ミツバの香気特性ならびにその香気特性に及ぼす栽培培地と品種の影響

阿部一博¹・崎元道男²・宮崎昭雄²

¹大阪府立大学農学部 593 堺市学園町

²大阪府立農林技術センター 583 羽曳野市尺度

Effects of Cultivation Methods and Cultivar Variations on Characteristic Aroma of Japanese Hornwort (*Cryptotaenia japonica* Hassk.)

Kazuhiro Abe¹, Michio Sakimoto² and Akio Miyazaki²

¹College of Agriculture, University of Osaka Prefecture, Gakuen-cho, Sakai, Osaka 593

²Osaka Agricultural Research Center, Shakudo, Habikino, Osaka 583

Summary

The effects of cultivation methods (soil vs solution culture) and cultivar variations on the characteristic aroma of Japanese hornwort (*Cryptotaenia japonica* Hassk., JH) were examined by flame ionization chromatography (FID) and organoleptic evaluation.

Culture solution containing $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}] : 1000\text{mg}$, $[\text{KNO}_3] : 800\text{mg}$, $[\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}] : 500\text{mg}$, $[\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4] : 150\text{mg}$, and $\text{Fe} \cdot \text{EDTA} : \text{trace}$ in 1000ml water was defined as 1 unit solution.

Injection of the head space gas yielded twelve peaks on the chromatographic tracing; the largest one was at 4 min. 30 sec. retention time (RT). Using the TCD detector and organoleptic evaluation, this peak, which corresponded to the aroma of JH, is attributed to a monoterpene (M. W. 136) based on a GC-MS analysis.

Organoleptically, the aroma from 6 cultivars did not show obvious differences in quality. However, the aromas of 'Yanagawa 1 goh', 'Kanto-masumori', and 'Kantomasumori (B)' were slightly stronger than those of 'Yanagawa 2 goh', 'Osaka-shiroguki', and 'Kansai-shiroguki'.

Organoleptic evaluations showed that the aroma emanating from JH grown in soil culture was stronger than those plants grown hydroponically. The aroma of JH grown in 3 unit culture solution was stronger than that collected from plants grown in the standard (1 unit) culture solution. The main peak on gas chromatographic tracings derived from emanations of JH grown in soil culture was the tallest followed by that from JH grown in 3 unit solution culture; the peak derived from the emanation of JH grown in the 1 unit solution culture was shortest.

緒 言

近年わが国において施設栽培の普及は著しいが、施設栽培された青果物は露地栽培されたものより品質が劣ると考えられており、特に養液栽培された青果物の品質は土耕栽培された青果物より劣ると考える消費者は多い。しかし、養液栽培された青果物と土耕栽培された青果物の品質とを比較した報告は少ない。

一方ミツバ、トマト、ネギ、サラダナなどの養液栽

培がわが国では広く行われており、これらの中でもミツバの養液栽培は栽培面積が最も広く（農林水産省、1990）、養液栽培ミツバは市場に多く流通しているにもかかわらず品質に関する報告は少ない。青山ら（1978）は養液栽培されたミツバと土耕栽培されたミツバのアスコルビン酸含量を比較しているものの、ミツバの主要な品質要因である香気成分については十分明らかにされていない。

本報ではミツバの香気成分の特性を調べるとともに、香気に対する栽培培地の影響を調べた。また、養液栽

培されたミツバの品種間における香気の差異についても調べた。

材料および方法

1. 実験材料

関西での栽培や流通量が多い「大阪白茎ミツバ」を供試材料としてミツバの香気の特徴を調べ、栽培培地が香気に及ぼす影響についても同じ品種を使用し調べた。

香気生成量の品種間差異は、「関西白茎ミツバ」、「関東増森ミツバB」、「柳川1号ミツバ」、「柳川2号ミツバ」、「関東増森ミツバ」、「大阪白茎ミツバ」の6品種で調べた。

ミツバはほぼ出荷に適する大きさに成長した時点で収穫し、実験に供した。

2. 栽培方法

ミツバの土耕栽培は大阪府下の生産者の慣行法で行った。

養液栽培は市販の養液栽培ユニットを改良し（阿部, 1986）、成長に必要な成分を含む培養液を循環させて行った。なお、井戸水 1 liter 当たり $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$: 1000 mg, KNO_3 : 800 mg, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: 500 mg, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$: 150 mg, 微量の $\text{Fe} \cdot \text{EDTA}$ が溶けている培養液を 1 単位と呼び、それぞれの薬剤が 3 倍量溶けている培養液を 3 単位と呼ぶ。養液栽培も大阪府下の生産者の方法に準じて行った。

3. 香気の方法

香気成分の分析方法の手順を第 1 図に示した。

ミツバの葉柄をフラスコに密封（5 mm に切断、300 ml フラスコ内に 20 g）し、そのヘッドスペース中の

香気成分は VARIN AEROGRAPH 2100（ガラスカラム：直径 2 mm × 長さ 180 cm, カラム温度 50 °C, 5% Carbowax 20 M, キャリヤーガス：窒素 25 ml · min⁻¹, 検出器：FID）で分析し、葉柄を入れた濾過ビン（500 ml 容量, 5 mm 葉柄 200 g）を通過した空気（8 時間で 250 liter の浄化空気を通気）中の香気成分をテナックス GC でトラップし、その後加熱（250 °C）と 5~10 ml の窒素ガスの流入により得られた香気成分は同一条件でガスクロマトグラフィー（GC）を行い、また分取ガスクロマトグラフィーには SHIMADZU GC-4 A（ガラスカラム：直径 3 mm × 長さ 200 cm, カラム温度 50 °C, 5% Carbowax 20 M, キャリヤーガス：ヘリウム 40 ml · min⁻¹, 検出器 TCD）を用いて分取を行った。また GC-MS 分析には SHIMADZU LKB-9000 GC-MS を用いた。なお GC 分析条件は上述の GC と同一条件でイオン化電圧は 70 eV で測定した。

4. 官能検査

長さ 5 mm に切ったミツバの葉柄 20 g を 200 ml 容量のピーカーに入れ、そのヘッドスペースの香気の強さを官能的に検査した。最も強く感じたミツバを 3 点とし、つぎに強く感じたミツバを 2 点、最も弱く感じたミツバを 1 点とし評価を行い、Duncan の多重検定法により評価点の有意差を検定した。

なおパネルメンバーは官能検査に慣れており、予備テストにより嗅覚が正常と認められた 12 名とした。

分取した香気は複数の筆者らにより官能検査を行った。

Fig. 1. Schematic diagram for measurements of aroma components of Japanese hornwort.

結果および考察

1. ミツバの香気の特徴

ミツバの葉柄のヘッドスペースガスをGC分析したところ12個のピークが検出された。第2図にみられるようにピーク No. 7 が最も大きく、ついでピーク No. 6 が大きかった。

テナックス GC で濃縮した香気成分は、ガスクロマトグラムで見られるように21個のピークが検出された(第3図-A)。ヘッドスペースガスを分析した時(第2図)にはピーク No. 7 が最も大きく、テナックス GC で濃縮後もピーク No. 7 と同一の保持時間に検出される(ピーク n) が最も大きかった。しかし、ヘッドスペースガスを分析した時にピーク No. 7 について大きかった No. 6 と No. 4 のピークは、濃縮香気の分析ではそれほど大きなピークとして検出されなかった。このことから、テナックス GC では十分な濃縮ができなかったものと考えられる。

Fig. 2. Chromatographic tracing of the aroma and volatiles emanating from Japanese hornwort (JH).

detector : FID

■ : Characteristic aroma and volatiles of JH detected by an organoleptic test

□ : Not aroma of JH

テナックス GC で濃縮した香気成分を GC (検出器 TCD) で分析した場合には RT 6 分 30 秒に大きなピーク Y がみられた (第3図-B-1)。カラムにより分離された成分が検出器に入る前にその一部を機器外部に取り出し、官能的に検査を行ったところ、第3図-B-1 中に矢印で示している8か所で香気を感じた。8か所のうち、RT 4 分 30 秒と 6 分 30 秒の香気は明らかにミツバ特有の香気であった。

第3図-B-1 の RT 6 分 30 秒の成分を分取し GC (検出器 FID) で分析したところ、RT 4 分 30 秒に大きなピークが検出された (第3図-B-2)。第3図-B-1 で 6 分 30 秒に検出されたピーク Y はミツバ特有の香気であり、この成分を GC (FID) で分析した時の RT は 4 分 30 秒であったことから、第2図のピーク No. 7 はミツバ香気の主要なものであると推定した。またピーク No. 5 の画分もミツバの香りを感じることからピーク No. 5 もミツバの主要な香気に関与するものと推定した。

分取したガスの官能検査 (第3図-B-1) と保持時間から、ミツバのヘッドスペースガスのガスクロマトグラム中 (第2図) のピーク No. 5 とピーク No. 7 はミツバ香気の主要な成分であり (図中黒く塗ってある)、黒点で示したピークはミツバの特有の香気と思われた。

ピーク No. 7 を GC-MS によって分析したところ、この成分の分子量は 136 でモノテルペンの分子量と一致した。一方、ミツバの香気の特徴づけるとともに主成分とされているモノテルペンの1種であるクリプトテネンとは β -ミルセンと β -ピネンの混合物であると推定されている (Hayashi ら, 1969)。したがってミツバの主な香気成分であるピーク No. 7 はクリプトテネンと同様、2種のモノテルペンの混合物であると思われる。なお、Kami ら (1969) はミツバの香気成分を調べ、6種のアルカン、5種のアルデヒド、2種のケトン、3種のエステル、8種のアルコール、2種のスルファイドおよび5種のモノテルペンの存在を確認しているがミツバの香気の特徴づけの主要成分については明らかにしていない。

2. 香気特性に及ぼす栽培培地の影響

異なる方法で栽培されたミツバの官能検査の結果を第1表に示した。

土耕栽培されたミツバの評点が最も高く、1単位の培養液で養液栽培されたミツバの評点が最も低かった。養液栽培されたミツバの中でも培養液濃度が濃い場合

Fig. 3. A : Gas chromatogram of Tenax-trapped aroma from Japanese hornwort (JH).
 detector : FID, trapping : Fig. 1-right
 B-1 : Gas chromatogram of trapped aroma from Japanese hornwort (JH).
 Arrows indicate the positions where aroma was detected organoleptically.
 detector : TCD, trapping : Fig. 1-right
 B-2 : Gas chromatogram of peak Y in B-1 detected with Shimadzu GC-4 A
 detector : FID

Table 1. Sensory scores of aroma from Japanese hornworts grown by three different cultivation methods^z.

Soil culture	Hydroponics	
	3 unit ^x	1 unit
2.8 a ^y	1.9 b	1.3 c

^z Score of aroma was rated on 3 grades with 3 (strong) to 1 (weak).

^y Values followed by same letter are not significantly different at $p=0.05$ by Duncan's multiple range test.

^x unit : Culture solution containing $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$: 1000 mg, KNO_3 : 800 mg, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: 500 mg, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$: 150 mg, and $\text{Fe} \cdot \text{EDTA}$: trace in 1000 ml water was defined as 1 unit solution.

(3単位)は薄い場合(1単位)より香気が強いと評価されることが明らかとなった。

これらのヘッドスペースガスのガスクロマトグラム(第2表)においてもピーク No. 7 が最も高かったのは土耕栽培ミツバであり、最もピークが低かったのは官能検査で評点が最も低かった培養液濃度が1単位の養液栽培ミツバであった。

Table 2. Effect of cultivation methods on aroma from Japanese hornworts.

Peak No. ^z	Soil culture	Hydroponics	
		3 unit ^y	1 unit
4	100	81 ^x	51
5	100	89	67
6	100	86	71
7	100	82	62
8	100	87	80

^z Same as Fig. 1-A. Varian Aerograph 2100, detector : FID

^y Same in Table 1.

^x (Peak area/peak area of soil culture) $\times 100$, respectively

栽培方法が異なるとミツバの香気の強さに違いがみられたが、ガスクロマトグラムのピーク数は変化しなかったことから、異なる方法で栽培されたミツバは香気の量的差異は生じるものの質的な差異は生じないことが明らかとなった。筆者らが行ったペパーミント、セージ、バジルなどのハーブ類の養液栽培においても培養液濃度を変化させても香気の質的变化はみられなかった(阿部ら, 1989; Abe and Iwata, 1992)。

日本各地から大阪府中央卸売市場に入荷後ただちに

購入したトマトを養液栽培されたものと土耕栽培されたものに分けて、全糖、アスコルビン酸、滴定酸、遊離アミノ酸含量などを測定するとともに官能検査によって比較したが、栽培方法の違いによる品質上の差異はあまりみられなかったし(阿部, 1991), 南光ら(1979)や篠原ら(1982)も土耕栽培トマトと養液栽培トマトのアスコルビン酸含量の差は明らかでないと報告している。また青山ら(1978)も土耕栽培ミツバと養液栽培ミツバのアスコルビン酸含量の差は小さいと報告していることなどから、一般的に異なった栽培地の生産物間の差は小さいものと思われた。一方、トマトにおいては養液栽培の培養液濃度を濃くすると官能検査において甘味や香気の評価が高くなり、食味の総合評価は土耕栽培トマトとあまり差がなくなった(阿部, 1985)が、培養液濃度が高い場合はトマトやミツバの収穫量は減少し、キュウリでは培養液濃度を高めることにより、肉質が悪くなり食味の総合評価は低下した(阿部, 1985)ことから、収穫量や他の品質要因との関連において品質向上を目的とした培養液濃度の制御を行わなければならない。

3. 数品種ミツバの香気生成量の差異

6品種のミツバを1単位の培養液で養液栽培を行い、香気成分を分析したところ(第3表)、ピーク No. 7 は関西の代表的品質である‘大阪白茎ミツバ’より‘柳川1号’、‘関東増森ミツバ’、‘関東増森ミツバB’で大きく、官能的にも強く感じられた。しかし、明らかな質的な違いはみられなかった。

摘 要

ガスクロマトグラフィーや官能検査によりミツバの香気の特徴を調べるとともに、香気の生成量に及ぼす

栽培地(土耕栽培もしくは養液栽培)や品種の影響を調べた。

ミツバのヘッドスペースガスをガスクロマトグラフィー(検出器FID)で分析したところ、12個のピークが検出され、保持時間(以下RT)4分30秒のピーク No. 7 が最も大きかった。分取ガスクロマトグラフィーと官能検査の併用によりピーク No. 5 と No. 7 の成分がミツバの香気に寄与することが明らかとなった。ピーク No. 7 のガスをGC-MSで分析したところ、クリプトテネンと推定された。

官能検査では土耕栽培のミツバの香気は最も強いと評価され、ついで濃い培養液で養液栽培されたミツバの香気が強く、薄い培養液で栽培されたミツバは最も弱いと評価された。ガスクロマトグラムにおいてもピーク No. 7 は土耕栽培ミツバが最も高く、薄い培養液で養液栽培されたミツバが最も低かった。

異なった6品種のミツバにおいてもピーク No. 7 が高い品種は官能検査においても強く感じられたが、香気の質的な違いはみられなかった。

謝 辞 本論文をまとめるにあたり懇切にご指導いただきました大阪府立大学農学部茶珍和雄教授に感謝の意を表します。

引用文献

- 阿部一博. 1985. 生食ならびに調理・加工用果菜類の食味に及ぼす栽培地と流通温度の影響. 食品と低温. 11: 71-76.
- 阿部一博. 1986. 養液栽培の技術と生産物の品質について. 調理科学. 19: 92-99.
- 阿部一博・上田悦範・岩田 隆. 1989. 養液栽培された香辛野菜の成分ならびに貯蔵性に及ぼす培養液濃度の影響. 園学雑. 58(別2): 626-627.
- 阿部一博. 1991. 都市中央卸売市場に入荷した養液栽培トマトの品質. 日食低温誌. 17: 65-68.
- Abe, K. and T. Iwata. 1992. Effects of concentrations of culture solution in hydroponics on yield, quality, and storability of herbs. HortScience 27: 650 (Abstr.).
- 青山文雄・野村久雄・石黒 実. 1978. 野菜のビタミンC含有量におよぼす栽培条件の影響. 栄養と食糧. 31: 355-359.
- Hayashi, S., T. Okuda and T. Matsuura. 1969. Monoterpene constituents of the essential oil of mitsuba (*Cryptotaenia japonica* Hassk.). Bull. Chem. Japan 42: 3026-3028.
- Kami, T., S. Otaishi, S. Hayashi and T. Matsuura. 1969. A study on low-boiling chemical constituents of *Cryptotaenia japonica* Hassk. Agr. Biol. Chem. 33: 1717-1722.

Table 3. Effect of cultivar variations on aroma from Japanese hornworts.

Cultivar	Peak No. ²				
	4	5	6	7	8
'Osaka-shiroguki'	100	100	100	100	100
'Kansai-shiroguki'	27 ³	114	120	96	223
'Kanto-masumori (B)'	20	129	75	108	256
'Kanto-masumori'	54	86	115	122	683
'Yanagawa 1 goh'	66	71	143	124	610
'Yanagawa 2 goh'	50	100	96	104	431

² Same as Fig.1-A. Varian Aerograph 2100, detector: FID

³ (Peak area/peak area of 'Osaka-shiroguki') × 100, respectively

南光美子・並木隆和・高嶋四郎. 1979. 土耕および水耕トマトの果実内アスコルビン酸・還元糖および酸度. 園芸学研究収録. 9: 66-70.
農林水産省調査報告書. 1990. 園芸用ガラス室, ハウス等の設置状況. p. 101-108. 農林水産省食品流

通局野菜振興課編. 東京.
篠原 温・鈴木芳夫・渋谷正夫. 1982. 施設トマトの栽培法, 栽培時期及び品種と果実のアスコルビン酸含量. 園学雑. 51: 338-343.