

ことが示された。鉄については測定サンプルの標準偏差の値が大きく、この原因として粉砕機からの鉄等の混入が考えられ、今後、重金属分析に対応した粉砕機の使用が必要であると思われた。

本法を応用した植物体の栄養診断から、現在実施されているセンキュウ栽培における追肥を重視した施肥方法では、植物体のリン含量が低くなる可能性が示唆され、施肥方法の改良をする必要があることを見いだした。

ホソバオケラの種苗調製法と定植方法を検討した結果、従来の芽の位置を基準に裁断する方法よりも、機械的に格子状に裁断する方法が作業者の負担が少なく、かつ同方法で調整された種苗は実用上問題なく使用できることが示された。ポテトプランターによる定植方法は、定植深度を浅く（約 2 cm）設定することで利用できることが示された。

コガネバナの乾燥重量当たりの ORAC 値は、葉が 352.30、茎が 187.57、根が 225.63 であった。黄芩の生薬エキス 14 種類の ORAC 値は、587.97 ～ 1719.76 の範囲にあった。また甘草の生薬エキス 16 種類の ORAC 値は、623.16 ～ 1665.21 の範囲にあった

植物体の各部位における ORAC 値は、ダイオウを除く、コガネバナ等多くの植物では根よりも葉が高い傾向にあった。生薬エキスでは、ORAC 値と各項目（産地、形態、入手年度、野生品／栽培品、分類、等級）の相関は見られないが、同一品目において 2～3 倍の抗酸化力の差が見られた。

F. 研究発表

1. 論文発表

1. Kojoma, M., Hayashi, S., Shibata, T., Yamamoto Y., Sekizaki, H.: Variation of glycyrrhizin and liquiritin contents within a population of 5-year-old licorice (*Glycyrrhiza uralensis*) plants cultivated under the same conditions, *Biol. Pharm. Bull.*, **34** (8), 1334-1337 (2011).
2. 熊谷健夫: 医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター筑波研究部栽培研究室－薬用植物の栽培研究と種子交換－, *和漢薬*, **705** (2), 4-6 (2012).
3. 菱田敦之: 日本における薬用植物栽培の普及とその課題. *和漢薬*, **706** (3), 4-7 (2012).

2. 学会発表

1. 菱田敦之、林茂樹、川原信夫、柴田敏郎、菊池原、武田修己: ケイガイの栽培に関する研究 施肥量が花穂収量に及ぼす影響. 日本薬学会第 132 年会 (2012. 3. 28-31, 札幌)

G. 知的財産権の出願・登録状況

なし

表1 トウキ、ホッカイドウキおよびセンキュウの各部位の無機成分含有量

植物名	部位	無機成分含量							
		N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
トウキ (2年生)	葉	3.09 ± 0.06	1.27 ± 0.03	3.05 ± 0.08	1.79 ± 0.06	0.17 ± 0.02	199.0 ± 9.3	42.03 ± 10.5	46.8 ± 6.7
	莖	0.84 ± 0.24	0.84 ± 0.07	4.20 ± 0.38	0.86 ± 0.06	0.12 ± 0.01	108.7 ± 24.0	18.13 ± 2.6	35.6 ± 3.6
	根	1.07 ± 0.05	0.47 ± 0.04	1.73 ± 0.24	0.25 ± 0.02	0.15 ± 0.01	111.4 ± 31.9	9.80 ± 2.1	16.8 ± 2.3
ホッカイトウキ (2年生)	葉	2.61 ± 0.25	1.26 ± 0.19	2.80 ± 0.22	1.93 ± 0.37	0.20 ± 0.05	310.8 ± 57.9	41.09 ± 10.1	47.9 ± 9.1
	莖	0.98 ± 0.10	1.05 ± 0.23	3.83 ± 0.36	1.58 ± 0.03	0.21 ± 0.04	154.0 ± 91.7	18.68 ± 2.0	38.2 ± 6.0
	根	1.07 ± 0.11	0.48 ± 0.03	1.49 ± 0.19	0.31 ± 0.04	0.18 ± 0.02	281.3 ± 214	12.94 ± 4.5	20.8 ± 3.1
センキュウ	葉	1.95 ± 0.18	0.33 ± 0.01	3.32 ± 0.11	1.51 ± 0.05	0.12 ± 0.01	334.3 ± 48.5	57.4 ± 11.2	17.0 ± 1.0
	莖	0.64 ± 0.10	0.41 ± 0.05	4.71 ± 0.15	2.18 ± 0.15	0.11 ± 0.01	103.6 ± 5.7	38.7 ± 1.5	16.2 ± 1.4
	親株	1.26 ± 0.25	0.32 ± 0.04	1.34 ± 0.11	0.26 ± 0.03	0.16 ± 0.02	549.9 ± 379	26.8 ± 10.3	23.2 ± 2.2
	子芋	1.29 ± 0.14	0.34 ± 0.00	1.27 ± 0.09	0.26 ± 0.02	0.14 ± 0.01	177.6 ± 83.0	27.6 ± 8.7	26.2 ± 1.4
	ひげ根	1.05 ± 0.09	0.25 ± 0.04	2.02 ± 0.16	0.48 ± 0.08	0.24 ± 0.04	263.9 ± 98.5	34.6 ± 6.8	27.8 ± 4.9

(N=3, Mean ± SD)

表2 トウキ、ホッカイトウキおよびセンキュウの各部位の無機成分含有量

植物名	部位	無機成分含量					
		Cd (ppm)	Co (ppm)	Cr (ppm)	Cu (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)
トウキ (2年生)	葉	trace	ND	ND	7.11 ± 1.49	1.38 ± 0.43	1.22 ± 0.39
	茎	trace	ND	ND	3.68 ± 1.19	0.89 ± 0.16	1.71 ± 0.27
	根	trace	ND	ND	4.21 ± 0.63	0.59 ± 0.26	2.02 ± 0.28
ホッカイトウキ (2年生)	葉	trace	ND	ND	5.29 ± 1.31	1.41 ± 0.49	1.81 ± 0.14
	茎	trace	ND	ND	4.22 ± 2.66	1.57 ± 0.44	1.25 ± 0.15
	根	trace	ND	ND	5.60 ± 1.91	1.44 ± 0.10	2.80 ± 0.22
センキュウ	葉	trace	ND	ND	6.13 ± 0.56	2.78 ± 0.28	1.65 ± 0.01
	茎	trace	ND	ND	3.35 ± 0.14	2.70 ± 0.18	2.08 ± 0.15
	親株	trace	ND	ND	5.62 ± 0.47	2.22 ± 0.41	2.89 ± 0.70
	子芋	trace	ND	ND	6.25 ± 0.10	2.39 ± 0.72	4.17 ± 0.54
	ひげ根	trace	ND	ND	5.72 ± 0.55	3.40 ± 0.66	2.30 ± 0.23

(N=3, Mean ± SD)

ND:検出せず, trace: 定量下限値以下.



図1 従来法により調製した種苗



図2 機械的細断法により調製した種苗
中央「中心」、両側「外側」

部位	個数	重量 (kg)	苗1個当りの重量 (g)	塊株1株からの種苗数
中心	58	6.3	108.6	1.9
外側	101	7.75	76.7	3.4
半端	81	2.6	32.1	2.7

参考：従来法では、30株から種苗が約220個調製できる。

	従来法	機械的な切断法		
	(芽を優先)	中心	外側	半端
平均	76.1	101.1	84.4	33.0
標準偏差	25.7	16.8	21.4	12.6
中央値	76.2	100.3	80.6	29.3
最大	153.3	140.3	138.1	61.2
最小	25.4	62.7	45.5	13.2
N	50	30	30	30



種苗の区分「中心」



種苗の区分「外側」



種苗の区分「半端」



種苗の区分「従来法」

図3 種苗の種類と萌芽の関係（手植え定植法）

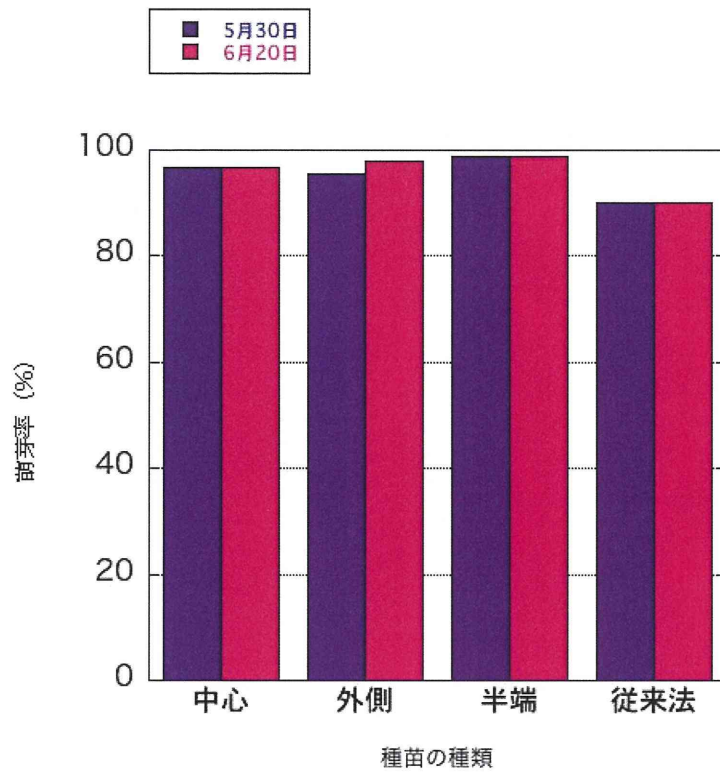


図4 手植え定植法における種苗の形状が萌芽率に及ぼす影響

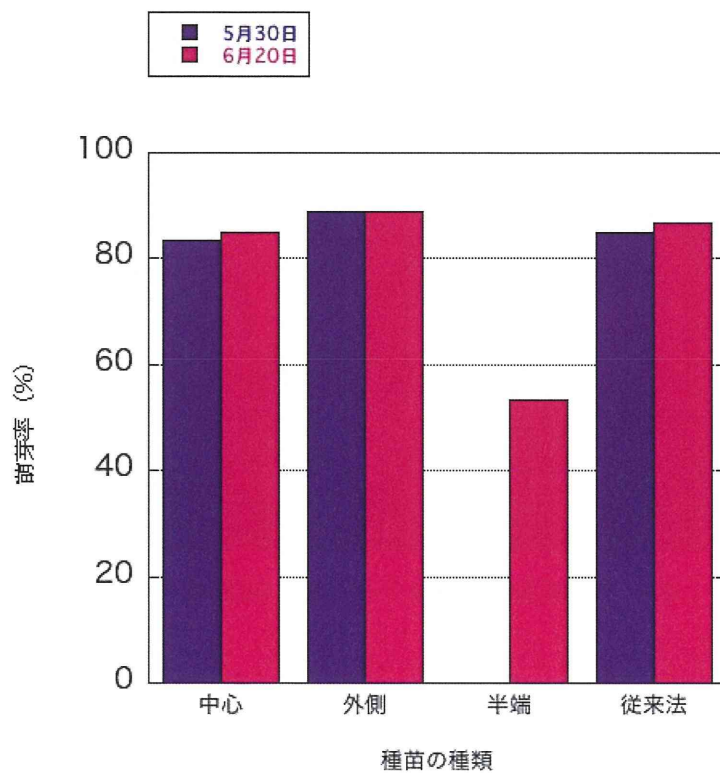


図5 機械定植法における種苗の形状が萌芽率に及ぼす影響



図6 手植え法による根茎部の定植状況の一例



図7 機械定植法による根茎部の定植状況の一例



中心苗



外側苗



半端苗



慣行法苗

図8 機械定植における収穫したホゾバオケラ根茎の性状 1 (1年生)

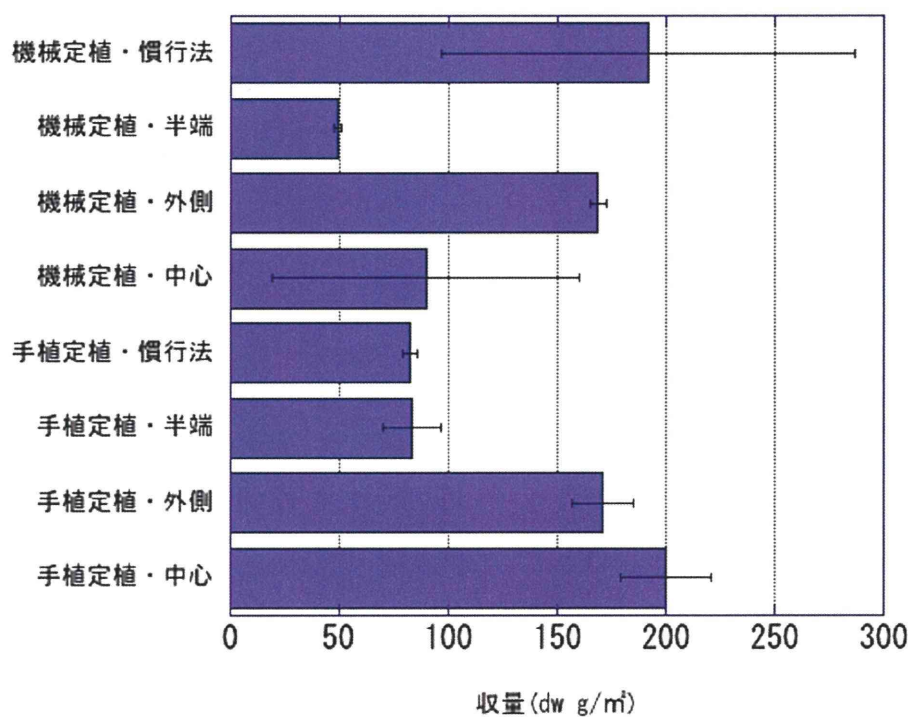


図9 各試験区のホソバオケラの根茎収量（1年生株）

表5 分散分析法を用いた各要因の効果の検定

要因	自由度	平方和	F値	p値
定植方法	1	350.7	0.19	0.6755
種苗のタイプ	3	23659.8	4.24	0.0454 *
定植法 X 種苗のタイプ	3	24884.1	4.46	0.0403 *

*:0.05>P

表6 コガネバナの各部位と生薬黄芩エキスのORAC値

	部位	ORAC値 (μmolTE/g)	
		新鮮重量あたり	乾燥重量あたり
コガネバナ	葉	352.30	1426.32
	茎	187.57	856.49
	根	225.63	550.32
		エキス乾燥重量あたり	
オウゴン		587.97 ~ 1719.76	



図10 実験に供したコガネバナの各部位の性状

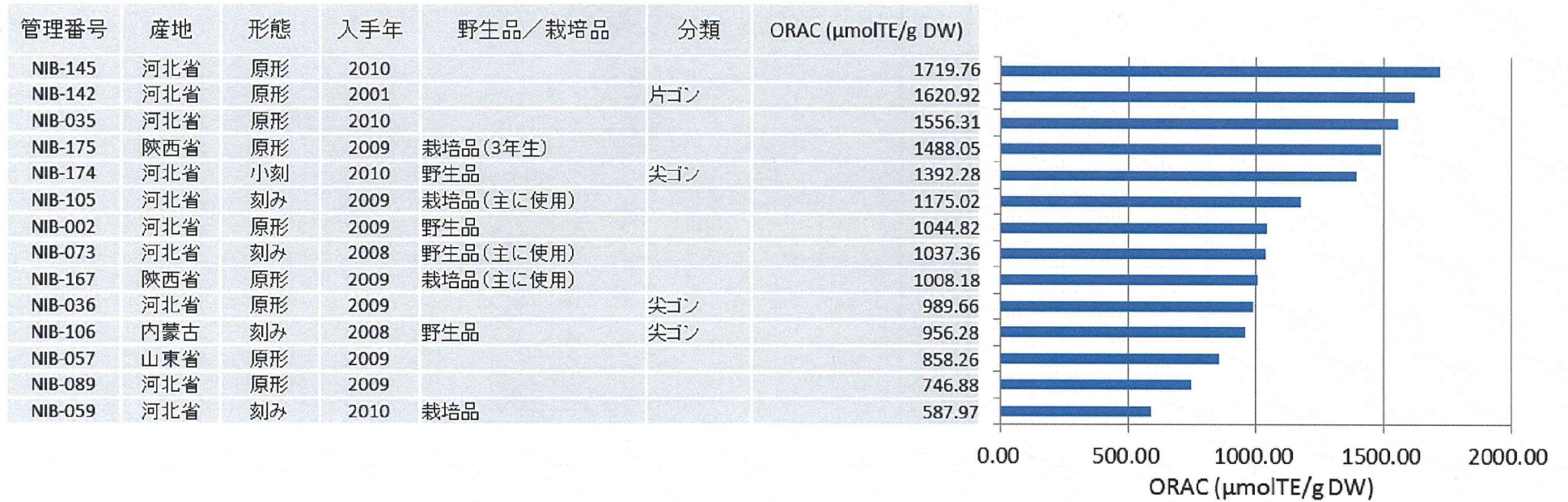


図11 黄芩のORAC値

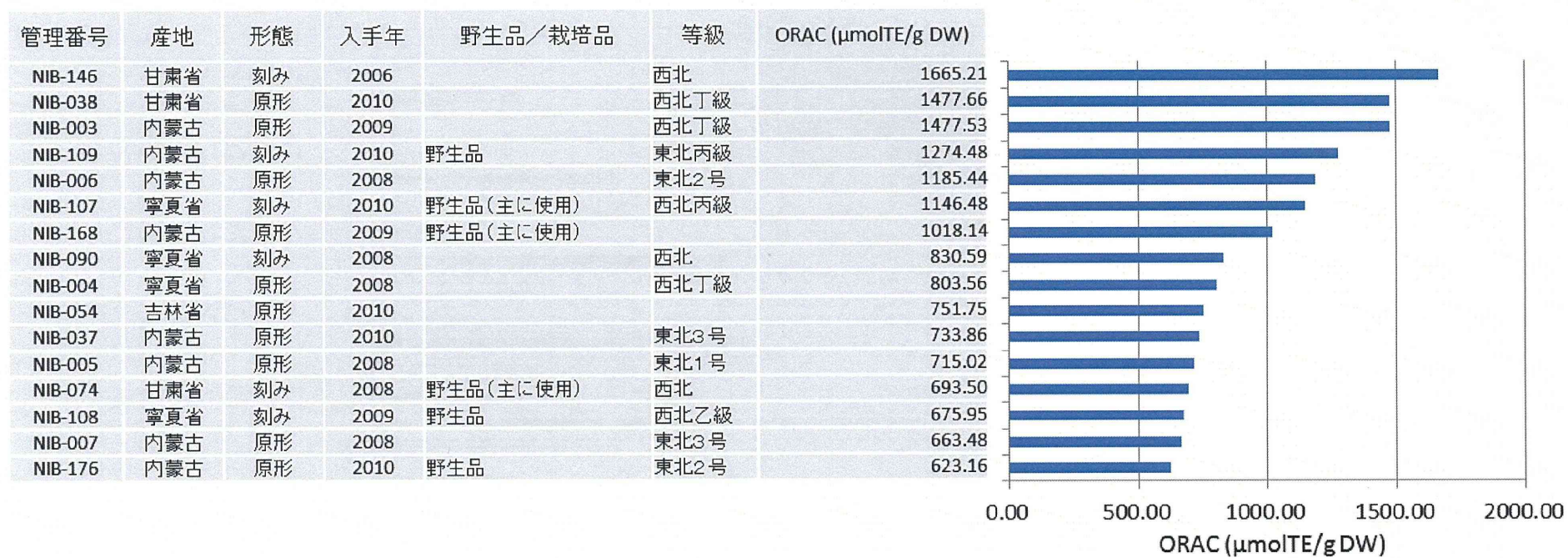


図12 甘草のORAC値

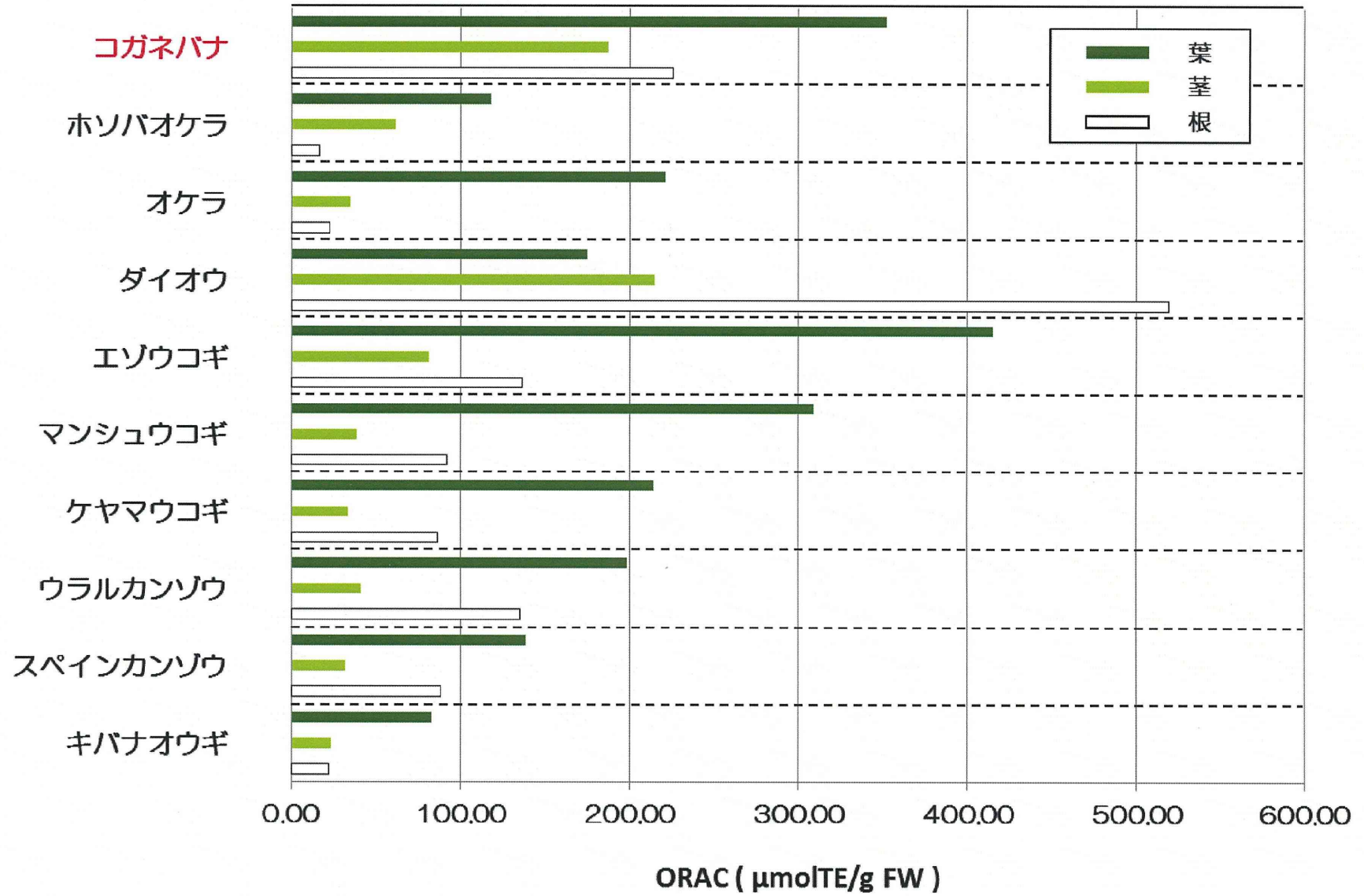


図13 薬用植物の部位別のORAC値

厚生労働科学研究費補助金（創薬基盤推進研究事業）
漢方薬に使用される薬用植物の総合情報データベース構築のための
基盤整備に関する研究（H22-創薬総合-一般-013）
分担研究報告書

分担研究課題：資源管理に関する研究
—トウキ種子の貯蔵温度および期間と発芽率の関係について—

研究分担者 飯田 修 （独）医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター
種子島研究部リーダー
研究協力者 杉村康司 （独）医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター
種子島研究部研究員
研究協力者 瀧野裕之 （独）医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター
筑波研究部室長
研究協力者 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

植物遺伝資源の保存法として種子が最も簡便で、効率的である。資源管理情報として、種子の最適保存条件の確立とともに、保存種子の更新を図るために、保存中の種子の発芽率の推移や寿命を知ることが極めて重要である。種子寿命並びに種子の更新の判断基準の指標として、貯蔵期間5年の種子の発芽率を確認するため、貯蔵温度5℃、-1℃および-20℃の3段階で5年間貯蔵したトウキ種子の発芽試験を行った。その結果、貯蔵期間5年種子の発根率はそれぞれ83.0%、88.7%および88.7%、出葉率はそれぞれ79.0%、71.3%および61.3%と高い値を保持していた。貯蔵温度5℃区および-1℃区の発根後の根は、褐変がほとんど見られず良好であった。また、発根率および出葉率の推移は、5℃区が毎年ほぼ同一の推移を示し安定しており、良好な保存が保たれていると推察された。トウキ種子の貯蔵は、良質な種子を用い、種子の吸湿を防ぎ、発根後の根の損傷が少ない5℃で貯蔵するのが最も良好と思われた。

A. 研究目的

植物遺伝資源の保存は種子、植物体さらには組織培養により植物体の一部や細胞を用いて行われている。これらのうち、種子が最も簡便で、効率的かつ大量に保存できる。種子の長期保存方法については、農作物分野では半永久的な保存を目指して検討されているが、薬用植物についての知見は極めて少ない。種子の最適保存条件の確立とともに、保存種子の更新を図るために、保存中の種子の寿命を知ることが極めて重要である。

種子の貯蔵温度や期間等保存条件と発芽率の関係については、長期間にわたる知見の集積が必要である。本研究における資源管理情報として、貯蔵5年間の発芽率の推移を調査し、種子寿命並びに

種子の更新の判断基準の指標を得ることを目的とする。

今年度は貯蔵温度を5℃、-1℃および-20℃の3段階で5年間貯蔵したトウキ種子の発芽率の推移を観察、調査した。

B. 研究方法

材料：トウキ (*Angelica acutiloba*) 平成18年（2006年）産種子 100粒重 0.235～0.245 g。乾燥種子約1.5 g、脱酸素剤およびシリカゲル各1個をラミジップアルミチャック袋（0.089×85×120 mm AL-D 生産日本社）に入れ、脱気後密封し貯蔵した。貯蔵温度：5℃（5℃区）、-1℃（-1℃区）、-20℃（-20℃区）で貯蔵した。5℃貯蔵は種子島研究部

で、-1℃と-20℃貯蔵は筑波研究部で行い、それぞれの種子の発芽試験は貯蔵した研究部で行った。

種子封入日は平成18年12月26日、低温貯蔵開始日は平成19年1月4日であった。貯蔵後の発芽試験開始日は両研究部でほぼ同一とした。即ち、貯蔵1年後は平成20年1月15日、貯蔵2年後は平成21年1月15日、貯蔵3年後は平成22年1月15日、貯蔵4年後は平成23年1月18日、貯蔵5年後は種子島研究部が平成24年1月15日、筑波研究部は同年1月16日であった。

発芽試験：蓋付きスチロール角形ケース

(152×72×25 mm) 1個に種子50粒置床。3反復。

発芽温度：20℃ (恒温)

照明条件：明暗各12時間

発芽チャンバー：種子島研究部ではMTI-201

(EYELA) を、筑波研究部ではTD-28CCFL-3LD

(日本医化器械製作所) を用いた。両機器は照明

が異なり、前者は直管蛍光灯40W、4本、後者はCCFL (冷陰極蛍光ランプ) 6w、5本仕様であったが、照明時間は同一とした。

発芽の確認：発根時および子葉の展開時 (出葉) の2段階で確認し、発根および出葉が完了するまで調査を行った。

種子の水分含量の測定：電子式水分計

(MOC-120H：島津製作所) を用いて測定した。

C. 研究結果

1. 5年間貯蔵した種子の発根率と出葉率

貯蔵した種子の貯蔵開始時の発根率は91.3%、出葉率は78.7%、その時の種子の水分含量は6.63%であった。

貯蔵温度5℃、-1℃および-20℃で5年間貯蔵した種子の発根率はそれぞれ83.0%、88.7%および88.7%、出葉率はそれぞれ79.0%、71.3%および61.3%であった。またその時の種子の水分含量は5.08%であった。発根率は-1℃区および-20℃区で高かったが、出葉率は5℃区が高く、貯蔵温度が低温ほど低下した。発根後の根の伸長は、5℃区および-1℃区では根の褐変がほとんどなく良好であったが、-20℃区では根が褐変し、途中枯死する個体が観察された。(表1、図1、2)

2. 5年間貯蔵した種子の貯蔵期間別発根率と出葉率の推移

5年間の発根率は-1℃区が全体的に高く、次いで5℃区、-20℃区の順であった。発根率の推移は、5℃区では毎年ほぼ同一のS字曲線を描き、毎年同一の経過を示したが、-1℃区および-20℃区では、貯蔵期間により異なる推移を示し、-1℃区に比べ-20℃区の年次間の差異が大きかった。出葉率についても発根率と同様の推移を示し、5℃区では年次間の差異がほとんど見られなかったが、-1℃区および-20℃区では年次間の差異が見られ、その程度は-20℃区が大であった。

発根率および出葉率ともに、貯蔵期間により若干の上下動が見られたが、毎年少しずつ低下し、低下の程度は発根率に比べ出葉率で大きい傾向が見られた。貯蔵期間4年種子の発根率および出葉率の推移が他と顕著に異なったが、原因は不明である。(表1、図3)

D. 考察

異なる温度条件下で5年間貯蔵した種子の発根率は83%以上、出葉率は61.3%以上の高い値を示した。高発芽率の要因は、良質な種子であったこと、即ち、貯蔵開始時の発芽率が高く、5年間の発芽試験期間中、カビの発生が軽微であったこと、さらに種子の乾燥状態が良く保たれていたためと考えられた。トウキ種子の貯蔵に当たり、良質な種子を乾燥良好な状態で保存することが必要不可欠である。

貯蔵温度の影響は、発根率にはほとんど見られないが、出葉率に見られ、貯蔵期間が長くなるにつれて、-20℃区の根が褐変し、途中枯死する個体が観察された。

今後、他の種について、貯蔵5年種子の発芽率を調査する予定である。

E. 結論

貯蔵温度5℃、-1℃および-20℃の3段階で5年間貯蔵したトウキ種子の発芽試験を行った結果、貯蔵期間5年種子の発根率はそれぞれ83.0%、88.7%および88.7%、出葉率はそれぞれ79.0%、71.3%および61.3%と高い値を保持していた。貯蔵温度5℃区および-1℃区の発根後の根は、褐変がほとんど見られず良好であった。また、発根率および出葉率における貯蔵期間別の推移は、5℃区が貯蔵年数に関わらず安定しており、良好な保存

が保たれていたと推察された。トウキ種子の貯蔵は、良質な種子を用い、種子の吸湿を防ぎ、発根後の根の損傷が少ない 5°Cで貯蔵するのが最も良好と思われた。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

G. 知的財産権の出願・登録状況

なし

表1 異なる温度条件下で5年間貯蔵したトウキ種子の貯蔵開始時および貯蔵期間別発根および出葉状況

貯蔵温度	貯蔵年数	発根開始日	発根終了日	最終発根率	出葉開始日	出葉終了日	最終出葉率	種子水分含量
		日目	日目	%	日目	日目	%	%
開始時	0年	11	25	91.3	18	28	78.7	6.63
5°C	1年	12	32	94.0	18	35	86.0	3.95
	2年	9	23	90.0	15	30	81.3	5.33
	3年	11	28	90.0	16	35	86.7	3.56
	4年	10	27	89.3	16	32	87.0	5.44
	5年	10	24	83.0	17	35	79.0	5.08
-1°C	1年	13	28	90.0	20	34	86.0	
	2年	11	22	92.0	18	41	86.7	
	3年	10	28	93.3	17	35	84.7	
	4年	16	24	92.0	23	37	74.0	
	5年	10	31	88.7	16	32	71.3	
-20°C	1年	13	29	88.7	20	31	78.0	
	2年	11	25	84.7	18	41	73.0	
	3年	10	25	82.0	17	35	84.7	
	4年	16	33	86.7	23	38	75.3	
	5年	10	30	88.7	18	36	61.3	



図1 5年間貯蔵したトウキ種子の発芽(出葉)状況
 左:5°C貯蔵、置床後22日、中:-1°C貯蔵、置床後18日、右:-20°C貯蔵、置床後18日

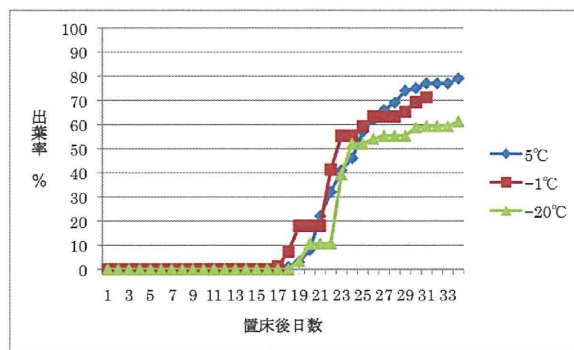
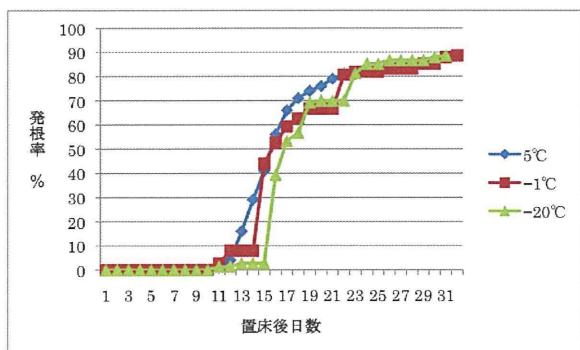
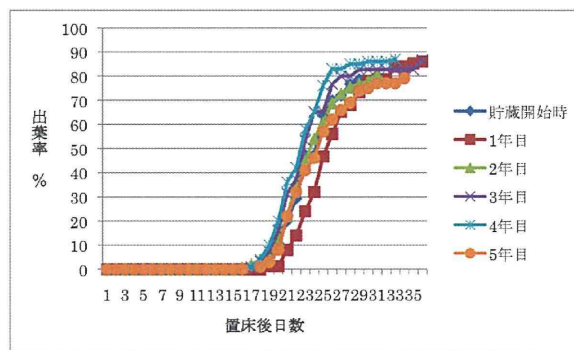
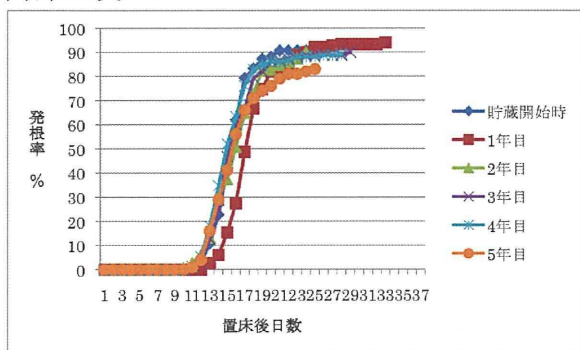
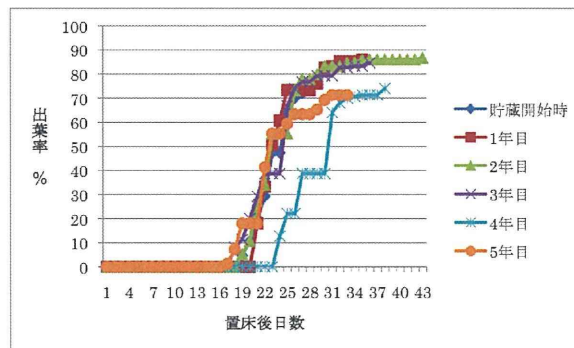
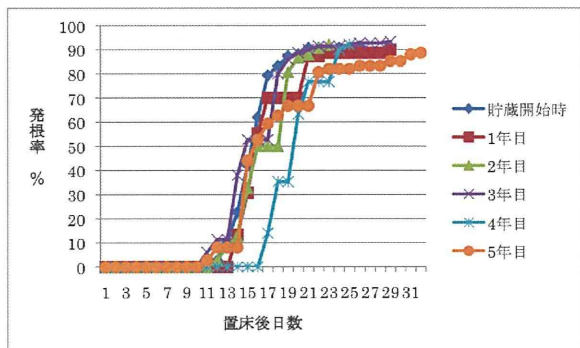


図2 5年間貯蔵したトウキ種子の発根率(%:左)および出葉率(%:右)の推移

貯蔵温度5°C



貯蔵温度-1°C



貯蔵温度-20°C

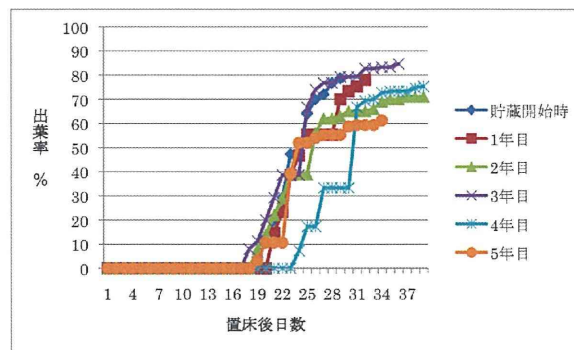
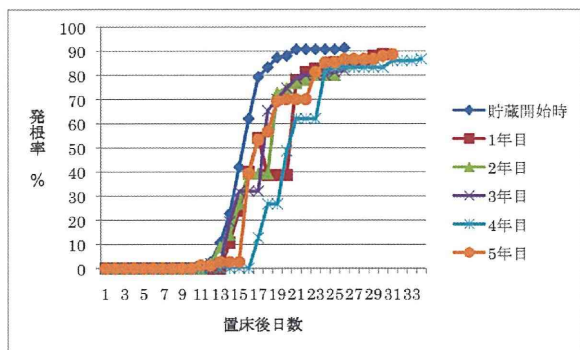


図3 異なる温度条件下で5年間貯蔵したトウキ種子の貯蔵期間別発根率(%:左)および出葉率(%:右)の推移

厚生労働科学研究補助金（創薬基盤研究推進事業）
漢方薬に使用される薬用植物の総合情報データベース構築のための
基盤整備に関する研究（H22-創薬総合-一般-013）
分担研究報告書

分担研究課題 内部及び外部形態情報に関する研究
－外部形態および内部形態に関するデータ集積－

研究分担者 酒井英二 岐阜薬科大学 准教授

研究協力者 寺林 進 横浜薬科大学 教授

昨年度に引き続き、生薬の形態情報データベースの公開を目指して、文献情報を収集した。さらに、対応する組織についてモデル生薬の粉末を作成し観察を行った。また、日本薬局方の生薬の性状に記載されている用語をわかりやすく説明するために、対応する組織についての観察を行い、写真データを蓄積した。

A. 研究目的

前回の研究事業「漢方薬に使用される総合情報データベース構築のための基盤整備に関する研究（H22-創薬総合）」で、横切面について検討を行った重点生薬のカンゾウ、ニンジン、ソウジュツ、ショウキョウ、オウゴンについて内部形態あるいは粉末形態に関する文献調査を実施し、対応する組織について実際に観察を行い、写真データとして蓄積することを今回の目的とした。また、日本薬局方にの生薬の性状に標記されている用語についても、対応する組織の観察を行い、写真データとして蓄積を試みた。

B. 研究方法

生薬学雑誌、薬学雑誌、植物研究雑誌について、カンゾウ、ニンジン、ソウジュツ、ショウキョウ、オウゴンに関して、内部形態、粉末形態などの報告がないか、岐阜薬科大学図書館にて所蔵する巻について調査を行った。

また、昨年入手したカンゾウ、ニンジン、ソウジュツ、ショウキョウ、オウゴンの5品目の市場流通生薬（原形生薬およびカット生薬）について、鋸、剪定ばさみを用いて小片とし、さらに鉄製の

乳鉢を使用して粉末とした。今回は篩い分けは行わず、十分に粉末となったと判断したところで、スライドグラス上にマイクロスパーテル約1/3程度の粉末をとり、グリセリン水（水：グリセリン=1:1）を1滴を加えた。数分間放置し充分なじんだところで、有柄針を用いて攪拌し、カバーグラスをかけ観察用プレパラートとした。粉末の観察に際しては、今回調査した文献情報に加えて、中華人民共和国薬典中薬材外形組織粉末図解、同中薬粉末顕微鑑定彩色図集を鑑別の指標として観察した。

日本薬局方の生薬の性状に記載される用語のうち、今回は結晶細胞列、でんぷん粒に着目し、それらが記載されている生薬についても同様の方法で粉末とし、観察用プレパラートを作成した。また、でんぷんについては、生薬を荒く砕いた状態に水を加えて、数回水でさらすことで、沈殿したでんぷんを集めてサンプルとした。

日本薬局方一般試験法生薬試験法〈5.01〉の鏡検にしたがって光学顕微鏡にて観察を行い、写真撮影にはデジタルマイクロスコープVHX1000を用いた。