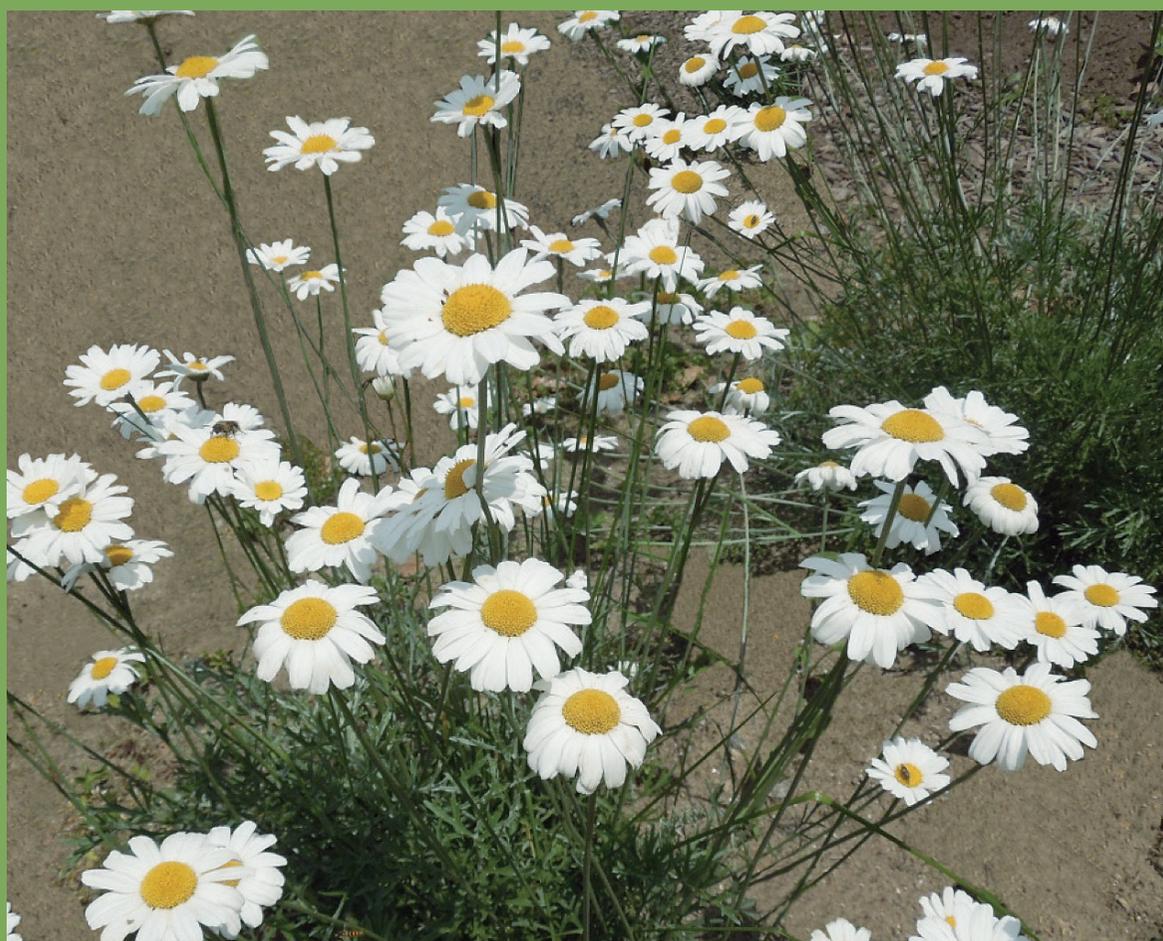


薬用植物研究

The Japanese Journal of Medicinal Resources

38卷1号 (2016年1号)

2016年6月



シロバナムシヨケギク (白花除虫菊)

Tanacetum cinerariifolium

薬用植物栽培研究会

目 次

絶滅危惧植物コマクサの組織培養による大量増殖 小山田智彰・山内貴義・鞍懸重和・川目智之 ……	1
薬用に供するショウガの発芽及び生育条件 ……	太田美里・御影雅幸 …… 11
マオウ属植物の栽培研究（第7報） ……	安藤広和・倪斯然・佐々木陽平・御影雅幸 …… 20
薬用植物の病害と病原微生物（2） ……	佐藤 豊三 …… 28
牧野富太郎と植物画 －練馬区立牧野記念庭園記念館の企画展を通して－ ……	田中 純子 …… 39
国産生薬の生産を願う ……	草野源次郎 …… 49
ニュース	
平成27年度（2015）薬用植物栽培研究会会計報告	
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		

絶滅危惧植物コマクサの組織培養による大量増殖

In vitro propagation of the endangered plant *Dicentra peregrina*

小山田智彰, 山内貴義, 鞍懸重和, 川目智之

岩手県環境保健研究センター

〒020-0857 岩手県盛岡市北飯岡1-11-16

Tomoaki Oyamada, Kiyoshi Yamauchi and Shigekazu Kurakake, Tomoyuki Kawame
*Research Institute for Environmental Sciences and Public Health of Iwate Prefecture,
Department of Earth Science, 1-11-16 Kitaioka, Morioka, Iwate 020-0857 Japan*

2016年4月25日受付

要 旨

絶滅危惧植物コマクサから安定的に増殖を行うため、組織培養法の開発を行った。コマクサが自生する岩手山の土壌分析を行い、これを参考にして専用培地を作成した。コマクサの葉片、茎部、花弁を材料に培養を行った結果、葉片がカルス増殖に適していることを確認した。そして最適な植物成長調節物質2種の添加量を明らかにしてカルスからの不定芽の誘導に成功した。次に炭とスクロース濃度の最適な添加量を調べて発根率が高い培地を作成した。作出した苗の順化・育苗を行った結果、90%の生存率を示し、全てが開花した。我々が開発した方法によってコマクサの大量増殖ができるようになり、薬用植物の研究における本種の安定的な確保が可能となった。

キーワード：コマクサ、カルス、不定芽、生存率、大量増殖

Abstract

We have developed an efficient tissue culture method for the endangered plant *Dicentra peregrina*. First, we analyzed the composition of the soil on Mt. Iwate, where *D. peregrina* grows wild, and prepared a culture medium based on the results. The leaf blade, stem, and petal of *D. peregrina* were cultivated, and the leaf blade was found to be the most suitable for callus proliferation. By examining the optimum amount of two plant growth regulators, NAA and BA, adventive buds were induced from the callus. Moreover, a culture medium with a high rooting rate was prepared by determining the optimum amount of charcoal powder and sucrose. The survival rate was 90%, and all plants flowered after the subsequent acclimation and raising of seedlings. The developed technique will permit efficient mass propagation of *D. peregrina* as a medicinal plant.

Key Words: *Dicentra peregrina*, callus, adventitious shoot, survival rate, mass propagation

コマクサ (*Dicentra peregrina* (Rudolph Makino)¹⁾ (図 1) は、本州中部以北の高山砂礫地に自生する多年生植物である。国内に関連種はなく、1 属 1 種である。高山を代表する花として「高山植物の女王」と呼ばれ、このことから近年の登山ブームに相まってコマクサの開花期には、この花を見るために登山者が増加する^{2,3,4)}。また、山野草の栽培愛好家にも人気が高く、産地が明記されたコマクサが山野草店で売られていることも少なくないが、ハダニや白絹病などの病害虫に弱く継続した栽培は困難である。

薬用植物におけるコマクサは、全草にアルカロイドのジセントリン、プロトピン、フラボノイドのケルセチン・モノメチルエーテルを含む。ジセントリンは、少量で麻酔作用があり、中等量では麻酔作用について脊椎以上の中樞を刺激する。さらに大量で呼吸中枢を刺激して初め興奮させ、のちに痙攣させる。また心臓に対して運動機能を麻痺させ、血管中枢を麻痺させる。コマクサは、その麻酔作用から民間で腹痛の鎮痛用に使用されていたが、特別保護植物の指定を受けてからは採取ができない状況となり、薬用植物としての研究も容易に取り組めないのが現状となっている^{5,6,7,8)}。植物学において現存する最古の標本は、1866 年木曾駒ヶ岳とされているが、薬用として乱採取されて絶滅しており、同じように甲斐駒ヶ岳も絶滅している^{9,10)}。

現在、コマクサは岩手県、秋田県、福島県、群馬県、山形県、新潟県、北海道のレッドデータブックにおいて絶滅危惧植物に搭載されている (表 1)。岩手県のコマクサ自生地は、岩

手山と秋田駒ヶ岳であるが、どちらの山も噴火警戒レベル 1 (留意) となっており、24 時間態勢で観測する「常時監視火山」となっている。このうち岩手山では活発化した火山活動に備えて岩手山火山ハンドブック・岩手山火山防災マップ¹¹⁾ が国土交通省より発刊されている。これによると想定された噴火が発生した場合、コマクサの自生地は火砕流および火災サージ (爆風) 圏内に入る。火砕流は、高温で破壊力が大きいため、動植物に壊滅的な被害を与えることから、噴火の規模によっては絶滅することも危惧される。

コマクサの増殖は、種子繁殖が一般的である。発芽は、播種翌春から確認できるが 3,4 年かかる。さらに開花に至るには発芽から 2 年を要する^{12,13,14)}。また、高山植物の性質上、栽培には専門的な知識と経験が必要となる。一方、研究レベルで植物の生産を行う場合、産地や由来を明確にすることが重要となる^{15,16)}。しかし、栽培されてきた個体では産地や由来が不明になったり、交雑によって特性



図1 コマクサの自生写真 (2014.7.7 晴れ) 岩手山焼走り登山道8合目

表1 コマクサのレッドデータブック指定状況

種名	学名	都道府県RDB
コマクサ	<i>Dicentra peregrina</i>	秋田 (絶滅危惧種 I A 類), 福島 (絶滅危惧種 I 類), 群馬 (絶滅危惧種 I A 類), 岩手 (Bランク), 山形 (絶滅危惧種 II 類), 新潟 (絶滅危惧種 II 類), 北海道 (希少種)

が失われている危険性がある。この対策として母材を選定し、その植物組織から健全な苗を量産する組織培養技術が有効となる。著者が過去に取り組んだ方法¹⁵⁾とコマクサの組織培養に取り組んだ先例の報告^{6,17)}を試してみたが芽および根の発生率が著しく低く実用性には欠けていた。そこで本研究では、安定的かつ確実に苗を量産する大量増殖法の開発に取り組んだ。つまり使用培地の検討と外植体の選択、カルス増殖試験、植物体再生試験、発根培養試験、順化・育苗試験などを行い、実用性を重視した再現性試験に取り組んで、開発した技術の効果を確認した。

1. 材料および方法

本試験に用いたコマクサおよびシロバナコマクサ (*Dicentra peregrina* (Rudolph) Makino f. *alba* (Okada) Takeda) は、前岩手植物の会会長の猪苗代正憲氏から提供を受けて使用した。材料の栽培・管理は、岩手県のコマクサ自生地である岩手山と秋田駒ヶ岳の自生地調査で得られた情報を参考に行った。

1) 外植体の選定 (試験 1)

岩手山においてコマクサが自生していた場所から採取した土壌の成分分析結果を参考に基本培地を作成した。水田や作物の場合、土壌中の最適な窒素濃度の範囲はアンモニア態窒素が 5 ~ 15mg/100g, 硝酸態窒素が 5 ~ 10mg/100g 程度とされているが、コマクサの自生地はアンモニア態窒素が 0.1mg/100g,

硝酸態窒素が 0.2mg/100g と低いことが判明した。窒素が過剰な場合は苗の軟弱化を招くことから、従来のコマクサ増殖用培地^{6,15,17)}よりも窒素含量を低く設定した基本培地(以下、コマクサ増殖用培地)を作成し、全ての試験に用いた(表 2, 3)。外植体のカルス化を目的に培地中に添加する植物成長調節物質からオーキシンおよびサイトカイニンの効果について検証するため、著者が過去に実施した試験でカルス増殖がみられた 2 種の植物成長調節物質 NAA 0.1mg/L と BA1.0mg/L¹⁵⁾ をコマクサ増殖用培地に添加し、外植体の選定試験を行った。野外で栽培管理していたコマクサから葉片、茎部、花弁を採取して中性洗剤で洗い、水道水で洗浄した後にクリーンベンチ内に搬入した。そして 70% エタノールに 10 秒浸漬し、滅菌水で 1 回洗浄した後に 0.6% 次亜塩素酸ナトリウム溶液に 30 分浸漬して殺菌した。滅菌水で 3 回洗浄した後、

表2 コマクサ自生地の土壌分析結果

試験項目	岩手山
アンモニア態窒素 (mg/100g)	0.1 ± 0.0
硝酸態窒素 (mg/100g)	0.2 ± 0.1
可給態リン酸 (mg/100g)	3.7 ± 0.3
交換性カリウム(カリ) (mg/100g)	27.0 ± 0.6
交換性カルシウム(石灰) (mg/100g)	37.3 ± 3.7
交換性マグネシウム(苦土) (mg/100g)	2.0 ± 0.6
可給態鉄 (ppm)	0.5 ± 0.0
交換性マンガン (ppm)	0.8 ± 0.1
塩分 (%)	0.005 ± 0.001
pH	5.97 ± 0.01
EC (μs/cm)	1.7 ± 0.0

表3 コマクサ増殖用培地の組成

培地の組成	添加量	MS5液の組成	添加量
Hyponex (6.5-6.0-19.0)	0.5 g/L	ミオイシトール	100mg/L
スクロース	30.0 g/L	ニコチン酸	0.5mg/L
MS5液	1.0 mL/L	塩酸ピリドキシ	0.5mg/L
ゲランガム	3.5 g/L	塩酸チアミン	0.1mg/L
pH	6.0	グリシン	2.0mg/L

5mm 角にカットして培地に置床した。25mm×120mm の植物培養試験管に培地 10ml を分注した。培養の温度設定は 20℃とした。光条件として、24 時間暗黒条件とした暗所処理区と、照度 2,000lx, 16 時間日長の明所処理区の 2 試験区を設定した。1 試験区につき 2 容器（外植体 2 個）を供試し、カルス化の有無と枯死を肉眼観察により分類する方法で調査した。

2) カルス増殖試験（試験 2）

試験 1 の結果から、外植体には葉片を採用した。コマクサ増殖用培地にホルモンフリー培地と、NAA と BA を添加した合計 17 試験区を設定した。葉片を 5 mm 角に切り出し、葉の裏面が接地するよう培地上に置床した。1 試験区につき 10 容器（葉片 10 個）を供試した。培養環境を暗所条件とし、30 日間後のカルス化の有無、枯死を肉眼観察により分類する方法で調査した。

3) 不定芽誘導試験（試験 3）

試験 2 の結果から、試験 2 で設定した 17 試験区よりホルモンフリー培地を除いた 16 試験区を設定した。試験 2 より得られたカルスを 5mm 角に切り出し、カルスが培地に接地するよう置床した。材料に、1 試験区につき 10 容器（カルス 10 個）を供試した。培養の環境条件は、照度 2,000lx, 16 時間日長、設定温度 20℃とし、30 日間後に不定芽形成率とシュート数を肉眼観察により分類する方法で調査した。

4) 発根培養試験（試験 4）

不定芽誘導によって得られた不定芽は根形成していないため、発根を進める必要がある。試験 2 の結果から、培養で得られた不定芽をカルスから切り出して発根培養を行った。コマクサ増殖用培地に 2 種の植物成長調節物質 NAA, BA を添加した試験区と、小西らの報

告⁶⁾と浜崎の報告¹⁷⁾も採用し、MS 培地に植物成長調節物質 IBA を添加した試験区の合計 20 試験区について培養したが発根は確認されず、植物成長調節物質を添加した全ての試験区で不定芽がカルス化に戻る脱分化現象がみられた。この結果から不定芽の発根培養においては植物成長調節物質の添加は不適合と判断した。そのため、コマクサ増殖用培地に活性炭を 0.5g/L 添加した際の発根の有無について、1 試験区につき 25 容器（不定芽 25 個）を供試した。培養の環境条件は、照度 2,000lx, 16 時間日長、設定温度 20℃とし、培養 60 日後の発根率を肉眼観察により分類する方法で調査した。さらにスクロースを 0, 10, 30 および 50g/L を添加した際の発根率と草丈の差について比較試験を行った。

5) 培養苗の順化・育苗試験（試験 5）

試験 4 で根形成が確認された培養苗を用いて順化・育苗を行った。培養苗を培養容器から取り出し、水道水で根から培地を洗い流した後に、6 号サイズの駄温鉢に鹿沼土と川砂を同等配合した用土を充填した。そして培養苗 40 本を植えた。順化・育苗試験のすべてについて野外で実施し、用土が乾燥した時にかん水を行った。試験開始 240 日後に苗の生存数と開花状況を肉眼観察により分類する方法で調査した。

6) 統計処理

すべての統計解析は R ver.3.12 (R Core Team,2014) を使用した。

2. 結果および考察

1) 外植体の選定（試験 1）

表 4 に本研究で実施した外植体選定試験の結果を示した。暗所処理区では、葉片においてカルス化が確認された。茎部、花弁については培養開始時と変化がなかった。明所処理

表4 外植体の選択（試験1）の結果

処理区	部位	培養後の状態 ²		
		カルス化	変化なし (-)	枯死
暗所	葉片	2		
	茎部	2		
	花卉	2		
明所	葉片	2		
	茎部	2		
	花卉	2		

² 1 試験区につき 2 容器葉片 2 個を供試

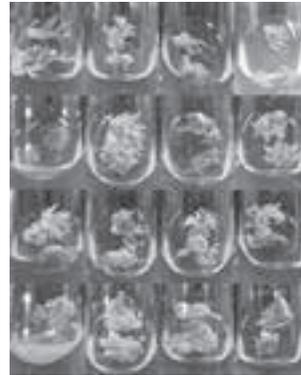


図2 カルス増殖試験 NAA+BA処理区（暗所30日）
 縦上からNAA0.1mg/L, 0.5mg/L,
 1.0mg/L, 1.5mg/L
 横左からBA0.1mg/L, 0.5mg/L,
 1.0mg/L, 1.5mg/L

表5 カルス増殖試験（試験2）の結果（置床30日後）

NAA (mg/L)	BA (mg/L)	結果 ²		
		カルス化あり	カルス変化なし	枯死
0.0	0.0	0	10	0
0.1	0.1	8	2	0
0.1	0.5	10	0	0
0.1	1.0	7	3	0
0.1	1.5	6	0	4
0.5	0.1	7	3	0
0.5	0.5	8	0	2
0.5	1.0	8	0	2
0.5	1.5	10	0	0
1.0	0.1	10	0	0
1.0	0.5	10	0	0
1.0	1.0	10	0	0
1.0	1.5	9	0	1
1.5	0.1	6	4	0
1.5	0.5	10	0	0
1.5	1.0	10	0	0
1.5	1.5	9	1	0

² 1 試験区につき 5 容器葉片 10 個を供試

区では、葉片、茎部、花卉の全てが枯死した。暗所処理、葉片培養を外植体に用いた試験区にカルス化が認められたことから、コマクサ増殖用培地が適合していることと判断した。

2) カルス増殖試験（試験2）

表5と図2にカルス増殖試験の結果を示した。2種の植物成長調節物質NAAとBAを添加しない培地では、カルス化はみられなかった。一方、NAAとBAを添加した場合、全供

試ではなかったものの、暗所培養30日後に全ての組み合わせにおいてカルス化が認められた。カルス化しなかった供試体を観察したところ、材料に用いた葉片が脱色していたことから、外植体の殺菌に使用した0.6%次亜塩素酸ナトリウム溶液への浸水時間30分が長いために、活性が失われたためと推察した。そこで、浸水時間を15分に短縮して実施した結果、カルス化が確認された。培養によって葉



図3 不定芽誘導試験の結果写真（明所培養30日）コマクサ増殖用培地にNAA0.1mg/LとBA1.0mg/Lを添加

表6 不定芽誘導試験（試験3）の結果（置床30日後）

NAA (mg/L)	BA (mg/L)	不定芽形成率 (%) ^z	不定芽数 (本)
0.1	0.1	40.0	6.0 ± 1.7 ^y
0.1	0.5	90.0	5.4 ± 1.5
0.1	1.0	90.0	10.4 ± 3.2
0.1	1.5	90.0	5.7 ± 1.7
0.5	0.1	10.0	2.0
0.5	0.5	30.0	1.3 ± 0.3
0.5	1.0	0.0	—
0.5	1.5	0.0	—
1.0	0.1	10.0	3.0
1.0	0.5	20.0	3.5 ± 2.5
1.0	1.0	0.0	—
1.0	1.5	0.0	—
1.5	0.1	0.0	—
1.5	0.5	0.0	—
1.5	1.0	0.0	—
1.5	1.5	0.0	—

^z 1試験区につき10容器カルス10個を供試, ^y 平均 ± 標準誤差

片が脱分化し、得られたカルスは緑色をなしていた。著者がこれまで行った植物組織培養の試験から、このようなカルスは活性力が高く、植物体再生能に優れていることが期待される¹⁸⁾。コマクサ増殖用培地に2種の植物成長調節物質NAAとBAを添加することで容易にカルスの増殖が行えることが明らかになった。

3) 不定芽誘導試験（試験3）

図3と表6に不定芽誘導試験の結果を示した。培養30日後に8通りの組み合わせに不定芽が確認され、NAA0.1mg/L+BA0.5mg/L、

NAA0.1mg/L+BA1.0, NAA0.1mg/L+BA1.5mg/Lを添加した培地において90%と、高い不定芽形成率を示した。この3つについて不定芽の形成数を比較した結果、NAA0.1mg/L+BA1.0の培地が10.4本となり、最も高かった。不定芽形成率で劣ったNAA0.1mg/L+BA0.1mg/L, NAA0.5mg/L+BA0.1mg/L, NAA0.5mg/L+BA0.5mg/L, NAA1.0mg/L+BA0.1mg/L, NAA1.0mg/L+BA0.5mg/Lの5つの組み合わせでは、培養を継続すると不定芽の生育が停止した。カルスから不定芽の形成がなかった8通りについて、

NAA0.1mg/L+BA1.0mg/L を添加した培地に移して再培養すると不定芽の形成が観察された。小西らが行った報告⁶⁾で作出されたものは未分化状態の不定胚となる。また、浜崎の報告¹⁷⁾にある培養植物は茎頂部が肥大奇形化していたが、これは、タバコの髄組織へのカルスの増殖を指標として開発された MS 培地を使用したために起こったものと推察される。MS 培地は、汎用の植物組織培養用培地として現在最も使われているが、窒素濃度、特にアンモニア態窒素が高いため、培養植物の生育障害が指摘される^{19,20,21,22)}。コマクサの自生地での土壌分析結果と比較しても極端に成分が高いことから MS 培地の使用は不適合と推察できる。

以上の結果から、カルスからの不定芽誘導は、コマクサ増殖用培地に NAA0.1mg/L+BA1.0mg/L を添加した培地が最適であることが明らかになった。分化の制御を行う時、オーキシンとサイトカイニンの量と濃度が重

要な分化方向の決定要因として働くことが知られている²³⁾。植物組織培養技術では、作出したカルスから植物を再生させる際にもオーキシンとサイトカイニンの選択とその配合割合によって茎葉形成または根形成を誘導することが可能となり、一方この作用を抑制させることでカルスによる試験管内保存が可能になる^{19,20)}。本試験の結果から、コマクサ増殖用培地に 2 種の植物成長調節物質 NAA と BA を選択して培養することでカルスの維持保存や、茎頂分裂組織を保持した不定芽を作出できることが明らかになった。

4) 発根培養試験 (試験 4)

発根培養を示した文献^{6,15,17)}に記載されている植物成長調節物質を添加した培地では発根が確認できなかったため、新たな培地を検討した。コマクサ増殖用培地に活性炭 0.5g/L の添加の有無と、スクロース濃度をかえた試験の結果を表 7, 8 に示す。培地に活性炭を添加した場合は、培養 60 日で 60% に発根がみられ、活性炭の有無間で 0.01% 水準の有意な差が認められた。スクロース濃度をかえた試験では、発根率においてスクロース濃度 3% 区が 77.8% と最も高く、0% 区および 5% 区より有意に高かった。また草丈においてスクロース濃度 3% 区が 54.0mm と最も高く、0% 区および 5% 区より有意に高かった。活性炭は培養中の植物から排出されたフェ

表7 発根培養試験 (試験4) の結果 (置床60日後) 活性炭の有無が発根に及ぼす影響

活性炭の有無	発根率 (%) ^z	P値 ^y
あり	60.0	0.00003
なし	4.0	

^z 1 試験区につき 25 不定芽 25 個を供試

^y Fisher の正確確率検定より算出

表8 発根培養試験 (試験4) の結果 スクロース濃度が発根および草丈に及ぼす影響 (置床後60日)

スクロース濃度 (%)	供試数	地下部				地上部
		発根率 (%)	発根数 (本)	平均発根数 (本)	平均発根日数 (日)	平均草丈 (mm)
0.0	21	9.5 a ^z	2	1.5 ± 0.5 ^y a ^x	19.5 ± 0.5 a ^x	13.4 ± 2.6 a ^x
1.0	27	55.6 bc	15	4.0 ± 0.9 a	30.8 ± 4.9 a	51.9 ± 7.2 b
3.0	27	77.8 c	21	3.2 ± 0.8 a	33.9 ± 3.1 a	54.0 ± 4.9 b
5.0	16	25.0 ab	4	1.8 ± 0.5 a	26.3 ± 10.3 a	22.5 ± 8.2 a

^z 異なるアルファベット間は Holm の多重比較によって 5% 水準で有意差あり, 2 群間の比較は Fisher の正確確率検定

^y 平均 ± 標準誤差

^x 異なるアルファベット間は Tukey-Kramer の多重比較によって 5% 水準で有意差あり

ノール化合物や有害物質を吸着するとともに芽や根の分化発育を促すことが確認されており²²⁾、コマクサ不定芽の発根培養において特にこの効果が認められたものと推察される。また、スクロース 3%の添加によって、発根したシュートの成長が図られたものと推察される。

5) 培養苗の順化・育苗試験 (試験 5)

培養で作出した苗の野外栽培試験結果を表9と図4に示した。試験開始から30日程で新葉の出芽・展開が観察された。240日後の生存率は90%となり、生存した全ての苗が開花した。最初の葉片培養開始から360日での開花は、自生地での発芽や実生栽培の通常3年を必要とする期間を大幅に短期したことになる^{12,13,14)}。これは、我々が自生地の土壌分析結果を参考に作成したコマクサ増殖用培地の使用、カルス増殖および不定芽誘導における植物成長調節物質の選択と有効濃度の確認、

発根培養段階における活性炭の添加とスクロース濃度の確認によって培養苗の生育が促進されたものとする。

表9 順化・育苗試験 (試験5) の結果 (試験開始240日後の生存率)

順化数	生存数	生存率 (%)
40	36	90.0



図4 コマクサ培養苗の開花写真 (順化・育苗試験開始240日後の様子)

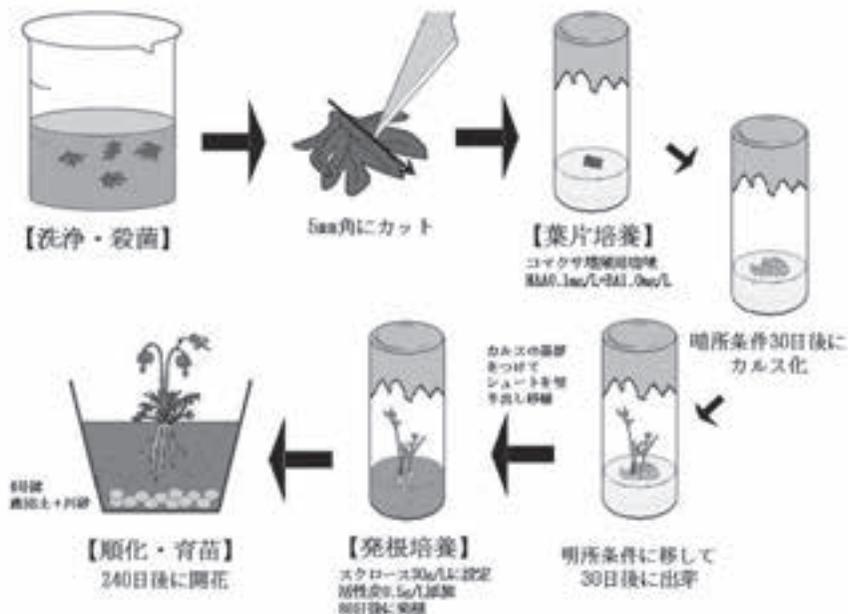


図5 開発したコマクサ大量増殖法の工程図

6) まとめ

我々が開発した大量増殖法は、以下のとおりである(図5)。まず4月に出芽したコマクサから葉を採取し、これを中性洗剤で洗浄する。クリーンベンチに搬入して70%エタノールに10秒浸漬し、滅菌水で1回洗浄する。次に0.6%次亜塩素酸ナトリウム溶液に15分間浸水殺菌し、滅菌水で3回洗浄した後、5mm角の葉片になるようにカットし、2種の植物成長調節物質NAA0.1mg/L+BA1.0mg/Lを添加したコマクサ増殖用培地に置床する。培地置床後、暗所条件下で30日間培養することによって葉片がカルス化する。このカルスを明所条件下に移して30日間培養することで1つのカルスからおよそ10本が出芽する。出芽したシュートをカルス基部をつけた状態で切り出し、これをコマクサ増殖用培地のスクロース量を30g/Lに設定し、活性炭0.5g/Lを添加した発根用培地に置床して60日間培養することで健全な苗が完成する。8月に作出した苗を培養容器から取り出して野外栽培に移行すると90%が生存し、野外栽培開始から240日で開花、つまり最初の葉片培養を開始して1年後の翌春4月には開花に至った。順化後の生存は、植物培養法の実用化を確認するための指標となり、本研究で作出した培養苗の顕著な発育性が証明されたと考える。以上のことからコマクサの大量増殖が可能となり、カルス、不定芽、発根させた培養苗など、研究者の求めに応じた生育段階で提供することが可能となった。また、葉の小片のみを外植体を使用するため、葉を採取した母材に生育障害や枯死が発生しないなどの利点も確認された。

園芸植物の苗生産を行う時において、大量増殖苗を短期間に作出する技術を開発するには、不定芽形成を行う培養法を開発すること

が有効とされている^{21,22)}。また、この技術の応用として世界各地の希少植物を対象にした培養技術の開発が国内外で行われている¹⁹⁾。コマクサは、民間利用による薬用として採取され続けたことによっていくつかの自生地が絶滅した過去を持つが、我々の開発した技術は野生植物資源利用の倫理上において極めて有用な成果であり、薬用植物としてのコマクサの可能性や新たな有用物質の発見を支える技術として活用されることとなるだろう。

謝辞

試験に用いたコマクサは、前岩手植物の会会長である猪苗代正憲氏から提供を受けた。心より御礼申し上げる。

引用文献

- 1) 米倉浩司, 梶田忠. BG Plants 和名-学名インデックス (YList), http://bean.bio.chibau.jp/bgplants/ylist_main.html (確認: 2015年10月28日) (2007).
- 2) 及川慶志. 岩手の高山植物. 熊谷印刷出版部, 岩手, 1981, p.153.
- 3) 猪苗代正憲. 岩手山の植物 岩手植物の会編 改訂版. 熊谷印刷出版部, 岩手, 1985, p.123.
- 4) 大場達之. 山の植物誌. 山と溪谷社, 東京, 2000, pp.390 - 393.
- 5) 奥田拓男. 天然薬物辞典. 廣川書店, 東京, 1986, p.159.
- 6) 小西天二, 小西一豪, 竹村照美, 松田明姫, 木島孝夫, 竹澤脩. コマクサ組織培養のアルカロイド成分について. The Japanese Society of Pharmacognosy, Natural Medicines 52(1), 47 - 56. (1998).
- 7) 柳宗民, 森田竜義, 堀田満. 世界有用植物事典. 平凡社, 東京, 1989, p.376.

- 8) 岡田稔. 新訂原色牧野和漢薬草大図鑑. 北隆館, 東京, 2002, p.139.
- 9) 小泉武栄. 植物の自然史プラント第 82 号, 2002, pp.14 - 19.
- 10) 札幌市公園緑化協会豊平公園緑のセンター. 緑のセンターだよりNo.147. 北海道, 2011, p.1.
- 11) 岩手山火山災害対策検討委員会委員. 岩手山火山防災ハンドブック. 国土交通省, 1998, pp.2 - 4.
- 12) 千葉光穂. 一から育てる山野草. 栃の葉書房, 栃木, 1998, p.41.
- 13) 群境介, 手塚俊夫. 山野草イラスト栽培入門. 栃の葉書房, 栃木, 1999, p.109.
- 14) 足立興紀. タネから楽しむ山野草. 栃の葉書房, 栃木, 2004, pp.136 - 137.
- 15) 小山田智彰. 文部科学省検定教科書 植物バイオテクノロジー. 農山漁村文化協会, 東京, 2013, pp.50 - 51, pp.147 - 149, pp.228 - 229.
- 16) 小林達明, 倉本宣. 生物多様性緑化ハンドブック. 知人書館, 東京, 2006, pp.50-55.
- 17) 浜崎浩. 図解 花のバイオ技術. 誠文堂新光社, 東京, 1992, p.89.
- 18) 小山田智彰, 新井隆介, 鞍懸重和. 絶滅危惧種ハヤチネウスユキソウの組織培養による大量増殖. 薬用植物研究 33(1), 29 - 36 (2011).
- 19) 大澤勝次, 江面浩. 植物バイオテックの基礎知識. 農山漁村文化協会, 東京, 2005, pp.40-43, pp.78 - 81.
- 20) 日本植物培養学会・日本植物組織培養学会. 組織培養辞典. 学会出版センター, 東京, 1993, pp.27 - 28, pp.63 - 64, p.158, pp.274 - 275, p.312.
- 21) 加古舜治. 園芸植物の器官と組織の培養. 誠文堂新光社, 東京, 1985, p.43.
- 22) 樋口春三. 植物組織培養の世界. 柴田ハリオ硝子, 東京, 1988, pp.23-25, pp.26-32.
- 23) 松木正雄, 大垣智昭, 大川清. 園芸事典. 朝倉書店, 東京, 1989, pp.38 - 39, pp.138 - 140.

●小山田 智彰 (おやまだ・ともあき) ●

- ・岩手県盛岡市出身
- ・北里大学大学院獣医畜産学研究所修士課程修了, 岩手県立大学大学院博士後期課程修了
- 博士 (学術) 専門: 植物バイオテクノロジー
- ・岩手県環境保健研究センター地球科学部上席専門研究員
- ・希少植物を中心に保護・増殖と育種の研究に取り組む

●山内 貴義 (やまうち・きよし) ●

- ・東京都目黒区出身
- ・東京大学大学院農学生命科学研究科博士課程修了
- 博士 (農学) 専門: 動物生態学
- ・岩手県環境保健研究センター地球科学部主査専門研究員
- ・遺伝子解析によるツキノワグマの生息数推定の研究に取り組む

●鞍懸 重和 (くらかけ・しげかず) ●

- ・栃木県真岡市出身
- ・岩手大学大学院農学研究科修士課程修了
- ・岩手県環境保健研究センター地球科学部非常勤専門職員
- ・試験データの管理・分析や地理情報システムの維持管理に取り組む

●川目 智之 (かわめ・ともゆき) ●

- ・岩手県盛岡市出身
 - ・東北電子計算機専門学校バイオテック生産工学科修了
 - ・岩手県環境保健研究センター地球科学部非常勤専門職員
 - ・シカ対策員として二ホンジカの被害対策に取り組む
-

薬用に供するショウガの発芽及び生育条件
— 土壌, マルチ・敷き藁の有無, 施肥量について —

The appropriate condition of germinating and growing for medicinal ginger
— About soil, plastic mulch or straw, and fertilizer amount —

太田 美里¹⁾, 御影 雅幸²⁾

¹⁾名古屋市立大学大学院薬学研究科 医療分子機能薬学講座 生薬学分野

〒467-8603 愛知県名古屋市瑞穂区田辺通3-1

²⁾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

〒243-0034 神奈川県厚木市船子1737

Misato Ota¹⁾, Masayuki Mikage²⁾

¹⁾ Department of Pharmacognosy, Graduate School of Pharmaceutical Sciences,

Nagoya City University

3-1 Tanabe-Dori, Mizuho-ku, Nagoya, Aichi 467-8603 Japan

²⁾ 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

2016年6月10日受付

要 旨

生薬「生姜」の良品は「水分が比較的少なく、辛味が強く、色は純白なもの」とされているが、良品が得られるショウガの栽培条件の検討は充分にはなされていない。そこで本研究では、先ず収量、辛味成分、水分含量の観点から、適切な施肥量、マルチや敷き藁の必要性について調査した。加えて、適切な発芽条件（温度、土壌の違い）についても調査した。その結果、25℃条件下ではショウガの発芽後の初期生育が促進され、適切な土壌として肥料を含んだ保水性が高い培養土が良いと考えられた。また、敷き藁または白黒マルチ（表面が白、裏面が黒）で土壌を覆うことで、シンショウガの収量が多くなり、その辛味成分含量は有意に高く、何も施していない区間で栽培したものに比して水分含量が低くなる傾向があることが明らかになった。

Summary

It is said to good quality of medicinal ginger is contained lower water and higher pungent compound, and have whiten color. However, detailed examination about the appropriate cultivating condition for medicinal ginger has not carried out. In this study, we researched appropriate fertilizer amount and the necessity of plastic mulch or straw, with the object of harvest

amount and, pungent and water compound content. Furthermore, we investigated appropriate germinating condition, i.e., temperature and soil. The early growth of ginger after sprouting was accelerated under the condition of 25°C, and we found that the moisture in soil containing fertilizer was appropriate for growth. Moreover, we harvested a large number of ginger, which contain higher pungent compounds, and relatively lower contain water, by using the straw or a plastic mulch (the color of surface and back is white and black, respectively) for covering soil.

緒 言

ショウガ (*Zingiber officinale* Roscoe) は薬用及び食用に利用される重要な栽培植物である。現在日本では、ショウガは主に食用目的で栽培されており、生薬「生姜」または「乾姜」を調製する薬用に供するショウガは、中国で栽培されたものを使用している。しかし、中国での干ばつなど気象条件が生産量や品質に影響を及ぼす恐れがあり、日本でも薬用目的でのショウガの栽培方法を検討する必要がある。

『第17改正日本薬局方』¹⁾にはショウガの乾燥根茎を「生姜」、湯通しまたは蒸して乾燥させたものを「乾姜」として記載されている。生姜は「水分が比較的少なく、辛味が強く、色は純白なもの」が良いとされている²⁾が、良品が得られる栽培条件の検討は充分にはなされていない。熱帯アジアを原産地とするショウガは高温を好むとともに乾燥を嫌う性質があるため、常に土壤水分を一定量以上確保する必要があると言われて³⁾いるが、湿気が多い土地で栽培したものは、収量は多いが水分量が多く、辛味が少ないため製品としては劣るとも言われ⁴⁾おり、薬用に供するショウガの生育に適した土壤環境については検討の余地がある。

我が国におけるショウガは大型、中型及び小型の3種に大別される。そのうち、小型ショウガは最も栽培歴が古く、優良種とされており、一方、大型ショウガは食用とされるこ

とが多い⁵⁾。これまでに、各種ショウガの辛味成分及びジテルペン含量を比較し、中型の「三州ショウガ」には辛味成分の[6]-gingerol, [8]-gingerol及び[10]-gingerolが最も多く含有し、小型ショウガにはジテルペン類が多いことが報告されている⁶⁾。また、小型の「金時ショウガ」の辛味成分含量は10~12月に最も高くなることも明らかになっているが⁵⁾、栽培条件の違いによる辛味成分含量の差異については検討されていない。

前述のようにショウガは高温性の植物で、生育適温は25°C以上⁷⁾であることから、土壤温度を上げるために育苗ハウスやマルチなどを利用して発芽させることがある。また、ショウガは乾燥に弱いため、灌水設備のない場合は、敷き藁を施しているが⁷⁾、このように栽培されたショウガが薬用としても適するか否かは明らかではない。

そこで本研究では、薬用に供する辛味成分含量が高いショウガを多く収穫する目的で、温度、水分及び施肥量が異なる土壤でショウガを栽培し、得られたショウガの根茎(本論文ではシンショウガと称す)の収量、辛味成分及び水分含量を比較した。土壤の温度及び水分量を調整するためにビニルマルチ(黒マルチと白黒マルチ)及び敷き藁を用いた。加えて、適切な発芽条件についても調査した。なお、実験には辛味成分含量が高いと報告されている⁶⁾「三州ショウガ」を用いた。

実験方法

実験材料

「三州ショウガの種芋：株式会社坂田信夫商店（高知）から2011年と2012年に入手し、市販土（プランターの土[®]、ピートモスとココピートが主原料(40-50%)、N:P:K=400:450:600 (mg/L)、苦土、ホウ素、鉄、マンガン等含有、pH 5.5-6.5、秋本天産物、三重）、川砂（石川県の川から採取）、腐葉土（クリーンリサイクル株式会社、石川）、赤玉土（小粒）（シダラ、栃木）、パーク堆肥（モックミン[®]、金沢庭材、石川）、苦土石灰（粒状苦土カル、クラウン・バル、岐阜）、化成肥料【N:P:K=8:8:8】（化成肥料24号、片倉チッカリン、東京）、過リン酸石灰（17.5粒状過リン酸石灰、JAアグリライン石川、石川）、NK化成【N:P:K=16:0:16】（尿素入りNK化成2号、全国農業協同組合連合会、東京）、敷き藁（ライズ、京都）、黒マルチ及び白黒マルチ（ポリエチレン製、厚さ0.021mm、日本農業システム、茨城）を使用して栽培した。[6]-gingerol（純度：98%）はナカライテスク（京都）、[6]-shogaol（純度：98%以上）は和光純薬工業（大阪）から入手した。HPLCにはHPLC用試薬を、他は試薬特級を用いた。

発芽実験

2011年5月26日に①市販土：プランターの土、②川砂、③腐葉土：赤玉土（7:3）のいずれかを用いて軟質ビニルポット（径7.5または9 cm）に平均重量35 gに分割したショウガの種芋を植え付けた。ポットは25℃にセットした人工気象器（BIOTRON LPH-200、日本医科器械製作所、大阪）内または雨の当たらないビニルハウス内（石川県

金沢市）に置き、適宜灌水を行った。発芽後、最も長い茎の長さを適宜計測した。なお、金沢の平均気温は気象庁のデータ⁸⁾を引用した。

圃場での栽培実験

栽培実験は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（圃場は山砂質）で行った。

2012年5月22日に腐葉土：赤玉土（7:3）を用いて軟質ビニルポットにショウガの種芋（平均重量36 gに分割したもの）を植え付け、ビニルハウス内で発芽させた。次に、圃場に以下の5種（N, H, B, W/B, S）の土壌（各1.96 m²）を作り、6月15日に株間25 cm、覆土約10 cmにて軟質ビニルポット内で発芽させた種芋を各10株ずつ定植し、適宜灌水を行った。なお、追肥は7月5日に施した。

N区（肥料を通常量施す）：基肥はパーク堆肥 2 kg/m²、苦土石灰 100 g/m²、化成肥料（8-8-8）11 g/m²、過リン酸石灰 34.3 g/m²、追肥はNK化成（16-0-16）18.8 g/m²を施した。なお、各成分の総量は『薬用植物栽培全科』³⁾を参考にした。

H区（施肥量はN区の半量）：基肥はパーク堆肥 2 kg/m²、苦土石灰 100 g/m²、化成肥料（8-8-8）56.3 g/m²、過リン酸石灰 17.2 g/m²、追肥はNK化成（16-0-16）9.38 g/m²を施した。

B区（黒色マルチで覆う）：施肥量はN区と同様。土壌を黒色のビニルマルチで覆った後に種芋を定植した。追肥時は、畝の片側のビニルマルチを外して、肥料を施した。

W/B区（白黒マルチで覆う）：施肥量はN区と同様。土壌を表が白色、裏が黒色のビニルマルチで覆った後に種芋を定植した。

S区（敷き藁を用いる）：施肥量はN区と同様。種芋を定植後に土壌に藁を敷いた。

収穫及びHPLC用サンプル調製

2012年10月29日に収穫した。収穫物を地上部と種芋、シンショウガに分けた後、最も長い茎の長さ及び地上部、種芋、シンショウガのそれぞれについて生重量を測定した。また、シンショウガは3 mmの厚さにスライスして40℃で乾燥させ、乾燥前後の重量差から水分含量を算出した。次に、乾燥品を粉末にし、既報⁹⁾に従ってHPLC法で辛味成分（[6]-gingerol及び[6]-shogaol）含量を測定した。データはシンショウガの個体の乾燥重量当たりの含量で表記した。

統計学的処理

ショウガの生重量、茎の長さ及び成分含量の統計処理は、Dunnettの多重*t*検定により行った。

実験結果

1. ショウガの発芽条件

25℃の人工気象器内では、植え付け後約

15日で発芽が開始した。発芽開始直後から、市販土を用いたものの生長が最も早く、植え付け後26日には12.5 cmまで生長した。一方、川砂または腐葉土：赤玉土（7：3）を用いた場合のショウガの生育速度はほぼ等しく、26日後に約8 cmに達した（Fig. 1）。

金沢のビニルハウス内では、植え付け後30日まで発芽が開始しなかった。植え付け後35日目までは3種の土壤での生育速度はほぼ等しく、その後プランターの土を用いたものの生育が早まり、植え付け後48日に約10 cmに生長した。一方、他2種の土壤では植え付け後48日に漸く7 cmに達した（Fig. 2）。

2. 栽培条件によるショウガの生育及び得られたシンショウガの水分含量の差異

施肥量を半量にした区画（H区）は標準施肥量の区画（N区）とシンショウガの収量に差が認められなかった。黒色マルチで覆った区画（B区）では、8月上旬からビニルマル

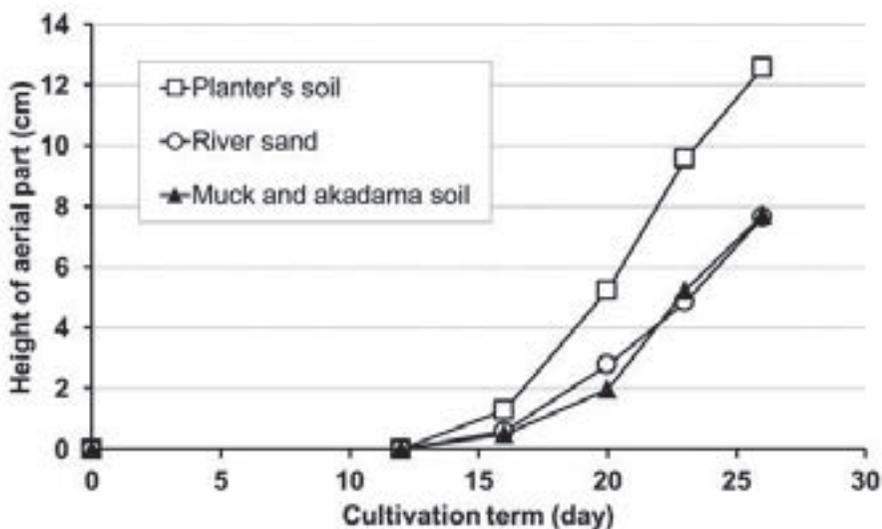


Fig. 1 The differences of early growth rate of ginger after sprouting under the condition of 25℃ in planter's soil, river sand, or muck and akadama soil (7:3).

The symbols represent average ($n = 7$).

チと触れている根元から株が倒れて全株枯死した。一方、白黒マルチで覆った区画（W/B区）及び藁を敷いた区画（S区）は生長が良く、土壌に何も覆っていない区画（N区）に比して有意に収量が増加した。加えて、W/B区及びS区で得られたシンショウガは水分含量がN区及びH区に比してわずかに少ない傾向があった（Fig. 3）。また、W/B区及びS区の地上部の生重量及び最長茎の高さはN区に比して有意に高かったが、H区はN区と差が認められなかった（Fig. 4）。

一方、種芋の重量は (37.0 ± 7.1) gであり、各区画で違いは認められなかった（データ省略）。

3. 栽培条件によるショウガの辛味成分含量の差異

枯れた株以外のシンショウガの辛味成分含量を比較した。施肥量を減少した時（H区）は通常量施した場合（N区）よりもわずかに辛味成分が低い傾向にあった。白黒マルチで

覆った区画（W/B区）及び藁を敷いた区画（S区）では、何も覆っていない区画（N区）に比して辛味成分含量がそれぞれ1.3倍、1.6倍に有意に増加した。更に、敷き藁区（S区）のほうが白黒マルチ区（W/B区）に比して有意に辛味成分含量が高いシンショウガが得られた（Fig. 5）。

考 察

1. 25℃一定温度の条件下では、植え付け後約15日で発芽し、その後約15日で市販土、川砂または腐葉土：赤玉土（7:3）のいずれの土壌を用いた場合でも地上部が8 cm以上になったが、金沢市内のビニルハウス内ではいずれの土壌でも発芽までに約30日を要し、その後約20日で地上部が7 cmで、発芽も生育も遅かった。その理由として、金沢での平均気温は定植後10日間は20℃以下と比較的低温であり、その後2週間は平均気温が25℃以下であり、日中の暖かい時間のみしか

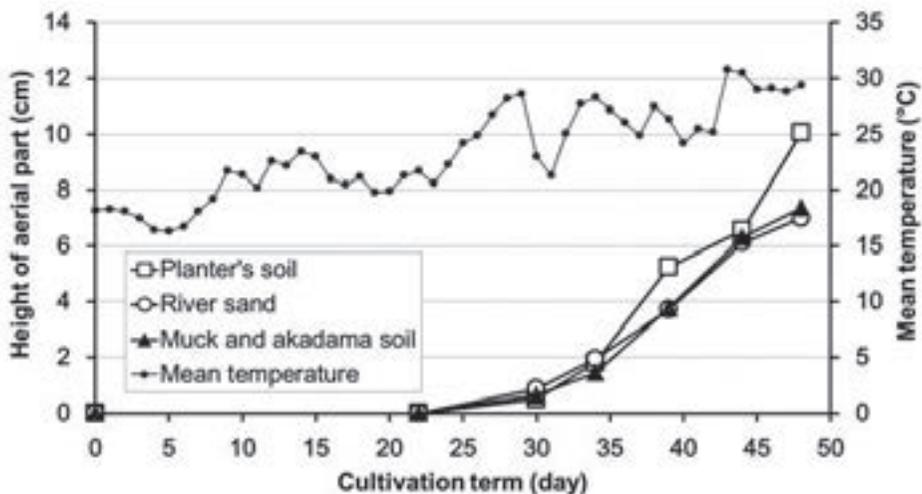


Fig. 2 The differences of early growth rate of ginger after sprouting in plastic greenhouse in planter's soil, river sand, or muck and akadama soil (7:3). The symbols except for mean temperature represent average ($n = 7$). The data of mean temperature was quoted the temperature in Kanazawa reported by Japan Meteorological Agency.

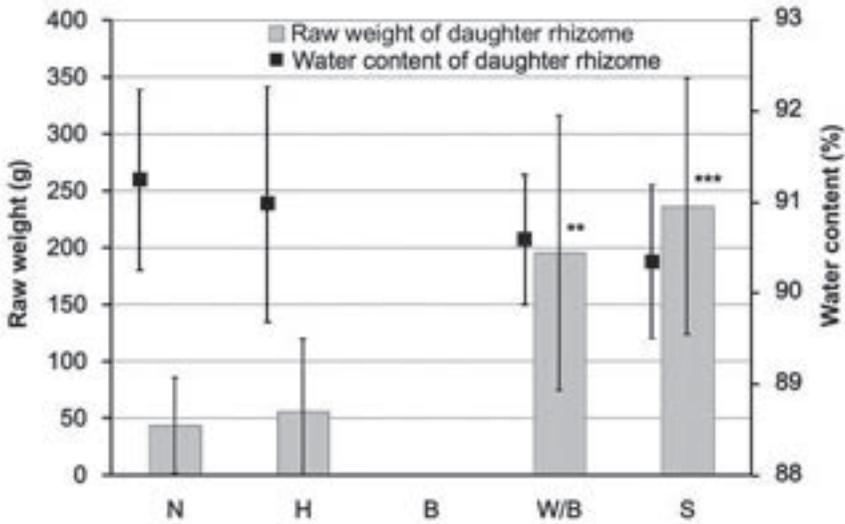


Fig. 3 The differences of raw weight and water content of daughter rhizome of ginger cultivated with different condition. N, used normal amount of fertilizer; H, used half amount of fertilizer of N; B, covered black color of plastic mulch; W/B, covered white (surface) and black (back) color of plastic mulch; S, spread straw. Data represent mean \pm S.D. ($n = 10$). ** $p < 0.01$ and *** $p < 0.001$ tested by Dunnett's multiple t -test versus group N.

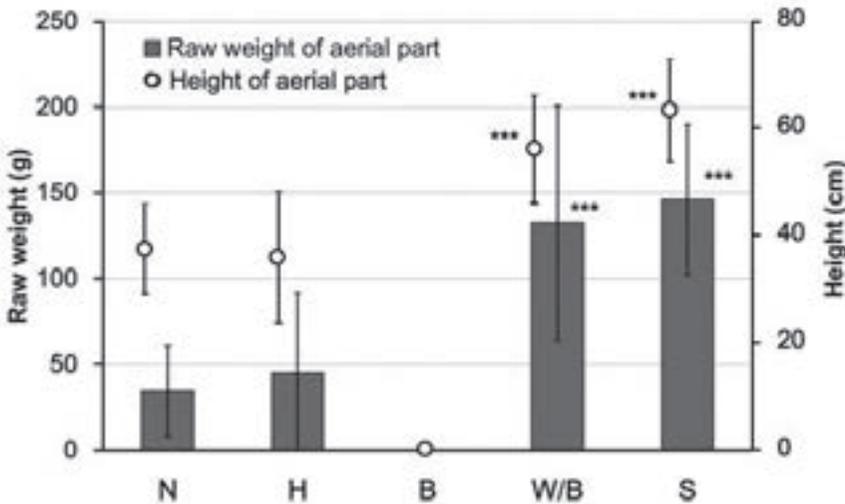


Fig. 4 The differences of raw weight and height of aerial part of ginger cultivated with different condition. N, used normal amount of fertilizer; H, used half amount of fertilizer of N; B, covered black color of plastic mulch; W/B, covered white (surface) and black (back) color of plastic mulch; S, Spread straw. Data represent mean \pm S.D. ($n = 10$). *** $p < 0.001$ tested by Dunnett's multiple t -test versus group N.

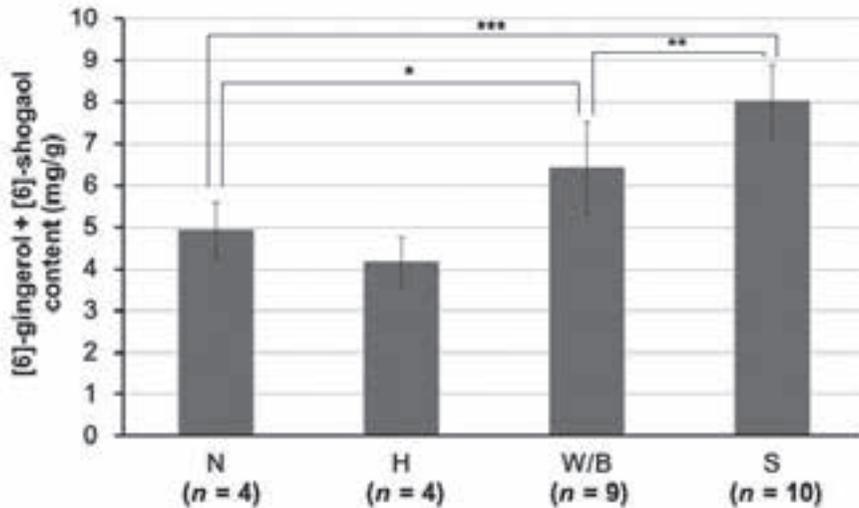


Fig. 5 The differences of [6]-gingerol and [6]-shogaol content in ginger cultivated with different condition.

N, used normal amount of fertilizer; H, used half amount of fertilizer of N; W/B, covered white (surface) and black (back) color of plastic mulch; S, Spread straw. Data represent mean \pm S.D. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ and *** $p < 0.001$ tested by Dunnett's multiple t -test.

生長しなかったためと考えられた。本結果はショウガの生育適温が25℃以上⁷⁾であることを裏付けるものとなった。

2. 市販培養土(プランターの土[®])を用いた場合は、川砂及び腐葉土：赤玉土(7:3)を用いた場合に比して、ショウガの生長が速かった。プランターの土[®]はピートモスとココピートなど保湿性の高い素材で作られており、更に元肥の効果も期待できる。一方、後二者は保湿性の異なる土壌であるが、ショウガの生長速度はほぼ等しかった。このことから、プランターの土[®]に含まれている肥料がショウガの生長を促している可能性が考えられた。

3. 土壌を黒マルチで覆った場合、ショウガは枯死したが、白黒マルチではショウガの収量が増加すると共に辛味成分含量の高いものが収穫できた。ショウガは高温を好む性質があるため^{3,9)}、黒マルチで覆って地温を上昇

させることは有効であると考えられたが、夏に近づいて気温が上昇し、土壌温度が高くなりすぎた結果、ビニルマルチと接触している根元からショウガが枯れてしまったと考えられた。一方、白黒マルチはショウガの生長に有効であり、その理由として表面から熱をあまり吸収せず、シートで覆っていることから土壌の乾燥も防止する効果があったと考えられた。

以上、黒マルチを使用する時は、夏にかけて気温が上昇する前までは地温上昇のために有効であると考えられるが、その後は外したほうが良く、白黒マルチは土壌の乾燥防止のために夏場も使用した方が良く考えられた。

4. 土壌に敷き藁をした場合、シンショウガの収量は大幅に増加し、その辛味成分含量は白黒マルチで覆った区に比して有意に高かった。すなわち、白黒マルチもショウガの収量及び辛味成分含量の増加に有効であるが、

敷き藁はそれ以上の効果が認められた。シヨウガの栽培では土壌の乾燥防止のために敷き藁を施すが⁷⁾、収量と辛味成分含量も増加させることが明らかとなった。敷き藁は有機物の増加に伴う土壌物理性の改善も期待でき、シヨウガの生育に有効であると考えられた。

5. 敷き藁または白黒マルチで土壌を覆った区間で生育したシンシヨウガは、何も施していない場合に比して水分含量が低い傾向にあった。8月に収穫したシンシヨウガ（金時シヨウガ由来）の乾燥収率は約5%であるのに対して、10月には約20%になることが報告されているが⁵⁾、これは、シヨウガ根茎が十分に生育していない状態では水分含量が高いことを意味している。本研究結果は、敷き藁または白黒マルチで覆うことでシヨウガの生育の増加に伴う土壌物理性の改善も期待でき、シヨウガの生育に有効であると考えられた。

5. 敷き藁または白黒マルチで土壌を覆った区間で生育したシンシヨウガは、何も施していない場合に比して水分含量が低い傾向にあった。8月に収穫したシンシヨウガ（金時シヨウガ由来）の乾燥収率は約5%であるのに対して、10月には約20%になることが報告されているが⁵⁾、これは、シヨウガ根茎が十分に生育していない状態では水分含量が高いことを意味している。本研究結果は、敷き藁または白黒マルチで覆うことでシヨウガの生育を促進させることで、根茎に含有する水分含量も少なくなったと考えられた。

6. 圃場栽培で施肥量を半量にしても、シンシヨウガの収量並びに辛味成分含量に差は認められなかった。農林水産省のシヨウガの施肥基準は（N:P:K=30:30:30 kg/10a）とあり¹¹⁾、その値は本研究で採用した施肥量の倍量であることから、本研究での施肥量が不十分であった可能性が考えられた。また、本

研究に用いた圃場のpH(H₂O)は8.3であり、その値が比較的高かったことから、PとKの効きが悪くなった可能性¹²⁾が考えられた。今後、pHが低い土壌で施肥量を増やして更なる検討を行う必要がある。

7. 本研究では中型の「三州シヨウガ」を用いて検討したが、ジテルペン含量が高い品種⁶⁾である「金時シヨウガ」など小型シヨウガについても同様の結果が得られるか検討する必要がある。

8. 薬用に供するシヨウガは辛味成分含量が高いだけではなく、純白のものが良品と言われている²⁾。収穫物の色についての検討は別報で報告する。

結 論

敷き藁または白黒マルチを施して土壌を保湿して栽培したシヨウガ根茎は、辛味成分含量が高くなることが明らかになった。また、シヨウガの発芽及び初期生育を促進するためには、25℃条件下で肥料配合の保湿性の良い土壌で栽培するのが良いと考えられた。

謝 辞

本研究は金沢大学医薬保健研究域薬学系佐々木陽平准教授、同 安藤広和助教ならびに旧資源生薬学研究室の諸学生の協力により実施された。また、東京薬科大学 三宅克典助教ならびに名古屋市立大学大学院薬学研究科 牧野利明教授に助言を頂いた。ここに謝意を示す。

引用文献

- 1) 日本薬局方解説書編集委員会：第十七改正
日本薬局方条文と注釈，廣川書店，2016
- 2) 松村敏雄，熊谷哲太郎：新薬草の栽培及製
品法，精華堂書店，1919
- 3) 藤田早苗之助：薬用植物栽培全科，農山漁
村文化協会，1986
- 4) 河南休男，亀川乗吉：薬草栽培と其研究，
二松堂書店，1916
- 5) 田部昌弘，安田眞宰穂，足立有美，氏田国恵，
鹿野美弘．和産「金時ショウガ」の生育なら
びに辛味成分とジテルペン成分について．生
薬学雑誌，**46**(1)，30-36 (1992)．
- 6) Tanabe M, Yasuda M, Adachi Y, Ujita K, Kano
Y. HPLC Analysis of Gingerols and Diterpenes
in Japanese Gingers. 生 薬 学 雜 誌 ， **45**(4)，
316-320 (1991)
- 7) 板木利隆：家庭菜園大百科，大日本印刷株
式会社，pp382-385, 2001
- 8) 気象庁の URL：
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
- 9) Doui M, Mikage M. The relationship between
the color value and pungent compound contents
of ginger subjected to heating, soaking in hot
water, or steaming. J Trad Med, **29**, 115-123
(2012)
- 10) 農林水産省の主要作物の施肥基準の HP:
[http://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hozen_ty
pe/h_sehi_kizyun/pdf/08450106chap03yasai.pdf](http://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hozen_ty
pe/h_sehi_kizyun/pdf/08450106chap03yasai.pdf)
- 11) 全国農業協同組合連合会 肥料農業部：だれ
にでもできる土壌診断の読み方と肥料計算，
農山漁村文化協会，pp16-18, 2010

●太田 美里（おおた・みさと）●

石川県出身

2010年 金沢大学大学院自然科学研究科修了
博士（薬学）

北京大学薬学院

2015年 名古屋市立大学大学院薬学研究科

●御影 雅幸（みかげ・まさゆき）●

大阪府出身

1975年 富山大学大学院薬学研究科修了

1984年 薬学博士

金沢大学医薬保健研究域薬学系

2014年 東京農業大学

マオウ属植物の栽培研究（第7報）¹⁾
圃場栽培株の総アルカロイド含量の経年変化と日局麻黄の生産
Studies of Cultivation of Ephedra Plants (Part 7)
Yearly Variation of Total Alkaloids Content and Production of Japanese
Pharmacopoeia Standardized Ephedra

安藤広和¹⁾, 倪斯然²⁾, 佐々木陽平¹⁾, 御影雅幸²⁾

¹⁾ 金沢大学大学院医薬保健研究域薬学系分子生薬学研究室

²⁾ 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

Hirokazu Ando¹⁾, Si-ran Ni²⁾, Yohei Sasaki¹⁾, Masayuki Mikage²⁾

¹⁾ *Laboratory of Molecular Pharmacognosy, Graduate School of Medical Sciences,
Kanazawa University. Kakuma-machi, Kanazawa 920-1192 Japan*

²⁾ *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*

2016年6月11日受付

要 旨

2013年春に石川県羽咋郡において国内初となるマオウ栽培圃場を構築し、発芽後3年目の *Ephedra sinica* Stapf 株を植えた。定植時の元肥以外には追肥せずに栽培した。2015年秋まで3年間連続して分析できた全29株の総アルカロイド含量（エフェドリンとプソイドエフェドリンの和）の平均値は3年間連続して増加した。また、同時期に定植して春に追肥して育成した全45株の2015年収穫株の総アルカロイド含量は平均1.04%を示し、適切な施肥により日本で日局麻黄の生産が可能であることが明らかになった。また、2014年春に2013年定植株に尿素を施肥した結果、無施肥群に比して有意にアルカロイド含量が増加し、日局麻黄収穫までの栽培期間が短縮された。

Summary

In the spring of 2013, 3-year-old plantlets were planted in the sandy field of Ishikawa Prefecture to establish the first ephedra cultivation field in Japan. No additional fertilizer was applied other than the first manure during the cultivation period. Among those plants, 29 stocks were sampled once every year until the autumn of 2015 to investigate the fluctuation of the total alkaloid content (as ephedrine and pseudoephedrine), and it turned out that the average of the total alkaloid content of those stocks increased for three consecutive years. Moreover, the average value

of the total alkaloid content of 45 stocks cultivated in the same field since 2013 with annual additional fertilization in spring was 1.04%, which suggested that Ephedrae Herba meeting the Japanese Pharmacopeia was produced in Japan when appropriate fertilizer was applied. In addition, when urea fertilizer was top-dressed in the spring of 2014 on a part of stocks planted in 2013, the total alkaloid content of those stocks in the autumn was significantly higher than that of stocks cultivated without urea, indicating that the cultivation period of Ephedrae Herba was shortened by urea fertilization.

序 論

「麻黄」は葛根湯，麻黄湯，小青竜湯，麻黄附子細辛湯などの繁用処方配合される重要漢方生薬である。現在日本では使用する全量（平成24年度実績605,295 kg）²⁾を中国から輸入しているが，中国政府が1999年から輸出規制を始めたことから，今後の安定供給のためには国内での栽培生産が必要であると考えられる。我々のこれまでの調査では，中国における麻黄の栽培は1980年代から始まり，一般に *Ephedra sinica* Stapf が種子から育成され，発芽後2～3年生の苗を圃場に定植しているが，栽培麻黄が市場性のある十分なエフェドリン含量となるまでにはさらに3年以上を要するとされる。一般に栽培麻黄はアルカロイド含量が低い³⁾。栽培品はこれまではエフェドリン抽出工場に買い上げられていたためエフェドリン含量が少ない栽培麻黄は買い取り価格が低く，また覚醒剤原料植物であることから栽培や流通面での政府の規制が厳しく，近年は栽培を断念する農家も多くなっており，中国における安定供給も懸念される状況にある。我々は麻黄の国産化を目的に2013年から石川県下で圃場栽培実験を開始した。日本薬局方（JP17. 以下，日局）⁴⁾では麻黄は総アルカロイド含量（エフェドリン及びプソイドエフェドリン）0.7%以上を含むと規定しており，医薬品として流通させるには最終生産物がこの値を超える必要がある。2013年春に

定植した *E. sinica* 苗は播種後3年目の苗で，2015年秋季には6年生株となった。本報では，植えつけ株の総アルカロイド含量の年次動向を報告する。また，中国の麻黄栽培地では春期に尿素施肥を行っている¹⁾。そこで，別に定植して通常管理した株に尿素施肥を行ったところ，ブランク区に比して有意にアルカロイド含量が増加して日局の基準を大幅に超え，また実験圃場全体で日局麻黄の生産が可能となったので合わせて報告する。

栽培圃場の土壌分析

土壌分析は11項目について外部委託した（株式会社日本環境アセス）。結果を表1に示す。

アルカロイド含量の測定

日局に準じて，エフェドリン及びプソイドエフェドリンの定量を行った。乾燥試料の粉末約1 gを精密に量り，移動相（Sodium lauryl sulfate solution/MeCN/H₃PO₄ (640 : 360 : 1)) 5 mLを加えた。室温にて20 min 静置後，25 min 超音波抽出を行った。3000 rpm, 15 min の遠心分離を行い，0.45 μm のメンブランフィルターでろ過したものを分析用試料溶液とした。定量分析には外部標準法を採用し，標準物質としてエフェドリン塩酸塩（Sigma-Aldrich），プソイドエフェドリン塩酸塩（東京化成工業株式会社）を用いて検量線を作成した（エフェドリン塩酸塩：y =

分析ブランク	数値	単位
pH (H ₂ O)	8.73	-
EC (1:5)	0.083	mS/cm
アンモニア態窒素	0.17	mg/100g
硝酸態窒素	0.43	mg/100g
有効態リン酸	50.8	mg/100g
交換性カリ	10.1	mg/100g
交換性石灰	292.2	mg/100g
交換性苦土	15.4	mg/100g
塩基置換容量	3.91	me/100g
腐植	2.0 未満	%
リン酸吸収係数	20	mg/100g

表1 栽培土壌の化学的性質 (pH: ガラス電極法, EC: 電気伝導度計法, アンモニア態窒素: インドフェノール青吸光度法, 硝酸態窒素: スルファニルアミド - ナフチルエチレンジアミン吸光度法, 有効態リン酸: モリブデン青吸光度法, 交換性カリ・交換性石灰・交換性苦土: ICP 発光法, 塩基置換容量: インドフェノール青吸光度法, 腐植: 乾式燃焼法, リン酸吸収係数: パナドモリブデン酸法)

96876570 x, r = 0.9999, プソイドエフェドリン塩酸塩: y = 91196268 x, r = 0.9999).

HPLC 条件 Column: Handy ODS (φ4.6×250 mm) Wako, Column temperature: 40°C, Flow rate: 1.0 mL/min, Detection wavelength: 210 nm, Injection: 10 μL, Mobile phase: 27 mM Sodium lauryl sulfate (SDS) solution/MeCN/H₃PO₄ (640:360:1)

実験 1. アルカロイド含量の経年変化

1) 実験材料及び栽培方法

2013年4月13日に、*Ephedra sinica*の発芽後3年を経過した実生苗(2010年4月に播種し、発芽後直径9cm高さ20cmのロングポットで育苗)を株間40cm, 列間60cmで定植

し、80株を実験用とした。元肥としてマグアンプ K (N-P-K-Mg: 6-40-6-15) を5g/株、発酵油粕10g/株を施肥し、以後は施肥を行わなかった。アルカロイド分析用の試料はその年に成長した草質茎とし、2013年10月5日(地上部全刈)、2014年9月26日(同全刈)、2015年9月24日(同約2/3刈)にそれぞれ根元近くで切断して収穫した。

2) 結果

1年後に三分の一(26株)が、3年間でほぼ半数(38株)が枯死した。目視的に正常に活着生育し、3年間連続して測定が可能であった29株についての総アルカロイド含量の定量結果を図1に示す。

総アルカロイド含量の平均値は定植1年目が0.48%、2年目が0.61%、3年目が0.68%で、3年連続で増加傾向を示した。増加率(増加率 = 総アルカロイド含量 / 2013年の総アルカロイド含量 × 100 - 100)は2年目の平均が57.0%、3年目では73.4%であり、栽培年数の増加に伴い総アルカロイド含量が増加した。

3年間の総アルカロイド含量の株ごとの動向にばらつきが認められたので、その傾向を調査した結果、以下のような結果を得た。

(i) 2年連続で総アルカロイド含量が増加した株: 測定期間中総アルカロイド含量が前年より増加した株は全29株中11株であった。この11株の総アルカロイド含量平均は定植1年目が0.42%、2年目が0.62%、3年目が0.89%で、3年目には日局の基準値を上回った。1年間の増加率は、2年目の平均が55.7%、3年目では178.7%であった。

(ii) 2年連続で総アルカロイド含量が減少した株: 定植2年目及び3年目に総アルカロイド含量が前年より減少した株は全29株中6株であった。総アルカロイド含量の平均は

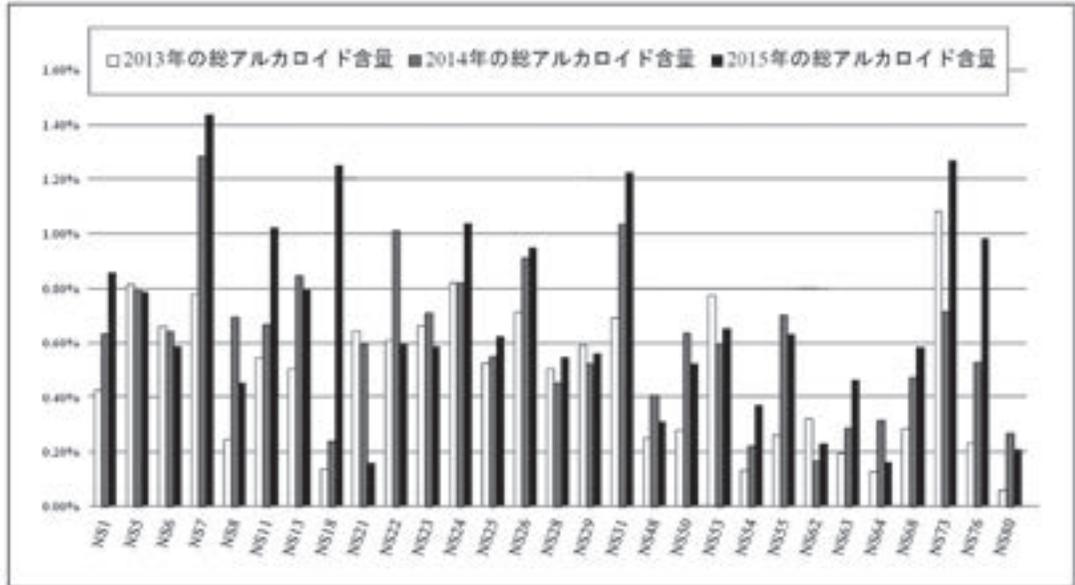


図1 総アルカロイド含量の3年間の推移

1年目が0.63%，2年目が0.55%，3年目が0.49%であった。増加率では，2年目の平均が-16.3%，3年目では-23.5%であった。

(iii) 定植2年目または3年目で総アルカロイド含量が増加した株：定植2年目または3年目に収穫したマオウの総アルカロイド含量が1年目の収穫物より増加した株は全29株中12株であった。1年目の総アルカロイド含量の平均が0.45%であったのに対し2年目では0.63%，3年目では0.59%であった。増加率では，2年目の平均が94.7%，3年目では58.6%であった。

実験2. 尿素施肥実験

1) 実験材料及び栽培方法

2013年4月13日に実験1と同一圃場に同一条件で定植した *E. sinica* の株55株，及び2014年4月5日に定植した *E. sinica* の実生苗240株（2013年4，5月に播種し日本甜菜製糖株式会社製ペーパーポットNo.2-264に市販培養土

を入れて育成した苗を株間20cm，畝間60cmで定植）を実験材料とした。2014年4月5日に全実験株に発酵油粕10g/株を施肥した。尿素施肥群（2013年定植株28株，2014年定植株120株）と非施肥群（同26株と120株。以下，ブランク群とする）を設定し，前者には1株につき3gの尿素を水に溶解（200倍希釈）して2014年4月29日から1週間に1度計14回施肥した。11月下旬に目視的に正常に活着生育した株の地上部全体を刈り取り，アルカロイド分析用試料とした。翌2015年は両区とも施肥を行わずに栽培を継続し，11月下旬に地上部を採集しアルカロイド含量を測定した。

2) 結果

2013年に定植し2014年11月に5年生となった株では，尿素施肥群は28株中12株が枯死し，ブランク群では26株中5株が枯死した。両群とも残った株の生育は良好であった。総アルカロイド含量は尿素施肥群（16

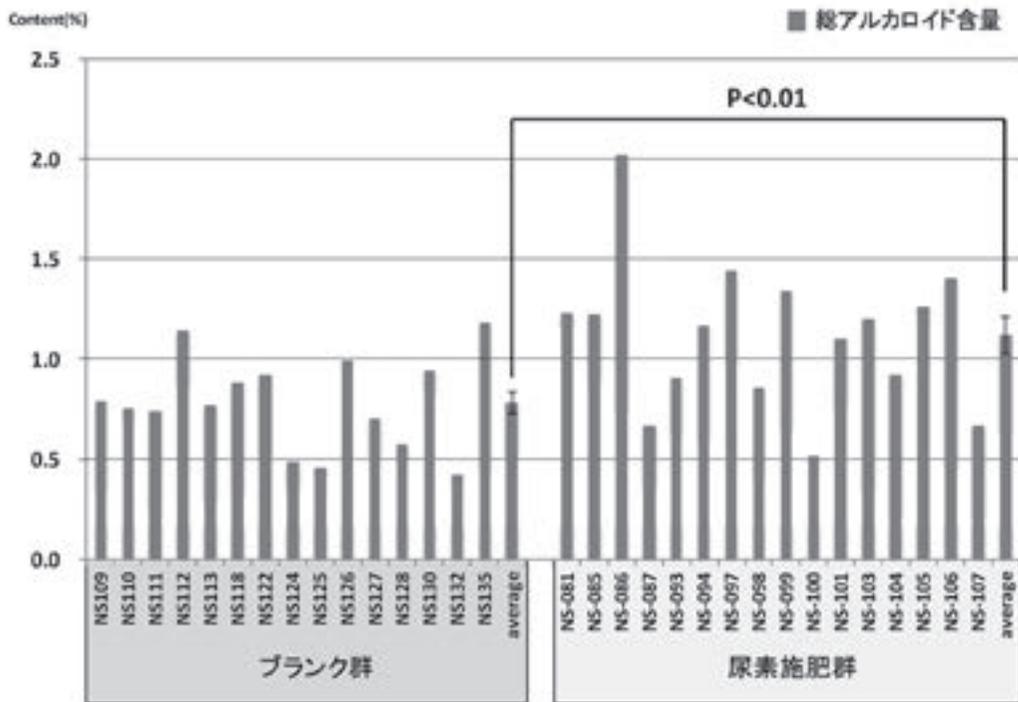


図2 尿素施肥による総アルカロイド含量の変化

株)では平均 1.12% ± 0.09%で、ブランク群 15株では平均0.78% ± 0.06%であった(図2)。また、ブランク群と尿素施肥群の間には統計学的に有意差を認めた(P<0.01)。

2014年に定植し2014年11月に2年生となった株では、定植後半年間で尿素施肥群は120株中5株が枯死し、ブランク群では120株中7株が枯死した。5年生株に比して1株あたりの枝数は少ないが生育は良好であった。総アルカロイド含量は尿素施肥群では平均0.58% ± 0.04%、ブランク群では平均0.53% ± 0.03%であった。

同一実験株について、施肥をしなかった翌2015年度の平均総アルカロイド含量は、6年生となった株については前年度尿素施肥群で1.00% ± 0.07% (n=16)、ブランク群で1.10% ± 0.09 (n=8)であった。また、3年

生となった株については前年度尿素施肥群では0.84% ± 0.04 (n=64)、ブランク群では0.68% ± 0.08 (n=7)であった。

結論及び考察

1. 石川県羽咋郡志賀町の砂質土の圃場に *Ephedra sinica* Stapfの発芽後3年を経過した苗を元肥を入れて定植し、その後は無施肥で3年間継続栽培した株の総アルカロイドの平均含量は栽培年数とともに増加した。苗からの圃場栽培株のアルカロイド含量が初期の数期間は年々増加するという傾向は中国における麻黄栽培地と同様であったが、この傾向がいつまで継続するかは現時点では不明である。また個々の株については、NS18株では測定初年度(2013年)が0.14%、2年目が0.24%、3年目が1.25%で、3年目に顕著に増加し日局の基準を超えた(図1)。このことは、株の

アルカロイド生産能力を判断するには発芽後6年以上を要することを意味している。逆にNS21株では、1年目が0.64%、2年目が0.60%、3年目が0.16%と、3年目で顕著に減少した。アルカロイド産生能力はある程度は遺伝的に支配されていると考えられるが、株の生育状態にも左右されると考えられる。アルカロイド含量が高い株と低い株の目視による形態的な相違は認められず、同一株の収穫年による大きな変動要因に関しては現時点では不明である。著者らはこれまでにワグネルポットを用いた栽培で、4年目までは総アルカロイド含量が増加したが5年目では著しく減少した事を報告しており⁵⁾、栄養状態が関連している可能性が考えられる。

2. 尿素施肥実験において、発芽後3年を経過したロングポット苗を定植し1年後(2014年)に尿素施肥を行った株ではブランク群に比して有意に総アルカロイド含量が高く、また尿素施肥群とブランク群の両群ともに総アルカロイド含量の平均値が日局の規定を超えた。両群ともに次年度は尿素施肥を行わずに観察した結果、総アルカロイド含量は前年度尿素施肥群では微減し、ブランク群では増加した。マオウは経年によって総アルカロイド含量の増加がみられる事から(実験1)、ブランク群でも同様に総アルカロイド含量が増加したと考えられる。一方、尿素施肥群では経年による総アルカロイド含量の増加量よりも前年の尿素による増加量が大きかったため、次年度の総アルカロイド含量が増加しなかったことが考えられる。以上、2014年、2015年の結果から尿素施肥は総アルカロイド含量の増加に有効であると判断された。

3. 一般に尿素は土壤微生物の作用で炭酸アンモニウムとなり、アンモニウムイオンまたは硝酸イオンの形で吸収され植物の窒素源

として利用される。植物において窒素は根、葉、茎を大きくし、細胞を増殖させる。そのためマオウにおいても細胞の増殖が促進され、アルカロイド含量の増加につながったことが考えられる。また、尿素は他の植物において葉面からも吸収される事が知られている。本研究では水に溶解した尿素を灌水する方法を採用しており、根だけでなく茎からも吸収され、窒素が供給されたものと考えられる。発芽翌年の株よりも地上茎が多い発芽5年目株で尿素施肥の効果が顕著に見られたことは、苗の年齢の相違に加えて、茎からの吸収が影響したことも考えられる。一方、発芽5年目株の尿素施肥群は28株中12株が枯死した。その理由として尿素施肥により発生したアンモニアガスの影響が原因として考えられる。発芽翌年株の枯死率が低かったことも地上部の大きさと関連している可能性がある。今後は適正な尿素の施肥量、希釈濃度、施肥方法などを検討する必要がある。

4. 実験1に供した株は定植後2年間は追肥をしなかったが、同時期に定植して実験に供さず年1回4月上旬に発酵油粕を追肥した45株では、総アルカロイド含量の平均値は2015年で1.04%であった(データ省略)。これらの株は基本的には実験2のブランク群(年1回4月上旬に発酵油粕を追肥。総アルカロイド含量は2014年平均値0.78%、2015年平均値1.10%)と同一条件であることから、施肥によりアルカロイド含量が高くなったものと考えられ、尿素を始め適切な施肥により圃場栽培2~3年で日局麻黄の生産が可能になると判断できる。加えて、実験2で2013年春に播種し2014年春に定植した株の2015年度の総アルカロイド含量平均値について、2014年尿素施肥群(0.78%)の方が非施肥群(0.68%)よりも高かったことは2014年

の尿素施肥により株が大型になっていた結果と考えられる。また実験2の結果は発芽後3年生株で総アルカロイド含量が日局の基準に達したことを示しており、出荷までの栽培期間が中国における栽培よりも2～3年短縮されたことを意味する。

5. 土壌分析の結果、栽培圃場のpHは8.73と高いアルカリ性を示した。石川県羽咋郡志賀町の圃場は海岸に近い砂質土で、とくに母材として多量の貝殻を含む石灰含量が極めて高いこの地域特有のアルカリ性土壌である。Kondoら⁶⁾はネパールヒマラヤ産のマオウ属植物について、よりアルカリ性の強い土壌に生育する株ほどアルカロイド含量が高いことを報告しており、本圃場の土質がアルカロイド高含量麻黄の生産に特に適していると判断できる。一方、この砂質の圃場は水はけが良いために保肥力が悪く、地元農家の人々からは一般農作物を植えた場合には通常の畑地に比して2倍以上の施肥が必要であるとする情報を得ている。マオウ属植物は地下深くに根を下ろすため、追肥効果が得にくい可能性もある。今回、播種後3年生株で高含量アルカロイド値を示した株は植え付けて間もないために根が浅く、施肥効果が高かった可能性が考えられ、土質や施肥に関しては今後さらに検討する必要がある。

6. 苗の圃場への定植は、ロングポット苗よりもペーパーポット苗(図3)の方が活着率が良かった。マオウ属植物は直根性で大型株では移植が困難であること、また2013年春に定植したロングポット苗はポットから出してそのまま植え付けたため多量の市販培養土が残っていたことなどが砂地の圃場で悪影響を及ぼした可能性が考えられる。一方、ペーパーポット苗は比較的小型であること、播種後1年経過した苗では紙の側面から細根が出

るほどに根が充満しており、ロングポット苗に比して移植によるストレスが小さいものと考えられる。なお、ペーパーポット苗は機械による植えつけが可能であり、今後栽培時の省力化の面でも期待される。

謝 辞

本研究は日本医療研究開発機構AMED(旧厚生労働科学研究費)補助金、創薬基盤推進研究事業15ak0101013h003(H25-創薬-一般-002)により実施された。

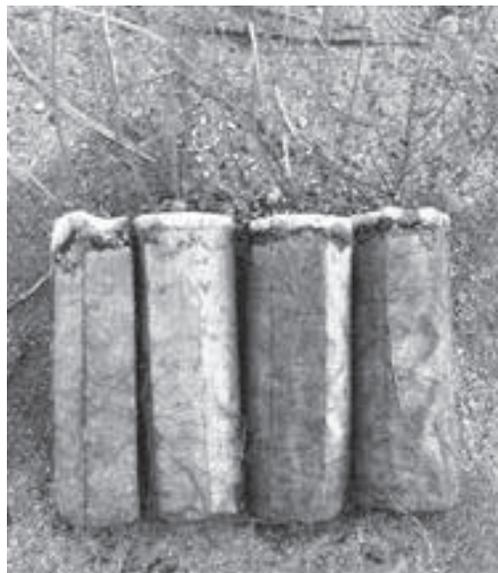


図3 発芽2年目のペーパーポット苗

引用文献

- 1) 前報:倪斯然, 佐々木陽平, 三宅克典, 蔡少青, 御影雅幸. マオウ属植物の栽培研究(第6報) 中国内蒙古自治区のマオウ栽培地における現地調査報告. 薬用植物研究, 37 (2), 9-17 (2015).
- 2) 日本漢方生薬製剤協会編, 原料生薬使用量等調査報告書 (3)—平成23年度および24年度の使用量—, 東京: 8, (2016).
- 3) 御影雅幸, 麻黄(マオウ)の国内栽培を目指して, 特産種苗, 16:53-57, (2013).
- 4) 第十七改正日本薬局方, 厚生労働省, 2016, p.1916.
- 5) 平山学, 大富規弘, 大野剛史, 野村行宏, 毛利千香, 御影雅幸, 栽培シナマオウのアルカロイド成分の経年変化及び種子の発芽に関する研究. 日本薬学会第131年会, 紙面開催, 131(2):210, (2011).
- 6) Kondo N. Mikage M. and Ikeda K., Medicobotanical studies of *Ephedra* plants from the Himalayan region, part III causative factors of variation of alkaloid content in herbal stems¹). *Nat. Med.*, 53(4): 194-200, (1999).

●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

●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
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

●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)
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

薬用植物の病害と病原微生物 (2)

Diseases of medicinal plants and their pathogenic microorganisms (2)

佐藤 豊 三

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 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 Agriculture and Food Research Organization
2-1-2 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8602 Japan*

2016年5月12日受付

はじめに

この解説の(1)では、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、主に国内で報告された薬用植物の病害およびその初報告の推移について説明し、薬用植物の国内生産振興には病害研究が重要であることを述べた(佐藤, 2015)。その時点で、国内の87種の薬用植物において、820件以上の病害が報告されていることを紹介した。その後、*Phoma* 属菌によるカンゾウ、トウキ斑点病(菊池ら, 2016; 川部ら, 2016)およびシャクヤク円斑病(福岡ら, 2015)、同じく菌類の *Sclerotium rolfsii* によるカノコソウ白絹病(森田ら, 2016)などの新病害や初発病害が報告された。国内ではそれまでカンゾウの病害の報告がなく、斑点病が初記録となった。また、ジオウ類からは複数の植物ウイルスが検出され、それらにはジオウ類では未記録のウイルスが含まれていた(一木ら, 2016)。ジオウ類のような栄養体繁殖植物では世代を経る間に異なる植物ウイルスに重複感染する可能性が高いだけでなく、一旦感染

すると保毒状態が次世代に引き継がれやすいため、対策を怠ると生育不良から減収・品質低下に至ることが多い(泉澤・石原, 1996)。薬用植物では依然として新たな病害が見つかることは上記の報告からも明らかであり、それらが多かれ少なかれ各植物の生育に悪影響を及ぼしていることも事実である。このような被害を抑え、国内における薬用植物栽培の振興を図るためには、広範な病害調査や病原研究を行い、効果的な病害防除技術を開発することが不可欠である。今回は各病原微生物と現在登録のある病害防除薬剤などについて概説し、薬用植物の栽培技術の向上と当該研究の参考に供することとしたい。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。

薬用植物の病害を起こす微生物

植物病原微生物は生物分類学的に様々なグループに類別される。ウイロイドは裸のRNA(リボ核酸)、ウイルスはタンパク質の容器に入った核酸であり(主に2本鎖RNA)、ともに

宿主植物の代謝系を利用して増殖する。ファイトプラズマや細菌（バクテリア・放線菌）は単細胞の原核生物であり、菌類（真菌類・偽菌類）、陸棲藻類や線虫は主に多細胞の真核生物に所属する。各植物病原の詳細については岸(1995)や米山ら(2006)を参照されたい。これらの微生物群が薬用植物にも病害を起こすことが知られており、薬用植物以外の病原と共通の微生物種も多い。以下にそれぞれの微生物群について概説する。なお、それらの種数や宿主植物は日本植物病名データベース2016年4月22日更新版（農研機構遺伝資源センター，2016）の検索結果に基づいている。また、掲載した写真は参考までに各病原の形態やそれらが引き起こす病徴を示したものであり、必ずしも薬用植物の病原・病徴とは限らない。

ウイロイド (Viroid) : 9種のウイロイドがカンキツ類とカキに感染することが知られている。代表的なカンキツエクソコーティスウイロイド (*Citrus exocortis viroid* (CEVd)) は、その保毒穂木をカラタチ台に接木あるいはカラタチ台の樹に高接ぎすると、台木部の外皮に亀裂が入り、樹皮が鱗片状にはがれて地上部の生育が悪くなり、収量も低下するといった病害が発生する。保毒苗木の植付け、また、保毒樹を切った剪定バサミやノコギリ、接木ナイフでも高率に伝染する。カキにも *Persimmon latent viroid* (PLVd) が潜在感染することが知られているが、病徴は示さない。

ウイルス (Virus) : 40種以上のウイルスが約40種の薬用植物に感染することが報告されている。そのうち、キュウリモザイクウイルス (*Cucumber mosaic virus* (CMV)) が最も宿主範囲が広く、キキョウ、キャットニップ、スマレ類、トウキ、トリカブト、ナンテン、ニホンハッカ、ベニバナ、ミシマサイコ、ヤー



図1 植物ウイルスの感染によるタバコのモザイク症状

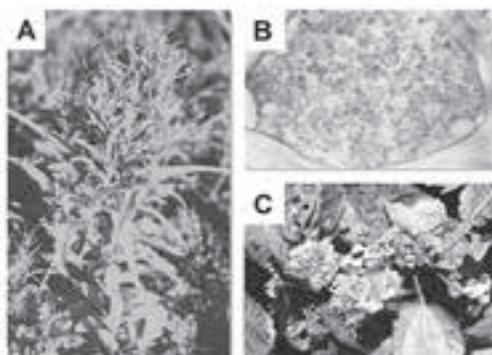


図2 ファイトプラズマによるミシマサイコ萎黄病(A)と篩部細胞内の病原ファイトプラズマ(B)、およびダイズのとんぐ巣症状(C) (A, B: 塩見ら [1983] より転載)

コン、ホオズキを侵し、葉にモザイクを起こし減収をもたらす(図1)。直径30mmの球形で、アブラムシにより伝搬され、単子葉・双子葉植物を含む100科1,200種以上の植物に発生することが知られている。

ファイトプラズマ (Phytoplasma) : 細菌の一種とされ、不定形で細胞壁を欠き、人工培地上での培養が困難である。ヨコバイなどの昆虫により媒介され、植物の篩部で増殖し、黄化・萎縮やてんぐ(天狗)巣症状を引き起こす。ケシ類、タラノキ、ミシマサイコの萎縮病や

萎黄病を(図 2-A, B), また, サツマイモ類, ナツメのてんぐ巢病を(図 2-C) 起因する。

バクテリア (Bacteria, 細菌・放線菌) : 約 25 種のバクテリアがおよそ 50 種の薬用植物に被害を及ぼすことが知られている(陶山・西, 1981)。カキ, カリン, サンザシなどの木本には Ti プラスミドをもった *Rhizobium* 属細菌が根頭癌腫病を起こす。*Pectobacterium carotovorum* はサフラン, ケシ類, ニンニク, ベニバナ, キョウナ, ワサビなどの茎葉に軟腐病を起す(図 3-A)。また, *Xanthomonas* 属細菌はホオズキ, アカメガシワ, ラベンダー, ローズマリーなどに斑点・葉枯性の病害のほか(図 3-B), カンキツ(ダイダイ) かいよう(潰瘍)病を起因する。サツマイモ類立枯病(図 4-A, B) の病原 *Streptomyces ipomoeae* は放線菌の 1 種であり, 通常の細菌と異なり細い菌糸状の菌体と数珠状に連鎖する孢子を形成する。

線虫 (Nematode) : 40 種以上の線虫が 60 種あまりの薬用植物を加害することが報告されている。主な病原線虫は葉枯線虫病を起こす *Aphelenchoides* 属 (*A. fragariae* 等), 根こぶ線虫病を起こす *Meloidogyne* 属 (*M. incognita* 等), 根腐線虫病を起こす *Pratylenchus* 属 (*P. penetrans* 等, 図 5-A, B) に所属する。後述の土壤病原菌とともに重複感染して重篤な土壤病害を引き起こすこともある。

陸棲藻類 (Algae) : スミレモ目の 1 種 *Cephaleuros virescens* がヤブニッケイなど照葉樹の葉に白藻病を起こす(図 6)。増殖器官として孢子のう(sporangium)を形成する。

菌類 (Fungi, 真菌類・偽菌類) : 500 種以上の菌類が 80 種あまりの薬用植物を侵すことが知られており(佐藤ら, 1992), その病原性も多様である。主要なグループとしては, 卵菌類, 接合菌類, 子のう菌類, 担子菌類などがある。うどんこ病菌(子のう菌類, 32 種

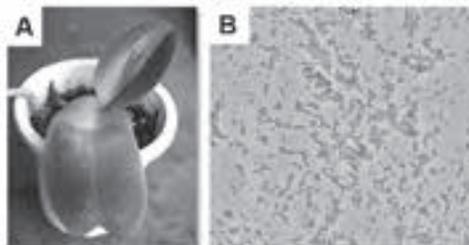


図 3 *Pectobacterium carotovorum* によるファレノプシス軟腐病(A), 斑点細菌病菌の 1 種(B, 位相差顕微鏡写真)



図 4 *Streptomyces ipomoeae* (放線菌) によるサツマイモ類立枯病。萎縮した地上部(A), 塊根のかさぶた状病斑(B) (渡邊健氏原図)

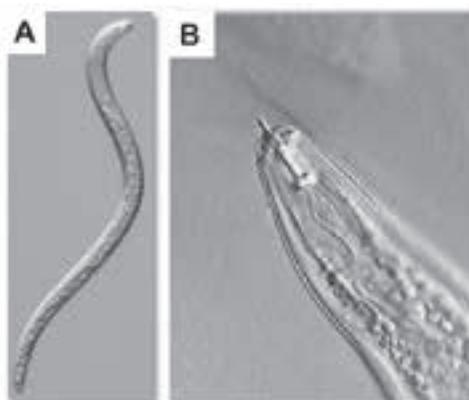


図 5 ネグサレセンチュウの 1 種 (A: 全体, B: 頭部の口針)



図 6 タイサンボク白藻病

／44 宿主, 図 7-A~C), さび病菌 (担子菌類, 28 種 / 31 宿主, 図 8-A~C), 白さび病菌 (図 9-A~C) およびべと病菌 (卵菌類, 両病菌とも 4 種 / 4 宿主, 図 10-A, B) はいずれも宿主特異性の高い絶対寄生菌であり, 原則的に宿主ごとに種が異なるが, 病名に象徴される各病害の病徴はよく似ている.

*** 卵菌類 (Oomycota) の代表的病原菌**

・ *Phytophthora* 属菌: 10 種以上がジオウ, オタネニンジン, シャクヤク, ムラサキ, サンショウ, ラベンダーなど 18 種に多湿条件で疫病を起こし, 無色, 球形の卵孢子 (有性器官) と 2 鞭毛をもつ遊走子 (無性器官) を形成する (図

11-A, B).

・ *Pythium* 属菌: 8 種以上がヤーコン, フキ, ミズナ, アシタバなど 6 種の根や地際を害し根腐や立枯を起こす. *Phytophthora* 属菌と同様に卵孢子と遊走子を形成するが, 胞子のうから発達する球のう内で遊走子が分化する点で, *Phytophthora* 属とは異なる (図 12- A, B).

*** 子のう菌類 (Ascomycota) の代表的病原菌**

・ *Botrytis* 属菌: 6 種がシャクヤクなど 20 種の宿主に灰色かび病を起こし, 代表的な *B. cinerea* は子のう盤 (有性器官) と分生子柄上に楕円形ないし卵形の無色, 単細胞分生子を形成する (図 13- A, B).

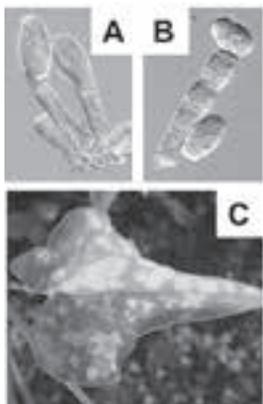


図 7 うどんこ病菌の分生子 (A: 単生型, B: 鎖生型) およびソバうどんこ病 (C)

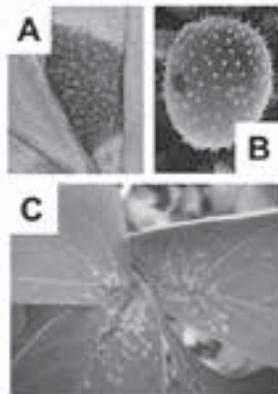


図 8 シャクヤクさび病菌の夏・冬胞子堆 (A), センブリさび病菌の夏胞子 (B) およびボタンポウフウさび病 (C)

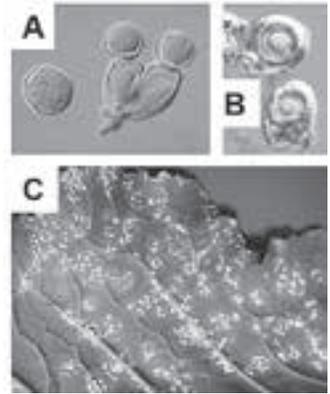


図 9 白さび病菌の遊走子のう・遊走子のう柄 (A), 卵孢子 (B) およびノザワナ白さび病 (C)

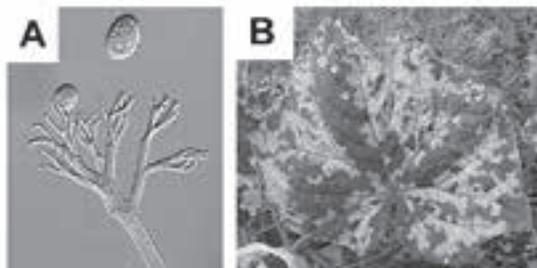


図 10 ナズナべと病菌の遊走子のう・遊走子のう柄 (A), キュウリべと病 (B)

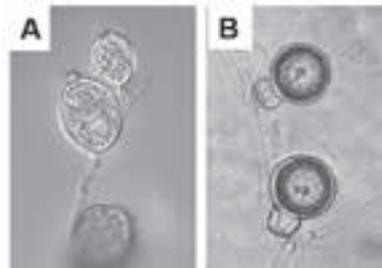


図 11 *Phytophthora* 属菌 (疫病菌) の遊走子のう (A) および卵孢子 (B)

・ *Cercospora* 属菌：20 種がサンショウ，モロヘイヤ，サンザシ，グワバやニホンハッカなど約 20 種の葉に斑点性病害を起し，分生子柄上に針形ないし棒形の無色～淡色多細胞分生子を形成する（図 14）。

・ *Cladosporium* 属菌：7種がタラノキ，ダイダイ，カキ，シャクヤクやサツマイモ類など約 10 種の葉に斑点性・すすかび性病害を起し，分生子柄上に壘球形・楕円形ないし円筒形，有色，

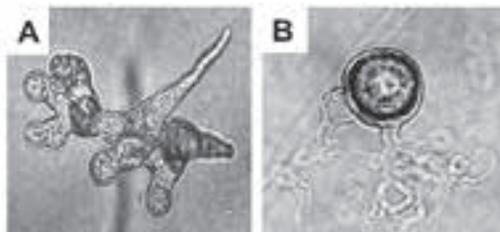


図 12 *Pythium* 属菌の膨状胞子のう (A) および卵胞子 (B)

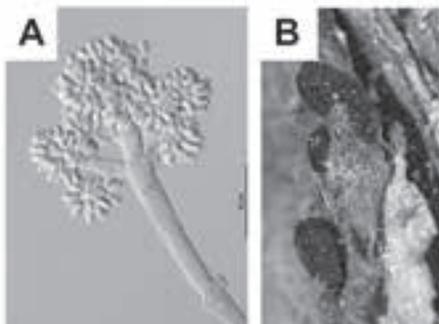


図 13 *Botrytis paeoniae* (シャクヤク立枯病菌) の分生子，分生子柄 (A) および菌核 (B)

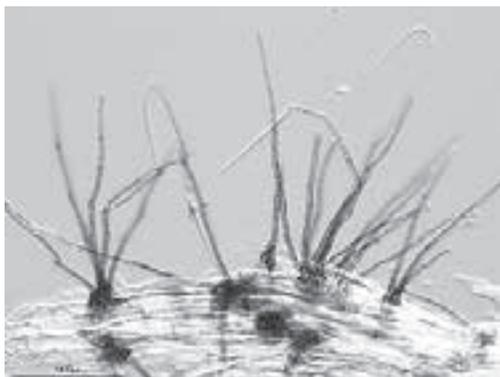


図 14 *Cercospora* 属菌の分生子および分生子柄

1～数細胞分生子を分枝を伴った連鎖状に形成する（図 15- A, B）。

・ *Colletotrichum* 属菌：10 種以上がマタタビ，カキやベニバナなど約 15 種の茎葉・果実に炭疽病を起し，剛毛のある分生子層と無色・単細胞の分生子（無性器官），および種によって子のう殻および子のう胞子（有性器官）を形成する（図 16）。

・ *Fusarium* 属菌：2 種（7 分化型）および未同定種等がベニバナやスイートバジルなど約 15 種に土壌病害を起す。分化型 (forma specialis) とは特定の宿主しか侵さない同一種内の病原性系統のことで，*F. oxysporum* とその 5 分化型は導管褐変による萎凋・立枯病を，*F. solani* とその 2 分化型は根腐・乾腐病をおこす。分生子柄上に広楕円形ないし長楕円形，無色，1～2 細胞の小分生子，鎌形で無色，多細胞の大分生子および無色～淡黄色の厚壁胞子（い

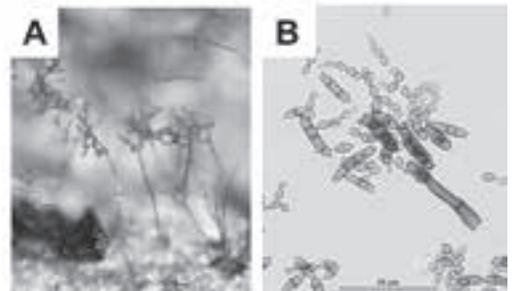


図 15 *Cladosporium paeoniae* (シャクヤク斑葉病菌) の分生子柄 (A) および分生子 (B)

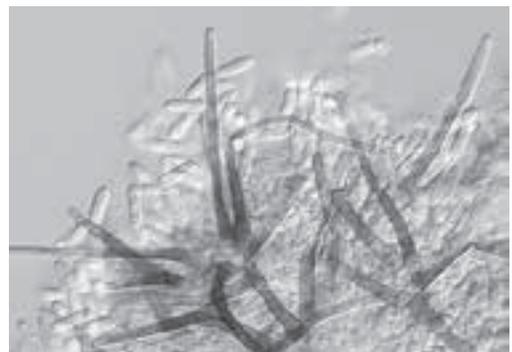


図 16 *Colletotrichum* 属菌の分生子および剛毛

ずれも無性器官)を形成し、種によっては子のう殻(有性器官)を形成するものもある(図17-A~C)。

・*Pestalotiopsis* 属菌:10種以上がイチヨウやボタンなど10種の葉に斑点・葉枯性病害を起こし、先端に数本、基端に1本の付属糸を持つ5細胞、紡錘形、中央3細胞が有色の分生子(無性器官)を形成する(図18)。

・*Phoma* 属菌:8種以上がナンテン、オタネニンジン、カキ、ニホンハッカやワサビなど約15種に斑点・葉枯性、あるいは枝枯性の病害を起こし、分生子殻内に楕円形、小型で無色の単細胞分生子(無性器官)を形成する(図19)。

・*Phyllosticta* 属菌:17種以上がホオノキやフキなど約13種に斑点・葉枯性の病害を起こすとされているが、分類学的な再検討が必要と思われる。属徴は分生子殻内に楕円形~卵形、先端に粘液性の付属糸をもち、無色、単細胞分生子(無性器官)を形成する(図20)。

・*Rosellinia necatrix*:アカメガシワやキハダなど木本・多年生草本15種の地下部を加害し白紋羽病を起こす多犯性種である。隔壁部がこん棒状に膨れた菌糸と分生子柄先端に亜球形、単細胞分生子(無性器官)と擬宝珠形の子のう殻と細長い子のうおよびボート形、灰黒色、単細胞の子のう胞子(有性器官)を形成する(図21-A~E)。

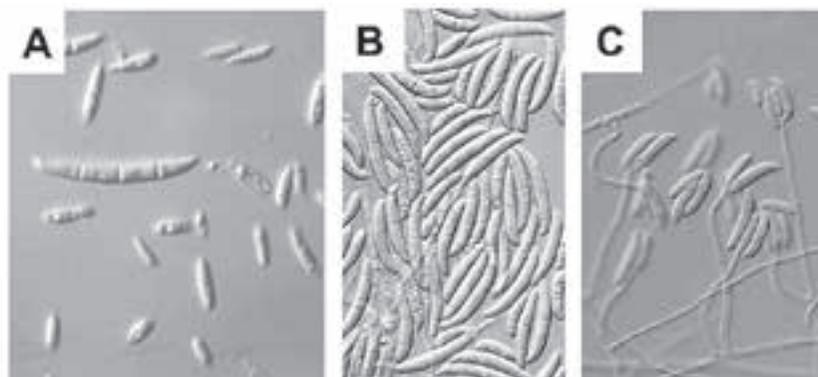


図17 *Fusarium* 属菌の大分生子および小分生子 (A: *F. oxysporum* 種複合体, B, C: *F. solani* 種複合体)



図18 *Pestalotiopsis* 属菌の分生子 (位相差顕微鏡像)

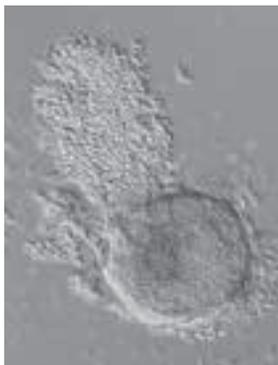


図19 *Phoma* 属菌の分生子殻および分生子

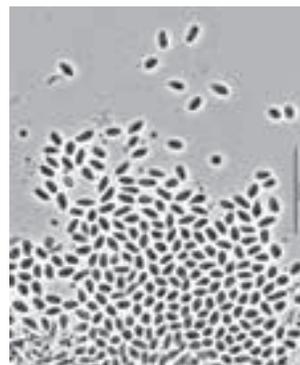


図20 *Phyllosticta* 属菌の分生子 (位相差顕微鏡像)

・*Sclerotinia sclerotiorum*: スイートバジル, シソ, ケシ類, サツマイモ類やミズナなど草本 10 種の地上部を加害し菌核病を起こす多犯性種である. 病患部にネズミ糞状の黒色菌核とそこから生じる子う盤と楕円形, 無色, 単細胞の子う胞子 (有性器官) を形成する (図 22).

・*Verticillium dahliae*: タラノキやキキョウなど約 10 種の導管を加害し半身萎凋病を起こす多犯性種である. 分生子柄上に輪生する分生子形成細胞から広楕円形, 無色, 単細胞の分生子と暗褐色の微小菌核 (無性器官) を形成す

る (図 23).

＊担子菌類 (Basidiomycota) の代表的病原菌

・*Helicobasidium mompa*: ニワトコやカシ類など約 10 種の本木地下部や地際部を加害し紫紋羽病を起こす多犯性種である. 強く湾曲した 4 細胞の担子器から無色, 単細胞の担子胞子 (有性器官) を形成する (図 24- A~D).

・*Rhizoctonia solani*: 複数の菌糸融合群がキバナオウギキやトウキなど約 20 種の地上部あるいは地下部を加害し, 融合群に応じて葉腐病, 茎腐病あるいは (苗) 立枯病を起こす多犯性

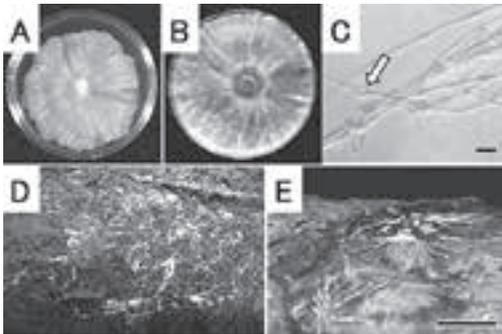


図 21 *Rosellinia necatrix* (白紋羽病菌) の培養コロニー: ブドウ糖加用ジャガイモ煎汁寒天培地 (PDA) 上で 1 週間培養 (A), PDA 上で 1 か月間培養 (B), 菌糸隔壁部の洋梨状膨張部 (C), ナシ罹病根上の菌糸束 (D) および罹病根皮下に形成された扇状菌糸束 (E) (中村 [2009] より転載)



図 22 *Sclerotinia* 属菌 (菌核病菌) の菌核から形成された子う盤 (長尾英幸氏原図)



図 23 *Verticillium* 属菌 (半身萎凋病菌) の分生子柄

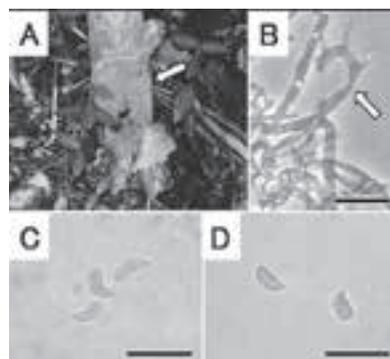


図 24 *Helicobasidium* spp. (紫紋羽病菌) の子実体および担子胞子: *H. mompa* の子実体 (A), *H. mompa* の担子器 (B), *H. mompa* の担子胞子 (C) および *H. brebissonii* の担子胞子 (D) (中村 [2009] より転載)

種である。ほぼ直角に分枝する多核の菌糸と菌糸融合群によっては菌核（無性器官）を形成する（図 25-A, B）。

・ *Sclerotium rolfsii* : カノコソウ, ゲンノショウコ, オケラ類, スミレ類, タンポポ類, ドクダミ類など 23 種の地下部あるいは地際部を侵害し, 白絹病を起こす多犯性種である。かすがい連結 (clump connection) をもつ一次菌糸と垂球形で淡褐色ないし褐色, 3 層構造をもつ粟粒状の菌核（無性器官）を形成する（図 26-A, B）。

薬用植物に登録のある病害防除剤

オタネニンジンやシャクヤクなどメジャーな薬用作物は別として, 一般に薬用植物 (作物) では, 病害防除用薬剤の登録が遅れている。農業インデックス (<http://www.agro.jp/>) によれば, リンゴには 44 種の殺菌剤が登録されているのに対し, 14 種の薬用作物の 25 病害について延べ 58 件の防除用薬剤が登録されているに過ぎない (表 1)。上で述べた病害の全てがどこでも常発するわけではないが, その数に比べていかに登録農薬が少ないかが分かる。

農薬の適用対象としては, 薬用植物の多くは「野菜類」に分類されており, チウラムやベノミルなど「野菜類」に適用のある殺菌剤による種子消毒が可能である。最近, 薬用植物資源研究センター北海道研究部などでは, カノコソウの病害に対して殺菌剤による種子消毒の試験を行い, 防除に有効であることを明らかにした。同研究部によれば, この成果は平成 27 年度 AMED 報告書に掲載される予定であり, それに基づいた供試殺菌剤の適用拡大の手続きが今年度前半に完了する見込みとのことである。種子消毒は省力的防除法であるため, 種子繁殖植物では登録薬剤の施用法に従って種子消毒を励行し, 収量と品質を

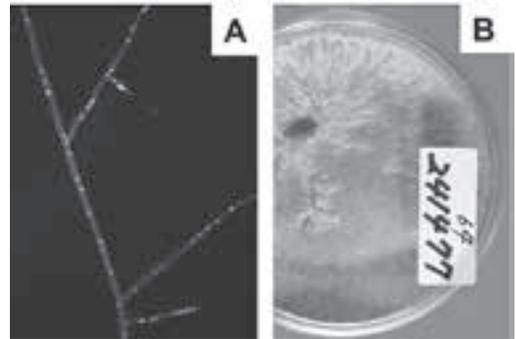


図 25 *Rhizoctonia solani* の多核菌糸 (A, 窪田昌春氏原図) および培養コロニー上の菌核 (B)

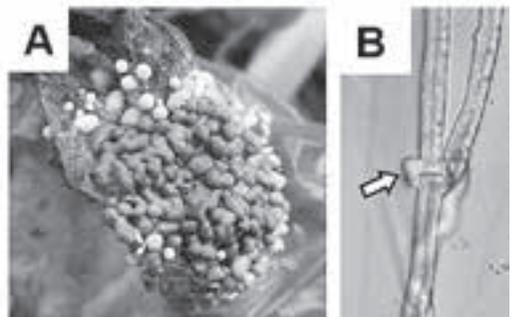


図 26 *Sclerotium rolfsii* (白絹病) の菌核 (A) および菌糸のかすがい連結 (B)

確保することが賢明である。一方, ジオウ類などのように株分け増殖するもの, またはトウキのように苗を定植するものには, 移植の際に苗を殺菌剤で消毒できるように, 登録農薬の整備を進める必要がある。

おわりに

薬用作物の生産規模を拡大し安定した収量と品質を確保するには, 各薬用作物に適した病害防除用の登録農薬が不可欠である。それにはまず, それぞれの産地の各作物でどのような病害が発生し, 大きな被害を及ぼしているか, 診断と被害の実態調査が必要になる。また, 登録農薬の適用拡大に向けた殺菌剤などの効果試験を実施するためには, 対象病害の発病誘導技術が欠かせない。様々な植物病

原細菌・菌類の扱い方や接種技術については、大畑（1995）にまとめられており、薬用植物の病原と共通の種も多く載っている。現在、農業・食品産業技術総合研究機構の農業生物資源ジーンバンク（NARO Genebank）の配布微生物株カタログ（http://www.gene.affrc.go.jp/databases-micro_search.php）には、薬用植物の病原の約130種420株以上が収録されているが、それらは国内既知病害の約16%（124病

害）の病原に過ぎず、いまだ十分とはいえない。本解説（1）で触れたように、2014年より薬用植物資源研究センター北海道研究部が中心となって新たな病原微生物株の収集が始まり、同ジーンバンクへの寄託が進められている。他方、今年度から5年間の予定でトウキ類、ミシマサイコ、オタネニンジン、カンゾウ類、シャクヤクを対象とした農林水産省委託プロジェクト「薬用作物の国内生産拡

表1. 薬用植物の病害防除用登録農薬

宿主植物	病害(病原)	登録農薬
アマ	センチュウ類	クロールピクリン, ドロクロール, ドジョウピクリン
	立枯病	ベンレート水和剤20, トップジンM水和剤
オタネニンジン	灰色かび病	ロブラール水和剤
	センチュウ類	テロン, DC油剤, D-D
	根腐病	クロールピクリン, ドロクロール, ドジョウピクリン
カノコソウ	斑点病	ロブラール水和剤, ポリオキシシンAL水溶液, ICボルドー66D
	半身萎凋病	ベンレート水和剤*
シャクヤク	うどんこ病	ダコニール1000
	灰色かび病	ベンレート水和剤
センキュウ	根黒斑病	キルパー
	べと病	エムダイファー水和剤, ダコニールエース
センプリ	さび病	ベンレート水和剤
ディル	うどんこ病	アミスター20フロアブル, ジーファイン水和剤
トウキ	べと病	ストロビーフロアブル
バジル	菌核病	エムダイファー水和剤
ハッカ	さび病	ロブラール水和剤
	黒穂病	ドイツボルドーA, KBW, ビティグラン水和剤
ハトムギ	黒穂病	ホーマイ水和剤, ベンレートT水和剤20
	葉枯病	ホーマイ水和剤, ベンレートT水和剤20, ロブラール水和剤
ベニバナ	炭疽病	トップジンM水和剤
ホップ	べと病	クブラビットホルテ, ドイツボルドーA, クムラス, ビティグラン水和剤, ドウジェット, リドミル粒剤2, キノンドー水和剤40, コサイドボルドー, ボルドー, コサイド3000, ユニフォーム粒剤
	うどんこ病	カリグリーン, アカリタッチ乳剤, ハーモメート水溶液
	灰色かび病	カリグリーン, パスワード顆粒水和剤, ハーモメート水溶液
ミシマサイコ	炭疽病	ダコニール1000, トップジンM水和剤
	センチュウ類	テロン, DC油剤, D-D
14	25病害	延べ58剤

*今年度前半に登録完了の見込み
 （農業インデックス「<http://www.agro.jp/>」の検索結果:2016.5.6）

大に向けた技術の開発」がスタートした。このプロジェクトは、近年ますます需要が高まる一方で輸入原料価格の高騰している生薬の国内生産を振興し、良質な原料の安定供給を可能にすることを目的としている。ところが、これまで我が国では生薬原料の多くを輸入に頼ってきたことから、薬用作物の病害を専門とする研究者や防除指導員はごくわずかしかない。今後、上記プロジェクトなどを契機として、薬用作物の病害診断と病原微生物の同定・保存・増殖・接種といった基礎的なテクニックを研究・開発し、栽培現場で普及・指導する人材を育成することが急務となっている。

ここで紹介した研究の一部は、平成 26 年度厚生労働科学研究費補助金および平成 27 年度日本医療研究開発機構研究費（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）」により実施された。関係各位に深謝する。本解説（1）（2）をまとめるに当たり、（国研）医薬基盤・健康・栄養研究所薬用植物資源研究センターの川原信夫博士、同筑波研究部の飯田修氏、同北海道研究部の菱田敦之博士、林茂樹博士、山口真輝博士、菊池健太郎氏に様々な情報をご提供頂くとともに、多々便宜を図って頂いた。ここに記して深甚なる謝意を表す。また、写真を快くお貸し頂いた茨城県農業総合センター農業研究所の渡邊健博士、農研機構野菜花き研究部門の窪田昌春博士および同果樹研究部門の中村仁博士、マレーシア理科大学の長尾英幸博士に心より感謝申し上げます。さらに、原稿について有益なご助言を頂いた農研機構遺伝資源センターの埋橋志穂美博士ならびに本稿の編集・掲載にお骨折り

頂いた薬用植物栽培研究会の草野源次郎博士に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 福岡貴寿・佐藤豊三・永島進. 2015. *Phoma* sp. によるシャクヤク円星病（新称）. 日植病報 81:206.
- 一木（植原）珠樹・長岡（中蘭）栄子・大橋美保・佐藤豊三・花田薫・辰尾良秋・高尾泰昌・村上芳哉・青木孝之・藤川貴史. 2016. 薬用植物ジオウ類からの数種植物ウイルスの検出とそれらの塩基配列の解析. 日植病報 82（印刷中）
- 泉澤直・石原正敏. 1996. サツマイモウイルスフリー苗利用による生育，収量並びに品質におよぼす影響とその持続年限. 茨城農総セ農研報 3:13-21.
- 川部真澄・窪田昌春・築尾嘉章・桃井千巳・森川俊幸. 2016. *Phoma* sp. によるトウキ斑点病（新称）. 日植病報 82（印刷中）
- 菊池健太郎・利根川千枝・柴田葵・廣岡裕吏・佐藤豊三・林茂樹・菱田敦之・川原信夫. 2016. *Phoma* sp. によるカンゾウ斑点病（新称）の発生について. 日植病報 82（印刷中）
- 岸國平（編）. 1995. 植物病理学事典. 養賢堂 東京. p.1220.
- 公益財団法人日本特産農産物協会（編）2015. 薬用作物（生薬）に関する資料（平成 24 年産）「主要薬用作物の概要（一覧表）」
- 森田琴子・市之瀬玲美・柴田葵・吉澤祐太郎・荒金眞佐子・鍵和田聡・石川成寿・堀江博道. 2015. セイヨウオトギリソウ，カノコソウ，クマツヅラ，チゴユリおよびチャイブに発生した白絹病（新称）. 日植病報 81:51.
- 中村仁. 2009. 紫紋羽病菌・白紋羽病菌. 微生物遺伝資源利用マニュアル（27）：1-23. 農研機構遺伝資源センター. 2016. 日本植物病

- 名目データベース. http://www.gene.affrc.go.jp/databases-micro_pl_diseases.php (2016年4月22日版)
- 大畑貫一 (編). 1995. 作物病原菌研究技法の基礎—分離・培養・接種—. 日本植物防疫協会 東京. p.342
- 佐藤豊三. 2015. 薬用植物の病害と病原微生物 (1). 薬用植物研究 37(2) : 49-58.
- 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.
- 塩見敏樹・崔容文・杉浦巳代治. 1983. ミシマサイコ萎黄病 (新称) の発生とその寄主範囲. 日植病報 49 : 228-238.
- 陶山一雄・西孝三郎. 1981. 薬用植物の病害. 植物防疫 35 : 34-38.
- 米山勝美・夏秋啓子・瀧川雄一・堀江博道・有江力. 2006. 植物病原アトラス—目でみるウイルス・細菌・菌類の世界—. ソフトサイエンス社 東京. p.261

●佐藤 豊三 (さとう・とよぞう) ●

東京都出身

1982年 筑波大学大学院農学研究科修了
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 遺伝資源センター研究専門員

2016年 農業・食品産業技術総合研究機構遺伝資源
センター研究専門員

牧野富太郎と植物画
— 練馬区立牧野記念庭園記念館の企画展を通して —

Botanist Tomitaro Makino and plant drawings related to his achievements

田 中 純 子

練馬区立牧野記念庭園記念館
〒178-0063 東京都練馬区東大泉6-34-4

Junko Tanaka
Makino Memorial Garden & Museum
Higashioizumi 6-34-4, Nerima-ku, Tokyo 178-0063 Japan

2016年5月9日受付

はじめに

近年、日本ではボタニカルアートを愛好する人たちが、カルチャセンターの植物画教室、国立科学博物館主催の植物画コンクールや日本園芸協会の公募展、及びギャラリーでの個展やグループ展などを通じて増えてきている。本誌読者には学生時代に薬用植物をスケッチされた方も多く、また、1995（平成7）年1号から2005年1号までの表紙は薬用植物画で飾られていたため、植物画に親しみを覚えると言う方もおられるであろう。

筆者は江戸後期から明治前期にかけての植物画を研究対象とし、また、練馬区立牧野記念庭園記念館において学芸員として数々の企画展に携わるなど多くの植物画に接する機会を得ている。そしてその調査研究過程において、日本のボタニカルアート発展に牧野富太郎が大きな影響を及ぼしたと考えるようになった。そこで、今回を含め数回にわたって、牧野富太郎の業績、記念館の企画展示、及び彼の植物画コレクションについて紹介したい。



図1 練馬区立牧野記念庭園正門

練馬区立牧野記念庭園記念館

東京都練馬区東大泉に、練馬区立牧野記念庭園がある。ここは、植物学者牧野富太郎（1862-1957）が1926（大正15）年に居を構えてから亡くなるまで約30年間暮らしたところである。亡くなった翌1958（昭和33）年、牧野が「わが植物園」と呼んで大切にしていたこの庭を記念庭園として公開し、併せて牧野が研究に励んだ書斎も残し、また牧野の愛用品や原稿、植物図などを展示する施設として記念館が建てられた（図1-3）。同年に

は、牧野の郷里高知の五台山に高知県立牧野植物園（以下、植物園）が開園し、1963（昭和38）年に牧野旧蔵の洋書・和書などを収める牧野文庫も園内に開設された。¹⁾ さらに、植物園開園と同じ年、莫大な数の植物標本を保管するために東京都立大学（現首都大学東京）牧野標本館が設立された。記念館では、牧野の次女鶴代が、遺品などを管理し展示の説明も行い、父の顕彰に努めた。その後、公開から50年が経ち記念館を建てかえることになり、2010（平成22）年8月に記念館がリニューアルオープンした（図4・5）。それ以来、学芸員が置かれ年4回ほどの企画展を計画・実施し、併せてそのために必要な資料調査を行なって現在に至っている。

今年2016（平成28）年は、牧野が30回にも及んだ引越しに終止符を打ち、大泉の地に自分の家を建て暮らすようになってから、90年目の節目にあたる。当時雑木林が残るこの地を一目見て牧野は気に入ったと言われている。その3年前に起きた関東大震災の経験を踏まえて、莫大な植物標本や貴重な蔵書など研究に欠かせない資料を火事から守るべく安住の地を捜していたところ、知人の紹介で大泉に引っ越すことになった。記念館では、牧野の誕生日の前日4月23日から、引っ越しをした5月3日をはさんで6月26日まで、「牧野富太郎大泉転居90周年 日々に庭の草花看るたのし〜家族に支えられた歳月〜」展を開催している。

「朝な夕なに草木を友にすればさびしいひまもない」と詠んだ牧野は、生涯を植物に捧げ植物研究一筋に突き進んだ。その結果、家財を投げ打ち、それでも返済できないぐらいの借金を背負い込むことになり、妻寿衛（通称寿衛子）は、取り立てにくる人の対応に忙しく、子供を育てながら日々の暮らしをやり繰



図2 「^{ようじょう}蘇條書屋」と牧野が名付けた書齋

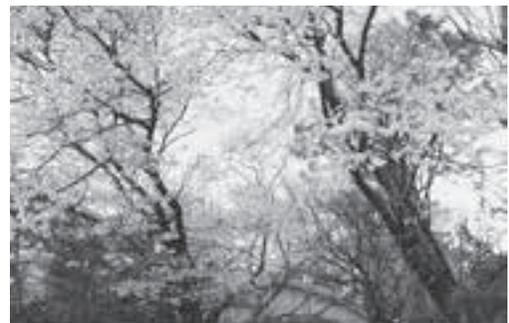


図3 センダイヤ
牧野が郷里で見つけ自邸に植えたサクラ



図4 記念館常設展示室



図5 記念館企画展示室

りしたのであった。さらに、家族は各地から牧野が送ってくる夥しい数の押し葉を乾かす作業を総出でこなし、牧野の研究は、妻と子供たちの支えがあってこそ可能なものであった。今回の企画展を実施して強く感じたことである。

牧野富太郎の業績

牧野は、日本の植物相を明らかにするため長年植物の記載と分類に勤しみ、日本の植物分類学の基礎を築いたとされる人物である。殊に高く評価されていることは、自ら植物図を描き、日本のみならず世界においても見劣りしない植物図の完成に向けて一途に努力し、結果植物学的に正確かつ精密で、なおかつ美しいと言える植物図を描き上げたことである。こうした牧野の姿勢の根底には、植物研究を志すようになった20歳前後に決意した、15箇条からなる心得がある。それを牧野は「楮鞭一撻^{しゃべんいったつ}」と名付けた。²⁾ その第7条で「当に画図を引くを学ぶべし」という見出しを掲げて、植物研究を行なうにあたりそれに適した画図の技法を学ぶことが不可欠で、かつ適切な文章を書いてこそ植物について正確に伝えられる、と述べている。まさしくその通りに実践した牧野は、見事としか言いようのない植物図を制作した。それは「牧野式植物図」といわれるように、細部にわたる多数の解剖図をともなった精緻な図で、対象となる種の特徴を如実に表現し全体像をあますところなく示した独自のスタイルをもつものである。³⁾ こうした植物図を収録した主な著作が、『日本植物志図編』（1888-1891年）、『新撰日本植物図説』（1899-1903年）、『大日本植物志』（1900-1911年 但し第12-15図は山田壽雄との共作）である（図6）。⁴⁾

このように牧野は植物の記載文とともに自ら植物図を描き、日本の植物相の解明及び日本の植物分類学の発展に貢献した点が評価されている。これが牧野の業績の一つであり、もう一つは植物学の普及を意図しそれに尽力したことである。

牧野は、2011（平成23）年に創立100年を迎えた牧野植物同好会（もとは東京植物同好会、1911年発足）や日本最初の植物同好会である横浜植物会（1909年発足）などの設立に関わりその会の指導者として大いに活躍した。また、当時、各地で博物学を教える教員たちを中心に植物採集会がつけられ、その講師として招かれることも多かった。牧野は、話が上手く人を惹きつけたようで、子どもや女性を含めて多くの人が採集会に参加したと言われる。牧野を直接知る牧野植物同好会会員の方は、植物名を尋ねると牧野からすぐに返事が返ってくる、それがうれしかったと思いう出話をしてくださった。

一方、同好会の指導と並行して、牧野は執筆活動に力を入れていく。牧野のこうした姿



図6 牧野富太郎筆 ホテイラン（『大日本植物志』第16図版 1911年）個人蔵

勢は大正年間以降顕著になる。注4で示した大場秀章氏の指摘によれば、牧野の植物分類学そのものの研究発表はだいたい53歳までになされ、54歳になる1916（大正5）年に牧野が創刊した『植物研究雑誌』に、植物に関する論考を掲載していくが、専門的な内容の論文は少なく、それらは「落穂拾い的であった」ことは否めないということである。⁵⁾ 1928（昭和3）年2月に亡くなった妻に献呈して名付けられた新種のササ「スエコザサ」の記載がこの時期に当てはまる（図7）。

では、牧野は50代半ば頃から94歳で亡くなるまでおよそ40年余り、植物学において何を目指したのであろうか。手掛かりは、『植物研究雑誌』第2巻第1号（1918年）の表紙に初めて掲載し、それ以降も同所に載せた枠囲いである。その枠内に牧野は、以下のようなことを記した（図8）。

「植物研究雑誌、ナンテムズカシイ名ダロウ、サレド其内容ハ欧文欄ヲ除イタ外ハソームズカシクナク、主トシテ家庭ヨリ小学中学高等学校程度ノヤサシキ真面目ナ植物記事ヲ載セルコトニシテ居ル、然シ折々ハ大学程度ノ墨ヲ摩スル記事ガナイデモナイカモ知レヌ、私ノ希望ハ成ルベク植物知識ノ普及ニカシメ、且植物趣味ヲ鼓吹シタイノデ是レガ今日此雑誌ノ主張デアル。」⁶⁾

以上の引用から、植物知識の普及と植物趣味の推奨が、牧野の執筆の目的であったことがわかる。また、1943（昭和18）年出版の『植物記』に続いて翌年刊行された『続植物記』（文庫版では『花物語』）の序文で、こうも述べている。

「私は成るべく平易な文章を以ていろいろ学問上の事実を読者に伝えたいとは前々からの宿願である、可なり六ヶしい科学上の事柄でも行文さえうまければ必ず了解の出来る様に



図7 練馬区立牧野記念庭園のスエコザサ



図8 『植物研究雑誌』第2巻第1号（1918年）個人蔵

仕向ける事はそう難事ではないと信ずる、私は成るべく軟かい筆致で堅い事柄を説明して見たいのです。」

わかりやすい言葉ないし文章で植物学を説明したいという考えを、牧野が抱いていたことがわかる内容である。他にも、『趣味の植物誌』（1948年）の「毒草と食用草の見分け方」では、トリカブト、イモ類、ヒガンバナ、ドクゼリ、シキミの実など毒のある植物について注意を喚起した後にこう述べている。

「我が国の教育程度がもっと進んで一般の人が植物に就てもこの位の知識を備えている様

にならなければいけないと思う。然し之れは学者の方にも罪がある。学者が自分の豊かな知識で子供達にでも分るように種々の植物を図説して一般家庭の読物として供給すればよいのであるが、之れを怠っているから一般の人が余りに無智でそのために危険に逢うことが多いのである。」

ここでも、わかりやすい植物の本が家庭に必要であるという牧野の考えが披瀝されている。さらに、昭和前期に出版された、『趣味の植物採集』（1935年）や『趣味の草木志』（1938年）、今引用した『趣味の植物誌』など牧野の著書のタイトルをみても、植物に関する知識をもつことと並んで植物を愛好する趣味を世間に広めていきたいという牧野の考えがそこに明確に表わされている。

大正から昭和前期にかけて植物学の啓蒙活動に励む中、牧野は40年以上にわたって勤務した東京帝国大学を1939（昭和14）年に退職し、翌年、牧野の名を冠するが故にその名を今もって知らしめている『牧野日本植物図鑑』を完成させる。さらにその翌1941年3月には、出版を引き受ける人が見つかったので植物図説の出版にとりかかる旨の手紙を、郷里の知人に送っている。⁷⁾ これは、おそらく自叙伝に書いてある、大学退職後自らに課した仕事の一つ、日本植物図説の刊行を指していると考えられる。⁸⁾ 植物図鑑で事足りるとはせず、編纂が途中で終わってしまった『大日本植物志』などのように文も図も図鑑よりもっと充実した内容をもつ日本の植物誌をつくりたかったのである。なんとかこれを完成させたいとして、植物図の制作を桜の研究者川崎哲也（1929-2002）に依頼する、牧野晩年の葉書が残っている。牧野の夢は壮大で果てることがなかった。

牧野富太郎と植物画

2010年に記念館がリニューアルオープンして6年経った。その間20回以上の企画展を開催した。展示の内容としては、牧野に関連する展示や植物をテーマとするものを取り上げてきた。例えば、牧野の自邸があった大泉は当時、武蔵野の面影を残すところであり、牧野も武蔵野の植物について講演をしたり文章を書いたりしていることから、武蔵野の植物に関する展示を行なったことがある。また、牧野が会長となった東京植物同好会について『植物研究雑誌』に残された記録をもとに、採集した植物の標本を中心に同好会の活動を取り上げたこともある。こうした展示企画のため様々な調査を重ねるなかで、いくつか気が付いたことがある。これまでに開催した企画展を紹介しながら、今まであまり知られてこなかった牧野に関わる事柄に言及したい。

記念館は額展示が主な展示方法であることも関係して、日本のボタニカルアート作品を展示することが多かった。例えば、日本のボタニカルアートの礎を築いた太田洋愛（1910-1988）⁹⁾ や藤島淳三（1903-1990）¹⁰⁾ の植物画展を開催したことがある。二人とも、若い頃に間接的であれ直接的であれ富太郎に植物の描き方を教えてもらったということ回想で述べている。日本のボタニカルアートの活動は、現在非常に盛り上がり、海外のコンクールに出品し受賞するほどの実力のあるアーティストが輩出するようになってきた。ボタニカルアートの発展において太田や藤島といった先駆者たちの活躍が重要であることは言うまでもないことであるが、二人の証言から遡ると、その発展のおおもとで牧野と自身が描いた植物図の存在が意味をなしたと思われる。すなわち、植物を詳細に観察し正確

に描くという牧野の示した姿勢は、植物画を描く際の基本として日本のボタニカルアートに受け継がれてきたように見受けられるのである。

今述べたような、日本のボタニカルアートの発展のはじめに牧野ありき、といったことは、今まで意識されてこなかったことであり、記念館での企画展開催を重ねて次第に見えてきたことである。同様に、牧野が画工を育て、その指導のもと画工が植物図を制作したこともあまり大きくは取り上げられてこなかったように思われる。少なくとも、画工一人一人が企画展の主演として個々に顕彰されることはかつてなかったであろう。

牧野のために図を制作した画工については、今まで、植物園で開催し東京と大阪を巡回した「ボタニカルワールドへのいざない 牧野富太郎と植物画展」(2001年)や、牧野生誕150年を記念して植物園や国立科学博物館で行なわれた「植物学者牧野富太郎の足跡と今」展(2012～2013年)で紹介されたことはあったが、牧野自身が描いた植物図がクローズアップされ、個々の画工はどうしても影が薄い存在にならざるをえなかった。そのような一人、1940(昭和15)年刊行の『牧野日本植物図鑑』の序文に画工として名前が載る山田壽雄(1882-1941)は、すでに触れたが『大日本植物志』の第4巻第12-14図版「モクレイシ」、第15図版「オオヤマザクラ」を牧野と共作で描いた人物である。¹¹⁾ 第4巻が出版されたのが1911(明治44)年のことで、これ以前に山田は牧野から指導を受け植物図を制作するようになったと考えられる。出会ったきっかけ、時期はわからないが、おそらく明治30年代に牧野の指導に従った山田は、植物を描画する実力をめきめきとつけていき牧野に高く評価されたようである(図9)。こ

の辺りの事情は、山田の唯一の伝記と言える、『石井勇義ツバキ・サザンカ図譜』(1979年)に津山尚(1910-2000)が記した「植物画家山田壽雄の画業」に詳しい。津山は、さらに山田が牧野の最も信頼した画工であり、牧野以外の人山田に仕事を頼むのを牧野は好まなかった、ということも書いている。津山が出版したこれらのツバキ・サザンカ図は、牧野と非常に懇意にしていた園芸家石井勇義(1892-1953)が山田に依頼して制作されたもので、石井の生前には出版されなかった。国立国会図書館で原図の所蔵が確認されたことにより、昨年春「ツバキ・サザンカー石井勇義と牧野富太郎の友情」展を記念館で開催した。これらの原図は初めて公開されたのではないだろうか。山田の描いたツバキ・サザンカはどの図も、正確に栽培品種の特徴を把握し描いてあることは言うまでもないが、緻密に彩色された花卉や葉が印象的であった。山田の特徴は、なんといっても着色の完璧さであると言えよう。先述の、牧野が着手しようとしていた日本植物図説では、もともと単色で仕上げることの多かった



図9 山田壽雄筆 愛玉子イタビ 個人蔵

牧野が着色図にすると決めたようであるが、それは山田という存在があっただけで可能なことであつたと考えられる。だが、山田は、牧野が取りかかろうとしていた直後に亡くなる。

また、『牧野日本植物図鑑』の序文に画工として名前が載る水島南平（1879-1950）は、牧野が1942、43（昭和17、18）年頃に企画して未完に終わった『万葉植物図』の中心的描き手であつた（図10）。¹²⁾ 植物図鑑の図を山田といっしょに担当していた水島に、牧野は山田亡き後期待を寄せたとと思われるが、その水島も太平洋戦争末には疎開で郷里に戻り戦後東京に帰ることなく亡くなつてしまふ。『万葉植物図』は、万葉集の歌に詠まれた植物を1点ずつ描いた着色図で約100枚あり、現在記念館で保管されている。それらを「牧野富太郎が夢みた万葉の世界」展他として2回ほど紹介したが、その際に、牧野自筆の、『万葉植物図譜』と題を付した序文と万葉植物のうちオミナエシについての解説の原稿が、高知県佐川町立青山文庫に所蔵されていることが判明した。

また、植物についても図の描き方についても牧野より教えを受けたと語る川崎哲也も、先に触れたように昭和20年代、牧野から植物の採集や図の制作を依頼されていた。その頃に彼が描いたサクラの図を、牧野との交流を伝える書簡類とともに展示したこともあつた。¹³⁾

今後こうした牧野の画工について調査を進め業績を明らかにしていかなければならない。山田に関しては、牧野文庫に多数の植物図が所蔵されており、牧野がどのような目的でそれらの制作を依頼したのかなどの調査が必要である。また、水島は他の機関での植物図の所蔵が確認されているので、水島の現存

する作品を確定する必要がある。その上で企画展を開催したいと考えている。

さて、牧野の没後設立された牧野文庫には、遺族より寄贈を受けた蔵書約4万5千点が収蔵されている。蔵書は分野ごとに目録が作成され、重要な書物については『牧野富太郎蔵書の世界-牧野文庫貴重書解題』が刊行された。¹⁴⁾ しかしながら、文庫には蔵書のみならず富太郎が長年収集したとされる植物画も多数所蔵される。また、記念館のリニューアルオープンに際して遺族より預かつた資料のなかにも、同様の植物画が含まれていることが明らかになった。記念館では、こうした植物画を牧野富太郎植物画コレクションとして企画展で度々取り上げてきた。例えば、明治期に制作された柑橘類の図や、江戸後期に渡来した植物を描いた図などを展示した。その準備のため、牧野の収集した植物画が誰によっていつ頃何の目的で制作されたのか、という資料そのものの調査が必要であつた。さらに、記念館保管の植物画には牧野文庫と生き別れになった資料があるのかどうか、ある



図10 水島南平筆 ツリガネソウ（『万葉植物図』より）個人蔵

いはこうした植物画を牧野はただ所持していただけではなく何か自身の研究に役立てたのではないかと、といった疑問についても解明していく必要性が感じられた。現在調査は進行中であるが、雑誌に掲載された牧野の論考や著書に、収集した植物画が掲載されたりまたは言及されたりしていることが徐々にわかり、牧野は自分の研究に、収集した植物画を活用していたことが次第に明らかになってきたところである。

コレクションの主なものは、江戸後期から明治前期にかけて活躍した、動植物画の名手と並び称される関根雲停（1803-1877）と服部雪斎（1807-没年不詳）の植物画である。前者は、描く対象を見たままに瞬時に描き上げたような動きのある絵を得意とし（図11）、博物学的関心をもった当時の大名や旗本に人気があり、特に富山藩主前田利保（1800-1859）に重用された人物である。発行された『草木奇品家雅見』（1827年）や『草木錦葉集』（1829年）に、雲停による写生画が多数収録されている。牧野は、若い頃に郷里の知人より雲停の植物画を譲り受け、1882（明治15）年に雲停の絵を見て学名などを書き込んだ跡がそれらに残っている。雲停の描く植物ののびやかさやすすくと繁茂する様が、若い日の牧野の心を捉えたと思われる。おそらく牧野は、植物の描画にあたり雲停の絵を参考にしたであろうが、さらに植物の記載や新種の発見においても雲停の絵がそのきっかけとなることもあった。その一例、雲停が描いたホテイランの図を見た牧野は、以来実物に出会うことを願い、ついにはだれか実物を見つけてくれるように呼び掛ける文を「稀有珍奇ナル二種ノ蘭科植物」という論考に載せるまでになる。¹⁵⁾ 協力者によってようやく実物を入手した牧野は、1911（明治44）年に



図 11 関根雲停筆 布袋ラン 高知県立牧野植物園蔵



図 12 服部雪斎筆 クワイ 個人蔵
東京の尾久で採れたクワイの写生画。解説に、東京に出荷するものの最上品とある。

『大日本植物志』第16図版としてホテイランの図と文を掲載するに至った。そのなかに、雲停を絶賛する一文も挿入された。雲停と牧野との関わりも従来は、ほとんど看過されていた事柄の一つである。¹⁶⁾

また、雪斎は、江戸後期、幕府の医官らの命により動植物や鉱物などの図を描いた人物で、代表作は江戸時代最高の質と量を誇る貝類図譜『目八譜』や鳥類図譜『華鳥譜』である。明治時代には文部省に出仕し、教育目的から出版された『動物図』や『博物図』など

の図を担当した。牧野のコレクションには、幕府の医官久志本常珍（号緑漪軒、生年不詳 - 1878）の用箋に雪斎が描いた植物画や、明治政府下文部省によって設立された博物局で制作された植物画が含まれる。後者のうちの一枚、クワイの図を牧野は、「くわむトおもだか」に挿し図として掲載した（図12）。¹⁷⁾

牧野のコレクションには、雲停や雪斎のみならず、江戸後期から明治前期にかけてつくられた他の植物画も多数現存する。これらの植物画については、牧野が自分の論考に利用したものも含めて、次回以降数例を取り上げ紹介したい。

終わりに

以上、牧野の業績や取り組み、及び記念館で催した企画展について見てきた。牧野の著書や論文を読んでいると、牧野は我々に何を伝えようとしたのか、現在における牧野の意義は何であろうか、とすることがある。そんなとき、「植物に感謝せよ」という文章にめぐり会った。これは、亡くなる前年に出版した『牧野富太郎自叙伝』（1956年）に収録されたタイトルの一つである。

このなかで牧野は、植物と人間の関わりについて以下のように述べている。

「人間は生きているから食物を摂らねばならぬ、人間は裸だから衣物を着ねばならぬ。人間は風雨を防ぎ寒暑を凌がねばならぬから家を建てねばならぬので其処で始めて人間と植物との間に交渉があらねばならぬ必要が生じて来る。

右の様に植物と人生とは実に離す事の出来ぬ密接な関係に置かれてある。（中略）そこで面白い事は植物は人間が居なくても少しも構わずに生活するが人間は植物が無くては生活の出来ぬ事である。そうすると植物と人間と

を比べると人間の方が植物より弱虫であると謂えよう、つまり人間は植物に向うてオジギをせねばならぬ立場にある。衣食住は人間の必要欠くべからざるものだが、その人間の要求を満足させてくれるものは植物である。人間は植物を神様だと尊崇し礼拝しそれに感謝の真心を捧ぐべきである。」

牧野のこうした主張は晩年に記されたが、突然芽生えたものではなく長年の植物研究のなかで育まれたものであろう。殊に、牧野は後半生、一般の人々における植物の知識の普及と植物を愛好する趣味の育成に力を入れていた。その根底には、植物への感謝、ないし人間と植物との共存を大事にする姿勢があったと考えられる。「植物に感謝せよ」という言葉は、植物を愛し自らを「植物と心中する男」とも「植物の精」とも言った牧野が主張するからこそ重みを帯びる言葉である。現在、環境保全や生物多様性など、人間とそれを取り巻く自然との在り方を改めて意識しなければならぬ状況にきている。そうした状況にあって、このシンプルな言葉は、牧野から我々へ託されたメッセージのように思われてならない。

注及び文献

- 1) 水上 元:薬用植物研究, 36(2), 70-73(2014).
- 2) 楮鞭とは、古代中国において、伝説上の三皇五帝の一人神農が赤い鞭でもって草を払い嘗めて薬効などを確かめたという故事に基づく言葉で、牧野はそれを踏まえて「楮鞭一撻」と名付けた。また、本文で後述する、関根雲停を重用した「博物大名」と言われる前田利保や幕臣らが江戸後期に結成した博物学的な本草研究会の名称も「楮鞭会」であった。牧野は若い頃に、雲停の絵だけではなく、利保が編纂した、色鮮やかな版画の『本草通串証図』や『信筆鳩識』など

- も郷里の知人から譲り受けたので、利保らの研究会のことも知っていてそれを念頭に置いて名付けたと考えられる。
- 3) 小山鐵夫：牧野植物同好会会誌 *Makino*, **77**, 1-6 (2007). 国立科学博物館編：植物学者牧野富太郎の足跡と今（日本の科学者技術者展シリーズ第10回図録），2012, p.5.
 - 4) 牧野の分類研究を調査した大場秀章氏は、『新撰日本植物図説』に収録されるクラガリシダ（第56-58図版 1901年），ナカミシシラン（第59・60図版 1901年），『大日本植物志』のヤマザクラ（第1・2図版 1900年），アズマシロカネソウ（第3図版 1900年），チャルメルソウ（第4図版 1902年）の図を、「植物画史上燦然と輝く名品といえるもの」として高く評価した。大場秀章：牧野植物同好会会誌 *Makino*, **80**, 1-5 (2008).
 - 5) 大場：前掲書, p.2.
 - 6) 引用文中に、読点を適宜補い、旧仮名遣いや旧字は現在使用のものに改めた。以下の引用文も同じ。
 - 7) 松岡 司：読売新聞高知版（前略 牧野です 第23回）2013年9月28日掲載。また、同1941年4月には、園芸家で『実際園芸』の主幹であった石井勇義に、図説編集にあたり費用の件で意見を聴かせてほしいという手紙を牧野は送っている。
 - 8) 牧野富太郎：牧野富太郎自叙伝，長嶋書房，1956, pp.116-120.
 - 9) 太田は、旧制中学を卒業後旧満州（現中国東北部）へ渡り、大賀一郎（1883-1965）のもとで植物の描画を始める。戦後、前川文夫著『原色日本のラン：日本ラン科植物図譜』（1971年），浅山英一著『園芸植物図譜』（1986年）などの図を描いた。『日本校集』（1973年）では解説を大井次三郎が、図を太田が受け持った。
 - 10) 藤島は、父より日本画を学ぶ。東京帝国大学農学部や農林省林業試験場などに勤務し植物画を担当。今関六也・本郷次雄共著『原色日本菌類図鑑』（1954年）に、藤島によるキノコの図が掲載される。退職後、ポタニカルアート及び図鑑の制作に従事し、1971（昭和46）年に日本ポタニカルアート協会を太田ら同志と創設。
 - 11) 牧野と山田の共作として、牧野が1907（明治40）年から嘱託として勤務した東京帝室博物館で大正末期に刊行された3点のサクラ図がある。それらの図には、「牧野富太郎指導 山田壽雄写生」と印字される。
 - 12) 水島は、橋本雅邦に師事して日本画を学ぶ。日露戦争では従軍画家として戦況の様子を記録し新聞社に送る活動をした。神奈川県立農事試験場著『着色図入芍薬之研究』（1932年）や横山桐郎著『日本の甲虫』（1930-31年）などの図を制作。
 - 13) 川崎が牧野に師事したことは、『日本の桜』（1993年）のあとがきで川崎が触れている。川崎の描いたサクラの図は、没後、大場秀章編『サクラ図譜』（2008年）として出版された。
 - 14) 高知県立牧野植物園編：牧野文庫蔵書目録（洋書の部），1981。同（邦文図書の部），1983。同（和書・漢籍の部），1986。同（論文・逐次刊行物等の部），1988。牧野富太郎蔵書の世界—牧野文庫貴重書解題，2002。
 - 15) 牧野富太郎：牧野植物学全集第3巻（植物集説 上），誠文堂新光社，1935, pp.81-84（科学世界，**1**(1)，1907の再録）。
 - 16) 田中純子：佐川史談会霧生関，**50**, 1-11（2014）。
 - 17) 牧野富太郎：牧野植物学全集第4巻（植物集説 下），誠文堂新光社，1936, pp.294-309（実際園芸，**16**(2)，1934の再録）。
-
- 田中 純子（たなか・じゅんこ）●
- 1989年 上智大学大学院文学研究科史学専攻
修士課程修了
私立白百合学園高等学校勤務
- 1993年 東京国立博物館資料館非常勤職員
- 2010年 練馬区立牧野記念庭園記念館学芸員
-

国産生薬の生産を願う

編集長 草野源次郎

筆者は本誌「薬用植物研究」の格上げ・普及拡大と、その結果として、薬用植物栽培研究会関係者による国産生薬復興の挑戦が成果を上げることが願っている。そのためには、筆者自らも挑戦し、本誌に投稿できるようなことをやろうと思っている。

筆者は5年半前（2011年1月20日）に、主に宮城県薬剤師会と日本薬用植物友の会メンバー有志と相談し、「NPO法人薬用植物普及協会みやぎ」を設立し、それ以来、その理事長の役を引き受けている。そのNPO法人は、宮城県からの委託事業を受託し、県薬用植物園の植栽植物の手入れを行い、薬草セミナー（年十数回）、県民公開講演会（年1回）、出前セミナー・研修会（年数回）、見学会ガイド（希望グループまたは個人）、定義紫根・陸前沢瀉の復活事業、数種の薬用植物の試験栽培、薬用植物栽培による地域活性事業の支援等を行っている。

筆者が主に担当していることは、植栽植物の新しい名札の原稿を作成することである。その名札は、ボードを支柱に斜めに取り付け、その上に名札の上端を固定する。名札の表面には植物の開花期の写真を、裏面には植物の特徴・薬事情報・最新の話題を列記してある。試行錯誤し、一つの案に落ち着いたが、1年間風雨に晒すと劣化することを知った。安価にできるものとし、保存する名札原稿を毎年訂正更新することにした。新しい植物分類法APG体系が進行しており、薬用植物の種によっては、科名が新エングレー体系の科名と異なっている科名に組み替えられたものなどの確認を楽しんでいる。

筆者は、本誌先号（2015年2号）に「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ことという文章を寄稿した。NPO法人薬用植物普及協会みやぎも、薬用植物栽培による地域活性化事業の支援を行っており、国産生薬生産の本格化や産地の定着がいかんにして起こるか、重大関心を払っている。現在、確信していることは、国産生薬の生産が復興するためには、「国産生薬の出口確保」と「生薬生産者の育成」の課題をいかに達成するかである。

「国産生薬の出口確保」では、国産生薬に関わる税制改正やそれを狙った支援制度などが必要であるように思う。医薬品原料の生薬の安価な入手法はわが国の文化であると思うほどに蓄積されてきた。製品の薬価を引き上げても、原料の生産者には恩恵は及ばない。原料生薬の生産法や製品開発等に、特別な価値を認め、税制や支援制度で、出口確保を行うのはいかがであろう。「特産物の産地化促進支援事業」は、対象生薬を明確にしなかったことで、応募者は集まったが、成果は小さかったと思う。

薬用植物の栽培を希望する人の多くは高齢者である。農業経験者は、国産生薬も多くの農産物と同様に、これまでの経験を生かして努力すれば生産できていると思っている。多くの生薬は、優良品種の選抜、種苗の育成、定植時の手入れ、実用栽培の労苦、収穫と修治の大作業、無菌状態での保管、新年度の準備など、訓練された者がやる仕事である。自然環境や国際環境も激変している中で、訓練された栽培者を育てることは、国家的なプロジェクトになる。歴史的には、その育成プロジェクトを薬学関係者に頼った時期もあったが、多くの領域を基礎にしている人達が、「生薬生産者の育成」に参画することを願っている。

ニュース

薬用植物フォーラム 2016 プログラム

主催：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

共催：一般社団法人日本生薬学会 関東支部

公益社団法人日本生薬学会 レギュラトリーサイエンス部会

日時：平成28年7月12日（火）10:00～17:00

場所：つくば国際会議場 1階 大ホール（〒305-0032 茨城県つくば市竹園2-20-3）

（TEL:029-861-0001 FAX :029-861-1209）

開 会

[10:00～10:10]

理事長挨拶 国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所理事長 米田 悦啓

[10:10～11:00]

座長：合田 幸広（国立医薬品食品衛生研究所薬品部長）

1. 薬用植物の国内栽培推進を指向した基盤技術及び創薬資源の開発研究

川原 信夫（薬用植物資源研究センター長）

[11:00～11:55]

座長：川原 信夫（薬用植物資源センター長）

2. 「植物由来健康食品の機能性表示と品質管理の現状及び海外のレギュレーションについて」

池田 秀子（一般社団法人日本健康食品規格協会理事長）

[11:55～13:00] <昼食>

[13:00～13:30]

座長：林 茂樹（薬用植物資源センター種子島研究部研究員）

3. 「秋田県における薬用植物栽培について」

横井 直人（秋田県農業試験場野菜・花き部主任研究員）

[13:30～14:15]

座長：菱田 敦之（薬用植物資源センター北海道研究リーダー）

4. 「薬用植物の栽培適地マップ構築」

井上 聡（農研機構北海道農業研究センター生産環境研究領域上級研究員）

[14:15～15:00]

座長：飯田 修（前薬用植物資源研究センター種子島研究リーダー）

5. 「薬用植物栽培に関する東京生薬協会の取り組みについて」

清水 虎雄（公益財団法人東京生薬協会）

[15:00～15:20] <休息>

[15:20～16:10]

座長：瀧野 裕之（薬用植物資源研究センター筑波研究部栽培研究室長）

6. 「薬用植物資源の抗多剤耐性菌活性について」

切替 照雄（国立国際医療研究センター研究所感染症制御研究部長）

[16:10～16:50]

座長：吉松 嘉代（薬用植物資源研究センター筑波研究部育種研究室長）

7. 「遺伝子解析を活用した薬用植物・生薬の資源検索と品質評価について」

朱 姝（富山大学和漢医薬総合研究所生薬資源学分野助教）

閉会の辞 薬用植物資源研究センター長 川原 信夫

平成27年度(2015) 薬用植物栽培研究会会計報告

2015. 2.1~2016.1.31

収入	現金	繰越金	18,373		
		会員会費	2,000円×2名	4,000	
		現金収入計	22,373		
口座通帳	口座通帳	繰越金	295,015		
		会員会費	2,000円×258名	516,000	
		協賛・賛助金	20,000円×15件	300,000	
			10,000円×2件	20,000	
		抜刷代金		2,100	
		バックナンバー代金		12,000	
		通帳利子		33	
		口座収入計	1,145,148		
				総収入合計	1,167,521
		支出	現金	抜刷代金	2,100
会議費	22,432				
事務通信費	49,541				
印刷代 (37-1)	246,240				
印刷代 (37-2)	341,000				
英訳料	10,000				
現金支出計	671,313				
口座通帳	口座通帳			振込手数料	1,590
		郵メール代金	54,208		
		会議費	17,928		
		口座・通帳支出計	73,726		
		総支出合計	745,039		
残高	現金	現金	28,300		
		当座 (振込口座)	-		
		通帳 (普通預金口座)	394,182		
		差引合計	422,482		

監査報告

平成27年度(2015)「薬用植物栽培研究会」収支決算について監査致しましたところ、収支は正確であり、適切に処理されたことを認めます。

2016年2月13日

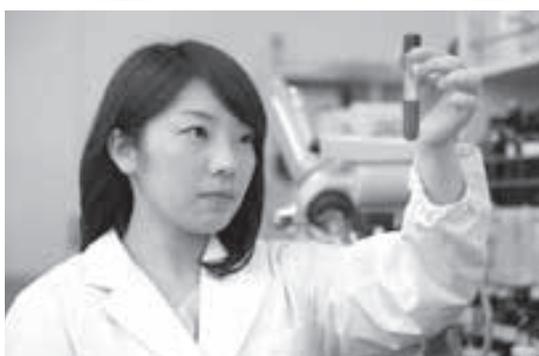
岩永 篤文 (岩)

2016年2月22日

金子 哲夫 (金)

お客様の笑顔のために 今、私たちができること。

お客様へ安心・安全な製品を
お届けするために、
新日本製薬は、薬用植物の栽培研究から
国産原料の調達、製品開発、品質管理、
美しい肌づくりをめざした提案型の販売、
アフターケア、さらには
物流システムにいたるまで
一貫して管理し、手掛けています。
お客様の最高の満足を求めて。
私たちは、感謝の心を忘れることなく、
お客様とともに、未来に向かって歩み続けます。



 **新日本製薬**

One to One health & beauty-care.

福岡市中央区大手門1丁目4-7

0120-408-444

<http://corporate.shinnihonseiyaku.co.jp/>

マイコン漢方煎じ器

土瓶式

せんじ君



漢方本来の煎じを再現！

- 30分の煎じで600mlから300ml相当の蒸発量。
- 1分単位のタイマー設定で、処方に応じた煎じ時間に対応。
- 操作は簡単！スタートを押せば自動で煎じが始まり、メロディーが鳴れば出来上がり。いつも同じ煎じ液が作れます。
- ステンレス素材で衝撃に強い。
- 水中センサーが沸騰を正確に感知。
- 空だき防止機能付き。

希望小売価格 19,800円(税別)
供給元 株式会社 TOHO

輸入・製造・販売・サービス
TOCHIMOTO
株式会社 杉本天蔭堂

発売元

本社 / 大阪市北区末広町3-21 TEL 06-6312-8426
東京営業所 / 東京都千代田区内神田3-24-3 内神田STビル2階 TEL 03-3254-8161
福岡営業所 / 福岡市博多区博多駅東2-14-19 KS-T駅東ビル2階 TEL 092-287-9333

お客様相談窓口

TEL 06-7711-0730 受付時間 10時～17時まで(土・日・祝日を除く)

安全 安定 安心のトリプルA ウチダ和漢薬の最重要テーマです



ウチダ和漢薬では、生薬の特性に合わせた適切な設備と
技術で取組み「安全な生薬」をお届け致します。

長年のノウハウと徹底した管理体制の下

「安定した品質」の生薬を提供できるよう努めています。

更に、栽培から製造・供給まで一貫した管理体制により

「安心」を添えて皆様のお手元にお届け致します。



株式会社ウチダ和漢薬

- 本社 東京都中央区日本橋本町4-2-8
- 本社事務所 東京都荒川区東日暮里4-3-4
TEL 03 (3803) 9656

<http://www.uchidawakanyaku.co.jp>

アオバナ

ツユクサ科オオボウシバナ
国内栽培・完全無農薬栽培

アオバナはツユクサ科植物の総称で、綺麗な青い花をつけるためこう呼ばれています。
琵琶湖のほとり、滋賀県草津市の「市の花」に指定されている植物で、花びらから得られる
青色色素は友禅染めの下絵を描くために利用され、300年以上の歴史があります。

このアオバナに含まれるDNJやDMDPなどの成分には、食後の血糖値上昇を緩やかにする働きがあるほか、フラボノイド類には肥満を防止する効果があります。

2タイプ
の原料

アオバナエキス末

抽出エキスの粉末です。
錠剤やカプセル、飲料などへの加工に適しています。

アオバナ緑色粉末

緑色を残して粉碎した食品です。
青汁をはじめ、各種食品にご利用頂けます。

【その他特徴的な素材の原料／製品を供給しております】

◎話題の『スーパーフード』

◎新しいオメガ3『ドコサペンタエン酸』

スピルリナ

スピルリナパウダー/スピルリナ粒

DPA含有精製油

精製ハーブシールオイル/精製サーモンオイル

弊社ホームページに上記素材の情報を掲載しております。 <http://www.spirulina.co.jp/>



株式会社 スピルリナ研究所

〒532-0011 大阪市淀川区西中島1丁目13-6
TEL 06-6304-5505(代) FAX 06-6308-8137

「薬用植物研究」発行につきまして、下記の企業から協賛ならびに賛助会員によるご支援を賜りました。厚くお礼申し上げます。

————— 協賛寄付 —————

新日本製薬株式会社
太邦株式会社
帝國製薬株式会社
株式会社ノエビア
松浦薬業株式会社
ロート製薬株式会社

————— 協賛広告 —————

株式会社ウチダ和漢薬
新日本製薬株式会社
株式会社スピルリナ研究所
株式会社栃本天海堂
————— 賛助会員 —————
株式会社ツムラ

「薬用植物研究」では協賛・賛助会員を常時募集しています。

(アイウエオ順)

————— 表紙の写真 —————

シロバナムシヨケギク（白花除虫菊）

Tanacetum cinerariifolium

キク科・ヨモギキク属の多年草

生薬名：ジョチュウギク（除虫菊）

原産地：地中海バルカン半島グルマティア地方（セルビア共和国・クロアチア）

用途：殺虫成分ピレトリン等が含まれ、殺虫剤や蚊取り線香の原料となる。

日本には明治時代に導入され、戦前まで盛んに栽培されたが、合成品の出現や新栽培地の出現により激減した。北海道・和歌山・広島・香川に栽培地の名残がみられる。

形状：5・6月頃 長さ30～50cmの長い茎を伸ばし、多数の分枝先に約3cmの頭花を着ける。舌状花は白色、中心の管状花は黄色で、管状花が開花した頃（除虫成分ピレトリンが最も多い時期）に頭花を採取し、乾かし、粉末にして除虫剤・蚊取り線香等の原料とする。淡緑の茎や羽状に全裂したやや厚い葉の下面全体に白い毛が密生しており、やはり害虫駆除に用いる。

編集後記

最近は気候変動の振れが大きくなっているように感じられます。東日本大震災からの復興の最中に、「平成28年熊本地震」が起り、終息の気配が見えません。21世紀に入ってから、災害が多いように思いませんか。災害等に鍛え、適応力が高く、絆を築くことのできる人達が育つことを願わずにはられません。

心機一転したい気持ちで、薬用植物研究38巻1号（2016年1号）を仕上げましたので、お届けします。栽培研究原報が3報、解説資料が1報、「牧野富太郎植物画展紹介」が1報です。報告数は少なかったのですが、各報告は重みがあり、重量感が感じられる雑誌になりました。著者各位と原報査読者にお礼申し上げます。

..... 事務局からのお知らせ

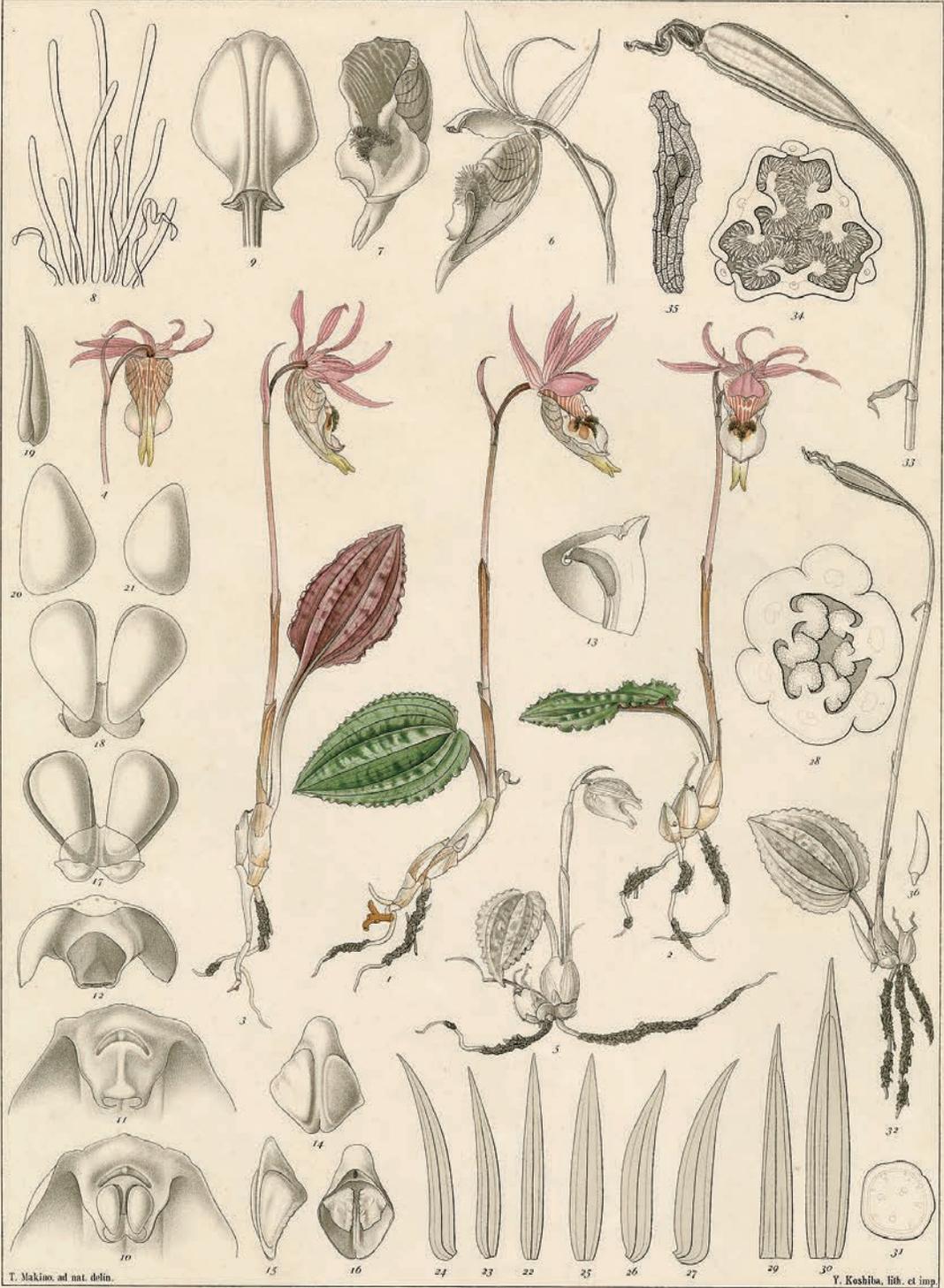
URL <http://www.e-nae.com/> 会誌「薬用植物研究」(29巻1号～38巻1号) をホームページでご覧になれます。

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 38巻1号(2016年1号) 2016年6月28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。



T. Makino, ad nat. delin.

Y. Koshiha, lith. et imp.

CALYPSO BULBOSA, Reichb. fil. var. JAPONICA, Makino.

(Holei-ran) んらいてほ

コマクサの自生



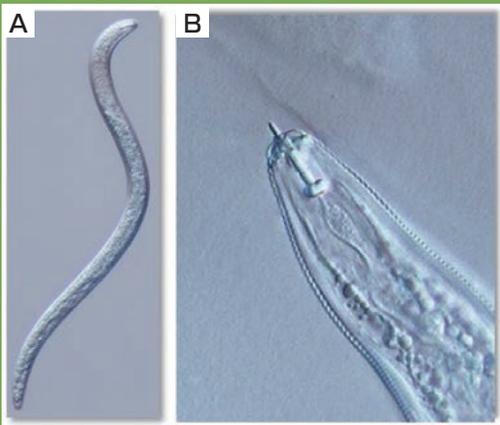
「絳條書屋」と牧野が名付けた書斎



記念館企画展示室



植物病原微生物



線虫
ネグサレセンチュウの一種
(A: 全体 B: 頭部の口針)

練馬区立牧野記念庭園正門



記念館常設展示室



スエコザサ



Botrytis paeoniae (シャクヤク立枯病菌) の分生子, 分生子柄 (A) および菌核 (B)

