위스키 원액 저장용 木桶으로 이용하기 위한 국산 참나무속 數種의 기초재질 평가

김남훈, 황원중*, 박완근, 최인화
강원대학교 산림과학대학

I. 緖 論

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 소비자 개인의 기호에 의한 주류 선호도의 다양화에 의해 위스키의 경우는 향후 선호율이 지속적으로 증가할 것으로 보고되고 있다.

위스키 원액은 white oak류 목통에 담가 장기간 저장하여 숙성시키는데 저장 전 무색 투명하고 알콜 특유의 향을 갖는 위스키 원액이 저장 후 황갈색으로서 향이 풍부한 위스키로 숙성된다. 즉 어떤 위스키 원액을 어떤 목통에 넣어 어떠한 환경에서 저장하는가에 따라 위스키의 맛과 향이 결정된다.

White oak가 위스키 저장용 목통으로 사용되는 이유로서는 도관내에 tylosis가 존재하여 저장액의 증발을 억제하는 것과 위스키가 독특한 맛, 색 및 향기를 갖게 하는 추출성분이 함유되어 있는 것이 일반적으로 알려져 왔다. Omori 등, Sato 등은 위스키와 목재성분의 관련성에 관하여 흥미있는 결과를 보고하고 있다.

앞에서 언급한 바와 같이 국내의 위스키 수요는 증가추세에 있으나 위스키 원액은 거의 수입에 의존하고 있는 실정이다. 이러한 상황에서 양질의 위스키 원액의 숙성을 위한 국내기술의 개발이 필요한 것으로 생각되는데 그 중 가장 중요한 요소의 하나가 숙성용 목통의 준비이다. 따라서 본 실험에서는 국산 참나무류의 위스키 숙성용 목통으로의 이용 가능성을 검토하기 위하여 주요 white oak류 4수종을 선정하여 목재조직을 관찰하고, 흡수성과 위스키 원액의 색의 변화를 조사하였다. 또한 비교를 위하여 red oak류 1수종의 성질을 조사하였다.

II. 材料 및 方法

2.1 供試木

실험목은 Table 1과 같이 강원대학교 연습림에서 채취한 white oak류 4수종과 강원대학교 묘포장에서 채취한 red oak류 1수종을 사용하였다. 숙성에 필요한 alcohol (95%)은 국내 모 주류회사에서 지원을 받아 사용하였다.

Table 1. Sample Trees

Scientific name	Common name	Tree ages
Quercus mongolica Fisch(Q.m.)	신갈나무	37
Quercus dentata Thunb(Q.d.)	떡갈나무	52
Quercus aliena Blume(Q.a.)	갈참나무	25
Quercus variabilis Blume(Q.v.)	굴참나무	38
Quercus rubra Linn(Q.r.)	루브라	9

2.2 實驗方法

2.2.1 목재조직 관찰 시편 제작 및 측정

각 수종의 시료를 각 방향별로 L:R:T=3.0㎝×1.0㎝×1.0㎝의 크기로 채취하여 상법으로 연화 처리한 후 프레파라아트를 제작하여 화상분석기(BMI-PLUS)로 관찰 및 측정하였다. 또한 tylosis의 관찰을 위해 주사전자현미경(JEOL, Model JMS-5410)을 이용하였다.

공권부와 공권외부의 도관직경, 방사조직의 밀도(1㎜당 방사조직 수), 방사조직의 높이(유세포 수), 방사유세포의 길이를 각각 50회씩 측정하여 평균값을 나타냈다. 여기서 방사조직의 밀도와 높이 측정은 단열방사조직만을 대상으로 하였다.

2.2.2 위스키 숙성용 시료 제작 및 측정

각 수종별, 심·변재별로 2.0㎝×2.0㎝×2.0㎝의 시료를 제작한 후 1000㎖의 alcohol (95%)에 침적하여 어두운 실온에서 1개월(1997. 8. 4.~9. 4.)동안 숙성 후 침적 전과 후의 기건질량, 비중, 부피의 변화량을 측정하였다. 또한 수종간 위스키의 색농도 변화를 확실히 알아보기 위하여 2차 시료를 제작하여 다시 2개월(1997. 9. 4.~11.10)동안 교체, 침적하여 관찰한 후 다시 동일한 장소에 보관하였다.

2.2.3 흡수량 측정

방사·접선단면의 흡수량을 측정하였다. 위스키 숙성시료와 동일한 치수로 시료를 제작하여 측정단면 이외의 면은 파라핀으로 도포하고 증류수에 7일간 침적한 후 다음의 공식을 이용하여 측정하였다.

$$\text{흡수량} = \frac{W_2 - W_1}{A} \quad (g/㎠)$$

W_1 : 방수 후의 공시체의 무게 (g)　　W_2 : 침수 완료 직후의 공시체의 무게 (g)

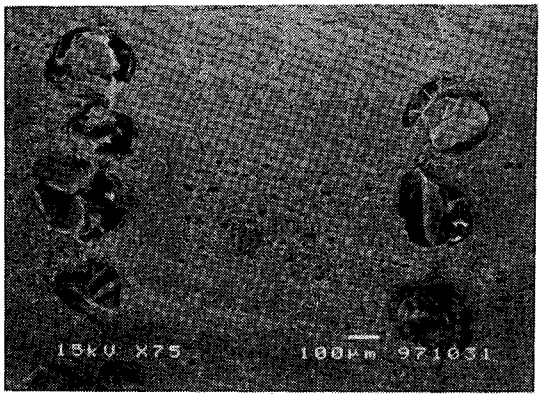
A : 흡수면의 총면적 (㎠)

3. 結果 및 考察

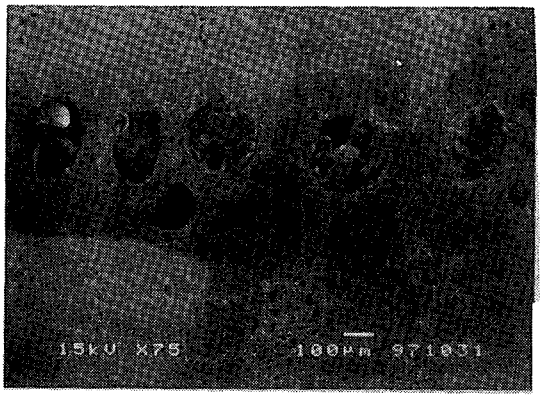
3.1 목재조직 관찰

공시된 5수종 모두 환공재로서 공권의 관공배열은 1~2열 또는 2~3열로 나타났고, 공권외 소관공의 배열은 대부분이 방사상 배열로 관찰되었다. white oak 4수종은 모두 변·심재의 도관내에 tylosis가 존재하였으며 red oak인 루브라 참나무는 존재하지 않았다. 또한 방사조직은 단열방사조직과 광방사조직의 복합방사조직으로 나타났으며, 방사유세포의 대부분이 평복세포로 관찰되었다. 공권부(조재부)와 공권외부(만재부)의 도관직경, 방사조직의 밀도(1㎜당 방사조직 수), 방사조직의 높이(유세포 수), 방사유세포의 길이를 측정한 결과는 Table 2와 같다.

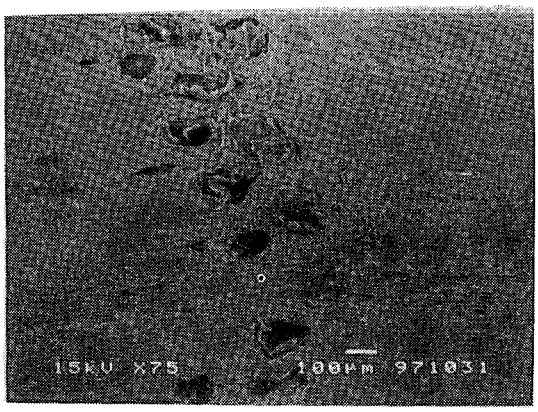
일반적으로 tylosis는 위스키 숙성 과정에 있어서 품질에 특별한 영향을 미치는 것이 아니라 도관을 통한 수분과 알콜등이 증발되는 것을 방지해 주는 역할을 하는 것으로 알려져 있다. Red oak수종은 위스키 숙성용이나 기타의 저장용 목통으로 사용하지 않는데, 그 이유는 본 실험 결과와 같이 Fig. 1에 나타났듯이 white oak 수종은 도관마다 tylosis가 존재하는 반면, red oak의 도관내에는 tylosis가 없는 관계로 수분을 비롯한 휘발성분 등이 유출됨으로 인해 위스키나 기타 저장물질이 손실되거나 품질이 떨어지기 때문이라고 생각된다. 따라서 tylosis의 많고 적음이 위스키 숙성용 저장통의 중요인자로 작용하는 것으로 생각된다.



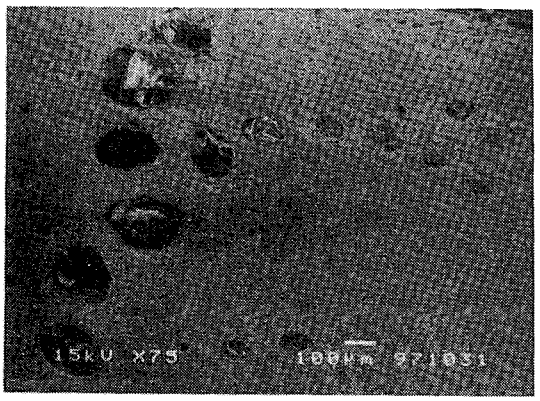
Quercus mongolica



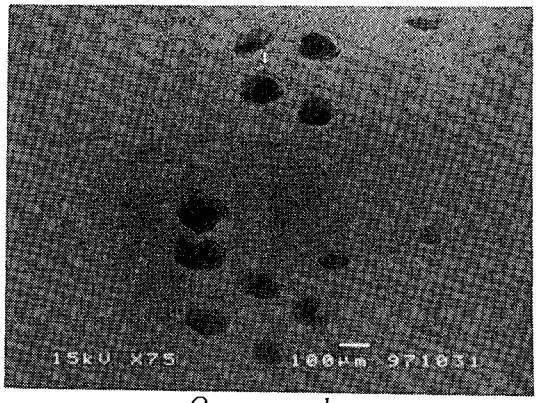
Quercus dentata



Quercus aliena



Quercus variabilis



Quercus rubra

Fig.1 Photograph of sample woods in SEM.

3.2 위스키 숙성용 시료의 밀도변화

위스키 숙성용 시료의 질량, 부피, 비중의 측정값과 한달 후 침적 완료된 1차 시료의 감소량 변화는 Table 3과 같다. 떡갈나무를 제외한 나머지는 모두 심재에서 많은 감소량을 나타내었다. 그리고 루브라 참나무의 경우 다른 수종에 비해 적은 값을 나타내고 있는데, 이는 white oak와 red oak간의 해부학적 차이와 추출물의 함유량에 따른 결과인 듯 하며 루브라가 9년생의 유령목인 점도 배제 할 수 없을 것으로 생각된다.

Table 2. Anatomical characteristics of sample woods.

			earlywood vessel diameter (㎛)	latewood vessel diameter (㎛)	uniseriate ray spacing (number/㎜)	uniseriate ray height (number)	length of ray parenchyma cell (㎛)	Tylosis
Quercus mongolica	Sw	A	**245.24** ±47.598	**33.98** ±8.936	**11.88** ±1.803	**10.86** ±2.796	**59.57** ±10.381	P
		R	68.3~344.8	20.4~68.3	9~15	4~15	41.29~89.29	
	Hw	A	**197.02** ±28.116	**41.19** ±13.038	**10.86** ±1.772	**8.32** ±2.737	**41.68** ±7.001	P
		R	128.6~266.9	18.6~69.8	8~15	5~16	26.99~58.37	
Quercus dentata	Sw	A	**268.87** ±53.406	**31.09** ±7.005	**12.70** ±1.421	**10.70** ±3.829	**52.67** ±10.994	P
		R	171.4~359.7	17.2~51.2	10~16	4~20	35.32~93.49	
	Hw	A	**255.21** ±40.091	**27.31** ±4.930	**10.74** ±1.735	**11.14** ±3.625	**41.26** ±8.903	P
		R	135.9~312.5	18.2~39.8	7~15	6~22	29.77~59.92	
Quercus aliena	Sw	A	**218.42** ±35.722	**44.58** ±5.450	**16.07** ±1.700	**13.82** ±3.908	**73.43** ±18.848	P
		R	138.2~305.0	19.0~97.2	13~20	6~23	47.63~141.30	
	Hw	A	**182.40** ±41.589	**36.45** ±16.1660	**15.14** ±2.267	**13.88** ±4.212	**55.81** ±14.327	P
		R	95.2~278.1	16.3~9.5	10~20	8~27	31.36~88.54	
Quercus variabilis	Sw	A	**229.61** ±51.227	**55.58** ±35.372	**8.10** ±1.256	**8.20** ±2.330	**62.33** ±15.795	P
		R	101.0~316.6	19.9~81.0	6~11	5~14	35.72~101.62	
	Hw	A	**224.22** ±33.428	**51.88** ±14.183	**12.46** ±1.752	**9.51** ±2.894	**52.01** ±10.954	P
		R	171.5~302.6	23.4~88.0	9~17	6~20	28.98~72.62	
Quercus rubra		A	**145.52** ±17.914	**39.40** ±9.572	**15.40** ±1.895	**10.42** ±3.435	**49.02** ±10.554	Ab
		R	111.7~211.2	19.6~59.1	12~20	5~21	24.63~68.26	

Sw: sapwood Hw: heartwood A: average R: rangeA b: absent P: present

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

		Quercus mongolica		*Quercus dentata*		*Quercus aliena*		*Quercus variabilis*		*Quercus rubra*
		Sw	Hw	Sw	Hw	Sw	Hw	Sw	Hw	
Control	W	6.527	6.927	6.745	7.410	7.200	7.865	7.331	7.958	5.864
	V	8.816	8.751	8.451	8.335	8.501	8.735	8.256	8.507	8.291
	D	0.740	0.792	0.798	0.889	0.847	0.902	0.888	0.953	0.708
Immersed samples for one month	W	5.969	6.088	6.128	6.977	6.631	6.914	6.884	6.757	5.615
	V	8.352	8.064	7.767	8.005	8.083	8.179	7.825	7.558	8.063
	D	0.714	0.755	0.789	0.881	0.820	0.850	0.880	0.894	0.697
Change (%)	W	8.6	12.1	9.1	5.8	7.9	12.1	6.1	15.1	4.4
	V	5.3	7.9	8.1	4.0	4.9	6.4	5.2	11.2	2.7
	D	3.5	4.7	1.1	0.9	3.2	5.8	0.9	6.2	1.6

W : weight(g) V : volume (㎤) D : density (g/㎤)

Table 4. Water absorption for 7 days (unit : g/㎠)

			Amount of water absorption							Total water absorption
			1 day	2 days	3 days	4 days	5 days	6 days	7 days	
Quercus mongolica	Sw	R	0.191	0.097	0.072	0.044	0.038	0.034	0.020	0.495
		T	0.204	0.106	0.104	0.067	0.052	0.053	0.031	0.617
	Hw	R	0.149	0.074	0.057	0.035	0.025	0.027	0.010	0.377
		T	0.150	0.078	0.063	0.045	0.042	0.036	0.022	0.436
Quercus dentata	Sw	R	0.216	0.092	0.059	0.062	0.042	0.035	0.042	0.548
		T	0.165	0.086	0.066	0.074	0.047	0.048	0.038	0.525
	Hw	R	0.112	0.052	0.048	0.025	0.025	0.027	0.017	0.306
		T	0.117	0.056	0.050	0.034	0.034	0.036	0.024	0.351
Quercus aliena	Sw	R	0.177	0.110	0.082	0.084	0.072	0.060	0.070	0.656
		T	0.227	0.143	0.110	0.114	0.092	0.084	0.099	0.869
	Hw	R	0.082	0.040	0.029	0.031	0.025	0.021	0.028	0.255
		T	0.154	0.073	0.050	0.060	0.047	0.041	0.048	0.452
Quercus variabilis	Sw	R	0.164	0.079	0.074	0.047	0.041	0.047	0.034	0.486
		T	0.165	0.109	0.102	0.073	0.053	0.055	0.038	0.595
	Hw	R	0.111	0.053	0.051	0.025	0.028	0.025	0.016	0.310
		T	0.113	0.057	0.048	0.032	0.033	0.033	0.028	0.345
Quercus rubra		R	0.273	0.184	0.160	0.149	0.111	0.112	0.085	1.074
		T	0.313	0.187	0.181	0.106	0.083	0.081	0.048	0.999

3.3 흡수량 변화

Table 4는 7일간의 일일 흡수량을 측정한 계산값과 7일이 경과 후 방수후의 시료 무게를 측정하여 흡수량을 계산한 결과이다. 대체적으로 2일 까지는 흡수량이 크게 증가하였고 그후 흡수량이 작아졌다. 이번 실험에서 나타난 것과 같이 흡수량은 대체적으로 변재 접선단면이 가장 크게 나타났고 변재 방사단면, 심재 접선단면, 심재 방사단면 순이었다. 즉, 흡수량은 변재가 심재보다 크고 접선단면이 방사단면보다 크다고 볼 수 있다. 흡수량이 루브라에서 큰 값을 나타내고 있는데 그 이유는 도관중의 tylosis의 不在에 기인하는 것으로 생각된다.

3.4 위스키 숙성 후 색의 농도 변화

침적 3개월 후 위스키의 색농도는 '떡갈심재〉 신갈변재〉 떡갈변재〉 신갈심재〉 갈참심재〉 갈참변재〉 굴참심재〉 굴참변재〉 루브라' 순으로 관찰되었고, 수종별, 심·변재별 색농도 차이는 Table 5와 같았다.

한편, 1997년 8월 4일 침적이후 1999년 4월 6일 현재까지의 색농도 변화는 Fig.2에서 볼 수 있듯이 루브라참나무가 여전히 연한 갈색인 반면, white oak류중 굴참나무를 제외하고는 현재 유통되는 위스키의 색과 비슷한 농도를 보여주는 것으로 나타났다. 색농도는 떡갈나무를 제외한 모든 수종에서 심·변재별로 큰 차이가 없었으며, '떡갈심재〉 떡갈변재≒갈참심재≒갈참변재≒신갈변재≒신갈심재〉 굴참변재〉 굴참심재〉 루브라' 순서로 관찰되었다. 그러나 위스키 원액을 숙성시키기에 소요되는 수년-수십년의 기간을 고려하여 색농도만으로 평가한다면 본 실험에 이용한 white oak류 모두 위스키 저장용기로 부족함이 없을 것으로 생각된다.

Table 5. Change of color before and after 95% alcohol immersion for 3 month

Part of Sample	Yellow brown color ← → White color
Species	Q.d. > Q.m. ≒ Q.a. > Q.v. > Q.r.
Sapwood	Q.m. > Q.d. > Q.a. > Q.v.
Heartwood	Q.d. > Q.m. > Q.a. > Q.v.
Sapwood and Heartwood	Heartwood > Sapwood

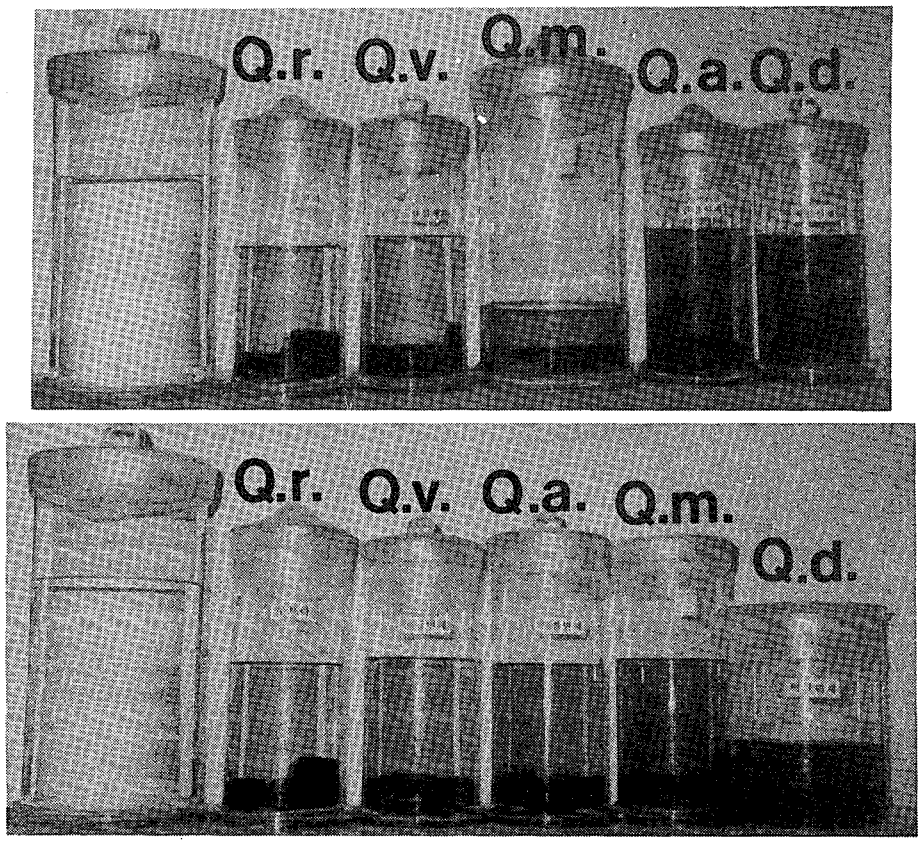


Fig. 2 Color change of alcohol in different *Quercus* woods (top : heartwood, bottom : sapwood).

4. 結 論

국산 참나무류의 위스키 저장용 목통으로의 활용성 평가를 위하여 몇 가지 기초재질을 조사한 결과는 다음과 같다.

1. White oak재 4수종(신갈나무, 떡갈나무, 갈참나무, 굴참나무)과 red oak재 1수종(루브라)을 비교하여 보았을 때 조직 구조상으로는 큰 차이가 없으나, 국산 참나무재 4수종은 tylosis가 모두 존재하고, 루브라 참나무는 존재하지 않았다.
2. 밀도는 떡갈나무를 제외한 나머지 수종 모두 심재에서 큰 감소량을 나타내었고, 루브라 참나무의 경우 다른 수종에 비해 밀도 감소가 작았다.
3. 흡수량은 white oak재중 떡갈나무를 제외한 3수종에서는 변재 접선단면이 가장 크게 나타났으나 루브라 참나무는 방사단면과 접선단면이 비슷했으며 가장 큰 흡수량을 나타냈다.
4. 루브라 참나무를 침적시킨 알콜은 옅은 갈색을 나타내지만 white oak류의 대부분은 현재 유통되는 위스키의 색을 만족시킬 수 있는 것으로 나타났으며, 떡갈나무외에는 심·변재에서 색농도의 차이가 거의 없었다.

이상의 결과로부터 국산 white oak류의 재는 위스키 원액 숙성용 목통으로 사용될 수 있을 것으로 사료되나, 금후 숙성에 필요한 온도와 습도 그 외의 화학적 성분과의 관련성등의 여러 조건과 관련하여 연구가 필요할 것으로 생각된다.

※ 본 연구는 1997년도 특성화대학지원 강원도 도비지원에 의한 연구결과의 일부임.