

# 薬用植物の生物多様性の保全に関する研究(1)

## 薬用植物成分の生物多様性の現状

田中俊弘 岐阜薬科大学

川村智子 名城大学薬学部

要約：地球環境の保全や薬用植物資源の保全の目的で薬用植物成分の生物多様性の掌握をするためにこの研究を開始した。種間の生物多様性(*Plantago* spp. : *Crategusu* spp. : *Forsythia* spp. ), 種内の生物多様性 (*Scopolia* spp. : *Houttuynia* spp. : *Datura* spp. : *Geranium* spp. ; *Phellodendron* sp. )について成分の多様性を調査した。

### 緒論

地球環境が議論される今日この頃、その環境保全のためには生物多様性が欠くべからざる要件であると言われてきた。薬用植物の成分の多様性については、もっぱら資源探索のためのフィールドとしての多様性の掌握であった。一方では地球環境あるいは将来の人類の薬物資源の確保のために従来研究されてきたデータから薬用植物の生物多様性を掌握するためにこの研究を開始した。

生薬は天然の生物資源から得られ、大部分は野生品の採取により供給されて来た。近年、資源の枯渇や環境破壊による自生地の減少が懸念されている。世界人口の80%が動植物から得られる伝統的な薬を一次健康管理に用い、中国では5000種におよぶ動植物が医療目的に用いられ、アマゾン流域では2000種が利用されていると言われる<sup>1</sup>。ところが、現在、地球規模でかつてない速度で生物種が減少している。生物種の絶滅の速度は、恐竜時代には約1000年に1種、20世紀前半には毎年約1種であったのに対し、20世紀最後の25年間には約100万種、平均して毎年約4万種が絶滅していると推定され<sup>2</sup>、地球環境の悪化でさらに絶滅速度が増して行くものと考えられている。これらの中には有用性が評価される前に絶滅する可能性のある種や、その種の絶滅することで現在の我々には判断できないような影響が発生する可能性を秘めた種なども含まれている。多様な種の中には薬物としての直接的な利用価値だけでなく、新薬の開発の主要原料とされたり、生物学的制御物質としての利用、病害虫に対する抵抗性や収量の増加をもたらす遺伝子の供給源としての利用など、潜在的な利用価値が豊富に含まれている<sup>3</sup>。人間は利用価値のある多くの生物種を手に入れ消費しているが、人間にとっては重要でない種も深い関わりを持っている。一つの生薬を得るにも、適切な気候、土壌、昆虫による媒介、細菌の共生など複雑に絡み合った多様な生態系が必要である。

地球規模で減少している生物多様性に対し、環境保全と持続可能な発展に向けた国際的な取り組みが

なされている<sup>4</sup>。1992年リオデジャネイロで開催された環境と開発に関する国際会議「地球サミット」で、21世紀に向けて地球環境を守る上で各国が実行すべき行動計画を盛り込んだ「アジェンダ21」や地球上の全ての生物の保全を目的とする「生物多様性条約」などが採択された。これまでも、世界の生物や生態系を守るために絶滅のおそれのある種の取引を規制した「ワシントン条約」や湿地の生態系を保全する「ラムサール条約」、価値ある自然遺産を保護する「世界遺産条約」、国境を超えて移動する種を保護する「ボン条約」などが国際会議で採択されてきたが、これらの条約は個々を守るもので、地球の生物と生態系をトータルにカバーしていなかった。「生物多様性条約」では生態系の多様性、種の多様性、遺伝子の多様性などをトータルに保証することが目的とされている。また、「アジェンダ21」では大気の大気汚染の防止、森林減少対策、砂漠化防止、生物多様性の保全、バイオテクノロジーの環境上適正な管理などといった行動計画の実施について述べられている。日本国内でも1992年にワシントン条約の国内法として「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存法」が制定された。1993年には「地球サミット」への取組が反映された「環境基本法」が制定され、国の環境保全に関する基本理念が示された<sup>5</sup>。薬用植物の保存に関して1988年タイ国チェンマイ<sup>6</sup>での国際会議でガイドラインが作成され、生物資源の行き過ぎた開発への懸念から1992年の「マニラ宣言」<sup>7</sup>へとつながり1997年にはタイ国プーケットで開催されたIUPAC国際会議で天然資源の保護と有効利用に関する「プーケット宣言」<sup>8</sup>が採択された。1998年には我が国でも薬用植物研究者が沖縄西表島に集まり、21世紀における人類の健康増進のための薬用植物の保護と活用に関する「西表宣言」<sup>9</sup>が提言された。

生物多様性の保全と持続可能な利用の研究は農業分野で最も進んでおり、コムギ、イネ、トウモロコシ、ジャガイモなどの主要な農産物について遺伝変異の多様性を利用して、収量の増大や病害虫への

抵抗性、生育時期の移動など品種改良が行われて実用化されている<sup>10</sup>。また、農産物の遺伝的多様性を効果的に維持するために種子バンクが利用され、種子保存のしにくい種や樹木などはクローンバンクで保存され維持されている<sup>11</sup>。生物群集レベルでの保全では保護地域が設立され、人間による攪乱の許容範囲が決められている。可能な限り人為的な影響のない状態にする、未来のために現在の資源の使用を規制する、伝統的な社会では生活に必要な資源の採取を外部からの干渉を受けないことで許可する、など、いくつかのカテゴリーが設定されている<sup>12</sup>。

伝統的な薬用植物の利用は各地域の自然の多様性から生まれた。多様な種の中から特定の種が経験的に選択され伝承されて、採取と保存のバランスを保つことで維持されてきた。天然産物であるがゆえに医薬品としての利用には含有成分のばらつきが問題視され易いが、生物にとって成分の多様性も表現型の一つであり、変異そのものが基本的な性質である<sup>13</sup>。農業分野のように変異の多様性を利用することも可能であり、多様性の本質を知っておく必要性が有る。以下に薬用植物の成分の多様性についていくつか例を示す。

植物の生物多様性に関しては、生態系多様性、種間多様性、種内多様性等の存在が知られている。有用植物と言うことに範囲を広めるならば、有用植物の生物種が保全されるためには、有用性の多様性や用途の多様性ということを考えていく必要性を痛感する。有用性の多様性とは、有効成分や食味、色彩などの多様性がある、需要が変動しても利用価値の長続きすることが肝要であると言う意味である。有用性の多様性とは、多方面に利用される属性を持った植物の方が、長い目で見たときには需要の多様性に耐えることができる。

## 薬用植物の成分多様性

### 1. 成分の種間生物多様性

#### a) *Plantago* 属のフェニルエタノイド<sup>14</sup>

*Plantago* 属に含まれる主なフェニルエタノイド配糖体は plantamajoside, acteoside であり、種により主成分が異なる。オオバコ、セイヨウオオバコ、トウオオバコ、エナガオオバコ等、ひげ根を持つ種は plantamajoside を主に含み、ムジナオオバコ、エゾオオバコ、ヘラオオバコ、ツボミオオバコ等、直根を持つ種は acteoside を主に含む。他にもオオバコの薬効に関連した生理活性を示す成分として、フラボノイドの plantagin, 6-hydroxyluteolin, scutellarein, イリドイド配糖体の catalpol が共存する種もある。種により含有成分が異なり、薬効に違いのあることは明らかである。国によって薬用に

される種も異なっている。

#### b) *Crataegus* 属のフラボノイド<sup>15</sup>

中国では *Crataegus pinnatifida* やその変種の果実が「サンザシ」として薬用または食用されている。ヨーロッパで古くから「セイヨウサンザシ」と呼ばれる *C. oxyacantha* や *C. monogyna* の葉や花、果実などが心不全の治療に用いられている。有効成分はフラボノイドであるが種間の変異が大きく、部位によっても組成が異なる。*Crataegus* 属は種類が多く、薬用、食用、鑑賞用、生垣用など種に応じた利用がなされている。

#### c) レンギョウのフェニルエタノイド<sup>16</sup>

*Forsythia* 属の果実と葉に含まれるフェニルエタノイド成分は forsythiaside を主に含む種と acteoside を主に含む種に2分される。Acteoside が主に含まれる種では forsythiaside や suspensaside を共存しない。これらのフェニルエタノイド成分は各々異なった生理活性が明らかである。果実の成分としてトリテルペノイド、リグナン、フラボンが知られていたが、フェニルエタノイドにより種間の相違が明らかになった。

## 2. 成分の種内生物多様性

#### a) 栽培ハシリドコロに含まれるアルカロイド<sup>17</sup>

ハシリドコロ *Scopolia japonica* Max. (Solanaceae) の根茎はトロパンアルカロイドを含み hyoscyamine が主成分である。野生の根茎は太い結節で横にはうが、圃場で栽培すると塊状になり、根は直根状に著しく肥大生長する。アルカロイド含量は野生品よりやや低くなる。アルカロイド含量の高い株も少数あるが、アルカロイドをほとんど含有しない株もある。Scopolamin をほとんど含まない株など、アルカロイド含量の変異が大きく、系統選抜によりアルカロイド含量の調整ができる可能性がある。栽培による収量の増大も期待できる。

#### b) 遮光とドクダミのフラボノイド成分<sup>18</sup>

ドクダミ *Houttuynia cordata* Thunb. (Saururaceae) は山野の木陰や庭の陰湿地に多く見られるが、畑や樹園地などの陽地へも侵入してくる。野生のドクダミを自生地の日照時間で、常に日向、常に日陰、半日向の3グループに分けると、日向に生育する株の方がフラボノイド含量が有意に高い値を示す。遮光率63%、43%、0%の3区を設定して栽培実験を行っても非遮光区でフラボノイド含量が最も高く、遮光率が高いほど減少する。植物は

有害な紫外線から身を守るために細胞中にフラボノイドを生合成するようになったとも言われる。ドクダミは日照による環境変化へ適合しやすいと考えられる。

#### c) *Datura* 属植物のアルカロイド<sup>19</sup>

*Datura* 属植物のうち *Datura* 節と *Stramonium* 節が主に薬用にされ、全草に scopolamine と hyoscyamine が含まれる。先端の若い部分の葉や茎ほど含有率が高く、つぼみが最も高い値である。含有率は開花前のツボミで高いが、花全体に含まれる総アルカロイド含量としては開花前日から当日の花に最も多く含まれる。花の各器官では子房の含有率が高く、*Datura* 節と *Stramonium* 節では scopolamine と hyoscyamine の割合が異なっている。この割合の違いは種子においても同じである。節により主成分としてのアルカロイドの違いがある。

#### d) ゲンノショウコのフラボノイド成分<sup>20</sup>

ゲンノショウコ *Geranium thunbergii* Sieb. et Zucc. (Geraniaceae)の有効性は geraniin を主成分とするタンニンで、他の *Geranium* 属にも geraniin は含まれている。ゲンノショウコ以外ではほとんど検出されないフラボノイド成分がある。Kaempferol 3-O-rhamnoside (afzelin, 1)を含むタイプ (A 型) と kaempferol 3-O-arabinoside-7-O-rhamnoside (2), kaempferol 3, 7-di-O-rhamnoside (kaempferitrin, 3) の 2 成分を含むタイプ (B 型) の 2 種類があり、中間タイプはない。ゲンノショウコであればどちらかのフラボノイドを含んでいる。日本各地で見られ絶対数が多いのは B 型である。北海道や東北では B 型のみが見られる。A 型は関東以西に多いが 2 割程度である。花色の表現型も同じような分布であるがフラボノイドのタイプとは相関が見られない。

#### e) キハダのアルカロイドおよび粘液成分<sup>21</sup>

キハダの樹皮には berberine が主成分として含まれ、アルカロイド含量の高い中国南部や日本産は黄色味に富む。中国東北地方や韓国、朝鮮産は黄色味が淡く、アルカロイド含量も低い。中国産では berberine 含量が高い場合は palmatine を含まない個体が多く見られる。東北産や朝鮮半島産はアルカロイドの総量としては少ないが、palmatine の割合が高い。キハダには他に粘液成分が含まれ、粘度にばらつきがみられるがアルカロイド含量や産地との間に相関は見られない。同じ母株からの実生栽培品でもアルカロイドの割合や含有量は大差が無いが、粘液成分の粘度には大きなばらつきが見られる。ア

ルカロイド含量は産地による変異が大きく、粘液成分は遺伝的変異が大きいと言える。

#### 終わりに

植物の生物多様性はその種あるいは生態系が多様性を維持することによって生態系を維持し、さらに種の存続を保つのに有意義であるはずである。生物多様性の認識はこれらのメカニズムを理解することになる。これらのデータは、自然状態での薬用植物の生物多様性を認識する中で、生薬資源として好都合な種類や系統を選抜するために行った研究で合ったはずである。一方、薬用植物成分の含有量と成分構成の認識することによって将来の生薬資源の用途開発ばかりではなく、健康食品など広い用途開発に寄与できると思われる。生薬資源に対するニーズの多様化する将来、薬用植物成分の多様性を認識しておく必要性を認識することができた。

#### 引用文献

- 1 R. B. プリマック, 小堀洋美, “保全生物学のすすめ, 生物多様性保全のためのニューサイエンス”, 文一総合出版, 東京, 1998, pp. 63-65.
- 2 R. B. プリマック, 小堀洋美, “保全生物学のすすめ, 生物多様性保全のためのニューサイエンス”, 文一総合出版, 東京, 1998, pp. 91-93 [W. V. Reid, K. R. Miller, Keeping Options Alive: The scientific Basis for Conserving Biodiversity. World Resources Institute, Washington D. C., 1989]; F. D. M. Smith, R. M. May, R. P. Pellew, T. H. Johnson, K. R. Walter, How mach do we know about the current extinction rate? Tree 8 : 375-378, 1993; 矢原徹一, 鷲谷いずみ, “保全生態学入門, 遺伝子から景観まで” 文一総合出版, 東京, 1999, pp. 49-57 [H. P. Raven, Botanic Gardens and the World Conservation Strategy (D. Bramwell, O. Hamann, V. Heywood, H. Synge, eds.), pp. 12-29, Academic Press, London, 1987].
- 3 R. B. プリマック, 小堀洋美, “保全生物学のすすめ, 生物多様性保全のためのニューサイエンス”, 文一総合出版, 東京, 1998, pp. 69-87.
- 4 R. B. プリマック, 小堀洋美, “保全生物学のすすめ, 生物多様性保全のためのニューサイエンス”, 文一総合出版, 東京, 1998, pp. 332-354; 堂本暁子, “生物多様性, 生命の豊かさを育むもの”, 岩波書店, 東京, 1995, 72-78.
- 5 R. B. プリマック, 小堀洋美, “保全生物学のすすめ, 生物多様性保全のためのニューサイエン

- ス”，文一総合出版，東京，1998，pp. 312-318；堂本暁子，“生物多様性，生命の豊かさを育むもの”，岩波書店，東京，1995，114-126，225-266.
- <sup>6</sup>チェンマイ宣言：糸川秀治，“生薬利用と新医薬品開発”，シーエムシー，東京，1988，pp. 355-356.
- <sup>7</sup>P. R. Andrews, R. Borris, E. Dagne, M. P. Gupta, L. A. Mitscher, A. Monge, N. J. De Souza, J. G. Topliss, *Pure & appl. Chem.*, 68, 2325 (1996).
- <sup>8</sup>櫻井英樹，*ファルマシア*，34，701 (1998).
- <sup>9</sup>朝日新聞，1998，12月11日；薬事日報，1998，12月26日。
- <sup>10</sup>藤本文弘，“自然と科学技術シリーズ—生物多様性と農業，進化と育種そして人間を地域からとらえる—”，農山漁村文化協会，東京，1999，pp. 211-217
- <sup>11</sup>R. B. プリマック，小堀洋美，“保全生物学のすすめ，生物多様性保全のためのニューサイエンス”，文一総合出版，東京，1998，pp. 212-218
- <sup>12</sup>(12) R. B. プリマック，小堀洋美，“保全生物学のすすめ，生物多様性保全のためのニューサイエンス”，文一総合出版，東京，1998，pp. 240-242.
- <sup>13</sup>矢原徹一，鷲谷いずみ，“保全生態学入門，遺伝子から景観まで”文一総合出版，東京，1999，p. 129.
- <sup>14</sup>野呂征男，久田陽一，奥田和代，川村智子，笠原由美，田中俊弘，酒井英二，西部三省，笹原道子，*生薬*，45，24 (1991)；西部三省，*現代東洋医学*，14，125 (1993).
- <sup>15</sup>川村智子，久田陽一，奥田和代，野呂征男，田中俊弘，高田敦士，西部三省，朱有昌，*生薬*，47，156 (1993)
- <sup>16</sup>野呂征男，久田陽一，奥田和代，川村智子，田中俊弘，西部三省，*生薬*，45，327 (1991)；*idem, ibid.*，46，254 (1992)；西部三省，千葉真理子，久田末雄，*生薬*，31，131 (1977)；S. Kitagawa, S. Hisata, S. Hishibe, *Phytochemistry*，23，1635 (1984).
- <sup>17</sup>久田陽一，川村智子，奥田和代，野呂征男，田中俊弘，酒井英二，畠山好雄，*生薬*，43，159 (1989)；久田陽一，川村智子，奥田和代，野呂征男，田中俊弘，酒井英二，*生薬*，43，222 (1989)；姉帯正樹，畠山好雄，山岸喬，*生薬*，46，281 (1992)；畠山好雄，熊谷健雄，菅野悦子，李瑩，前平由紀，米田該典，*生薬*，47，22 (1993).
- <sup>18</sup>川村智子，久田陽一，奥田和代，野呂征男，田中俊弘，吉田将士，酒井英二，*Nat. Med.*，48，208 (1994)；酒井英二，柴田敏郎，川村智子，久田陽一，野呂征男，吉田将士，田中俊弘，*ibid.*，50，445 (1996).
- <sup>19</sup>野呂征男，久田陽一，奥田和代，川村智子，吉田美樹，神原美絵，田中俊弘，酒井英二，*生薬*，44，316 (1990)；野呂征男，久田陽一，奥田和代，川村智子，田中俊弘，*Nat. Med.*，53，130 (1999).
- <sup>20</sup>川村智子，久田陽一，奥田和代，森崇，野呂征男，田中俊弘，酒井英二，官秀慶，西部三省，*生薬*，51，298 (1997)；N. A. M. Saleh, Z. A. R. El-Karemy, R. M. A. Mansour, A. -A. A. Fayed, *Phytochemistry*，22，2501 (1983).
- <sup>21</sup>投稿準備中

## Mosla属および近縁植物の保存と保護に関する研究 (IV)

分担研究者 古谷 力 岡山理科大学教授

### 研究要旨

シソ科イヌコウジュ属Moslaおよび近縁植物を中心とした有用植物資源の開発研究を続行し、ホソバヤマジソMosla chinensis栽培最適化条件の検討および産地別の成分比較を実施した。

### A. 研究目的

前年度に引続き、絶滅しつつあるMosla属および近縁植物の採集、自然観察を行い、精油成分を精査する。さらに栽培法を確立し、生物多様性の保護・回復・持続対策を立案すると共に、有用資源を開発することを目的とする。

### B. 研究方法

ホソバヤマジソMosla chinensisの兵庫県および長野県内での栽培試験を行ない、栽培最適化条件を検討した。また、産地別、生育段階別にホソバヤマジソを水蒸気蒸留して精油を分離し、capillary GCにより分析した。

### C. 研究結果および考察

#### 1) 栽培最適化

発芽処理を施し約80%以上に発芽率を高めた種子を播種し、保湿性を維持することにより発芽率を向上させた。栽培土壌は、粘土質や砂地は適さないが肥沃である必要はなく、15~35℃の気温で栽培が可能である。収穫量は、栽培面積(m<sup>2</sup>)当り約2kgFWであった。

#### 2) 収油率

発芽後、約2ヵ月(7月上旬)の収油率が最大4.17%となるが<sup>図1)</sup>、その後も生育し9月上旬(収油率3.45%)の収油量が栽培面積当たりで最も高く、8月下旬から9月上旬にかけての花期が収穫適期と考えられる。また、長野産は草丈40~50cmで発育は良好であったが、収穫時期の違いから葉は落葉し収油率は2.16%であった。一方、中国産ホソバヤマジソ(セキコウジュ)の収油率は0.3%と低く、乾燥や保管状態による影響も考えられる。

#### 3) 産地別成分比較

兵庫県洲本市、長野県大町市、中国貴州、中国湖南産の精油成分を分析し、主要な10成分について比較した<sup>表1)</sup>。いずれも主成分はThymolであり、Thymol含有量が多い順に兵庫県、長野県、中国湖南、中国貴州であった。国内産のThymol量約70%に対し、中国産は42~65%と低いが、中国産精油は、Carvacrolが7~10%含有し、国内産(0.1%)の数十倍含まれているのが特徴的である。

#### 4) 生育段階別成分比較

兵庫産について、生育段階別に定期的に精油成分を調査した<sup>図2)</sup>。発芽後約1ヶ月でThymol量は60%に達し、8月のピークを過ぎた後、9月中旬には70%となった。9月中旬のThymol量の低下とは対照的に、p-Cymene量の増加が認められた。また、生育初期はThymolに次いでγ-Terpineneが多いが(14.6%)、Thymol量の増加とは逆に著しく低下している。生育初期は、γ-Terpinene、α-Caryophyllene、α-Farneseneが多く含まれている傾向にあることから精油成分の構成比率から生育段階の推測が可能である。

### D. 結論

ホソバヤマジソの栽培最適化研究を実施し、効率的な生産、保存および保護が可能となった。また、長野県での栽培にも成功し、産地の拡大および大量栽培による供給が可能となり、今後はホソバヤマジソを天然抗菌素材と位置付け、開発・利用研究を推進したい。

### E. 研究発表

古谷 力, 松浦 洋一, 高原 純夫, ホソバヤマジソの抗菌性と成分(第2報), 日本防菌防黴学会 第26年次大会 要旨集, 大阪, 1999年5月, p. 67.

	6/2	6/23	7/1	7/8	7/15	7/22	7/30	8/6	8/12	8/20	8/26	9/2	9/11	9/17	9/23	9/30	10/14
DW/FW(%)	17.4	21.1	20.8	23.4	27.1	29.6	28.9	31.2	31.8	32.4	33.5	34.4	34.7	32.3	32.2	34.9	35.9
精油含有率(% DW)	2.62	3.76	4.07	4.17	3.63	3.98	3.75	3.44	3.49	3.19	3.23	3.17	3.26	3.45	2.78	2.44	2.51
精油含有率(% FW)	0.46	0.79	0.85	0.98	0.98	1.18	1.09	1.07	1.11	1.03	1.08	1.09	1.13	1.11	0.89	0.85	0.90
Thymol含有率(% Oil)	62.4	65.9	67.9	69.5	71.0	70.9	72.1	74.8	74.6	73.7	73.3	73.0	70.1				

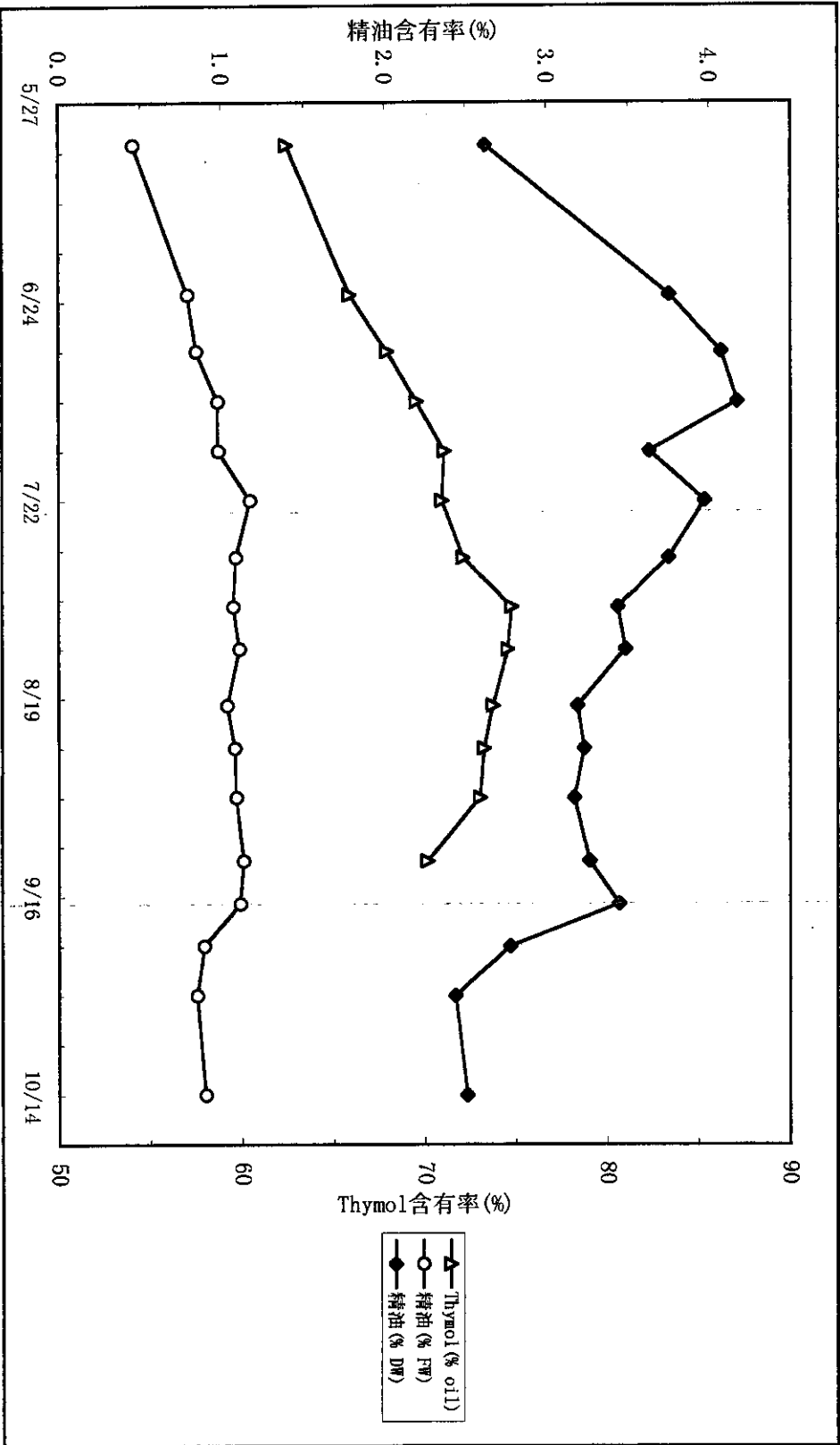


図1 兵庫産ホンバヤジソの精油含有率の変化

成分	6/2	6/23	7/1	7/8	7/15	7/22	7/30	8/6	8/12	8/20	8/26	9/2	9/11
γ-Terpinene	14.6	12.5	10.9	10.0	8.4	8.2	7.1	5.5	5.6	5.5	5.6	5.5	6.1
p-Cymene	7.5	8.0	8.2	7.7	7.9	8.4	8.7	8.2	8.5	9.2	9.0	9.5	11.2
α-Caryophyllene	3.6	3.0	2.6	2.8	2.9	2.7	2.5	2.5	2.3	2.2	2.2	2.2	2.0
α-Farnesene	2.9	2.1	2.0	2.2	1.9	1.6	1.5	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0
Geraniol	0.7	0.5	0.7	0.8	1.1	1.3	1.4	1.8	2.0	2.1	2.8	2.8	2.7
Thymol	62.4	65.9	67.9	69.5	71.0	70.9	72.1	74.8	74.6	73.7	73.3	73.0	70.1

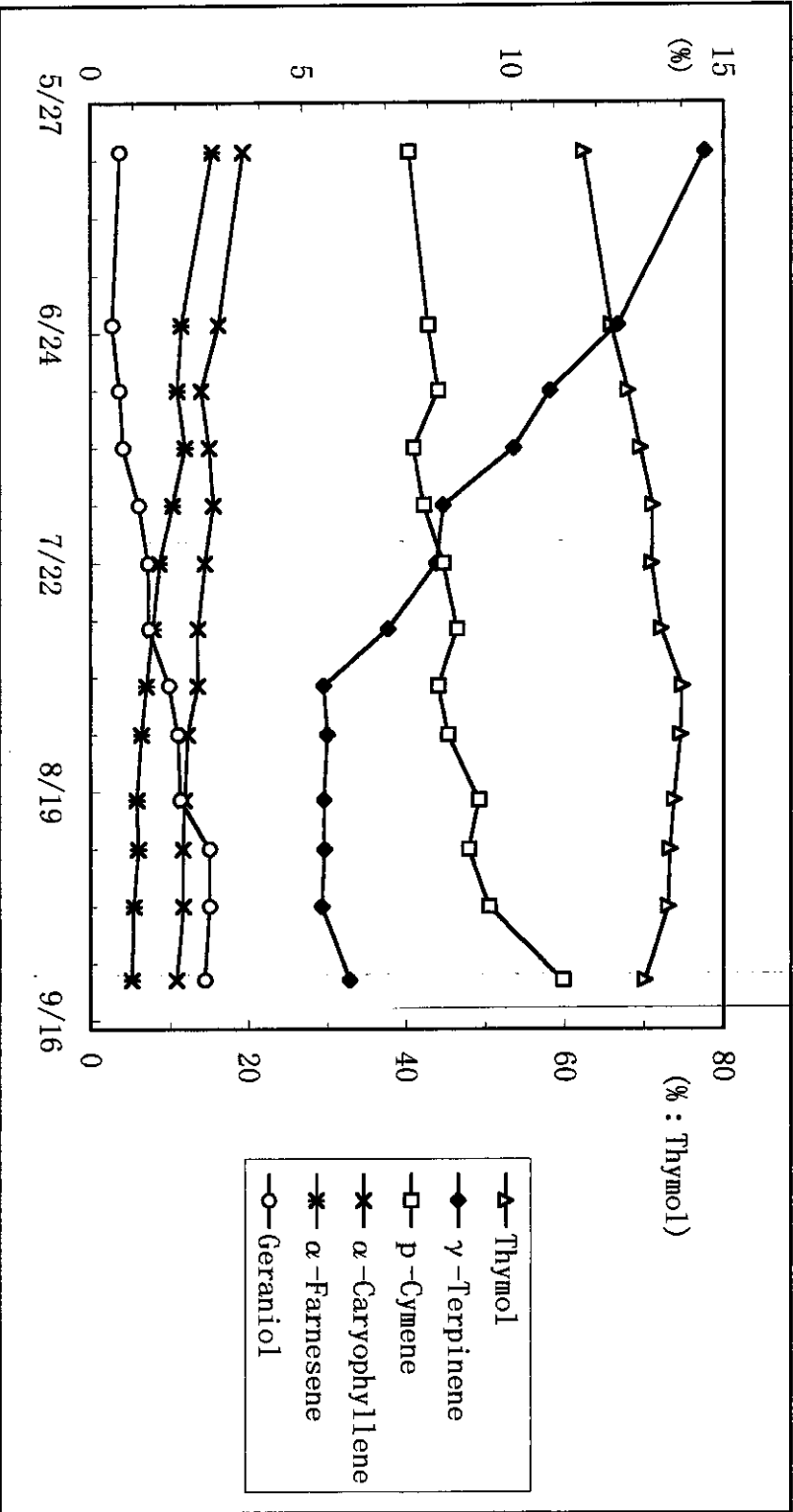


図2 ホソバヤマジン精油成分比

表 1 ホンバヤマジン産地別成分比較

成分名	成分含有率 (%)							
	兵庫産			長野産	中国産			
	99年6月2日 採取	99年7月30日 採取	99年9月2日 採取	大町市	貴酬	湖南 I	湖南 II	
γ-Terpinene	14.6	7.1	5.5	7.8	8.2	4.6	4.2	
p-Cymene	7.5	8.7	9.5	10.5	18.2	10.2	11.5	
Terpinen-4-ol	0.6	0.6	0.7	0.5	0.9	0.8	0.9	
α-Caryophyllene	3.6	2.5	2.2	2.2	1.8	2.0	1.6	
α-Farnesene	2.9	1.5	1.0	2.0	0.3	0.2	0.1	
Geraniol	0.7	1.4	2.8	1.6	4.3	4.0	5.2	
Caryophyllene oxide	—	0.1	0.2	0.1	—	—	—	
Eugenol	0.0	0.1	0.1	—	—	0.1	—	
Thymol	62.4	72.1	73.0	69.7	42.7	65.0	59.0	
Carvacrool	0.1	0.1	0.1	0.1	10.6	7.6	10.7	



厚生科学研究補助金（ヒトゲノム・遺伝子治療研究事業）  
分担研究報告書

薬用及び香辛料原料植物に関する研究

分担研究者 酒井英二 国立医薬品食品衛生研究所  
和歌山薬用植物栽培試験場

辛味トウガラシ数品種を同一条件下で栽培し、辛味成分および形状の比較を行った。その結果、系統間で成分、形状にバラツキがあることを明確にし、薬用の場合には、使用する系統に注意が必要であることを明らかにした。

サンショウの栽培地調査を行った。豊産性の栽培系統ブドウザンショウの産地の現状を明らかにし、栽培管理としての摘果の重要性を示唆した。

A. 研究目的

1. *Capsicum annuum* L.には、辛味性のあるトウガラシから全く辛味のないピーマン等のさまざまな栽培品種が存在している。辛味トウガラシは薬用及び香辛料として広く利用されており、かつては日本の輸出品でもあった。現在国内では、ピーマン、シシトウといった甘味系統に栽培が移り、辛味トウガラシは輸入に依存している。薬用原料としてのトウガラシについての基礎データを収集する目的で、市場調査および数品種について栽培を行った。

2. *Zanthoxylum piperitum* De Candolle, サンショウの果皮は、薬用及び香辛料として広く利用されている。栽培品種としては、刺なし系統のアサクラザンショウが広く知られているが、和歌山県では、アサクラザンショウから派生したといわれている豊産性のブドウザンショウが栽培されており、また文献上ではリュウジンザンショウの名称も見ることができる。そこで、ブドウザンショウの栽培地を調査し、栽培上の注意点等を明らかにした。

B. 研究方法

1. 市販される辛味トウガラシの種子および生薬などから得た種子を栽培した。果実を収穫し大きさなどの測定を行った。果実の成分については HPLC によりカプサイシン類の定量を行った。市場品についてもカプサイシン類の定量を行った。

2. ブドウザンショウの栽培地に出かけ、栽培等について聞き取り調査を行った。

C. 研究結果

1. トウガラシ果実の着果向き、長さ、太さは、系統によりさまざまであることが明らかになった。着果が上向きの場合には辛いとの俗説があるが、今回の結果からは必ずしも capsaicin 含量が高いとはいえなかった。外形的には同じに見えても capsaicin を殆ど含まない系統が確認できた。同一個体内においても、着果部位により capsaicin 含量が大きく異なる株があった。

2. ブドウザンショウ果実は、アサクラザンショウに比べ大きく、肉厚で精油含量も高い傾向にあり、生薬としての品質は高いと考えられる。台木には、従来イヌザンショウが使用されてきたが、この地方では、フユザンショウが利用されていた。フユザンショウ台木の生育は、サンショウに比べ劣るといわれているが、耐寒性に優れ、根が深く入ることで連作障害がさけられるため広く普及していた。樹齢が進むと枯れる株が増えるので、5 年毎に新規に植え付けを行い、栽培地の維持を行っている。最近では、若齢樹でも枯れる現象が増えてきており、問題になっている。ただし、剪定、摘果が積極的に行われ管理されている畑では、枯れる株が少ないようにも思えた。

リュウジンザンショウは、自生のサンショウの変異株と思われるが、現存する株はなくなっている。ブドウザンショウの分布地域とは離れていることから、別系統の株と判断される。

#### D. 考察

1. 一口に辛味トウガラシといっても系統によって大きさ、辛さにバラツキがあり、目的に応じた系統を選ぶ必要があることが明らかになった。また、同一個体でも成分にバラツキが認められ、今後収穫方法について検討する必要性が示唆された。

2. ブドウザンショウの産地において、樹の枯れの問題があるが、一因は衰弱によるものと考えられる。サンショウは、幼樹の時より毎年盛んに果実をつけるため、樹の衰弱が想像できる。一方で、サンショウは、剪定によって樹が弱るといわれているため、積極的な管理がされていないのが実情である。このことが、樹を衰弱させている一因と考えられるため、適度な剪定や摘果を行うことで樹の衰弱をさげ、樹齢を延ばすことが出来るようになる。また、産地維持

のためには、樹の計画的更新が必要不可欠であることが明らかになった。

#### E. 結論

- ・食品流通のトウガラシには、局方トウガラシの性状記載に当てはまらない系統もあり、薬用での使用には注意が必要である。
- ・サンショウ樹の枯れの一因には、果実の成り過ぎによる衰弱が考えられるため、剪定や摘果は不可欠である。

#### F. 研究発表

1. 論文発表  
なし
2. 学会発表  
なし

#### G. 知的所有権の取得状況

なし

沖縄で栽培された *Cinnamomum cassia* の品質評価に関する研究

（分担研究者）飯田 修 伊豆薬用植物栽培試験場場長

**研究要旨** シナニッケイ *Cinnamomum cassia* Nees ex Bl. は薬用、香辛料さらには香料原料植物として汎用され、中国、ベトナム、インドネシア、ブラジルなどで主に栽培されている。国内においては、自生はもちろんのこと栽培もなされていなかったが、1970年代から高橋らにより、沖縄諸島で国内栽培が開始された。国外からの新規遺伝子資源の導入、保存及び活用の先駆的事例として、上記のシナニッケイにおける生薬としての品質評価を行った。その結果、主幹樹皮中の灰分及び乾燥減量の値は日本薬局方の規定値に十分適合し、各成分含量は市場品の中国産ケイヒとほぼ同程度であった。希エタノールエキス含量は1.5～2倍ほど高く、生薬として十分利用が可能と思われた。また、分枝樹皮及び葉柄中の成分組成は主幹樹皮のそれに近く、それらは主幹樹皮成分の非破壊検査用対象物として利用できる可能性を示した。

**A. 研究目的**

シナニッケイ *Cinnamomum cassia* Blume は薬用、香辛料さらには香料原料植物として汎用され、中国、ベトナム、インドネシア、ブラジルなどで主に栽培されている。国内においては、自生はもちろんのこと栽培もなされていなかったが、1970年代から高橋らにより、沖縄諸島で国内栽培が開始された。栽培地の選択、栽培法など試行錯誤を経て、1986年に定植した現栽培地の樹木が順調な生育を示し、現在最大株の胸高周囲が43cmに達し、収穫できるまでに生長した。

国外からの新規遺伝子資源の導入保存及び活用の先駆的事例として上記経緯により育成されたシナニッケイについて、生長停止期（冬季）と伸長期（夏期）に樹皮の品質評価を行った。また、主幹樹皮の成分含量を予測するため、材、枝（樹皮）、葉及び葉柄間の成分について関連性を検討した。

**B. 研究方法**

供試材料は新宿御苑保存系統のシナニッケイの種子を1971年に導入し、育成後新たに採種した種子を用いた。1982年播種、1986年3月に沖縄県国頭郡の山林内に定植した。

樹木の伐採は、1998年11月22日（冬季）及び1999年6月24日（夏期）の2回行い、樹皮の剥離

は前者が伐採後数日後に、後者は伐採直後に行った。

サンプル調製は、樹高6.1m(1998年産)及び7.4m(1999年産)の樹木を50cm間隔で12節及び13節に切断し、その下部10～25cm前後の樹皮を分析に供し、また各部の樹径及び樹皮の厚さを測定した。乾燥はほぼ25℃の室内及び屋外で自然乾燥した。他の部位についても同様に乾燥した。

品質評価項目は灰分、酸不溶性灰分、乾燥減量、希エタノールエキス量、エーテルエキス量及び精油について検討した。

測定項目： 1) 灰分、2) 酸不溶性灰分、3) 乾燥減量、4) 希エタノールエキス含量、5) エーテルエキス含量、6) 成分定量

測定方法： 1)～5) 日本薬局方、生薬試験法に準じる。

6) 成分定量

精油 6種 coumarin ①, cinnamyl alcohol ②, cinnamic acid ③, cinnamaldehyde ④, eugenol ⑤, cinnamyl acetate ⑥

HPLC 検出器：Shimadzu SPD-6A, 送液ユニット：Shimadzu LC-6A, カラムオープン：Shimadzu CTO-6A, インテグレーター：Shimadzu CR-6A

HPLC条件：移動相：アセトニトリル/水/酢酸（300:700:10）混液、カラム：YMC A311, 測定波長：254

nm, 流速: 0.8 mL/min, 測定温度: 40 °C

試料溶液の調製: 粉末約 0.5 g を 50 % アセトニトリルで抽出し, 全量を 100 mL とする。

#### 標準溶液の調製

下記の量の標準品を精密に量り 50 % アセトニトリルを用いて下記の通り定用する。

- coumarin : 30 mg/1000 mL
- cinnamyl alcohol : 10 mg/1000 mL
- cinnamic acid : 20 mg/1000 mL
- cinnamaldehyde : 80 mg/1000 mL
- eugenol : 600 mg/1000 mL
- cinnamyl acetate : 300 mg/1000 mL

### C. 研究結果

1. 栽培近隣地の名護市における月別最高気温、最低気温及び降水量の平年値を第1図に示した。1967年から1994年間の最高気温と最低気温の極値はそれぞれ 35.1°C、3.4°C であった。

2. 分析に供したシナニッケイの主幹の形状を第2図に示した。乾燥時における樹木の最大直径は1998年産が 6.5cm、1999年産が 8.0cm、同部位の樹皮の厚さはそれぞれ 1.8mm、2.8mm であり、1999年産がやや樹径が太く、樹皮が厚かった。

3. 主幹樹皮中の成分含量は、灰分、酸不溶性灰分、乾燥減量、エーテルエキスは夏季に多く、希エタノールエキス、総精油成分は冬季に多い傾向がみられた。灰分及び乾燥減量の値は両収穫期ともに局方の規定値(それぞれ 5.0%以下、15.5%以下)に十分適合した。また各成分含量は市場品の中国産ケイヒとほぼ同程度であり、希エタノールエキス含量は 1.5~2 倍ほど高く、生薬として十分利用が可能と思われた。

冬季には有用成分含量が高かったが、国内におけるシナニッケイの収穫適期は樹皮の剥離の容易さが優先され、梅雨期から初夏である。

4. 主幹樹皮中の成分含量の分布は、灰分と乾燥減量が基部で高く、先端部ほど低く、酸不溶性灰分は夏季の変動が著しいものの同様の傾向を示した。ただし最先端部では急激に増加した。逆に、希エタノールエキス、エーテルエキス、ケイヒアルコール、ケイヒ酸、ケイアルデヒド、ケイヒアセテートは基部で低く、先端部ほど高かった。ただし、冬季におけるエーテルエキス、ケイヒアルコール及びケイアルデヒドは 10 節から 11 節目を境に先端部の含量が急激に低下した。このことから、樹高 5m 前後、樹径 2~3cm が利用

可能な部位の境界と考えられる。

クマリンは冬季の先端部に、ケイヒアセテートは夏季の全節に認められたが、オイゲノールはいずれにも存在しなかった。

5. 冬季サンプルを用い主幹樹皮と心材、枝の樹皮、葉及び葉柄の成分含量の組成比を比較検討したところ、主幹樹皮と組織的に同列の枝の樹皮は灰分、酸不溶性灰分及びエーテルエキス含量が近似であったが、精油各成分は大きく異なっていた。しかしながら、夏季サンプルでは、ケイヒ酸含量に大きな差異が見られたが、他の成分は概ね近似していた。

枝以外では葉柄の成分組成が主幹樹皮に近く、希エタノールエキス、エーテルエキス、ケイヒ酸、ケイアルデヒド及び総精油成分がほぼ同含量であったが、クマリン含量は極めて高く、ケイヒアルコールは極めて低かった。

その他の部位における成分含量の特徴は、心材ではクマリンが高いが他成分はいずれも低く、葉ではクマリンが高かった。

### D. 考察

熱帯性植物であるシナニッケイ *Cinnamomum cassia* Nees ex Bl. は、亜熱帯の沖縄で十分生長することが確認された。主幹樹皮の品質については、灰分及び乾燥減量の値は日本薬局方の規定値に適合し、有用成分含量においても市場品と同等であり、薬用として十分利用可能であった。今後、味等官能評価も必要と思われる。

利用目的物である樹皮は、剥離すると当然枯れてしまう。そこで主幹樹皮の成分含量を他の部位から推察することを期待し、各部位との関連性を求め、分枝樹皮と葉柄の成分組成が主幹樹皮に近いことが明らかとなった。今後これらの部位を用いた非破壊検査法の確立が望まれる。

国外から新規導入した新たな遺伝子資源を国内の環境に適合させ、定着させるためには、いうまでもなく植物の特性を知り、特性に適した環境の構築及び適地の選定が求められる。

### E. 結論

1. 熱帯性植物であるシナニッケイ *Cinnamomum cassia* Nees ex Bl. は、亜熱帯の沖縄で十分生長することが確認された。

2. 主幹樹皮における灰分及び乾燥減量の値は日本薬局方の規定値に適合し、有用成分含量においても市場品と同等であり、薬用として十分利用可能であった。

3. 分枝樹皮及び葉柄における成分組成は主幹樹皮のそれに近似しており、それら部位を用いて主幹樹皮の品質を推察する非破壊検査の可能性が示された。

4. 新規導入遺伝子資源を定着させるために、植物の特性を把握し、特性に適した環境の構築及び適地の選定が重要である。

#### F. 研究発表

##### 1. 論文発表

なし

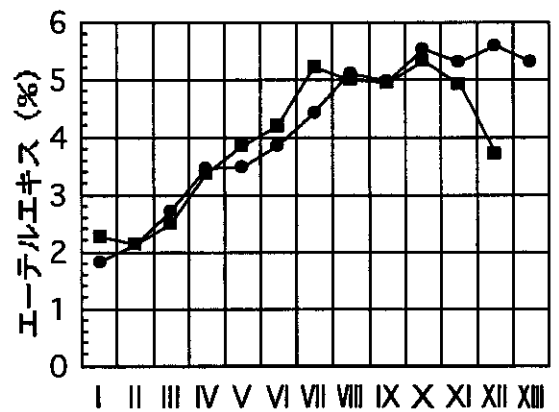
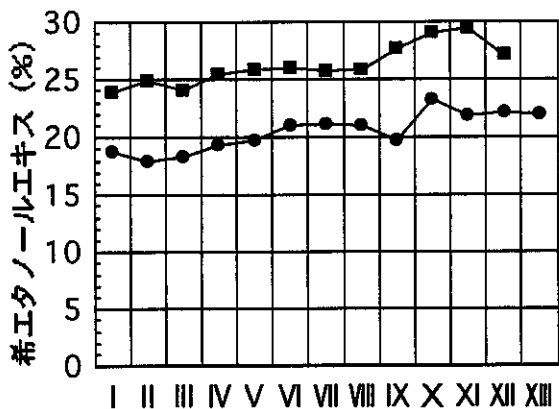
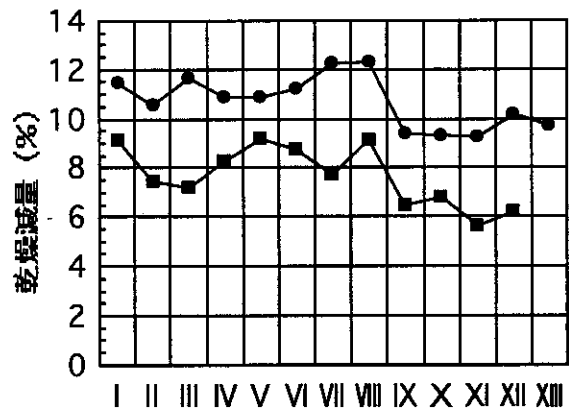
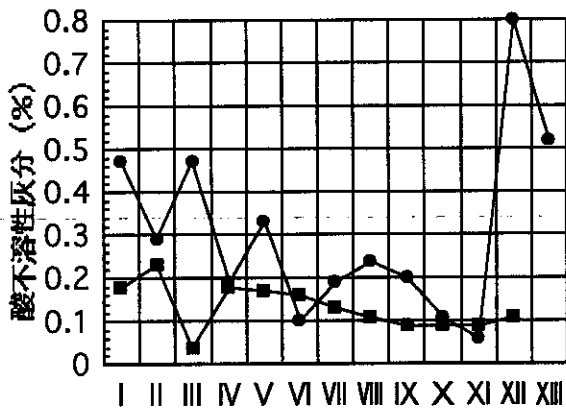
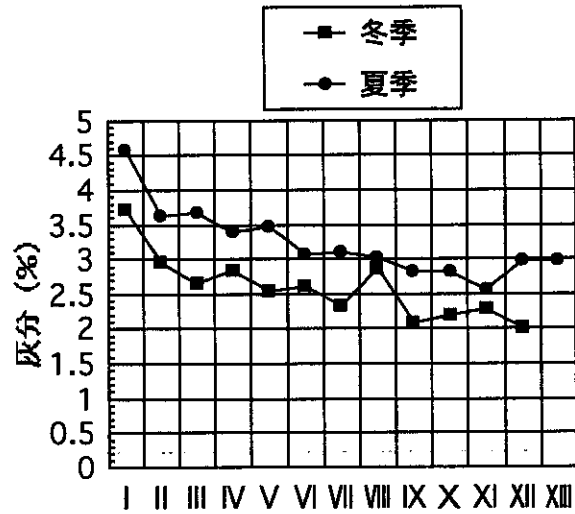
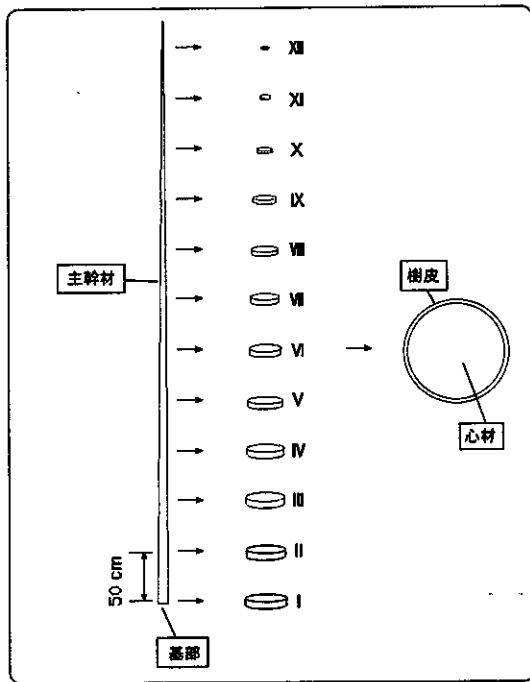
##### 2. 学会発表

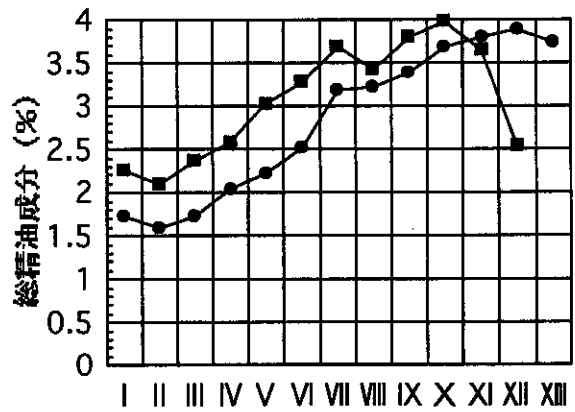
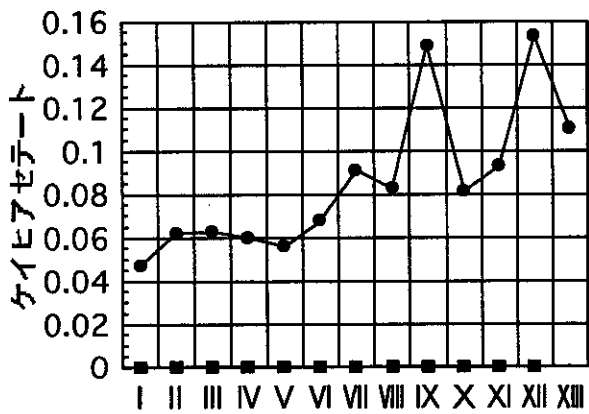
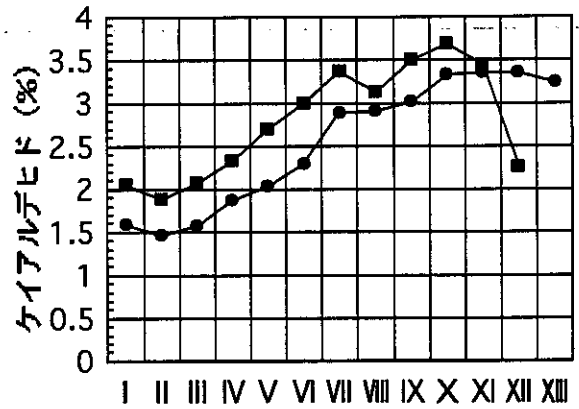
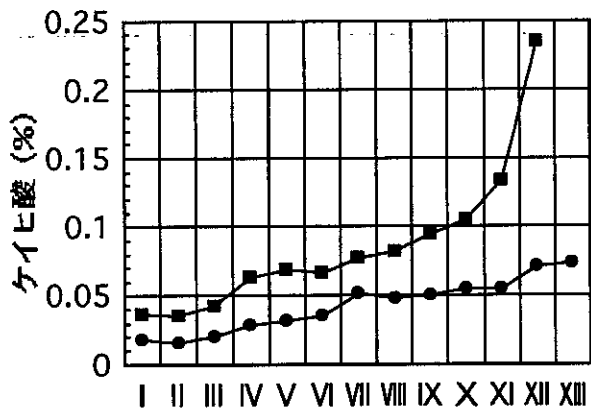
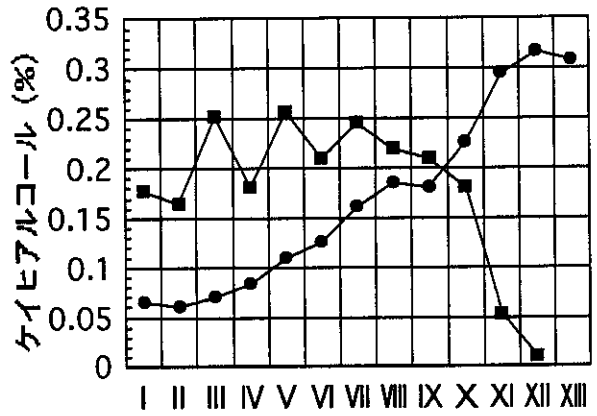
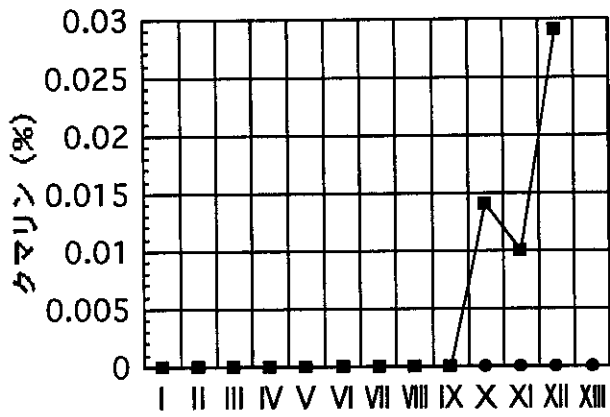
- 1). 高橋勉, 豊里友良, 有本恵子, 永井吉澄, 香月茂樹, 高上馬希重, 飯田修, 新城光雄, 神田博史, 佐竹元吉: 沖縄で栽培された *Cinnamomum cassia* の品質, 日本生薬学会第46回年会, 1999年9月17~18日, 大阪

#### G. 知的所有権の取得状況

なし

図1 異なる収穫期における主幹樹皮の節位別成分含有量





## 分担研究報告書

### トウキの基原植物に関する研究

分担研究者 佐竹元吉 国立医薬品食品衛生研究所

#### 研究要旨

日本薬局方収載生薬である「トウキ」の基原植物に関する研究を行った。基原植物セリ科 *Angelica acutiloba* Kitagawa の北海道における植生調査を行った。その結果 29 地点において自生トウキ類植物を確認した。これらは形態的特徴などから (I) 海岸型, (II) 内陸型, (III) 高山型, (IV) 蛇紋岩地型の 4 つのタイプに分けられた。さらにこれら植物材料の DNA 解析を行った。葉緑体 DNA の non-coding 領域の一部である intergenic spacer region between trnL (UAA) 3' exon and trnF (GAA) の塩基配列を調べた結果、実験を行った全てのトウキ類植物でその塩基配列が全く同じであった。さらに RAPD 解析を行った結果、(I) 「海岸型」は「日本海型」と「太平洋型」の 2 タイプに分けられた。さらに「日本海型」は、石狩湾を境にして「雄冬海岸型」と「積丹半島型」の 2 タイプに分かれた。栽培ホッカイトウキに外部形態的特徴が酷似の系統「# 03」は、DNA 解析の結果からも栽培ホッカイトウキと非常に近縁であった。ヤマトトウキに外部形態的特徴が酷似の系統「# 04」は、DNA 解析の結果からも栽培ヤマトトウキと非常に近縁であった。*A. acutiloba* subs. *lineariloba* form. *lineariloba*, *A. acutiloba* subs. *lineariloba* form. *lanceolate* の両亜種を DNA 解析から区別できる可能性が示唆された。

#### A. 研究目的

トウキは日本において非常に重要な薬用植物であり、乾燥した根が生薬として用いられる。セリ科 (Umbelliferae) シシウド属 (ANGELICA) の多年生草本であり、栽培種は奈良、和歌山などで栽培されるヤマトトウキ *Angelica acutiloba* Kitagawa var. *acutiloba* と北海道を中心に栽培されるホッカイトウキ *A. acutiloba* var. *sugiyamae* HIKINO の 2 つに大別される。ヤマトトウ

キの栽培の歴史は古く、17 世紀にはすでに現在の奈良、京都で栽培されていた記録が残されている。現在の生産量はホッカイトウキがヤマトトウキをはるかに上回っている。その理由としては、ヤマトトウキに比較してホッカイトウキは植物体が大型なため収穫量が多い、製品となる根の品質を劣化させる抽苔性が低い、主産地である北海道での耕地面積が広いこと、農業的に有利である、などと考えられる。これら栽培種の基原種についてふれ



た報告もいくつかなされている。ヤマトトウキの基原植物に関しては、本州各地で現在の栽培種と外部形態的特徴の似た多くの野生種が認められることから、これらから現在の栽培種が派生したとするのが妥当であると考えられる。

一方、ホッカイトウキの基原に関してヒキノ（薬学研究, 1957）は、北海道での開拓が行われていた大正時代後期から昭和初期に、本州・奈良県から導入されたヤマトトウキと、北海道東北部・斜里岳に自生のセリ科植物（エゾノヨロイグサ *Angelica anomala* LALLEMANT とされる）との交配によってホッカイトウキが作り出されたとした。これに対し秦ら（生薬学雑誌, 1974）は染色体観察による細胞遺伝学的研究を行った結果から、エゾノヨロイグサがホッカイトウキの交配親であることを否定した。また我々が行った DNA 分析の結果からもエゾノヨロイグサと、ホッカイトウキおよびヤマトトウキとの関連性は認められなかった。このようにいまだホッカイトウキの基原に関して明確な結論には至っていない。

一方、本州以外に北海道の一部地域にもトウキ類植物が自生することは知られていた。しかしながら北海道全域での生態に関する詳細な研究はなされていない。またこのような植生調査は、年々開発の進む北海道における遺伝資源の保全の観点からも重要である。そこで今回、北海道全域にわたって自生トウキ類植物の生態調査を行った。さらに近年の分子生物学的技術の急速な発展により、DNA を対象にして種の系統関係を明らかにしようとする試みがなされている。そこで、今回の植生調査によって得られた試料を材料として DNA による分子遺伝学的側面からの検討を

あわせて行った。

## B. 研究方法

### 1. 植生調査

北海道大学農学部に収蔵されているさく葉標本の採集情報から北海道内には 31 カ所の自生地が判明している。この情報をもとにして、過去の自生地の再確認および新たな自生地調査を 1996 年から 1999 年にかけて北海道内全域で行った。そして得られた試料をもとに外部形態的観察を行った。

### 2. DNA 分析

葉緑体 DNA にある特定領域の塩基配列の解析を行った。一般的に特定の遺伝子をコードしている領域の塩基配列の保存性が高いのに比較して、非コード領域であるスペーサー部分には多くの塩基配列の違い、つまり多型が存在することが近年報告されている。そこで今回、我々は葉緑体（chloroplast）DNA 上の non-coding region に注目した。Chloroplast DNA 上の tRNA 遺伝子をコードする trnL（UAA）と trnF（GAA）間の intergenic spacer 領域の塩基配列の解析を行った。またさらに random amplified polymorphic DNA（RAPD）分析をあわせて行った。RAPD 分析は同一種内での品種間差などといった非常に近縁な関係にあるグループ間の比較に非常に有効な手段であることが認められている。

### DNA 抽出

外部形態的特徴から種同定を行った 22 系統および比較のための out group としてアシタバ *Angelica keiskei* KOIDZ. 1 系統とハマボウフウ *Glehnia littoralis* F. SCHM. 1 系統を実験材料とした（TABLE I）。生葉を液体窒素中で粉碎処理後、粉末 150 mg を

DNA 抽出試料とした。Rogers ら (1990) の CTAB ( cetyltrimethylammonium bromide ) 法を一部改良し、抽出・精製を行った。得られた DNA を、0.5ng/ $\mu$ l になるよう希釈調製し実験試料とした。

#### trnL-trnF IGS 領域の解析

trnL (UAA) 3<sup>rd</sup> exon と trnF (GAA) gene 間の intergenic spacer 領域を PCR の標的部とした。PCR による DNA 増幅は、1 ng の DNA、0.25 units の AmpliTaq Gold ( PE biosystems ), 1/10 容量の AmpliTaq Gold 添付 Buffer, 各 0.2  $\mu$ M の primer, 各 200  $\mu$ M の dNTP, 2.5 mM の MgCl<sub>2</sub> を滅菌水で 10  $\mu$ l の反応系に調製した。標的断片の PCR 増幅には Taberlet ら (1991) のユニバーサルプライマーを合成 (TAKARA) して行った。その配列を以下に示した。

Forward primer : ( 5' - GGTTC AAGTCCCTCTATCCC-3' ),

Reverse primer : ( 5' - ATTTGAACTGGTGACACGAG-3' ).

反応には Takara PCR Thermal Cycler MP ( TAKARA ) を使用した。反応条件は 95 $^{\circ}$ C 10分ホットスタートに引き続き、94 $^{\circ}$ C 1分、50 $^{\circ}$ C 1分、72 $^{\circ}$ C 2分を 30 サイクルとし、最後に 72 $^{\circ}$ C 5分とした。得られた PCR 増幅産物を QIAquick PCR Purification Kit ( QIAGEN ) により精製した。BigDye Terminator Cycle Sequencing FS Ready Reaction Kit ( PE biosystems ) に添付の方法に従ってシーケンス反応、精製を行った。プライマーは PCR 増幅と同様のものを用いた。その後、ABI PRISM310 Genetic Analyzer ( PE biosystems ) と塩基配列解析ソフト Sequence Analysis ver 3.3 Analyzer ( PE biosystems ) によりダイ

レクトシーケンスを行った。

#### RAPD 分析

PCRにはTakara Thermal Cycler MP (TAKARA)を用いた。反応volumeは10  $\mu$  lとした。反応組成は、10 mM Tris-HCl (pH 8.3), 50 mM KCl, 0.001 % ; gelatin, 2.5 mM MgCl<sub>2</sub>, 200  $\mu$  M dNTPs, 0.4  $\mu$  M primers, 0.75 units AmpliTaq Gold DNA polymerase ( PE biosystems ), 1 ng template DNAとした。Primerには OPERON primer ( OPD-01~-20, OPF-01~-20 ) の40種類を用いた。反応条件は94 $^{\circ}$ C 10分ホットスタートに引き続き、94 $^{\circ}$ C 1分、45 $^{\circ}$ C 2分、72 $^{\circ}$ C 2分を45サイクルとし、最後に72 $^{\circ}$ C 7分とした。PCR産物 (10  $\mu$  l) は2% アガロースゲルで電気泳動し ( 100 V, 40 min, TAE buffer )、エチジウムブロマイド染色後、紫外線 (254 nm) で検出した。

#### C. 研究結果

##### 1. 植生調査および外部形態観察

今回の植生調査の結果、29 地点で自生トウキ類植物を確認した ( Fig. 1 )。自生が確認された各地点の特徴を代表すると思われる19 地点についての葉外部形態を Fig. 2 に示した。あわせて、栽培種であるヤマトトウキとホッカイトウキの葉外部形態も比較として示した。

これらは葉の外部形態適特徴などから、( I ) 海岸型、( II ) 内陸型、( III ) 高山型、( IV ) 蛇紋岩地型の 4 つのタイプに分けられた。

( I ) 海岸型 渡島半島から増毛郡にかけての日本海側、襟裳岬周辺の太平洋側において認められた。日本海岸段丘のもの ( # 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13 ) は葉が広く、小

葉片の数が少なく、表面に光沢が見られた。太平洋側日高海岸段丘のものは2型がある。襟裳岬を挟んで葉の形に僅かな違いがみられた。襟裳岬西側のもの（# 16, 17, 18）は茎上葉が襟裳岬の東海岸のもの（# 14, 15）と比べるとやや狭い傾向にあった。

（Ⅱ）内陸型 栽培ホッカイトウキの特徴を持つもの（# 03）と、栽培ヤマトトウキの特徴を有する（# 04）2つのタイプが認められた。前者は草丈1~1.5 mで、生育地は針葉樹が片側に枝が短く変形するほど風通しが良い場所で、また日当たりの良い草原であった。後者は草丈0.5~1 mで、生育地はミズナラ林の中で、付近にはカタクリの群生地がある。両タイプとも栽培種の野生化の可能性も考えられるが本論文では内陸型としておく。

（Ⅲ）高山型 札幌近郊の内陸部標高900 mの高地岩上に、他地域のものには見られない特徴的な葉色を表すもの（# 22）が確認された。葉表面は他地域のものと比較して暗緑色で、葉裏面の葉脈が赤褐色を呈していた。生育地は日当たりの良い岩上で、乾燥した状態であった。周辺の川沿いにトウキ類植物の自生していることが予想されたが今回の調査では認められなかった。

（Ⅳ）蛇紋岩地型 葉が狭く、明らかに他のトウキ類植物とは異なる形態的特徴を有するものが3地点の蛇紋岩地帯で認められた。夕張山系の蛇紋岩地のもの（# 19）は *Angelica acutiloba* subs. *lineariloba* と同定した。草丈は低く（~1 m）、葉の裂片は全体的に狭い。一方、日高山系東側中腹（# 21）および西側（# 20）の溪流の岩上で生育を確認した2系統のものは、先の *A. acutiloba* subs. *lineariloba* より葉が比較的

広い特徴を示し、*A. acutiloba* subs. *lineariloba* form. *lanceolate* であると思われた。「# 19」は「# 20」に比較して草丈が高く、葉の裂片は全体的にやや広い。両者とも生育地は川沿いで増水時には冠水するような場所にあり、他地域の生育環境と比較して水環境が特異なため特に「溪流型」とする。

博物館資料より利尻岳に記載があったが *Angelica acutiloba* var. *iwatensis* の自生の報告があるが、今回の調査の結果からホンパノヨロイグサ *Angelica anomala* var. *kawakamii* の誤認であると考えられた。

斜里岳における環境庁中間報告に *Angelica acutiloba* var. *iwatensis* の自生の記載があるが、最終報告書では削除されていた。また今回の調査で斜里岳においてもホンパノヨロイグサ *Angelica anomala* var. *kawakamii* が確認された。

## 2. trnL-trnF IGS 領域の解析

実験に用いたトウキ類植物は全て同じ塩基配列であり、そのサイズは444 bpであった。バマボウフウで1塩基の置換、アジタバでは1塩基インサージョンと41塩基の置換が認められた。今回解析対象とした trnL-trnF IGS 領域は種間ばかりでなく種内変異をも見いだされていることが他の植物では報告されている。しかし今回のトウキ類植物間での多型性は認められなかったこのことから、これらは当初予想したよりもはるかに遺伝的に近縁であると考えられた。

## 3. RAPD 分析

Primer OPD-08, -18, OPF-08, -10の結果から、「海岸型」のものが、「日本海側型」と「太平洋側型」とに分かれる多型性を示すバンドが検出された（Fig. 3）。OPD-18で

は 460 bp に「日本海側型」にあるバンドが「太平洋側型」には見られなかった。また OPD-08 では 420 bp (未表示), OPF-08 では 630 bp (Fig. 4) に, OPF-10 では 490 bp にそれぞれ「太平洋側型」にはあるバンドが「日本海側型」には存在しなかった。

また primer OPD-04, -07, OPF-08 において「日本海側型」のものが、「積丹半島周辺部」と「雄冬海岸周辺部」とに分かれる多型性を示すバンドが検出された (Fig. 4)。OPD-04では 1.3 kb に(未表示), OPD-07 では 980 bp にそれぞれ「積丹半島型」にはあるバンドが「雄冬海岸型」には見られなかった。また OPF-08 では 1.3 kb のバンドが「雄冬海岸型」のものには存在せず, さらにこの「雄冬海岸型」の 3 系統のみに 580 bp に特有のバンドが存在した。

#### D. 考察

「内陸型」は総じて「海岸型」と同様なバンドパターンを示した。Primer によって「日本海側型」または「太平洋側型」の傾向を示す結果が得られた。「内陸型」内での変異について注目したところ特徴的な RAPD データが得られ, これらは外部形態からの識別結果と同様であった。Primer OPD-08, -18, OPF-02, -04, -06, -07, -08, -12 において栽培ホッカイトウキと栽培ヤマトウキは明らかな多型を示し区別性のあることが認められた。さらに「# 03」は栽培ホッカイトウキ (# 01) と同じパターンを表し, そして「# 04」は栽培ヤマトウキ (# 02) と同じパターンを表した。Fig. 5 に primer OPD-07, -08 および -12 での結果を示した。

「蛇紋岩地型」の 3 系統では, 多くの primer で *A. acutiloba* var. *acutiloba* の「太平洋側

型」と同様のバンドパターンを示した。Primer OPD-07, -10 の結果から, 「# 20」, 「# 21」の 2 系統と「# 19」を識別しうることが認められた (Fig. 6)。このことは形態的特徴から「# 19」を *A. acutiloba* subs. *lineariloba* form. *lineariloba*, 「# 20」, 「# 21」を *A. acutiloba* subs. *lineariloba* form. *lanceolate* と区別したことを支持する結果となった。

#### E. 結論

1. 北海道海岸沿いに自生の *A. acutiloba* var. *acutiloba* は「日本海型」と「太平洋型」の 2 タイプに分けられた。さらに「日本海型」は, 石狩湾を境にして「雄冬海岸型」と「積丹半島型」の 2 タイプに分かれた。本植物の海岸沿いの自生地は岩上であるが, 積丹半島から北上し石狩湾沿いになると砂浜があらわれ, 生育地の連続性が途絶える。この結果, 雄冬海岸型のものが独立した遺伝群落を形成したものと考えられた。

2. 栽培ホッカイトウキに外部形態的特徴が酷似の系統「# 03」は, DNA 解析の結果からも栽培ホッカイトウキと非常に近縁であった。この系統が栽培ホッカイトウキの基原種の一つであるのか, あるいは栽培移出であるのかについては今後さらに検討が必要である。現在の北海道におけるホッカイトウキの栽培地ではヤマトウキも栽培されており, 交雑していることは十分に考えられる。そのため栽培品では, 葉柄が緑色というホッカイトウキの特徴を失ったものが多く見られ, 雑ばくである。しかしながら系統「# 03」の種子を北海道大学・薬用植物園内の圃場に播種し特性調査を行ったところ, 群落として非常に均質な緑色の葉柄色を呈し, いわゆるホ