

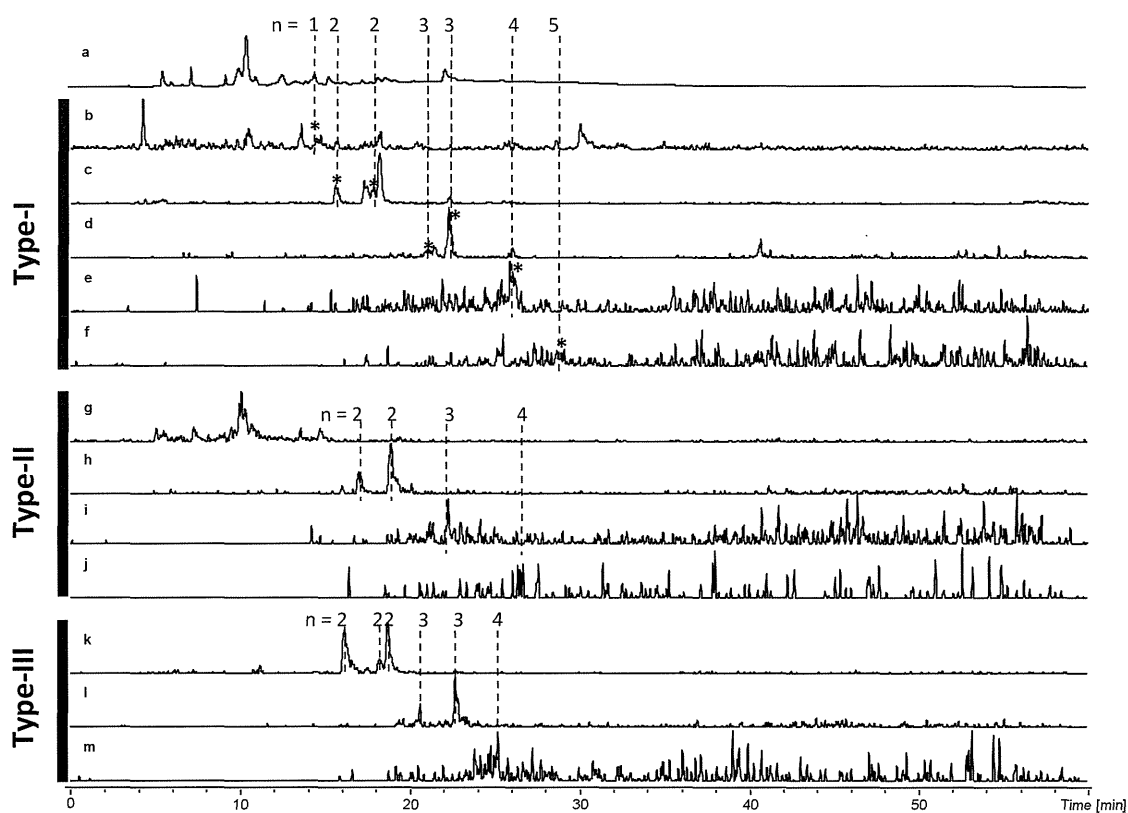


Fig. 9. An LC-MS profile of 42-4 rhizome with Amide-80.

A, UV chromatogram at 230 nm; b, extracted mass chromatogram (EIC) at m/z 291.1; c) EIC at m/z 579.2; d) EIC at m/z 867.2; e) EIC at m/z 1155.3; f) EIC at m/z 1443.3; g) EIC at m/z 443.1; h) EIC at m/z 883.2; i) EIC at m/z 1323.2; j) EIC at m/z 1763.3; k, EIC at m/z 731.2; l, EIC at m/z 1171.2; m, EIC at m/z 1611.3. * indicates the same peak as found in a chromatogram of crataegus extract.

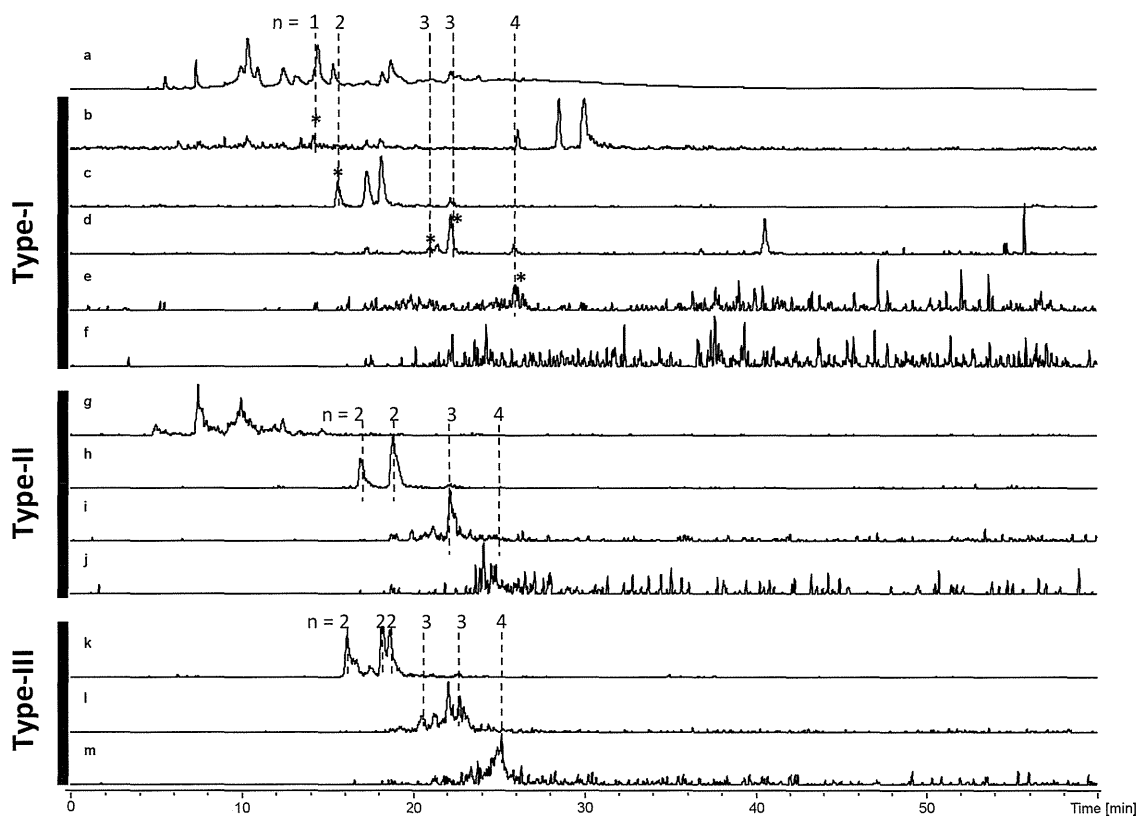


Fig. 10. An LC-MS profile of 29-2 rhizome with Amide-80.

A, UV chromatogram at 230 nm; b, extracted mass chromatogram (EIC) at m/z 291.1; c) EIC at m/z 579.2; d) EIC at m/z 867.2; e) EIC at m/z 1155.3; f) EIC at m/z 1443.3; g) EIC at m/z 443.1; h) EIC at m/z 883.2; i) EIC at m/z 1323.2; j) EIC at m/z 1763.3; k, EIC at m/z 731.2; l, EIC at m/z 1171.2; m, EIC at m/z 1611.3. * indicates the same peak as found in a chromatogram of crataegus extract.

平成25年度厚生労働科学研究費補助金（創薬基盤推進研究事業）
人工水耕栽培システムにより生産した甘草等漢方薬原料生薬の実用化に向けた
実証的研究（H24-創薬総合一般-007）
分担研究報告書

分担研究課題：地域企業との連携によるブランド生薬の開発に関する研究

—エゾウコギの養液栽培と葉の成分探索—

研究分担者 小松かつ子 富山大学和漢医薬学総合研究所 教授

要旨 エゾウコギの養液栽培：後熟処理及び休眠打破処理を行った種子を閉鎖環境下で養液栽培した。発根・発芽から育苗、屋内馴化、屋外馴化までを行い、種子 611 粒中 86 個体が植物体まで生育させることができた。一連の栽培方法を確立できたが、育苗に至るまでの成功率は 16.4%であり、今後改良の余地がある。

エゾウコギの葉の成分：エゾウコギの葉の LC/MS 分析を行い、カフェオイルキナ酸類 5 化合物、フラボノイド 2 化合物及びオリゴ糖を推定または同定した。養液栽培で得たエゾウコギの葉の主要なピークは、1,5-dicaffeoylquinic acid 及び 1,5-dicaffeoyl-3-methoxyoxaloylquinic acid であった。養液栽培後屋外で約 2 ヶ月間馴化したものの葉では 1-caffeoylquinic acid 及び hyperoside が増加した。これらの葉を健康食品として利用することは可能である。

研究協力者

村上守一 富山県薬用植物指導センター
元所長

田村隆幸 富山県薬用植物指導センター
主任研究員

川本元裕 北陸機材株式会社
専務

葛 躍偉 富山大学和漢医薬学総合研究所
研究員

磯田 進 昭和大学薬用植物園 講師

形成作用、神経細胞死抑制作用を示すことを細胞レベルで明らかにした¹⁾。さらに、メタノールエキス中に含まれる eleutheroside B、eleutheroside E 及び isofraxidin が神経突起萎縮抑制作用を示すことも明らかにした²⁾。このことから、「刺五加」には抗認知症作用が期待できると考えられた。

近年、「刺五加」は健康食品原料として我が国で需要が拡大しているが、本生薬は中国東北地方からの輸入品が使用され、日本（北海道）産のエゾウコギが使われることはほとんどない。一方、中国ではエゾウコギの野生資源が減少し、稀少植物に指定されるようになり、今後輸入が途絶える懸念がある。このように、日本においても栽培の必要性が生じているが、未だ北海道北部を除いた地域での栽培は成功していない。そこで、富山県でのエゾウコギ栽培を考え、栽培条件のコントロールが可能な、閉鎖環境下での養液栽培を検

A. 研究目的

エゾウコギ *Eleutherococcus senticosus* Maximowicz の根茎及び根は「刺五加」などと称し、滋養強壮薬として東アジアで繁用される。これまでの研究により、刺五加のメタノールエキス及び熱水エキスは、アミロイド・(25-35)により障害を受けた神経細胞に対して、軸索・樹状突起伸展作用、シナプス再

討した。一方、「刺五加」はエゾウコギの根茎及び根であるため、養液栽培で生薬を生産することは難しいことから、養液栽培で育てた植物体を屋外環境へ馴化させ、圃場で栽培する方法が、生薬生産には適している。そこで今年度は、屋外への馴化までを検討した。さらに、養液栽培では多量の葉が得られることが予想されたため、エゾウコギの葉の健康食品への応用を目的として、葉の成分研究も併せて行った。

B. 研究方法

I) エゾウコギの養液栽培

1. 材料

平成 24 年度に、エゾウコギの 5 系統の種子(医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター北海道研究部より供与いただいたもの)を富山県薬用植物指導センター及び昭和大学薬学部薬用植物園(山梨県富士吉田市)で後熟処理し、その後休眠打破処理を行ったものを用いた。各系統の種子数については表 1 参照。

2. 方法

北陸機材(株)(富山市)の敷地内にユニットハウスを設置し、内部に養液栽培のための装置を組んだ。

播種

休眠打破の処理が終了した種子にベンレートをまぶした後、精製水の入ったトレー内に置かれているプラグ内の播種床(ウレタン)に 1 粒ずつ入れ、そのトレーを低温恒温器中(10℃→15℃)に収めた。

緑化

植物体に本葉が出ていることを確認した後、トレーを低温恒温器から取り出した。別のトレーに水を入れ、大塚 SC 処方 1 号を滴下して EC 0.7 に調整した(pH 6.4~6.5)。この液肥入り溶液に、発根-緑化を始めた植物体が収まっているプラグを移し替えた。このトレーを栽培床の白色蛍光灯下に移動し、夜間点灯(16 時間)、日中消灯を繰り返した。

空調は 18℃に設定した。液肥入り溶液は 3 日に一度交換した。その後、本葉が出揃った頃に EC 1.0 に調整した。

育苗

本葉が大きくなった植物体から順次、ウレタンごと育苗棚(溶液循環式)に移動した。溶液は EC 1.0 (pH6.5)。夏場に最高室温が 30℃以上になったため、チラーで水温を 17℃に制御した。

屋内馴化

ポット(4号)の底に軽石を入れ、その上に大玉の赤玉土を重ねた。このポットを、水の入った大型トレイに入れ、吸水させた。育苗棚から植物体を取り出し、根からポットに入れ、その回りに赤玉土をかぶせた。ポットからの土の流失を防ぐためポットの下方からネットをかぶせ、これをプラグに入れ、馴化棚の循環溶液中に浸した(水温 17℃、EC1.0)。

屋外馴化

馴化棚から植物体をポットごと取り出し、下方から一部の葉を採取した後、植物体を薬用植物指導センター(上市町)へ移動させた。ポット(4号)当たり IB 化成を 1 粒/号入れた。その後、太陽光、特に紫外線に馴らすため 50%寒冷紗を貼ったハウス内で 1 週間、続けて直射日光が当たらない屋外に 1 週間置き、その後太陽光下へ移した(毎日散水)。12 月初旬に積雪対策としてガラス温室(10℃)に移し、散水しながら植物体を育てた。

II) エゾウコギの葉の成分探索

1. 材料

養液栽培で得られた葉: 屋外馴化を行う前に植物体の下方から葉(2-3枚/株)を得た(平成25年10月17日)。その後、約10日間屋内(25℃)で乾燥した。新鮮重量48.00g、乾燥重量7.98g、歩留まり16.6%。

屋外馴化栽培で得られた葉: 屋外馴化を約2ヶ月間行つて落葉した葉を12月11日に入手

した。葉は屋内で乾燥した。乾燥重量4.60g。

野生のエゾウコギの葉：中国黒竜江省五大蓮池付近で収集した *Eleutherococcus senticosus* (K. Komatsu et al. HJN110, 2014, 7.22) の葉。

標準品：rutin (和光純薬工業)，hyperoside (常磐植物化学研究所) を用いた。rutin は 0.06 mg/mL のメタノール溶液、hyperoside は 0.03 mg/mL のメタノール溶液として調製した。

試薬：水はMilli-Q水、有機溶媒は断りがなければ和光純薬工業製特級溶媒、formic acid は和光純薬工業製特級を用いた。LC/MS 用の有機溶媒は和光純薬工業製LC/MSグレード、LC/MS用の水は和光純薬工業製の純水を用いた。

2. 方法

1) 試料溶液の調製

乾燥した葉の粉末 50 mg に 50%メタノール 10ml を加え、室温で 20 分間超音波 (4000 rpm) 抽出し、上澄み液を分取する操作を 2 回行った。上澄み液を合わせ、溶媒を減圧除去して得た乾燥エキスを 50%メタノール 10 ml に溶解し、0.2 μ m のフィルターを通した後、LC/MS 用試料とした。

2) MS検出高速液体クロマトグラフィー分析

MS 検出高速液体クロマトグラフは、Agilent 社製 HP1100 HPLC システム (photodiode array 検出器付き) と Blucker 社製 Esquire3000 plus 質量分析計で構成した。分析条件は次のとおり：溶媒 A、water/formic acid (1000 : 1 v/v)；溶媒 B、acetonitrile/formic acid (1000 : 1 v/v)；流速、0.8 ml/min；グラジエント、5-20% B for 20 min、20-22% B for 6 min、22-35% B for 9 min、35-38% B for 10 min、38-80% B for 15min、then keep 80% B for 5 min；カラム、YMC ODS-AQ、250×4.5 mm、5 μ m；カラム温度、40℃；イオン化法、ESI

(positive-negative 交互測定)；質量観測範囲、m/z 50-1500；検出器、イオントラップ；MS 分析データを取得。

3) ピークの同定

Rutin と hyperoside の同定は、HPLC クロマトグラムにおける保持時間、UV スペクトル及び MS 分析データと比較して行った。その他の化合物は、MS データ及び UV スペクトルに基づいて推定した。

C. 研究結果

I) エゾウコギの養液栽培

栽培経過を図 1 に示す。平成 25 年 4 月 26 日に薬用植物指導センターで休眠打破の処理を終了した 5 系統 (No. 1、2、3、6、10) の種子を播種した。5 月 8 日に発根が見られたが、発根率には系統間の差異が見られ No. 10 が最も発根率が高かった (144 個体中 58 個体が発根)。No. 1～No. 3 では発根率が低かった。6 月 3 日に 2 個体で本葉を確認できたため、6 月 6 日に低温恒温器から出し、トレイ内の水を液肥入り養液に替えた。これを栽培床の白色蛍光灯下に移動し、観察を続けた。6 月 19 日には 20 個体で本葉を確認できたが、本葉の色が淡緑色であったため、栽培床の中央の蛍光灯をはずすことにした。6 月 24 日～7 月 22 日、植物体の本葉が大きくなったものから順次、育苗棚に移動した。系統 No. 10 では 144 個体中 24 個体が育苗までに至った。各系統の育苗までに至った個体数と育苗開始日については表 1 参照。

7 月 4 日、新たに薬用植物指導センターで休眠打破の処理が終了した系統 No. 10 及び昭和大学薬用植物園で同処理が終了した系統 No. 1、2、3 を播種し、同様な方法で栽培して、発根—発芽—緑化—本葉形成—育苗までの経過を観察した。昭和大学薬用植物園で処理した種子では育苗まで至る個体が多く、No. 1 で 96 個体中 32 個体、No. 3 で 48 個体中 25 個体であった。

育苗棚では植物体が順調に生育したが、室内温度を 18℃に設定したにもかかわらず 7 月に入ると 30℃以上に達したためチラーを

設置し、7月16日から水温を17℃に制御した(図2)。これにより植物体は萎れることなく生長し、8月21日には植物体の高さが30 cm程度まで達し、上部の棚につかえるものが数個体観察された。

9月18日には育苗棚に植物体が約100個体確認できた。それらの内、9月18日に19個体、9月25日に11個体をポットに植え替え、馴化棚に移動して、育苗棚と同じ組成の養液を循環させた。植え替えの際、地下部を観察すると、根は複数でひげ根状、長さ15 cm以上あり、3本ほどの根が太かった。馴化棚では植物体はさらに伸長を続け、10月2日の観察では高さ約50 cmの植物体が観察された。

10月17日、馴化棚から植物体30個体(A群)を出し、薬用植物指導センターに移動させた。さらに11月6日に56個体(B群)を移動させた。残り13個体は生長不十分であったため、屋外へは移動させなかった。薬用植物指導センターでは10日間50%寒冷紗を貼ったハウス内に植物体のポットを置き、続けて直射日光が当たらない屋外に1週間、その後太陽光下に移動させた。11月24日、A群で少し落葉が始まり、12月4日にはすべて落葉した。B群では植物体には葉がついたままだった。12月4日にすべての植物体をガラス温室(10℃)に移した。平成26年1月5日、A群では植物体で芽が動き出したものがあつた。地下部に直径2~3 mm程度の根が数本認められた。B群の植物体でもほぼ落葉した。2月18日、A群では多くの植物体が葉を展開していたが、B群では少しだけが葉を展開していた。ただし、個体差が大きいようであった。

以上、未熟種子の後熟処理—休眠打破処理を行った種子に対して、発根、発芽、緑化、育苗、屋内馴化、屋外馴化までの一連の操作を行うことができた。播種した種子611粒の内、育苗まで至ったものは100個体であり、その割合は16.4%であった。育苗まで至った植物体については、屋外馴化までを順調に行うことができた。今回は86個体を屋外で馴化させた。

II) エゾウコギの葉の成分探索

イオントラップ型マスマススペクトロメータを用いてLC/MS分析を行った。0.1%ギ酸水溶液/0.1%ギ酸アセトニトリル溶液の系によるグラジエント分析を行ったところ、比較的良好に分離した(図3)。各ピーク成分の良質なMSスペクトルが得られたことから、HPLCにおける保持時間やUVスペクトルを含めて、文献と比較しながら検討し、化合物の同定または推定を行った。その結果、カフェオイルキナ酸類の5化合物〔1-caffeoylquinic acid (P1) ; 1,5-dicaffeoylquinic acid (P4) ; 1,5-dicaffeoyl-3-methoxyoxaloylquinic acid (P5) ; isomer of 1,5-dicaffeoyl-3-methoxyoxaloyl quinic acid (P6) ; 1,5-dicaffeoyl-3,4-dimethoxyoxaloylquinic acid (P7)〕であると推定した。さらに、2ピークについては標準品との比較により、フラボノイドのrutin (P2) とhyperoside (P3) であると同定した(図4)。保持時間3.5~5.0分に見られるピークの化合物を明らかにするため、50%メタノールエキスをRP-SPEカラムに付し、水で溶出し、その画分から化合物PXを単離した。PXの¹H-NMRデータから、オリゴ糖であることが示唆された。

次に、養液栽培の植物体から(屋内馴化の時)得られた葉(図4-b)及び屋外馴化、栽培を約2ヶ月間行った植物体の葉(図4-c)のHPLCクロマトグラムを、野生のエゾウコギの葉(図4-a)と比較した。その結果、bのクロマトグラムはaのクロマトグラムと類似し、P4とP5が主ピークでフラボノイドのピークは低いのに対し、cのクロマトグラムではP1及びP3の増加が見られた。

D. 考察

I) エゾウコギの養液栽培

エゾウコギの種子に対し、後熟処理から育苗、馴化まで一連の栽培を行い、今回設定した方法で養液栽培が可能であることが明らかになった。ただし、育苗までの成功率は16.4%であることから、今後改良すべき点も多い。

薬用植物指導センターで後熟処理及び休眠打破処理を行った種子では、発根率や育苗まで至った個体数に系統間の差が見られ、No. 10が良好でNo. 1～No. 3は劣った。一方、昭和大学薬用植物園で同処理を行った種子では、No. 1とNo. 3で育苗まで至った個体数が多かった。両機関の方法を比べた場合、後熟処理の期間、休眠打破処理の期間がともに後者の方が長かった。発根率を高め、種苗数を増やすためには、この段階が重要であることが示唆された。

今回の結果には示していないが、25年度には3回目の播種も行っている。しかし、後熟処理の間に種子にカビが生じ、発根しなかった(種子のベントレート処理なし)。種子、器具類、栽培土壌など滅菌処理が不可欠である。さらに、後熟処理をポリ塩化ビニル製のビンで行うのも問題がありそうであった。今後の、改良を計画している。

II) エゾウコギの葉の成分探索

これまでのエゾウコギの葉の成分研究では、フラボノイド、カフェオイルキナ酸類、多糖類及びアミノ酸の含有が報告されており^{3, 4)}、根茎の主要成分であるeleutheroside B、eleutheroside E及びisofraxidinの報告はない。今回の結果においても、フラボノイドやカフェオイルキナ酸類は検出できたが、神経突起萎縮抑制作用が認められている根茎の主要成分は検出されなかった。しかし、カフェオイルキナ酸類には神経保護作用⁵⁾、抗酸化作用⁶⁾など、フラボノイドのrutinやhyperosideには抗酸化作用、抗炎症作用⁷⁾などが報告されており、健康食品として十分開発できる可能性がある。今回、養液栽培後、屋外で約2ヶ月間馴化、栽培した葉で1-caffeoylquinic acid及びhyperosideの増加が認められた。フラボノイドは太陽光(UV)から植物体を守るために生産されることはよく知られているが、1-caffeoylquinic acidについても同様であることが報告されている⁸⁾。フラボノイドのhyperosideは、養液栽培により得られた植物体の葉では明らかに少ないが、カフェオイルキナ酸類は十分

に含まれている。カフェオイルキナ酸類の効果を期待するのであれば養液栽培で得られた葉でもよいが、さらにhyperosideの効果も期待するのであれば、屋外での栽培も考慮した方がよいと考えられる。

E. 結論

I) エゾウコギの養液栽培

後熟処理及び休眠打破処理を行った種子を閉鎖環境下で養液栽培した。発根・発芽、緑化、育苗、屋内馴化、屋外馴化までを行い、種子611粒中86個体が植物体まで生育させることができた。一連の栽培方法を確立できたが、育苗に至るまでの成功率は16.4%であり、今後改良の余地がある。

II) エゾウコギ葉の成分探索

エゾウコギの葉のLC/MS分析を行い、カフェオイルキナ酸類5化合物、フラボノイド2化合物及びオリゴ糖を推定または同定した。養液栽培したエゾウコギの葉の主要なピークは、1,5-dicaffeoylquinic acid及び1,5-dicaffeoyl-3-methoxyoxaloylquinic acidであった。養液栽培後屋外で約2ヶ月間馴化、栽培した植物体の葉では、1-caffeoylquinic acid及びhyperosideが増加した。これらの化合物の存在から、健康食品として利用は十分可能である。

参考文献

- 1) Tohda, C., Ichimura, M., Bai, Y. J., Zhu, S., Tanaka, K., Komatsu, K.: Inhibitory effects of *Eleutherococcus senticosus* extracts on amyloid β (25-35)-induced neuritic atrophy and synaptic loss, *J. Pharmacol. Sci.*, 107, 329-339 (2008).
- 2) Bai, Y. J., Tohda, C., Zhu, S., Hattori, M., Komatsu, K.: Active components from Siberian ginseng (*Eleutherococcus senticosus*) for protection of amyloid β (25-35)-induced neuritic atrophy in cultured rat cortical neurons, *J. Nat. Med.*, 65(3-4), 417-423 (2011).
- 3) Zhou, H., Xing, J., Liu, S., Song, F.,

- Cai, Z., Pi, Z., Liu, Z., Liu, S.: Screening and determination for potential α -glucosidase inhibitors from leaves of *Acanthopanax senticosus* Harms by using UF-LC/MS and ESI-MS(n), *Phytochemical Analysis*, 23(4), 315-323 (2012).
- 4) Zhou, H., Liu, Z., Zheng, Y., Liu, S.: The fingerprints of leaves of *Acanthopanax senticosus* by HPLC-UV and ESI-MS, *Journal of Chinese Mass Spectrometry Society*, 29(6), 321-326 (2008).
- 5) Kim, J. Y., Lee, H. K., Hwang, B. Y., Kim, S., Yoo, J. K., Seong, Y. H.: Neuroprotection of *Ilex latifolia* and caffeoylquinic acid derivatives against excitotoxic and hypoxic damage of cultured rat cortical neurons, *Archives of Pharmacal Research*, 35(6), 1115-1122 (2012).
- 6) Akihisa, T., Kawashima, K., Orido, M., Akazawa, H., Matsumoto, M., Yamamoto, A., Ogihara, E., Fukatsu, M., Tokuda, H., Fuji, J.: Antioxidative and melanogenesis-inhibitory activities of caffeoylquinic acids and other compounds from moxa, *Chemistry & Biodiversity*, 10(3), 313-327 (2013).
- 7) Kim, S. J., Um, J. Y., Lee, J. Y.: Anti-inflammatory activity of hyperoside through the suppression of nuclear factor- κ B activation in mouse peritoneal macrophages, *The American Journal of Chinese Medicine*, 39(1), 171-81 (2011).
- 8) Mondolot, L., La Fisca P., Buatois, B., Talansier, E., de Kochko, A., Campa, C.: Evolution in caffeoylquinic acid content and histolocalization during *Coffea canephora* leaf development, *Annals of Botany*, 98(1), 33-40 (2006).
- F. 研究発表
1. 論文発表
なし。
2. 学会発表
なし。
- G. 知的財産権の出願・登録状況
なし。

2013, 4.26



滅菌処理



低温恒温器



5.8 から発根

6.24



7.3



7.30



8.21



植物体を循環式育苗棚に移動 液肥入り溶液を循環; 夜間照明(白色蛍光灯); チラーで水温制御

9.18



9.18



18株を馴化

10.2



馴化棚で栽培

10.17



11.24 A群: 10.18移動分



B群: 11.6移動分



2014, 1.15 A群



12.4 A群



B群



3.9 A群



B群



図1 エゾウコギの栽培経過

表1 種子発芽－緑化－本葉形成－育苗－馴化までの生存個体数の推移

系統 No. -トレイ No.	種子数 (プラグ数)	育苗棚 個体数	育苗 開始日	馴化棚 個体数	屋外馴化 個体数
薬用植物指導センター処理種子(4.26 播種)					
1	48	1	7.8	1	0
2-1	48	5	7.15-7.16	5	4
2-2	48	3	7.8-7.22	3	2
3	35	1	7.8	1	1
6	48	6	7.1-7.16	6	5
10-1	48	1	7.1	1	1
10-2	48	15	6.24-7.2	15	15
10-3	48	8	6.27-7.8	8	8
薬用植物指導センター処理種子(7.4 播種)					
10-4	48	2	7.29-9.7	2	1
昭和大学薬用植物園処理種子(7.4 播種)					
1-1	48	19	7.22-9.7	19	16
1-2	48	13	7.26-9.7	13	10
2	48	1	8.18	1	0
3	48	25	7.22-9.7	24	23
合計	611	100		99	86*

*13個体は11.16時点で生長が不十分のため屋外に移動しなかった。

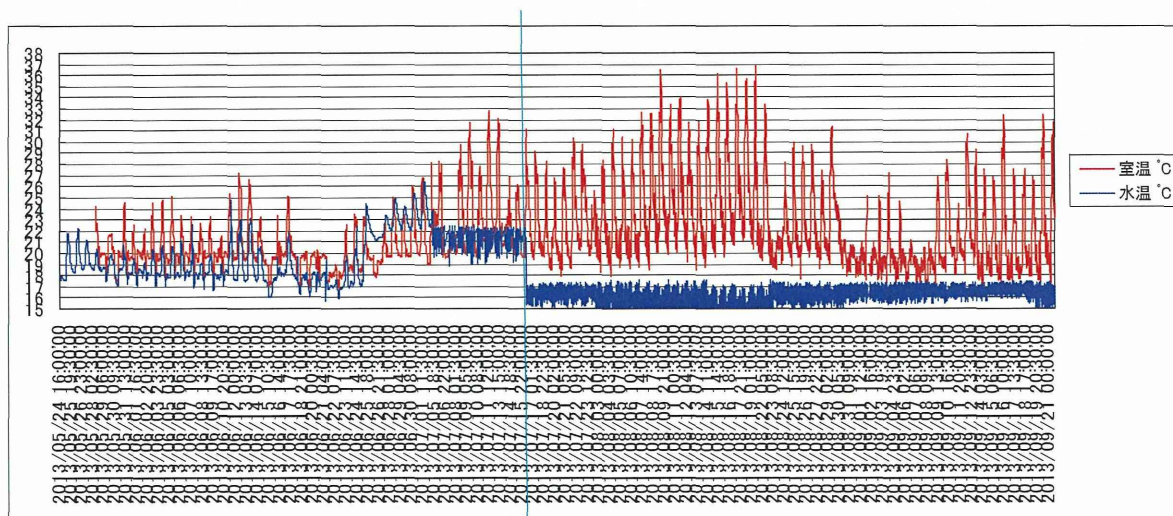


図2 エゾウコギ栽培の温度管理記録（5月24日～9月21日）

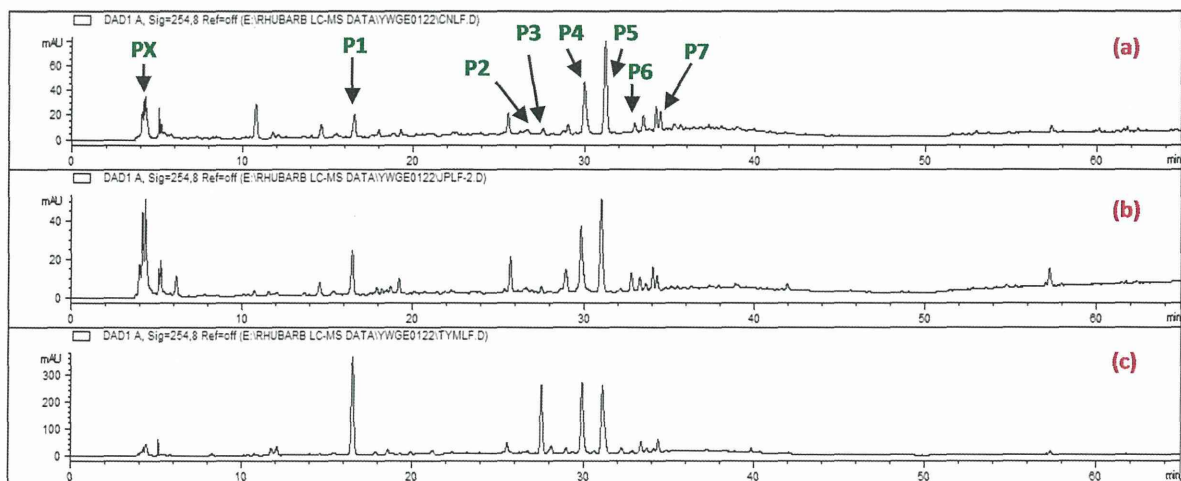
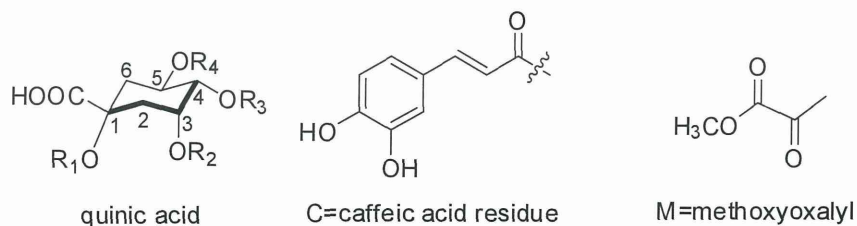


図 3 エゾウコギの野生品と養液栽培の植物体から得られた葉の HPLC クロマトグラムと比較 (測定波長 254 nm).

(a) 中国黒竜江省で採集したエゾウコギの葉, (b) 養液栽培の植物体から得られた葉, (c) 養液栽培後、屋外馴化を約 2 ヶ月間行った植物体の葉.

P1: 1-caffeoylquinic acid, **P2:** rutin, **P3:** hyperoside, **P4:** 1,5-dicaffeoylquinic acid, **P5:** 1,5-dicaffeoyl-3-methoxyoxaloylquinic acid, **P6:** isomer of 1,5-dicaffeoyl-3-methoxyoxaloylquinic acid, **P7:** 1,5-dicaffeoyl-3,4-dimethoxyoxaloylquinic acid, **PX:** oligosaccharides.



No.	Compound	R1	R2	R3	R4
P1	1-caffeoylquinic acid	C	H	H	H
P4	1,5-dicaffeoylquinic acid	C	H	H	C
P5	1,5-dicaffeoyl-3-methoxyoxaloylquinic acid	C	H	M	C
P7	1,5-dicaffeoyl-3,4-dimethoxyoxaloylquinic acid	C	M	M	C

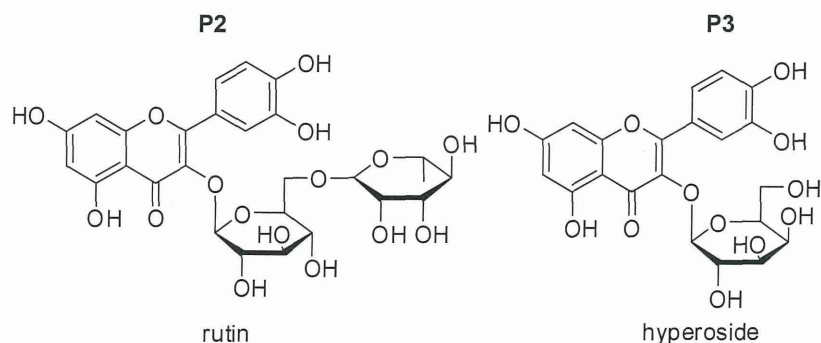


図 4 6 化合物の構造式

Ⅲ. 研究成果の刊行に関する一覧表

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
吉松嘉代、乾貴幸	植物工場における薬用植物の栽培・生産	特産種苗	16	35-41	2013
吉松嘉代、河野徳昭、乾貴幸、瀧野裕之、川原信夫、工藤善、高橋豊、新穂大介、田村幸吉、大月典子、穠山浩	人工水耕栽培システムにより生産した甘草等漢方薬原料生薬の実用化に向けた実証的研究	甘草研究最前線 2013、第6回甘草に関するシンポジウム研究発表記録、第6回甘草に関するシンポジウム研究発表記録、甘草に関するシンポジウム実行委員会編		50-61	2013
大月典子、穠山浩、工藤善、杉山圭一、阿部裕、六鹿元雄、伊藤裕才、多田敦子、杉本直樹、瀧野裕之、吉松嘉代、川原信夫	人工水耕栽培により生産した甘草の安全性評価に関する研究	甘草研究最前線 2013、第6回甘草に関するシンポジウム研究発表記録、第6回甘草に関するシンポジウム研究発表記録、甘草に関するシンポジウム実行委員会編		62-66	2013
Sun, R., Hikosaka, S., Goto, E., Sawada, H., Saito, T., Kudo, T., Ohno, T., Yoshimatsu, K., Kawano, N., Inui, T. and Kawahara, N.	Effects of post-harvest storage and drying temperatures on four medicinal compounds in the root of Chinese licorice (<i>Glycyrrhiza uralensis</i>)	Environmental Control in Biology	54	149-155	2013
杉本直樹、穠山浩	コチニール色素とアレルギー	公衆衛生	77	833-837	2013
Minegishi, Y., Mano, J., Kato, Y., Kitta, K., Akiyama, H., Teshima, R.	Development and evaluation of a novel DNA extraction method suitable for processed foods	<i>Jpn. J. Food Chem. Safety</i>	20	96-104	2013

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
Noguchi, A., Nakamura, K., Sakata, K., Kobayashi, T., Akiyama, H., Kondo, K., Teshima, R., Ohmori, K., Kasahara, M., Takabatake, R., Kitta, K.	Interlaboratory Validation Study of an Event-Specific Real-time Polymerase Chain Reaction Detection Method for Genetically Modified 55-1 Papaya	<i>J. AOAC Int.</i>	96	1054-1058	2013
Ohmori, K., Nakamura, K., Akiyama, H., Hamaoka, S., Makiyama, H., Sakata, K., Kasahara, M., Kitta, K., Fujimaki, T., Teshima, R.	A DNA Extraction and Purification Method using an Ion-exchange Resin -type Kit for the Detection of Genetically Modified Papaya from Processed foods	<i>Food Control</i>	32	728-735	2013
Takabatake, R., Takashima, K., Kurashima, T., Mano, J., Furui, S., Kitta, K., Koiwa, T., Akiyama, H., Teshima, R., Futo, S., Minegishi, Y.	Interlaboratory Study of Qualitative PCR Methods for Genetically Modified Maize Events MON810, Bt11 and GA21, and CaMV P35S	<i>J. AOAC Int.</i>	96	1-7	2013
Takabatake, R., Onishi, M., Koiwa, T., Futo, S., Minegishi, Y., Akiyama, H., Teshima, R., Kurashima, T., Mano, J., Furui, S., Kitta, K.	Development and Interlaboratory Validation of Quantitative PCR Method for Screening Analysis of Genetically Modified Soybeans	<i>Biological and Pharmaceutical Bulletin</i>	36	131-134	2013
Koizumi, D., Shiota, K., Akita, R., Oda, H., Akiyama, H.	Development and validation of a lateral flow assay for the detection of crustacean protein in processed foods	<i>Food Chem.</i>	150	348-352	2014

