

黄耆の化学的品質評価¹⁾

姉 帯 正 樹*, 桂 英 二, 加 藤 芳 伸, 山 岸 喬
北海道立衛生研究所

Chemical Evaluation of Astragali Radix

MASAKI ANETAI,* EIJI KATSURA, YOSHINOBU KATOH and TAKASHI YAMAGISHI
Hokkaido Institute of Public Health, North 19, West 12, Kita-ku, Sapporo 060, Japan

(Received February 16, 1994)

The amounts of five isoflavonoids (I-V) and astragalosides I-IV contained in Astragali Radix were assayed by HPLC. The quality of Astragali Radix was chemically evaluated by the amounts of five isoflavonoids, four astragalosides and γ -aminobutyric acid (GABA) contained, the molar ratio of L-canavanine to L-arginine (CANA/Arg), and by the microscopic detection of calcium oxalate crystals. Isoflavonoids I-V, astragalosides I-IV and GABA were detected in Astragali Radixes prepared from *Astragalus membranaceus*, cultivated in Japan, and in most of the imported Astragali Radixes samples (huangqi in Chinese, 黄耆 or 黄芪). The values of CANA/Arg of these samples were above 1.5. In imported Hedysari Radixes (honggi, 紅耆 or 紅芪) samples prepared from *Hedysarum polybotrys*, isoflavonoids II, V, GABA and calcium oxalate crystals were detected and their CANA/Arg values were less than 0.1. However, some imported Astragali Radixes (honggi) samples contained only astragalosides I-IV, and no detectable amount of isoflavonoids I-V or of calcium oxalate crystals. The amounts of isoflavonoids I-IV and astragalosides I-IV in Astragali Radixes, prepared from *A. membranaceus* cultivated in Hokkaido, concomitantly decreased as the diameter of the samples increased.

Keywords—Astragali Radix; *Astragalus membranaceus*; Hedysari Radix; *Hedysarum polybotrys*; isoflavonoid; astragaloside; HPLC; γ -aminobutyric acid; canavanine; arginine; calcium oxalate

黄耆はマメ科のキバナオウギ *Astragalus membranaceus* BUNGE または ナイモウオウギ *A. mongholicus* BUNGE の根を乾燥した生薬で、強壯、利尿、止汗などを目的として種々の漢方処方に配合されている。

我が国では昭和 41 年にキバナオウギの種子を韓国から導入して栽培が始まり、最近では北海道、茨城県などで黄耆が生産されているが、現在、国内で消費される黄耆の大部分は中国からの輸入品である²⁾。また、多序岩黄芪 *Hedysarum polybotrys* HAND.-MAZZ. を基原とする紅耆(晋耆、束耆, Hedysari Radix) も局方外生薬として輸入されている。中国ではこの他にも基原植物の違う多種類の黄耆がある³⁾。このように、黄耆の国産品と輸入品とでは基原植物が違うことがあり、従ってそれらの含有成分にも違いのあることが推定される。

黄耆の成分に関しては多くの報告があり、アミノ酸 [γ -aminobutyric acid (以下 GABA), L-canavanine 他]⁴⁾、サポニン (astragaloside I~VIII, soyasaponin I 他)⁵⁾、イソフラボノイド [7, 3'-dihydroxy-4'-methoxyisoflavone 7-O- β -D-glucoside (astraisoflavoneglucoside, I), formononetin 7-O- β -D-glucoside (II), (6aR, 11aR)-3-hydroxy-9, 10-dimethoxypterocarpan 3-O- β -D-glucoside (astrapt-

erocarpanglucoside, III), 7, 2'-dihydroxy-3', 4'-dimethoxyisoflavan 7-O- β -D-glucoside (astraisoflavanglucoside, IV), 7, 3'-dihydroxy-4'-methoxyisoflavone (astraisoflavone, calycosin, V), 3-hydroxy-9-methoxypterocarpan (VI) 他]^{5a, c, 6)} など多数が知られている。

黄耆の強壯作用はサポニンによって説明される可能性^{5a)}があり、厚生科学研究『局方生薬の規格設定に関する研究』(昭和 59~61 年) では、主要な astragaloside 類をアルカリ加水分解により astragaloside IV に誘導して定量する方法^{7a)} が検討されており、astragaloside 類は黄耆を化学的に評価するうえでの指標成分の一つと考えられている⁷⁾。イソフラボノイドについては VI に抗菌作用のあることが報告されている^{6c)}。GABA は黄耆の血圧降下作用の本体とされている^{4b)}。

我々は、生薬の化学的品質評価⁸⁾の一環として黄耆を取り上げ、ショ糖、遊離アミノ酸、上記の 5 種類のイソフラボノイド I~V を定量し、既に報告した⁹⁾。遊離アミノ酸については、L-canavanine と L-arginine の比 (mol%, 以下 CANA/Arg) が黄耆の基原植物により大きく異なることを見出した^{9b)}。

今回は、サポニン成分のうち astragaloside I, II, III

およびIVの定量法をHPLCを用いて検討したところ、各々の分離定量が可能であった。そこで、この方法を用いて北海道で栽培したキバナオウギの部位別および根径別試料について、astragaloside I~IVを定量した。更に、イソフラボノイドI~Vも定量し、根径とこれらの9成分含量の関係について検討した。

また、国産品と輸入品を化学的に比較するため、国産黄耆9試料（北海道産7試料，茨城県産2試料），外国産黄耆（修治品を含む）21試料および紅耆9試料について、シュウ酸カルシウムの結晶の有無^{3a)}を檢鏡すると共に、遊離アミノ酸，イソフラボノイドI~Vおよびastragaloside I~IVを定量した。

更に、かつて和黄耆^{3a, b)}として用いられたイワオウギ *Hedysarum vicioides* TURCZ. (= *H. iwawogi* HARA) および中国で“土黄耆”という名で代用^{3b)}されるシナガワハギ *Melilotus suaveolens* LEDEB. などの根についてもこれらの成分について検討を加え、黄耆および紅耆と比較した。

実験材料および方法

1. 試料

以下に示した黄耆30試料（国産品No. 1~9，輸入品No. 11~31），紅耆9試料（No. 41~49）および黄耆代用品5試料（No. 51~55）を用いた。

カッコ内には市場名，産地または積出港，購入先（地），形状，直径×長さ（×厚さ），入手年などを記載した。学名は，大井次郎著，北川政夫改訂『新日本植物誌 顕花編』（至文堂，1983年）によった。

1. 黄耆（北海道産，根株全体，0.2~0.8 ϕ × 30 cm，1976）；2. 黄耆（北海道産，1年生，分枝の多い根株全体，0.2~0.7 ϕ × 30 cm，根頭部直径1.5~2.0 cm，1976）；3. 黄耆（北海道産，1年生，分枝の多い根株全体，0.3~1 ϕ × 15~20 cm，1987）；4. 黄耆（北海道産，1年生，分枝の多い根株全体，0.3~1 ϕ × 15~20 cm，1987）；5. 黄耆（北海道産，1年生，分枝の多い根株全体，0.3~1 ϕ × 30 cm，1988）；6. 黄耆（北海道産，6年生，根株全体，0.5~1.3 ϕ × 30 cm，1988）；7. 黄耆（北海道産，三國¹⁾，直根，0.1~0.6 ϕ × 40~70 cm，1988）；8. 黄耆（茨城県産，大阪市場品，¹⁾ 榊本天海堂，細い直根，0.1~0.5 ϕ × 30~40 cm，1983）；9. 黄耆（茨城県産，直根，0.5~1 ϕ × 40 cm，1983）。

11. 黄耆（台湾台北市場品，一部分枝した直根，0.7~1 ϕ × 15~20 cm，1982）；12. 黄耆（北朝鮮産，大阪市場品，三國¹⁾，短い直根，0.5~0.8 ϕ × 8~15 cm，1988）；13. 黄耆（香港経由，大阪市場品，三國¹⁾，一部曲りと分枝のある直根，0.3~0.8 ϕ × 20~30 cm，1988）；14. 黄耆（香港経由，大阪市場品，三國¹⁾，一部曲りと分枝のある直根，0.4~0.8 ϕ × 15~20 cm，1988）；15. 黄耆（中国広西自治

区産，大阪市場品，三國¹⁾，局方品，一部曲りと分枝のある短根，0.5~1.2 ϕ × 10~15 cm，1988）；16. 黄耆（中国山西省産，大阪市場品，三國¹⁾，直根，0.5~0.9 ϕ × 30~40 cm，1988）；17. 黄耆（札幌市場品，小城製薬¹⁾，局方品，直根，0.5~0.8 ϕ × 30~40 cm，1988）；18. 黄耆（中国南京市場品，一部曲りのある直根，0.6~1 ϕ × 20~25 cm，1982）；19. 黄耆（中国山西省産，札幌市場品，¹⁾ ウチダ和漢薬，刻み，1989）；20. 黄耆（中国陕西省産，札幌市場品，¹⁾ ウチダ和漢薬，刻み，1989）；21. 黄耆（韓国産，大阪市場品，¹⁾ 榊本天海堂，側根付の細根，0.2~0.7 ϕ × 10~20 cm，1979）；22. 黄耆（中国産，三國¹⁾，分枝し表皮の一部は焦茶色，1~2 ϕ × 5~10 cm，1981）；23. 黄耆（中国内蒙古自治区産，大阪市場品，¹⁾ 榊本天海堂，直根，0.6~1 ϕ × 40 cm，1983）；24. 黄耆（黄芪，中国成都市場品，四川徳仁堂薬店，太い直根，1.5~2 ϕ × 20~25 cm，1982）；25. 黄耆（小黄芪，香港経由，大阪市場品，三國¹⁾，細い直根，0.3~1 ϕ × 21~29 cm，1989）；26. 黄耆（等外黄芪節，中国陕西省産，大阪市場品，三國¹⁾，短い直根，0.6~1.5 ϕ × 11~15 cm，1989）；27. 黄耆（黄芪片，香港経由，三國¹⁾，斜めに薄くスライス，1988）；28. 黄耆（黄芪片，香港経由，三國¹⁾，斜めに薄くスライス，表皮の一部は黒色，2 ϕ × 17 × 0.2 cm，1988）；29. 黄耆（黒芪片，香港経由，三國¹⁾，斜めに薄くスライス，表皮は黒色，2.5 ϕ × 20 × 0.3 cm，1989）；30. 黄耆（蜜炙黄耆，中国北京市場品，同仁堂，褐色の刻み，1982）；31. 黄耆冲耆？ 香港市場品，黒染加工した直根，1.5 ϕ × 26 cm，1980）。

41. 紅耆（外観は紅耆だが市場名は黄耆，台湾台北市場品，一部表皮の剥げた短根，0.6~1 ϕ × 4~10 cm，1982）；42. 紅耆（東耆，中国甘肅省産，大阪市場品，三國¹⁾，0.7~1 ϕ × 33 cm，紐で束ねた跡のある直根，1983）；43. 紅耆（東耆，中国甘肅省産，¹⁾ 榊本天海堂，紐で束ねた直根，0.5~1 ϕ × 18 cm，1981）；44. 紅耆（晋耆，中国甘肅省産，札幌市場品，¹⁾ ウチダ和漢薬，刻み，1989）；45. 紅耆（晋耆，中国甘肅省産，札幌市場品，¹⁾ 榊本天海堂，刻み，1989）；46. 紅耆（晋耆，中国甘肅省産，札幌市場品，¹⁾ 榊本天海堂，刻み，1989）；47. 紅耆（東黄芪，香港経由，三國¹⁾，赤い紐で束ねた跡のある直根，1~1.2 ϕ × 30 cm，1988）；48. 紅耆（東黄芪，香港経由，三國¹⁾，赤い紐で束ねた跡のある直根，0.8~1.2 ϕ × 24~28 cm，1986）；49. 紅耆（東黄芪，香港経由，三國¹⁾，赤い紐で束ねた跡のある直根，0.7~1.9 ϕ × 23 cm，1989）。

51. イワオウギ *Hedysarum vicioides* TURCZ. の乾燥根（札幌市にて採取，1982）；52. イワオウギの乾燥根（北海道檜山管内にて採取，1984）；53. ムラサキモメンヅル *Astragalus adsurgens* PALL. の乾燥根（北海道後志管内にて採取，1983）；54. シナガワハギ *Melilotus suaveolens*

LEDEB. の乾燥根 (札幌市にて採取, 1988); 55. シロバナシナガワハギ (コゴメハギ) *Melilotus alba* DESR. の乾燥根 (札幌市にて採取, 1988).

各試料を押し切りあるいは剪定バサミを用いて 0.5~1 cm の長さに切断した後, 超遠心粉碎機で 48 メッシュのふるいを通過する大きさに粉碎した. デシケーター (乾燥剤シリカゲル) 中で乾燥後, 分析用試料とした.

2. 部位別および根径別試料

国立衛生試験所北海道薬用植物栽培試験場 (名寄市) で 6 年間栽培したキバナオウギを乾燥し, 茎 (根頭部から 10 cm 程度), 根頭, 根 (分枝している) に分けた. 根は更に押し切りあるいは剪定バサミを用いて 0.5~1 cm の長さに切断し, その一部を試料 6 とした. 残りを根径に応じて 3 mm 以下, 3~6 mm, 6~10 mm および 10 mm 以上の 4 段階に分けた. 更に, 根径 10 mm 以上の試料の一部から皮部および木部を調製した. おのおのを超遠心粉碎機で 48 メッシュのふるいを通過する大きさに粉碎し, デシケーター (乾燥剤シリカゲル) 中で乾燥後, 分析用試料とした.

3. シュウ酸カルシウムの結晶の有無

分析用試料約 10 mg をスライドガラス上にのせ, 蒸留水 1 滴を滴下して湿らせた後, カバーガラスで覆った. 光学顕微鏡下 ($\times 100$) で繊維束の周辺に沿って並ぶシュウ酸カルシウム結晶の有無を調べた.

4. アミノ酸分析

前報^{9b)}に従った. すなわち, 分析用試料 1.00 g に 60% メタノール 30 ml を加え, 15 分間室温で振とうした後, ろ過した. この操作を 2 回繰返し, ろ液を合わせ, 減圧乾固した. 残留物に 0.02 M 塩酸を加えて 50 ml とし, 試験溶液とした. 日立自動アミノ酸分析計 835 型で 25 μ l を分析した.

5. 抽出条件の検討

1) astragaloside I~IV: astragaloside 類の最適抽出条件を検討するため, 北海道産黄耆 (試料 3) 2.00 g を以下の 4 条件で抽出し, おのおのの抽出液中の astragaloside I~IV を定量した.

i) メタノール 50 ml を加えた後, 室温で 1 時間超音波処理した. ii) メタノール 50 ml を加えた後, 室温で 3 時間振とうした. iii) メタノール 50 ml を加えた後, 3 時間加熱還流した. iv) メタノールを用い, Soxhlet 抽出器中で, 3 時間加熱還流した.

おのおのの溶媒を減圧下で除去後, 残渣を次項に示すように脱脂し, *n*-ブタノールで抽出して試験溶液を調製した.

2) イソフラボノイド I~V: 前報^{9c)}ではイソフラボノイドの抽出溶媒として 70% メタノールを用い, 3 時間加熱還流したが, 今回, 上記黄耆 1.00 g を以下の 4 条件を用

いて抽出し, 再検討した.

i) 70% メタノール 25 ml を加えた後, 室温で 1 時間超音波処理した. ii) 70% メタノール 25 ml を加えた後, 室温で 3 時間振とうした. iii) 70% メタノール 30 ml を加えた後, 3 時間加熱還流した. iv) メタノールを用い, Soxhlet 抽出器中で, 3 時間加熱還流した.

i および ii は遠心分離後, ろ過し, そのろ液を試験溶液とした. iii および iv は溶媒を減圧下で除去後, 70% メタノールを用いて 25 ml にメスアップし, 試験溶液とした.

6. HPLC によるイソフラボノイド I~V および astragaloside I~IV の定量

1) 標準品: イソフラボノイド I~V は北海道産キバナオウギから単離し, 既に報告^{9c)}したものをを用いた. astragaloside I~IV は齊藤ら^{5b)}, 赤堀ら^{7a)}によって単離されたものをを用いた.

2) 試験溶液の調製: 分析用試料 2.00 g を Soxhlet 抽出器を用いて, メタノールで 3 時間抽出した. 抽出液を減圧下で濃縮し, 残渣にメタノール 20.0 ml を加えた後, 超音波処理して溶液とした. この溶液の 1.0 ml を取り, 0.45 μ m のフィルターを通し, ろ液をイソフラボノイド用試験溶液とした.

残りのメタノール溶液 19 ml を減圧下で濃縮し, 残渣に水 20 ml を加えて溶液とした後, ジエチルエーテルで抽出 (10 ml \times 2) した. その後, 水層を *n*-ブタノールで抽出 (10 ml \times 3) し, *n*-ブタノール抽出液を合わせて減圧下で濃縮した. 残渣に 43% アセトニトリル 1.0 ml (内部標準物質として *l*-menthol 2.5 mg 含有) を加えて溶解した後, 0.45 μ m のフィルターを通し, ろ液を astragaloside 定量用試験溶液とした.

3) 分析条件 (イソフラボノイド): 機器: 日立 655 型高速液体クロマトグラフ, カラム: TSK gel ODS-80TM (4.6 ϕ \times 250 mm), 移動相: アセトニトリル/水/酢酸 (270 : 730 : 1), 流速: 1.0 ml/分, カラム温度: 40°C, 測定波長: 280 および 254 nm (ウォーターズ 490 型超高感度多機能検出器), 試料注入量: 10 μ l.

4) 分析条件 (astragaloside): 機器: 日立 L-6200 型高速液体クロマトグラフ, カラム: Develosil ODS-5K (4.6 ϕ \times 250 mm), 移動相: アセトニトリル/水 (43 : 57), 流速: 1.0 ml/分, カラム温度: 40°C, 検出器: 超高感度示差屈折計 (エルマ ERC-7520), 試料注入量: 20 μ l.

7. 検量線および検出限界

1) イソフラボノイド I~V: 前報^{9c)}に示したように, 検量線はいずれも 10~100 μ g/ml の濃度範囲でほぼ原点を通る直線となった. おのおのの回帰方程式および相関係数 (*r*) は以下のようであった.

$$\text{I} : y = 1.44x + 0.59 \quad (r = 0.999)$$

$$\text{II} : y = 1.64x - 1.26 \quad (r = 0.999)$$

$$\text{III} : y = 0.616x - 0.08 \quad (r = 0.999)$$

$$\text{IV} : y = 0.550x - 0.59 \quad (r = 0.999)$$

$$\text{V} : y = 2.90x - 0.88 \quad (r = 0.999)$$

y はピーク面積値 ($\times 10^{-4}$), x は濃度 ($\mu\text{g/ml}$) である。

なお, 280 nm における検出限界は, I, II, V で 0.5 $\mu\text{g/ml}$, III, IV で 2.0 $\mu\text{g/ml}$ であった。

2) astragaloside I~IV : おのおの約 3 mg を精秤し, 43% アセトニトリル 1.0 ml (内部標準物質として 2.5 mg の *l*-menthol 含有) に溶解した。内部標準法によりピーク面積から検量線を作成した。検量線はいずれも 0.15~3 mg/ml の濃度範囲でほぼ原点を通る直線となった。おのおのの回帰方程式および相関係数 (r) は以下のものであった。

$$\text{I} : y = 0.458x - 0.008 \quad (r = 0.999)$$

$$\text{II} : y = 0.469x - 0.024 \quad (r = 0.999)$$

$$\text{III} : y = 0.454x \quad (r = 0.999)$$

$$\text{IV} : y = 0.480x - 0.007 \quad (r = 0.999)$$

y は I~IV の内部標準物質に対する比, x は濃度 (mg/ml, 無水物換算せず) である。

なお, 検出限界は I, II で 25 $\mu\text{g/ml}$, III, IV で 15 $\mu\text{g/ml}$ であった。

8. 添加回収率

黄耆 (試料 3) 1.00 g にイソフラボノイド I~V (0.5~1.0 mg) および astragaloside I~IV (0.5~1.1 mg) を添加して上記の条件で定量し, その回収率 (3 回平均値) を求めたところ, イソフラボノイドはいずれも 96% 以上, astragaloside はいずれも 91% 以上であった。

9. 黄耆, 紅耆, 和黃耆および土黃耆中のイソフラボノイドの同定

黄耆 No. 24, 紅耆 No. 44, 46, イワオウギ No. 52, ムラサキモメンヅル No. 53, シナガワハギ No. 54, シロバナシナガワハギ No. 55 について, 以下のように行った。

おのおのの試験溶液約 500 μl をシリカゲルプレート (Merck, Kieselgel 60 F₂₅₄, 200 \times 200 \times 0.5 mm, 1 枚) にスポットし, クロロホルム/メタノール (5:1) で約 15 cm 展開した後, 標準品の R_f 値に相当する部分をかきとり, メタノールで溶出した。溶媒を減圧下で除去後, 残渣をメタノール 250 μl に溶解し, 10 または 20 μl を上記条件の HPLC で分析した。おのおのの R_t および 280, 254 nm におけるピーク高さの比を標準品と比較することにより同定した。

10. astragaloside の同定

黄耆 No. 24, 紅耆 No. 47 および ムラサキモメンヅル No. 53 について, 以下のように行った。

おのおのの試験溶液 20 μl (No. 24 は濃縮後) を用い, 上記の HPLC の条件で標準品の R_t に相当するピークを分取し, 溶媒を留去した。残留物と標準品を TLC [Kies-

elgel 60 F₂₅₄, クロロホルム/メタノール/水 (65:35:10) 下層, 硫酸酸性硫酸セリウム噴霧後加熱] で比較することにより同定した。

結果および考察

1. 抽出条件の検討

astragaloside I~IV について抽出条件を検討したところ, 還流および Soxhlet 抽出により得られた定量値間に差はなく, 超音波および振とう抽出による定量値の約 2 倍であった。そこで, メタノールを用いて還流あるいは Soxhlet 抽出するのが最も適当と考えられた。

一方, イソフラボノイドの抽出溶媒として前報⁹⁾では 70% メタノールを用いて加熱還流したが, 今回, 4 種類の抽出法で再検討したところ, V の定量値に差は認められなかった。しかし, I~IV では, 抽出効率の最も高い Soxhlet 抽出と最も低い超音波あるいは振とう抽出で, 3~5 倍の差が認められた。Soxhlet 抽出は還流抽出より合計含量で約 10% 高い値が得られた。

そこで, 抽出溶媒にメタノールを用いて Soxhlet 抽出し, 抽出物の 1/20 をイソフラボノイド定量用, 残りの 19/20 を astragaloside 定量用とすることにした。なお, astragaloside I はメタノール溶液として放置すると, 脱アセチル化することが知られている^{7a)} ため, 抽出液はその日のうちに乾固した。

このようにして得られた試験溶液を HPLC で分析した結果, Fig. 1 および 2 に示すようなクロマトグラムが得られた。

2. 北海道産キバナオウギ部位別および根径別試料の定量結果

名寄市で 6 年間栽培したキバナオウギから根の太さ別試料などを調製した後, 上記 9 成分を定量し, 定量結果を TABLE I に示した。

根にはイソフラボノイド I~V および astragaloside I~IV の 9 成分すべてが含有されていた。根径別に見ると, イソフラボノイド V を除く 8 成分は, いずれも 3 mm から 10 mm と太くなるに従い減少した。根径 3 mm 以下と 10 mm 以上各々の合計値を比較すると, イソフラボノイドで 3.1 倍, astragaloside では 5.7 倍の差があった。根径 10 mm 以上の試料について皮部と木部に分けたところ, astragaloside は皮部に集中し, 木部では少なかった。一方, イソフラボノイドは皮部と木部で含量にほとんど差がなかった。

根頭部にもイソフラボノイドおよび astragaloside は含まれていたが, astragaloside の含量はわずかであった。根頭部から 10 cm 程の茎にも astragaloside は少量ではあるが含有されていたが, イソフラボノイドは一部の成分がわずかに含有されているにすぎなかった。

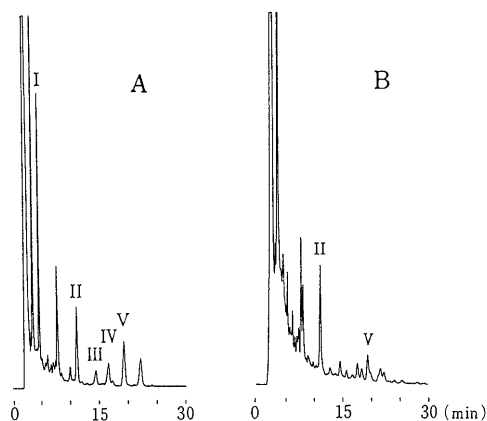


Fig. 1. Chromatograms of Methanol Extracts from *Astragali Radix*

Peaks: I, 7, 3'-dihydroxy-4'-methoxyisoflavone 7-*O*- β -D-glucoside; II, formononetin 7-*O*- β -D-glucoside; III, (6*aR*, 11*aR*)-3-hydroxy-9, 10-dimethoxypterocarpin 3-*O*- β -D-glucoside; IV, 7, 2'-dihydroxy-3', 4'-dimethoxyisoflavan 7-*O*- β -D-glucoside; V, 7, 3'-dihydroxy-4'-methoxyisoflavone.

Samples: A, No. 4; B, No. 44.

Condition: column, TSK gel ODS-80TM (4.6 \times 250 mm); mobile phase, CH₃CN/H₂O/CH₃COOH (270 : 730 : 1); flow rate, 1.0 ml/min; temperature, 40°C; detection, 280 nm.

3. 国産黄耆および外国産黄耆の化学的品質

1) 国産黄耆 (No. 1~9) : TABLE II に示した国産黄耆 9 試料はいずれもキバナオウギを基原とするもので、シュウ酸カルシウムの結晶は認められず、CANA/Arg は 1.56~7.26 (平均値 3.27) であった。GABA は 0.03~0.19% (平均値 0.09%) 含有されていた。すべての試料にイソフラボノイド I~V および astragaloside I~IV が含まれており、個々の astragaloside 含量の平均値は I>II>III \geq IV であった。イソフラボノイド含量と astragaloside 含量との間には相関性が認められなかった。

試料 2~5 はいずれも 1 年生の細くて著しく分枝した根株全体であるが、イソフラボノイドの合計含量には 2.3 倍の差が認められた。試料 6 は 6 年生の根株全体であり、CANA/Arg の値が 7.26 と最も大きく、イソフラボノイ

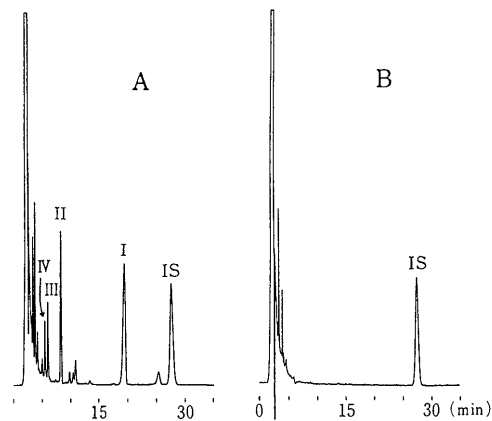


Fig. 2. Chromatograms of Butanol Extracts from *Astragali Radix*

Peaks: I, astragaloside I; II, astragaloside II; III, astragaloside III; IV, astragaloside IV; IS, *l*-menthol (internal standard).

Samples: A, No. 4; B, No. 44.

Condition: column, Develosil ODS-5K (4.6 \times 250 mm); mobile phase, CH₃CN/H₂O (43 : 57); flow rate, 1.0 ml/min; temperature, 40°C; detection, RI.

ド III および IV の含量が他の 8 試料より多かった。試料 7~9 はいずれも主根のみの製品 (年数不明) であるが、細い側根付の試料 1~5 と差は認められなかった。

2) 外国産黄耆 (No. 11~20) : TABLE III に示した外国産黄耆 21 試料のうち、試料 11~20 はいずれも主根 (直根部) を製品とした黄耆であり、成分的に上記の国産黄耆に類似していた。すなわち、CANA/Arg は 1.64~4.76 であり、astragaloside I を主成分としていた。GABA の含量および 9 成分の合計含量にはばらつきが見られたが、国産試料に見られるばらつきの範囲内であった。

3) 外国産黄耆 (No. 21~31) : 種々の市場名をもつ黄耆、形態の違う黄耆、修治品あるいは成分的に特殊な黄耆をこの項にまとめた。これらの 11 試料には、上記の国産および外国産黄耆とは著しくその様相を異にするものがあ

った。試料 21 は側根付の細い韓国産の黄耆 (小黄耆?) で、

TABLE I. Contents of Isoflavonoids and Astragalosides in Various Parts of *Astragalus membranaceus* Cultivated in Hokkaido (6-Year Old, mg/100 g)

| Part | Isoflavonoids | | | | | | Astragalosides | | | | | |
|--------|---------------|----|-----|-----|-----|-------|----------------|-----|-----|----|-------|-----|
| | I | II | III | IV | V | Total | I | II | III | IV | Total | |
| Root | <3 mm | 93 | 17 | 152 | 238 | 7 | 507 | 255 | 158 | 93 | 44 | 550 |
| | 3-6 mm | 68 | 16 | 64 | 129 | 9 | 286 | 142 | 93 | 51 | 25 | 311 |
| | 6-10 mm | 58 | 15 | 42 | 93 | 9 | 217 | 87 | 62 | 32 | 19 | 200 |
| | 10 mm< | 42 | 8 | 26 | 81 | 7 | 164 | 38 | 29 | 18 | 11 | 96 |
| | Xylem | 32 | 4 | 15 | 71 | 4 | 126 | 4 | 4 | 1 | 2 | 11 |
| Cortex | | 33 | 7 | 28 | 80 | 3 | 151 | 65 | 52 | 29 | 18 | 164 |
| | Root cap | 28 | 5 | 19 | 79 | 6 | 137 | 13 | 14 | 3 | 6 | 36 |
| Stem | — | — | — | 6 | 7 | 13 | 7 | 12 | 5 | 2 | 26 | |

Compound names of isoflavonoids I-V are shown in Fig. 1. —: not detected.

TABLE II. Analytical Results of Astragali Radix Prepared from *Astragalus membranaceus* Cultivated in Japan (mg/100 g)

| No. | Locality | CANA/Arg | GABA | Isoflavonoids | | | | | | Astragalosides | | | | |
|---------|----------|----------|------|---------------|----|-----|-----|----|-------|----------------|----|-----|----|-------|
| | | | | I | II | III | IV | V | Total | I | II | III | IV | Total |
| 1 | Hakkaido | 1.56 | 96 | 18 | 6 | 11 | 14 | 20 | 69 | 79 | 52 | 13 | 12 | 156 |
| 2 | " | 3.78 | 61 | 37 | 25 | 23 | 10 | 3 | 98 | 81 | 49 | 9 | 12 | 151 |
| 3 | " | 2.04 | 190 | 24 | 9 | 10 | 11 | 7 | 61 | 86 | 40 | 21 | 9 | 156 |
| 4 | " | 1.62 | 185 | 24 | 8 | 13 | 15 | 8 | 68 | 115 | 59 | 23 | 14 | 211 |
| 5 | " | 2.10 | 28 | 76 | 23 | 20 | 13 | 8 | 140 | 58 | 48 | 14 | 18 | 138 |
| 6 | " | 7.26 | 35 | 53 | 12 | 49 | 110 | 6 | 230 | 98 | 60 | 36 | 21 | 215 |
| 7 | " | 3.10 | 102 | 12 | 1 | 4 | 7 | 15 | 39 | 89 | 87 | 28 | 39 | 243 |
| 8 | Ibaraki | 5.95 | 55 | 37 | 16 | 7 | 1 | 5 | 66 | 109 | 54 | 12 | 8 | 183 |
| 9 | " | 1.98 | 61 | 18 | 5 | 8 | 8 | 12 | 51 | 73 | 41 | 10 | 11 | 135 |
| Average | | 3.27 | 90 | 33 | 12 | 16 | 21 | 9 | 91 | 88 | 54 | 18 | 16 | 176 |

Crystals of calcium oxalate were not detected in all samples.

CANA/Arg: molar ratio of L-canavanine to L-arginine. GABA: γ -aminobutyric acid.

Compound names of isoflavonoids I-V are shown in Fig. 1.

TABLE III. Analytical Results of Imported Astragali Radix (Huangqi, 黄耆) (mg/100 g)

| No. | Market name | Locality | CANA/Arg | GABA | Isoflavonoids | | | | | | Astragalosides | | | | |
|-----|-------------|-------------------|----------|------|---------------|----|-----|----|----|-------|----------------|----|-----|----|-------|
| | | | | | I | II | III | IV | V | Total | I | II | III | IV | Total |
| 11 | 黄耆 | Taibei (台北) | 2.73 | 114 | 36 | 11 | 10 | 6 | 53 | 116 | 92 | 41 | 5 | 12 | 150 |
| 12 | 黄耆 | D. P. R. Korea | 2.47 | 78 | 21 | 4 | 11 | 21 | 43 | 100 | 102 | 39 | 17 | 9 | 167 |
| 13 | 黄耆 | Hongkong (香港) | 4.48 | 73 | 89 | 15 | 38 | 10 | 37 | 189 | 128 | 55 | 16 | 17 | 216 |
| 14 | 黄耆 | Hongkong | 3.59 | 43 | 41 | 9 | 25 | 20 | 39 | 134 | 108 | 39 | 24 | 16 | 187 |
| 15 | 黄耆 | Guangxi (广西) | 3.06 | 76 | 69 | 18 | 29 | 14 | 22 | 152 | 120 | 34 | 10 | 14 | 178 |
| 16 | 黄耆 | Shanxi (山西) | 2.96 | 96 | 27 | 10 | 8 | 5 | 15 | 65 | 86 | 29 | 8 | 6 | 129 |
| 17 | 黄耆 | | 1.64 | 101 | 82 | 19 | 48 | 19 | 17 | 185 | 168 | 47 | 12 | 19 | 246 |
| 18 | 黄耆 | Nanjing (南京) | 3.64 | 68 | 17 | 8 | 8 | 2 | 7 | 42 | 90 | 24 | 8 | 5 | 127 |
| 19 | 黄耆 | Shanxi | 1.78 | 89 | 60 | 14 | 31 | 9 | 34 | 148 | 125 | 45 | 11 | 14 | 195 |
| 20 | 黄耆 | Shaanxi (陕西) | 4.76 | 50 | 23 | 7 | 10 | 5 | 15 | 60 | 143 | 45 | 10 | 15 | 213 |
| 21 | 黄耆 | R. Korea | 1.62 | 88 | 17 | 4 | 6 | 6 | 6 | 39 | 104 | 84 | 66 | 25 | 279 |
| 22 | | China | 7.14 | 14 | 132 | 12 | 79 | 36 | 18 | 277 | 24 | 8 | 4 | 5 | 41 |
| 23 | 黄耆 | Nei Monggol (内蒙古) | 0.91 | 61 | 26 | 8 | 8 | 7 | 8 | 57 | 58 | 35 | 5 | 9 | 107 |
| 24 | 黄芪 | Chengdu (成都) | 0.66 | 67 | 5 | — | — | 50 | 9 | 64 | 5 | — | — | — | 5 |
| 25 | 小黄芪 | Hongkong | 3.74 | 118 | 117 | 17 | 41 | 15 | 25 | 215 | 69 | 32 | 8 | 8 | 117 |
| 26 | 黄芪節 | Shaanxi | 9.45 | 44 | 102 | 14 | 92 | 27 | 6 | 241 | 62 | 23 | 3 | 19 | 107 |
| 27 | 黄芪片 | Hongkong | 4.00 | 98 | 16 | 3 | 3 | 1 | 42 | 65 | 11 | 4 | 1 | 1 | 17 |
| 28 | 黄芪片 | Hongkong | 3.07 | 101 | 22 | 6 | 9 | 8 | 31 | 76 | 11 | 4 | 1 | 1 | 17 |
| 29 | 黑芪片 | Hongkong | 1.96 | 97 | 90 | 23 | 95 | 29 | 57 | 294 | 13 | 8 | 2 | 5 | 28 |
| 30 | 蜜炙黄耆 | Beijing (北京) | 2.12 | 23 | 37 | 8 | 16 | 9 | 8 | 78 | 51 | 52 | 4 | 75 | 182 |
| 31 | 冲耆? | Hongkong | 0.63 | 107 | 55 | 22 | 21 | 4 | 39 | 141 | 113 | 26 | 7 | 5 | 151 |

Crystals of calcium oxalate were not detected in all samples. —: not detected.

Notes are the same as TABLE II.

今回分析した黄耆の中で最も多量に astragaloside を含有していた。しかし、イソフラボノイド含量は黄耆輸入品の中で最も少なかった。各々の astragaloside に注目すると、astragaloside II および III が他の試料よりも多く含有されていた。

試料 22 の表皮はやや褐色を帯び、外観は紅耆とも似ていたが、成分的には黄耆であった。

試料 23 および 24 の CANA/Arg は 0.91 および 0.66 で、*Astragalus* 属を基原とする黄耆の目安となる 1.0^{9b)} を下回った。試料 24 は四川省成都市で購入した直根性の“黄芪”であるが、表皮は茶色味を帯び、一部の成分しか含有せず、1.5~2.0 cm と太い割には軽かった。

試料 26 “黄芪節” の CANA/Arg は 9.45 と今回分析した試料中最高値を示した。

試料 27 および 28 の“黄芪片”は太さ約 2 cm の直根を斜めに切ったものであり、astragaloside 含量はわずかであった。試料 29 の“黒芪片”は直径 2.5 cm と太い直根を斜めに切ったものであり、イソフラボノイド含量は今回の試料中最も多かったが、astragaloside 含量は少なかった。これらの黄耆片の CANA/Arg は 1.96~4.00 であり、いずれも *Astragalus* 属基原と考えられた。astragaloside 含量の少ない理由の一つとして、根皮の木部に対する割合の少なさが考えられる。黄耆片は大阪市場に広く出回っているものではなく、特定の漢方薬局で使用されているとい

う。

試料 30 は修治品 (蜜炙黄耆³⁰⁾) で, astragaloside IV の含量が最も多い点で他の試料と様相を異にした。

試料 31 は黒染加工した直根 (冲耆^{34,9)}) で, CANA/Arg が 0.63 と小さい点で他とは異なっていた。

4. 紅耆 (No. 41~49) の化学的品質

Hedysarum polybotrys を基原とする紅耆はシュウ酸カルシウムの結晶^{3a,10)} およびイソフラボノイド II, V^{6e)} を含み, astragaloside 類を含まず^{7b)}, CANA/Arg も 0.1 以下と小さい^{9b)} とされており, TABLE IV に示したように試料 41~45 ではこれらのことが確認できた。

なお, 試料 41 は“黄耆”として台湾で購入したものであるが, シュウ酸カルシウムの結晶が認められたうえ, astragaloside 類を含有していないこと, 台湾の市場状況^{6c)}, 外観などから, *Hedysarum polybotrys* 基原の紅耆と推定した。

試料 46 は札幌市内の薬局で“晋耆”として購入した刻みで, シュウ酸カルシウムの結晶が認められたが, CANA/Arg が 0.19 と 0.1 を超えたうえ, astragaloside を微量含有していた。また, 他の紅耆には認められないイソフラボノイド I, III および IV が微量含有されていたこと, 紅耆の赤茶色い根皮とは明らかに異なる黄色味を帯びた根皮の刻みがわずかではあるが認められたことなどから, 黄耆が混在していたものと推定された。

試料 47, 48 および 49 は香港経由で輸入された“束黄芪” (外観は紅耆に似ており, 長さを揃え, 赤い紐で束ねた跡あり。試料 27~29 と同様特定の漢方薬局で使用され

ている) であるが, シュウ酸カルシウムの結晶が認められないうえ, astragaloside を含有する (IV>II>I>III) たため, *Hedysarum polybotrys* を基原とするものではないことが推定された。なお, これらの 3 試料はイソフラボノイド I~V を含有せず, CANA/Arg は 0.57~1.50 (平均値 1.01) と黄耆と紅耆の中間の値を示したことから, 黄耆に分類することも出来ない特殊なものであった。

GABA の含量については, *Astragalus* 属および *Hedysarum* 属の間に差異は認められないと報告^{9b)} しているが, 今回, 再確認できた。

5. 和黄耆および土黄耆 (No. 51~55) の化学的品質

かつて出回った日本産“和黄耆”はイワオウギの根であり, この再出現を防ぐ意味で第八改正日本薬局方 (1971) から黄耆の項に純度試験 (シュウ酸カルシウムの結晶を認めない) が設定されている。TABLE V に示したように, 今回のイワオウギ 2 試料 (No. 51 および 52) にはいずれもシュウ酸カルシウムの結晶が認められた。試料 51 の CANA/Arg が 0.22 と大きかった点を除くと, 紅耆 No. 41~45 と比較して成分的に差は認められなかった。

ムラサキモメンヅル (No. 53) は *Astragalus* 属に属し, その根もイワオウギと共に黄耆の代用品として採集されたことがあるといわれる^{5a)}。しかし, CANA/Arg は 0.30 と小さく, 更に, astragaloside I~IV は確認できず (*Rf*, *Rt* 近似の配糖体と思われる化合物は多数存在), イソフラボノイドもほとんど検出されないなどの点で黄耆とは成分的に異なっていた。

また, 中国で“土黄耆”と称され黄耆の代用品 (偽品)^{3b)}

TABLE IV. Analytical Results of Imported Hedysari Radix and Astragali Radix (Honggi, 紅耆) (mg/100 g)

| No. | Market name | Locality | Crystals of CaC ₂ O ₄ | CANA/Arg | GABA | Isoflavonoids | | | | | Astragalosides | | | | | |
|-----|-------------|------------|---|----------|------|---------------|----|-----|----|---|----------------|----|-----|-----|-----|-------|
| | | | | | | I | II | III | IV | V | Total | I | II | III | IV | Total |
| 41 | 黄耆 | Taiwan | + | 0.03 | 107 | — | 5 | — | — | 5 | 10 | — | — | — | — | — |
| 42 | 束耆 | Gansu (甘肅) | + | 0.07 | 31 | — | 68 | — | — | 5 | 73 | — | — | — | — | — |
| 43 | 束耆 | Gansu | + | 0.05 | 98 | — | 5 | — | — | 2 | 7 | — | — | — | — | — |
| 44 | 晋耆 | Gansu | + | 0.04 | 41 | — | 15 | — | — | 5 | 20 | — | — | — | — | — |
| 45 | 晋耆 | Gansu | + | 0.08 | 124 | — | 6 | — | — | 1 | 7 | — | — | — | — | — |
| 46 | 晋耆 | Gansu | + | 0.19 | 110 | 5 | 13 | tr | tr | 3 | 21 | 8 | 1 | 1 | — | 10 |
| 47 | 束黄芪 | Hongkong | — | 0.57 | 110 | — | — | — | — | — | — | 51 | 121 | 1 | 149 | 322 |
| 48 | 束黄芪 | Hongkong | — | 0.97 | 118 | — | — | — | — | — | — | 45 | 106 | 2 | 141 | 294 |
| 49 | 束黄芪 | Hongkong | — | 1.50 | 15 | — | — | — | — | — | — | 32 | 94 | 1 | 140 | 267 |

Notes concerning abbreviation are the same as TABLE II. —: not detected. tr: trace.

TABLE V. Analytical Results of Various Leguminous Roots Used as Astragali Radix (mg/100 g)

| No. | Species | Crystals of CaC ₂ O ₄ | CANA/Arg | GABA | Isoflavonoids | | | | | Astragalosides | |
|-----|-----------------------------|---|----------|------|---------------|----|-----|----|---|----------------|------|
| | | | | | I | II | III | IV | V | Total | I-IV |
| 51 | <i>Hedysarum vicioides</i> | + | 0.22 | 78 | — | 23 | — | — | 1 | 24 | — |
| 52 | <i>Hedysarum vicioides</i> | + | 0.09 | 59 | — | 28 | — | — | 1 | 29 | — |
| 53 | <i>Astragalus adsurgens</i> | — | 0.30 | 51 | — | 1 | — | — | 1 | 2 | — |
| 54 | <i>Melilotus suaveolens</i> | — | 0.72 | 95 | — | 26 | — | — | — | 26 | — |
| 55 | <i>Melilotus alba</i> | — | 0.05 | 98 | — | 16 | — | — | 1 | 17 | — |

Notes concerning abbreviation are the same as TABLE II. —: not detected.

とされるシナガワハギ (No. 54) およびシロバナシナガワハギ (コゴメハギ, No. 55) の根に astragaloside 類は認められず、イソフラボノイド II を含有する点で紅耆と類似していたが、シュウ酸カルシウムの結晶が認められないなどの点で紅耆とは異なっていた。

GABA はすべての試料に認められ、その含量は黄耆および紅耆と比較しても差は認められなかった。本州産イワオウギの GABA 含量は低い (0.010~0.013%) と報告されている^{5a)}が、今回分析した北海道産イワオウギ 2 試料では 0.059 および 0.078% の値が得られた。

6. 分枝および太さについての一考察

韓国産および北朝鮮産黄耆は“小黄耆”と称されるほど細く著しく分枝したものであり、一部の北海道産黄耆と類似している。しかし、中国産黄耆はその主根 (直根部) を製品としており、あまり側根を付けていたり、分枝してはいない。従って、第九改正日本薬局方 (1976) まではその性状の項に「分枝することなく」と記載され、この結果として基原植物の異なる紅耆が輸入される傾向が現われた¹⁰⁾。中国国内では黄耆の等級は太さと長さで決められ¹¹⁾、直径 5 cm、長さ 1.5 m もあるものが良品とされているが、これらはほとんど日本へは輸出されてはいない。

黄耆の品質を GABA、イソフラボノイド I~V および astragaloside I~IV の含量だけで評価するには不十分であるが、今回の分析結果から判断すると、必ずしも直根性で太い必要はないと考えられる。高橋らも根径別試料の GABA 含量、ブタノールエキス含量などから、太い黄耆ほど良いという選品基準に疑問を投げかけている¹²⁾。

この点に関しては、今後、薬理学的な面からも検討が必要と思われる。

結 論

1) キバナオウギを基原とする国産黄耆には、今回分析したイソフラボノイド I, II, III, IV, V および astragaloside I, II, III, IV の 9 成分すべてが含有され、その含量差は比較的小さかった。CANA/Arg は 1.5 以上の値を示した。

2) 外国産黄耆の中には上記 9 成分すべてを含有するもの、一部しか含有しないものなど、品質にかなりのばらつきが認められ、基原植物が多種類にわたることが推定された。CANA/Arg は 0.63~9.45 であった。

3) 紅耆 (晋耆, 束耆) にはシュウ酸カルシウムの結晶の他、イソフラボノイド II, V が認められたが、イソフラボノイド I, III, IV および astragaloside 類は認められず、CANA/Arg は 0.1 以下であった。しかし、これらの *Hedysarum polybotrys* を基原とする一般的な紅耆と成分的に全く異なる束耆も輸入されていた。

4) 血圧降下作用のある GABA はすべての試料に含有

され、黄耆、紅耆および黄耆代用品の間に含量差は認められなかった。

5) 根径別試料では、太くなるに従いイソフラボノイド I~IV および astragaloside I~IV 含量は減少し、輸入品の中にも astragaloside 含量の低い太い黄耆が認められた。

謝 辞：本研究にあたり、astragaloside の標品をご恵与下さいました。帝京大学薬学部齊藤 保教授、小太郎漢方製薬株式会社研究所、貴重な分析試料を提供して頂いた、三國株式会社、株式会社栃本天海堂および国立衛生試験所北海道薬用植物栽培試験場に深謝いたします。

引用文献および注

- 1) 本報の一部は、日本生薬学会第 36 回年会 (熊本, 1989 年 10 月, 講演要旨集, p.140) で発表した。
- 2) 日本生薬連合会の自主統計によると、平成 4 年度の黄耆の輸入量は 130 トン、国内生産量は 10 トンとなっている。大部分は漢方エキス剤に使用されている。黄耆片や東黄耆もごく一部の薬局や漢方医が使用するために輸入されているが、年に 300~400 kg もないと思われる。
- 3) a) 財団法人日本公定書協会監修, “第十二改正日本薬局方解説書”, 廣川書店, 東京, 1991, p. D-111; b) 難波恒雄, “原色和漢薬図鑑 (上)”, 保育社, 大阪, 1980, p. 151; c) 上海科学技術出版社, 小学館編, “中薬大辞典”, 小学館, 東京, 1985, p. 121; d) 木島正夫, 昭和 57 年度生薬の栽培と品質に関する研究会 (オウギについて) 講演要旨集, p. 1 (1983); e) 米田該典, *ibid.*, p. 6 (1983); f) 木島正夫, 生薬, **44**, 67 (1990)。
- 4) a) 磯貝 彰, 村越重雄, 鈴木昭憲, 田村三郎, 農化, **47**, 449 (1973); b) H. Hikino, S. Funayama, K. Endo, *Planta Medica*, **30**, 297 (1976)。
- 5) a) ヒキノヒロシ, 現代東洋医学, **3**(2), 46 (1982); b) 高井 誠, 齊藤 保, 飯高洋一, 第 25 回天然有機化合物討論会講演要旨集, p. 298 (1982); c) 齊藤 保, 昭和 57 年度生薬の栽培と品質に関する研究会 (オウギについて) 講演要旨集, p. 21 (1983); d) I. Kitagawa, H. K. Wang, A. Takagi, M. Fuchida, I. Miura, M. Yoshikawa, *Chem. Pharm. Bull.*, **31**, 689 (1983); e) I. Kitagawa, H. K. Wang, M. Saito, A. Takagi, M. Yoshikawa, *ibid.*, **31**, 698 (1983); f) I. Kitagawa, H. K. Wang, M. Saito, M. Yoshikawa, *ibid.*, **31**, 709 (1983); g) I. Kitagawa, H. K. Wang, M. Yoshikawa, *ibid.*, **31**, 716 (1983)。
- 6) a) 倉林正明, 小木曾彰, 日本薬学会第 89 年会講演要旨集, p. 320 (1969); b) 嶋田寿男, 齊藤 保, 柴田承二, 小木曾彰, 倉林正明, 日本薬学会第 96 年会講演要旨集, p. 289 (1976); c) 久保道徳, 小谷 功, 堀田修平, 有地 滋, 難波健輔, 生薬, **31**, 82 (1977); d) 高井 誠, 齊藤 保, 柴田承二, 日本薬学会第 100 年会講演要旨集, p. 214 (1980); e) T. Miyase, S. Fukushima, Y. Akiyama, *Chem. Pharm. Bull.*, **32**, 3267 (1984); f) 山本恵一, 土居由佳, 金子正裕, 土田貴志, 人見信之, 鈴木 章, 鐘葉百味箆, 第 38 号, 3811 (1991); g) 桑野重昭, 山内和子, 米田該典, “コメンタリー局方生薬—第 3 版—”, 廣川書店, 東京, 1992, p. 80。
- 7) a) 原田正敏編, “繁用生薬の成分定量”, 廣川書店, 東京, 1989, pp. 34, 414; b) 遠藤 徹, 中島 薫, 田口平八郎, 昭和 57 年度生薬の栽培と品質に関する研究会 (オウギに

- ついて) 講演要旨集, p. 19 (1983).
- 8) 北海道保健環境部薬務課, 北海道立衛生研究所薬学部編, “北海道産生薬の規格に関する報告書 (第3報)”, 北海道立衛生研究所, 札幌, 1990.
- 9) a) 桂 英二, 山岸 喬, 昭和57年度生薬の栽培と品質に関する研究会 (オウギについて) 講演要旨集, p. 14 (1983); b) 桂 英二, 加藤芳伸, 山岸 喬, 道衛研所報, **33**, 136 (1983); **34**, 80 (1984); c) 桂 英二, 山岸 喬, 道衛研所報, **37**, 48 (1987).
- 10) 西本和光, 現代東洋医学, **3**(2), 51 (1982).
- 11) 朱 圣和主編, “中国药材商品学”, 人民衛生出版社, 北京, 1990, p. 200.
- 12) 高橋奈穂子, 安田一郎, 瀬戸隆子, 浜野朋子, 高野伊知郎, 秋山和幸, 鈴木幸子, 福田達男, 田中 博, 飯田 修, 東京衛研年報, **40**, 84 (1989).