위스키原酒의 製造管理에 關하여

-主로 蒸溜및 木樽貯藏時의 成分動態를 中心으로-

池 逸 仙

國稅庁技術研究所

目 次

1. 緖 言
2. Whisky原酒의 蒸溜에서의 成分動向推移
3. Whisky原酒의 木樽熟成중 揮發成分
4. Whisky原酒熟成에서의 温度와 Alcohol影響
5. Whisky熟成에서 濕度의 影響

1. 緖 言

우리나라 위스키製造業界는 1975年以來, Malt Whisky原酒를 輸入하여 國産酒精(最近에는 Grain Whisky도 輸入하여 使用)과 Blending하여 Whisky製品을 生産하고 있다.

國稅庁 當局은 위스키産業의 育成, 위스키酒質의 高級化, 輸入自由化에 對備한 國際競爭力의 涵養 및 위스키製品의 多樣등을 目的으로 위스키原酒의 國産化計劃을 마련하여, Malt Whisky는 1982年, Grain Whisky는 1984年부터 國産 위스키原酒의 生産(蒸溜 및 貯藏)이 始作되었다.

아직 위스키製造技術이 日淺한 우리나라 위스키製造業界의 現況에서, 위스키原酒의 製造管理에는 技術的으로 解決해야 할 問題들이 많이 있다.

이에 本人은 위스키製造管理와 關聯하여 蒸溜 및 貯藏過程 중의 成分動態에 關하여 外國에서의 研究 結果를 土台로 檢討해 봄으로서, 위스키原酒의 製品管理에 도움이 되고져 한다.

2. Whisky原酒의 蒸溜에서의 成分動向推移

Whisky는 蒸溜酒이므로 蒸溜條件에 따라 成分, 品質이 크게 달라지게 된다.

蒸溜에 있어서 各成分의 溜出量은 그때의 蒸溜된 液의 알콜分과 各成分含量과의 函数로 생각되며, 酒醪(Wort)나 粗溜液의 알콜分은 溜出成分의 量에 影響되는 것으로 생각된다.

吉澤, 中村 등은 Whisky酒醪와 粗溜液을 알콜分만을 變化시켜 蒸溜하여, 各 成分의 溜出曲線과 含量을 比較하여 Whisky製品의 成分 및 品質에 미치는 影響을 檢討하였다.

가. 酒醪 및 粗溜液의 製造

1) 酒醪의 알콜分의 調整

試驗材料로 使用한 Whisky酒醪와 粗溜液은 다음과 같이 製造하였다.

麥芽(全糖分 : 72%) 60kg을 粉碎하여 60~70℃에서 4時間 糖化后 沪過한 糖化液(Balling : 11°)240ℓ에, Whisky酵母로 培養한 酒母 5%를 添加하여 20℃에서 3日間 醱酵시켜 알콜分 4.7%의 酒醪을 얻었다.

熟成酒醪 120ℓ를 Pot still에서 蒸溜, 알콜分을 거의 回收한 粗溜液 35ℓ (알콜分 15.7% 以后 I로 함)을 얻었다.

한편 殘余의 120ℓ의 熟成酒醪에 純Ethanol (高級알콜 : 痕跡, Ester : 0%, Aldehyde : 0.1p.p.m)을 添加하여 알콜分 6.8%로 하여 같은 要領으로 蒸溜하여 粗溜液 40ℓ (알콜分 20.7%, 以后 Ⅱ로 함)을 얻었다.

酒醪 및 粗溜液의 成分은 第1表와 같다.

表 1 酒醪 및 粗溜液의 組成

区 分	酒醪	粗溜液	
		Ⅰ(4.7%)	Ⅱ(6.8%)
Ethanol %	4.7	15.7	20.7
PH	4.4	-	-
Bolling	3.0	-	-
Acidity	20	0.10	0.14
高級Alcohol mg/100mℓ	-	47	31
Ester mg/100mℓ	-	44	57
Aldehyde mg/100mℓ	-	0.92	0.36
i-Am OH/i-Bu OH	-	3.7	4.2

다음 粗溜液Ⅰ 16ℓ에 純Ethanol을 添加하여 알콜分 20.7%로 하고, 粗溜液Ⅱ 18ℓ와 같은 方法으로 Pot Still에서 再溜하여 溜出液을 最初의 3回까지는 100mℓ씩, 以后는 500mℓ씩 分割採取하여 各各 Ⅰ의 分割溜分(Ⅰ-1), Ⅱ의 分割溜分(Ⅱ-1)으로 하였다.

2) 粗溜液의 알콜分의 調整

알콜分 15.7%의 粗溜液 16ℓ와 여기에 純Ethanol을 添加하여 各各 알콜分 19.1%,23.1%로 한 것을 앞에서와 같이 同一한 方法으로 再溜하여 溜出液을 分割採取하였다.

알콜分 15.7%의 粗溜液의 分割溜分을A, 19.1%의 것을 B, 23.1%의 것을 C로 하였다.

나. 再溜時 各成分의 動態檢討

第1表에서 나타난 바와 같이 알콜分 15.7%의 粗溜液Ⅰ의 Aldehyde와 高級 Alcohol은 알콜分 20.7%의 粗溜液Ⅱ의 Ethanol의 添加에 의한 增量을 考慮하여도 그런대로 상당히 많으며, Ester과 i-AmOH/i-BuOH(A/B)以는 反對로 적다.

各各 酒醪에 있어서 이들 成分의 含量은 같으므로, 알콜分이 다른 酒醪의 蒸溜에 있어서는 알콜分을 모두 回收하여도, 이들 微量成分이 溜出되는 程度는 다르다. Ester, Aldehyde는 蒸溜중에 2次的反應에 의하여 生成되는 것과 高級알콜의 溜出程度가 달라지면, A/B만도 달라지는 것은 高級알콜이 粗溜液중에 거의 回收된다는 從來의 見解와는 달라 興味가 있다.

各成分의 再溜時 溜出曲線은 第1~6回와 같다.

1) 再溜時 Ethanol溜出

再溜時 溜出液의 알콜分 變化에 대하여는 第1圖에 表示한 바와 같다.

Ⅰ-1과 Ⅱ-1의 알콜分이 거의 같게 나타난 것은 予見된 結果이며, A, B, C는 A<B<C順으로 알콜分이 差異가 있다. Ethanol의 溜出曲線은 항상 最初에는 上昇되고 溜出区分 3, 또는 4에서 最高値를 나타내며 以后漸次減少한다.

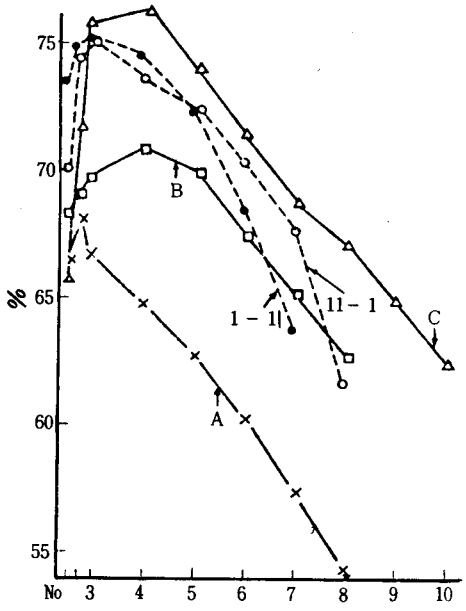

Fig. 1 再溜時의 Ethanol 溜出曲線

2) 再溜時 Ester의 溜出

第2圖는 溜出液의 Ester의 變化를 表示한 것으로서, 溜出이 始作되는 最初에는 많으나 以后 漸次 減少한다. 粗溜液에서의 Ester含量은 Ⅰ-<Ⅱ이지만, 溜出液도 마찬가지로 Ⅰ-1<Ⅱ-1로 나타나고 있다. Ⅱ-1의 減少되는 程度는 急激하며 溜出区分 6以后는 Ⅰ-1>Ⅱ-1이 된다.

알콜分이 다른 粗溜液의 蒸溜에 있어서는 A>B>C가 되지만, A. B의 減少程度는크며, 溜出区分 6以后에서는 A<B<C로 逆現象이 생긴다.

이 結果는 酒醪의 蒸溜에서 Ⅰ<Ⅱ로 나타났던 結果와는 反対이다. 이것은 이들 両者가 蒸溜에서 溜出Ester量에 대한 알콜分의 影響이 다른 것으로 생각된다.

3) 再溜時 Aldehyde溜出

再溜에 있어서 Aldehyde變化는 第3圖와 같다. 溜出曲線의 傾向은 앞에서 言及한 Ester의 溜出變化와 같다.

粗溜液의 Aldehyde量이 다르기 때문에 Ⅰ-1>Ⅱ-1로 되는 것은 予見된 結果이며, Ⅰ-1에서의 減少가 현저하다.

또한 A, B, C의 關係는 A>B>C로 나타나고 있으며, A, B의 減少가 현저하다.

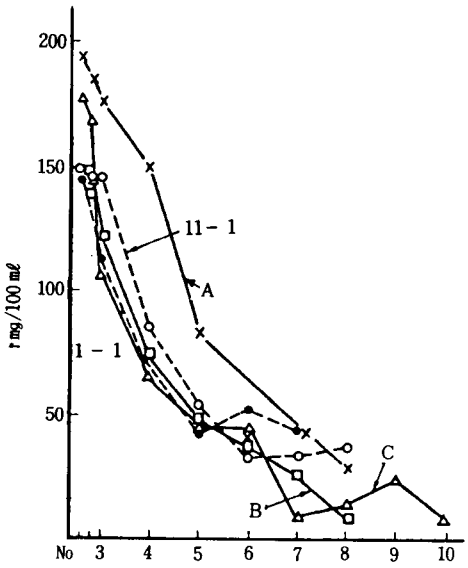

Fig. 2 蒸溜時의 Ester 溜出曲線

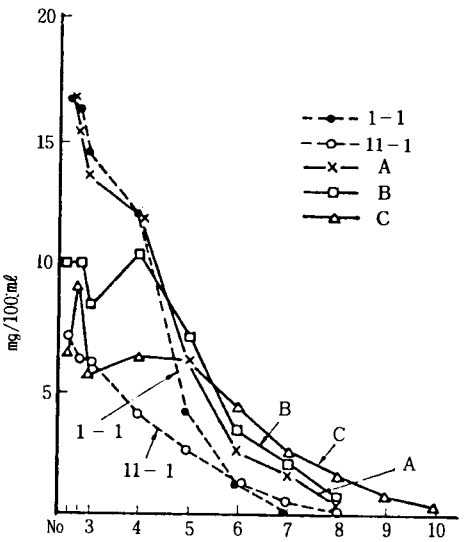

Fig. 3 再溜時의 Aldehyde의 溜出曲線

4) 再溜時 i-Butanol 및 i-Amylalcohol의 溜出

第4圖는 i-Butanol, i-Amylalcohol의 溜出時 變化를 表示한 것이다.

Ethanol 變化와 마찬가지로 最初에는 增加되어 溜出区分3에서 最大가 되며, 以后 점차 減少한다.

粗溜液에서의 含量이 Ⅰ>Ⅱ이므로 溜出曲線이 Ⅰ－1>Ⅱ－1가 되는 것은 當然한 結果이다. Ester, Aldehyde와 마찬가지로 A>B>C이지만, 이 關係는 溜出后半에서 逆現象을 나타낸다.

위에서 밝힌 바와 같이 一般的으로 A, B, C의 溜出曲線의 減少勾配는 낮은 알콜分의 粗溜液을 蒸溜한 경우가 크며, 그 結果 最初에는 A>B>C로 明確히 区分되어지나 점차 相互値가 近接되다가 마침내는 그 關係가 反對가 된다.

中村氏가 밝힌 바와 같이 i-Butanol의 減少程度는 i-Amylalcohol의 減少보다 急激하며 그로 因하여 A/B比는 溜出이 進行됨에 따라 높아진다. Ⅰ－1, Ⅱ－1에서는 A/B比가 同一한 動向을 나타내지만, A, B, C에서의 曲線은 높은 알콜分의 粗溜液일수록 큰 傾向을 나타내고 있다.

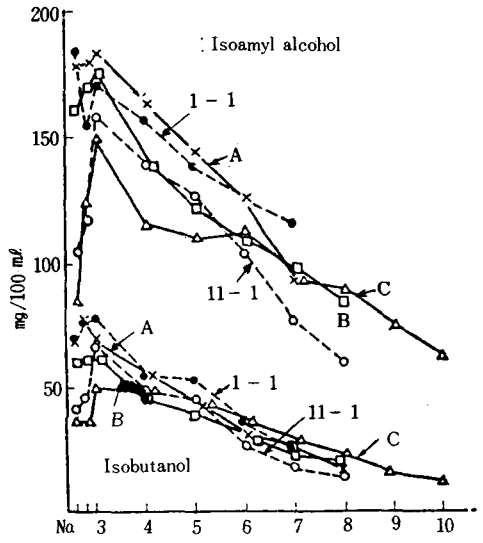

Fig. 4 再溜時의 i-Bu OH 및 i-Am OH의 溜出曲線

5) 再溜時 Ethanol濃度에 따른 i-Butanol 및 i-Amyl alcohol 의 溜出 및 A/B比의 變化.

第5圖 및 第6圖는 溜出液의 알콜分 變化에 따른 i-BuOH과 i-AmOH의 溜出時의 變化와 A/B比의 變化를 나타낸 것이다.

酒醪 또는 粗溜液 중의 두 高級Alcohol 含量이 같았어도, Ethanol含量이 다르면, 임의의 알콜分에서 溜出되는 高級Alcohol量 및 A/B比는 다르다.

이와 같은 結果는 다른 成分에 있어서도 마

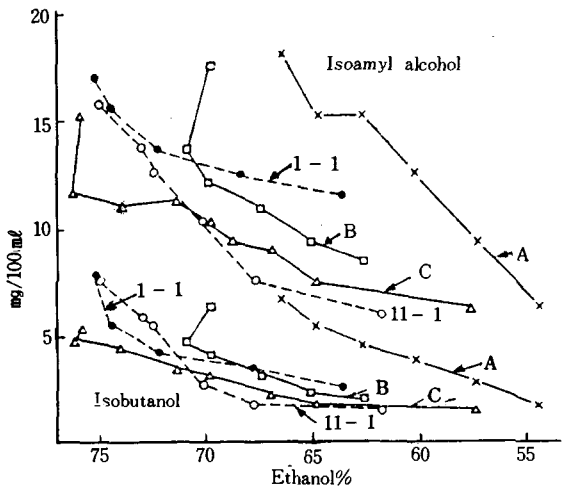

Fig. 5 再溜時 Ethanol 濃度에 따른 i-Bu OH 및 i-Am OH 의 溜出曲線

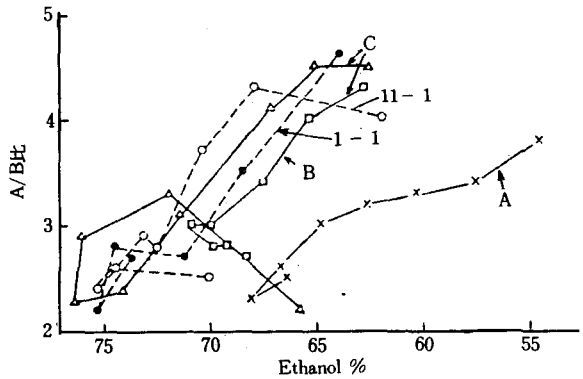

Fig. 6 再溜時 Ethanol 濃度에 따른 A/B比의 變化

찬가지이며, 溜液의 香味도 다를것임이 予測된다. 그러므로 Whisky原酒製造時 酒醪의 알콜分을 一定한 溫度로 規制하지 않으면 單純히 알콜分만을 指標로하여 溜分分割을 実施하면 原酒의 品質管理에 危險이 따를 것이 予想된다.

粗溜液 Ⅰ, Ⅱ의 成分分析結果로 부터 粗溜時에 Aldehyde, Ester등이 2次的反應에 의하여 生成되는것으로 生覚되며,蒸溜時의 酒醪, 粗溜液의 알콜分相異가 Whisky製品의 成分에 複雜하게 影響을 미친다. 따라서 Whisky의 品質에 까지 影響을 미치게 됨을 試驗結果 理解할 수가 있다.

再溜時 溜分分割은, 從來 使用되어오던 Alcohol 含量以外에 A/B比등을 指標로삼는 것이 品質管理에 바람직 하다.

또한 A/B比에 對하여 檢討해 보면, 再溜時, 溜出初期일수록 낮은 値를 나타내며, 이 時期에 溜出되는 他成分도 많아, 分割時 初溜는 적게 하고 后溜는 빨리 分割하여야만 A/B 比가 낮아 微量成分이 많이 含有된 Whisky 区分을 얻을 수가 있다.

A/B比가 낮은 Scotch Whisky製造에 있어서 Whisky区分의 알콜分이 70%前后의 높은 値를 나타내는 것으로 알려져 있으며, 그 分割條件이 앞에서와 같이 行해 지는 것으로 想像된다. 물론 이것만으로 Scotch Whisky의 낮은 A/B比 1.2를 얻기는 어려우며 醱酵工程에 使用되는 酵母의 選擇이나 Blendiug工程에 使用되는 Grain Whisky의 酒質에도 影響이 있음을 看過해서는 아니된다.

3. Whisky原酒의 木樽熟成중 揮發成分

Whisky등 蒸溜酒의 熟成은 木樽熟成過程을 거쳐서 이루어지며, 木樽貯藏중에 Whisky 成分의 物理化學的 變化, 空氣에 의한 酸化,木樽材成分의 溶出, Whisky成分과 木樽材와의 反應, 成分間의 反應등 상당히 複雜한 變化가 일어나는 것으로 많은 研究結果가 報告되고 있다.

蓮尾, 百瀨, 吉澤등은 Whisky原酒 貯藏 중 木樽을 通하여 揮發되는 成分을 研究하기 위해 特別 考案된 密閉容器內에 White oak 木樽을 넣어 貯藏중 木樽에서의 變化를 試驗하였다.

이들의 試驗方法과 結果를 土台로 貯藏중에 揮發되는 成分動態에 대하여 檢討해 보기로 한다.

가. 木樽貯藏 중의 揮發成分 捕集과 成分分析

1) 揮發成分의 捕集

두개의 塩化비닐製 密閉容器 (30×25×25cm)에 各各 木樽(White oak QURCUSALBAL製) 1個를 넣고 한쪽에는 60 v/v %의 Ethanol 만을 3.85ℓ, 다른 쪽에는 Ethanol에 高級Alcohol類, Ester類, 酸類등을 添加하여 만든 Model Whisky (組成은 表2와 같음) 3.93ℓ로 滿量으로 하였다.

表2. Model Whisky의 組成

單位 : P. P. M.

組成	含量	組成	含量
n-Propyl alcohol	500	Ethyl acetate	500
i-Butyl alcohol	500	i-Amyl acetate	500
i-Amyl alcohol	500	Ethyl Caproate	500
B-Phenyl ethyl alcohol	500	Ethyl caprylate	500
Caprylic acid	100	Ethyl caprate	500
Capric acid	100	Ethyl palmitate	500
Lauric acid	100	Acet aldehyde	100

以下 各各의 木樽을 Alcohol 木樽 및 Whisky 木樽으로 指稱키로 한다.

捕集方法은 圖7에서와 같이 室溫(10~26℃)에 놓아 둔 密閉容器內의 空氣를 定圧Pump 를 를 써서 20mℓ/min의 速度로 循環시키고 冷却트랲으로 冷却捕集하였다.

捕集液은 経時的으로 採取하여 捕集量 및 Ethanol을 始初로 하는 揮發成分에 대하여 測

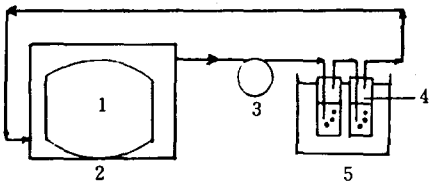

Fig 7 Trapping System of Evaporated Substances 1, barrel ; 2, sealed box ; 3, circulating pump ; 4, cold trap ; 5, controlled low temperatured cistern.

定하였다. Ethanol의 捕集量은 吸収液으로 使用한 Ethanol의 重量을 控除하고 算出하였으며, 물의 捕集量은 全捕集量과 Ethanol捕集量으로 부터 算出하였다. 各成分의 定量은 Gas Chromatography에 의하여 実施하였다.

2) 木樽과 Ethanol과의 接触反應

容量 500㎖의 flask에 木樽材를 Chip狀으로 한 것을 5g을 넣고, 100㎖의 60 v/v% Ethanol(한 쪽은 通氣시켜 酸素를 飽和시키고, 다른 쪽은 窒素까스로 酸素를 置換시킨 것)을 加하여 곧바로 한 쪽은 通氣시키고 다른 쪽은 窒素까스로 置換시켜 密栓하여 30℃에서 40日間 振盪하였다.

Chip狀으로 한 木樽材는 貯藏에 使用한 木樽과 同質의 것을 使用하여 다음 다섯 種類로 試驗을 하였다.

① 對 照
② 炭化시킨 Chip狀 木樽材(通氣)
③ 炭化시킨 Chip狀 木樽材(窒素置換)
④ Chip狀 木樽材(通氣)
⑤ Chip狀 木樽材(窒素置換)

3) 貯藏后의 Whisky의 成分

1年間 試驗을 実施한 后 木樽중의 Alcohol, Model Whisky의 揮發成分을 分析하여 同時에 同一條件에서 瓶에 貯藏시킨 Alcohol, Model Whisky의 内容成分을 分析하여 両者의 試驗結果를 比較檢討하였다.

나. 揮發成分의 捕集試驗結果 檢討

1) 揮發 成分

1年間 貯藏한 Alcohol木樽, Whisky木樽으로 부터 揮散된 成分은 表3과 같으며, Alcohol木樽에서는 Ethanol, 물 以外에 添加시키지 않은 成分인 Acetaldehyde, Acetal, Acetic acid, Ethyl acetate의 揮散이 檢出되는 것으로 이것은 貯藏중에 새로이 生成된 成分으로 생각된다.

表3. 貯藏容器로 부터 捕集된 揮散成分

貯藏区分	揮散成分
Model Whisky 木樽	※ ※ ※ Ethanol, Water, Acetaldehyde, ※ ※ Aceticacid, Ethyl acetate, Acetal, ※ n-Propylalcohol, i-Butyl alcohol, ※ ※ i-Amyl alcohol, i-Amyl acetate. ※ Ethyl Caproate
Alcohol 木樽	※ ※ Ethanol, Water, Acetaldehyde, Acetal Acetic acid, Ethyl acetate

※添加시킨 成分

ⓐ Ethanol과 물의 揮弃

貯藏중에 두 木樽으로 부터 揮散되는 成分에서 가장 많은 것은 Ethanol과 물이며, 이들의 揮發捕集된 成分의 經時的變化를 圖8 및 圖9에 나타내고 있다.

1年間의 実験에서 捕集된 全量은 Whisky木樽에서 365.88g (木樽内 全液量의 10.2%), Alcohol木樽에서 299.74g (木樽内 全液量의 8.5%)이 揮散捕集되었다. 両者의 捕集量이 다른 原因의 하나는 木樽의 性質差異에 의한 것으로 생각된다.

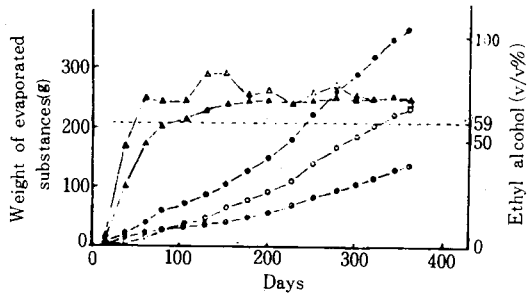

Fig. 8. Amount of Ethyl Alcohol and Water Evaporated from the Barrel of Model Whisky, and Ethyl Alcohol Concentration of the Collected Vapor.
● total ; ○ ethyl alcohol; ⊙ water. ethyl alcohol (v/v%) : △ periodically collected; ▲ totally collected ……, the beginning concentration of ethyl alcohol in the barrel (v/v%).

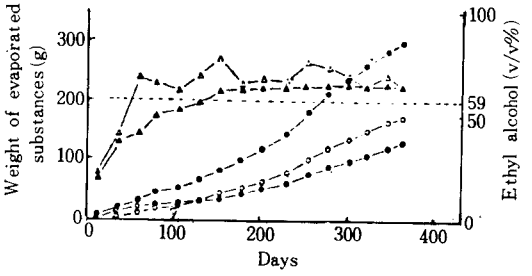

Fig. 9. Amount of Ethyl Alcohol and Water Evaporated from the Barrel of Alcohol Aqueous Solution, and Ethyl Alcohol Concentration of the Collected Vapor.
● total ; ○ ethyl alcohol ; ⊙ water ethyl alcohol (v/v%) : △ periodically collected; ▲ totally collected ……. the beginning concentration of ethyl alcohol in the barrel (v/v%).

Ethanol과 물은 다 같이 時間經過에 따라 積算捕集量은 增加하였으나, Whisky木樽에서는 90日, Alcohol木樽에서는 110日째까지는 물의 揮發量이 Ethanol의 揮發量보다 많으며, 以后 貯藏期間이 길어지면 逆으로 Ethanol의 揮發量이 많아진다.

1年間 Whisky木樽에서는 Ethanol의 揮發量은 231.99g (木樽內 全Ethanol重量의 12.7%) 물의 揮發量은 133.89g (木樽內 全水分重量의 7.6%)이며, Alcohol木樽으로 부터의 Ethanol의 揮發量은 171.81g (木樽內 全Ethanol 重量의 9.6%) 물의 揮發量은 127.93g (木樽內 全水分 重量의 7.4%)이였다.

또한 捕集된 各時點에서의 溜液의 Ethanol 濃度(v/v %)는 両木樽이 다 같이 50日까지는 木樽 중의 Ethanol濃度보다 낮지만, 그 以后는 65 v/v %~80 v/v %의 Ethanol濃度의 것이 捕集된다.

이 結果는 貯藏 중의 Ethanol濃度에 관한 Liebman의 報告와 반듯이 一致되지 않고 있으나, 그 理由는 使用한 容器의 容量이 작은 점과 密閉容器 중에 空氣를 強制的으로 循環시킨 것 등으로 생각되지만 要因分析을 좀더 具體的으로 해 볼 必要가 있다.

ⓑ Acetaldehyde, Acetal의 揮發

Alcohol木樽 및 Whisky木樽으로 부터 揮發된 Acetaldehyde, Acetal의 經時的 變化를 圖 10에 나타내고 있다.

1年間의 貯藏에서는 Acetaldehyde는 Alcohol木樽에서 76.25㎎, Whisky木樽에서 175.40㎎이 揮發捕集되었으며, Acetal은 Alcohol 木樽에서 19.10㎎, Whisky木樽에서 87.42㎎이 揮發捕集되었다.

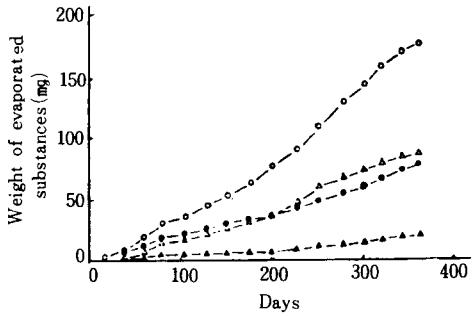

Fig. 10. Amount of Acetaldehyde and Acetal Evaporated from the Barrels.
○ acetaldehyde (W-barrel) ; ● acetaldehyde (A-barrel) ; △ acetal (W-barrel) ; ▲ acetal (A-barrel). W-barrel : the barrel stored model whisky. A-barrel : the barrel stored alcohol

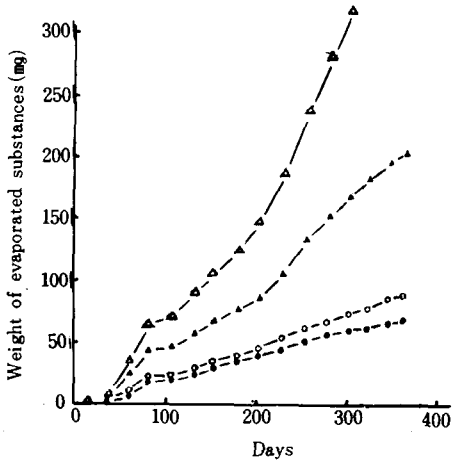

Fig. 11. Amount of Acetic Acid and Ethyl Acetate Evaporated from the Barrels.
○ acetic acid(W-barrel); ● acetic acid(A-barrel); △ ethyl acetate(W-barrel): ▲ ethyl acetate(A-barrel). W-barrel the barrel stored model whisky. A-barrel : the barrel storrel stored aleohol.

이로서 Alcohol木樽에서는, ① Ethanol이酸化되어 Acetaldehyde가 生成되었으며, ② Ethanol과 Acetaldehyde의 反應에 의하여 Acetal이 生成되어 이들 두 成分이 揮發된 것으로 生覚된다.

Whisky木樽에서는, Alcohol木樽에서와 마찬가지의 變化以外에 添加시킨 成分의 變化에 의하여 生成된 것이 揮發된 것으로 생각된다.

ⓒ Acetic acid, Ethyl acetate의 揮發

Alcohol木樽과 Whisky木樽 모두에서 Acetic acid와 Ethyl acetate가 揮發되었다.

圖11에서 그 經時的變化를 밝히고 있다.

1年間의 貯藏에서는 Alcohol木樽에서 Acetic acid 68.84㎎, Ethyl acetate 200.63㎎, Whisky木樽에서 Acetic acid 88.43㎎, Ethyl acetate 386.53㎎ 揮發捕集되었다.

이와 같은 結果로 부터, Alcohol木樽에서는 后述하는 바와 같이 ① 木樽材로 부터 溜出된 Acetic acid와 Ethanol酸化에 의하여 생긴 Acetic acid가 揮發되며, ② Acetic acid와 Ethanol 反應에 의하여 生成된 Ethyl acetate가 揮發된 것으로 생각된다. Whisky木樽에서는, Alcohol木樽에서와 마찬가지 變化以外에, 添加된 Acetic acid 및 Ethyl acetate가 揮發한 것으로 생각된다.

ⓓ 共他의 添加成分의 揮發

Whisky木樽에 添加시킨 成分만으로는 Ethanol, Acetaldehyde, Acetic acid, Ethyl acetate以外는, 많은 順으로 n-Propyl alcohol (162.22㎖) i-Butyl alcohol(136.47㎎), i-Amyl alcohol(82.11㎎), i-Amyl acetate(18.24㎎), Ethyl Caproate(4.37㎎)이 揮發되었다. (圖12) 以外의 成分은 이 実験에서의 捕集, 分析方法으로는 檢出되지 않았다.

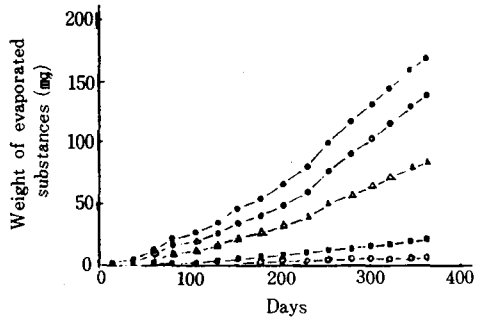

Fig. 12. Amount of Various Substances Evaporated from the Barrel of Whisky.
● n-propyl alcohol; ⊙ isobutyl alcohol △ isoamyl alcohol; ■ isoamyl acetate; ○ ethyl caproate.

2) 添加成分의 揮發比率

Whisky木樽에 添加시킨 各成分의 揮發 比率은 表4에 나타냈다. 添加成分의 경우, Acetalehyde, Ethyl acetate, Acetic acid는 貯藏중에 生成揮發하는 것보다는, Alcohol木樽으로부터의 이들 成分의 揮發量을 生成揮發量으로 看做하여, 添加成分量에 대한 揮發比率은 Whisky木樽에서의 揮發量을 빼서近似的으로 数値를 求하였다.

1年間의 貯藏実験에서 揮發比率이 가장 높은 것은 Acetaldehyde의 32.0%로, 順次的으

로 Ethanol(12.7%), n-Propyl alcohol(10.6%), Ethyl acetate(10.5%) i-Butyl alcohol (8.7%) i-Amyl acetate(5.4%), i-Amyl alcohol(5.2%) Ethyl Caproate(1.3%), 가장 낮은 것은 Acetic acid의 1.0%로, 이 順序는 貯藏期間 3個月, 6個月, 12個月에서도 變化되지 않았다.

이 順序는 各成分의 沸點順과 꼭 一致되지는 않았다.

또한 물의 揮發比率은 貯藏期間이 3個月程度에서는 Acetaldehyde에 이어 두번째이지만, 6個月, 12個月 期間이 길어지면 相對的으로 揮發比率은 低下되며, 12個月后는 Acetaldehyde, Ethanol, n-Propyl alcohol, Ethyl acetate에 이어 다섯번째로 變化되며, 이때문에 木樽內 全液量에 對한 全揮發比率은(主로 Ethanol과 물의 揮發)은 貯藏期間의 長短에 의해 相對的으로 變動된다.

이들 事実로 부터 木樽을 通한 揮發은 單純히 沸點의 性質에 의한 것만은 아니고, 成分이 木樽으로 浸透의 難易, 木樽에서의 揮發性이 다른 것 등도 무엇인가 關係있는 것으로 生覚된다.

表 4. 添加成分의 揮發比率(%)

成 分	3個月	6個月	12個月
Acetaldehyde	4.21	10.82	31.98
Ethanol	1.68	4.26	12.66
n-Propyl alcohol	1.47	3.45	10.59
Ethyl acetate	1.34	2.76	10.49
i-Butyl alcohol	1.07	2.54	8.66
i-Amyl acetate	0.67	1.74	5.35
i-Amyl alcohol	0.62	1.65	5.15
Ethyl caproate	0.20	0.58	1.28
Acetic acid	0.25	0.28	0.96
Water	1.71	2.76	7.59
Total	1.69	3.52	10.17

※揮發比率

$$= \frac{\text{Whisky木樽으로부터 揮發된 成分含量}}{\text{添加成分의 含量}} \times 100$$

3) 木樽材와 Ethanol과의 接触反應

木樽貯藏중에 生成되는 成分이 있는 것을 알았으므로 그의 生成機構와 木樽材의 役割을 調査하기 위하여 木樽材와 Ethanol을 接触反應을 시켜, 反應后 反應液 중의 Acetaldehyde, Acetal, Acetic acid, Ethyl acetate의 濃度를 測定한 結果는 圖13에서와 같다.

Acetaldehyde는 酸化的狀態로 Chip狀 木樽材가 있는 경우 많이 生成되지만, 酸化的狀態의 Chip이 없는 경우, 窒素置換이 되었어도 약간은 生成되었다.

Ethanol에서 Acetaldehyde生成反應은 극히 微量의 酸素存在下에서도 일어나는 反應으로 생각된다. Acetal은 酸化的狀態로 Chip이 存在할 때에 生成되며, Acetal의 生成에 關해서는 木樽材는 接触的인 作用을 갖고 있는 것으로 생각된다.

Acetic acid는 窒素置換시킨 狀態에서도 Chip로 부터 溜出되며, 酸化的狀態에서는 Chip으로 부터의 溜出外에 Acetaldehyde의 酸化에 의해 生成되는 것도 있다. 이 경우 Chip는 Acetic acid의 供給源임과 동시에 触媒作用도 있

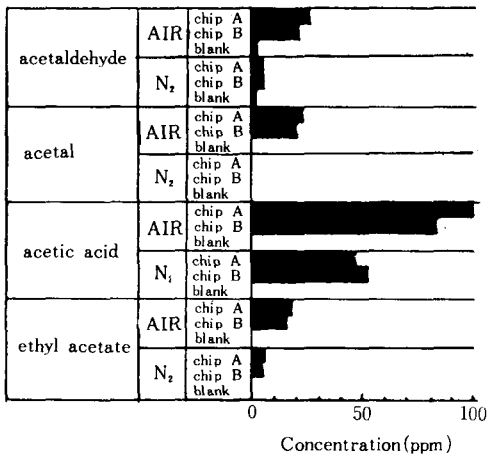

Fig. 13. Amount of Various Substances Formed from Ethyl Alcohol Contact with Oak Chips.
Condition: 30℃, 40days, shaking, 5g chips 100ml alc.
AIR: aerated alc. N_2: deaerated alc. with N_2gas.
chip A: chared chip, chip B: unchared chip.

는 것으로 생각된다. Ethyl acetate의 生成은 Acetic acid의 경우와 같이 酸化, 嫌氣的狀態 어느 경우에도 Chip이 있으면 生成되지만, 酸化的狀態쪽이 많이 生成되었다. 이와 같은 結果로 부터, 木樽貯藏중의 木樽의 役割은 酸化反應의 触媒作用을 하는 것과, 酸類등의 供給源이 되는 것으로 생각된다.

4) 貯藏后의 成分變化

1年貯藏后의 Alcohol, Model Whisky의 成分變化를 對照區로 하여, 같은 바탕의 瓶貯藏의 Alcohol, Model Whisky의 成分과 比較하여 檢討하였다.

貯藏后의 成分은 表5와 같다.

표. 5.

Changes of the Concentration of Various Substances during Storage

	In glass bottle		In barrel	
	Alcohol	Whisky	Alcohol	Whisky
Ethyl alcohol	59.2	59.1(50.0)	50.6	50.0
Acetaldehyde	–	50 (42)	41	75
Acetal	–	64 (54)	36	76
Acetic acid	–	366 (310)	548	562
Ethyl acetate	–	462 (391)	223	515
n-Propyl alcohol	–	507 (429)	–	421
Isobutyl alcohol	–	542 (458)	–	486
Isoamyl alcohol	–	504 (426)	–	490
Isoamyl acetate	–	100 (85)	–	81
Ethyl Caproate	–	95 (80)	–	80

Concentration : ethyl alcohol v/v%, others ppm
( ) : concentration calculated as 50v/v% alcohol(the same concentration of whisky in the barrel),
Alcohol : alcohol solution.
Whisky : model whisky solution.

Alcohol木樽에 關해서는 對照區와 比較하여 Ethanol의 濃度가 低下되며, Acetaldehyde Acetal, Acetic acid, Ethyl acetate가 새로히 生成된다.

Whisky木樽에서는 Alcohol桶와 같이 Ethanol이 木樽材를 通하여 揮發하기 때문에, Ethanol濃度가 低下되었다. 添加成分인 n-Propyl alcohol, i-Butyl alcohol, i-Amyl alcohol, i-Amyl acetate, Ethyl Caproate는 對照區와 比較하면, 木樽材를 通하여 揮發되기 때문에 濃度는 低下한다.

이들 揮發成分量과 그 變化에 關해서 Ethanol濃度에 대한 他 成分의 比率을 檢討하기 위하여, 木樽貯藏后의 Model Whisky의 Ethanol濃度인 50.0 v/v %에 對照區의 Model Whisky의 Ethanol濃度를 換算하여, 添加成分의 濃度를 對照區와 比較하니, 거의 같거나 약간 놀았다.

Acetaldehyde, Acetal, Acetic acid, Ethyl acetate는 增加하고 있으며, 木樽을 通하여 揮發과 同時에 貯藏중의 生成이 꽤 생기는 것으로 생각된다.

4. Whisky原酒 熟成에서의 温度와 Alcohol 影響

Whisky原酒의 木樽熟成에서는 ① Ethanol一물系의 溶液에서 一定期間까지는 물이 많이 揮發하나, 그 以后는 Ethanol쪽이 많이 揮發하는 것, ② 貯藏중에 Acetaldehyde, Acetal, Acetic acid, Ethyl acetote가 生成되어 揮發하는 것, ③添加한 香氣成分의 揮發比率의 順序는 반듯이 그 物質의 沸點의 順序와 一致되지 않는 것, ④木樽材의 役割은 酸化反應의 触媒作用을 한다는 것 등에 대하여 앞에서의 試驗結果를 通하여 檢討하였으나, 이들 結果는 貯藏時의 温度와 Alcohol濃度에 의해 크게 影響이 미칠 것으로 生覚되어, 이에 Whisky原酒貯藏에 温度와 Alcohol濃度의 影響에 대하여 檢討해 보기로 한다.

가. 揮發成分의 捕集方法 및 成分分析

1) 揮發成分의 捕集

앞에 試驗에서와 同一한 方法으로 密閉容器중에 木樽을 넣어 容器內의 空氣를 定量Pump

를 使用하여 循環시켜 途中에 設置한 트랩으로 揮發成分을 經時的으로 冷却捕集하였다. 捕集液으로는 Ethanol을 使用하였으며, Gas Chromatography로 揮發成分을 定量하였다.

温度, Alcohol濃度에 대하여는 다음의 네가지 條件을 設定하였다.

① 60% Ethanol水溶液을 15℃에서 木樽貯藏
② 60% Ethanol水溶液을 30℃에서 木樽貯藏
③ 60% Ethanol水溶液을 室温(10~30℃)에서 木樽貯藏
③ 50% Ethanol水溶液을 室温(10~30℃)에서 木樽貯藏

各 Ethanol水溶液에는 指標로서 i-Amyl alcohol을 500p.p.m. 되게 添加하였다.

2) 貯藏后의 Whisky成分

1年后 各種 條件下에 貯藏시킨 Ethanol水溶液의 成分을 比較檢討하였다.

揮發成分以外의 成分인 Phenol化合物은 Folin反應에 의한 發色을 660mμ에서 測定하여 Gallic acid로 하여 算出한 Polyphenol化合物 含量을 p.p.m으로 나타냈다.

着色度는 420mμ, 紫外線吸収部는 280mμ의 吸光度를 測定하였다. 融解 Thermogram의 測定은 貯藏后의 Whisky를 濃縮后, 同一 알콜濃度로 調整하여 古賀등의 方法에 의해 実施하였다.

나. 試験結果에 對한 檢討

1) 揮發成分

ⓐ貯藏温度에 의한 差異 15℃ 30℃에서 1年間貯藏한 后의 各揮發成分量은 表6과 같다.15℃에서는 總揮散量은 3.6%인데 대하여 30℃에서는 13%로 상당히 많이 揮散되었다. 指標로 添加한 i-Amyl alcohol의 경우, 30℃에서는 15℃의 約 5倍量이지만, Ethyl acetate, Ethanol, Acet aldehyde 및 Acetic acid는 이보다 많던가 같은 정도로서, 이들 成分은 特히 温度에 의해 揮發量이 差異가 생기는 成分이라 할 수 있다.

Acetal은 温度에 의한 영향은 比較的 적은 成分으로 생각된다.

표. 6 Amount of various substances evaporated from the barrels at various storage temperature

		storage temperature	
		15℃	30℃
Total	(g)	102.21	369.87
Ethyl alcohol	(g)	39.50	229.75
Water	(g)	62.71	140.12
Acetaldehyde	(mg)	8.43	41.86
Acetal	(mg)	6.26	9.97
Acetic acid	(mg)	5.51	22.47
Ethyl acetate	(mg)	8.99	115.39
Isoamyl alcohol	(mg)	6.26	34.80

Each 60% (v/v) ethanol aqueous solution was storaged for one year

經時的으로 試驗한 Ethanol과 물의 揮發量은 圖14에서 表示한 바와 같이 温度가 높을 수록 높게 나타나는 것은 當然한 것으로, 30℃에서는 Ethanol쪽이 물보다 많이 揮散하는데 對하여, 15℃에서는 逆으로 물 쪽이 많이 揮散되었다.

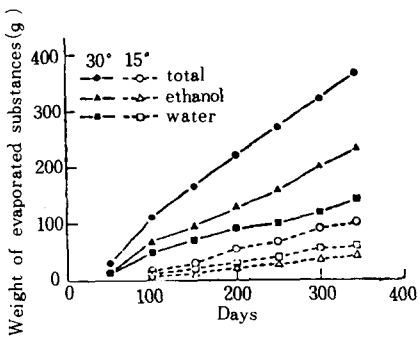

Fig. 14. Amount of ethanol and water evaporated from the barrels during storage

Acetaldehyde의 揮散은 圖15에서 表示한 바와 같이 30℃쪽이 보다 많이 揮散되었으나 Acetal의 揮散은 큰 差異가 없었다.

Ethyl acetate는 圖16과 같이 30℃쪽이 15℃에 比해 圧倒的으로 빨리, 많이 揮散되었다.

Acetic acid 도 30℃에서의 揮散이 15℃에서보다 많으나, Ethyl acetate만큼 温度에 의한 差異는 나타나지 않았다.

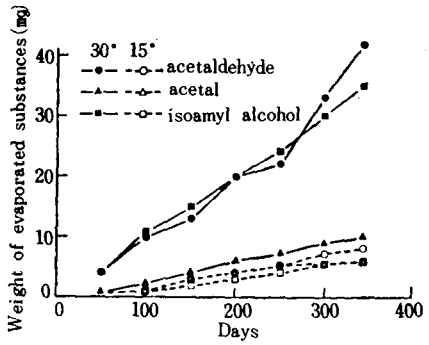

Fig. 15 Amount of acetaldehyde, acetal and isoamyl alcohol evaporated from the barrels during storage

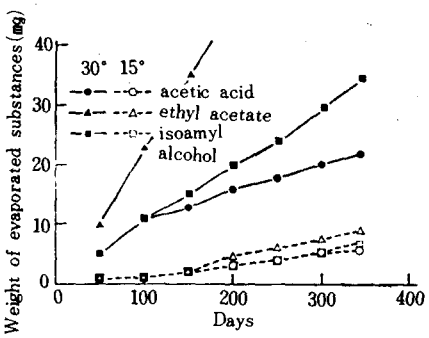

Fig. 16 Amount of acetic acid, ethyl acetate and isoamyl alcohol evaporated from the barrels storage

ⓑ貯藏Alcohol濃度에 의한 差異는 表7에 나타난 바와 같이 揮發總量, Ethanol量은 물과 더불어 Alcohol濃度 60% 쪽이 많이 揮散되었다.

표. 7 Amount of various substances evaporated from the barrels during storage owing to various alcohol content

		initial ethanol content (v/v)	
		50%	60%
Total	(g)	181.16	220.41
Ethyl alcohol	(g)	102.89	134.21
Water	(g)	78.27	86.00
Acetaldehyde	(mg)	33.43	15.32
Acetal	(mg)	11.21	4.55
Acetic acid	(mg)	46.81	24.70
Ethyl acetate	(mg)	140.50	102.77
Isoamyl alcohol	(mg)	21.78	21.20

storage temperature : room temperature (10~30°)
storage period : one year

이들의 主要成分의 揮散은 Alcohol濃度가 높을 수록 많은데 대하여, 貯藏 중에 生成하여 揮散되어지는 Acetaldehyde, Acetal, Acetic acid, Ethyl acetate는 Alcohol濃度 50%인 때가 많이 揮散되었다.

한편 指標로서 添加한 i-Amyl alcohol의 揮散量은 Alcohol濃度에는 無關하였다.

經時的 揮散結果는 圖17에서 나타난 바와 같이, Ethanol一물系의 揮散에는 全體的으로 Alchol濃度 60% 쪽이 잘 揮散되었다. 特히 Ethanol의 揮散量에 差異가 나타났다. 이것은 Alcohol濃度가 높음에 따른 Alcohol蒸氣의 分圧에 의한 結果로 생각된다.

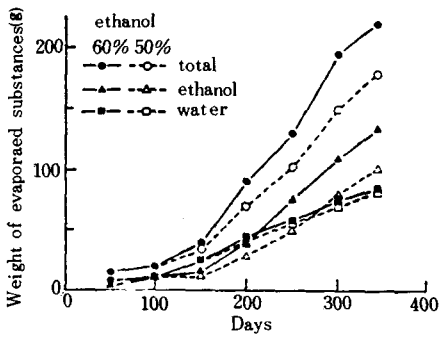

Fig. 17 Amount of ethanol and water evaprated from the barrels during storage of ethanol aqueous solution storage temperature : room temperature (10~30℃)

또 貯藏初期에는 물의 揮散量이 많으나, 200~300日 后에는 Ethanol의 揮散量이 많아졌다. 이것은 앞에 試驗에서와 같은 結果이다.

圖18에 나타낸 Acetaldehyde의 揮散은 150日째 頃부터 Alcohol濃度가 50%쪽이 많으며 300日以后는 큰 差異를 나타내고 있다.

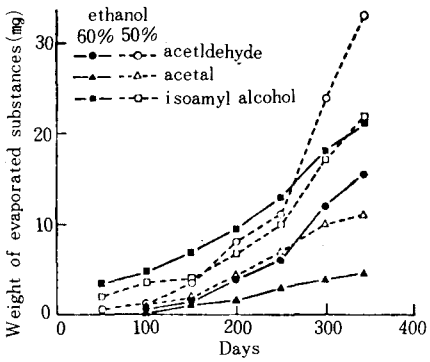

Fig. 18 Amount of acetaldehyde, acetal and isoamyl alcohol evaporated from the barrels during storage of ethanol aqueous solution
storage temperatune : room temperature (10~30℃)

Acetal의 揮散도 Acetaldehyde만큼의 큰 差異는 없으나, Alcohol濃度 50%쪽이 많으며,次第로 差異가 생겼다.

圖19는 Acetic acid, Ethyl acetate의 揮散量

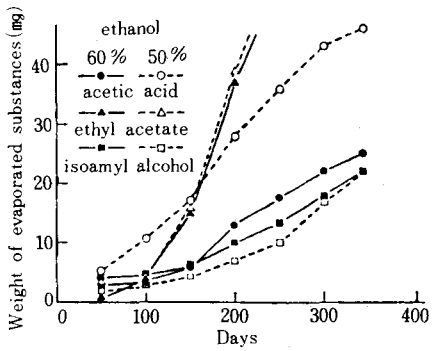

Fig. 19 Amount of acetic acid, ethyl acetate and isoamyl alcohol evaporated from the barrels during storage of ethanol aqueous solution
storage temperature : room temperature (10~30℃)

의 經時的 變化를 나타낸 것으로, Ethyl acetate의 揮散은 指標로서 添加시킨 i-Amyl alcohol에 比해 그 揮散 速度는 両者와 더불어 현저히 빨랐다.

最終的으로는 50% Alcohol濃度 쪽이 揮散量이 많았다.

Acetic acid는 Alcohol濃度 50% 쪽이 많이 揮散되었다.

2) 貯藏后의 Whisky成分

a) 貯藏溫度에 의한 差異

1年間 揮發試驗을 実施한 貯藏液의 成分은 表8과 같다. 高溫쪽이 Alcohol濃度는 低下되지만, Ethyl acetate, Acetic acid, Acetaldehyde등 成分은 많이 生成되었다. 그런데 Acetal 含量은 差異가 없었다. Phenol化合物도 約 2倍量, 紫外部吸収에서는 5倍, 着色度 6倍로 溫度에 의하여 生成量이 左右되었다.

표.8 Changes of various substances during storage

		storage temperature	
		15℃	30℃
Ethyl alcohol	(v/v)	53.0	47.5
Acetaldehyde	(ppm)	15.7	40.9
Acetal	(ppm)	26.4	14.9
Acetic acid	(ppm)	135.1	469.7
Ethyl acetate	(ppm)	39.2	160.6
Isoamyl alcohol	(ppm)	535	507
Phenol	(ppm)	460	960
OD_{10}^{420}		0.070	0.450
OD_{10}^{280} (×100)		0.025	0.140

beginning concentration of ethyl alcohol : 60% (v/v)
storage period : one year

또 両者의 融解Thernogram 圖20을 보면 Peak 2는 물과 Ethanol의 相互作用을 나타낸 Peak로, 古賀 등은 貯藏된 Whisky는 Peak 2가 增大하는 것으로 報告되고 있으며, 30℃ 때가 15℃ 때보다 이 Peak 2가 커서 Ethanol과 물 사이의 相互作用을 促進하고 있다.

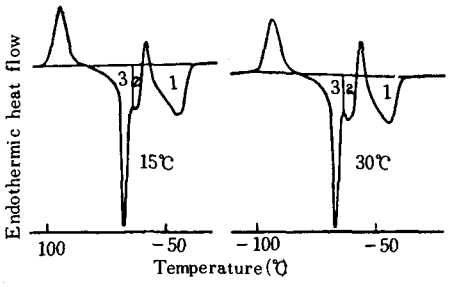

Fig. 20 DSC thermogram of the melting of rapidly frozen 60% ethanol stored in barrel

ⓑ貯藏 Alcohl濃度에 의한 差異

1年間 揮散捕集試驗을 実施한 貯藏液의 成分은 表9와 같이 Alcohol濃度는 50%의 것이 42%로, 60%의 것이 53.5%로 低下되었다.

生成되는 揮發成分에서는, Acetaldehyde는 Alcohol濃度 50%인 때가 많으며, Acetal 은 差異가 나타나지 않았다. Ethyl acetate도 50%인 때가 많았다.

Acetic acid는 그 由來가 Ethyl alcohol→Acetaldehyde→Acetic acid의 經路와 木樽材로 부터의 溶出經路로 생각되며, 이 試驗에서는 Alcohol濃度가 낮은 때가 많았다. 이것은 他揮發性分의 差異로 보면, 主로 木樽材로 부터의 溶出로 생각되며, 木樽材로 부터의 溶出은 Alcohol濃度가 낮을 수록 많았다.

표.9 Chages of various substances during storage

		Initial ethyl alcohol content	
		50%	60%
Ethyl alcohol	(v/v)	42.0	53.5
Acetaldehyde	(ppm)	64.3	44.2
Acetal	(ppm)	25.9	25.2
Acetic acid	(ppm)	770.6	415.4
Ethyl acetate	(ppm)	236.4	189.8
Isoamyl alcohol	(ppm)	508	587
Phenol	(ppm)	3700	2440
OD_{10}^{420}(×10)		0.200	0.165
OD_{10}^{280}(×100)		0.340	0.260

storage temperature : room temperature(10~30℃)
storage period : one yer

Phenol化合物, 紫外部吸収, 着色度는 언제나 Alcohol濃度가 낮은 쪽이 많고, 높았다.

融解Thermogram(圖21)을 比較하면, Peak 2의 比率은 Alcohol濃度 50% 쪽이 높으며,Ethanol-물 사이의 相互作用이 促進되었다.

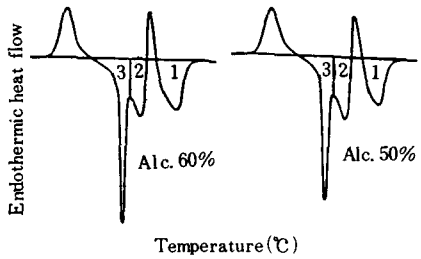

Fig. 21 DSC thermogram of the melting of rapidly frozen 60% and 50% ethanol stored in barels

綜合的으로 温度를 30℃와 15℃, Alcohol 濃度를 60%와 50%로 할 때, 貯藏 중 木樽으로 부터 成分의 揮散, 成分의 變化는 다음과 같았다.

○總揮散量에 對해서는 温度의 影響이 상당히 크며, Alcohol濃度는 적었지만, 60%인 때가 많이 揮散되었다.

○Ethanol-물系의 揮散量은 30℃에서는 Ethanol 쪽이 많으며, 15℃에서는 逆으로 물 쪽이 많았다.

○Acetaldehyde, Acetic acid 및 Ethyl acetate는 30℃ 때가 많이 生成되며 揮散量도 많으며, Alcohol濃度 50% 때가 生成量, 揮散量 모두 많았다. 特히 Ethyl acetate는 温度의 影響을 받기 쉬운 成分이였다.

○Acetal은 温度, Alcohol濃度의 影響이 比較的 적은 成分이였다.

○貯藏중에 增加되는 Phenol化合物, 着色度, 紫外線吸収는 温度는 높은 쪽이, Alcohol濃度는 낮은 쪽이 많이 生成되었다.

○ 指標로 添加시킨 i-Amyl alcohol 의 揮散은 温度의 影響은 받지만, Alcohol 濃度의 影響은 없었다.

5. Whisky熟成에서 濕度의 影響

Torres등은 Rum酒의 熟成을 155°F와 80°F에 実施하여 18週間后의 Proof의 變化를 調査한 結果 增加하는 것과 減少하는 것이 있음을 報告하고 있으며, 또한 Boruff등은 8年間의 木樽貯藏 중 Bourbon Whisky는 118Proof가 119.6 proof 增加되었고, Rye Whisky는 154proof가 151.6proof로 減少되고 있음을 報告하였다.

이와 같이 各 研究者에 의해 木樽貯藏중 Alcohol濃度의 變化에 差異點이 있음을 알 수 있다.

佑藤, 寺内, 等은 温度를 一定하게 하고 木樽 週辺의 濕度를 調節하여, 同一한 材質의 木樽에 貯藏하여 Alcohol濃度의 變化에 對하여 檢討하였다.

가. Whisky의 貯藏方法

1) 木樽(White oak, QURCUS ALBAL製)에 58.5v/v% Ethanol(i-Amyl alcohol을 500 p.p.m되게 添加) 2.500㎖를 넣고, 15℃±1℃로 管理되는 恒温室에서,

A. auto desicator에 Silica gel乾燥棚을 붙여서 수시 乾燥剤를 갈아 넣을 수 있게 하고 가장 濕度를 낮춘 環境下에서 木樽貯藏한 것.

B. auto desicator(一定濕度以上되면, 自動的으로 濕度를 Control할 수 있는 裝置付着)중에서 木樽貯藏시킨 것.

C. 密閉容器(Auto desicator를 裝着하지 않은 것)중에 木樽貯藏한 것.

以后 이들 貯藏條件을 各各 條件A, 條件B, 條件C로 指稱한다.

나. 試驗結果에 대한 檢討

1) 濕度測定

條件 A, B, C의 貯藏期間 중의 濕度의 最大, 最少 및 平均은 表10과 같다. 日本의 主要 Whisky 貯藏場 附近의 濕度와 世界의 代表的 Whisky 製造地 附近의 濕度를 表11에 表示하였다.

表10, 11로 부터 日本의 貯藏條件은 條件B와 C사이에 있으나 條件C에 가까우며, 世界Whisky에서는 Bourbon Whisky가 條件B에 近似함을 推定할 수 있다.

표. 10 The Relative Humidity at Various Storage Conditions

Storage Condition	Relative Humidity		
	Max. (%)	Min. (%)	Ave. (%)
A	48	40	46
B	70	51	61
C	94	89	93

표. 11 The Relative Humidity at Various Observation Point near Typical Whisky Distilleries

Obeservasion place	Max. (%)	Min. (%)	Ave. (%)	Observasios place	Max. (%)	Min. (%)	Ave. (%)
SUTTSU	88	72	77	ABERDEEN	89	81	87
YAMAGATA	83	67	77	(Scotch)			
KARUIZAWA	89	74	81	NASHVILL	77	66	68
KOFU	80	62	72	(Burbon)			
KYOTO	76	67	73	ARMSTRONG	82	69	75
NAGOYA	81	67	74	(Canadian)			
OITA	82	67	76	DUBLIN	87	76	83
(Japanese)				(Irish)			

( ) : Name of typical whisky

2) 重量, 液量의 變化

1年貯藏后의 木樽內의 殘存量은 條件A에서는 1.490㎖, B에서는 1.580㎖, C에서는 1.943㎖이며, 貯藏 중 液이 木樽으로 浸透하여 增加된 木樽重量은 條件A에서는 170.5g, B에서는 201.5g, C에서는 320.5g 으로 Alcohol水溶液의 比重에 의하여 液量을 換算하면, 各各 189㎖ 224㎖, 356㎖가 된다.

揮散液量은 當初 木樽에 넣은 液量으로부터 木樽 및 木樽材에 스며든 液을 控除하면 條件A는 821㎖로, 當初 木樽에 넣은 液量 2.500㎖의 32.8%가 되며, 條件B에서는 696㎖로 27.8%, 條件C에서는 120㎖로 8.0%였다.

恒常 乾燥狀態로 保管한 條件A, B에서는 揮散量은 條件C의 3～4倍量이였다.

3) 成分의 變化

ⓐ Alcohol濃度

貯藏前의 Alcohol濃度는 58.5 v/v%였으나, 1年后에는 條件A에서는 62.0 v/v%, B에서는 65.0 v/v%, C에서는 52.5 v/v%로 되어, 濕度가 높아지며, 濕度가 높은 경우에는 Alcohol濃度가 낮아짐이 判明되었다.

經時變化를 보면 圖22에서 나타난 바와 같이 4個月后에서 부터 Alcohol濃度는 서서히 條件A, B에서는 높아지기 始作하며 條件C에서는 낮아진다.

이 結果는 條件A, B에서는 Liebmann, Reazin등의 報告와 一致하며, 條件C는 앞에서의 試驗結果와 一致한다.

ⓑ i-Amyl alcohol의 變化

500p.p.m添加시킨 i-Amyl alcohd의 濃度는 어느 條件에서도 4個月以后 높아졌다.

그런데 이 傾向은 濕度가 낮은 條件에서 顯著하였다. (圖23)

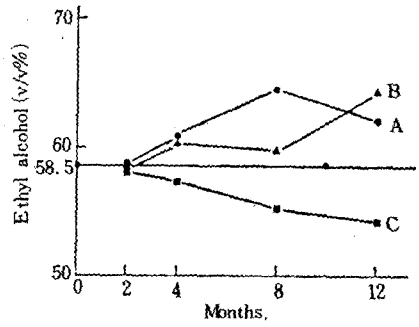

Fig. 22 Changes in Ethyl-alcohol Concentrations during Aging of Whisky

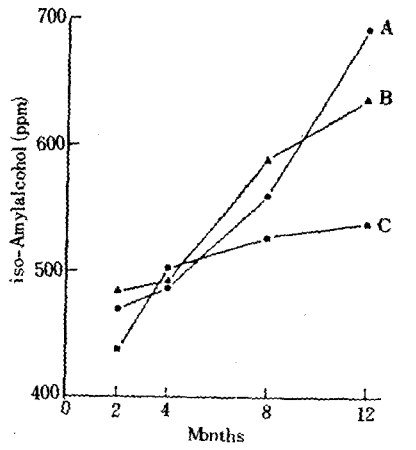

Fig. 23 Changes in iso-Amylalcohol Concentrions during Aging of whisky

3) Acetic acid, Ethyl acetate, Acetaldehyde의 變化

이들 3成分은 表12에서 밝힌 바와 같이 항상 근사한 經路를 밟고 있으며, 成分濃度는 늘 增加하고 있다.

濕度의 差異에 의한 현저한 變化는 確認되지 않았다.

표. 12

Concentrations of Acetic Acid, Ethylacetate and Acetaldehyde at Various Storage Periods and Hunidity

Storage periods (M)	Humidity conditions	Acetic Acid (mg/ℓ)	hylactate (ppm)	Acetaldehyde (mg/ℓ)
2	A	201	14	23
	B	229	14	19
	C	223	11	21
4	A	310	37	23
	B	301	37	23
	C	335	42	24
8	A	372	77	31
	B	382	75	34
	C	382	73	31
12	A	452	93	36
	B	445	74	30
	C	412	67	36

4) Phenol 化合物, 紫外線吸収, 着色度

이들에 대한 測定値는 항상 同一하게 消長되고 있으며, 時間經過에 따라 높아지지만, 木樽중의 Alcohol液에 添加시킨 i-Amyl alcohol 濃度로 부터 揮散量을 推定하여 揮散量을 補正한 濃度를 보면 어떤 條件에서도, 4個月 貯藏에서는 各 成分이 最高에 達하고 있으며 12個月에서는 거의 一定하였다.

條件A가 약간 低濃度이며, 이 3成分은 濕度가 낮은 경우, 溶出이 어려운 成分인 것으로 생각된다.

표. 13 Concentrations of Phenolic Compounds, OD_{10}^{280}, OD_{10}^{420}, at various Storage Periods and Humidity.

Storage Periods	Humidity Conmdition	Phenolic Compounds (ppm)	OD_{10}^{280}	OD_{10}^{420}
2	A	685 (729)	13.5 (14.4)	0.725 (0.771)
	B	850 (878)	15.2 (27.8)	0.990 (1.022)
	C	760 (868)	15.2 (17.3)	0.800 (0.913)
4	A	860 (885)	18.5 (19.0)	0.975 (1.003)
	B	1,040 (1,059)	23.5 (23.9)	1.260 (1.283)
	C	1,065 (1,061)	22.0 (21.9)	1.100 (1.096)
8	A	1,025 (915)	23.0 (20.5)	1.200 (1.071)
	B	1,270 (1,080)	27.5 (23.4)	1.510 (1.284)
	C	1,070 (1,017)	25.0 (24.0)	1.250 (1.188)
12	A	1,250 (900)	27.0 (19.5)	1.450 (1.045)
	B	1,400 (1,101)	30.0 (23.6)	1.640 (1.289)
	C	1,290 (1,199)	28.0 (26.0)	1.400 (1.301)

( ) : The amounts of these substrates in each alcohol solution were corrected for iso-amylalcohol which was determined by ges chromatography. $(A) = B\frac{C}{D}$

A : corrected data

B : measured data at each period each sample

C : concentration of iso-amylalcohol at first stage

D : concentration of iso-amylalcohol at each period each sample

結論的으로 同一한 木樽에 Ethanol水溶液을 넣어, 温度 15℃, 濕度 46%, 61%, 93%의 세가지 條件에서 1年間 貯藏試驗한 結果는 다음과 같다.

ⓐ 湿度가 낮은 경우에는 木樽内의 Alcohol濃度는 높아지며, 濕度가 높은 경우에는 木樽内의 Alcohol濃度는 낮아졌다.

ⓑ Acetic acid, Ethyl acetate, Acetaldehyde, 는 貯藏 중에 增加되지만, 湿度에 의한 影響은 적었다.

ⓒ phenol化合物 紫外部吸収, 着色度는 時間經過와 더불어 增加하지만, 揮散量을 補正한 條件에서는, 湿度가 낮은 곳에서 아주 적었다.

参 考 文 献

1. 中村秀雄：濃化誌 39, 30 (1965)
2. 吉澤淑：濃化誌 55, 1063 (1981)
3. G. H Reazin, S. Baldwin, H. S. Scales, H, W. Washington & A. A. Andreasen : J. Assoc. off. Anal. Chem. 59, 770 (1976)
4. A. J. Liebmann and B. Scherl : Ind. Eng. Chem. 41, 534 (1949)
5. 蓮屋徹夫・斉藤和夫・藤川茂昭・吉澤淑：釀協誌 78, 962 (1983)
6. S. Baldwin, A. Andreasen : J. AOAC 57, 940 (1974)
7. K. Koga, H. Yoshizumi : J. Food Scio, 42, 1213 (1977)
8. T. Hasuo, K. Saito, T. Terauchi, M. Tadenuma, S, Sato : J. Brew. Soc. Japan, 78, 966 (1983)
9. C. S Torres, J. L. Agular, H. Batiz, I. Hernandez : J. Agr., Univ., P. R. 63, 64 (1979)
10. 辻謙次・上口尚之：釀協誌 78, 447(1983)
11. 赤星亮一：釀協誌, 58, 112 (1963), 濃化誌, 37, 433 (1963)