water absorption of *Q. mongolica*

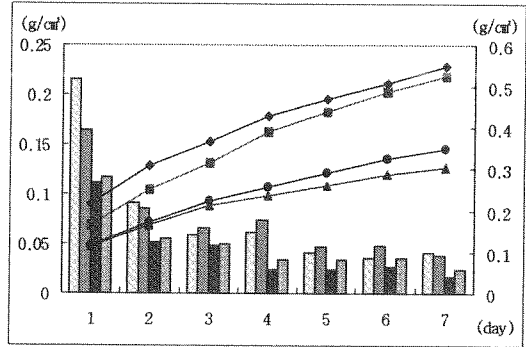


Fig. 8. Water absorption of *Q. dentata*

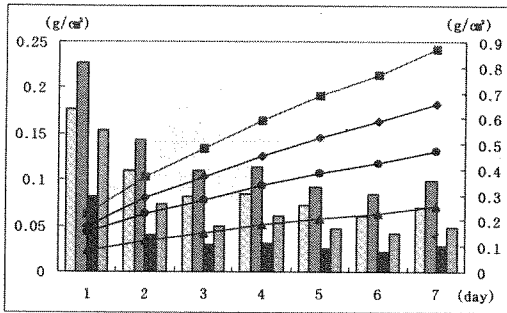


Fig. 9. Water absorption of *Q. aliena*

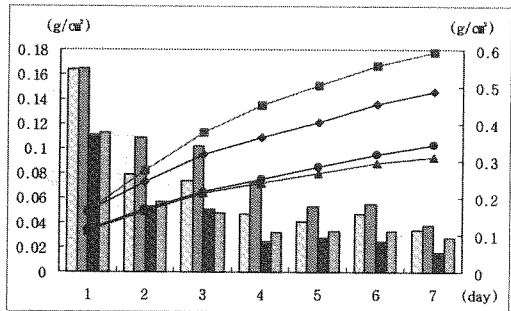


Fig. 10. Water absorption of *Q. variabilis*

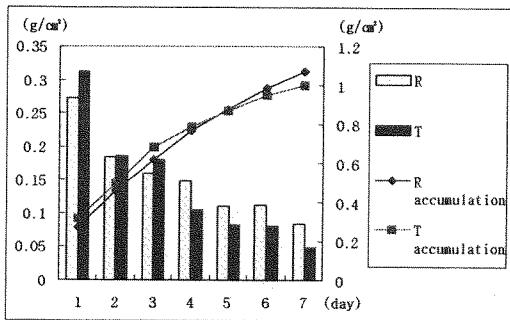


Fig. 11. Water absorption of *Q. rubra*.

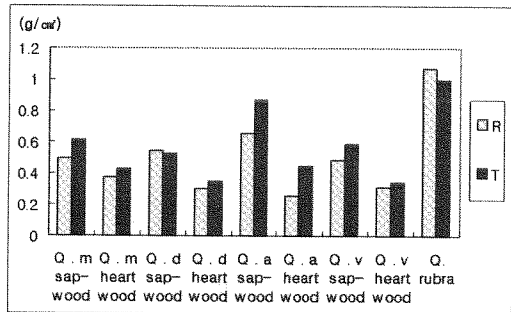


Fig. 12. Water absorption of different wood samples immersed for 7 days

참고 문헌

1. 김동주(1996), 위스키 시장의 현황과 전망, 酒類工業 16(4):42~47.
2. 김남훈, 황원중, 박완근, 최인화(1999), 위스키 원액 저장용 목통으로 이용하기 위한 국산 참나무속 數種의 기초재질 평가, 한국임산에너지학회, 99학술연구발표회.
3. 문창국(1982), 智異山産 굴참나무材와 졸참나무材의 化學的 組成, 한국임학회지 58:23-26.
4. 박충식, 안민선, 허준호, 김대영, 이원용(1997), 참나무과수종의 Tylosis 형태, 강원대학교, 목재과학지 16:3~13.
5. 배영수(1995), 참나무의 추출 성분, 숲과 문화연구회, pp.208-212.
6. 백락승(1987), 위스키 개관, 酒類工業 7(2):24-28.
7. 이원용(1997), 한국산 목재의 조직구조, 향문사, pp.80-85.
8. 이춘택(1993), 소경재의 이용방안, 한국목재공학 21(1):65-73.
9. 지일선(1996), 우리나라 주류제조 현황과 제품개발 과제 I, 酒類工業 16(2):56-71.
10. 지일선(1985), 위스키원주의 제조 관리에 관하여, 酒類工業 5(1):49-66.
11. 韓國工業規格(1999), KS F 2204, 목재의 흡수량 측정 방법.
12. 日本木材學會·物理·工學編編輯委員會(1985), 木材科學實驗書 I, 物理·工學編, 中外産業, pp.53-94.
13. Omori, S., F. Nishimoto and K. Taneda(1991), The Extractives Components of Oak Heartwood and Commercial Whisky, Mokuzai Gakkaishi 37(1):82-87.
14. Tomoko Saitoh, Jun Ohtani & Kazumi Fukazawa(1992), SEM Observations on the Occurance and Morphology of Tylosis, Mokuzai Gakkaishi 38(3):215-221.
15. Tomoko Saitoh, Jun Ohtani & Kazumi Fukazawa (1993), The occurrence and morphology of Tylosis and Gum in the vessels of japanese hardwoods, IAWA journal, 14(4):359-371.