

各種乾燥法によるハッカの乾燥特性*

尾谷 賢, 内山 智幸, 山崎 邦雄**,
清水 條資**, 姉帯 正樹***, 金島 弘恭***

Drying Properties of Japan Menthol on Various Drying Methods

Masaru OTANI, Tomoyuki UCHIYAMA, Kunio YAMAZAKI**,
Jyohsuke SHIMIZU**, Masaki ANETAI***, Hiroyasu KANESHIMA***

抄 録

ハーブ、生薬類の一つであるハッカを取り上げその精油成分である menthol, menthone に着目し、熱風、放射、凍結及びマイクロ波の各種乾燥方法について、その乾燥特性を検討した。その結果、menthol の残存量では 50℃以下での乾燥においては熱風、放射の差異は殆どなく、生の試料と同程度の値を示したが、乾燥温度が高くなるに従い急激な低下を示した。乾燥物の色合いでは暗所風乾の物が最も良く、ついで熱風乾燥 (40℃)、マイクロ波乾燥であり、他の乾燥物は同程度であった。ハッカは 70~80 μm の腺体を持ちマイクロ波乾燥においてもその腺体の破壊は認められず、同じシソ科植物であるアオジソに比べ強固な組織である事が分かった。そのために、各種乾燥法による精油成分の消失はアオジソに比べいづれも少ない事が分かった。

1. はじめに

地場産業の活性化をめざす一村一品運動の中で、最近ハーブ・生薬類の生産および高度利用 (加工製品) が普及拡大しつつある。これは消費者ニーズの健康、高級志向を反映するもので、ハッカ、ラベンダーなど数十種類のハーブが砂川市、占冠村、栗山町、上富良野町、佐呂間町などで、また生薬に関しては古くから訓子府町、常呂町、豊浦町、新得町などの産地で栽培されている。こ

れらハーブ、生薬類の調製加工を行う場合、乾燥工程が品質を左右する最も重要な単位操作となる。しかしながら、香気、生薬成分を指標にした最適乾燥法およびその条件等についてはこれまでほとんど調査、研究がなされていない。

そこで、古くは道東地方の特産物であったハッカを取り上げ、その精油成分である menthol, menthone に着目し、熱風、放射、マイクロ波及び凍結乾燥による乾燥特性について検討を行った。

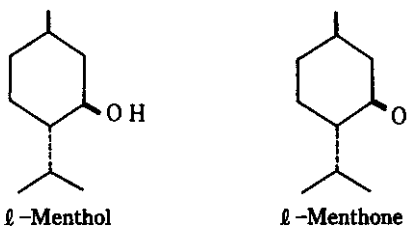
ハッカ¹⁾ *Mentha arvensis* L. var. *piperascens* Malinv. はアジア東部原産の多年生草本で、日本でもハッカ油の原料植物として古くから栽培が行なわれていた。北海道でも北見地方を中心に栽培され、昭和初期には世界生産

* この報文を「ハーブ、生薬の乾燥に関する研究」(第3報)とする

** 現在 北海道立食品加工研究センター

*** 北海道立衛生研究所

の大部分が日本産で占められていた。地上部の全草または葉を乾燥したものは、日本薬局方にも収載される生薬「薄荷」で、特異な芳香があり、口に含むと清涼感がある。薄荷は約1%の精油(主成分 *l*-menthol, 他に *l*-menthone, camphene 等)を含み、解熱、発汗、健胃などを目的として漢方処方に加えられる他、*l*-menthol (防腐、局所麻酔)、ハッカ油、ハッカ水などの製造原料とされる。なお *l*-menthol の分子量は 156 (C₆H₂₀O), 沸点は 212℃, *l*-menthone の分子量は 154 (C₁₀H₁₈O) 沸点は 207℃である。また、地中海沿岸地域原産のミドリハッカ *Mentha viridis* L. の精油はスペアミント油と称され、*l*-carvone を主成分とし、香気は他のハッカ油と異なるがアメリカ人が特に好む香料で菓子類に用いられる。



2. 試料及び試験方法

2.1 試料

ハッカは、衛生研究所生薬園の「さやかぜ」を用いて試験を行った。収穫時期は8月から9月にかけてである。

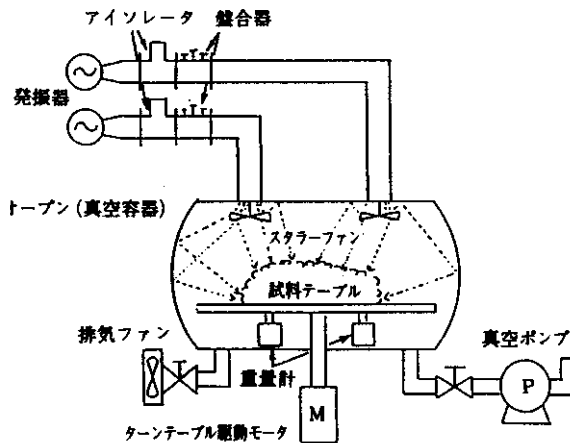
2.2 試験方法

2.2.1 乾燥試験：放射乾燥、熱風乾燥及び凍結乾燥に用いた試験機及び方法は前報²⁾の通りである。マイクロ波乾燥に用いた装置(北電総合研究所)及びその仕様を図1に示す。品温測定はサーモラベルを用いた。

2.2.2 試料の水分測定：熱風乾燥 105℃での恒量値より算出した。(含水率：乾量基準, 水分率：湿量基準)

2.2.3 水分活性：Novasina社 RTD-33 H-2型により測定した。

2.2.4 色調：パウダー法により日本電色工業 Z-100 DP, ミノルタ CR-200 を用い測定した。



装置仕様

項目	定 格
電源・入力	3相, AC 200 V, 50 Hz, 12 kVA
発振装置出力	0 ~ 3.0 kW 連続可変
発振周波数	2450 ± 30 MHz
オープン耐重量	20 kg
オープン有効寸法	幅 600 mm 奥行 1000 mm 高さ 400 mm
出入口有効寸法	幅 600 mm 高さ 400 mm
装置重量	約 1,200 kg
排気量	1,250 リットル/分
到達真空度	40 Torr (冷却水温度 30℃, 無負荷時)
ターンテーブル回転数	6 rpm (重量測定時は、使用不能)

図1 マイクロ波乾燥機

2.2.5 観察：微分干渉顕微鏡(オリンパス), 走査型電子顕微鏡(日本電子)により各種乾燥試料の観察を行った。

2.2.6 Menthol, menthone の定量法

乾燥したハッカの葉をオステライザーで粉碎(水分の多いものはサミで手早く細切)し、300~1000 mg を精密に量り、10 ml のネジ栓付遠沈管に入れ、エーテル 5.0 ml (内部標準物質として thymol 15.0 mg を含む)を加えた後、30 分間超音波処理して抽出した。遠心分離(3000 rpm, 10 分間)後、上澄液を GC の試験溶液とした。GC の条件を以下に示した。測定例を図2に示す。

機 器：日立 163 型ガスクロマトグラフ

カ ラ ム：4 mm φ × 3.5 m (ガラス製)

充 填 剤：2% OV-1, Chromosorb WAW DMCS
80 ~ 100 mesh

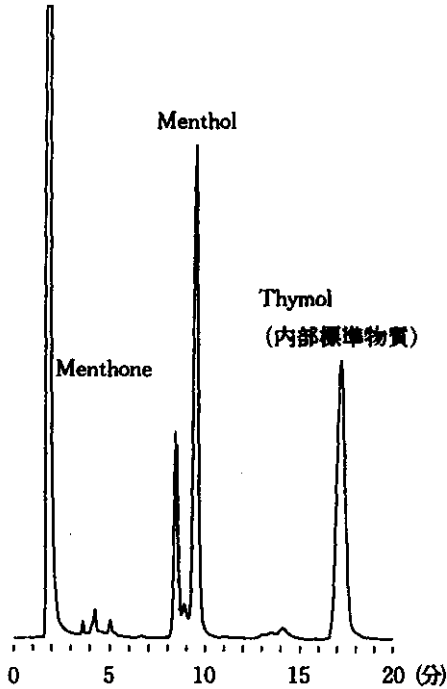


図2 ハッカのエーテル抽出液のガスクロマトグラム

カラム温度：100℃または 120℃
 キャリヤーガス：窒素 21ml/分
 検出器：水素炎イオン化型
 注入量：2μl

3. 結果と考察

3.1 ハッカの水分活性

乾燥食品を製造する場合、その保存性の指標となる水分活性 (A_w) を把握し乾燥度合いを検討する必要がある。ハッカの水分活性を図3に示す。一般に $A_w < 0.5$ では変敗の原因となる微生物は繁殖せず、さらに $A_w < 0.7$ ではカビの発生がないと云われている³⁾。ハッカの $A_w = 0.5, 0.7$ に相当する水分率は各々 8, 18% であり、この値が乾燥を行う上での指標となる。

3.2 ハッカの乾燥特性

3.2.1 熱風乾燥

熱風温度 30～80℃におけるハッカの乾燥曲線を図4に示す。横軸に対数時間、縦軸は水分率 (%) を示してある。乾燥速度は温度の依存性が非常に大きく例えば 20%の水分率まで乾燥するのに要する時間は 80℃ (水

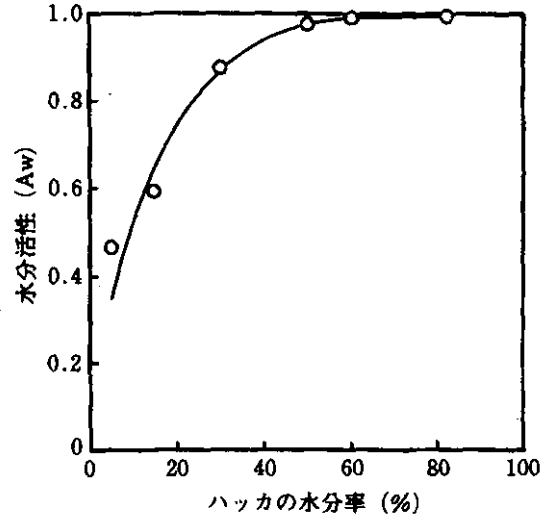


図3 ハッカの水分活性

の蒸気圧 $P/P_0 = 0.467$) を基準にとると、50℃ ($P/P_0 = 0.122$) では 5.5 倍、30℃ ($P/P_0 = 0.042$) では 200 倍となる。ハッカのような生薬あるいは食品として用いられるものの多くは、その有効成分が熱変性を受け易いため低温で乾燥が行われており長時間を要している。そ

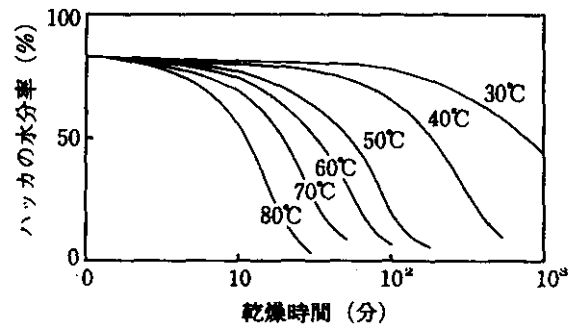


図4 ハッカの熱風乾燥曲線

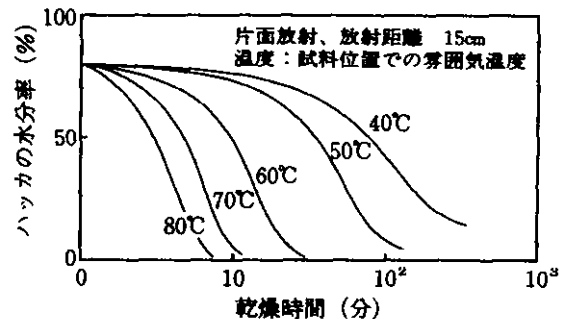


図5 ハッカの放射乾燥曲線

のために品質劣化が少なく、かつ速い乾燥法の確立が望まれている。

3.2.2 放射乾燥

ハッカの放射乾燥による乾燥曲線を図5に示す。また、乾燥機の放射板表面温度と放射エネルギー強度は前報²⁾の通りである。放射乾燥においても乾燥速度に及ぼす温度の影響はかなり大きい。ハッカの熱風及び放射乾燥による乾燥特性曲線を図6に示す。放射乾燥の乾燥速度は熱風乾燥に比べ温度の上昇とともに急激に速くなっており、放射の特性を良く示している。また、双方の乾燥法とも明瞭な恒率乾燥期は認められなかった。次に、熱風乾燥と放射乾燥の乾燥速度の比較を表1に示す。放射乾燥は熱風乾燥に比べ乾燥温度40℃で2倍弱、60、80℃では4倍近い速度を示し、乾燥度の違いによる差はあまり認められなかった。放射乾燥装置を設計する上での工学データとして、片面放射と両面放射の違い、放射板と試料の距離及びハッカの様な葉状試料を重ね合わせた時の乾燥に及ぼす影響等に関しては試料形状がアオジソと同じであることから前報²⁾の結果が参考になるものと思われる。

表1 熱風と放射乾燥による乾燥速度比 (R/C)

乾燥温度 (℃)	40	60	80
速度比 (R/C)	1.8	3.9	3.7

R : 放射乾燥, C : 熱風乾燥

3.2.3 マイクロ波乾燥

ハッカのマイクロ波による乾燥曲線を図7、図8に、品温を表2に示す。常圧、減圧(40 Torr)における乾燥速度の差はあまり認められず、いずれも約5分の乾燥時間で恒量値に達した。これは前記の熱風、放射乾燥に比べ著しく速い乾燥速度である。高周波出力の違いによる影響は初期乾燥に大きく作用するものの、水分率が低下するに伴い小さくなり、またいずれの条件下でも高乾燥度の物は得られなかった。品温に関しては高周波出力の増加、及び乾燥度の進行に伴い昇温が認められ、常圧、減圧においては減圧乾燥の物が10℃前後低く推移した。また、乾燥物に斑点状の変色が認められたが、これは乾燥が急速なため試料の重なり具合による水分蒸発のムラによるためと考えられる。

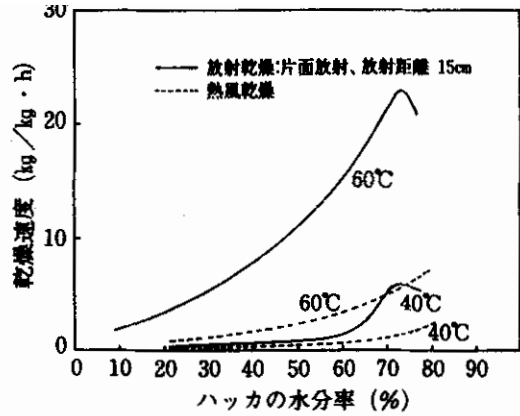


図6 ハッカの熱風、放射乾燥による乾燥特性曲線

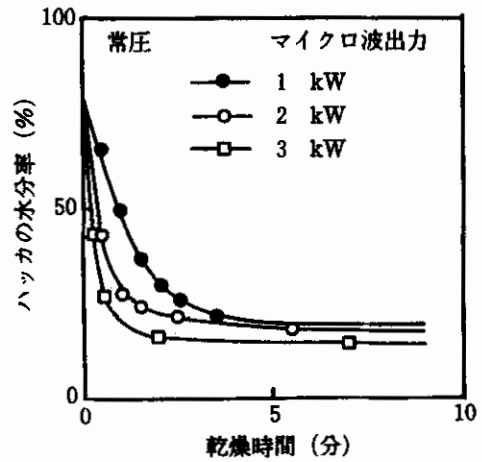


図7 ハッカのマイクロ波乾燥曲線

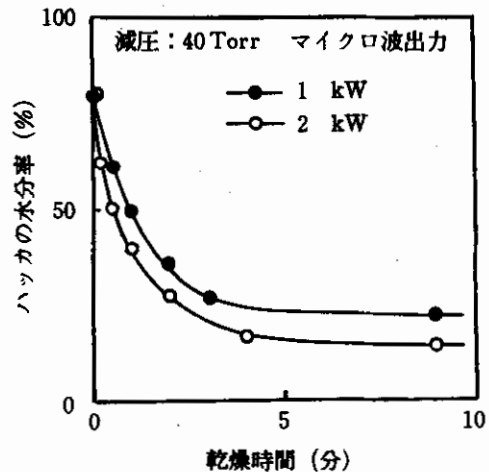


図8 ハッカのマイクロ波乾燥曲線

3.3 各種乾燥法による menthol, menthone の変化
凍結、熱風、放射及びマイクロ波の各乾燥法によるハ

表2 マイクロ波乾燥における品温の変化

乾燥条件	水分率		
	15%	30%	60%
常圧 1 kW	85 ~ 90	75 ~ 80	75 ~ 80
常圧 2 kW	105 ~	95 ~ 100	90 ~ 95
常圧 3 kW	105 ~		
減圧 1 kW	80 ~ 85	70 ~ 75	

(品温 °C)

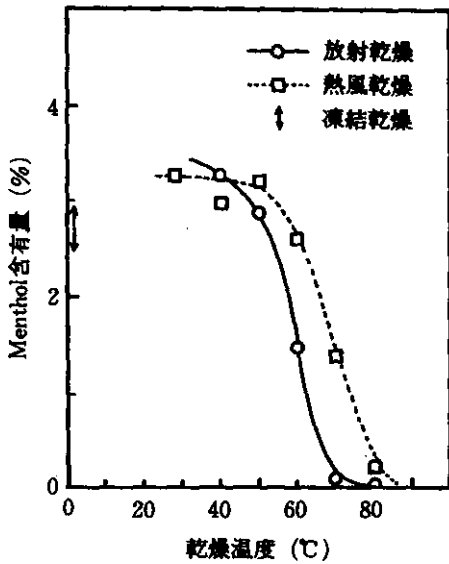


図9 ハッカの各種乾燥による menthol 含有量

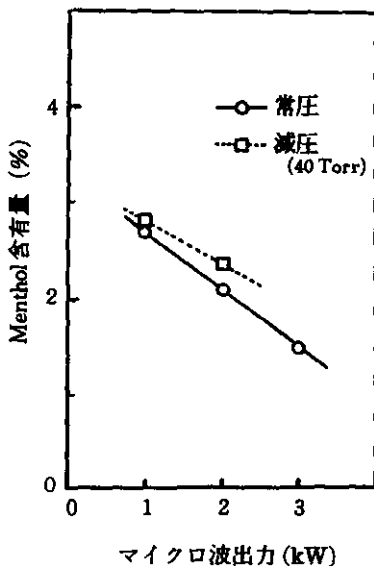


図10 ハッカのマイクロ波乾燥による menthol 含有量

ツカの menthol 含有量の変化を図9, 10に示す。生の試料の menthol 含有量は 3.5 ~ 4.0%の範囲であった。各乾燥条件での平衡水分量は一様ではないが、ほぼ5 ~ 20%としたものについての結果である。熱風乾燥と放射乾燥の比較において、高温領域(50°C以上)では熱風の方が同一温度の乾燥で menthol 含有量が高く推移した。しかし、50°C以下ではその違いは見られなかった。凍結乾燥では凍結温度の違いによる差はなく、menthol 含有量は 2.4 ~ 2.9%であり、生のハッカに対して約80%の値を示し、前報²⁾のアオジソの20 ~ 30%に比べ高い値を示した。これはハッカの menthol が凍結乾燥に対しても安定であることを示している。マイクロ波乾燥では、高周波出力と比較的リニアな関係がみられ、高出力になるほど menthol 含有量は低下した。常圧と減圧の比較では僅かであるが減圧の優位性が認められ、減圧、出力1kWの条件では生の試料の80%の値を示し、十分ハッカの乾燥に適應できることが示された。次に、放射乾燥における乾燥度の違いによる menthol, menthone 含有量の変化を図11示す。menthol, menthone 共にハッカの水分率10 ~ 80%の範囲において殆ど変化はなく、10%以下になると急激に低下することが分かった。これは放射乾燥が熱風乾燥に比べハッカの初期乾燥(残存水分率10%程度まで)において、3.2項に示したように乾燥速度が速いことから有効な方法であることを示している。一方、熱風乾燥の場合は乾燥が進

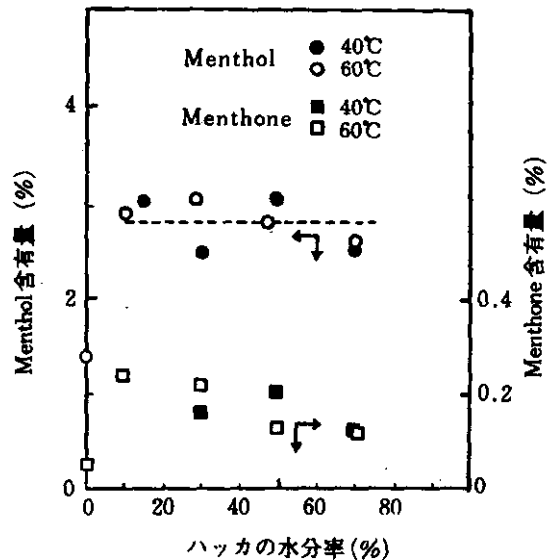


図11 放射乾燥度と menthol, menthone 含有量の関係

行し、試料の熱容量が低下しても雰囲気温度以上に品温は上昇しないことから menthol の消失が低く抑えられるものと思われる。これらの結果より特に精油成分を考慮したハッカの乾燥法としては、水分率 20%程度までを放射乾燥、さらに高乾燥度を行う場合は熱風乾燥との組み合わせが有効と思われる。

3.4 各種乾燥法による色調の変化

ハッカを機能性食品等の素材として粉末で用いる場合、その乾燥物の色合いは商品価値を大きく左右することになる。そこでハッカの凍結、放射、熱風、マイクロ波の各乾燥物の色調について色差計を用い検討を行った。その結果を表3に示す。測定原理から同一水分量の試料を比較することが必要であるが、生の試料の色合いと比較することが出来ない。そこで、ここでは乾燥物の色調が最も生の物に近い暗所風乾の試料を基準に検討を行った。ΔE は暗所風乾物との色差を示している⁴⁾。ハッカの色合いはクロロフィルに基因する緑色が基調である。a 値で示される緑色の度合は風乾が最も良く、次いでマイクロ波（常圧、2kW）が良い。その他は高温乾燥（70、105℃）を除いて同様の値を示した。L 値、b 値も凍結乾燥の白色度（L 値）を除き a 値と相関している。ΔE 値はいずれも 6 以上を示しているが、40℃熱風乾燥とマイクロ波乾燥が比較的良いことが分かった。

表3 各種乾燥物の色調

乾燥試料	Lab 値			
	L	a	b	ΔE
暗所風乾	50.13	-11.58	22.53	-
凍結乾燥	38.71	-6.66	15.78	14.15
熱風 (40℃)	48.84	-6.57	19.07	7.45
〃 (70℃)	35.65	-3.28	14.27	18.62
〃 (105℃)	35.19	-3.84	13.35	19.17
放射 (40℃)	39.46	-5.90	16.88	13.37
マイクロ波 (常圧)	40.73	-8.86	17.96	10.80
〃 (減圧)	39.58	-6.15	17.13	13.04

3.5 ハッカの各種乾燥物の顕微鏡観察

各種乾燥法によるハッカ乾燥物の SEM 像を写真 1～7 に示す。ハッカは球状で 70～80μm の大きさの腺体を葉の両面に持ち、その数は写真 1、2 から裏面に約 3 倍ほど多く存在しており、50～60μm の大きさで、葉の裏面にしか存在しないアオジソとの違いを示した。こ

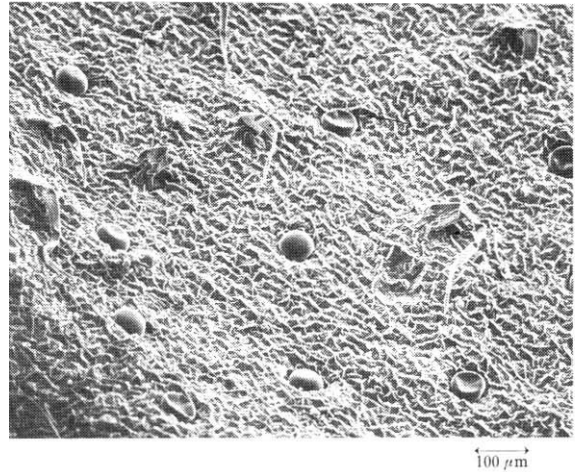


写真-1 ハッカの葉の表 100倍

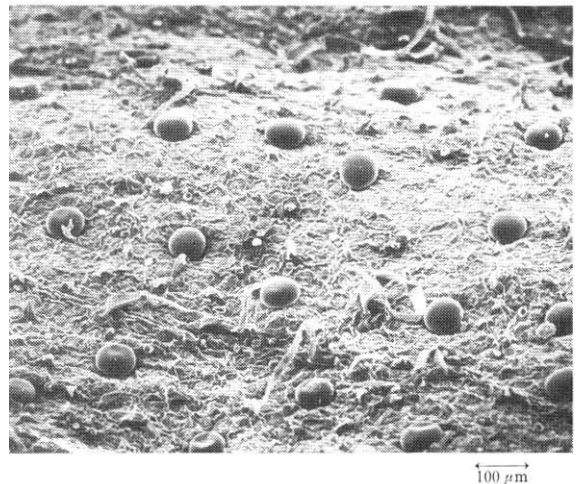


写真-2 ハッカの葉の裏 100倍

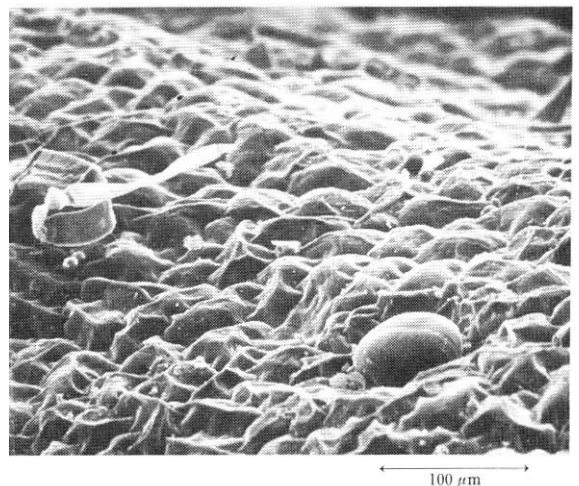


写真-3 凍結乾燥物 300倍

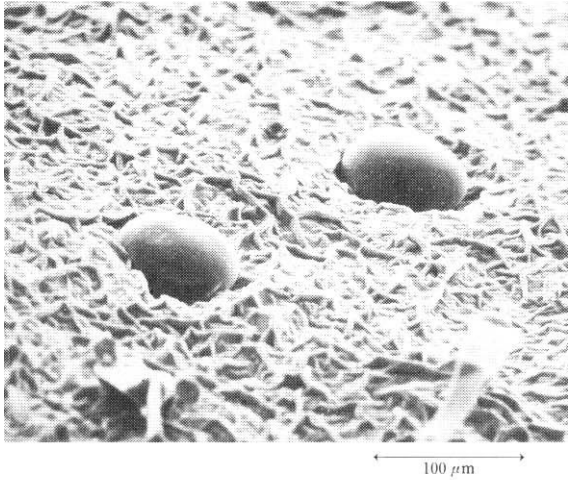


写真-4 放射乾燥物 (40 °C) 300倍

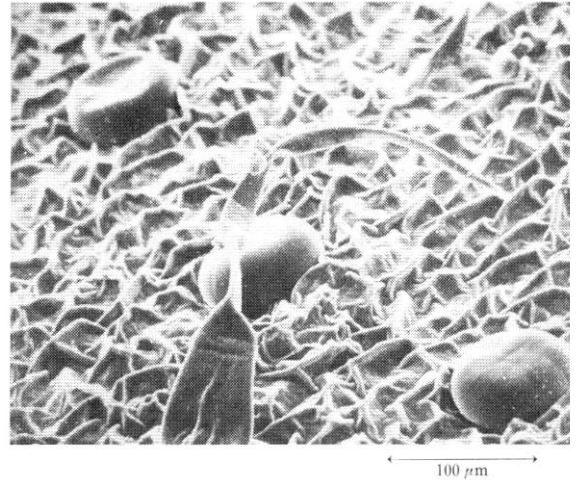


写真-7 マイクロ波乾燥物 (常圧 1kw) 300倍

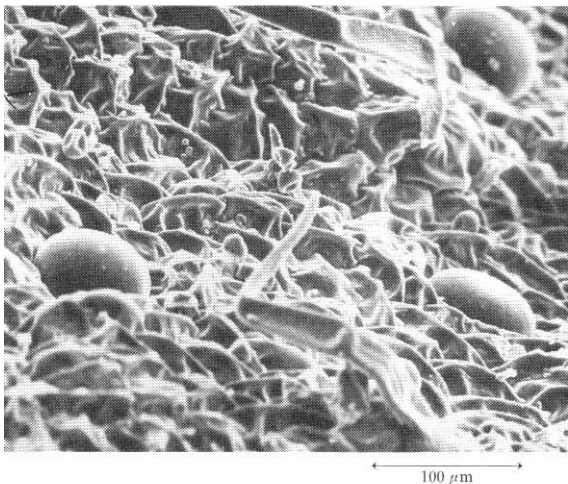


写真-5 熱風乾燥物 (40 °C) 300倍

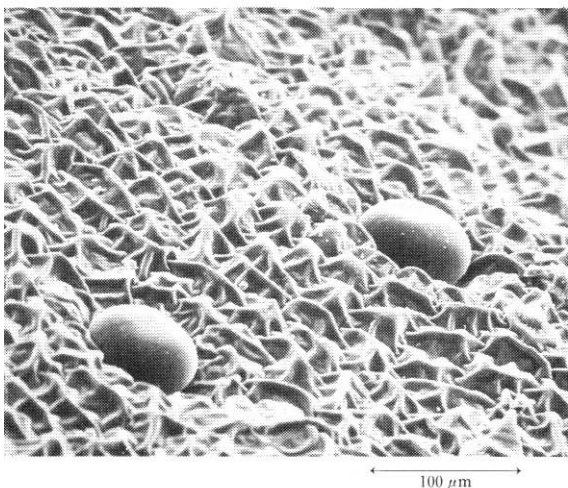


写真-6 マイクロ波乾燥物 (減圧 1kw) 300倍

の腺体は凍結，熱風，放射乾燥はもとより急激な乾燥が行なわれるマイクロ波乾燥においてもその破壊が認められず(写真6, 7)，同じシソ科の植物であるアオジソに比べ安定であることが分かった。また，葉の収縮割合は熱風，放射，凍結の各乾燥法では大差が無いものの，マイクロ波乾燥では他の物に比べ約1.6倍程度の収縮を示した。これはその乾燥速度に起因するものと思われ，水に戻して使用する際の復水速度に影響を与えるものと思われる。

4. まとめ

生薬，ハーブ類に属するハッカの乾燥法について，その精油成分である menthol, menthone に着目し，各種乾燥特性を検討した。

その結果，

- (1) 放射乾燥は熱風乾燥に比べ乾燥度に関係なく，2～3倍前後の乾燥速度を示し，マイクロ波乾燥は常圧，減圧での優位性は認められないものの，5分程度で恒量値に達する急速な乾燥法であることが分かった。
- (2) Menthol の残存量では，50°C以下の乾燥温度では放射乾燥と熱風乾燥の差異はほとんどなく，生の試料と同程度を示した。50°C以上では幾分熱風乾燥が優位であるが，いずれも残存量は急激に低下する。マイクロ波乾燥では高周波出力が大きくなるに従い低下が認められるものの，減圧-1kWの条件では生の試料の80～90%を示し，凍結乾燥は80%程度を示した。

(3) 乾燥物の色合いの変化では、暗所風乾の物が最もよく、次で40℃熱風乾燥、マイクロ波乾燥であり、その他の乾燥物は同様の色調であった。

(4) 顕微鏡観察により、ハッカは葉の両面に70～80 μmの腺体を持ち、量的には、裏面が表面に比べ3倍程度多く、またマイクロ波乾燥のような急激な乾燥においても腺体の破壊は見られず、かなり強固な組織であることが分かった。各種乾燥物の収縮率はマイクロ波乾燥が最も大きく、他の乾燥物に比べ1.6倍程の値を示した。

(5) アオジソ、ハッカは共にシソ科の植物であるが、ハッカは前報²⁾のアオジソに比べ熱風、放射乾燥はもとより、凍結乾燥、マイクロ波乾燥においても精油成分の消失が少ない植物であり、各種乾燥法の適用が可能である事が分かった。

特に、ハッカの水分活性より水分率10%前後の乾燥物を得るには最も放射乾燥が適しているものと思われる。

5. 謝 辞

ハッカのマイクロ波乾燥試験を行なうにあたり、装置の借用許可ならびにご指導を頂きました、北海道電力株式会社総合研究所 主査 伊藤幸彦氏、増田裕臣氏に対しここに記し、謹んで感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 木島正夫他編「薬用植物大辞典」広川書店 1977
- 2) 尾谷ら、北海道立工業試験場報告 No.290
p.81 (1991)
- 3) 日本食品包装技術協会編「食品包装技術便覧」日本食品包装技術協会 1988
- 4) 川上元郎著「色の常識」日本規格協会 1986