

薬用植物研究

The Japanese Journal of Medicinal Resources

39巻2号 (2017年2号)

2017年12月



ヒガンバナ

Lycoris radiate Harb

薬用植物栽培研究会

Japanese Society of Research for the Cultivation of Medicinal Plants

目 次

総説

精子を活性化する甘草 正山 征洋・田中 宏光 …………… 1

原報

ウラルカンゾウの国内栽培における軽労化技術の開発—機械除草による雑草管理の検討—
五十嵐元子・林 茂樹・新庄 記子・菱田 敦之・川原 信夫・
根本 英子・石川枝津子・村上 則幸 …………… 7

原報

除草剤ペンディメタリンおよびクレトジムを用いたウラルカンゾウ栽培における
農薬残留性とグリチルリチン酸含量におよぼす影響
菱田 敦之・菊池健太郎・林 茂樹・山口 真輝・川原 信夫 …………… 14

原報

薬用植物の筒栽培に関する研究2 —実用栽培に向けたウラルカンゾウの筒栽培1—
末岡 昭宣・吉岡 達文・野村 知史・草野源次郎 …………… 22

原報

Botanical Origin of Ephedra Herb Used in Xinjiang Uyghur Autonomous Region of China
Si-ran Ni・Mutalifu Nilufaer・Hirokazu Ando・Yohei Sasaki・Masayuki Mikage …………… 37

資料

放射能災害被災地での人工気象室利用カンゾウ筒栽培の試み（1）
伊藤 徳家・国分 歩・斎藤 優希・浅倉 聖岳・中楯 奨 …………… 44

追悼

吉田尚利先生を偲んで …………… 高上馬希重 …………… 49

追悼

村上光太郎先生と吉田尚利先生のご逝去を悼む …………… 矢原 正治 …………… 51

薬用植物栽培研究会の年会の定例化に関する提案 …………… 御影 雅幸・草野源次郎 …………… 52

編集後記

編 集 委 員

姉帯 正樹	伊藤美千穂	伊藤 徳家	奥山 徹
草野源次郎	高上馬希重	小松かつ子	佐々木陽平
芝野真喜雄	野村 知史	林 宏明	菱田 敦之
矢原 正治	山野 幸子	吉岡 達文	

精子を活性化する甘草

Sperm activator, licorice

正山 征洋¹, 田中 宏光²

長崎国際大学薬学部 ¹薬用資源 ²分子生物学
〒859-3298 長崎県佐世保市ハウステンボス町2825-7

¹Yukihiro Shoyama and ²Hiromitsu Tanaka

*Department of Pharmacognosy and Molecular Biology, Faculty of Pharmaceutical
Science, Nagasaki International University
2825-7, Hausutenbosumachi, Sasebo-shi, Nagasaki. 859-3298 Japan*

受付日：2017年9月6日

要 旨

我々は甘草の主要成分グリチルリチンに対するモノクローナル抗体 (MAb) を作成しグリチルリチンの簡易分析法を確立し, ユニークでビジュアルな染色法としてイースタンブロットイング法を開発した. これらの研究を背景として, 甘草の新しい機能として甘草エキスがマウスの人工授精率を向上させることを発見した. 甘草のクルードエキスを溶媒分配すると EtOAc 画分に活性が集中した. 本フラクションをシリカゲルカラムで精製し, ホルモノネチンとイソリクイリチンを活性本体として単離同定し, 両者の人工授精率活性を確定した. さらに精子を加えた培地にホルモノネチン, イソリクイリチンをそれぞれ添加し蛍光顕微鏡で観察したところ精子内に取り込まれ, 蛍光がポスト先体や中間ピースに分布していることを明らかにした. イソリクイリチンは生体内のレセプターと結合することが明らかになっており, かつミトコンドリアを介して細胞の運動を活性化することが明らかになっているので, イソリクイリチンやホルモノネチンは精子内に取り込まれ精子の運動を活性化すると推測した.

Abstract

We prepared monoclonal antibodies MAbs against glycyrrhizin and liquiritin and set up their ELISAs as a rapid analysis. Furthermore, the eastern blotting was succeeded by using MAb as a unique and visual staining methodology. We further found that the licorice crude extract gave activation for the *in vitro* fertilization of mice. From the most active EtOAc fraction two active components, hormononetin and isoliquiritigenin were determined. Since hormononetin and isoliquiritigenin can be incorporated into the sperm, it is suggested that they can activate the movement of cells via mitochondrion resulting in accelerating activation of sperm.

1. はじめに

紀元前 239 年に中国で著された『呂氏春秋』や『淮南子』(紀元前 139 年)には甘草は肉を盛り上げさせる作用が強いと書かれている。『神農本草経』では上薬として、筋骨を強くし、創傷や足の腫れ、解毒に良く、長く服用すれば身体が軽快となり寿命を延ばす、と記されている。また、『傷寒論』には 113 処方中 70 処方に甘草が配合されている。同様に『金匱要略』には 262 処方中 92 処方に配合される最も重要な生薬の一つである。

一方、ヨーロッパの医学書における甘草の記述としては紀元前 3 世紀にヒポクラテスにより著された『ヒポクラテス全書』には、甘草を蜂蜜とバラ油、又はエジプト香水で軟かくし、羊毛でまぶして傷口等へ塗る、とあり、甘草の抗炎症作用を期待しているものと考えられる。同様に紀元前 370-286 年にテオフラトスにより出版された『植物誌』には甘草は喘息、空咳、胸の病気、蜂蜜と混ぜて傷の治癒、口に含んで喉の渇きを癒す、等が記載されている。1 世紀頃ジオスコリデスによる『マテリアメデイカ』には、甘草は喉のヒリヒリ感、胸やけ、胸と肝の病気、腎の病気、口渇に効果があり、目薬としても応用出来るとのことが記されている。

このような歴史的背景を経て近年極めて広範な研究が遂行され、膨大なデータの蓄積がなされて今日に至っている。これらについては多くの総説が出されているので参照されたい。

我々は甘草のグリチルリチンやそのアグリコンであるグリチルレチン酸に対するモノクローナル抗体 (MA b) を作成し、さらにフラボノイドのリクイリチンに対しても MA b を作成してそれらの簡易分析法を開発している。特に我々が開発したイースタンブロットリング法を駆使して、ビジュアルな分析法を確立している¹⁻⁸⁾。

図 1 はグリチルリチンとリクイリチンに対する MA b を用いたダブルイースタンブロットリング法により両者を同時に検出するもので、甘草に含まれる両者の同時定量分析を可能にした⁹⁾。

また、MA b を用いたアフィニティカラムにより甘草エキスからグリチルリチンのみを除去した

ノックアウトエキスの作成に成功し、その活用法を提案した¹⁰⁻¹³⁾。

2. 目的

近年、先進国では出生率が低下して、人口減少が大きな社会問題となっている。日本においても人口減少が既に始まっており日本政府も対策を講

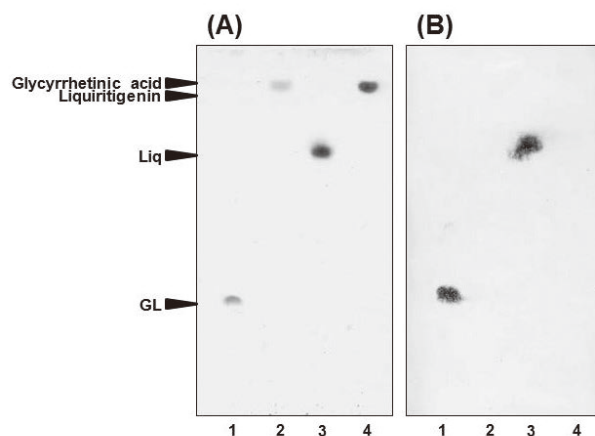


図 1 抗グリチルリチンと抗リクイリチン MA b を用いたグリチルリチン (GL) とリクイリチン (Liq) のダブルイースタンブロットリング (A) : 硫酸による発色でグリチルリチンとリクイリチンそれぞれのアグリコンも発色している (B) : イースタンブロットリングではアグリコンは発色せず配糖体であるグリチルリチンとリクイリチンのみが発色する。

じているが、長期的な展望に立ち、抜本的な施作を行わない限り歯止めは難しいのでは、と考えている。人口減少問題では晩婚化や結婚しない人口が増えていることが大きな理由と考えられているが、別の観点からも理由が考えられる。その一つは不妊症が増加の途を辿っていることである。近年は 7 組のペアに 1 ペアは不妊症と言われ、その半分は男性不妊に依存すると考えられている。男性不妊の原因は主に精子数の減少と活力不足に起因する。1992 年に出された精子の数に関する論文¹⁴⁾では 1955 年頃には精子数が 1×10^8 個/ml だったものが、1990 年頃は 7×10^7 個/ml と減少している。同論文から筆者が試算したところ、2012 年には 1955 年の半数にまで減少している。精子の数が減

少すれば当然妊娠の確率は減少する。精子の減少は環境ホルモンにより惹起されるとの議論が続いて久しいが結論には至っていない現状である。そうなるとう妊娠率を上げるには精子の活性化しかないであろうとの結論に至った。

マウスの人工授精率をアッセイ系として多くの生薬を評価し甘草にその活性があることを突き止めたので、その活性成分を特定すべく研究を進めた。

3. 方法・結果

マウスの精子と卵子を人工授精培地に添加し、さらに生薬エキスを加え培養を行うと受精が行われるので顕微鏡下で受精卵を計測し、受精率を算出した。

図 2 は甘草のクルードエキスにより受精率が上昇していることを示している。0.3mg/ml のエキスを培地に添加すると受精率は無添加に比べ約 3 倍となった¹⁵⁾。

次に活性成分を探索するため、エキスを水に懸濁し EtOAc と n-BuOH にて順次分配を行い、それぞれのフラクションを培地に添加し活性を調べたのが図 3 である。この結果より活性は EtOAc に集中し無添加に比べ 5 倍強の受精率であった。なお、グリチルリチンも添加実験を行ったが活性は認められなかった¹⁶⁾ (図 3)。

EtOAc フラクションの活性が確認出来たので、次に受精率を指標としてシリカゲルカラムクロマトにより成分の精製を行い、2 つの活性成分分画を得る事が出来た。2 つの成分は各種機器分析によりホルモノネチンとイソリクイリチンと同定した¹⁷⁾ (図 4)。

そこでホルモノネチンとイソリクイリチンの活性を調べるためそれぞれを 0 から 0.04mg/ml の濃度で受精率を評価したのが図 5 である。両化合物とも 0.02mg/ml の濃度で活性は最高となり、受精率は無添加に比べ 3 倍強であった。濃度が 0.04mg/ml になると受精率は低下した。ホルモノネチンとイソリクイリチンの濃度を mM に換算するとそれぞれ 74μM と 78μM となる。ホルモノネチンの濃度は若干ではあるが低いのに対して活

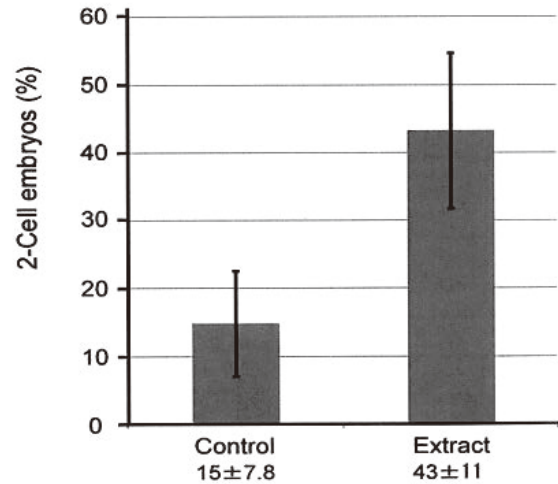


図 2 甘草エキスの人工授精率に与える影響

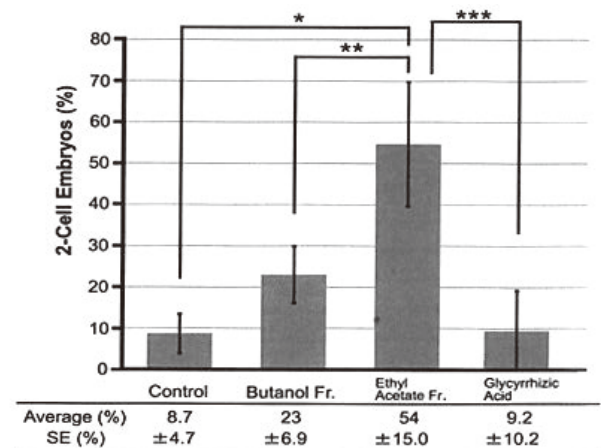


図 3 甘草エキスの各分画およびグリチルリチンが人工授精率に与える影響

性はホルモノネチンが高いので、specific activity はホルモノネチンが高いことになる。

図 6 はマウスの卵子と精子、およびホルモノネチンを添加して時間を追ってゆくと受精胚を形成 (A) し、胚盤胞の形成が認められた (B)。

その後マウスの子宮に戻すと正常な子供が誕生した (図 7)。

図 8 は人工授精培地に精子を入れ、ホルモノネチンとイソリクイリチンをそれぞれ添加して蛍光顕微鏡で観察したものである。両者とも精子の中に取り込まれていることが確認できた¹⁸⁾。

4. 考察

日本では7カップル中1カップルが不妊に悩んでおり、不妊の半分は男性側の不妊だといわれている。このため多数の不妊治療が行われているが、精神面での負担もさることながら、通常長期の治療が必要なので医療費の面でも大きな負担を強いられることになる。我々は人工授精培地を用いて受精率を高める生薬を検索し、甘草にたどり着いた。更に進めて精子を活性化出来る成分を世界で初めて特定することに成功した。活性成分のイソリクイリチンとホルモノネチンは精子に入り、ポ

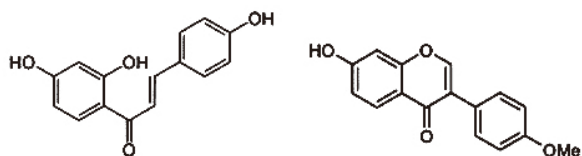


図4 甘草から単離したイソリクイリチンとホルモノネチン

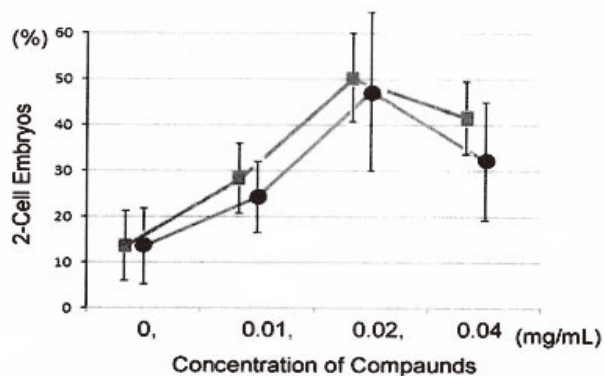


図5 人工授精に適切なホルモノネチン (■) とホルモノネチン (●) の濃度

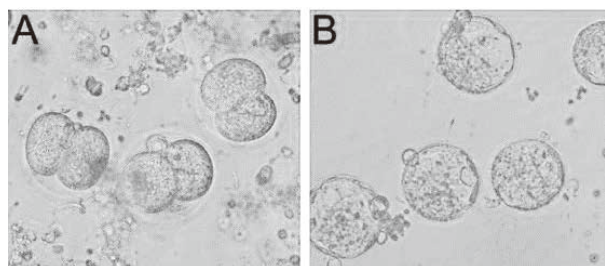


図6 人工受精卵 (A) と受精卵の分裂 (B)

スト先体 (図8の▽) や中間ピース (図8の*) に分布している。また、イソリクイリチンはγアミノブチル酸レセプターのアリストリックモジュレーターで¹⁹⁾更にセロトニン5-HT_{2C}レセプターのアンタゴニストでもあることから²⁰⁾、細胞内に容易に取り込まれることが分かる。また、両化合物は当然抗酸化作用が強く²¹⁾、イソリクイリチン



図7 人工受精卵からマウスの誕生

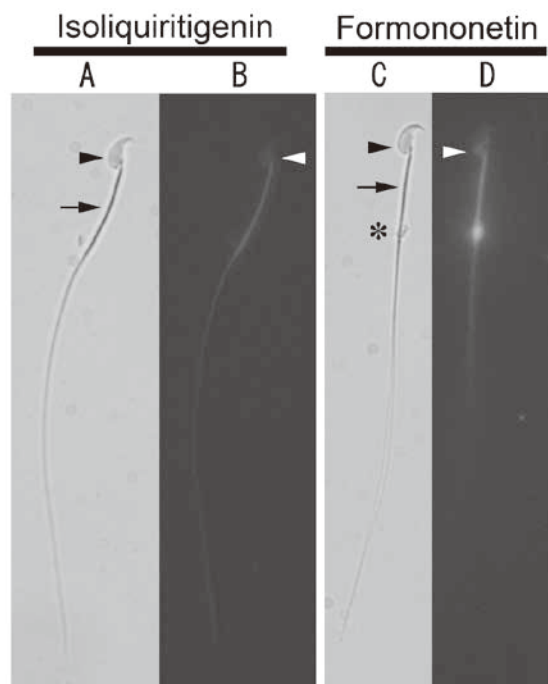


図8 イソリクイリチンとホルモノネチンの精子への取り込み

はミトコンドリアを介して細胞の運動を活性化する²²⁾。

これらの活性により精子が活性化され精子の運動が助長され、その結果受精率が上昇するものと考えている。実際に未熟な精巣から取り出した精子にイソクイリチンやホルモノネチンを添加すると、精子の運動が活発となることを確認している²⁴⁾。

甘草に関して世界の一大生産国である中国において、気象変動や乱獲によりその生産が大きく落ち込み、十数年前には自生株の採取禁止や輸出禁止令が出され、70%以上の漢方処方に配合される甘草なので、一時期大パニックに陥ったことは記憶に新しい。中国においては現在でも甘草の需給関係がアンバランスで問題を引きずっていることが伺える。甘草の総生産量は年間5万トン程で、日本は薬用として年間約2千トン弱を輸入している。以前は中国からの輸入が大分部であったが、上述のような変動が起り現在ではアフガン辺りからの輸入も増えてきている。甘草の生薬を輸入する他にエキスとしての輸入も多いと思われるが、これは主に食品添加用なので統計上余り判然としないところが多い。甘草をめぐるには上記のような状況なので日本においても栽培が試みられているが、未だ実用栽培には至っていない。これは多くの場合グリチルリチン含量が薬局方の規定2%に達しないためと考えている。しかし前述の通り、甘草のグリチルリチンとは別のフラボノイド、イソクイリチンとホルモノネチンに精子を活性化するという新たな機能を見出したので、仮にグリチルリチン含量の低い甘草でも、精子を活性化し動物の受精率を上げる飼料として利用可能なことが明らかとなった。今後甘草が機能性飼料としての利用拡大が進むことを念じている。

引用文献

- 1) H.Tanaka, Y.Shoyama, Formation of a monoclonal antibody against glycyrrhizin and development of an ELISA, *Biol.Pharm.Bull.*, 21, 1391-1393 (1998).
- 2) S.Shan, H.Tanaka, Y.Shoyama, Western blotting method for the immunostaining detection of glucuronides of glycyrrhetic acid using anti-glycyrrhizin monoclonal antibody, *Biol. Pharm.Bull.*, 22, 221-223(1999).
- 3) S.J.Shan, H.Tanaka, Y.Shoyama, Enzyme-linked immunosorbent assay for glycyrrhizin using anti-glycyrrhizin monoclonal antibody and a new eastern blotting for glucuronides of glycyrrhetic acid, *Anal.Chem.*, 73, 5784-5790(2001).
- 4) N. Fukuda, S. Shan, H. Tanaka, Y. Shoyama, New staining methodology, Eastern blotting for glycosides in the field of Kampo medicines, *J. Nat. Med.*, 60, 21-27 (2006)
- 5) J. Xua, H. Tanaka, Y. Shoyama, One-step immunochromatographic separation and ELISA quantification of glycyrrhizin from traditional Chinese medicines, *J. Chromatography B*, 850, 53-58 (2007)
- 6) Y. Shoyama, New Strategy for Drug Discovery using Monoclonal Antibody, *Current Drug Discovery Technologies*, 8, 1-2 (2011).
- 7) S. Fujii, O. Morinaga, T. Uto, S. Nomura, Y. Shoyama, Development of a Monoclonal Antibody-Based Immunochemical Assay for Liquiritin and Its Application to the Quality Control of Licorice Products, *J. Agric. Food Chem.*, 62, 3377-3383 (2014).
- 8) S. Fujii, I. Tuvshintogtokh, B. Mandakh, B. Munkhjargal, T. Uto, O. Morinaga, Y. Shoyama, screening of glycyrrhiza uralensis Fisch. ex DC. containing high concentrations of glycyrrhizin by eastern blotting and enzyme-linked immunosorbent assay using anti-glycyrrhizin monoclonal antibody for selective breeding of licorice, *J Nat Med* 68, 17-722 (2014).
- 9) S. Fujii, O. Morinaga, T. Uto, S. Nomura, Y. Shoyama, Development of double eastern blotting for major licorice components, glycyrrhizin and liquiritin for chemical quality control of licorice

- using anti-glycyrrhizin and anti-liquiritin monoclonal antibodies, *J. Agr. Food Sci.*, DOI: 10.1021/acs.jafc.5b04732
- 10) T. Uto, I. Tuvshintogtokh, Y. Shoyama, Preparation of Knockout Extract for Determination of Really Active Compound using MAb. *Current Drug Disc. Technol*, 8, 16-23 (2011).
 - 11) Y. Shoyama, *Monoclonal Antibodies against Small Molecule Natural Products and Their Applications, Eastern Blotting and Knockout Extract, Pharmaceuticals*, 4, 950-963 (2011)
 - 12) T. Uto, O. Morinaga, H. Tanaka, Y. Shoyama, Analysis of the synergistic effect of glycyrrhizin and other constituents in licorice extract on lipopolysaccharide-induced nitric oxide production using knock-out extract, *Biochem. Biophys Res. Commun.*, 417, 473-478 (2012)
 - 13) T. Uto, NH. Tung, O. Morinaga, Y. Shoyama, Interaction analysis of glycyrrhizin on licorice extract-induced apoptosis of human leukemia cells by knockout extract, *Nat. Prod. Chem. Res.*1, 105. doi: 10.4172/2329-6836.1000105
 - 14) E. Carlsen, A. Giwercman, N. Keiding, NW. Skaddebaek, Evidence for decreasing quality of semen during past 50 years, *Biol. Med. J.*, 305, 609-613 (1992).
 - 15) NH. Tung, Y. Shoyama, M. Wada, H. Tanak, Improved In Vitro Fertilization Ability of Mouse Sperm Caused by the Addition of Licorice Extract to the Preincubation Medium, *The Open Reproduction Science Journal*, 6, 1-7 (2014).
 - 16) NH Tung, H. Tanaka, A. Tsujimura, Y. Miyagawa, M. Wada, T. Uto, Y. Shoyama, In vitro fertilization with mouse sperm activated by components of licorice root extract, *Nat Prod Chem Res*, 4, 3 (2016) <http://dx.doi.org/10.4172/2329-6836.1000217>
 - 17) NH. Tung, Y. Shoyama, M. Wada, H. Tanaka, Two activators of in vitro fertilization in mice from licorice, *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 2015, doi:10.1016/j.bbrc.2015.09.088
 - 18) H. Tanaka, T. Haraguchi, M. Wada, Y. Shoyama, submitted (2017).
 - 19) CS, Kim in Z, Yang H, Han D, Baek NI, Jo J, Cho CW, Park JH, Shimizu M, Jin YH. Isoliquiritigenin, a chalcone compound, is a positive allosteric modulator of GABAA receptors and shows hypnotic effects. *Biochem Biophys Res Commun*, 413, 637-642 (2011).
 - 20) T. Arai, Y. Maejima, S. Muroya, T. Yada, Rikkunshito and isoliquiritigenin counteract 5-HT-induced 2C receptor-mediated activation of pro-opiomelanocortin neurons in the hypothalamic arcuate nucleus. *Neuropeptides*, 47, 225-230 (2013).
 - 21) F. Peng, Q. Du, C. Peng, N. Wang, H. Tang, X. Xie, J. Shen, J. Chen. A Review: The Pharmacology of Isoliquiritigenin. *Phytother Res*, 29, 969-977 (2015).
 - 22) JI. Jung, SS. Lim, HJ. Choi, HK. Shin, EJ. Kim, WY. Chung, KK. Park, JH. Park, Isoliquiritigenin induces apoptosis by depolarizing mitochondrial membranes in prostate cancer cells. *J Nutr Biochem*, 7, 689-696 (2006).
 - 23) Unpublished data.

●正山 征洋 (しょうやま・ゆきひろ) ●

1943年4月 旧満州国大連生まれ
 1968年 九州大学院薬学研究科修了
 1975～76年 ポストニューネスシュライバーセンター
 博士研究員
 1978年 九州大学薬学部助教授
 1992年 九州大学薬学部教授
 2007年 長崎国際大学薬学部教授

●田中 宏光 (たなか・ひろみつ) ●

1987年 大阪市立大学理学部卒業
 1993年 京都薬科大学生命薬学研究科博士課程修了、
 学位取得
 1994年 大阪大学微生物病研究所助手
 2005～07年 大阪大学イノベーションセンタータナカ
 プロジェクトリーダー
 2007年 大阪大学微生物病研究所助教
 2008年～ 長崎国際大学薬学部准教授
 2016年～ 株式会社リプロム代表取締役社長

ウラルカンゾウの国内栽培における軽労化技術の開発 — 機械除草による雑草管理の検討 —

Innovations for facilitating fieldwork in the cultivation of *Glycyrrhiza uralensis*
— Evaluation of mechanical weed control —

五十嵐元子¹, 林 茂樹¹, 新庄 記子¹, 菱田 敦之*¹, 川原 信夫¹,
根本 英子², 石川枝津子², 村上 則幸²
*責任著者

¹⁾ 国立研究開発法人 医薬基盤・健康・栄養研究所 薬用植物資源研究センター北海道研究部
〒096-0065 名寄市大橋108-4

²⁾ 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター
〒062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘 1

Motoko Igarashi¹, Shigeki Hayashi¹, Noriko Shinjyo¹, Atsuyuki Hishida*¹, Nobuo Kawahara¹,
Eiko Nemoto², Shizuko Ishikawa², Noriyuki Murakami²
* Corresponding author

1. *Hokkaido Division, Research Center for Medicinal Plant Resources,
National Institutes of Biomedical Innovation, Health and Nutrition
108-4 Ohashi, Nayoro, Hokkaido 096-0065 Japan*
2. *Hokkaido Agricultural Research Center,
National Agriculture and Food Research Organization
1 Hitsujigaoka, Toyohira, Sapporo, Hokkaido 062-8555 Japan*

受付日：2017年7月19日

受理日：2017年9月20日

要 旨

甘草は日本国内で使用量が最も多い生薬の一つであり、近年その基原植物であるウラルカンゾウ(以下、カンゾウ)の国内栽培の重要性が再認識されている。一般農作物の栽培と同様に、雑草防除はカンゾウ栽培においても収量や品質の確保に重要であり、除草にかかる農作業の軽労化が不可欠である。本研究では、カンゾウ栽培1年目における機械除草による雑草管理技術を検討し、除草効果とカンゾウに与える影響について調べた。試験では、レーキの装着により畝間だけでなく株間の除草効果も重視したトラクタ牽引型の機械除草機と、従来から畑作物栽培で広く利用され畝間の除草効果が高い除草カルチを7週間にわたり走行させた。その結果、機械除草は雑草防除に有効であり、カンゾウの収量および品質に影響を与えないことが明らかとなった。

Abstract

Glycyrrhizae Radix is one of the most widely used crude drugs within Japan, and the domestic cultivation of its source plant, *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. ex DC., is becoming more important. As with other agricultural products, convenient and effective weed control is crucial for healthy growth and development of *G. uralensis*. In this study, mechanical weeding was carried out during the first year of cultivation of *G. uralensis*, and its weeding efficiency and effect on the harvested root and stolon were examined. A conventional inter-row cultivator that is commonly used in agriculture, and another cultivator with torsion weeder, which is efficient for both between- and in-row weed control, were tested for seven weeks. The results showed that mechanical weed management is beneficial in the cultivation of *G. uralensis*, and that it has no adverse effect on the harvest volume or the content of the indicator ingredient, glycyrrhizic acid, in the harvested root.

はじめに

漢方原料生薬甘草は日本国内で使用量が最も多い生薬のひとつであるが、そのすべてを中国などから輸入している（2014年現在）¹⁾。しかし、中国国内の需要の増加、野生の薬用植物の減少や、環境保全を理由にした輸出制限により、甘草の輸入価格は上昇傾向にある²⁾。甘草の安定的な確保を目指し、近年その基原植物であるウラルカンゾウ *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. ex DC.（以下、カンゾウ）の国内栽培の重要性が再認識されている。カンゾウはシベリア、モンゴル、中国東北部などに自生するマメ科の多年生草本植物で、降雨の少ない乾燥した気候を好むため栽培には北海道などが適しているが、栽培推進のためには除草などにかかる農作業の軽労化が不可欠である³⁾。

農作物の栽培において、雑草を取り除く除草作業は作物の収量や品質を確保する上で重要である。雑草の発生は、作物の生育に必要な栄養、水、光などを奪うことで作物と競合するだけでなく、農作業の障害や病害虫感染の原因になる⁴⁾。また、雑草は種子や地下茎などにより容易に繁殖、繁茂するため、防除を怠ると次作以降に被害がより大きくなる可能性がある。カンゾウの栽培においても雑草の防除は欠かせないが、除草を手作業で行うのは人手と労力がかかる。

そこで本研究では、除草作業の軽労化により生産者の負担を減らすことを目的に、カンゾウ栽培

における機械除草による雑草管理技術を検討した。試験には、北海道で主にタマネギ栽培で利用され、畝間だけでなく株間の除草効果も重視しているトラクタ牽引型の機械除草機（以下、除草機）と、対照として従来から大豆等の畑作物栽培で広く利用され、畝間の除草効果が高い除草カルチを用い、その除草効果とカンゾウに与える影響について調べた。除草カルチは、数本の爪状の刃を装備した作業用機械（カルチ）で、畝の間を通過するように刃を取り付けトラクタで牽引することにより表面の土を掘り起こし除草する（図1上）。これに対し除草機は、カルチに加え、針金状の細い刃を組み合わせたレーキと呼ばれる部品を作物の株元を通過するように装着させることにより土を動かして株間の雑草も引き抜くことができる（図1下）。

材料と方法

供試材料：ウラルカンゾウ *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. ex DC.（北農試系）

栽培管理：2016年5月19日にストロン苗を畝幅60cm、株間25cmで定植した。

試験区：1区あたり112 m²（2.4 m（畝幅60cm）×4畝）×47 m）とした。

無除草区

畝間中耕区（除草カルチ1回走行/週）

除草機1回区（除草機1回走行/週）

除草機2回区（除草機2回連続走行/週）

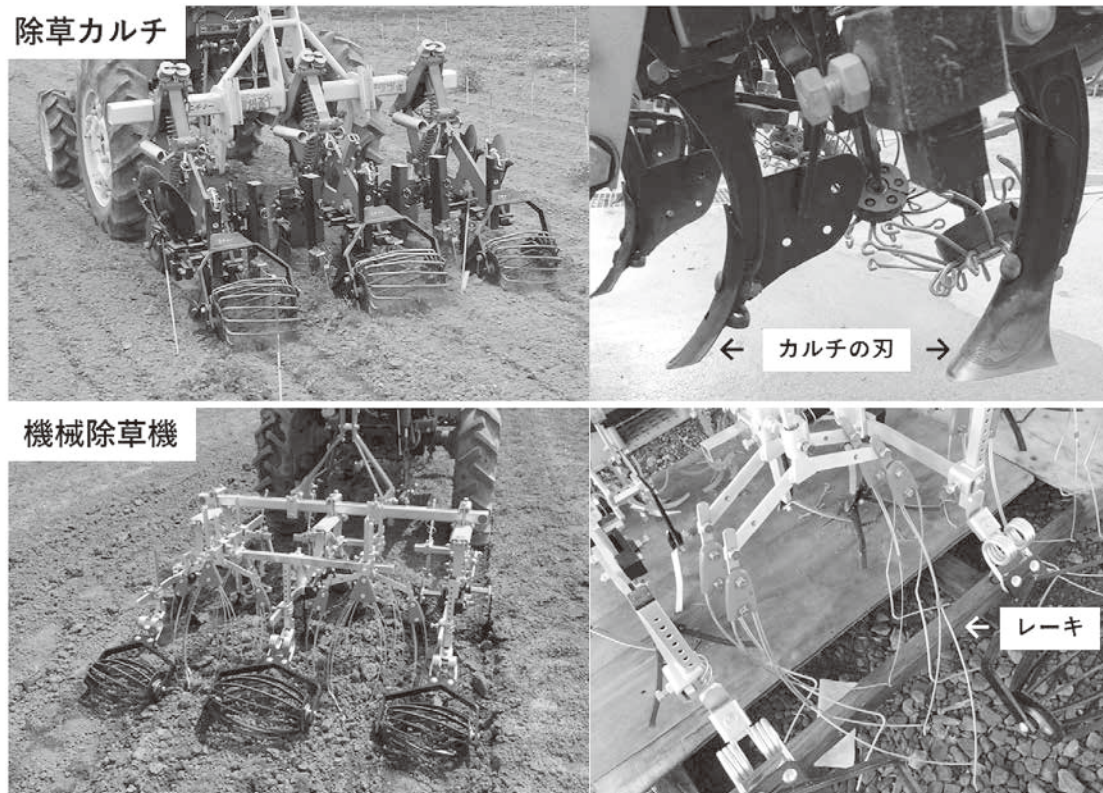


図1 除草カルチと機械除草機

除草処理：機械除草処理開始前の2016年7月7日および8日に試験圃場を全面手除草した。2016年7月21日から9月2日の7週間、除草カルチおよび除草機を毎週走行させた。除草カルチは草カルチ（日農機製工社製）を用いた。除草機（キューホー社製）は本体 S3 カルチ（爪状の刃を3本装備したカルチ）に砕土輪、草カッター、レーキ（CL および BL）、砕土クラッシャーを付属して用いた。除草機および除草カルチは、28馬力トラクタ FT28HN（クボタ社製）で牽引し使用した。

調査区の設定：雑草およびカンゾウ地上部の調査のため、各試験区に1㎡の調査区（8カ所/試験区）を設けた。

除草効果の調査：雑草発生状況の調査として、除草処理開始前の2016年7月20日と除草処理1週目から4週目の各除草処理の翌週に、8調査区内すべての雑草本数を草種ごとに数えた（n=8）。雑草量の調査として、9月1日に調査区内の雑草をすべて抜き取り草種別に乾燥重量を測定した（除草剤普及適用性試験実施基準（畑作・野菜等）の残草量調査方法による）（n=8）。

カンゾウの調査：カンゾウの生育調査として、除草処理開始前の2016年7月20日と除草処理1週目から4週目の各除草処理の翌週に、調査区内の全てのカンゾウについて草丈および葉数を調査した（無除草区および除草機1回区 n=18、畝間中耕区および除草機2回区 n=16）。生育指数は草丈と葉数を乗じた値とした。カンゾウ収穫物の調査として、10月19日に各試験区から、調査区内の株と同程度に生育した10株を収穫し、根およびストロンの乾燥重量を測定した（n=10）。品質評価として、収穫した根を3株または4株分で1組とし、グリチルリチン酸含量を第十七改正日本薬局方に従い測定した（n=3）。

試験区間の比較は、無除草区を対照区としたDunnettの多重比較検定（ $p < 0.05$ ）により行った。

結果

除草処理を行った試験区では1㎡あたりの雑草本数が処理1週目から顕著に減少した一方、無除草区では雑草の繁茂が見られた（図2と3）。雑草抜き取り調査の結果、無除草区ではイヌビエ、シ

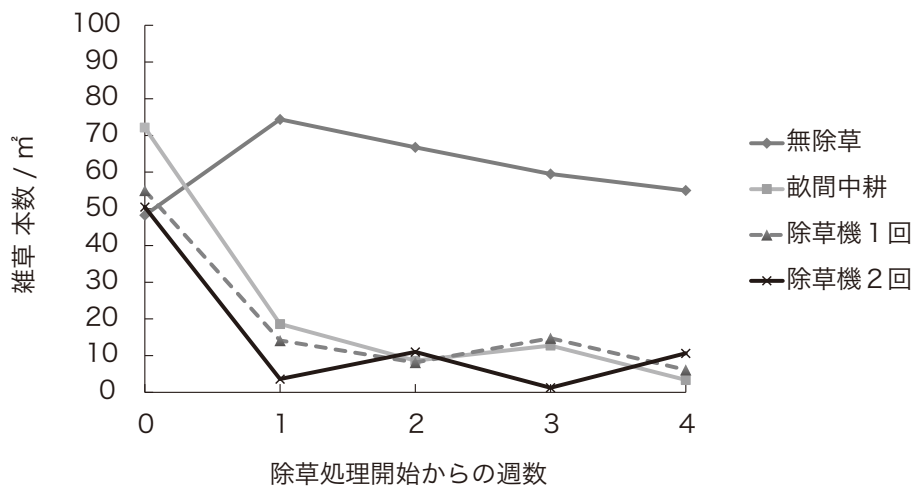


図2 除草処理による雑草本数の変化

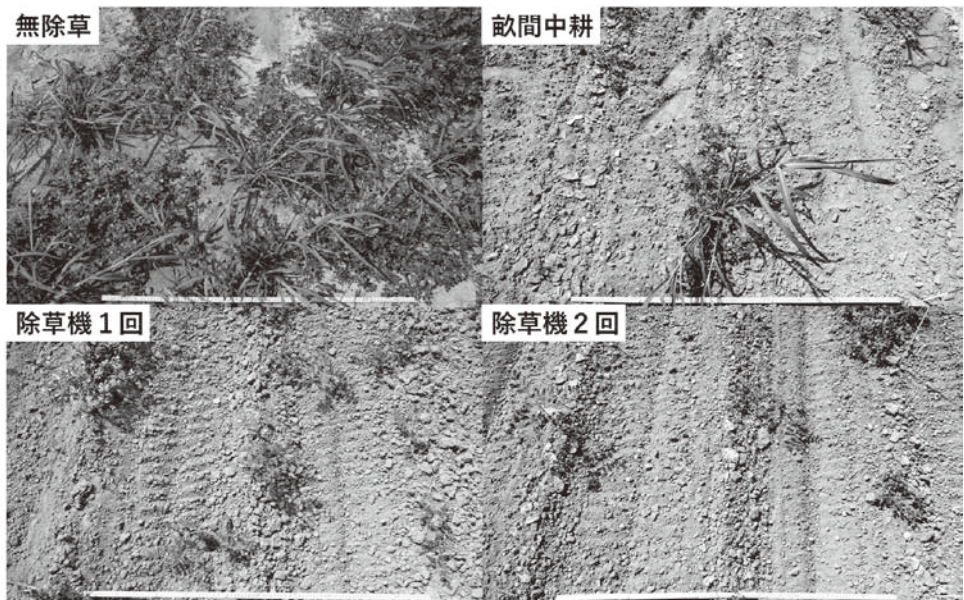


図3 除草処理4週目の雑草残存状況

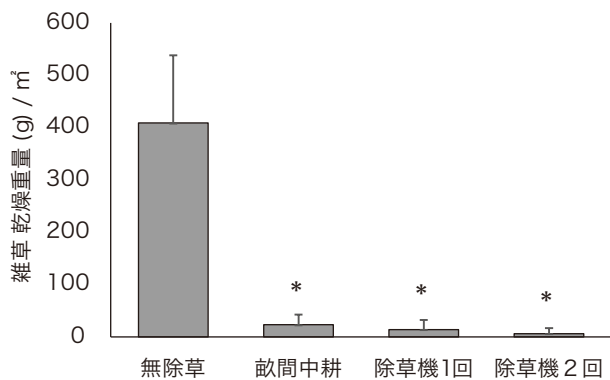


図4 除草処理6週目の雑草量の比較
バーは標準偏差を示す。試験区間の比較は無除草区を対照区としたDunnnettの多重比較検定による。
(*はp<0.05で有意差あり)。

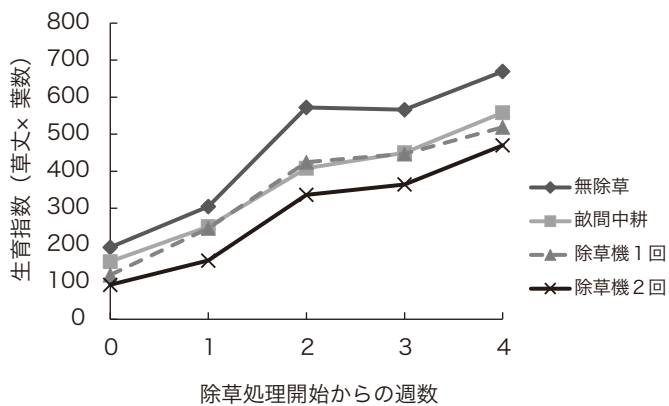


図5 除草処理による栽培1年目のカンヅウ地上部の生育への影響

表1 除草処理による栽培1年目のカンゾウの生育および収量への影響

	生育指数 (草丈×葉数)		乾燥重量 (g)			
			根	ストロン		
無除草	670 ± 242		3.06 ± 3.08	1.47 ± 2.75		
畝間中耕	558 ± 110	n.s.	2.18 ± 1.21	n.s.	0.30 ± 0.51	n.s.
除草機1回	519 ± 236	n.s.	1.84 ± 2.20	n.s.	0.14 ± 0.15	n.s.
除草機2回	470 ± 192	n.s.	1.16 ± 0.51	n.s.	0.72 ± 0.97	n.s.
平均値±標準偏差						

試験区間の比較は無除草区を対照区とした Dunnett の多重比較検定による (p<0.05)。

表2 除草処理による栽培1年目のカンゾウの品質への影響

グリチルリチン酸含量 (%)		
無除草	1.31 ± 0.11	
畝間中耕	1.19 ± 0.11	n.s.
除草機1回	1.39 ± 0.09	n.s.
除草機2回	1.21 ± 0.15	n.s.
平均値±標準偏差		

試験区間の比較は無除草区を対照区とした Dunnett の多重比較検定による (p<0.05)。

ロザ, スベリヒユ, ホソアオゲイトウおよびその他の雑草の乾燥重量が 1 m²あたり 408.7g (73 本)であったのに対し, 畝間中耕区で 23.1g (5 本), 除草機1回区で 13.8g (7 本), 除草機2回区では 6.1g (6 本)であり, 無除草区と比較して有意に低かった (図4)。

カンゾウの生育指数は, 除草処理を行った区でやや低い傾向が見られたが, 試験4週目の値を無除草区と比較した結果, 有意差は認められなかった (図5と表1)。なお, 除草処理による欠株の発生はなかった。収穫したカンゾウの1株あたりの根とストロンの乾燥重量に, 無除草区と除草処理を行った区との間で有意差は認められず (表1), 根のグリチルリチン酸含量についても有意差は見られなかった (表2)。

考察

本研究では株間の除草もできる除草機を用いて除草試験を実施した。その結果, 除草機1回・2回区で無除草区と比較して高い除草効果が認めら

れた。これは雑草管理で汎用される除草カルチを用いた畝間中耕と同等の効果であり, 1週間に1回の処理でも十分であることが明らかになった。さらに, 除草機を用いた処理は栽培1年目のカンゾウのグリチルリチン酸含量に影響を与えないことが示唆された。

本研究において, カンゾウ地上部の生育量および地下部の収量は, 試験区間に有意差はなかったものの, 無除草区と比較して除草処理を行った区で低い傾向が見られた。植物には接触刺激が定期的に加わると, 生長が抑制される性質があることが知られている⁹⁾。本研究では, 7月の除草処理開始前に各試験区の雑草をすべて取り除いたため, 無除草区のカンゾウは, その後雑草が再び繁茂するまでの一定期間, 光や養分を雑草と競合することなく生育した。一方, 除草処理を行った区のカンゾウは, 処理に伴う物理的な刺激により生長が抑制され, これらが栽培1年目の生育量および収量に反映されたと推察した。

また本研究では, 除草機を用いた試験区でも株

間に残草が認められた。これを改善するためには、圃場の土壌条件や生育ステージを考慮した除草機に取り付けるレーキの組み合わせなど、除草機の装置条件を検討する必要がある。

除草機による株間の除草は、雑草に物理的な衝撃を与えて引き抜くあるいは切断することによるため、雑草の草丈が 15mm 程度以下のとき効果が大きい⁶⁾。同様にカンゾウも定植後根が十分に発達するまでは、除草機により引き抜かれる可能性がある。そのため本研究では、カンゾウ定植から除草処理開始までの期間、除草は手作業により行った。除草機を用いた雑草管理では、カンゾウ生育初期の除草方法および除草機の施用開始時期の検討が不可欠である。

さらにカンゾウは栽培開始から収穫までに複数年を要することから、栽培 2 年目以降に適した除草方法など栽培期間全体を見通した体系的な雑草防除法の確立が求められる。

結論

本研究では、カンゾウ栽培における除草作業の軽労化を目的に、機械除草による雑草管理技術を検討した。その結果、レーキの装着により畝間だけでなく株間も除草できるトラクタ牽引型除草機を用いた機械除草が、カンゾウ栽培 1 年目の雑草防除に有効であることが示された。雑草量は、除草機による処理区で無除草区と比較して 30 分の 1 程度に有意に減少し、週 1 回の処理でも高い除草効果が示された。また、カンゾウ地上部の生育指数、収穫した根とストロンの乾燥重量および根のグリチルリチン酸含量に、試験区間で有意差はなかった。以上のことから、機械除草が栽培 1 年目のカンゾウの収量および品質に影響を与えないことが明らかとなり、株間除草ができるレーキを用いた機械除草は実用性が高いと判断した。

参考文献

- 1) 日本漢方生薬製剤協会生薬委員会編：原料生薬使用量等調査報告書「平成25年度および26年度の使用生薬，使用量および生産国」，日本漢方生薬製剤協会 (2016).
- 2) 日本漢方生薬製剤協会生薬委員会編：原料生薬使用量等調査報告書「中国産原料生薬の価格指数調査について」，日本漢方生薬製剤協会，(2016).
- 3) 藤田早苗之助：カンゾウ「薬用植物栽培全科」，農山漁村文化協会，p. 223-227 (1972).
- 4) 越智弘明：雑草害の実際「北海道の耕地雑草一見分け方と防除法」，柳沢朗，古原洋，越智弘明監修，北海道協同組合通信社，p. 100-105 (2009).
- 5) Braam J. 2005. In touch: plant responses to mechanical stimuli, *New Phytologist*, vol. 165 p. 373-389 (2005).
- 6) 田中義則：主要作物別の雑草防除法ー豆類（大豆，小豆，菜豆）「北海道の耕地雑草一見分け方と防除法」，柳沢朗，古原洋，越智弘明監修，北海道協同組合通信社，p. 124-130 (2009).

謝辞

本研究は、平成 28 年度農林水産省委託プロジェクト研究補助金 研究課題名「多収阻害要因の診断法及び対策技術の開発」により実施されました。関係各位に深謝いたします。

●五十嵐 元子（いがらし・もとこ）●

2006年 ドイツオスナブルック専門大学農学・景観建築学部園芸学科修了（修士）

（独）農業生物資源研究所

2014年 奈良先端科学技術大学院大学バイオサイエンス研究科博士後期課程修了

博士（バイオサイエンス）

奈良先端科学技術大学院大学

2016年 国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所
薬用植物資源研究センター北海道研究部

●林 茂樹 (はやし・しげき) ●

- 2005年 東京農業大学大学院生物産業学研究科博士課程修了
博士 (生物産業学)
北見工業大学
- 2006年 (独) 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
- 2015年 国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所薬用植物資源研究センター北海道研究部
(組織改組による名称変更)
- 2016年 同種子島研究部

●新庄 記子 (しんじょう・のりこ) ●

- 2006年 東京大学大学院薬学系研究科博士課程修了
博士 (薬学)
東京大学大学院医学系研究科
- 2007年 スウェーデンヨーテボリ大学生物医学研究科
- 2010年 イタリア国立研究所 (CNR) 生物分子化学研究部門 (ICB)
- 2012年 スウェーデンヨーテボリ大学神経生理化学研究科
- 2016年 国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所薬用植物資源研究センター北海道研究部

●菱田 敦之 (ひしだ・あつゆき) ●

- 1999年 東京農業大学大学院農学研究科博士課程修了
博士 (林学)
国立医薬品食品衛生研究所筑波薬用植物栽培試験場
- 2005年 (独) 医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター筑波研究部
(組織改組による名称変更)
- 2008年 同北海道研究部
- 2015年 国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所薬用植物資源研究センター北海道研究部
(組織改組による名称変更)

●川原 信夫 (かわはら のぶお) ●

- 1990年 星薬科大学大学院薬学研究科博士課程修了
薬学博士
国立衛生試験所 (1997年より国立医薬品食品衛生研究所に名称変更) 生薬部
- 1994年 カナダアルバータ大学化学科博士研究員
(1年間)
- 2009年 (独) 医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター
- 2015年 国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所薬用植物資源研究センター
(組織改組による名称変更)

●根本 英子 (ねもと・えいこ) ●

- 2004年 筑波大学大学院環境科学研究科修了 (修士)
(独) 農業技術研究機構北海道農業研究センター
- 2014年 北海道大学大学院農学院環境資源学博士後期課程修了
博士 (農学)
北海道大学
- 2016年 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構北海道農業研究センター (組織改組による名称変更)

●石川 枝津子 (いしかわ・しづこ) ●

- 1987年 北海道大学農学研究科博士後期課程修了
博士 (農学)
- 1988年 北海道大学農学部付属農場
- 1996年 北海道農業試験場
- 2015年 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構北海道農業研究センター
(組織改組による名称変更)

●村上 則幸 (むらかみ・のりゆき) ●

- 1991年 東京農工大学大学院農学研究科修士課程修了
農林水産省農業研究センター機械作業部
- 1999年 北海道農業試験場作物開発部
- 2000年 農学博士 (京都大学)
米国カーネギーメロン大学ロボット工学研究所客員研究員 (1年間)
- 2001年 (独) 農業技術研究機構北海道農業研究センター総合研究部
(組織改組による名称変更)
- 2003年 (独) 農業・生物特定産業技術研究機構北海道農業研究センター総合研究部
(組織改組による名称変更)
- 2006年 (独) 農業・食品産業技術総合研究機構生産支援システム研究北海道サブチーム
(組織改組による名称変更)
- 2011年 同水田作研究領域
- 2016年 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構北海道農業研究センター水田作研究領域
(組織改組による名称変更)
- 2017年 同大規模畑作研究領域

除草剤ペンディメタリンおよびクレトジムを用いたウラルカンゾウ栽培における農薬残留性とグリチルリチン酸含量に及ぼす影響

The effects of herbicides Pendimethalin and Clethodim on the agrochemical residues and glycyrrhizic acid contents in the harvest of cultivated *Glycyrrhiza uralensis*

菱田敦之, 菊池健太郎, 林 茂樹, 山口真輝, 川原信夫

国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所薬用植物資源研究センター北海道研究部
〒096-0065 名寄市大橋108-4

Atsuyuki Hishida, Kentaro Kikuchi, Shigeki Hayashi, Masaki Yamaguchi, Nobuo Kawahara
*Division of Hokkaido, Research Center for Medicinal Plant Resources,
National Institutes of Biomedical Innovation, Health and Nutrition
108-4 Ohashi, Nayoro, Hokkaido 096-0065 Japan*

受付日：2017年7月19日

受理日：2017年9月19日

要 約

本研究は、農薬を用いたウラルカンゾウ栽培における農薬の残留性、生育および品質に及ぼす影響を明らかにする目的で、作用機構が異なる2種の除草剤ペンディメタリン（土壌処理型）およびクレトジム（茎葉処理型）を各々3年間連用処理して、地下部の農薬残留性、根およびストロンの乾燥重量、根のグリチルリチン酸含量を検討した。3年生の地下部の農薬残留は、ペンディメタリンの標準処理区（300mL/10a）が0.008ppm、倍量処理区（600mL/10a）が0.015ppmであった。ペンディメタリンの残留と栽培年数との関係は1年生の地下部の標準処理区が0.02ppmとやや高い値であったが、その残留は栽培年数の経過に従い有意に減少することが明らかになった。なお、クレトジムは、3年間の栽培では標準処理区（75mL/10a）および倍量処理区（150mL/10a）のいずれも地下部に残留しなかった。これら除草剤処理による薬害は認められず、1株当たりの根の乾燥重量は無処理区と処理区の間で有意差は認められず、ストロンの乾燥重量は各薬剤処理区で増加が認められた。さらに3年生の根のグリチルリチン酸含量は無処理区および各処理区が1.84～1.99%の範囲にあり、根のグリチルリチン酸含量は薬剤処理の影響を受けないことが明らかになった。

Abstract

In this study, we have investigated the effects of herbicide application on *Glycyrrhiza uralensis* in cultivation, focusing on two herbicides with different modes of action, namely

Pendimethalin and Clethodim, which are applied via soil- and foliage-treatment, respectively. After three years of continuous treatment with these herbicides, the dry weights of roots and stolons, agrochemical residues in the underground parts, and glycyrrhizic acid contents in the roots were compared.

Agrochemical residue levels in the third year harvest were 0.008ppm for standard Pendimethalin application (300mL/10a), which was within the uniform limit (0.01ppm), and 0.015ppm when the herbicide was applied in double dose (600mL/10a). Pendimethalin residues in the first year harvest were relatively high, the standard application leading to 0.02ppm. However, a statistically significant decrease in agrochemical residue levels was observed during the course of the three-year study. By contrast, chemical residues were undetectable after Clethodim application at standard (75mL/10a) and a double dose (150mL/10a).

No harmful effect was observed in the growth of *G. uralensis* after Pendimethalin and Clethodim applications: no statistically significant difference between herbicide-treated and herbicide-free groups when root dry weights were compared. On the other hand, stolon dry weights were higher in herbicide-treated groups, particularly in those of double-dose Pendimethalin application. Furthermore, no significant difference was found in glycyrrhizic acid contents in the roots of third year plants from all groups (within 1.84~1.99%), indicating that the two herbicides do not affect the levels of glycyrrhizic acid.

Based on the above findings, we conclude that three-year standard applications of Pendimethalin and Clethodim in *G. uralensis* cultivation can increase the harvest without affecting glycyrrhizic acid contents, while conforming to the agrochemical residue limits.

はじめに

近年、医薬品原料の生産を目的とした国内での薬用植物栽培が再評価され、国内栽培の再開を目指した試験栽培が各地で行われている。一方、薬用植物の国内栽培において利用可能な除草剤等の登録農薬が少ないことから、雑草や病虫害の効果的な防除が行えず栽培普及の阻害要因となっている¹⁾。このような背景から、薬用植物における登録農薬を用いた栽培法に関する研究は薬用植物における登録農薬の適用拡大を促進するために必要不可欠であり、研究で得られる効果および薬害、さらに農薬残留性の基礎的な知見は薬用植物の国内栽培技術、収穫物の安全性および品質の向上に貢献できると考える。これまでに著者らは除草剤トリフルラリンを用いたカノコソウ栽培法を検討し、同栽培法はカノコソウに薬害を与えず除草効

果が高く、収穫した地下部の農薬残留は基準値よりも十分低い値であることを明らかにして、同薬剤のカノコソウへの適用拡大に貢献した²⁾。

本研究においてモデル植物としたウラルカンゾウは、根およびストロンが生薬「甘草」として漢方、生薬製剤等の医薬品原料および甘味料原料に利用されている。生薬「甘草」の国内使用量は年間1,565,371kg（平成26年度）であり使用量が多い薬用植物の一つである³⁾。

ウラルカンゾウの栽培試験が近年各地で実施され、生産者から除草剤の適用拡大が求められるようになったが、栽培は通常3年程度を要することから、長期間にわたり除草剤を連用することが想定される。そこで、基礎的な研究として除草剤の連用による農薬の残留性や品質に与える影響を検討する必要があると考えた。本報では、ウラルカ

ンゾウ栽培において土壌処理型除草剤ペンディメタリン (Pendimethalin) および茎葉処理型除草剤クレトジム (Clethodim) をそれぞれ個別に 3 年間連用処理し、その 3 年生株の農薬残留性、1 株当たりの収量、根のグリチルリチン酸含量を評価した結果、良好な成果が得られたので報告する。

実験方法

供試材料：医薬基盤・健康・栄養研究所薬用植物資源研究センターで保存されているウラルカンゾウ (北農試系, 導入番号 2710-66HK) *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. ex DC. を用いた。

定植日：2013 年 6 月 5 日にストロン苗を定植した。

栽植密度：畝幅 60 cm, 株間 50 cm

供試薬剤：ペンディメタリン (商品名 ゴーゴサン乳剤, 有効成分含量 30.0%), クレトジム (商品名セレクト乳剤, 有効成分含量 24.0%)

薬剤処理日：ペンディメタリンは 2013 年 6 月 6 日, 2014 年 5 月 28 日, 2015 年 5 月 18 日の 3 回散布した。クレトジムは 2013 年 6 月 24 日, 2014 年 6 月 23 日, 2015 年 6 月 26 日の 3 回散布した。

試験区と薬剤の処理量：ペンディメタリンは、標準処理区で薬量 300mL/10a, 倍量処理区で 600mL/10a 施用した。クレトジムは、1 年目 (2013 年) は標準処理区で薬量 50mL/10a, 倍量処理区 100mL/10a, 2 年目および 3 年目 (2014, 2015 年) の処理では標準処理区 75mL/10a, 倍量処理区で 150mL/10a 施用した。なお処理液の水量は 100L/10a とした。このほかに無処理区 (薬剤処理を行わない) を設定した。試験区の面積は 1 区当たり 7.2 m² (1.2mx 6 m) で各 2 反復実施した。

栽培管理：無処理区および薬剤処理区は、毎年 7 月下旬から手作業による除草を適宜実施した。

農薬残留性評価：収穫は 2013 年 10 月 31 日, 2014 年 11 月 12 日, 2015 年 11 月 27 日に行い、1 試験区につき 3 株 1 組とした。地上部を除去後、地下部を洗浄し新鮮状態の根とストロンを合わせて試料とした。農薬残留性の評価は、公定法に従い LC-MS を用いて地下部のペンディメタリン、クレトジム濃度を測定した。さらに試料の乾燥減量を測定した。

品質評価：農薬分析試料とは別に、2015 年 11 月

27 日に各試験区から収穫した。地上部を除去後、地下部を洗浄し根とストロンに切り分け、50℃で恒量に達するまで乾燥した。乾燥後、個体毎に根とストロンの乾燥重量を求めた。根は 3~4 株分を 1 組として品質評価用試料とし、第十六改正日本薬局方に準じてグリチルリチン酸含量を測定した。

なお、除草剤に関する試験は、公益財団法人日本植物調節剤研究協会が定める「畑作関係除草剤試験実施基準 (平成 16 年改定版)」に準じて実施した。

実験結果

1) ウラルカンゾウ地下部の残留農薬は、ペンディメタリンが 3 年生株の標準処理区 (300mL/10a) で 0.008ppm, 倍量処理区 (600mL/10a) で 0.015ppm 検出された。クレトジムは各年何れの試験区においても検出されなかった。各処理区の乾燥減量は 56.9~63.8% であった (表 1)。

2) ペンディメタリンを 3 年間連用処理した時のウラルカンゾウ地下部の残留値の推移は、栽培 1 年目の株で標準処理区 0.02ppm, 倍量処理区 0.04ppm と比較的高かったが、栽培年数の経過とともに減少した (図 1)。栽培年数が農薬残留値に及ぼす影響を検定した結果、栽培年数の経過とともに農薬残留値は有意に減少することが明らかになった (表 2)。

3) 3 年生ウラルカンゾウ 1 株当たりの部位別収量を比較すると、根は 21.4~32.8g で試験区間に有意差は認められなかった。ペンディメタリン倍量処理区では、ストロンが 90.7g で、無処理区の 56.7g より有意に高く、根とストロンを合わせた地下部も 123.5g で無処理区の 80.8g より有意に高かった (表 3)。

4) ウラルカンゾウ 3 年生株の各試験区の根のグリチルリチン酸含量は、1.84~1.99% で有意差は認められなかった (表 4)。

表1 除草剤ペンディメタリンまたはクレトジムを3年間連用処理したウラルカンゾウ地下部の農薬残留値と乾燥減量.

薬剤名	処理量	残留値 (ppm)	乾燥減量 (%)
ペンディメタリン	無処理	検出せず	61.3 ± 5.59
	300mL/10a	0.008 ± 0.006	60.3 ± 1.41
	600mL/10a	0.015 ± 0.001	60.6 ± 5.02
クレトジム	無処理	検出せず	56.9 ± 3.89
	75mL/10a	検出せず	62.1 ± 1.70
	150mL/10a	検出せず	63.8 ± 5.66

(n=2, 平均値±標準偏差)

定量下限値は、ペンディメタリンが0.002ppm, クレトジムが0.005ppm.

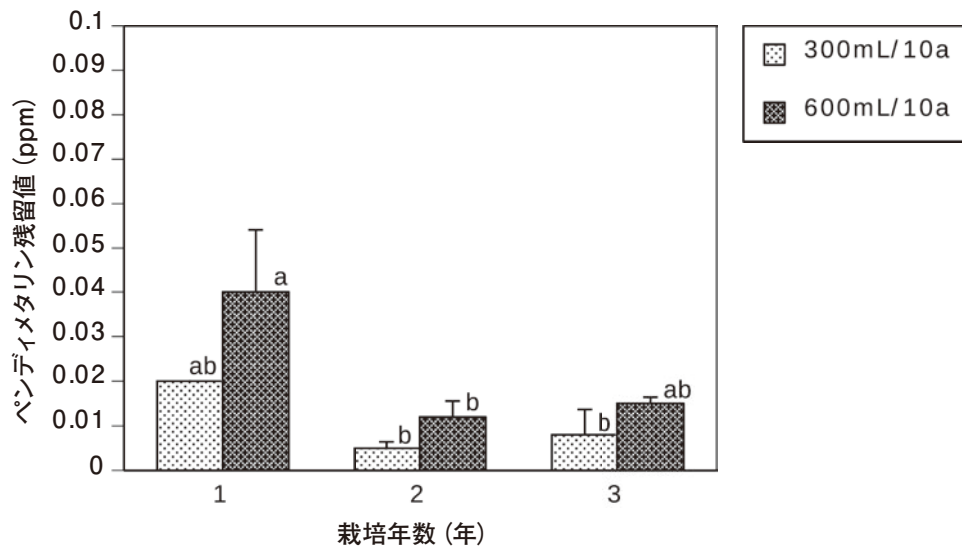


図1 除草剤ペンディメタリンを連用処理したウラルカンゾウ地下部の農薬残留値の推移.

試料は1試験区につき3株1組とし、地上部を除去後、地下部を洗浄し新鮮状態の根とストロンを合わせて分析試料とした (n=2).

試験区間の比較は Tukey-Kramer の HSD を用いた. 同じ文字でつながっていない水準は有意 (p<0.05) に異なる.

表2 分散分析法を用いた農薬残留性に影響する要因の検定

要因	自由度	平方和	F値	p値
処理量	1	0.000374	4.30	0.068
栽培年数	1	0.000685	7.87	0.021 *

* : p<0.05

表3 除草剤ペンディメタリンまたはクレトジムを3年間連用処理したウラルカンゾウの根およびストロンの乾燥重量.

薬剤名	処理量	N	地下部の乾燥重量 (g/plant)		
			根(A)	ストロン(B)	地下部(A+B)
無処理		37	24.1 a	56.7 b	80.8 b
ペンディメタリン	300mL/10a	18	21.4 a	73.9 ab	94.1 ab
	600mL/10a	25	32.8 a	90.7 a	123.5 a
クレトジム	75mL/10a	19	29.6 a	84.4 ab	114.0 ab
	150mL/10a	21	25.5 a	70.1 ab	95.7 ab

(平均値)

試験区間の比較はTukey-KramerのHSDを用いた. 同じ文字でつながっていない水準は有意 (p<0.05) に異なる.

表4 除草剤ペンディメタリンまたはクレトジムを3年間連用処理したウラルカンゾウ根のグリチルリチン酸含量.

薬剤名	処理量	グリチルリチン酸含量 (%)
無処理		1.97 a
ペンディメタリン	300mL/10a	1.99 a
	600mL/10a	1.84 a
クレトジム	75mL/10a	1.91 a
	150mL/10a	1.88 a

(n=6, 平均値)

グリチルリチン酸含量は第十六改正日本薬局方に従い測定した. 試験区間の比較はTukey-KramerのHSDを用いた. 同じ文字でつながっていない水準は有意 (p<0.05) に異なる.

考 察

1) 除草剤ペンディメタリンとクレトジムの農薬残留性

土壌処理型除草剤ペンディメタリンは、イネ科雑草を含む一年生雑草に効果を示し、一般農作物で広く利用される除草剤である。雑草発生前に土壌処理すると、土壌中の雑草種子に作用して強力な発生抑制効果を発揮し、同系統の薬剤であるトリフルラリンと比べ抑草期間は長い。一般農作物での処理量は10a当たり300mLである。

本研究において実施したウラルカンゾウ栽培におけるペンディメタリン処理では、1年目の残留値は標準処理区(300mL/10a)で0.02ppm検出されたが、栽培年数の経過とともに0.008ppmに減少した。ペンディメタリン等の土壌処理型除草剤

は、薬剤が散布された後土壌表面から1cm程度の深さまで浸透して薬剤の処理層を形成し、この処理層に含まれる雑草種子の発芽を抑制する。ウラルカンゾウの栽培において薬剤を処理する場合、ストロン苗は処理層直下の浅い位置にあり、栽培1年目に発達する根やストロンはまだ細い。この段階で根やストロンに処理層のペンディメタリンが付着すると、その残留値は相対的に高く評価される。栽培年数の経過に伴い、根やストロンは太く充実し、さらに処理層よりも深い位置で発達することから残留値は相対的に減少したと考えた。

一方、茎葉処理型除草剤クレトジムは比較的新しい薬剤であり、雑草発生期に茎葉処理を行うとスズメノカタビラ等のイネ科雑草に対して選択的に殺草効果をもつ除草剤である。その処理量は

10a 当たり 50~75mL である。

ウラルカンゾウ栽培におけるクレトジム処理では、栽培 1 年目において標準処理区 (50mL/10a) および倍量処理区 (100mL/10a) のいずれも残留は認められず、栽培 2 年目から標準処理区の処理量を 75mL/10a、倍量処理区の処理量を 150mL/10a に増やしても検出されなかった。クレトジムは、雑草の茎葉部に散布する茎葉処理型であるが、非イネ科植物、特にウラルカンゾウを含むマメ科植物は、クレトジムの植物体に吸収した後速やかに代謝する特徴があり、その結果、地下部においても残留が検出されなかったと考えた。

一部の薬用植物では、農薬残留基準がマイナー作物の例に従い設定されている。即ち各薬用植物は「農産物等の食品分類表 (厚生労働省食品安全部)」に従い区分され、この区分に対し農薬の残留基準が設定されている。ウラルカンゾウを含むカンゾウは、「農作物等の食品分類表」の「野菜類」に区分され、さらに「その他のスパイス」に細分されているが、「その他のスパイス」に対するペンディメタリンの基準値は現在設定されていない。このような経緯から、参考としてトウキ、センキュウおよびカノコソウ等多くの薬用植物が区分されている「その他の野菜」のペンディメタリンの残留基準値 0.1ppm と比較すると、本研究での標準処理区の 0.008ppm は十分低い値であると考えた。なおクレトジムは、「その他のスパイス」に基準値 1ppm が設定されている。

2) ペンディメタリン、クレトジムが地下部の生育およびグリチルリチン酸含量に及ぼす影響

ペンディメタリンあるいはクレトジムの連用処理が地下部の生育に及ぼす影響を検討した。その結果、1 株当たりの根の乾燥重量はペンディメタリン、クレトジムのいずれにおいても処理区で無処理区よりも高い値であったが有意差は認められなかった。一方、ストロンの乾燥重量は、ペンディメタリンの処理量に伴い増加し、倍量処理区では無処理区に対して有意に増加した。クレトジムの場合も、ストロンの乾燥重量は無処理区に対して処理区で増加傾向が認められた。

無処理区における根やストロンの減収は、ウラルカンゾウが雑草により生育阻害を受けたことに起因したと考えた。北海道名寄市においては雑草の発生は雪解け直後 (4 月下旬) から始まる一方、生育に温度と日照を必要とするウラルカンゾウの萌芽は 5 月下旬から 6 月中旬であることから、無処理区のウラルカンゾウは萌芽期から光や養分を雑草と競合する状況にあったと考えた。本研究において、特にペンディメタリン処理でストロンの増収が見られたことは、土壌処理型除草剤ペンディメタリンが雑草発生初期から一定期間処理土壌全域の雑草の発生を抑制する特性があり、土壌に深く伸長する根よりも水平方向に発達するストロンの生育に寄与した結果と推察した。

ペンディメタリンあるいはクレトジムの 3 年間連用処理したウラルカンゾウの品質を、グリチルリチン酸含量を指標として評価した結果、いずれも無処理区と処理区の間で有意差が認められず、これらの除草剤を用いた栽培法はウラルカンゾウの品質に影響を与えないことを明らかにした。

グリチルリチン酸の測定方法が第十七改正日本薬局方 (以下、JP17) から変更された結果、第十六改正日本薬局方 (以下、JP16) による測定値と比較すると、同一サンプルであっても JP17 では低い値を示す。本研究とは別に実施したウラルカンゾウ (北農試系、3 年生株) を用いた JP17 と JP16 の測定法の比較により、JP16 による測定値に係数 0.956 を乗じることで JP17 の近似値が得られることを確認している。この係数を用い本研究のグリチルリチン酸含量 (表 4) を換算すると、JP17 に従うグリチルリチン酸含量の近似値は 1.76~1.90% と推定された。

3) 薬用植物の登録農薬の適用拡大における課題

現在、登録農薬の適用拡大を目的とした作物残留性試験では、対象作物の栽培期間が複数年に及ぶ場合であっても栽培期間に合わせた薬剤の連用処理は行わず、収穫年次の植物体に単年度の薬剤処理を実施してその収穫時における農薬の残留性を評価する。例えば栽培期間 3 年としたウラルカンゾウの作物残留性試験では、生育 3 年目の植物

体に薬剤を散布処理し、一定期間を経た後収穫して農薬の残留性を評価する一連の試験が実施される。

登録農薬の適用拡大を目的とした作物残留性試験により、これまでに広範囲の農産物について農薬残留性に関する基礎的なデータが蓄積され、一般農作物に関しては安全性の確保が行われていると言える。一方、医薬品原料に用いる薬用植物は栽培期間が複数年にわたる植物が多く、医薬品原料としての品質を考慮する必要がある。今後、従来の作物残留性試験で得られるデータとともに、薬剤の連用処理による農薬残留性や品質に及ぼす影響を検討して基礎的な情報を整備する必要があると考える。

本研究では実際の薬用植物栽培に基づき、ウラルカンゾウの3年栽培を実施した。栽培では複数年にわたり除草剤ペンディメタリンあるいはクレトジムを処理したが、利用部位である地下部の農薬残留性は十分低く、また、薬剤処理はウラルカンゾウの指標成分であるグリチルリチン酸含量にも影響を与えないことを明らかにした。さらに、これら除草剤を用いた栽培では根やストロンの増収が期待できることが示唆された。これらの成果は、知見が少ない除草剤を用いたウラルカンゾウの栽培における農薬残留性や品質への影響についての基礎的な情報として、ウラルカンゾウの登録農薬の適用拡大に大きく貢献すると考える。

結 論

土壌処理型除草剤ペンディメタリンあるいは茎葉処理型除草剤クレトジムを3年間連用処理したウラルカンゾウの栽培では、3年生株においてペンディメタリンの残留値が、一般農作物で汎用されている標準処理区(300mL/10a)で0.008ppm、倍量処理区(600mL/10a)で0.015ppmであり、「その他の野菜」の基準値(0.1ppm)よりも低い値であった。栽培年数とペンディメタリンの残留値の関係は、1年生株の標準処理区では残留値が0.02ppmであったが、分散分析法を用いた解析により栽培年数の経過とともに減少することが明らかになった。クレトジムは標準処理区(75mL/10a)

および倍量処理区(150mL/10a)でいずれも残留しなかった。除草剤を用いた栽培によるウラルカンゾウへの薬害や生育阻害は認められず、ペンディメタリンおよびクレトジムの施用はいずれも1株当たりのストロンの乾燥重量を増加させることが示唆された。さらにこれらの除草剤を用いた栽培は、根のグリチルリチン酸含量に影響を与えないことが明らかになった。以上の結果からウラルカンゾウ栽培にペンディメタリンおよびクレトジムを用いることで、ウラルカンゾウの安全性や品質を確保し、最も労力を要する除草作業が軽減できると結論した。

参考文献

- 1) 菱田敦之：薬用作物栽培における除草剤の必要性と登録拡大，植調，**51(5)**p.7-10(2017)。
- 2) 菱田敦之，林茂樹，川原信夫：カノコソウ栽培における除草剤トリフルラリンの除草効果と農薬残留性，薬用植物研究，**37(2)**，p.18-21(2015)。
- 3) 日本漢方生薬製剤協会：原料生薬等調査報告書(4)－平成25年度および平成26年度使用量一。日本漢方生薬製剤協会(2016)。

謝 辞

本研究は、平成25年度および平成26年度厚生労働科学研究費補助金、平成27年度日本医療研究開発機構委託研究(創薬基盤推進研究事業)研究課題名「薬用植物，生薬の持続的生産を目指した新品種育成および新規栽培技術の開発並びにこれらの技術移転の基盤構築に関する研究(H25-創薬-一般-003)」により実施されました。関係各位に深謝いたします。

●菱田 敦之 (ひしだ・あつゆき) ●

- 1970年 大阪府東大阪市生まれ，東京育ち
 1999年 東京農業大学大学院農学研究科博士課程修了
 博士（林学）
 国立医薬品食品衛生研究所筑波薬用植物栽培
 試験場
 2005年 (独)医薬基盤研究所薬用植物資源研究センタ
 ー筑波研究部（組織改組による名称変更）
 2008年 同北海道研究部
 2015年 国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所
 薬用植物資源研究センター北海道研究部
 （組織改組による名称変更）

●菊池 健太郎 (きくち・けんたろう) ●

- 1983年 神奈川県横須賀市生まれ
 2012年 東京農業大学大学院生物産業学研究科博士
 課程満期退学
 2013年 (独)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
 2015年 国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所
 薬用植物資源研究センター北海道研究部
 （組織改組による名称変更）

●林 茂樹 (はやし・しげき) ●

- 1977年 奈良県奈良市生まれ
 2005年 東京農業大学大学院生物産業学研究科博士
 課程修了
 博士（生物産業学）
 北見工業大学
 2006年 (独)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
 2015年 国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所
 薬用植物資源研究センター北海道研究部
 （組織改組による名称変更）
 2016年 同種子島研究部

●山口 真輝 (やまぐち・まさき) ●

- 1982年 東京都三鷹市生まれ
 2013年 東京電機大学大学院先端科学技術研究科博士
 課程修了
 博士（工学）
 2013年 (独)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
 2015年 国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所
 薬用植物資源研究センター北海道研究部
 （組織改組による名称変更）

●川原 信夫 (かわはら・のぶお) ●

- 1962年 東京都大田区生まれ
 1990年 星薬科大学大学院薬学研究科博士課程修了
 博士（薬学）
 国立衛生試験所（1997年より国立医薬品食
 品衛生研究所に名称変更）生薬部勤務
 1994年 カナダアルバータ大学化学科博士研究員
 （1年間）
 2009年 (独)医薬基盤研究所薬用植物資源研究センタ
 ー
 2015年 国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所
 薬用植物資源研究センター
 （組織改組による名称変更）

薬用植物の筒栽培に関する研究 2 実用栽培に向けたウラルカンゾウの筒栽培 1

Studies on cultivation of Medicinal Plants using Tubes 2
For practical cultivation of Experimental Growing in Tubes of *Glycyrrhiza uralensis* 1

末岡 昭宣, 吉岡 達文, 野村 知史, 草野 源次郎

新日本製薬株式会社薬用植物研究所
〒740-0602 山口県岩国市本郷町本郷275

Akinobu Sueoka*, Tatsufumi Yoshioka, Tomofumi Nomura, and Genjiro Kusano
Research Laboratory for Medicinal Plant Resources, Shinnihonsei-yaku Co., Ltd., Hongo 275,
Hongo-machi, Iwakuni city, Yamaguchi Pref. 740-0602 Japan

受付日：2017年9月26日

要 旨

ウラルカンゾウ *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. (マメ科) の筒を使う試験栽培を 10 年間行い、薬用作物学的な知見を蓄積したので、その経過を報告する。今回報告することは、1. 発芽試験, 2. モンゴル由来実生品の栽培および試験栽培用培土の選択, 3. 培土充填と安定な筒設置, 4. 定植後の給水管理, 5. 病虫害防除, 6. モンゴル由来実生栽培品の収穫および評価, 7. 優良系統選抜および増殖方法, 8. クローン苗栽培品の評価, 9. カンゾウの根に対する締め付けの影響について研究した経過についてである。

Abstract

We have cultivated experimentally *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. (Leguminosae) using tubes in greenhouses for 10 years to accumulate many kinds of knowledges on medicinal plant crops. Following contents such as germination test (1), cultivation of Mongolian derived seedlings and selection of soils for experimental growing in tubes (2), putting soil in tubes and keeping the tubes vertically (3), water management after planting (4), preventing damages due to pathogenic microorganisms, insects, and others (5), harvest and evaluation of Mongolian derived seedling cultivar (6), selection of excellent kinds and methods for increasing them (7), evaluation of clone seedlings cultivation (8), effect of the aperture of the roots (9) are reported.

緒言

著者らは、2007 年から、培土を充填した塩ビ管や耐水紙筒を利用して栽培する方法（以下筒栽培と呼ぶ）¹⁾ によって、ウラルカンゾウの試験栽培を行い、多くのことを明らかにし、本誌資料²⁾、

第 4 回～第 7 回甘草に関するシンポジウム³⁾、薬用植物フォーラム⁴⁾、ファインケミカルシリーズ⁵⁾などで報告してきた。その結果、実用栽培の段階に入ることができたので、試験栽培を通して明らかにした、1. 発芽試験, 2. モンゴル由来実生品

の栽培および試験栽培用培土の選択, 3. 培土充填と安定な筒設置, 4. 定植後の給水管理, 5. 病虫害防除, 6. モンゴル由来実生栽培品の収穫および評価, 7. 優良系統選抜および増殖方法, 8. クローン苗栽培品の評価, 9. カンゾウの根に対する締め付けの影響などについて検討した経過を詳述する。

材料および方法 (I-1 ~ 9)

I-1. 発芽試験

栽培試験に供したウラルカンゾウの種子は、モンゴル由来のものを使用した。まず、発芽の有無を確認するため、ガラスシャーレに脱脂綿を敷き、コントロール区として蒸留水区、試験区としてジベレリン 50ppm 区、ラクトクリエイト 100 倍液・1,000 倍液区（クリエイト）を設け、それぞれ脱脂綿へ液を染みこませた。その上へ 1 シャーレ 10 粒の種子を蒔き、25℃に設定したインキュベーター内・ビニールハウス内（最低 10℃/最高 30℃）で管理した。また、上記の各液に 1 昼夜浸漬させた種子 30 粒を 200 穴セルトレーに 1 粒蒔きし、ハウス内で管理した。培土はメトロミックス 360 (SUN GRO 社) を使用し、バーミキュライトで種子が隠れる程度に軽く覆土し管理した。ハウス内は暖房機で加温（設定 15℃）し、セルトレーはベ

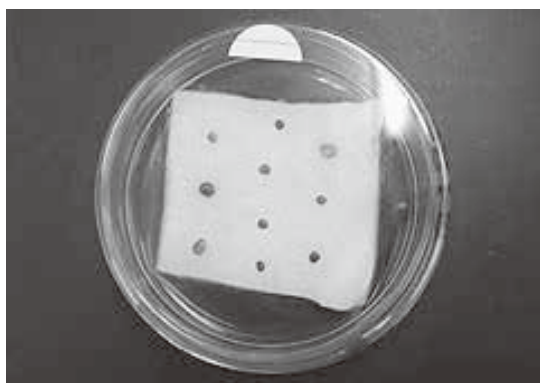


写真1 ウラルカンゾウ種子発芽試験

ンチ上の温熱ヒーターマット上で管理、種子が乾かないよう適宜灌水を行った。

I-2. モンゴル由来実生品の栽培および筒栽培試験用培土の選択

試験栽培用の培土は、排水性が良く軽質な土壌

を目指し、健康な土（東洋林産）・メトロミックス (SUN GRO 社)・ボラ土微粒（緑産業）・パーライト（三井金属）・バーミキュライト（三井金属）・カナダ産ピートモス（王子緑化）を使用し、飼料用混合器もしくはモルタル用ミキサーを用いて、表1に示す割合で混合し、10種類の培土を調製した。

塩ビ管(直径10cm×4mV.U)は、業者より購入し、長さ50~80cmに切断して用いた。排水用の穴(径5~8mm)を5~13個開けたキャップ(図1)を底に付け、混合培土を充填し、10℃設定(2月~3月初旬)で加温したビニールハウス3棟に、各80cm筒500本、50cm筒220本の計2,160本を設置した。筒間は図2のように間隔を開けない0cm区、10cm区、20cm区を設け、植栽間隔の影響を調査した。各筒には3粒(3カ所×1粒)を播種し(3月中旬)、また比較のため1筒に3本の200穴セルトレー苗を定植した区を設けた(4月初旬)。栽培期間中、追肥は行わず元肥のみとした。収穫した根の重量は、生・乾燥に関わらず基本的に根頭部・ストロン・細根を除去し測定した。乾燥重については、40℃・24時間機械乾燥した根を測定した。

I-3. 培土充填と安定な筒設置方法

栽培筒へ培土を充填後、設置場所へ移動するため、市販のアルミ運搬車を改良し利用した。また、筒を安定的に設置するため、25φ直管パイプと切り花用ネットを組み合わせて使用した¹⁾。その他、筒の移動には、ガスボンベなどの運搬に使われる鉄もしくはアルミ製のキャリアを利用した。

I-4. 定植後の給水管理

定植および播種後、根が活着するまでの生育初期には、地下水(井戸水)を筒上部へ手灌水にて給水した。定植後から1週間程度はほぼ毎日灌水を行い、その後は徐々に間隔を開けていった。カンゾウの根は1日に1~2cm伸長すると言われており、80cmの筒を使用した場合にも、定植後3ヶ月も経過すれば、筒下へ根が伸長している。筒下の畝へ根が伸長してからは、筒への給水は停止し、収穫まで灌水は行わないようにした。

表 1 試験培土配合表

資材名/試験培土	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10
健康な土	単体	単体	単体	単体	50%	54~56%	75%	80%	75%	
ピートモス(無調整)					15~20%	12~15%	25%	20%		
パーライト1号					10~15%	10~15%				
パーミキュライトL					10~15%	10~15%				
ボラ土(微粒)					10~15%	10~15%				33~35%
メロミックス									25%	65~67%
肥料A(N2.2P4.2K0.6)		1%	2%		1%	1%	1%	1%	1%	1%
肥料B(N3.0P3.0K0.8)				10%						
有機石灰(卵殻粉)					0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%

図 1 筒底キャップ排水穴数および穴径

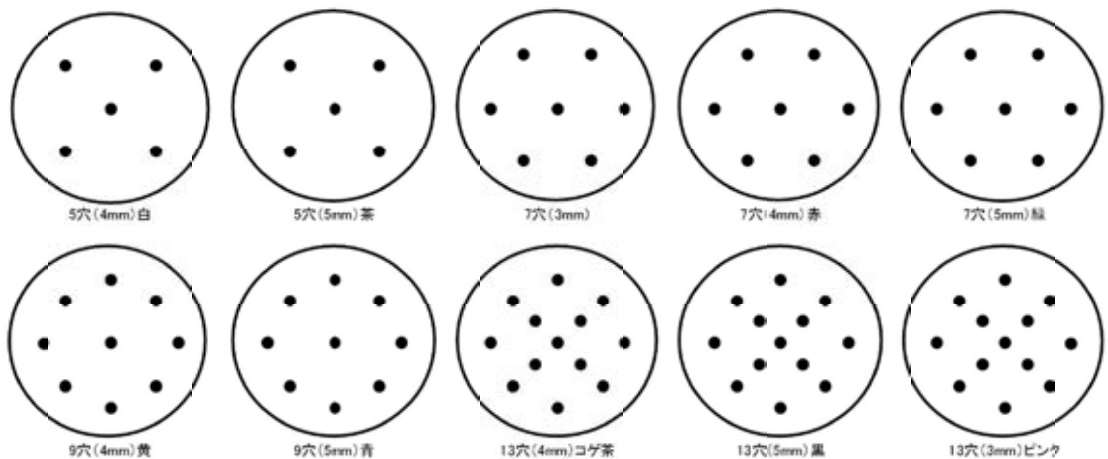
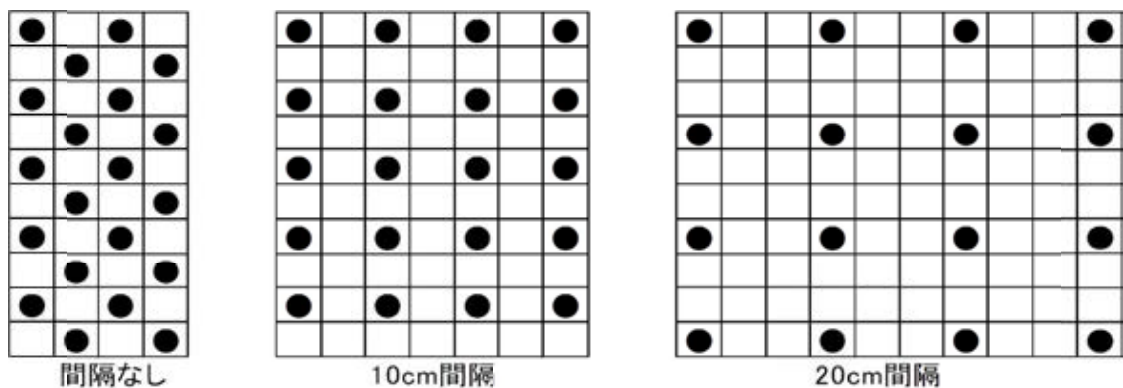


図 2 栽培筒間隔



I-5. 病虫害防除

カンゾウに付く害虫は、主にアブラムシ・ハダニ・アザミウマ・ヨトウムシやヤガ類の幼虫等が挙げられる。病害については葉や株元へカビが発生するが、株が枯れることは少なく、周りへ拡大していくことはほとんどなかった。

現在、カンゾウに適用のある薬剤は無く、病虫害が発生した場合には防除が困難となるが、野菜類として適用のある薬剤を使用し防除した。

また、筒栽培においてもカンゾウの株元(筒内)や栽培筒設置面に雑草が生える。そのまま放置し

ておくと病虫害の発生原因となり、また通気性の悪化など生育に悪影響を及ぼすため、雑草が大きく生長する前に除去した。

I-6. モンゴル由来実生栽培品の収穫および評価

モンゴル由来実生栽培品の収穫・調製を以下の手順にて行った。①地上部茎葉を株元で切り取り収穫場所へ移動する。②筒底のキャップを取り外し、中身を篩にかけ土を取り除く。③高圧洗浄機で水洗する。④根頭部を切り分け水気を切る。⑤根表面が乾いた時点で根重(生)・根長・根幅を測

定し、細断（5mm 角程度）後、乾燥する。

根の調製後、グリチルリチン酸（以下 GL と省略）含有量を測定した。GL 含量は、1 年栽培品を根皮と中心柱に分け測定し、2 年栽培品については、重量別に大・中・小 3 つに分け、根重による差がないか比較した。ストロンが伸長しているものについてはその GL 含量を測定し、また根の先端部の断面の色が濃い黄色のものを 20 個体選別し GL 含量の測定を行った。分析用サンプルは、細断・粉碎後速やかに分析を行ったが、対応できない場合は、20℃程度の恒温室内で乾燥状態にて保管した。

【グリチルリチン酸含有量測定方法】

試料溶液の調製法

- 1) 甘草の根頭部を除き、根とストロンに分け、それぞれ全量を裁断・乾燥（105℃, 5hr）させた後、ワンダーブレンダーで粉碎する。
その後、ふるい（75 μm）にかけ、100mg 精秤する。
- 2) 1) にパラオキシ安息香酸プロピル（内部標準）50mg/500mL に、調製した 50% エタノール 10mL を加えよく振った後、超音波で 20 分抽出し、抽出液を回収する。
- 3) 0.45 μ のフィルターで濾過し試料溶液とする。

標準溶液の調製法

- 1) パラオキシ安息香酸プロピル（内部標準）50mg を精秤し、50% エタノールを加え、50mg/500mL に調製する。
- 2) グリチルリチン酸を 40mg 精秤し、1) に溶かして 100mL にメスアップする。
- 3) 2) を 1mL 取り、1) で 10mL にメスアップする。

液クロ操作条件

カラム：関東化学 Mightysil RP-18GP 4.6×150mm
ODS(3 μm)
カラム温度：20～25℃
注入量：10 μL
移動相：酢酸 (1→15)/ アセトニトリル = 3/2
流速：0.75mL/min
検出：UV254nm

I-7. 優良系統選抜および増殖方法

モンゴル由来種子を使用した試験栽培の結果から、カンゾウを栽培していく上においても、野菜・花卉・果樹のように品種が必要と考えられ、取り組んでいる。現在、継続中ではあるが、優良系統の選抜について少し報告する。また、優良品種を開発した際には、クローン苗の増殖が重要となることから、これまで行われてきたストロンを利用した増殖およびその他の増殖法について、その取り組みを報告する。

I-8. クローン苗栽培品の評価

クローン苗については、組織培養により増殖した数系統を、筒長 50～80cm の栽培筒を使用し、選抜した No.5 の培土へ 4 月中旬に定植を行い、翌年 11 月～12 月に収穫した。根を洗浄後、根数・根長・根幅・根重を調査後、GL 含量の測定を行い、クローン栽培品の評価を行った。根重については、生重量および乾燥重量を測定し、根の乾燥は前述の条件にて行った。一部、甘草屋敷系統についてはフラボノイド含量を測定し、市場品と比較した。

【フラボノイド (liquiritigenin, isoliquiritigenin, formononetin) 含有量測定方法】

試料溶液の調整法

- 1) 甘草の根頭部を除き、根とストロンに分け、それぞれ全量を裁断・乾燥（105℃, 5hr）させた後、ワンダーブレンダーで粉碎する。
- 2) 乾燥粉末を 300mg 精秤し、35% HCl - H₂O - MeOH(1:2:2) の溶液 8mL を加え、2 時間還流、濾過後、10mL にメスアップし、10 μL を HPLC へ注入する。

液クロ操作条件

カラム：Inertasil ODS - 3 column (100×4.0mmi.d.;
3 μm)
カラム温度：40℃
注入量：10 μL
移動相：1% acetic acid: アセトニトリル = 74 : 26
流速：0.6mL/min
検出：UV254nm

I-9. カンゾウの根に対する締め付けの影響について

カンゾウ筒栽培品の GL 含量を測定する中で、筒下先端根の含量が非常に高いものがしばしば見られた。その理由として、筒下へ伸長した根は、排水穴を通り筒下へ伸長するが、その際、排水穴により根が締め付けられた状態となり、これが何らかの影響を与えているのではないかと推測した。ただし、カンゾウの根は根頭部側よりも先端部で GL 含量が高いことから、根の締め付けの影響の有無を確認するため、以下の試験を行った。

1) 筒底排水キャップの有無による比較

筒栽培を行う中で、筒底には排水用の穴を開けたキャップを取り付ける。筒底へ伸長した根は排水穴を通り筒下へ伸びていくが、ここで根の絞りが発生することになる。そこで、栽培筒へキャップを取り付けず、地面へ直接設置し栽培したものを対照区として、筒底キャップを付けたものとの比較を行った。試験種苗には、岩国選抜品培養苗を使用し、栽培筒は 50cm・80cm・100cm の 3 種類を使用した。定植は 4 月に行い、翌年 11 月に収穫を行った。収穫した根は、筒下の先端根、100cm 筒では長さで 4 等分、80cm 筒は 3 等分、50cm 筒は 2 等分に分け、根頭部側を①とし、それぞれの GL 含量を測定した。

2) 絞り板を使用した栽培筒内での根の締め付け試験

筒底キャップとは別に、栽培筒内で根の締め付けが出来るよう 7~8mm の穴を十数個開けたアクリル製の絞り板を作成し、筒内に設置し根を締め付けることを試みた。栽培筒は 80cm の長さを使用し、筒底へはキャップを取り付けた。絞り板の

位置は、上から 10cm・20cm・30cm・40cm の位置へ設置した。5 月に岩国選抜品培養苗を定植し、翌年 11 月に収穫後、絞り板を境に根を上部・下部に分け、それぞれ GL 含量を測定した。対照区として絞り板を使用せずに栽培し収穫した根を、絞り板と同位置で切断し、上部・下部として比較した。また、岩国選抜品のストロン苗および培養苗を使用し、絞り板を上部より 10cm と 30cm 下へ 2 枚設置し栽培を行った。収穫後、1 枚目の絞り板より上の根を上部、絞り板と絞り板の間を中部、2 枚目の絞り板より下を下部とし、GL 含量及び収量の測定を行った。

結果および考察 (II-1 ~ 9)

II-1. 発芽試験

ガラスシャーレへ播種したウラルカンゾウ種子は、翌日には吸水して膨らみ、翌々日には発根を確認した(写真 2)。しかしながら発根する種子は少なく、どの区も 1~4 粒程度(表 2)であり、吸水しない種子は 1 カ月経過後もそのままの状態であった。インキュベーター・ハウスの比較では差はあまり見られず、試験区別ではジベレリン区で若干高くなる傾向が見られた。またセルトレーへ播種したものについても発芽率は低く 20~30% となった。この結果から種子の発芽率を向上させるためには、種子を吸水させやすくする発芽処理が必要であると考えられた。

ウラルカンゾウ種子の発芽処理については種々検討されてきた^{6), 7)}。そこで、著者らは、独立行政法人医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター北海道部(当時)を参考に、家庭用精米機



写真 2

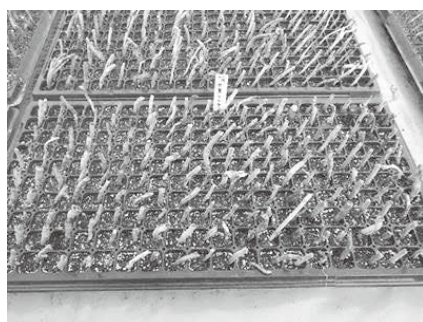


写真 3

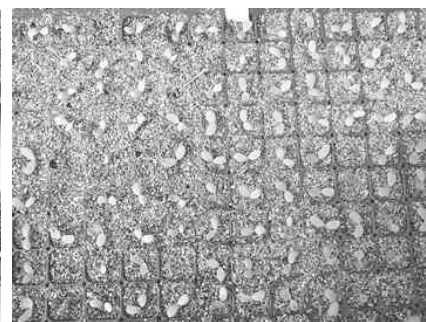


写真 4

(SATAKE マジックミル) を使用し、種皮に傷をつける発芽処理法を試みた。

1 例をあげると、種子 5 合を精米機に入れ、回転速度を「胚芽」で 3~4 分間処理し、これを 2 回繰り返した。処理済みの種子を 200 穴セルトレーに 1 粒播きした結果、写真 3・4 のように 90% 以上発芽した。未処理の種子を数ヶ月間吸水処理した場合に、発芽しなかった種子について、同様の精米機処理をすると、ほぼ全粒発芽した。

表 2 発芽試験結果 (モンゴル由来種子)

試験区	発芽数		発芽合計
	播種2日後	播種3日後	
インキュベーター内			
蒸留水	1	1	2
ジベレリン50ppm	2	2	4
ラクトクリエイト100倍	1	1	2
ラクトクリエイト1,000倍	1	1	2
ビニールハウス内			
蒸留水	1	1	2
ジベレリン50ppm	1	2	3
ラクトクリエイト100倍	1	1	2
ラクトクリエイト1,000倍	1	1	2

II-2. モンゴル由来実生品の栽培および筒栽培試験用培土の選択

3 月中旬に家庭用精米機で発芽処理した種子を半日~1 日ほど吸水させ、膨らんだ種子を 1 筒 3 粒となるよう播種した。発芽は 4 日後から始まったが、一斉に発芽することは無く、発芽日数にバラツキが見られた。発芽が見られなかった箇所には、再度処理済みの種子を播種した。処理済み種子の発芽不揃いや発芽不良の原因としては、処理の不十分さ・培土の水分量・ハウス内の気温等が考えられた。加温したハウス内でのセルトレーへの播種試験では、90% 以上の発芽率であったことから、発芽不良の原因は栽培ハウス内の気温、特に夜温の低さが原因と思われた。

セル苗の栽培筒への移植については 4 月初旬に行い、1 筒 3 本植えとした。苗の移植は、活着率や労力的負担から直播きに劣ると言われているが⁶⁾、セル苗の移植では枯死するものは少なく、初期生育も良好であったことから、筒栽培ではセル苗を植え付ける方法が適していると判断した。夏季はハウス内温度が 40℃ を超えるため、梅雨開け後の 7 月中旬~9 月中旬には、遮光率 30~40% の

寒冷紗でハウスを覆い、ハウス内 2ヶ所に取り付けた送風ファンを回すことで 5℃ 程度、ハウス内の気温を下げる事ができた (図 3)。しかしながら、カンゾウは日射を非常に好む植物であり、遮光をすることで収量が減少することが考えられるため、ハウス内での作業量が少なければ遮光をする必要はない。

直播きでは、根は直根で肥大化するが、根の上部での分枝が少なく、一方、セル苗の移植では、根は上部で数本に分かれ、それぞれが肥大した。2 年生株は、早いものでは 2 月下旬から萌芽を始め、気温が高くなると共に生育は速まり、5 月下旬~6 月に生育盛期となった。

その後は、高温多湿になるにつれ、地上部の生育は停止し、2 年生株は葉が褐色化・落葉するなど地上部の状態が悪くなる傾向が見られた。

モンゴル由来実生株の茎は、直立せず横方向に伸長したため、草丈や葉数では生育状況を比較し難く、そのため各区の収穫本数や根収量を比較し培土の選抜を行った。収穫は 1 年栽培品を 11 月に、2 年栽培品を翌年の 12 月に行った。その結果、筒の長さに関わらず、筒の設置間隔が広い方が、収量が高くなることを確認できた (表 3.4)。これは、モンゴル由来実生株の茎が直立性ではなく横に伸びていくタイプであり、筒間隔が広い方が、葉が重ならず日射を十分に確保出来たためと考えられる。また、ハウス B では他のハウスと比べ収量が高くなっていることが分かる。このことから、初期生育には栽培筒内の培土が重要となるが、筒下へ根が伸びてからはハウスの土壌が大きく影響するものと考えられた。

そのため、3 ハウスの土壌分析を行い比較した。その結果が表 5 であるが、それぞれの項目の数値は似た傾向を示しており、特に大きな差は無いものと判断した。多量要素が過剰となっている理由としては、カンゾウ栽培以前にハーブ苗を生産しており、その時の液肥等肥料成分が蓄積したと考えられる。

表 4 の結果から、No. 3・No. 5・No. 7 の培土を 1 次選抜し、最終的には No.5 の培土をカンゾウ筒栽培用培土とした。

図3 8月におけるハウスCの温度変化

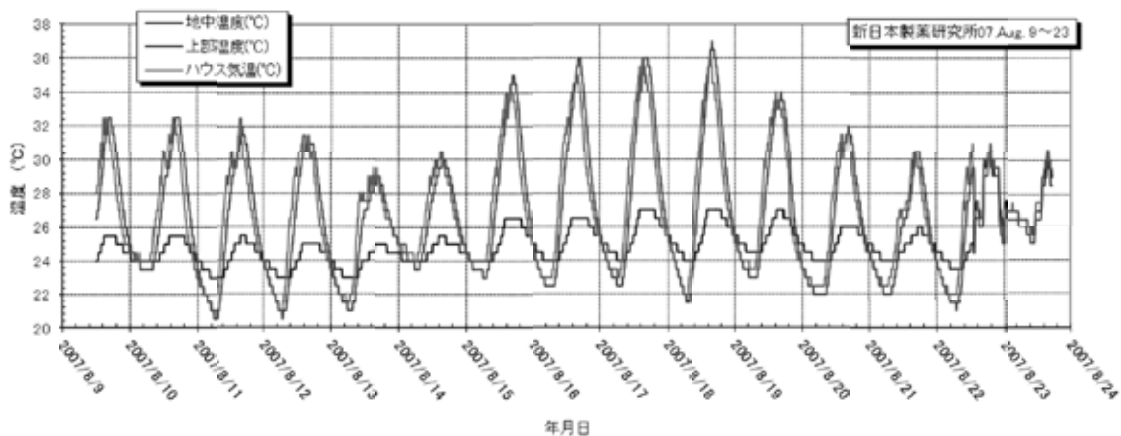


表3 筒設置間隔による根収量の比較 (モンゴル由来実生1年栽培品)

筒間隔 (cm)	根長 (cm)	80cm			乾燥根重(g)	50cm			乾燥根重(g)	
		根元	先端	根数		根長(cm)	根元	先端		根数
0	74.5	16.70	7.92	1	56.6	49.5	12.32	5.24	2	20.7
	66.0	14.37	9.65	1	38.8	35.5	15.07	14.55	1	35.6
	72.5	19.40	8.85	2	43.8	42.0	11.74	8.33	1	16.1
	69.0	13.10	4.68	1	32.5	47.5	10.82	3.40	1	13.1
Ave.	70.5	15.89	7.78		42.9	43.6	12.49	7.88		21.4
10	68.0	21.70	7.24	1	88.8	46.0	13.74	9.49	1	28.3
	65.0	20.17	13.28	1	68.5	53.5	17.94	7.55	1	32.5
	69.0	17.81	10.06	1	95.9	45.0	12.30	8.28	1	40.7
	68.0	19.36	13.42	1	67.8	42.5	13.58	6.95	1	27.2
Ave.	67.5	19.76	11.00		80.3	46.8	14.39	8.07		32.2
20	72.0	16.44	11.96	1	78.3	38.0	16.74	11.36	2	50.0
	71.0	16.78	12.59	1	72.9	43.5	21.85	11.93	1	64.2
	66.0	23.55	14.38	1	113.7	33.5	16.92	16.53	1	40.2
	77.0	22.58	9.14	3	131.4	33.0	16.97	20.87	1	64.1
	72.0	14.80	11.04	1	63.1	40.0	13.62	10.34	1	33.8
Ave.	71.6	18.83	11.82		91.9	37.6	17.22	14.21		50.5

表4 栽培ハウス・試験培土・筒設置間隔による生根収量の比較 (モンゴル由来実生2年栽培品)

ハウス	筒長	筒間隔	培土No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ave.		
A	50cm	0cm	收穫数(本)	8	8	8	9	8	8	9	9	7	9	9		
			1筒当り収量(g)	未測定												
		10cm	收穫数(本)	9	9	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	
			1筒当り収量(g)	94.4	77.7	100.0	100.0	100.0	27.7	72.2	77.7	77.7	55.5	78.3	78.3±21.9	
			收穫数(本)	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
	20cm	1筒当り収量(g)	50.0	77.7	122.2	116.6	111.1	55.5	72.2	78.5	127.7	83.3	89.5±26.5			
		收穫数(本)	18	18	18	18	17	18	17	18	18	18	18	18		
	80cm	10cm	1筒当り収量(g)	97.2	91.6	150.0	100.0	155.8	61.1	164.7	97.2	111.1	138.8	116.8±32.0		
			收穫数(本)	18	18	18	18	17	18	18	18	18	18	18		
			1筒当り収量(g)	122.2	136.1	205.5	122.2	173.5	97.2	163.8	133.3	127.7	133.3	141.5±29.5		
20cm		收穫数(本)	18	18	18	18	17	17	17	18	16	18	18			
		1筒当り収量(g)	119.4	127.7	233.3	172.2	211.7	97.0	214.7	166.6	143.7	183.3	167.0±42.7			
B	80cm	0cm	收穫数(本)	9	9	8	8	7	9	8	7	7	7	7		
			1筒当り収量(g)	172.2	183.3	250.0	181.2	221.4	111.1	200.0	185.7	207.1	192.8	190.5±34.2		
		10cm	收穫数(本)	9	9	7	9	8	9	9	9	9	8	9		
			1筒当り収量(g)	205.5	250	264.2	300.0	325.0	150.0	327.7	244.4	293.7	211.1	257.2±54.1		
			收穫数(本)	9	9	9	9	9	7	8	9	9	9	9		
	20cm	1筒当り収量(g)	361.1	211.1	433.3	483.3	438.8	292.8	412.5	277.7	322.2	266.6	349.9±84.9			
		收穫数(本)	9	9	9	9	9	8	8	9	9	9	9			
	C	50cm	0cm	1筒当り収量(g)	155.5	150.0	155.5	150.0	166.6	125.0	156.2	155.5	161.1	172.2	154.8±11.9	
				收穫数(本)	9	7	9	9	9	9	7	8	9	9	9	
			10cm	1筒当り収量(g)	166.6	235.7	200.0	183.3	155.5	177.7	164.2	162.5	172.2	183.3	180.1±22.2	
收穫数(本)				7	9	8	8	7	8	9	8	7	8	8		
1筒当り収量(g)				157.1	200.0	193.7	206.2	185.7	200.0	205.5	187.5	207.1	206.2	194.9±14.6		
80cm		0cm	收穫数(本)	18	17	17	18	17	17	18	18	18	18	18		
			1筒当り収量(g)	158.3	141.1	102.9	100.0	200.0	64.7	80.5	108.3	88.8	155.5	120.0±40.0		
		10cm	收穫数(本)	17	17	17	18	17	18	18	18	16	18	18		
			1筒当り収量(g)	102.9	152.9	147.0	138.8	150.0	147.2	136.1	131.2	180.5	143.0±19.4			
			收穫数(本)	18	16	16	18	13	18	17	17	18	16	16		
20cm	1筒当り収量(g)	163.8	143.7	202.7	175.0	200.0	166.6	197.0	182.3	177.7	184.3	179.3±17.4				
	各試験培土の平均収量(g)	151.9±70.0	155.6±52.7	197.2±82.3	180.6±98.7	199.7±84.3	125.1±69.4	184.2±90.1	156.7±56.1	167.8±68.5	167.6±51.1					

* 上記根重は根頭部・ストロン・細根を含む

表 5 栽培ハウス土壌分析結果

分析項目	pH (H ₂ O)	EC (1:5) mS/cm	アンモニア態窒素 mg/100g	硝酸態窒素 mg/100g	有効態リン酸 mg/100g	交換性加里 mg/100g	交換性石灰 mg/100g	交換性苦土 mg/100g	交換性マンガン ppm	加給態鉄 ppm	加給態銅 ppm	加給態亜鉛 ppm	ホウ素 ppm
標準値	6.0～6.5	0.10～0.30	0.3～1.5	0.7～3.5	20～60	15～40	200～400	35～70	7.0～20.0	15.0～100.0	1.0～3.5	10.0～40.0	0.7～2.5
ハウスA分析値	6.81	2.360	0.61	95.63	79.1	52.0	835.2	122.3	3.54	15.69	0.65	8.50	0.49
ハウスB分析値	6.96	2.630	0.51	102.12	141.5	101.5	1050.0	170.9	2.73	11.14	0.73	9.43	1.66
ハウスC分析値	7.29	2.450	0.50	77.35	105.8	89.3	749.0	102.6	3.87	5.80	0.65	9.98	1.08

II-3. 培土充填と安定な筒設置

栽培筒の設置には、直管パイプと切り花用ネットを使用し、筒の移動には自作の運搬車を利用した。この方法および紙筒の試験については、前号と同様の内容であるため省略する。栽培筒を安定化させるためには設置面の畝をなるべく平らにする必要がある。ただし、排水性が優れているなどハウス土壌の質によっては、必ずしも高畝にする必要は無く、また場合によっては畝を作らず設置しても構わない。さらに筒長により、安定性は変わってくるため、長さに合わせ対応しなければならない。筒が長いほど支柱の強度は必要となる。

II-4. 定植後の給水管理

カンゾウは乾燥地に自生しており、基本的には乾燥を好むと考えられる。歴史的に全国各地で栽培された記録が残っており、また最近では園芸植物として種苗の販売もされている。しかしながら、カンゾウが雑草化している情報は無いことから、やはり多湿な条件は適さないと思われた。そのため、生育初期については、植物体が乾燥しないよう十分に灌水したが、栽培数が増加してからは、給水作業の軽減のため、頭上灌水装置（サン・ホープ）を設置し、根が筒下へ伸長するまでの間灌水を行った。その後、根が筒下の土壌へ伸長してからは筒上部からの灌水は打ち切り、筒内土壌の乾燥状態を保つようにした。

その結果、根は分岐が少なく、根頭部から垂直に伸びた数本の根は円柱状に肥大し、細根が非常に少ないものとなった。実際に、ハウス外に設置した筒で栽培したものは、根の分岐や細根が多く見られた。分岐や細根が少ない円柱状の根となることで、収穫後の洗浄や調製作業が容易となり、作業性が大きく改善された。また、その他の利点としては、乾燥状態を保つことで複数年栽培しても根腐れ等による枯死は見られなかった。

II-5. 病虫害防除

アブラムシはおおよそであるが生育期間を通じて、アザミウマなどのスリップス類は5月～7月に、ハダニは7月～9月に発生した。また、幼虫類は6月～、オンシツコナジラミは8月～発生が見られた。

アブラムシの防除には野菜類に適用のあるデンブ剤（商品名：粘着くん）やBT剤（商品名：バータレック水和剤）、オレイン酸ナトリウム（商品名：オレート液剤）、脂肪酸グリセリド（商品名：サンクリスタル乳剤）を試験した。その結果、効果およびコスト面に優れたオレイン酸ナトリウムを主に利用している。

ハダニについてはイオウ（商品名：イオウフロアブル）やプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル（商品名：アカリタッチ乳剤）を使用した。幼虫類に対してはBT剤（商品名：トアローCT水和剤・バシフィレックス水和剤など）を使用し、コナジラミに対しては、粘着くん・オレート液剤を使用し防除した。

ただし、上記の薬剤については安全性が高いものの、対象となる害虫の気門を塞ぎ窒息させるなど物理的に作用するものが多い。そのため、残効性が無く、薬剤が十分にかからなければ効果は無い。発生ごとに散布を繰り返さなければならず、労力的な負担は大きい。

病害については、苗の生産時に発生することが多く、カビなどが原因と思われる症状が現れ枯死する。定植後の生育期間中は、病害よるとと思われる枯死は多くないものの、梅雨時期以降に株元の茎にカビが発生し枯れるものが見られた。通常、部分的にカビが発生しても、株全体が枯れることは稀であった。

雑草防除については、定植前であれば、数種の除草剤が一度散布可能であるが、生育途中に使用できる除草剤はない。そのため、マルチや防草シー

トの使用，定期的な除草が必要となり負担が大きい。

現状では，使用可能な農薬がほぼ無いため，生育に適した環境の選定・適した条件を作ることが栽培を安定化させる唯一の方法であると思われる。

II-6. モンゴル由来実生栽培品の収穫および評価

9月4日に，根の生育状態を確認するため，5〜6ヶ月間生育させた1年生株を堀上げた。写真5のように80cm筒では，根は筒下まで伸長しているものの先端は細く，50cm筒では根が円柱状に肥大（写真6）していた。11月の収穫では80cm筒栽培品も先端部が肥大し円柱状の根となっていた。また2年生株については，翌年の11月〜12月に収穫したが，根は大きく肥大し，更に筒下へ伸びた根も肥大しており，栽培筒長より長く伸びているものも多数見られた。これら1年生・2年生株についてそれぞれGL含量を測定した。1年栽培品の根を根皮と中心柱に分け測定した結果，1年生根では中心柱よりも根皮でGL含量が高くなる傾向を確認できたものの（表6），残念ながら

表6 グリチルリチン酸分析結果
(モンゴル由来実生1年栽培品)

No.	筒長 (cm)	グリチルリチン酸含量(%)		No.	筒長 (cm)	グリチルリチン酸含量(%)	
		根皮	中心柱			根皮	中心柱
1	80	0.65	0.46	12	50	2.08	1.89
2		1.04	0.79	13		0.89	0.58
3		0.79	0.78	14		1.69	1.03
4		0.88	0.52	15		1.20	1.12
5		0.48	0.40	16		1.43	1.16
6		0.97	0.88	17		0.85	0.81
7		0.64	0.48	18		0.30	0.21
Ave.		0.78±0.19	0.62±0.18	19		1.77	1.49
8	50	2.27	1.86	20		0.90	0.67
9		1.57	1.26	21		0.62	0.54
10		0.75	0.51	22		0.80	0.56
11		0.96	0.87	Ave.		1.21±0.55	0.97±0.48

測定した1年栽培品22株の内，局方基準である2.5%を超えるものはなかった。2年生株については，80cmおよび50cm筒栽培品毎に，根を重量別に大・中・小の3段階に分け測定を行った結果（表7・表8），80cm筒では，GL含量の平均値に差は見られなかったものの，50cm筒では根茎重量の多い区の方が，含量が高くなる傾向が見られた。

2年生株については，ストロンが長く伸長している個体が多く見られたことから，その一部からストロンを採取しGL含量を測定した結果（表9），根よりも0.5〜2%高い数値を示した。しかしながら，得られたストロンは細く，原料として使用するには不十分であった。

また，表10の結果から，根の断面の着色（黄色系）が強いものを選別し分析すると，含量が高くなる傾向が見られたことから，優良系統の選抜を行う際にはこの方法を利用できると考えられる。

II-7. 優良系統選抜および増殖方法

2年間の栽培試験により，モンゴル由来実生株の栽培では，個体間のバラツキが多い他，成分含量も低く，第十六改正日本薬局方（JP16）の基準である2.5%⁸⁾（第十七改正日本薬局方では2.0%⁹⁾）を超えにくいことが分かった。その結果，より成分含量が高く個体間差の少ない栽培に適した品種を選抜していく必要性を感じた。そのため，まず国内で維持管理されている数系統の分与を受け増殖・栽培を試みた。1年もしくは2年間栽培した根について，収量およびGL含量を測定し，収量が多く含量の高い株を選定，その株を親として増殖・栽培・選定を繰り返す系統選抜の実施，また，モンゴル由来を含め，実生栽培品からの選抜，生



写真5

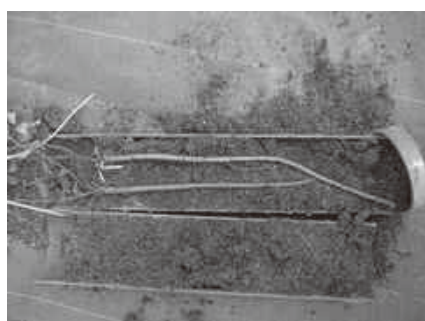


写真6

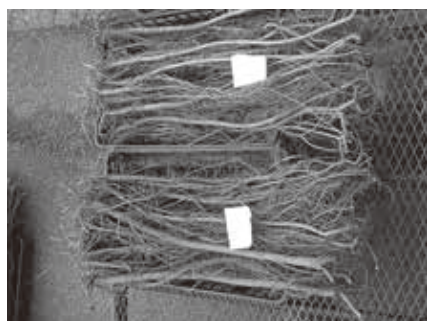


写真7 モンゴル由来実生2年栽培品

表7 収穫根調査結果 (モンゴル実生2年生 80 cm)

根茎重量	No.	根長(cm)	根幅(mm)		生根重(g)		根GL含量(%)
			根元	先端	根	ストロン	
大 180~ 230g	1	71.5	59.57	13.47	159.4	35.0	1.48
	2	73.0	20.18	9.36	152.8	22.1	0.70
	3	72.0	20.65	8.33	172.9	15.3	1.21
	4	68.0	26.62	10.03	153.1	19.4	1.21
	5	72.0	23.82	8.40	166.0	33.3	0.96
	6	73.0	20.64	9.34	146.6	31.8	1.37
	7	67.5	21.59	12.87	133.4	42.2	1.08
	8	71.0	21.23	9.92	159.3	21.8	0.45
	9	71.5	22.22	16.30	172.0	16.5	1.53
	10	68.0	22.27	10.72	154.3	32.1	0.85
Ave.		70.8±2.0	25.9±11.4	10.9±2.4	157.0±11.3	27.0±8.6	1.08±0.33
中 120~ 150g	11	72.0	24.62	7.27	142.2	18.0	0.92
	12	71.5	17.44	12.24	113.1	12.1	1.21
	13	72.5	22.17	8.55	127.1	12.0	1.50
	14	72.0	17.70	10.96	123.1	18.5	0.87
	15	70.0	17.99	7.60	103.9	32.1	0.61
	16	70.5	23.11	10.58	125.4	10.5	0.99
	17	70.0	19.88	10.21	125.9	15.5	1.23
	18	70.5	16.93	11.74	114.0	10.7	0.99
	19	70.5	18.67	11.88	136.3	7.4	0.86
	20	66.5	24.22	10.39	112.3	11.9	0.45
Ave.		70.6±1.6	20.3±2.8	10.1±1.7	122.3±11.1	14.9±6.6	0.96±0.29
小 60~ 80g	21	71.0	15.82	5.24	67.5	6.8	1.25
	22	71.0	16.46	6.73	61.2	14.8	0.73
	23	73.0	15.46	8.32	59.5	12.0	1.41
	24	73.0	14.63	3.51	49.6	9.5	0.74
	25	72.5	17.91	6.93	52.7	6.8	0.60
	26	72.0	15.31	4.02	63.5	4.9	1.26
	27	72.0	16.25	4.72	63.5	7.6	1.33
	28	71.0	16.01	6.86	63.4	6.9	0.64
	29	68.0	14.11	7.97	52.5	6.9	1.57
	30	70.0	18.59	6.61	59.3	12.0	0.85
Ave.		71.4±1.5	16.1±1.3	6.1±1.6	59.3±5.5	8.8±3.0	1.04±0.34

表8 収穫根調査結果 (モンゴル実生2年生 50 cm)

根茎重量	No.	根長(cm)	根幅(mm)		生根重(g)		根GL含量(%)
			根元	先端	根	ストロン	
大 200g ~	1	42.5	28.54	17.70	192.9	46.1	1.18
	2	44.0	35.84	9.14	206.7	81.6	1.91
	3	44.0	27.36	7.62	142.2	57.2	1.78
	4	41.0	25.73	8.65	115.6	148.4	0.53
	5	42.0	32.70	8.31	164.3	37.1	2.85
	6	41.0	34.94	14.40	186.1	111.4	1.17
	7	42.0	30.46	13.11	178.4	68.9	1.10
	8	39.0	29.43	7.67	129.8	66.1	1.68
	9	43.5	24.93	13.2	194.5	16.6	0.75
	10	40.0	26.81	10.98	157.7	40.0	1.40
Ave.		41.9±1.6	29.7±3.6	11.1±3.2	166.8±28.7	67.3±36.8	1.43±0.63
中 130~ 150g	11	41.0	22.6	11.61	120.0	13.7	1.38
	12	43.5	24.48	13.48	127.9	11.1	1.24
	13	39.5	23.58	11.10	66.9	59.6	0.83
	14	43.5	24.99	7.67	103.3	14.8	1.86
	15	44.5	21.37	8.51	122.2	8.7	0.98
	16	44.0	25.18	8.80	111.2	10.7	1.14
	17	38.0	17.38	14.93	98.5	30.6	2.05
	18	43.5	24.00	16.23	114.9	19.7	1.31
	19	47.0	24.53	13.16	114.8	8.3	1.32
	20	40.0	22.26	10.42	104.0	20.6	0.57
Ave.		42.5±2.6	23.0±2.2	11.6±2.7	108.4±16.3	19.8±14.8	1.27±0.42
小 70~ 90g	21	41.0	14.74	9.23	67.7	9.2	0.95
	22	44.5	18.43	12.26	75.6	5.1	0.66
	23	42.0	20.3	7.21	68.6	9.3	0.76
	24	44.5	19.5	6.81	66.6	8.3	0.93
	25	41.0	17.71	14.59	65.5	7.3	0.68
	26	40.0	22.6	9.39	59.1	9.7	1.05
	27	38.0	17.92	12.8	64.5	13.1	1.18
	28	41.0	18.47	6.98	71.3	10.8	1.45
	29	40.5	21.79	5.49	61.4	12.1	0.63
	30	44.0	18.77	12.81	64.9	5.2	1.19
Ave.		41.7±2.0	19.0±2.1	9.8±3.0	66.5±4.5	9.0±2.5	0.95±0.26

表9 根及びストロンのグリチルリチン酸含量 (モンゴル由来実生2年栽培品)

No.	筒長 (cm)	根長 (cm)	根幅(mm)		根数	生根重 (g)	GL含量(%)	
			根元	先端			根	ストロン
1	80	64.0	20.13	16.37	1	127.7	0.97	2.19
2	80	61.5	20.52	26.41	1	263.7	1.02	1.54
3	50	39.5	23.58	11.10	1	126.5	0.83	2.30
4	50	42.5	28.54	17.70	3	239.0	1.17	3.13
5	50	42.0	30.46	13.11	2	247.3	1.10	2.12

表10 根断面の黄色身が濃い株の分析結果 (モンゴル2年生)

No.	根長(cm)	根幅(mm)		生根重(g)	GL含量(%)
		根元	先端		
1	61.5	21.69	14.48	187.9	2.47
2	66.0	23.77	16.95	212.5	2.91
3	69.0	31.67	13.7	115.4	1.80
4	70.0	13.60	11.27	55.5	2.55
5	69.0	22.63	10.85	155.0	1.16
6	68.0	19.44	8.47	76.2	1.58
7	66.0	19.04	10.59	174.3	1.31
8	69.0	20.91	9.31	83.9	1.28
9	64.0	15.75	16.33	137.8	1.89
10	70.0	17.72	8.21	65.4	1.40
11	69.0	15.82	7.94	62.9	1.36
12	71.5	21.11	6.10	71.4	1.17
13	66.5	28.73	12.48	198.1	1.19
14	63.0	27.70	15.71	166.3	1.09
15	74.0	13.63	4.10	24.5	2.91
16	66.0	17.85	9.91	83.7	3.12
17	63.0	16.71	9.50	55.7	1.81
18	63.0	25.83	16.84	148.6	1.09
19	70.0	21.37	16.49	170.7	2.28
20	69.0	26.11	8.33	95.3	2.78
Ave.	67.4±3.2	21.1±4.9	11.4±3.7	117.1±54.9	1.86±0.69

育の良い株と成分含量の高い株の交配育種等を実施している。通常、カンゾウは種子やストロンを利用して増殖することが一般的であるが、日本国内では北海道等を除き開花・結実し難いため、良質な種子の確保が困難である。ストロンの利用については、有効な手段であるものの、苗の大量生産を考えるとストロンの確保・調製また品質の安定性が課題となる。そこで、ストロン以外の増殖法についても検討を行った。

1) ストロンの挿し芽 (11月収穫の場合)

収穫した株よりストロンを切り取り、しっかりと洗浄する。最低2芽(2節)を含むよう4~6cmに切り分ける。切り分けたストロンはある程度まとめ、湿度を保った状態で発泡スチロール箱へ入れ、冷蔵庫内で保存する。温度調整が可能なハウスで、2月頃にセルトレーもしくはポリポット、ペーパーポット等に挿し芽を行い、30~45日程度育苗管理をする。温度調整ができない場合を想定し別の条件も検討した。すなわち、気温の高くなる3月後半~4月上旬にストロン挿しを行った。系統により異なるが、岩国では最終的に苗になる割合が50~80%であった(写真8)。

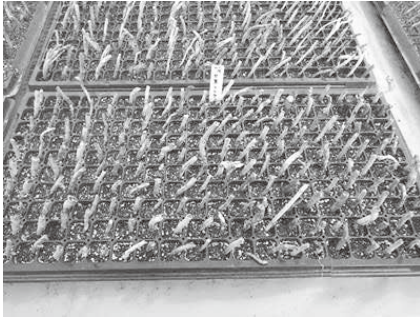


写真 8

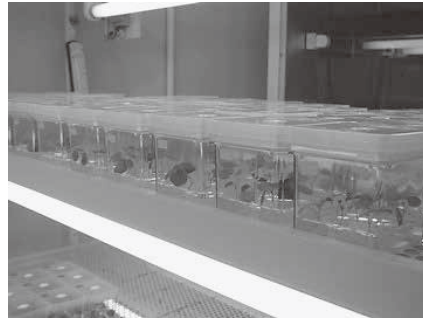


写真 9

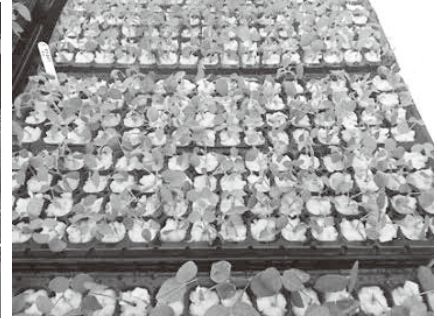


写真 10

問題点としては、挿し穂調製したストロン自体にバラツキがあり、また芽や根の出方が均一ではないため、苗の大きさや仕上がり時期に大きな差が見られた。

2) 組織培養増殖

新しく伸長した地上茎を採取し、葉を切り落とす。採取した地上茎が汚れている場合には水洗す。葉を切り落とした茎を数節ごとに切り分け調製する。その後、70%エタノール 5 分、次亜塩素酸ナトリウム溶液（有効塩素濃度 1%）で 15～20 分間殺菌する。この時に界面活性剤を少し混ぜると良い。殺菌終了後は、滅菌水で 3～4 回程度洗浄し使用する。茎頂培養にするか節培養にするかは必要に応じ判断すればよい。培養系へ乗せるだけであれば節培養で十分である。

培地は、1/3 もしくは 1/2MS（ムラシゲ・スクーグ培地）を使用し、初代培養では、zeatin 0.3mg/L、IAA0.1mg/L を添加する¹⁰⁾。初代培養は 25ψ もしくは 40ψ 試験管を使用し、その後の継代培養（増殖培養）については、通気シールを添付したプラントボックスを使用した（写真 9）。16 時間照明、20～25℃で管理すると、系統にもよるが 3 週間～4 週間で 2～4 倍に増殖可能である。培養増殖も系統により差があり、培養系に乗らないもの、増殖率が悪いものがある。経験上、GL 含量の高いものは培養し難い印象がある。

3) 地上部茎葉を利用した挿し芽

4 月後半より伸長した新芽を切り取り、2 節を含むよう切り分け、72～200 穴セルトレーへ挿す。材料としては茎上部の柔らかい部位の方が発根はしやすいが、病害も発生しやすい。育苗に適した温度は 18～25℃程度であり、条件が良ければ 1 ヶ

月程度で苗が生産できる。挿し芽が可能な時期は、地域差はあるが 4 月～8 月であり、それ以降は難しくなる。また、芽の良し悪しにより発根率が大きく異なるため、採穂用の親株管理が重要となる。その他の問題点としては、苗の生産時期が、萌芽後新芽が伸びてきてからの時期となるため、定植時期が遅れること、定植の遅れが 2 年目の萌芽に影響し、欠株の増加に繋がることが挙げられる。岩国では、ビニールハウス内で苗の生産を行っているが、苗テラスなど閉鎖型の育苗施設があれば管理が容易となる。条件・使用系統により異なるが、苗になる割合は 20～90%である（写真 10）。

以上、3 通りの方法を用い増殖を行っているが、それぞれ一長一短があり、安定かつ大量生産可能な実用的な方法には至っていない。増殖の容易さやコスト的には実生繁殖が最も優れているため、種子繁殖を含め増殖法については、今後も様々な検討を行う予定である。

また、優良品種の選抜についても成分含量が高ければ優良な訳ではなく、実需者によって優良系統の規格は変わってくることから、使用する側に沿った品質が必要となる。その他、収量の多さ・増殖の容易さ・病虫害への抵抗性や直立性などの草形も含め、栽培地に適した品種の開発を行う必要がある。

II-8. クローン苗栽培品の評価

II-7 で述べた 3 通りの方法の内、組織培養により増殖した数系統の苗を No.5 の培土を充填した 50cm 栽培筒へ定植し、2 年間栽培した結果を表 11 に示す。定植は 4 月に行い、収穫は翌年 11 月～12 月に実施した。施肥は元肥のみとし追肥は

行わなかった。筒の間隔は最終的に縦方向 20cm、横方向 10cm とし、各筒 1 本植えとした。栽培の結果、培養苗を利用することで、各系統の測定数値は比較的安定したことから、品質を保つためには、優良系統の選抜およびクローン苗の生産が有効と考えられた。また、甘草屋敷系統の収穫調査結果を表 12 に示す。甘草屋敷系統は GL 含量が高いものの、根が肥大し難い特徴があり、クローン苗の生産も容易ではないことから、栽培品種として利用するには現状難しいと考えられる。また、GL 以外のフラボノイドについても測定を行ったが、市場品に比べると数値が低く、栽培年数が影響していると考えられる。今後栽培化を進めるにあたり、GL だけではなく、他の成分含量も含め品種の選抜・栽培法・栽培年数を検討する必要があると考えられる。

表 11 培養苗 2 年栽培品調査結果

系統	根長(cm)	根数	根幅(mm)		生根重(g)	乾燥根重(g)	GL含有量(%)
			根元	先端			
TR419	46.0	3	29.09	7.79	189.0	95.6	1.94
	46.0	2	24.71	10.00	145.5	70.9	1.96
	43.0	2	23.46	10.32	196.6	96.4	2.08
	45.0	3	17.78	7.10	177.1	34.8	2.27
	50.0	2	15.10	11.74	148.5	58.0	2.32
Ave.	46.0±2.3		22.0±5.0	9.4±1.7	171.3±20.8	71.1±23.4	2.11±0.16
HN	46.0	2	14.71	9.45	129.7	57.9	2.56
	44.0	3	15.57	8.85	120.5	57.7	2.24
	46.0	3	12.93	6.36	57.2	24.4	2.21
	45.0	1	14.84	9.70	94.0	43.9	2.42
Ave.	45.8±1.3		16.6±4.2	8.6±1.2	110.4±32.2	51.2±16.1	2.31±0.16
HI	45.0	2	16.24	5.21	94.7	46.7	2.29
	44.5	2	19.85	7.14	136.6	66.0	2.33
	46.0	2	19.48	6.05	127.6	62.3	2.36
	44.0	2	16.43	5.89	79.9	36.3	2.30
	45.0	2	12.01	6.58	107.9	51.6	1.61
Ave.	44.9±0.7		16.8±2.8	6.2±0.7	109.3±20.8	52.6±10.7	2.18±0.29
TR458	42.0	4	18.42	8.14	157.3	77.9	1.41
	44.0	2	21.90	11.49	143.5	72.7	1.54
	45.0	3	16.48	11.67	154.1	76.1	1.35
	40.0	2	19.97	15.27	127.2	61.3	1.02
	44.0	3	20.35	9.54	138.5	69.4	1.15
	44.5	1	19.73	12.64	74.9	38.2	
	44.0	4	16.51	7.19	118.2	61.9	
	46.0	3	11.51	8.63	123.4	67.7	1.18
	50.0	3	22.62	6.68	161.4	83.3	
	48.0	5	17.82	5.88	138.1	73.3	
Ave.	44.8±2.7		18.5±3.0	9.7±2.8	133.7±23.9	68.2±11.9	1.28±0.17
SI①	62.0	3	14.93	2.71	83.4	44.8	
	53.0	3	17.95	5.76	60.7	32.4	
	48.0	1	16.85	10.23	57.8	29.6	1.95
	52.0	3	23.47	5.13	150.0	78.8	
	75.0	2	19.68	1.42	87.7	45.9	
Ave.	58.0±9.7		18.6±2.9	5.1±3.0	87.9±33.2	46.3±17.5	—

表 12 甘草屋敷系統培養苗栽培品調査結果

No.	栽培期間	系統	筒長(cm)	根長(cm)	根数	根幅(mm)		生重量(g)		GL含量(%)	LIQ含量(%)	ISO含量(%)	FOR含量(%)	GL含量(%)	LIQ含量(%)	ISO含量(%)	FOR含量(%)
						根元	先端	主根	スロソ								
1	2年	甘草屋敷	80	73.5	2	19.60	13.50	220.1	39.5	3.979	0.712	0.348	0.015	2.784	0.342	0.167	0.022
2	2年	甘草屋敷	80	78.0	3	15.65	6.61	121.3	13.8	3.802	0.710	0.338	0.017	2.539	0.34	0.169	0.019
3	2年	甘草屋敷	80	73.0	2	14.12	13.50	139.5	22.5	4.318	0.831	0.291	0.021	2.582	0.324	0.161	0.016
4	1年	甘草屋敷	80	76.5	3	10.71	6.9	72.9		3.577	0.653	0.314	0.041				
5	1年	甘草屋敷	80	75.0	2	10.08	8.65	74.5		3.844	0.732	0.353	0.037				
6	2年	比較品 ハイ苗	80	72.0	3	42.76	25.39	439.7		1.639	0.730	0.346	0.028				
7	1年	比較品 実生苗	80	75.0	1	20.92	8.87	95.6		1.508	0.720	0.333	0.020				
8	1年	比較品 実生苗	80	64.0	3	15.75	16.33	137.8		1.893	0.974	0.420	0.027				
9		市場品								4.266	1.494	0.745	0.134				
10		市場品								6.100	2.190	1.382	0.216				

II-9. カンゾウの根に対する締め付けの影響

1) 筒長 50cm・80cm・100cm とともに根頭部側から先端部において、キャップ無の対照区に比べキャップ有の区では GL 含量の測定数値が高くなる傾向が見られた(表 13)。この結果より、筒底のキャップは付けている方が良く、根の締め付けの影響が考えられた。反復試験を行っておらず、再現性の確認はしていないが、根の締め付けが成分含量に影響を与えている可能性が示唆された。

2) 栽培筒内へ絞り板を入れることで、根上部・下部とも対照区に比べ GL 含量は高くなる傾向が見られたが、絞り板の位置が 30cm の区においては、対照区の方がやや高くなる結果(表 14)となった。絞り板の位置による差は、深い位置の方が、上部・下部とも高くなる傾向が見られるものの、

大きな差とは言い難く、設置の困難さを考えると、10~20cm で十分であると考えられた。

根の締め付けについては、締め付けを多くすればそれに伴い成分含量が上がるわけでは無いと考えられる。また、根の上部への締め付けでは、収量に影響は少ないが、下部になればなるほど収量は落ちる傾向にあることから、利用する場合には、筒上部より 10~20cm において根を 1 度締め付ける処理が有効と思われる。

表 13 甘草屋敷系統培養苗栽培品調査結果

株No.	筒底キャップ有 筒長100cm					筒長80cm				筒長50cm		
	根元		先端		筒下	根元		先端		根元		筒下
	①	②	③	④		①	②	③	①	②		
1	1.84	2.44	2.24	2.99	4.13	1.82	1.59	2.64	3.15	1.43	3.19	4.36
2	2.84	2.60	3.18	3.58	3.94	1.88	2.72	3.37	4.65	1.73	3.04	4.29
3	1.14	2.14	2.33	3.32	4.43	1.82	2.29	3.45	4.29	1.71	3.16	3.88
4	1.42	1.47	2.24	2.64	3.54	2.22	2.68	3.80	4.22	2.52	3.58	3.72
5	1.40	1.85	1.96	2.56	3.37	1.39	2.21	2.99	3.73	1.64	3.16	4.27
Ave.	1.73±0.60	2.10±0.41	2.39±0.42	3.02±0.39	3.88±0.38	1.83±0.26	2.30±0.41	3.25±0.40	4.01±0.52	1.81±0.36	3.23±0.18	4.10±0.26
株No.	筒底キャップ無 筒長100cm					筒長80cm				筒長50cm		
	根元		先端		筒下	根元		先端		根元		筒下
	①	②	③	④		①	②	③	①	②		
1	0.95	0.94	1.37	2.41	3.49	1.73	2.29	3.37	3.85	1.12	2.17	3.21
2	1.35	1.77	2.06	3.20	4.13	1.09	1.36	2.26	2.78	1.35	2.24	3.10
3	1.59	2.05	2.25	3.15	4.79	1.05	1.31	2.45	3.60	3.28	4.41	4.77
4	1.40	1.81	2.15	2.55	3.34	1.63	1.88	2.64	3.57	1.85	1.23	2.87
5	1.40	2.22	2.30	2.28	4.18	1.85	2.37	3.21	4.38	1.76	2.90	3.97
Ave.	1.34±0.21	1.76±0.44	2.03±0.42	2.72±0.38	3.98±0.52	1.47±0.33	1.84±0.45	2.79±0.43	3.64±0.52	1.87±0.75	2.59±1.05	3.58±0.70

*根を長さで4等分し、根元から①-④とした。

表 14 絞り板を使用した根の締め付け試験（根の締め付け位置による影響）

根絞り位置	絞り板	グリチルリチン酸含量(%)			生重量(g)		
		根上部	根下部	先端根	根上部	根下部	合計
10cm	有	1.96±0.42	3.06±0.68	4.09±0.38	14.6±8.3	45.5±30.6	60.1±38.1
	無	1.97±0.29	2.67±0.49	3.50±0.45	11.3±2.5	43.5±12.3	54.8±14.0
20cm	有	2.37±0.34	3.65±0.69	3.48±1.57	20.0±7.4	29.7±13.5	49.7±19.6
	無	2.47±0.27	3.10±0.50	3.94±0.43	15.6±6.5	35.5±10.9	51.1±16.8
30cm	有	2.22±0.33	3.02±0.61	3.42±0.73	22.3±10.2	25.1±14.6	47.4±24.7
	無	2.43±0.23	3.09±0.56	3.78±0.45	28.6±9.7	31.3±12.0	59.9±21.2
40cm	有	2.71±0.53	3.40±0.58	3.34±0.33	23.5±12.0	13.4±8.7	36.9±20.6
	無	2.44±0.36	3.06±0.50	4.27±0.38	38.5±9.4	26.6±7.2	65.0±15.8

表 15 スترون苗および培養苗栽培品の根に対する締め付けの影響

ストロン苗 株No.	グリチルリチン酸(%)			根生重量(g)		
	上部	中部	下部	上部	中部	下部
1	1.52	2.62	2.44	13.3	22.3	64.4
2	1.53	2.50	2.64	28.1	24.9	87.4
3	2.08	2.96	3.49	31.3	38.8	136.8
4	1.86	2.82	3.65	39.4	42.1	152.1
5	1.93	3.01	3.36	15.6	13.3	44.8
6	1.92	2.72	3.22	8.8	11.2	31.1
Ave.	1.81±0.21	2.77±0.18	3.13±0.44	22.8±10.9	25.4±11.7	86.1±45.0
培養苗						
1	1.36	2.72	3.37	5.8	9.6	27.3
2	1.13	2.86	3.84	6.1	14.2	30.4
3	0.93	2.18	3.42	6.1	8.3	29.7
4	1.74	2.65	3.43	8.7	13.3	46.7
5	1.05	2.46	4.12	4.1	10.2	36.7
6	1.24	2.65	3.57	7.8	23.5	77.8
Ave.	1.24±0.26	2.59±0.22	3.63±0.27	6.4±1.5	13.2±5.1	41.4±17.5

結論

ハウス内筒栽培では、灌水量をコントロールすることで、筒内を乾燥状態に維持することができ、日本の湿った気候下においても栽培が可能となった。筒や培土の費用、安定な筒設置や地下部を筒から抜き取る作業等による圃場栽培にはないコストが嵩むので、薬用植物の実用栽培に適しているとは必ずしも言えないが、植物の特性を深く理解するには、貴重な方法であると考え、一連の試験栽培を行ってきた。以下、カンゾウの筒栽培を試験して明らかにしたことをまとめる。

- 1 ウラルカンゾウ種子の発芽率は 20~30%程度であることから、発芽処理が有効である。
- 2 発芽処理した種子を直播すると、分枝しない根元と先端の径が変わらない円柱形の太い主根が得られた。
- 3 1筒に 3 粒の種子を蒔くと発芽期間に差があり、その後の生育に大きな影響を与え、3 本が同じ程度に太く肥大することは少なく、1~2 本は太く生長したが、1~2 本は細いものであった。
- 4 プラグ苗を植付けた場合には根は数本に分かれそれぞれが肥大した。生育が速い株では 1 年で生重量 200g, 2 年で 400g を超えるため、栽培系統によっては 1 本植えで十分である。
- 5 1 年根の太さは 8 月末で、50cm 筒の方が太かったが、12 月では 50cm 筒と 80cm 筒に差は認められなかった。1 年目はストロンの発生が少なく、2 年目も筒内が乾燥状態にあるためストロンの発生は大幅に抑制される結果となった。
- 6 筒底の穴数は径 5~7mm で数が多い方が収量増加に繋がる傾向が見られた。
- 7 筒内培土の違い、肥料の種類で生育に大きな差が見られたが、ハウスの土壌によっても生育が大きく左右される。
- 8 病害虫の発生によって、生育に大きな影響が出ることから、安定生産には防除が不可欠である。
- 9 モンゴル由来種子および多くの系統で、茎は真っ直ぐ上方に伸びず、横へ広がるように伸長していった。このため、筒の設置間隔は 20cm

の場合が最も生育が良く、筒間の違いで収量に大きな差が見られた。

- 10 実生栽培品では根茎の肥大、グリチルリチン酸含量に大きなバラツキが見られた。栽培期間が 1 年から 2 年になることで根は肥大し収量が増加したが、グリチルリチン酸含量は微増に留まった。2 年間の栽培ではグリチルリチン含量 2.5% を超えるものは非常に少なく、株ごとの生育量も異なった。
- 11 実生栽培品では、根よりもストロンのグリチルリチン酸含量が高い結果となった。
- 12 実生栽培品を重量別に仕分けグリチルリチン酸を測定した結果、80cm 筒では差は見られなかったが、50cm 筒では大きいものの方が高くなる傾向が見られた。ただし、一般的にはグリチルリチン酸含量の高い系統は肥大し難い。
- 13 根の横断面の色の特徴から 20 個体 (2 年栽培品) を選び分析した結果、グリチルリチン酸の平均は 1.86% となり、その内 2.5% を超えるものが 5 個体見つかった。
- 14 選抜系統のクローン増殖については、少量であれば何れも有効な方法であるが、大量生産を行う場合には安定生産および数量確保に課題が残る。
- 15 根の上部に締め付け処理をすることで、収量が減ることなく成分含量を高められる可能性がある。

謝辞

本研究で利用したウラルカンゾウの系統は、武田薬品工業株式会社京都薬用植物園・東北大学大学院薬学研究科附属薬用植物園・大阪薬科大学附属薬用植物園より恵与された。種子の発芽に関しては、独立行政法人医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター北海道部リーダー (当時) 柴田敏郎氏に直接ご指導頂いた。グリチルリチン酸の定量分析は、大阪薬科大学の芝野真喜雄准教授の指導で行い、フラボノイドについては芝野准教授に定量して頂いた。また、大阪薬科大学尾崎和男先生より栽培・組織培養についてご指導、ご協力頂いた。これらの方々に厚く御礼申し上げる。

引用文献および注釈

- 1) 末岡昭宣, 吉岡達文, 野村知史, 草野源次郎, 薬用植物研究, 39(1), 2017, pp. 1-12
- 2) 末岡昭宣, 吉岡達文, 酒井美保, 草野源次郎, 薬用植物研究, 32(2), 2010, pp. 28 - 38
- 3) 第4回甘草に関するシンポジウム, 講演要旨集, 2008, pp. 46-49
 第5回甘草に関するシンポジウム, 講演要旨集, pp. 14-19
 第6回甘草に関するシンポジウム, 講演要旨集, pp. 46-50
 第7回甘草に関するシンポジウム, 講演要旨集, pp. 43-45
- 4) 末岡昭宣, NIBIO薬用植物フォーラム2012, 講演要旨集, 2012, pp. 23-31
- 5) 川原信夫監修, ファインケミカルシリーズ, 薬用植物・生薬の最前線～国内栽培技術から品質評価, 製品開発まで～, 末岡昭宣, 吉岡達文, 2014, pp. 32-44. シーエムシー出版
- 6) 厚生省薬務局監修, 薬用植物 栽培と品質評価 Part10, 1995, pp. 51-62. 薬事日報社
- 7) 草野源次郎, 第2回甘草に関するシンポジウム, 講演要旨集, 2003, pp. 8-11
- 8) 一般財団法人 医薬品医療機器レギュラトリーサイエンス財団編集, 第十六改正日本薬局方, 2006, pp. 1474-1475 じほう
- 9) 一般財団法人 医薬品医療機器レギュラトリーサイエンス財団編集, 第十七改正日本薬局方, 2006, pp. 1774-1775 じほう
- 10) 渡辺斉, 尾崎和男, 甘草に関するシンポジウム, 講演要旨集, 2001, pp. 12-16

● 末岡 昭宣 (すえおか・あきのぶ) ●
 1971年 山口県生まれ
 1995年 佐賀大学農学部生物生産学科卒業
 1995年 (有)精興園
 1997年 山陽コカ・コーラボトリング(株)
 山口研究所
 2006年 新日本製薬(株)薬用植物研究所

● 吉岡 達文 (よしおか・たつふみ) ●
 1956年 山口県生まれ
 1980年 岡山理科大学大学院理学研究科修了
 2006年 新日本製薬(株)薬用植物研究所

● 野村 知史 (のむら・ともふみ) ●
 1973年 山口県生まれ
 1998年 宮崎大学農学部動物生産学科卒業
 2007年 新日本製薬(株)薬用植物研究所

● 草野 源次郎 (くさの・げんじろう) ●
 1935年 福島県生まれ
 1966年 東北大学大学院薬学研究科修了
 東北大学薬学部
 1969年 アメリカ合衆国NIH
 1972年 東北大学薬学部
 1990年 大阪薬科大学
 2005年 新日本製薬株式会社

Botanical Origin of Ephedra Herb Used in Xinjiang Uyghur Autonomous Region of China

Si-ran Ni^{1)*}, Mutalifu Nilufaer²⁾, Hirokazu Ando²⁾, Yohei Sasaki²⁾, Masayuki Mikage¹⁾

¹⁾Laboratory of Plant Conservation, Department of Human and Animal-Plant Relationships,
Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture.

1737 Funako, Atsugi, Kanagawa 243-0034 Japan

²⁾Laboratory of Molecular Pharmacognosy, Graduate School of Medical Sciences,
Kanazawa University. Kakuma-machi, Kanazawa 920-1192 Japan

受付日：2017年11月4日

受理日：2017年12月7日

Summary

In Xinjiang Uyghur Autonomous Region (Xinjiang) of China, traditional Uyghur Medicine is practiced besides traditional Chinese Medicine. Chakkanda is the Ephedra herb used in Uyghur Medicine, and it was clarified that most of the Chakkandas obtained in Xinjiang were derived from the herbal stems of *Ephedra przewalskii* Stapf and some were derived from the mixture of *E. przewalskii* and *E. intermedia* Shrenk et C.A.Meyer. The both species generally grow in Xinjiang. Whereas, Mahuang is the Ephedra herb used in Chinese Medicine, and the most of the Mahuangs purchased in pharmacies of Chinese Medicine in Xinjiang were derived from *E. sinica* Stapf. This species does not grow up in the wild in Xinjiang province, so these products are considered to be imported from other area.

要旨

中国の新疆ウイグル自治区における伝統医学は、中国医学とともにウイグル医学が行われている、ウイグル医学で使用されるマオウ属植物由来の生薬は Chakkanda と称される。今回 Chakkanda を入手して原植物を調査した結果、大半は *Ephedra przewalskii* Stapf の地上茎に由来するもので、一部に本種と *E. intermedia* Shrenk et C.A.Meyer の混合品があることが明らかになった。これら2種は新疆ウイグル自治区に一般的に生育している。一方、同自治区内の中国薬物店で入手した麻黄の原植物は大半が *E. sinica* Stapf に由来するものであった。*E. sinica* は同自治区内に分布しないので、これらは他の地域からの輸入品であると考えられる。

Key words : Ephedra; Chakkanda; Mahuang; *Ephedra przewalskii*; Uyghur medicine

Introduction

Gymnospermous plants of genus *Ephedra*, order Gnetales are well-known sources of medicine all over the world. In traditional Chinese medicine, Ephedra herb or Mahuang (麻黄 in Chinese) has been used since ancient times as an antitussive, expectorant, antipyretic, analgesic, diaphoretic, bronchodilator, *etc.*¹⁾, and its pharmacological activities have been attributed to the presence of ephedrine-type alkaloids²⁾. On the other hand, Uyghur medicine, which is thought to originate in Greek medicine, is practiced in Xinjiang Uygur Autonomous Region (Xinjiang) located in western China³⁾. In Uyghur medicine in Xinjiang, Ephedra herb is called Chakkanda and it was reported in the Pharmacography of Uyghur that *Ephedra przewalskii* Stapf, *E. intermedia* Shrenk et C. A. Meyer, and *E. equisetina* Bunge were used to treat asthma, cough, pneumonia, excessive sweating, diarrhea, and sore skin⁴⁾. It can be expected that the latter two species are the sources of Mahuang. Widely distributed in Central Asia, Mongolia, Pakistan, and Xinjiang, *E. przewalskii* is a highly branched shrub erect or ascending more than

2 m, whose young branchlets are green to pale brown. Bracts of seed cones of this species are characteristically membranous and light brown in color, whereas other species distributed in China have fleshy and red cones at maturity⁵⁾. Because it contains little ephedrine-type alkaloids⁶⁾, *E. przewalskii* is considered useless in traditional Chinese medicine, nor is it a source of ephedrine or pseudoephedrine. However, in traditional Mongolian medicine, which is based on Indian Ayurvedic medicine, this species is used to treat stomatitis, nephritis, and inflammation of organs, whereas *Ephedra* species that contain ephedrine-type alkaloids, such as *E. sinica* or *E. equisetina*, are deemed to be of inferior quality⁷⁾. No other detailed information on Chakkanda has been reported, including whether it contains alkaloids, or whether it is the same as Ephedra herb sold in pharmacies of traditional Chinese medicine in Xinjiang. To resolve these issues, Chakkanda and Mahuang available commercially were purchased from pharmacies in Xinjiang and the contents of ephedrine-type alkaloids were determined by

Table 1. Commercially available Chakkanda and Mahuang purchased in Xinjiang

Sample ID	Voucher No.	Product Name	Year of Purchase	Collection Place
C1	8039	Chakkanda	2011	Khotan
C2	8040	Chakkanda	2011	Khotan
C3	8041	Chakkanda	2011	Khotan
C4	8042	Chakkanda	2011	Khotan
C5	8043	Chakkanda	2011	Khotan
C6	8044	Chakkanda	2011	Khotan
E1	9168	Mahuang	2012	Urumqi
E2	9169	Mahuang	2012	Urumqi
E3	9170	Mahuang	2012	Urumqi
E4	9171	Mahuang	2012	Urumqi
E5	9242	Mahuang	2013	Bolla
E6	9243	Mahuang	2013	Bolla
E7	9244	Mahuang	2013	Kuytun
E8	9245	Mahuang	2013	Altay
E9	9246	Mahuang	2013	Altay

high-performance liquid chromatography (HPLC) analysis. Then, the original plants of the samples were identified using molecular biological and anatomical methods.

Materials

Nine commercial Mahuang samples were purchased from several pharmacies in Urumqi, Bolla, Kuytun, and Altay, and six Chakkanda samples were obtained from a clinic practicing Uyghur medicine in Khotan (Table 1). Voucher specimens were deposited in the herbarium of School of Pharmacy, Kanazawa University (KANP), Japan.

Methods

Molecular biological study (DNA analysis)

Dry stems were cut into pieces, frozen in liquid nitrogen, and ground into powder. DNA was extracted according to the manufacturer's protocol using a DNeasy Plant Mini Kit (Qiagen). Primers c (CGA AAT CGG TAG ACG CTA CG) and f (ATT TGA ACT GGT GAC ACG AG) designed by Taberlet et al.⁸⁾ were used to amplify the *trnL/trnF* region. Polymerase Chain Reaction (PCR) was performed in 25 μ L of a reaction mixture containing 2.5 μ L of 10 \times PCR buffer for KOD-Plus, 0.2 mM of each dNTP, 1 mM MgSO₄, 0.4 M primer (c and f), approximately 100 ng of DNA sample, and 0.5 units of KOD-Plus DNA polymerase (Toyobo). The cycling parameters for PCR were as follows: 94 $^{\circ}$ C for 2 min; 30 cycles of denaturation at 94 $^{\circ}$ C for 15 sec, annealing at 55 $^{\circ}$ C for 30 sec, and elongation at 68 $^{\circ}$ C for 45 sec; and a final elongation step at 68 $^{\circ}$ C for 5 min. Three microliters of the PCR product was used for agarose gel electrophoresis and the remaining product was purified using a QIA Quick PCR Purification Kit (Qiagen).

The purified PCR product was sequenced using a BigDye Terminator Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems) on an ABI PRISM 310 Genetic Analyzer (Applied Biosystems). The sequencing reaction was carried out in an 8 μ L mixture containing 1 μ L of

BigDye Terminator v 1.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems), 0.4 μ m of primer (primer c or f), and approximately 20 ng of the purified PCR product. Thermal conditions for the sequencing reaction were as follows: initial denaturation at 96 $^{\circ}$ C for 2 min, followed by 25 cycles of denaturation at 96 $^{\circ}$ C for 10 sec, annealing at 50 $^{\circ}$ C for 5 sec, and extension at 60 $^{\circ}$ C for 4 sec. Sequences were aligned by 'DNASIS' version 3.0 (Hitachi).

Anatomical study

Three to five herbal stem samples were selected from each collection. Transverse sections of internodes were made and examined under an optical microscope without treatment or after clarification with chloral hydrate solution. The following characteristics were observed: shape of transverse section, cuticle layer and cuticular protuberance, subepidermal fiber, cortical fiber, fiber of bundle sheath, and fiber in pith.

Analysis of ephedrine alkaloids

Alkaloid content was determined by following a reported method⁹⁾ which was slightly modified on the bases of JP17. For sample preparation, 0.1 g of powdered sample that had been dried at 105 $^{\circ}$ C for 15 h was suspended in 5.0 mL of the mobile phase and left at room temperature for 20 min. The mixture was then subjected to ultrasonication for 25 min to extract the ephedrine alkaloids. After centrifugation at 3000 rpm for 15 min, the supernatant was filtered off by passing through a membrane filter (pore size: 0.45 μ m) and preserved in a capped HPLC vial until analysis.

The conditions for the HPLC assay for ephedrine and pseudoephedrine are as follows: Hitachi Elite LaChrom HPLC system (L-2130 pump, L-2200 auto sampler, L-2400 UV detector), ODS column (250 mm \times 4.6 mm i.d., Handy ODS, Wakopak), mobile phase: 27 mM sodium dodecyl sulfate solution/CH₃CN/H₃PO₄ (610/390/0.8), flow rate: 1.0 mL/min, sample injection volume: 10 μ L, detection wavelength: 210 nm.

Results

Alkaloid content of Ephedra herb (Fig. 1)

Five of six Chakkanda samples obtained commercially contained less than 0.01% total alkaloids (total amount of ephedrine and pseudoephedrine), and only sample C5 had 0.57% total alkaloid content. All commercial Mahuang samples except E4 purchased from Urumqi had total alkaloid contents of 0.53-1.13%.

Identification of botanical species of commercial samples based on anatomical characteristics (Fig. 2)

In the transverse sections of all the Chakkanda samples, the outline is slightly wavy with few cuticular protuberances and the grooves are shallow. Fiber bundles were observed beneath the epidermis. Many

fiber bundles scattered in the cortex and those of the vascular bundle sheath were recognizable. Fiber in the pith distributed not only around the xylem but also at the center of the pith, surrounded by parenchyma cells. A less grooved branchlet and the existence of fiber surrounded by parenchyma cells in the pith were reported as the specific characteristics of *E. przewalskii*¹⁰; therefore, Chakkanda could be identified as *E. przewalskii*. On the other hand, in sample C5, beside the transverse sections originating from *E. przewalskii*, those originating from *E. intermedia* were also recognized, that is, the transverse sections from *E. intermedia* had a deeply sinuous epidermis and plenty of cuticular protuberances, along with many cortical fibers. Fibers around the xylem in the pith were

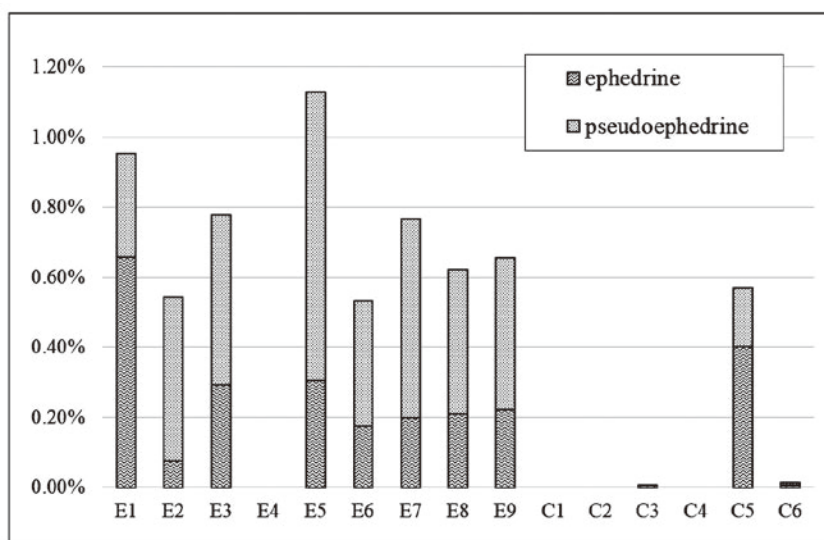


Fig. 1 Ephedrine and pseudoephedrine contents in commercial Chakkanda and Mahuang samples.

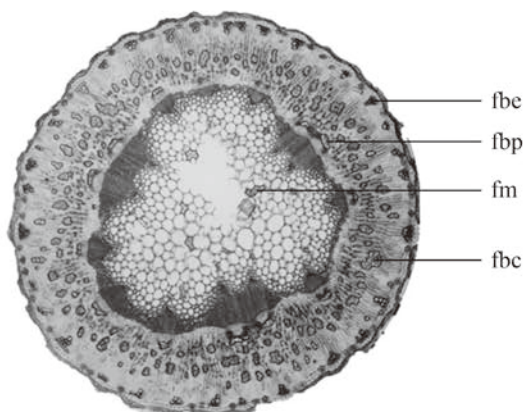


Fig. 2 Transverse section of sample E4 (Voucher No. 9171) showing typical characteristics of *Ephedra przewalskii* Stapf. Abbreviations: fbc, subepidermal fiber bundle; fbp, fiber bundle of vascular bundle sheath; fm, fiber in pith; fbc, fiber bundle in cortex.

observed, but no fibers could be found at the center of the pith. It was reported that *E. sinica* and *E. intermedia* could be stem-anatomically distinguished by examining both the number of fiber bundles in the cortex and the number of fibers in the pith¹¹⁾. From these anatomical characteristics, we conclude that sample C5 was a mixture of *E. przewalskii* and *E. intermedia*.

Among the commercial Mahuang samples, E4 was found to be composed of *E. przewalskii* stems on the basis of anatomical characteristics. Samples E1, E2, and E3 had few or no fibers in the pith and fewer fibers in the cortex than typically found in *E. intermedia*, which allowed us to confirm that their origin was *E. sinica*. It was difficult to identify samples E5 to E9 on the basis of transverse sections: they had an elliptical or a trigonal cambium ring and few fibers in both cortex and pith. According to the identification criteria mentioned above, these samples were *E. sinica*;

however, their anatomical characteristics differed from those of typical *E. sinica*. To ensure reliable identification, we carried out molecular biological study in the next step, by sequencing the *trnL/trnF* region.

Identification by sequencing *trnL/trnF* region (Table 2)

Sequences of *trnL/trnF* were found at 463 bps in samples E5 to E9. It was reported that *E. sinica* had two deletions at positions 459 and 460; therefore, its *trnL/trnF* region was shorter than those of the other species, including *E. intermedia*, which had a length of 465 bps. This result confirmed the provisional conclusion drawn from the anatomical characteristics indicating that samples E5 to E9 originated from *E. sinica*. While, *E. intermedia* and *E. przewalskii* could not be distinguished by this method, because they have no difference in this region¹²⁾. For the same reason, *E.*

Table 2. Nucleotide differences in *trnL* intron and *trnL/trnF* intergenic spacer of *Ephedra* plants and commercial Mahuang samples

	GenBank Accession No.	96	219	271	325	398	459	460
<i>E. intermedia</i>	AY423430	C	T	T	G	A	G	T
<i>E. sinica</i>	AY423431	*	*	*	*	*	-	-
E5		*	*	*	*	*	-	-
E6		*	*	*	*	*	-	-
E7		*	*	*	*	*	-	-
E8		*	*	*	*	*	-	-
E9		*	*	*	*	*	-	-
<i>E. przewalskii</i>	AY423432	*	*	*	*	*	*	*
<i>E. equisetina</i>	AY423433	A	*	*	*	*	*	*
<i>E. equisetina</i>	AY423434	A	*	*	*	C	*	*
<i>E. monosperma</i>	AY423435	A	*	*	*	*	*	*
<i>E. gerardiana</i>	AY423436	A	*	*	*	*	*	*
<i>E. likiangensis</i>	AY423437	A	*	*	*	*	*	*
<i>E. minuta</i>	AY423438	*	G	*	A	*	*	*
<i>E. minuta</i>	AY423439	*	G	C	A	*	*	*

*: same as the top sequence -: gap

monosperma, *E. gerardiana* and *E. likiangensis* could not be distinguished from each other either.

Discussion

Ephedra herb samples of Chakkanda, which is used in Uyghur medicine in Xinjiang, were found to be composed of mainly the stems of *E. przewalskii* Stapf and partly a mixture of *E. przewalskii* and *E. intermedia* Schrenk et C. A. Meyer stems, conforming to the descriptions in the Pharmacography of Uyghur. No herbal stems of other species, such as *E. equisetina* Bunge growing in the wild in Xinjiang, were detected in all the commercial samples examined in this study. Although it is possible that *E. equisetina* is used as the raw material of Chakkanda, this is not the case in general because *E. equisetina* is less commonly found in Xinjiang than *E. przewalskii* or *E. intermedia*. All the *Ephedra* materials used as Chakkanda examined in this study are those growing naturally in Xinjiang or the western part of Xinjiang. We investigated several ephedra fields in Xinjiang in 2013, such as Bolla, where *E. sinica* was once cultivated but later abandoned because of economic reasons or a ban on narcotic materials. We found no evidence that *E. sinica* was used to make Chakkanda mistakenly, but without proper knowledge of gathering and identification, this could happen if the cultivation of *E. sinica* becomes widespread and common in Xinjiang. On the other hand, one out of the nine Mahuang samples investigated in this study was composed of *E. przewalskii*, and the rest were made from *E. sinica*. However, the fact that neither wild nor cultivated *E. sinica* could hardly be found in Xinjiang suggested that Mahuang sold in this area was likely to be imported from other provinces in China. Considering that the ratios of ephedrine to pseudoephedrine in these samples were similar, it would be possible that the samples came from another area as one lot and were thereafter transported to different cities. Based on our findings, we conclude that Chakkanda and Mahuang could be well distinguished and treated as two different crude

drugs in two different traditional medicinal systems, and they could not be used interchangeably.

Except sample C5, none of the Chakkanda samples contains ephedrine-type alkaloids, which is to be expected because the samples were made from mainly *E. przewalskii*. Although Chakkanda is used as an antitussive, an anti-asthmatic or a medication for sore skin, it seems that to exert those effects, Chakkanda does not have to contain ephedrine, which is believed to be the bioactive component in Ephedra herb. Furthermore, Ephedra herb is a diaphoretic agent because of the presence of ephedrine, whereas Chakkanda is an antiperspirant. Therefore, other chemical constituents, including volatile compounds represented by mainly terpenoids, flavonoids, or tannins found in *E. przewalskii*, might be potential bioactive molecules. Literature data on total flavonoid content in *Ephedra* species distributed in China are scarce, but it has been reported that *E. przewalskii* and *E. equisetina* have the highest total tannin content, followed by *E. intermedia* and *E. sinica*, the latter of which has the lowest total tannin content¹³⁾. One criterion of *Ephedra* species used in traditional Mongolian medicine is that they should have high tannin content⁷⁾. This criterion was possibly derived from Indian Ayurvedic medicine and Uyghur medicine might have been also influenced by it since the 10th century³⁾. Although further studies of the analgesic activity of Chakkanda constituents are needed, it can be supposed that tannins are important compounds in *Ephedra* species. *E. przewalskii* may be a suitable specimen for further study because it contains no ephedrine-type alkaloids and yet is used for medicinal purposes.

References

- 1) Shenwei Tang. Duguan Bencao [ed. By Zhijun Shang, based on the 12th century edition by Cheng Ai]. Anhui Science & Technology Publishing House, p. 265-266 (2002).
- 2) Masanori Miyagoshi, Sakae Amagaya, Yukio

- Ogihara. Antitussive effects of L-ephedrine, amygdalin, and Makyokansekitto (Chinese traditional medicine) using a cough model induced by Sulfur Dioxide Gas in mice. *Planta Med*, **52(4)**, 275-278 (1986).
- 3) Amir Abdukadir, Denis Dubrovin, Nurmahamat Amat, Wenxian Liu, Ayshamgul Hasim, Anwar Aikemu, Batur Mamtimin, Halmurat Upur. The origins of Uyghur medicine: debates and perspectives. *J Tradit Chin Med*, **2(4)**, 271-226 (2015).
- 4) Yongmin Liu. Pharmacography of Uighur (Part 2). Xinjiang Science & Technology & Hygiene Publishing House (K), Urumuqi, Xinjiang, China, p. 790 (1999).
- 5) Ligu Fu, Yongfu Yu, Harald Riedl. Flora of China 4. Science Press (Beijing) & Missouri Botanical Garden Press (St. Louis), p. 98 (2013).
- 6) Jiansheng Zhang, Zhen Tian, Zhicen Lou. Quality evaluation of twelve species of Chinese Ephedra (ma huang). *Yao Xue Xue Bao*, **24**, 865-871 (1989).
- 7) Fumihide Takano, Fumihiko Yoshizaki, Shinji Fushiya, Hideki Hayasaka, Keiji Ohba, Javzan Bathhuu, Chinbat Sanchir, Badamjav Boldsaikhan. Mongolian Traditional Medicine and Medicinal Plants. *Kampo Med*, **54(5)**, 963-972 (2003).
- 8) Pierre Taberlet, Ludovic Gielly, Guy Pauton, Jean Bouvet. Universal primers for amplification of three non-coding regions of chloroplast DNA. *Plant Mol Biol*, **17**, 1105-1109 (1991).
- 9) Lili Wang, Nobuko Kakiuchi, Masayuki Mikage. Studies of *Ephedra* plants in Asia. Part 6: Geographical changes of anatomical features and alkaloids content of *Ephedra sinica*. *J Nat Med*, **64**, 63-39 (2010).
- 10) Jiansheng Zhang, Shenghua Li, Zhicen Lou. Morphological and histological studies of Chinese *Ephedra* Mahuang. I. Seven species produced in north China. *Yao Xue Xue Bao*, **24**, 937-948 (1989).
- 11) Naoko Fushimi, Lili Wang, Shunsuke Ebisui, Shaoqing Cai, Masayuki Mikage. Studies of *Ephedra* Plants in Asia. Part 4. Morphological differences between *Ephedra sinica* Stapf and *E. intermedia* Schrenk et C.A.Meyer, and the botanical origin of Ma-huang produced in Qinghai Province. *J Trad Med*, **25**, 61-66 (2008).
- 12) Changfeng Long, Nobuko Kakiuchi, Akira Takahashi, Katsuko Komatsu, Shaoqing Cai, Masayuki Mikage. Phylogenetic analysis of the DNA sequence of the non-coding region of nuclear Ribosomal DNA and Chloroplast of *Ephedra* Plants in China. *Planta Med*, **70**, 1080-1084 (2004).
- 13) Riri Wang. Studies on inner structure and alkaloid content of Ephedra plants in East Asia. PhD thesis, Kanazawa University, p. 30(2009).
-
- 倪斯然 (にー・すーらん) ●
北京市出身
北京大学药学院卒業
金沢大学大学院自然科学研究科修了
薬学博士
2014年から東京農業大学博士研究員
-
- Mutalifu Nilufaer (ニルファエル・ムタリフ) ●
中国新疆省ウルムチ市出身
金沢大学大学院医薬保健学総合研究科前期課程修了
薬学修士
-
- 御影 雅幸 (みかげ・まさゆき) ●
大阪府出身
富山大学大学院薬学研究科修了
薬学博士
富山医科薬科大学和漢薬研究所, 金沢大学薬学部を経て2014年から東京農業大学
-
- 安藤 広和 (あんどう・ひろかず) ●
大阪府出身
金沢大学大学院医薬保健学総合研究科修了
創薬科学博士
2015年から金沢大学
-
- 佐々木 陽平 (ささき・ようへい) ●
長野県出身
富山大学大学院薬学研究科修了
薬学博士
星薬科大学を経て2010年から金沢大学

放射能災害被災地での 人工気象室利用カンゾウ筒栽培の試み (1)

Study on the tube cultivation of *Glycyrrhiza uralensis* using
the artificial climate chamber in the damaged area by the radiation hazard (1)

伊藤 徳家*, 国分 歩, 斎藤 優希, 浅倉 聖岳, 中楯 奨

奥羽大学薬学部

〒963-8611 福島県郡山市富田町字三角堂31番1

Noriee Itoh*, Ayumi Kokubun, Yuki Saito, Kiyotake Asakura and Shou Nakadate

Department of Natural Product Chemistry, Faculty of Pharmaceutical Science, Ohu University,
31-1, Misumido, Tomitamachi, Koriyama, Fukushima 963-8611 Japan

受付日 : 2017 年 12 月 1 日

要 旨

冷夏などの気象による影響を受けやすく、かつ東北大震災で放射能被害を受けた東北地方でのカンゾウ栽培には筒栽培法が有効である。この地域での筒栽培法を効率化すべく気象影響のない人工気象室での管理簡便な筒栽培法を開発した。確立した方法で3ヶ月間室内栽培した後、筒のまま露地圃場へ移設し9月末まで栽培した。その結果、筒の露地移行時期は8月が適していることが明らかになった。

Abstract

The tube cultivation method is powerful for *Glycyrrhiza* plants growing in Tohoku region frequently attacked by cold summer and severely damaged by the big earthquake and following radioactive pollution in 2011. We established an easy operation tube cultivation procedures in the artificial climate chamber for the purpose of supporting of the cultivation of *Glycyrrhiza* plants in Tohoku.

We cultured *Glycyrrhiza uralensis* by using our methods for 3 months, then moved the tubes to the open-field and kept cultivation by the end of September. The result suggested August is suitable season for moving the tubes.

筒栽培法の特長

マメ科の薬用植物カンゾウ (*Glycyrrhiza uralensis* Fischer (ウラルカンゾウ) または *Glycyrrhiza glabra* Linne (スペインカンゾウ)) は漢方薬の7割に配合される最重要の生薬であるがそのほとんどを中国などからの輸入に依存しており、国内で

の供給体制構築を目指す栽培研究が進められている¹⁾⁸⁾。その結果、国内気象に適した栽培株の選抜や露地栽培での条件検討などが進み、約2年の露地栽培で十分な品質に到達可能となってきた。しかし、日本には梅雨や高温多湿の夏があるため、成長停滞が生じやすい。さらに南北に長い

日本では東北以北で夏季の低温や日照時間の減少が発生しやすく、気象問題はこの地域でのカンゾウ露地栽培にとって大きな課題となっている。

カンゾウの筒栽培法は、土壌を乾燥気味に維持しやすい、収穫の手間の大きいストロンを閉じ込めることができる、筒内の培養土を自在に調整できる、単位面積当たりの栽培密度を高く設定できる、ビニールハウス栽培への展開も容易など、多くの特長があり、東北大震災で放射能汚染を受けた地域にとっては大変有用な栽培法である。現在我々は福島県平田村と共同で類似の方法でのカンゾウ栽培試験を実施している⁹⁾。この地域は阿武隈山系に位置し、標高が 500 m 前後と高く、日照不足や冷夏に襲われやすい。そこで我々は、気象影響がなく常に安定して栽培可能な人工気象室栽培をカンゾウ栽培へ利用するための技術検討を開始した。

人工気象室で無菌苗を調製しこれを春に露地筒栽培へ定植するのでは気象リスクを避けることはできない。リスクを避けながら栽培期間の短縮も目指すためには人工気象室内で筒栽培を行い、ここで育成した後、適切なタイミングで露地へ移行するが好ましいと考え、まずはこれに適した独自の筒栽培技術を構築することにした。

本学の人工気象室には灌水設備がないこと、及び今後県内など他所で実施するとき高コストの設備が不要となることを考慮し、自動灌水は行わ

ないことにし、筒の底を蓋で閉じる方法を採用した。筒の重心が低下し栽培棚に立てた後の転倒防止にもなり、滅菌も可能なことから底蓋にはガラス容器を用いた。筒底を閉鎖すると筒下方の水分が高くなりがちだが、数か月の短期栽培では地上部地下部ともに順調に成長し、5 週間で直根がガラス底蓋に到達することから検討試験には十分用いると判断した。灌水管理簡便な筒栽培法の手順を以下に記す。

人工気象室内筒栽培法 (図 1)

本学は露地栽培 3 年でグリチルリチン酸 (以下、GL) 含量が約 2% になるウラルカンゾウ株由来の無菌株を維持栽培しており、今回はこの株を使用した。

まずクリーンベンチ内で無菌培養株のシュートを切り出し、ガラス試験管内の寒天培地へ移植し、25℃、3700 lx で 6 週間無菌培養した。成長した無菌苗をクリーンベンチ内で寒天培地から取り出し、高圧蒸気滅菌処理 (120℃、20 min.) したバーミキュライトを充填した小型樹脂筒 (内径 27 mm、長さ 90 mm、底はアルミ箔で覆う) へ移植し、これを数本まとめてねじ蓋付き樹脂容器へ入れ、1 週間かけて人工気象室内環境へ馴化させた。

別に筒栽培装置として、クリーンベンチ内で塩ビ管 (内径 45 mm、長さ 500 mm) に消毒用エタノールを噴霧し、底に滅菌処理したガラス容器 (内径

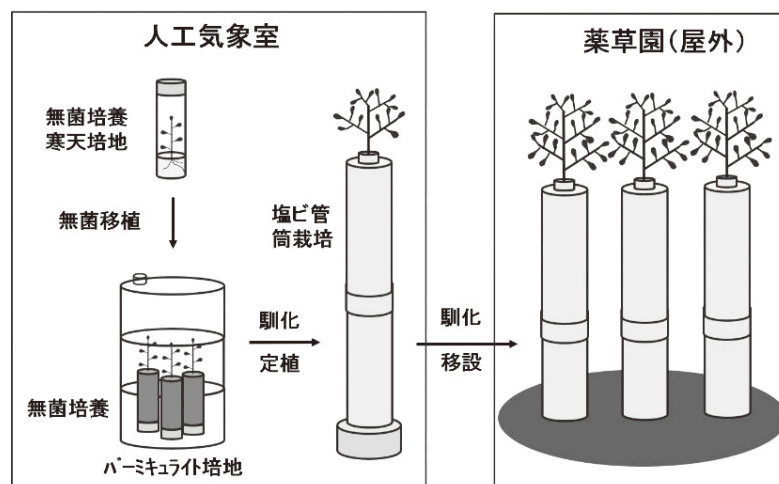


図 1. 人工気象室内筒栽培と露地筒栽培の組み合わせ栽培実施手順

59 mm (口部), 74 mm (底部), 高さ 65 mm) で蓋をし, 筒内部に滅菌処理したバーミキュライトを充填した. この塩ビ管筒栽培装置の上面へ先に馴化させた苗を小型樹脂筒ごと定植した. その際, 底のアルミ箔は除去した. 周囲にバーミキュライトを充填し培養土充填高さを約 480 mm とした. その後滅菌処理した市販の肥料液 (株式会社ハイポネックス製 微粉ハイポネックス 0.4 mg に滅菌済み精製水を加えて懸濁し 1 L とする) 200 mL を加え, 栽培棚に設置した.

人工気象室の光源には蛍光灯を用い筒の上方に設置した. 栽培棚の左右及び後方を反射材で囲い, 苗付近での照度を約 5000 lx に調整した. 1 日の照射時間は 16 時間とし, 室温は 25 ~ 30 °C, 室内二酸化炭素濃度は約 400 ppm に維持した.

所定の期間人工気象室栽培を実施した後, 一般実験室及び雨が当たらない屋外環境で 2 週間馴化した. その後に本学の試験圃場へ移設した. 圃場移設時には塩ビ管の底のガラス蓋を取り去り, 筒の下部約 25 cm を土に埋めて自立させた. 露地栽培期間は一カ月ごとに溶液肥料 (株式会社ハイポネックス製 ハイポネックス原液 20 mL に滅菌済み精製水を加えて希釈し 1 L とする) 200 mL を筒へ与えた. 9 月末の収穫時の筒内培地の充填高さは約 440 mm に沈降していた.

筒栽培試験条件

これまでの経験から福島県郡山市でのウラルカンゾウの露地栽培の苗定植の適期は 5 月中旬であり, 地上部の成長が終了するのは 10 月初めであることが分かっている. 一方, 郡山市の 8 月の平均気温は 21 ~ 29 °C で, 一年のうちで人工気象室の設定気温 (25 °C) との差は最も小さい. これらのことから, 人工気象室内筒栽培を露地へ移設する時期は 5 月と 8 月の 2 条件とした. 人工気象室

での栽培期間は約 90 日に設定した. 収穫は 9 月末 ~ 10 月上旬に実施することとした. 人工気象室の中だけでの筒栽培を 8 月露地移行試験の対照試験として設定し, 通算の栽培期間を 140 日に揃えた.

人工気象室の栽培棚面積の制限により試験条件は 3 種, 各条件での栽培筒本数は最大 4 本とした. 露地栽培圃場は学内に設置し, 3 月に市販の腐葉土を混ぜ, 深さ 40 cm まで耕しておいた. 試験は 2015 年に実施した. 試験条件を表 1 に示す.

結果及び考察

露地栽培期間の 5 月から 9 月末までは, 8 月下旬の 2 週間に日照時間が減少した以外, 大きな気象変動はなく例年通りであった. 露地栽培移行直後に葉が枯れるなど一部で成長が鈍化したが, 2 週間後までに再発芽した.

全ての個体で主根は 1 本で, ストロンの発生は見られなかった. 地上部を切り離し, 地下部を室内で 1 ヶ月以上乾燥後, 地下部を主根, 主根から発生する側根, 及び主根と側根から発生する非常に細い細根の三種類に分別し質量を測定した.

GL 含量は主根について求めた. 定量法は第 16 改正日本薬局方の HPLC 定量法に準拠し, 少量の試料で実施できるように一部を改良して行った. 定量計算には GL 標準試料で得た検量線を利用し, 水分含量は加熱減量法にて求めた値 (10.0 %) を用いた.

表 2 に, 各個体の地下部の長さ, 径, 乾質量, 及び GL 含量を示す.

どの個体も主根長は筒内培養土充填高さと同程度以上に生育していた. 主根径は 3.3 ~ 6.6 mm と差が大きく, 地下部全体質量も 2.4 ~ 5.3 g と差があった. 地下部質量 (平均値) と GL 含量の関係を図 2 に示す.

表 1. 人工気象室及び露地での筒栽培試験条件

試験	株数	人工気象室 開始日	人工気象室筒 栽培期間(日)	露地開始日	露地筒栽培 期間(日)	収穫日	合計栽培期間 (日)
1	4	5/20	140	-	0	10/7	140
2	4	5/13	92	8/13	48	9/30	140
3	3	2/13	89	5/13	140	9/30	229

表 2. 筒栽培カンゾウの性状

試験	根長 (cm)*	径 (mm)**	地下部 (g)	主根 (g)	側根 (g)	細根 (g)	GL含量 (%)
1	48.4	6.5	4.67	2.37	0.75	1.55	0.68
	60.3	6.6	5.30	2.41	1.44	1.46	0.57
	48.3	6.3	4.81	2.51	0.89	1.41	0.64
	44.0	5.4	4.97	1.75	1.70	1.52	0.76
2	55.4	4.8	4.07	3.25	—	0.82	0.74
	51.9	5.2	3.72	2.25	0.72	0.74	0.63
	58.2	5.1	3.94	2.33	0.53	1.08	0.57
	59.5	4.5	3.77	2.01	0.63	1.13	0.58
3	74.2	3.9	3.58	1.73	1.63	0.22	0.30
	50.2	3.3	3.65	1.67	1.62	0.37	0.46
	73.5	4.3	2.36	2.01	0.21	0.14	0.43

* : 切り分けた根の総和.

** : 地上境界から 1 cm の位置での最大径と最小径の平均値.

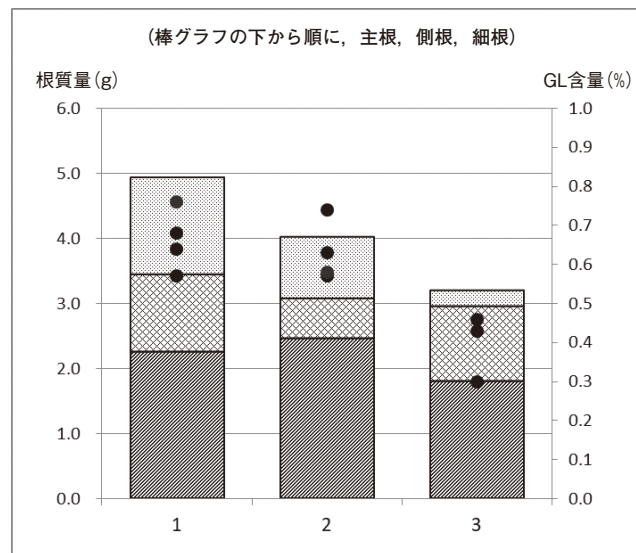


図 2. 筒栽培カンゾウ根の質量と GL 含量

試験 1 は側根と細根の割合が最も大きかった。筒内水分が高めであったことが原因と考えられる。8 月に露地栽培へ移行した試験 2 では細根の割合は試験 1 の 63% に減少し、5 月に露地へ移行した試験 3 では細根割合が試験 1 から 84% 減った。人工気象室で細根が増加するが、屋外栽培で減少することが分かった。

主根質量は試験 1 で平均 2.3 g であり、試験 2 では試験 1 より僅かに増加した。一方試験 3 は、露地栽培期間が 4.5 ヶ月あったにもかかわらず試験 2 より少ない 1.8 g であった。これは露地移行時の温度差によるストレスが原因ではないかと考えられる。

GL 含量は根重量と同様で、試験 1 と試験 2 は

ほぼ同様の 0.7% 前後となったが、試験 3 では平均で約 0.4% と低かった。

今回の試験結果から、郡山で人工気象室 (25℃ 設定) との温度差が小さくなる 8 月 (平均 25℃) に露地移行させるとストレスが小さく、その後の 1.5 ヶ月の短期間でも成長は順調に進み根質量が増加することが確認された。一方、5 月の平均気温 (16℃) は今回材料としたウラルカンゾウの成長適温より低く、移設時に生育不良となりその後の成長も低下したと考えられる。

これらのことから本地域で室内筒栽培を露地へ移行させる時期としては 8 月が適していることが示唆された。

気候変動や放射能汚染リスクがない人工気象室

栽培は東北の被災地では有望な手段の一つであることから、管理簡便な人工気象室筒栽培を用い人工気象室との温度差の小さな夏季を選べば露地栽培へ問題なく移行できる可能性を示した本試験は有意義であったと考えている。

なお、今回材料としたウラルカンゾウのストロン苗を5月に露地へ定植して11月まで栽培した場合、通常主根1本は乾燥後に10g以上となる(未発表データ)ため、今後の試験は収量面での改善を検討課題として行う予定である。

参考文献

- 1) 尾崎和男, 渡辺 斉, 芝野真喜雄, 草野源次郎, 生薬学雑誌, **61**, 89-92 (2007).
- 2) 尾崎和男, 芝野真喜雄, 草野源次郎, 渡辺 斉, 生薬学雑誌, **64**, 76-82 (2010).
- 3) 芝野真喜雄, 尾崎和男, 大阪薬科大学紀要, **5**, 59-68 (2011).
- 4) 吉松嘉代, 第7回甘草に関するシンポジウム講演要旨集, 21 (2015).
- 5) Tuvsintogotkh I., Mandakh B., Munwkkhjargal B., 森永紀, 宇都拓洋, 正山征洋, 同上, 33 (2015).
- 6) 吉岡達文, 末岡昭宣, 酒井美保, 長根寿陽, 草野源次郎, 芝野真喜雄, 同上, 37 (2015).
- 7) 尾崎和男, 芝野真喜雄, 同上, 47 (2015).
- 8) 古川全太郎, 安福規之, 大嶺聖, 難波真裕子, 同上, 83 (2015).
- 9) 伊藤徳家, 財界ふくしま, **5**, 147 (2017).

●伊藤 徳家 (いとう・のりいえ) ●

青森県出身
東北大学大学院薬学研究科修了
博士(薬学)

●国分 歩 (こくぶん・あゆみ) ●

福島県出身
奥羽大学薬学部卒業

●斎藤 優希 (さいとう・ゆうき) ●

新潟県出身
奥羽大学薬学部卒業

●浅倉 聖岳 (あさくら・きよたけ) ●

宮城県出身
奥羽大学薬学部卒業

●中楯 奨 (なかだて・しょう) ●

神奈川県出身
星薬科大学大学院薬学研究科修了
博士(薬学)



追悼 吉田尚利先生を偲んで

北海道医療大学 薬学部

高上馬 希重

去る平成 29 年 2 月 14 日に吉田尚利先生（元北海道医療大学薬学部附属薬用植物園，元北海道大学薬学部附属薬用植物園）がご永眠なされました。昭和 11 年 4 月生まれ，80 年と 10 ヶ月のご生涯でした。昨年の秋頃までは，植物観察会などにも参加され，お元気にご活躍されておられるご様子でしたが，実はその頃にはすでに体調を崩されており，あつという間の出来事でした。不謹慎ではありますが，甘い物が好きだった吉田先生がバレンタインデーにお亡くなりになられたのは，いかにも吉田先生らしいお洒落さかなと思う次第です。

ここでふれる内容は，私が吉田先生と初めてお会いしてから以降の出来事で，先生のご活躍のごく一部であり，「もっと素晴らしいぞ」と思われる諸先輩方も多くいらっしゃると思いますが何卒ご容赦ください。

吉田先生は北海道の旭川のご出身で，昭和 31 年に北海道大学医学部薬学科（後に北海道大学薬学部）の職員として採用され，北海道大学薬学部薬用植物園の助手としてご定年までお勤めになられました。先生がご採用になられた当時の北海道大学薬学部の生薬学講座は，薬用植物栽培研究の日本の中心的存在であったと聞き及んでいます。吉田先生の多大なるご尽力により，ダイオウ，ゲンチアナなどの栽培方法が日本で確立され，北海道内での生産普及に貢献されました。その他にも数多くの薬用植物の調査，研究に精力的にとりくまれました。北海道大学をご定年退官後は，北海道医療大学薬用植物園の職員として平成 23 年までお勤めになられました。当薬用植物園を一度でもご覧になられた方の多くは，その広さとよく整備された管理をお褒め下さいますが，この状態にまで至ったのは，まさに吉田先生のご尽力のたまものです。

吉田先生が生薬，薬用植物の研究発展に多大なる貢献をされたのは周知の通りで，その功績を称えられ平成 13 年には日本生薬学会から功労賞「題目：北方系薬用植物の栽培・育種および生薬の調整法に関する研究」を受賞されておられます。

私と先生との出会いは 20 数年前の平成 6 年ごろであったかと思います。当時の私は本州にある大学の大学院生で研究テーマとして「ホッカイトウキの基原植物の研究」を与えられていました。当時の日本薬局方において生薬トウキの基原植物としてホッカイトウキが初めて明記され，北海道がホッカイトウキの有力な栽培生産地となっていました。ホッカイトウキの由来には諸説あり北海道でのトウキ属植物の調査が必要であったため厚生労働省による科学研究班が組織され，私も小間使いとして北海道に行かせていただきました。その時に実地調査の中心的な立場としてご活躍されたのが北大の吉田先生でした。先生との函館空港での初対面はいかにも現場の職人，それでいて帽子とベストをお洒落に着こなしている，といったあの風貌です。後にアルバムを拝見した際に 30 代ですでにこのスタイルだったようです。北海道にはホッカイトウキと形態の似たトウキ属植物が自生していることを吉田先生はすでに気づいておられ，南は函館から北は稚内，網走・斜里まで，数年にわたって調査を行わせていただきました。北海道一周の調査中，「おまえさんは植物のこと知らねえなあ」と何度も言われたのを覚えています。このフレーズはその後 20 年間，私が大学で教鞭を執るようになってからも時折お小言として頂戴することとなります。

先にもふれたように，吉田先生は北海道医療大学の薬用植物園およびその隣接する自然林である北方系生態観察園の整備に勢力を傾けられました。平成 21 年には薬用植物園の附属施設として北方系伝統薬物研究





センターが設立されました。この施設の目的の一つは生薬標本庫の設置で、吉田先生はご退職されるまでの約3年をかけて千点以上の生薬標本を整備されました。この多くが薬用植物園で植栽・収穫されたもの、あるいはフィールドワークで収集されたものです。その中でも驚かされたのはダイオウ根茎の全形標本です。これは昭和60年にご自身で栽培し調整した後に長らくご自宅で保管されておられたもので、吉田先生の生薬・薬用植物にかける情熱をあらためて痛感させられました。これらの生薬標本は大学のイベント時等には一般公開されているので機会があればぜひご覧頂きたい。

吉田先生は常日頃から、薬用植物の国内栽培の必要性を唱えられておられました。北海道では昭和40年代から50年代初頃まで、シャクヤク、トウキ、センキュウ、ダイオウ、ヨモギ、ハッカなど数多くの薬用植物の農業生産が盛んであったそうです。しかしながら、日本の高度成長とともに生産主体はコストの安い中国などの国外生産にシフトし、国内生産は激減してしまいました。高品質な生薬の安定供給には国内での生産の復活が必要です。特に北海道の利点として、冷涼な気候、大規模な農地、高度な機械化などがあり、農業生産に適した薬用植物が数多くあります。

中でもご退職前の吉田先生はムラサキに対して特別な思いをお持ちでした。ムラサキの根は生薬シコンの原料となりますが、栽培化が非常に難しいと言われてきた植物です。吉田先生は「ムラサキの栽培化は必ずできる」と数年をかけて試行錯誤されました。まず種子が思うように発芽しないということから始まり、プラグ苗の調整、肥培管理、夏場の多湿・病害対策、収穫適期の見極め、収穫方法・収穫後の調整、種子の保存、などなど各問題を着実に克服され見事な生薬シコンが収穫されるようになりました。現在では薬用植物園で収穫されたものを、学生が実習で作成する軟膏「紫雲膏^{しうんこう}」の材料の一部として利用しています。また市民講座で行う染め物教室の材料としても利用しています。近年、この技術は大学が立地する当別町の生産農家が取り組み始めた薬用植物生産にも取り入れられ、地域振興にも寄与しています。

ここ数年、日本国内の薬用植物の栽培、生産を取り巻く状況が大きく変化しようとしています。国、自治体、製薬企業などがこの問題の解決に取り組み始めようとする気運が盛り上がりつつあることは多くの方々がお感じになられていることと思います。吉田先生が残された知見、育てていただいた人材、そのお人柄にふれた方々、これらの「タネ」が芽を出してこれからの薬用植物・生薬の発展に寄与するものと強く思う次第です。

終わりにあたり、吉田先生に大きな感謝を申し上げるとともに、ご冥福を心よりお祈りいたします。



北海道のトウキ属植物調査にて



吉田尚利先生（第60回日本生薬学会年会・北海道医療大学にて）



北海道医療大学・北方系伝統薬物研究センター 生薬標本庫にて





村上光太郎先生と吉田尚利先生のご逝去を悼む

熊本有用植物研究所 山口東京理科大学薬学部設置準備室

矢原正治

村上光太郎先生（崇城大学名誉教授，生薬学）は，平成 29 年 4 月 22 日，前立腺がんの治療のため入院中の熊本市の病院で逝去された。享年 72 歳でした。先生は徳島大学大学院薬学研究科を修了後，徳島大学薬学部で助手を勤められた。平成 17 年（2005 年）4 月から崇城大学薬学部の教授に就任され，雑誌「薬用植物研究」の編集委員も歴任された。本年（2017 年）3 月に退職されたが，退職後は闘病生活を過ごされた。

村上先生は野山を駆け巡り，薬用・食用植物を探索することにロマンを抱き，長年日本各地の民間薬調査を行い，薬用植物の分布調査を行うとともに，ブラジルやインドネシア，ベトナム，中国，モンゴルなどの薬用植物調査を実施した。主な著書に，「大地の薬箱 食べる薬草事典」（農文協），「薬事療法ハンドブック」（法研），「民間薬草療法」（法研），「よく効くドクダミ療法」（家の光協会），漢方薬の実際知識・民間薬の実際知識」（東洋経済新報社），「地球は大きな薬箱」などがある。平成 13 年（2001 年）から 25 年（2013 年）まで徳島新聞に「薬草を食べる」という記事を計 203 回連載した。

村上先生は江戸時代の書籍「解毒の本」の中の「フグ毒の中毒の解毒の第一に「附子」，次いで黒豆，甘草の煮汁」の部分に感激し，周囲の人達にもよく話しておられたと聞く。現在では，フグ毒のテトロドトキシンは神経細胞膜の Na^+ チャンネル第 1 部位と結合し， Na^+ イオンの放出を阻害し，興奮伝達を阻害するのに対し，附子のアコニチンアルカロイド類は Na^+ チャンネルの第 2 部位と結合し， Na^+ チャンネルの不活性化を抑制するため， Na^+ イオンの流入を増大し，フグ毒と附子毒は完全な競合拮抗関係にはないことが証明されているが，村上先生は，附子を配合する漢方薬八味地黄丸を自分で作って飲み，減毒不十分の附子による中毒を起こしたことがあったと聞く。冒険心旺盛な人柄が偲ばれる。

北海道大学薬学部附属薬用植物園で管理運営を担当され，退職後北海道医療大学薬学部附属薬用植物園に移られた吉田尚利先生は，本年（2017 年）2 月 14 日に逝去された。

吉田先生は昨年（2016 年）10 月 2 日の南阿蘇での観察会に，肺がんの闘病中において下さった。熊本からの帰りは大阪，京都で挨拶をされて帰られた。年末には熊本の馬刺を送ったが，美味しかったと電話でお礼をいわれた。私の開催している「薬用植物を知ろう in 熊本」の講師に第一回目（2001 年）から全て来ていただき，多くのことを教えて下さいました。2016 年 10 月 2 日に南阿蘇ビジターセンターで阿蘇根子岳を見ながらの写真を添付します。

薬用植物を介してお付き合い頂いた吉田尚利先生は 2 月に，村上光太郎先生は 4 月に亡くなられた。ここに，両先生のご冥福をお祈りします。



公演中の村上光太郎先生



南阿蘇ビジターセンター



薬用植物栽培研究会の年会の定例化に関する提案

薬用植物栽培研究会・会長 御影 雅 幸
事務局長 草野 源次郎

薬用植物栽培研究会（以下本会と略記）は、本年 7 月 15 日に山梨県甲州市市民文化会館において、「発足 45 周年記念事業として講演会・ポスター発表会」を開催しました。「第 8 回甘草に関するシンポジウム」を同所で同日開催したこともあり、200 名を超える参加者があり、たいへんな盛り上がりでした。その際の懇親会の席や、また後日の日本生薬学会年会の折に開催した「薬用植物研究」編集委員会（本会幹事会）において、本会の年会（学術総会）の定例化が話題にのぼりました。

本会は、日本生薬学会の 1 部会として発足し、これまで「薬用植物の国内栽培」や「天然薬用資源の確保」などを主たる課題にしてきました。そうした中で、近年の漢方診療の進展に伴って漢方薬の需要が増え、生薬の品質確保と安定供給の観点から国産化の必要性が論議されるようになりました。こうした状況を鑑みたとき、本会としては単なる薬学関連学会の部会としてではなく、今後は農学、林学、園芸学、理学、食物学、生薬の流通や製品開発をする人達、その他多くの関係者にも参入いただいて、新しい領域を確立することが時代の流れとして必要ではないかと考えるようになりました。

近年の薬用作物生産に関する社会情勢としては、平成 24 年度から関連省庁などに依る「薬用作物に関する情報交換会」や「薬用作物の産地化に向けたブロック会議」などが開催されるようになり、また平成 28 年には「薬用作物産地支援協議会」が発足するなどして、薬用作物の栽培に向けての体制が整いつつあります。一方、関連するブロック会議等に参加しますと、生産希望者、実需者、マッチング担当者らの相互理解が進むのにはまだ相当の時間を要するであろうことを実感します。実際、これまでの数年間を振り返ってみても目標に近づいている事例は多くはありません。一方で生薬資源を確保することの重要性に対する理解は確実に広がっています。国内外における生薬資源の供給に関する長い歴史的背景を振り返ると、この問題は一朝一夕に解決できるものでないことは自明で、自給率向上には地道な努力の積み重ねが求められるところです。

以上、種々の事情を勘案し、御影と草野は年会（学術総会）の定例化に関して次のことを提案したいと考えます。すなわち、本会の年会を定例化し、多くの関係者の関心を喚起し、生薬原料の確保に向けて着実な歩みを進めること；第 1 回年会を来年度、東京近郊に会場を設け、11 月下旬から 12 月上旬に開催する方向で準備を進めたいこと；その実行委員会を来年 3 月下旬までに決めて準備を始めたいことなどです。

初回を盛大にすることにより第 2 回以降に弾みがつくと思います。会員各位におかれましては、初回の年会に向けて今から研究・調査などの準備を始めていただきたくお願いする次第です。加えて、本会のより正常な運営には会員増に向けての行動が欠かせません。前述した関係者に加え、関連する地方自治体などにも参入を働きかけていただきたくお願い致します。

なお、この機会に、本会本部を現会長の研究室内に移動することとなりました。平成 19 年（2007 年）4 月から今日までの約 11 年間、事務局を担当頂いた新日本製薬株式会社 薬用植物研究所（岩国）に感謝いたします。今後は会員一人ひとりの尽力により、レベルアップに努め、立派な学会に発展することを念じています。

平成 30（2018）年 4 月からの連絡先

薬用植物栽培研究会 〒243-0034 神奈川県厚木市船子 1737
東京農業大学 農学部 生物資源開発学科 薬用資源学研究室内
薬用植物栽培研究会事務局 〒740-0602 山口県岩国市本郷町本郷 319
TEL / FAX 0827-75-2141

編集後記

本年7月16, 17日には、山梨県甲州市の塩山を会場に、本会（薬用植物栽培研究会）「発足45周年記念の講演会・ポスター発表会」と「第8回甘草に関するシンポジウム」が開催されました。参加者200名を越す盛会で、熱気が感じられました。本会は「天然薬用資源の確保」を大きな目標にしていますが、この課題に関心を抱く人達が増加していると実感しました。

国立研究開発法人 科学技術振興機構 情報部 資料収集業務（JST）も、本会の活動に関心を寄せ、その依頼により、「薬用植物研究」35巻1号（2015年度）より寄贈受付していただくこととなりました。

J-GLOBAL (<http://jglobal.jst.go.jp/>), jDreamIII (<http://jdream3.com/>) をご参照ください。

「天然薬用資源の確保」に向けて努力している本会の活動が、広く認知され始めていることに、会員一同喜びたいと思います。

このような時期に、「薬用植物研究」39巻2号（2017年12月号）をお届けします。今回から、雑誌のサイズを従来のB5版からA4版にいたしました。

内容は、甘草の研究・開発が大きく進展することが期待される「精子を活性化させる甘草」に関する総説と、それに続き、ウラルカンゾウの栽培法に関する研究、新疆ウイグル自治区のマオウの基原に関する研究（英文）、放射能災害被災地での人工気象室利用カンゾウ筒栽培の試み（1）、原報が4報と資料1が掲載されました。

さらに、薬学系大学の附属薬用植物園で、長年、薬用植物の収集・育成・普及などに活躍され本年2月と4月に逝去された、吉田尚利先生と村上光太郎先生の追悼文が掲載され、両先生の足跡が紹介されました。

最後に、本会を拡大し、年会を定例化する計画についての提案が掲載されました。そのために、新たな発想と行動が求められています。会員が増えることや、研究・開発などの研究成果があがるのが欠かせません。みなさんの周辺で薬用植物栽培にとりくみ、地道に努力している人達に声掛けしていただき、本会への入会を勧めていただきたいと思います。会員一人ひとりの努力で、仲間が増え、本会が活性化することを祈念致します。

薬用植物研究 年2回（6月・12月）刊行予定
個人会員（年会費2,000円）、協賛・賛助会員（年会費1口1万円以上）
入会・原稿の投稿・その他のお問合せは下記研究会事務局宛

薬用植物研究 39巻2号

2017年12月20日発行

発行・編集責任者 草野源次郎

発行者 薬用植物栽培研究会
〒740-0602 山口県岩国市本郷町本郷275
新日本製薬株式会社 薬用植物研究所内
薬用植物栽培研究会事務局
TEL 0827-78-0025 FAX 0827-78-0026
E-mail: yakusou@shinnihonsei-yaku.co.jp
振替口座 00130-3-127755

印刷所 (有) 広瀬印刷
〒740-0724 山口県岩国市錦町広瀬2-4
TEL 0827-72-2600 FAX 0827-71-0003

本誌へ記載された画像・文章を無断で使用することは著作権法上での例外を除き禁じられています。必要な場合は、必ず薬用植物栽培研究会の承諾を得るようお願い致します。

表紙の写真

ヒガンバナ

Lycoris radiata Herb

ヒガンバナ属

秋の彼岸の頃、土手や道端、田んぼのあぜ道や墳墓の周辺に葉のない鮮紅色の花が各地で見られる。まさしく「彼岸に咲く花」、別名は曼珠沙華で地下に鱗茎を有する。葉は濃緑色で中央に線が入った線形で、花が終わってから伸びるため、葉と花を一緒に見ることができない珍しい植物の一つである。学名の *Lycoris* はギリシャ神話「海の女神の名前」に由来し、*radiata* は放射状 (*radiatus*) の意味で花の美しさにちなんでいる。

薬用には鱗茎を用い、生薬名を「石蒜」といい、鱗茎にはリコリンやガランタミンなどのアルカロイドを含み、鎮咳去痰や鎮痛、降圧、催吐などの薬理作用が知られる。この石蒜から得られたエキスを白色濃厚セキサノールといい、市販の鎮咳薬に配合されている。ガランタミンは商品名レミニールの名で、アルツハイマー型認知症の治療薬として利用されている。



甘草屋敷系統花



甘草岩国選抜



御薬園系統種



4年生根



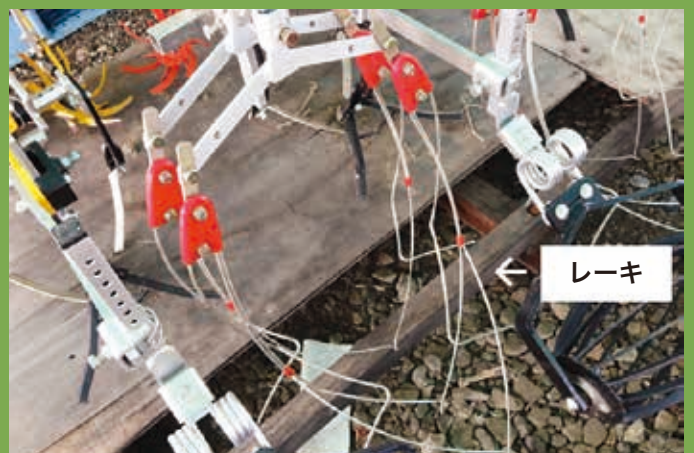
除草カルチ



← カルチの刃 →



機械除草機



← レーキ

除草カルチと機械除草機