

平成24年度厚生労働科学研究費補助金（創薬基盤推進研究事業）
優良形質を持った薬用植物新品種の育成およびそれら種苗の安定供給体制構築のため
の保存、増殖に関する基盤的研究（H22-創薬総合-指定-015）
分担研究報告書

分担研究課題：DNA塩基配列情報に基づく薬用植物の品種識別法の開発に関する研究

研究分担者 菱田 敦之 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研究サブリーダー

研究協力者 林 茂樹 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 研究員

要旨 北海道研究部で保存するウラルカンゾウ北農試系の来歴を明らかにするため、DNA塩基配列情報に基づく産地の推定と文献等の調査を行った。DNA塩基配列情報に基づく産地の推定では、北農試系は内モンゴルで多く見られる種の遺伝子型と一致した。文献調査では1953年に「長野県（ソ連北東部および中国を原産とするウラルカンゾウ）から北海道農業試験場に導入された記載があり、北海道研究部の種苗は記載された種苗の可能性が高いと思われた。DNA塩基配列情報に基づく産地の推定と文献調査は矛盾がなく、ウラルカンゾウ北農試系の産地は、中国からロシアを含む内モンゴル地域で採集され、少なくとも1953年以前に導入された種苗であると推定した。

A. 研究目的

（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（北海道名寄市）では、従来、栽培品種がほとんどなかった薬用植物について薬用を目的とした品種を育成し、3種12系統の品種を育成した。シャクヤクでは、1996年にシャクヤク「北宰相」（品種登録番号第5005号）、2009年にシャクヤク「べにしずか」（品種登録出願第24217号）を育成した。ハトムギでは2007年に寒冷地でも生育が可能な極早生のハトムギ「北のはと」（品種登録番号第15003号）、2009年にグリチルリチン産含量に特徴があるカンゾウ9系統（特願2009-200179）を育成した。

この中でウラルカンゾウについては、生薬原料に限らず医薬品原料、食品添加物原料として国内の需要が高く、一方、中国などの生産地ではカンゾウの資源の枯渇が危惧されている。このような背景から、ウラルカンゾウは、生産者、自治体および企業の分譲希望が多く、北海道研究部では在来種として保存されている「北農試系」を分譲している。この系統

は、収量、グリチルリチン酸含量等の形質が安定しており、他の保存系統と比較して栽培が容易であることから分譲対象にしている。本年度の研究では、この北農試系の来歴について、DNA塩基配列情報に基づく原産地の推定を行い、（独）農研機構 北海道農業研究センターの協力を得て来歴の調査を行った。

B. 研究方法

供試材料：北海道研究部に保存されているウラルカンゾウ *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. 保存系統の北農試系、医療大系および北大系の3系統（表1）。
鋳型DNAの調製：それぞれのサンプルの葉（約100mg）から、細断・Lysis処理の後、フェノール/クロロホルム抽出法により鋳型DNA溶液を調製した。

ターゲット領域の増幅：植物の種および品種の識別で汎用される葉緑体DNAおよびリボソームDNAの3領域（表2）をターゲット領域とした。増幅は、Invitrogen Platinum Taq DNA polymeraseを用いた。

塩基配列の決定：シークエンス反応に

はABI BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing kitを用い、シークエンス解析にはABI 3100 Genetic Analyzerを用いた。

C. 研究結果

- 1) 調製した鋳型DNA溶液の濃度は、北農試系のサンプルでは113.8 ng / ml, 医療大系のサンプルでは 53.4 ng / ml, 北大系のサンプルでは49.1 ng / mlであった。
- 2) PCR法により各ターゲット領域を増幅した結果、想定される塩基長の位置に増幅産物が確認された (図1)。
- 3) 北農試系の遺伝子型はTG-9に分類され、内モンゴルで多く見られる種であった。医療大系の遺伝子型はTG-8に分類され、中国西部で多く見られる種、北大系はTG-9に分類され、内モンゴルで多く見られる種と一致した。

D. 考察

ウラルカンゾウ北農試系は、収量、グリチルリチン酸含量等の形質が安定しており、他の系統と比較して栽培が容易であることから、北海道研究部では種苗として広く分譲している。形質が安定していることから育成材料として有望であり、先に育成したグリチルリチン酸高含量カンゾウとの交配が想定されている。一方、今後、外国産植物については、生物多様性条約の対応が必要となり、同系統の来歴や原産地の解明は必要である。そこで、ウラルカンゾウ北農試系の来歴を明らかにするため、DNA 塩基配列情報に基づく産地の推定と文献等の調査を行った。

DNA 塩基配列情報に基づく産地の推定では、北農試系の遺伝子型は内モンゴルで多く見られる種の遺伝子型と一致した。同様に医療大系は中国西部で多く見られる系統、北大系は内モンゴルで多く見られる種の遺伝子型と一致した。このことから、北農試系と北大系は、原産地が同地域である可能性が示唆された。

北農試系は、1966年に国立北海道農業

試験場(現、(独)農研機構北海道農業研究センター)から国立衛生試験場北海道薬用植物栽培試験場(現、北海道研究部)に分譲された系統である。そこで、北海道農業研究センター情報資料課小笠原氏と村田氏の協力により同センター所蔵文献を調査した結果、北海道農業試験場への導入は、1953年に「長野県(ソ連北東部および中国を原産とするウラルカンゾウ)より導入された」との記載を見出した(住田哲也, 和29年度甘草試作成績, 北海道農業試験場)。北海道農業試験場におけるウラルカンゾウの来歴の記述は他の文献にはなく、当時、北海道農業試験場ではこの種苗を用いて試験を行っていたと思われ、現在、北海道研究部で保存するウラルカンゾウ北農試系は、導入時期からこの記載にある種苗の可能性が高いと思われた。

ウラルカンゾウ北農試系のDNA 塩基配列情報に基づく産地の推定は、内モンゴルに多く見られる種の遺伝子型と一致し、文献調査では北海道農業試験場が導入したウラルカンゾウはソ連北東部および中国を原産とする記載があり、ウラルカンゾウの分布からこれらの結果に矛盾はない。従ってウラルカンゾウ北農試系の産地は、中国からロシアを含む内モンゴル地域で採集され、少なくとも1953年以前に導入された種苗であると推定した。

E. 結論

ウラルカンゾウ北農試系の来歴を明らかにするため、DNA 塩基配列情報に基づく産地の推定と文献等の調査を行った。DNA 塩基配列情報に基づく産地の推定では、北農試系の遺伝子型は内モンゴルで多く見られる種の遺伝子型と一致した。同様に医療大系は中国西部で多く見られる系統、北大系は内モンゴルで多く見られる種の遺伝子型と一致した。このことから、北農試系と北大系は、原産地が同地域である可能性が示唆された。

北海道農業研究センター所蔵文献の調

査から、北海道農業試験場への導入は、1953年に「長野県（ソ連北東部および中国を原産とするウラルカンゾウ）より導入された」との記載を発見し、現在、北海道研究部で保存するウラルカンゾウ北農試系は、導入時期からこの記載にある種苗の可能性が高いと思われた。

DNA塩基配列情報に基づく産地の推定と文献調査は矛盾がなく、ウラルカンゾウ北農試系の産地は、中国からロシアを含む内モンゴル地域で採集され、少なくとも1953年以前に導入された種苗であ

ると推定した。

F. 研究発表

1. 論文発表
該当なし
2. 学会発表
該当なし

G. 知的財産権の出願・登録状況

該当なし

表1 北海道研究部で保存しているウラルカンゾウの来歴

NO.	通称	導入番号	導入年月日	来歴
1	北農試系	2710	1966年5月13日	北海道農業試験場作物部 (札幌市羊ヶ丘)
2	医療大系	13905	1996年5月2日	北海道医療大学
3	北大系	13766	1988年6月	日本新薬株式会社 (琴似工場) →北大→サラヤ株式会社 (Y氏)

表2 増幅する目的領域とプライマーの配列

ターゲット	プライマー名	配列
ITS	ITS5	5' - GGA AGT AAA AGT CGT AAC AAG G -3'
	ITS4	5' - TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC -3'
<i>rbcL</i>	r662f	5' - GTG CCG AAG CAA TTT ATA AAG C -3'
	r829r	5' - TTG CAG TGA AAC CTC CAG TT -3'
<i>matK</i>	m1242f	5' - CTT CGA CAC TGG GTG AAA GAT G -3'
	m1384r	5' - AGG AAC AAG AAT AAT CTT GG -3'
<i>trnH-psbA</i>	trnH-forward	5' - ACG GGA ATT GAA CCC GCG CA -3'
	Gly-trnHR1	5' - CAT ATG ACT TCA CAA TGT AAA ATC -3'

参考: Kondo K *et al*, *Biol. Pharm. Bull.* (2007) 30:1497-1502

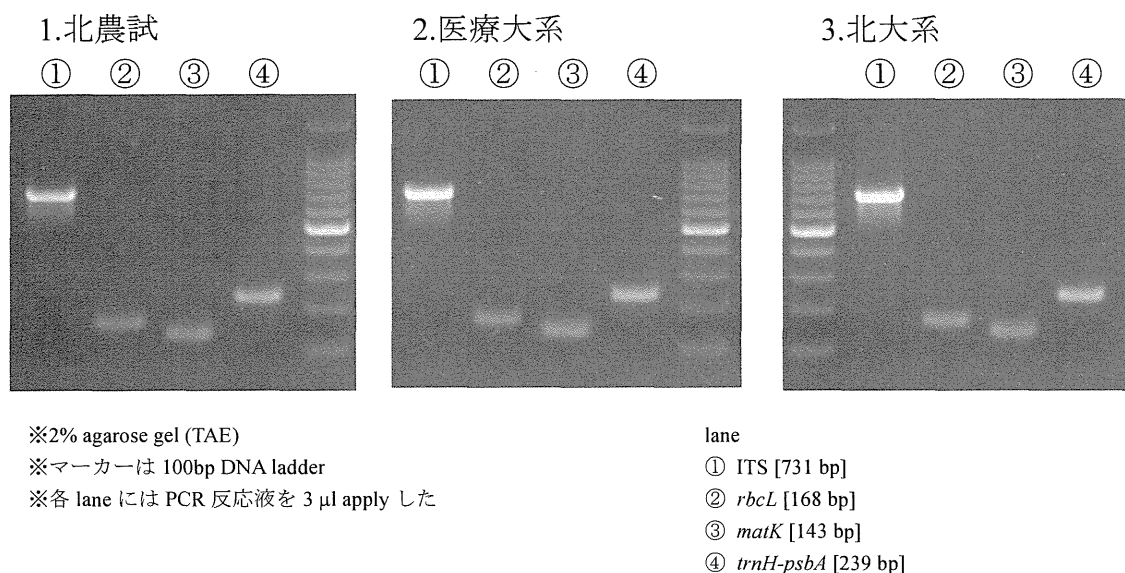


図1 PCR方によって増幅された各ターゲット領域の電気泳動像

表3 ウラルカンゾウの3系統の遺伝子型の比較

No	ITS			<i>rbcL</i>			<i>matK</i>		<i>trnH-psbA</i>			
	site 1	site 2	type	site 1	site 2	type	site	type	site 1	site 2	site 3	type
1	C	TGC	I-3	G	A	R-2	CTTAT T	M-1	C	G	T	T-4
2	C	TGC	I-3	G	A	R-2	CTTAT T	M-1	C	A	T	T-1
3	C	TGC	I-3	G	A	R-2	CTTAT T	M-1	C	G	T	T-4

平成24年度厚生労働科学研究費補助金（創薬基盤推進研究事業）
優良形質を持った薬用植物新品種の育成及びそれら種苗の安定供給体制構築のための保存、
増殖に関する基盤的研究（H22-創薬総合-指定-015）
分担研究報告書

分担研究課題：生薬シコン中のシコニン類の定量法の検討について

研究分担者 瀧野 裕之 独立行政法人医薬基盤研薬用植物資源研究センター

研究協力者 竹脇 大気 東京理科大学薬学部

研究協力者 菱田 敦之 独立行政法人医薬基盤研薬用植物資源研究センター

研究協力者 林 茂樹 独立行政法人医薬基盤研薬用植物資源研究センター

要旨 生薬は天然品である故に、その栽培環境や調製方法によるときに著しく成分の変化を受ける。このような成分差異というのはその生薬を配合する漢方処方薬の薬効に影響するため、生薬の品質管理というのは大変重要である。生薬成分の定量は品質の管理の上で重要であり、通常成分定量に用いられる HPLC 法は煩雑な分析操作が必要である程度の熟練を要するが、それに代わる簡便な分析法が求められる。今年度は新しい生薬シコンのシコニン色素含量評価法として分光測色計を用いた方法を検討した。その結果、HPLC 法によるシコニン類定量合計値と測色計測定値と非常に良い相関を示した。本方法は生薬シコンのシコニン系色素含量を測定する新しい測定法になると考えられた。

A. 研究目的

生薬は植物、鉱物、動物由来といずれも天然由来であるため、その生育環境により個体差を生じやすい。植物由来の生薬は最も多く、全体の9割を占めるが、植物は栽培方法、例えば野生品、栽培品の違いや、栽培地域の土壌の違いなどで成分が影響を受ける。また植物由来生薬は、多くの場合に生薬にする段階で乾燥などの加工調製を必ず受けることになるが、その段階での成分変化がおこることがあり、そのようなことから生薬の品質管理は重要であり、その評価方法としての成分分析方法の確立は重要である。

本研究事業においては昨年度までは2次元

TLCMS を用いた品質評価方法の構築あるいは、LCMS を用いた生薬成分の一斉定量法を検討してきた。しかしながらそれらは面倒な前処理条件や調製が必要な上、ある程度の機器操作の熟練が必要とされる。

今回は生薬シコン中のシコニン類含量を一旦 HPLC にて定量を行い、それらを分光色相計を用いて測定し、それらの相関関係を求めて色相値からシコン中シコニン含量を求める新たな簡素な方法を提案する。

B. 研究方法

シコンの紫色系色素は naphthoquinone 系骨格を有する shikonin を母核としたエステル誘導体によ

るものとされる。本化合物群は紫外線吸収において高波長側 (516nm)に吸収を示すため、夾雑ピークを容易に排除して分析が行えるため通常のHPLCによる定量を行なった。

抽出溶媒としては、shikonin 類が脂溶性であることから酢酸エチルとエタノール混合溶液にて抽出することとした。また、シコニン系色素は赤色および青色による強い呈色を示すため、分光測色計による分析を行ない、HPLC による定量結果との相関性を検討した。

抽出方法は別添資料 2 に記載した。

また今回検討用試料として、北海道研究部にて栽培されているムラサキについて物理性が異なる2つの土壌について生育したシコン中のシコニン系色素含量を検討するための試料を用いた。

Shikonin 誘導体のうち、

Shikonin (SK)

Acetylshikonin (ASK)

Isobutyrylshikonin(IBSK)

β -hydroxyisovalerylshikonin(HISK)

β,β -dimethylacrylshikonin(DMASK)

の5種類の一斉定量を行った。

試薬は長良サイエンスにて購入した。

使用機器：HPLC 日本分光社製 CO2060plus (column oven), AS-2051plus(auto sampler), MD-2018(PDA), PU-2080plus(pump) および、ウォーターズ製 2487(dual wavelength detector), 1525(pump), 717plus(auto sampler)を用いた。

分光測色計 コニカミノルタ製 CM-5 を用いた。

試料溶液調製方法 粉碎して乾燥した試料 0.5 g を精密に遠沈管に測りとり、酢酸エチル/エタノール混液(1:1)20 mL を加えて 20 分間振り混ぜた。その後遠心分離を行い、上澄液をとり 50m l のメスフラスコに移す。残さにさらに酢酸エチル/エタノール混液(1:1)20 mL を加えて振り混ぜ、遠心分離後にメスフラスコに加え、さらに酢酸エチル/エタノール混液(1:1)を加えて正確に 50ml とし

試料溶液とした。

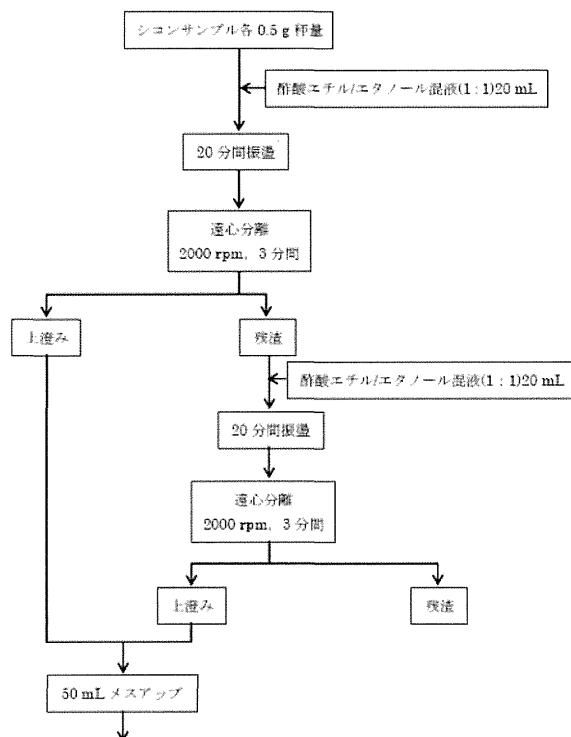


図. シコンの抽出方法

標準溶液調整方法 シコン標準品 Shikonin, β -Hydroxyisovaleryl shikonin,

Acetylshikonin,

Isobutyrylshikonin, β,β -Dimethyl

acrylshikonin 各 5 mg 精密に秤量し 25ml メスフラスコに酢酸エチル/エタノール混液(1:1)でメスアップしそれを原液とした。

原液を 10 倍、100 倍希釈を行い、それぞれ標準溶液とした。

分析条件

HPLC

カラム: Waters Atlantis T3 5 μ m 4.6 \times 250 mm column

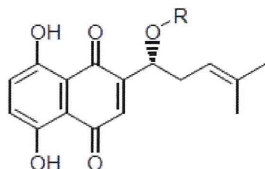
溶媒: 0.1%酢酸/CH₃CN=3:7,

温度: 30 $^{\circ}$ C,

流速: 1.0 mL/min 516nm

Injection volume 10 μ l

分光測色計における試料は上記調製試料をそのまま用いた。2 mm ガラスセルを用いた液体透過率測定により、 $L^*a^*b^*$ の表色系にて数値を算出した。



Shikonin	R=H
Acetylshikonin	R=COCH ₃
Isobutyrylshikonin	R=COCH(CH ₃) ₂
β-Hydroxyisovalerylshikonin	R=COCH ₂ C(CH ₃) ₂ OH
Isovalerylshikonin	R=COCH ₂ CH(CH ₃) ₂
α-Methyl- <i>n</i> -butyrylshikonin	R=COCH(CH ₃)CH ₂ CH ₃
β,β-Dimethylacrylshikonin	R=COCH=C(CH ₃) ₂
Teracrylshikonin	R=COCH ₂ C(CH ₃)=C(CH ₃) ₂

シコン中の shikonin 誘導体

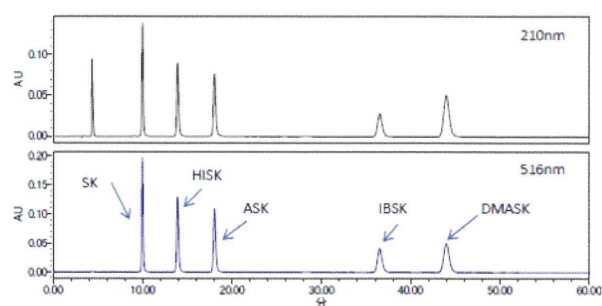
サンプル No.	試験区
1	コーネルミックス
2	コーネルミックス
3	圃場
4	コーネルミックス
5	コーネルミックス
6	圃場
7	コーネルミックス
8	コーネルミックス
9	圃場
10	コーネルミックス
	—
12	圃場
13	圃場
	—
15	コーネルミックス
16	圃場
17	コーネルミックス
18	圃場
19	コーネルミックス
20	コーネルミックス
21	圃場
22	圃場
23	圃場
24	圃場
25	コーネルミックス
26	圃場
27	コーネルミックス
28	圃場
29	コーネルミックス

30	コーネルミックス
31	圃場
32	コーネルミックス
33	中国東北産 (栃本, 市場品)
34	中国野生品 (天藤)
35	中国栽培品 (天藤)
36	中国栽培品 (天藤)
37	S.25cm

表. 北海道研究部にて栽培された検討用ムラサキ根と一部市場品シコン

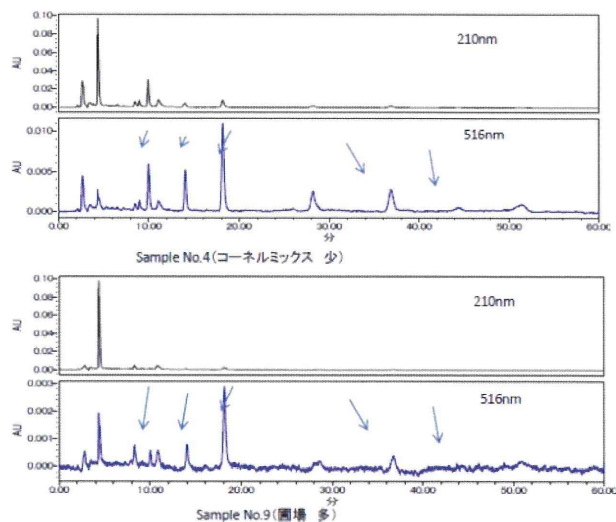
C. 結果

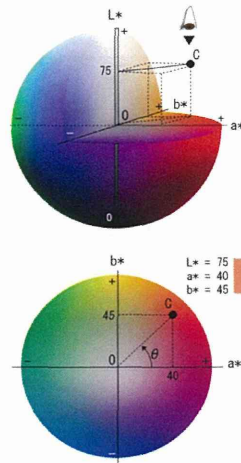
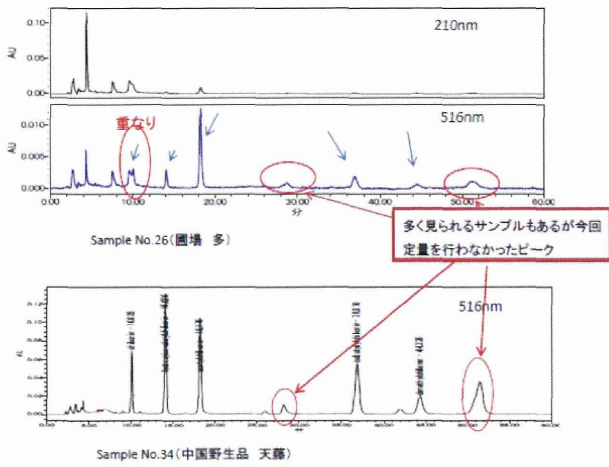
HPLC によるシコン中シコンン類の定量



標準品5種類のHPLCチャート

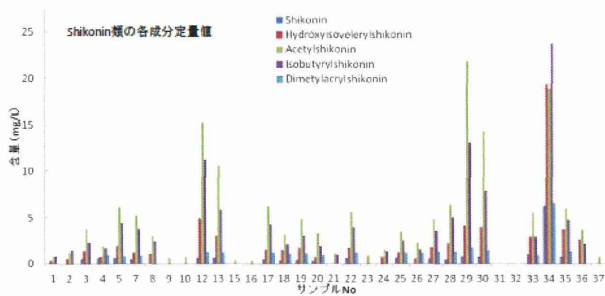
(上段:210nm, 下段:516nm)



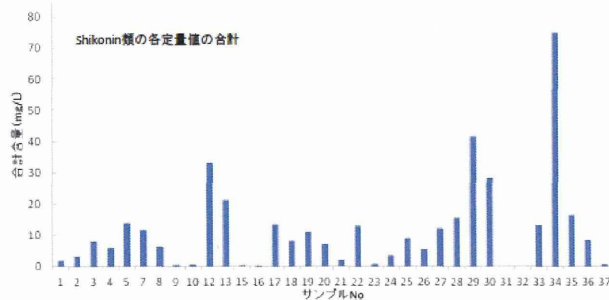


L*は明るさ
a*は赤系
b*は青系

上記分析条件にてすべてのシコニン類化合物は良好な分離チャートを与えた。シコン抽出試料溶液についても良好な分離であった。



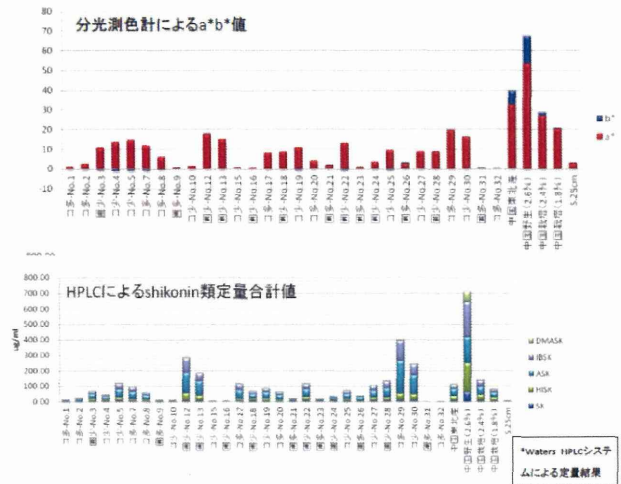
シコニン類の各成分定量値



シコニン類の各定量値の合計

シコン試料溶液の分光測色計による表色測定について

コニカミノルタ社製分光測色計 CR-5 を用いてシコン抽出液の色の測定を行った。

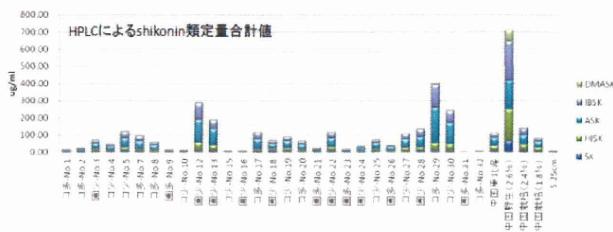
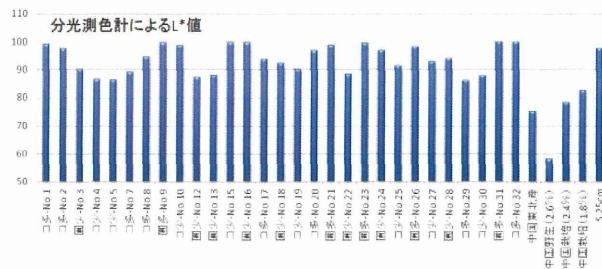


HPLCによるshikonin類定量結果と分光測色計による測定結果の比較

	L*	a*	b*
No. 1	99.18	1.02	-0.05
No. 2	97.58	2.56	-0.35
No. 3	90.27	10.7	-0.69
No. 4	86.56	13.47	-1.34
No. 5	86.37	14.48	-1.15
No. 7	89.14	11.7	-1
No. 8	94.74	6.05	-0.51
No. 9	99.79	0.4	0.12
No. 10	98.86	1.18	-0.15
No. 12	87.35	17.52	0.34
No. 13	88.04	14.92	-0.3
No. 15	99.7	0.38	-0.06

No. 16	99.68	0.41	-0.05
No. 17	93.82	8	-0.2
No. 18	92.42	8.73	-0.28
No. 19	90.16	10.76	-0.82
No. 20	96.9	3.9	-0.22
No. 21	98.88	1.53	0.2
No. 22	88.45	13.25	-0.74
No. 23	99.51	0.81	0.25
No. 24	96.91	3.52	-0.2
No. 25	91.47	9.26	-0.69
No. 26	98.22	2.49	0.81
No. 27	93	8.61	-0.34
No. 28	94.04	8.78	0.19
No. 29	86.18	19.81	0.05
No. 30	87.84	16.32	0.12
No. 31	100.02	0.1	0.01
No. 32	99.87	0.24	-0.03
中国東北産	75.2	32.23	7.36
中国野生)	58.24	53.34	14.19
中国栽培	78.26	26.79	1.98
中国栽培	82.69	20.27	0.64
S. 25cm	97.62	2.79	0.08

表 分光測色計による各シコン溶液
のL*a*b*値結果



分光測色計によるL*値とHPLCによる シコン類定量合計値の比較

D. 考察

Shikoninにおいて一部516nmにおける妨害ピークがみられたため解析処理を行った。また、5つの標準化合物について定量を行ったが、それ以外のピークに関しても試料により顕著なピークが見られた。これらの同定は標準品あるいはLCMSの検討が必要となる。

分光測色計を用いた検定においては、L*a*b*の表色系によりデータを算出した。HPLC定量におけるshikonin類合計含量との間に良い相関がみられた。

E. 結論

シコン中のシコン類のHPLC定量値と分光測色計による結果の間に非常に良い相関が得られたことから、シコン中のシコン色素の含量評価は、条件設定や操作が煩雑なHPLCに代わり操作が簡便な分光測色計によって行うことができると考えられ、新しい生薬シコンの評価法になるものと思われた。

F. 健康危険情報

本研究において健康に危険を及ぼすような情報は無い。

G. 研究発表

1. 論文発表 なし
2. 学会発表 なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得 なし
2. 実用新案登録 なし
3. その他 なし

平成24年度厚生労働科学研究費補助金（創薬基盤推進研究事業）
優良形質を持った薬用植物新品種の育成及びそれら種苗の安定供給体制構築のため
の保存、増殖に関する基盤的研究（H22-創薬総合-指定-015）

分担研究報告書

分担研究課題： 薬用植物の発芽試験法および効率的増殖法に関する研究

研究分担者 熊谷 健夫（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 主任研究員

薬用植物種子の種苗の保存および効率的増殖法を確立するため、以下の研究を行った。(1) 薬用植物種子の発芽条件の規格化を図るため、オトギリソウ、キキョウ、メボウキ、カワミドリ、ウイキョウ、ニラ、カミツレ、コロシント、ノリアサ、オランダセンニチ、キバナオランダセンニチ、チョウセンアザミ、アサガオについて発芽、子葉展開に及ぼす温度条件の影響について調査し、それぞれの植物について発芽試験法の規格化の検討を行った。発芽試験における温度設定は発根率、出葉率、発根と出葉の所要日数から判断して、オトギリソウは15～20℃、キキョウは20～25℃、カワミドリは20～25℃、ウイキョウは15～20℃、ニラは20～25℃、カミツレは15～25℃、メボウキは20～25℃、コロシントは25～30℃、ノリアサは20～25℃、オランダセンニチは20～25℃、キバナオランダセンニチは20～25℃、チョウセンアザミは20～30℃、アサガオは15～20℃に設定するのが最適と考えられた。各植物の最適温度条件での発根開始から出葉終了までの期間は、オトギリソウは15℃で14.3～136.0日、20℃で10.0～111.3日、キキョウは20℃で7.0～95.0日、25℃で7.0～37.7日、カワミドリは20℃で4.0～8.0日、25℃で2.7～5.0日、ウイキョウは15℃で5.3～18.7日、20℃で5.3～15.0日、ニラは20℃で2.0～13日、25℃で2.0～14.7日、カミツレは15℃で5.0～25.0日、20℃で3.3～11.3日、メボウキは20℃で3.0～11.0日、25℃で2.0～10.7日、コロシントは25℃で2.0～10.3日、30℃で2～9.3日、ノリアサは20℃で1.7～8.7日、25℃で1.7～8.3日、オランダセンニチは25℃で8.3～9.0日、25℃で8.3～8.7日、キバナオランダセンニチは20℃で6.7～7.0日、25℃で8.3～8.7日、チョウセンアザミは25℃で2.0～7.0日、アサガオは15℃で1.7～29.0日でこれらの期間の調査日数を要すると考えられた。(2) ムラサキの発芽は低温湿潤処理をすると発芽率が高くなることが明らかになった。120日処理と246日処理の比較では処理期間が長くなるほど発芽率が高くなった。(3) ハナトリカブトの効率的増殖法を検討するため裸地区の栽培と5月から収穫期までの稲わらの被覆処理の比較を行ったが、生育、収量には差がなかった。

A. 研究目的

薬用植物は、野生あるいは野生に近いものが多く、種子の休眠性や発芽条件等を明らかにし、薬用植物の栽培や資源保存

のための情報整備が急務である。本研究では、薬用植物の発芽試験に必要な温度、試験期間等を設定するため、薬用植物13種について発芽試験法の至適条件の検討

およびムラサキ種子の発芽処理に及ぼす低温湿潤処理の影響について調査を行った。また、国内における薬用植物栽培を推進するために、ハナトリカブトの効率的増殖法について検討を行った。

B. 研究方法

(1) 薬用植物の発芽試験の規格化に関する研究

材料：供試した植物と採取地、採取年は以下の通りで、前年産栽培種子を用いた。オトギリソウ *Hypericum erectum* Thunb.

2010年筑波研究部産種子

キキョウ *Platycodon randiflorum* A. DC.

2010年 筑波研究部産種子

メボウキ *Ocimum basilicum* L.

2011年 筑波研究部産種子

カワミドリ *Agastache rugosa* (Fisch. et C. A. Mey.) Kuntze 2011年 筑波研究部産種子

ウイキョウ *Foeniculum vulgare* Mill.

2011年 筑波研究部産種子

ニラ *Allium tuberosum* Rottler

2011年 筑波研究部産種子

カミツレ *Matricaria chamomilla*

2011年 筑波研究部産種子

コロシント *Citrullus colocynthis* (L.) Schrad. 2011年筑波研究部産種子

ノリアサ *Abelmoschus x utinotextilis* Kagawa 2011年 筑波研究部産種子

オランダセンニチ *Spilanthes fusca*

Hort. Par. ex Lam. 2011年 筑波研究部産種子

キバナオランダセンニチ *Spilanthes*

oleracea Jacq. 2011年 筑波研究部産種子

アサガオ *Pharbitis nil* Choisy

2011年 筑波研究部産種子

オトギリソウとキキョウは 2011 年度に試験を行った。

蓋付きプラスチックケースにろ紙を2枚敷き発芽床(78 x 142 mm)する。発芽床は、10~12 mL の蒸留水で湿潤させ

た。50粒の種子を置床し、温度15~30°C(一定)に設定したインキュベーター内で発芽試験を行った。発芽試験時の照明条件は、12時間の明暗サイクルで行った。各温度条件ともに3反復で試験を行った。発芽の確認：発根時および出葉(子葉展開)時の2段階で確認した。

(2) 種子発芽に及ぼす低温湿潤処理の影響

材料：ムラサキ *Lithospermum erythrorhizon* Siebold et Zucc. 2010年産北海道研究部産種子を用いた。

試験1

(1) 5°Cラミジップ保存(120日)無処理

(2) 5°C砂湿潤処理120日(砂と種子を混合し、蓋付きスチロール角形ケースに入れ、湿潤状態にして、5°Cの恒温器に120日保存した。)

試験2

(1) 5°Cラミジップ保存(296日)無処理

(2) 5°C砂湿潤処理246日(砂と種子を混合し、蓋付きスチロール角形ケースに入れ、湿潤状態にして、5°Cの恒温器に246日保存した。)

(3) -1°Cラミジップ保存(296日)無処理
蓋付きスチロール角形ケース(148×84×32mm)1個に種子50粒置床、下記温度条件下でそれぞれ3反復で実施。

試験温度：発芽チャンバーを用い、10、15、20、25°Cの恒温条件で行った。
照明条件：明暗各12時間 発芽の確認：発根時および出葉(子葉展開)時の2段階で確認した。

(3) ハナトリカブトの効率的増殖法に関する研究

試験方法：

種苗 材料 ハナトリカブト(*Aconitum carmichaeli* Debx.)

0871-09 北海道研究部からの導入系統

方法： 植え付け 2011年10月26日

施肥(kg/10a) 基肥： 堆肥 2000、苦土石灰 100、化成(8-8-8) 50、ようりん 20
追肥： 2012 年 4 月 10 日 化成(8-8-8) 50、ようりん 20
試験区 稲わら区：120cm 幅 2 条植え 株間 30cm 稲わら被覆は 2012 年 5 月 8 日～ 収穫まで行った。裸地区： 条間 70cm 株間 20cm
収穫 2012 年 10 月 3 日 各区 20 個体 収穫、収穫後、50℃48 時間で乾燥、乾物重を測定した。

C. 研究結果

(1) 薬用植物の発芽試験の規格化に関する研究

オトギリソウ、キキョウ、メボウキ、カワミドリ、ウイキョウ、ニラ、カミツレ、コロシント、ノリアサ、オランダセンニチ、キバナオランダセンニチ、チョウセンアザミ、アサガオについて発芽、子葉展開に及ぼす温度条件の影響を調査し、それぞれの植物について発芽試験法の規格化の検討を行った。

供試植物の 100 粒重はオトギリソウ 0.005g、キキョウ 0.031g、カワミドリ 0.022g、ウイキョウ 0.156g、ニラ 0.473g、カミツレ 0.005g、メボウキ 0.121g、コロシント 7.891g、ノリアサ 4.12g、オランダセンニチ 0.029g、キバナオランダセンニチ 0.027g、チョウセンアザミ 3.54g、アサガオ 3.97g であった(表 1)。

オトギリソウの発芽は 15～20℃で発根率、出葉率が高く、15℃で発根率 69.3%、出葉率 52%を示した。キキョウの発芽は 20～30℃の発根、出葉率が高く、15℃では発根、出葉率は低下した。カワミドリの発芽は 15～30℃の発根率 5.3～11.3%、出葉率は 8.0～10.0%、ウイキョウの発芽は 15～25℃の発根率は 9.3～12.0%、出葉率は 8.0～10.0%で、30℃ではやや発芽率は低かった。ニラの発芽は 20～30℃の発芽は 97.3～100%と高かったが、30℃の発根率が 56.7%で低下した。カミツレの発芽は 15～20℃で発根率 52.7～56.0%、

出葉率 49.3～54.7%であったが、25、30℃では発根率 32.0～44.7%と低下した。コロシントでは 25、30℃の発芽率が高く、25℃で発根率 42%、出葉率 15%であった。オランダセンニチでは 15～25℃の発根率は 100%、キバナオランダセンニチでは 15～25℃の発根率は、97～100%であった。チョウセンアザミでは 25℃で発根、出葉率が高く、発根率 78%、出葉率 63%であった。アサガオの発芽は 15、20℃で高く、15℃で発根率 83%、出葉率 76%、20℃で発根率 90%、出葉率 79%を示した(表 2, 図 1)。

(2) 種子発芽に及ぼす低温処理の影響

供試したムラサキ種子の 100 粒重は 0.697g であった。ムラサキの発芽は 5℃砂湿潤処理した区で発芽率が高く、120 日処理区の 10、15℃区では 36.0～37.3%の発根率を示したのに対して、無処理区では 0～22.7%であった。また、5℃砂湿潤処理 246 日処理区の 10、15℃区では 68.7～72.0%の発根率を示し、120 日処理に比べて高かった(表 3, 図 2)。

(3) ハナトリカブトの効率的増殖法に関する研究

ハナトリカブトの効率的増殖法の検討を行った。2011 年 10 月植え付け、2012 年 10 月収穫の収穫期の草丈は稲わら区で 65.8cm、裸地区で 70.1cm、子いも数は稲わら区で 6.5、裸地区で 6.2、子根径は稲わら区で 31.3mm、裸地区で 30.1mm であり、収穫期の形質には裸地区と稲わら区の間には差はなかった(表 4)。1a 当たり根の乾収量は稲わら処理区で母根重 4.6 kg、子根重 27.2kg、裸地区で、母根重 5.8 kg、子根重 30.8kg であった(図 4)。

D. 考察

発芽試験における温度設定は発根率、出葉率、所要日数から判断して、オトギリソウは 15～20℃、キキョウは 20～25℃、カワミドリは 20～25℃、ウイキョウは 15～20℃、ニラは 20～25℃、カミツレは 15～25℃、メボウキは 20～25℃、コロシン

トは 25~30℃、ノリアサは 20~25℃、オランダセンニチは 20~25℃、キバナオランダセンニチは 20~25℃、チョウセンアザミは 20~30℃、アサガオは 15~20℃に設定するのが最適と考えられた。各植物の最適温度条件での発根開始から出葉終了までの期間は、オトギリソウは 15℃で 14.3~136.0 日、20℃で 10.0~111.3 日、キキョウは 20℃で 7.0~95.0 日、25℃で 7.0~37.7 日、カワミドリは 20℃で 4.0~8.0 日、25℃で 2.7~5.0 日、ウイキョウは 15℃で 5.3~18.7 日、20℃で 5.3~15.0 日、ニラは 20℃で 2.0~13 日、25℃で 2.0~14.7 日、カミツレは 15℃で 5.0~25.0 日、20℃で 3.3~11.3 日、メボウキは 20℃で 3.0~11.0 日、25℃で 2.0~10.7 日、コロシントは 25℃で 2.0~10.3 日、30℃で 2~9.3 日、ノリアサは 20℃で 1.7~8.0 日、25℃で 1.7~8.3 日、オランセンニチは 20℃で 8.3~9.0 日、25℃で 8.3~8.7 日、キバナオランダセンニチは 20℃で 6.7~7.7 日、25℃で 8.3~8.7 日、チョウセンアザミは 25℃で 2.0~7.0 日、アサガオは 15℃で 1.7~29.0 日、これらの期間の調査日数を要すると考えられた。

ムラサキ種子の発芽は低温湿潤処理をすると発芽率が高くなることが明らかになり、120 日処理と 246 日処理では処理期間が長くなるほど発芽率が高くなった。

ハナトリカブトの効率的増殖法を検討するため、稲わら処理の効果について検討したが、5 月から収穫期までの稲わら処理と裸地区の生育、収量に差はなく、稲わら被覆の効果は認められなかった。今後、他の被覆材で生育、収量に与える影響について検討する予定である。

E. 結論

発芽試験における温度設定はオトギリソウは 15~20℃、キキョウは 20~25℃、カワミドリは 20~25℃、ウイキョウは 15~20℃、ニラは 20~25℃、カミツレは 15~25℃、メボウキは 20~25℃、コロシントは 25~30℃、ノリアサは 20~25℃、オ

ランダセンニチは 20~25℃、キバナオランダセンニチは 20~25℃、チョウセンアザミは 20~30℃、アサガオは 15~20℃に設定するのが最適と考えられた。各植物の最適温度条件での発根開始から出葉終了までの期間は、オトギリソウは 15℃で 14.3~136.0 日、キキョウは 25℃で 7.0~37.7 日、カワミドリは 20℃で 4.0~8.0 日、ウイキョウは 15℃で 5.3~18.7 日、ニラは 25℃で 2.0~14.7 日、カミツレは 15℃で 5.0~15.0 日、メボウキは 20℃で 3.0~11.0 日、コロシントは 25℃で 2.0~9.3 日、ノリアサは 20℃で 1.7~8.0 日、オランセンニチは 20℃で 8.3~9.0 日、キバナオランダセンニチは 25℃で 8.3~8.7 日、チョウセンアザミは 25℃で 2.0~7.0 日、アサガオは 15℃で 1.7~29.0 日、これらの期間の調査日数を要すると考えられた。

ムラサキは低温湿潤すると発芽率が高くなり、120 日処理と 246 日処理の比較では処理期間が長くなるほど発芽率が高くなった。

ハナトリカブトの効率的増殖法を検討するため、稲わら処理の効果について検討したが、5 月から収穫期までの稲わら処理の効果は認められなかった。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

1) 熊谷健夫、北澤 尚、淵野裕之、川原信夫 ハマボウフウの直播栽培の生育、収量に及ぼす播種期の影響 日本生薬学会第 59 回年会 (2012.9.17-18 千葉)

2) 熊谷健夫、淵野裕之、川原信夫 薬用植物の種子発芽に関する研究—コガネバナ、コエンドロ、キササゲ、ゴマ、ミシマサイコ、カワラヨモギの種子発芽に及ぼす温度の影響 日本薬学会第 133 年会(2013.3.28-30 横浜)

G. 知的財産権の出願・登録状況

なし

表 1 供試植物の 100 粒重

	100 粒重 (g)	反復
オトギリソウ	0.005±0.0002	5
キキョウ	0.031±0.002	5
カワミドリ	0.022±0.001	5
ウイキョウ	0.156±0.011	5
ニラ	0.473±0.012	5
カミツレ	0.005±0.0002	5
メボウキ	0.121±0.006	5
コロシント	7.891±0.103	5
ノリアサ	4.120±0.269	5
オランダセンニチ	0.029±0.0007	5
キバナオランダセンニチ	0.027±0.001	5
チョウセンアザミ	3.538±0.102	5
アサガオ	3.974±0.105	5

表 2 発根率、出葉率および発根所要日数、出葉所要日数に及ぼす温度の影響

オトギリソウ

温度 (°C)	反復	発根 開始日 (日目)	開始 発根率 (%)	発根終了 日	最終 発根率 (%)	平均 発根所要 日数	出葉 開始日 (日目)	開始 出葉率 (%)	出葉 終了日 (日目)	最終 出葉率 (%)	平均 出葉所要 日数
15	平均	14.3	8.0	136.0	69.3	44.3	20.3	2.7	136.0	52.0	61.0
	標準偏差	2.9	4.0	13.9	5.8	5.9	8.5	1.2	13.9	6.9	8.1
20	平均	10.0	7.3	106.0	53.3	27.6	11.0	3.3	111.3	44.0	33.1
	標準偏差	0.0	4.2	18.7	6.4	1.8	0.0	1.2	13.3	7.2	7.6
25	平均	9.0	8.0	81.7	48.0	23.2	5.0	3.3	136.0	42.7	30.2
	標準偏差	0.0	3.5	30.4	9.2	6.3	0.0	1.2	13.9	13.3	5.8
30	平均	1.0	9.0	17.3	5.3	12.5	20.3	5.3	22.0	5.3	32.6
	標準偏差	0.0	0.0	9.5	2.3	3.6	9.3	2.3	10.4	2.3	7.4

キキョウ

温度 (°C)	反復	発根 開始日 (日目)	開始 発根率 (%)	発根終了 日	最終 発根率 (%)	平均 発根所要 日数	出葉 開始日 (日目)	開始 出葉率 (%)	出葉 終了日 (日目)	最終 出葉率 (%)	平均 出葉所要 日数
15	平均	14.7	6.7	85.7	32.7	28.7	24.3	7.3	87.3	29.3	40.4
	標準偏差	1.2	5.0	24.0	8.3	7.3	3.2	6.1	25.7	13.0	7.7
20	平均	7.0	16.0	95.7	56.7	14.2	10.0	4.7	95.0	45.3	19.8
	標準偏差	0.0	6.9	8.1	11.5	1.8	1.0	3.1	9.6	17.2	0.9
25	平均	7.0	32.7	38.0	47.3	10.2	8.0	2.7	37.7	37.3	13.2
	標準偏差	0.0	5.0	19.7	7.6	1.3	0.0	1.2	23.7	12.1	2.1
30	平均	7.0	22.0	13.0	44.7	14.5	8.7	2.7	44.0	40.7	19.4
	標準偏差	0.0	5.3	2.6	4.6	1.5	0.6	1.2	24.3	8.1	0.6

カワミドリ

温度 (°C)	反復	発根 開始日 (日目)	開始 発根率 (%)	発根 終了日 (日目)	最終 発根率 (%)	平均 発根所要 日数	出葉 開始日 (日目)	開始 出葉率 (%)	出葉 終了日 (日目)	最終 出葉率 (%)	平均 出葉所要 日数
15	平均	5.0	3.3	12.3	10.0	8.4	7.0	4.7	14.0	9.3	9.2
	標準偏差	0.0	1.2	9.3	4.0	2.1	0.0	3.1	8.7	3.1	2.5
20	平均	4.0	8.0	7.3	10.7	5.3	9.7	6.7	8.0	10.0	7.3
	標準偏差	0.0	2.0	2.9	2.3	1.6	1.5	4.2	1.7	2.0	0.7
25	平均	2.7	3.3	3.7	5.3	4.2	3.7	4.0	5.0	5.3	5.3
	標準偏差	1.2	1.2	2.9	2.3	1.9	1.2	0.0	2.0	2.3	0.4
30	平均	2.0	6.7	6.3	11.3	3.4	3.0	6.7	5.3	10.7	3.6
	標準偏差	0.0	1.2	2.1	4.2	0.4	0.0	1.2	2.3	4.6	0.6

ウイキョウ

温度 (°C)	反復	発根 開始日 (日目)	開始 発根率 (%)	発根 終了日 (日目)	最終 発根率 (%)	平均 発根所要 日数	出葉 開始日 (日目)	開始 出葉率 (%)	出葉 終了日 (日目)	最終 出葉率 (%)	平均 出葉所要 日数
15	平均	5.3	2.0	11.3	12.0	7.6	11.0	6.0	18.7	10.0	13.7
	標準偏差	0.6	0.0	0.6	2.0	0.7	0.0	4.0	6.0	4.0	2.9
20	平均	5.3	2.0	6.0	9.3	6.7	8.0	4.0	15.0	8.0	10.6
	標準偏差	1.5	0.0	1.0	7.0	0.8	2.6	2.8	0.0	7.2	2.0
25	平均	4.0	5.3	12.7	11.3	6.5	6.7	2.7	11.0	8.0	8.6
	標準偏差	0.0	3.1	10.7	3.1	3.0	0.6	1.2	0.0	3.5	1.0
30	平均	4.0	10.7	12.3	7.3	7.2	6.7	2.0	8.3	4.7	7.7
	標準偏差	0.0	5.8	4.6	4.2	2.3	0.6	0.0	2.3	4.6	1.3

ニラ

温度 (°C)	反復	発根 開始日 (日目)	開始 発根率 (%)	発根 終了日 (日目)	最終 発根率 (%)	平均 発根所要 日数	出葉 開始日 (日目)	開始 出葉率 (%)	出葉 終了日 (日目)	最終 出葉率 (%)	平均 出葉所要 日数
15	平均	4.3	3.3	10.7	97.3	7.4	12.7	6.0	19.7	97.3	17.0
	標準偏差	1.2	1.2	4.0	2.3	0.7	1.2	2.0	1.2	2.3	1.1
20	平均	2.0	2.0	6.7	97.3	5.0	7.7	19.3	13.0	96.7	10.7
	標準偏差	0.0	0.0	0.6	4.6	0.1	0.6	17.9	1.7	4.2	0.6
25	平均	2.0	8.0	12.7	100.0	5.2	5.0	22.0	14.7	96.7	8.4
	標準偏差	0.0	0.0	1.2	0.0	0.1	0.0	3.5	3.8	1.2	0.1
30	平均	2.0	10.7	18.3	56.7	4.1	5.0	13.3	15.7	54.0	7.5
	標準偏差	0.0	5.8	4.0	2.3	0.4	0.0	6.1	3.8	2.0	0.8

カミツレ

温度 (°C)	反復	発根 開始日 (日目)	開始 発根率 (%)	発根 終了日 (日目)	最終 発根率 (%)	平均 発根所要 日数	出葉 開始日 (日目)	開始 出葉率 (%)	出葉 終了日 (日目)	最終 出葉率 (%)	平均 出葉所要 日数
15	平均	5.0	8.0	18.7	56.0	8.0	5.0	8.0	25.0	54.7	9.3
	標準偏差	0.0	5.3	6.4	13.1	0.4	0.0	5.3	4.6	11.0	0.9
20	平均	3.3	4.0	16.0	52.7	5.8	3.3	4.0	11.3	49.3	5.8
	標準偏差	0.6	0.0	5.3	5.0	0.4	0.6	0.0	4.0	6.4	0.4
25	平均	2.7	5.3	14.7	44.7	5.0	2.7	2.7	11.7	38.7	5.4
	標準偏差	0.6	1.2	1.5	8.3	0.4	0.6	1.2	2.3	11.7	0.7
30	平均	3.0	12.7	20.0	32.0	4.3	5.0	13.3	12.7	29.3	6.5
	標準偏差	0.0	7.6	6.0	10.0	0.3	0.0	6.1	6.4	10.1	1.6

メボウキ

温度 (°C)	反復	発根 開始日 (日目)	開始 発根率 (%)	発根 終了日 (日目)	最終 発根率 (%)	平均 発根所要 日数	出葉 開始日 (日目)	開始 出葉率 (%)	出葉 終了日 (日目)	最終 出葉率 (%)	平均 出葉所要 日数
15	平均	4.7	17.3	10.7	53.3	6.5	9.0	15.3	14.7	48.0	10.7
	標準偏差	0.6	11.5	3.5	3.1	0.3	0.0	1.2	1.2	3.5	0.2
20	平均	3.0	36.0	8.0	58.7	3.8	7.0	51.3	11.0	55.3	7.3
	標準偏差	0.0	10.4	0.0	12.2	0.1	0.0	12.7	4.4	14.5	0.2
25	平均	2.0	42.0	6.7	58.0	2.7	3.0	11.3	10.7	55.3	4.4
	標準偏差	0.0	7.2	2.3	5.3	0.3	0.0	4.2	4.6	2.3	0.2
30	平均	2.0	2.0	6.7	52.0	2.4	2.0	46.7	10.3	47.3	5.7
	標準偏差	0.0	0.0	4.2	5.3	0.5	0.0	5.0	3.2	8.1	3.4

コロシント

温度 (°C)	反復	発根 開始日 (日目)	開始 発根率 (%)	発根 終了日 (日目)	最終 発根率 (%)	平均 発根所要 日数	出葉 開始日 (日目)	開始 出葉率 (%)	出葉 終了日 (日目)	最終 出葉率 (%)	平均 出葉所要 日数
15	平均	9.0	2.0	9.5	3.3	9.4	24.0	4.0	29.0	2.0	25.7
	標準偏差	1.4	0.0	2.1	4.2	1.9	—	—	—	3.5	—
20	平均	3.0	5.3	7.7	29.3	4.7	11.7	3.3	16.7	11.3	14.6
	標準偏差	0.0	3.1	1.5	4.6	0.3	2.1	2.3	5.5	4.6	3.2
25	平均	2.0	10.0	6.0	42.0	3.5	6.0	2.7	10.3	15.3	8.4
	標準偏差	0.0	3.5	0.0	5.3	0.4	0.0	1.2	1.2	1.2	0.6
30	平均	2.0	9.3	5.0	30.0	3.4	6.7	3.3	9.3	13.3	8.7
	標準偏差	0.0	2.3	0.0	3.5	0.4	1.2	2.3	1.5	9.0	0.4

ノリアサ

温度 (°C)	反復	発根 開始日 (日目)	開始 発根率 (%)	発根 終了日 (日目)	最終 発根率 (%)	平均 発根所要 日数	出葉 開始日 (日目)	開始 出葉率 (%)	出葉 終了日 (日目)	最終 出葉率 (%)	平均 出葉所要 日数
15	平均	2.0	2.7	11.0	56.0	7.1	10.0	2.0	11.0	2.0	10.5
	標準偏差	1.0	1.2	0.0	13.1	0.4	1.4	0.0	0.0	2.0	0.7
20	平均	1.7	4.0	11.0	73.3	5.5	6.3	4.7	8.7	8.7	7.4
	標準偏差	0.6	2.0	0.0	16.2	0.4	1.5	4.6	1.2	4.2	0.8
25	平均	1.7	5.3	8.7	63.3	3.4	4.0	4.0	8.3	16.0	5.9
	標準偏差	0.6	4.2	4.0	9.5	0.5	0.0	2.0	0.6	3.5	0.7
30	平均	1.0	5.3	4.0	60.0	2.5	3.3	5.3	5.3	8.7	3.8
	標準偏差	0.0	2.3	0.0	6.9	0.1	0.6	3.1	2.3	3.1	1.1

オランダセンニチ

温度 (°C)	反復	発根 開始日 (日目)	開始 発根率 (%)	発根 終了日 (日目)	最終 発根率 (%)	平均 発根所要 日数	出葉 開始日 (日目)	開始 出葉率 (%)	出葉 終了日 (日目)	最終 出葉率 (%)	平均 出葉所要 日数
15	平均	5.0	50.7	10.7	100.0	6.3	7.0	12.7	13.0	97.3	8.4
	標準偏差	0.0	4.6	2.9	0.0	0.2	0.0	11.5	3.6	2.3	0.5
20	平均	3.0	38.7	8.3	100.0	4.0	4.0	15.3	9.0	99.3	6.5
	標準偏差	0.0	5.0	1.5	0.0	0.3	0.0	3.1	1.0	1.2	0.3
25	平均	2.0	13.3	8.7	100.0	3.4	6.0	9.3	8.3	98.7	4.5
	標準偏差	0.0	1.2	4.0	0.0	0.1	0.0	1.2	0.6	1.2	0.2
30	平均	1.0	28.7	8.3	98.7	3.1	2.3	9.3	8.3	96.7	4.4
	標準偏差	0.0	10.3	1.2	2.3	0.4	0.6	11.0	1.5	3.1	0.6

キバナオランダセンニチ

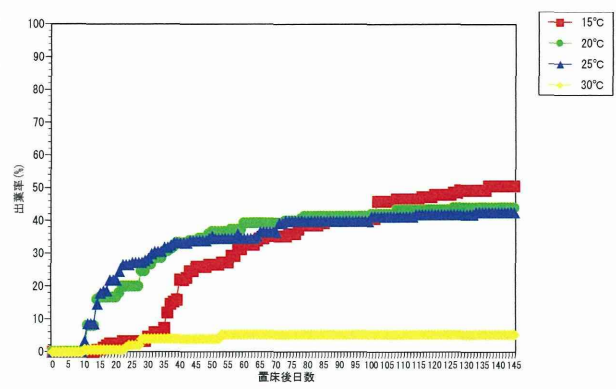
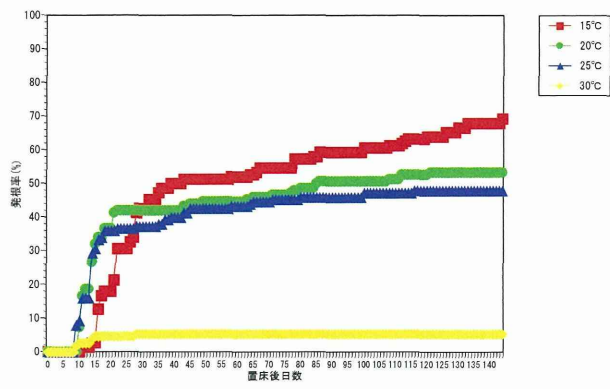
温度 (°C)	反復	発根 開始日 (日目)	開始 発根率 (%)	発根 終了日 (日目)	最終 発根率 (%)	平均 発根所要 日数	出葉 開始日 (日目)	開始 出葉率 (%)	出葉 終了日 (日目)	最終 出葉率 (%)	平均 出葉所要 日数
15	平均	4.7	14.7	11.3	97.3	6.8	7.3	8.7	12.3	90.7	9.3
	標準偏差	0.6	12.1	4.5	3.1	0.4	0.6	4.2	3.2	3.1	0.5
20	平均	3.0	10.0	6.7	97.3	4.7	5.0	2.7	7.7	92.7	7.1
	標準偏差	0.0	5.3	1.5	2.3	0.2	0.0	1.2	1.2	2.3	0.0
25	平均	2.0	11.3	8.7	100.0	3.8	3.3	14.0	8.3	88.7	5.1
	標準偏差	0.0	3.1	4.0	0.0	0.2	0.6	13.9	0.6	1.2	0.1
30	平均	2.0	20.7	8.0	92.0	4.4	3.0	16.7	7.3	84.7	5.6
	標準偏差	0.0	8.3	1.0	4.0	0.7	0.0	8.1	0.6	4.2	0.5

チヨウセンアザミ

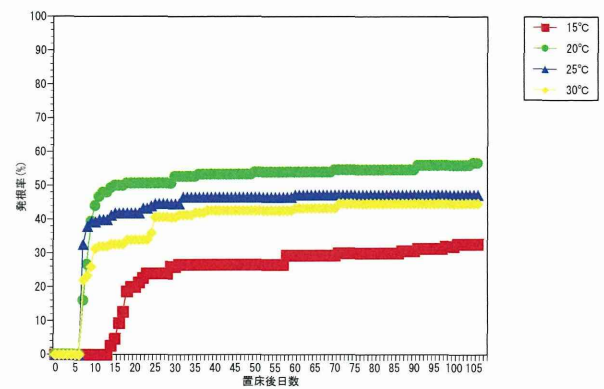
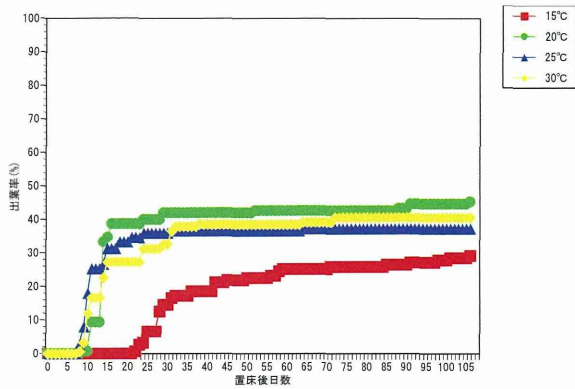
温度 (°C)	反復	発根 開始日 (日目)	開始 発根率 (%)	発根 終了日 (日目)	最終 発根率 (%)	平均 発根所要 日数	出葉 開始日 (日目)	開始 出葉率 (%)	出葉 終了日 (日目)	最終 出葉率 (%)	平均 出葉所要 日数
15	平均	6.3	33.3	12.3	74.0	7.6	10.7	41.3	14.3	62.0	11.8
	標準偏差	1.2	27.2	2.3	4.0	0.5	0.6	17.9	0.6	3.5	0.6
20	平均	3.3	8.7	9.7	65.3	5.3	7.0	11.3	11.0	58.7	6.8
	標準偏差	0.6	9.9	2.3	1.2	0.2	0.0	1.2	0.0	3.1	0.8
25	平均	2.0	2.7	7.0	78.0	3.8	7.0	14.0	7.0	63.3	7.0
	標準偏差	0.0	1.2	0.0	2.0	0.3	0.0	13.9	0.0	7.0	0.0
30	平均	2.0	20.7	7.0	75.3	3.6	5.0	6.0	7.3	62.0	9.5
	標準偏差	0.0	8.3	0.0	3.1	0.4	1.7	2.0	0.6	7.2	2.9

アサガオ

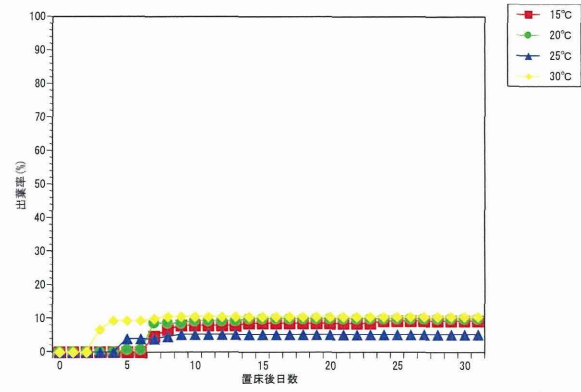
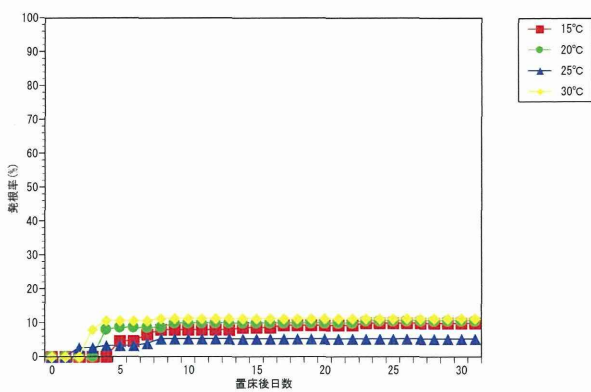
温度 (°C)	反復	発根 開始日 (日目)	開始 発根率 (%)	発根 終了日 (日目)	最終 発根率 (%)	平均 発根所要 日数	出葉 開始日 (日目)	開始 出葉率 (%)	出葉 終了日 (日目)	最終 出葉率 (%)	平均 出葉所要 日数
15	平均	1.7	2.7	23.0	83.3	11.8	7.0	4.7	29.0	76.0	18.2
	標準偏差	0.6	1.2	1.7	6.4	0.7	0.0	2.3	0.0	6.0	0.7
20	平均	1.3	10.0	16.3	90.0	4.5	3.3	2.7	16.0	78.7	7.0
	標準偏差	0.6	5.3	0.6	7.2	0.1	0.6	1.2	5.6	2.3	0.5
25	平均	1.0	26.0	9.3	83.3	3.3	2.3	9.3	8.7	60.0	4.8
	標準偏差	0.0	10.6	0.6	15.0	0.4	0.6	12.7	1.5	4.0	0.3
30	平均	1.0	40.7	5.7	79.3	2.0	2.0	16.7	5.7	53.3	3.4
	標準偏差	0.0	8.3	2.3	6.1	0.5	0.0	8.1	2.3	12.9	0.7



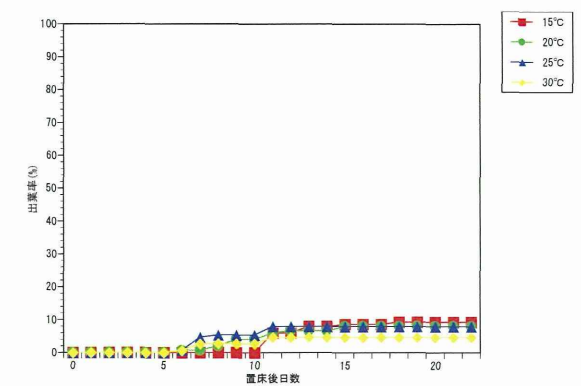
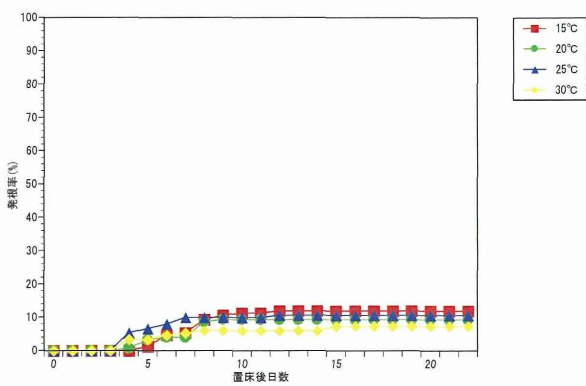
オトギリソウの発根率と出葉率



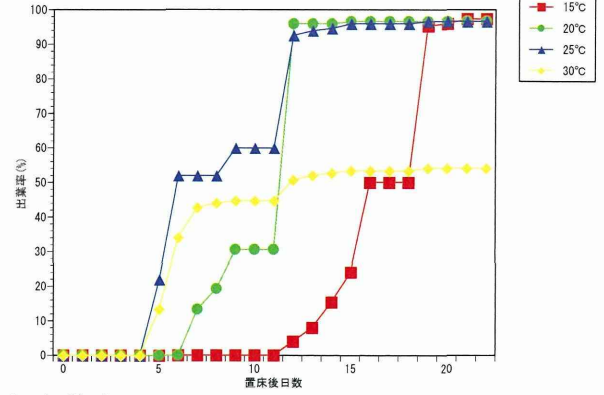
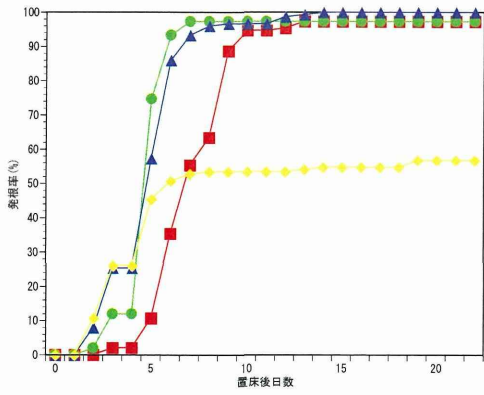
キキョウの発根率と出葉率



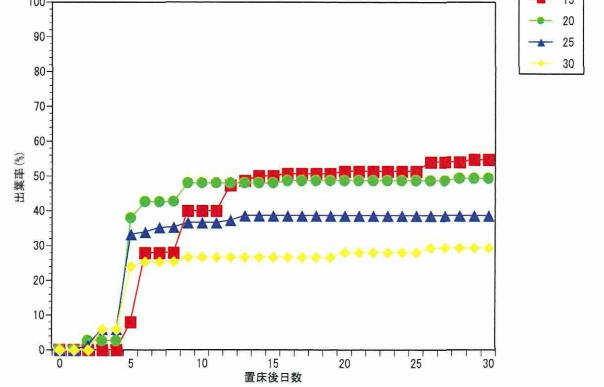
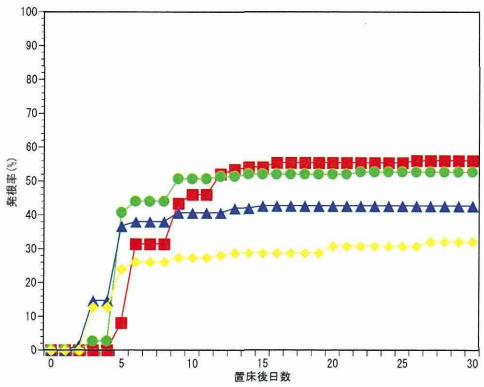
カワミドリの発根率と出葉率



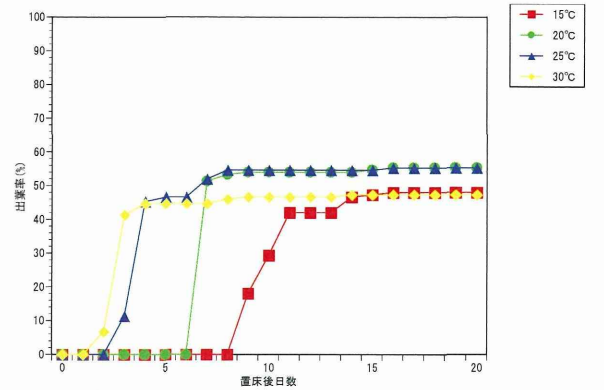
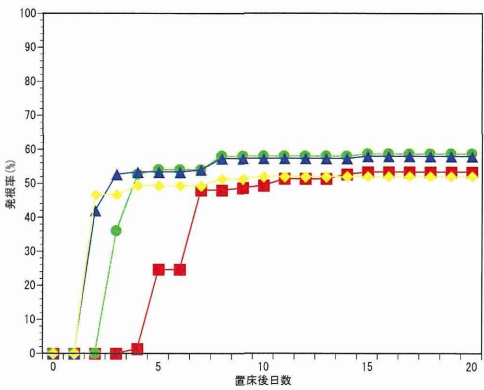
ウイキョウの発根率と出葉率



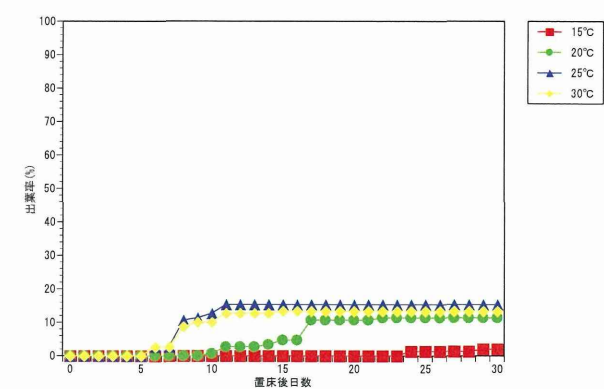
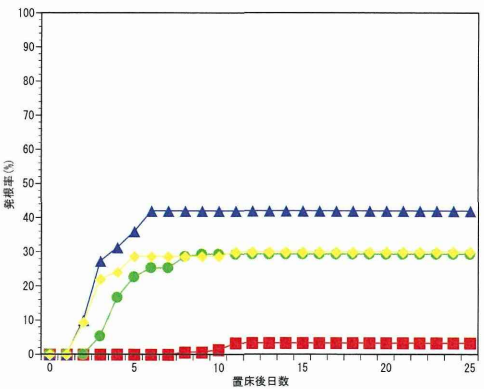
ニラの発根率と出葉率



カミツレの発根率と出葉率



メボウキの発根率と出葉率



コロシントの発根率と出葉率