

薄荷の育種学的研究

(第8報) 薄荷種間雑種の生産力並びに精油の性状に関する研究*

池田長守・宇度清六

Studies of Mint Breeding

VIII. Studies on the Productivities and the Properties of Essential Oils of Interspecific Hybrids in the Genus *Mentha*

Nagamori IKEDA and Seiroku UDO

Yields of herbs and essential oils of two interspecific hybrids of mint were determined. One is F₁'s that involve *M. arvensis* L. var. *piperascens* MAL. (Japanese mint) and *M. spicata* L. (pilose form), the other is F₁'s that involve *M. arvensis* L. var. *piperascens* MAL. and *M. spicata* L. var. *crispa* BENTH. Physicochemical properties of essential oils as well as the components that make up the essential oils were also studied. Results acquired were as follows:—

(1) F₁'s grew vigorously and gave better yields of herbs than the parents, though the yields of the different strains (clones) consisting F₁'s varied one another (Table 1, 2). It was recognized too that drought resistance and rust immunity which F₁'s possessed, (the parents of non-Japanese mints also had these characters) were also the cause of high productivity of herb, besides the vigorousness of growing.

(2) Some F₁ strains (clones) were by no means inferior in yield (%) of essential oil from herb, to the Japanese mint which was generally high in essential oil content. Consequently, their production of essential oil per unit acreage was higher than that of the Japanese mint.

(3) F₁'s that involved Japanese mint and *M. spicata* var. *crispa* were superior to F₁'s that involved Japanese mint and *M. spicata* (pilose form) in yields of herb and essential oil. Moreover, in the former F₁'s, there were strains which gave essential oils of good qualities (Table 1, 2). The authors recognized consequently *M. spicata* var. *crispa* was superior as the mother species of interspecific hybrid.

(4) Essential oils of two varieties of *M. spicata* (non-Japanese parents) contained about 25% of free menthol and 50% of unsaturated ketones. Most of F₁ strains also contained 25~45% of free menthol and 25~50% of unsaturated ketones in their essential oils. Their herb had a smell peculiar to their unsaturated ketones. However, two F₁ strains [F₁ 89], [F₁ 92] that involved Japanese mint and crisp mint had about 75% of free menthol and only a few percentage of unsaturated ketones in their essential oils, the composition of which was alike that of Japanese mint (Table 3, 4). They were good perfumers like Japanese mint.

(5) Unsaturated ketones which were contained in the essential oils of the non-Japanese mints and the Majority of F₁'s that involved Japanese mint and non-Japanese mint, or

* 本研究は昭和30年(1955年)10月、日本育種学会第9回講演会において、その一部を発表した。

at least most part of the ketones, were supposed to be *l*-carvone from the physico-chemical properties of the essential oils (Table 5).

The F₁'s of interspecific hybrid, especially the last mentioned two F₁ strains (F₁ 89) and (F₁ 92) had many desirable characters as described above. They closely resembled, though not superior to, Japanese mint in the quality of essential oils and had many good characters (as drought resistance, rust resistance etc.) which originated from the parent of non-Japanese mint. They will answer our purpose as the stocks for the improvement of Japanese mint.

From the above mentioned results, the authors are interested in the crossing experiment of Japanese mint with many other species of mint as the means of improvement of Japanese mint.

I. 緒 言

薄荷属種間の類縁を知り、又育種素材育成の目的をもつて、筆者等は薄荷種間雑種の研究を行っている。本報においては先にその形態的、生理的諸性質並びに核学的観察結果を報告した日本薄荷 (*M. arvensis* L. var. *piperascens* MAL.) × オランダハッカ (*M. spicata* L. var. *crispa* BENTH.) の F₁ 及び日本薄荷 × *M. spicata* L. (pilose form) の F₁ における葉子*生産力、精油 (取却油) 生産力並びに精油の性状についての実験結果を報告し、併せて日本薄荷の育種に種間雑種利用の可能性を考えて見たい。

本研究に当り、葉子の蒸溜、精油の分析に施設の使用を許された岡山県立農業試験場長鏑方博士に、又有益なる助言を賜わつた倉敷分場長池畑勇作技師並びに中山猛郎技師に謹んで謝意を表する。

II. 実験材料及び方法

本研究は日本薄荷 × オランダハッカ及びその逆交雑の F₁ 5 系統、日本薄荷 × *M. spicata* の F₁ 6 系統、両親 3 種並びに標準日本薄荷 1 品種、合計 15 の系統について行つた。1955 年、各系統を 5 坪宛栽培し、第 1 回刈取 (2 番刈) を 8 月 2 ~ 6 日に、第 2 回刈取 (3 番刈) を 10 月 15 日にそれぞれ行つた。葉子重量を秤量して後、直ちに水蒸気蒸溜して精油を採取し、次いで各種成分を定量し、又物理的性質の検定を行つた。

実験に用いた交雑親の日本薄荷、オランダハッカ、*M. spicata*、それらの F₁ 及び日本薄荷標準品種「三美」にはそれぞれ第 1 表に示す如き系統番号を付す。以下本文においては特に必要な場合以外は系統番号をもつて呼ぶ。尚系統番号はすべて筆者等の IV 報⁵⁾、V 報⁶⁾のそれに一致する。F₁ のうち [93] を日本薄荷親とするのは [F₁ 82], [F₁ 83], [F₁ 91], [F₁ 92] の 4 系統で残りの 7 系統の日本薄荷親は枯死して本実験に供することが出来なかつた。[93] は生産力及び精油の物理的、化学的性質が略現在の日本薄荷の経済栽培品種なみであるから、この [93] と岡山地方の標準品種「三美」[35] を比較の対照として用いた。

III. 実験結果及び考察

(1) F₁ 植物の生長並びに葉子収量

F₁ の葉子収量は両親のいずれよりも多く、ヘテローシスを示すが、その程度は交雑組合せの

* 薄荷の茎葉を風乾し、之を水蒸気蒸溜して精油をとる。この蒸溜前の乾茎葉を「葉子」と称する。本実験では茎葉を乾かさず生のまま蒸溜した。よつて本報では特に生の茎葉を「葉子」と呼ぶこととする。

相異により, 又 F₁ 系統の違いによつて大きな差が見られた. 一般に草の初期生長は日本薄荷×〔4〕の F₁ は非常に旺盛で夏季開花も早く, 第四報⁵⁾ で述べた様に7月下旬或はそれ迄に開花を初める. 開花最盛期を刈取の適期とすると, 8月上旬の刈取は晩きに失する. 日本薄荷×〔1〕の F₁ は初期生長が鈍く8月上旬に漸やく開花を初め, 10日すぎが刈取の適期と考えられた. 7月下旬以降旺盛な生長を遂げ, その生草量は日本薄荷×〔4〕の F₁ に迫るが, 8月上旬の刈取期には未だ日本薄荷×〔4〕の F₁ に及ばなかつた. 刈取後の再萌芽及び秋季の生長も同様の傾向が見られ, 3番期も日本薄荷×〔4〕の F₁ の方が, 平均して若干葉子収量が多かつた(第1, 2表).

実験を行つた1955年の夏は特に旱魃がはげしく, そのために日本薄荷の夏季生育悪く, 一般に3番期の葉子収量が少かつた. 実験圃場においても一部枯死し, 旱害は観察された. 3番期の葉子収量の2番期に対する減少率は〔93〕, 〔35〕の平均が52%であるのに, F₁ の平均は29%, 〔1〕, 〔4〕の平均は26%であつた. この減少率の相異は勿論〔1〕, 〔4〕及び F₁ 諸系統の旺盛な萌芽, 生長力によるものであるが, 一部はこれら諸系統の対旱性に帰せられる. 日本薄荷は銹病に対して罹病性であり, しばしば秋季に発生して落葉の原因となり, 3番期の葉子収量を減少させる. 本実験で〔1〕, 〔4〕が圃場で罹病しているのを見なかつた. 鏘方(1929)⁴⁾によれば *M. spicata* は銹病に対して免疫性である. F₁ においても同様罹病葉は発見されず, 銹病抵抗性(或は免疫性)は優性形質と見受けられる. 日本薄荷親〔93〕には可なりの被害があつた. そして銹病も同系3番期葉子減収の原因の一部をなすものと解された.

Table 1. Productivities (summer season).

Species	Line No.	Yield of fresh mint herb per 5 tubo* kg	% of essential oil from fresh herb %	Yield of essential oil per 5 tubo* g	% of menthol crystal by freezing 10%	Yield of menthol crystal per 5 tubo* g
<i>M. spicata</i> (pilose form)	1	27.78	0.153	42.6		
F ₁ <i>arvensis</i> × <i>spicata</i>	82	42.11	0.190	80.1		
	83	42.10	0.125	52.8		
	84	15.03**	—	—		
	85	32.15	0.134	43.2		
	86	24.07	0.431	103.7		
	90	40.44	0.211	85.2		
<i>M. arvensis</i> var. <i>piperascens</i>	93	19.70	0.208	41.0	4.8	19.7
F ₁ <i>arvensis</i> × <i>spicata</i> var. <i>crispa</i>	87	38.81	0.389	151.0		
	88	44.61	0.339	151.3		
	89	51.51	0.324	167.1	2.6	43.4
F ₁ <i>spicata</i> var. <i>crispa</i> × <i>arvensis</i>	91	37.98	0.302	114.8		
	92	17.67	0.199	35.1	6.1	21.4
<i>M. spicata</i> var. <i>crispa</i>	4	28.06	0.266	74.5		
<i>M. arvensis</i> var. <i>piperascens</i> (standard variety)	35	26.86	0.369	99.2	5.5	54.6

* Acreage about 1/6 ares

** Scanty yield of herb is due to poor germination from rhizome in spring.

Table 2. Productivities (autumn season).

Line No.	Yield of fresh mint herb per 5 tubo kg	% of essential oil from fresh herb %	Yield of essential oil per 5 tubo g	% of menthol crystal by freezing 10%	Yield of menthol crystal per 5 tubo g
1	19.82	0.080	15.9		
82	21.94	0.194	42.6		
83	27.90	0.151	42.1		
84	21.67	0.224	48.5		
85	32.28	0.210	67.8		
86	19.91	0.349	69.5		
90	27.33	0.158	43.2		
93	12.38	0.225	27.9	6.1	17.2
87	29.12	0.295	85.9		
88	27.27	0.139	37.9		
89	27.28	0.243	66.3	4.1	27.2
91	32.67	0.231	75.5		
92	7.07*	0.147	10.4	6.3	6.6
4	21.74	0.125	27.2		
35	10.17*	0.352	35.8	6.4	22.9

* Scanty yield is due to partial death of herb after the harvest of summer season.

(2) 精油収量並びに収油率

葉子からの収油率も交雑組合せの相異により又 F_1 の系統により可成りの変異が見られた。2 番期においては日本薄荷×〔4〕の F_1 の収油率は一般に高く、平均 0.3 % を越えた。両親の何れよりも高いばかりでなく、標準品種「三美」に近い値を示す。3 番期の収油率は両 F_1 の相異は少く、又両親の平均に近い。只葉子収量の多いために、両 F_1 の精油収量は 2, 3 番期を通じて両親の何れよりも多く、又同じ理由で日本薄荷×〔4〕の F_1 の精油収量は日本薄荷×〔1〕の F_1 のそれより多かつた (第 1, 2 表)。

(3) 精油の化学成分

遊離メントール、化合メントール、メントン、不飽和ケトン (但不飽和ケトンは 2 番期のみ) の 4 成分を定量した。遊離メントールの定量は 2 番期には鹼化法²⁾¹⁰⁾ を、又 3 番期には三井法⁷⁾ を用い、化合メントールの定量には 2, 3 番期共鹼化法を用いた。メントンの定量は 2 番期にはナトリウム還元法¹¹⁾ を、3 番期にはヒドロキシル・アミン法¹⁰⁾ を用いた。不飽和ケトンの定量は中性亜硫酸曹達法²⁾¹⁰⁾ (ブルグス氏法) を用いて 2 番期のみ行い、3 番期には行わなかつた。実験結果は第 3, 4 表に示す。

遊離メントールは日本薄荷の精油の主成分で、経済栽培品種は通常 75% 以上の遊離メントールを含み、薄荷精油の目や鼻にしみ入るような特異の芳香はこれによる。薄荷精油を氷冷すると遊離メントールの一部は結晶となつて析出する。之を薄荷脳と言ひ、残液を脱脳油と称する。脱脳油中には通常尚 42% の遊離メントールを含む。M. spicata 及びオランダハッカの精油の遊離メントール含有率は 42% に充たない。従つて、これらは氷冷法によつて薄荷脳を析出しない。日本薄荷×〔1〕の F_1 の遊離メントール含有率は、1 系統〔 F_1 84〕は両親の中間にあるが、他の 5 系統は〔1〕親に近く、2, 3 番期平均 35% を越す系統はない。日本薄荷×〔4〕の F_1 では、2

Table 3. Chemical Components of Essential Oils (summer season).

Line No.	Free menthol content %	Ester content, calculated as menthyl acetate %	Menthone content %	Unsaturated ketone content vol. %
1	26.93	13.32	15.43	47.2
82	27.75	11.95	17.35	39.4
83	26.87	12.42	12.36	43.0
84	53.57	—	10.82	—
85	26.58	13.05	7.36	45.0
86	29.64	9.73	21.26	30.6
90	34.57	11.52	13.35	38.5
93	79.65	6.28	4.15	1.2
87	27.02	12.32	15.94	49.5
88	47.85	12.73	12.16	24.5
89	72.89	5.25	3.43	2.5
91	25.30	12.87	10.50	48.5
92	76.46	6.65	4.42	4.2
4	22.52	13.21	14.79	48.0
35	86.92	5.47	2.96	2.0

Table 4. Chemical Components of Essential Oils (autumn season).

Line No.	Free menthol content %	Ester content, calculated as menthyl acetate %	Menthone content %
1	28.08	13.21	15.33
82	28.94	11.89	16.50
83	26.60	13.00	11.80
84	43.04	13.28	13.79
85	26.74	12.84	7.17
86	40.52	9.76	14.77
90	34.38	11.34	11.89
93	78.87	6.34	4.01
87	26.96	12.16	15.93
88	47.47	11.90	11.60
89	73.88	5.65	3.50
91	25.40	12.50	9.87
92	77.31	6.65	4.30
4	22.15	13.11	14.36
35	86.65	5.27	2.45

系統〔F₁ 89〕, 〔F₁ 92〕が日本薄荷の精油の遊離メントール含量に近く, 2系統〔F₁ 87〕, 〔F₁ 91〕がオランダハッカのそれに近い. 又1系統〔F₁ 88〕は丁度中間にある. 之等を常法¹²⁾によつて氷冷した. その結果は予想の如く標準品種「三美」〔35〕, 日本薄荷親〔93〕, 及〔F₁ 89〕,

〔F₁ 92〕の4系統において薄荷腦を析出した。これを検本（標準油）と比較して第1, 2表に示す如き採脳率を得た。

化合メントールは薄荷油の香味を軟らげると言われ、脱脳油中にその一定量を含むことが必要とされる。というのは脱脳油は化合メントールを加えて、メントール50%を含有することを要求される商品であるから、化合メントール含有率があまり低いと、屢々脱脳油がこの規格に達しないことがあり、そのため50%に達するまで遊離メントールを油の中に残さねばならぬからである。併し〔1〕,〔4〕親や一部 F₁ の如く 10%を越えるのは多きに失する。というのはそれだけ遊離メントールの含まれる余地を少くするからである。メントンは稍苦味があつて、薄荷油の香味に面白くない影響を与える。F₁ 中3系統は日本薄荷油のメントン含有率に近いが、残りの8系統は〔1〕,〔4〕親のメントン含量15%に近く、或はそれを越える。

不飽和ケトンには日本薄荷には殆んど含まれていない。これに反して〔1〕及び〔4〕親は多量の不飽和ケトンを含む。F₁ ではメントールの多い〔F₁ 89〕及び〔F₁ 92〕の両系統は僅数%の不飽和ケトンを含むに過ぎないが、メントールの少い残りの8系統は〔1〕,〔4〕親に近い不飽和ケトンを含む。これら成分の相異は茎葉の香氣にも現れ、〔F₁ 89〕,〔F₁ 92〕はメントール特有の多少刺戟性のある芳香を放つが、他の F₁ 系統は〔1〕,〔4〕親に近い異香を放つ。

(4) 精油の物理的性質と化学成分

精油の物理的性質については比重、比粘度、比旋光度及び屈折率を測定した。それぞれオストワルド・スプレングル比重計、オストワルド粘度計、ミッテエルリッヒ偏光計及びアッペ屈折計を用いて測定し、定数を計算した。

精油の比粘度は遊離メントール含有率と関係が深く、比粘度の測定によつて、遊離メントール含有率の概数の推定も可能¹⁴⁾で、長沢¹⁰⁾によれば脳分5割（遊離メントール略75%）以上の優良薄荷油は比粘度10以上である。本実験においても、日本薄荷〔93〕,〔35〕は勿論、F₁中〔F₁ 89〕,

Table 5. Physicochemical Properties of Essential Oils.

Line No.	Specific viscosity η_{25}^{25}	Specific gravity d_{4}^{25}	Specific rotation $[\alpha]_D$	Refractive index n_D
1	2.2999	0.9088	-60.21°	1.4826
82	1.5034	0.8907	-64.95°	1.4795
83	1.7721	0.9012	-64.78°	1.4828
84	—	—	—	—
85	1.5358	0.8959	-62.77°	1.4825
86	2.1224	0.8942	-53.75°	1.4625
90	1.5141	0.8944	-59.51°	1.4789
93	10.2822	0.8930	-40.90°	1.4622
87	1.5569	0.9044	-61.54°	1.4845
88	1.5262	0.9027	-63.25°	1.4791
89	6.8600	0.8934	-36.45°	1.4605
91	1.6952	0.9128	-59.45°	1.4868
92	18.7809	0.8983	-41.13°	1.4601
4	1.9939	0.9034	-58.85°	1.4815
35	13.3372	0.8934	-36.49°	1.4602

[F₁ 92] の如き遊離メントールを含むことの多い系統は大きな数値を示す。これらメントールを含むことの多い精油の比重, 屈折率は不飽和ケトンの多い〔1〕,〔4〕や, F₁ の残り8系統の精油の比重, 屈折率に比べて稍小さい。メントールの比重, 屈折率と不飽和ケトンのそれとの差によるのであろう。旋光性は日本薄荷の精油, *M. spicata* の精油共に左旋性³⁾である。本実験に用いた〔35〕,〔93〕,〔1〕,〔4〕の精油は勿論, F₁ 諸系統の精油はいずれも左旋性であつた。〔93〕,〔35〕の精油は $[\alpha]_D = -36^\circ \sim -41^\circ$ であり, F₁ 中〔F₁ 89〕,〔F₁ 92〕の精油の比旋光度も略これに類する。主要成分 *l*-メントールの比旋光度 -49.44° に大きく影響された結果であらう。オランダハッカの精油に含まれている不飽和ケトンは長沢 (1938)⁸⁾ によれば *l*-カルボンである。又 *M. spicata* に属し, 北米で経済栽培されているスペアミント (欧州においても同様経済栽培されている) の精油は GÜENTHER (1949)³⁾ によれば, 50.7~71.5% の *l*-カルボンを含み, その比旋光度は $-50.25^\circ \sim -60.17^\circ$ である。本実験に用いた〔1〕は同じく *M. spicata* であり, その精油の比旋光度 $[\alpha]_D = -60.21^\circ$ も前記スペアミントの比旋光度の範囲内に含まれ (〔4〕の $[\alpha]_D = -58.85$ も同様である) *l*-カルボンの比旋光度 $[\alpha]_D = -62.46^\circ$ とも略一致するから, その不飽和ケトン (少くともその大部分) は *l*-カルボンであらう。〔F₁ 82〕,〔F₁ 83〕,〔F₁ 85〕,〔F₁ 86〕,〔F₁ 90〕,〔F₁ 87〕,〔F₁ 88〕及び〔F₁ 91〕の精油に多量含まれている不飽和ケトンも同様の理由で *l*-カルボンと想定される。

Table 6. Physical Constants of Main Components in the Essential Oil of Mint.

Components	Specific gravity d	Refractive index n_D	Specific rotation $[\alpha]_D$	Literature cited
<i>l</i> -menthyl acetate	0.9185	1.44669~1.44680	-79.42°	BEILSTEIN, Bd. VI. P.32
<i>l</i> -menthol	0.904	1.46096	-49.44°	化学実験学, 第9巻, P.403
<i>l</i> -carvone	0.9643	1.4988	-62.46°	〃 〃 P.447
<i>l</i> -menthone	0.896	1.450	-28°	〃 〃 P.407

IV. 総 括

栄養繁殖を行う植物は, その種形成の過程において遺伝子がヘテロに入りこみ, 自身雑種性であることが屢々ある。かかる植物を交雑親に用いると次代に直ちに形質の分離を起す。本報告に取扱つた種間雑種 (日本薄荷×*M. spicata* L. 及び日本薄荷×オランダハッカ) の F₁ も種々の点で変異しているが, 種間雑種であるために F₁ 間のこれらの相異を超越した大きな傾向も見られた。それらのうち育種的に興味のある点を列挙すると次の如くである。

(1) 大部分の F₁ は旺盛な生長を遂げ, 葉子の収量は両親のいずれよりも多かつた。併し個々の系統について見れば収量に可なりの変異があつた。又オランダハッカ, *M. spicata* 及び F₁ 諸系統においては2番期の葉子収量に対する3番期の減収が日本薄荷より少かつた。これは勿論前者の旺盛な萌芽, 生長力によるものであるが, 又耐旱性強く当年の夏季旱越に堪え得たこと及び銹病に対する抵抗性 (或は免疫性) のために, 日本薄荷のように罹病, 落葉しなかつたことなども原因の一部と考えられる。

(2) 外国薄荷や野生薄荷の収油率は一般に日本薄荷に比べて低い。然るに本実験で得た F₁ 中には収油率が日本薄荷に劣らぬ系統があり, 従つて精油収量も一般に両親よりも多かつた。

(3) 2組合せの種間雑種中の一方、日本薄荷×オランダハッカの F₁ は、他方の組合せ日本薄荷× *M. spicata* の F₁ に比べて一般に葉子の収量、収油率、従つて精油収量が多かつた。のみならず精油品質の良い系統を含み、交雑親としてオランダハッカの方が優れていることが認められた。

(4) オランダハッカ、*M. spicata* は精油中に約25%の遊離メントールと約50%の不飽和ケトンとを含む。又 F₁ の多くの系統も25~45%の遊離メントールと25~50%の不飽和ケトンとを含む。それらの茎葉は不飽和ケトン特有の異臭を放つ。しかるに日本薄荷×オランダハッカの F₁ 中の2系統〔F₁ 89〕及び〔F₁ 92〕は精油中の遊離メントール含有率が約75%で日本薄荷親のそれに近く、不飽和ケトンは数%に過ぎず、その茎葉には日本薄荷と同様の芳香がある。且前者は葉子、従つて精油収量が多いという点で、又後者は遊離メントール含有率が特に高く、早生である点で特徴がある。

(5) F₁ の精油中に多量に含まれている不飽和ケトンは、精油の物理的性質からオランダハッカ、*M. spicata* の精油中の不飽和ケトンと同様 *l*-カルボンと想定される。

以上の如く本実験の F₁ は日本薄荷にない優秀な特徴を具えている。特に精油の品質の良好な〔F₁ 89〕、〔F₁ 92〕の如きは、他種薄荷の優良形質を日本薄荷に取り入れる中間資料として役立つであろう。このように種間雑種から育種資料が得られる可能性は、日本薄荷の交雑対象としてもつと広く他の種を選んで F₁ を作ることの興味を示唆するものである。

引用文献

- 1) Beilsteins Handbuch der Organischen Chemie. Bd. VI. (1925)
- 2) GUENTHER, E. (1948): The Essential oil. Vol. I, Toronto, New York and London.
- 3) GUENTHER, E. (1949): The Essential oil. Vol. III, Toronto, New York and London.
- 4) 鑄方末彦 (1929): 薄荷銹病に関する研究. 岡山県立農事試験場特別報告, 第34号.
- 5) 池田長守, 宇渡清六 (1955): 薄荷の育種学的研究 第4報, オランダハッカ及びこれと日本薄荷との F₁ の細胞遺伝学的研究. 岡山大学農学部学術報告, 第6号. 12~19.
- 6) 池田長守, 宇渡清六 (1955): 薄荷の育種学的研究 第5報, 日本薄荷と *M. spicata* L. (pilose form) との F₁ の細胞遺伝学的研究. 岡山大学農学部学術報告, 第7号. 1~7.
- 7) 三井哲夫, 中山弘義, 田中穰, 藤原秀章 (1950): 薄荷に関する研究 第1報, 薄荷葉中の油分及び遊離メントールの微量定量法. 日本農芸化学会誌, 第24巻, 第2冊. 82~88.
- 8) 長沢 徹 (1938): 日本産薄荷油研究 第9報, 本邦産オランダハッカ精油の研究 第2報, Carvone の研究. 大阪工業試験場報告, 第19巻 (4). 1~104.
- 9) 長沢 徹 (1951): 薄荷油の品質試験について. 岡山県農業改良速報, 37.
- 10) 長沢 徹 (1953): 日本ハッカの向上に関する研究 第4報, 岡山県産ハッカの品質研究. 岡山県立農業試験場臨時報告, 第48号. 1~26.
- 11) 長沢 徹 (1954): 日本ハッカの向上に関する研究 第5報, 紅ハッカの研究. 岡山県立農業試験場臨時報告, 第50号. 1~34.
- 12) 岡山食糧事務所 (1952): 薄荷取卸油検査及び標準油について.
- 13) 大幸勇吉 (1941): 化学実験学. 第9巻.
- 14) SWIFT, L. J. and THORNTON, M. H. (1943): Viscometric method for determining free menthol in peppermint oil. Ind. Eng. Chem., Anal. Ed., 15. 422.