

亜熱帯性植物モリンガ葉の水蒸気蒸留水について A Distilled Water of Subtropics Plant Moringa Leafs

小木曾加奈 Kana Kogiso

Abstract: *Moringa oleifera* is the most widely cultivated species of the genus *Moringa*, which is the only genus in the family Moringaceae. It is widely cultivated in Africa, Central and South America, Sri Lanka, India, Mexico, Malaysia, Indonesia and the Philippines. The tree is grown mainly in semi-arid, tropical, and subtropical areas. The cultivation of it started in Okinawa, Nagasaki and so on in Japan.

It has an impressive range of medicinal uses with high nutritional value.

The objective of the present study was to analyze the volatile composition of the steam distilled water of *Moringa* by GC-MS. And total sulfur constituents (sulfide and isocyanate group components) in the distilled water were measured by using the turbidimetry with the barium sulphate.

As results, various aldehydes (isovaleraldehyde, 2-methylbutanal, trans-2-hexenal and nonanal) and the sulphur constituents (propan-1-isothiocyanate, isobutylisothiocyanate, carbon disulfide, dimethyl sulfide and dimethyl disulfide) were detected by GC-MS analysis. It is thought that carbon disulfide, dimethyl sulfide and dimethyl disulfide were products of the splitting of isocyanate group.

The amount of total sulfur constituents to the *Moringa* distilled water was related in the weight of the leaf.

Key words: モリンガ ; *Moringa oleifera* Lamarck; herbal water ; ハーブ水 ; 芳香蒸留水 ; organic sulfur compound ; 硫黄化合物

1、はじめに

モリンガ (*Moringa oleifera* Lamarck) はインド原産、ワサビノキ科の落葉小高木である。主に熱帯から亜熱帯にかけ、葉と花を香味野菜として摂食されている¹⁻⁵⁾。モリンガ葉にはビタミンAやC、β-カロテンを豊富に有し、ミネラルとしてカルシウム、鉄、カリウムが豊富である⁶⁾。

モリンガは葉にカラシ油配糖体があるため少し辛味がある⁷⁾。食材としての生葉は、主に炒めて料理に添えたり、サラダやスープに入れる。種子は炒って食し、果実(さや)はアスパラガスのような風味があり、調理して食べられている。

またこの葉はタンパク質含量が多く、この豊富なタンパク質は栄養源だけでなく、汚水を浄化するのにも利用できるという報告がなされている⁸⁾。東南アジアやアフリカの地域では元々モリンガを食べて

いたが、近年、モリンガの栄養価が再評価され NGO や支援団体による植樹が盛んに行われるようになってきている。日本でも沖縄、広島、長崎等で栽培されている。

本研究では、日本でまだなじみの薄いモリンガについて、その有効利用方法を検討するため、モリンガの水蒸気蒸留水中の揮発性成分を GC-MS 分析し、その内容を把握することを目的とした。またモリンガ水蒸気蒸留水の製品検討のため、その原料重量についても比較検討することとした。

なお、モリンガの含硫黄成分としてはカラシ油ほか、硫化水素イオン (HS⁻)、二硫化炭素などが考えられる。イオウ元素 (S) の総量を求めるため、硫化水素や二硫化炭素を酸化し、硫酸イオンとして定量、これを総硫黄量として計算する。今回は硫酸バリウムによる比濁法⁹⁾を用いて定量した。

2、方法

(1) 水蒸気蒸留方法：

市販の水蒸気蒸留用蒸留釜を使用し、水蒸気蒸留を行った。得られた滞留水を室温で 2 h 静置して、上層の精油成分を分離させハーブ水を採取した。

1) GC 用サンプル作成

乾燥モリンガ葉 50 g に水 1 L を加え水蒸気蒸留を行った。水蒸気蒸留水 200 ml を採取し、この水 1 ml を用いてヘッドスペース GC-MS を行い、揮発性成分の分析を行った。

2) 総硫黄量比較用サンプル作成

乾燥モリンガ葉蒸留水は、モリンガ乾燥葉を 20 L 水中 500 g (以下 500 g と略) 及び 1000 g (以下 1000 g と略) で蒸留したものをを用いた。さらに比較対照として生葉モリンガ葉蒸留水を使用した。

(2) ヘッドスペースガス GC-MS 分析方法：

GC 測定は Agilent Technologies 6890 GC + 5973 MSD (イオン化法：EI) を用いて行った。

分析条件は以下のものである。

Incubation Temp. : 40 degrees

Column : DB-WAX. I. D. (ϕ 0.25 mm \times 60 m)

Oven temp. : 40°C 5 min hold \rightarrow (5 °C/min \uparrow) \rightarrow

240°C 4 min hold

Head-space temp. : 80°C \times 20 min

Syringe Temp. : 250 degrees

Gas : 1 ml

Sample : 1.0 g/20 ml vial

(3) 総硫黄量分析方法

今回は鉱泉法に基づいた硫酸バリウムによる比濁法⁹⁾を用いて定量した。

これはサンプル中硫化物を硫酸イオンに変換し、さらに塩酸酸性で塩化バリウムを加え、これにより生じた硫酸バリウムの濁りを、同様に処理した標準溶液と比較して硫酸イオン (総硫黄量) を定量する方法である。モリンガ芳香蒸留水の中には様々な揮発性の含硫黄成分が含まれている。多くはカラシ油配糖体の分解産物で、含硫黄成分としては硫化水素イオン (HS^-) といった成分、二硫化炭素、ジメチルスルフィド、ジメチルジスルフィド、イソチオシアネート関連化合物などが含まれている。イオウ元素 (S) の総量を求めるため、硫化水素や二硫化炭素などの各種成分を酸化し、硫酸イオンとして定量、これを「総硫黄量」として計算した⁹⁾。

サンプル中硫化物を硫酸イオンに変換し⁹⁻¹⁰⁾、さらに塩酸酸性で塩化バリウムを加え、これにより生

じた硫酸バリウムの濁りを、同様に処理した標準溶液と比較して硫酸イオン (総硫黄量) を定量した。

i) サンプル中硫黄化合物の硫酸イオン変換

モリンガ検液 150 (ml) に 10% 水酸化カリウムエタノール溶液を 30 ml 加え、3% 過酸化水素水を 3 ml 加え、さらに水を加え 200 ml にし、水浴上で 1 時間加熱した。

ii) 硫酸イオン標準液

硫酸カリウム (800 度で恒量となるまで加熱し、放冷後) 1.815 g を秤取りし、1 L メスフラスコでメスアップした。これは標準原液 1 ml = 1 mg SO_4^{2-} となる。

iii) 試験溶液作成方法

i) の試料を硫酸イオンとして 50 ml ずつ正確に 2 つの三角フラスコにとり、これに食塩・塩酸溶液 10 ml を加え、混和した。一方の三角フラスコに塩化バリウム結晶 0.5 g を加え、良く溶かした。これを試験溶液とした。なお、塩化バリウムを加えなかったものを対照溶液とした。

iv) 硫酸イオン標準溶液

検量線を引くための硫酸イオン標準液は、0、0.1、0.2、0.4、0.5 mg/ml とした。段階的な硫酸イオン標準溶液 50 ml に、食塩・塩酸溶液 10 ml を加え、混和し、さらに塩化バリウム結晶 0.5 g を加え、生じた濁りを吸光度 430 nm で測定、試験溶液の吸光度から対照液の吸光度を差し引いて 0 補正とし、標準溶液系列から得られた検量線から硫酸イオン量 (mg) を求めた。

3、結果

1) GC 結果

水蒸気蒸留を行った結果、精油は採取されなかった。水蒸気蒸留水ヘッドスペース GC-MS による成分分析の結果、各種アルデヒドや含硫黄成分が検出された。

モリンガ水中成分のうち、最も多かったのがイソパレルアルデヒド (10.88 分) と 2-メチルブタナール (10.75 分) であった。そのほか、*trans*-2-ヘキセナール (21.11 分) や *n*-ノナナール (26.23 分) などのアルデヒドが多かった。含硫黄成分としてはプロパン-1-イソチオシアネート (19.90 分) やイソブチルイソチオシアネート (24.20 分)、そ

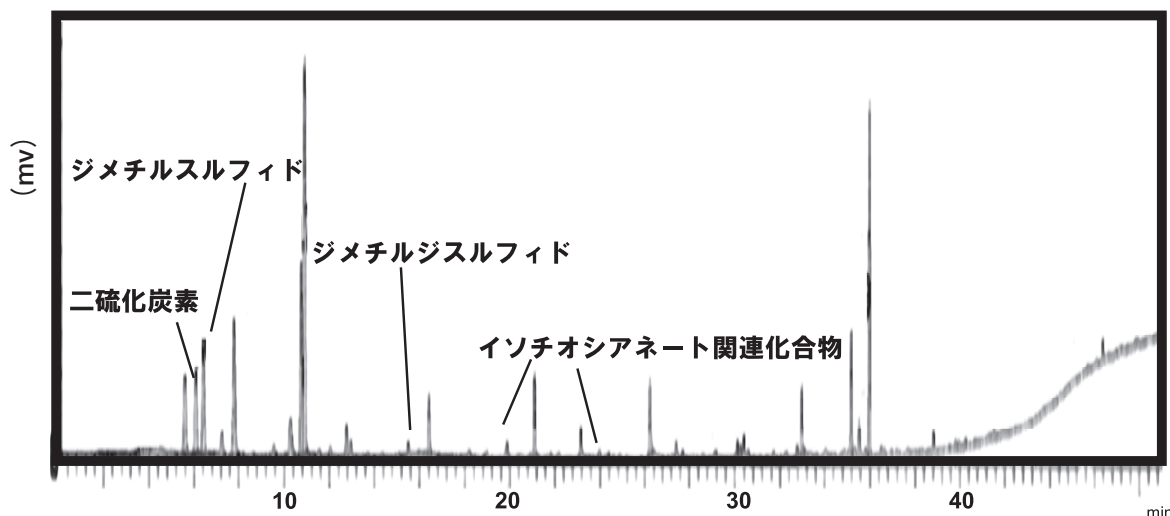


Fig. 1 GC-MS による成分分析

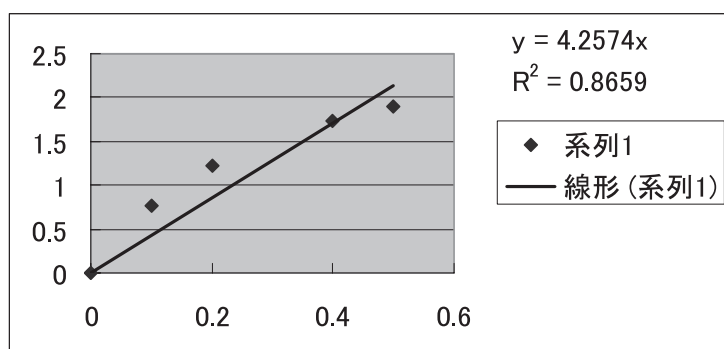


Fig. 2 硫黄量検量線 (横軸は mg/ml、縦軸が吸光度)

の分解産物として二硫化炭素 (6.08分) やジメチルスルフィド (6.42分)、ジメチルジスルフィド (16.20分) などが検出された。

2) 総硫黄量結果

以下に硫黄量検量線を示す (Fig. 2)。生葉試料の吸光度 0.057 から、 $y = 4.2574x$ の式に当てはめると、総硫黄量は 13.39 mg/L となった。一方、乾燥葉の試料として 500 g の方は試料の吸光度 0.119、1000 g の方は試料の吸光度 0.185 であった。検量線に当てはめると、総硫黄量は 500 g の方は 23.5 mg/L、1000 g の方は 40.6 mg/L であった。ただし、これらは硫酸イオンとしての換算量である。

4、考察

GC-MS 測定ではモリンガ水中成分のうち、最も多いのがイソバレラルデヒドと 2-メチルブタナールであった。*trans*-2-ヘキセナールや *n*-ノナールなどアルデヒドも多かった。*trans*-2-ヘキセ

ナールはいわゆる「緑の香り」¹¹⁾と呼ばれるアルデヒド類で、実際に匂いもグリーン様の香りがした。

また含硫黄成分としてはプロパン-1-イソチオシアネートやイソブチルイソチオシアネート、二硫化炭素やジメチルスルフィド、ジメチルジスルフィドなどが検出された。これら含硫黄成分のうち、イソチオシアネート類に関しては抗菌効果や抗酸化活性などが報告されており¹²⁻¹⁶⁾、今後これらの検討を行いたいと考えている。また二硫化炭素やジメチルスルフィド、ジメチルジスルフィドはそれらの分解産物であろうと考えられる。これらの低分子硫化物により、モリンガ蒸留水はグリーン様の香りのほか、硫黄臭のような香りが混じっていた。

一方、総硫黄量について述べる。まず、乾燥葉の量が増えることによって濃度依存的に総硫黄量は増加した。実際匂いを嗅いでみると、圧倒的に 1000 g は硫黄臭が強く、量が多いことがわかった。

一方、生葉では総硫黄量が 13.4 mg/L であった。乾燥葉と生葉の蒸留水とも匂いを比べてみると生葉の方は総硫黄量が乾燥葉より少ないにも関わらず

硫黄臭がきつく、一方、乾燥葉の方が、匂いが好ましかった。今回、500 gでも生葉の総硫黄量を上回る量であったことから、乾燥葉で500 gを用いることによって、硫黄臭が比較的少なく、かつ成分量も遜色ないモリンガ蒸留水を作成できると考えられる。

5、謝辞

乾燥モリンガ葉については暮らしく村株式会社よりお譲り頂きました。本当に感謝申し上げます。また、モリンガ葉水蒸気蒸留水につきましては、有限会社樹万培（長野県上伊那郡飯島町）にて供給頂きました。感謝申し上げます。また長野県工業技術総合センター食品技術部門加工食品部研究員の金子昌二様にはGC-MS測定にあたり、大変お世話になりました。ここで御礼申し上げます。

6、付記

本研究の実施にあたっては、暮らしく村株式会社（千葉県鴨川市北風原88）より平成21年度長野県短期大学受託研究：「亜熱帯性植物モリンガの有効利用方法の検討」を受けて行ったものである。

7、参考文献

- 1) Quattrocchi, Umberto: CRC world dictionary of plant names: common names, scientific names, eponyms, synonyms, and etymology, Volume 3. CRC Press. pp. 1731. ISBN 084932677 X. (2000).
- 2) National Research Council: Lost Crops of Africa: Volume II: Vegetables ISBN 978-0-309-10333-6 (2006)
- 3) Orwa et al.: WORLD AGROFORESTRY CENTER. Agroforestry database. (2009)
<http://www.worldagroforestry.org/Sites/TreeDBS/AFT/SpeciesInfo.cfm?SpID=1169>
- 4) A. Roloff, H. Weisgerber, U. Lang, B. Stimm: Enzyklopädie der Holzgewerbe, Handbuch und Atlas der Dendrologie ISBN: 978-3-527-32141-4
http://www.wiley-vch.de/books/sample/352732141_1_kap1.pdf
- 5) 'The Moringa Tree' by Dr. Martin L. Price, 1985, revised by Kristin Davis, 2000. ECHO Technical Note (revised 2000 by Kristin Davis)

- 6) Mineral Composition of Moringa oleifera Leaves, Pods and Seeds from Two Regions in Abuja, Nigeria
TOBA SAMUEL ANJORIN 1, PIUS IKOKOH AND SIMON OKOLOANJORIN et al. Int. J. Agric. Biol., Vol. 12, No. 3, (2010)
- 7) Bose CK.: Possible role of Moringa oleifera Lam. root in epithelial ovarian cancer. MedGenMed. 9 (1): 26. (2007)
- 8) 吉武広樹, 山路永司; 栄養改善に向けたモリンガ・オレイフェラ (Moringa oleifera) の導入海外の森林と林業 No. 73, 39-43, (2008)
- 9) 鉱泉分析法指針 7-14 総硫黄量の測定—硫酸バリウムによる比濁法、pp 60-61, (2002)
- 10) 中村淳、森川良広: イオンクロマトグラフィーによる化粧品中の硫黄の定量、分析化学 32(4) pp. 224-228, (1983)
- 11) 畑中顯和: “みどりの香り” はなぜヒトの心を癒すのか? 植物の不思議な因縁-、遺伝、52(11), 40-47, (1998)
- 12) TAJIMA Hirokuni KIMOTO Hisashi TAKETO Akira: Paradoxical Effect of Synthetic Hydroxy Isothiocyanates on Antimicrobial Action of Aminoglycosides (Microbiology & Fermentation Technology) Bioscience, biotechnology, and biochemistry 67(8), 1844-1846, (2003)
- 13) TAJIMA Hirokuni, KIMOTO Hisashi, TAKETO Akira: Specific Antimicrobial Synergism of Synthetic Hydroxy Isothiocyanates with Aminoglycoside Antibiotics (Microbiology & Fermentation Technology) Bioscience, biotechnology, and biochemistry 65(8), 1886-1888, (2001)
- 14) 小野晴寛: わさび抽出物の抗菌活性とフードモデル系への応用、Journal of antibacterial and antifungal agents 26(9), 481-485, (1998)
- 15) Kanemura, K. and Miyamoto, T.: Inhibitory effects on the growth of several bacteria by brown mustard and allyl isothiocyanate. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi. 37, 823-829, (1990)
- 16) Sekiyama, Y., Mizukami, Y. and Takada: Effect of mustard extract vapour on fungi and spore-forming bacteria. J. Antibact. Antifung. Agents 24, pp. 171-178, (1996)
- 17) 泉秀実: カット野菜の微生物学的品質と微生物制御, 日本食品科学工学会誌, Vol. 52, No. 5 pp. 197-206, (2005)