

マオウ属植物の種苗生産研究

氏 名 野村 行宏

提出年月 2015 年 1 月

博士論文

マオウ属植物の種苗生産研究

金沢大学大学院医薬保健学総合研究科

創薬科学専攻

分子生薬学研究室

学籍番号 1229012010

氏名 野村 行宏

主任指導教員名 佐々木 陽平

目次

序論		1
植物材料の部		2
本論		
第一章	種子繁殖	
	第1節 発芽に適した用土	4
	第2節 考察	
	第3節 小括	6
第二章	株分け繁殖	
	第1節 根茎及び木質茎基部による株分け	7
	第2節 小括	9
第三章	挿し木繁殖	
	第1節 挿し穂の作製方法	
	第1項 挿し穂	10
	第2項 挿し穂の切断部位	13
	第3項 挿し穂の切断場所	15
	第4項 挿し穂の切断方法	17
	第5項 挿し穂の長さ	18
	第6項 挿し穂処理	25
	第7項 発根剤	28
	第8項 第1節の小括	30
	第2節 挿し木の方法	
	第1項 挿し木に適した用土	31
	第2項 挿し木の保管場所	34
	第3項 挿し木の用土と吸水用の水の pH	36
	第4項 挿し木の深さ	38
	第5項 挿し木期間	40
	第6項 人工気象器内の照明	43
	第7項 挿し木の時期	44
	第8項 挿し木の挿し方	49
	第9項 第2節の小括	52

第3節 親株の生育環境	
第1項 親株の生育環境	53
第2節 第3節の小括	53
第4節 活着後の生育	
第1項 挿し木の時期	54
第2項 用土	56
第3項 施肥量	60
第4項 窒素(N):リン酸(P):カリ(K)比と生育	67
第5項 第4節の小括	75
第5節 アルカロイド含量	
第1項 用土	76
第2項 施肥量	78
第3項 窒素(N):リン酸(P):カリ(K)比とアルカロイド含量	84
第4項 第5節の小括	86
総括	87
実験の部	88
謝辞	146
引用文献	146

略号

日局:第十六改正日本薬局方

金沢大学薬用植物園: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

NPK比:窒素(N):リン酸(P):カリ(K)比

アルカロイド含量(E+PE):ephedrine+pseudoephedrine

序論

麻黄は「神農本草経」の中品に収載される生薬で¹⁾、発汗、鎮咳、去痰薬として、葛根湯や小青竜湯、麻黄湯など重要な漢方方剤に配合されている。麻黄の原植物として「第十六改正日本薬局方(日局)」²⁾及び「中華人民共和国薬典 2005 年版」にはマオウ科マオウ属植物 *Ephedra sinica* Stapf, *E. intermedia* Schrenk et C.A. Meyer 及び *E. equisetina* Bunge, の 3 種が規定されている。日局においては総アルカロイド(ephedrine 及び pseudoephedrine)を 0.7%以上³⁾、中華人民共和国薬典においては塩酸塩換算で 1.0%以上含むと規定されている⁴⁾。

マオウ属植物はアジア、ヨーロッパ、南北アメリカなどの乾燥地帯に約 40 種類が自生している⁵⁾。その内、中国には、日局に規定されている *E. sinica*, *E. intermedia* 及び *E. equisetina*, の 3 種の他, *E. likiangensis* Florin, *E. gerardiana* Wall.ex Stapf など計 14 種の自生が確認されている⁶⁾。一方、日本には自生しておらず、日本で使用される麻黄の供給は全て中国からの輸入に依存している(平成 22 年度年間約 563 トンが輸入されている⁷⁾)。しかし、中国において麻黄の資源確保のため原植物の乱獲防止や砂漠化防止などの問題が深刻化したことを理由に、1999 年 1 月から、加工品以外の麻黄の輸出が全面的に禁止された⁸⁾。今後、麻黄の輸出はより一層制限され、入手が困難になることが予想される。この問題を解決するため、日本において麻黄原植物の栽培を検討する必要がある。筆者が所属する研究室では、中国における自生地及び栽培状況について調査し、日本における麻黄の生産を目的に様々な視点でマオウ属植物の栽培研究を行ってきた。

これまでマオウ属植物の繁殖は、主に種子⁹⁾を用いて行われてきた。しかし、種子繁殖の場合、優良品種の株から採れた種子が必ずしも優良株になるとは限らないため、安定した品質の麻黄を生産する事が出来ない。株分け繁殖については、同一形質の個体が得られ、植え替え後の生育や結実が早いなどの利点がある、一方、多数の個体を得ることが出来ない、株分けを失敗したときに大きな株を損失するなどの欠点がある。マオウ属植物の株分け繁殖についての報告はない。

種子繁殖、株分け繁殖に代わる方法として、多数の個体を確保することができ、尚かつ、親株と同一形質の個体を得ることが出来る挿し木繁殖がある。

これまでにマオウ属植物の挿し木繁殖について藤田らの報告がある¹⁰⁾。内容は *E. altissima*, *E. distachya* の木質茎及び草質茎を用いて挿し木を行った結果、木質茎の場合、活着率は *E. altissima* では約 40%, *E. distachya* では 15%であるが、茎の中部から上部の草質茎を用いて挿し木を行った場合 *E. altissima* は活着率が約 10%と低く、*E. distachya* では全く活着しないという報告である。しかし日局で規定される麻黄の 3 原植物についての挿し木繁殖に関する研究報告はない。

上記のように種子、株分け、挿し木繁殖を比較すると、麻黄の生産という目的を達成させるためには、優良な形質を備えた株から多数のクローン株を確保できる方法である挿し木繁殖を確立させる必要がある。その際、一株から得られる挿し穂数が圧倒的に多い草質茎を利用することが理想的である。筆者は麻黄原植物の効率的な種苗の生産法を開発することを目的に、種子及び株分け繁殖を再検討するとともに草質茎による挿し木繁殖について検討した。

本研究では、種子繁殖については *E. sinica* の種子を用いた効率的な発芽条件、株分け繁殖については *E. sinica* を用い、作業性や株分け後の活着率について、挿し木繁殖については、主に *E. sinica* の草質茎を用い効率的な挿し木条件や活着後の生長などについて検討し、繁殖方法を確立させる事を目的として研究を行った。挿し木繁殖には日局規定の3種の中から *E. sinica* を、他の2種と比較して根茎を伸ばし増殖していく特徴が強い性質を有するという理由で選んだ。その他、実験内容によって *E. likiangensis*, *E. pachyclada* Boiss. (ネパール産の本分類群は *E. gerardiana* と *E. intermedia* の交雑種¹¹⁾), *E. gerardiana* も使用した。

植物材料の部

本研究に使用した *Ephedra* 属植物標本(すべて金沢大学薬用植物園栽培保存株)

種	標本(株)番号	状態	使用した実験
<i>Ephedra sinica</i> Stapf	512	種子	第一章
<i>Ephedra sinica</i> Stapf	実生から4~5年が経過したもの (A株, B株, C株, D株)	全形	第二章
<i>Ephedra sinica</i> Stapf	G-1	木質茎	第三章, 第1節, 第1項 第三章, 第1節, 第7項
<i>Ephedra sinica</i> Stapf	G-1	草質茎	第三章, 第1節, 第1項 第三章, 第1節, 第5項 第三章, 第1節, 第6項 第三章, 第2節, 第5項 第三章, 第2節, 第7項 第三章, 第3節
<i>Ephedra sinica</i> Stapf	1-1	草質茎	第三章, 第1節, 第2項 第三章, 第1節, 第3項 第三章, 第1節, 第4項 第三章, 第1節, 第5項 第三章, 第2節, 第1項 第三章, 第2節, 第2項 第三章, 第2節, 第3項 第三章, 第2節, 第5項 第三章, 第2節, 第6項 第三章, 第2節, 第7項 第三章, 第2節, 第8項 第三章, 第3節
<i>E. likiangensis</i> Florin	5-1	草質茎	第三章, 第1節, 第2項 第三章, 第1節, 第3項 第三章, 第1節, 第4項

			第三章, 第 1 節, 第 7 項 第三章, 第 2 節, 第 2 項 第三章, 第 2 節, 第 5 項
<i>E. pachyclada</i> Boiss.	2-1	草質莖	第三章, 第 1 節, 第 5 項
<i>E. sinica</i> Stapf	6-1	草質莖	第三章, 第 1 節, 第 6 項 第三章, 第 2 節, 第 4 項
<i>Ephedra sinica</i> Stapf	1-1	クローン株	第三章, 第 4 節, 第 1 項 第三章, 第 4 節, 第 4 項
<i>Ephedra sinica</i> Stapf	G-1	クローン株	第三章, 第 4 節, 第 1 項 第三章, 第 4 節, 第 2 項 第三章, 第 5 節, 第 1 項
<i>E. pachyclada</i> Boiss.	2-1	クローン株	第三章, 第 4 節, 第 2 項 第三章, 第 4 節, 第 3 項 第三章, 第 5 節, 第 1 項 第三章, 第 5 節, 第 2 項
<i>E. gerardiana</i> Wall.ex Stapf	10-2	クローン株	第三章, 第 4 節, 第 4 項 第三章, 第 5 節, 第 3 項

本論

第一章 種子繁殖

御影ら⁸⁾は、これまでに *E. sinica* の種子を用いた繁殖方法について報告している。内容は 2009 年 7 月、2010 年 7 月にそれぞれ採集した *E. sinica* の種子を用い、屋外と人工気象器内に管理し、発芽率の違いについて実験を行った。屋外においては、2009 年 7 月 23 日、2010 年 4 月 15 日、5 月 16 日、7 月 30 日、11 月 16 日の 5 期に分け、市販栽培土を入れたセルトレイに、深さ 2 cm に播種し、それぞれ 1 ヶ月後に発芽数を計測した。結果、2009 年 7 月 23 日に行った実験の発芽率は 61%、2010 年 4 月 15 日は 98%、5 月 16 日は 85%、7 月 30 日は 13%、11 月 16 日は 0%であった。一方、人工気象器内においては、15°C、25°C、35°C の 3 つの温度条件に分け、市販栽培土(プランターの土)を入れたビニールポットに、深さ 2 cm に播種し、1 ヶ月後に発芽数を計測した。結果、15°C に設定した場合の発芽率は 100%、25°C は 90%、35°C では 0%であった。これらのことから、*E. sinica* の播種時期としては 4~6 月が至適時期であるという報告であった。これにより、播種時期や発芽至適温度については明らかにされたが、発芽に適した用土については、十分な検討がなされていない。

本章では、発芽率の更なる向上を目指して 5 種類の用土を用い *E. sinica* の発芽率について検討した。

第 1 節 発芽に適した用土

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.88)

E. sinica (標本:株番号 512) の種子 (Fig. 1) を用い、5 種類の用土をそれぞれ別々のセルトレイに入れ、播種し (n=50 個, Fig. 2)、屋外(金沢大学薬用植物園内) に保管し、1 ヶ月後、発芽数を計測した (Fig. 3)。尚、使用した用土は市販栽培土(プランターの土)、バーミキュライト、川砂、山砂を単独あるいは以下の比率で混合したものである。

用土 1 市販栽培土 100% (pH 6.6)

用土 2 市販栽培土:バーミキュライト=1:1 (pH 6.7)

用土 3 川砂:バーミキュライト=1:1 (pH 7.6)

用土 4 山砂:バーミキュライト=1:1 (pH 7.4)

用土 5 バーミキュライト 100% (pH 7.5)

2) 結果

E. sinica を播種した結果、発芽数は用土 1 から順に 46, 47, 16, 25, 40 となった (Table 1)。最も高い発芽率を示した用土は、用土 2 (市販栽培土:バーミキュライト=1:1) の 94%であった。次いで用土 1 (市販栽培土 100%) の 92%、用土 5 (バーミキュライト 100%) の 80%、用土 4 (山砂:バーミキュライト=1:1) の 50%で、最も低い発芽率を示したのは、用土 3 (川砂:バーミキュライト=1:1) の 32%の順であった。

Table 1. 「*E. sinica* (標本:株番号 512)の発芽に適した用土(1ヶ月後)」

播種後1ヶ月時点での発芽率

用土	播種数	発芽数	発芽率(%)
用土1 市販栽培土 100%	50	46	92
用土2 市販栽培土:バーミキュライト=1:1	50	47	94
用土3 川砂:バーミキュライト=1:1	50	16	32
用土4 山砂:バーミキュライト=1:1	50	25	50
用土5 バーミキュライト 100%	50	40	80



Fig. 1. 「*E. sinica* (標本:株番号 512)の種子」



Fig. 2. 「5種類の用土に播種(2010/7/12)」



Fig. 3. 「発芽した *E. sinica* (用土2 市販栽培土:バーミキュライト=1:1, 2010/7/12)」

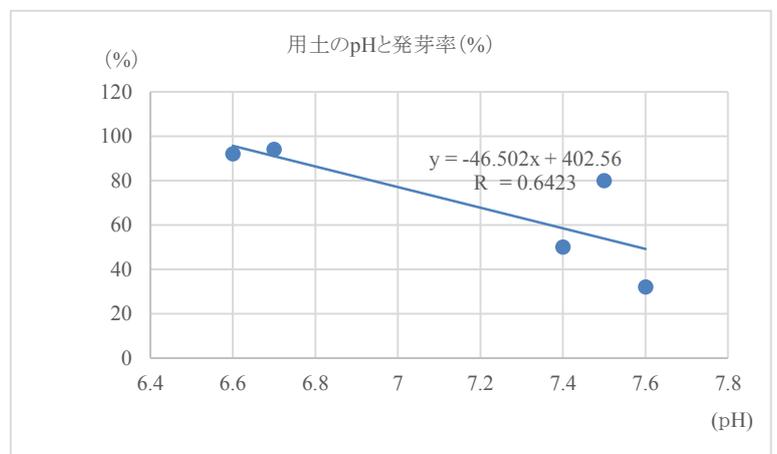


Fig. 4. 用土の pH と発芽率の相関関係

第2節 考察

E. sinica の種子を用いた発芽条件についての報告では⁸⁾, 2010年5月16日に播種した場合, 発芽率が85%(用土:市販栽培土)であった. 同時期の2010年5月12日に5種類の用土について検討した結果, 市販栽培土:バーミキュライト=1:1(用土2)の発芽率が94%で最も高く, 次いで市販栽培土単独(用土1)の92%であった. 2010年5月16日と2010年5月12日では, 異なる種子を使用して実験を行っているため発芽率について比較することは出来ないが, 今回の結果, 市販栽培土単独と市販栽培土にバーミキュライトを混合させ

ることで発芽率がほぼ同様であった。市販栽培土にはバーミキュライトが配合されているので(実験の部 p.88), バーミキュライトで保水性や通気性が向上し、発根率の上昇につながったと推測される。また用土 1, 2, 5 に使用した市販栽培土, バーミキュライトは発芽率が高く, 用土 3 に使用した川砂は発芽率が低かった。この要因の一つとして用土の単位容積重量(kg/L)の違いが推測される。川砂の単位容積重量が 1.85(kg/L)¹²⁾に対し, バーミキュライトは 0.14(kg/L)¹³⁾と約 13 倍の差があり, この相違が発芽に影響したと推測される。

用土の pH と発芽率について相関関係を確認した結果, 負の相関(相関係数 $R=0.6423$, Fig. 4)が見られた。マオウ属植物の自生地の多くはアルカリ土壌の砂漠地であるが, 今回の結果から, 用土の種類が異なるため単純に比較することはできないが, 発芽については弱アルカリ性土壌より弱酸性土壌を好むことが示唆された。

播種後 2 ヶ月後の新芽の生長について目視的に観察した結果, 用土 1 と 2 はほとんど差がなかった。用土 3, 4, 5 についてもほとんど差がなかった。しかし用土 1, 2 と用土 3, 4, 5 を比較した場合, 新芽の生長に差が見られ, 用土 1, 2 の方が新芽の生長が良好であった。この要因として, 市販栽培土には初めから肥料が配合されており, 発芽後に直ちに養分を吸収することが出来たためと推測される。

第 3 節 小括

E. sinica の種子を用いて発芽に適した用土について検討した結果, バーミキュライトを多く混合させることで発芽率が上昇することが示唆された。また, 川砂を用いると他の用土と比較して発芽率が低下したことから, 用土の単位容積重量(kg/L)が発芽と関係していることが推測された。

発芽は用土の pH に影響を受けることが示唆された。

播種時に肥料を配合させた用土を用いることで, 発芽後の新芽の生長に差が生じることも確認された。

第二章 株分け繁殖

株分け繁殖については、同一形質の個体を得られ、植え替え後の生育や結実が早いなどの利点がある。一方、一般的に播種後最低3年以上経過した株を用いて行うため、失敗した場合に大きな株を損失してしまう可能性があり、また多数の苗を作製することが出来ないことが欠点である。

本章では、これらの欠点を改善すべく日局規定の *E. sinica* の根茎及び木質茎基部を用いて株分けを行い、作業性や植え替え後の活着率について検討した。

第1節 根茎及び木質茎基部による株分け

第1項 根茎による株分け

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.88)

金沢大学薬用植物園栽培保存株 *E. sinica* 2 個体「(A 株, B 株)」を用いた。地下部に多数の根茎を伸長させ、子株が増殖している株 (Fig. 5-1) をワグネルポット(1/2000 a) 及び 11 号駄温鉢から根が切れないように取り出し、適度に根が残るように根茎を A 株は 10 苗, B 株は 9 苗に切り分けた (Fig. 5-2)。その後、ロングポットに市販栽培用土(プランターの土)を入れ、植え替え、屋外(金沢大学薬用植物園内)に保管し、2 ヶ月後生存について確認した。

2) 結果

根茎による株分けについては全株が活着した。



Fig. 5-1. 根茎を伸ばし増殖した株



Fig. 5-2. 根茎を切断し作製した検体の一部

第2項 木質茎基部による株分け

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.88)

金沢大学薬用植物園栽培保存株 *E. sinica* 2 個体「(C 株, D 株)」を用いた。2 個体ともに、ワグネルポットから根が切れないように取り出し、C 株 (Fig. 6, Fig. 7) は 4 分割 (Fig. 8-1~4), D 株 (Fig. 9, Fig. 10) は 3 分割 (Fig. 11-1~3) した。分割する際には、水の中でよく土を落とし、分割(縦割り)後は直ちに根の乾燥を防ぐため水の中に入れた。株分け後、ワグネルポット(1/5000 a) に市販栽培土(プランターの土)を入れ、植え替え、屋外(金沢大学薬用植物園内)に保管し、6 ヶ月後、生存について確認した。

2) 結果

株分けによる繁殖については、C 株は 4 苗中 2 苗, D 株は 3 苗中 3 苗, 合計 7 苗のうち 5 苗 (71.4%) について生存させる事が出来た (Table 2)。

Table 2. 「*E. sinica* による株分け法による生存率(6ヶ月後)」

検体	株分け - C	6ヶ月後の生存	検体	株分け - D	6ヶ月後の生存
1	小株(C-1)	枯死	1	小株(D-1)	生育
2	小株(C-2)	生育	2	小株(D-2)	生育
3	小株(C-3)	枯死	3	小株(D-3)	生育
4	小株(C-4)	生育			
生存率(%)	50%		生存率(%)	100%	
合計(%)	71.4%(7株中5株生存)				



Fig. 6. 「親株(C株, 2008/3/22)」



Fig. 7. 「ワグネルポットから取り出された親株(C株, 2008/3/22)」



Fig. 8-1. 「株分けされた苗(C-1)」



Fig. 8-2. 「株分けされた苗(C-2)」



Fig. 8-3. 「株分けされた苗(C-3)」



Fig. 8-4. 「株分けされた苗(C-4)」



Fig. 9. 「親株(D株, 2008/3/22)」



Fig. 10. 「ワグネルポットから取り出された親株(D株, 2008/3/22)」



Fig. 11-1. 「株分けされた苗(D-1)」



Fig. 11-2. 「株分けされた苗(D-2)」



Fig. 11-3. 「株分けされた苗(D-3)」



Fig. 11-4. 「植え替え 2 ヶ月後の C, D 株(2008/5/29)」



Fig. 11-5. 「植え替え 6 ヶ月後の C, D 株(2008/9/26)」

第 2 節 小括

同じ *E. sinica* でも株によって根茎を伸ばす性質が強い株(A, B 株)と弱い株(C 株, D 株)がある. 地下に根茎を伸ばして増殖する株では, 根茎を切断して作製した全ての苗が活着した. 一方, 根茎を引かない株の木質茎基部を分割し, 株分けを行った結果, 得られた 7 つの苗のうち 5 苗(71.4%)が活着した. 結果としてはどちらも十分な成績であった. しかし, 根茎による株分けについては, 根茎を引いて増殖する株でも播種後 5 年が経過した 1 個体から多数の苗を採取することは出来なかった. 同様に木質茎基部においても発芽後 4 年以上経過した *E. sinica* でも茎はあまり太くならないため, 多数の個体を得る事が出来なかった.

作業性については, 根茎による株分けは手間がかからず容易に行えた. しかし根茎を伸ばし増殖する株が存在しないとこの方法を用いることが出来ない, 一方, 木質茎基部による株分けについては作業性が悪く, 掘り出した株を切断する際, 細い根が絡みあっているため, 根をほぐすのに手間と時間がかかる. また根が細いため均等に切断することが出来ないなどの難点があり, 同一形質株の効率的な生産法としては適していないと判断した.

第三章 挿し木繁殖

種子繁殖の場合、発芽した個体の遺伝的形質にばらつきが生じる。株分け繁殖の場合、多くの個体を採取することが出来ない。一方、挿し木繁殖の場合、優良な形質を備えた株から多数の挿し穂を採取することができるため、効率よく、品質の安定したクローン株を得ることが出来る。今までにマオウ属植物 *E. altissima*, *E. distachya* に関し、木質茎及び草質茎による挿し木について報告がある¹⁰⁾。内容は1966年3月28日、掘り上げ根(横走根)を茎(枝条)の付け根の部分より地上茎を採取し、挿し穂の長さが11~18 cmになるよう、先端部、中間部、下茎部で切断し、各50本ずつ検体を作製した。この挿し穂を42 cm×30 cm×18 cmの木箱に、粗砂と細砂混合状の河砂を篩別せずに用いた用土を入れ挿し床とし、深さ6~7 cmの穴に2~3節分挿した。挿し床の管理は向陽の北風を避ける所にならべ、日覆として寒冷紗を3枚重ね、全床を完全に覆う屋根を設け、晴天の日は毎日灌水を続けた。日覆の期間は挿し木当日より4月末日まで行った。尚、試験期間は1966年3月30日~1967年2月20日(約11ヶ月)である。結果は、木質茎を用いて挿し木を行った場合、活着率は、*E. altissima* では約40%、*E. distachya* では15%であるが、茎の中部から上部の草質茎を用いて挿し木を行った場合、*E. altissima* は活着率が約10%と低く、*E. distachya* では全く活着しないという報告であった。

本章では、主に日局で規定される *E. sinica* の草質茎を用い、挿し木繁殖を効率よく行うため、挿し穂や挿し穂の切断部位、切断場所、長さについて検討し、同時に挿し木に適した用土、挿し木の保管場所、挿し木の深さ、挿し木期間、人工気象器内の明るさ、挿し木の時期、挿し木の挿し方(挿し木数)などについても検討し、発根に適した条件について確立させる。またクローン株作製後は、生長やアルカロイド含量を高めるため、用土、肥料などを検討し、適した条件について確立させることを目的とした。

第1節 挿し穂の作製方法

本節では、主に *E. sinica* を用い、効率良く繁殖をさせるため、挿し穂(木質茎、草質茎)、挿し穂の切断部位(節、節間)、挿し穂の切断場所(茎の上部、下部)、挿し穂の長さ、挿し穂の処理、発根剤使用の有無など、発根に適した条件について検討した。

第1項 挿し穂

これまでに日局で規定されている麻黄原植物を用い、挿し木研究が行われた報告はない。本項では、*E. sinica* の木質茎を用い、挿し木繁殖が可能であるか否かを確認するとともに、草質茎を用いた挿し木繁殖についても検討した。

1-1. *E. sinica* の木質茎による挿し木

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.88)

E. sinica (標本:株番号 G-1)の木質茎を用い、挿し穂を5検体作製した。この挿し穂を、鹿沼土を入れた硬質ポリポットに挿し、人工気象器内にて10ヶ月間保管した。切断部位は節の上部とし、挿し木の深さは3 cmとした。これら5検体について10ヶ月後枯死した挿し木もあるが、すべての挿し木を硬質ポリポットから取り出し、生存している挿し木については地上茎の長さ、茎数、根の長さ(主根)を測定し、根の量を目視的に観察した。枯死したものは、切断部位におけるカルス形成の有無、根の

長さを測定し、根の量を目視的に観察した。

2) 結果

E. sinica の木質茎を用いた挿し木による繁殖については、5 検体中 4 検体が発根（発根率 80%）した（Fig. 12）。
4 検体中、3 本が生存し、1 本が枯死した。
生存した検体の根（主根）の長さの平均は 12.3 cm であった。
枯死した検体の根（主根）の長さは 3 cm であった（Table 3）。
発根確認後、植え替えを行い 3 株（活着率 60%）が活着した。



Fig. 12. 「*E. sinica* の木質茎の挿し木、5 検体中 4 検体から発根し、その内 1 検体が枯死（2007/9/26）」

Table 3. 「*E. sinica* の木質茎による発根率と根の長さ（10 ヶ月後）」

検体 No.	生存				枯死		
	地上茎の長さ (合計 cm)	茎数(本)	根の長さ(cm)	根の量	カルス形成	根の長さ(cm)	根の量
1	—	—	—	—	無し	—	—
2	—	—	—	—	有り	3	少
3	7.0	1	9	少	—	—	—
4	6.5	1	16	中	—	—	—
5	20.0	2	15	多	—	—	—
平均			12.3				
発根率	発根率 80% (5 検体中 4 検体が発根)						

1-2. *E. sinica* の草質茎による挿し木

1) 実験材料及び方法（実験の部 p.89）

E. sinica（標本：株番号 G-1）の草質茎を用い、挿し穂を 9 検体作製した。この挿し穂を、用土（川砂：パーミキュライト＝1：1）を入れた硬質ポリポットに挿し、ビニールハウス内（金沢大学薬用植物園内）に保管し（Fig. 13-1）、5 ヶ月後、発根を確認した。切断部位は節とし、挿し木の深さは 3 cm とした。

2) 結果

E. sinica の草質茎による挿し木については、9 検体中 6 検体にカルス形成が確認でき、内 2 検体が発根（発根率 22.2%）した（Fig. 13-2,3）。発根した根の本数と長さは、1 検体は 1 本で 2 mm、もう 1 検体は 2 本で 25 mm と 17 mm であった。発根した根の長さの平均は 15 mm であった（Table 4）。

Table 4. 「*E. sinica* の草質茎による挿し木繁殖の発根率と根の長さ(5ヶ月後)」

挿し穂数	9
カルス形成数	6
カルス形成率	66.7%
発根数	2
発根した根の長さ	1. 2 mm 2. 25 mm, 17 mm
平均	15 mm
発根率	22.2%



Fig. 13-1. 「*E. sinica* の草質茎の挿し木(2009/5/21)」



Fig. 13-2. 「発根した挿し木(2009/10/21)」



Fig. 13-3. 「*E. sinica* の草質茎の挿し木, 9 件体中 2 検体から発根」

第 1 項の考察

木質茎を用いた挿し木について、藤田ら¹⁰⁾は *E. sinica* と同種とする意見¹⁴⁾もある *E. distachya* について挿し木を行った結果、活着率が 10%であった。しかし今回行った *E. sinica* を用いて挿し木を行った結果、活着率が 60%であった。2つの実験間には活着率に 50%の違いが生じた。この原因はそれぞれの実験内容が関係していると推測される。藤田らは 3月30日～翌年2月20日(11ヶ月間)に挿し木を行い、屋外で管理・保管した。一方、今回の実験は 11月28日～翌年9月26日(10ヶ月間)に挿し木を行い、人工気象器内に管理・保管した。この挿し木時期と保管場所の相違が原因である可能性が示唆される。

草質茎を用いた挿し木について、藤田らは草質茎を用いた場合、挿し木は困難であると報告した。一方、今回行った結果、草質茎を用いても発根し、草質茎による挿し木繁殖が可能であることが確認できた。しかし2つの実験間には挿し穂の違いがある。藤田らは茎の中部から上部の草質茎であったのに対し、今回の実験では、親株の茎の付け根の部分より草質茎を切断し、そのまま挿し穂として用いた。この切断場所の相違が発根の違いを生じさせた原因である可能性が示唆された。

木質茎による挿し木の場合、挿し穂を採取する親株の茎が木質化するまでに時間がかかる。また 1個体から毎年、木質化した挿し穂を多数採取することが出来ない。これらの点から繁殖を目的に挿し木を行う場合、木質茎は適していないことが示唆された。以上のことから、本実験以降はすべて草質茎を用いて挿し木を行った。

第2項 挿し穂の切断部位

一般的に挿し木のカルス形成や発根は葉跡の左右や直下、ときに節間に発生する¹⁵⁾。これまでマオウ属植物の挿し穂の切断部位に関する研究報告はない。本項では、*E. sinica* の草質茎を用い発根に適した切断部位について検討した。尚、種間差により切断部位による発根率に相違が生じるか否かを検討するため、*E. likiangensis* の草質茎も用いた。

2-1. *E. sinica* の草質茎を用いた挿し穂の切断部位(節, 節間)の違いによる発根率

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.89)

E. sinica(標本:株番号 1-1)の草質茎を用い、挿し穂を 30 検体作製した。この際、切断部位は節の下方 1 mm(以下, 節)及び節と節の間(以下, 節間)の位置を切断した(Fig. 14-1)。切断面はいずれも茎に対して垂直である。この挿し穂の切断部位を節と節間の 2 群に分け、各 15 検体ずつ、用土(川砂:バーミキュライト=1:1)を入れた硬質ポリポットに挿し、人工気象器内に保管し、4 ヶ月後、発根を確認した。挿し木の深さは 5 cm とした。

2) 結果

E. sinica の草質茎を用いた挿し穂の切断部位については、節で切断した場合の発根率は 1/15 本(6.7%)、節間で切断した場合の発根率は 0/15 本(0%)で、節間では全く発根しなかった。(Table 5-1)。

Table 5-1. 「*E. sinica* の草質茎を用いた切断部位(節, 節間)の違いによる発根率(4 ヶ月後)」

切断部位	<i>E. sinica</i>	
	節	節間
挿し穂数	15	15
発根数	1	0
発根率(%)	6.7	0

節:節の下方 1mm

節間:節と節の間



Fig. 14-1. 「*E. sinica* の草質茎の挿し穂. 切断部位(上:節間, 下:節)」



Fig. 14-2. 「*E. sinica* の挿し木(2010/12/22)」



Fig. 14-3. 「1 ヶ月後, ほとんどが枯死した(2011/1/27)」

2-2. *E. likiangensis* の草質茎を用いた挿し穂の切断部位(節, 節間)の違いによる発根率

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.90)

E. likiangensis (標本:株番号 5-1) の草質茎を用い, 挿し穂を 24 検体作製した. この際, 切断部位及び切断面は先述 2-1(*E. sinica* を用いて行った実験)と同様である. この挿し穂の切断部位を節と節間の 2 群に分け, 各 12 検体ずつ, 用土(川砂:パーミキュライト=1:1)を入れた硬質ポリポットに挿し, 人工気象器内に保管し, 4 ヶ月後, 発根を確認した. 挿し木の深さは 3~5 cm とした.

2) 結果

E. likiangensis の草質茎を用いた挿し穂の切断部位については, 節で切断した場合の発根率は 4/12 本(33.3%), 節間で切断した場合の発根率は 0/12 本(0%)で, 節間では全く発根しなかった. (Table 6-1).

Table 6-1. 「*E. likiangensis* の草質茎を用いた切断部位(節, 節間)の違いによる発根率(4 ヶ月後)」

切断部位	<i>E. likiangensis</i>	
	節	節間
挿し穂数	12	12
発根数	4	0
発根率(%)	33.3	0



Fig. 14-4. 「*E. likiangensis* の挿し木(2010/12/22)」



Fig. 14-5. 「1 ヶ月後, ほとんどが枯れた(2011/1/27)」

第 2 項の考察

E. sinica 及び *E. likiangensis* の草質茎による挿し穂の切断部位について検討した結果, 節では発根が確認できたが, 節間では発根を確認することができなかった.

2010 年 12 月 22 日に別の目的で行った *E. sinica* の草質茎を用いた挿し木実験(第三章, 第 1 節, 第 4 項, 本論 p.17)の結果から, 節間で切断し, 挿し木を行ったものが, 切断部位(節間)の上の節から発根することが確認され(Fig. 15), また 2009 年 5 月 22 日に *E. sinica* の草質茎を用いた挿し木実験[第三章, 第 1 節, 第 5 項(5-1), 本論 p.18]においては, 節で切断し, 挿し木を行ったものが, 切断部位(節)及び切断部位より上の節の 2 ヶ所から発根することが確認された(Fig. 16).

これらのことから, 草質茎による挿し穂の切断部位について, 種間差はなく, 節が適していることが明らかになった.

今回の実験では *E. sinica*, *E. likiangensis* どちらも発根率が低かった。原因として、2010年12月は挿し木を行った12月22日まで計4回(12月9, 15, 16, 17日)にわたり金沢市内にみぞれやあられが降り、また12月15, 16, 19日は最低気温が1°C以下を記録した¹⁸⁾。それらの天候が挿し穂に影響し、発根率が低下したことが推測される。



左: Fig. 15. 「節間で切断し、切断部位の上の節から発根した *E. sinica* の挿し木(2011/4/24)」。(第三章, 第1節, 第4項, 本論 p.17)

右: Fig. 16. 「節で切断し、切断部位及びその上の節の2ヶ所から発根した *E. sinica* の挿し木(2009/10/21)」。
〔第三章, 第1節, 第5項(5-1), 本論 p.18〕

第3項 挿し穂の切断場所

これまでマオウ属植物の挿し穂の切断場所について、同属植物 *E. altissima*, *E. distachya* の草質茎を用いた報告がある⁹⁾。この実験では、茎の中部から上部の草質茎を用いた挿し木を行った結果、*E. altissima* では活着率が約10%と低く、*E. distachya* は全く活着しなかったと報告されている。本項では、*E. sinica* 及び *E. likiangensis* の草質茎を用い、上述した実験内容と同様の結果が得られるか否かについて確認するとともに、挿し木に適した切断場所について検討した。

3-1. *E. sinica* の草質茎を用いた挿し穂の切断場所(上部, 下部)の違いによる発根率

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.90)

E. sinica (標本: 株番号 1-1) の草質茎を用い、挿し穂を20検体作製した。この際、1本の草質茎を2つ(茎の上部, 下部)に切断し(Fig. 17, Fig. 18-1), 切断場所によって各10検体ずつ2群に分け、用土(川砂: パーミキュライト=1:1)を入れたイチゴ育苗用ポットに、1検体ずつ挿し、人工気象器内に保管し、6ヶ月後、発根を確認した。切断部位は節とし、挿し木の深さは5cmとした。

2) 結果

E. sinica の草質茎を用いた切断場所の違いによる発根率については、茎の上部では0%, 下部では60%であった(Table 7)。

Table 7. 「*E. sinica* の草質茎を用いた切断場所の違いによる発根率(6ヶ月後)」

	川砂:パーミキュライト=1:1		
	挿し木数	発根数	発根率(%)
上部	10	0	0
下部	10	6	60



Fig. 17. 「*E. sinica* の挿し穂(切断前, 2013/9/27)」 Fig. 18-1. 「*E. sinica* の挿し穂(切断後, 左:上部, 右:下部)」

3-2. *E. likiangensis* の草質茎を用いた挿し穂の切断場所(上部, 下部)の違いによる発根率

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.91)

E. likiangensis(標本:株番号 5-1) 草質茎を用い, 挿し穂を 10 検体作製した. この際, 1 本の草質茎を 2 つ(茎の上部, 下部)に切断し, 切断場所によって各 5 検体ずつ 2 群に分け, 用土(川砂:パーミキュライト=1:1)を入れた硬質ポリポットに挿し, ビニールハウス内(金沢大学薬用植物園内)に保管し, 11 ヶ月後, 発根を確認した. 挿し木の深さは 3~5 cm とした.

2) 結果

E. likiangensis の草質茎を用いた切断場所の違いによる発根率については, 茎の上部, 下部とも 5 検体中 3 検体が発根し(Fig. 19-1), 発根率は 60%であった(Table 8-1).

Table 8-1. 「*E. likiangensis* の草質茎を用いた切断場所の違いによる発根率(11ヶ月後)」

	川砂:パーミキュライト=1:1		
	挿し穂数	発根数	発根率(%)
上部	5	3	60
下部	5	3	60



Fig. 19-1,2. 「発根した *E. likiangensis* の挿し木(2010/5/13)」

第3項の考察

E. sinica の草質茎を用いた挿し穂の切断場所の違いによる発根率については、茎の上部では 0%、下部では 60%であった。今回行った *E. sinica* の草質茎を用いた挿し木においては、藤田らの実験と同様な結果が得られた。一方、*E. likiangensis* の草質茎については、上部、下部ともに 60%であった。*E. sinica* と *E. likiangensis* では種間差が認められた。

一般的に挿し穂は、樹齢の古い親木より若い親木から採取し、挿し木を行った方が発根率は上がる傾向がある。また挿し穂の内的要因について考慮するならば、分化に関しては組織的な活性は未熟な状態の挿し穂で高く、発根要因物質(植物ホルモン)、栄養物質(窒素、リン酸、カリなど)の蓄積という面からは、ある程度成熟が進んだ挿し穂が良いということになる。一方、組織的な面から考えると、実際に挿し木をする場合は、未熟な状態の挿し穂はしおれ易く、腐敗し易いので、ある程度成熟が進んだ挿し穂が用いられる¹⁵⁾。これらのことからマオウ属植物の草質茎を用いて挿し木を行う場合、切断場所としては発育途上の上部より、栄養分が比較的多く、組織が充実した下部の方が適していることが示唆された。

第4項 挿し穂の切断方法

一般的に挿し穂の切断方法には、水平切り、斜め切り、返し切り、割り挿し、三角切りなどがあり、切断方法は挿し木の発根促進や活着の安定をはかる目的で古くから挿し木の技術として実施されてきた¹⁵⁾。本項では、このような切断方法のうち、柔らかい挿し穂で応用される水平切りと木本植物で応用される斜め切りを採用し、発根に適した切断方法について *E. sinica* 及び *E. likiangensis* の草質茎を用いて検討した。

E. sinica 及び *E. likiangensis* の草質茎を用いた挿し穂の切断方法(水平切り、斜め切り)の違いによる発根率

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.92)

E. sinica(標本:株番号 1-1)及び *E. likiangensis*(標本:株番号 5-1)の草質茎を用い、この際、切断方法は水平切りと斜め切りの2つの方法で切断した(Fig. 20)。*E. sinica*(標本:株番号 1-1)については各 15 検体ずつ、*E. likiangensis*(標本:株番号 5-1)については各 10 検体ずつ挿し穂を作製した。この挿し穂を、用土(川砂:バーミキュライト=1:1)を入れた硬質ポリポットに挿し、人工気象器内に保管し、4ヶ月後、発根を確認した。切断部位は節間とし、挿し木の深さは 5 cm とした。

※水平切りとは、茎に対して垂直に切る。

※斜め切りとは、水平切りしたものに更に、斜めに切り込みを入れる。

2) 結果

E. sinica の草質茎を用いた挿し穂の切断方法(水平切り、斜め切り)の違いによる発根率については、水平切りが 1/15(6.7%)、斜め切りは 0/15(0%)であった。*E. likiangensis* については、発根率は水平切りが 2/10(20%)、斜め切りは 0/10(0%)であった(Table 9-1)。

Table 9-1. 「*E. sinica*, *E. likiangensis* の草質茎を用いた挿し穂の切断方法の違いによる発根率(4ヶ月後)」

切断方法	<i>E. sinica</i>		<i>E. likiangensis</i>	
	水平切り	斜め切り	水平切り	斜め切り
切断部位	節間	節間	節間	節間
挿し穂数	15	15	10	10
発根数	1	0	2	0
発根率(%)	6.7	0	20	0



Fig. 20. 「*E. sinica* の挿し穂の切断方法 (左:斜め切り, 右:水平切り)」

第4項の考察

E. sinica, *E. likiangensis* ともに発根率は低かったが、水平切りの方が斜め切りと比較して良好な結果であった。

マオウ属植物の草質茎の挿し穂の切断方法としては、水平切りの方が適していることが示唆された。種間差は認められなかった。

第5項 挿し穂の長さ

一般的に挿し穂の長さについては、長くても 20 cm くらいまでのものを用いるのが普通であるが、これより長い挿し穂を用いる場合もある¹⁵⁾。本項では、挿し穂の長さが発根にどのような影響を与えるか、*E. sinica* 及び *E. pachyclada*, *E. likiangensis* の草質茎を用い、発根に適した挿し穂の長さについて検討した。

5-1. *E. sinica* の草質茎を用いた挿し穂の長さの違いによる発根率

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.93)

E. sinica(標本:株番号 G-1)の草質茎を用い、挿し穂を 37 検体作製した。この際、挿し穂の長さを測定し、長さの違いにより 4 群(条件 1~4)に分けた(Fig. 21-1,2)。これの挿し穂を、用土(川砂:パーミキュライト=1:1)を入れた硬質ポリポットに挿し、人工気象器内に保管した(Fig. 22-1)。その後、発根を確認した。切断部位は節とし、挿し木の深さは 3~5 cm とした。

条件 1:挿し穂の長さ 3~10 cm, 挿し木の深さ 3 cm, 検体数:6 本

条件 2:挿し穂の長さ 10.1~20 cm, 挿し木の深さ 5 cm, 検体数:12 本

条件 3:挿し穂の長さ 20.1~30 cm, 挿し木の深さ 5 cm, 検体数:11 本

条件 4:挿し穂の長さ 30.1~40 cm, 挿し木の深さ 5 cm, 検体数:8 本

2) 結果

E. sinica の草質茎の挿し穂の長さの違いによる発根率については、条件 3 (挿し穂の長さ: 20.1～30 cm) が 81.8% と最も高かった (Fig. 22-4-1). 次いで条件 4 (長さ: 30.1～40 cm) が 62.5% (Fig. 22-5-1), 条件 2 (長さ: 10.1～20 cm) が 50.0% (Fig. 22-3-1), 最も低かったのは条件 1 (長さ: 3～10 cm) で 33.3% (Fig. 22-2-1) であった (Table 10).

Table 10. 「*E. sinica* の草質茎を用いた挿し穂の長さの違いによる発根率」

	条件 1	条件 2	条件 3	条件 4
挿し穂の長さ	3～10 cm	10.1～20 cm	20.1～30 cm	30.1～40 cm
挿し穂の数	6	12	11	8
挿し穂の長さ (平均)	8.4 cm ± 1.08	16.0 cm ± 2.95	25.4 cm ± 2.94	34.2 cm ± 4.05
挿し木期間	5 ヶ月間	5 ヶ月間	10 ヶ月間	10 ヶ月間
発根数	2	6	9	5
発根率	33.3 %	50.0 %	81.8 %	62.5 %



Fig. 21-1. *E. sinica* の草質茎の挿し穂

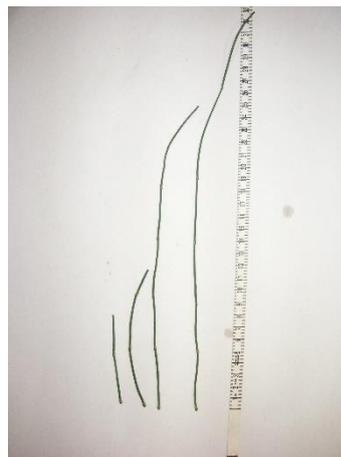
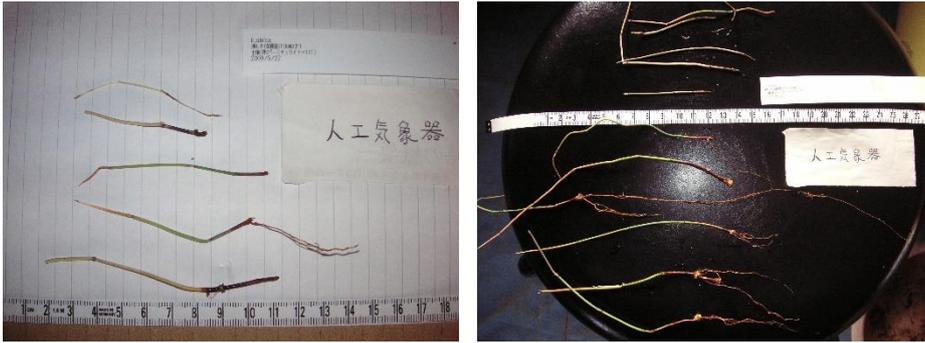


Fig. 21-2. 「挿し穂の長さ
(左から条件 1, 2, 3, 4)」



Fig. 22-1. 「人工気象器内に保管した挿し木 (2009/5/22)」



左:Fig. 22-2-1.「条件 1(挿し穂の長さ 3~10 cm), 発根した挿し木(2009/10/21, 5 ヶ月後)」

右:Fig. 22-3-1.「条件 2(挿し穂の長さ 10.1~20 cm), 発根した挿し木(2009/10/21, 5 ヶ月後)」



左:Fig. 22-4-1.「条件 3(挿し穂の長さ 20.1~30 cm), 発根した挿し木(2010/3/11, 10 ヶ月後)」

右:Fig. 22-5-1.「条件 4(挿し穂の長さ 30.1~40 cm), 発根した挿し木(2010/3/11, 10 ヶ月後)」

5-2. *E. sinica* の草質茎を用いた挿し穂の長さの違いによる発根率

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.96)

E. sinica (標本:株番号 1-1)の草質茎を用い, 挿し穂を 50 本作製した. この際, 挿し穂の長さを測定した. この挿し穂を遠心チューブ(ポリプロピレン製, 透明)の底面に穴をあけ, 脱脂綿で栓をし, 用土が抜け落ちないようにした容器に用土(川砂:バーミキュライト=1:1)を入れ, 1 本ずつ挿し木を行い, 人工気象器内に保管し(Fig. 23-1,2), 6 ヶ月後, 発根を確認した(Fig. 24-1,2). 切断部位を節とし, 挿し木の深さは 5 cm とした.

2) 結果

E. sinica の草質茎の挿し穂の長さによる発根率については, 挿し穂の長さが 10~20 cm は発根率が 78.8%, 20.1~30 cm は発根率が 82.4%とほとんど相違は見られなかった(Table 11-1). また挿し穂の長さが同じであっても茎の太さが発根に影響するのではないかと検討した結果, 挿し穂の重さが 0.15 g 以下の場合の発根率は 60%, 0.15~0.2 g の場合は 88%, 0.2 g 以上は 80%であった(Table 11-2). 挿し穂の長さが 22 cm 以上で重さが 0.2 g 以上の挿し木には未発根は見られなかったが, 12.2 cm の挿し木でも発根は確認された(Fig.25).

Table 11-1. 「*E. sinica* の草質茎を用いた挿し穂の長さの違いによる発根率(6ヶ月後)」

挿し穂の長さ	10～20 cm	20.1～30 cm
挿し穂の数	33	17
挿し穂の長さ(平均)	17.2 cm	22.8 cm
標準偏差	2.2	1.8
発根数	26	14
発根率	78.8 %	82.4 %

Table 11-2. 「*E. sinica* の草質茎を用いた挿し穂の重さの違いによる発根率(6ヶ月後)」

挿し穂の重さ	0.15 g 以下	0.15～0.2 g	0.2 g 以上
挿し穂の数	10	25	15
挿し穂の重さ(平均 g)	0.111	0.177	0.237
標準偏差	0.0174	0.0144	0.0356
発根数	6	22	12
発根率	60.00%	88.00%	80.00%



Fig. 23-1. 「人工気象器内に保管した挿し木(2012/5/20)」



Fig. 23-2. 人工気象器 LPH - 220SP



Fig. 24-1. 「発根した挿し木(2012/9/18, 4ヶ月後)」



Fig. 24-2. 「発根した挿し木(2012/10/23, 5ヶ月後)」

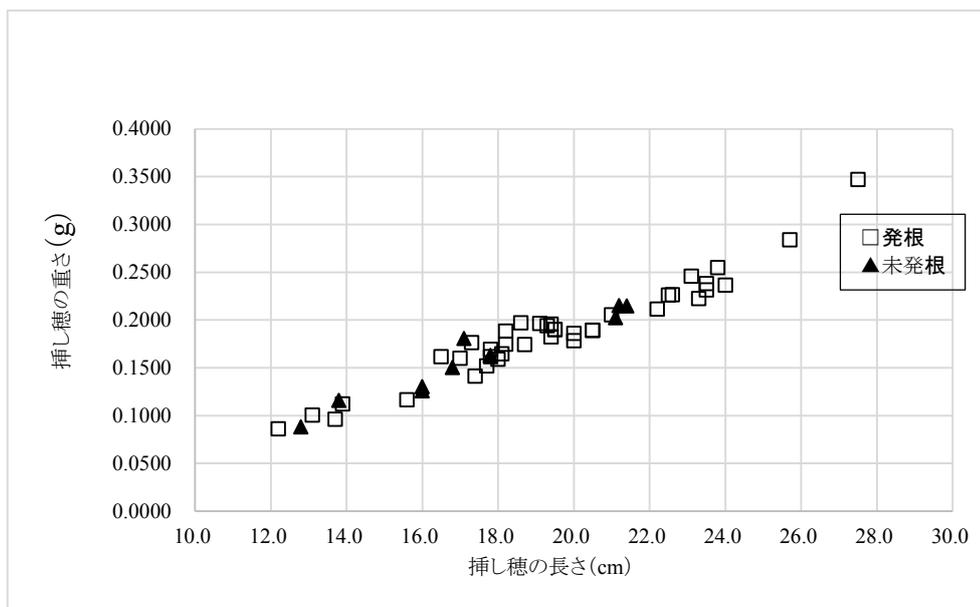


Fig. 25-1. *E. sinica* の挿し穂の長さ及び重さと発根率

5-3. *E. pachyclada* の草質茎を用いた挿し穂の長さの違いによる発根率

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.98)

E. pachyclada (標本:株番号 2-1)の草質茎を用い、挿し穂を115本作製した。この際、挿し穂の長さを測定し、10 cm 以下(挿し穂数, n=32 本), 10.1~20 cm (n=50 本), 20.1~30 cm (n=33 本)の3群に分け、この挿し穂を硬質ポリポットに用土(バーミキュライト 100%)を入れ、挿し木を行い(Fig. 26), 人工気象器内に保管し、9ヶ月後、発根を確認した。切断部位を節とし、挿し木の深さは3~5 cmとした。

2) 結果

E. pachyclada の草質茎の挿し穂の長さによる発根率については、挿し穂の長さが10 cm 以下は発根率が43.75% (Fig. 27-1), 10.1~20 cm は発根率が50%(Fig. 27-2), 20.1~30 cm は発根率が42.42% (Fig. 27-3-1,2)であった(Table 12)。

Table 12-1. 「*E. pachyclada* の草質茎を用いた挿し穂の長さの違いによる発根率(9ヶ月後)」

検体	挿し穂の長さ(cm)		
	10 cm 以下	10.1~20 cm	20.1~30 cm
挿し穂数	32	50	33
平均の長さ(cm)	6.41	15.12	23.07
標準偏差	2.10	2.53	2.06
発根数	14	25	14
発根率(%)	43.75	50.00	42.42



Fig. 26. 「*E. pachyclada* の挿し木(2009/10/23)」



左:Fig. 27-1.「挿し穂の長さ 10 cm 以下, 発根した挿し木(2010/7/14, 9 ヶ月後)」

右:Fig. 27-2.「挿し穂の長さ 10.1~20 cm, 発根した挿し木(2010/7/14, 9 ヶ月



左:Fig. 27-3-1.「挿し穂の長さ 20.1~30 cm, 発根した挿し木(2010/7/14, 9 ヶ月後)」

右:Fig. 27-3-2. 根茎が形成された挿し木

5-4. *E. likiangensis* の草質茎を用いた挿し穂の長さの違いによる発根率

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.98)

E. likiangensis (標本:株番号 5-1)の草質茎を用い, 長さが異なる挿し穂を 23 本作製した. この際, 挿し穂の長さ重量を測定した. この挿し穂を用土(川砂:バーミキュライト=1:1)を入れた硬質ポリポットに挿し, ビニールハウス内(金沢大学薬用植物園内)に保管し, 11 ヶ月後, 発根を確認した. 挿し木の深さは 3~5 cm とした.

2) 結果

E. likiangensis の草質茎の挿し穂の長さによる発根率については, 全 23 本中 19 本が発根した(発根率 82.6%). 挿し穂の長さ別に発根率を検討した結果, 20 cm 以下が 60%, 20.1~25 cm は 89%, 25.1~30 cm は 89%, 30.1~40 cm は 75%であった.

Table 12-1. 「*E. likiangensis* の草質茎を用いた挿し穂の長さの違いによる発根率(11 ヶ月後)」

検体	挿し穂の長さ(cm)			
	20 cm 以下	20.1~25 cm	25.1~30 cm	30.1~40 cm
挿し穂数	5	5	9	4
挿し穂の長さ(平均 cm)	18.5±0.71	21.0±0.97	26.5±1.45	36.1±2.40
挿し穂の重さ(平均 g)	2.0±0.57	2.1±0.63	1.3±0.48	1.7±0.35
発根数	3	5	8	3
発根率(%)	60%	100%	89%	75%

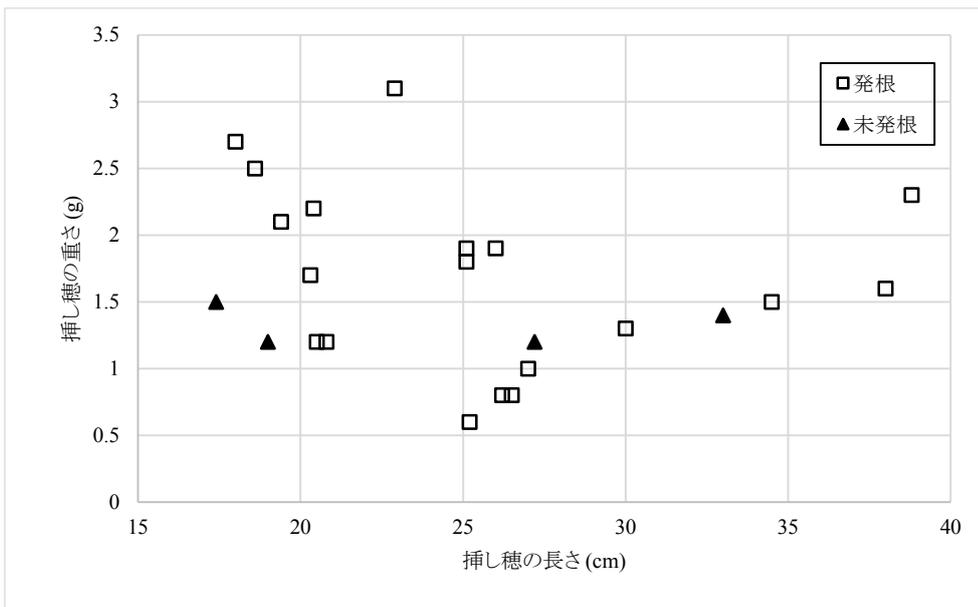


Fig. 25-2. *E. likiangensis* の挿し穂の長さ及び重さと発根率

第 5 項の考察

1. *E. sinica*(標本:株番号 G-1)の草質茎を用いて挿し木を行い,人工気象器内に保管した結果,発根率が最も高かったのは,条件 3(挿し穂の長さ 20.1~30 cm)で 81.8%であった.次いで条件 4(長さ:30.1~40 cm)で 62.5%,条件 2(長さ:10.1~20 cm)で 50.0%,最も低かったのが条件 1(長さ:3~10 cm)の挿し穂で 33.3%であった.条件 1 の発根率が低かった原因として,挿し穂の長さが短いため,発根までに必要な養分が不足し,また十分な光合成が出来なかったためと推測される.これにより *E. sinica* の草質茎による挿し木を行う場合,20.1~30 cm の挿し穂を用い,人工気象器内に保管することで効率よく発根させることができることが示唆された.

2. *E. sinica*(標本:株番号 1-1)の草質茎を用いて挿し木を行い,人工気象器内に保管した結果,挿し穂の長さが 10~20 cm の発根率は 78.8%で,20.1~30 cm の発根率は 82.4%でほとんど差は見られなかった.中には長さが 12.2 cm のものにおいても発根が確認された(Fig. 25).挿し穂の重さと発根率について検討した結果,挿し穂の重さが 0.15 g 以下の場合の発根率は 60%,0.15~0.2 g の場合は 88%,0.2 g 以上は 80%であった.*E. sinica* の場合,挿し穂の長さが同様であれば,径が大きく,重い方が発根は有利であることが推測されるが,短い挿し穂においても発根が十分可能であることが明らかに

なった.

3. *E. pachyclada* の草質茎を用いて挿し木を行い, 人工気象器内に保管した結果, 挿し穂の長さが 10 cm 以下 (挿し穂の平均の長さ 6.41 cm \pm 2.10) の発根率は 43.75% で, 10.1~20 cm の発根率は 50% で, 20.1~30 cm の発根率は 42.42% であった.

4. *E. likiangensis* の草質茎を用いて挿し木を行い, ビニールハウス内に保管した結果, 23 本中 19 本が発根した (発根率 82.6%). 挿し穂の長さが 20 cm 以下の発根率は 60%, 20.1~25 cm は 100%, 25.1~30 cm は 89%, 30.1~40 cm は 75% であった. 重さについては 1.6 g 以上の 11 株は全て発根したが, 1 g 以下の 4 本も全て発根しており, 明確な相関は認められなかった.

以上, *E. sinica*, *E. pachyclada*, *E. likiangensis* の 3 種において, 挿し穂の長さ及び重さと発根率の間には明確な相関が認められなかった. これらのことから長い挿し穂を用いる必要性は無く, 挿し木作業が行いやすい約 10 cm 程度の挿し穂で十分であると判断される. 例えば, 長さ 40 cm の枝からは長さ 10 cm の挿し穂が 4 本採れ, 挿し木を行うことで, 最終的に多数の個体を得られる可能性があるため, 挿し穂は短く作る方が効率的であると言える.

第 6 項 挿し穂の処理

挿し穂の切断方法について先述した (本論 p.17) が, 挿し穂の処理として他に, 挿し穂の乾燥, 挿し穂の水処理, 化学物質による処理, 糖類による処理などの方法がある¹⁵⁾. 本項では, 発根時間短縮や発根率を高める方法の一つである挿し穂処理の中から, 挿し穂の乾燥や挿し穂を地下水, 人工海水, pH 8, pH 9 に調製した水, 肥料 (液肥), 発根促進剤 (ルートン, オキシベロン) などを用い, 挿し穂を一定期間浸漬させることで発根にどのような影響が生じるか, *E. sinica* の草質茎を用いて検討した.

6-1. *E. sinica* の草質茎を用いた挿し穂処理の違いによる発根率

1) 実験材料及び方法 (実験の部 p.98)

E. sinica (標本: 株番号 G-1) の草質茎を用い, 挿し穂を 150 本作製した. この挿し穂を剪定直後から挿し木時までの間, 15 群 (各 10 本) に分け, それぞれ異なる条件で保管・浸漬させた (Fig. 28-1). その後, 用土 (川砂: バーマキュライト = 1:1) を入れたイチゴ育苗ポットに 1 本ずつ挿し木を行い, 人工気象器内に保管し, 4 ヶ月後, 発根を確認した. 切断部位は節とし, 挿し木の深さを 5 cm とした.

条件 1: 剪定直後

条件 2: 剪定後 1 日間乾燥 (室温),

条件 3: 剪定後 2 日間乾燥 (室温)

条件 4: 地下水 (pH 7.2) 1 日間浸漬,

条件 5: 地下水 (pH 7.2) 2 日間浸漬

条件 6: 人工海水 (1/16 pH 7.2) 1 日間浸漬,

条件 7: 人工海水 (1/16 pH 7.2) 2 日間浸漬

条件 8: pH 8 調製水 1 日間浸漬,

条件 9: pH 8 調製水 2 日間浸漬

条件 10: pH 9 調製水 1 日間浸漬,

条件 11: pH 9 調製水 2 日間浸漬

条件 12: 液肥 (1/25 pH 7.9) 1 日間浸漬,

条件 13: 液肥 (1/25 pH 7.9) 2 日間浸漬

条件 14: 液肥 (1/250 pH 7.9) 1 日間浸漬,

条件 15: 液肥 (1/250 pH 7.9) 2 日間浸漬

2) 結果

E. sinica の草質茎を用いた挿し穂の処理について検討した結果、発根率が最も高かったものは、条件 9(pH 8 の調製水に 2 日間浸漬)が 30%であった。次いで条件 6[人工海水(1/16 pH 7.2)に 1 日間浸漬], 条件 7[人工海水(1/16 pH 7.2)に 2 日間浸漬], 条件 11(pH 9 調製水に 2 日間浸漬), 条件 12[液肥(1/25 pH 7.9)に 1 日間浸漬]が 20%と同じ発根率であった。次いで、条件 5[地下水(pH 7.2)に 2 日間浸漬], 条件 14[液肥(1/250 pH 7.9)に 1 日間浸漬], 条件 15[液肥(1/250 pH 7.9)に 2 日間浸漬]が 10%と同じ発根率であった。その他の条件については発根を確認することが出来なかった(Table 13-1,2)。

Table 13-1. 「*E. sinica* の草質茎を用いた挿し穂処理の違いによる発根率 - 1(4ヶ月後)」

	条件 1	条件 2	条件 3	条件 4	条件 5	条件 6	条件 7
挿し木日	2013/5/14	2013/5/15	2013/5/16	2013/5/15	2013/5/16	2013/5/15	2013/5/16
保管期間		1 日間	2 日間	1 日間	2 日間	1 日間	2 日間
挿し木数	10	10	10	10	10	10	10
発根数	0	0	0	0	1	2	2
発根率(%)	0	0	0	0	10	20	20

Table 13-2. 「*E. sinica* の草質茎を用いた挿し穂処理の違いによる発根率 - 2(4ヶ月後)」

	条件 8	条件 9	条件 10	条件 11	条件 12	条件 13	条件 14	条件 15
挿し木日	2013/5/15	2013/5/16	2013/5/15	2013/5/16	2013/5/15	2013/5/16	2013/5/15	2013/5/16
保管期間	1 日間	2 日間						
挿し木数	10	10	10	10	10	10	10	10
発根数	0	3	0	2	2	0	1	1
発根率(%)	0	30	0	20	20	0	10	10



Fig. 28-1. 「各条件で浸漬した挿し穂(2013/5/14)」

6-2. *E. sinica* の草質茎を用いた挿し穂処理の違いによる発根率

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.102)

E. sinica(標本:株番号 6-1)の草質茎を用い、挿し穂を 132 本作製した。この挿し穂を剪定直後から挿し木時までの間、11 群(各 12 本)に分け、それぞれ異なる条件で保管・浸漬させた(Fig. 29-1-1)。その後、用土(川砂:パーミキュライト=1:1)を入れたイチゴ育苗用ポットに、1 本ずつ挿し木を行い(Fig. 29-2-1~3)、人工気象器内に保管し、5 ヶ月後、発根を確認した。切断部位は節とし、挿し木の深さを 5 cm とした。

- 条件 1:剪定直後,
- 条件 2:剪定後 1 日間乾燥(室温)
- 条件 3:地下水 1 日間浸漬,
- 条件 4:pH 9 調製水 1 日間浸漬,
- 条件 5:pH 10 調製水 1 日間浸漬
- 条件 6:液肥(1/10)1 日間浸漬(液肥:ハイポネックス)
- 条件 7:液肥(1/100)1 日間浸漬 (液肥:ハイポネックス)
- 条件 8:ルートン(1/10)1 日間浸漬
- 条件 9:ルートン(1/100)1 日間浸漬
- 条件 10:オキシベロン(1/10)1 日間浸漬
- 条件 11:オキシベロン(1/100)1 日間浸漬

2) 結果

すべての条件についてほとんど発根を確認することが出来なかった(Table 14-1)

Table 14-1. 「*E. sinica* の草質茎を用いた挿し穂処理の違いによる発根率(5 ヶ月後)」

検体数	条件 1	条件 2	条件 3	条件 4	条件 5	条件 6	条件 7	条件 8	条件 9	条件 10	条件 11
挿し穂数	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
発根数	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1
発根率(%)	10	0	10	0	10	0	10	0	0	10	10



Fig. 29-1-1. 「各溶液に浸漬した挿し穂(2014/5/14)」



Fig. 29-1-2. 浸漬液, 左:ルートン, 右:オキシベロン



左:Fig. 29-2-1.「イチゴ育苗用ポットに挿された挿し木(左から順に条件 1, 2, 3, 2014/5/15)」

中央:Fig. 29-2-2.「イチゴ育苗用ポットに挿された挿し木(左から順に条件 4, 5, 6, 7)」

右:Fig. 29-2-3.「イチゴ育苗用ポットに挿された挿し木(左から順に条件 10, 11, 8, 9)」

第 6 項の考察

1. 2013 年 5 月 14 日に *E. sinica* (標本:株番号 G-1) の草質茎を用い挿し木を行った実験においては、条件 9(pH 8 調製水, 2 日間浸漬) が 30%と一番良い発根率を示した。次に、条件 6, 条件 7, 条件 11, 条件 12 が 20%と同じ発根率であった。次に、条件 5, 条件 14, 条件 15 が 10%と同じ発根率であった。その他の条件については発根を確認することが出来なかった。また発根率は保管期間として 1 日間放置した場合は 7.14%, 2 日間放置した場合は 12.86%であった。

2. 2014 年 5 月 14 日に *E. sinica* (標本:株番号 6-1) の草質茎を用い挿し木を行った実験においては、すべての条件についてほとんど発根を確認することが出来なかった。原因として保管開始から 3 ヶ月後に、人工気象器に故障が生じ、人工気象器内の温度が 30℃まで上昇し、一定の温度(25℃)を保つことが出来なかったためと推測される。

2 年間にわたり同時期に挿し穂処理について実験を行ったが、良好な結果が得られなかった。このことから、マオウ属植物の挿し木を行う場合、挿し穂処理についてはあまり有益な方法ではないことが示唆されるが、すべての条件で発根率が低いことから挿し穂処理の問題ではなく、他の要因も推測される。

第 7 項 発根剤

挿し穂の処理について先述したが(本論 p.25)、本項では、発根促進剤(ルートン)を直接、挿し穂の切断面に塗布し、そのまま挿し木を行うことで、発根にどのような影響が生じるか、*E. sinica* の木質茎及び *E. likiangensis* の草質茎を用いて検討した。

7-1. *E. sinica* の木質茎を用いた発根剤使用の有用性

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.104)

E. sinica (標本:株番号 G-1) の木質茎を用い、挿し穂を 10 本作製した。この挿し穂を、発根促進剤(ルートン)を使用した群と使用しなかった群(各 5 検体)に分け、鹿沼土を入れた硬質ポリポットに挿し、人工気象器内にて 10 ヶ月間保管した。切断部位は節の上部とし、挿し木の深さを 3~5 cm と

した.

2) 結果

E. sinica の木質茎を用いた発根促進剤使用の有用性については、使用した群の発根率は 60% で、使用しなかった群は 80% であった。根の長さ(平均)も発根促進剤を使用した群が 10.3 cm (Fig. 30-1~3), 使用しなかった群が 10.8 cm (Fig. 31-1,2) であった (Table 15-1)。

Table 15-1. 「*E. sinica* の木質茎を用いた発根剤使用の有無と発根率(10ヶ月後)」

発根剤の有無	発根剤有り	発根剤無し
挿し木数	5	5
カルス形成	4	4
発根数	3	4
発根率(%)	60	80
根の長さ(平均 cm)	10.3	10.8
標準偏差	8.3	5.2
生存数	2	3



左: Fig. 30-1. 「*E. sinica* の木質茎の挿し木(発根剤あり)」

中央: Fig. 30-2. 「5 件体中 3 検体が枯死した」

右: Fig. 30-3. 「5 件体中 2 検体が生存(2007/9/26, 10ヶ月後)」



左: Fig. 31-1. 「*E. sinica* の木質茎の挿し木(発根剤なし)」

右: Fig. 31-2. 「5 件体中 2 検体が枯死し, 3 検体が生存(2007/9/26, 10ヶ月後)」

7-2. *E. likiangensis* の草質茎を用いた発根剤使用の有用性

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.104)

E. likiangensis (標本:株番号 5-1)の草質茎を用い、挿し穂を 24 本作製した。この挿し穂を、発根促進剤(ルートン)を使用した群と使用しなかった群(各 12 検体)に分け、用土(川砂:パーミキュライト=1:1)を入れた硬質ポリポットに挿し、人工気象器内に保管し、4 ヶ月後、発根を確認した。切断部位は節とし、挿し木の深さは 5 cm とした。

2) 結果

E. likiangensis の草質茎を用いた発根促進剤使用の有用性については、使用した群は発根率が 8.3%、一方、使用しなかった群は 33.3%であった。今回の実験では、発根剤を使用しない方が発根率は高かった(Table 16-1)。

Table 16-1. 「*E. likiangensis* の草質茎を用いた発根剤使用の有無と発根率(4 ヶ月後)」

発根剤の有無	発根剤有り	発根剤無し
挿し木数	12	12
発根数	1	4
発根率(%)	8.3	33.3

第 7 項の考察

発根促進剤の有用性については、*E. sinica* の木質茎、*E. likiangensis* の草質茎を用いた実験において、いずれも良好な結果が得られなかった。このことからマオウ属植物の挿し木を行う場合、発根促進剤(ルートン:α-ナフチルアセトアミド 0.04%)の使用についてはあまり有用性がないことが示唆された。

第 8 項 第三章第 1 節の小括

1. 挿し穂については、木質茎及び草質茎のいずれを用いても挿し木繁殖が可能であることが確認できた。マオウ属植物の場合、毎年多数の挿し穂を採取することが出来る草質茎を用いた挿し木繁殖が適していることが明らかになった。
2. 切断部位については、節の方が節間より適していることが判明した。
3. 切断場所については、切断場所として茎の上部より下部の方が適していることが示唆された。種間差が認められた。
4. 切断方法(水平切り、斜め切り)については、水平切りの方が適していることが示唆された。
5. 挿し穂の長さについては、人工気象器内に保管することで、*E. sinica*、*E. likiangensis* 両種とも、挿し穂の長さが約 10 cm でも発根が確認された。これらのことから挿し穂の長さとは関係性がないことが示唆された。
- 6.7. 挿し穂の処理や発根剤について種々の方法を検討したが、有効な方法を見つけることはできなかった。

第2節 挿し木の方法

本節では、発根に適した用土、(挿し木の)保管場所、(挿し木の用土と吸水用の)水(の pH)、(挿し木の)深さ、挿し木期間、人工気象器内の明るさ、(挿し木の)時期、挿し木の挿し方(挿し木数)などについて検討した。

第1項 挿し木に適した用土

挿し木による繁殖は、用土の適否が発根に大きく影響する。用土の選択は、植物の種類、発根の難易、発根後の取り扱いなどを考慮して決める必要がある。一般的な挿し木用土の条件として、通気性が良い、保水力があり排水性も良い、無菌的なもの、有機質や肥料を含まない、安価などがあげられる¹⁵⁾。本項では、容易に入手できる川砂と赤玉土、蛭石を加熱処理し無菌的になっているバーミキュライト及びベルムライトを用い、マオウ属植物の挿し木に適した用土について *E. sinica* の草質茎を用いて検討した。

1-1. *E. sinica* の草質茎を用いた挿し木の用土の違いによる発根率

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.105)

E. sinica(標本:株番号 1-1)の草質茎を用い、挿し穂を 50 本作製した。この挿し穂を 5 群(n=10 本)に分け、遠心チューブ(ポリプロピレン製 透明)の底面に穴をあけ、脱脂綿で栓をし、用土が抜け落ちないようにした容器に、それぞれ異なる用土を入れ 1 本ずつ挿し木を行い(Fig. 32-1,2)、人工気象器内に保管し、5 ヶ月後、発根を確認した。切断部位は節とし、挿し木の深さは 5 cm とした。尚、使用した用土は川砂、赤玉土、バーミキュライト、ベルムライト単独あるいは以下の比率で混合させたものである。

用土 1 川砂:バーミキュライト=1:1(pH 7.6)

用土 2 赤玉土:バーミキュライト=1:1(pH 7.0)

用土 3 バーミキュライト 100%(pH 7.5)

用土 4 ベルムライト 100%(pH 7.8)

用土 5 バーミキュライト:ベルムライト=1:1(pH 7.6)

2) 結果

E. sinica の草質茎を用いた発根に適した用土について、高い発根率を示した用土は、赤玉土:バーミキュライトで 70%であった。次いでバーミキュライトで 60%、バーミキュライト:ベルムライトで 50%、川砂:バーミキュライトで 40%、ベルムライトで 20%の順であった(Table 17-1)。

Table 17-1. 「*E. sinica* の草質茎を用いた挿し木の用土と発根率(5ヶ月後)」

	挿し木数	発根数	発根率(%)	活着数	活着率(%)
川砂:バーミキュライト(pH 7.6)	10	4	40	1	10
赤玉土:バーミキュライト(pH 7.0)	10	7	70	0	0
バーミキュライト(pH 7.5)	10	6	60	2	20
ベルムライト(pH 7.8)	10	2	20	2	20
バーミキュライト:ベルムライト(pH 7.6)	10	5	50	1	10



Fig. 32-1. 遠心チューブに挿した挿し木



Fig. 32-2. 「5種類の用土に挿した挿し木(2012/6/26)」

1-2. *E. sinica* の草質茎を用いた用土の違いによる発根率

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.108)

E. sinica(標本:株番号 1-1)の草質茎を用い、挿し穂を 50 本作製した。この挿し穂を 5 群(n=10 本)に分け、それぞれ異なる用土を入れたイチゴ育苗用ポットに、1 本ずつ挿し木を行い(Fig. 33-1,2), 人工気象器内に保管し、4 ヶ月後、発根を確認した(Fig. 33-3,4)。切断部位は節とし、挿し木の深さを 5 cm とした。尚、使用した用土は川砂、赤玉土、バーミキュライト、ベルムライト単独あるいは以下の比率で混合させたものである。

用土 1 川砂:バーミキュライト=1:1(pH 7.6)

用土 2 赤玉:バーミキュライト=1:1(pH 7.0)

用土 3 バーミキュライト 100%(pH 7.5)

用土 4 ベルムライト 100%(pH 7.8)

用土 5 バーミキュライト:ベルムライト=1:1(pH 7.6)

2) 結果

E. sinica の草質茎を用いた発根に適した用土について、高い発根率を示した用土は、川砂:バーミキュライトとバーミキュライト:ベルムライトで 40%であった。次いで赤玉土:バーミキュライトで 30%、バーミキュライトで 20%、ベルムライトで 0%の順であった(Table 18-1)。

Table 18-1. 「*E. sinica* の草質茎を用いた挿し木用土と発根率(4ヶ月後)」

用土	pH	挿し穂数	2014/7/25 (1ヶ月後)	2014/8/22 (2ヶ月後)	2014/9/25 (3ヶ月後)	2014/10/24 (4ヶ月後) 発根数	発根率(%)
川砂:バーミキュライト	7.6	10	8	8	7	4	40
赤玉:バーミキュライト	7.0	10	10	10	6	3	30
バーミキュライト	7.5	10	10	5	5	2	20
ベルムライト	7.8	10	4	2	2	0	0
バーミキュライト:ベルムライト	7.6	10	9	7	6	4	40



Fig. 33-1. 「5種類の用土に挿した挿し木(2014/6/26)」



Fig. 33-2. 「4ヶ月後の挿し木(2014/10/24)」



Fig. 33-3. 「発根した挿し木(2014/10/24)」



Fig. 33-4. 「新芽が形成された挿し木(2014/10/24)」

第1項の考察

1. *E. sinica* の草質茎を用い発根に適した用土について検討した結果、高い発根率を示したのは、赤玉土:バーミキュライトで70%であった。次いでバーミキュライト60%、バーミキュライト:ベルムライト50%、川砂:バーミキュライト40%、ベルムライト20%の順であった。発根後の活着については、すべての用土で低い結果となった。原因として、今回挿し木に使用した容器が透明の遠心チューブ(ポリプロピレン製)に底に穴をあけ、脱脂綿で栓をしたものを使用した。この容器を用いた場合、一度に多数の挿し木を行うことが出来るが、発根後の植え替え時に、挿し木を容器から上手く取り出すことが出来ず、根が切断し、そのため活着率が低下したと推測される。このことより挿し床から挿し木を取り出す時に、根が切断することなく植え替えを行うことが、その後の活着に大きく影響することが明らかになった。

2. *E. sinica* の草質茎を用い発根に適した用土について検討した結果、高い発根率を示した用土は、

川砂:バーミキュライトとバーミキュライト:ベルムライトで40%であった。次いで赤玉土:バーミキュライトで30%、バーミキュライトで20%、ベルムライトで0%の順であった。

2回にわたり実験を行った結果、平均で赤玉土:バーミキュライトが高い発根率を示したが、バラつきもあった。川砂:バーミキュライトは安定した発根率を示し、また植え替え時の作業性についても効率的であった。両実験においてベルムライトの発根率は悪かった。要因として用土の色がバーミキュライトは茶褐色～黒色である。一方、ベルムライトは白色である(Table 18-1)。そのため熱が反射し、挿し床の温度が上がらなかったことが原因と推測される。ベルムライトはマオウ属植物の挿し木には適していないことが示唆された。

第2項 挿し木の保管場所

挿し木繁殖について、挿し床の保管場所は発根に大きく影響する。保管場所は、雨や風などによって挿し木が倒れ、また紛失する可能性がある屋外より、屋内に保管することで発根を良好にすることが出来ると推測される。本項では、天候によって温度や光の影響を受けるビニールハウス内と人工的に温度や光の照射時間などの設定ができる人工気象器内で挿し木を行い、マオウ属植物の挿し木に適した保管場所について、*E. sinica* 及び *E. likiangensis* の草質茎を用いて検討した。

2-1. *E. sinica* の草質茎を用いた保管場所(ビニールハウス内、人工気象器内)の違いによる発根率

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.109)

E. sinica(標本:株番号G-1)の草質茎を用い、挿し穂を77本作製した。この挿し穂を、用土(川砂:バーミキュライト=1:1)を入れた硬質ポリポットに挿し、ビニールハウス内(金沢大学薬用植物園内、n=40本)と人工気象器内(n=37本)の2群に分け保管し、その後発根を確認した。切断部位は節とし、挿し木の深さは3～5cmとした。

2) 結果

E. sinica の草質茎を用い挿し木の保管場所について検討した結果、人工気象器内(Fig. 34-1,2)の発根率は22/37本(59.45%)で、ビニールハウス内(Fig. 34-3)は7/40本(17.5%)であった(Table 19-1)。

Table 19-1. *E. sinica* の草質茎を用いた保管場所の違いによる発根率

	人工気象器内	ビニールハウス内
挿し木数	37	40
挿し穂の長さ(cm)平均	21.5	20.2
挿し穂の重さ(g)平均	0.20	0.15
10cm当たりの重さ(g)	0.091	0.075
発根数	22	7
発根率(%)	59.45	17.5
発根した根の長さ(cm)平均	6.69±2.79	1.50±2.04



Fig. 34-1. 人工気象器



Fig. 34-2. 「人工気象器内に保管した挿し木(2009/5/22)」

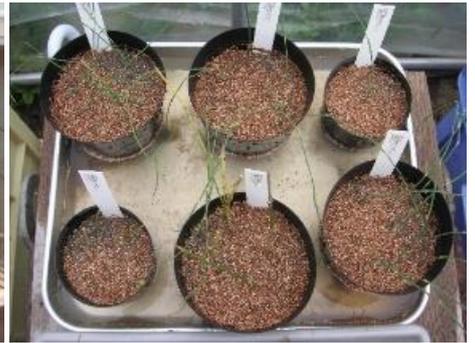


Fig. 34-3. 「ビニールハウス内に保管した挿し木(2009/5/22)」

2-2. *E. likiangensis* の草質茎を用いた保管場所(ビニールハウス内)による発根率

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.111)

E. likiangensis (標本:株番号 5-1) の草質茎を用い、挿し穂を 23 本作製した。この挿し穂を、用土(川砂:パーミキュライト=1:1)を入れた硬質ポリポットに挿し、ビニールハウス内(金沢大学薬用植物園内)に保管 (Fig. 35-1) し、11 ヶ月後 (Fig. 35-2)、発根を確認した (Fig. 35-3)。挿し木の深さは 3~5 cm とした。

2) 結果

E. likiangensis の草質茎の挿し木をビニールハウス内に保管した結果、23 本中 19 本が発根し、発根率は 82.6%であった (Table 20-1)。

Table 20-1. 「*E. likiangensis* の草質茎を用いた保管場所による発根率(11 ヶ月後)」

挿し穂数	挿し穂の長さ(平均 cm)	標準偏差	発根数	発根率(%)
23	25.2	6.1	19	82.6



左: Fig. 35-1. 「ビニールハウス内に保管した挿し木(2009/6/24)」

中央: Fig. 35-2. 「11 ヶ月後の挿し木(2010/5/23)」

右: Fig. 35-3. 「発根した挿し木(2010/5/23)」

Table 21. *E. sinica* と *E. likiangensis* の挿し穂の大きさの違い

	挿し穂 10 cm 当たりの重さ
<i>E. sinica</i>	83 mg
<i>E. likiangensis</i>	672 mg



左: Fig. 36-1. 挿し穂(左: *E. sinica*, 右: *E. likiangensis* の草質茎)

右: Fig. 36-2. 挿し穂(左から 10-1: *E. gerardiana*, 6-1: *E. sinica*., 4-1: *E. likiangensis*, 3-1: *E. gerardiana*, 2-1: *E. pachyclada*, 1-1: *E. sinica* の草質茎)

第2項の考察

E. sinica の草質茎を用いた挿し木の保管場所については、人工気象器内では発根率は 22/37 本 (59.45%) で、ビニールハウス内では 7/40 本 (17.5%) であった。人工気象器内とビニールハウス内では発根率に 40%以上の差が生じた。このことから、*E. sinica* の場合、人工気象器内に保管することで発根率が上昇することが示唆された。一方、*E. likiangensis* の場合、挿し木の保管場所が、ビニールハウス内においても発根率が 82.6% で良好な結果が得られた。*E. sinica* を用いビニールハウス内に保管した場合と比較し発根率に大きな差が生じた。

2 種間の外観的な相違について比較した。*E. likiangensis* は挿し穂 10 cm 当たりの地上茎の重さが約 672 mg である。一方、*E. sinica* は約 83 mg。また径については *E. likiangensis* は約 3 mm に対し、*E. sinica* は径約 1.0~1.5 mm である (Fig. 36-1,2)。種間差も考慮されるが、これら挿し穂の相違が発根に影響することが推測される。

第3項 挿し木の用土と吸水用の水^{*}の pH

挿し木に用いる吸水用の水の性質は、発根に大きく影響していることが推測される。挿し穂の処理 (本論 p.25) では、一定期間溶液に浸漬させることで発根にどのような影響が生じるか検討した。本項では、挿し木期間中使用する吸水用の水を pH 6~pH 9 に調製することで、発根にどのような影響が生じるか。また、用土については弱アルカリ、中性、弱酸性の 3 種類用い、吸水用の水の pH と用土の関係について、*E. sinica* の草質茎を用いて検討した。

^{*}吸水用の水とは、トレーの上にポットで育てられた植物をのせ、植物に直接水をかけず、そのトレーの中に溜める水のこととする。

E. sinica の草質茎を用いた挿し木の用土及び吸水用の水の pH と発根率

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.112)

E. sinica (標本:株番号 1-1) の草質茎を用い, 挿し穂を 120 本作製した. 吸水に使用する水を炭酸ナトリウム[Na₂CO₃(無水)]及び硫酸水素ナトリウム - 水和物(NaHSO₄・H₂O)を用い, pH 6, pH 7, pH 8, pH 9 に調製した. また, 挿し木の用土は 3 種類(赤玉土:バーミキュライト=1:1, 川砂:バーミキュライト=1:1, 市販栽培土)用い, 12 条件(n=10 本)に分けた. 各用土を入れたイチゴ育苗用ポットに, 1 本ずつ挿し木を行い, 人工気象器内に保管し(Fig. 37~Fig. 40), 4 ヶ月後, 発根を確認した. 切断部位は節とし, 挿し木の深さは 5 cm とした. (実験の都合上, 最初の 1 ヶ月間 2014 年 11 月 14 日~2012 年 12 月 13 日は吸水用の水は水道水を用いた. また吸水用の水は 1 ヶ月毎, pH を調製し交換した).

2) 結果

E. sinica の草質茎を用いた挿し木の用土及び吸水用の水の pH と発根率について, pH 別に検討した結果, pH 6 の場合(Fig. 37), 市販栽培土が 40%で好成绩であった. pH 7(Fig. 38)では川砂:バーミキュライトが 30%, pH 8(Fig. 39)では赤玉土:バーミキュライト, 川砂:バーミキュライトが 50%, pH 9(Fig. 40)ではすべての用土において発根率は 10%であった. 用土別では, 市販栽培土は pH 6 の水で 40%と一番高い発根率であった. 赤玉土:バーミキュライトでは pH 8 の水で 50%, 川砂:バーミキュライトでは pH 8 の水で 50%とそれぞれ一番高い発根率を示した(Table 22-1).

Table 22-1. 「*E. sinica* の草質茎を用いた挿し木の用土及び吸水用の水の pH と発根率(4 ヶ月後)」

吸水用の水	挿し木日(2012/11/14)	発根確認日(2013/3/22)	発根率
pH 6			
用土	挿し木数	発根数	
赤玉土:バーミキュライト(pH 7.0)	10	1	10.0%
川砂:バーミキュライト(pH 7.6)	10	1	10.0%
市販栽培用土(pH 6.6)	10	4	40.0%
pH 7			
用土	挿し木数	発根数	
赤玉土:バーミキュライト(pH 7.0)	10	1	10.0%
川砂:バーミキュライト(pH 7.6)	24	3	12.5%
市販栽培用土(pH 6.6)	10	0	0.0%
pH 8			
用土	挿し木数	発根数	
赤玉土:バーミキュライト(pH 7.0)	10	5	50.0%
川砂:バーミキュライト(pH 7.6)	10	5	50.0%
市販栽培用土(pH 6.6)	10	1	10.0%
pH 9			
用土	挿し木数	発根数	
赤玉土:バーミキュライト(pH 7.0)	10	1	10.0%

川砂:バーミキュライト(pH 7.6)	10	1	10.0%
市販栽培用土(pH 6.6)	10	1	10.0%



左:Fig. 37. 「pH 6 の調製水を吸水させた挿し木(2012/11/14)」

右:Fig. 38. 「pH 7 の調製水を吸水させた挿し木(2012/11/14)」



左:Fig. 39. 「pH 8 の調製水を吸水させた挿し木(2012/11/14)」

右:Fig. 40. 「pH 9 の調製水を吸水させた挿し木(2012/11/14)」

第3項の考察

挿し木に使用する用土と吸水用の水の pH について、川砂:バーミキュライトの用土で比較すると、吸水用の水が pH 8 の場合、発根率が 50%、pH 7 の場合、発根率が 12.5%、pH 6、pH 9 の場合、発根率が 10%であった。このことから同じ用土においても、吸水用の水の pH を変えることで発根率に差が生じることが示唆された。また用土が弱酸性の市販栽培用土を用いて挿し木を行った場合、pH 6 に調製した水を用いることで発根率が 40%と比較的良好な結果が得られた。

これらのことから用土と吸水用の水の pH について関連があることが示唆された。

第4項 挿し木の深さ

本項では、*E. sinica* を用い挿し木に適した深さについて検討した。

E. sinica の草質茎による挿し木の深さと発根率

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.113)

E. sinica(標本:株番号 6-1)の草質茎を用い、挿し穂を 36 本作製した。切断部位は節の下方 1

mm の位置で切断し、挿し木の深さの違いにより3群(条件1:3 cm, 条件2:5 cm, 条件3:10 cm)に分けた。これらの挿し穂(n=12 本)を、用土(川砂:バーミキュライト=1:1)を入れたイチゴ育苗用ポットに、1本ずつ挿し木を行い(Fig. 41-1)、人工気象器内に保管し、5ヶ月後(Fig. 41-2)、発根を確認した(Fig. 41-3)。

2) 結果

挿し木の深さと発根率については、条件1(深さ3 cm)が3/12(25%)、条件2(深さ5 cm)が3/12(25%)、条件3(深さ10 cm)が2/12(16.5%)でほとんど差がなかった(Table 23)。

Table 23. 「*E. sinica* の草質茎による挿し木の深さと発根率(5ヶ月後)」

	条件1	条件2	条件3
挿し木日	2014/5/14	2014/5/14	2014/5/15
挿し穂数	12	12	12
深さ(cm)	3	5	10
発根確認日	2014/10/12	2014/10/12	2014/10/12
発根数	3	3	2
発根率(%)	25	25	16.7



左: Fig. 41-1. 「イチゴ育苗用ポットに1本ずつ挿した挿し木(2014/5/15)」

中央: Fig. 41-2. 「5ヶ月後の挿し木(2014/10/12)」

右: Fig. 41-3. 発根した挿し木(2014/10/12)

Table 24-1. *E. sinica* の挿し穂の長さ(平均 cm)と節間の長さ

挿し穂の長さ(cm)	挿し穂数	挿し穂の長さ(平均 cm)	節数(平均)	節間の長さ(平均 cm)
10.1~20	24	15.2 ± 2.9	4.42 ± 1.11	3.54 ± 0.62
20.1~30	23	26.0 ± 3.1	7.17 ± 0.76	3.64 ± 0.38
30.1~40	15	34.3 ± 3.3	9.1 ± 1.1	3.8 ± 0.4
平均				3.65 ± 0.50

[第三章, 第2節, 第2項(2-1), 本論 p.34 の実験データ参考]



左:Fig. 42. *E. sinica* の挿し木, 切断部位とその上の節から発根[第三章, 第 1 節, 第 5 項(5-1), 本論 p.18]

右:Fig. 43. *E. pachyclada* の挿し木, 切断部位とその上の節から発根[第三章, 第 1 節, 第 5 項(5-3), 本論 p.22]

第 4 項の考察

挿し木の深さについては, 条件 1 が 3/12(25%), 条件 2 が 3/12(25%), 条件 3 が 2/12(16.7%)でほとんど差が生じなかった. しかし以前, *E. sinica* 及び *E. pachyclada* の草質茎を用いて挿し木を行った実験において, 挿し木の切断部位の上の節から発根したことが確認されている(Fig. 42, 43), また *E. sinica* の挿し穂の節間の平均の長さが 3.65 ± 0.50 cm (Table 24-1)であることを考慮すると, 発根率を高めるためには, 挿し木の深さを 5 cm 以上にする必要があることが示唆された.

第 5 項 挿し木期間

挿し木の保管場所(本論 p.34~36)について検討した結果, ビニールハウス内と人工気象器内では発根率に差が生じることが確認された. このことより, 挿し木の保管場所の違いによって発根するまでに要する時間に差が生じることが推測される. 本項では, 挿し木の保管場所の相違による発根期間について検討した.

5-1. *E. sinica* の草質茎による保管場所の違いによる挿し木期間 - ビニールハウス内

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.115)

E. sinica(標本:株番号 G-1)草質茎を用い, 挿し穂を 40 本作製した. この挿し穂を, 用土(川砂:バーミキュライト=1:1)を入れた硬質ポリポットに挿し, ビニールハウス内(金沢大学薬用植物園内)に保管し(Fig. 44-1), 5 ヶ月後, 10 ヶ月後に発根を確認した(Fig. 44-2,3). 切断部位は節とし, 挿し木の深さは 3~5 cm とした.

2) 結果

E. sinica の挿し木をビニールハウス内に保管した場合, 発根率は 7/40 本(17.5%)であった. また根の長さを測定した結果, 5 ヶ月後に測定したものは平均が 0.8 cm(Fig. 44-2), 10 ヶ月後に測定したものは平均が 2.12 cm(Fig. 44-3)であった(Table 25).

Table 25. 「*E. sinica* の草質茎による保管場所の違いによる挿し木期間 - ビニールハウス内(5ヶ月後, 10ヶ月後)」

挿し木期間	5ヶ月	10ヶ月
挿し木数	19	21
発根数	2	5
発根率(%)	10.5	23.8
根の長さ(合計 cm)	1.6	10.6
根の長さ(平均 cm)	0.8	2.12
根の長さ(一番長い根 cm)	1.5	5.5



左: Fig. 44-1. 「ビニールハウス内に保管した挿し木(2009/5/22)」

中央: Fig. 44-2. 「ビニールハウス内に保管し, 発根した挿し木. 期間: 2009/5/22~2009/10/21(5ヶ月後)」

右: Fig. 44-3. 「ビニールハウス内に保管し, 発根した挿し木. 期間: 2009/5/22~2010/3/11(10ヶ月後)」

5-2. *E. sinica* の草質茎による保管場所の違いによる挿し木期間 - 人工気象器内

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.115)

E. sinica(標本:株番号 1-1) の草質茎を用い, 挿し穂を 50 本作製した. この挿し穂を, 用土(川砂:バーミキュライト=1:1)を入れた遠心チューブ(ポリプロピレン製 透明)の底面に穴をあけ, 脱脂綿で栓をし, 用土が抜け落ちないようにした容器に, 1 本ずつ挿し木を行い, 人工気象器内に保管し, 1ヶ月毎に目視的に発根の有無について観察し(Fig. 45-1~6), 6ヶ月後, 発根を確認した. 切断部位は節とし, 挿し木の深さを 5 cm とした.

2) 結果

E. sinica の挿し木を人工気象器内に保管した(Fig. 45-1)場合の発根率について, 1ヶ月後は 0%(Fig. 45-2), 2ヶ月後は 16%(Fig. 45-3), 3ヶ月後は 64%(Fig. 45-4), 4ヶ月後は 74%(Fig. 45-5), 5ヶ月後は 78%(Fig. 45-6), 6ヶ月後は 80%であった(Table 26-1).

Table 26-1. 「*E. sinica* の草質茎による保管場所の違いによる挿し木期間 - 人工気象器内(6ヶ月後)」

	発根確認					
	2012/6/26	2012/7/20	2012/8/22	2012/9/18	2012/10/23	2012/11/14
	(1ヶ月後)	(2ヶ月後)	(3ヶ月後)	(4ヶ月後)	(5ヶ月後)	(6ヶ月後)
発根数	0	8	32	37	39	40
発根率(%)	0	16	64	74	78	80



左:Fig. 45-1. 「人工気象器内に保管した挿し木(2012/5/19)」

中央:Fig. 45-2. 「1ヶ月後の挿し木(2012/6/26)」

右:Fig. 45-3. 「2ヶ月後の挿し木(2012/7/20)」



左:Fig. 45-4. 「3ヶ月後の挿し木(2012/8/22)」

中央:Fig. 45-5. 「4ヶ月後の挿し木(2012/9/18)」

右:Fig. 45-6. 「5ヶ月後の挿し木(2012/10/23)」

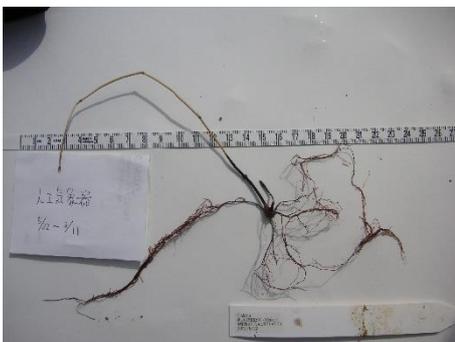


Fig. 45-7. 「10ヵ月間人工気象器内に保管し、枯死した挿し木(2009/5/22～2010/3/11)」

第5項の考察

1. *E. sinica* の草質茎を用いて挿し木を行い、ビニールハウス内に保管した場合、5ヶ月後の発根率は10.5%、10ヶ月後の発根率は23.8%であった。また発根した根の長さを測定した結果、5ヶ月後は平均が0.8 cm、10ヶ月後は平均が2.12 cmであった。発根率及び発根した根の長さから判断すると、ビニールハウス内に保管する場合、挿し木期間は最低でも5ヶ月間以上は必要であることが明らかになった。

2. *E. sinica* の草質茎を用いて挿し木を行い、人工気象器内に保管した場合の発根率は、1ヶ月後は0%、2ヶ月後は16%、3ヶ月後は64%、4ヶ月後は74%、5ヶ月後は78%、6ヶ月後は80%であった。挿し木期間として6ヶ月間が一番高い発根率を示した。しかし、6ヶ月間経過した挿し木の中には枯れが生じ、10ヶ月間保管した結果、完全に枯死した(Fig. 45-7)。発根率や挿し穂の状態を考慮して、人工気象器内での挿し木期間は4~5ヶ月間が適していることが明らかになった。

ビニールハウス内、人工気象器内共に発根後、植え替えを行わず放置した場合、挿し木が枯死してしまった。この原因として、挿し穂の養分が根の形成に使われてしまい、結果枯死したのではないかと推測される。このことから発根後は出来るだけ早い時期に養分のある用土に植え替えを行う必要があることも明らかになった。

第6項 人工気象器内の照明(明るさ)

植物が生長するうえで光は重要な要因であり、挿し木による繁殖についても同様である、しかし挿し木を行う場合、光が強すぎるとかえって挿し穂の蒸散が促進され、挿し穂の水分不足を招き、発根にとって不利な条件となる¹⁵⁾。本項では、人工気象器内の照明の明るさを調整することで、発根に適した条件について検討した。

E. sinica の草質茎による人工気象器内の照明(明るさ)の違いによる発根率

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.117)

E. sinica (標本:株番号 1-1)の草質茎を用い、挿し穂を100本作製した。この際、照明(明るさ)が発根率にどのように影響するかを検討するため、条件を2群に分け、一方は蛍光灯を全て点灯させ(条件1:25,000~30,000ルクス, Fig. 46-1)、もう一方は蛍光灯の半分を点灯するようにした(条件2:12,500~15,000ルクス, Fig. 46-2)。この挿し穂(各条件 n=50本)を川砂:バーミキュライト=1:1の用土に入れた遠心チューブ(ポリプロピレン製 透明)の底面に穴をあけ、脱脂綿で栓をし、用土が抜け落ちないようにした容器に、1本ずつ挿し木を行い、人工気象器(LPH-200RDSMP及びLPH-220SP, 日本医化器械製作所)内に保管し、6ヶ月後、発根を確認した。切断部位は節とし、挿し木の深さを5 cmとした。

2) 結果

人工気象器内の照明(明るさ)については、蛍光灯を全て点灯させた条件1の6ヶ月後の発根率は80%、半分しか点灯させなかった条件2の6ヶ月後の発根率は66%であった(Table 27-1)。全灯の方が半灯に比べて14%高い発根率を示した。

Table 27-1. 人工気象器内の照明の明るさと発根率

	条件 1:全灯照明	条件 2:半灯照明
挿し木数	50	50
挿し木日	2012/5/18	2012/5/18
挿し穂の長さ(平均 cm)	19.1 ± 3.4	18.3 ± 2.9
挿し穂の重さ(平均 g)	0.1820 ± 0.0498	0.1682 ± 0.0414
発根確認日	2012/11/15	2012/11/15
挿し木期間	6ヶ月	6ヶ月
発根数	40	33
発根率(%)	80	66



左:Fig. 46-1.「条件 1:人工気象器内に保管した挿し木(全灯照明)」

右:Fig. 46-2.「条件 2:人工気象器内に保管した挿し木(半灯照明)」

第 6 項の考察

今回の実験結果から人工気象器内の照明(明るさ)については、出来る限り多くの蛍光灯を点灯させた方が発根率は高くなることが示唆された。

第 7 項 挿し木の時期

挿し木の時期は、一般的に 1 年を通じて時期により春挿し、秋挿し、夏挿し、冬挿しなどと言われている。夏挿し(梅雨明けぐらい)や秋挿しは挿し木に適した時期だとされ、逆に冬挿しは挿し木の時期としてはあまり適していないとされているが、植物の種類によって挿し木の適期は異なる¹⁵⁾。本節では、ビニールハウス内及び人工気象器内に保管する場合の挿し木の適期について、*E. sinica* の草質茎を用いて検討した。

7-1. *E. sinica* の草質茎を用いた挿し木の時期と発根率 - ビニールハウス内

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.117)

E. sinica(標本:株番号 1-1)の草質茎を用い、挿し穂を 3 回(条件 1:2008 年 5 月 30 日, 条件 2:2008 年 6 月 27 日, 条件 3:2008 年 7 月 28 日)に分けて作製した。この挿し穂を 3 条件とも、それぞれ用土を入れた硬質ポリポットに挿し、ビニールハウス内(金沢大学薬用植物園内)に保管し、3~3 ヶ月半後、カルス形成及び発根について確認した。切断部位は節とし、挿し木の深さを 3 cm とした。

条件1(2008年5月30日～2008年8月28日)

用土 川砂:バーミキュライト=1:1, 赤玉土:バーミキュライト=1:1 (n=6本)

条件2(2008年6月27日～2008年9月25日)

用土 バーミキュライト 100%, ベルムライト 100% (n=5本)

条件3(2008年7月28日～2008年11月14日)

用土 バーミキュライト 100%, ベルムライト 100% (n=8本)

2)結果

ビニールハウス内に保管する場合の挿し木の適期について検討した結果, 条件1(挿し木日 2008年5月30日)では, 12本中12本すべてにカルスが形成され, うち1本から発根を確認する事が出来た(カルス形成率:100% 発根率:8.3%, Fig. 47-1~3). 条件2(挿し木日 2008年6月27日)では, 10本中9本にカルス形成が確認できた(Fig. 48-1~3). 2008年5月30日に行った実験と比較してカルスの大きさは小さかった(カルス形成率:90% 発根率:0%). 条件3(挿し木日 2008年7月28日)では, 挿し木を行った16本すべて枯死し(Fig. 49-1,2), カルス形成も確認する事が出来なかった(Table 28).

Table 28. 「*E. sinica* の草質茎を用いた挿し木の時期と発根率 - ビニールハウス内(3~3ヶ月半後)」

用土	条件1		条件2		条件3	
	川砂:バーミキュライト =1:1	赤玉:バーミキュライト =1:1	バーミキュライト 100%	ベルムライト 100%	バーミキュライト 100%	ベルムライト 100%
挿し穂数	6	6	5	5	8	8
挿し木日	2008/5/30		2008/6/27		2008/7/28	
確認日	2008/8/28		2008/9/25		2008/11/14	
挿し木期間	3ヶ月間		3ヶ月間		3ヶ月間半	
カルス形成	12		9		0	
カルス形成率 (%)	100		90		0	
発根数	1		0		0	
発根率(%)	8.3		0		0	



Fig. 47-1, 「条件1:ビニールハウス内に保管した挿し木(2008/5/30)」



Fig. 47-2,3. 「条件 1:12 本中 12 本すべての挿し木にカルスが形成され、その内 1 本の挿し木から発根 (2008/8/28, 3 ヶ月後)」



Fig. 48-1. 「条件 2:ビニールハウス内に保管した挿し木 (2008/6/27)」

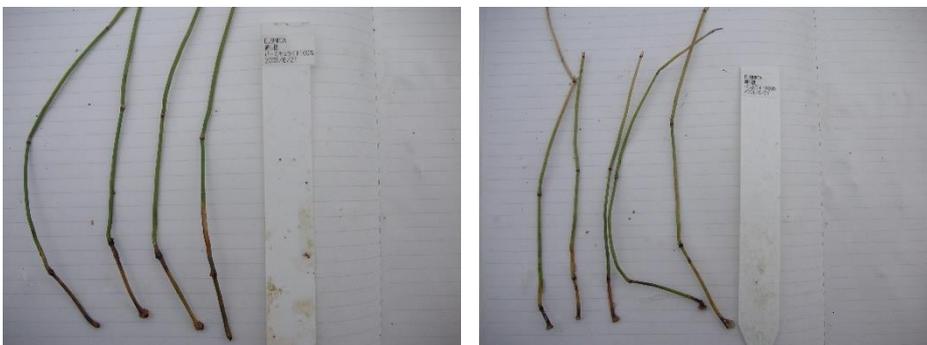


Fig. 48-2,3. 「条件 2:10 本中 9 本挿し木にカルスが形成された (2008/9/25, 3 ヶ月後)」



Fig. 49-1. 「条件 3:挿し木 (2008/7/29)」 Fig. 49-2, 「条件 3:16 本すべて枯死 (2008/11/14, 3 ヶ月半後)」

7-2. *E. sinica* の草質茎を用いた挿し木の時期と発根率-人工気象器内

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.118)

E. sinica(標本:株番号 1-1, G-1)草質茎を用い、挿し穂を条件 1 は 24 本, その他は各 20 本作製した, これら挿し穂を 4 回(条件 1:2010 年 6 月 8 日, 条件 2:2010 年 7 月 14 日, 条件 3:2010 年 10 月 20 日, 条件 4:2010 年 11 月 21 日)に分け, 用土(川砂:パーミキュライト=1:1)を入れたイチゴ育苗用ポットに, 1 本ずつ挿し, 人工気象器内に保管し(Fig. 50-1~4), 4~5 ヶ月後, 発根を確認した(Fig. 51-1,2). 切断部位は節とし, 挿し木の深さは 5 cm とした.

2) 結果

E. sinica(標本:株番号 1-1, G-1)の草質茎を用い人工気象器内における挿し木の適期について検討した結果, 最も良好であったのは, 条件 4(挿し木日 2010 年 11 月 21 日)で発根率は 85%であった. 続いて条件 2(挿し木日 2010 年 10 月 20 日)の 70%, 条件 3(挿し木日 2010 年 10 月 20 日)の 50%, 条件 1(挿し木日 2010 年 6 月 8 日)の 25%であった(Table 29-1).

Table 29-1. *E. sinica* の草質茎を用いた挿し木の時期と発根率-人工気象器内(4~5 ヶ月後)

	条件 1(1-1)	条件 2(G-1)	条件 3(1-1)	条件 4(G-1)
挿し木日	2010/6/8	2010/7/14	2010/10/20	2010/11/21
挿し穂数	24	20	20	20
確認日	2010/10/19	2010/11/21	2011/3/27	2011/3/27
挿し木期間	4 ヶ月間	4 ヶ月間	5 ヶ月間	4 ヶ月間
挿し穂の長さ(平均 cm)	18.7	23.0	19.4	19.9
標準偏差	2.8	6.6	4.3	4.5
発根数	6	14	10	17
発根率(%)	25%	70%	50%	85%



Fig. 50-1. 「条件 1:挿し木(2010/6/8)」

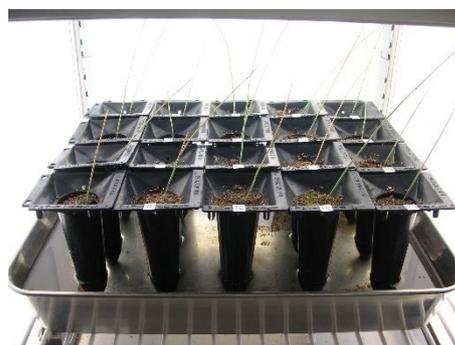


Fig. 50-2. 「条件 2:挿し木(2010/7/14)」

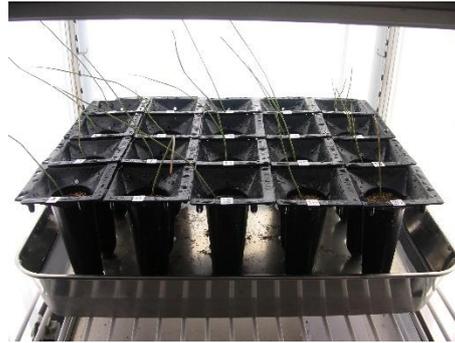


Fig. 50-3. 「条件 3:挿し木 (2010/10/20)」

Fig. 50-4. 「条件 4:挿し木 (2010/11/21)」



Fig. 51-1,2. 「発根した挿し木 (条件 2 の実験で発根した挿し木, 2010/11/21, 4 ヶ月後)」

第 7 項の考察

1. ビニールハウス内に保管し、挿し木を行う場合の時期について、カルス形成や挿し穂の状態から判断して、5 月末～7 月中旬頃が適していることが示唆された。挿し木期間について〔第三章, 第 2 節, 第 5 項 (5-1), 本論 p.40〕行った実験結果から、ビニールハウス内で保管する場合、最低でも挿し木期間は 5 ヶ月間以上必要であることが示唆されていることから、秋に挿し木を行い、ビニールハウス内に保管する場合、越冬し、翌年春まで保管することになる。この場合、寒さの影響で挿し木が枯死する可能性が推測される。これらのことから、ビニールハウス内で挿し木を行う場合、春～初夏が適期であることが明らかになった。

2. 人工気象器内に保管し、挿し木を行う場合の時期については、10 月～11 月に挿し木を行った方が発根率は高くなることが示唆された。しかし、過去 2010 年 6 月 7 日～2013 年 11 月 13 日にかけて計 11 回、*E. sinica* (標本:株番号 1-1, G-1) の草質茎を用い挿し木を行った (実験方法はすべて、挿し床に 1 本ずつ挿し木を行い、人工気象器内に保管) データをもとに、挿し木時の気象条件と発根率から挿し木に適した時期について検討した〔実験の部, 第三章, 第 2 節, 第 7 項 (7-2), Table 29-3-1,2, p.119, 120〕。尚、平均気温などのデータは気象庁ホームページから引用した¹⁸⁾。

挿し木の時期について、*E. sinica* (標本:株番号 1-1, G-1) の草質茎を用い 5 月～7 月に挿し木を行った場合の発根率は 44.8%であった。それに対し 10 月～11 月に挿し木を行った場合の発根率は 38.4%であった (Table 29-4,5, p.121)。また *E. sinica* (標本:株番号 1-1) のみで検討した結果、5 月～6 月に挿し木を行った場合の発根率は 54.8%であった。一方、10 月～11 月に挿し木を行った場合の発根率は 30.4%であった (Table 29-6,7, p.121)。このことより人工気象器内で挿し木を行う場合も 5 月

～7月に挿し木を行った方が高い発根率が得られることが明らかになった。

気温については、平均気温が 10.1℃～20℃以下の時に挿し木を行った場合の発根率は 50.0%、次に 20.1～25℃以下は 42.6%であった。しかし 10℃以下になると 28.3%と発根率が低下することが明らかになった (Table 29-8, p.121)。

湿度については、平均湿度が 80%以上の時に挿し木を行った場合が、55.5%と高い発根率を示した。70.1～80%以下では 30.1%、60.1～70%以下では 35.1%でほとんど差が生じなかった。このことより湿度が高い時期の方が発根率は高くなることが示唆された (Table 29-9, p.121)。

これらの結果から、挿し木の適期については 5 月末～7 月中旬で、気温が 10.1～25℃位で、湿度が 80%以上の時期に挿し木を行うことで多くのクローン株を得られることが明らかになった。

第 8 項 挿し木の挿し方 (挿し木数)

挿し木の挿し方については、これまでに 1 つの硬質ポリポット内 (挿し床) に複数の挿し穂を挿し行った実験と、イチゴ育苗用ポット内 (挿し床) に 1 本ずつ挿し穂を挿し行った実験の 2 つの方法で行ってきた。しかし過去の実験から、挿し床に複数の挿し穂を挿した場合と 1 本ずつ挿した場合では発根率に差が生じているのではないかと推測される。本項では、これらを確認するため 1 つの硬質ポリポット内に挿す挿し木数を変え、挿し木数と発根及び生存率との関係について、*E. sinica* の草質茎を用いて検討した。

E. sinica の草質茎を用いたポット内の挿し木数と生存 (発根) 率

1) 実験材料及び方法 (実験の部 p.122)

E. sinica (標本: 株番号 1-1) の草質茎を用い、挿し穂を 200 本作製した。この挿し穂を、用土 (川砂: パーミキュライト = 1:1) を入れた硬質ポリポットに、挿し木数を 1 本, 3 本, 9 本, 27 本 (各 n=5) ずつ挿し (Fig. 52-1,2) 4 群に分け、ビニールハウス内 (金沢大学薬用植物園内) に保管し、5 ヶ月後、生存を確認した (Fig. 52-3)。切断部位は節とし、挿し木の深さは 5 cm とした。

[尚、予備実験として 2012 年 5 月 19 日に *E. sinica* (標本: 株番号 1-1) の草質茎を用い、赤玉: 川砂: パーミキュライト = 1:1:2 の用土を入れた硬質ポリポットに 1 本, 3 本, 9 本, 27 本ずつ挿し (n=1)、人工気象器内に保管し、発根を確認した実験を行った。]

2) 結果

ビニールハウス内に保管した結果、1 本 (100%)、3 本 (86.7%)、9 本 (66.7%)、27 本 (58.5%) であった (Table 30-1)。人工気象器内に保管した予備実験での発根率の結果は、1 本 (100%)、3 本 (66.7%)、9 本 (44.4%)、27 本 (22.2%) であった (Table 30-2)。



左: Fig. 52-1. 「ビニールハウス内に保管した挿し木 (2013/10/26)」

右: Fig. 52-2. 「1 ポット中の挿し木数(左下:1 本, 右下:3 本, 左上:9 本, 右上:27 本)」



Fig. 52-3. 「5 ヶ月後の挿し木 (2014/3/19)」

Table 30-1. 「*E. sinica* の草質茎を用いたポット内の挿し木数と生存率 (5 ヶ月後)」

挿し木日 (2013/10/25)	生存数 (2014/3/19)							
	挿し木数 1		挿し木数 3		挿し木数 9		挿し木数 27	
検体 No.	生存数	生存率 (%)	生存数	生存率 (%)	生存数	生存率 (%)	生存数	生存率 (%)
1	1	100	2	66.7	7	77.8	18	66.7
2	1	100	3	100.0	7	77.8	14	51.9
3	1	100	3	100.0	5	55.6	20	74.1
4	1	100	3	100.0	6	66.7	16	59.3
5	1	100	2	66.7	5	55.6	11	40.7
合計	5		13		30		79	
平均	1	100	2.8	86.7	6.3	66.7	17.0	58.5
標準偏差		0		16.3		9.9		11.6

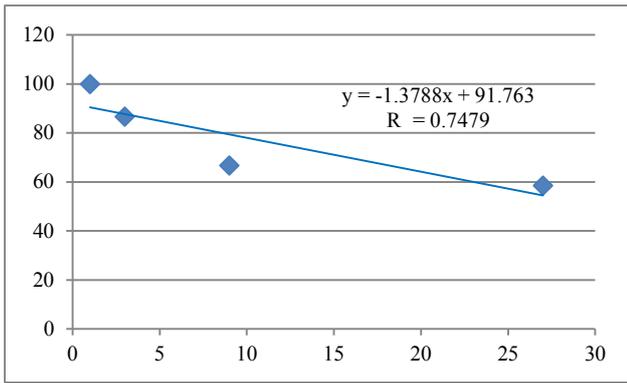


Fig. 53-1. ポット内の挿し木数と生存率の相関関係

Table 30-2. 「*E. sinica* の草質茎を用いたポット内の挿し木数と発根率(予備実験)」

挿し木日 (2012/5/19) 挿し木数	発根数 (2012/10/24)	発根率 (%)
1	1	100.0%
3	2	66.7%
9	4	44.4%
27	6	22.2%

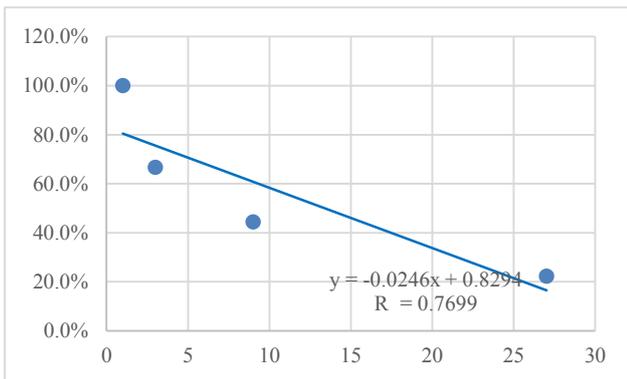


Fig. 53-2. 「ポット内の挿し木数と発根率の相関関係(予備実験)」

第 8 項の考察

挿し木数と生存率について、ビニールハウス内に保管した結果、生存率は挿し木数が 1 本(100%)、3 本(86.7%)、9 本(66.7%)、27 本(58.5%)で (Table 30-1)、相関係数は $R=0.7479$ であった (Fig. 53-1)。尚、今回の実験は人工気象器内のスペースの問題でビニールハウス内に保管した。また、予備実験として *E. sinica* の草質茎を用い、人工気象器内に保管した結果、発根率は 1 本(100%)、3 本(66.7%)、9 本(44.4%)、27 本(22.2%)で (Table 30-2)、相関係数は $R=0.7699$ であった (Fig. 53-2)。これらの結果から 1 つのポット(挿し床)に挿し木を行う場合、挿し木の数が少ない方が発根率は高くなることが明らかになった。この原因として考えられるのは、同じ親株から採取された挿し穂同士でも、1 つの挿し床内で挿し木を行うと、何らかの要因で生存率や発根率に影響が生じることが示唆された。

第9項 第三章第2節の小括

1. 挿し木に適した用土については、発根率や植え替え時の作業性から判断して川砂とバーミキュライトを混合させた用土が適していることが明らかになった。ベルムライトはマオウ属植物の挿し木には適していないことが示唆された。
2. 挿し木の保管場所については、すべての実験において人工気象器内の方が、ビニールハウス内に保管したものと比較して高い発根率が得られた。このことから、*E. sinica* 草質茎を用いて効率よく発根させるためには、人工気象器内など環境変化の少ない一定の条件下で挿し木を行った方が発根率は高くなることが明らかになった。*E. likiangensis* の挿し木の保管場所については、ビニールハウス内においても高い発根率が得られ、*E. sinica* を用いビニールハウス内に保管した場合と比較し、発根率に大きな差が生じた。種間差があることが判明した。
3. 挿し木の用土と吸水用の水の pH については、同じ用土を用いて挿し木を行った場合でも、吸水用の水の pH を変えることで発根率に差が生じることが明らかになった。また弱酸性の用土を用いて挿し木を行った場合、吸水用の水を pH 6 に調製することで比較的良好な発根率が得られた。これらのことから用土と吸水用の水の pH について関連があることが示唆された。
4. 挿し木の深さについては、3 cm, 5 cm, 10 cm の深さで挿し木を行ったが、関連が認められなかった。しかし *E. sinica* 及び *E. pachyclada* の草質茎を用い挿し木を行った実験において、挿し穂の切断部位の上の節からでも発根することが確認された。また *E. sinica* の挿し穂の節間の平均の長さが $3.65\text{ cm} \pm 0.50$ であることを考慮すると、発根率を高めるためには、挿し木の深さを 5 cm 以上にする必要があることが明らかになった。
5. 挿し木期間については、ビニールハウス内で保管する場合、発根した根の長さから判断し、最低でも 5 ヶ月間以上は必要であることが示唆された。一方、人工気象器内に保管する場合、挿し木の状態などを考慮し、4~5 ヶ月間が適していることが示唆された。ビニールハウス内、人工気象器内共に発根後、植え替えを行わずそのままの放置した場合、挿し木が枯死した。この原因として発根後、用土を換えずそのままの状態では保管していると、挿し穂の養分が発根に使われ、結果枯死してしまったと推測される。このことから発根後は出来るだけ早い時期に養分のある用土に植え替えを行う必要があることが示唆された。
6. 人工気象器内の照明については、出来る限り多くの蛍光灯を点灯させた方が発根率は高くなることが明らかになった。
7. 挿し木の時期については、ビニールハウス内に保管する場合、カルス形成や挿し穂の状態から判断して、5 月末~7 月中旬頃が適期であることが示唆された。一方、人工気象器内に保管し、挿し木を行う場合の時期については、10 月~11 月が適期であることが示唆された。しかし、今まで人工気象器内で保管し、挿し木を行った実験について、挿し木の時期や気象条件などを整理し、挿し木の時期について検討した結果、挿し木の時期について、*E. sinica* (標本:株番号 1-1, G-1) の草質茎を用い 5 月~7 月に挿し木を行った場合の発根率は 44.8%であった。それに対し 10 月~11 月に挿し木を行った場合の発根率は 38.4%であった。また *E. sinica* (標本:株番号 1-1) のみで検討した結果、5 月~6 月に挿し木を行った場合の発根率は 54.8%であった。それに対し 10 月~11 月に挿し木を行った場合の発根率は 30.4%であった。このことより挿し木を行う時期は保管場所に関係なく 5 月~7 月に挿し木を行った方が高い発根率が得られることが明らかになった。

気温については、平均気温が 10.1°C ~ 20°C 以下の時に挿し木を行った場合、発根率が 50%で、20.1

～25℃以下では46.0%であった。しかし10℃以下になると発根率が28.3%と低下した。これらのことから気温と発根率には関連があることが示唆された。

湿度については、平均湿度が80%以上の時に挿し木を行った場合が、55.5%と高い発根率を示した。70.1～80%以下では30.1%、60.1～70%以下では36.7%であった。このことより湿度が高い時期の方が高い発根率が得られることが示唆された。

以上の結果から、挿し木に適した時期については5月末～7月中旬、気温が10.1～25℃位、湿度が80%以上の時に挿し木を行うことで多くのクローン株を得られることが明らかになった。

8. 挿し木の挿し方については、1つのポット(挿し床)に挿し木を行う場合、挿し木の数が少ない方が発根率は高くなることが示唆された。

第3節 親株の生育環境

親木となる親株の生育環境によって挿し穂の発根率は変わることが予想される。本節では、砂地に保管・管理されている*E. sinica*(標本:株番号1-1)と岩場に保管・管理されている*E. sinica*(標本:株番号G-1)を用い、発根率にどのような相違が生じるかについて検討し、親株に適した生育環境を見出すことを目的とした。

第1項 親株の生育環境

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.122)

異なる生育環境で保管・管理されている*E. sinica*[砂地 標本:株番号1-1, (Fig. 54-1). 岩場 標本:株番号G-1, (Fig. 54-2)]の草質茎を用い、挿し穂を各24本ずつ作製した。この挿し穂に用土(川砂:パーミキュライト=1:1)を入れたイチゴ育苗用ポットに、1本ずつ挿し木を行い(Fig. 55)、人工気象器内に保管し、4ヶ月後、発根を確認した。切断部位は節とし、挿し木の深さは5cmとした。

2) 結果

親株の生育環境による発根率の違いについては、岩場で管理されている株(標本:株番号G-1)の発根率は91.7%、砂地で管理されている株(標本:株番号1-1)の発根率は45.9%であった(Table 31-1)。

第2項 第三章第3節の小括

親株の生育環境による発根率の違いについては、岩場で管理されている株(標本:株番号G-1)の発根率は91.7%、砂地で管理されている株(標本:株番号1-1)の発根率は45.9%であった。このことから個体差による可能性も考えられるが、親株の生育環境によって発根率が変わることが明らかになった。

3年連続で同じ親株(*E. sinica*(標本:株番号1-1))を用い、同時期・同条件で挿し木を行った結果、年によって発根率に相違が生じた。2011年11月21日に挿し木を行った結果、発根率は20%、2012年11月14日に挿し木を行った結果、発根率は11.5%、2013年11月13日に挿し木を行った結果、発根率は45.8%であった。(実験の部、第三章、第3節、Table 31-2, p.122)。相違が生じた原因として、毎年同じ親株から多数の挿し穂を採取していると、親株の栄養状態が悪くなり、それが挿し穂の栄養状態にも影響し、発根率が低下したことが示唆される。このことから親株については、最低でも1年間以上休ませるか、または肥料などを与え親株の生育状態を保つことで、同等かそれ以上の発根率が得られることが示唆された。

Table 31-1. *E. sinica* の草質茎を用いた親株の生育環境の違いによる発根率

挿し穂剪定日	親株の生育環境	挿し木日	ポット	挿し木数	発根数	発根確認日 (挿し木期間)	発根率(%)	平均
2013/11/13	岩場	2013/11/13	イチゴ育苗用	12	11	2014/3/19(4ヶ月間)	91.7	91.7
2013/11/13	岩場	2013/11/14	イチゴ育苗用	12	11	2014/3/19(4ヶ月間)	91.7	
2013/11/13	砂地	2013/11/13	イチゴ育苗用	12	5	2014/3/19(4ヶ月間)	41.7	45.9
2013/11/13	砂地	2013/11/14	イチゴ育苗用	12	6	2014/3/19(4ヶ月間)	50.0	



左:Fig. 54-1.「砂地に管理されている *E. sinica*(標本:株番号 1-1)」

右:Fig. 54-2.「岩場に管理されている *E. sinica*(標本:株番号 G-1)」



Fig. 55.「イチゴ育苗用ポットに挿した挿し木(2013/11/14)」

第4節 活着後の生育

活着後の生育については、与えられた環境の影響に大きく左右される。本節では、*E. sinica*(標本:株番号 1-1, G-1)のクローン株, *E. pachyclada*(標本:株番号 2-1)のクローン株, *E. gerardiana*(標本:株番号 10-2)のクローン株を用い、活着後の生育が良好な挿し木時期、活着後の生育が良好な用土、活着後の施肥量、N(窒素):P(リン酸):K(カリ)比と生育の関係について検討した。

第1項 挿し木の時期

挿し木の時期(本論 p.44~49)については、5~7月が発根に適した時期であることが明らかになった。本

項では、挿し木時期の違いにより、活着後の生育についてどのような違いが生じるか、*E. sinica* のクローン株を用いて検討した。

E. sinica のクローン株を用いた挿し木時期の違いによる活着後の生育

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.123)

挿し木の時期(本論 p.47)についての実験によって得られたクローン株[条件 1 (*E. sinica* 標本:株番号 1-1)):6 検体, 条件 2(*E. sinica* 標本:株番号 G-1)):14 検体, 条件 3 (*E. sinica* 標本:株番号 1-1)):10 検体, 条件 4(*E. sinica* 標本:株番号 G-1)):17 検体]計 47 検体を用い, 市販栽培土(プランターの土)を入れた硬質ポリポットに 1 株ずつ植え替えを行い, ビニールハウス内(金沢大学薬用植物園内)に保管した。活着後, クローン株の地上茎の長さを計測し, 生長を確認した。

2) 結果

挿し木時と活着後の地上茎の長さを比較した結果, 条件 1 (Fig. 56-1)は-9.2 cm, 条件 2 (Fig. 56-2)は-14.8 cm であった。一方, 条件 3 (Fig. 56-3)は-1.2 cm, 条件 4 (Fig. 56-4-1,2)は-0.6 cm であった。同様に, 一番長く伸ばした地上茎について比較した結果, 条件 1 は-8.7 cm, 条件 2 は-7.5 cm であった。それに対し, 条件 3 は+6.4 cm, 条件 4 は+6.4 cm であった (Table 32-1)。

Table 32-1. *E. sinica* のクローン株を用いた挿し木時期の違いによる活着後の生長

	条件 1(1-1)	条件 2(G-1)	条件 3(1-1)	条件 4(G-1)
挿し木日	2010/6/8	2010/7/14	2010/10/20	2010/11/21
挿し穂数	24	20	20	20
挿し穂の長さ(挿し木時の平均 cm)	18.7 ± 2.8	23.0 ± 6.6	19.4 ± 4.3	19.9 ± 4.5
発根確認及び植替え日	2010/10/19	2010/11/21	2011/3/27	2011/3/27
挿し木期間	4ヶ月間	4ヶ月間	5ヶ月間	4ヶ月間
発根数	6	14	10	17
発根率(%)	25	70	50	85
生育確認(測定)日	2011/6/8	2011/6/8	2011/6/8	2011/6/8
活着数	6	12	10	16
活着率(%)	100	85.7	100	94.1
活着期間	8ヶ月	6ヶ月半	2ヶ月半	2ヶ月半
地上茎 1 本当たりの長さ(活着後の平均 cm)	9.5 ± 1.8	8.2 ± 2.2	18.2 ± 7.0	19.3 ± 6.5
地上茎 1 本当たりの長さ(活着後の平均-挿し木時 cm)	-9.2	-14.8	-1.2	-0.6
一番長い地上茎の長さ(活着後の平均 cm)	10 ± 1.4	15.5 ± 5.6	25.8 ± 8.5	26.3 ± 8.1
一番長い地上茎の長さ(活着後-挿し木時 cm)	-8.7	-7.5	+6.4	+6.4



左:Fig. 56-1.「条件 1:植え替え後のクローン株(2010/10/19)」

右:Fig. 56-2.「条件 2:植え替え後のクローン株(2010/11/21)」



左:Fig. 56-3.「条件 3:植え替え後のクローン株(2011/3/27)」

中央, 右:Fig. 56-4-1,2.「条件 4:植え替え後のクローン株(2011/3/27)」

第 1 項の考察

E. sinica (標本:株番号 1-1)を用い実験を行った条件 1 と条件 3 で比較した結果, 挿し木時と活着後の地上茎 1 本当たりの長さについては 8 cm, 一番長く伸ばした地上茎については 15.8 cm の差が生じた。*E. sinica* (標本:株番号 G-1)を用い実験を行った条件 2 と条件 4 では, 挿し木時と活着後の地上茎 1 本当たりの長さについては 14.2 cm, 一番長く伸ばした地上茎については 10.8 cm の差が生じた。これらのことから, 5 月～7 月に挿し木を行うより, 10 月, 11 月に挿し木を行ない, 人工気象器内に 4 ヶ月～5 ヶ月間保管し, 翌年の 3 月に植え替えを行うことで効率的にクローン株を生長させることが出来ることが明らかになった。

第 2 項 用土

本項では, [第三章, 第 4 節, 第 1 項, 本論 p.54]の実験によって活着した *E. sinica* 及び[第三章, 第 1 節, 第 5 項(5-3), 本論 p.22]の実験によって活着した *E. pachyclada* のクローン株を用い, 用土の違いにより地上茎の生長にどのような相違が生じるか検討した。尚, 今回, 種間差により用土の種類によって生長に差が生じるか否かを検討するため, *E. pachyclada* のクローン株も使用した。

2-1. *E. sinica* のクローン株を用いた用土の違いによる生育

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.127)

挿し木時期(本論 p.54)について行った実験のうち, 条件 4 によって得られたクローン株 15 検体を用い, 2011 年 10 月 25 日に 5 種類の用土(用土 1:川砂, 用土 2:山砂, 用土 3:赤玉土, 用土 4:鹿沼土, 用土 5:桐生砂)に 3 株ずつ, 1/5000a ワグネルポットに植え替えを行い, 屋外(金沢大学薬用植物園内)に保管(Fig. 57-1)し, 1 年 5 ヶ月後, クローン株の地上茎の長さを計測し, 生長を確認した(Fig. 57-2).

2) 結果

E. sinica のクローン株を用い用土の違いによる活着後の生長について検討した結果, 地上茎の合計の長さ(平均)は, 川砂 202.7 cm, 山砂 123.0 cm, 赤玉土 362.7 cm, 鹿沼土 188.0 cm, 桐生砂 220.9 cm で, 赤玉土が他の用土と比較して生長が良好であった. また 1 本当たりの地上茎の平均の長さは, 川砂 11.6 cm, 山砂 8.1 cm, 赤玉土 13.3 cm, 鹿沼土 10.0 cm, 桐生砂 9.8 cm で, 合計の長さと同様, 赤玉土が他の用土と比較し生長が良好であった(Table 33-1).

Table 33-1. 「*E. sinica* のクローン株を用いた用土の違いによる生長(1 年 5 ヶ月後)」

用土	生長確認 (2013/3/21)				挿し木時(2010/11/21)
	合計の長さ (平均 cm)	1 本当たりの長さ (平均 cm)	一番長い地上茎 (平均 cm)	挿し木時との差 (平均 cm)	挿し穂の長さ (平均 cm)
川砂	202.7	11.6	29.6	9.1	20.5
山砂	123.0	8.1	23.8	7.1	16.7
赤玉土	362.7	13.3	36.0	13.5	22.5
鹿沼土	188.0	10.0	26.7	6.0	20.7
桐生砂	220.9	9.8	33.1	9.1	24.0



左: Fig. 57-1. 「植え替え 1 ヶ月後の *E. sinica* のクローン株(2011/11/22)」

右: Fig. 57-2. 「植え替え 6 ヶ月後の *E. sinica* のクローン株(2012/5/18)」

(用土: 手前から山砂, 川砂, 赤玉土, 鹿沼土, 桐生)

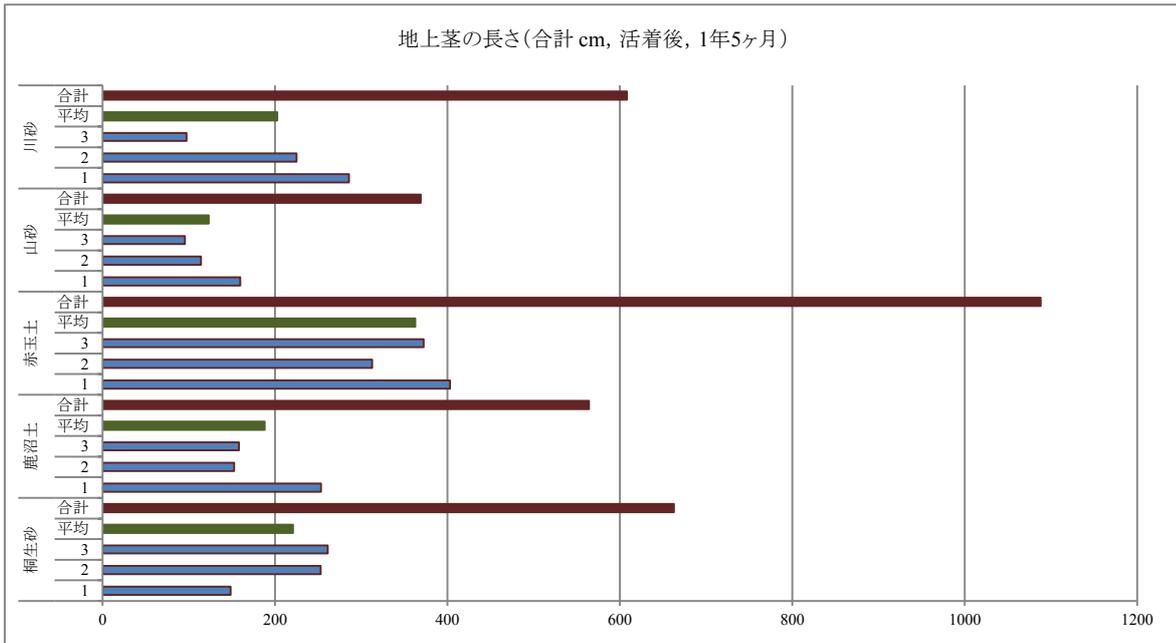


Fig. 57-3. *E. sinica* のクローン株を用いた用土の違いによる地上茎の長さ(合計)の違い

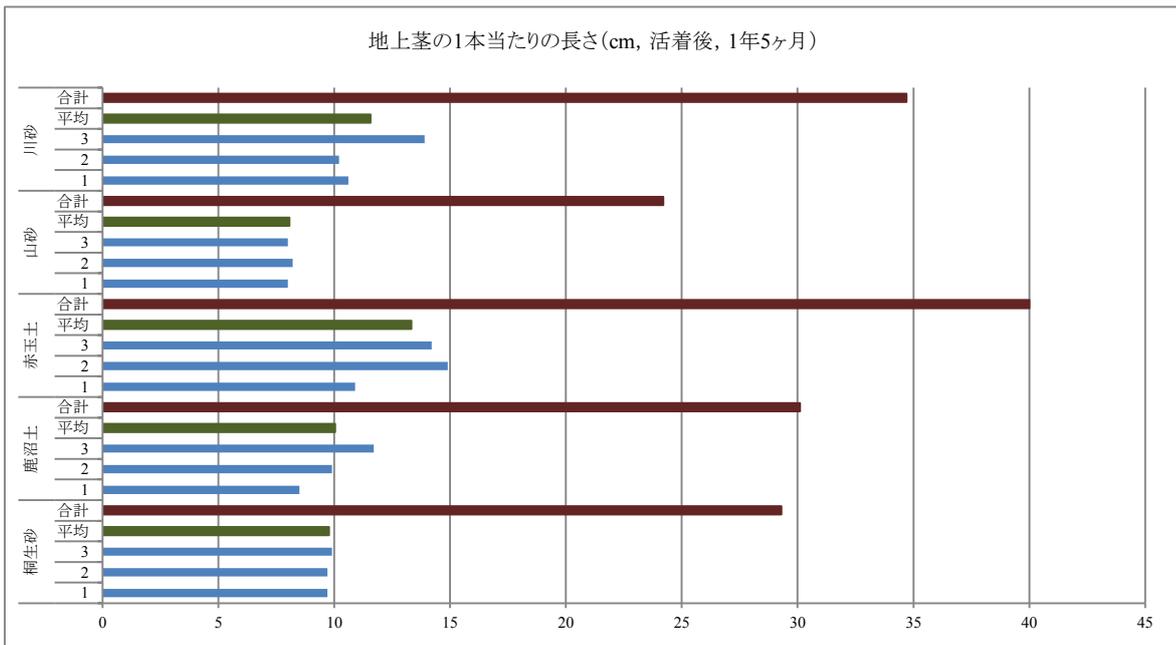


Fig. 57-4. *E. sinica* のクローン株を用いた用土の違いによる地上茎の長さ(1本当たり)の違い

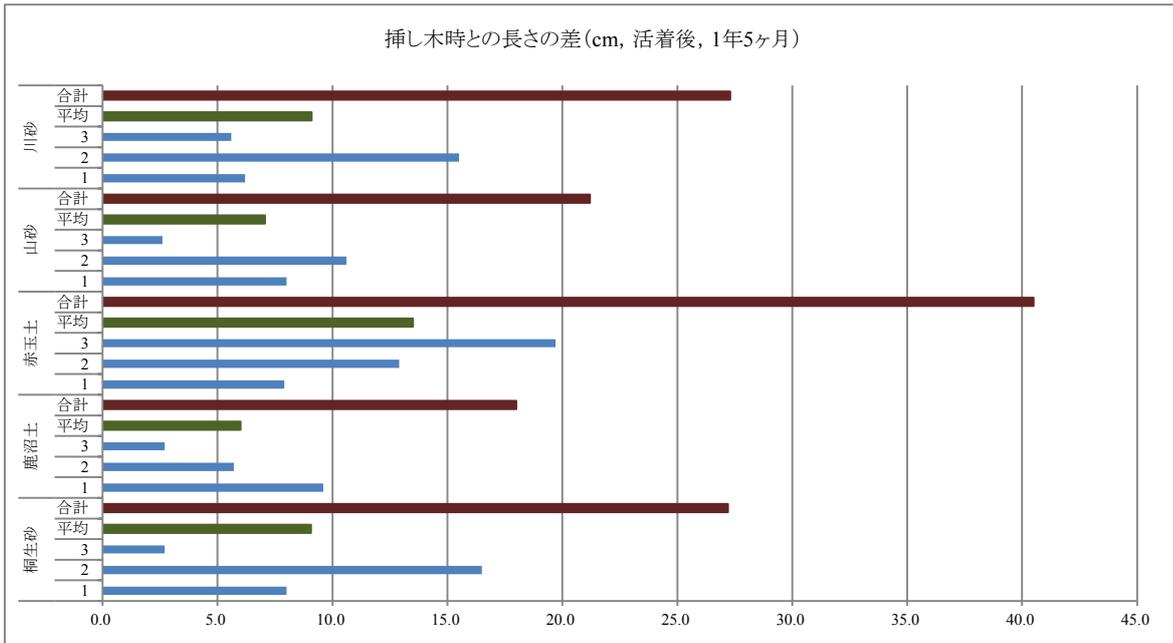


Fig. 57- 5. *E. sinica* のクローン株を用いた用土の違いによる地上茎の長さ(挿し木時との差)の違い

2-2. *E. pachyclada* のクローン株を用いた用土の違いによる生育

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.128)

挿し穂の長さ(本論 p.22)の実験によって得られた *E. pachyclada* のクローン株を, その後2回(2010年7月13日, 2012年4月24日)にわたり植え替えを行い, 活着した6検体を用い, 6種類の用土(用土1:川砂, 用土2:山砂, 用土3:赤玉土, 用土4:鹿沼土, 用土5:桐生砂, 用土6:市販栽培土)に1株ずつ, 1/5000 a ワグネルポットに植え替えを行い, 屋外(金沢大学薬用植物園内)に保管し, 5ヶ月後, クローン株の地上茎の長さを計測し, 生長を確認した.

2) 結果

E. pachyclada のクローン株を用いた用土の違いによる活着後の生長については, 地上茎の合計の長さは川砂 178.3 cm, 山砂 184.2 cm, 赤玉土 180.5 cm, 鹿沼土 167.7 cm, 桐生砂 70.6 cm で桐生砂以外あまり大きな差は見られなかった. しかし, 一本当たりの平均の長さは川砂 2.6 cm, 山砂 2.8 cm, 赤玉土 5.2 cm, 鹿沼土 4.0 cm, 桐生砂 2.9 cm で, 赤玉土が他の用土と比較して生長が良好であった(Table 34, Fig. 57-6).

Table 34. 「*E. pachyclada* のクローン株を用いた用土の違いによる生長(5ヶ月後)」

用土	生長確認(2012/09/18)			
	合計の長さ(平均 cm)	1本当たりの長さ(平均 cm)	標準偏差	一番長い地上茎(cm)
川砂	178.3	2.6	3.4	16.1
山砂	184.2	2.8	3.8	19.0
赤玉土	180.5	5.2	4.3	16.2
鹿沼土	167.7	4.0	5.3	25.4
桐生砂	70.6	2.9	4.1	16.3

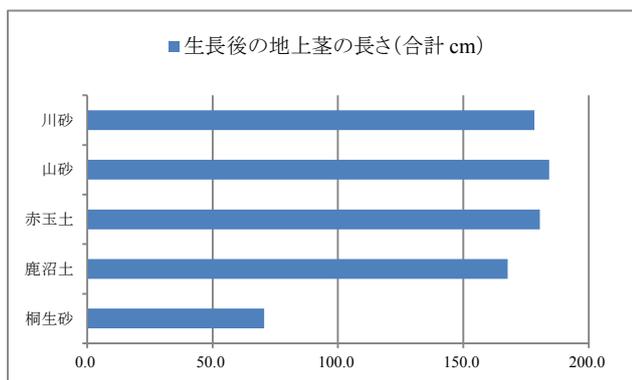


Fig. 57-6. *E. pachyclada* のクローン株を用いた用土の違いによる地上茎の生長

第2項の考察

1. *E. sinica* のクローン株を用い用土の違いによる活着後の生長について検討した結果、赤玉土が他の用土と比較し生長が良好であった。
 2. *E. pachyclada* のクローン株を用い用土の違いによる活着後の生長について検討した結果、赤玉土が他の用土と比較して生長が良好であった。
- これらのことからマオウ属植物の生長には、赤玉土が適していることが示唆され、種間差は見られなかった。

第3項 施肥量

本項では、肥料の配合割合や施肥量を変えることで生長にどのような差が生じるかについて、*E. pachyclada* のクローン株を用いて検討した。

E. pachyclada のクローン株を用いた用土別施肥量の違いによる生育

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.128)

挿し穂の長さ(本論 p.22)の実験によって得られた *E. pachyclada* のクローン株を、その後2回(2010年7月13日, 2012年4月24日)にわたり植え替えを行い、活着させた30検体を用い、6種類の用土(用土1:川砂, 用土2:山砂, 用土3:赤玉土, 用土4:鹿沼土, 用土5:桐生砂, 用土6:市販栽培土)に5株ずつ1/5000 a ワグネルポットに植え替えを行い(Fig. 58-1), 更に肥料(エードボール Ca)

を与えない群と与える群に分け、屋外(金沢大学薬用植物園内)に保管し、5ヶ月後地上茎の長さを計測し、生長を確認した。

2) 結果

施肥量と地上茎の合計の長さについて検討した結果、川砂の場合はエードボールCa 9個で565.0 cmが一番生長し(Table 35-1)、山砂の場合はエードボール Ca 9個で396.5 cm(Table 35-2)、赤玉土の場合はエードボール Ca 3個で436.5 cm(Table 35-3)、鹿沼土の場合はエードボール Ca 9個で207.8 cm(Table 35-4)、桐生砂の場合はエードボール Ca 9個で225.4 cm(Table 35-5)、市販栽培土の場合はエードボール Ca 9個で2349.6 cm(Table 35-6)であった。



Fig. 58-1. 「6種類の用土に植え替えを行った *E. pachyclada* のクローン株(2012/4/24)」

(用土:左から市販栽培土, 赤玉土, 山砂, 川砂, 鹿沼土, 桐生砂)

Table 35-1. 「*E. pachyclada* のクローン株を用いた川砂による施肥量の違いと生長(5ヶ月後)」

用土	施肥量	生長(cm)				
		地上茎の数	合計	平均	標準偏差	一番長い地上茎
川砂	0	68	178.3	2.6	3.4	16.1
	1	55	141.8	2.6	3.2	14.9
	3	35	254.8	7.3	6.9	28.7
	9	46	565.0	12.3	13.1	60.7
	27	38	455.4	12.0	14.9	53.2
	平均		319.1	7.4		
	標準偏差		164.0			

Table 35-2. 「*E. pachyclada* のクローン株を用いた山砂による施肥量の違いと生長(5ヶ月後)」

用土	施肥量	生長(cm)				
		地上茎の数	合計	平均	標準偏差	一番長い地上茎
山砂	0	65	184.2	2.8	3.8	19.0
	1	25	231.2	9.2	4.8	18.8
	3	70	219.2	3.1	3.1	13.1
	9	53	396.5	7.5	10.1	51.8
	27	16	45.3	2.8	3.1	11.4
	平均		215.3	5.1		
	標準偏差		112.2			

Table 35-3. 「*E. pachyclada* のクローン株を用いた赤玉土による施肥量の違いと生長(5ヶ月後)」

用土	施肥量	生長(cm)				
		地上茎の数	合計	平均	標準偏差	一番長い地上茎
赤玉土	0	35	180.5	5.2	4.3	16.2
	1	26	310.0	11.9	10.2	32.4
	3	77	436.5	5.7	6.8	33.0
	9	34	332.4	9.8	14.8	51.6
	27	49	416.7	8.5	12.3	48.0
	平均		335.2	8.2		
	標準偏差		91.1			

Table 35-4. 「*E. pachyclada* のクローン株を用いた鹿沼土による施肥量の違いと生長(5ヶ月後)」

用土	施肥量	生長(cm)				
		地上茎の数	合計	平均	標準偏差	一番長い地上茎
鹿沼土	0	42	167.7	4.0	5.3	25.4
	1	10	77.5	7.8	7.1	25.2
	3	36	172.5	4.8	7.1	43.3
	9	81	207.8	2.6	4.1	22.1
	27	28	179.2	6.4	7.5	30.1
	平均		160.9	5.1		
	標準偏差		44.0			

Table 35-5. 「*E. pachyclada* のクローン株を用いた桐生砂による施肥量の違いと生長(5ヶ月後)」

用土	施肥量	生長(cm)				
		地上茎の数	合計	平均	標準偏差	一番長い地上茎
桐生砂	0	24	70.6	2.9	4.1	16.3
	1	40	187.6	4.7	3.8	14.4
	3	10	101.5	10.2	6.0	21.1
	9	48	225.4	4.7	9.9	50.7
	27	13	107.5	8.3	5.9	16.8
	平均		138.5	6.2		
	標準偏差		58.1			

Table 35-6. 「*E. pachyclada* のクローン株を用いた市販栽培土による施肥量の違いと生長(5ヶ月後)」

用土	施肥量	生長(cm)				
		地上茎の数	合計	平均	標準偏差	一番長い地上茎
市販栽培土	0	63	745.9	11.8	8.4	34.1
	1	15	73.9	4.9	4.2	17.3
	3	81	345.9	4.3	7.5	43.6
	9	152	2349.6	15.5	13.4	58.0
	27	22	253.7	11.5	13.9	45.4
	平均		753.8	9.6		
	標準偏差		827.7			

Table 35-7. 「用土別地上茎の合計長さ(平均, 5ヶ月後)」

用土	地上茎の長さ(合計の平均 cm)
川砂	319.1 ± 164.0
山砂	215.3 ± 112.2
赤玉土	335.2 ± 91.1
鹿沼土	160.9 ± 44.0
桐生砂	138.5 ± 58.1
市販栽培土	753.8 ± 827.7

Table 35-8. 「用土別地上茎の1本当たりの長さについて(平均, 5ヶ月後)」

用土	地上茎の長さ(1本当たりの平均 cm)
川砂	7.4
山砂	5.1
赤玉土	8.2
鹿沼土	5.1
桐生砂	6.2
市販栽培土	9.6

Table 35-9. 施肥量別地上茎の生長について(5ヶ月後)

施肥量	地上茎の長さ(合計の平均 cm)
0	254.5
1	170.3
3	255.1
9	679.5
27	243.0

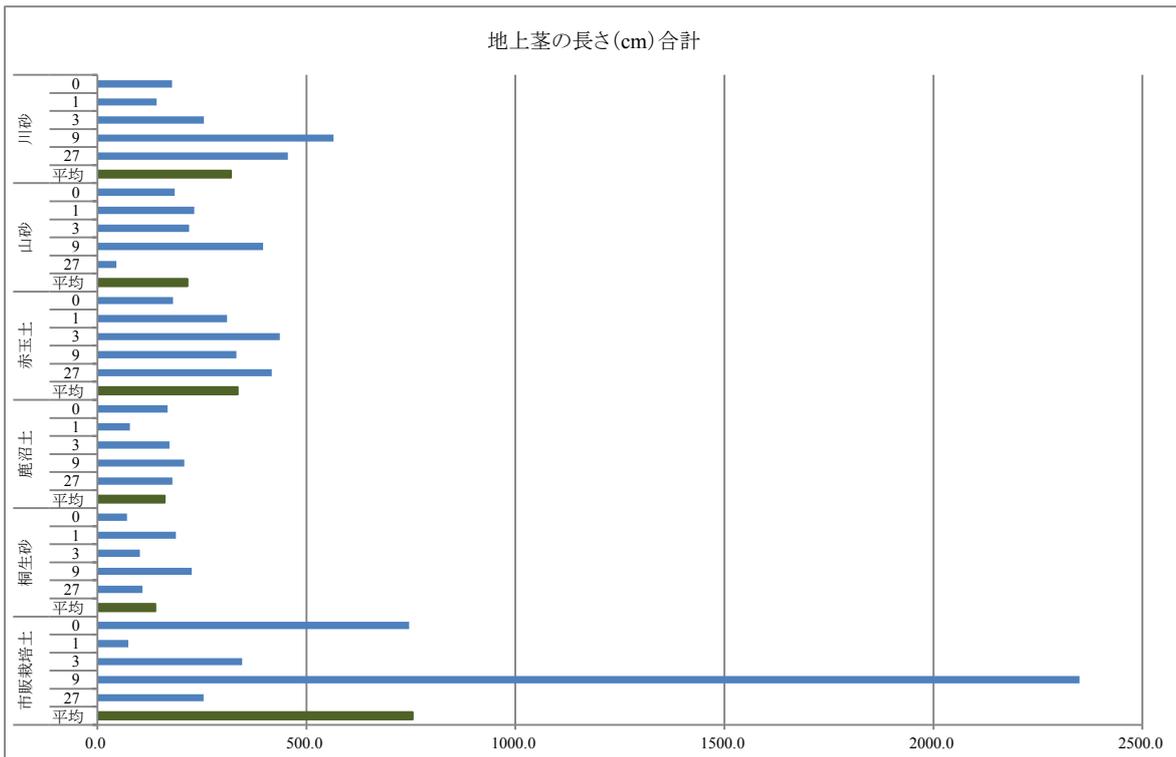


Fig. 59-1-1. 用土の違いによる地上茎の長さ(合計 cm) - まとめ

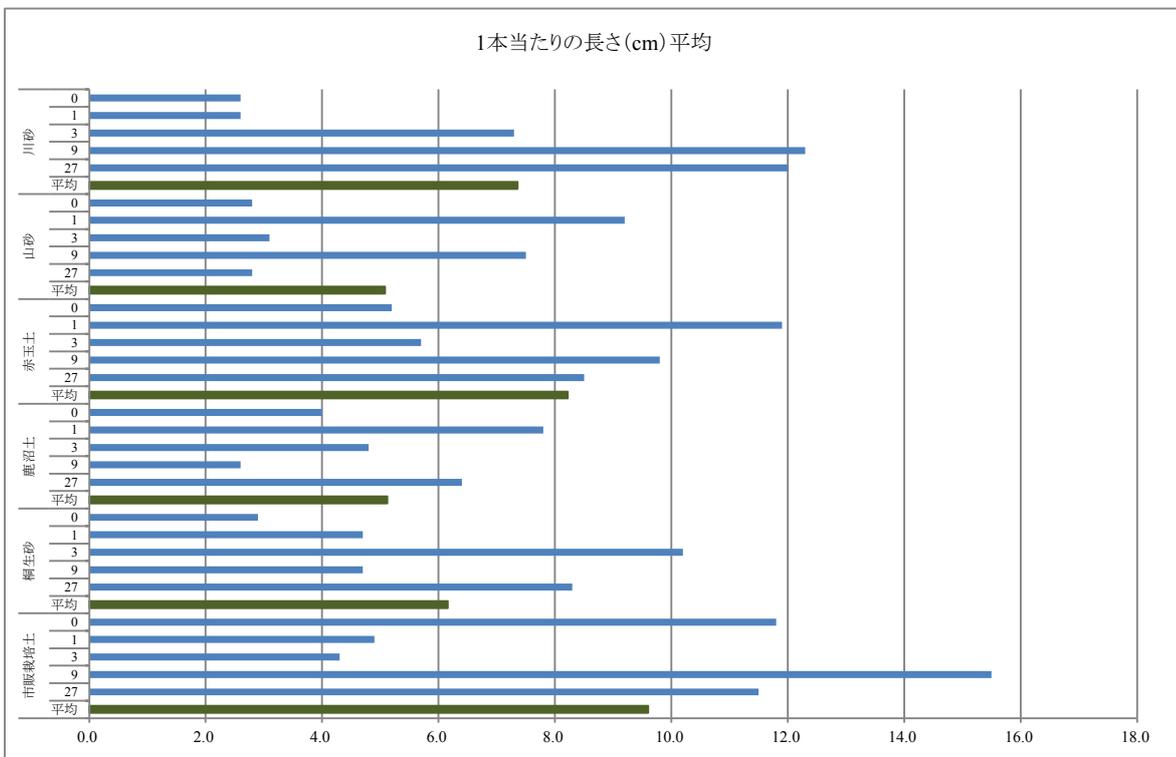


Fig. 59-2-1. 用土の違いによる地上茎の長さ(1本当たりの長さ)

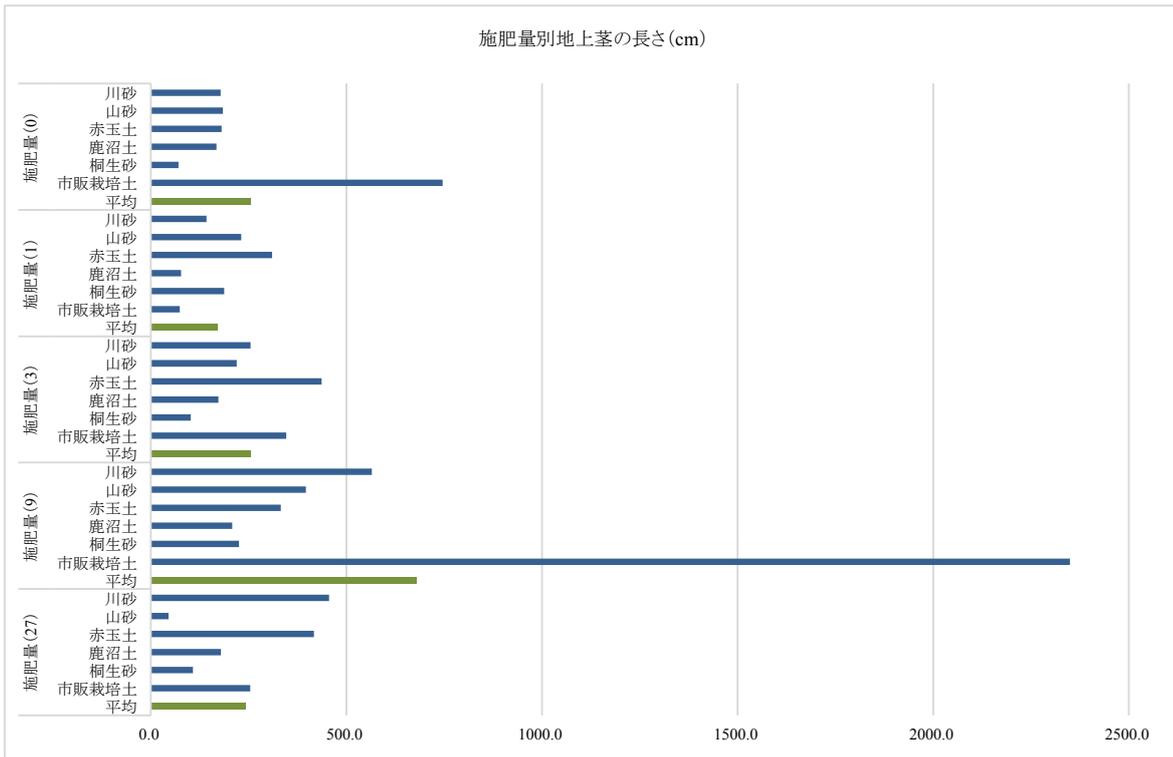


Fig. 59-3-1. 施肥量別地上茎の生長(合計 cm)

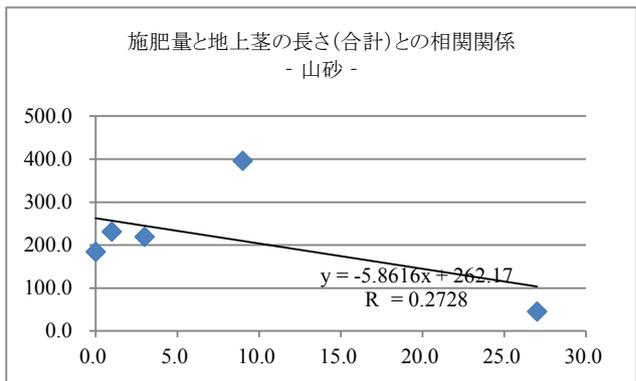
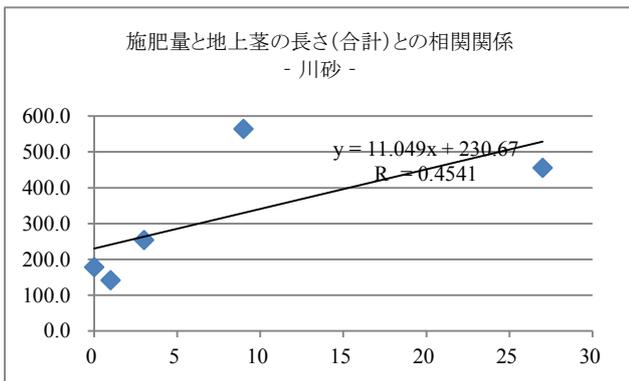


Fig. 59-4-1. 施肥量と地上茎の長さとの相関関係(川砂) Fig. 59-4-2. 施肥量と地上茎の長さとの相関関係(山砂)

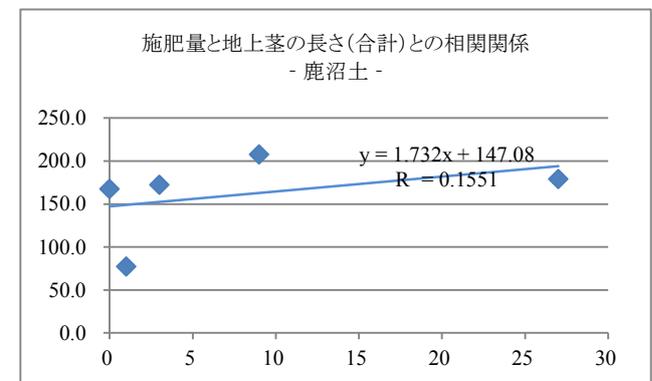
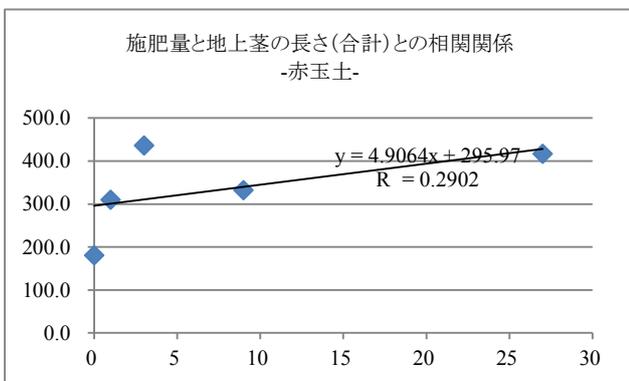


Fig. 59-4-3. 施肥量と地上茎の長さとの相関関係(赤玉土) Fig. 59-4-4. 施肥量と地上茎の長さとの相関関係(鹿沼土)

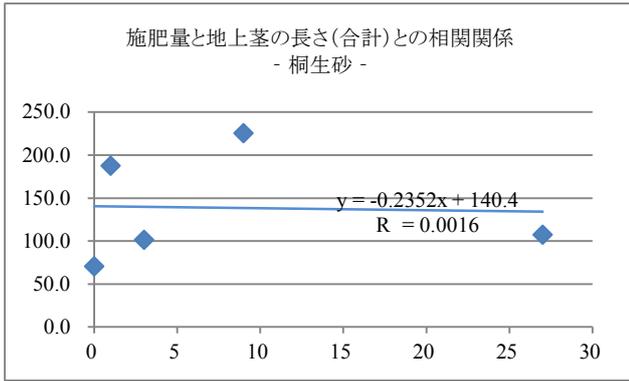


Fig. 59-4-5. 施肥量と地上茎の長さとの相関関係 (桐生砂)

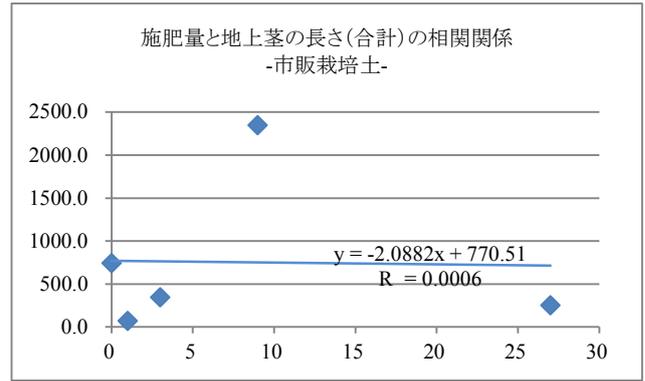


Fig. 59-4-6. 施肥量と地上茎の長さとの相関関係 (市販栽培土)

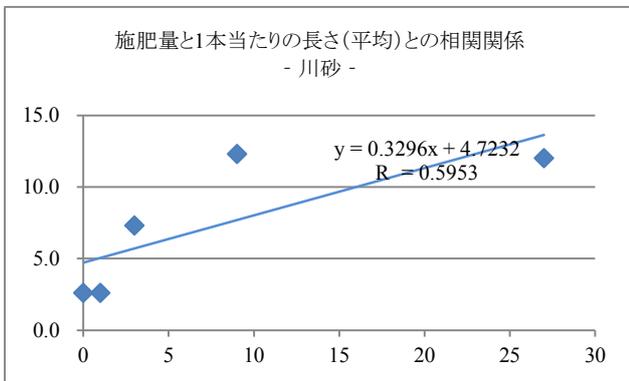


Fig. 59-4-7. 施肥量と地上茎の長さ (1本当たり)との相関関係 (川砂)

第3項の考察

用土別地上茎の合計の長さ(平均)については、川砂 319.1 cm, 山砂 215.3 cm, 赤玉土 335.2 cm, 鹿沼土 160.9 cm, 桐生砂 138.5 cm, 市販栽培土 753.8 cm で市販栽培土の生長が好成績であった。次いで赤玉土, 川砂であった。市販栽培土は他の用土と比較して生長のばらつきが大きかった (Table 35-7, Fig. 59-1-1)。地上茎の1本当たりの長さ(平均)については、川砂 7.4 cm, 山砂 5.1 cm, 赤玉土 8.2 cm, 鹿沼土 5.1 cm, 桐生砂 6.2 cm, 市販栽培土 9.6 cm で市販栽培土の生長が良好であった。次いで赤玉土, 川砂であった (Table 35-8, Fig. 59-2-1)。

施肥量別地上茎の合計の長さ(平均)については、エードボール Ca 0 個の場合 254.5 cm, 1 個 170.3 cm, 3 個 255.1 cm, 9 個 679.5 cm, 27 個 243.0 cm で、27 個施肥させた群より9 個施肥させた群が平均で生長が好成績であった (Table 35-9)。合計の長さ(平均)について個別に検討すると、川砂は施肥量 9 個で 565.0 cm, 山砂は施肥量 9 個で 396.5 cm, 赤玉土は施肥量 3 個で 436.5 cm, 鹿沼土は施肥量 9 個で 207.8 cm, 桐生砂は施肥量 9 個で 225.4 cm, 市販栽培土は施肥量 9 個で 2349.6 cm, 赤玉土以外施肥量が 9 個の群の生長が良好であった。次に一番長く生長した地上茎については、川砂は施肥量 9 個で 60.7 cm, 山砂は施肥量 9 個で 51.8 cm, 赤玉土は施肥量 9 個で 51.6 cm, 鹿沼土は施肥量 3 個で 43.3 cm, 桐生砂は施肥量 9 個で 50.7 cm, 市販栽培土は施肥量 9 個が 58.0 cm で鹿沼土以外施肥量を 9 個与えた群が最も生長が良かった (Table 35-1~6)。このことから施肥量について適量があることが明らかになった。

施肥量と用土の相関関係については、川砂において合計の長さ(平均)及び1本当たりの長さ(平均)

に正の相関が見られた。相関係数はそれぞれ $R=0.4541$ (Fig. 59-4-1), $R=0.5953$ (Fig. 59-4-7)であった。他の用土については相関関係が見られなかった。

第4項 窒素(N):リン酸(P):カリ(K) (以下, NPK とする)比と生育

施肥量の違いにより地上茎の生長にどのような差が生じるか検討し, マオウ属植物の施肥量について示唆された(本論 p.60)。本項では更に検体数を増やし, 窒素(N), リン酸(P), カリ(K)を個別に用意し, 施肥量や配合割合を調整し, 地上茎の生長にどのように影響が生じるかについては *E. sinica* のクローン株を用い, 一方, NPK の配合割合が決められ市販されている肥料を使用し, NPK 比の違いにより地上茎の生長にどのような違いが生じるかについては, *E. gerardiana* のクローン株を用いて検討した。

4-1. *E. sinica* のクローン株を用いた NPK 比と生育

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.132)

E. sinica (標本:株番号 1-1)のクローン株 89 株(2013 年 9 月 27 日及び 2013 年 10 月 26 日に挿し木を行い, 発根し, 定着した各 62 株, 27 株)を用い 22 条件に分けた(Table 36)。このクローン株を 2014 年 3 月 19 日に市販栽培土(プランターの土)を入れたロングポットに植え替えを行い(Fig. 60-1), 肥料を与える群(条件 1~21, $n=4$)と与えない群(条件 22, $n=5$)に分け, 金沢大学薬用植物園ガラスハウス内に保管した(Fig. 60-2)。肥料については 5 月 29 日, 7 月 14 日の 2 回に分けて与えた。与え方については各固形肥料を必要量はかり取り, 粉碎し, そのままロングポット内の用土の上に施肥した。水については 5 月 29 日より開始して 7 月 31 日まで週 2 回, 月曜日と木曜日に 1 回約 100 mL の水を与え, 8 月以降は週に約 1 回程度, 量を固定せず, 検体が枯れない程度の水を与えた。その後, 11 月に地上茎の長さを計測し, 施肥前と施肥後で地上茎の生長にどのような差が生じるか, また NPK 比の違いにより地上茎の生長にどのような影響が生じるかについて検討した。尚, 今回は実験の都合上, 市販栽培土を用いて実験を行った。

Table 36. 実験条件

条件	N(g)	P(g)	K(g)	条件	N(g)	P(g)	K(g)
1	0.17	0	0	12	1.53	1.53	1.53
2	0.51	0	0	13	0.17	0.17	0
3	1.53	0	0	14	0.51	0.51	0
4	0	0.17	0	15	1.53	1.53	0
5	0	0.51	0	16	0.17	0	0.17
6	0	1.53	0	17	0.51	0	0.51
7	0	0	0.17	18	1.53	0	1.53
8	0	0	0.51	19	0	0.17	0.17
9	0	0	1.53	20	0	0.51	0.51
10	0.17	0.17	0.17	21	0	1.53	1.53
11	0.51	0.51	0.51	22(対照)	0	0	0

2) 結果

E. sinica のクローン株を用いた NPK 比と生育については、89 検体中 71 検体が生存(生存率 79.8%)した(Table 37-1)。生存した株について、対照(条件 22)と比較した結果、条件 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 11, 13, 14, 計 10 個の条件で伸長させることが出来た。伸長した順に条件と地上茎の長さについては以下のとおりである。窒素とリン酸の 2 種類を配合させた条件 14(N:0.51, P:0.51, K:0, 981 mm)の伸長が好成績であった。それ以降は順に、条件 2(N:0.51, P:0, K:0, 681 mm), 条件 13(N:0.17, P:0.17, K:0, 539 mm), 条件 3(N:1.53, P:0, K:0, 499 mm), 条件 4(N:0, P:0.17, K:0, 482 mm), 条件 11(N:0.51, P:0.51, K:0.51, 469 mm), 条件 6(N:0, P:1.53, K:0, 447 mm), 条件 7(N:0, P:0, K:0.17, 445 mm), 条件 1(N:0.17, P:0, K:0, 442 mm), 条件 9(N:0, P:0, K:1.53, 439 mm)であった(Table 38, Fig. 61)。11 条件で 18 検体が枯死した(Table 39)。



Fig. 60-1. 「*E. sinica* のクローン株(植え替え, 2014/5/15)」 Fig. 60-2. 「*E. sinica* のクローン株(施肥後, 2014/9/25)」

Table 37-1. 「*E. sinica* のクローン株を用いた NPK 比と生長及び生存率について(植え替え 6 ヶ月後)」

条件	肥料構成	施肥量(g)	生存数	枯死数	生存率 (%)	伸長した分の地上茎の長さ (mm)
1	N	N:0.17	4	0	100	442 ± 425.73
2		N:0.51	3	1	75	681 ± 544.28
3		N:1.53	4	0	100	499 ± 420.53
4	P	P:0.17	4	0	100	482 ± 135.31
5		P:0.51	4	0	100	407 ± 490.19
6		P:1.53	4	0	100	447 ± 471.98
7	K	K:0.17	4	0	100	445 ± 179.20
8		K:0.51	2	2	50	30 ± 203.88
9		K:1.53	3	1	75	439 ± 361.94
10	NPK	N:0.17, P:0.17, K:0.17	2	2	50	258 ± 360.19
11		N:0.51, P:0.51, K:0.51	3	1	75	469 ± 455.53
12		N:1.53, P:1.53, K:1.53	3	1	75	427 ± 401.03
13	NP	N:0.17, P:0.17, K:0	3	1	75	539 ± 685.00
14		N:0.51, P:0.51, K:0	4	0	100	981 ± 447.08

15		N:1.53, P:1.53, K:0	0	4	0	-146 ± 114.49
16	NK	N:0.17, P:0, K:0.17	3	1	75	218 ± 303.72
17		N:0.51, P:0, K:0.51	4	0	100	374 ± 220.44
18		N:1.53, P:0, K:1.53	1	3	25	54 ± 224.91
19	PK	N:0, P:0.17, K:0.17	4	0	100	186 ± 123.35
20		N:0, P:0.53, K:0.51	4	0	100	341 ± 278.54
21		N:0, P:1.53, K:1.53	3	1	75	340 ± 329.46
22	対照	N:0, P:0, K:0	5	0	100	431 ± 211.19
合計			71	18	79.8	

Table 38. 対照群より長く伸長した条件

条件	肥料構成 (g)	伸長した地上茎の長さ(平均 mm)
14	N:0.51, P:0.51, K:0	981
2	N:0.51, P:0, K:0	681
13	N:0.17, P:0.17, K:0	539
3	N:1.53, P:0, K:0	499
4	N:0, P:0.17, K:0	482
11	N:0.51, P:0.51, K:0.51	469
6	N:0, P:1.53, K:0	447
7	N:0, P:0, K:0.17	445
1	N:0.17, P:0, K:0	442
9	N:0, P:0, K:1.53	439
22(対照)	N:0, P:0, K:0	431

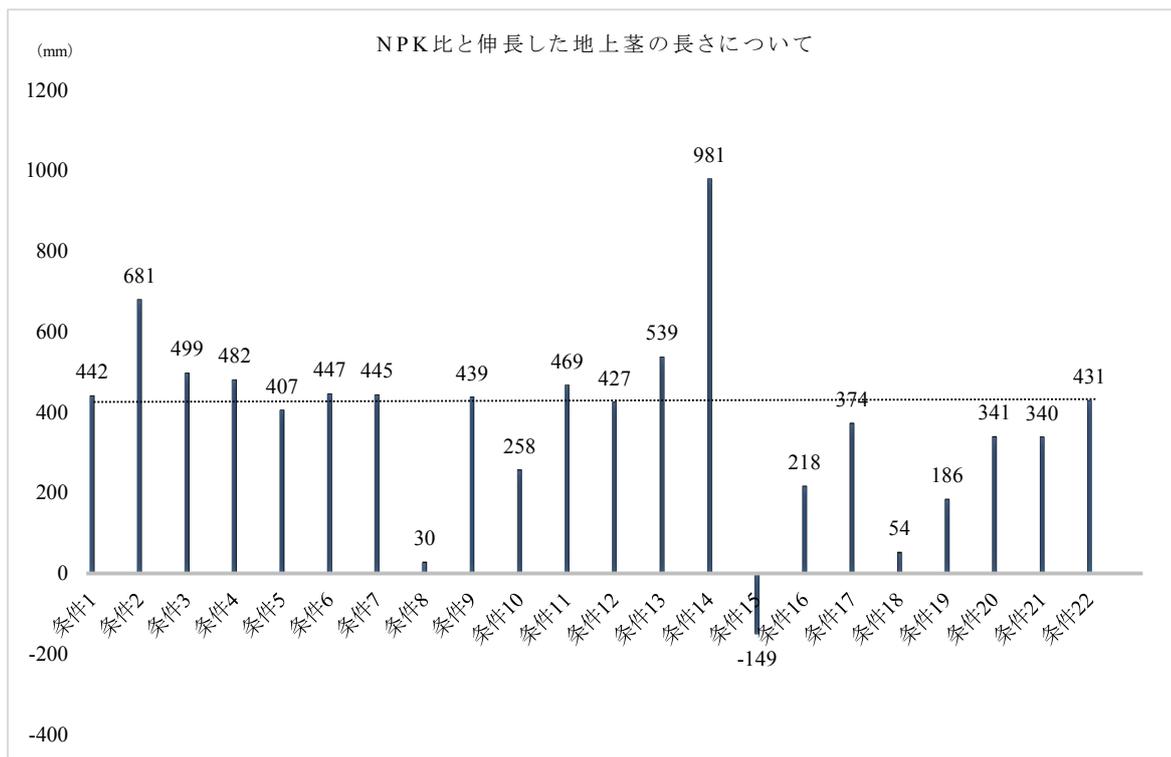


Fig. 61. NPK 比の違い(条件)による地上茎の生長

Table 39. 枯死した株があった条件

条件	肥料構成 (g)	生存数	枯死数	枯死率 (%)	伸長した分の地上茎の長さ (mm)
15	N:1.53, P:1.53, K:0	0	4	100	-146 ± 114.49
18	N:1.53, P:0, K:1.53	1	3	75	54 ± 224.91
8	N:0, P:0, K:0.51	2	2	50	30 ± 203.88
10	N:0.17, P:0.17, K:0.17	2	2	50	258 ± 360.19
2	N:0.51, P:0, K:0	3	1	25	681 ± 544.28
9	N:0, P:0, K:1.53	3	1	25	439 ± 361.94
11	N:0.51, P:0.51, K:0.51	3	1	25	469 ± 455.53
12	N:1.53, P:1.53, K:1.53	3	1	25	427 ± 401.03
13	N:0.51, P:0.51, K:0	3	1	25	539 ± 685.00
16	N:0.17, P:0, K:0.17	3	1	25	218 ± 303.72
21	N:0, P:1.53, K:1.53	3	1	25	340 ± 329.46

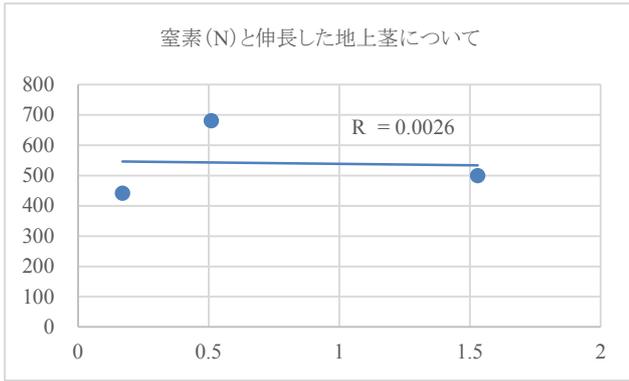


Fig. 62-1. Nと伸長した地上茎の相関関係

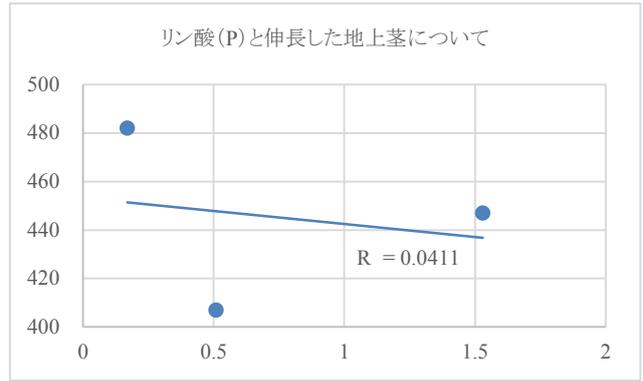


Fig. 62-2. Pと伸長した地上茎の相関関係

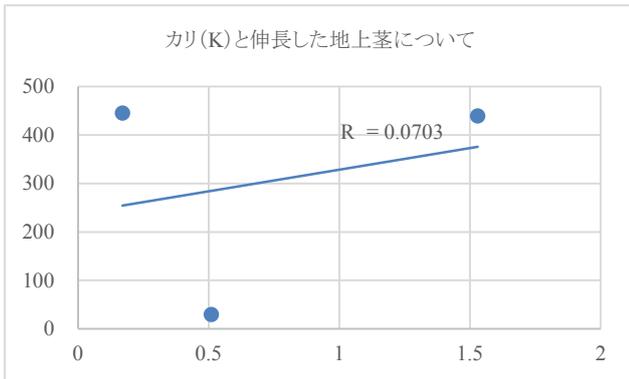


Fig. 62-3. Kと伸長した地上茎の相関関係

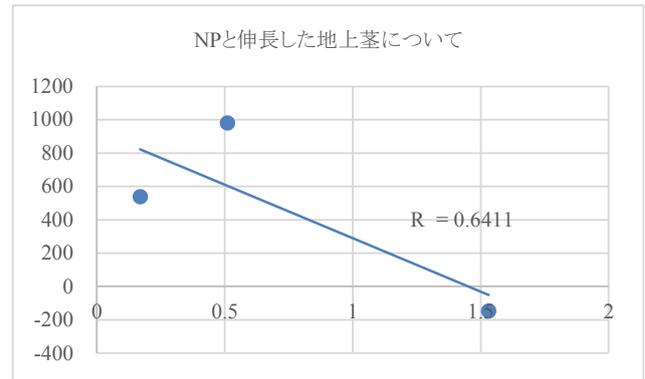


Fig. 62-4. NPと伸長した地上茎の相関関係

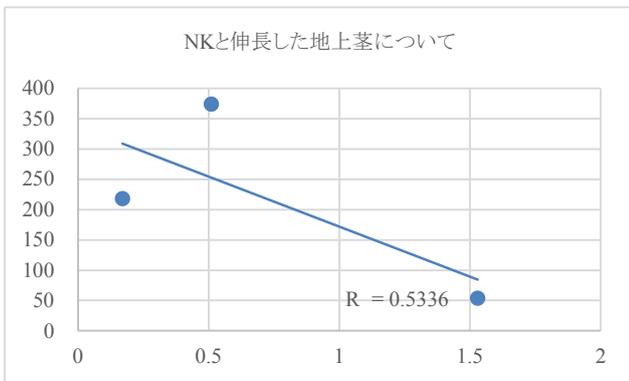


Fig. 62-5. NKと伸長した地上茎の相関関係

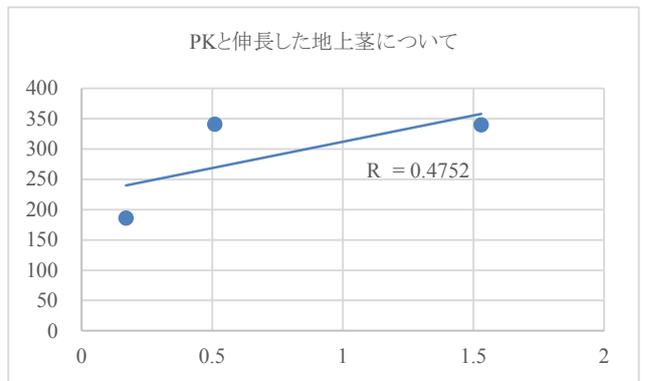


Fig. 62-6. PKと伸長した地上茎の相関関係

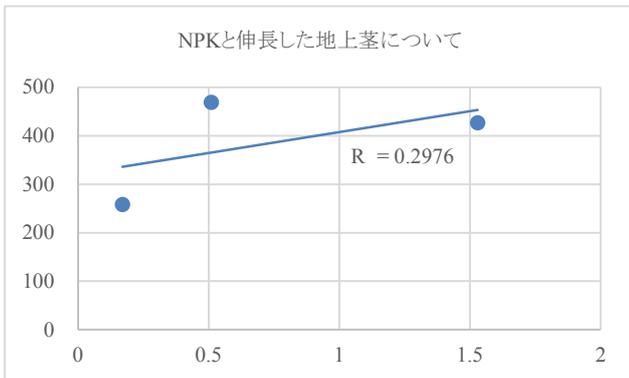


Fig. 62-7. NPKと伸長した地上茎の相関関係

4-2. *E. gerardiana* のクローン株を用いた NPK 比と生育

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.136)

E. gerardiana (標本:株番号 10-2)の草質茎を用い 2009 年 10 月 23 日に挿し木を行い, 発根し, その後 2 回(2010 年 7 月 13 日, 2011 年 7 月 7 日)にわたり植え替えを行い, 活着したクローン株 14 検体を用い, 川砂を入れた 1/5000 a ワグネルポットに植え替えを行い, 肥料を与えない群(2 検体)と肥料(グリーンサムポット A, B, C, D 号, 各 7 個)を与える群(各 3 検体)に分け, 屋外(金沢大学薬用植物園内)に保管し(Fig. 63-1), 施肥後 6 ヶ月後, クローン株の地上茎の長さを計測し, 生長を確認した(Fig. 63-2).

2) 結果

NPK 比と生長(地上茎の合計の長さ)については, 肥料 A 号(N:P:K=8:6:12)が 801.9 cm で好成績であった. 次に C 号(N:P:K=8:25:8)が 772.1 cm, B 号(N:P:K=5:20:6)が 638.9 cm, D 号(N:P:K=8:8:8)が 545.7 cm であった(Table 40-1, Fig. 64).



左:Fig. 63-1.「施肥日 手前からコントロール, グリーンサムポット D 号, C 号, A 号, B 号(2013/5/14)」

右:Fig. 63-2.「6 ヶ月後 手前からコントロール, グリーンサムポット A 号, B 号, C 号, D 号(2013/11/13)」

Table 40-1. 「NPK 比の違いによる地上茎の生長について(施肥 6 ヶ月後)」

肥料	地上茎の長さ(合計 cm)平均
A	801.9
B	638.9
C	772.1
D	545.7
なし	143.8

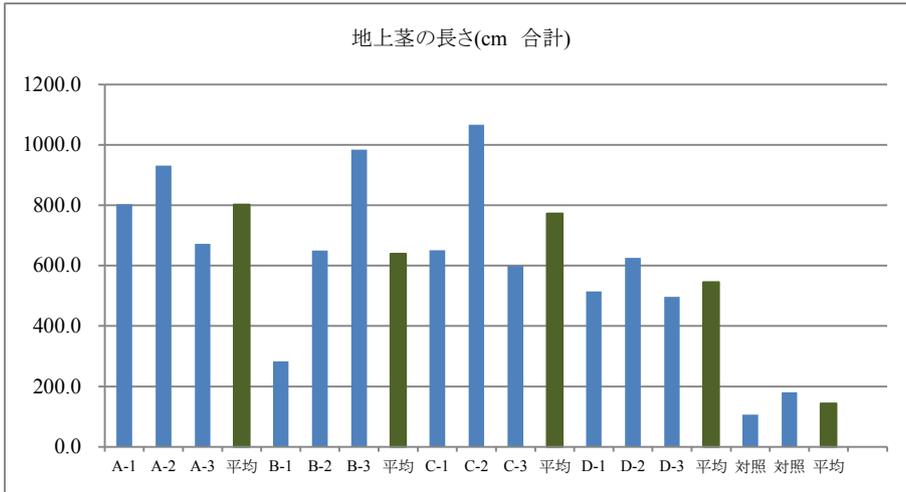


Fig. 64. 肥料の種類と地上茎の長さ(合計)

Table 41. 「肥料 7 個当たり(1 粒 1.2 g)の N, P, K の量」

肥料	重量(g)	N (mg)	P (mg)	K (mg)
A	8.4	672	504	1008
B	8.4	420	1680	504
C	8.4	672	2100	672
D	8.4	672	672	672
平均		609	1239	714

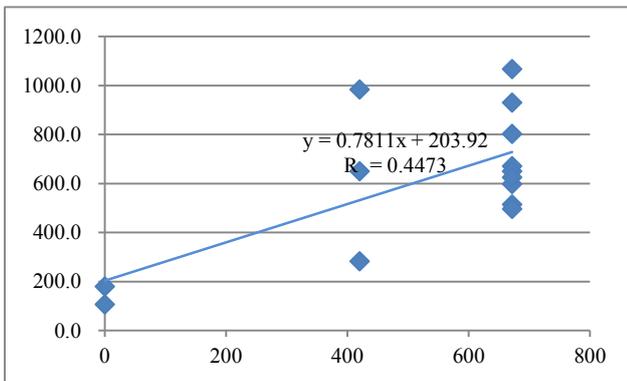


Fig. 65-1. 窒素と地上茎の生長の相関関係

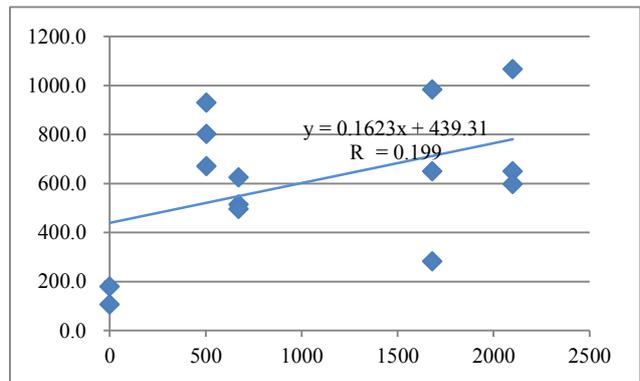


Fig. 65-2. リン酸と地上茎の生長の相関関係

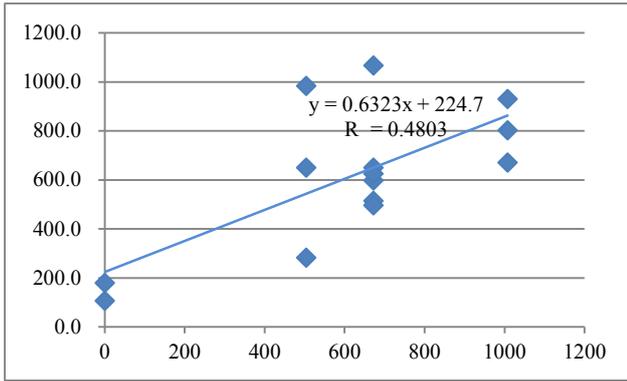


Fig. 65-3. カリと地上茎の生長の相関関係

第4項の考察

1. *E. sinica* のクローン株を用いた NPK 比と生育については、条件 14(N:0.51, P:0.51, K:0)は対照(条件 22 N:0, P:0, K:0)と比較し約 2.3 倍伸長し、二番目に生長した条件 2(N:0.51, P:0, K:0)と比較し 1.4 倍伸長し、三番目に生長した条件 13(N:0.17, P:0.17, K:0)と比較して 1.8 倍伸長し、最も好成績であった。伸長した上位 3 つの内、2 条件は窒素とリン酸の 2 種類が配合されたものである。このことから窒素単体だけでなく、リン酸を配合することで生長が良くなることが明らかになった。

肥料と伸長の相関関係について検討した結果、一種類のみ肥料を与えた条件については窒素(N)、リン酸(P)、カリ(K)すべてに相関関係は見られなかった(Fig. 62-1~3, p.75)。窒素単体では 0.51 g の肥料を与えた群が 681 mm、リン酸単体では 0.17 g の肥料を与えた群が 482 mm、カリ単体では 0.17 g の肥料を与えた群が 445 mm とそれぞれ一番伸長した。二種類の肥料を配合したものについては、NP を配合したもので負の相関が見られ、相関係数は $R=0.6411$ (Fig. 62-4, p.75)であった。NP を配合した中で、それぞれ 0.51 g の肥料を与えた群が 981 mm と好成績であった。NK を配合したものについても、負の相関が見られ、相関係数は $R=0.5336$ (Fig. 62-5, p.76)であった。NK を配合した中で、それぞれ 0.51 g の肥料を与えた群が 374 mm と一番伸長したが、対照(431 mm)よりは低い結果となった。PK を配合した肥料については、正の相関が見られ、相関係数は $R=0.4752$ (Fig. 62-6, p.76)であった、P, K を配合した中で、それぞれ 0.51 g の肥料を与えた群が 341 mm と一番伸長したが、対照(431 mm)よりは低い結果となった。3 種類配合した肥料については、弱い正の相関が見られ、相関係数は $R=0.2976$ (Fig. 62-7, p.76)で、NPK を配合した中で、それぞれ 0.51 g 配合した群が 469 mm と生長が良かった。500 mm 以上伸長した条件 14, 2, 13 には、すべて共通して窒素(N)が配合されている。

これらのことから *E. sinica* の生長には窒素が関係することが明らかになった。しかし条件 2 については 4 株中 1 株が枯死し、条件 15(N:1.53, P:1.53, K:0)については 4 株すべて枯死し、条件 18(N:1.53, P:0, K:1.53)については 4 株中 3 株が枯死した(Table 39)。これらのことから窒素には適量があり、与えすぎると逆に生育を悪化させることも明らかになった。PK については、比較的多くの肥料を与えても生育を悪化させることがないことが示唆された。

2. *E. gerardiana* のクローン株を用いた NPK 比と生育については、各肥料に配合されている NPK 比から各肥料単体の配合量を計算し(Table 41)、施肥量と生長についての相関関係を調べた結果、窒素との相関係数は $R=0.4473$ (Fig. 65-1)、リン酸との相関関係は $R=0.199$ (Fig. 65-2)、カリとの相関係数は $R=0.4803$ (Fig. 65-3)であった。配合割合などの違いにより伸長に差が生じた可能性が推測される

が、地上茎の生長には窒素とカリが関与していることが示唆された。

以上の結果から、*E. sinica* 生育については窒素とリン酸が関与していることを明らかにし、*E. gerardiana* の生育については窒素とカリが関与していることが示唆された。種間差による相違は推測されるが、窒素がマオウ属植物の生育に影響していることは明らかである。

第5節 第三章第4節の小括

1. 挿し木の時期については、挿し木時と活着後の長さを6, 10月については*E. sinica* (1-1)で比較し, 7, 11月については*E. sinica* (G-1)で比較した。両親株ともに秋に挿し木を行った方が、活着後の生長が良好な結果であった。これらのことからクローン株を大きく生長させるためには、6月, 7月に挿し木を行うより10月, 11月に挿し木を行ない、人工気象器内に4ヶ月~5ヶ月間保管し、翌年3月に植え替えを行うことで活着後の生長が良好であることが明らかになった。

2. 用土については、*E. sinica*, *E. pachyclada*ともに赤玉土が他の用土と比較して生長が良好であった。これらのことからマオウ属植物を生長させるためには赤玉土が適していることが明らかになった。

3. 施肥量について用土別に検討した結果、地上茎の合計の長さ(平均)は市販栽培土で良好な結果が得られた。次いで赤玉土, 川砂であった。市販栽培土は他の用土と比較して生長のばらつきが大きかった。地上茎の1本当り長さ(平均)は市販栽培土で生長が良好であった。次いで赤玉土, 川砂であった。施肥量数別に地上茎の合計の長さ(平均)について検討した結果、赤玉土以外の用土ではエードボール Caを9個の群が他の群と比較して生長が良好であった。施肥量については適量があることが示唆された。

4. NPK比と*E. sinica*の地上茎の生長について検討した結果、500mm以上伸長した、条件14(N:0.51, P:0.51, K:0, 981mm), 条件2(N:0.51, P:0, K:0, 681mm), 条件13(N:0.17, P:0.17, K:0, 539mm)のうち、条件14, 13はとも窒素とリン酸の2種類を配合され、条件14, 2, 13にはすべて窒素(N)が配合されていた。このことから*E. sinica*の生長には窒素とリン酸が関係していることが明らかになった。一方、条件2については4株中1株が枯死し、条件15(N:1.53, P:1.53, K:0)については4株すべて枯死し、条件18(N:1.53, P:0, K:1.53)については4株中3株が枯死した。これらのことから窒素には適量があり、与えすぎると逆に生育を悪化させることも判明した。NPK比と*E. gerardiana*の地上茎の生長については、配合割合などの相違が影響し生長に差が生じた可能性も考えられるが、地上茎の生長については窒素とカリが関与していることが示唆された。

以上のことからマオウ属植物を成長させるためには、赤玉土に窒素を施肥することが効果的であることが明らかになった。

第5節 アルカロイド含量

当研究室では、これまでに*E. sinica*を用い、アルカロイド含量を高める方法について報告している¹⁶⁾。これは発芽後4年目で生長度が揃った*E. sinica*を用いて行った。実験1年目は、元肥として化成肥料〔普通化成8号(フジカワエッグ, N:P:K=8:8:8)25g/potを混合させた川砂を入れた1/2000aワグネルポットに植え替えを行い、定植直後に置肥としてプロミック遅咲きタイプ中粒(ハイポネックスジャパン, N:P:K=8:8:8)6錠/potを与えた。これらの株に無希釈の人工海水, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16希釈液の人工海水及びブランクとして地下水を灌水させた(n=9)。それぞれ調製した人工海水は毎週1回, 月曜日(2L/pot)に与えた。土壌中の塩分が濃縮するのを防ぐ為、毎週金曜日にすべての群に地下水を灌水させた。なお保管場所は雨の当たらないビニール

ハウス内で行った(実験期間:2007年6月4日~2007年11月12日). 結果は, 無希釈の人工海水を灌水した群は実験終了までにすべて枯死した. 人工海水 1/2 希釈液を灌水した群は 2 株が枯死し, 生存していた群も著しく成長が抑制された. 2 年目は 1 年目に枯死しなかった株を 2008 年 3 月 31 日~4 月 1 日に新たに元肥として化成肥料[普通化成 8 号(フジカワエッグ, N:P:K=8:8:8) 10 g/potを混合させた川砂を入れた 1/5000 a ワグネルポットに植え替えを行い再定植後に, 置肥を 2 錠/pot 与え, ビニールハウス内に管理した. 1 年目に人工海水 1/8, 1/16 希釈液の人工海水及び地下水を与えた群は引き続き同濃度の人工海水及び地下水を与え, 人工海水 1/2 及び 1/4 希釈液を与えて栽培していた群の株には人工海水 1/16 希釈液を与えた. それぞれ調製した人工海水は毎週金曜日に与え, 毎週火曜日に地下水を与え灌水させた. 1 回の灌水量は 400 mL/pot とした(実験期間:2008 年 4 月 11 日~11 月 7 日). 結果は, 人工海水 1/4 希釈液以下の塩濃度において, ほぼ正常に生育できることが明らかになり, 人工海水 1/16 希釈液でアルカロイド含量を高くなるこという報告である.

これまででは, 播種し, 生育した株を用い行われている. 本節では, *E. sinica* (標本:株番号 G-1)のクローン株, *E. pachyclada* (標本:株番号 2-1)のクローン株, *E. gerardiana* (標本:株番号 10-2)のクローン株を用い, 人工海水以外の方法で活着後のアルカロイド含量を高める条件について検討した.

第 1 項 用土

これまでマオウ属植物のアルカロイド含量の実験については, 主に種子により繁殖した株が用いられてきた. 本項では, *E. sinica* 及び *E. pachyclada* のクローン株を用い, アルカロイド含量を高めることが出来る用土について検討した.

1-1. *E. sinica* のクローン株を用いた活着後の用土の違いによるアルカロイド含量について

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.138)

E. sinica のクローン株を用いた活着後の用土の違いによる生育について実験を行った(本論 p.56). 本実験では更に, 植え替えから 1 年後, クローン株 1 株当たり, 3~5 本の草質茎を基部から採取し (n=3), HPLC 法を用いアルカロイド含量について測定した.

2) 結果

E. sinica のクローン株を用いた実験では, アルカロイド含量(ephedrine+pseudoephedrine, 以下 E+PE, 平均)については, 川砂 0.024%, 山砂 0.027%, 赤玉土 0.041%, 鹿沼土 0.080%, 桐生砂 0.05%で, 鹿沼土が他の用土と比較して高い数値を示した(Table 42-1, Fig. 66-1).

Table 42-1. 「*E. sinica* のクローン株を用いた活着後の用土の違いによるアルカロイド含量(1 年後)」

	用土				
	川砂	山砂	赤玉土	鹿沼土	桐生砂
アルカロイド含量(% 平均)	0.024	0.027	0.041	0.080	0.054

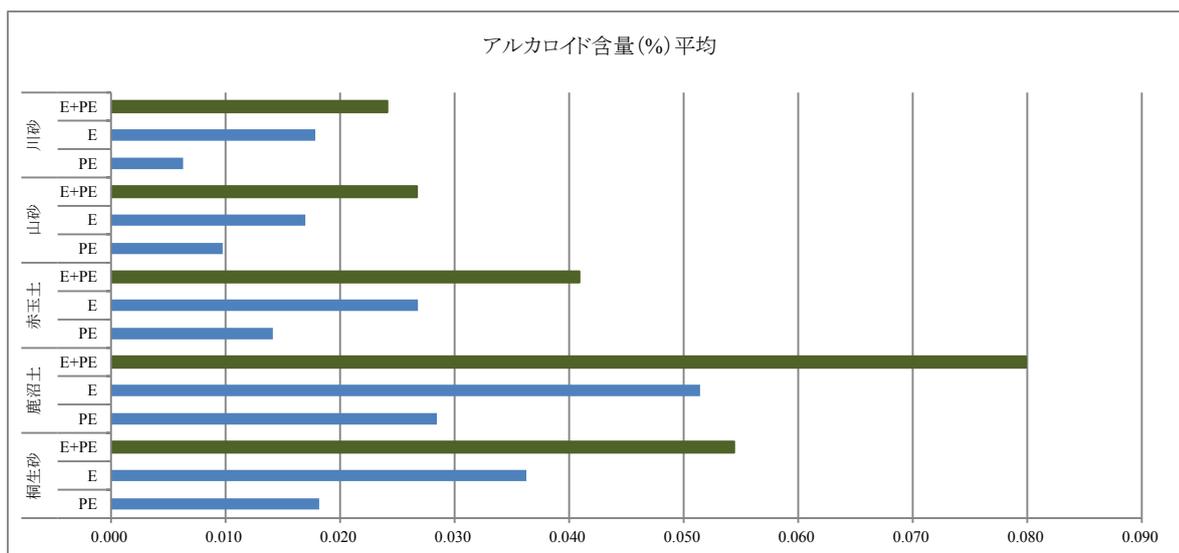


Fig. 66-1. 「*E. sinica* のクローン株を用いた活着後の用土の違いによるアルカロイド含量(平均, 1年後)」

1-2. *E. pachyclada* のクローン株を用いた活着後の用土の違いによるアルカロイド含量

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.140)

E. pachyclada のクローン株を用いた活着後の用土の違いによる生育について実験を行った(本論 p.59). 本実験では, 植え替えから4ヶ月後, クローン株1株当たり, 3~5本の草質茎を基部から採取し(n=1), HPLC法を用いアルカロイド含量について測定した.

2) 結果

E. pachyclada のクローン株を用いた実験では, アルカロイド含量(E+PE)については, 川砂 0.011%, 山砂 0.008%, 赤玉土 0.143%, 鹿沼土 0.032%, 桐生砂 0.008%で, 赤玉土が他の用土と比較して高い数値を示した(Table 43, Fig. 67-1).

Table 43. 「*E. pachyclada* のクローン株を用いた活着後の用土の違いによるアルカロイド含量(4ヶ月後)」

用土	アルカロイド含量 (%)			組成
	PE	E	E+PE	E/(E+PE)
川砂	0.004	0.007	0.011	61.3%
山砂	0.004	0.005	0.008	57.4%
赤玉土	0.072	0.071	0.143	49.5%
鹿沼土	0.013	0.019	0.032	60.2%
桐生砂	0.005	0.003	0.008	37.2%

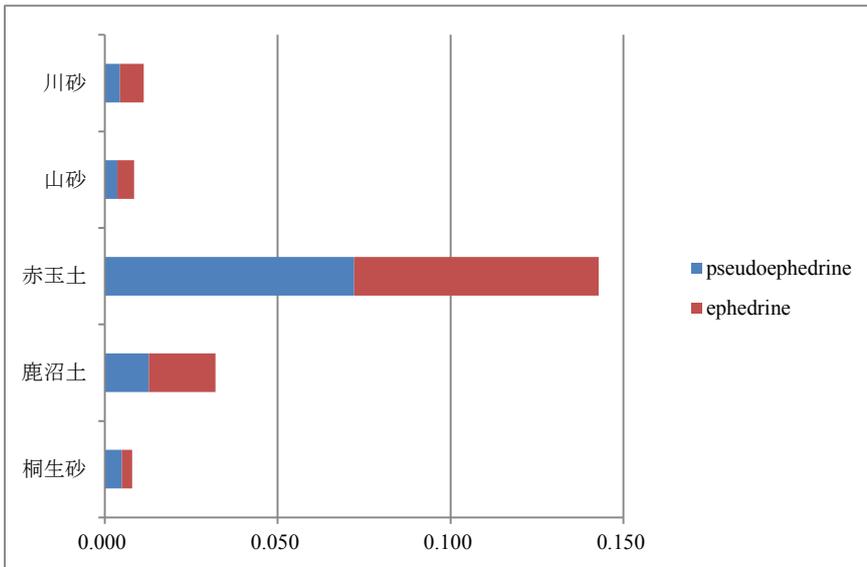


Fig. 67-1. 「*E. pachyclada* のクローン株を用いた活着後の用土の違いによるアルカロイド含量(4ヶ月後)」

第1項の考察

E. sinica のクローン株を用いた用土の違いによるアルカロイド含量(E+PE)については、川砂 0.024%、山砂 0.027%、赤玉土 0.041%、鹿沼土 0.080%、桐生砂 0.05%で、鹿沼土が他の用土と比較して高い数値を示した。一方、*E. pachyclada* においては、アルカロイド含量(E+PE 平均)が川砂 0.011%、山砂 0.008%、赤玉土 0.143%、鹿沼土 0.032%、桐生砂 0.008%で、赤玉土が他の用土と比較して高い数値を示した。アルカロイド含量を高めるためには *E. sinica* の場合は鹿沼土が適し、*E. pachyclada* の場合は赤玉土が適していることが推測され、種間差があることが示唆された。

今回の結果では、日局で規定される総アルカロイド(ephedrine 及び pseudoephedrine)0.7%以上³⁾をクリアすることは出来なかった。

第2項 施肥量

E. pachyclada のクローン株を用いた用土別施肥量とアルカロイド含量

本項では、*E. pachyclada* のクローン株を用い、アルカロイド含量を高めることが出来る NPK 比及び施肥量について検討した。

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.141)

E. pachyclada のクローン株を用いた活着後の用土別施肥量の違いによる生育について実験を行った(本論 p.60)。本実験では、施肥から4ヶ月後、クローン株1株当たり、3~5本の草質茎を基部から採取し、HPLC法を用いアルカロイド含量について測定した。

2) 結果

アルカロイド含量について用土別に検討した結果、川砂は施肥量が3個でアルカロイド含量0.339%と一番高かった。山砂は施肥量3個で0.120%、赤玉土は施肥量27個で0.309%、鹿沼土は施肥量27個で0.196%、桐生砂は施肥量9個で0.231%、市販栽培土は27個で0.458%であった(Table 44-1~6, Fig. 68-1, Fig. 69-1)。

Table 44-1. 「*E. pachyclada* のクローン株を用いた用土(川砂)別施肥量とアルカロイド含量との関係(4ヶ月後)」

用土	肥料数	アルカロイド含量(%)				組成	
		PE	E	E+PE	平均(E+PE)	E/(E+PE)	平均[E/(E+PE)]
川砂	0	0.004	0.007	0.011	0.160	61.3%	57.1%
	1	0.031	0.035	0.067		53.1%	
	3	0.163	0.177	0.339		52.1%	
	9	0.043	0.068	0.112		61.3%	
	27	0.114	0.158	0.272		58.0%	
	平均	0.071	0.089	0.160			
	標準偏差	0.058	0.067	0.125			

Table 44-2. 「*E. pachyclada* のクローン株を用いた用土別(山砂)施肥量とアルカロイド含量との関係(4ヶ月後)」

用土	肥料数	アルカロイド含量(%)				組成	
		PE	E	E+PE	平均(E+PE)	E/(E+PE)	平均[E/(E+PE)]
山砂	0	0.004	0.005	0.008	0.058	57.4%	59.8%
	1	0.021	0.028	0.049		56.7%	
	3	0.043	0.077	0.120		64.5%	
	9	0.014	0.023	0.037		62.6%	
	27	0.031	0.043	0.074		57.9%	
	平均	0.022	0.035	0.058			
	標準偏差	0.013	0.024	0.038			

Table 44-3. 「*E. pachyclada* のクローン株を用いた用土別(赤玉土)施肥量とアルカロイド含量との関係(4ヶ月後)」

用土	肥料数	アルカロイド含量(%)				組成	
		PE	E	E+PE	平均(E+PE)	E/(E+PE)	平均[E/(E+PE)]
赤玉土	0	0.072	0.071	0.143	0.195	49.5%	55.4%
	1	0.023	0.052	0.075		68.9%	
	3	0.127	0.100	0.226		44.0%	
	9	0.095	0.125	0.220		56.8%	
	27	0.130	0.179	0.309		57.9%	
	平均	0.090	0.105	0.195			
	標準偏差	0.039	0.045	0.08			

Table 44-4. 「*E. pachyclada* のクローン株を用いた用土別(鹿沼土)施肥量とアルカロイド含量との関係(4ヶ月後)」

用土	肥料数	アルカロイド含量(%)				組成		
		PE	E	E+PE	平均(E+PE)	E/(E+PE)	平均[E/(E+PE)]	
鹿沼土	0	0.013	0.019	0.032	0.136	60.2%	58.8%	
	1	0.074	0.105	0.179		58.8%		
	3	0.083	0.090	0.173		51.9%		
	9	0.039	0.063	0.103		61.7%		
	27	0.075	0.120	0.196		61.6%		
	平均	0.057	0.080	0.136				
	標準偏差	0.027	0.036	0.061				

Table 44-5. *E. pachyclada* のクローン株を用いた用土別(桐生砂)施肥量とアルカロイド含量との関係(4ヶ月後)

用土	肥料数	アルカロイド含量(%)				組成		
		PE	E	E+PE	平均(E+PE)	E/(E+PE)	平均[E/(E+PE)]	
桐生砂	0	0.005	0.003	0.008	0.108	37.2%	51.3%	
	1	0.008	0.011	0.019		56.9%		
	3	0.080	0.112	0.192		58.2%		
	9	0.103	0.128	0.231		55.3%		
	27	0.047	0.044	0.091		48.7%		
	平均	0.049	0.060	0.108				
	標準偏差	0.039	0.051	0.090				

Table 44-6. 「*E. pachyclada* のクローン株を用いた用土別(市販栽培土)施肥量とアルカロイド含量との関係(4ヶ月後)」

用土	肥料数	アルカロイド含量(%)				組成		
		PE	E	E+PE	平均(E+PE)	E/(E+PE)	平均[E/(E+PE)]	
市販栽培土	0	0.055	0.401	0.456	0.295	87.8%	64.9%	
	1	0.133	0.167	0.300		55.7%		
	3	0.075	0.100	0.175		57.1%		
	9	0.025	0.060	0.085		70.9%		
	27	0.216	0.242	0.458		52.8%		
	平均	0.101	0.194	0.295				
	標準偏差	0.068	0.120	0.149				

Table 45-1. 施肥量数別アルカロイド含量(平均)

肥料数	E+PE(平均)
0	0.110
1	0.114
3	0.204
9	0.131
27	0.233

Table 45-2. 用土別アルカロイド含量(平均)

用土	E+PE(平均)
川砂	0.160
山砂	0.058
赤玉土	0.195
鹿沼土	0.136
桐生砂	0.108
市販栽培土	0.295

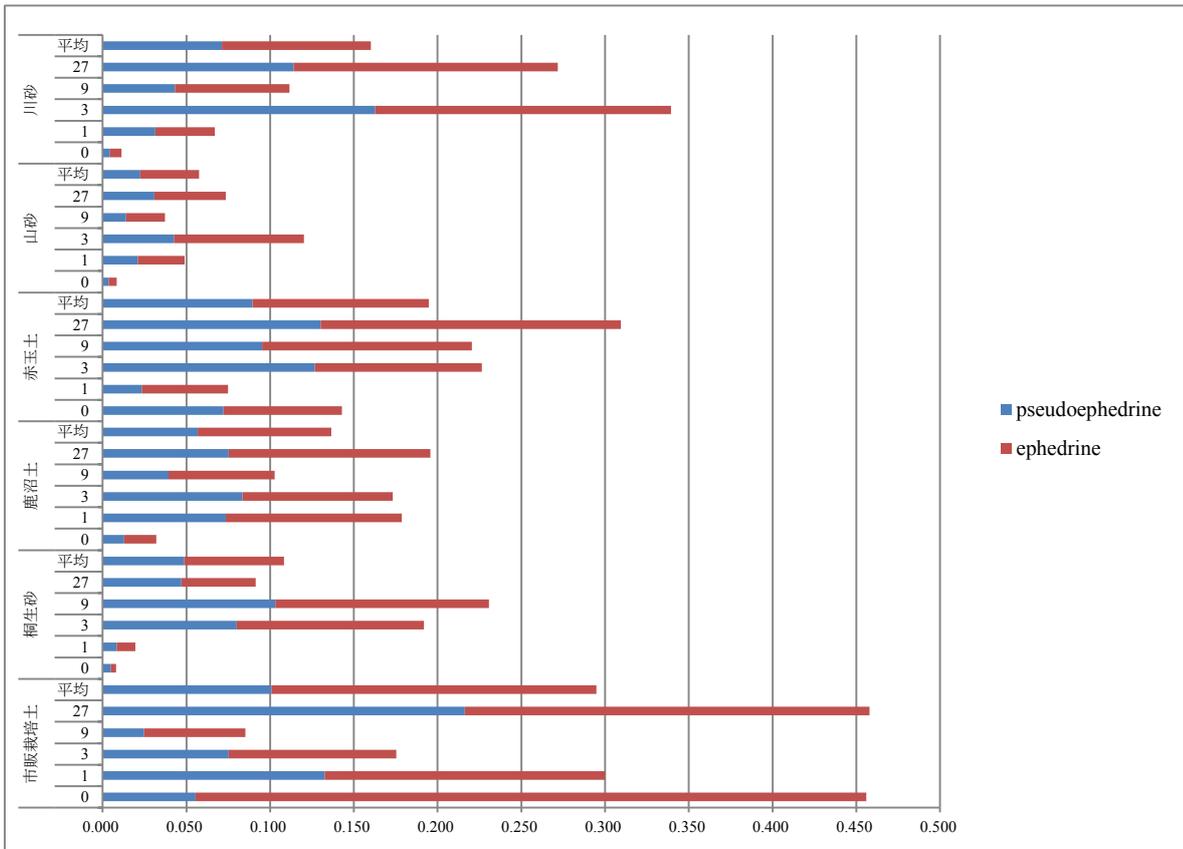


Fig. 68-1. 用土別施肥量とアルカロイド含量

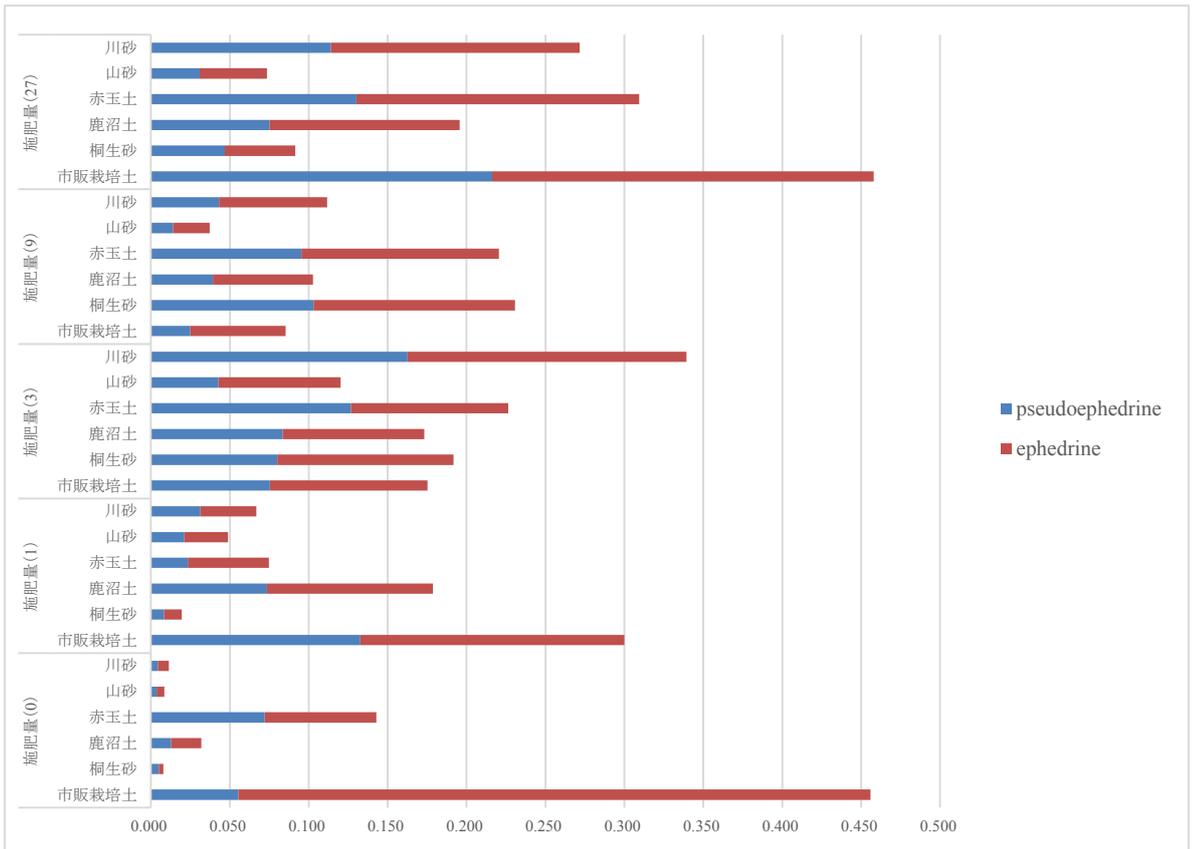


Fig. 69-1. 施肥量数別用土とアルカロイド含量

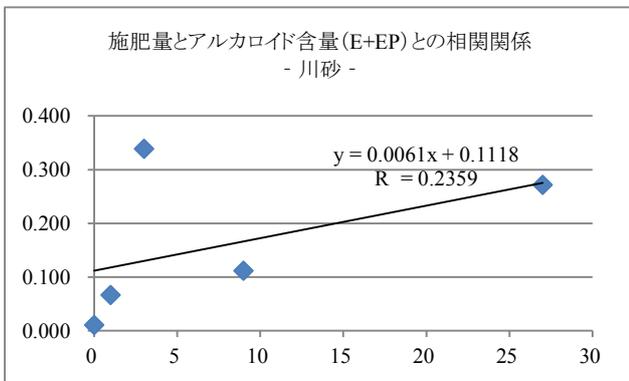


Fig. 70-1. 用土別(川砂)施肥量とアルカロイド含量

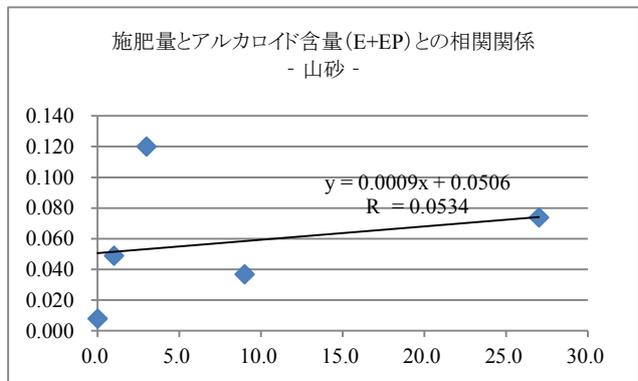


Fig. 70-2. 用土別(山砂)施肥量とアルカロイド含量

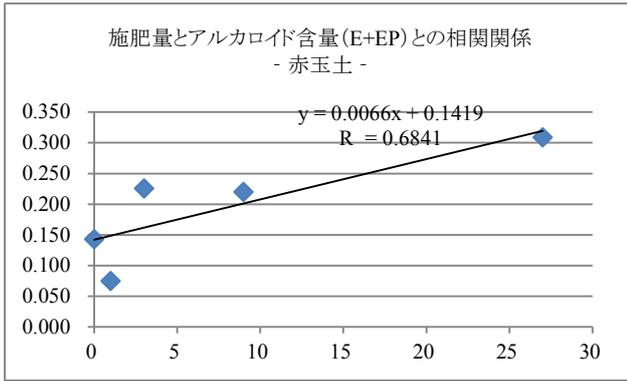


Fig. 70-3. 用土別(赤玉土)施肥量とアルカロイド含量

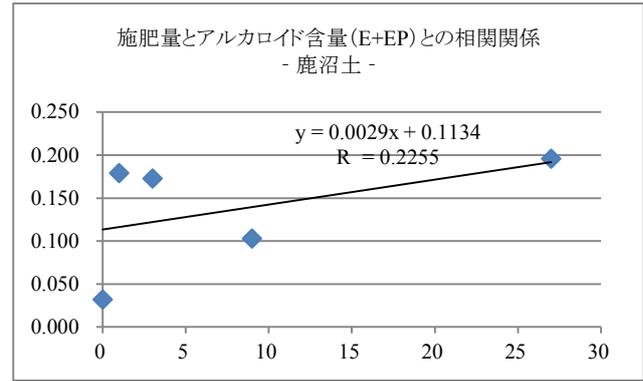


Fig. 70-4. 用土別(鹿沼土)施肥量とアルカロイド含量

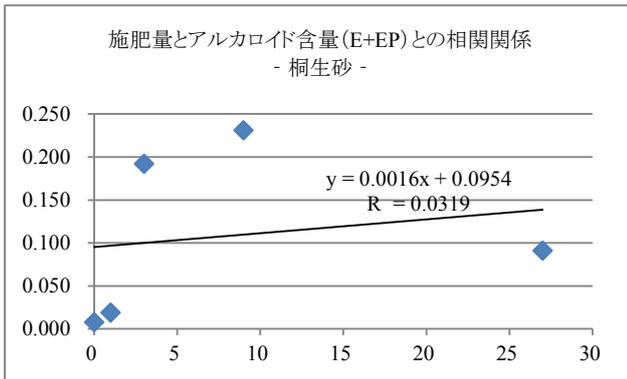


Fig. 70-5. 用土別(桐生砂)施肥量とアルカロイド含量

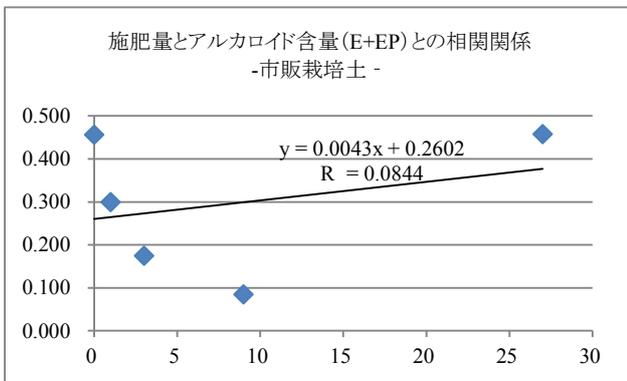


Fig. 70-6. 用土別(市販栽培土)施肥量とアルカロイド含量

第2項の考察

E. pachyclada のクローン株を用いアルカロイド含量について用土別に検討した結果、アルカロイド含量(平均)は市販栽培土が $0.295\% \pm 0.149$ 、赤玉土が $0.195\% \pm 0.08$ 、川砂が $0.160\% \pm 0.125$ 、鹿沼土が $0.136\% \pm 0.061$ 、桐生砂が $0.108\% \pm 0.090$ 、山砂が $0.058\% \pm 0.038$ の順となった(Table 45-2)。個別に検討すると、市販栽培土は施肥量が27個で0.458%、川砂は施肥量が3個で0.339%。赤玉土は施肥量27個で0.309%、桐生砂は施肥量9個で0.231%、鹿沼土は施肥量27個で0.196%、山砂は施肥量3個で0.120%であった(Table 44-1~6)。市販栽培土は、アルカロイド含量のばらつきが他の用土と比較して大きかった。一方、赤玉土はばらつきが少なかった。用土によって施肥量を変える必要があ

ることが示唆された。

施肥量別ではアルカロイド含量(平均)が, エードボール Ca 0 個で 0.110%, 1 個で 0.114%, 3 個で 0.204%, 9 個で 0.131%, 27 個で 0.233%となり, 27 個与えた群が最も高いアルカロイド含量を示した (Table 45-1)。

施肥量とアルカロイド含量との相関関係については, 赤玉土のみに強い相関関係 ($R=0.6841$) が見られた (Fig. 70-3)。これらのことから *E. pachyclada* のアルカロイド含量を高めるためには, 赤玉土を用い, エードボール Ca を 27 個以上施肥することでアルカロイド含量が増加することが示唆された。

第 3 項 NPK 比とアルカロイド含量

E. gerardiana のクローン株を用いた NPK 比の違いによるアルカロイド含量

1) 実験材料及び方法(実験の部 p.144)

E. gerardiana のクローン株を用いた NPK 比と生育について実験を行った(本論 p.72)。本実験では更に, 施肥から6ヶ月後, クローン株1株当たり, 3~5本の草質茎を基部から採取し(施肥群 n=3, 対照群 n=2), その後 HPLC 法を用いアルカロイド含量について測定した。

2) 結果

アルカロイド含量については, 肥料 B 号が 0.17%で一番高かった。次に C 号が 0.14%, D 号が 0.13%, A 号が 0.11%であった。中でも A 号については, 肥料を使用しなかったもの(アルカロイド含量 0.12%)より低い結果となった (Table 46-1, Fig. 71)。

Table 46-1. *E. gerardiana* のクローン株を用いた NPK 比の違いによるアルカロイド含量

肥料	アルカロイド含量(%) 平均
A	0.11
B	0.17
C	0.14
D	0.13
なし	0.12

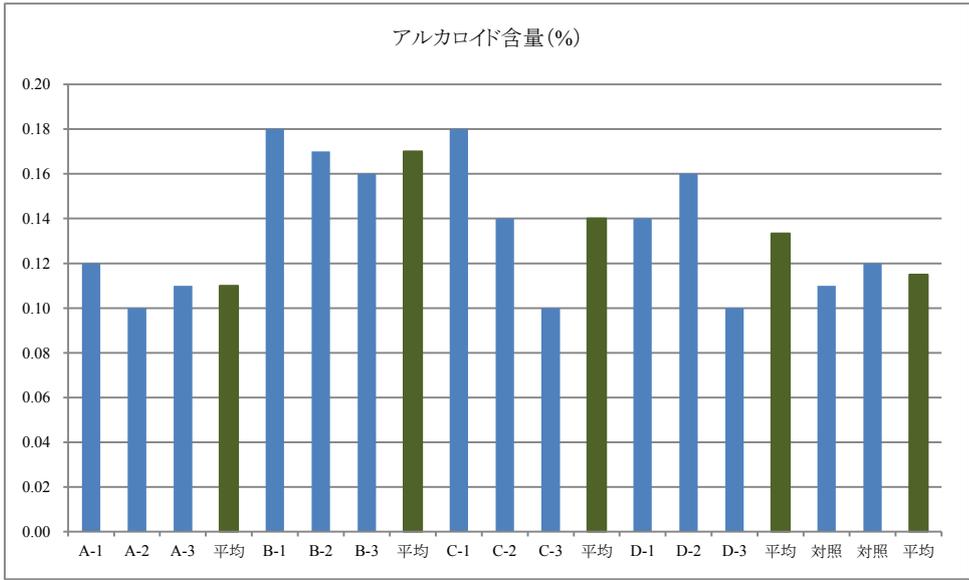


Fig. 71. 肥料とアルカロイド含量

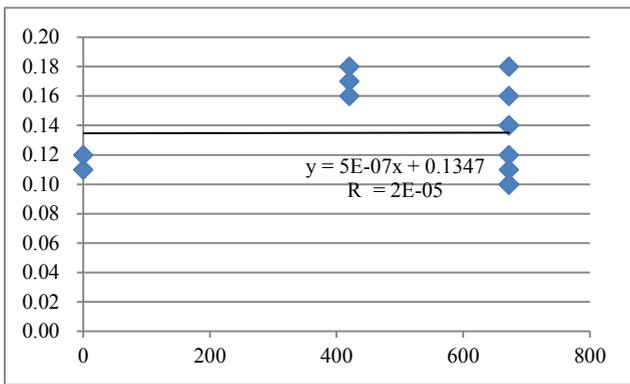


Fig. 72-1. 窒素とアルカロイド含量の相関関係

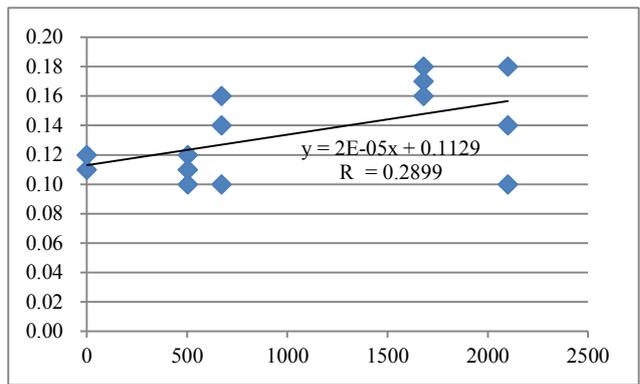


Fig. 72-2. リン酸とアルカロイド含量の相関関係

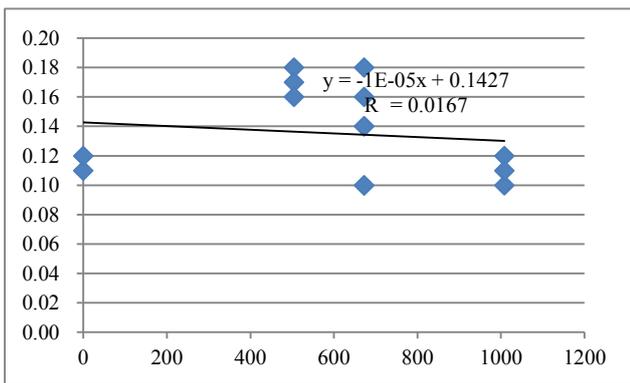


Fig. 72-3. カリとアルカロイド含量の相関関係

第3項の考察

E. gerardiana の草質茎のクローン株を用いた NPK 比の違いによるアルカロイド含量について検討した結果、アルカロイド含量については、肥料 B 号(N:P:K=5:20:6)が 0.17%で一番高かった。次に C 号(N:P:K=8:25:8)が 0.14%、D 号(N:P:K=8:8:8)が 0.13%、A 号(N:P:K=8:6:12)が 0.11%であった。中でも A 号については、肥料を使用しなかったものより低い結果となった。

各肥料の NPK の配合割合をそれぞれ肥料単体の配合量を計算し、アルカロイド含量について相関関係を調べたところ、窒素との相関係数は $R=2E-05$ (Fig. 72-1)、リン酸との相関関係は $R=0.2899$ (Fig. 72-2)、カリとの相関係数は $R=0.0167$ (Fig. 72-3)であった。配合割合などの違いによるアルカロイド含量に差が生じた可能性も考えられるが、アルカロイド含量についてはリン酸が関与していることが示唆された。

第4項 第三章第5節の小括

1. 用土について、*E. sinica* のアルカロイド含量は、鹿沼土が他の用土と比較して好成績であった。一方、*E. pachyclada* のアルカロイド含量については、赤玉土が他の用土と比較して高い数値を示した。これらのことからアルカロイド含量を高めるためには *E. sinica* の場合は鹿沼土が適し、*E. pachyclada* の場合は赤玉土が適していることが推測され、種間差があることが示唆された。

2. 施肥量について用土別に検討した結果、アルカロイド含量が市販栽培土は施肥量が 27 個で 0.458%、川砂は施肥量が 3 個で 0.339%。赤玉土は施肥量 27 個で 0.309%、桐生砂は施肥量 9 個で 0.231%、鹿沼土は施肥量 27 個で 0.196%、山砂は施肥量 3 個で 0.120%であった。これらのことから用土によって施肥量を変える必要があることが示唆された。施肥量とアルカロイド含量との相関関係については、赤玉土のみに強い相関関係($R=0.6841$)が見られた。これらのことから *E. pachyclada* のアルカロイド含量を高めるためには、赤玉土を用い、肥料を適量与えることでアルカロイド含量が高くなることが示唆された。

3. *E. gerardiana* を用いた NPK 比とアルカロイド含量について、相関関係を調べた結果、リン酸との間のみに弱い相関関係は ($R=0.2899$)が見られた。これらのことよりマオウ属植物のアルカロイド含量を高めるためにはリン酸が関与していることが示唆された。

総括

種子繁殖については、種子が確保できれば多数の苗を得ることが出来るが、品質が安定しないなどの問題点があり、成分規定を満たす個体を繁殖させるには、何からの工夫が必要である。株分け繁殖については、親株と同一形質であるため、品質の安定した株を増やすことが出来るが、1 個体から得られる挿し穂が少ないなど、マオウ属植物の繁殖方法としては適していないことが明らかになった。挿し木繁殖については、木質茎及び草質茎のどちらの挿し穂を用いても挿し木繁殖が可能であることが確認できた。しかし、木質茎を用いる場合、木質化するまでに時間を要するため 1 個体から毎年、木質化した挿し穂を多数採取することが出来ないため挿し木繁殖には適していないことが示唆された。一方、草質茎を用いる場合、毎年一度に多数の挿し穂を採取することができ、尚且つ、品質の安定した個体を増やすことができるため、マオウ属植物の繁殖方法として最も適した方法であることが明らかになった。繁殖方法については下記の通りである。

まず挿し穂については、切断部位、切断場所、切断方法、挿し穂の長さ、発根剤の有無などについて検討した結果、親株から長さ 10 cm 以上の草質茎を基部から切断し、その基部の節下 1 mm の部分を更に挿し穂に対して垂直に切断したものを用意する。発根剤については有用性が得られなかった。

挿し木の方法については、用土、保管場所、深さ、期間、時期、人工気象器内の明るさ、挿し方などについて検討した結果、用意した挿し穂を、川砂とパーミキュライトを混合させた用土を入れたイチゴ育苗用ポットに、深さ 5 cm のところに 1 本ずつ挿し穂を挿し、ビニールハウス内の場合は 5 ヶ月間以上、人工気象器内の場合は 4～5 ヶ月間保管することで発根率が上昇することが判明した。尚、人工気象器内で保管する場合は蛍光灯を全部点灯させることが重要である。挿し木時期については 2 通りの考え方がある。一つはクローン株を多数作製する目的で挿し木を行う場合、挿し木時期は 5 月～7 月中旬が適している。一方、クローン株をより大きく生長させるためには、10 月、11 月に挿し木を行ない、人工気象器内に 4 ヶ月～5 ヶ月間保管し、翌年 3 月に植え替えを行うことが効果的であることが明らかになった。

活着後の生育については、用土と施肥量によって生長にどのような相違が生じるか、窒素、リン酸、カリを施肥し、生育について検討した結果、窒素が生長に大きく影響することが判明したが、窒素には適量があり、与えすぎると逆に生育を悪化させることも判明した。

以上の方法で挿し木を行うことで効率よくクローン株を作製することが出来ることが明らかになった。

実験の部

(実験材料及び植物材料)

第一章 種子繁殖

第1節 発芽に適した用土(本論 p.4)

実験期間:2010年5月12日～2010年7月12日

E. sinica(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 512 - 種子(2009/7/22 採取):250粒

用土:市販栽培土〔プランターの土, 株式会社秋本天産物, 主な配合原料:ココピート, パーライト, バーミキュライト等, 肥料添加量(mg/L):窒素 400, リン酸 450, カリ 600, 微量元素:苦土, ホウ素, 鉄, マンガン等, pH:弱酸性〕, バーミキュライト〔バーミキュライト G20 細粒, ニッタイ株式会社, 化学成分(%):SiO₂(35.76), Al₂O₃(21.17), Fe₂O₃(19.13), MgO(11.44), CaO(1.59), P₂O₅(0.09), K₂O(4.56), 水素イオン濃度 pH 6.8〕, 川砂(市販品), 山砂(市販品)

容器:セルトレイ

pHメーター:コンパクトペーパーメーターB212, 株式会社堀場製作所

尚, pHの測定は, 土壌 10g に対して水 25mL を加え攪拌し, 1時間後測定した¹⁷⁾.

第二章 株分け繁殖

第1節 根茎及び木質基部による株分け

1-1. 根茎による株分け(本論 p.7)

実験期間:2013年6月中旬～2013年8月12日

E. sinica(金沢大学薬用植物園栽培保存株):富山県薬用植物指導センターから株分けにて譲り受け, 金沢大学薬用植物園にてワグネルポット(1/2000 a)又は11号駄温鉢で5年が経過した2個体。

用土:市販栽培土(プランターの土, 株式会社秋本天産物)

容器:ロングポット

2-1. 木質茎基部による株分け(本論 p.7)

実験期間:2008年3月22日～2008年9月25日

E. sinica(金沢大学薬用植物園栽培保存株):2004年秋に実生苗で入手し, 2005年5月, 2007年5月と2回にわたり植え替えを行い, ワグネルポット(1/5000 a)で栽培保存され, 約4年が経過した株2個体

用土:市販栽培土(プランターの土, 株式会社秋本天産物)

容器:ワグネルポット(1/5000 a)

第三章 挿し木繁殖

第1節 挿し穂の作製方法

第1項 挿し穂

1-1. *E. sinica* の木質茎による挿し木(本論 p.10)

実験期間:2006年11月28日～2007年9月26日

E. sinica(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 G-1 の木質茎:5検体

用土:鹿沼土(選別硬質鹿沼土, 株式会社シダラ)

容器:硬質ポリポット

人工気象器:LPH-200RDSMP 及び LPH-220SP, 日本医化器械製作所

〔設定条件:温度 25℃, 湿度 70%, ライト:15 時間照射, 9 時間照射なし(25,000~30,000 ルクス)〕

1-2. *E. sinica* の草質茎による挿し木(本論 p.11)

実験期間:2009 年 5 月 21 日~2009 年 10 月 21 日

E. sinica(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 G-1 の草質茎:9 検体

用土:川砂(市販品), バーミキュライト(バーミキュライト G20 細粒, ニッタイ株式会社)

容器:硬質ポリポット

第 2 項 挿し穂の切断部位

2-1. *E. sinica* の草質茎を用いた切断部位(節、節間)の違いによる発根率(本論 p.13)

実験期間:2010 年 12 月 22 日~2011 年 4 月 25 日

E. sinica(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 1-1 の草質茎:30 検体

用土:川砂(市販品), バーミキュライト(バーミキュライト G20 細粒, ニッタイ株式会社)

容器:硬質ポリポット

人工気象器:LPH-200RDSMP 及び LPH-220SP, 日本医化器械製作所

〔設定条件:温度 25℃, 湿度 80%, ライト:24 時間連続照射(25,000~30,000 ルクス)〕

Table 5-2. 「*E. sinica* の草質茎を用いた切断部位(節、節間)の違いによる発根率(4 ヶ月後)」

切断部位	節		節間	
	挿し木の長さ(cm)	挿し木の重量(g)	挿し木の長さ(cm)	挿し木の重量(g)
1	13.2	1.0	12.6	0.1
2	23.5	0.3	11.5	0.1
3	18.8	0.2	14.4	0.1
4	28.4	0.5	15.5	0.1
5	22.8	0.3	17.5	0.3
6	27.1	0.4	13.3	0.1
7	21.0	0.3	24.3	0.4
8	23.0	0.4	13.7	0.1
9	19.4	0.2	12.5	0.1
10	15.1	0.3	16.0	0.2
11	14.9	0.1	21.6	0.3
12	15.3	0.2	19.7	0.2
13	16.4	0.2	10.5	0.2
14	11.6	0.1	27.8	0.4
15	12.8	0.1	15.5	0.2
平均	18.9	0.31	16.4	0.19
標準偏差	5.1	0.22	4.8	0.11
発根数	1		0	
発根率(%)	6.7		0	

2-2. 「*E. likiangensis* の草質茎を用いた切断部位(節, 節間)の違いによる発根率」(本論 p.14)

実験期間:2010年12月22日～2011年4月25日

E. likiangensis (金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 5-1 の草質茎:24 検体

用土:川砂(市販品), バーミキュライト(バーミキュライト G20 細粒, ニッタイ株式会社)

容器:硬質ポリポット

人工気象器:LPH-200RDSMP 及び LPH-220SP, 日本医化器械製作所

〔設定条件:温度 25℃, 湿度 80%, ライト:24 時間連続照射 (25,000～30,000 ルクス)〕

Table 6-2. 「*E. likiangensis* の草質茎を用いた切断部位(節, 節間)の違いによる発根率について(4ヶ月後)」

切断部位 検体 No.	節		節間	
	挿し木の長さ(cm)	挿し木の重量(g)	挿し木の長さ(cm)	挿し木の重量(g)
1	19.6	0.3	13.6	0.2
2	21.2	0.5	18.2	2.1
3	34.5	0.5	12.0	0.1
4	20.7	0.5	18.5	0.2
5	29.9	0.5	19.0	0.3
6	21.6	0.7	15.2	0.2
7	29.2	0.4	21.0	0.2
8	24.8	0.8	15.9	0.1
9	14.5	0.2	17.8	0.2
10	22.1	0.5	17.3	0.2
11	13.7	0.2	19.2	0.1
12	34.3	0.4	14.0	0.2
平均	23.8	0.46	16.8	0.34
標準偏差	6.6	0.2	2.6	0.5

第3項 挿し穂の切断場所

3-1. 「*E. sinica* の草質茎を用いた切断場所(上部, 下部)の違いによる発根率」(本論 p.15)

実験期間:2013年9月27日～2014年3月19日

E. sinica (金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 1-1 の草質茎:20 検体

用土:川砂(市販品), バーミキュライト(国産バーミキュライト, ブイエス科工株式会社)

容器:イチゴ育苗用ポット(アイポット:矢崎化工株式会社), 硬質ポリポット

人工気象器:LPH-200RDSMP 及び LPH-220SP, 日本医化器械製作所

〔設定条件:温度 25℃, 湿度 80%, ライト:24 時間連続照射 (25,000～30,000 ルクス)〕



Fig. 18-2. 「人工気象器内に保管された *E. sinica* の挿し木(2013/9/27)」

3-2. 「*E. likiangensis* の草質茎を用いた切断場所(上部, 下部)の違いによる発根率」(本論 p.16)

実験期間:2009年6月24日~2010年5月13日

E. likiangensis (金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 5-1 の草質茎:10 検体

用土:川砂(市販品), バーミキュライト(バーミキュライト G20 細粒, ニッタイ株式会社)

容器:硬質ポリポット

Table 8-2. 「*E. likiangensis* の草質茎を用いた切断場所(上部, 下部)の違いによる発根率(11ヶ月後)」

検体	切断場所	茎の長さ(cm)	茎の重さ(g)	発根の有無
1	下部	18.6	2.5	○
2	上部	27.0	1.0	○
3	下部	17.4	1.5	×
4	上部	27.2	1.2	×
5	下部	20.3	1.7	○
6	上部	38.0	1.6	○
7	下部	19.0	1.2	×
8	上部	25.2	0.6	○
9	下部	25.1	1.8	○
10	上部	33.0	1.4	×
平均		25.08	1.5	
標準偏差		6.31	0.5	
発根数		6.00		
発根率(%)		60.00		
10 cm 当たりの重さ			0.578	



Fig. 19-3. 「*E. likiangensis* の挿し木(2009/6/24)」 Fig. 19-4. 「*E. likiangensis* の挿し木(2010/5/13, 11ヶ月後)」

第4項 挿し穂の切断方法(本論 p.17)

実験期間:2010年12月22日～2011年4月25日

E. sinica (金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 1-1 の草質茎:30 検体

E. likiangensis (金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 5-1 の草質茎:20 検体

用土:川砂(市販品), バーミキュライト(バーミキュライト G20 細粒, ニッタイ株式会社)

容器:硬質ポリポット

人工気象器:LPH-200RDSMP 及び LPH-220SP, 日本医化器械製作所

[設定条件:温度 25°C, 湿度 80%, ライト:24 時間連続照射 (25,000～30,000 ルクス)]

Table 9-2. 「*E. sinica* の草質茎を用いた切断方法の違いによる発根率(4ヶ月後)」

切断部位	節間			
	水平切り		斜め切り	
切断方法				
検体 No.	挿し木の長さ(cm)	挿し木の重量(g)	挿し木の長さ(cm)	挿し木の重量(g)
1	11.0	0.1	17.4	0.2
2	15.8	0.2	14.2	0.2
3	13.0	0.1	13.5	0.1
4	14.7	0.2	16.5	0.2
5	10.2	0.1	8.8	0.1
6	11.8	0.2	16.8	0.2
7	9.2	0.1	13.9	0.1
8	8.8	0.1	11.3	0.1
9	9.2	0.1	14.8	0.1
10	9.5	0.1	15.5	0.1
11	8.4	0.1	10.9	0.1
12	12.5	0.1	10.5	0.1
13	10.5	0.1	9.9	0.1
14	11.9	0.1	9.8	0.1
15	8.5	0.1	9.3	0.1
平均	11.0	0.12	12.9	0.13

標準偏差	2.2	0.04	2.9	0.04
発根数		1		0
発根率(%)		6.7		0

Table 9-3. 「*E. likiangensis* の草質茎を用いた切断方法の違いによる発根率(4ヶ月後)」

切断部位	節間			
	水平切り		斜め切り	
検体 No.	挿し木の長さ(cm)	挿し木の重量(g)	挿し木の長さ(cm)	挿し木の重量(g)
1	12.8	0.3	26.1	0.3
2	27.6	0.3	24.6	0.3
3	23.2	0.3	11.0	0.7
4	12.6	0.2	13.3	0.3
5	13.3	0.2	16.8	0.2
6	17.7	0.2	26.7	0.4
7	18.6	0.2	14.7	0.1
8	17.6	0.2	18.1	0.2
9	13.2	0.5	14.4	0.1
10	13.6	0.5	19.3	0.2
平均	17.0	0.29	18.5	0.28
標準偏差	4.8	0.11	5.3	0.17
発根数		2		0
発根率(%)		20		0

第5項 挿し穂の長さ

5-1. *E. sinica* の草質茎の挿し穂の長さによる発根率(本論 p.18)

実験期間:2009年5月22日~2009年10月21日, 2009年5月22日~2010年3月11日

E. sinica(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 G-1 の草質茎:37検体

用土:川砂(市販品), バーミキュライト(バーミキュライト G20 細粒, ニッタイ株式会社)

容器:硬質ポリポット

人工気象器:LPH-200RDSMP 及び LPH-220SP, 日本医化器械製作所

[設定条件:温度 25℃, 湿度 80%, ライト:24時間連続照射(25,000~30,000ルクス)]



左: Fig. 22-2-2. 「条件 1 (挿し穂の長さ 3~10 cm), 人工気象器内に保管した挿し木 (2009/5/22)」

右: Fig. 22-3-2. 「条件 2 (挿し穂の長さ 10.1~20 cm), 人工気象器内に保管した挿し木 (2009/5/22)」



左: Fig. 22-4-2. 「条件 3 (挿し穂の長さ 20.1~30 cm), 人工気象器内に保管した挿し木 (2009/5/22)」

右: Fig. 22-5-2. 「条件 4 (挿し穂の長さ 30.1~40 cm), 人工気象器内に保管した挿し木 (2009/5/22)」

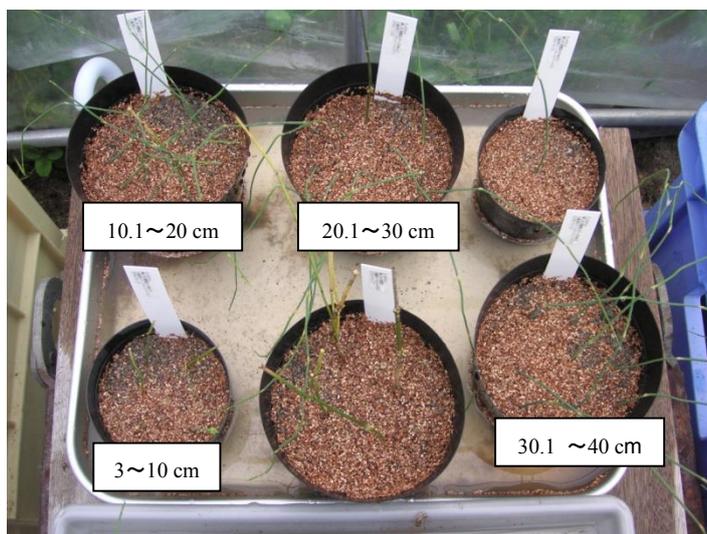


Fig. 22-6. 「ビニールハウス内に保管した *E. sinica* の挿し木 (2009/5/22)」



Fig. 22-7-1. 「ビニールハウス内に保管した *E. sinica* の挿し木(挿し穂の長さ 3~10 cm, 2009/5/22)」



Fig. 22-7-2,3. 「発根した挿し木(挿し穂の長さ 3~10 cm, 2009/10/21, 5ヶ月後)」



左: Fig. 22-8. 「ビニールハウス内に保管した *E. sinica* の挿し木(挿し穂の長さ 10.1~20 cm, 2009/5/22)」

右: Fig. 22-9. 「ビニールハウス内に保管した *E. sinica* の挿し木(挿し穂の長さ 20.1~30 cm, 2009/5/22)」



右:Fig. 22-10-1.「ビニールハウス内に保管し、発根した*E. sinica*の挿し木(挿し穂の長さ30.1~40 cm, 2010/3/11, 10ヶ月後)」

左:Fig. 22-10-2.「ビニールハウス内に保管した*E. sinica*の挿し木(挿し穂の長さ30.1~40 cm, 2009/5/22)」

5-2. *E. sinica* の草質茎の挿し穂の長さによる発根率(本論 p.20)

実験期間:2012年5月18日~2012年11月14日

E. sinica(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号1-1の草質茎:50検体

用土:川砂(市販品), バーミキュライト(バーミキュライト G20 細粒, ニッタイ株式会社)

容器:硬質ポリポット, 遠心チューブ(クリスタル遠心管 バルク包装 50 mL, 型番 227261, グライナー社製), 脱脂綿

人工気象器:LPH-200RDSMP 及び LPH-220SP, 日本医化器械製作所

[設定条件:温度 25°C, 湿度 80%, ライト:24時間連続照射(25,000~30,000ルクス)]

Table 11-2. 「*E. sinica* の草質茎(挿し穂)の長さとお発根率:挿し穂の長さ10~20 cm(6ヶ月後)」

検体 No.	挿し木の長さ(cm)	挿し木の重量(乾燥前 g)	挿し木の重量(乾燥後 g)	乾燥率(%)	発根確認 2012/11/14 (6ヶ月後)
1	12.2	0.0862	0.0650	24.6	○
2	12.8	0.0881	0.0734	16.7	
3	13.1	0.1004	0.0749	25.4	○
4	13.7	0.0961	0.0727	24.3	○
5	13.8	0.1158	0.0950	18.0	
6	13.9	0.1123	0.0910	19.0	○
7	15.6	0.1165	0.0858	26.4	○
8	16.0	0.1302	0.1070	17.8	
9	16.0	0.1258	0.1000	20.5	
10	16.5	0.1616	0.1263	21.8	○
11	16.8	0.1502	0.1209	19.5	
12	17.0	0.1601	0.1305	18.5	○
13	17.1	0.1804	0.1430	20.7	
14	17.3	0.1764	0.1452	17.7	○

15	17.4	0.1413	0.1034	26.8	○
16	17.7	0.1521	0.1219	19.9	○
17	17.8	0.1628	0.1290	20.8	
18	17.8	0.1693	0.1355	20.0	○
19	17.8	0.1615	0.1297	19.7	○
20	18.0	0.1590	0.1253	21.2	○
21	18.1	0.1646	0.1350	18.0	○
22	18.2	0.1748	0.1419	18.8	○
23	18.2	0.1883	0.1563	17.0	○
24	18.6	0.1971	0.1548	21.5	○
25	18.7	0.1745	0.1466	16.0	○
26	19.1	0.1964	0.1579	19.6	○
27	19.3	0.1942	0.1560	19.7	○
28	19.4	0.1958	0.1615	17.5	○
29	19.4	0.1824	0.1506	17.4	○
30	19.5	0.1900	0.1582	16.7	○
31	19.5	0.1900	0.1602	15.7	○
32	20.0	0.1782	0.1546	13.2	○
33	20.0	0.1862	0.1480	20.5	○
平均	17.2	0.1563	0.1260	19.7	
標準偏差	2.2	0.0335	0.0291	3.1	
発根数	26				
発根率(%)	78.8				

Table 11-3. 「*E. sinica* の草質茎(挿し穂)の長さ と発根率:挿し穂の長さ 20.1~30 cm(6ヶ月後)」

検体 No.	挿し木の長さ(cm)	挿し木の重量(乾燥前 g)	挿し木の重量(乾燥後 g)	乾燥率(%)	発根確認 2012/11/14 (6ヶ月後)
1	20.5	0.1889	0.1676	11.3	○
2	20.5	0.1895	0.1589	16.1	○
3	21.0	0.2055	0.1615	21.4	○
4	21.1	0.2022	0.1672	17.3	
5	21.2	0.2151	0.1800	16.3	
6	21.4	0.2145	0.1813	15.5	
7	22.2	0.2115	0.1734	18.0	○
8	22.5	0.2260	0.1921	15.0	○
9	22.6	0.2264	0.1912	15.5	○

10	23.1	0.2460	0.2129	13.5	○
11	23.3	0.2225	0.1786	19.7	○
12	23.5	0.2315	0.1908	17.6	○
13	23.5	0.2382	0.1993	16.3	○
14	23.8	0.2549	0.2061	19.1	○
15	24.0	0.2364	0.1943	17.8	○
16	25.7	0.2840	0.2407	15.2	○
17	27.5	0.3470	0.2908	16.2	○
平均	22.8	0.2318	0.1933	16.6	
標準偏差	1.8	0.0369	0.0315	2.3	
発根数					14
発根率(%)					82.4%

5-3. *E. pachyclada* の草質茎の挿し穂の長さによる発根率(本論 p.22)

実験期間:2009年10月23日～2010年7月14日

E. pachyclada(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 2-1 の草質茎:115 検体

容器:硬質ポリポット

用土:バーミキュライト(バーミキュライト G20 細粒, ニッタイ株式会社)

人工気象器:LPH-200RDSMP 及び LPH-220SP, 日本医化器械製作所

[設定条件:温度 25°C, 湿度 80%, ライト:24 時間連続照射(25,000～30,000 ルクス)]

5-4. *E. likiangensis* の草質茎を用いた挿し穂の長さによる発根率(本論 p.23)

実験期間:2009年6月24日～2010年5月13日

E. likiangensis(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 5-1 の草質茎:10 検体

用土:川砂(市販品), バーミキュライト(バーミキュライト G20 細粒, ニッタイ株式会社)

容器:硬質ポリポット

第6項 挿し穂の処理

6-1. *E. sinica* の草質茎を用いた挿し穂処理の違いによる発根率(本論 p.25)

実験期間:2013年5月14日～2013年9月26日

E. sinica(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 G-1 の草質茎:150 検体

用土:川砂(市販品), バーミキュライト(バーミキュライト G20 細粒, ニッタイ株式会社)

炭酸ナトリウム[Na₂CO₃(無水)], 和光純薬工業株式会社

液肥(ハイポネックス原液:N:P:K=6:10:5, pH 6.8, 株式会社ハイポネックスジャパン)

人工海水:[マリンアート SF - 1, 富田製薬株式会社, 化学成分(溶解時 1L あたりの g):NaCl(22.1 g), MgCl₂·6H₂O(9.9 g), CaCl₂·2H₂O(1.5 g), Na₂SO₄(3.9 g), KCl(0.61 g), NaHCO₃(0.19 g), KBr(96 mg), Na₂B₄O₇·10H₂O(78 mg), SrCl₂(13 mg), NaF(3 mg), LiCl(1 mg), KI(81 µg), MnCl₂·4H₂O(0.6 µg), CoCl₂·6H₂O(2 µg), AlCl₃·6H₂O(8 µg), FeCl₃·6H₂O(5 µg), Na₂WO₄·2H₂O(2 µg), (NH₄

$6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (18 μg), (pH 7.7~8.7)]

人工海水(1/16)の調製方法

利用方法:本品1袋(955.2 g)を25Lの水に溶かして、よくかき混ぜてくださいと記載されている。

このことから、本品 38.208 g(1L分)を量り取り、地下水を用い16倍に希釈したものを使用(pH 7.2)

容器:イチゴ育苗用ポット(アイポット:矢崎化工株式会社)

人工気象器:LPH-200RDSMP 及び LPH-220SP, 日本医化器械製作所

[設定条件:温度 25℃, 湿度 80%, ライト:24時間連続照射(25,000~30,000ルクス)]

pHメーター:コンパクトペーハーメーターB212, 株式会社堀場製作所

尚, pHの測定は、土壌 10 g に対して水 25mL を加え攪拌し、1時間後測定した¹⁷⁾。

Table 13-3. 「*E. sinica* の草質茎を用いた挿し穂処理の違いによる発根率 - 1(4ヶ月後)」

検体数	条件1	条件2				条件3			
	挿し木日	2013/5/15				2013/5/16			
挿し穂 No.		長さ(cm)	2013/5/14 重さ(g)	2013/5/15 重さ(g)	乾燥率 (%)	長さ(cm)	2013/5/14 重さ(g)	2013/5/16 重さ(g)	乾燥率 (%)
1		23.2	0.2408	0.1952	81.1	15.8	0.1314	0.0647	49.2
2		22.9	0.2622	0.2070	78.9	16.7	0.1640	0.0788	48.0
3		17.1	0.1383	0.0993	71.8	24.1	0.3469	0.2509	72.3
4		16.6	0.1464	0.1102	75.3	18.5	0.2007	0.1333	66.4
5		15.1	0.1601	0.1235	77.1	15.8	0.1485	0.0834	56.2
6		14.9	0.1406	0.1134	80.7	13.8	0.1399	0.0986	70.5
7		12.5	0.1343	0.1010	75.2	12.2	0.0996	0.0721	72.4
8		10.4	0.0933	0.0702	75.2	14.6	0.1219	0.0779	63.9
9		13.3	0.1095	0.0849	77.5	14.7	0.1208	0.0836	69.2
10		12.1	0.1086	0.0778	71.6	21.3	0.2759	0.2043	74.0
平均		15.8	0.1534	0.1183	76.4	16.8	0.1750	0.1148	64.2
挿し穂数	10	10				10			
発根確認日	2013/9/26	2013/9/26				2013/9/26			
発根数	0	0				0			

Table 13-4. 「*E. sinica* の草質茎を用いた挿し穂処理の違いによる発根率 - 2(4ヶ月後)」

検体数	条件4	条件5	条件6	条件7	条件8	条件9
挿し木日	2013/5/15	2013/5/16	2013/5/15	2013/5/16	2013/5/15	2013/5/16
挿し穂数	10	10	10	10	10	10
発根確認日	2013/9/26	2013/9/26	2013/9/26	2013/9/26	2013/9/26	2013/9/26
発根数	0	1	2	2	0	3

Table 13-5. 「*E. sinica* の草質茎を用いた挿し穂処理の違いによる発根率 - 3(4ヶ月後)」

検体数	条件 10	条件 11	条件 12	条件 13	条件 14	条件 15
挿し木日	2013/5/15	2013/5/16	2013/5/15	2013/5/16	2013/5/15	2013/5/16
挿し穂数	10	10	10	10	10	10
発根確認日	2013/9/26	2013/9/26	2013/9/26	2013/9/26	2013/9/26	2013/9/26
発根数	0	2	2	0	1	1



Fig. 28-2. 「人工気象器内に保管した挿し木(2013/5/14)」



Fig. 28-3. 「条件 1, 剪定直(2013/9/26)」



Fig. 28-4. 「条件 2, 乾燥, 1 日間(2013/9/26)」



Fig. 28-5. 「条件 3, 乾燥, 2 日間 2013/9/26)」



Fig. 28-6. 「条件 4, 地下水, 1 日間浸漬(2013/9/26)」 Fig. 28-7. 「条件 5, 地下水, 2 日間浸漬(2013/9/26)」



左: Fig. 28-8. 「条件 6, 人工海水, 1 日間浸漬(2013/9/26)」

右: Fig. 28-9. 「条件 7, 人工海水, 2 日間浸漬(2013/9/26)」



左: Fig. 28-10. 「条件 8, 液肥 1/25, 1 日間浸漬(2013/9/26)」

右: Fig. 28-11. 「条件 9, 液肥 1/25, 2 日間浸漬(2013/9/26)」



Fig. 28-12. 「条件 10, 液肥 1/250, 1 日間浸漬(2013/9/26)」



Fig. 28-13. 「条件 11, 液肥 1/250, 2 日間浸漬(2013/9/26)」



Fig. 28-14. 「条件 12, pH 8, 1 日間浸漬(2013/9/26)」



Fig. 28-15. 「条件 13, pH 8, 2 日間浸漬(2013/9/26)」



Fig. 28-16. 「条件 14, pH 9, 1 日間浸漬(2013/9/26)」



Fig. 28-17. 「条件 15, pH 9, 2 日間浸漬(2013/9/26)」

6-2. *E. sinica* の草質茎を用いた挿し穂処理の違いによる発根率(本論 p.27)

実験期間:2014年5月14日~2014年10月12日

E. sinica(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 6-1 の草質茎:132 検体

用土:川砂(市販品), バーミキュライト(国産バーミキュライト, ブイエス科工株式会社)

炭酸ナトリウム(Na_2CO_3), 関東化学株式会社

液肥(ハイポネックス原液:N:P:K=6:10:5, pH 6.8, 株式会社ハイポネックスジャパン)

ルートン: α -ナフチルアセトアミド 0.04%(石原産業株式会社)

オキシベロン液剤:インドール酪酸液剤 0.04%(バイエルクロップサイエンス株式会社)

容器:イチゴ育苗用ポット(アイポット:矢崎化工株式会社)

人工気象器:LPH-200RDSMP 及び LPH-220SP, 日本医化器械製作所

〔設定条件:温度 25℃, 湿度 80%, ライト:24 時間連続照射 (25,000~30,000 ルクス)〕

pH メーター:コンパクトペーハーメーターB212, 株式会社堀場製作所

尚, pH の測定は, 土壌 10 g に対して水 25mL を加え攪拌し, 1 時間後測定した¹⁷⁾.

Table 14-2. 「*E. sinica* の草質茎を用いた挿し穂処理の違いによる発根率 - 1(5 ヶ月後)」

検体数	条件 1	条件 2	条件 3	条件 4	条件 5	条件 6
挿し木日	2014/5/14	2014/5/14	2014/5/15	2014/5/15	2014/5/15	2014/5/15
挿し穂数	12	12	12	12	12	12
生育確認日	2014/9/25	2014/9/25	2014/9/25	2014/9/25	2014/9/25	2014/9/25
生育数	3	2	4	2	1	0
発根確認日	2014/10/11	2014/10/11	2014/10/11	2014/10/11	2014/10/11	2014/10/11
発根数	1	0	1	0	1	0
発根率(%)	10	0	10	0	10	0

Table 14-3. 「*E. sinica* の草質茎を用いた挿し穂処理の違いによる発根率 - 2(5 ヶ月後)」

検体数	条件 7	条件 8	条件 9	条件 10	条件 11
挿し木日	2014/5/15	2014/5/15	2014/5/15	2014/5/15	2014/5/15
挿し穂数	12	12	12	12	12
生育確認日	2014/9/25	2014/9/25	2014/9/25	2014/9/25	2014/9/25
生育数	1	0	0	1	5
発根確認日	2014/10/11	2014/10/11	2014/10/11	2014/10/11	2014/10/11
発根数	1	0	0	1	1
発根率(%)	10	0	0	10	10



Fig. 29-3. 「挿し木(2014/5/15)」



Fig. 29-4. 「人工気象器内に保管した挿し木(2014/5/15)」

第7項 発根剤

7-1. *E. sinica* の木質茎を用いた発根剤使用の有用性(本論 p.28)

実験期間:2006年11月28日~2007年9月26日

E. sinica(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 G-1 の木質茎:10 検体

用土:鹿沼土(選別硬質鹿沼土, 株式会社シダラ)

ルートン: α -ナフチルアセトアミド 0.04%(石原産業株式会社)

容器:硬質ポリポット

人工気象器:LPH-200RDSMP 及び LPH-220SP, 日本医化器械製作所

[設定条件:温度 25°C, 湿度 70%, ライト:15 時間照射, 9 時間照射なし(25,000~30,000 ルクス)]

Table 15-2. 「*E. sinica* の木質茎を用いた発根剤使用の有無と発根率(10ヶ月後)」

	検体 No.	生存				枯死		
		地上部長 (cm)	茎数(本)	根長(cm)	根の量	カルス形成	根長(cm)	根の量
	条件3-1	—	—	—	—	無し	—	—
発根剤無し	2	—	—	—	—	有り	3	少
	3	7	1	9	少	—	—	—
	4	6.5	1	16	中	—	—	—
	5	13.0, 7.0	2	15	多	—	—	—
発根剤有り	条件4-1	—	—	—	—	無し	—	—
	2	—	—	—	—	有り	0	—
	3	—	—	—	—	有り	0.8	少
	4	8.5, 5.5	2	9	多	—	—	—
	5	15.7	1	21	多	—	—	—

7-2. *E. likiangensis* の草質茎を用いた発根剤使用の有用性(本論 p.30)

実験期間:2010年12月22日~2011年4月25日

E. likiangensis(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 5-1 の草質茎:24 検体

用土:川砂(市販品), バーミキュライト(バーミキュライト G20 細粒, ニッタイ株式会社)

ルートン: α -ナフチルアセトアミド 0.04%(石原産業株式会社)

容器:硬質ポリポット

人工気象器:LPH-200RDSMP 及び LPH-220SP, 日本医化器械製作所

[設定条件:温度 25°C, 湿度 80%, ライト:24 時間連続照射(25,000~30,000 ルクス)]

Table 16-2. 「*E. likiangensis* の草質茎を用いた発根剤使用の有無と発根率(4ヶ月後)」

品種	<i>E. likiangensis</i>			
	あり		なし	
検体 No.	挿し木の長さ(cm)	挿し木の重量(g)	挿し木の長さ(cm)	挿し木の重量(g)
1	15.9	0.2	19.6	0.3
2	18.2	0.3	21.2	0.5

3	37.7	0.5	34.5	0.5
4	24.6	0.3	20.7	0.5
5	24.2	0.3	29.9	0.5
6	30.0	0.3	21.6	0.7
7	29.0	0.3	29.2	0.4
8	36.0	0.3	24.8	0.8
9	22.0	0.5	14.5	0.2
10	11.8	0.1	22.1	0.5
11	20.8	1.3	13.7	0.2
12	30.3	0.3	34.3	0.4
平均	25.0	0.39	23.8	0.46
標準偏差	7.5	0.29	6.6	0.17
発根数		1		4
発根率(%)		8.3		33.3

第2節 挿し木の方法

第1項 挿し木に適した用土(本論 p.31)

1-1. *E. sinica* の草質茎を用いた挿し木の用土の違いによる発根率

実験期間:2012年6月26日~2012年11月15日

E. sinica(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 1-1 の草質茎:50 検体

用土:川砂(市販品), 焼成硬質赤玉土(株式会社プロトリーフ), バーミキュライト(バーミキュライト G20 細粒, ニッタイ株式会社), ベルムライト[ベルムライト 2W 中粒, ニッタイ株式会社, 化学成分(%):SiO₂ (39.90), TiO₂ (1.10), Al₂O₃ (14.21), Fe₂O₃ (8.63), MgO (24.01), CaO (0.87), P₂O₅ (0.21), K₂O (4.97), 水素イオン濃度 pH 7.5~8.0]

容器:遠心チューブ(クリスタル遠心管 バルク包装 50 mL, 型番 227261, グライナー社製), 脱脂綿
人工気象器:LPH-200RDSMP 及び LPH-220SP, 日本医化器械製作所

[設定条件:温度 25°C, 湿度 80%, ライト:24 時間連続照射(25,000~30,000 ルクス)]

Table 17-2. 「用土 1, 川砂:バーミキュライト=1:1(pH 7.6, 1 年後)」

検体 No.	発根					活着 確認日
	2012/7/20 (1ヶ月後)	2012/8/22 (2ヶ月後)	2012/9/18 (3ヶ月後)	2012/10/23 (4ヶ月後)	2012/11/15 (5ヶ月後)植替え	
1		○	○	○	○	2013/7/24
2						
3						
4						
5			○	○	○(枯れた)	
6		○	○	○	○	

7						
8						
9						
10			○	○	○	
発根数		2	4	4	4	
発根率		20%	40%	40%	40%	
活着数						1
活着率						10%

Table 17-3. 「用土 2, 赤玉土:バーミキュライト=1:1(pH 7.0, 1 年後)」

検体 No.	発根					活着 確認日
	2012/7/20 (1ヶ月後)	2012/8/22 (2ヶ月後)	2012/9/18 (3ヶ月後)	2012/10/23 (4ヶ月後)	2012/11/15 (5ヶ月後)植替え	2013/7/24
1		○	○	○	○(枯れた)	
2		○	○	○	○	
3				○	○	
4						
5						
6				○	○	
7			○	○	○(枯れた)	
8			○	○	○	
9						
10		○	○	○	○	
発根数		3	5	7	7	
発根率		30%	50%	70%	70%	
活着数						0
活着率						0%

Table 17-4. 「用土 3, バーミキュライト=100%(pH 7.0, 1 年後)」

検体 No.	発根					活着 確認日
	2012/7/20 (1ヶ月後)	2012/8/22 (2ヶ月後)	2012/9/18 (3ヶ月後)	2012/10/23 (4ヶ月後)	2012/11/15 (5ヶ月後)植替え	2013/7/24
1		○	○	○	○	○
2			○	○	○	
3						

1						
2					○	
3						
4						
5				○	○	
6						
7		○	○	○	○	
8						
9			○	○	○	
10			○	○	○	○
発根数		1	3	4	5	
発根率		10%	30%	40%	50%	
活着数						1
活着率						10%

1-2. *E. sinica* の草質茎を用いた挿し木の用土の違いによる発根率(本論 p.32)

実験期間:2014年6月26日~2014年10月24日

E. sinica(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 1-1 の草質茎:50 検体

用土:川砂(市販品), 焼成硬質赤玉土(株式会社プロトリーフ), バーミキュライト(バーミキュライト G20 細粒, ニツタイ株式会社), ベルムライト(ベルムライト 2W 中粒)

容器:イチゴ育苗用ポット(アイポット:矢崎化工株式会社)

人工気象器:LPH-200RDSMP 及び LPH-220SP, 日本医化器械製作所

[設定条件:温度 25°C, 湿度 80%, ライト:24 時間連続照射(25,000~30,000 ルクス)]

Table 18-2. 「バーミキュライトとベルムライト(白色バーミキュライト)の品質比較表¹³⁾」

化学成分(%)及び物性値	バーミキュライト	ベルムライト (白色バーミキュライト)
SiO ₂	35.76	39.90
TiO ₂		1.10
Al ₂ O ₃	21.17	14.21
Fe ₂ O ₃	19.13	8.63
MgO	11.44	24.01
CaO	1.59	0.87
P ₂ O ₅	0.09	0.21
K ₂ O	4.56	4.97
水素イオン濃度 pH	6.8	7.5~8.0
吸水率(%) (JIS A 1109 による)	350	450~600
単位容積重量 (Kg/L)	0.14	0.10

第2項 挿し木の保管場所

2-1. *E. sinica* の草質茎を用いた保管場所(ビニールハウス内, 人工気象器内)の違いによる発根率(本論 p.34)

実験期間:2009年5月22日~2009年10月21日, 2009年5月22日~2010年3月11日

E. sinica(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 1-1 の草質茎:77本

用土:川砂(市販品), バーミキュライト(バーミキュライト G20 細粒, ニッタイ株式会社)

容器:硬質ポリポット

人工気象器:LPH-200RDSMP 及び LPH-220SP, 日本医化器械製作所

[設定条件:温度 25°C, 湿度 80%, ライト:24時間連続照射(25,000~30,000ルクス)]

Table 19-2. 「*E. sinica* の挿し穂の大きさ(長さ, 重さ)」

	平均値(77本)
挿し穂の長さ(cm)	20.8
挿し穂の重さ(g)	0.17
10 cm 当たりの重さ(g)	0.083

Table 19-3. 「*E. sinica* の草質茎を用いた保管場所の違いによる発根率 - 1」

保管場所	条件 1		条件 2	
	人工気象器内	ビニールハウス内	人工気象器内	ビニールハウス内
挿し穂の長さ (平均)	8.38 cm	6.51 cm	16.0 cm	14.4 cm
標準偏差	1.08	1.92	2.95	2.92
重さの平均値	0.09 g	0.05 g	0.15 g	0.13 g
標準偏差	0.04	0.02	0.19	0.10
挿し穂の数	6	7	12	12
発根数	2	0	6	2
発根した根の長さ	1. 0.5 cm 2. 4.2 cm		1. 2.4 cm 2. 4.0 cm 3. 0.2 cm 4. 8.2 cm 5. 5.5 cm 6. 8.0 cm	1. 0.1 cm 2. 1.5 cm
発根した根の長さ 平均	2.35 cm		8.32 cm	0.8 cm
発根率(%)	33.3%	0%	50.0%	16.7%

Table 19-4. 「*E. sinica* の草質茎を用いた保管場所の違いによる発根率 - 2」

保管場所	条件 3		条件 4	
	人工気象器内	ビニールハウス内	人工気象器内	ビニールハウス内
挿し穂の長さ (平均)	25.4 cm	24.0 cm	34.18 cm	33.50 cm
標準偏差	2.94	5.15	4.05	3.22
重さの平均値	0.20 g	0.17 g	0.27 g	0.24 g
標準偏差	0.05	0.06	0.04	0.04
挿し穂の数	11	12	8	9
発根数	9	3	5	2
発根した根の長さ	1. 7.0 cm 2. 13.0 cm 3. 0.5 cm 4. 7.0 cm 5. 5.5 cm 6. 13.0 cm 7. 5.5 cm 8. 21.5 cm 9. 15.0 cm	1. 0.3 cm 2. 0.2 cm 3. 0.1 cm	1. 11.0 cm 2. 6.5 cm 3. 5.5 cm 4. 5.5 cm 5. 3.0 cm	1. 4.5 cm 2. 5.5 cm
発根した根の長さ 平均	9.7 cm	0.2 cm	6.3 cm	5.0 cm
発根率 (%)	81.8%	25.0%	62.5%	22.2%

Table 19-5. 「*E. sinica* の草質茎を用いた保管場所の違いによる発根率 - 3」

保管場所	条件 1		条件 2		条件 3		条件 4	
	人工気象器内	ビニールハウス内	人工気象器内	ビニールハウス内	人工気象器内	ビニールハウス内	人工気象器内	ビニールハウス内
挿し穂の長さ (平均)	8.38 cm	6.51 cm	25.4 cm	24.0 cm	34.18 cm	33.50 cm	16.0 cm	14.4 cm
標準偏差	1.08	1.92	2.94	5.15	4.05	3.22	2.95	2.92
重さの平均値	0.09 g	0.05 g	0.20 g	0.17 g	0.27 g	0.24 g	0.15 g	0.13 g

標準偏差	0.04	0.02	0.05	0.06	0.04	0.04	0.19	0.10
挿し穂の数	6	7	11	12	8	9	12	12
発根数	2	0	9	3	5	2	6	2
発根した根の長さ 平均	2.35 cm		9.7 cm	0.2 cm	6.3 cm	5.0 cm	8.32 cm	0.8 cm
発根率(%)	33.3%	0%	81.8%	25.0%	62.5%	22.2%	50.0%	16.7%

2-2. 「*E. likiangensis* の草質茎を用いた保管場所(ビニールハウス内)による発根率」(本論 p.35)

実験期間:2009年6月24日～2010年5月13日

E. likiangensis (金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 5-1 の草質茎:12本

用土:川砂(市販品), バーミキュライト(バーミキュライト G20 細粒, ニッタイ株式会社)

容器:硬質ポリポット

人工気象器:LPH-200RDSMP 及び LPH-220SP, 日本医化器械製作所

[設定条件:温度 25℃, 湿度 80%, ライト:24 時間連続照射 (25,000～30,000 ルクス)]

Table 20-2. 「*E. likiangensis* の草質茎を用いた保管場所による発根率(11ヶ月後)」

検体	茎の長さ(cm)	茎の重さ(g)	発根の有無
1	18.6	2.5	○
2	22.9	3.1	○
3	27.0	1.0	○
4	17.4	1.5	×
5	19.4	2.1	○
6	27.2	1.2	×
7	20.3	1.7	○
8	38.0	1.6	○
9	19.0	1.2	×
10	25.2	0.6	○
11	25.1	1.8	○
12	33.0	1.4	×
平均	24.43	1.6	
標準偏差	5.99	0.6	
発根数	8.00		
発根率(%)	66.67		
10 cm 当たりの重さ		0.672	

第3項 挿し木の用土と吸水用の水の pH(本論 p.36)

実験期間:2012年11月14日~2013年3月22日

E. sinica (金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 1-1 の草質茎:120 検体

用土:川砂(市販品), 硬質赤玉土(株式会社プロトリーフ), 市販栽培土(プランターの土, 株式会社秋本天産物), バーミキュライト(バーミキュライト G20 細粒, ニッタイ株式会社)

炭酸ナトリウム[Na₂CO₃(無水)], 和光純薬工業株式会社

硫酸水素ナトリウム - 水和物(NaHSO₄・H₂O), 和光純薬工業株式会社

容器:イチゴ育苗用ポット(アイポット:矢崎化工株式会社)

人工気象器:LPH-200RDSMP 及び LPH-220SP, 日本医化器械製作所

[設定条件:温度 25°C, 湿度 80%, ライト:24 時間連続照射 (25,000~30,000 ルクス)]

pH メーター:コンパクトペーハーメーターB212, 株式会社堀場製作所

尚, pH の測定は, 土壌 10 g に対して水 25mL を加え攪拌し, 1 時間後測定した¹⁷⁾.

Table 22-2. 「*E. sinica* の草質茎を用いた挿し木の用土及び吸水用の水の pH と発根率(4 ヶ月後)」

	挿し木日 (2012/11/14)	観察日 (2012/12/13)	観察日 (2013/1/16)	植替え日 (2013/3/22)	発根率
pH 6	pH(調製時):7.5	pH(調製時):5.9	pH(調製時):6.1		
用土	挿し木数	発根数	発根数	発根数	
赤玉土:バーミキュライト(pH 7.0)	10		1	1	10.0%
川砂:バーミキュライト(pH 7.6)	10		0	1	10.0%
市販栽培用土(pH 6.6)	10		1	4	40.0%
pH 7	pH(調製時):7.5	pH(調製時):7.0	pH(調製時):7.8		
用土	挿し木数	発根数	発根数	発根数	
赤玉土:バーミキュライト	10		0	1	10.0%
川砂:バーミキュライト	24		1	3	30.0%
市販栽培用土	10		0	0	0.0%
pH 8	pH(調製時):7.5	pH(調製時):8.0	pH(調製時):8.2		
用土	挿し木数	発根数	発根数	発根数	
赤玉土:バーミキュライト	10		5	5	50.0%
川砂:バーミキュライト	10		3	5	50.0%
市販栽培用土	10		1	1	10.0%
pH 9	pH(調製時):7.5	pH(調製時):9.0	pH(調製時):9.1		
用土	挿し木数	発根数	発根数	発根数	
赤玉土:バーミキュライト	10		1	1	10.0%
川砂:バーミキュライト	10		1	1	10.0%
市販栽培用土	10		1	1	10.0%

第4項 挿し木の深さ(本論 p.38)

実験期間:2014年5月15日~2014年10月12日

E. sinica (金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 6-1 の草質茎:36 検体
 用土:川砂(市販品), バーミキュライト(国産バーミキュライト, ブイエス科工株式会社)

容器:イチゴ育苗用ポット(アイポット:矢崎化工株式会社)

人工気象器:LPH-200RDSMP 及び LPH-220SP, 日本医化器械製作所

[設定条件:温度 25°C, 湿度 80%, ライト:24 時間連続照射(25,000~30,000 ルクス)]

Table 24-2. 「挿し穂の長さ(節間の長さ(挿し穂の長さ 10~20 cm))」

検体 No.	茎の長さ(cm)	節の数	節間の長さ(cm)
1	18.3	7	2.61
2	13.9	5	2.78
3	19.5	6	3.25
4	17.8	4	4.45
5	14.6	5	2.92
6	19.4	6	3.23
7	12.9	4	3.23
8	11.7	3	3.90
9	18.0	6	3.00
10	18.1	5	3.62
11	16.6	4	4.15
12	11.5	4	2.88
13	15.1	4	3.78
14	11.7	3	3.90
15	12.0	4	3.00
16	18.0	5	3.60
17	15.2	3	5.07
18	13.7	3	4.57
19	17.1	5	3.42
20	18.9	5	3.78
21	17.1	5	3.42
22	12.9	3	4.30
23	11.0	4	2.75
24	10.2	3	3.40
平均	15.2	4.42	3.54
標準偏差	2.9	1.11	0.62

Table 24-3. 「挿し穂の長さ(挿し穂の長さ 20.1～30 cm)」

検体 No.	茎の長さ(cm)	節の数	節間の長さ(cm)
1	26.9	9	2.99
2	23.4	7	3.34
3	21.0	7	3.00
4	21.4	6	3.57
5	23.4	7	3.34
6	23.9	6	3.98
7	28.1	8	3.51
8	29.7	8	3.71
9	24.5	8	3.06
10	28.5	7	4.07
11	28.7	7	4.10
12	21.9	7	3.13
13	27.5	7	3.93
14	27.0	7	3.86
15	21.5	6	3.58
16	29.2	8	3.65
17	30.0	7	4.29
18	30.0	8	3.75
19	27.2	7	3.89
20	21.0	6	3.50
21	27.0	7	3.86
22	27.5	8	3.44
23	29.7	7	4.24
平均	26.0	7.17	3.64
標準偏差	3.1	0.76	0.38

Table 24-4. 「挿し穂の長さ(挿し穂の長さ 30.1～40 cm)」

検体 No.	茎の長さ(cm)	節の数	節間の長さ(cm)
1	32.1	10	3.21
2	30.4	9	3.38
3	31.7	9	3.52
4	31.7	9	3.52
5	37.3	10	3.73
6	39.7	11	3.61
7	39.8	10	3.98
8	30.7	7	4.39

9	35.2	8	4.40
10	31.5	8	3.94
11	39.0	11	3.55
12	36.5	9	4.06
13	35.3	8	4.41
14	33.5	8	4.19
15	30.5	9	3.39
平均	34.3	9.1	3.8
標準偏差	3.3	1.1	0.4

第5項 挿し木期間

5-1. *E. sinica* の草質茎による保管場所の違いによる挿し木期間 - ビニールハウス内 (本論 p.40)

実験期間:2009年5月22日~2009年10月21日, 2009年5月22日~2010年3月11日

E. sinica (金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 G-1 の草質茎:40 検体

用土:川砂(市販品), バーミキュライト(バーミキュライト G20 細粒, ニッタイ株式会社)

容器:硬質ポリポット

5-2. *E. sinica* の草質茎による保管場所の違いによる挿し木期間 - 人工気象器内 (本論 p.41)

実験期間:2012年5月18日~2012年11月15日

E. sinica (金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 1-1 の草質茎:50 検体

用土:川砂(市販品), バーミキュライト(バーミキュライト G20 細粒, ニッタイ株式会社)

容器:遠心チューブ(クリスタル遠心管 バルク包装 50 mL, 型番 227261, グライナー社製), 脱脂綿

人工気象器:LPH-200RDSMP 及び LPH-220SP, 日本医化器械製作所

[設定条件:温度 25°C, 湿度 80%, ライト:24 時間連続照射 (25,000~30,000 ルクス)]

Table 26-2. 「*E. sinica* の草質茎による保管場所の違いによる挿し木期間 - 人工気象器内(6ヶ月後)」

検体 No.	挿し木の長さ (cm)	挿し木の重量 (乾燥前 g)	挿し木の重量 (乾燥後 g)	乾燥率 (%)	発根確認					
					2012/6/26	2012/7/20	2012/8/22	2012/9/18	2012/10/23	2012/11/14
					(1ヶ月後)	(2ヶ月後)	(3ヶ月後)	(4ヶ月後)	(5ヶ月後)	(6ヶ月後)
1	21.1	0.2022	0.1672	17.3						
2	23.5	0.2315	0.1908	17.6			○	○	○	○
3	22.2	0.2115	0.1734	18.0			○	○	○	○
4	23.1	0.2460	0.2129	13.5				○	○	○
5	21.0	0.2055	0.1615	21.4				○	○	○
6	21.2	0.2151	0.1800	16.3						
7	23.8	0.2549	0.2061	19.1			○	○	○	○
8	22.6	0.2264	0.1912	15.5		○	○	○	○	○
9	23.5	0.2382	0.1993	16.3			○	○	○	○
10	23.3	0.2225	0.1786	19.7			○	○	○	○

11	20.0	0.1782	0.1546	13.2		○	○	○	○	○
12	27.5	0.3470	0.2908	16.2					○	○
13	21.4	0.2145	0.1813	15.5						
14	20.5	0.1889	0.1676	11.3						○
15	22.5	0.2260	0.1921	15.0			○	○	○	○
16	24.0	0.2364	0.1943	17.8			○	○	○	○
17	25.7	0.2840	0.2407	15.2			○	○	○	○
18	17.3	0.1764	0.1452	17.7			○	○	○	○
19	18.1	0.1646	0.1350	18.0	○	○	○	○	○	○
20	19.4	0.1958	0.1615	17.5			○	○	○	○
21	17.8	0.1628	0.1290	20.8						
22	18.6	0.1971	0.1548	21.5			○	○	○	○
23	20.5	0.1895	0.1589	16.1			○	○	○	○
24	17.0	0.1601	0.1305	18.5			○	○	○	○
25	16.5	0.1616	0.1263	21.8				○	○	○
26	15.6	0.1165	0.0858	26.4			○	○	○	○
27	17.8	0.1693	0.1355	20.0			○	○	○	○
28	18.2	0.1748	0.1419	18.8			○	○	○	○
29	19.5	0.1900	0.1582	16.7			○	○	○	○
30	17.7	0.1521	0.1219	19.9			○	○	○	○
31	17.4	0.1413	0.1034	26.8	○	○	○	○	○	○
32	18.7	0.1745	0.1466	16.0			○	○	○	○
33	18.0	0.1590	0.1253	21.2			○	○	○	○
34	17.1	0.1804	0.1430	20.7						
35	19.1	0.1964	0.1579	19.6			○	○	○	○
36	18.2	0.1883	0.1563	17.0	○	○	○	○	○	○
37	16.8	0.1502	0.1209	19.5						
38	17.8	0.1615	0.1297	19.7	○	○	○	○	○	○
39	13.9	0.1123	0.0910	19.0					○	○
40	19.4	0.1824	0.1506	17.4	○	○	○	○	○	○
41	16.0	0.1302	0.1070	17.8						
42	13.8	0.1158	0.0950	18.0						
43	19.5	0.1900	0.1602	15.7				○	○	○
44	12.2	0.0862	0.0650	24.6				○	○	○
45	16.0	0.1258	0.1000	20.5						
46	13.7	0.0961	0.0727	24.3			○	○	○	○
47	20.0	0.1862	0.1480	20.5			○	○	○	○

48	12.8	0.0881	0.0734	16.7						
49	19.3	0.1942	0.1560	19.7			○	○	○	○
50	13.1	0.1004	0.0749	25.4		○	○	○	○	○
平均	19.1	0.1820	0.1489	18.7						
標準偏差	3.4	0.0498	0.0437							
発根数					0	8	32	37	39	40
発根率(%)					0	16%	64%	74%	78%	80%

第6項 人工気象器内の照明(明るさ) (本論 p.43)

実験期間:2012年5月18日~2012年11月15日

E. sinica(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 1-1 の草質茎:100 検体

容器:遠心チューブ(クリスタル遠心管 バルク包装 50 mL, 型番 227261, グライナー社製), 脱脂綿

用土:川砂(市販品), バーミキュライト(バーミキュライト G20 細粒, ニッタイ株式会社)

人工気象器:LPH-200RDSMP 及び LPH-220SP, 日本医化器械製作所

[設定条件:温度 25°C, 湿度 80%, ライト:24 時間連続照射]

Table 27-2. 人工気象器内の照明の明るさと発根率-全灯照明

	挿し木の長さ (cm)	挿し木の重量 (乾燥前 g)	発根確認					
			2012/6/26 (1ヶ月後)	2012/7/20 (2ヶ月後)	2012/8/22 (3ヶ月後)	2012/9/18 (4ヶ月後)	2012/10/23 (5ヶ月後)	2012/11/14 (6ヶ月後)
平均	19.1	0.1820						
標準偏差	3.4	0.0498						
発根数			0	8	32	37	39	40
発根率(%)			0	16%	64%	74%	78%	80%

Table 27-3. 人工気象器内の照明の明るさと発根率-半灯照明

	挿し木の長さ (cm)	挿し木の重量 (乾燥前 g)	発根確認					
			2012/6/26 (1ヶ月後)	2012/7/20 (2ヶ月後)	2012/8/22 (3ヶ月後)	2012/9/18 (4ヶ月後)	2012/10/23 (5ヶ月後)	2012/11/14 (6ヶ月後)
平均	18.3	0.1682						
標準偏差	2.9	0.0414						
発根数			0	11	22	30	31	33
発根率(%)			0	22%	44%	60%	62%	66%

第7項 挿し木の時期

7-1. *E. sinica* の草質茎を用いた挿し木の時期と発根率 - ビニールハウス内(本論 p.44)

実験期間 条件 1:2008年5月30日~2008年8月28日,

条件 2:2008年6月27日~2008年9月25日

条件 3:2008年7月28日~2008年11月14日

E. sinica(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 1-1 の草質茎:38 検体

容器:硬質ポリポット

用土:川砂(市販品),バーミキュライト(バーミキュライト G20 細粒, ニッタ株式会社), ベルムライト(ベルムライト 2W 中粒, ニッタ株式会社), 硬質赤玉土(株式会社プロトリーフ)

7-2. *E. sinica* の草質茎を用いた挿し木の時期と発根率-人工気象器内(本論 p.47)

実験期間 条件 1:2010 年 6 月 8 日~2010 年 10 月 19 日

条件 2:2010 年 7 月 14 日~2010 年 11 月 21 日

条件 3:2010 年 10 月 20 日~2011 年 3 月 27 日

条件 4:2010 年 11 月 21 日~2011 年 3 月 27 日

E. sinica(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 1-1 の草質茎:44 検体

E. sinica(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 G-1 の草質茎:40 検体

用土:用土:川砂(市販品),バーミキュライト(バーミキュライト G20 細粒, ニッタ株式会社)

容器:イチゴ育苗用ポット(にらポット)

人工気象器:LPH-200RDSMP 及び LPH-220SP, 日本医化器械製作所

[設定条件:温度 25℃, 湿度 80%, ライト:24 時間連続照射(25,000~30,000 ルクス)]

Table 29-2. 「*E. sinica* の草質茎を用いた挿し木の時期と発根率 - 人工気象器内(4~5 ヶ月後)」

検体 No.	条件 1 (I-1)		条件 2 (G-1)		条件 3 (I-1)		条件 4 (G-1)	
	挿し木日 (2010/6/8)	確認日 (2010/10/19)	挿し木日 (2010/7/14)	確認日 (2010/11/21)	挿し木日 (2010/10/20)	確認日 (2011/3/27)	挿し木日 (2010/11/21)	確認日 (2011/3/27)
	挿し木の長さ (cm)	発根の有無	挿し木の長さ (cm)	発根の有無	挿し木の長さ (cm)	発根の有無	挿し木の長さ (cm)	発根の有無
1	17.9	発根無し	29.7	発根無し	21.0	枯れた	27.3	発根有り
2	20.8	枯れた	26.9	発根無し	12.5	発根有り	22.5	発根有り
3	15.9	発根有り	20.5	発根有り	16.6	発根有り	19.6	発根有り
4	23.5	発根有り	15.0	発根有り	22.4	発根有り	17.6	発根有り
5	18.0	枯れた	19.7	発根有り	28.5	発根有り	25.7	発根有り
6	19.2	発根有り	13.0	発根有り	13.8	枯れた	18.4	発根有り
7	16.6	発根有り	20.1	発根有り	21.6	発根有り	20.1	枯れた
8	17.9	枯れた	12.3	発根有り	17.0	枯れた	22.2	発根有り
9	14.8	枯れた	35.8	発根有り	19.3	発根無し	23.5	発根有り
10	20.9	枯れた	28.1	発根有り	23.5	発根有り	19.6	発根有り
11	15.7	枯れた	27.1	発根有り	23.8	枯れた	22.8	発根有り
12	18.1	発根有り	17.5	発根有り	17.8	発根有り	26.0	発根有り
13	20.2	発根無し	30.0	発根有り	24.2	枯れた	23.5	発根有り
14	16.1	発根有り	20.5	枯れた	12.1	枯れた	17.3	発根有り
15	20.5	枯れた	20.2	発根有り	17.9	発根有り	24.1	発根有り
16	14.3	枯れた	28.3	発根無し	19.7	発根有り	14.8	枯れた
17	17.5	発根無し	30.7	発根有り	14.2	枯れた	13.8	発根有り

18	22.1	枯れた	30.2	発根有り	23.3	発根有り	13.0	発根有り
19	25.1	発根無し	17.1	発根有り	22.3	発根有り	13.2	枯れた
20	21.9	枯れた	17.4	発根無し	16.4	枯れた	13.5	発根有り
21	20.2	発根無し						
22	18.2	枯れた						
23	16.0	枯れた						
24	16.2	枯れた						
挿し木 期間	4ヶ月間		4ヶ月間		5ヶ月間		4ヶ月間	
平均	18.7		23.0		19.4		19.9	
標準 偏差	2.8		6.6		4.3		4.5	
発根数	6		14		10		17	
発根率 (%)	25%		70%		50%		85%	

Table 29-3-1. 「2010年6月7日～2013年11月13日にかけて計11回, *E. sinica* (標本:株番号:1-1, G-1)の草質茎を用い, すべて挿し床に1本ずつ挿し木を行い, 人工気象器内に保管したデータをもとに挿し木穂剪定時の平均気温等と発根率について検討を行った.」(尚、平均気温などのデータは気象庁ホームページより引用18)

挿し穂 剪定日 (親株)	気温(°C)			湿度 (%)	天気 (6:00~18:00)	挿し木数	発根数	発根確認日 (挿し木期間)	発根率 (%)
	平均	最高	最低	平均					
2010/6/7 (1-1)	20.9	25.2	16.4	63	曇一時晴	24	6	2010/10/19 (4ヶ月間)	25.0
2010/7/13 (G-1)	22.5	24.5	21.3	84	雨時々曇	20	14	2010/11/21 (4ヶ月間)	70.0
2010/10/19 (1-1)	18.1	21.4	15.6	61	薄曇	20	10	2011/3/27 (5ヶ月間)	50.0
2010/11/21 (G-1)	11.6	17.4	6.2	67	快晴	20	17	2011/3/27 (4ヶ月間)	85.0
2011/11/21 (1-1)	8.0	10.8	5.7	75	雨一時曇, 雷・あられを伴う	20	5	2012/3/22 (4ヶ月間)	25.0
2011/11/21 (1-1)	8.0	10.8	5.7	75	雨一時曇, 雷・あられを伴う	20	3	2012/3/22 (4ヶ月間)	15.0
2012/5/18 (1-1)	15.5	17.9	13.8	72	曇一時雨後晴	50	37	2012/9/18 (4ヶ月間)	74.0

2012/6/26 (1-1)	22.0	26.3	18.5	73	曇時々晴	10	3	2012/10/23 (4ヶ月間)	30.0
2012/11/14 (1-1)	7.8	11.2	4.5	76	雨時々曇, 雷・ひょうを伴う	96	11	2013/3/22 (4ヶ月間)	11.5
2013/5/14 (G-1)	19.8	26.9	13.7	66	薄曇時々晴	10	0	2013/9/26 (4ヶ月間)	0.0
2013/5/14 (G-1)	19.8	26.9	13.7	66	薄曇時々晴	10	0	2013/9/26 (4ヶ月間)	0.0
2013/5/14 (G-1)	19.8	26.9	13.7	66	薄曇時々晴	10	0	2013/9/26 (4ヶ月間)	0.0
2013/10/25 (1-1)	17.0	18.1	14.8	93	大雨	96	44	2014/3/19 (5ヶ月間)	45.8
2013/11/13 (1-1)	5.7	7.5	3.9	84	雨後一時曇	12	5	2014/3/19 (4ヶ月間)	41.7
2013/11/13 (1-1)	5.7	7.5	3.9	84	雨後一時曇	12	6	2014/3/19 (4ヶ月間)	50.0
2013/11/13 (G-1)	5.7	7.5	3.9	84	雨後一時曇	12	11	2014/3/19 (4ヶ月間)	91.7
2013/11/13 (G-1)	5.7	7.5	3.9	84	雨後一時曇	12	11	2014/3/19 (4ヶ月間)	91.7

Table 29-3-2. 上記 Table 29-3-1 の実験内容

	挿し穂剪定日	親株	実験内容	
1	2010年6月7日	<i>E. sinica</i> (標本:株番号:1-1)	第三章, 第2節, 第7項(7-2)	挿し木の時期について
2	2010年7月13日	<i>E. sinica</i> (標本:株番号:G-1)	第三章, 第2節, 第7項(7-2)	挿し木の時期について
3	2010年10月19日	<i>E. sinica</i> (標本:株番号:1-1)	第三章, 第2節, 第7項(7-2)	挿し木の時期について
4	2010年11月21日	<i>E. sinica</i> (標本:株番号:G-1)	第三章, 第2節, 第7項(7-2)	挿し木の時期について
5	2011年11月21日	<i>E. sinica</i> (標本:株番号:1-1)		
6	2012年5月18日	<i>E. sinica</i> (標本:株番号:1-1)	第三章, 第2節, 第5項(5-2)	挿し木期間について
7	2012年6月26日	<i>E. sinica</i> (標本:株番号:1-1)	第三章, 第2節, 第1項(1-1)	挿し木に適した用土について
8	2012年11月14日	<i>E. sinica</i> (標本:株番号:1-1)	第三章, 第2節, 第3項(1-1)	挿し木の用土と吸水用の水の pHについて
9	2013年5月14日	<i>E. sinica</i> (標本:株番号:G-1)	第三章, 第1節, 第6項(6-1)	挿し穂処理の違いについて
10	2013年10月25日	<i>E. sinica</i> (標本:株番号:1-1)	第三章, 第4節, 第4項(4-1)	クローン株を用いた NPK 比について
11	2013年11月13日	<i>E. sinica</i> (標本:株番号:1-1) <i>E. sinica</i> (標本:株番号:G-1)	第三章, 第3節	親株の生育環境について

Table 29-4. 「挿し木の時期(*E. sinica* 標本:株番号 1-1, G-1)による発根率の違い - 1」

時期	挿し木数	発根数	発根率(%)
5月	80	37	46.3
6月	34	9	26.5
7月	20	14	70.0
10月	116	54	46.6
11月	204	69	33.8

Table 29-5. 「挿し木の時期(*E. sinica* 標本:株番号 1-1, G-1)による発根率の違い - 2」

時期	挿し木数	発根数	発根率(%)
5月～7月	134	60	44.8
10月～11月	320	123	38.4

Table 29-6. 「挿し木の時期(*E. sinica* 標本:株番号 1-1 のみ)による発根率の違い - 1」

時期	挿し木数	発根数	発根率(%)
5月	50	37	74.0
6月	34	9	26.5
10月	116	54	46.6
11月	160	30	18.8

Table 29-7. 「挿し木の時期(*E. sinica* 標本:株番号 1-1 のみ)による発根率の違い - 2」

時期	挿し木数	発根数	発根率(%)
5月～6月	84	46	54.8
10月～11月	276	84	30.4

Table 29-8. 「挿し木時の平均気温(°C) (*E. sinica* 標本:株番号 1-1, G-1)による発根率の違い」

挿し穂剪定時	挿し木数	発根数	発根率(%)
20.1～25°C以下	54	23	42.6
10.1～20°C以下	216	108	50
10°C以下	184	52	28.3

Table 29-9. 「挿し木時の平均湿度(%) (*E. sinica* 標本:株番号 1-1, G-1)による発根率の違い」

挿し穂剪定時	挿し木数	発根数	発根率(%)
80.1%以上	164	91	55.5
70.1～80%以下	196	59	30.1

60.1~70%以下	94	33	35.1
------------	----	----	------

第8項 挿し木の挿し方

E. sinica の草質茎を用いたポット内の挿し木数と生存(発根)率(本論 p.49)

実験期間:2013年10月25日~2014年3月19日

E. sinica(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 1-1 の草質茎:200 検体

用土:川砂(市販品), バーミキュライト(バーミキュライト G20 細粒, ニッタイ株式会社)

容器:硬質ポリポット

(予備実験)

実験期間:2012年5月19日~2012年10月24日

E. sinica(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 1-1 の草質茎:40 検体

用土:硬質赤玉土(株式会社プロトリーフ), 川砂(市販品), バーミキュライト(国産バーミキュライト, ブイエス科工株式会社)

容器:硬質ポリポット

人工気象器:LPH-200RDSMP 及び LPH-220SP, 日本医化器械製作所

[設定条件:温度 25°C, 湿度 80%, ライト:24 時間連続照射(25,000~30,000 ルクス)]

第3節 親株の生育環境

E. sinica の草質茎を用いた親株の生育環境と発根率(本論 p.53)

実験期間:2013年11月13日~2014年3月19日

E. sinica(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 1-1 の草質茎:24 検体

E. sinica(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 G-1 の草質茎:24 検体

容器:イチゴ育苗用ポット(アイポット:矢崎化工株式会社)

用土:川砂(市販品), バーミキュライト(国産バーミキュライト, ブイエス科工株式会社)

人工気象器:LPH-200RDSMP 及び LPH-220SP, 日本医化器械製作所

[設定条件:温度 25°C, 湿度 80%, ライト:24 時間連続照射(25,000~30,000 ルクス)]

Table 31-2. 「同時期に *E. sinica*(標本:株番号 1-1)の草質茎を用いた発根率」

親株の生育環境	挿し穂剪定日	挿し木日	ポット	挿し木数	発根数	発根確認日(挿し木期間)	発根率(%)	平均(%)
砂地(1-1)	2011/11/21 (最低気温 5.7°C)	2011/11/21	イチゴ育苗用	20	5	2012/3/22(4ヶ月間)	25.0	20
砂地(1-1)	2011/11/21	2011/11/22	イチゴ育苗用	20	3	2012/3/22(4ヶ月間)	15.0	
砂地(1-1)	2012/11/14 (最低気温 4.5°C)	2012/11/15	遠心チューブ	96	11	2013/3/22(4ヶ月間)	11.5	11.5
砂地(1-1)	2013/11/13 (最低気温 3.9°C)	2013/11/13	イチゴ育苗用	12	5	2014/3/19(4ヶ月間)	41.7	
砂地(1-1)	2013/11/13	2013/11/14	イチゴ育苗用	12	6	2014/3/19(4ヶ月間)	50.0	45.8
砂地(1-1)	2010/6/7 (最低気温 16.4°C)	2010/6/8	イチゴ育苗用	20	6	2010/10/19(4ヶ月間)	30.0	
砂地(1-1)	2012/6/26 (最低気温 18.5°C)	2012/6/27	遠心チューブ	10	3	2012/10/23(4ヶ月間)	30.0	
砂地(1-1)	2010/10/19 (最低気温 15.6°C)	2010/10/20	イチゴ育苗用	20	10	2011/3/27(5ヶ月間)	50.0	
砂地(1-1)	2013/10/25 (最低気温 14.8°C)	2013/10/26	イチゴ育苗用	96	44	2014/3/19(5ヶ月間)	45.8	

第4節 活着後の生育

第1項 挿し木の時期(本論 p.54)

実験期間 条件1:2010年10月19日～2011年6月8日

条件2:2010年11月21日～2011年6月8日

条件3:2011年3月27日～2011年6月8日

条件4:2011年3月27日～2011年6月8日

E. sinica(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 1-1 のクローン株:16 検体

E. sinica(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 G-1 のクローン株:31 検体

容器:硬質ポリポット

用土:市販栽培土(プランターの土, 株式会社秋本天産物)

Table 32-2. *E. sinica* のクローン株を用いた挿し木時期の違いによる活着後の生長 - 条件 1

	条件 1							
	挿し木日 (2010/6/8)	発根確認日 (2010/10/19)	生育確認日 (2011/4/25)	確認日(2011/6/8)				
検体 No.	挿し木の 長さ (cm)	発根の有無	生育状況	地上茎の 長さ (合計 cm)	一番長い 地上茎 (cm)	挿し木時との 長さの違い (cm)	地上茎 の本数	地上茎の長さ (平均 cm)
1	17.9	発根無し	枯れた					
2	20.8	枯れた						
3	15.9	発根有り	生育	9.0	9.0	-6.9	1	9.0
4	23.5	発根有り	生育	13.0	13.0	-10.5	1	13.0
5	18.0	枯れた						
6	19.2	発根有り	生育	42.4	10.0	-9.2	6	7.1
7	16.6	発根有り	生育	9.0	9.0	-7.6	1	9.0
8	17.9	枯れた						
9	14.8	枯れた						
10	20.9	枯れた						
11	15.7	枯れた						
12	18.1	発根有り	枯れた					
13	20.2	発根無し	枯れた					
14	16.1	発根有り	生育	9.5	9.5	-6.6	1	9.5
15	20.5	枯れた						
16	14.3	枯れた						
17	17.5	発根無し	枯れた					
18	22.1	枯れた						
19	25.1	発根無し	枯れた					
20	21.9	枯れた						
21	20.2	発根無し	生育	9.6	9.6	-10.6	1	9.6

22	18.2	枯れた						
23	16.0	枯れた						
24	16.2	枯れた						
挿し木期間	4ヶ月間							
地上茎の長さ (平均 cm)	18.7			15.4	10.0	-8.6	1.8	9.5
標準偏差	2.8			13.3	1.5	1.6	2.0	1.8
発根数	6							
発根率(%)	25%							

Table 32-3. *E. sinica* のクローン株を用いた挿し木時期の違いによる活着後の生長 - 条件 2

	条件 2							
	挿し木日 (2010/7/14)	発根確認日 (2010/11/21)	生育確認日 (2011/4/25)	確認日 (2011/6/8)				
検体 No.	挿し木の長さ (cm)	発根の有無	生育状況	地上茎の長さ (合計 cm)	一番長い地上茎 (cm)	挿し木時との長さの違い (cm)	地上茎の本数	地上茎の長さ (平均 cm)
1	29.7	発根無し	枯れた					
2	26.9	発根無し	枯れた					
3	20.5	発根有り	生育	19.0	17.0	-3.5	2	9.5
4	15.0	発根有り	生育	35.5	13.0	-2.0	4	8.9
5	19.7	発根有り	生育	21.0	15.1	-4.6	2	10.5
6	13.0	発根有り	生育	16.2	12.2	-0.8	2	8.1
7	20.1	発根有り	生育	44.2	13.5	-6.6	7	6.3
8	12.3	発根有り	生育	19.4	10.2	-2.1	2	9.7
9	35.8	発根有り	生育	57.8	29.0	-6.8	11	5.3
10	28.1	発根有り	生育	38.2	24.8	-3.3	4	9.6
11	27.1	発根有り	生育	47.8	17.2	-9.9	8	6.0
12	17.5	発根有り	生育	17.5	12.8	-4.7	2	8.8
13	30.0	発根有り	枯れた					
14	20.5	枯れた						
15	20.2	発根有り	生育	17.6	9.4	-10.8	4	4.4
16	28.3	発根無し	枯れた					
17	30.7	発根有り	枯れた					
18	30.2	発根有り (枯れた)	枯れた					

19	17.1	発根有り	生育	11.8	11.8	-5.3	1	11.8
20	17.4	発根無し	枯れた					
挿し木期間	4ヶ月間							
地上茎の長さ (平均 cm)	23.0			28.8	15.5	-5.0	4.1	8.2
標準偏差	6.6			15.1	5.9	2.9	3.1	2.2
発根数	14							
発根率(%)	70%							

Table 32-4. *E. sinica* のクローン株を用いた挿し木時期の違いによる活着後の生長 - 条件 3

	条件 3							
	挿し木日 (2010/10/20)	発根確認日 (2011/3/27)	生育確認日 (2011/4/25)	確認日 (2011/6/8)				
検体 No.	挿し木の長さ (cm)	発根の有無	生育状況	地上茎の長さ (合計 cm)	一番長い地上茎 (cm)	挿し木時との長さの違い	地上茎の本数	地上茎の長さ (平均 cm)
1	21.0	枯れた						
2	12.5	発根有り	生育	33.9	21.5	+9.0	3	11.3
3	16.6	発根有り	生育	61.7	26.8	+10.2	3	20.6
4	22.4	発根有り (枯れた)						
5	28.5	発根有り	生育	60.8	38.7	+10.2	2	30.4
6	13.8	枯れた						
7	21.6	発根有り	生育	56.8	30.1	+8.5	3	18.9
8	17.0	枯れた						
9	19.3	発根無し	枯れた					
10	23.5	発根有り	生育	67.2	32.0	+8.5	3	22.4
11	23.8	枯れた						
12	17.8	発根有り	生育	32.6	11.7	-6.1	3	10.9
13	24.2	枯れた						
14	12.1	枯れた						
15	17.9	発根有り	生育	72.1	29.0	+11.1	3	24.0
16	19.7	発根有り	生育	63.6	26.8	+7.1	4	15.9
17	14.2	枯れた						
18	23.3	発根有り	生育	45.0	31.4	+8.1	2	22.5
19	22.3	発根有り	生育	10.9	10.2	-12.1	2	5.5

20	16.4	枯れた						
挿し木期間	5ヶ月間							
地上茎の長さ (平均 cm)	19.4			50.5	25.8	+5.5	2.8	18.2
標準偏差	4.3			19.4	9.0	7.5	0.6	7.0
発根数	10							
発根率(%)	50%							

Table 32-5. *E.sinica* のクローン株を用いた挿し木時期の違いによる活着後の生長 - 条件 4

検体 No.	条件 4							
	挿し木日 (2010/11/21)	確認日 (2011/3/27)	確認日 (2011/4/25)	確認日 (2011/6/8)				
	挿し木の長さ (cm)	発根の有無	生育状況	地上茎の長さ (合計 cm)	一番長い地上茎 (cm)	挿し木時との長さの違い (cm)	地上茎の本数	地上茎の長さ (平均 cm)
1	27.3	発根有り	生育	59.1	30.8	+3.5	3	19.7
2	22.5	発根有り	生育	47.0	30.2	+7.7	2	23.5
3	19.6	発根有り	生育	37.2	23.8	+4.2	2	18.6
4	17.6	発根有り	生育	16.2	9.8	-7.8	2	8.1
5	25.7	発根有り	生育	48.8	31.2	+5.5	2	24.4
6	18.4	発根有り	生育	17.4	15.4	-3.0	2	8.7
7	20.1	枯れた						
8	22.2	発根有り	生育	75.0	28.5	+6.3	3	25.0
9	23.5	発根有り	枯れた					
10	19.6	発根有り	生育	46.9	31.9	+12.3	2	23.5
11	22.8	発根有り	生育	68.7	27.6	+4.8	3	22.9
12	26.0	発根有り	生育	91.0	30.3	+4.3	4	22.8
13	23.5	発根有り	生育	75.4	31.2	+7.7	3	25.1
14	17.3	発根有り	生育	44.6	36.0	+18.7	2	22.3
15	24.1	発根有り	生育	55.1	37.5	+13.4	2	27.6
16	14.8	枯れた						
17	13.8	発根有り	生育	56.8	23.6	+9.8	4	14.2
18	13.0	発根有り	生育	32.1	22.6	+9.6	2	16.1
19	13.2	枯れた						
20	13.5	発根有り	生育	19.4	10.0	-3.5	3	6.5
挿し木期間	4ヶ月間							

地上茎の 長さ (平均 cm)	19.9			49.4	26.3	+5.8	2.6	19.3
標準偏差	4.5			21.8	8.3	6.4	0.7	6.5
発根数	17							
発根率(%)	85%							

第2項 用土

2-1. *E. sinica* のクローン株を用いた用土の違いによる生育(本論 p.56)

実験期間:2011年10月25日~2013年3月21日

E. sinica(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 G-1 のクローン株:15 検体

用土:川砂(市販品), 山砂(市販品), 焼成硬質赤玉土(株式会社プロトリーフ), 選別硬質鹿沼土(株式会社プロトリーフ), 桐生砂(株式会社プロトリーフ)

容器:1/5000 a ワグネルポット

Table 33-2. 「*E. sinica* のクローン株を用いた用土の違いによる生長(1年5ヶ月後)」

用土	生長確認 (2013/3/21)						挿し木日 (2010/11/21)
	長さの合計 (cm)	平均	一番長い 地上茎(cm)	挿し木時との差 (cm)	地上茎の平均 (cm)	平均	挿し木時の挿し穂の長さ (cm)
川砂	285.9	202.7	29.7	6.2	10.6	11.6	23.5
川砂	224.8		35.1	15.5	10.2		19.6
川砂	97.5		24.0	5.6	13.9		18.4
山砂	159.5	123.0	27.6	8.0	8.0	8.1	19.6
山砂	114.1		28.2	10.6	8.2		17.6
山砂	95.5		15.6	2.6	8.0		13.0
赤玉土	403.1	362.7	33.9	7.9	10.9	13.3	26.0
赤玉土	372.3		37.0	12.9	14.9		24.1
赤玉土	312.7		37.0	19.7	14.2		17.3
鹿沼土	253.5	188.0	35.3	9.6	8.5	10.0	25.7
鹿沼土	158.2		19.2	5.7	9.9		13.5
鹿沼土	152.4		25.5	2.7	11.7		22.8
桐生砂	261.1	220.9	30.2	8.0	9.7	9.8	22.2
桐生砂	253.1		39.0	16.5	9.7		22.5
桐生砂	148.6		30.0	2.7	9.9		27.3

2-2. *E. pachyclada* のクローン株を用いた用土の違いによる生長(本論 p.59)

実験期間:2012年4月24日~2012年9月18日

E. pachyclada(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 2-1 のクローン株:6検体

用土:川砂(市販品), 山砂(市販品), 焼成硬質赤玉土(株式会社プロトリーフ), 選別硬質鹿沼土(株式会社プロトリーフ), 桐生砂(株式会社プロトリーフ), 市販栽培土(プランターの土, 株式会社秋本天産物)

容器:1/5000 a ワグネルポット

第3項 施肥量

E. pachyclada のクローン株を用いた用土別施肥量の違いによる生育(本論 p.60)

実験期間:2014年5月18日~2014年9月18日

施肥日:2012年5月18日

E. pachyclada(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 2-1 のクローン株:30検体

用土:川砂(市販品), 山砂(市販品), 焼成硬質赤玉土(株式会社プロトリーフ), 選別硬質鹿沼土(株式会社プロトリーフ), 桐生砂(株式会社プロトリーフ), 市販栽培土(プランターの土, 株式会社秋本天産物)

肥料:エードボール Ca(N:P:K:Mg=12:12:12:1, 住友化学園芸株式会社)

容器:1/5000 a ワグネルポット



Fig. 58-2. 「川砂, 肥料数0個(201/9/19)」 Fig. 58-3. 「川砂, 肥料数1個(201/9/19)」



Fig. 58-4. 「川砂, 肥料数3個(201/9/19)」 Fig. 58-5. 「川砂, 肥料数9個(201/9/19)」



Fig. 58-6. 「川砂, 肥料数 27 個 (201/9/19)」

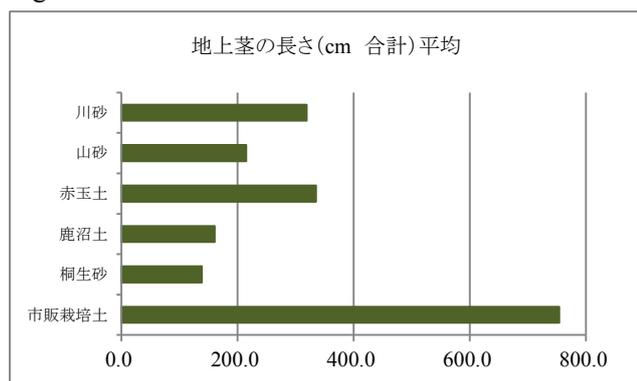


Fig. 59-1-2. 「用土の違いによる地上茎の合計の長さ(平均)」

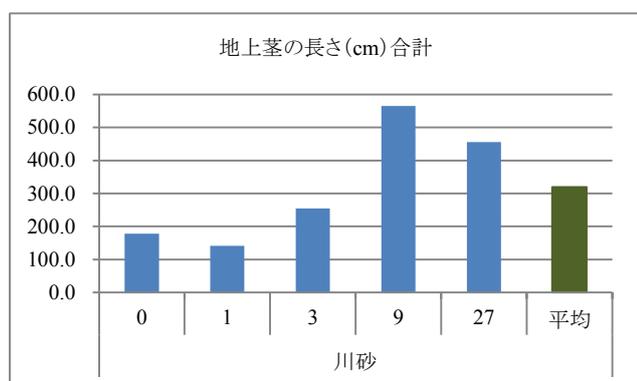


Fig. 59-1-3. 川砂

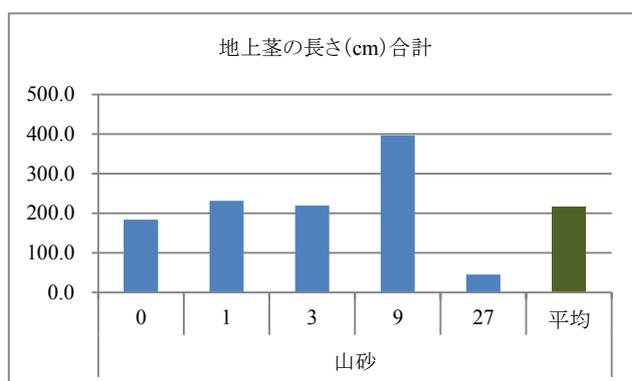


Fig. 59-1-4. 山砂

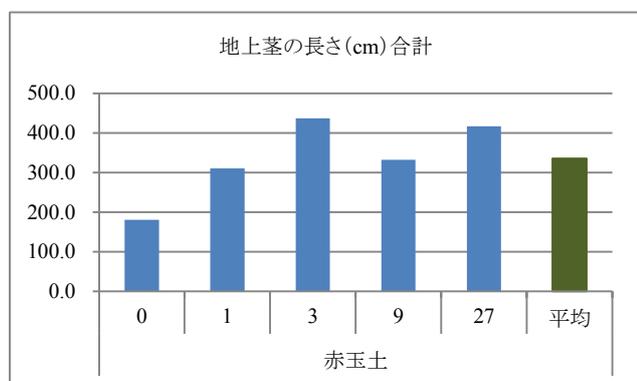


Fig. 59-1-5. 赤玉土

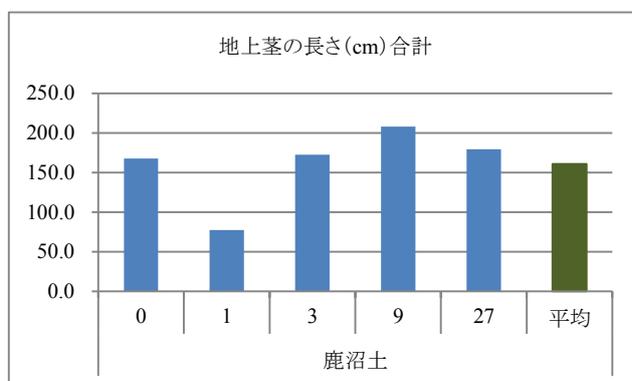


Fig. 59-1-6. 鹿沼土

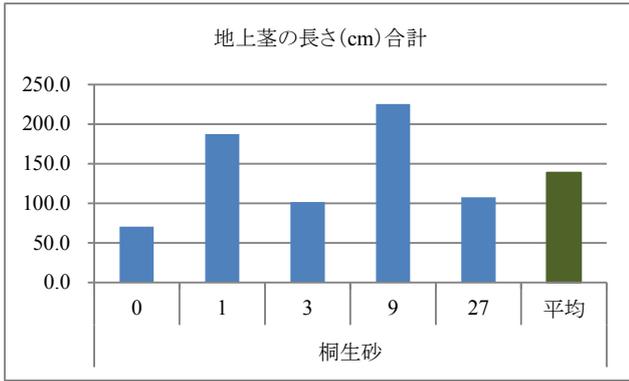


Fig. 59-1-7. 桐生砂

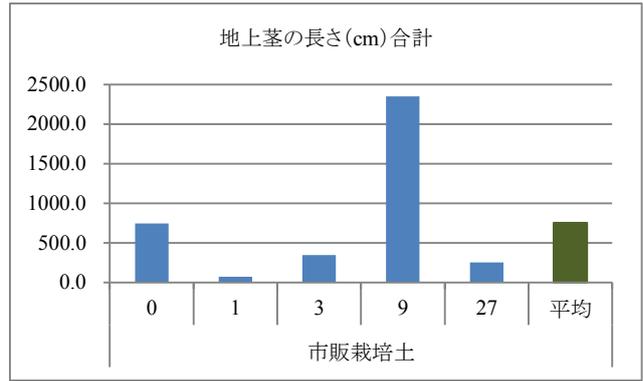


Fig. 59-1-8. 市販栽培土

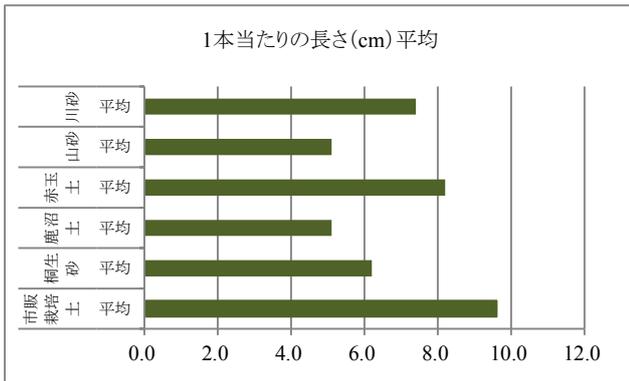


Fig. 59-2-2. 「用土の違いによる地上茎の1本当たりの長さ(平均)」

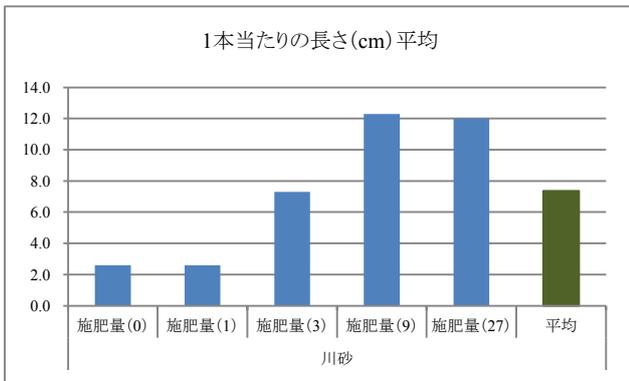


Fig. 59-2-3. 川砂

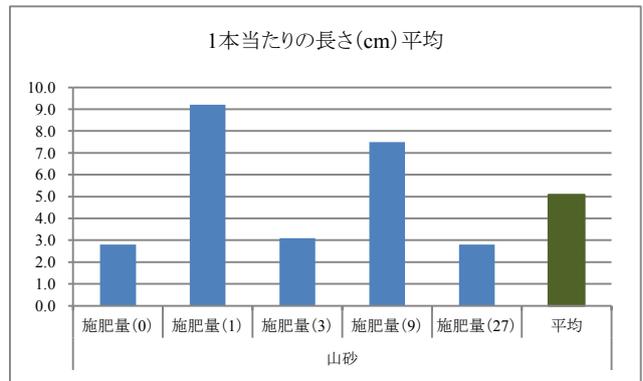


Fig. 59-2-4. 山砂

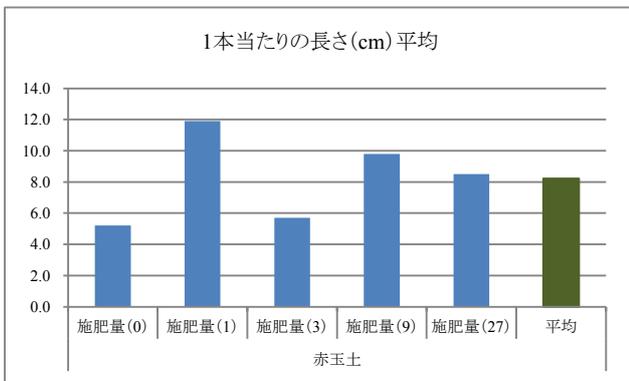


Fig. 59-2-5. 赤玉土

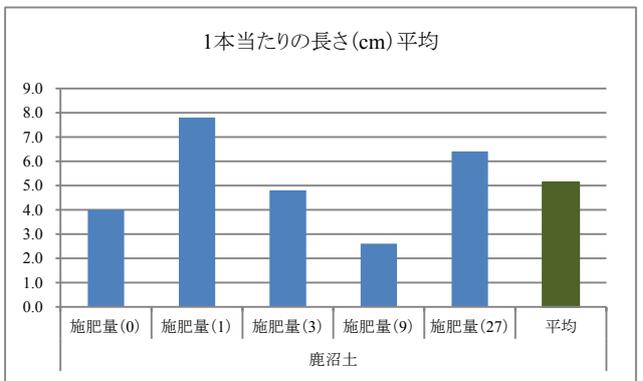


Fig. 59-2-6. 鹿沼土

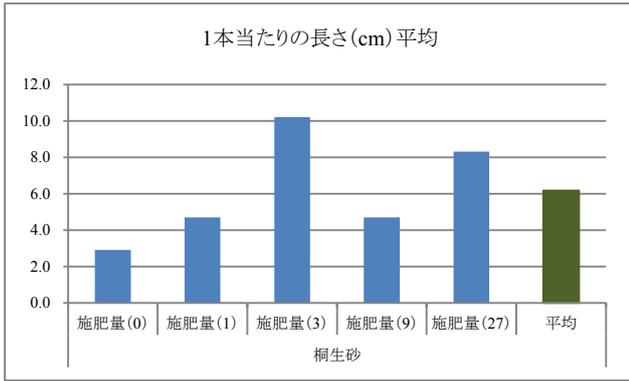


Fig. 59-2-7. 桐生砂

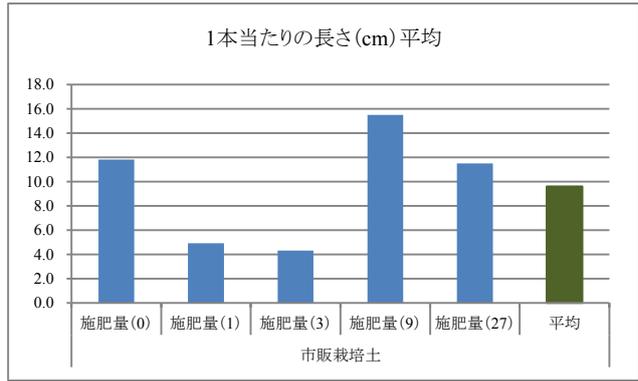


Fig. 59-2-8. 市販栽培土

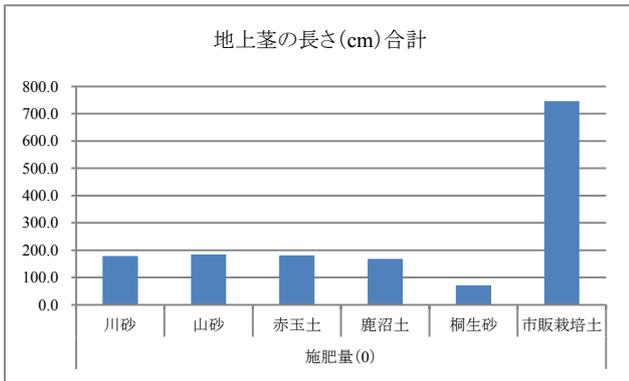


Fig. 59-3-2. 「施肥量別(施肥量 0)地上茎の長さ」

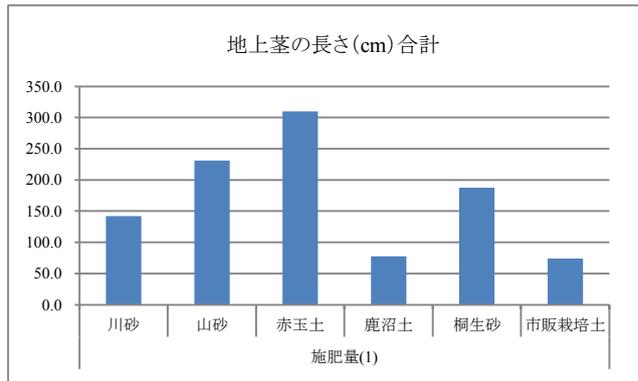


Fig. 59-3-3. 「施肥量別(施肥量 1)地上茎の長さ」

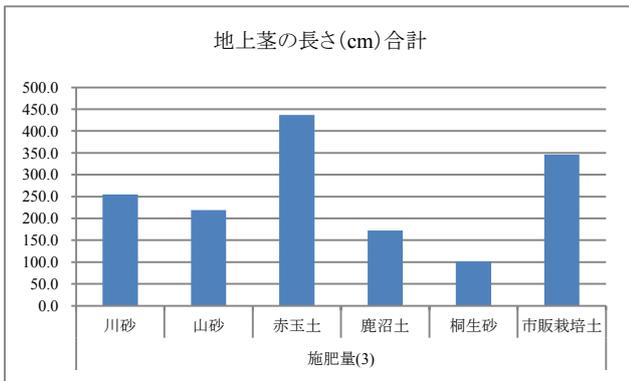


Fig. 59-3-4. 「施肥量別(施肥量 3)地上茎の長さ」

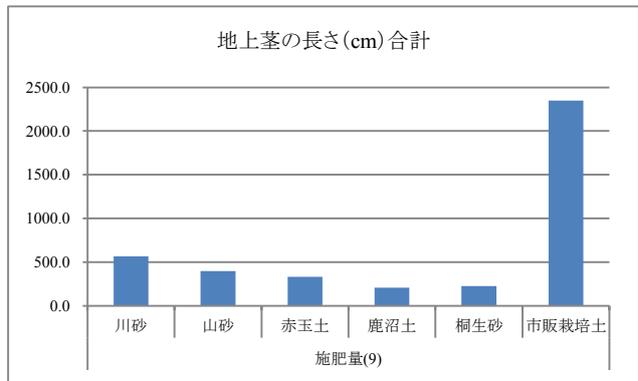


Fig. 59-3-5. 「施肥量別(施肥量 9)地上茎の長さ」

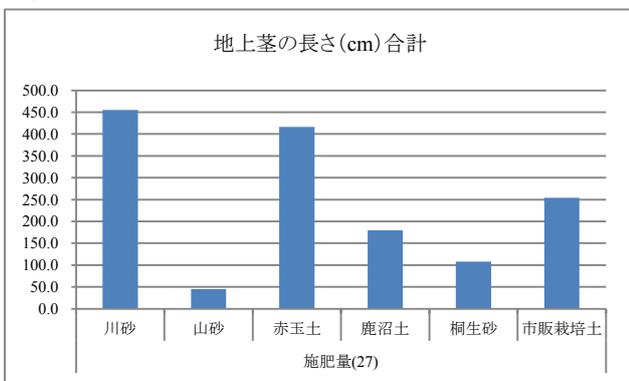


Fig. 59-3-6. 「施肥量別(施肥量 27)地上茎の長さ」

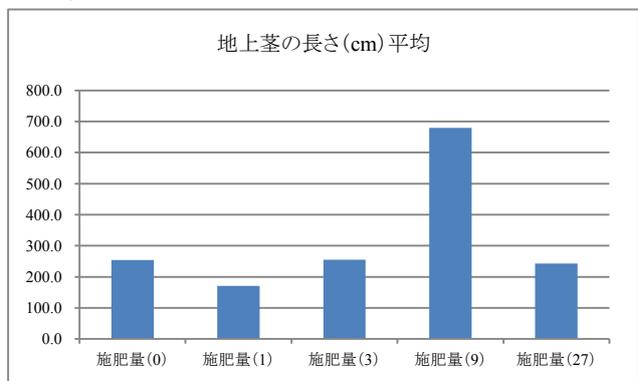


Fig. 59-3-7. 「施肥量別地上茎の長さ」

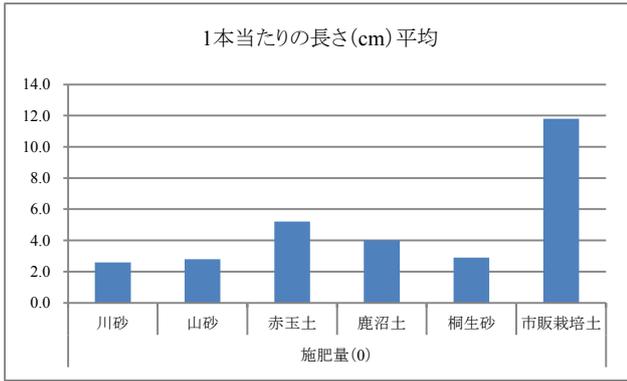


Fig. 59-5-1. 「施肥量別(施肥量 0)地上茎の長さ」

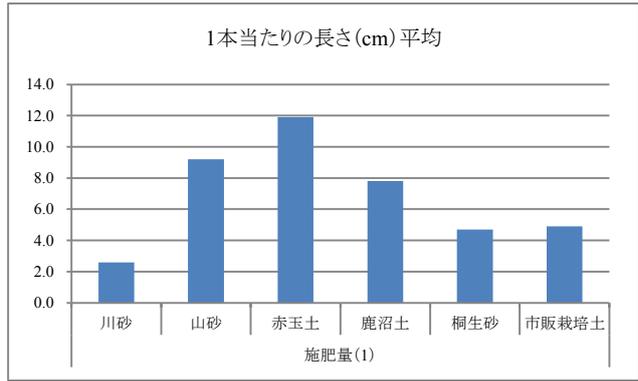


Fig. 59-5-2. 「施肥量別(施肥量 1)地上茎の長さ」

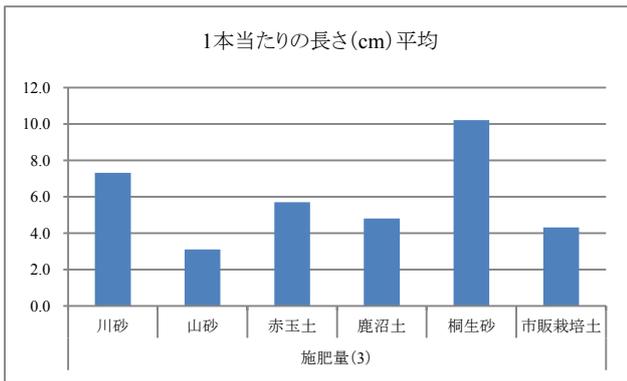


Fig. 59-5-3. 「施肥量別(施肥量 3)地上茎の長さ」

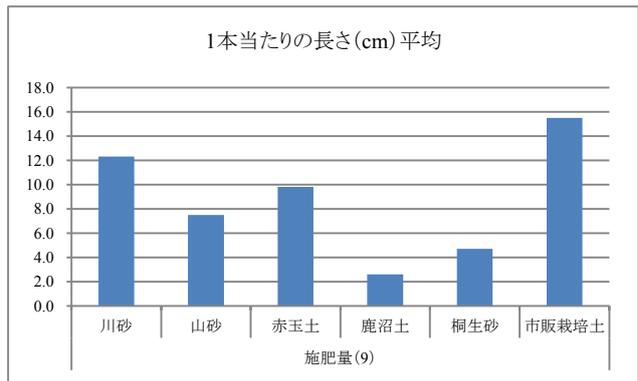


Fig. 59-5-4. 「施肥量別(施肥量 9)地上茎の長さ」

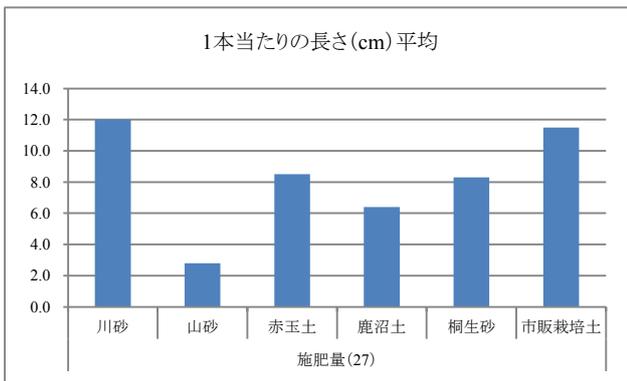


Fig. 59-5-5. 「施肥量別(施肥量 27)地上茎の長さ」

第4項 NPK 比と生育

4-1. *E. sinica* のクローン株を用いた NPK 比と生育 (本論 p.67)

実験期間:2014年5月14日~2014年11月13日

施肥日:2014年5月29日,7月14日(計2回)

E. sinica(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 1-1 のクローン株:89 検体

用土:市販栽培土[プランターの土, 株式会社秋本天産物, 主な配合原料:ココピート, パーライト, バーミキュライト等, 肥料添加量(mg/L):窒素 400, リン酸 450, カリ 600, 微量元素:苦土, ホウ素, 鉄, マンガン等, pH:弱酸性]

肥料:N 尿素 (46.0 尿素 輸入業者:株式会社ニチリウ永瀬, 販売業者:朝日工業株式会社), P リン酸 (17.5 粒状過リン酸石灰, 生産業者:コープケミカル株式会社, 販売業者, 株式会社 JA アグリライン石

川, K カリ (60.0 塩化加里, 輸入業者: 全国農業協同組合連合会)

容器: ロングポット

Table 37-2. 「*E. sinica* のクローン株を用いた窒素(N)と生長及び生存(植え替え 6 ヶ月後)」

検体 No.	条件	肥料構成 (g)	茎の長さ (mm) (2014/5/15)	茎の長さ(mm) (2014/11/4)	生存	茎の伸長した分の長さ (mm)	平均 (mm)	標準偏差	
N	条件 1	N:0.17	1	275	1199		924	442	425.73
			2	116	134		18		
			3	283	1091		808		
			4	137	156		19		
	条件 2	N:0.51	5	141	1177		1036	681	544.28
			6	83	0	枯死	-83		
			7	354	797		443		
			8	284	1612		1328		
	条件 3	N:1.53	9	202	962		760	499	420.53
			10	527	1575		1048		
			11	319	483		164		
			12	102	126		24		

Table 37-3. 「*E. sinica* のクローン株を用いたリン酸(P)と生長及び生存(植え替え 6 ヶ月後)」

検体 No.	条件	肥料構成 (g)	茎の長さ (mm) (2014/5/15)	茎の長さ(mm) (2014/11/4)	生存	茎の伸長した分の長さ (mm)	平均 (mm)	標準偏差	
P	条件 4	P:0.17	13	295	696		401	482	135.31
			14	157	495		338		
			15	237	731		494		
			16	240	936		696		
	条件 5	P:0.51	17	129	156		27	407	490.19
			18	138	150		12		
			19	158	1377		1219		
			20	176	546		370		
	条件 6	P:1.53	21	91	104		13	447	471.98
			22	181	1313		1132		
			23	243	883		640		
			24	139	143		4		

Table 37-4. 「*E. sinica* のクローン株を用いたカリ(K)と生長及び生存(植え替え 6 ヶ月後)」

検体 No.	条件	肥料構成 (g)	茎の長さ (mm) (2014/5/15)	茎の長さ(mm) (2014/11/4)	生存	茎の伸長した分の長さ (mm)	平均 (mm)	標準偏差
K	25	条件 7 K:0.17	520	1070		550	445	179.20
	26		191	576		385		
	27		135	795		660		
	28		309	494		185		
	29	条件 8 K:0.51	135	514		379	30	203.88
	30		114	74		-40		
	31		117	0	枯死	-117		
	32		104	0	枯死	-104		
	33	条件 9 K:1.53	281	774		493	439	361.94
	34		101	0	枯死	-101		
	35		231	677		446		
	36		326	1244		918		

Table 37-5. 「*E. sinica* のクローン株を用いた NPK と生長及び生存(植え替え 6 ヶ月後)」

検体 No.	条件	肥料構成 (g)	茎の長さ (mm) (2014/5/15)	茎の長さ(mm) (2014/11/4)	生存	茎の伸長した分の長さ (mm)	平均 (mm)	標準偏差
NPK	37	条件 10 N:0.17 P:0.17 K:0.17	95	532		437	258	360.19
	38		39	0	枯死	-39		
	39		125	0	枯死	-125		
	40		264	1024		760		
	41	条件 11 N:0.51 P:0.51 K:0.51	383	1055		672	469	455.53
	42		83	373		290		
	43		159	0	枯死	-159		
	44		243	1314		1071		
	45	条件 12 N:1.53 P:1.53 K:1.53	254	1232		978	427	401.03
	46		290	601		311		
	47		357	906		549		
	48		131	0	枯死	-131		

Table 37-6. 「*E. sinica* のクローン株を用いた NP と生長及び生存(植え替え 6 ヶ月後)」

検体 No.	条件	肥料構成 (g)	茎の長さ (mm) (2014/5/15)	茎の長さ(mm) (2014/11/4)	生存	茎の伸長した分の長さ (mm)	平均 (mm)	標準偏差
NP	49	条件 13	112	137		25	539	685.00
	50		81	0	枯死	-81		

51		N:0.17	226	790		564		
52		P:0.17 K:0	200	1847		1647		
53	条件 14	N:0.53 P:0.53 K:0	187	1647		1460	981	447.08
54			123	1331		1208		
55			312	573		261		
56			416	1410		994		
57	条件 15	N:1.53 P:1.53 K:0	50	0	枯死	-50	-146	114.49
58			83	0	枯死	-83		
59			111	0	枯死	-111		
60			341	0	枯死	-341		

Table 37-7. 「*E. sinica* のクローン株を用いた NK と生長及び生存(植え替え 6 ヶ月後)」

検体 No.	条件	肥料構成 (g)	茎の長さ (mm) (2014/5/15)	茎の長さ(mm) (2014/11/4)	生存	茎の伸長した分の長さ (mm)	平均 (mm)	標準偏差
61	条件 16	N:0.17 P:0 K:0.17	296	982		686	218	303.72
62			118	131		13		
63			212	490		278		
64			105	0	枯死	-105		
65	条件 17	N:0.53 P:0 K:0.53	233	300		67	374	220.44
66			198	579		381		
67			127	817		690		
68			238	597		359		
69	条件 18	N:1.53 P:0 K:1.53	75	0	枯死	-75	54	224.91
70			55	0	枯死	-55		
71			96	0	枯死	-96		
72			97	540		443		

Table 37-8. 「*E. sinica* のクローン株を用いた PK と生長及び生存(植え替え 6 ヶ月後)」

検体 No.	条件	肥料構成 (g)	茎の長さ (mm) (2014/5/15)	茎の長さ(mm) (2014/11/4)	生存	茎の伸長した分の長さ (mm)	平均 (mm)	標準偏差
73	条件 19	N:0 P:0.17 K:0.17	163	151		-12	186	123.35
74			119	384		265		
75			202	512		310		
76			155	335		180		
77	条件 20		144	200		56	341	278.54
78			154	406		252		

	79		N:0	143	946		803		
	80		P:0.53 K:0.53	139	392		253		
	81	条件 21	N:0	71	480		409	340	329.46
	82		P:1.53	209	0	枯死	-209		
	83		K:1.53	124	626		502		
	84			257	916		659		

Table 37-9. 「*E. sinica* のクローン株を用いた NPK と生長及び生存 - 対照(植え替え 6 ヶ月後)」

検体 No.	条件	肥料構成 (g)	茎の長さ (mm) (2014/5/15)	茎の長さ(mm) (2014/11/4)	生存	茎の伸長した分の長さ (mm)	平均 (mm)	標準偏差	
対照	85	条件 22	N:0 P:0 K:0	126	719		593	431	211.19
	86			200	741		541		
	87			231	824		593		
	88			417	808		391		
	89			163	198		35		

4-2. *E. gerardiana* のクローン株を用いた NPK 比と生育(本論 p.72)

実験期間:2013 年 5 月 14 日~2013 年 11 月 13 日

施肥日:2013 年 5 月 14 日

E. gerardiana(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 10-2 のクローン株:14 検体

用土:川砂(市販品)

肥料:グリーンサムポット A 号(N:P:K=8:6:12), B 号(N:P:K=5:20:6), C 号(N:P:K=8:25:8), D 号(N:P:K=8:8:8), (エムシーファーティコム株式会社)

容器:1/5000 a ワグネルポット

Table 40-2. 「NPK 比の違いによる地上茎の生長(施肥 6 ヶ月後)」

検体	植替え 1	植替え 2	植替え 3	施肥日	生長確認	生長確認
	2010/7/13	2011/7/7	2013/4/9	2013/5/14	2013/12/10	2014/2/22
	用土	用土	用土	肥料の種類	長さ(cm)	重さ(g)
1	市販栽培土	桐生砂	川砂	A	803.1	7.3
2	市販栽培土	桐生砂	川砂	A	930.9	8.2
3	市販栽培土	川砂	川砂	A	671.8	6.0
平均					801.9	7.2
標準偏差					129.6	1.1
4	市販栽培土	山砂	川砂	B	282.8	2.5
5	市販栽培土	鹿沼土	川砂	B	650.3	4.9

6	市販栽培土	鹿沼土	川砂	B	983.5	7.2
平均					638.9	4.9
標準偏差					350.5	2.4
7	市販栽培土	桐生砂	川砂	C	650.6	5.4
8	市販栽培土	赤玉土	川砂	C	1066.9	8.6
9	市販栽培土	鹿沼土	川砂	C	598.7	4.5
平均					772.1	6.2
標準偏差					256.6	2.2
10	市販栽培土	山砂	川砂	D	514.8	4.2
11	市販栽培土	赤玉土	川砂	D	625.4	5.2
12	市販栽培土	川砂	川砂	D	497.0	3.8
平均					545.7	4.4
標準偏差					69.6	0.7
13	市販栽培土	赤玉土	川砂	なし	107.0	0.9
14	市販栽培土	川砂	川砂	なし	180.6	1.8
平均					143.8	1.4
標準偏差					52.0	0.6



Fig. 63-3,4. 左:グリーンサムポット A 号,「右:グリーンサムポット B 号(2013/5/14)」

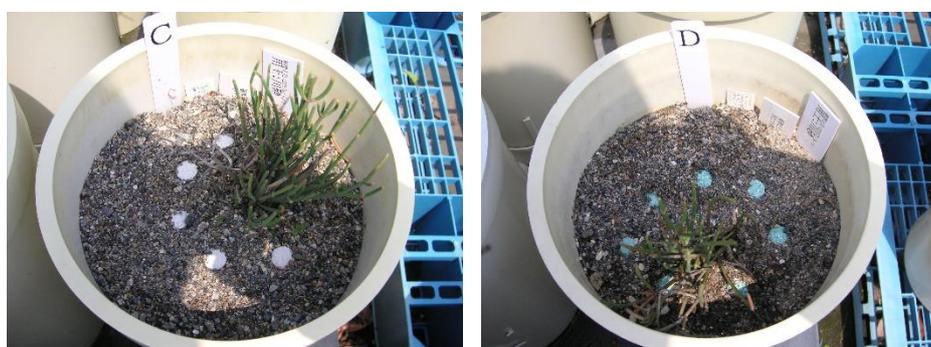


Fig. 63-5,6. 左:グリーンサムポット C 号,「右:グリーンサムポット D 号(2013/5/14)」

第5節 アルカロイド含量

第1項 用土

1-1. *E. sinica* のクローン株を用いた活着後の用土の違いによるアルカロイド含量(本論 p.76)

実験期間:2011年10月25日~2012年10月24日

検体採取日:2012年10月24日

E. sinica(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 G-1 のクローン株:15検体

用土:川砂(市販品), 山砂(市販品), 焼成硬質赤玉土(株式会社プロトリーフ), 選別硬質鹿沼土(株式会社プロトリーフ), 桐生砂(株式会社プロトリーフ)

容器:1/5000 a ワグネルポット

HPLC:Hitachi Elite LaChrom HPLC system

測定条件:ポンプ L-2130

オートサンプラーL-2200

検出器 L-2400UV

カラム 4.6 mm×250 mm ODS

Table 42-2. 「*E. sinica* のクローン株を用いた活着後の用土(川砂)によるアルカロイド含量(1年後)」

	川砂										
	1			2			3			E+PE	
アルカロイド含量(%)	PE	E	E+PE	PE	E	E+PE	PE	E	E+PE	平均	合計
		0.008	0.031	0.040	0.009	0.019	0.028	0.001	0.003	0.004	0.024

Table 42-3. 「*E. sinica* のクローン株を用いた活着後の用土(山砂)によるアルカロイド含量(1年後)」

	山砂										
	1			2			3			E+PE	
アルカロイド含量(%)	PE	E	E+PE	PE	E	E+PE	PE	E	E+PE	平均	合計
		0.010	0.026	0.036	0.007	0.014	0.020	0.012	0.012	0.024	0.027

Table 42-4. 「*E. sinica* のクローン株を用いた活着後の用土(赤玉土)によるアルカロイド含量(1年後)」

	赤玉土										
	1			2			3			E+PE	
アルカロイド含量(%)	PE	E	E+PE	PE	E	E+PE	PE	E	E+PE	平均	合計
		0.009	0.024	0.033	0.030	0.042	0.071	0.004	0.015	0.018	0.041

Table 42-5. 「*E. sinica* のクローン株を用いた活着後の用土(鹿沼土)によるアルカロイド含量(1年後)」

	鹿沼土										
	1			2			3			E+PE	
アルカロイド含量(%)	PE	E	E+PE	PE	E	E+PE	PE	E	E+PE	平均	合計
		0.020	0.047	0.067	0.040	0.063	0.103	0.025	0.044	0.069	0.080

Table 44-6. 「*E. sinica* のクローン株を用いた活着後の用土(桐生砂)によるアルカロイド含量(1年後)」

	桐生砂										
	1			2			3			E+PE	
アルカロイド含量(%)	PE	E	E+PE	PE	E	E+PE	PE	E	E+PE	平均	合計
		0.005	0.015	0.020	0.013	0.038	0.051	0.037	0.055	0.092	0.054

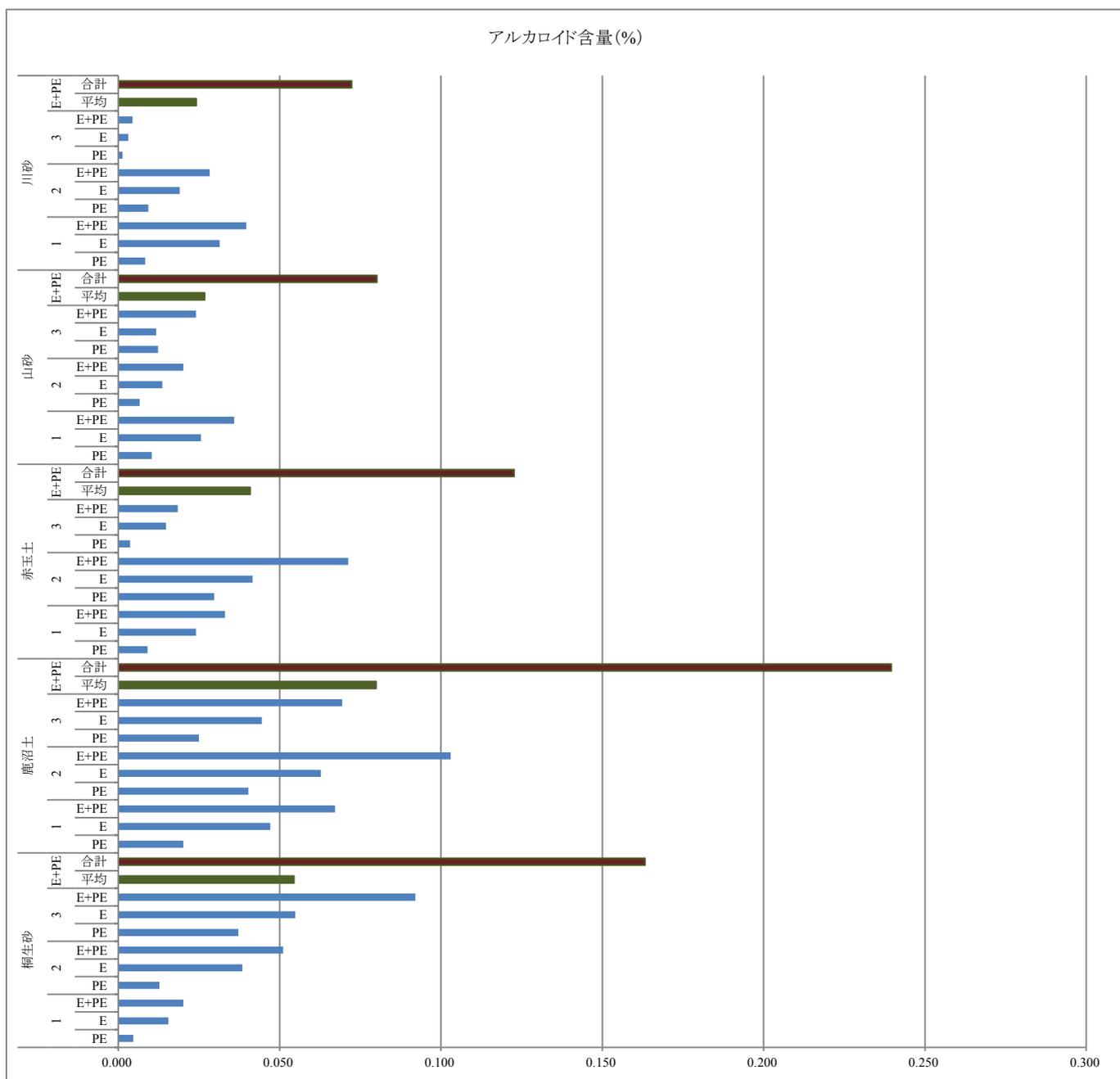


Fig. 66-2. 「*E. sinica* のクローン株を用いた活着後の用土の違いによるアルカロイド含量(1年後)」

1-2. *E. pachyclada* のクローン株を用いた活着後の用土の違いによるアルカロイド含量(本論 p.77)

実験期間:2012年5月18日~2012年9月18日

検体採取日:2012年9月19日および2012年9月27日

E. pachyclada(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号2-1のクローン株:6検体

用土:川砂(市販品), 山砂(市販品), 焼成硬質赤玉土(株式会社プロトリーフ), 選別硬質鹿沼土(株式会社プロトリーフ), 桐生砂(株式会社プロトリーフ), 市販栽培土(プランターの土, 株式会社秋本天産物)

容器:1/5000 a ワグネルポット

HPLC:Hitachi Elite LaChrom HPLC system

測定条件:ポンプ L-2130

オートサンプラーL-2200

検出器 L-2400UV

カラム 4.6 mm×250 mm ODS

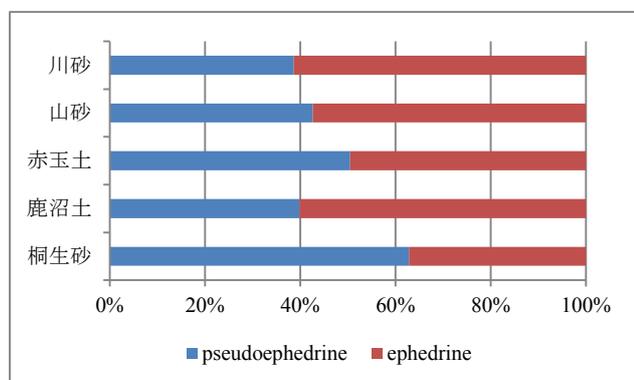


Fig. 67-2. 「*E. pachyclada* のクローン株を用いた活着後の用土の違いによるアルカロイド組成(4ヶ月後)」

第2項 施肥量

E. pachyclada のクローン株を用いた用土別施肥量とアルカロイド含量との関係(本論 p.78)

実験期間:2012年5月18日～2012年9月18日

施肥日:2012年5月18日

検体採取日:2012年9月19日および2012年9月27日

E. pachyclada(金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本:株番号 2-1 のクローン株:30 検体

用土:川砂(市販品), 山砂(市販品), 焼成硬質赤玉土(株式会社プロトリーフ), 選別硬質鹿沼土(株式会社プロトリーフ), 桐生砂(株式会社プロトリーフ), 市販栽培土(プランターの土, 株式会社秋本天産物)

肥料:エードボール Ca(N:P:K:Mg=12:12:12:1, 住友化学園芸株式会社)

容器:1/5000 a ワグネルポット

HPLC:Hitachi Elite LaChrom HPLC system

測定条件:ポンプ L-2130

オートサンプラーL-2200

検出器 L-2400UV

カラム 4.6 mm×250 mm ODS

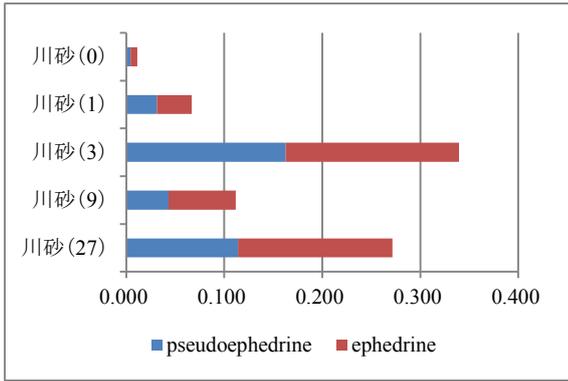


Fig. 68-2. 施肥量とアルカロイド含量について(川砂)

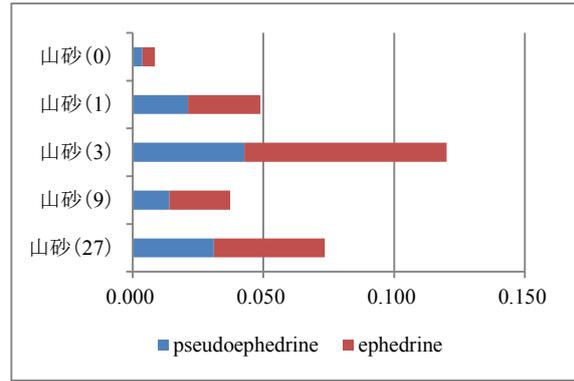


Fig. 68-3. 施肥量とアルカロイド含量について(山砂)

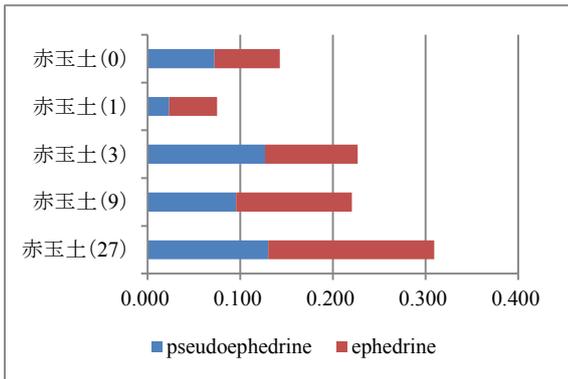


Fig. 68-4. 施肥量とアルカロイド含量について(赤玉土)

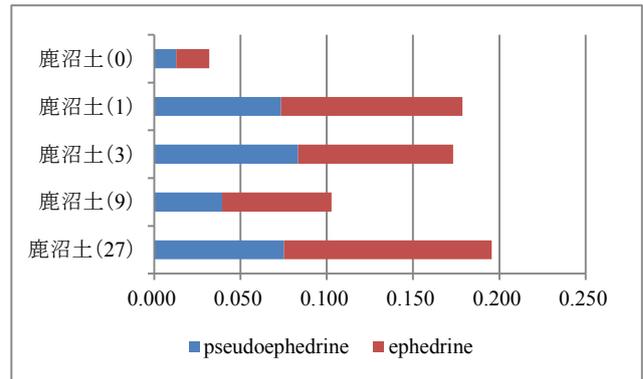
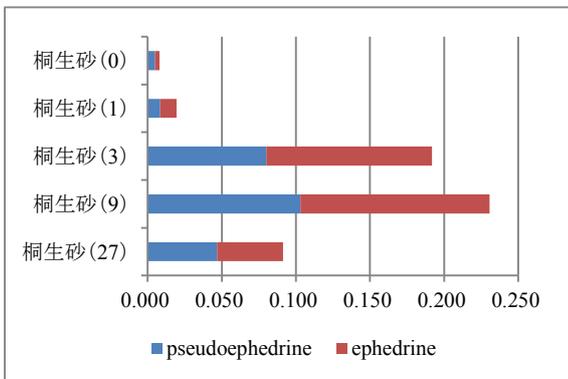
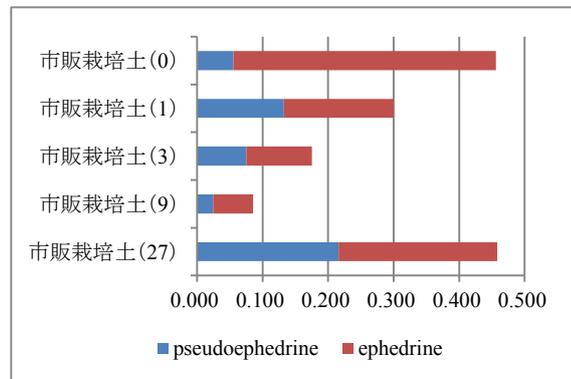


Fig. 68-5. 施肥量とアルカロイド含量について(鹿沼土)



左: Fig. 68-6. 施肥量とアルカロイド含量について(桐生砂)



右: Fig. 68-7. 施肥量とアルカロイド含量について(市販栽培土)

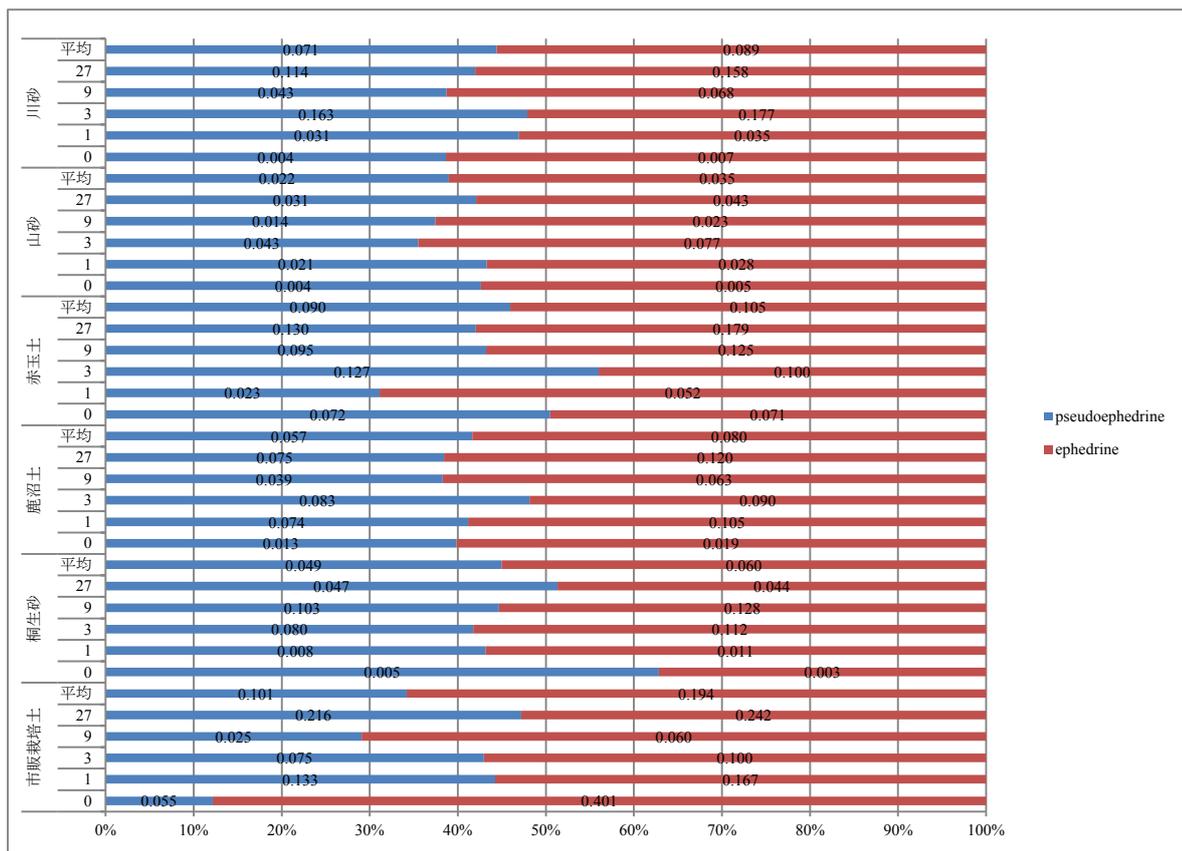
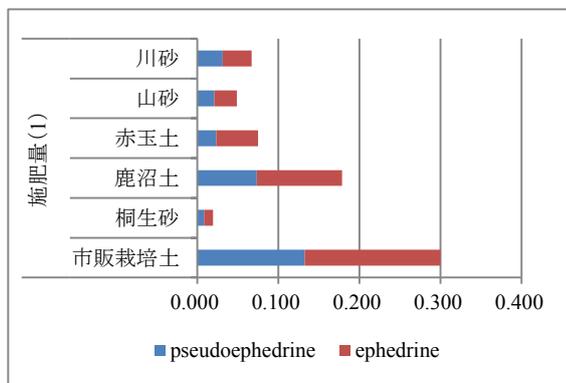
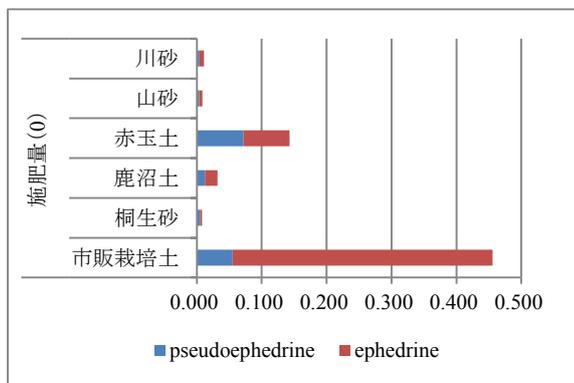
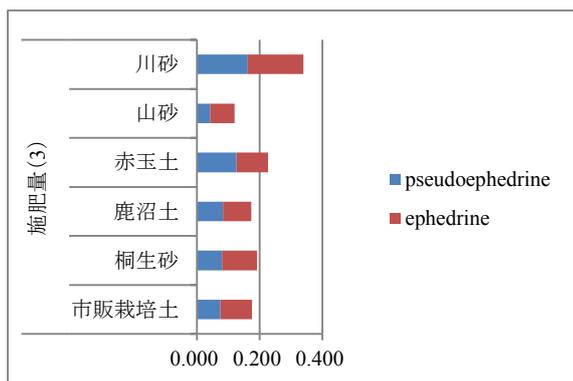


Fig. 68-9. 施肥量とアルカロイド含量(組成比)

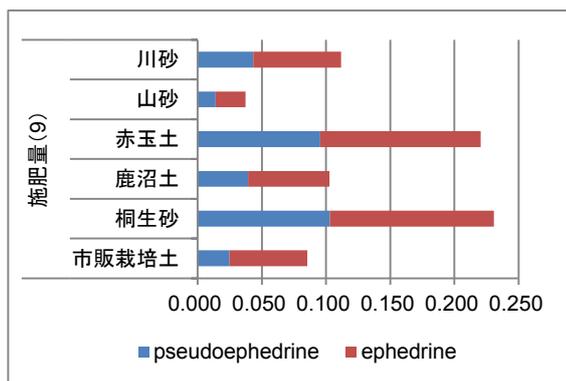


左: Fig. 69-2. 「用土別アルカロイド含量について施肥量数(0個)」

右: Fig. 69-3. 「用土別アルカロイド含量について施肥量数(1個)」



左: Fig. 69-4. 「用土別アルカロイド含量について施肥量数(3個)」



右: Fig. 69-5. 「用土別アルカロイド含量について施肥量数(9個)」

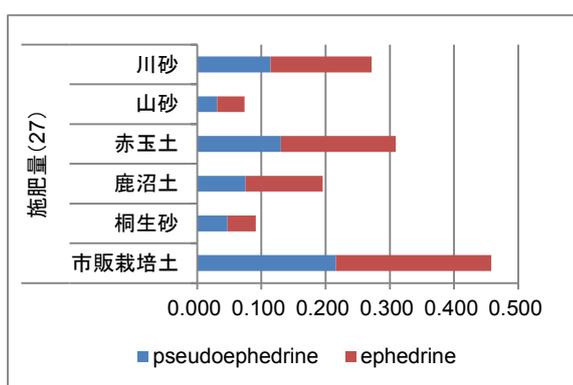


Fig. 69-6. 「用土別アルカロイド含量について施肥量数(27個)」

第3項 NPK比とアルカロイド含量

E. gerardiana のクローン株を用いた NPK 比の違いによるアルカロイド含量(本論 p.84)

実験期間: 2013年5月14日~2013年11月13日

施肥日: 2013年5月14日

検体採取日: 2013年11月13日

E. gerardiana (金沢大学薬用植物園栽培保存株), 標本: 株番号 10-2 のクローン株: 14 検体

用土: 川砂(市販品)

肥料: グリーンサムポット A 号(N:P:K=8:6:12), B 号(N:P:K=5:20:6), C 号(N:P:K=8:25:8), D 号(N:P:K=8:8:8), (エムシーファーティコム株式会社)

容器: 1/5000 a ワグネルポット

HPLC: Hitachi Elite LaChrom HPLC system

測定条件: ポンプ L-2130

オートサンプラー L-2200

検出器 L-2400UV

カラム 4.6 mm×250 mm ODS

Table 46-2. *E. gerardiana* のクローン株を用いた NPK 比の違いによるアルカロイド含量

検体	植替え 1	植替え 2	植替え 3	施肥日	アルカロイド含量(%)
	2010/7/13	2011/7/7	2013/4/9	2013/5/14	
	用土	用土	用土	肥料の種類	
1	市販栽培土	桐生砂	川砂	A	0.12
2	市販栽培土	桐生砂	川砂	A	0.10
3	市販栽培土	川砂	川砂	A	0.11
平均					0.11
標準偏差					0.01
4	市販栽培土	山砂	川砂	B	0.18
5	市販栽培土	鹿沼土	川砂	B	0.17
6	市販栽培土	鹿沼土	川砂	B	0.16
平均					0.17
標準偏差					0.01
7	市販栽培土	桐生砂	川砂	C	0.18
8	市販栽培土	赤玉土	川砂	C	0.14
9	市販栽培土	鹿沼土	川砂	C	0.10
平均					0.14
標準偏差					0.03
10	市販栽培土	山砂	川砂	D	0.14
11	市販栽培土	赤玉土	川砂	D	0.16
12	市販栽培土	川砂	川砂	D	0.10
平均					0.13
標準偏差					0.02
13	市販栽培土	赤玉土	川砂	なし	0.11
14	市販栽培土	川砂	川砂	なし	0.12
平均					0.12
標準偏差					0.01

資料

各用土の特徴¹⁵⁾

川砂

川砂は容易にしかも安く入手できるので、挿し木用土としてよく用いられる。市販の川砂の中には、有機物や汚物が混入しているものがあるので、十分洗浄して用いるのが良い。また川砂は排水の良い用土であるが、微砂を含んでいる場合、以外に排水不良になる事があるので、十分注意する必要がある。

山砂

山砂には花崗岩が風化してできた山砂(石英砂), 黒色で稜角のある火山砂として有名な富士砂, 浅間砂などがある. 普通の川砂に比べて有機質や無機塩類は少ない. 川砂同様, 通気性, 排水性は良いが保水力に乏しい. ミスト挿しのように高湿度条件の得られる床土には適している.

赤玉土

赤土は, 関東地方では黒ボク土壌の下層土として豊富に存在する. この用土は保水力が良く, 細かい粒子のものは排水不良, 通気性が悪くなるので注意する必要がある. 使用の都度, 新鮮なものを使用するのが良い.

鹿沼土

栃木県鹿沼地方から産出する火山灰性の土壌である. 赤玉土などに比べて多孔性団粒状で, 通気性があり, 粒子に保水性があり, 粒が崩れない.

桐生砂

群馬県桐生市周辺(赤城山系)で産出するやや風化の進んだ多孔質な赤褐色の火山砂礫. 赤玉土や鹿沼土より硬く崩れ難い. 通気性, 排水性に優れる(川砂に比べやや保水性は高い). 鉄分を多く含んだ弱酸性で, 肥料分を保持する力はあまりない.

バーミキュライト

もともと建築資材として用いられたもので, 蛭石を高熱で焼いて作ったものである. 用土の中で最も無菌的なもので, 土壌菌などの混入の心配はない. 保水性, 通気性に優れている.

謝辞

本研究に際し, 終始ご指導を賜りました御影雅幸教授, 佐々木陽平准教授, 三宅克典助教に深謝いたします. また, 実験を進めるうえで様々な助言を, ご協力を賜りました分子生薬学研究室の皆様方に感謝いたします. 最後に, 金沢大学で研究させて頂く機会を与えてくれました, 元カネボウ薬品の高瀬邦人様, 早川五四男様に深謝いたします.

引用文献

- 1) 曹哲士, 「神農本草経」, 自由出版社, 巻二 p.8 (1969).
- 2) 第 16 改正日本薬局方, 厚生労働省, 2006, pp.1272-1273.
- 3) 日本薬局方編集委員会編, 「第 16 改正 日本薬局方解説書」, 廣川書店, 東京, pp.D 641 - 646 (2006)
- 4) 国家薬典委員会編, 「中華人民共和国薬典 2005 年版一部」, 化学工業出版社, pp.D 641 - 646 (2005)
- 5) 「中国植物誌」第七卷, 科学出版社, 北京, pp 468-489 (1994)
- 6) Fu L. G., Yu Y. F. and Riedl H.: *Ephedra equisetina* In: Flora of China volume 4: 100. Scienc Press, Beijing & st Louis, Missouri Botanical Garden, (1999)
- 7) 日本漢方生薬製剤協会「原料生薬使用量等調査報告書—平成 22 年度の使用量—」平成 25 年 10 月
- 8) 薬用植物の利用開発等に関する検討について(中間まとめ)厚生労働省発表抜粋 日漢協通信 14 年 4 月号
- 9) 平山学, 「漢方生薬『麻黄』の高品質化及び種苗生産に関する研究」修士論文, 金沢大学大学院自然科学研究科(博士前期課程)生命薬学専攻, (2011)

- 10) 藤田早苗之助, 栗原孝吾, 衛生試験所報告, 85, 112 - 1149 (1967)
- 11) Emi Hamanaka, Keisuke Ohkubo, Masayuki Mikage and Nobuko Kakiuchi. Molecular genetic characteristics of Nepalese *Ephedra* plants. *J. Jap. Bot.*, **86**, 303-313 (2011)
- 12) 大崎順彦, 新地震動のスペクトル解析入門, 鹿島出版会, 1994 年
- 13) ニッタイ株式会社 バーミキュライト品質表
- 14) Yong Yang: The Taxonomy of Chinese *Ephedra*, A Doctor thesis of Chinese Academy of Sciences, 2002. (in Chinese)
- 15) 町田英夫, 「さし木のすべて」, 誠文堂新光社, 1974 年
- 16) 第 2 報: 大富規弘, 野村行宏, 井出達也, 大野剛史, 毛利千香, 御影雅幸, マオウ属植物の栽培研究(第 2 報) 海水がシナマオウの生長およびアルカロイド含量に及ぼす影響. 薬用植物研究, 35(1), 1-8(2013)
- 17) ファイトテクノロジー研究会, 「ファイトク How to みる・さく・はかる - 植物環境計測 -」, 養賢堂出版, P.119
- 18) 気象庁ホームページ, 過去の気象データ検索
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/select/prefecture00.php>
- 19) 太田保夫, 「植物ホルモンを生かす」, 社団法人 農山漁村文化協会, 1987 年
- 20) 奈良県農林部農業水産振興課 環境係, 「農作物の施肥基準-平成 21 年 3 月改訂版」