

薬用植物研究

The Japanese Journal of Medicinal Resources

37巻2号 (2015年2号)

2015年12月



カノコソウ (鹿子草)

Valeriana fauriei Briq.

薬用植物栽培研究会

目 次

マオウ属植物の栽培研究（第5報）……………	倪斯然・佐々木陽平・野村行宏・月元洋輔 金田あい・安藤広和・三宅克典・御影雅幸	1
マオウ属植物の栽培研究（第6報）…	倪斯然・佐々木陽平・三宅克典・蔡少青・御影雅幸	9
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	菱田敦之・林 茂樹・川原信夫	18
国際規格「オタネニンジンの種子と苗」の概略……………	柴田敏郎・川原信夫	23
タジキスタンにおける持続的な薬用植物栽培に向けた調査研究……………	林 宏明	30
生薬未利用部位の開発研究 柴胡・当帰……………	宇都拓洋・Nguyen Huu Tung・正山征洋	38
薬用植物の病害と病原微生物（1）……………	佐藤豊三	49
薬用植物園紹介リレー^⑬		
熱川バナナワニ園……………	清水秀男	59
「特産物の産地化促進支援事業」2015のブロック会議に参加して……………	草野源次郎	64
「第7回甘草に関するシンポジウム」開催報告		
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	林 宏明	菱田 敦之	村上光太郎
矢原 正治	吉岡 達文		

マオウ属植物の栽培研究（第5報）¹⁾ 草質茎の挿し木法の検討（2）

Studies of Cultivation of *Ephedra* Plants (part 5). Multiplication of *Ephedra* plants
from herbal stem cuttings (2)

倪斯然¹⁾, 佐々木陽平²⁾, 野村行宏³⁾, 月元洋輔¹⁾
金田あい²⁾, 安藤広和²⁾, 三宅克典⁴⁾, 御影雅幸^{1)*}

¹⁾ 東京農業大学農学部バイオセラピー学科植物共生学研究室

²⁾ 金沢大学大学院医薬保健学総合研究科創薬科学専攻分子生薬学研究室

³⁾ 東洋医学資源生薬研究財団

⁴⁾ 東京薬科大学薬用植物園

Si-ran Ni¹⁾, Yohei Sasaki²⁾, Yukihiro Nomura³⁾, Yosuke Tsukimoto¹⁾

Ai Kaneda²⁾, Hirokazu Ando²⁾, Katsunori Miyake⁴⁾ and Masayuki Mikage^{1)*}

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*

³⁾ *Foundation for Herbal Medicine and Natural Resources. 2-25-11, Chuo, Nishi-ku, Yokohama, Kanagawa 220-0041 Japan*

⁴⁾ *Medicinal Plant Garden, Tokyo University of Pharmacy and Life Sciences. 1432-1, Horinouchi, Hachioji, Tokyo 192-0392 Japan*

2015年11月24日受付

要 旨

前報ではマオウ属植物の草質茎による挿し木において、人工気象器を使用することで時期を問わず挿し木が可能であることを報告した。本報では発根率を上げるための諸条件として、挿し穂の採取部位、切断部位、切断方法、培養土の種類、管理温度、灌水方法などを検討し、また人工気象器を使用しない方法としてミスト繁殖について検討した。その結果、挿し穂は茎の基部から採取し、切断部位は節間ではなく節あるいは節の直下がよく、25℃で管理することが適していることが明らかになった。またミスト栽培は発根率の向上に有効で、大量の挿し木に適していることが明らかになった。

Summary

In the previous paper, as to the multiplication of *Ephedra* plants, we reported that the herbal stem cuttings of the plants including *E. sinica* Stapf showed rooting in the plant growth chamber all year round. In the present paper, to increase the rooting ratio of the cuttings, we study some conditions such as part of the shoot, cutting method, soils, temperature, watering, etc. The result showed that the ratio increased by taking out the cuttings from the base of the shoot, cutting at just below or at the nodes, keeping cuttings at 25 °C, etc. Furthermore, the spraying mist method was effective for multiplication as well as keeping cuttings in the plant growth chamber, and this method was suitable for large scale multiplication.

著者らは漢方生薬「麻黄」の国内生産を目指し、マオウ科マオウ属植物 *Ephedra* spp. について、種苗生産の一手法として挿し木法を検討してきた。前報では、これまで挿し木が困難であると報告されてきた本属植物の草質茎による挿し木において、人工気象器を利用することで発根することを明らかにし、さらに6月から11月頃まで挿し木が可能であることを報告した。今回、この研究結果に基づいて、発根率のさらなる向上を目指すとともに大量生産に向けた実用試験として、人工気象器のほかビニールハウス、通常温室、室内などにおける挿し木法を検討した。

従来、一般的な挿し木法において、挿し穂調製時の切断方法として、水平切り、斜め切り、返し切り、割り挿し、三角切りなどが行なわれ、加えて挿し木の発根促進や活着の安定をはかる目的で、切断部位、挿し穂の採取部位などが工夫されてきた²⁾。マオウ属植物の草質茎には節があり、節には枝分かれのための新芽が形成されるため、1本の挿し穂に存在する節数が多いほど萌芽の機会が多くなる。一方、挿し穂の節数を増やすにはより長い挿し穂が必要となり、1本の茎から得られる挿し穂数が少なくなる。そこで、節を斜め切りすることで新芽の形成部を挿し穂の上下に残す方法

を検討した。さらに、1本の草質茎の基部に近い部分と先端部分では発根率に差があることが考えられた。大量の苗の生産には発根率を向上させることが重要である。そこで、本研究では、挿し穂を採取する部位、切断部位、切断方法、用土、保管温度、灌水方法などを検討し、さらに一般に挿し木に有効であるとされるミスト繁殖を検討したので、それらの結果を報告する。

実験材料

植物材料：金沢大学医薬保健学域薬学類・創薬科学類附属薬用植物園で栽培されている *Ephedra sinica* Stapf の1-1株、6-1株、8-1株、9-1株、*E. gerardiana* Stapf のK-1株、*E. pachyclada* Boiss. の2-1株（ネパール産の本分類群は *E. gerardiana* Stapf と *E. intermedia* Schrenk et C.A.Meyer の交雑種³⁾）のそれぞれ草質茎。

用土：パーミキュライト（細粒、中粒）、川砂、赤玉土（細粒）、鹿沼土（細粒）。

栽培容器・設備：ポリポット（直径9cm、深さ8cm）、ペーパーポット No.2-264 及びソ-1（日本甜菜製糖株式会社）。人工気象器（日本医化器械製作所：LPH-200RDSMP。温度25℃、湿度80%、全灯24時間照射（25,000

～30,000ルクス)). ミスト装置(温室設置型).

実験1. 挿し穂の切断部位及び切断方法

1) 実験目的, 材料及び方法

草質茎から挿し穂を調製する際の適切な切断部位と切断方法を検討した. *E. sinica* (8-1株) を使用し, その年に出た草質茎を安全剃刀(片刃) を使用して第1節間基部で切断し, 最下の節を斜め切りして調製した挿し穂と第1節間中央部を斜め切りして調製した挿し穂をそれぞれ準備し, 直径9cmのポリポットに用土としてパーミキュライト(細粒) を入れ, 各ポットに10~15本を3~4cmの深さに垂直に挿した. この際, 節間中央部を斜め切りした挿し穂では, 下から1節はパーミキュライト中に埋めた. また, *E. sinica* (1-1株) の草質茎基部から採取した挿し穂についても節直下で水平切りしたものと節を斜め切りしたもの(図1), *E. gerardiana* (K-1株) について草質茎基部の節を斜め切りしたものについてそれぞれ検討した. ポットは陽光が差し込む室内(冬期10℃以上)の窓辺に保管した. 水の管理は深さ2~3cmの腰水とし, 水位が下がった際にはポットの上から灌水した. 実験は2014年6月28日に挿し木を行い, 8ヶ月後に発根率を評価した.

2) 結果

節で斜め切りして調製した挿し穂 *E. sinica* (8-1株) の発根率は45.8% (11/24本) であった. 一方, 節間中央部で斜め切りした挿し穂の発根率は16% (4/25本) であった. 節間中央部で斜め切りした挿し穂での発根位置は, 切断部あるいは節あるいはその両方が認められた. また, 発根しなかった挿し穂の多くは切断部から直上の節の間に枯死し腐敗していた(図2).

E. sinica (1-1株) の草質茎基部から得た

茎を節で斜め切りした挿し穂では80% (12/15本) が発根し, 節直下を水平切りした挿し穂では65% (11/17本) が発根した. 同時に検討した *E. gerardiana* (K-1株) から得た挿し穂を節で斜め切りした全18本はすべて発根した. また, 節で斜め切りして得た挿し穂では最上部で斜め切りされた節からの萌芽が認められるものがあった(図3).

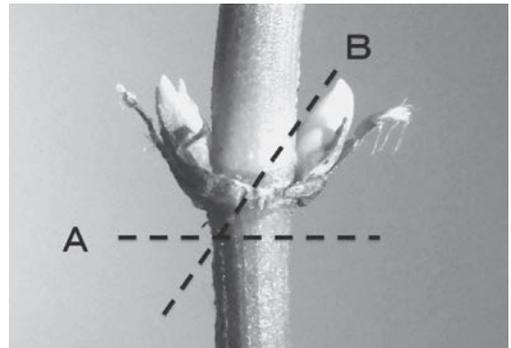


図1 節の切断方法(節直下の水平切り(A)と節の斜め切り(B))

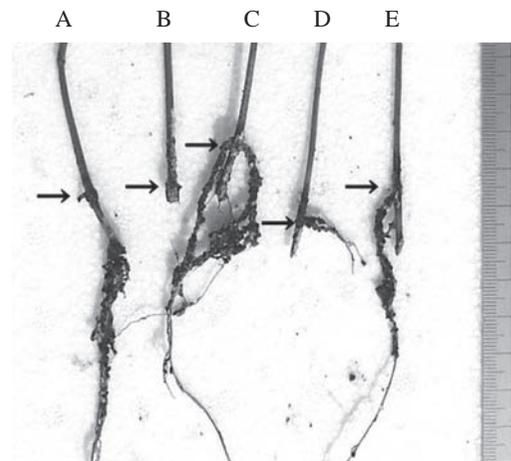


図2: 節間で斜め切りした挿し穂の発根状態(*Ephedra sinica* 8-1株, 25本中4本発根. →は節の位置を示す). A: 節間の切断面から発根. B: 発根せず, 節から下は腐朽. C: 直ぐ上の節からと節間の切断面から発根. D, E: 直ぐ上の節から発根.

実験2. 人工気象器内における挿し穂の管理温度、用土及び灌水方法の検討

1) 実験目的、材料及び方法

人工気象器を使用し、挿し穂の管理温度及び用土と灌水方法の違いによる発根率の相違を検討した。*E. sinica*(金沢大学保有の1-1株, 6-1株, 9-1株)を実験株とした。草質茎を節直下で水平切りし、長さ8cm~12cmの挿し穂を準備した。用土としてパーミキュライト, 赤玉細粒土, 鹿沼細粒土の3種を準備し、硬質ポリポット(直径9cm, 深さ8cm)に入れ、それぞれに15本ずつ挿し木した。2014年10月24日に挿し木し、人工気象器内で管理し、器内は24時間全灯照射、温度条件を25℃の実験区と35℃の実験区に分けた。灌水方法は深さ2~3cmの腰水管理区と、2~3日に一度ポットの上から水が底から流れ出るまで十分に灌水する通常灌水区とに分けた。以上の条件を組み合わせ、表1に示す条件(A~D区, それぞれに異なる用土)を設定した。ポットはそれぞれプラスチックトレイ(縦40cm, 横28cm, 深さ7cm)の中で管理した。80日後に挿し穂の様子と発根率を目視的に調査した。

2) 結果(表1, 図4, 5)

発根率は、A区(25℃, 通常灌水)では40%(42/105本), B区(25℃, 腰水)では33.3%(35/105本), C区(35℃, 通常灌水)では28.6%(30/105本), D区(35℃, 腰水)では14.2%(15/105本)であった。発根率は実験株の違いによる差が大きく、*E. sinica*(1-1株)では59.4%, (6-1株)では2.5%, (9-1株)では10%であった。

管理温度を評価した結果、腰水区, 通常灌水区ともに25℃で発根率が高く、根長や枝根の発達が優れていた。35℃ではカルス形成し



図3 斜め切りした最上部の節からの萌芽
(右側に下の節からの萌芽も認められる)

た株が多く、枯死した株が少なかった。

灌水方法を評価した結果、25℃区, 35℃区ともに、通常灌水区の方が発根率や根の生育が優れていた。カルス形成は腰水区で大きくて団子状のものが観察された。また35℃区ではカルスの色が白いものが多く観察された。用土の違いによる有意な差は認められなかった。

実験3. ミスト繁殖の検討

1) 実験目的、材料及び方法

挿し木に際して、管理室内にミストを噴霧することで湿度を高め、植物体からの水分蒸散を押さえることにより発根率を高める方法(ミスト繁殖)が知られているので、マオウ属植物についてその効果を検討した。*E. sinica*(8-1株, 9-1株)を用い、挿し穂の長さを10~15cmとし、節部を斜めに切断した。パー

表 1 : *Ephedra sinica* の挿し穂の管理温度ならびに灌水方法の違いが発根に及ぼす影響

		A 区		B 区		C 区		D 区	
		発根	カルス	発根	カルス	発根	カルス	発根	カルス
1-1株	赤玉	12	1	11	0	10	2	6	7
	鹿沼	12	2	13	1	7	7	5	10
	パーミキュライト	11	1	8	3	10	5	2	5
6-1株	鹿沼	0	0	0	0	0	2	0	2
	パーミキュライト	0	0	1	0	1	0	1	2
9-1株	鹿沼	5	1	0	0	1	5	1	11
	パーミキュライト	2	0	2	0	1	3	0	2
発根本数合計		42		35		30		15	
発根率 (%)		40.0		33.3		28.6		14.2	

A 区 : 25℃, 通常灌水. B 区 : 25℃, 腰水. C 区 : 35℃, 通常灌水. D 区 : 35℃, 腰水.
 全群 1 ポットに 15 本挿し. 表中の整数値は本数を示す.



図 4 : 保管温度の違いによる発根の様子
 (*E. sinica* 1-1 株)
 左 : 25℃鹿沼細粒土 通常灌水区
 右 : 35℃鹿沼細粒土 通常灌水区

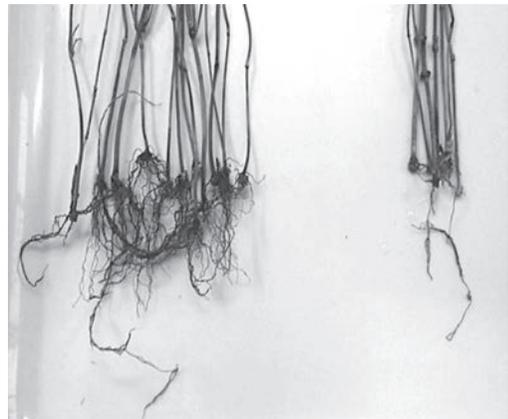


図 5 : 灌水方法の違いによる発根の様子
 (*E. sinica* 1-1 株)
 左 : 25℃鹿沼細粒土 通常灌水区
 右 : 25℃鹿沼細粒土 腰水区

パーポットに用土としてパーミキュライト (中粒), 鹿沼土 (細粒), 赤玉土 (細粒) をそれぞれ単独に詰め, 挿し穂を 3~4 cm の深さに垂直に挿した. また別に, 直径 9 cm のポリポットに赤玉土 (細粒) を入れ, *E. sinica* (1-1 株) 及び *E. pachyclada* (2-1 株) を挿し木 (12~

15 本/ポット) した. 以上の実験株はすべて温度調節をしない同一のガラス温室で管理し, 温室内に 45 分間隔でミストを 1 分間噴霧した. 2014 年 6 月中旬~7 月上旬に挿し木を行い, 翌年の 2 月下旬に発根率を評価した.

2) 結果

ペーパーポットに挿した *E. sinica* (8-1 株) では、鹿沼土で 48 % (67 / 140 本) が発根したが、パーミキュライトでは 4 % (5 / 136 本) であった。また、パーミキュライトを詰めたペーパーポットに挿した *E. gerardiana* (8-2 株) では発根率が 71 % (34 / 48 本) であったが、同様に挿した *E. pachyclada* (2-1 株) では 30 本が全て枯死した。一方、赤玉土細粒を詰めたポリポットに挿した *E. sinica* (1-1 株) の発根率は 74.1 % (86 / 116 本) で、同様に挿したネパール産の *E. pachyclada* (2-1 株) の発根率は 45.1 % (32 / 71 本) であった。

実験 4. 挿し穂の採取位置及び切断方法

1) 実験目的, 材料及び方法

草質茎の挿し木では 1 本の茎 (通常長さ 30 ~ 60 cm) から長さ 10 ~ 15 cm の挿し穂を複数作成することが可能である。本実験では茎の基部と上部から得た挿し穂の発根率について検討した。実験 1 と同時期に、*E. sinica* (1-1 株) の草質茎を用い、1 本の茎からそれぞれ長さ 10 ~ 15 cm の挿し穂を 2 ~ 4 本採取し、節部を斜め切りした。その際、3 本の挿し穂を得た場合は下の 1 本を基部、他の 2 本を上部として区別し、4 本の挿し穂を得た場合は下方の 2 本を基部、他の 2 本を上部とした。ポット及び水の管理等の条件は実験 1 と同様。また別に、実験 3 (ミスト繁殖) と同一条件で、*E. sinica* (1-1 株) の茎の基部と上部について節を斜め切りして検討した。

2) 結果

E. sinica (1-1 株) の草質茎の基部から得た挿し穂を節で斜め切りしたものでは発根率が 80 % (実験 1 で既述) であった。同じ茎の上部から得た挿し穂を節で斜め切りしたもので

は発根率は 56 % (14 / 25 本) であった。ミスト環境下で管理した *E. sinica* (1-1 株) では、基部からの挿し穂では 91.7 % (11 / 12 本) が発根し、上部からの挿し穂では 58.3 % (7 / 12 本) が発根した。

結論及び考察

1. マオウの草質茎を挿し木する際には、茎の基部から挿し穂を採取し、節を斜め切りすることにより発根率が上昇し、節間での切断は切断面からの発根率が悪いために不適切であることが明らかになった。マオウの節間部には大型の髄があり、木部の発達がわずかで木質化する部分が少ない。一方、節には髄がなく全体が木質化しており、節における発根率が優れていることと関連しているものと考えられる。すでに報告⁴⁾したように、木質茎の方が発根しやすいことから裏付けられる。今回の実験結果から、節直下の水平切りと節の斜め切りの発根率を比較するとわずかながら後者の方が優れていたことも、後者では木質部の露出部が大きくなることと関連していると考察する。加えて、節を斜め切りした茎では最上部の斜め切りした節からの萌芽が認められる個体があり、その後の生育に有利であると判断されることから、節の斜め切りは節直下の水平切りよりも優れた手法であると判断する。

2. 人工気象器内での挿し木用土として、パーミキュライト、鹿沼土、赤玉土を比較検討したが、実験株による発根率の差が大きく、用土の種類には有意差を認めなかった。灌水方法としては腰水よりも通常灌水の方が発根率が良かったことから、マオウ属植物の発根においても酸素環境が影響していることが示唆された。

3. ミスト繁殖法を検討した結果、赤玉土

細粒を詰めたポリポットに挿した *E. sinica* (1-1 株) の発根率は 74.1 % であり、実験 2 の人工気象器内における A・B・C 区の結果とほぼ同率であるが、前報で報告した人工気象器内で管理した *E. sinica* (1-1 株) について、6 月に採取した株では発根率が 25 %、10 月株では 50 % であった結果と比較すると、ミスト繁殖は有効であると判断される。前報の実験株とは親株の成熟度や挿し穂の採取位置が同等ではないので厳密な比較はできないが、今回の結果を総合的に判断すると、ミスト繁殖は少なくとも人工気象器と同等あるいはそれ以上の発根率が得られることが明らかになり、大量の挿し穂を管理するには人工気象器よりも有利な方法であると判断される。一方、挿し木用土に関しては人工気象器内での結果とは異なる結果が得られた。すなわち、ミスト繁殖ではペーパーポットを使用した際には排水性が良い鹿沼土での結果が良好で、保水性が高いパーミキュライトでは成績が悪い株があったことから、ミストによる過湿が悪影響を及ぼしたことが考えられる。一方で、パーミキュライトでも良好な成績が得られた株もあり、株間の差が大きく認められた。また、ペーパーポットに挿した場合とポリポットに挿した場合では異なる結果が得られたことから、ミスト繁殖における各種条件についてはさらなる検討が必要である。

4. 人工気象器内での挿し穂の保管温度を検討した結果、発根率は 25 °C 管理が 35 °C 管理よりも優れており、一方カルス形成は 35 °C 管理で顕著でかつ枯死株が少なかった。一般に、適度なカルス形成は切り口の切傷面を癒合し、挿し穂を腐敗から防ぎ、土壌からの水分吸収を促進させるが、過度のカルス形成は発根が遅延し、全く発根しないこともあることや、カルスは温度が高くなるにつれ形成率

が高くなることが知られており²⁾、今回マオウ属植物でも同様の結果が得られた。また、カルス形成と発根はそれぞれ独立した現象であるとされており、本実験植物では 35 °C では発根が抑制されたと考えられることから、発根率を上げるには 25 °C で保管するのが適していると判断できる。なお、これまでの栽培研究でも 30 °C を超える高温では茎の生長が妨げられ、25 °C 前後が適していることを経験しており、実験植物の至適生育温度と関係があるものとする。

謝辞

本研究は AMED (旧厚生労働科学研究費) 補助金 (創薬基盤推進研究事業: H25- 創薬 - 一般 -002) により実施された。

引用文献

- 1) 前報: 野村行宏, 佐々木陽平, 三宅克典, 御影雅幸. マオウ属植物の栽培研究(第4報) 草質茎の挿し木法の検討(1). 薬用植物研究, **37**(1), 1-7 (2015).
- 2) 町田英夫: さし木のすべて. 誠文堂新光社, 東京, 1974
- 3) Emi Hamanaka, Keisuke Ohkubo, Masayuki Mikage and Nobuko Kakiuchi. Molecular genetic characteristics of Nepalese *Ephedra* plants. *J. Jap. Bot.*, **86**, 303-313 (2011).
- 4) 野村行宏, 佐々木陽平, 三宅克典, 御影雅幸. マオウ属植物の栽培研究(第3報) シナマオウの株分け及び木質茎の挿し木による種苗生産の検討. 薬用植物研究, **35**(2), 10-15 (2013).

●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

●佐々木 陽平（ささき・ようへい）●

長野県出身
金沢大学薬学部卒業
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

●野村 行宏（のむら・ゆきひろ）●

神奈川県出身
帝京大学薬学部卒業
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年から一般社団法人 東洋医学資源生薬研究財団

●月元 洋輔（つきもと・ようすけ）●

東京都出身
東京農業大学農学部卒業
農学士

●金田 あい（かねだ・あい）●

岐阜県出身
北陸大学薬学部卒業
金沢大学大学院自然科学研究科修了
薬学博士

●安藤 広和（あんどう・ひろかず）●

大阪府出身
徳島文理大学薬学部卒業
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

●三宅 克典（みやけ・かつのり）●

岡山県出身
富山医科薬科大学薬学部卒業
富山大学医学薬学教育部修了
薬学博士
金沢大学医薬保健研究域薬学系を経て2015年から
東京薬科大学

●御影 雅幸（みかげ・まさゆき）●

大阪府出身
近畿大学薬学部卒業
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）
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

マオウ属植物の栽培研究（第6報）¹⁾

中国内蒙古自治区の大規模マオウ栽培地における現地調査報告

Studies of Cultivation of *Ephedra* Plants (part 6). A Report on the Large Scaled Cultivation of Ma-huang, in the Autonomous Region of Inner Mongolia, China

倪斯然¹⁾, 佐々木陽平²⁾, 三宅克典³⁾, 蔡少青⁴⁾, 御影雅幸^{1)*}

¹⁾ 東京農業大学農学部バイオセラピー学科植物共生学研究室

²⁾ 金沢大学大学院医薬保健学総合研究科創薬科学専攻分子生薬学研究室

³⁾ 東京薬科大学薬用植物園

⁴⁾ 北京大学薬学院生薬学研究室

Si-ran Ni¹⁾, Yohei Sasaki²⁾, Katsunori Miyake³⁾, Shao-qing Cai⁴⁾, Masayuki Mikage^{1)*}

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*

³⁾ *Medicinal Plant Garden, Tokyo University of Pharmacy and Life Sciences. 1432-1, Horinouchi, Hachioji, Tokyo 192-0392 Japan*

⁴⁾ *Division of Pharmacognosy, School of Pharmaceutical Sciences, Peking University. Beijing, 100082 China*

2015年11月23日受付

要 旨

中国では1980年代から漢方生薬麻黄の栽培が始まったとされ、大規模な圃場と個人が管理する小規模な圃場がある。我々は中国における麻黄の栽培事情を調査する目的で、2013年から毎年、内蒙古自治区の杭錦旗および鄂托克前旗にある大規模な2カ所の圃場を訪問調査した。その結果、栽培技術や収穫状況などに関する多数の有益な情報を得たので報告する。

Summary

It is generally considered that *Ephedra* plants have been cultivated for Chinese crude drug Ma-huang or Ephedrae Herba since 1980th in China. Nowadays both Large-scale farming and independent personal Small-scale farming exist. In order to investigate the current situation of

ephedra cultivation in China, we have visited two Large-scale ephedra farming fields in Autonomous Region of Inner Mongolia yearly since 2013, and got lots of information about cultivation technique and harvest as reported here.

漢方生薬「麻黄」の原植物であるマオウ属植物 (*Ephedra* spp.) の中国における栽培は1980年代から始まったとされ、現在では、主として内蒙古自治区、寧夏自治区、新疆ウイグル自治区などで主として *E. sinica* Stapf が栽培されている²⁾。栽培体制は大規模経営と個人的な小規模栽培とがあるが、いずれも栽培方法は様々で確立されたものではなく、各農家が独自に開発している状況にある。

著者らは麻黄の日本における自給を目指して、2013年から石川県下においてマオウ栽培を開始し、収穫物を得るに至っている。日本での栽培化を進めるにあたり、著者らは栽培が先行している中国における事情を調査するために中国各地の栽培地を訪問調査してきた。本報では2013年度から3年間にわたり毎年実施した中国内蒙古自治区の大規模栽培地を対象とした調査で得られた情報の中から、主として栽培技術や収穫に関連する内容について報告する。今回調査した大規模栽培地は杭錦旗及び鄂托克前旗にある各1圃場で、両圃場は共に2000年前後から栽培が開始され、平坦地の砂質土で、気象条件も類似し、栽培面積も300余ムーでほぼ同様である。また、共に個人が人を雇って経営している。

両調査地で得られた情報は重複する内容が多いことからまとめて記載することとし、異なる情報については必要に応じてそれぞれ区別するために杭錦旗については(杭錦)、鄂托克前旗については(前旗)と記した。また、調査は3年間2カ所の同じ栽培圃場で行ってきたので、その間の状況変化により得られ



マオウ栽培圃場 (杭錦旗)：奥に見えるのは撒水機

た内容が変化したものもある。そのような内容に関しては、最新の情報をもとに修正して記録した。

1. 調査方法

2013年9月下旬(麻黄収穫期)、2014年7月中旬及び2015年9月中旬に、中国内蒙古自治区の杭錦旗錫尼鎮並びに鄂托克前旗の栽培地において、それぞれ1カ所のマオウ栽培圃場を繰り返し訪問し調査した。調査地では、栽培状況、収穫状況等を調査するとともに、管理責任者に直接会って聞き取り調査を行った。両圃場で栽培しているマオウは全て草麻黄 (*E. sinica* Stapf) である。

2. 調査研究結果

(1) 種子の入手および種苗生産に関する内容
○マオウ栽培の初年度は寧夏回族自治区の銀川から苗を購入したが、高価であったため翌年からは自分達で種子から苗を育てた。現在は苗を販売している所はない。

- 現在、種子は内蒙古自治区東部の通遼や赤峰地方から購入するが、品質（発芽率）がその都度異なり、発芽率が5%の年もあった。購入に際しては良い種子を選ぶ必要がある。通遼からの種子は良質であったが、最近では種子を売っていない。
 - 栽培面積を増やすため 2014 年に購入したマオウの種子は発芽率がわずかに7%であった。栽培を始めた頃に購入した残りの種子を同様に試したところ発芽率は30%だった。また、2014年には自分の圃場の生育株から種子を採集した（前旗）。マオウは地上部を収穫すると翌年には結実しないので、種子を得るために前年は一部のマオウを収穫せずに残しておいた。また他のマオウ栽培農家が採集しなかった圃場からも種子を採集してきた。採集した毬果は日干したほうが種子の発芽率が良い。そうしないとカビが生えるので発芽しても1年ぐらいで枯れる。一方で種子が鳥に食べられることや種子の中に虫が入っていることもあり、いずれも発芽率を下げる原因である。野生のマオウ株から採集した種子もそれほど発芽率は良くない（前旗）。
 - マオウは通常、栽培圃場では結実しない。理由は草質茎を収穫しなかった株にしか種子ができないからである。すなわち1年目の草質茎には毬果はできず、2年目の草質茎にできる。ただし、自分たちは種子を販売しないので不要である。ちなみにマオウの毬果は甘く、種子は炒って食べることができる。
 - 播種期は通常は4~5月で、5月の平均気温は10℃程である。風と黄砂が強い年には、それが弱まった6月に播種した。
 - すぐ寒くなる9月に定植すると、その後の生育が悪い。定植後は植え替えをしない。
 - 播種する際は、苗床を30~40cmまで深く細かく耕して地ならしをし、播種後は薄く（1~2cm）覆土する。覆土が厚いと発芽が悪くなる。畝やマルチの必要はない。
 - 播種量から換算すると1ムー当たり約10kgに相当する。
 - 発芽初期は灌水と施肥を十分行う。苗が少し生長したら根を発達させるために灌水量を少なくする。
 - 発芽後2年で根の長さが約15cmに達し、これを圃場に定植する。苗の定植時には根はよほど長いものでない限り切らない。
 - 苗の定植時期も播種と同様に4~5月で、7月でも良いと思う。畑に定植する時は、ただ穴を掘って苗を入れて土で埋めればよい。まずスコップを土に20cmくらい入れて隙間を作り、隙間に苗を真っ直ぐ入れて土で埋める。畝間は30cm、株間は20cm程度だが、畝間15cm、株間10cm程度のこともあった。1ムー（約666㎡）当たり11,000~13,000株。定植後は充分灌水する。苗の活着率は90~95%である。定植時には苗をしっかりと植えなければいけないが、雇った人はきちんと植えてくれない場合がある。
 - 草質茎の先が湾曲している株と真っ直ぐ伸びる株があるが、これらの差は病気ではなく個々の株の性質だと考えている。
- (2) 栽培管理に関する内容
- 定植してから3年間、地上部は（アルカロイド含量が低くて）商品にならないので刈って捨てる。地上部は毎年刈らないと木化してしまい、収穫時に鎌で刈る際の支障になる。また地下茎が増殖しない。地下茎は定植後3年目から伸びるようになる。
 - マオウの管理はこれまで（大きな株になる

- まで) 大変であった。特に気温が高く雨がほとんど降らずに乾燥した年には灌水を充分にしないとマオウが枯れてしまう。もしマオウの草質茎の先端が黄色く変色したら既に手遅れで、その後いくら灌水しても生き返らない。
- マオウの管理は除草作業が一番難しい。除草以外は施肥と灌水、それに殺虫である。ただし灌水すれば雑草が生い茂る。
 - 通常5~6人が除草や灌水等の作業を担当している。除草が大変な時には20人程に増員する。除草作業は1人1日あたり0.2~0.3ムーをこなせる(多い人は0.5ムー程か?)。
 - 最も面倒な雑草は刺がある刺沙蓬(アカザ科のハリヒジキ *Salsola tragus* L.) である。初秋にはまだ種子が出来ていないので、種子が熟さないうちに抜き去って正月後に他の場所で焼却する。
 - 雑草が生い茂り草丈が高くなるとマオウの生長は悪くなり、草質茎が高く生長しない。さらに雑草がマオウの太陽光を遮る程の草丈になるとマオウは枯死する。(そのような雑草の生長を防ぐため) 完全に除草するまでは圃場に灌水をしない。
 - 降水量が多い年は雑草が多く、背丈も高くなる。この周辺はあまり降水量が多くなく、年間約100mm。希望する時期に降水がないので灌水装置は必要である。
 - 新しく購入した灌水装置一台は26万円(約500万円)だった。
 - 灌水は4月下旬から6月下旬まで毎日、灌水機で地下水を灌水する。機械は毎日順次移動しながら稼働させ、それぞれのマオウ株に対してはおよそ7~10日に1回灌水する割合となる。地面設置型の機械では水の当たる場所が常に定位置なので移動式の方が良い。
 - 6月下旬以降は灌水量を少なくして根を発達させる。水が少ないとマオウの草質茎は生長せず、一方で根が伸びる。しかし水が少ないとマオウの生長に悪影響がある。7月にはマオウの生長が止まり始めるので灌水をやめる。
 - 灌水用の井戸は静水位約10~15m、動水位約60mで、深さ100m以下からポンプで汲み上げている。今まで大量のアルカリ性の水で灌水してきたので土地もアルカリ性になり表面が白くなった。汲み上げた井戸水は塩辛いマオウの生長にはあまり影響しない。
 - 灌水用の井戸水は汲み上げても貯留タンクがないので、用時ポンプで吸い上げて散水する。別に飲料水用の浅い井戸もあり、この水は灌水用の井戸の水よりもおいしいが水量が少ない。育苗あるいは野菜の栽培にはこの飲料水用の井戸水を使用する。
 - マオウの生長時期は4月下旬から7月までである。9月に入れば収穫作業を開始する。
 - マオウは一旦大きな株に生長すれば管理はやや楽になるが、それ以前、特に最初の3年間は難しい。生長すると根が地下約1.5mに伸び、しかも太くなる。この段階になればおそらく灌水なしでも枯死はしないであろうが生長不良になると考えている。
 - 施肥について: マオウが約30cmに生長した時に1回のみ施肥する。もし株を大きくさせたかったら5,6月にもう1回施肥すればよい。施肥は手作業で1人1日あたり20~30ムーの広さを担当できる。
 - 草質茎が黄色の株は肥料不足のせいだ。草質茎が濃緑色の株と淡緑色の株があるのは、おそらく肥料と水の違いによるものだ。
 - マオウの地上部を刈った後、圃場は冬期間そのまま放置し、元肥として $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

を1ムーあたり20 kgほど与え、その上に(防寒のために)砂を約10 cm覆土する。砂より土の方がもっと効果的であるが、土の場合は雑草(種子)も入りやすくなる。また覆土する場所は圃場面積の全体ではなく一部分ずつ毎年交代で実施する。正月(旧暦)後、再び灌水を開始する。冬期間は例年マイナス20℃で、乾燥して降雪がない年もある。

○冬期間、年を終える前にマオウ圃場に約2~3 cm覆土したほうが良い。保温作用および根の保護も期待できる。ただし覆土が多過ぎるとマオウの茎が生えない可能性もある。

○5月中旬頃、マオウが10 cm程に生長したら、尿素を撒いて十分灌水する。1ムーあたり尿素30 kgを用いる。尿素は粉末状態のものを散布し、その後、十分灌水しなければ肥料焼けを発生する。

○毎年施肥しなければ生長しない。肥料は窒素系を2種類等分、1ムーあたりそれぞれ40 kg使っている。

○雑草の対策について：手作業の他、春にパラコートをマオウの出芽前、雑草の出芽時に1度使用するとその後の除草が大幅に楽になる。パラコートはマオウや雑草など緑の植物を全て枯死させる。もしマオウの収穫時に草質茎の取り残しがあると、パラコート使用時に雑草と同時に接触して枯死してしまう。地上茎のうち茶色の木質化した茎はパラコートに接触しても影響はないとのことだった。以上の理由から地上部を刈り取る際はなるべく地面近くから刈った方が良い。マオウの出芽後は決してパラコートを使わない。地上部を隠すために覆土すると良いが(栄養作用もある)、覆土の土に雑草の種子が含まれるうえ、多大な費用がか

かる。

○除草剤は残留の恐れがあるため使用不可なので、人件費はかかるが年中を通じて常時人を雇って除草している。刺のため手で触れると痛くて除草しにくい雑草があり、その場合はマオウと一緒に除去するか、或は除草剤でマオウと共に枯らさざるを得ない。

○実際は除草剤を使用するとマオウも枯死するうえ、無効な雑草もあるためあまり使用しない。

○麻黄の収穫量を上げるためには、十分な灌水と徹底した除草が重要で、株の栽培年数にも関係があるようだ。

○マオウ圃場を柵で囲っているが、その理由はヤギやヒツジの侵入防止のためである。ヤギはマオウの株が小さい時に根まで掘って食べてしまう。ヒツジはマオウを食べないが踏み倒してしまう。マオウは一度、倒れたら立ち上がらないので特に収穫作業が困難になる。作業員が除草の際にマオウを踏み倒しても同じ状況になる。

(3) 害虫に関する内容

○マオウに害虫は発生しにくい。ただ乾燥している時期にアブラムシが発生するが、雨が降るといなくなる。また、マオウは他の作物と比較してヒヨウやアラレに強い。

○「草飛死」(方言のためか、詳細不明)という小さい虫が夜に出てきて、たった一晩でマオウを噛むことがある。噛まれたマオウは茎に無数の小さい穴が空き、黄色に変色して枯死してしまう。害虫ではこれが一番恐い。「草飛死」は小さいのでよく見ないとわからず、しかも日中には出現せずに夜間にのみ出現することから、前日元気だったマオウが一晩で枯死する。マオウの枯死株

の株元に注目すると、大量の虫がいる。この虫が毎年発生し、卵は越冬できるらしい。「草飛死」を殺すために殺虫剤（毒死蟬：クロルピリホス）を使用する。他の殺虫剤は農薬残留問題があるので使用しない（仮に他の殺虫剤を使用したら麻黄を買い付ける会社が検査する際に検出され、その麻黄は出荷できなくなる）。

（4）成分（アルカロイド）に関する内容

- エフェドリン含量を増加させる特別な栽培方法はない。
- マオウ苗の定植後の3年間（発芽後3～5年）にできた草質茎は細くて髓が少なく、アルカロイド含量が低い。
- マオウの地上茎の長さでエフェドリン含量は関係がなさそう。一方、草質茎の密度が高いほどエフェドリン含量が高いようだ。
- マオウは6～7月までの1ヶ月間のみエフェドリンを作るので、その間は灌水を十分行わない、その後は灌水量を減らして根を発達させる。マオウの茎は高くて太くなると皮層部が厚くなり、かえって髓部の割合が少なくなってエフェドリン含量は低くなる。
- 買い付け会社はエフェドリン含量に応じて価格を決めるので、マオウは草丈を高くさせない。それには6月中旬から灌水量を減らすことである。それにより茎が伸びきって生長が止まる。7月下旬以降は灌水をしない。そうしないと茎が太く生長し、エフェドリン含量が落ちて生薬としての品質が悪くなる。
- エフェドリン含量については具体的な数字は分からないが、9月以後はほぼ変動しない。
- マオウは栽培品より野生品の方がエフェドリン含量が高い。それは人の手が入っていないからだ。野生品は産量が少ないが、エ

フェドリン含量が高い。

- 栽培において最も重要なのはエフェドリン含量である。買い付け（製薬会社）の人はマオウを購入する前にエフェドリン含量をまず分析し、一定の基準を満たさないと買ってくれない。ここは毎年合格だが、別の場所で栽培生産されている麻黄はエフェドリン含量が低くて買ってもらえないという噂もある。

（5）収穫に関する内容

- マオウは定植後、早ければ3年目（発芽後5年）から収穫できる。一度マオウを定植すると、以降は苗の補充はしない。
- 収穫は9月に入ったら開始する。最近はそれ以前に買い付け会社の社員がアルカロイド含量を測定し、会社が決めた含量基準（基準値は知らない）に達したら収穫を開始する。9月はまだ農閑期で、人を雇いやすいため他の農産物より早く収穫しているが、収穫時期に関しては（経験から判断すると）もう少し遅くても構わない。早い段階に収穫した麻黄は軽量で、遅い段階に収穫した麻黄は重質なので収量が多くなる。早すぎると茎が軽い（乾燥歩留まりが悪い）。
- 麻黄の収穫後は束を作って圃場で天日乾燥する。最初は束を横にして置き、上面が乾燥したら反転して下側を乾燥させる。これにはほぼ1週間かかる。少し乾燥したらその後は立てて置く。最初から立てて置くと、麻黄の断面から何か汁が地面に流れて、来年麻黄の生長に悪い影響がある。またずっと横にしておくと、降雨や地面の水分と接触したりして腐敗する。完全に乾燥した後は積み上げてよいし、そのまま置いてもよい。雨や雪が降っても大丈夫だ。乾燥品は袋に入れて製薬会社に売る。

- 管理が悪くて雑草が多い圃場は収穫作業が困難である。そのような圃場では仕方がないので、晩秋に気温が下がって雑草が枯れるのを待って収穫する。
- 収穫は9月から10月に実施する。遅く収穫しても重量に変化がなく、気温が下がるとマオウの茎が赤くなって売れなくなる。赤くなった地上茎はそのまま置くと来年また緑に戻って生長する。
- 収穫作業は人を雇ってするしかない。大体3人で1日1ムーの畑を収穫できるが、よく働く人は1人で最大1日1ムーまでできる。
- 麻黄収穫機を工夫して自作しているがなかなか成功していない。機械掘りは深くなったり浅くなったりし、深く刈ると根茎まで刈ってしまい麻黄が枯れかねない。もし圃場表面が平坦であれば出来るかもしれない。
- 1ムー当たりの収量は畑によるが生重量で0.7~1.0t。乾燥歩留まりは約45%。他の損失も考えると最終製品の重量は生品の40%くらいである。

(6) 流通に関する内容

- ここで収穫された麻黄は北京の会社を通じて日本へ輸出されるらしい。
- 麻黄から麻薬(覚醒剤)を製造できることから、中国政府の管理は厳しくなってきた。栽培するのは大丈夫だが、売却先は政府に正式登録された会社しか許可されていない。最近では公安部から販売許可が下りるまで販売することができない。最近では毎年栽培基地を見に来る。
- これまで取引してきたエフェドリン工場が倒産したので、最近では天津の製薬会社と取引している。
- 麻黄は収穫後は完全に乾燥させて、翌年取



収穫直後のマオウ (鄂托克前旗)

引会社に運ぶ。麻黄が濡れていると運ぶ途中で腐敗する。

- 今の買い付け会社は購入した麻黄をエフェドリン抽出目的にしないので、麻黄が黄色くなる前の緑の茎を買う。9月下旬頃からは霜が降り、麻黄の茎は赤くなり、乾燥しても普通の黄色にならない。取引会社はその赤い麻黄を買わないので、大体9月に入ると収穫を始める。また、遅くなると、農繁期に入って人が雇えなくなる。
- 麻黄は乾燥すれば保存しやすいので、もし今年値段が安いと来年まで置いて売ればよい。

(7) 気候に関する内容

- ここ(前旗)の年間降水量は100mmくらい、2014年は130mmだった。
- 春には黄砂があるが、マオウの生育には影響しない。
- 冬にはマイナス20~30℃になり、地下1mに埋めたホースの水が凍って割れたことがある(杭錦)。雪は20cmくらい積もるが、マオウはそのままでも枯れない。ただし、草質茎は赤くなり、来年の春にまた緑に戻って生長し、別に茎の節からも新しい茎が出る。

○マオウ栽培と気候はあまり関係なく、例えばもっと寒い呼倫貝ル（ホルンバイル：内モンゴル東北部のロシア・モンゴル国境の市）にも栽培地があるらしい。

○ここ（前旗）で霜が降りない期間は大体120日間だ。

(8) その他の内容

○近年はマオウを栽培する農家も栽培面積も半分に減っている。マオウ畑がトウモロコシ畑やナツメ畑に変わった例は少なくない。現在、前旗でマオウを栽培している農家は2～3戸しかない。例えば銀川近郊では、麻黄は金が儲からないという理由で2013年現在、マオウの栽培地はなくなって、全てカンゾウ畑に変わった。

○十数年前にはこの近くにも野生のマオウがたくさんあったが、今はもうない。野生のマオウを収穫する際に根まで掘ってしまうことが一因である。また、乾燥（沙漠化）が進んだことも理由としてあげられる。現在、麻黄、甘草と防風の野生品の採集は禁止されている。

○最初マオウ栽培圃場の周囲に防風林を作った。風が強いから黄砂がたまり、マオウの栽培株を埋めてしまう恐れがあった。今は株が大きくなり防風林は必要ないので伐採した。

3. 考察

(1) マオウ栽培における最大の困難は除草作業であることが確認された。一方、施肥は窒素過多気味で行なわれており、地上部の発育やアルカロイド含量を高めるためには日本でも検討する必要がある。また、成熟した圃場では1平方メートルあたり乾燥重量で0.5～0.6 kg程度の収穫が見込めることが分かっ

た。仮に我が国で年間500 tを消費するとして約100 haの面積に相当する。

(2) 麻黄の国産化において最大の問題点は収穫物（乾燥品）のアルカロイド含量が日局規定の0.7%の基準を満たすことである。今回の調査で、中国においてもアルカロイド含量が低くて買い取ってもらえない事例のあることが明らかになった。中国の栽培者は、麻黄のアルカロイド含量を高くする具体的な方法はないと考えているが、アルカロイドは春から夏にかけての生長期に生産されると考えており、この時期の灌水や施肥の管理が重要であるようだ。また、茎が太くなるとアルカロイド含量が低下するとして灌水の調整が行われていた。今後、これらの点を考慮して、アルカロイド含量が高くなる栽培方法を探索する必要がある。

(3) マオウが覚醒剤原料植物であるため、中国政府による取り締まりが年々厳しくなっているようである。特に最近では販売（流通）が難しく規制されていることが明らかになった。2012年時の調査で、新疆ウイグル自治区博楽市では住民が覚醒剤を作ったため、栽培そのものが禁止されたという情報を得ている。中国におけるマオウ栽培や流通の状況は毎年変化しており、予断を許さない。日本における栽培も、大規模化する際には販売ルートや量、栽培品のアルカロイド含量などを厳格に把握しておく必要がある。一方で、中国における野生品は確実に減少しており、今後栽培麻黄の需要はさらに伸びるものと考えられる。

(4) 以前は黄色く変色したマオウを流通させていたが、最近では青いものが好まれるようになったことは、栽培麻黄の用途がエフェドリン抽出用から生薬「麻黄」として流通するようになったことを意味していると考えら

れる。2000年代前半の寧夏回族自治区のマオウ栽培地における調査では栽培品は生薬市場に出回っていないとする情報を得ていたが、最近では事情が変化し、日本へも栽培品由来の麻黄が輸入されていることを示唆する情報も得られた。

謝辞

本研究はAMED(旧厚生労働科学研究費)補助金(創薬基盤推進研究事業:H25-創薬-一般-002)により実施された。

引用文献

- 1) 前報:倪斯然,佐々木陽平,野村行宏,月元洋輔,金田あい,安藤広和,三宅克典,御影雅幸.マオウ属植物の栽培研究(第5報)草質茎の挿し木法の検討(2).薬用植物研究,37(2),1-8(2015).
- 2) Masayuki Mikage and Nobuko Kakiuchi. The Recent Situation of the Resources of Chinese Crude Drug Ma-huang, Ephedrae Herba. *J. Trad. Med.*, 22 (Supplement 1), 61-69 (2005).

●倪 斯然(にー・すーらん)●

北京市出身
北京大学薬学院卒業
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

●佐々木 陽平(ささき・ようへい)●

長野県出身
金沢大学薬学部卒業
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

●三宅 克典(みやけ・かつのり)●

岡山県出身
富山医科薬科大学薬学部卒業
富山大学医学薬学教育部修了
薬学博士
金沢大学医薬保健研究域薬学系を経て2015年から東京薬科大学

●蔡 少青(つあい・しゃおちん)●

寧夏自治区出身
北京医学院薬学系卒業
富山医科薬科大学大学院修了
薬学博士
1989年から北京大学

●御影 雅幸(みかげ・まさゆき)●

大阪府出身
近畿大学薬学部卒業
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)
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

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

Herbicidal Effect and Pesticide Residual on Cultivation using the Trifluralin
as a Herbicide in *Valeriana fauriei*.

菱田 敦之, 林 茂樹, 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, Shigeki Hayashi, 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*

2015年10月15日受付

はじめに

日本において医薬品原料となる薬用植物は一般農作物と比較して生産量が少なくマイナー作物に分類されている。マイナー作物であることから薬用植物の栽培で使用できる登録農薬はほとんどなく国内栽培の阻害要因となっている。登録農薬の適用拡大では、効果、薬害および作物残留性試験をそれぞれ複数例実施する必要がある。これらの試験は、通例、都道府県の農業試験場もしくは公益財団法人や国立研究開発法人等の公的研究機関で実施することが定められている。ところが、これらの公的研究機関の多くは、薬用植物の種苗や栽培の技術が途絶え、試験そのものが実施できない状況にある。

マイナー作物の登録農薬の適用拡大に関す

る試験は、生産者（生産者団体）から生産者が居住する市町村の自治体担当部署を通じて都道府県に依頼して行われる。試験にかかる費用は受益者負担が原則であり、受益者とは申請を行った生産者（生産者団体）である。一般農作物に比べ地域の生産者数が非常に少ない薬用植物の栽培では、この費用負担は大きな課題の一つである。近年、漢方薬原料生薬の安定的確保の観点から国内における薬用植物栽培が再認識されており、製薬メーカーは地元生産者団体および自治体と協力して生産地の振興に取り組み、登録農薬の適用拡大においてその費用を負担する事例も多くなった。北海道ではオケラ、ポウフウ、トウキおよびカンゾウ、高知県ではミシマサイコ等、また長野県と富山県が共同で実施したトウキ

に関する試験も実施している。

このような背景から、薬用植物における登録農薬の適用拡大を速やかに行うことを目的に、登録農薬を用いた栽培法の効果および薬害、さらに農薬の残留性の基礎的な知見を得ることは極めて重要である。

本研究でモデル植物としたカノコソウは、北海道名寄市を中心に道内各地で栽培されているが、土壌の過乾、過湿を嫌う性質から栽培が難しい薬用植物の一つである¹⁾。その生産を拡大するためには、他の農作物と作業が競合する4月から6月の除草管理の省力化が急務の課題であり、生産者から除草剤の適用拡大が求められている。

本研究で用いた土壌処理型除草剤トリフルラリン乳剤は、事前に実施したスクリーニング試験ではカノコソウに薬害がほとんど認められず、効果が比較的高いことから供試薬剤とした。本研究では、薬用植物における登録農薬の適用拡大に資することを目的として、カノコソウ栽培におけるトリフルラリン乳剤の効果、薬害および残留性に関する栽培試験を実施し、良好な成果が得られたので報告する。

実験方法

1. 供試材料 カノコソウ（北海吉草）*Valeriana fauriei* Briq.
2. 栽培方法 定植日：2013年5月10日、栽植密度：畝幅60 cm、株間25 cm、施肥方法（10 a 当たりの施肥量）：基肥 堆肥2,000 kg、炭カル100 kg、化成S121 50 kg、IB化成 50 kg.
3. 供試薬剤と処理方法 トリフルラリン乳剤（有効成分： α,α,α -trifluoro-2, 6-dinitro-N,N-dipropyl-p-toluidine）、薬剤処理日：2013年5月16日。散布方法：炭酸ガス式噴霧器を用いて土壌表面に均一に散布した。

4. 試験区の設定 試験区面積：1区当り 4.8 m² (2.4 m × 2 m) 各2反復。無処理区（除草処理を行わない）、完全除草区（適宜手除草を行った）、標準施用区（薬剤量300 mL / 10 a 水量100 L）、倍量施用区（600 mL / 10 a 水量100 L）とした。

5. 調査と収穫 雑草調査は6月19日に実施し、各処理区において発生した雑草の種類と本数及び乾燥重量を測定した。生育調査は7月25日に草丈と花茎数を調査した。収量調査は9月25日に各試験区の根茎を収穫し、水洗した後、通風乾燥機（40℃、5日間）で乾燥して収量を求めた。

6. 残留農薬の測定 収量調査に用いた根茎の乾燥品を検体とし、検体中のトリフルラリン量を公定法に基づき測定した。

なお試験は、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) イヌビエを除くアカザ、ハコベ、スズメノカタビラ等一年生雑草に高い除草効果を示した（表1）。
- 2) 全面土壌処理後に発生した茎葉は、薬害、生育抑制が認められなかった。定植した母株は個体毎の生育の差が大きく、収量に大きな影響が見られたが本剤の処理による影響とは認められなかった（表2）。
- 3) 標準施用区、倍量施用区ともに、土壌処理後に発生した茎葉への薬害、生育抑制、収量への影響は認められなかった（表2）。
- 4) 収穫したカノコソウ根茎乾燥品のトリフルラリンの残留値は、標準施用区が0.03～0.04 ppm、倍量施用区が0.04～0.06 ppmであり、両区は野菜類（その他）の残留基準値2 ppm未満であった（表3）。

表1 カノコソウ栽培におけるトリフルラリン乳剤の除草効果

試験区		イネ科雑草		非イネ科雑草				総計
		スズメノカタビラ	イヌビエ	アカザ	ハコベ	イヌビユ	その他	
無除草区	本数(本/m ²)	24.3	3	3	13	4	4	271
	乾燥重量(g/m ²)	29.76	0.731	1.594	1.213	0.262	0.932	34.49
標準施用区	雑草発生比(%)	12.9	172.6	0	1.6	2.5	15.1	15.3

値は平均値 (n=2). 標準施用区の値は対無除草区との乾燥重量比

表2 カノコソウ栽培におけるトリフルラリン乳剤の葉害の評価

試験区	葉害の程度	生育調査		収穫物調査	
		草丈(m/本)	花茎数(k)	収量(g/10a)	同左比率(%)
無除草区	—	28.5	2.2	105.4	161
完全除草区	—	24.3	2.4	65.5	100
標準施用区 (300mL/10a)	無	27.3	2.7	103.6	158
倍量施用区 (600mL/10a)	無	25.0	3.0	146.4	223

草丈および花茎数の値は各試験区10株, 2反復 (合計20株) の平均値.
収量の値は2反復の平均値.

表3 カノコソウ根茎部乾燥品のトリフルラリンの残留値

試験区	反復	残留値(ppm)
無除草区	1	検出せず
	2	検出せず
標準施用区	1	0.04
	2	0.03
倍量施用区	1	0.04
	2	0.06

測定方法: ガスクロマトグラフ質量分析法 (定量下限値0.01 ppm). 野菜類におけるトリフルラリン残留基準値は2ppm.

考 察

供試薬剤とした土壌処理型除草剤トリフルラリンは一般農作物で広く利用され, イネ科植物に対してより選択性をもつ除草剤である. 雑草発生前に土壌処理すると, 強力な雑草発生抑制効果を発揮する²⁾. カノコソウ栽培におけるトリフルラリンの効果はアカザやハコベ等一年性雑草で高い効果を示した. アカザやハコベは例年5月中旬以降に発生し, カノコソウ栽培における薬剤の土壌処理の時期がこれら種子の発芽前に行われ高い効果を示したと考えられた. 一方, スズメノカタビラは前年秋に発芽して越冬する個体があり, 定植前に圃場を耕起した場合でも越冬株が圃場

に残り, ある程度生育した個体は薬剤土壌処理の影響を受けず残草したと考えられた. またイヌビエは難防除雑草の一つとして知られトリフルラリンによる除草が難しく, 今後, 作用機作が異なる茎葉処理型除草剤クレトジム乳剤等による除草法の検討が必要と考えられた.

カノコソウ栽培におけるトリフルラリンの葉害は, 標準施用区 (300 mL / 10 a) および倍量施用 (600 mL / 10 a) の各試験で, 葉害, 生育抑制が認められなかった. 土壌処理型除草剤は, 薬剤の散布により土壌表面から1 cm程度の深さまで薬剤の処理層が形成され, 処理層中の雑草種子の発芽を抑制する.

カノコソウは定植時に覆土を3~5 cm 程度行うことから、薬剤処理層より十分深い位置で種苗が萌芽、発根することから薬害が少ないと考えられた。

根茎乾燥品においてトリフルラリンを施用した試験区で微量の残留が認められ、その残留値は供試験薬剤の濃度に依存して増加する傾向が認められた。この原因として、カノコソウの地下部は、根茎から地表面に沿ってストロンを伸長させ、その先端に新たな根茎を発達させる特徴がある。従って、カノコソウの根茎部の発達に伴い、薬剤処理層の土壌が根茎部とストロンもしくは細根の根元に噛み混み、この土壌が洗浄後も僅かに残り、トリフルラリンが根茎部乾燥品に残留したものと考えられた。

以上の結果から土壌処理型除草剤トリフルラリンを用いたカノコソウ栽培は、薬剤の処理時期はカノコソウ定植後から雑草発生前に行い、薬剤の処理濃度は300 mL/10 a (水量100 L) とすることで、一年生雑草を対象として実用可能であると判断した。根茎乾燥品の薬剤の残留は認められたが、その値は野菜類の残留値基準よりも十分低い値であり実用上問題ないことが示された。

本研究成果の一部は、平成25年度北海道マイナー作物登録農薬適用拡大事業の試験成績に活用され、北海道庁、(公財)植物調節剤研究協会の連携のもと、トリフルラリンの適用拡大に関する審査手続きを行うこととなった。この結果、平成26年5月からトリフルラリン乳剤はカノコソウへ適用拡大された。

結 論

除草剤としてトリフルラリン乳剤を300 mL/10 a の濃度で用いたカノコソウ栽培では、主にアカザ、ハコベおよびスズメノカタ

ビラ等一年生雑草に除草効果があり、さらに薬害、生育抑制が認められなかった。根茎乾燥品の薬剤の残留は野菜類の残留値基準よりも十分低い値であり実用上問題ないことが示された。本研究成果の一部は、平成25年度北海道マイナー作物登録農薬適用拡大事業の試験成績に活用され、平成26年5月からトリフルラリンはカノコソウへ適用拡大され、カノコソウの省力栽培に寄与することとなった。

文 献

- 1) 菱田敦之：道薬誌，**29**(4)，P.25-29 (2012)。
- 2) 行永寿二郎：日本農業学会誌，**5**(4)，458 (1981)。

謝 辞

本研究の遂行にあたり 小林製薬株式会社吉井 淳氏のご協力に感謝申し上げます。

本研究の一部は、平成25年度厚生労働科学研究費補助金(創薬基盤推進研究事業)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)

●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所博士課程修了
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)

●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)

表紙の写真

カノコソウ (鹿子草) 別名: ハルオミナエシ

Valeriana fauriei Briq.

アカネ目 オミナエシ科 カノコソウ属

産地: 日本 (北海道), 韓国, 中国

東アジア温帯産地に自生する多年草。

「鹿子」は花が絞り染の模様に似ていることから名付けられた。

鹿の子絞りは、染色した後に糸をほどくと仔鹿の背の斑点のような模様が現われる絞り染の一種。中国名は「纈草」といい、絞り染を「纈」というのにちなんでいる。

生薬名でカノコソウの根を「吉草根」というのも、この「纈(ケツ)」を略したもの。

別種のセイヨウカノコソウは、葉の切れ込みが深い。別名ガーデンヘリオトロープ。

生薬和名 根と根茎をカノコソウ (吉草根キツソウコン・纈草根ケツソウコン)

生薬性状 強特異臭。やや苦い。

主要成分 ボルニルイソバレレート, ボルニルアセテート,
 α - β -ピネン, カノコノール, リモネンなど。

主な薬効 鎮痛薬として熱湯で成分浸出して服用, アルコールで浸出して用いる。
粉末はヒステリーの鎮静剤として婦人用薬などに配合されている。

主な用途 鎮静薬 吉草根は鎮静効果を有するのでバルビツレート, ベンゾジアゼピン
およびアルコールと同時に服用すべきでない。

国際規格「オタネニンジンの種子と苗」¹⁾の概略

Outline of International Standard “Traditional Chinese Medicine, Ginseng Seeds and Seedlings — Part 1: *Panax ginseng* C.A. Meyer”¹⁾

柴田 敏郎 , 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

〒305-0843 茨城県つくば市八幡台1-2

Toshiro Shibata and Nobuo Kawahara
*Research Center for Medicinal Plant Resources,
National Institutes of Biomedical Innovation, Health and Nutrition
1-2 Hachimantai, Tsukuba, Ibaraki 305-0843 Japan*

2015年10月30日受付

要 旨

国際標準化機構 (International Organization for Standardization : ISO) の中に中国伝統医学の国際規格を作成するための専門委員会 (Technical Committee : TC) が中国の主導で2009年に設立された (TC249). 薬用植物の種子と苗に関する国際規格の第1号として「オタネニンジンの種子と苗」が2011年に中国より提案され, 約3年間の審議を経て2014年4月15日に発効された. 本稿では本国際規格の内容について解説する.

Abstract

Technical committee 249 abbreviated TC249 for drawing up international standard on traditional Chinese medicine was established in the International Organization for Standardization (ISO) by Chinese strategic initiative in 2009. First draft of international standard for seeds and seedlings of medicinal plants was submitted from China in 2011 as a draft of “International Standard of Ginseng Seeds and Seedlings - Part 1: *Panax ginseng* C. A. Meyer”, and it was published on April 15, 2014 through three years discussion. Outline of “International Standard of Ginseng Seeds and Seedlings” is described in this article.

I. 中国伝統医学に関する専門委員会が国際標準化機構 (ISO) に設立された経緯

中国伝統医学 (TCM) に関する国際規格を作成するための専門委員会が設立された背景

や経緯については, 中医臨床, 32巻, 4号 (2011) に渡邊らにより詳細に解説されている²⁾. それによると, 中国は中医学を世界伝統医学の代表とするべく, 国策として国際規格

の策定をもくろみ、国内では1990年に「中華人民共和国標準化法」を公布施行、2003年に中医薬管理局が「中医薬標準制定程序規定」、2006年に標準化事業における政府と業界、学術組織の職責区分と事業管理の手順を定めた「国会中医薬管理局中医薬標準化項目管理暫行弁法」を定めるなど、国際標準の策定ができる人材の育成を含めて着々と準備を進めてきた。そして、対外的には国際標準化機構（International Organization for Standardization : ISO）に対して2009年2月に専門委員会（Technical Committee : TC）の設置を申請し、2009年9月に「中国伝統医学 Traditional Chinese Medicine: TCM (Provisional)」の名称で専門委員会の設立（TC249）が認められた²⁾。なお、専門委員会の名称について、本来、東アジアの伝統医学という名称にすべきところ、漢方や韓医学も源流は古代中国医学で同一であるという理屈を中国が主張して日本、韓国と対立し、止むを得ず「TCM (Provisional)」と暫定的な名称でスタートし、この間この暫定的な名称が使われてきたが、本年6月の第6回全体会議（2015年6月1日～4日、The 6th Plenary meeting, 北京, 中国）において、会議に出席した12カ国による投票の結果、中国の提案が採択され、TCMが正式な名称として認定されるに至った。

以上のような経緯で設立したTC249は、その後、2011年の第2回全体会議（ハーグ、オランダ）で5つの作業部会（Working Group : WG）が設置され、その内のWG1（名称：原料生薬と伝統的加工法の品質と安全性、幹事国：中国）において、薬用植物の種子と苗、並びに生薬の品質に関する国際規格の審議がなされてきた³⁾。なお、TC249設立に至った経緯とそれに対する日本の対応の詳細、その後の動き等については、袴塚³⁾及び

雨谷⁴⁾による総説を参照していただきたい。

II. 国際規格「オタネニンジンの種子と苗」が承認されるに至った経緯

薬用に限らず作物の栽培において均一な品質の収穫物を効率良く得るためには、出発点となる種子や苗の品質（病原菌や害虫の汚染がない、不純物がない、充実したものである、発芽力・活力が強い、等々）が重要で、実際の生産の現場では一連の品質に関する基準を共有する必要がある。すなわち、管理すべき品質項目、検査サンプルの取り方、検査・検定方法、検査結果の報告書の書式、等々について標準化することによって、品質の一定した種苗を確保・普及することは、均一な品質の収穫物を効率良く得ることを保証する一つの要素である。その意味で、国際的に流通する商品を扱う場合においては、関係国間で合意できる基準を共有することは重要である。

薬用植物の栽培においては、生産物である生薬の利用者としての立場で、安定供給と品質の均一化・確保という視点から考えた場合、種子と苗に関する国際規格の策定は好ましいことであり、規格値がより高く設定される方が安心である。一方、その生薬を実際に生産している立場からは、規格値をあまり高く設定すると生産者の負担が多くなるため、基準値をより低く設定したいという気持ちが働き、このように、利用者と生産者の立場の違いによって規格値の設定への姿勢が微妙に変わってくる。例えば、オタネニンジンの場合、日本はその多くを中国からの輸入に依存しているものの、わずかであるが現在栽培生産が行なわれている（長野、福島、島根）ため、国際規格値の設定には利用者としての立場と生産者の立場の両方の視点で考えねばな

らず、難しい判断をせまられることになる。

今回、薬用植物の種子と苗に関する国際規格の第1号として、「オタネニンジン種子と苗」に関する国際規格(案)が中国より2011年5月に提案され、約3年の審議を経て2014年4月15日に正式に発行された。本来、国際規格の作成は関係国の利害がからみ、一部の国が有利になるような項目やその基準値の策定は容易ではない。一方、中国としては国際規格を制定した実績を早く作りたいという思惑も働き、関係国の利害関係が比較的弱く、内容的には科学的(作物学的)な面が強い種子と苗の品質という分野に絞って提案を行い、その思惑通りに本国際規格が比較的混乱も少なく成立したように思われる。

以下にその内容について紹介するが、本規格は英文で作成されており邦訳版は現在までのところ出版されていないため、図表を含め

て日本語の訳文はあくまで著者が行った仮訳であることをお断りしておく。

なお、中国ではニンジン、カンゾウ、オウゴン、オウギはじめ代表的な生薬の種子や苗及び栽培法に関する国家標準、地方標準、業界標準などがすでに多数公布、施行されている。そして、オタネニンジンの種子⁵⁾や苗⁶⁾については、すでに1986年に国家標準が公布されており、今回発行に至った国際規格「オタネニンジンの種子と苗」は、その基本的内容は中国国家標準に基づいて作成されている。

Ⅲ. 国際規格「オタネニンジンの種子と苗」の内容

規格書は文章の構成からすべてISOの規則及びテンプレートに従って作成される。国際規格「オタネニンジン種子と苗」は以下の構成で14頁からなっている。即ち、表紙(表題

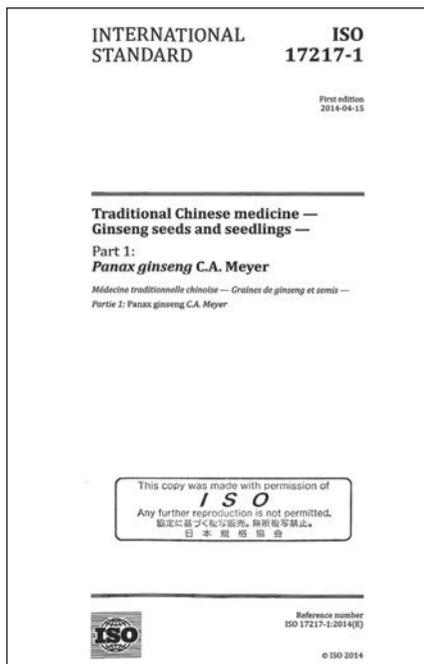


図1 国際規格「オタネニンジンの種子と苗」の表紙

ISO 17217-1:2014(E)

Contents

	Page
Foreword	iv
1 Scope	1
2 Normative references	1
3 Terms and definitions	1
4 Descriptions	3
5 Requirements	5
5.1 General characteristics.....	5
5.2 Ginseng seed.....	5
5.3 Ginseng seedling.....	6
6 Sampling	7
7 Test methods	7
7.1 Moisture content.....	7
7.2 Seed width.....	7
7.3 Plumpness.....	7
7.4 Maturity.....	7
7.5 Purity.....	8
7.6 Seed viability.....	8
7.7 100-seed weight.....	8
7.8 Fungus testing.....	8
7.9 Nematode testing.....	9
7.10 Seedling weight.....	9
8 Test report	9
9 Packaging, storage and transportation	9
10 Marking	9
Bibliography	10

図2 国際規格「オタネニンジンの種子と苗」の目次

(原 版 : ISO17217-1, 一般財団法人 日本規格協会の転載許可を得て掲載しています)

とISO番号, 図1), 著作権表示, Contents (目次, 図2), Foreword (前書き), 1. Scope (適用範囲), 2. Normative references (引用文書), 3. Terms and definitions (用語及び定義), 4. Descriptions (解説), 5. Requirements (要求事項), 6. Sampling (サンプリング), 7. Test methods (試験方法), 8. Test report (試験報告), 9. Packaging, storage and transportation (包装, 保管, 輸送), 10. Marking (表示) 及び Bibliography (参考文献) からなっており, 以下に各項目の記載内容を簡単に解説する.

2. Normative references (引用文書) には国際種子検査協会 (ISTA: International Seed Testing Association) が発行し, 毎年改訂されている国際種子検査規程 (IRST: International Rules for Seed Testing) の最新版が記載されている.

3. Terms and definitions (用語及び定義) では本規格書で使われている用語の定義が述べられている. その内容は, seed lot (種子ロット), primary sample (一次サンプル), composite sample (混合サンプル), subsample (副サンプル), submitted sample (提出サンプル), working sample (ワーキングサンプル), sealed (密封), purity (純度), seed width (種子の幅), plump seed (豊満種子), plumpness (豊満度), mature seed (成熟種子), maturity (成熟度), viability (生存度), 100 - seed weight (100粒重), seedling (苗), hibernaculum (越冬芽), rhizome (根茎), seedling weight (苗重), root length (根長), taproot length (主根長) の18語について定義されている.

4. Descriptions (説明) では種子及び苗の形態図と各部位の名称(図3, 図4)が示されている.

実際の規格値を記載した5. Requirements (要

求事項) には

5.1 General characteristics (一般特性) として, 種子は清浄で異物の混入がないこと, 苗は健全で無傷なこと, 生きた虫やカビの生えた種子及び裸眼で見える外来の混入物がないことの3項目が規定されている.

5.2 Ginseng seed (ニンジン種子) では, 含水量の質量分率は10%以下であること, 種子の純度は99%以上であること, 生存度は95%以上であること, 成熟度は95%以上であること, Fusarium 属及び Alternaria 属の菌類が検出されないこと, が規定されている. 加えて, Table1 (表1) に示す種子の幅, 100粒重及び豊満度については, 基準となる数値によって一等, 二等, 等外の3つのグレードが規定されている.

5.3 Ginseng seedling (ニンジン苗) では, 越冬芽は無傷で完全であり充実していること, Fusarium 属及び Alternaria 属の菌類が検出されないこと, センチュウが検出されないことに加え, Table 2 (表2) に示すように根長及び主根長について, 基準となる数値によって, 1年生では合格, 不合格, 2年生及び3年生の各苗については一等, 二等, 三等, 等外の4つのグレードが規定されている.

6. Sampling (サンプリング) では, 検定を行う種子のサンプリング方法について, 国際種子検査規程(2011年版)の2章の規定に従って行うこと及び必要種子量が記載されている.

7. Test methods (試験方法) では, Moisture content (含水率), seed width (種子の幅), plumpness (豊満度), maturity (成熟度), purity (純度), seed viability (種子の生存度), 100 - seed weight (100粒重), Fungus testing (Fusarium 属及び Alternaria 属菌類の検出), Nematode testing (センチュウの検出), seedling weight (苗重) の10項目の測定法が記

載されている。

8. Test report (試験報告)では、種子の産地を含むサンプルの完全な識別に必要なすべての情報、実施したサンプリングや試験方法、本規格で規定されていない任意と考えられるすべての操作の詳細や試験結果に影響を与える不測の出来事の詳細、試験結果及び試験実施日など7項目が挙げられている。

9. Packaging, storage and transportation (包

装、保管、輸送)では、種子の貯蔵は15℃以下、相対湿度65%以下で行うこと、苗の貯蔵は-2℃~0℃で行うこと、など3項目が挙げられている。

10. Marking (表示)では、規定されている種子や苗のグレード、産地、種子の生存期限、送り先となる国で必要な印章や標識など6項目が挙げられ荷物に表示することが規定されている。

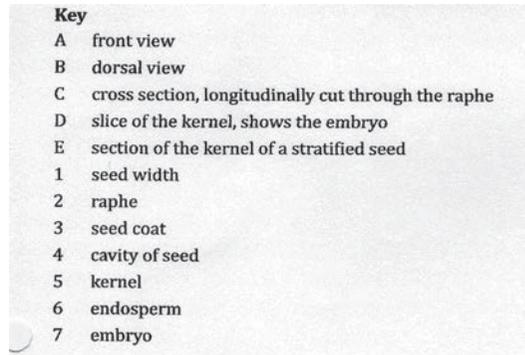
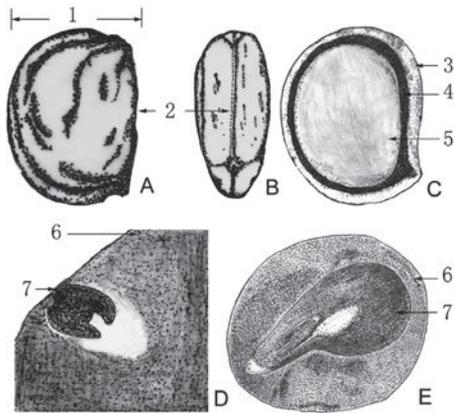


図3 オタネニンジン種子の形態図
Figure 1—Structure of ginseng seed

(原版：ISO17217-1，一般財団法人日本規格協会の転載許可を得て掲載しています)

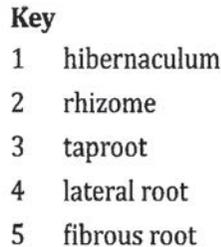
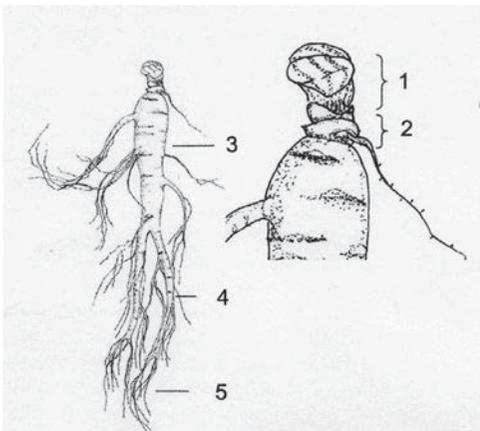


Figure 2-Ginseng seedling

図4 オタネニンジン苗の形態図

(原版：ISO17217-1，一般財団法人日本規格協会の転載許可を得て掲載しています)

表1 オタネニンジン種子に関する等級分けの基準

Table 1 – Grading requirements of ginseng seed

Grade	Seed width mm	100 - seed weight ^a g	Plumpness %
First ^b	≥ 4.5	≥ 2.8	≥ 80
Second	≥ 3.5	≥ 2.1	≥ 85
Unqualified	< 3.5	—	—

Note The establishment of the above requirements is based on the seeds collected from different regions.
a The 100-seed weight is determined when the moisture content of the seed is not more than 10%.
b For the first grade, the seeds, whose seed width are not less than 4.25mm, shall not be less than 95%;for the second grade, the seeds, whose seed width are not less than 3.25mm, shall not be less than 95% [determined by number]. Otherwise, it shall be judged to be the inferior grade.

(原版：ISO17217-1，一般財団法人日本規格協会の転載許可を得て掲載しています)

表2 オタネニンジン苗に関する等級分けの基準

Table 2 – Grading requirements of ginseng seedling

Years	Grade	Root Weight ^a g	Taproot length ^b cm
One year	Qualified	≥ 4.5	≥ 10.0
	Unqualified	< 0.5	< 10.0
Two years	First	≥ 8.0	≥ 12.0
	Second	≥ 5.0	≥ 10.0
	Third	≥ 2.0	≥ 8.0
	Unqualified	< 2.0	< 8.0
Three years	First	≥ 15.0	≥ 12.0
	Second	≥ 10.0	≥ 10.0
	Third	≥ 5.0	≥ 8.0
	Unqualified	< 5.0	< 8.0

Note1 The establishment of the above requirements is based collected from different regions.
Note2 Taproot of 1-year-old seedling is equal to the total root length.
a The seedlings whose weight meets the minimum weight requirements for a certain grade should not be less than 95%. Otherwise, it shall be judged to be the inferior grade.
b This requirement is only suitable for those seedlings which will be used to produce good-shaped ginseng. It is not applicable when the shape of the ginseng product is not required.

(原版：ISO17217-1，一般財団法人日本規格協会の転載許可を得て掲載しています)

IV. 本国際規格が産業界やオタネニンジン国内栽培地等に及ぼす影響

予測が非常に困難であるが、少なくとも4～5年後以降から国際規格をクリアした種子や苗を使用して中国で栽培された生産物、及びそれらの生産物を使用した製品が日本に上陸すると予想される。従って、既述したような厳しい基準をクリアした種苗を使用した生産物

等は、付加価値として価格に反映される可能性が思慮される。

一方、現在日本にはオタネニンジン種子と苗が国際規格に適合しているか否かを審査する認証機関は存在しておらず、仮に上述した基準値を満たしていても認証できない。しかし、今後、生薬ニンジン及びそれを使った製品を輸出しようとした場合には、本規格に

基づく等級表示をもとめられる可能性があり、認証機関の設置が急がれるとともに、生産者は国際規格に適合できるような種子や苗を準備することが必要であろう。

V. 終わりに

既述のように本国際規格の原版は英文で作成されていて邦訳版はまだ出版されていない。一般財団法人日本規格協会のホームページ (<http://www.jsa.or.jp/store/iso.html>) から申し込みを行えば1冊8,143円で購入できるので、原版を入手して是非ご一読いただきたい。

本稿で述べたオタネニンジンに続いて、ゴミシ *Schisandra Chinensis* (Turcz.) Baill (ISO/CD 19824)、デンシチ *Panax notoginseng* (Burk.) F.H.Chen (ISO/NP 20408) やタンジン *Salvia miltiorrhiza* Bunge (ISO/NP 20311) について、それぞれの種子と苗に関する国際規格案が中国から（ゴミシについては韓国と中国の共同提案）すでに提出され現在審議中である。このように今後も引き続いて次々と提案が継続されることが予測される。日本には、これらの植物の種子や種苗に関する規格は無く、また、国内栽培は行われておらず、日本への直接的な影響は少ないと考えられるが対応に苦慮している。また、WG1においては生薬の品質に関する国際規格案が中国及び韓国より提出されており、日本薬局方の規格（値）との関係で対応をせまられる可能性が生ずることも考えておかねばならない。

引用文献

- 1) International Standard ISO17217-1, Traditional Chinese Medicine-Ginseng seeds and Seedlings-Part 1: *Panax ginseng* C. A. Meyer, First edition, 2014-04-15.
- 2) 渡邊大佑, 高木健, 郭義: 中国における中

医薬標準化の現状, 中医臨床, 32, 4, 84 (576)-87(579), (2011).

- 3) 袴塚高志: ISO/TC249 における伝統医学国際標準化について., 和漢薬, No.720, 12-15 (2013).
- 4) 雨谷 栄: 東アジア伝統医学の国際標準化と我が国への影響., ファルマシア, Vol. 48, No8, 785-789 (2013).
- 5) 中華人民共和国国家標準, 人参種子, GB6941-86, 中国国家標準局 (1986).
- 6) 中華人民共和国国家標準, 人参苗, GB6942-86, 中国国家標準局 (1986).

●柴田 敏郎 (しばた・としろう) ●

1989年 国立衛生試験所 北海道薬用植物栽培試験場
 1992年 同所 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 北海道研究部
 2011年 同所 定年退官, 客員研究員
 2011年よりISO/TC249国際委員

●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所博士課程修了 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)

タジキスタンにおける持続的な薬用植物栽培に向けた調査研究

Study for Sustainable Medicinal Plant Cultivation in Tajikistan

林 宏 明

岩手医科大学薬学部天然物化学講座
〒028-3694 岩手県紫波郡矢巾町西徳田2-1-1

Hiroaki Hayashi

*Department of Natural Products Chemistry, School of Pharmacy,
Iwate Medical University
2-1-1 Nishitokuta, Yahaba, Iwate 028-3694 Japan*

2015年10月30日受付

要 旨

平成24年3月から平成26年2月までの2年間に、JSPS（日本学術振興会）とJICA（国際協力機構）による科学技術研究員派遣事業（採択課題名：持続的な薬用植物栽培に向けた調査研究）により、国際的に重要な薬用植物であるカンゾウ属植物とマオウ属植物のフィールド調査を、中央アジアの旧ソ連諸国の1つであるタジキスタンで実施した。

Summary

Tajikistan is a landlocked country that is located in Central Asia. Its mountainous territory covers a diversity of climate zones, resulted in it being rich in flora. Field surveys of medicinal plants were conducted by a JICA and JSPS program to characterize the resources of *Glycyrrhiza* and *Ephedra* plants in Tajikistan, which are the most important medicinal plants worldwide.

1 はじめに

タジキスタンは中央アジアの旧ソ連諸国の1つであり、標高7459 mのイスモイル・ソモニ峰を最高峰にもつ山岳国家である。タジキスタンには豊富な水資源があり、本来は豊かな自然環境を持つ。しかしながら、ソ連時代の大規模開発による自然破壊とソ連崩壊後の内戦による荒廃に加え、樹木の伐採と家畜の過放牧による森林破壊が現在も進行中であ

る。その結果として、タジキスタンの生物多様性は重大な危機に瀕しており、薬用植物もその例外ではない。

筆者は平成22年の8月に国際協力機構（JICA）によるタジキスタンの薬用植物に関する調査団の一員として初めて現地を訪問し、その際の見聞をすでに本誌において紹介した。¹⁾その後、日本学術振興会（JSPS）の援助による事前調査（平成23年10月）を経て、

JSPS と JICA が共同で実施している科学技術研究員派遣事業に採択され（採択課題名：持続的な薬用植物栽培に向けた調査研究）、平成24年3月から平成26年2月までの2年間に計6回にわたり現地を訪問する機会を得た。今回は、派遣事業の2年間に実施したカンゾウ属植物とマオウ属植物を中心としたフィールド調査に加え、タジキスタン科学アカデミーの研究所に滞在して行ったマオウ属植物に関する共同研究に関して紹介したい。

2 タジキスタンの概要

タジキスタンは、ウズベキスタン、キルギス、中国、アフガニスタンの4つの国に囲まれた国である（図1）。首都ドゥシャンベは、当初はスターリンの名に由来するスターリナバードと名付けられ、スターリン時代に植林された巨大な街路樹が生い茂る西洋的な街であり、日本の仙台とほぼ同緯度の標高700 m の盆地に位置する。

図2に仙台とドゥシャンベの月別の気温と降水量の比較を示した。ドゥシャンベの気候は地中海性気候であり、冬期には仙台と同等の

降水量があるのに対して夏期にはほとんど雨が降らない。タジキスタンに自生するカンゾウ属植物やマオウ属植物はこの気候に適応しており、夏期の乾燥がタジキスタンで生産される甘草と麻黄の品質に大きな影響を与えると考えられる。乾燥した夏期には収穫した生薬を野外で乾燥させることが可能であり、湿潤な日本では必要な乾燥設備が不要である。

首都のドゥシャンベからタジキスタン第二の都市である北部のホジャンドを結ぶ幹線道路は、中部の山岳地帯を通過しており、2つの峠越えの難所がある。現在では、イランの援助により建設された南側のアンソープ峠（標高3372 m）のトンネルと、中国の援助により建設された北側のシャハリスタン峠（標高3378 m）のトンネルにより、幹線道路の利便性は大幅に向上している。

これら2つの峠の間に広がる山岳地帯は、マオウ属植物の自生地であり、幹線道路からすこし西側に入ったイスカンダル湖周辺には、多くのマオウ属植物が自生している。旧ソ連時代には、日本の年間使用量に匹敵する年間300トンのマオウがこの地域で採集され、カ



図1 タジキスタンの地図

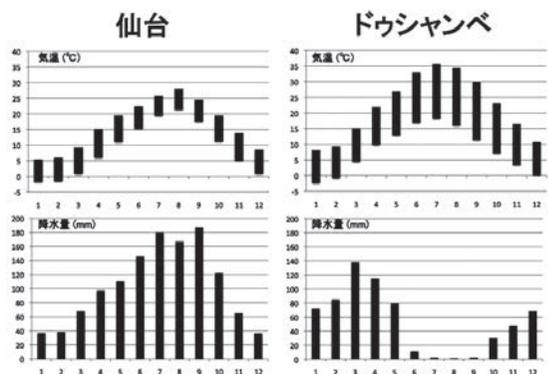


図2 仙台とドゥシャンベの月別の平均気温（最高と最低）と降水量の比較より作成

(<https://ja.wikipedia.org/wiki/仙台市>と<https://ja.wikipedia.org/wiki/ドゥシャンベ>のデータより作成)

ザフスタンにあった製薬工場へ送られていた。しかしながら、ソ連崩壊後の混乱により、現在では全く収穫されておらず、未利用の状態である。¹⁾

マオウ属植物の自生地であるアンソープ峠とイスカンダル湖は、首都のドゥシャンベから車で日帰りが可能な場所にある。乾燥のため平野部が茶色になる真夏においても、標高3372 mのアンソープ峠付近には雪渓が存在し(写真1)、周辺にはお花畑が広がっていた。

一方、タジキスタン南部のカボジオンには日本の宏輝株式会社とタジキスタン資本との合弁会社であるアバリン社の甘草抽出工場がある(写真2)。アバリンとはタジク語で「開拓者」を意味する。この工場から南に20 kmほどの場所に、アフガニスタンとの国境を流れるアムダリヤ川がある。アムダリヤ川沿いの平野部はスペインカンゾウの広大な自生地になっており、アバリン社は、ここで収穫した甘草を現地工場で抽出し、得られた甘草抽出物を日本へ輸出している(写真3)。

3 タジキスタンにおける共同研究の実施体制

平成22年のJICA調査団の事前調査により、今回の科学技術研究員派遣の相手機関としてタジキスタン共和国の自然保護委員会の下部組織である森林狩猟庁が選ばれた。現地のフィールド調査には、森林狩猟庁所属の薬草専門家であるInoyat Fattokhov氏が同行した。なお、Inoyat Fattokhov氏を含めて現地では英語はほとんど通じないため、タジキスタン滞在期間中、タジク語・ロシア語から英語への通訳兼アシスタントが常に筆者に同行し、会話や書類作成を助けてもらった。

また、フィールド調査のみならず、現地の研究者と実験室での共同研究を実施するべく、タジキスタン科学アカデミーの植物生理



写真1 標高3372 mのアンソープ峠(下に見える道が旧幹線道路の峠)



写真2 タジキスタン南部のアバリン社の抽出工場



写真3 タジキスタンから日本に輸出される甘草抽出物(左端が筆者、右端が森林狩猟庁のInoyat Fattokhov氏)

学遺伝学研究所をもう1つの相手機関として選んだ。この研究所はドゥシャンベ東部の郊外にあり、建物は旧ソ連時代に建てられたものである。この研究所の設備は非常に古く環境

は劣悪であったが、PCRを行う上で必要な機器備品が完備されていたことから、JICAの援助により試薬類を日本で購入して持ち込むことで実験が可能であると判断した。なお、この研究所所属の若手研究者である Musavvara Shukurova 氏は、松前国際財団の奨学金により、平成25年4月から9月までの6ヶ月間、筆者の研究室に留学し、タジキスタン産マオウの分析を行った。

4 アバリン社工場訪問とスペインカンゾウ自生地の調査

カボジオンのアバリン社の甘草抽出工場には、プロジェクトの期間中に何度も訪問することが出来た。最初に訪問した平成23年の10月には、抽出工場の敷地に甘草が山積みされており（写真4）、その資源量の豊富さが推測された。また、工場周辺の甘草自生地では、スペインカンゾウの地下部を収穫する様子とその後の回復状況を2年間にわたって観察することができた（写真5、写真6、写真7）。

平野部にあるアムダリヤ川沿いの自生地では、一定の地下水位が維持されるとともに、地下にスペインカンゾウのストロン（地下茎）のネットワークが発達している。収穫後に放置するだけで比較的容易に地上部が復活した。地下部を深く掘り下げない限り、地下

には再生可能なストロンが眠っており、種まきと水まきをしなくても、スペインカンゾウの地上部が復活するのである。しかしながら、過度の収穫は甘草資源の減少をもたらす危険もあり、今後の推移が気になりでもある。



写真5 大型車両で甘草を掘り出している収穫風景



写真6 収穫直後のスペインカンゾウ自生地（平成24年6月）



写真4 アバリン社の工場敷地内の甘草の山



写真7 収穫16ヶ月後のスペインカンゾウ自生地（平成25年10月）

この自生地で採集したスペインカンゾウの地下部を分析したところ、医薬品原料として使用されるグリチルリチン酸の含量が2.56%から6.37%と比較的高く、また、化粧品原料などに使用されるフラボノイド成分であるグラブリジンの含量も0.33%から0.92%の比較的高い値を示した。^{2,3)} 現在、日本はアフガニスタンから甘草を多量に輸入しているが、タジキスタンに隣接するアフガニスタン北部のアムダリヤ川流域が甘草の主産地であり、アフガニスタン産甘草と今回のタジキスタンの自生地で採集した甘草は同等の品質であると推定される。

アムダリヤ川沿いの平野部のみならず、ドゥシャンベとカボジオンの間を結ぶ幹線道路沿いの高原地帯でもスペインカンゾウを観察することができた。特に、ドゥシャンベの南東に位置するムミナバードの北方の地域では、溪谷の川沿いにはほとんどスペインカンゾウは見られないが、ゆるやかな山地の頂上付近にのみ多量のスペインカンゾウが自生していた(写真8)。これらの山地の頂上付近では、一定の降水量が見込まれ、雨水が地下に保持されることで、スペインカンゾウの生育環境が維持されていると考えられた。

さらに、スペインカンゾウに加えて、タジ

キスタンには他のカンゾウ属植物も自生することが知られている。⁴⁾ 今回、その中の *Glycyrrhiza bucharica* Regel を数力所で採集することが出来た(写真9)。現在この *G. bucharica* を岩手医科大学附属薬用植物園で栽培しており、⁵⁾ 様々な観点から解析していく予定である。

5 マオウ属植物の自生地調査

マオウは漢方処方的重要な構成生薬の1つであり、現在ではその全量を中国からの輸入に頼っている。タジキスタンの山岳地帯はマオウ属植物の自生地であり、⁴⁾ ソ連時代には多量のマオウが採集されて、カザフスタンの製薬工場に送られていた。ソ連産(タジキスタン産)のマオウは日本にも輸出されていた時期がある。しかしながら、ソ連崩壊後はその流通経路が断たれ、現在では全く未利用の状態である。

このマオウ資源の有効利用の可能性を検討するため、タジキスタン各地でマオウ属植物を採集し、地上茎のアルカロイド組成をHPLCで分析するとともに、核ITS1遺伝子をPCRにより増幅して部分配列を決定して比較した。^{1,6,7)} 今回の調査では、標高3372 mのアンソープ峠の北斜面の標高2400 m以下の地域や、標高2200 mのイスカンダル湖付近で多



写真8 ムミナバード北方の高原地帯のスペインカンゾウ自生地



写真9 *Glycyrrhiza bucharica* Regel

数のマオウ属植物を観察することが出来た(写真10)。エフェドリン類を含有する個体は、一部の例外を除いてエフェドリンを主に含有する *Ephedra equisetina* Bunge (写真11) と、プソイドエフェドリンを主に含有する *Ephedra intermedia* Schrenk & C. A. Mey. (写真12) と同定され、両者の雑種と推定される個体も確認できた。これら中部の山岳地帯で採集した *E. equisetina* と *E. intermedia* は、日本薬局方の基準値(エフェドリンとプソイドエフェドリンの合計値0.7%以上)を満たしていたが、南部の丘陵地帯で採集した2個体の *E. intermedia* のエフェドリン類の含量は局方の基準値以下であった。一方、南部で採集した個体の中にはエフェドリン類を全く含有していないものもあり、形態的特徴と遺伝子配列から2グループに分類された。そのうちの1つは形態的特徴と核 ITS1 遺伝子の配列の比較により *Ephedra ciliata* Fisch. & C. A. Mey. と同定された。もう1つのグループの核 ITS1 遺伝子は *E. intermedia* と同配列であったが、形態的特徴には変異があり、さらに検討する必要がある。現在これらのマオウ属植物の栽培を岩手医科大学附属薬用植物園で開始しており、今後の展開を模索している。

今後、タジキスタンのマオウ属植物の特徴と優位性を、成分組成と薬理活性の比較解析により明らかにすることで、これらタジキスタンの未利用マオウ資源の有効利用が期待される。タジキスタンの山岳地帯には現在、豊富なマオウ属植物の「林」が存在するが、マオウ資源の有効利用が、樹齢100年以上と思われるマオウの古木たちを「薪」として利用することを防止するとともに、現在進行している山岳地帯の急激な森林破壊の緩和にも繋がると考えている。



写真10 マオウ属植物の自生地

写真11 *Ephedra equisetina* Bunge写真12 *Ephedra intermedia* Schrenk & C. A. Mey.

6 タジキスタン科学アカデミー研究所における実験

フィールド調査に加えて、滞在中にタジキスタン科学アカデミーの研究所において、現地研究者と一緒にマオウからのDNA抽出、PCRによる指標遺伝子ITS1の増幅による種の

同定などの実験操作を行った。あらかじめ日本で解析した ITS1 遺伝子配列より、*E. equisetina* の ITS1 遺伝子に特異的なプライマーの組み合わせと、*E. intermedia* の ITS1 遺伝子に特異的なプライマーの組み合わせを作成し、タジキスタンで採集したサンプルから現地で DNA を抽出し、研究所の PCR 装置を用いてマオウの種の鑑別を行うことが出来た（写真13）。

なお、筆者の滞在中、中国の新疆ウイグル自治区のウルムチにある中国科学院の新疆生態学・地理学研究所のグループの来訪があり、相互訪問やセミナーなどにより中国が周辺諸国との学术交流を盛んに行っていることが感じられた。また、このグループとはイस्कンダル湖周辺でも一緒になる機会があり、交流することが出来た。

7 調査研究のまとめ

今回のプロジェクトの終了にあたり、平成26年2月にタジキスタンを訪問し、これまでの調査研究のまとめを行った。調査研究の英文の報告書を作成し、そのロシア語訳とタジク語訳を完成させ、現地で冊子を印刷して関係機関に配布した。また、この滞在中には、森林狩猟庁においてワークショップを行い（写真14）、その内容に関してはテレビ取材が行われて後日に放送された。また、科学アカデミーの研究所においても、調査研究報告のセミナーを行った。

さらに、タジキスタンで採集したカンゾウとマオウの植物標本を整理し、科学アカデミーの研究所の植物標本館に寄託した（写真15）。

8 終わりに

タジキスタンは南西部の標高100 m の砂漠地帯から、車で容易に訪問できる標高3300 m



写真13 タジキスタンの研究所でのPCR実験風景
（右はMusavvara Shukurova氏）



写真14 森林狩猟庁でのワークショップ



写真15 採集した植物標本の科学アカデミーの研究所附属の標本館への寄託
（左が Hikmat Hisoriev 研究所長）

の峠、東部のパミール高原、標高7459 m のイスマイル・ソモニ峰など、森林を含む多様な自然環境がある。マオウとカンゾウを始めとしたタジキスタンの薬用資源は今後の持続的な利用が期待される世界的に重要なもので

ある。この地域の薬用遺伝資源の保全と利用は緊急の課題であり、今後のさらなる調査研究と資源開発が期待される。

謝辞

本研究は国際協力機構（JICA）と学術振興会（JSPS）が共同で実施している科学技術研究員派遣事業により行われました。お世話になったJICAの現地事務所の方々、通訳や運転手としてご協力頂いた方々、カンゾウ自生地の調査にご便宜を頂いた宏輝システムズの吉川展司博士とアバリン社CEOのManuchehr Gadoev氏、共同研究者としてご協力頂いた森林狩猟庁のInoyat Fattokhov氏とタジク科学アカデミー植物生理学遺伝学研究所のMusavvara Shukurova博士に感謝致します。

引用文献

- 1) 林 宏明, 薬用植物研究, **32** (2), 69-72 (2010)
- 2) Hayashi H., Study for sustainable medicinal herb cultivation in Tajikistan, JICA-JSPS, 2014.
- 3) 林 宏明, 田村晋弥, 藤井 勲, 吉川展司, Fattokhov I., 日本生薬学会第59回年会講演要旨集, 2012, p. 113.
- 4) Flora of the USSR, Academy of Science of the USSR, Moscow, 1946.
- 5) 林 宏明, 藤井 勲, 薬用植物研究, **36** (1), 46-49 (2014)
- 6) 林 宏明, 及川詩保子, 藤井 勲, Shukurova M., Nasarova F., Aliev K., Fattokhov I., Saidov M., 日本薬学会第133年会講演要旨集2, 2013, p. 213.
- 7) 林 宏明, 太田美南, 及川詩保子, 藤井 勲, Shukurova M., Nasarova F., Aliev K., Fattokhov I., Saidov M., 日本生薬学会第61回年会講演要旨集, 2014, p. 124.

● 林 宏明 (はやし・ひろあき) ●

1965年 兵庫県生まれ
 1992年 京都大学大学院薬学研究科博士課程修了博士(薬学)
 1993年 新潟薬科大学薬学部 助手
 1998年 岐阜薬科大学薬学部 助手
 2007年 岩手医科大学薬学部 准教授 現在に至る

生薬未利用部位の開発研究

柴胡・当帰

Developmental investigation for underutilized part of crude medicines
Bupleuri Radix, Angelicae Radix

宇都拓洋, Nguyen Huu Tung, 正山征洋*

長崎国際大学薬学部

Takuhiko Uto, Nguyen Huu Tung, Yukihiro Shoyama*

2015年11月18日受付

1 はじめに

近年日本では多くの漢方薬の臨床的なエビデンスが明らかとされ、それに基づきガイドラインが作成され、また、高齢化時代になったことから慢性病の増加に伴って漢方薬の使用量が増えきている。一方、中国においても経済発展に伴い中医薬の使用量が増加していると言われている。このため生薬の中には需要供給がアンバランスとなっているものも見られる。その中で甘草は特に注目される状況にあり、近年は供給量が需要量を下回っているという統計も出されている。このような状況にあって、中国では生薬の未利用部位の有効利用が研究される時代となってきた。我々は生薬の品質管理と言う観点から生薬の活性成分やマーカー成分に対する数多くのモノクローナル抗体 (MAB) を作成し、それらを用いた品質評価の方法を示してきた。本稿では柴胡の有効成分の一つでありマーカー成分でもある saikosaponin に対する MAB を用いたイースタンプロットの方法を示すと共に、それによるミシマサイコ地上部に saikosaponin

が認められたのでミシマサイコ地上部の成分探索を行い、新規成分を含めて12種の成分を単離同定した。それらの抗炎症作用を検討しミシマサイコ地上部は根部と比べて遜色ない活性を持つことを明らかにした。

当帰はかなりの比率で日本において生産されている数少ない生薬の一つである。このため多くの地上部は廃棄されているのが実情である。そこで根部と地上部の抗炎症作用を調査したところ、ほぼ同程度の抗炎症作用が認められたのでトウキ地上部を抽出し、抗炎症作用を指標として活性画分から4種の成分を単離構造決定し、それぞれの抗炎症作用、含有量等からトウキ地上部の有用性を評価した。

2 MAb による生薬の品質評価

生薬は天産物で有るが故に品質が変動するのは致し方がないことである。従って、原料生薬の品質が大きく変動することは生薬を配合する漢方薬の効き目にも影響を与えることは自明で、出来るだけの手立てをして品質を一定に保つ努力が行われている。本来ならば

主有効成分の含有量を規定することが求められるべきであるが、主有効成分が不明の場合も少なくない。その例として柴胡を取り上げた。

柴胡の根には約 3% のサポニン含有しており、主なものが saikosaponin と呼ばれるものでマーカー成分となっている。saikosaponin には多くの種類があり saikosaponin a,c,d,e, それらが抽出中に変化した saikosaponin b1,b3,b2,b4 等である。主サポニンである saikosaponin a に対する MAb を作成し、ELISA による高感度分析法の開発^{1,2)}、引き続いて抗 saikosaponin a MAb を用いたイースタンブロッティングを開発した。イースタンブロッティング法はノーザン、サザン、ウエスタンブロッティングに次ぐものとして正山らが開発し命名した手法である³⁾。

その手法を柴胡配合漢方薬に適用したのが Fig. 1 である⁴⁻⁶⁾。本法の概略は、柴胡配合漢方薬エキスを TLC プレートで展開分離し、そのものに PVDF 等吸着膜をカバーし加熱することにより TLC から吸着膜へ全成分が転写される。そこで膜を過ヨウ素酸ナトリウム溶液で反応し、サポニンの糖部を開環しアルデヒド基を生成。次にタンパク溶液を加える事によりアルデヒドとシッフベースを作り膜への結合能を獲得する。膜へ結合した saikosaponin に抗 saikosaponin a MAb を添加、酵素標識した 2 次抗体、基質の順に反応することにより saikosaponin のみが発色する。Fig.1 において左が硫酸により発色したもので、右がイースタンブロッティングにより発色したものである。硫酸では全ての成分が検出され、また感度が低いので saikosaponin の検出は出来ないが、イースタンブロッティングによると saikosaponin のみが検出され、柴胡の品質評価に威力を発揮する。なお、saikosaponin 類であるが、上の矢印が saikosaponin d、次のスポッ

トが saikosaponin a, saikosaponin b2, 下の矢印が saikosaponin c となっている。ライン 1~7 はそれぞれ、スタンダード、大柴胡湯、小柴胡湯、柴胡加竜骨牡蛎湯、柴胡清肝湯、当帰芍薬散、人參湯である。これらの処方の内、後 2 者は柴胡が配合されていないので当然 saikosaponin の発色は認められない。

本来抗 saikosaponin a MAb の基質特異性は高いが、糖部の開環により特異性が低下し、全ての saikosaponin 類に反応し広く染色したものである。この現象は人參の ginsenoside 類に対して抗 ginsenoside Rb1 と抗 ginsenoside Rg1 両者の MAb を用いたダブルステイニングすることにより認められたもので、protopanaxdiol 系と protopanaxtriol 系全ての人參サポニンを染色可能とした^{7,8)}。

本法をミシマサイコ地上部のフィンガープリントに適用したところミシマサイコ地上部に若干の saikosaponin を含有していることが判明したので、以下ミシマサイコ地上部の成分探索を行った。

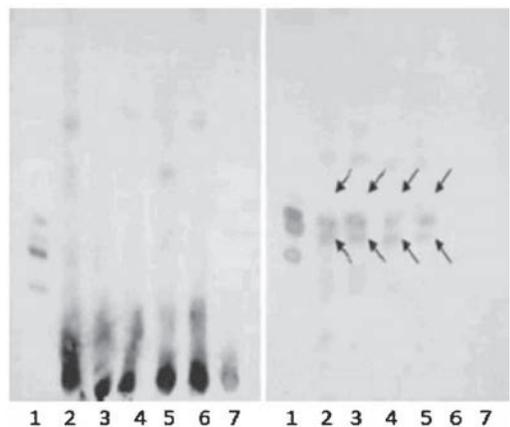


Fig.1 柴胡配合漢方薬のイースタンブロット

3 ミシマサイコ地上部の成分

日本薬局方に収載される柴胡の基原植物はミシマサイコ (*Bupleurum falcatum* L.) でセリ科に属する多年生草本である。中国の薬典には *B. chinensis* DC. (マンシュウミシマサイコ) (Fig.2) と *B. scorzonerifolium* Willd. (ホソバミシマサイコ) (Fig.3) が収載されている。両種は日本のミシマサイコと同種と考えられており、産地により「南柴胡」、「北柴胡」、「葎葉柴胡」、「竹葉柴胡」と呼ばれ、前2種は根を、後2種は全草を薬用とする。*Bupleurum* 属植物は世界の温帯地方に広く分布する植物で、世界で150種が認められており変異の多い植物である⁹⁾。ヨーロッパで1800年代に印刷された書 (Fig.4) にも *B. falcatum* の学名 (Fig.4 右) が認められ、現に著者もオーストリアのウィーンの森で見ることが出来た。

前述の通り柴胡の根には約3%のサポニンを含有しており、主なものが saikosaponin で、saikosaponin a,c,d,e, それらに変化した b1,b3,b2,b4, それらのアセチル体, その他に spinasterol, stigmasterol, angelicin, adonitol, anomarin 等, 又, pectin 様多糖として

bupleuran 類が含まれる。

ミシマサイコ地上部を95%アルコールで抽出し、エキスを水に懸濁しクロロホルムで抽出。水画分をダイアイオン、シリカゲルカラムクロマトを繰り返し精製し、Fig.5 に示す化合物1~14を得た。

なお、化合物1は新規化合物のため COSY, NOESY 等 (Fig.6) により立体配置を含め 3-O-feruloyl-5-O-caffeoylquinic acid と決定した。また、化合物 12, 13, 14 はそれぞれ saikosaponin a, saikosaponin d, saikosaponin c で中原ら¹⁰⁾ により柴胡地上部から saikosaponin a と saikosaponin d の単離が報告されているので、saikosaponin の存在を再確認することが出来た。

ヒトがん細胞系 (HL-20, HepG2) を用いて新化合物を含む化合物1~3, および saikosaponin 類について抗腫瘍活性を調査した結果、化合物1~3には活性は認められなかったが、saikosaponin a と saikosaponin d には HL-60 細胞系で 96.8%, 94.8%, HepG2 細胞系で 94.4%, 85.4% の強い抑制作用が認められた。

以上からミシマサイコ地上部には含有量は



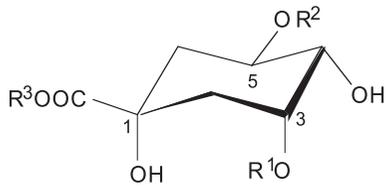
Fig.2 マンシュウミシマサイコ (万里の長城にて)



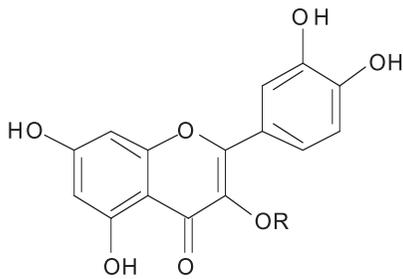
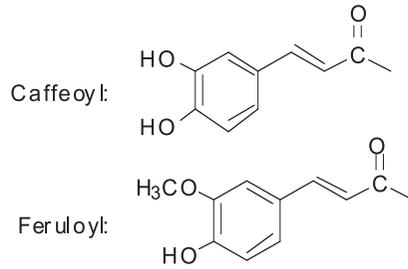
Fig.3 ホソバミシマサイコ (モンゴルにて)



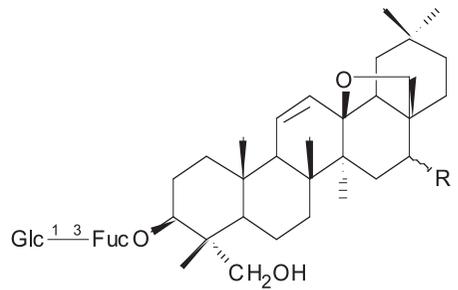
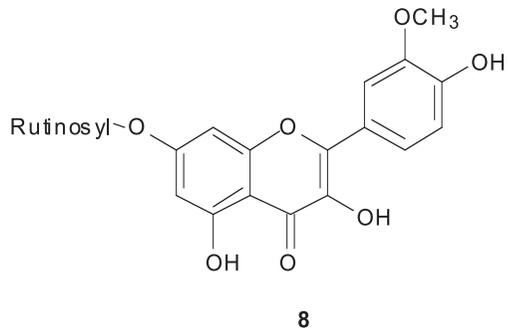
Fig.4 1800年代の*Bupleurum* 属植物画



- 1: R¹ = feruloyl, R² = caffeoyl, R³ = H
 2: R¹ = R³ = H, R² = caffeoyl
 3: R¹ = H, R² = caffeoyl, R³ = CH₃

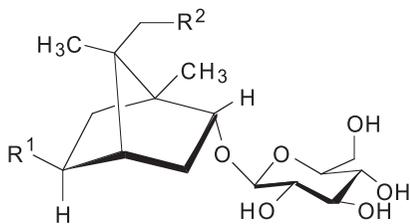


- 4: R = H
 5: R = Rhamnosyl (Rha)
 6: R = Glucosyl (Glc)
 7: R = Rutinosyl (Glc⁶⁻¹Rha)



Fuc: Fucopyranosyl

- 12: R = β-OH
 13: R = α-OH



- 9: R¹ = R² = H
 10: R¹ = OH, R² = H
 11: R¹ = H, R² = OH

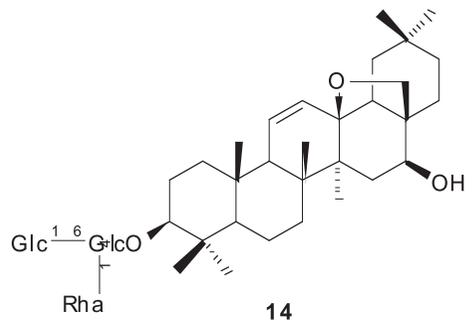


Fig.5 ミシマサイコ地上部から単離した化合物

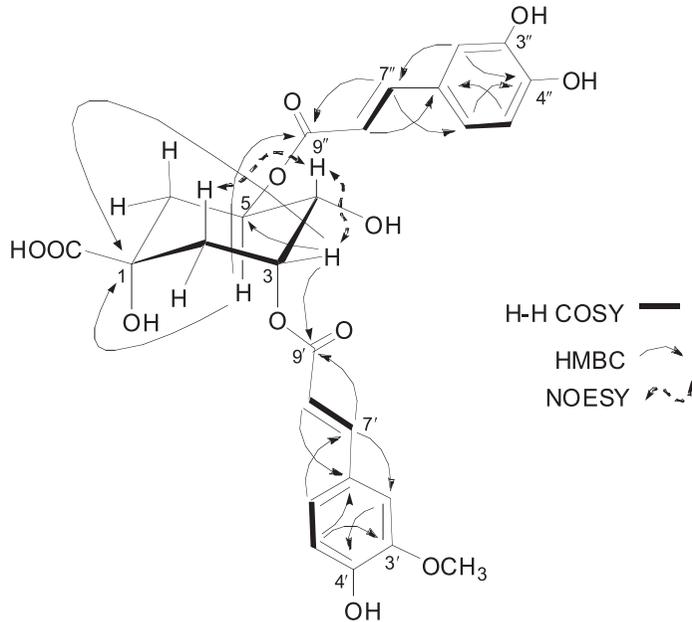


Fig.6 化合物1の構造

低いものの saikosaponin 類が含まれることから根と同様に地上部を用いることが可能と考えられる。また、葎葉柴胡、竹葉柴胡の全草が用いられていることから、ミシマサイコもこれら同様に全草を柴胡として使用可能であると結論するに至った。

4 当帰

日本薬局方に収載される当帰の基原植物はトウキ (*Angelica acutiloba* Kitagawa) 又はホツカイトウキ (*A. acutiloba* Kitagawa var. *sugiyamae* Hikino) で、それらの根を湯通したものと規定されている。湯通の修治によって生薬がしなやかになり、又甘味が増すと言われる。トウキはセリ科に属する多年生草本であるが多くの場合は開花すると枯れることが多い。草丈は 50~90cm で茎は直立し、葉柄と共に淡紅紫色を帯びる。葉は 2 回 3 出複葉で鋸歯におおわ

れる。初夏~夏、茎頂部から花茎を伸ばして散形花序に多数の白色花を開く。根茎部が肥大し多くの細根を伸ばす。植物全体から強い芳香を放つ。栽培する場合は春種子を密植して育成し、翌年の春小さい株はそのまま、成長した株は茎頂部を刃物の先で除去する、いわゆる「芽くり」を行う。茎頂があると開花しやすいので茎頂部を取り去ることにより脇芽が育ち開花を抑制する。

当帰は『神農本草経』において中薬に位置づけられている。温経湯、温清飲、帰脾湯、荊芥連翹湯、五積散、滋陰降火湯、七物降下湯、十全大補湯、疎経活血湯、当帰飲子、当帰四逆加呉茱萸生姜湯、抑肝散加陳皮半夏、紫雲膏等一般用漢方薬 213 処方の約 25%の処方に配合される。

当帰の特徴的な成分として phthalide 類 (ligustilide、butylphthalide、senkyunolide A, E,

F, H, I, cnidilide, 二量体の tokinolide A, B, levistolide A 等) が, 又, polyacetylene 類 (falcarindiol, falcarinol, falcarinolone 等), coumarin 類 (scopoletin, bergapten, imperatorin 等), polysuccaride 類 (AG-IIa, AGIIb-I 等) が単離されている。

Cho らはトウキの根がアジュバント性関節炎を抑制することを報告している¹¹⁾。また, マスト細胞から誘導されるアレルギー反応が抑えられることも明らかになっている¹²⁾。さらに Z-ligustilide の抗喘息作用も認められている¹³⁾ ことから, 当帰には Z-ligustilide 以外にも抗炎症作用を示す成分が含まれることが推

察される。そこでトウキの地上部が, 根と同様な生理活性を持つか否かを調査したのが Fig.7 である。マウスマクロファージ様 RAW 培養細胞を用いて主として炎症系因子について検討した。何れのエキスも細胞増殖に対しては抑制作用が認められなかったが, プロスタグランジン E2 と一酸化窒素の発現に関しては何れのエキスも用量依存的に強い抑制作用を示した (Fig.7)。上記の通りトウキ地上部に抗炎症活性が認められたことから, 以下の操作によりトウキ地上部の成分探索を行った。

トウキ地上部をメタノール抽出し, エキスをヘキサンとメタノール・水混液でパーテイ

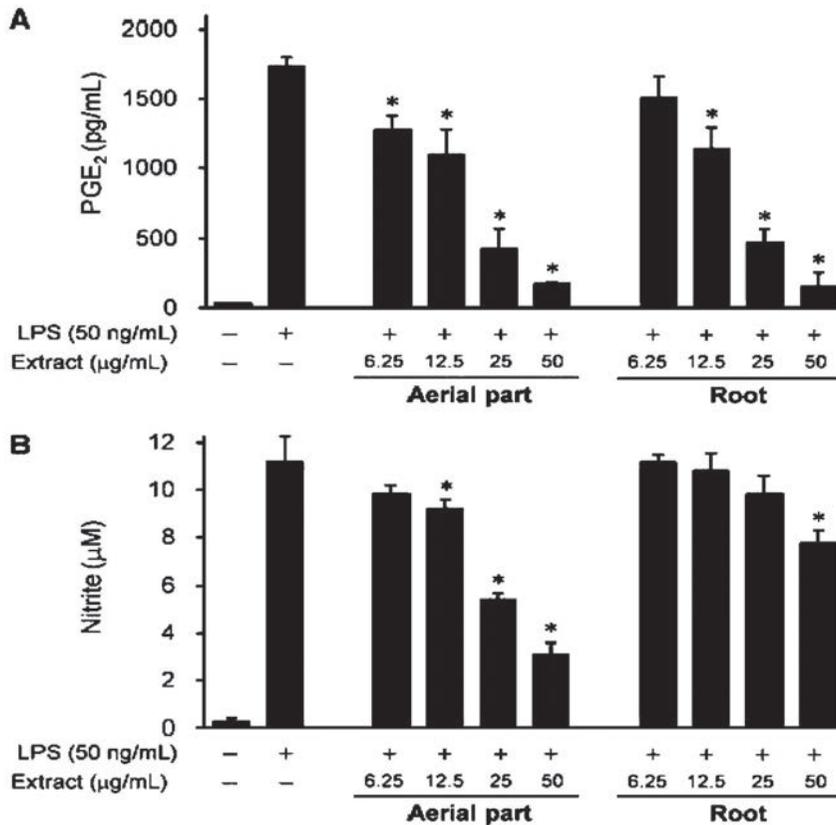


Fig.7 トウキ地上部と根部の抗炎症作用

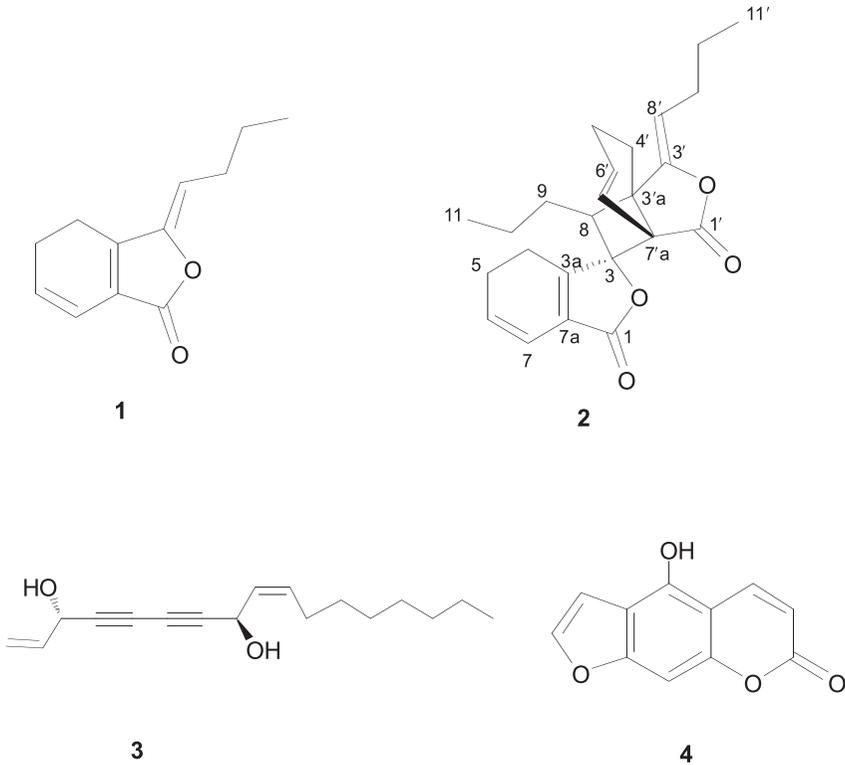


Fig.8 トウキ地上部から単離した化合物

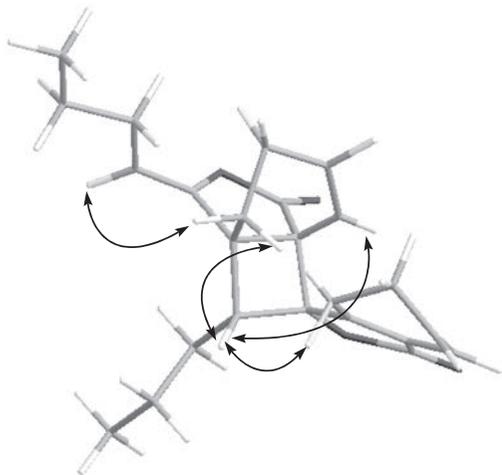


Fig.9 新化合物 tokiaerialide の構造

ションを行い、ヘキサン可溶部とメタノール・水可溶部に分離した。

ヘキサン可溶部をシリカゲルカラムクロマトにより精製し、化合物 1, 2 を得た。

メタノール・水可溶部はさらに酢酸エチルにて分配して酢酸エチル可溶部を得た。本画分をシリカゲルカラムクロマトに付し繰り返し精製を行って化合物 3, 4 を得た。化合物 1, 3, 4 はそれぞれ Z-ligustilide, falcariindiol, bergaptol と同定した (Fig.8)。化合物 2 は新化合物のため、NOESY 等により ligustilide の 2 量体で Fig.9 に示す化合物で tokiaerialide と命名した。

マウスマクロファージ様 RAW 培養細胞を用いて主として炎症系因子について検討した。

何れの化合物も細胞増殖に対して抑制作用は認められなかった。プロスタグランジン E₂ と一酸化窒素の生産に関しては Z-ligustilide が用量依存的に強い抑制作用を示した (Fig.10)。更に IL-6 と TNF- α 産生についても Z-ligustilide の容量依存的な抑制作用が認められたが、その他の化合物の抑制作用は弱かった。次に heme oxygenase-1 (HO-1；細胞を酸化ストレス

による傷害から守る細胞保護蛋白) の発現をウエスタンブロッティングで、RNA の発現を RT-PCR にて確認したのが Fig.11 である。この結果 Z-ligustilide, falcarindiol, bergaptol は HO-1 の発現を強く誘導することが明らかとなった。

以上炎症関連因子を Z-ligustilide が強く抑制すること、Z-ligustilide, falcarindiol, bergaptol が HO-1 の発現を強く誘導すること、Z-ligustilide

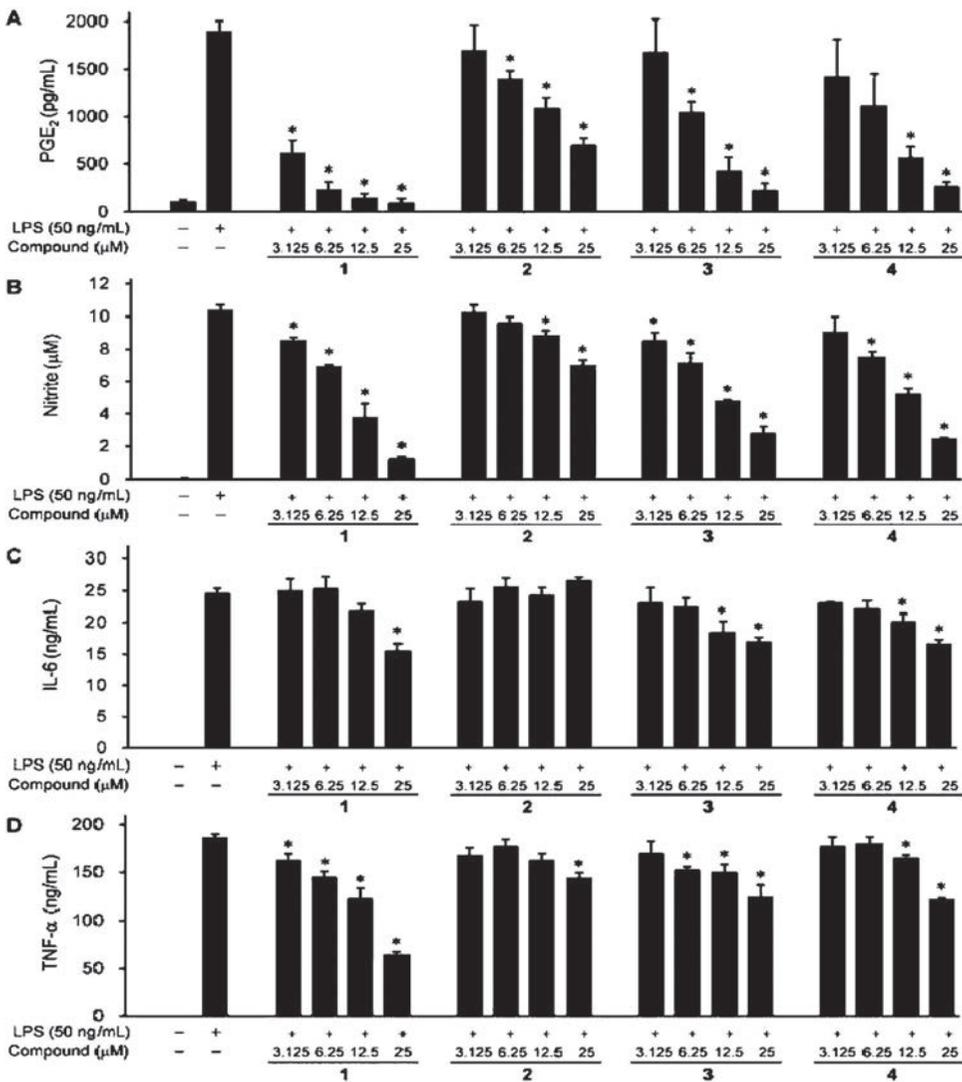


Fig.10 トウキ地上部から単離した化合物の抗炎症活性

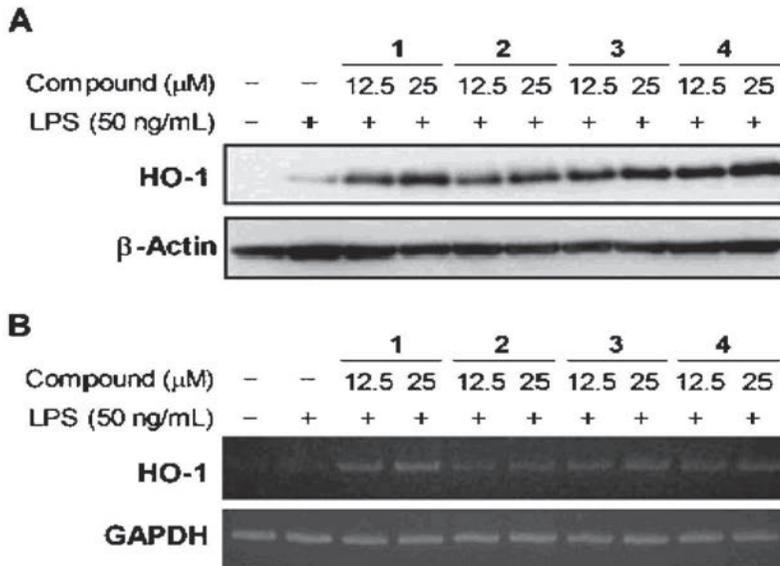


Fig.11 Heme oxygenase-1 (HO-1)に対するトウキ地上部成分の影響

含量が 0.228% で、根の 0.005%¹⁴⁾ に比較して約 5 倍であることからトウキ地上部が当帰の代用として、又、抗炎症性生薬として新たな資源になり得ると結論した。

5 終わりに

薬用植物の未利用部位の開発、特に根部を使用する種の地上部が代替出来れば、生薬の資源保護、生薬の枯渇問題解消の一助となると考えている。本稿では薬局方において根部を生薬とすることが規定されているミシマサイコとトウキを取り上げた。両種の地上部について成分探索を行った結果、何れも根に含まれている主要成分を含有することが明らかとなった。トウキ地上部の場合最も抗炎症作用の強い Z-ligustilide 含量が根に比べ 5 倍弱であり根の代用に十分資することが可能と判断した。シマサイコ地上部も抗腫瘍活性のある、saikosaponin 類を根部同様含有し、また、抗酸化作用が強いフェノール類も含まれているこ

とから、根部の代替に資すると判断した。柴胡の場合上述の通り全草を使用している地域があるので、薬局方で規定されている根から地上部に切り替えることも将来ありうると考える。実際に柴胡の地上部にも含量は低いものの根同様 saikosaponin 類が含まれて、肝障害改善作用が明らかになっている。このような研究も推進し資源保護について再考する必要がある時代になっていると考えて、地上部の有効利用を推進しつつある。

現に人参サポニン、ginsenoside 類の原料はアメリカニンジンの地上部から得られている現状に鑑み、トウキ地上部と共にミシマサイコ地上部も根の代用として利用可能と考える。

本稿は以下の原著論文および総説、学会発表等を基に作成したものである。詳細は下記を参照されたい。

T. Uto, N.H.Tung, R. Taniyama, T. Miyanowaki, O.Morinaga, Y. Shoyama, Anti-inflammatory

activity of constituents isolated from aerial part of *Angelica acutiloba* Kitagawa, *Phytoth. Res.*, 2015, DOI: 10.1002/ptr.5490.

NH Tung, T. Uto, O Morinaga, Y. Shoyama, Chemical constituents from the aerial parts of *Bupleurum falcatum* L. and biological evidences, *Nat. Prod. Sci.*, 21 (2), 71-75 (2015).

正山征洋, 当帰, *Phil 漢方*, No. 55, pp.12-13 (2015).

正山征洋, 柴胡, *Phil 漢方* No. 42, pp.12-13 (2014).

トウキ地上部の抗炎症活性成分の探索とその作用機序解析, 宇都拓洋, Nguyen Huu Tung, 谷山理沙, 宮之脇俊英, 森永紀, 正山征洋, 日本生薬学会第 61 回年会 (於福岡大学) 2014 年 9 月 13 日~14 日.

トウキ地上部成分の抗炎症活性とその作用機構解析, 宇都拓洋, Nguyen Huu Tung, 宮之脇俊英, 谷山理沙, 森永紀, 正山征洋, 第 20 回天然薬物の開発と応用シンポジウム (於東京大学) 2014 年 11 月 5 日~6 日.

生薬資源の枯渇対策に関する研究~トウキ地上部の抗炎症活性, 谷山理沙, 宮之脇俊英, 宇都拓洋, Nguyen Huu Tung, 森永紀, 正山征洋, 第 31 回日本生薬学会九州支部大会 (於第一薬科大学) 2014 年 12 月 6 日~7 日.

引用文献

- 1) Shu Zhu, S. Shimokawa, H. Tanaka, Y. Shoyama, Development of an assay system for saikosaponin a using anti-saikosaponin a monoclonal antibodies, *Biol. Pharm. Bull.*, 27 (1) 66-71 (2004)
- 2) S. Zhu, S. Shimokawa, Y. Shoyama, H. Tanaka, A novel analytical ELISA-based methodology for pharmacologically active saikosaponins, *Fitoterapia*, 77, 100-108 (2006)
- 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 (24), 5784-5790 (2001).
- 4) T.K. Shon, S. H. Zhu, S.C. Lee, Y. Shoyama, H. Tanaka, Pharmacologically active saikosaponin in *Bupleurum falcatum* detected by competitive ELISA and Eastern blotting using monoclonal antibody, *Plant Prod. Sci.*, 11 (2), 192-197 (2008)
- 5) S. Zhu, O. Morinaga, S. Shimokawa, T.K. Shon, S.C. Lee, Y. Shoyama, H. Tanaka, Eastern blotting and use of anti-saikosaponin a monoclonal antibodies for detection of saikosaponins, *J. Nat. Med.*, 61, 178-183 (2007).
- 6) O. Morinaga, S. Zhu, H. Tanaka, Y. Shoyama, Visual detection of saikosaponins by on-membrane immunoassay and estimation of traditional Chinese medicines containing *Bupleuri radix*, *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 346, 687-692 (2006).
- 7) N. Fukuda, H. Tanaka, Y. Shoyama, Double staining of ginsenosides by western blotting using anti-ginsenoside Rb1 and Rg1 monoclonal antibodies, *Biol. Pharm. Bull.*, 24 (10),

- 1157-1160 (2001).
- 8) 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).
- 9) H. Mizukami, K. Obayashi, H. Ohashi, *Bupleurum falcatum* L. in northern Kyushu and Yamaguchi prefecture are genetically distinguished from other populations, based on DNA fingerprints, Biol. Pharm. Bull., 17, 729-731 (1993).
- 10) Y. Nakahara, M. Okawa, J. Kinjo, T. Nohara, Oleanene glycosides of the aerial parts and seeds of *Bupleurum falcatum* and the aerial part of *Bupleurum rotundifolium*, and their evaluation as anti-hepatitis agents. Chem. Pharm. Bull., 59, 1329-1339 (2011).
- 11) WW. Chao, BF. Lin, Bioactivities of major constituents isolated from *Angelica sinensis* (Danggui). Chinese Med. 6, 29 (2011).
- 12) K. Lee, Y. Sohn, MJ. Lee, Effects of *Angelica acutiloba* on mast cell-mediated allergic reactions in vitro and in vivo. Immunopharm. Immunotoxicol. 34, 571-577 (2012).
- 13) JY. Tao, YP. Ruan, QB. Mei, S. Liu, QL. Tian, YZ. Chen, HD. Zhang, HD. Zhang, ZX. Duan, Studies on the antiasthmatic action of ligustilide of Dang-gui, *Angelica sinensis* (oliv.) diels. *Yao Xue Xue Bao* 198, 561-565 (1984).
- 14) T. Tsuchida, M. Kobayashi, K. Kanebo, H. Mitsuhashi, Studies on the constituents of Umbelliferae plants. XVI. Isolation and structures of three new ligustilide derivatives from *Angelica acutiloba*. Chem. Pharm. Bull. 35, 4460-4464 (1987).

●宇都 拓洋 (うと・たくひろ) ●

1978年生まれ
 2001年 鹿児島大学農学部卒業
 2006年 鹿児島大学大学院連合農学研究科博士課程修了
 2006年 サウスカロライナ医科大学博士研究員
 2007年 長崎国際大学薬学部助手
 2010年 同上 助教
 2014年 同上 講師

●Nguyen Huu Tung ●

1982年ベトナム生まれ
 2005年 ハノイ大学理学部卒業
 2010年 チュンナム大学薬学研究科博士課程修了
 2010～2014年
 長崎国際大学薬学部博士研究員
 2015年 ハノイ大学薬学部講師

●正山 征洋 (しょうやま・ゆきひろ) ●

1943年生まれ
 1966年 福岡大学薬学部卒業
 1968年 九州大学大学院薬学研究科修士課程修了
 九州大学薬学助手
 1975～1976年
 マサチューセッツゼネラルホスピタル博士研究員
 1978年 九州大学薬学部助教授
 1991年 同上教授
 2007年 同退職
 長崎国際大学薬学部教授

薬用植物の病害と病原微生物 (1)

Diseases of medicinal plants and their pathogenic microorganisms (1)

佐藤 豊三

国立研究開発法人 農業生物資源研究所 遺伝資源センター

〒305-8602 茨城県つくば市観音台2-1-2

Toyozo Sato

Genetic Resources Center, National Institute of Agrobiological Sciences

2-1-2 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8602 Japan

2015年11月5日受付

1 はじめに

野生植物には多くの微生物が寄生あるいは着生し、また、近接する自然環境にも多様な微生物が生息しているが、通常、その植物に顕著な被害を与えることはまれである。しかし、農耕において植物が栽培化されるとそれら微生物の一部が被害を及ぼすようになるといわれる。それは、単一の植物が農耕地という単純な生態系で人為的に管理されることにより、生物間相互作用のバランスが崩れるためとも考えられ、薬用植物の場合も例外ではない。栽培規模が大きくなり連作されるにつれてその被害はさらに甚大となり、何らかの対策を取らなければ収穫物が激減することはすでに実証されている（日本植物防疫協会，2008）。つまり、栽培植物の病気は人間が顕在化させたものであり、農耕を続ける限り避け難い宿命ともいえる。

微生物などによる栽培植物の病気は被害と捉えることから「病害」と呼ばれ、それを抑え回避することは「防除」と言われる。国内の薬用植物に関する病害研究は1世紀以上にわ

たる歴史を持っているが、特に平成に入って以降この分野の研究が下火になり、その報告も減少の一途をたどっている。また近年、病原の分類が大きく変遷しているにもかかわらず、歴史の古い病害では旧概念の学名に留まったままの病原も多い。言うまでもなく、病害の防除法は病原により異なる。適切な防除対策を講ずるためにも最新の分類に基づくそれらの再同定が急がれる。一方、数年前から医薬基盤・健康・栄養研究所薬用植物資源研究センターにより進められている国内産薬用植物の病害実態調査では、次々と未報告の病害が見つかりつつある。新規病害の研究は、病原を明らかにし適切な名前を付けることから始まり、それに基づき防除薬剤を登録するなどの防除技術を確認することをゴールとしている。

この解説では、2回にわたり、植物病害の科学的実証に基づく名付け方と新病名提案時の留意点をはじめ、薬用植物の病害とその病原微生物などについて概説し、同植物の栽培技術の向上と当該研究振興の一助としたい。

なお、本稿は「薬用植物フォーラム2015」の講演要旨に加筆したものである。今回は主に病害と病名に関する総論、次回は病原の各論と防除薬剤の紹介という構成とした。

植物の病害と病名

病名：植物病害の伝染性病原には、菌類、細菌・放線菌、ファイトプラズマなどの微生物、植物ウイルス、ウイロイド、線虫やフシダニなどの小動物、陸棲藻類が知られている（岸，1995）。これらの病原が感染し発病する植物は宿主植物と呼ばれ、宿主植物と病原の組み合わせにより病害が特定され、病名が付けられている。現在、国内では1万以上の植物病害が知られており（日本植物病理学会，2015），それらの多くは症状や病原にちなんだ「〇〇病」に宿主植物名を冠した標準的な病名が付けられている。例えば、さび病菌の1種 *Cronartium flaccidum* によりシャクヤクの葉に橙褐色粉状の斑点が生じる病害は、「シャクヤクさび病」と呼称される。同じ *C. flaccidum* によりボタンに起きる病害は、宿主植物が異なるため「ボタンさび病」と呼ばれ、別病害として扱われる。栽培目的も含め、宿主植物が異なれば、残留農薬の基準や薬害の有無・程度も異なるため、農薬が病原に対してではなく、原則として病名（病害）別に登録されていることは、それを端的に表している。国内の植物病名の基本情報を宿主植物別に網羅したリストが「日本植物病名目録（2015年版）」であり、これを検索機能付きでデータベース化した「日本植物病名データベース（以後「病名データベース」と略記する）」は、ウェブサイト（http://www.gene.affrc.go.jp/databases-micro_pl_diseases.php）で公開されている（佐藤ら，2013）。

新病名の提案と公認：国内で未知の病害が

発生したとき、病名が付けられ「日本植物病名目録・同追録（以後「病名目録」と略記する）」に採録（公認）されるまでには、通常以下の過程を経る。

1) まず発見者などが「コッホの3原則」を満たすべく、「①病原が病変部分に存在し、②病変部分から純粋分離された病原体の接種により、健全植物に同様の病徴（各病害に特徴的な罹病部位や症状など）が再現され、③再現された植物から同じ病原体が再分離される」ことを立証する（図1）。さび病菌などの絶対寄生菌や植物ウイルスなど人工培養ができない病原では、②の接種には純粋分離された病原を用いることができないため、宿主上で形成された孢子や感染葉を摩砕したウイルス粗汁液を接種源にすることもある。なお、これらの調査で採集した罹病植物や接種により病徴を再現した被接種植物は腊葉標本にし（図2）、また分離した病原微生物株は新規病害等の検証や後の研究に使えるよう公的機関に寄託することが推奨されている。例えば、標本は国立科学博物館植物研究部や農業環境技術研究所インベントリーセンターに、微生物株は農業生物資源ジーンバンクなどに随時預けて公開することができる。

2) 病原の各種特性を調べて同定する。既知種と一致しない場合は新種を提案する。ただし、新種あるいは未同定種であっても病原の種同定が困難な場合などは、病原を単に属（genus）名 + sp. として病名を提案することは可能である。

3) これらの調査結果を口頭もしくは論文で発表し病名を提案する。その際、病名委員会により定められた「植物における新病名等命名基準」（<http://www.ppsj.org/pdf/misc-saisoku.pdf>）を参考にする。この命名基準では、病徴が既知の病害と区別できない場合は、新たに

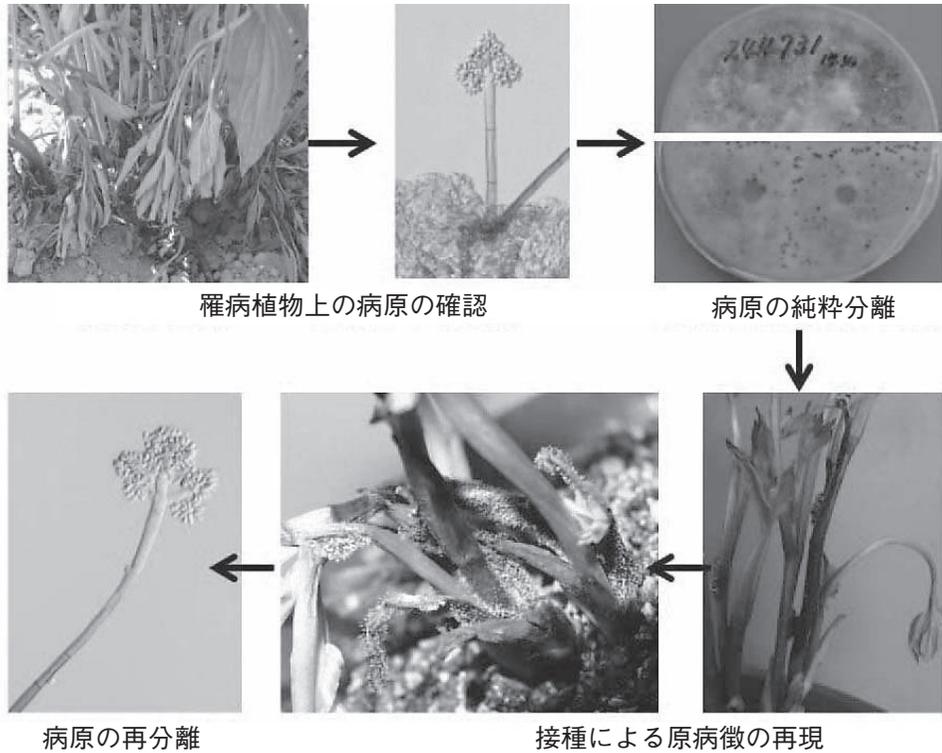


図1 コッホの三原則 (シャクヤク立枯病)

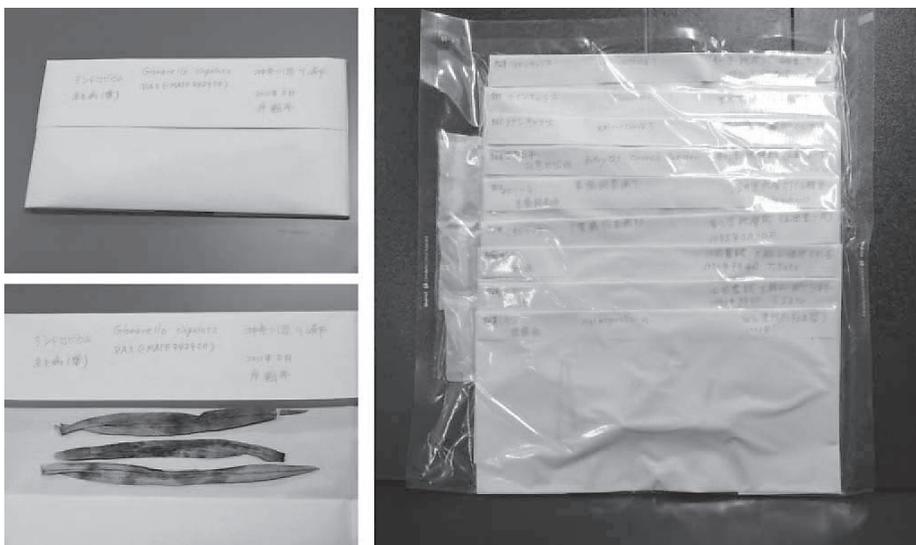


図2 植物病害の腊葉標本 (左上: 標本ポケット, 左下: 標本ポケット中の腊葉標本と採集履歴のメモ, 右: バキュームシーラーによるラミネートフィルムパッケージの保存標本)

病名は提案せず、見つかった病原をその既知病害の病原に追加することになっている。このため、苗腐れ、萎れ、萎縮、立枯れなどの共通病徴を引き起こす土壌病害には、一つの病名の下に複数の病原が並列するものが多い。

4) 日本植物病理学会の病名委員会が日本植物病理学会報や *Journal of General Plant Pathology* など国内の病害専門学術誌・研究会誌等から探し出した報告・講演要旨に基づき、各新病名等の候補が採録にふさわしいか審査する。国内の研究者が海外の専門誌に発表した新病名等は、原則として発表者の申請により審査の俎上に乗る。

5) 審査結果は病名目録追録などに編集され、同学会のウェブサイト (<http://www.ppsj.org/mokuroku.html>) から公表される。最近、2014年末までの情報が収録された「病名目録2015年版」が完成し、日本植物病理学会内で限定公開されている。なお、病名データベースは追録や改訂版が編集・公開されるごとに更新されており、すでにこの2015年版はコンテンツに反映されている。

国外の病害の病名：病名目録は主に国内の病害を網羅し病名を標準化するために編集されているが、国内の研究者などが海外で発見した病害や国内の総説・抄録で紹介した海外発生病害、あるいは植物検疫で発見された輸入植物・農産物の病害も採録されている。後述のように、第二次世界大戦終結前、海外で報告された薬用植物の病害も掲載されている。ただし、海外発生病害で日本の研究者によって記録されたものには†、総説や抄録などによってわが国に紹介されたものには††、輸入検疫中に確認されたものには†††が付けられて区別されており、病名データベースでもそれらを類別する検索オプションがある。

新病名提案時の留意事項

新たな病名を提案する際、その病害の被害を抑えるため留意しなければならないことがある。新規病害と一口に言っても、国外での記録の有無や病原の新規性との組み合わせによりいくつかのパターンがある。まず、国外ですでに報告されたものが国内で発見・確認された場合は、国内初発生病害として、日本語の病名(新称)が付けられる。また、国内外で報告のない場合は世界的な新病害となり、和英の病名を付けることになる。新病害の病原がすでに国内に分布しているものもあるが、新種を含めて国内初確認の場合は注意が必要となる。それらを学会や論文で公表する前に必ず発生場所の都道府県から農林水産省植物防疫課に報告することが「重要病害虫発生時対応基本指針」に定められているからである。(http://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/keneki/k_kokunai/ap/ap.html) この指針は、発見された重要病害虫について国がリスク分析を行い、その結果を踏まえて防除対策を決定するための体制・役割分担を明確化する、という目的で平成24年5月に発表された。発見した病原が病名データベースでヒットしない場合や、収録されていても国外の記録、すなわち†~†††が付いた病名(病原)である場合、速やかに発生場所を所管する病害虫防除所などを通して植物防疫課に届け出ることをお勧めする。報告が遅れると、防除対策が手遅れになることも多く、特に対象病原が多様な植物に対して病原性を持つ、いわゆる多犯性である場合は被害が元の宿主植物にとどまらず様々な作物に及ぶ恐れがあるため、本指針の順守を心がけたい。

主に国内で報告された薬用植物の病害

病害の病原別割合：平成27年2月発行公益

財団法人日本特産農産物協会編「薬用作物（生薬）に関する資料（平成24年産）」に掲載されている「主要薬用作物の概要（一覧表）」の115種について、2015年6月に病名データベースを検索した。その結果、87種（約76%）の薬用植物において、生理障害と原因不明の病害等を含む820以上の病害がヒットした。表1を見て分かるように、薬用作物の中には、カキなど果樹として、シソなど野菜として、ポタンなど花きとして、さらに、ペニバナなど特用作物としての栽培が盛んなものもあり、また、病名目録ではダイダイなどは「カンキツ」といった大きくりの宿主植物群に入れられているため、このような場合には報告された病害の種類が多い（表1）。

病原別の内訳は、菌類による病害が75%近くを占め、次いで線虫が7.3%で細菌は6.2%、ウイルスは5%程度であった。ファイトプラズマやウイロイドなどによる病害は合計2%にも満たず、非伝染性の生理障害は約3%のみであった（図3）。これらの病原別病害の割合は、国内で報告された全病害でもほぼ同じ傾向が認められている（佐藤，2013）。すなわち、薬用植物に限らず、植物では菌類が最も重要な病原となっており、チョウセンニンジン根腐病（松尾・宮沢，1967）やカンゾウ苗立枯病（Ishiguro et al.,

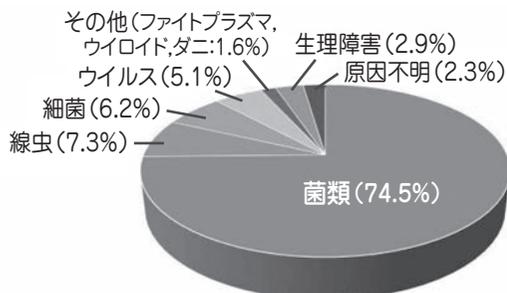


図3 薬用植物（近縁植物を含む）の病害の病原別割合

2014) など、実際に生産現場で菌類病原がしばしば被害を起こしてきた。

各病原に特徴的な病徴：それぞれの病原が引き起こす病徴にはある程度傾向がある。ウイロイドは奇形・肥大等、ウイルスは葉のモザイク模様や萎縮等、ファイトプラズマは萎縮・てんぐ巣等、細菌（バクテリア）は癌腫・腐敗・潰瘍・萎凋・黒斑・褐斑（放線菌：立枯）等、線虫は葉枯・根腐・根瘤・シスト、陸棲藻類は白粉状斑点などである。これらに対し圧倒的に種の多い菌類は、全体としてこれらの病徴のうち、モザイクとシスト以外のすべてを示しうる。薬用植物の菌類も病徴は実に多様である（岸，1998）。

なお、国内の全病害の約65%については、病名データベースの各病名詳細ページに、病徴写真などの載った病害診断・防除関連サイトとリンクが張られている。このリンク先はすべてフリーページであり、スマートフォンやタブレット型携帯端末などがあれば、圃場や施設で発生した病害をその場で検索して参考サイトを閲覧しながら診断できるだけでなく、直ちに防除対策を調べることも可能になっている（佐藤ら，2013）。

薬用植物の病害に関する初報告の推移

病名データベースによれば、国内の薬用植物では古くから病害が報告されてきたことが分かる。例えば、ワサビ軟腐病はすでに明治29（1896）年官報に掲載されており、さらにその前年にはスマレ類からネコブセンチュウの1種が報告されている。一方、最近ではカノコソウ半身萎凋病が2014年に初めて北海道で確認された（小松，2014）。「はじめに」において我が国の薬用植物に関する新規病害の報告は徐々に減りつつあると述べたが、実際にどの程度の減少傾向なのか調べた。カキ、シ

表1. 主に国内で報告された薬用植物の病原別病害数とその病原微生物株数

宿 主	菌類	線虫	細菌	ウイルス	その他	生理障害	不明	小計	病原株 ¹⁾ (種数)	備 考
アカザ類	1	2						3	1(1)	
アカメガシワ	12		2					14		
アシタバ	10		1	1				12		
アマチャヅル	1							1		
アマドコロ	4							4		
イカリソウ							1	1		
イチヨウ	13	1		1		1	1	17	4(2)	BHC 葉害
イヌサフラン	3							3	1(1)	
ウイキョウ	2							2		
ウコギ	7							7		
エビスグサ		1						1		
オケラ類	1							1	1(1)	
オタネニンジン	14	2	4			1		21	1(1)	
オトギリソウ	3	1						4	6(2)	
オトコエシ	1							1		
カイアボイモ (サツマイモ・ シモンイモ)	38	3	2	3	1	4	1	52	50(12)	放線菌1 ファイトプラズマ 1
カキ	37	3	1		2	1	4	48	53(10)	ウイロイド1 ファイトプラズマ 1
カシ類(ウラジロガシ)	45	1	3		1			50	13(6)	藻類1
カノコソウ	1							1		
カミツレ	1							1		
カリン	9	1	1					11	2(1)	
カワラケツメイ		1						1		
キキョウ	6	2		1				9	1(1)	
キササゲ	4							4		
キハダ	7						1	8	3(1)	
キバナオウギ	4							4		
ギョウジャニンニク	2							2	4(2)	
グアバ	18	1						19	2(1)	
クコ	3	1			1			5		フシダニ1
ケシ類	12	4	3	1	1			21		ファイトプラズマ 1
ゲンノショウコ	1	1	1					3		
サフラン	7	1	2	2				12		
サンザシ	8		1					9	3(2)	
サンショウ	16							16		
ジオウ	1			1				2		
シソ	8	1	1	3				13	6(2)	
シャクヤク	21	4	1	1				27	4(3)	
スイートバジル	6		1					7	1(1)	
スマレ類	17	3	1	1				22	2(1)	
セージ	1							1		
セネガ	1							1		
センキュウ	1							1		

¹⁾ 農業生物資源ジーンバンクの配布カタログに掲載されている病原微生物の株数

表1(つづき). 主に国内で報告された薬用植物の病原別病害数とその病原微生物株数

宿主	菌類	線虫	細菌	ウイルス	その他	生理障害	不明	小計	病原株 ²⁾ (種数)	備考
センブリ	1							1		
ダイオウ	1							1	1(1)	
ダイダイ(カンキツ) ¹⁾	68	3	7	10	3	16	10	117	143(28)	藻類1 ウイロイド2
タマザキツツラフジ	4							4		
タラノキ	10	2	1		1			14	20(5)	ファイトプラズマ1
タンポポ類	2	2						4		
トウキ	3			1				4	1(1)	
ドクダミ類	1	1						2		
トリカブト	5	1		1				7	5(3)	
ナツメ	4				1			5		ファイトプラズマ1
ナンテン	5			1				6	2(1)	
ニワトコ	7		1	1				9	1(1)	
ニンニク	12	1	2	3				18	19(6)	
ハッカ類(ヒキオコシ)	13	3		2				18	2(1)	ミント類を含む
ハトムギ	3							3		
ハマボウフウ	3							3		
フキ	13	2	1	2			1	19	10(5)	
ベニバナ	8		2	1				11	13(3)	
ホオズキ	8	2	2	1				13	3(3)	
ホオノキ	12	1						13		
ボタン	10	2						12		
マタタビ	11		2					13	4(1)	
ミシマサイコ				1	1			2		ファイトプラズマ1
ミズナ	5		1					6	5(2)	
ムラサキ	1							1		
メギ	2							2		
メハジキ	1							1		
モロヘイヤ	10							10	2(2)	
ヤーコン	6		1	1				8	21(6)	
ヤブニツケイ	16		1		1			18	1(1)	藻類1
ヨモギ類	3	4						7		
ラベンダー	1	1	1					3		
ローズマリー	1		1					2		
ロシアコンフリー	2							2		
ワサビ	13	1	3	2		1		20	7(4)	
合計	612	60	51	42	13	24	19	821	418(124)	
%	74.5	7.3	6.2	5.1	1.6	2.9	2.3	100		

¹⁾ 日本植物病名目録(2015年版)にはダイダイ単独ではなくカンキツ類として掲載²⁾ 農業生物資源ジーンバンクの配布カタログに掲載されている病原微生物の株数

ソなど園芸作物としての栽培が盛んな薬用植物を除き、薬用目的で栽培される主要な植物21種の病害初報告年を、明治28(1895)年～第二次世界大戦終結(50年間)、終戦後(昭和20年)～昭和63年末(43年間)および平成(27年間)の3区分に分けて病害の初報告数を集計したところ、それぞれ年平均2.1(終戦前)、1.8(終戦後昭和)および1.3(平成)となった(表2)。このように、明治～終戦前よりも終戦後の昭和、戦後昭和よりも平成と時代を経るにしたがい新規病害の報告が減ってきたことは明白である。

このような初報告数の減少の背景には何があるのだろうか。前項の薬用植物87種の約820病害は国内で報告されたものばかりではなく、海外や輸入検疫で記録された病害が75ある。実は、これらの多くは終戦前、日本が進出した朝鮮半島、中国東北部あるいは台湾などで見出されたものである。その中には新規病原菌 *Colletotrichum panacicola* Uyeda & S. Takimoto によるオタネニンジン炭疽病(葉焼病)(瀧元, 1919)など、現在も世界的によく知られている病害もある(Choi et al., 2011; Damm et al., 2014)。全病害の1割近い75という数字から、終戦前は国外でも日本人が精力的に薬用植物の病害を研究してきたことが分かる。しかし、終戦後、国内では食料増産が最優先され、しかも生薬の多くを輸入に頼ってきたことが背景となり、薬用植物の病害研究が徐々に下火になったことは想像に難くない。それに伴い新規病害の報告は漸減し、関連する解説など(陶山・西, 1981; 佐藤ら, 1992)もわずかしかないのが現状である。

以上の背景には一理あると思われるが、近年新規病害の報告が減ってきた理由は、国内の薬用植物の病害が大方調べ尽くされたからではないかとも考えられる。この考察を検証

表2. 主な薬用植物の病害の時代別報告数

宿主植物	報告数			合計	国内外の菌類病原数 ^{*3}
	終戦前 ^{*1}	終戦後 ^{*2} 昭和	平成		
オケラ類			1	1	13
オタネニンジン	17	3	1	21	40
カノコソウ			1	1	4
カリン	3	6	2	11	28
キバナオウギ		1	3	4	18
ケシ類	13	8	2	21	59
サンショウ	10	5	1	16	11
ジオウ		2		2	10
シャクヤク	15	12		27	44
スマレ類	13	4	5	22	68 ^{*4}
ダイオウ			1	1	56
トウキ		3	1	4	6
トリカブト		3	4	7	10
ハッカ類	3	12	3	18	42
ハトムギ	1	1	1	3	41
ハマボウフウ	2		1	3	5
フキ	11	7	1	19	21
ポタン	7	5		12	45
ミシマサイコ		2		2	3
ムラサキ		1		1	4
ワサビ	10	3	7	20	4
合計	105	78	35	216	532
年平均	2.1	1.8	1.3		
%	48.6	36.1	16.2		

^{*1}明治28年から50年間, ^{*2}昭和:43年間, 平成:27年間

^{*3}Fungal Databases - Quick Search (USDA-ARS) の検索結果,

^{*4}*Viola tricolor*のみ

するため、上記21種の薬用植物から分離・検出された国内外の菌類病原菌について、USDA-ARSのFungal Databases - Quick Search (<http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/index.cfm>)により国内未報告の病原菌がどのくらいあるか調べた。具体的には、宿主植物ごとに菌種がリストアップされる「Fungus-Host」のデータベースを用いて各薬用植物の学名を

キーワードとして検索した。検索結果で複数の植物異名について同じ菌種が表示された場合、および明らかに異名関係にある複数の菌学名は1種と数えた。なお、このデータベースには少数ながら病原菌以外にも収録されているため、通常非病原菌とされるものは除外した。検索の結果、サンショウおよびワサビ以外の植物では国内の病害の数より既報の菌類病原の方が多かった(表2)。このように、既知の菌類病原の中にはまだまだ国内未確認のものも多く存在することから、国内の病害が調べ尽くされたとは言いがたい。実際、薬用植物資源研究センターと筆者との共同調査により国内の薬用植物で新たに確認されつつある病害の一つに、多犯性病原菌 *Sclerotium rolfsii* Saccardo による白絹病がある。すでに韓国ではジオウから同菌が見つかっているが(Cho and Shin, 2004)、国内ではこれまで未報告である。さらに最近、富山県で白絹病の病徴を示す別の薬用植物からも同菌が分離されており、この例では世界的に報告がなく新病害と考えられる。今後さらに国内各地で調査が進むにつれて、多くの新規病害が明らかになると予想される。

おわりに

薬用植物の生育阻害要因を明らかにしておくことは、その経済的安定生産を図る上で欠かせない。病害は大きな阻害要因の一つであることは言うまでもなく、多様な病原微生物や環境ストレスに起因する。上で述べた通り、国内の薬用植物には依然として未知の病害があり、安定生産のためにはその全貌の解明が急がれる。ほぼすべての病害が明らかになれば、各病害の識別・診断法が確立し発生実態の調査も容易となる。それにより各病害の危険度評価が可能となり、要防除病害の優

先度が決まる。それは、適切な病害防除対策を組み入れた合理的かつ効率的な栽培技術の確立に必ず役立つはずである。

参考文献

- Cho, W.D., and Shin, H.D., (eds.) 2004. List of plant diseases in Korea. 4th ed. Korean Society of Plant Pathology, p.779.
- Choi, K.J., Kim, W.G., Kim, H.G., Choi, H.W., Lee, Y.K., Lee, B.D., Lee, S.Y., Hong, S.K. 2011. Morphology, molecular phylogeny and pathogenicity of *Colletotrichum panacicola* causing anthracnose of Korean ginseng. Plant Pathol. J. 27 : 1-7.
- Damm, U., O'Connell, R.J., Groenewald, J.Z. and Crous, P.W. 2014. The *Colletotrichum destructivum* species complex – hemibiotrophic pathogens of forage and field crops. Stud. Mycol. 79 : 49–84.
- Ishiguro, Y., Otsubo, K., Watarai, M., Iwashita, T., Tomita, M., Suematsu, M., Fukui, H., Suga, H. and Kageyama, K. 2014. Seedling blight of *Glycyrrhiza uralensis* caused by *Pythium myriotylum*, *P. aphanidermatum* and *P. spinosum* and identifying primary inoculum sources using multiplex PCR detection. J. Gen. Plant Pathol. 80 : 230-236.
- 岸 國平 (編). 1995. 植物病理学事典. 養賢堂 東京. p.1220.
- 岸 國平 (編). 1998. 日本植物病害大事典. 全国農村教育協会 東京. p.1248.
- 小松 勉. 2014. カノコソウ半身萎凋病(新称)の発生について. 日植病報 80 : 251.
- 松尾卓見・宮沢洋一. 1967. ヤクヨウニンジン・フザリウム病の病原菌 *Fusarium solani* f. sp. *panacis* と *Fusarium solani* f. sp. *pisi* について. 日植病報 33 : 346.
- 日本植物防疫協会. 2008. 病害虫と雑草による農作物の損失. 日本植物防疫協会 東京. p.40.

- 日本植物病理学会 (編). 2015. 日本植物病名目録 (2015 年版). 日本植物病理学会 東京 . p.1583.
- 佐藤豊三・山崎福容・竹谷 勝. 2013. 進化する日本植物病名データベース. 植物防疫 67 : 39-43.
- 佐藤豊三. 2013. 我が国の植物病害と病原微生物. 日本微生物資源学会誌 29 : 79-90.
- 佐藤豊三・松橋正仁・飯田 修. 1992. 数種の罹病薬用植物より分離された糸状菌. 衛生試験場報告 110 : 60-66.
- 陶山一雄・西 孝三郎. 1981. 薬用植物の病害. 植物防疫 35 : 34-38.
- 瀧元清透. 1919. 薬用植物の病害 (三). 朝鮮農會報 14(3) : 24-27.

●佐藤 豊三 (さとう・とよぞう) ●

東京都出身

1977年 東京教育大学農学部卒業

1982年 筑波大学農学研究科修了
農学博士

1982年 日本学術振興会奨励研究員

1982年 東京都小笠原亜熱帯農業センター

1987年 農業環境技術研究所

1993年 四国農業試験場

1999年 農業生物資源研究所

2001年 同研究所 微生物資源研究チーム長

2015年 同研究所 遺伝資源センター究員専門員

薬用植物園紹介リレー⑬

熱川バナナワニ園

Atagawa Tropical & Alligator Garden

清水 秀 男

熱川バナナワニ園

〒413-0302 静岡県賀茂郡東伊豆町奈良本1253-10

Hideo Shimizu

Atagawa Tropical & Alligator Garden

1253-10 Naramoto, Higashi-izu machi, Kamogun, Shizuoka 413-0302 Japan

2015年9月10日受付

熱川バナナワニ園は薬用植物園ではありませんが、分園の1温室を「香料・香辛料植物温室」と名付けて公開している経緯もあり、皆様に紹介したいと思います。

沿革と現況

熱川バナナワニ園は昭和33年9月20日、熱川の温泉旅館群に隣接する、温泉熱を利用した観光施設としてスタートしました。今日では33,000平米の敷地に温室18棟4,500平米余り、ワニ150頭に加えて、可愛らしいレッサーパンダやアマゾンマナティーも飼育している動植物園として広く認められており、年間15万人以上のお客様がお見えになります。

しかし開園当初のコレクションは、200坪のバナナ温室が1つと小さなワニの池が数個という状況で、だからバナナ・ワニ園だったのです。折からの高度成長期、伊豆急線の開通、国道135号線の整備、また熱川の温泉旅館を舞台としたテレビドラマ、新珠三千代主演の「細腕繁盛記」の放映などにより、伊豆の観光産業は大発展を遂げました。その流れ



熱川バナナワニ園 満開のブーゲンビリアに彩られた本園の入口風景



常に40房位のバナナが稔っているバナナ温室
この写真でも3房が！

に乗ってワニ園も温室やワニ飼育施設の増設や充実に努め、昭和46年3月1日、熱帯果樹に特化した分園を開園しました。その一角に前述の「香料・香辛料植物温室」を整備し、当時木村 亘 園長が懇意にしていた武田薬品京都試験農園園長 後藤 實 氏にそのデザインや植栽を一任したのです。その信頼に応え、後藤氏は武田の農場から全ての植物を搬入し植栽を完了させたのです。温室面積は162平米と小ぶりですが、その後44年間、中の植物にも紆余曲折はありましたが、基本的な植栽は開園当時のまま今日まで維持管理されています。

コレクション

当時植栽された植物で、継続的に栽培維持されている植物はシナニッケイ、セイロンニッケイ、ニッケイ、キンコウボク、ギンコウボク、アカキナ、ランショニクヅク、ブラジルコショウボク、ペルーバルサム、デリス、カユプテ、フブキバナ、チョウジ、マテチャ、オオソウカ、コラナットノキ、ヤコウボク、マツリカ、タヒチライム、スワンギ、ゲッキツ、インドジャボク、ニオイストロファンタス、マダガスカルジャスミン、ゲットウ、ヤクチ、ハナシクシャなどショウガ

科各種、斑入りサトウキビ、レモングラス、パルマローザなどイネ科各種、コショウ、キンマなどコショウ科各種、クズウコン、ヘリオトロープ、クミスクチン、パチョリーなどの草本まで多岐にわたっています。

その後、園で追加していった植物としてはジンコウ、ビャクダン、ダイウイキョウ、オールスパイス、ミラクルフルーツ、カスターノスペルマム・オーストラレーレ、ホホバ、カレーノキ、カトック、ラベンダーツリー、キバナクチナシ、オマツリライトノキ、タベルナエモンタナ・ホルステイー、エーライシャン、ギムネマ、インドシクンシ、マルバハスノハカズラ、コウトウツヅラフジ、ナイトジャスミン、トキワレンゲ、モチゴメコウソウ、斑入りフクジンソウ、斑入りニガシヨウガ、クスダマジンジャー、ヘディキウムなどショウガ科、フクジンソウ科の観賞花卉などがあります。

中でも近年の導入種で記録しておきたいのは、猛毒植物として有名なゲルセミウム・エレガンス、タミフルの原料として有名なダイウイキョウ、バニラのような素晴らしい香りを発するペペロミア、ミラクルフルーツ、エイズの特効薬として騒がれたカスターノスペルマムなどがあるので、以下に解説します。

ゲルセミウム・エレガンス (*Gelsemium elegans*)

— マチン科 (ゲルセミウム科) —

正倉院御物のヤカツ (治葛) として知られる薬用植物。「毒草の楽しみ」という本を著されたルポライターの植松 黎氏が、タイ北部チェンマイの山中で採集。押し葉標本として持ち帰った中に成熟した果実があって、その種子を東京薬科大学の指田 豊 先生が育苗し苗を配布したのがその起源。北米原産のカロライナジャスミンの近縁種で、生育は旺盛。ツ



有名な白ワニことイリエワニのアルビノ個体
体長 4m 体重 400kg の大物



ゲルセミウム・エレガンスの開花風景

ルが5～6 mに伸びて初めて花を着けるようになったのですが、数年後、栽培温室内に地植えた大株が突然枯れて絶やしてしまいました。現在は当園が分譲した株が武田薬品の京都試験農場に残っていたのを、苗で返してもらい2代目地植え苗を仕立てています。ツルが旺盛だった頃は御物のヤカツを本種と同定された千葉大学の相見 則郎 先生の研究室に、研究材料として茎葉を大量に寄贈していましたが、株が枯れ3年位で頓挫してしまいました。

本種は、葉3枚で人が死ぬほどの猛毒ということで、残念ながら展示温室に置いたことは一度もありません。猛毒の植物は香料温室にも前記のように沢山あるはずですが、解説を付けなければ面白くないし、付けば事故の因だし、ということで本種は結局栽培温室に置いてあります。



香料温室で咲いたダイウイキョウの花

ダイウイキョウ (*Illicium verum*)

— シミキ科 —

近年、風邪薬タミフルの原料として注目されていますが、当園の株は、武田薬品京都試験農園の高橋 勉氏が、1980年に中国広西壮族自治区で採取した実生苗。1990年に寄贈されたものです。その後1996年、私は日本植物園協会の海外事情調査の際、中国雲南省の奥地で、本種の栽培地を見る機会に恵まれ、色々な情報を得ることができました。多分10年位前から当園の株にも花が見られるようになったはずですが、年に数輪でも咲いてくれると嬉しいものです。以前は漢方食材の八角としてしか認識されていなかった植物が、インフルエンザの薬になるとあって、これを説明するとお客さんも一気に興味を示すと言う面白い植物です。

香りのペペロミア (*Peperomia*)

— コショウ科 —

ミニ観葉の素材として使われることの多いコショウ科の多肉植物ペペロミアについて話します。多分当園が1970年代に中米から導入し維持していた観葉植物コレクションの中に、開花時バニラのような素晴らしい香りを

発する種があると知らされたのももう20年以上昔だったでしょう。植物園協会主催の池袋東武デパートで開催された「世界の貴重な植物園」に展示したこともあります。種名を調べたくて文献を当たっても分からず、英国王立キュー植物園にサンプルを送っても不明、当時ペペロミアのコレクションで有名だったハワイ・ワイメア植物園のウィーリアムス園長に聞いても知らないという返事。多分、昔、葉っぱだけで記載された標本がどっかにあるのでしょうか、この特徴的な香りに言及している文献が見あたらないので、今だに当園では名無しの権兵衛のままです。



素晴らしく甘い香りを放つペペロミアの花

ミラクルフルーツ (*Synsepalum dulcificum*)

— アカテツ科 —

日中国交が正常化し、その後、研修生の受け入れなどを通じて懇意になった中国雲南省の西双版纳熱帯植物園から神秘果として導入されたのが熱帯アフリカ原産の本種です。折から1981年2月の科学朝日で本種が取り上げられ、その研究の第一人者であった横浜国立大学 栗原 良枝 先生が、この生植物を見に来られたのもこの頃で、随分と話題になりました。その後、テレビでもたびたび取り上げられ、栗原先生の研究材料を引き受けた湘南葉

山のレストラン、ペスカトーレ葉山がミラクルフルーツを使ったメニューを提供するなど、その時々で、話題を提供してきました。ここ10年位は花市場にも本種の苗や結実株が出回るようになりましたが、名前は知っていても実物を見たことのないお客様に苗木を売るのは難しいようで、いつも市場では値が付かないというようなことが繰り返されているようです。しかし最近の商品は実に上手に作られていて、ワニ園でも、安い時には仕入れて売店などで販売しています。当園には実物が温室にあるし、ミラクルセットなるメニューもフルーツパーラーにあるので、苗もボチボチは出ています。またペスカトーレ葉山のオーナー日向野さんが作った、ミラクルフルーツの錠剤、ミラクルフルーツタブレットもまた当園のベストセラーとなっています。

ただ1つ問題点は、このミラクルフルーツの成分ミラクリンの効果は、人によって0~100%までの範囲があることで、全く効かない人も結構の確率でいます。私のお客様で試した範囲では5%位の人には全く効果がありませんでした。私の懇意な人にパーラーで試させてきたので、誰に効かなかったかも良く覚えています。



赤い実が沢山出るミラクルフルーツ

カスタノスペルマム・オーストラレー
(*Castanospermum australe*) —マメ科—

熱帯オーストラリアで街路樹として利用される大型花木ですが、英国王立キュー植物園の研究で抗エイズ薬としての可能性が示唆され、大変話題になった植物です。1992年6月池袋東武デパートで開催された「英国王立キュー植物園展」でキューが目玉植物の1つとして持ち込んだのがこの植物です。日本で調達できないこれらの植物は半年程前に日本に持ち込まれ、良い状態で本番を迎えるべく、その管理を当園が委託されました。もっとも当園にはその時既に本種が導入されており、手頃なサイズに育っていたのでそちらを展示に使った経緯があります。その後数年して観葉植物市場に大きなマメから芽を出した苗木が「ジャックとマメの木」として大量に販売されましたが、生産者が知ってか知らずか、今の私には知りようもありませんが、それがこのカスタノスペルマムでした。

臨床の現場ではカスタノスペルミンという有効成分含量の少ない本種に代わるべき素材を発掘すべく、キューのハーバリウム（標本庫）で本種の近縁植物を総当たりで調査したらしい。その結果アマゾンに原産する同じマメ科の植物、アレクサ（Alexa）にカスタノスペルミンの含量の高いことが判明。研究の中心はそちらに移ったということでした。当時のキューの園長ギリアン・プランス氏がアマゾンをフィールドにしていたこともあったのかも知れませんが、その後、同一成分を含むということでアレクサとカスタノスペルマムは分類の見直しが行われたとも聞いていますが、私は確認していません。ただ、標本の大切さを訴えるキューのパンフレットに、これが好例として引用されているのは事実で、だから路傍の草1本でも無限の可能性を秘めてお

り、絶やしてはならないという啓蒙につながっているのです。



香料温室で咲いたカスタノスペルマムの花

●清水 秀男（しみず・ひでお）●

東京都出身

1973年 東京農業大学卒業

同大学育種学研究所研究員

1977年 熱川バナナワ二園就職

1981年 熱川バナナワ二園研究室担当

1981年 熱川バナナワ二園熱帯動植物友の会事務局

1998年 日本プロメリア協会事務局

2011年 熱川バナナワ二園分園長 研究室学芸員

「特産物の産地化促進支援事業」2015の ブロック会議に参加して思う

編集長 草野源次郎

2015年11月23日受付

1. はじめに

著者は NPO 法人薬用植物普及協会みやぎの理事長役を引き受けているので、平成 27 年 10 月 2 日に宮城県管工事会館で開催された、「薬用作物等地域特産作物産地確立支援事業」2015 の東北ブロック会議に参加した。一昨年 から年 1 回開催されている会議で、今回が 3 度目の参加である。「薬用植物の国産化運動」に微力を尽くしたいと願っている者として、感慨を述べる。

ブロック会議には、貴重な資料（1. 薬用作物名と生薬名対比表、2. 生薬（薬用作物）についての概略、3. 薬用植物・品質評価指針が作成されている薬用作物、4. 薬用植物・栽培と品質評価の紹介、5. 日本漢方生薬製剤協会会員会社が使用している植物性生薬一覧表（五十音順）6. 薬用作物関係機関連絡先）が配布され、薬用植物の栽培を始めるのには、必見の資料であると思われた。

これらの栽培事業は出口の課題に直面する。漢方薬には、医療用（149 処方）と一般用（298 処方）があり、医療用漢方薬は数十社が製造販売などに関与している。医療用漢方薬を製造販売するのに、困難な課題（基礎研究、臨床研究、生産工場建設や設備更新しながらの製品製造、医療現場への情報提供や販売など）を克服しながら事業を進めるが、一般用漢方薬に比べ、医療用漢方薬の利益率は高い。しかし、医療現場では、トップメーカー以外

の製品が処方されることは少なく、多くのメーカーは苦戦を強いられている。

一方、一般用漢方薬は、宣伝ができるので、商売上手の会社の漢方薬は知名度があがり、愛好者も増える。一般用医薬品には医療用漢方薬と差異の少ない漢方エキス製剤と共に、変法漢方薬や新規の天然素材などを配合する製品（配合薬と略記）も含まれる。しかし、それらの製造販売事業の利益率は高くなく、医療保健でカバーされることに慣れているわが国では、一般用漢方薬や変法漢方薬、配合薬（全医療用医薬品の内、医療用漢方薬は、2% に達していない）が拡大するのには困難が伴う。

このような現実にとって考えると、漢方薬等の原料にする目的で、薬用植物の栽培を始めるときは、トップメーカーと契約栽培することが薦められる。そのためには、栽培者が若いこと、栽培適地であること、栽培文化が残っており事業の内容が理解できること、契約内容を厳守できることなどをクリアし、トップメーカーと絆を深め、栽培事業等を進めることになると思われる。

製薬メーカーは長い歴史がある。長い間、漢方薬原料を国内各地からも買い集めていた。しかし、漢方薬エキス製剤が主流になる経過の中で、中国などの外国から原料を買い入れることが広がった。買い集めていた時代には、買い叩くことが広く行われ、栽培者（自生種

の採集者を含む)と買い上げ業者の間に信頼感が築かれた事例は少なかったように思われる。

時代は変わり、農業従事者が激減した。農業の規模拡大が図られ、薬用植物のようなマイナー作物の生産に関心を持つ農業従事者は限られている。農村では地域の活性化のための「農業の六次産業化法」の成果として、栽培者が農作物の加工・販売にまで関与する事例が多くなっている。この様な時代に、漢方薬メーカーのように、いかに安く原料を入手するかという真逆の経営哲学を持つ企業には、発想の転換が求められる。栽培希望者には、補助金などの受給を目的とするグループもあり、継続できる栽培者を見え出し、地域を活性化しながら育てる仕組みを作ることのできるメーカーが生き残る時代になると思われる。上記「薬用作物等地域特産地確立事業」のブロック会議では、栽培を促し、買い上げる製薬メーカーに名乗りを上げさせることを狙っていると思われた。その為に、多くの情報を提供し、補助金も用意するものであった。多分に、薬用植物には、それぞれの事情があり、以下のようなことは理解した上で、栽培に名乗りを上げて欲しいということであろう。

2. 国内で栽培される薬用植物の例

- ①栽培法や修治法、製品の安全性確保などに難しさのある薬用植物、例えば、トリカブト、ウスバサイシン、クチナシ、ダイオウ、マオウ、チョレイマイタケ、マツホドなどは、利用する製薬メーカーが自ら栽培に深く関わることになる。栽培法などに独自の手法を開発したグループが、製薬メーカーになった例もあり、新しい栽培法などの開発は、多くの人材を育て大きな力を生む。
- ②消費量が多く、重要原料であるが、栽培が比較的簡単で、栽培適地もあり、実績があ

る例もある。意欲のある人達が育てば、復興する植物も含まれる。キキョウ、トウキ、センキュウ、ミシマサイコ、イノコズチ、クズ、オオバコ、シソ、カラスビシャク、キバナオウギ、ホソバオケラ、オケラ、ジャノヒゲ、ヤマノイモなどである。製薬メーカーが希望する品質の種苗を用意し、契約栽培者を探し、協業するのが復興の近道であると思われる。ブロック会議のマッチングを一步進めて、製薬メーカーの積極的な働きかけが欠かせない。

- ③栽培法や修辞法などに改良の余地を残し、実用栽培が広がるのには、数年の覚悟が必要な植物がある。ウラルカンゾウ、スペインカンゾウ、オウレン、カラスウリ、コガネバナ、サラシナショウマ、シャクヤク、ボタン、オタネニンジン、トチバニンジン、サジオモダカ、ムラサキ、カギカズラなどである。栽培研究機関・試験栽培者・製薬メーカー等との共同事業が欠かせない。
- ④消費量が少ないが、復興が必須の植物。自生品の採集や、種苗を確保しての栽培に努力が必要なもの。アマチャ(甘茶)、アミガサユリ(貝母)、アンズ(杏仁)、モモ(桃仁)、ウツボグサ(夏枯草)、カワラヨモギ(茵陳蒿)、キクカ(菊花)、コブシ(辛夷)、ゴシュユ(呉茱萸用)、ゴマノハグサ(玄参)、サフラン(サフラン)、サンシュユ(山茱萸)、スイカヅラ(金銀花、忍冬)、ボウフウ(防風)、メハジキ(益母草)など。製薬メーカーの積極的な参画が欠かせない。
- ⑤漢方薬の原料になるが、その他にも利用される薬用植物がある。キキョウ(切り花、園芸など)、ウラルカンゾウ・スペインカンゾウ(漢方薬以外の医薬品、化粧品、歯磨き粉、サプリメント、食品・菓子類、畜産など)、ウイキョウ・ウコン・ガジュツ・クコ・

クズ・クワ・シソ・ショウガ・オタネニンジン・トチバニンジン・トウキ・センキュウ・センブリ・リンドウ・ハトムギ・ヤマノイモなど（漢方薬・変法漢方薬以外の医薬品、茶剤・サプリメント、浴用剤、食品など）、六次産業化に役立つ薬用植物である。

⑥民間薬に起源をもち、格上げされた植物：ゲンノショウコ、ドクダミ、アケビ、アカメガシワ、アマチャヅル、イカリソウ、オオボウシバナ、カキドウシ、カミツレ、キササゲ、キンミズヒキ、クマヤナギ（正規の和名ではなく、俗称）、クロモジ、センブリ、タンポポ、ナルコユリ、オオナルコユリ、ハマボウフウ、ヨモギなど。有効利用法の開発に余地を残しており、六次産業化などに役立つと思われる。

⑦薬木類（つる性植物を含む）、計画的に植林し、将来の利用に備えるべきである。観光地の隣接地に植林し、散策道などを設置し、

森林浴しながら、生育させるのはいかがであらうか：アカマツ、アカメガシワ、アケビ、オオバクロモジ、カギカヅラ、キハダ、クヌギ、クマヤナギ、ゴシュユ、コブシ、サクラ、スオウ、サンシュユ、トチュウ、ナツメ、サネトナツメ、オオツツラフジ、ナンテン、クチナシ、ニガキ、ホウノキなど。

3. 成功例の報告を待つ

原料を中国および諸外国に依存し、自給率が12%になっている現状から、優良品種の選抜・育成、栽培法、収穫法、修治法、保存法の改良などを行い、採算性を確保しながら、有効利用に発展させるのは、困難な事業であろう。著者は「薬用植物研究」の編集・発行を担当しながら、成功例を紹介したいと願っている。困難をいかに克服し、事業を展開したかなど、興味が尽きない。成功例の中にこそ、参考にできることが多いと思われる。薬用植物国産化の成功例の報告をお待ちする。

「第7回甘草に関するシンポジウム」開催報告

甘草に関するシンポジウム実行委員会

開催内容

日 程：2015年7月4日（土） 午前9時45分～午後5時30分

会 場：九州大学伊都キャンパス総合学習プラザ 大会議室

共 催：薬用植物栽培研究会、日本生薬学会関西支部

講 演：基調講演2題、一般講演5題、ポスター発表7題、総合討論

懇親会費：午後6時30分～ 会場：ITRI ITO

ポスター賞2題の表彰

（弘前大学：清野智美さん、大阪薬科大学：武藤芽以さん）

シンポジウム参加者数：134人

親睦会参加者数：74人

薬剤師研修センターシール申請者：10人

第8回甘草に関するシンポジウム開催について

日 程：2017年7月（予定）

場 所：山梨県甲州市（世話役：明治薬科大学）

テーマ：「薬用作物と登録農薬の適用拡大」（案）

編集後記

薬用植物研究 37 巻 2 号 2015 年 12 月号をお届けします。

最近、農林水産省、厚生労働省、日本漢方生薬製剤協会が働きかけている「特産物の産地化促進支援事業」の 3 度目のブロック会議が、各地で開催され、地域の関心を引き起こし、薬用植物栽培に夢を広げようとしているように思われます。

農林水産省が始めた「農業の六次産業化法」(2011 年)が成果を生み、農村の活性化に役立つ実践例が散見されるようになってきています。農業主導の六次産業化法は、「農工商等連携促進法」(2008 年)を補う形で始まり、実践例の多くには、篤志家による長い努力の歴史があることを忘れることはできません。

「特産物の産地化促進支援事業」は、その六次産業化法を薬用植物栽培に絡めて始めようという試みでしょう。薬用植物の栽培者が成長し、薬用植物の六次産業化までいくのには、大きなハードルがあり、食品・食物を中心にする農作物とは違いがあり、製薬メーカーが優秀な栽培者を育てることに寄与することを願っています。

本誌は薬用植物に関する多くの情報を発信することを狙っており、今回は①マオウ栽培に関する研究 2 報、②薬用植物栽培に役立つ農薬開発に関すること、③中医薬の国際規格化の一端に関すること、④海外での薬用植物栽培の調査研究、⑤薬用植物の非利用部の利用開発、⑥薬用植物の病害と病原微生物に関する解説、⑦熱川バナナワ二園の紹介などが寄稿されました。著者の皆様にはお忙しい中ご寄稿いただきました。お礼申し上げますと共に、会員の皆様には大いに楽しんで頂きたいと紹介申し上げます。

事務局からのお知らせ

URL <http://www.e-nae.com/> 会誌「薬用植物研究」(29巻 1 号～37巻 2 号)をホームページでご覧になれます。

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宛

薬用植物研究 37 巻 2 号 (2015 年 2 号) 2015 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
新日本製薬グループ 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。

タジキスタン

アバリン社の工場敷地内の甘草の山



大型車両で甘草を掘り出している収穫風景



収穫16ヶ月後のスペインカンゾウ自生地



ムミナバード北方の高原地帯のスペインカンゾウ自生地



Glycyrrhiza bucharica Regel



マオウ属植物の自生地



中国・モンゴル

マンシュウミシマサイコ(万里の長城にて)



ホンバミシマサイコ(モンゴルにて)



熱川バナナワニ園



バナナ温室



白ワニ(イリエワニのアルビノ个体)



ゲルセミウム・エレガンス



甘い香りを放つペペロミアの花



ダイウイキョウの花



ミラクルフルーツ



カスタノスペルマムの花

