

中村輝子*・遠藤次郎*・浜田善利**：クロフネサイシンの変異

Teruko NAKAMURA*, Jiro ENDO* & Toshiyuki HAMADA**:

Variation of *Asiasarum dimidiatum*

ウマノスズクサ科，ウスバサイシン属の近縁な 2 種，ウスバサイシン *Asiasarum sieboldii* (Miq.) F. Maekawa とクロフネサイシン *A. dimidiatum* F. Maekawa とは前者が花柱が 6，雄ずいが 12 本であるのに対して，後者は花柱が 3，雄ずいが 6 本である点で区別されてきた (前川 1936)。また，両者は分布域も異なり，前者は本州を中心に，後者はソハヤキ地域を中心に分布するといわれてきた (前川 1956)。近年になり，これまでクロフネサイシンの分布域と思われてきた九州中部において，花柱が 3～6，雄ずいが 6～12 本の個体が報告されたが (浜田・高田・改原 1979)，これらが前記の 2 種のどちらに属するかについての定説は見当たらない。筆者らはクロフネサイシンの精油成分の変異を検討している際にこの問題に遭遇し，これを明らかにするために九州中部の個体と本州のウスバサイシンを比較検討するとともに，クロフネサイシンの分布域全般から得た検体において花の構造ならびに地下部の精油成分を比較した。その結果，本種の変異の概要をほぼ把握することによって，九州産の花柱や雄ずいの数が多い検体もクロフネサイシンに含まれることを推定した。以下にその経過を記したい。

クロフネサイシンとウスバサイシン 花柱や雄ずいの数の他に，両種の相違点として葉の厚さ，葉の大きさ，葉の毛などがあげられてきた (前川 1936，大井 1965，杉本 1965，北村・村田 1974)。クロフネサイシンと関東以西のウスバサイシン¹⁾を比較した筆者らの調査においても次の諸点が確認された。1) 葉の大きさはクロフネサイシンで幅 4—10 cm，長さ 5—11 cm，ウスバサイシンで幅 6—14 cm，長さ 6—15 cm と両種ともかなり大きな変異の幅を有するが，全般的にみればクロフネサイシンの葉はウスバサイシンの葉より小さい。2) クロフネサイシンの葉の先端はウスバサイシンのそれに比し鋭尖頭の程度が著しい。このことは前者の小型～中型の葉において特に明瞭である。3) がく筒内の上部にある毛はクロフネサイシンでは多くは 3 細胞毛，時に 4—

* 東京理科大学 薬学部，Faculty of Pharmaceutical Sciences, Science University of Tokyo, Shinjuku-ku, Tokyo 162.

** 熊本大学 薬学部，Faculty of Pharmaceutical Sciences, Kumamoto University, Oehon-machi, Kumamoto 862.

¹⁾ 筆者らの調査ではウスバサイシンにも変異がみられたので，それらを考慮し，今回は長野県旭山，埼玉県三峰山，石川県後高山，岐阜県関ヶ原，滋賀県伊吹山，三重県藤原岳のウスバサイシンを比較の材料とした。

7細胞毛であるのに対し、ウスバサイシンでは単細胞毛、時に2—3細胞毛である。

九州にみられる花柱3—6、雄ずい6—12本の検体は上述した(1)~(3)の形質でみる限り全てクロフネサイシンに該当していた。

花柱および雄ずいの数の変異 28ヶ所より得たクロフネサイシンの花の花柱および雄ずいの数の変異を Tab. 1 に示す。この変異を形態学的な面、地理的な面、および栽培による変化とに分けて以下に述べる。

1) 形態学的にみた花柱および雄ずいの数の変異。Tab. 1 から明らかなように、クロフネサイシンの花柱および雄ずいの数は様々な状態を呈していた。その中で多く認められたパターンを Fig. 1 に示す。花柱および雄ずいの数が最も多いのは Fig. 1A であり、これはウスバサイシンの構造と同様である。この花のがく裂片に向い合って生ずる外輪の雄ずいは時に仮雄ずいとなり (Fig. 2B, C, D, E)、雄ずいの数が減る場合に最もしばしば欠落しているのはこの位置の雄ずいであった。(Fig. 1B, C)。さらに、内輪の雄ずいには時に2本の花糸がゆ合したとみなされる雄ずい (Fig. 2F, G, J) や花糸の横断面で明らかにそのことを示すような雄ずい (Fig. 2J, K) も観察された。また、Fig. 1D, F のように内輪の2本の雄ずいが非常に接近していることもあった。典型的なクロフネサイシンの花は Fig. 1H である。これらの観察結果より、典型的なクロフネサイシンの花はウスバサイシン型の花のがく裂片に向い合った位置の外輪の雄ずいの退化、次いで内輪の雄ずいのゆ合、花柱のゆ合あるいは退化によって誘導されたと推定される。

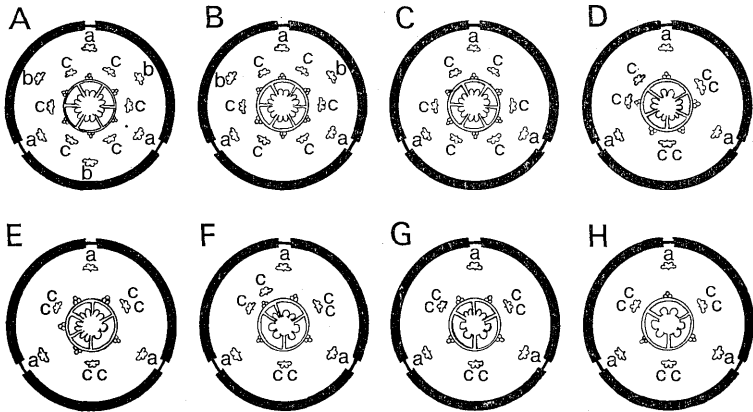


Fig. 1. Floral diagrams of *A. sieboldii* and *A. dimidiatum*. A. A diagram characteristic of *A. sieboldii*. H. A diagram characteristic of *A. dimidiatum*. B-G. Intermediates between two diagrams.

Tab. 1. Variation of number of styles and stamens in *A. dimidiatum*.
Number of samples is shown in parentheses.

Locality	Number of styles and stamens + staminodes
Nara Pref.	
Mt. Sanjogatake	3: 6(3)
Kagawa Pref.	
Hoshigajo	3: 6(35), 2: 4(1)
Mt. Otaki	3: 6(21)
Tokushima Pref.	
Mt. Kotsu	3: 6(24), 3: 5+1(2), 3: 5(1)
Mt. Tsurugi (A)	3: 6(2)
Kizawa	3: 6(2)
Ehime Pref.	
Higashiakaishi	3: 6(2)
Mt. Takanawa	3: 6(22)
Mt. Saragamine	4: 7(2), 4: 6(1), 3: 8(4), 3: 7(2), 3: 6(51)
Odamiyama	3: 6(3)
Fukuoka Pref.	
Mt. Hiko	3: 6(18), 2: 6(2), 2: 5(1)
Oita Pref.	
Teradoko	3: 6(6)
Mt. Fukuma	4: 7(1), 4: 6(9), 3: 7(3), 3: 6(94), 3: 5(2)
Kumanohaka	4: 6(1)
Fukakusa	4: 6(1), 3: 6(1)
Fujikawachi	6: 8(1), 4: 8(1), 4: 7(3), 4: 6(1), 3: 6(1)
Mt. Sobo (A)	5: 7(1), 5: 6(1), 4: 7(1), 4: 6+1(1), 4: 6(2), 3: 8(2), 3: 6(14)
Mt. Sobo (B)	6: 10(1), 6: 9(2), 5: 7(1), 5: 6(2), 4: 7(4), 4: 6+1(1), 4: 6(1), 3: 6(4)
Miyazaki Pref.	
Mt. Okue	6: 6(1), 5: 8(2), 5: 6+3(1), 5: 6+2(1), 5: 6+1(2), 4: 8(1), 4: 7(1), 3: 9(1)
Gokasho	6: 6(6), 5: 7(3), 5: 6(7), 4: 7(7), 4: 6(6), 3: 6(2)
Mt. Ogawa	4: 10(1), 4: 8(1), 4: 7(1), 3: 5(2)
Okawachi (A)	6: 12(21), 6: 11(9), 6: 10(8), 6: 9(2), 5: 10(1)
Kumamoto Pref.	
Mt. Kunimi (A)	6: 12(2), 6: 11(1), 6: 10(1), 6: 7(1), 5: 11(1), 5: 10(1)

Mt. Kunimi (B)	6: 12(36), 6: 11(1), 6: 9(1), 4: 10+2(1)
Mt. Kunimi (C)	6: 12(44), 6: 11+1(1)
Hagi	6: 12(6), 6: 11(2), 6: 10+1(2), 6: 10(1), 6: 9+1(1), 6: 9(2), 6: 7+2(1), 6: 8(1), 6: 7(1), 5: 7(1), 3: 6(1)
Nitao	6: 12(31)
Mt. Iwauto	6: 12(68), 6: 11+1(4), 6: 11(10), 6: 10+1(1), 6: 10(2), 6: 9+2(1), 6: 9+1(2)

2) 地理的にみた花柱および雄ずいの変異。各地の集団は花柱などの数の変異の傾向によって次の3つに大別された。1) 花柱が6, 雄ずいが12本の花が多い集団: 九州中部の南端部の集団(大河内, 国見岳, 葉木, 仁田尾, 岩宇土山など)がこれに該当した。2) 花柱は3-6, 雄ずいは6-10本の間を変異し, 1)と次に述べる3)との中間的な様相を呈す集団: 九州中部の集団(小川岳, 五ヶ所, 大崩山, 祖母山, 藤川内など)がこれに該当した。3) 花柱が3, 雄ずいが6本の花が多い集団: 九州北部, 四国, 奈良県の集団(福万山, 英彦山, 高繩山, 皿ヶ嶺, 高越山, 大滝山, 星ヶ城など)がこれに該当した。また一方, 集団内の変異を加味すれば上記の三群は下記の如く連続したものと見なすこともできる(Fig. 3)。1)群に属する仁田尾や国見岳Cの集団では殆どの検体の花柱は6, 雄ずいは12本であった。これに対して同じ群の大河内の集団では雄ずいの数の減少が一部で見られ, さらに葉木の集団では花柱が6, 雄ずいが12本の花は検体中の最多数ながらも検体総数の約30%に減り, それに伴ない種々のパターンが共存が顕著となり, 2)群の集団との連続性がうかがわれた。また, 3)群に属する英彦山, 高繩山, 大滝山および星ヶ城などの集団では殆どの検体の花柱は3, 雄ずいは6本であった。一方, 同じ群の福万山, 皿ヶ嶺の集団ではその約15%の検体の花柱や雄ずいの数が前述の値より増加し, 2)群の集団との連続性がうかがわれた。以上の集団内および集団間の変異を地理的に考察すると, 分布域の西南部では花柱が6, 雄ずいが12本の花が多く, 東北部に向うにつれて漸次的に花柱および雄ずいの数が減少して, 花柱が3, 雄ずいが6本の花に移行することが推定される(Fig. 4)。

3) 栽培による花柱と雄ずいの数の変化。各地で採集したクロフネサイシンやウスバサイシンを千葉県野田市にて1~3年間栽培した。すると, 九州中部産の個体では花柱や雄ずいの数の減少が目立った。筆者らの一人, 浜田が熊本で行なった実験(浜田・高田・改原 1979)においても同様であった。一方, 典型的なクロフネサイシンやウスバサイシンでは栽培による数の変化は殆ど見られなかった。

以上のことから, 九州中部産の個体はウスバサイシンに類似する花柱や雄ずいの数を有しながらも, 何らかの影響によってそれらが容易に減る傾向を有している点でウスバサイシンとは異なる段階に達していると推察される。

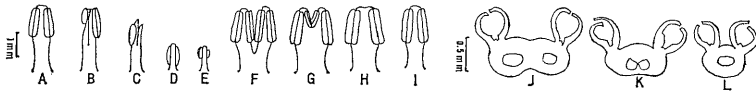


Fig. 2. Stamens and staminodes of *A. dimidiatum*. A-E. Stamen (A) and staminodes (B-E) of outer whorl. F-I. Stamens of inner whorl. J-L. Transverse sections of the inner ones. A, I & L. Normal forms.

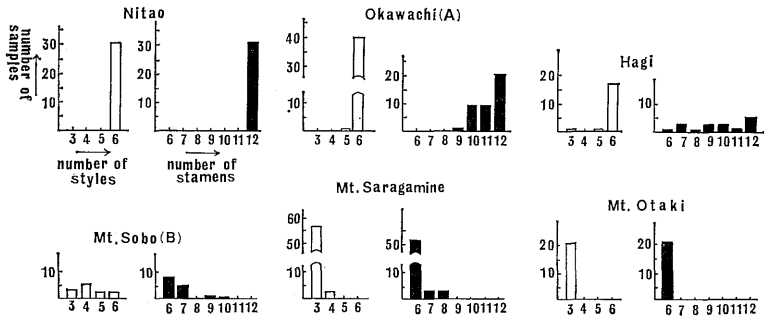


Fig. 3. Variation in the number of styles and stamens of *A. dimidiatum*.

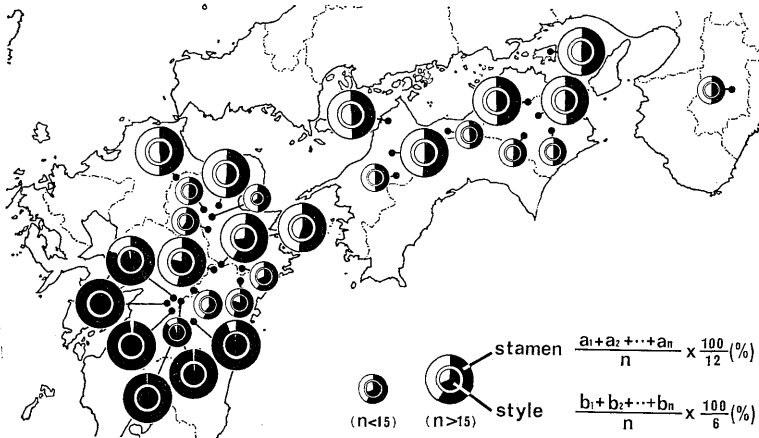


Fig. 4. Geographical variation in the number of stamens (a) and styles (b) of *A. dimidiatum*. n. Number of samples.

精油成分の変異 既報 (Nakamura et al. 1979) とほぼ同様な実験方法により、クロフネサイシンの地下部の精油成分に脂肪族炭化水素 (aliphatic hydrocarbons) に属する化合物として n-ペンタデカン (n-pentadecane), オルチノール系化合物 (orcinol aromatics) に属する化合物として 3, 5ジメトキシトルエン (3,5-dimethoxytoluene), 3, 4, 5トリメトキシトルエン (3,4,5-trimethoxytoluene), 2, 3, 5トリメトキシトルエン (2,3,5-trimethoxytoluene), フェニルプロパン類 (phenylpropanoids) に属する化合物としてサフロール (safrol), メチルユーゲノール (methyl eugenol), クロウエアシン (croweacin), ユーゲノール (eugenol), アサリシン (asaricine), エレミシン (elemicine), ユーアサロン (euasarone), ミリスティシン (myristicine), モノテルペン類 (monoterpenoids) に属する化合物として 1, 8シネオール (1,8-cineol), リナロール (linalool), ターピネノール-4 (terpinenol-4), α -ターピネノール (α -terpinenol), ボルネオール (borneol) が確認された。これらの中で地理的な変異が認められたのはフェニルプロパン類とモノテルペン類であった。

1) フェニルプロパン類とモノテルペン類の量的変異 (Tab. 2). 各検体のフェニルプロパン類とモノテルペン類の量を比較すると、次の2つのグループにはほぼ大別できた。第1のグループはフェニルプロパン類の割合が圧倒的に高い点を特徴とし、九州および奈良県の集団がこれに属した。第2のグループはフェニルプロパン類とモノテルペン類がほぼ等量あるいは後者の割合が大きいことを特徴とし、四国の集団の多くがこれに属した (Fig. 5)。

本種に近縁なオクエゾサイシン *A. heterotropoides* (Fr. Schm.) F. Maekawa (Nakamura et al. 1979), ウ斯巴サイシン (中村 未発表), オウシュウサイシン *Asarum europaeum* L. (Biering et al. 1976) ではフェニルプロパン類を主成分とする集団が広い分布域を占め、一部の地域でテルペン類を主成分とする集団が出現する点で共通している。この事実から筆者らはこれらの植物では前者が基本的な成分であり、後者はフェニルプロパン類の生成が抑制されて生じた二次的な成分であると推定している。これをクロフネサイシンに適用すれば、九州には基本的な成分の割合の高いものが、四国には二次的な成分を多く含むものが存在していることになる。

2) フェニルプロパン類の変異. メチルユーゲノール, サフロールおよびサフロールの誘導体のクロウエアシン, アサリシンが本植物のフェニルプロパン類を構成する主な化合物であった (Tab. 2)。

比較的多くの個体を調べることでできた香川県大滝山, 徳島県高越山, 愛媛県皿ヶ嶺, 高縄山, 福岡県犬ヶ岳, 英彦山, 大分県祖母山, 熊本県岩宇土山, 国見岳において集団内の安定性を検討した。これらの中で皿ヶ嶺, 犬ヶ岳, 英彦山, 岩宇土山, 国見岳では極めて高い集団内の安定性が確認された。高縄山, 祖母山の集団内の安定性は前述の集団に比べるとやや劣るが, 集団内のフェニルプロパノイドパターンはほぼ同質であった。

Tab. 2. Geographical variation of the ratio of essential oils in *A. dimidiatum*.

Locality	$\frac{p}{m+p}$	$\frac{saf}{p}$	$\frac{met}{p}$	$\frac{cro}{p}$	$\frac{asa}{p}$	$\frac{others}{p}$	number of samples
Nara Pref.							
Mt. Sanjogatake	70.0	61.5	30.3	—	8.2	—	1
Kagawa Pref.							
Hoshigajo	37.7	8.1	87.5	4.4	—	—	3
Mt. Otaki	59.6	5.4	87.0	—	7.6	—	14
	62.4	87.2	4.3	—	8.5	—	1
Tokushima Pref.							
Mt. Kotsu	28.6	95.0	2.8	—	2.2	—	1
	45.9	89.1	0.5	1.6	8.8	—	11
	59.8	59.5	3.2	27.6	9.7	—	2
	54.8	12.3	79.4	—	8.3	—	2
Mt. Tsurugi (A)	52.8	96.0	3.0	1.0	—	—	2
Mt. Tsurugi (B)	52.0	4.2	95.1	—	0.7	—	2
Kizawa	56.0	67.5	28.7	—	3.8	—	2
Ehime Pref.							
Higashiakaishi	55.9	34.8	12.6	30.9	21.7	—	2
Mt. Takanawa	63.8	16.7	60.0	16.7	6.6	—	2
	63.0	27.4	42.1	23.2	7.3	—	10
Mt. Saragamine	25.0	9.1	87.4	—	3.0	0.5	30
Odamiyama	24.0	2.9	85.3	11.8	—	—	2
Fukuoka Pref.							
Mt. Inugatake	84.4	20.3	16.7	62.2	0.8	—	10
Mt. Hiko	84.2	40.8	11.7	39.2	8.3	—	11
Oita Pref.							
Mt. Fukuma	86.0	31.2	44.4	24.4	—	—	5
Fukakusa	90.2	31.2	22.0	40.6	6.2	—	5
Teradoko	70.0	70.4	14.2	—	15.4	—	2
Fujikawachi	76.8	31.3	41.4	27.3	—	—	3
Mt. Sobo (B)	84.2	66.4	20.9	—	12.4	0.3	10
	82.8	42.5	24.0	29.9	12.6	—	2
Miyazaki Pref.							
Gokasho	71.2	75.7	16.0	—	8.3	—	5
Mt. Ogawa	84.4	72.8	1.6	20.6	5.0	—	3
	88.0	40.8	29.8	15.8	2.2	11.4	1

Okawachi (A)	76.1	78.1	4.3	—	15.4	2.2	5
Okawachi (B)	72.5	46.7	3.0	43.9	4.0	2.4	5
Kumamoto Pref.							
Mt. Kunimi (A)	92.0	95.0	2.7	2.3	—	—	3
Mt. Kunimi (C)	93.5	94.4	3.3	2.3	—	—	15
Nitao	70.0	93.1	0.6	—	6.3	—	5
Mt. Iwauto	85.0	95.3	1.7	3.0	—	—	15

m, monoterpenoids; p, phenylpropanoids; saf, safrol; met, methyleugenol; cro, croweacine; asa, asaricine. The average value was printed in the case of which no remarkable deviation was observed within samples.

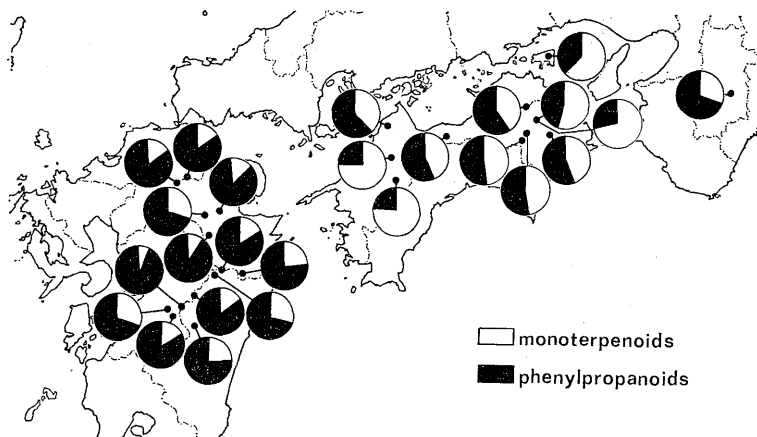


Fig. 5. Geographical variation in monoterpenoids and phenylpropanoids of *A. dimidiatum*.

一方、大滝山、高越山では同一集団中の殆どの検体は類似したフェニルプロパノイドパターンを示したが、ごく一部の検体において異なるフェニルプロパノイドパターンが見出された。この地域のものについては後述する地理的変異を加味すれば集団内の変異が理解できる。

次に上記の集団に加えて各地の検体のフェニルプロパン類を調べ、その地理的変異を検討した (Fig. 6)。フェニルプロパン類の中でサフロール系統の化合物 (サフロール、クロウェアシン、アサリシン) の占める割合が高い検体は分布域の全体で見出された。一方、メチルユーゲノールを主成分とする検体は四国で認められ、九州では見出されなかった。四国ではサフロールを主成分とする個体が多い集団中にメチルユーゲノールを主成分とする個体が出現したり、後者が多い集団中に前者が混在する例もあった。また、

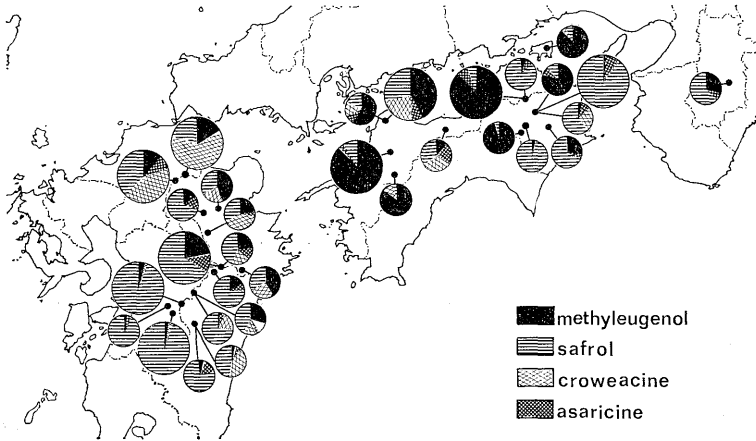


Fig. 6. Geographical variation in phenylpropanoids of *A. dimidiatum*. Large circle, $n > 10$; small circle, $n < 5$; n , number of samples.

四国には種々のフェニルプロパノイドパターンが存在していた。

以上の結果より、本種のフェニルプロパン類はサフロール系統の化合物が中心であること、四国においては新たな成分の分化が進行していることが推察される。

結論 1) 九州中部に出現するウスバサイシン属植物では、花柱や雄ずいの数はウスバサイシンと一致あるいはそれに近いものが多い。しかし、それらの検体の葉の形、葉およびがく筒の毛はクロフネサイシンに一致していた。

2) 花柱および雄ずいの数の変異において、九州中部のウスバサイシン型は中間型を介して典型的なクロフネサイシンに連続していた。この変異は地理的にも連続し、分布域の西南部より東北部に向かうにつれて、花柱と雄ずいの数は減少した。

3) 九州中部のウスバサイシン属植物を栽培すると、雄ずい等の数は容易に減少し、クロフネサイシンの典型に近くなった。

4) 九州の検体はウスバサイシンに近い精油成分組成を示すのに対し、四国の検体の多くはそれらと異なる成分組成を示した。

5) 以上の諸点により、ウスバサイシン型植物からクロフネサイシンへの分化は様々な段階にあることがうかがわれる。九州中部の検体はウスバサイシンに最も類似しているが、多様なクロフネサイシンの中の一型とみなしたほうが妥当と思われる。

本研究に際し、種々の御助言を下された東京理科大学長沢元夫教授、東京都立大学小野幹雄教授ならびに資料の採集に御援助下さった阿部近一、荒金正憲、片本 毅、椎葉

辰雄, 中井 京, 橋本光政, 山本四郎の諸氏にお礼申し上げます。また所蔵標本の閲覧を許して下さった国立科学博物館, 鹿児島大学農学部, 京都大学理学部, 東京大学総合研究資料館, 東京都立大学牧野標本館の関係各位に感謝致します。

Summary

Morphological and chemical analyses were undertaken to clarify the variation of *Asiasarum dimidiatum* which occurred in Kyushu, Shikoku and Nara Prefecture. This species has been considered to be distinguished from *A. sieboldii* by the 3 styles and 6 stamens and by the small leaves which are more acuminate at the apex and more densely pilose on the upper surface and on nerves on the lower surface. The present study, in addition, revealed that 3-cellular hairs in the neck of the perianth are characteristic of *A. dimidiatum*. In central Kyushu, some plants of *A. dimidiatum* had 4-5 styles and 7-11 stamens and some others 6 styles and 12 stamens as in *A. sieboldii*. These plants, however, agree well with *A. dimidiatum* in the nature of leaves and hairs of the perianth. In most of these plants, on the other hand, the number of styles and stamens was reduced through cultivation, whereas it was never reduced in typical *A. sieboldii*. Thus the plants distributed in central Kyushu can be considered to belong to *A. dimidiatum*, even when they have 4-6 styles and 7-12 stamens. Roots and rhizomes of *A. dimidiatum* from Kyushu contained the essential oil consisting of a large quantity of phenylpropanoids and a rather small quantity of monoterpenoids. This type of chemical constituents is considered to be fundamental to this species as well as to the related species. It is noteworthy that the relative content of phenylpropanoids is rather small in plants from Shikoku as compared with the contents in plants from other areas.

引用文献

- Biering, W. E., Bungert-Hansig & H. Jork (1976). *Planta Medica* 29: 133-147.
浜田善利・高田ひとみ・改原由紀子 (1979). 熊本記念植物採集会誌 BOTANY 29: 1-7.
北村四郎・村田 源 (1974). 原色日本植物図鑑 草本編 II 332. 前川文夫 (1936). 植物研究雑誌 12: 28-35. — (1956). 自然 (4): 12-20. Nakamura, T., J. Endo & M. Nagasawa (1979). *Journ. Jap. Bot.* 54: 334-341. 大井次三郎 (1965). 日本植物誌 改訂新版 526. 杉本順一 (1965). 日本草本植物総検索誌 双子葉編 48.