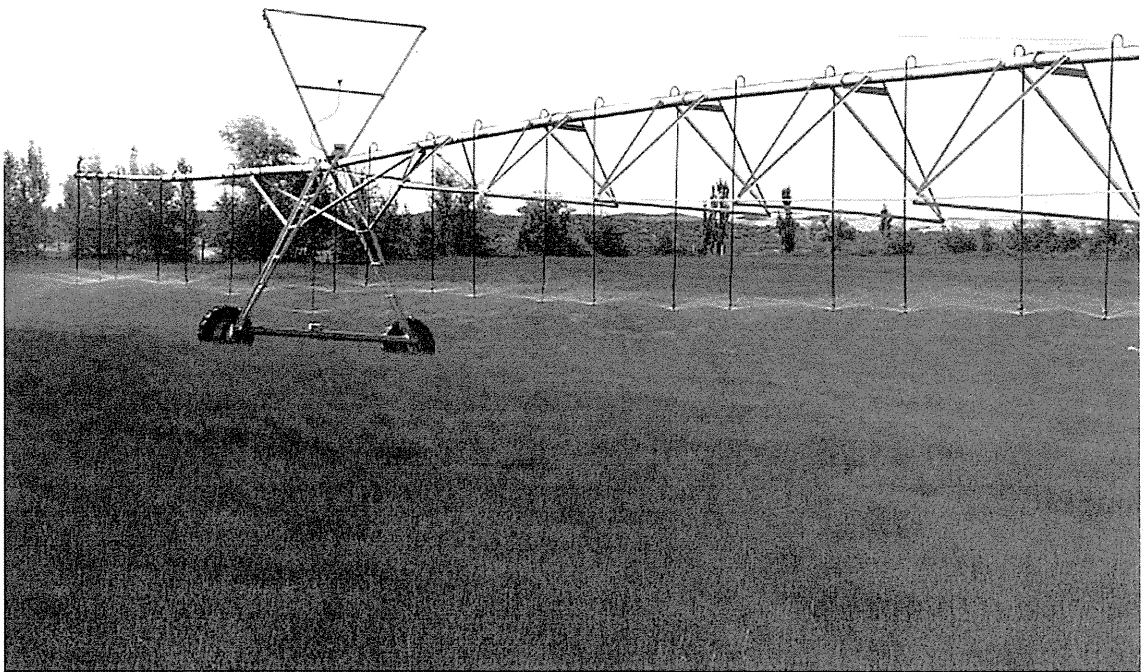




人力で除草する人たち



移動式の撒水機

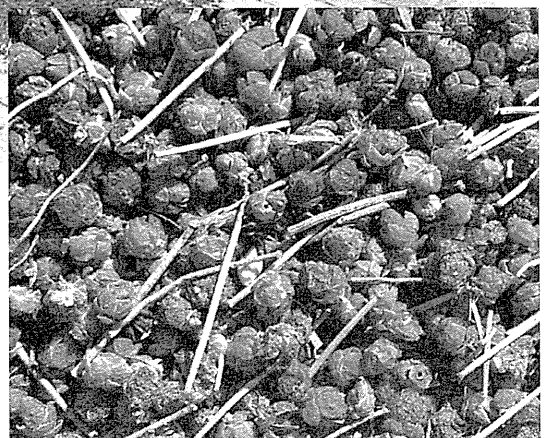


撒水設備の無い圃場（マオウ株は育っていない）



庭でマオウの毬果を干す

マオウの毬果



ロングポット苗と紙ポット苗の定植後の活着率

研究代表者 御影 雅幸 東京農業大学農学部バイオセラピー学科 教授
研究分担者 佐々木陽平 金沢大学医薬保健研究域薬学系 准教授
研究分担者 三宅 克典 金沢大学医薬保健研究域薬学系 助教

研究要旨 代表者らは漢方生薬「マオウ」の国産化を目差して2013年度から石川県下で *Ephedra sinica* Stapf の栽培を開始した。当初の種苗はすべて種子からの発芽苗で、セルトレーなどで発芽させた後にポリポットやロングポットに植え替えて生育させた苗を圃場に定植したが、その後、約三分の一が枯死し活着率が悪かった。そこで、ペーパーポットに直接播種し生育させた苗を定植したところ、きわめて良好な活着率を得た。

研究協力者 倪 斯然、野村 行宏、御影 和子

A. 研究目的

漢方生薬「マオウ」の国産化を目的とする本研究事業計画では屋外の圃場での栽培を目指している。これまでは管理する薬用植物園内での鉢植えや狭い畑での栽培であったが、2013年度から石川県下の耕作放棄地などで実栽培を開始した。中国内蒙古自治区では発芽3年苗を苗床から掘り起こして定植していたが、我々は一株ずつ通常のポリポットやロングポットで栽培管理してきた苗をそのまま植え付けることにした。植え付け株の枯死率を下げる目的で、作付けの効率化をも考慮して、紙ポット苗を圃場に直接植えることを検討した。

B. 研究計画

石川県羽咋郡志賀町の砂質の圃場で、2013年度に植え付けた株の活着率を調査するとともに、マオウ苗を定植する際の活着率を上げるための方策を調査する。苗として、ポリポット苗、ロングポット苗、ペーパーポット苗を準備して圃場に植え付ける。苗は定植時のストレスを少なくするため、根鉢を崩さずに植える。

定植後に十分な灌水を行い、その後は概ね自然の雨水に任せる。

2013年10月28日に試験的に発芽後約1ヶ月のペーパーポット苗20株を植え付けた。翌春、すべての株が活着していたので、さらに2014年4月5日に発芽後約3ヶ月のペーパーポット苗52株を植え付けた。

昨年度に植え付けた苗とともに、評価（活着率）を随時行い、最終確認を2014年8月14日に行った。

C. 結果

2014年5月23日に調査した結果、昨年春に植え付けたポリポットやロングポット苗227株の内、76株の枯死が確認された（枯死率33%）。全株とも立ち枯れ状態で、引き抜かれたような形跡など、外的要因と考えられる枯死株は認められなかった。枯死株はすべて新たなロングポット苗で補充した。

一方、ペーパーポット苗全72株はこの時点ですべて活着していた。さらに、8月14日に最終確認した結果、これらはすべて活着したものと判断した。目視的には生長の速さも従来の植え付け株よりも良好であると判断された。

D. 考察

現時点ではポリポット苗やロングポット苗の圃場での活着率が悪い原因の詳細は不明であるが、植え替え時に根鉢を崩さずに栽培用土のまま植え付けたことも1原因として考えられる。また、植え替えによるストレスも考えられるが、現時点では詳細な原因は不明である。一方、ペーパーポット苗も用土のまま植え付けているが、すべてが活着したことは、移植によるストレスが少ないことに加え、用土の量が少量であることが幸いしていることも考えられる。

以前、ポリポット苗をワグネルポットに根鉢のまま植え付けた際、鹿沼土や山砂では根が下に張らない現象が見られた。これと同様の現象である可能性が考えられる。よって今後、ロングポット苗を植え付ける際には、根からできる限り栽培用土を取り去って植えることを検討したい。

E. 結論

ポリポット苗やロングポット苗は圃場での活着率が悪いので、今後の苗作りはペーパーポット苗を中心にして行うのが植え付け面でも、手間の削減の面からも適切であると判断した。

なお、ポリポット苗やロングポット苗を圃場に植える際にポットの栽培用土を十分に落とすなど、今後の検討余地を残している。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表
なし。
2. 学会発表
なし。

H. 知的財産の出願・登録状況

(予定を含む)

1. 特許取得

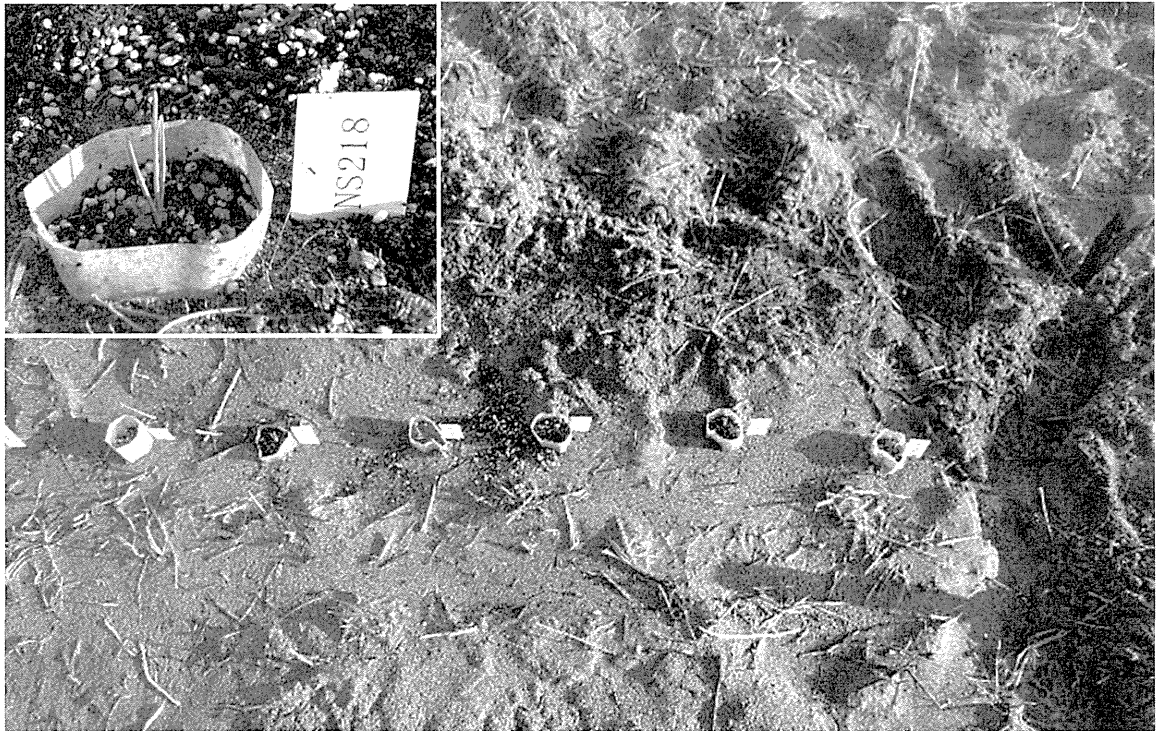
- なし。
2. 実用新案登録
なし。
3. その他
なし。



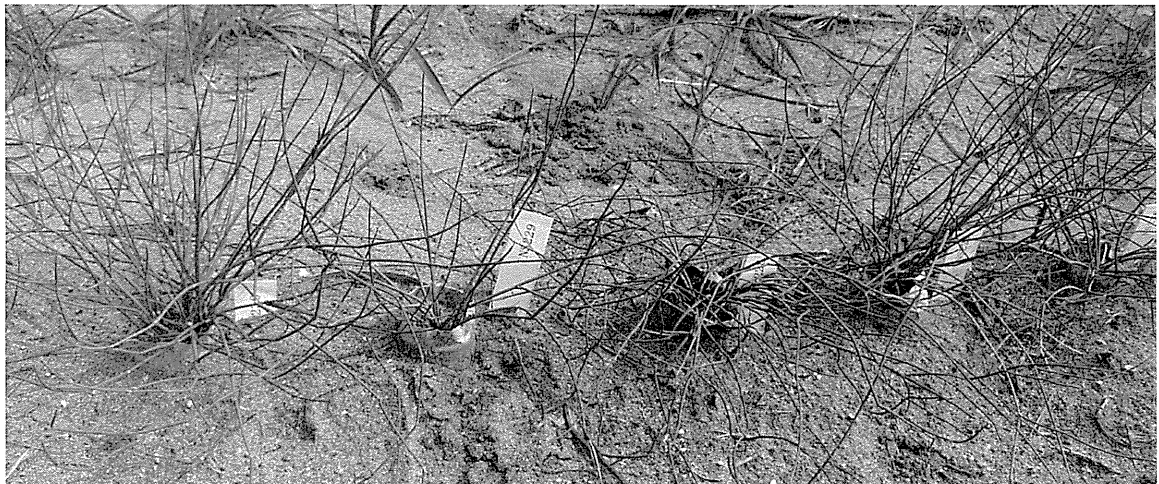
2013年度に植え付けたロングポット苗（2～3年生株）の約三分の一が枯死した。
（枯れた株の位置に補充のためのロングポット苗が置かれている：2014年5月23日）



育苗中のロングポット苗（発芽後2年）



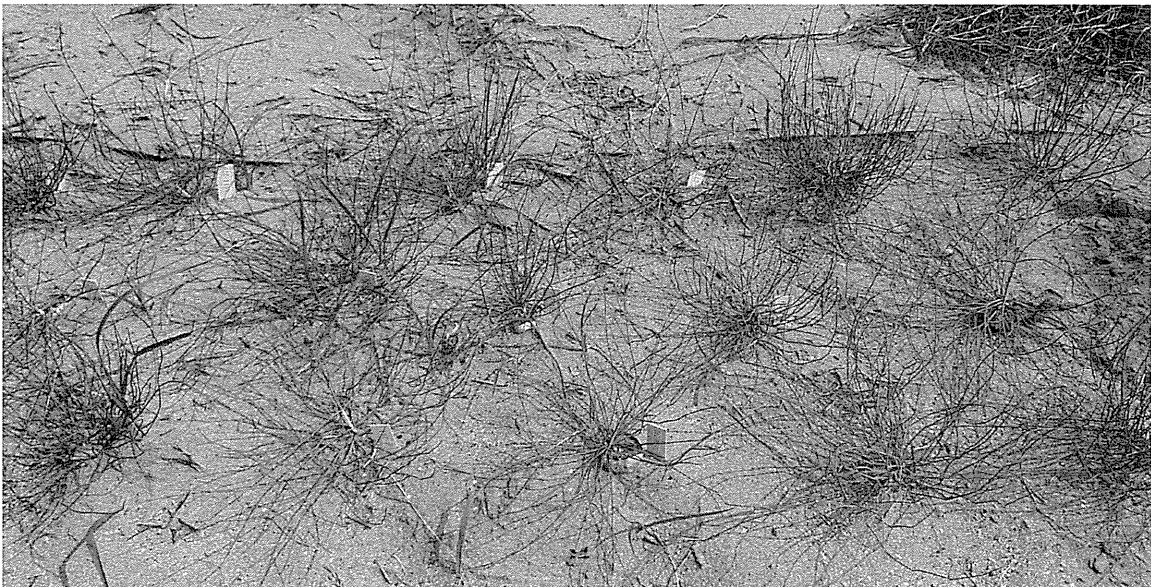
2013年10月28日に発芽後約1ヶ月のペーパーポット苗20株を植え付けた



2014年8月14日（20株すべてが活着）



2014年4月5日（ペーパーポット苗52株を植え付け）



2014年8月14日（52株はすべて活着した）



植え付け時のペーパーポット苗（発芽2年目）。2014年10月11日（志賀町圃場）

種子の生産に関する研究

研究代表者 御影 雅幸 東京農業大学農学部バイオセラピー学科 教授
研究分担者 佐々木陽平 金沢大学医薬保健研究域薬学系 准教授
研究分担者 三宅 克典 金沢大学医薬保健研究域薬学系 助教

研究要旨 漢方生薬「麻黄」の国産化を目指す本研究計画では、これまでの研究結果から、マオウ種苗の生産は種子繁殖と草質茎の挿し木によるのが適していると判断している。ここでは、種子繁殖のための種子の国内生産を行う目的で、ガラス温室内で *Ephedra sinica* Stapf の雌雄株を用いて種々の受粉を試みた。昨年度は気温が上昇して湿度が下がった頃合いを見計らって通風したが、今年度は通常の果樹で行われる花粉付けの手法を取り入れた結果よく結実した。屋外で栽培している他種についても同様に行った結果よく結実し、総計3323粒の種子を得た。また、園内で得られた種子の発芽率は、花粉付けした本年度産のものは過年度産に比して明らかに高かった。

研究協力者 金田 あい
研究協力者 御影 和子

A. 研究目的

漢方生薬「麻黄」の国産化を目指す本研究計画では、これまでの研究結果から、種苗の生産は種子繁殖と草質茎の挿し木によるのが適していると判断している。中国は種子の海外への持ち出しを強く禁止しているため、中国産種子を導入して利用することができないため、種子を国産する必要がある。代表者らはこれまでに、開花株をビニールハウス内で管理することにより結実可能であることを見いだした。結実をより確実にするため、今年度は新たに設置した中型温室を利用し、人為的な受粉をも試みた。

B. 研究計画

B-1. 人工的な花粉づけ

新たに設置したガラス温室内の2段式の棚に、*Ephedra sinica* Stapf 株の開花した雌雄株の鉢（ワグネルポット株及び10号駄温鉢株）を無作為に配置して、晴

天日中に温室窓を少し開けて花粉を散布するために風を通した。さらに、受粉を確実なものにするため、花粉を採取して、果樹栽培時の受粉と同様の要領で積極的に受粉を行った。また、*Ephedra pachyclada* の開花雌株を温室内において、結実するか否か試験した。

さらに、屋外で栽培している植物種（*E. pachyclada*、*E. likiangensis*、*E. chilense*）についても、同種間で花粉付けを行った。

B-2. 発芽率の検討

過去3年間に金沢大学の薬用植物園内で得られた種子を播種した際の発芽率を集計した。

C. 結果

C-1. 温室内に管理した *Ephedra sinica* (♀) 23株から合計2294粒の種子を得た。1株あたりの最大種子数は293粒、最小は5粒であった。同様に受粉を試みた *E. pachyclada* は、結実率は悪かった

が種子が得られた。一方、屋外で栽培している局外種について同種間で同様に受粉した結果、*E. pachyclada* (ネパール産) で 370 粒、*E. likiangensis* で 266 粒、*E. chilense* で 383 粒を得た。

C-2. 過去 3 年間に得られた種子を播種した際の発芽率を集計した結果、2011 年度産は 672 粒中 390 粒が発芽 (58.0%)、2012 年度産は 181 粒中 73 粒が発芽 (40.3%)、2013 年度産は 611 粒中 167 粒が発芽 (27.3%) であったのに対し、積極的に花粉付けをした 2014 年度産は 897 粒中 583 粒が発芽 (65.0%) し、過去 3 年間に比して明らかに発芽率が高かった。

D. 考察

昨年はハウス内への通風による受粉のみで、人工的な受粉を行わなかったが、今年は通常の果樹で行われている花粉付けに倣って積極的に行った。効果のほどは判断できないが、自然の風に任せるよりは確実性が上がるものと考えられる。

これまでは屋外での結実率は非常に悪かったが、局外種であるが屋外で栽培している 3 種のマオウ属植物についても同様に花粉付けを行った結果、多数の種子が得られた。よって、今後も積極的な受粉が推奨される。なお、同一種では屋外と温室内では開花時期が異なるので、受粉させるにはそれに合わせた事前の準備が必要である。また、異種間でも交雑が起こることが明らかになったので、今後種子採取のために屋外で栽培する際には、他種と交雑しないよう注意する必要がある。

また、積極的な花粉付けによって種子数のみならず、発芽率が上がることも明らかになった。不稔性種子の割合が減少した結果であると考察する。

なお、前年度に地上部を刈り取ると翌年は開花しないので、雌株雌株ともに、種子を得るための株の枝は収穫してはならない。

E. 結論

マオウ属植物の種子を得るためには、通常の果樹栽培で行われている積極的な花粉付け作業が、結実数の向上にも、発芽率の向上にも有効であることが明らかになった。

F. 健康危険情報

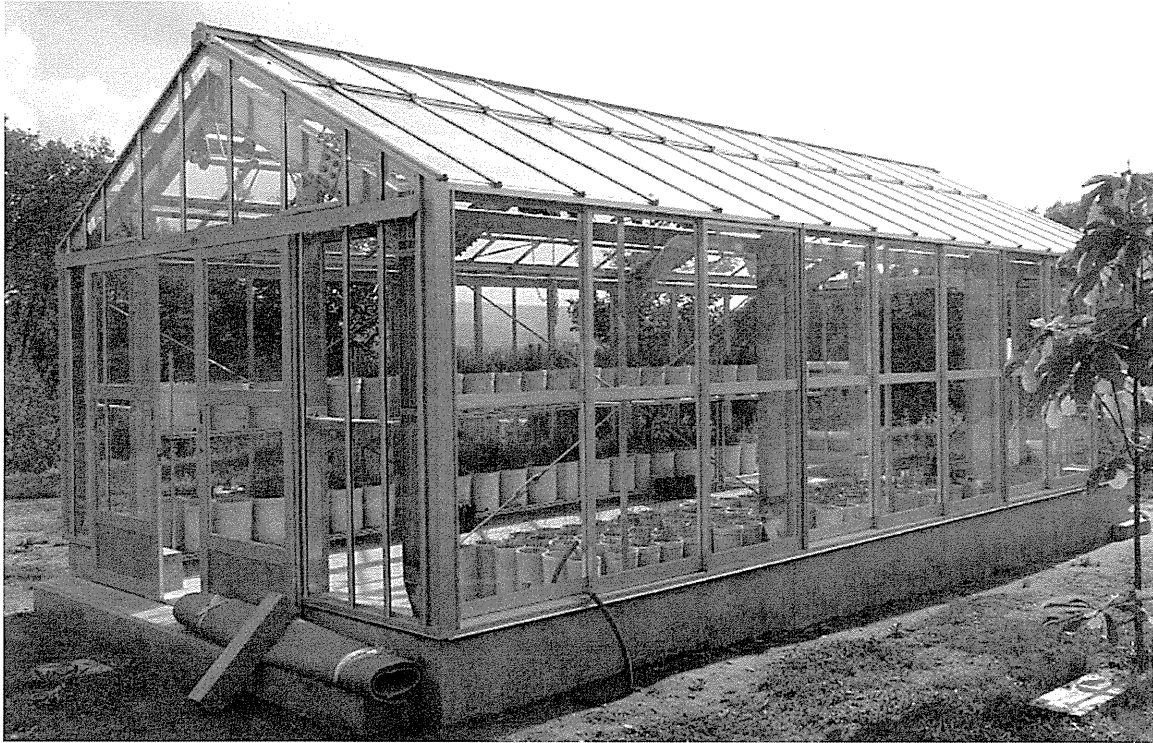
なし

G. 研究発表

1. 論文発表
なし。
2. 学会発表
なし。

H. 知的財産の出願・登録状況 (予定を含む)

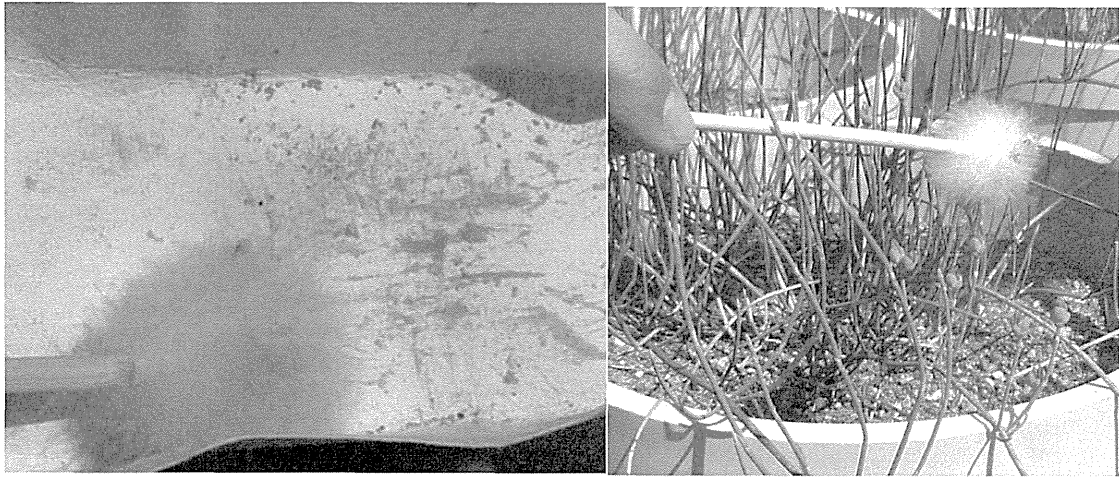
1. 特許取得
なし。
2. 実用新案登録
なし。
3. その他
なし。



マオウ種子生産用に新設した中型ガラス温室



受粉適期となった雌毬花（左）と雄毬花（右）：*Ephedra sinica*



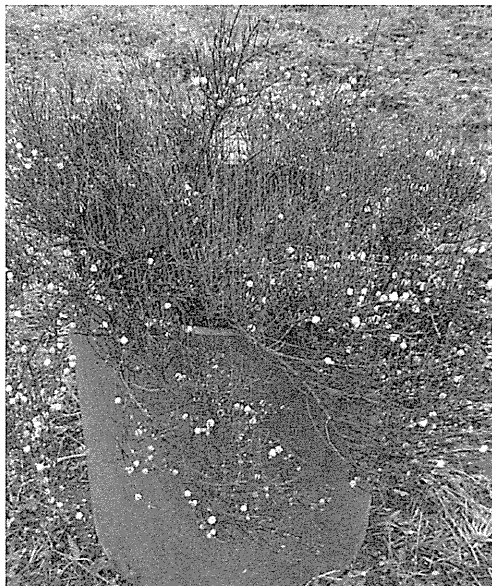
集めた花粉（左）と花粉付け作業（右）



雄株の下に雌株の鉢を置いて受粉を試みた



中型温室内で実った *Ephedra sinica* の毬果



屋外で花粉付けし、熟した *E. chilense* の毬果（本種は白熟する）

マオウ属植物種子の発芽に関する研究

研究代表者 御影 雅幸 東京農業大学農学部バイオセラピー学科 教授
研究分担者 佐々木陽平 金沢大学医薬保健研究域薬学系 准教授
研究分担者 三宅 克典 金沢大学医薬保健研究域薬学系 助教

研究要旨 マオウの栽培において種子による種苗生産は欠かせない方法である。播種する土壌や播種用の資材は発芽後の苗の生長に影響を与える要因であると考え、播種する際に異なる土壌と資材を用いて検討した。その結果、マオウ種子が発芽後、より順調に生長するには、元肥が入った土壌が適しており、また播種用資材としては、深型の紙ポットのような根が伸長しやすい深いものが適していることが明らかになった。

研究協力者 金田あい

A. 研究目的

マオウの種苗生産において、種子の播種は最も重要な方法である。中国はマオウ種子の国外持ち出しを禁止しているため、種子を日本で国内生産する必要がある。我々はすでに効率的な生産方法を開発した。一方、現時点では生産数が限られる種子はまだ貴重であり、有効に利用するには効率的な発芽育成方法を検討する必要がある。本研究では、マオウ種子を播種する土壌と播種用資材のより適した条件を検討することを目的とする。

B. 研究計画

B-1 播種する土壌

Ephedra sinica の種子を土壌条件が異なる紙ポット（日本甜菜製糖株式会社製：ワタ用、深さ150mm）に播種して草質茎の伸長を観察した。

（土壌条件1）紙ポットの上部に赤玉土細粒、下部は元肥料入りの市販園芸土（秋本天産物：プランターの土）を詰めたもの。

（土壌条件2）紙ポットの上部に赤玉土細粒、下部に赤玉土中粒を詰めたもの。

2014年5月2日に各条件ともに130粒を1ポットに1粒ずつ播種した。その後、1.5ヶ月後に草質茎の全長を測定した。

B-2 播種用資材（紙ポットとセルトレイ）

E. sinica 種子を異なる播種用資材に播種して草質茎の伸長を観察した。

（資材条件1）紙ポット（全長150mm）にプランターの土を詰めたもの。

（資材条件2）プラスチック製セルトレイ（セルの深さ50mm）にプランターの土を詰めたもの。

2014年4月24日に各条件ともに130粒ずつ播種した。その後、1.5ヶ月後に草質茎の全長を測定した。

C. 結果

C-1 播種する土壌の効果

土壌条件1（プランターの土）は130粒中50粒（38.5%）が発芽し、条件2（赤玉土のみ）は130粒中88粒

(67.7%)が発芽した。それぞれの草質茎の全長は土壌条件1では10～219mm(平均:69.5mm)で、条件2では10～84mm(平均:26.3mm)であった(表1、グラフ1)。

C-2 播種用資材

紙ポットは130粒中65粒(50%)発芽し、セルトレイは130粒中59粒(45.4%)発芽した。それぞれの草質茎の全長は、紙ポットでは10～295mm(平均:100.5mm)で、セルトレイでは8～156mm(平均:54.5mm)であった(表2、グラフ2)。

D. 考察

D-1 播種する土壌

草質茎の全長は市販培養土を下に詰めた条件1の方が赤玉土のみの条件2の土壌よりも良好で、前者の草質茎の全長は後者の約2.5倍伸長した。赤玉土のみでは草質茎の長さが100mmを超える苗はなかったが、プランターの土では200mmを超える苗もあった。発芽後の根は条件1のような元肥が入った土壌から栄養を吸収し、草質茎が伸長したと考える。

D-1 播種用資材

草質茎の全長は紙ポットの方が良好で、セルトレイよりも約2倍伸長した。セルトレイでは草質茎の長さが160mmを超える苗はなかったが、紙ポットでは290mmを超える苗もあった。マオウは土中深くに根を伸ばす性質があるので、発芽後は紙ポットのような根が伸長しやすい深いものの方が、草質茎が伸長すると考える。

E. 結論

発芽後の苗の生育はその後の生育に大きな影響を及ぼす。マオウ種子を播種する場合は根が伸長しやすい紙ポットのような深いものに、プランターの土のような元肥が入った土壌に播種すると発芽後の生長が良いことが明らかになった。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし。

2. 学会発表

なし。

H. 知的財産の出願・登録状況

(予定を含む)

1. 特許取得

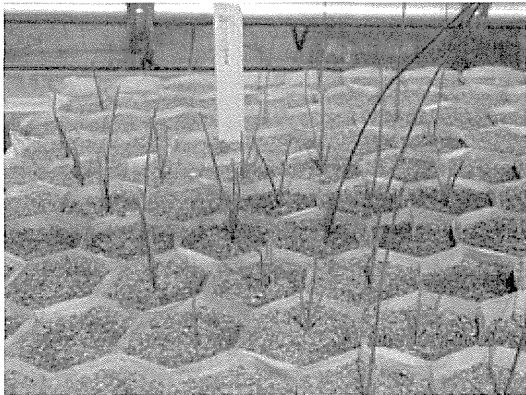
なし。

2. 実用新案登録

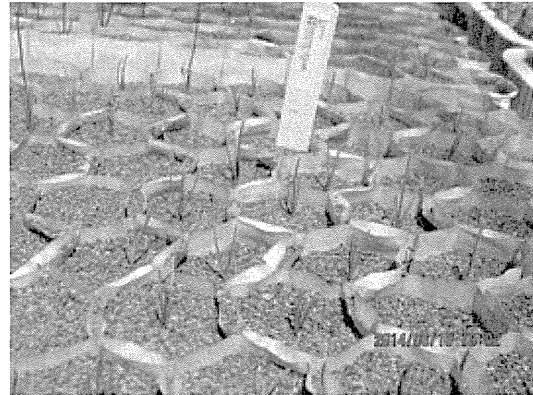
なし。

3. その他

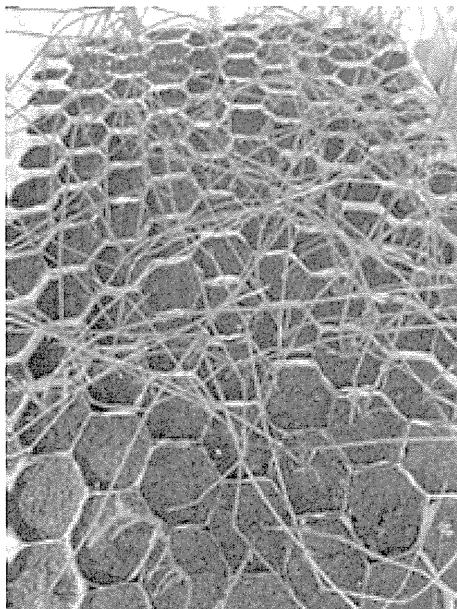
なし



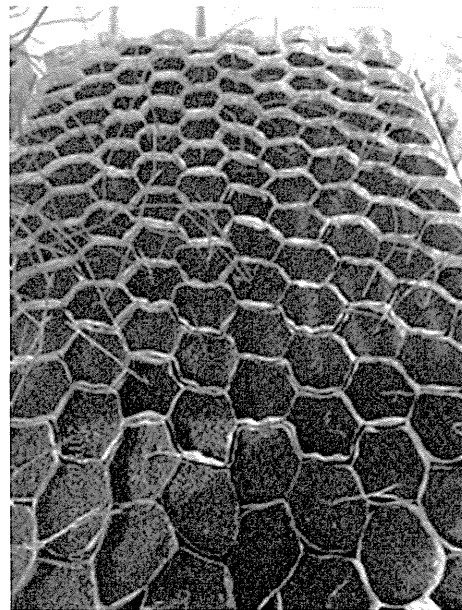
(条件1) 赤玉細粒 (上部) + プランターの土 (下部)



(条件2) 赤玉細粒 (上部) + 赤玉中粒 (下部)



(条件1) 赤玉細粒 (上部) + プランターの土 (下部) 10ヶ月後の様子



(条件2) 赤玉細粒 (上部) + 赤玉中粒 (下部) 10ヶ月後の様子

条件1：赤玉細粒（上部）＋プランターの土（下部）

苗番号	草質茎全長 (mm)	苗番号	草質茎全長 (mm)
1	39	31	13
2	24	32	31
3	218	33	68
4	91	34	51
5	10	35	40
6	64	36	68
7	25	37	183
8	59	38	119
9	41	39	22
10	12	40	108
11	105	41	49
12	89	42	147
13	30	43	77
14	190	44	138
15	100	45	76
16	40	46	30
17	25	47	38
18	19	48	45
19	20	49	176
20	219	50	45
21	43	平均	69.5
22	73		
23	98		
24	30		
25	10		
26	20		
27	30		
28	92		
29	60		
30	75		

条件2：赤玉細粒（上部）＋赤玉中粒（下部）

苗番号	草質茎全長 (mm)	苗番号	草質茎全長 (mm)	苗番号	草質茎全長 (mm)
1	19	31	15	61	69
2	33	32	18	62	22
3	22	33	20	63	22
4	25	34	50	64	18
5	14	35	25	65	17
6	31	36	27	66	20
7	84	37	22	67	20
8	26	38	27	68	10
9	22	39	28	69	15
10	33	40	25	70	17
11	24	41	15	71	27
12	23	42	30	72	20
13	25	43	35	73	20
14	25	44	29	74	20
15	26	45	25	75	28
16	27	46	26	76	23
17	25	47	24	77	39
18	19	48	17	78	29
19	20	49	55	79	25
20	23	50	13	80	20
21	29	51	28	平均	26.3
22	24	52	35		
23	20	53	35		
24	30	54	24		
25	29	55	24		
26	27	56	10		
27	27	57	25		
28	20	58	25		
29	25	59	19		
30	25	60	18		

表1：条件1の土壌と条件2の土壌の違いによる草質茎の全長 (mm)

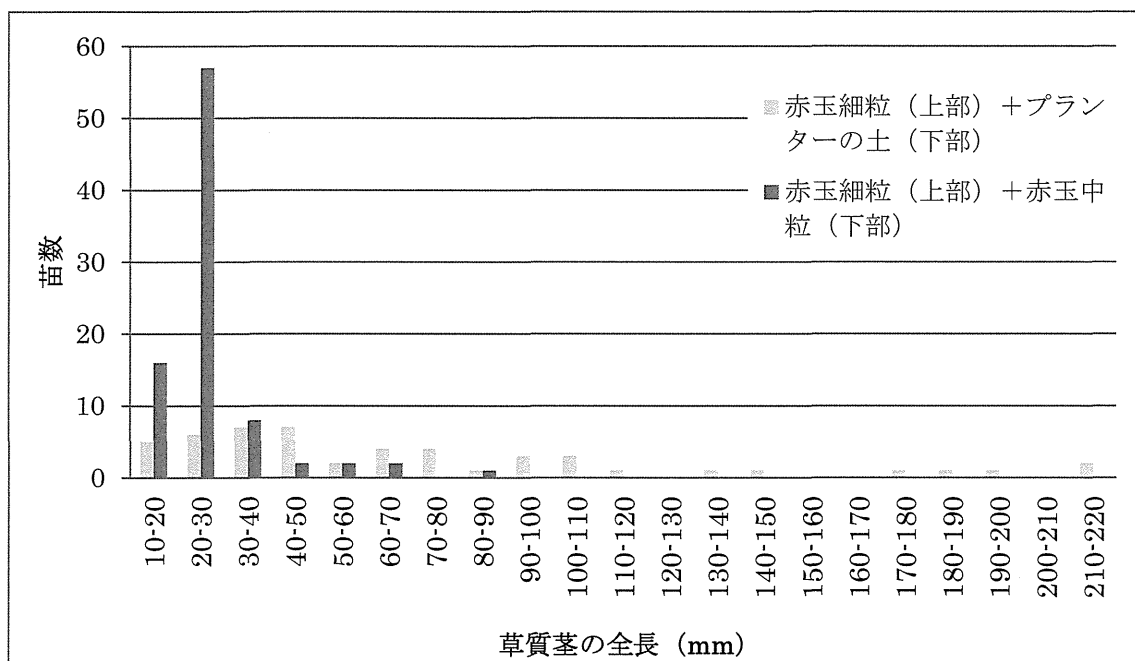
紙ポット

苗 番号	草質茎 全長 (mm)	苗 番号	草質茎 全長 (mm)
1	160	36	95
2	115	37	163
3	100	38	295
4	15	39	112
5	112	40	130
6	90	41	135
7	45	42	65
8	40	43	203
9	80	44	55
10	100	45	85
11	195	46	240
12	110	47	10
13	145	48	120
14	20	49	20
15	25	50	75
16	45	51	40
17	175	52	85
18	140	53	193
19	190	54	20
20	10	55	50
21	115	56	175
22	150	57	70
23	195	58	15
24	145	59	45
25	130	60	90
26	185	61	93
27	160	62	45
28	108	63	60
29	110	64	20
30	86	65	30
31	60	平均	105.5
32	190		
33	103		
34	98		
35	277		

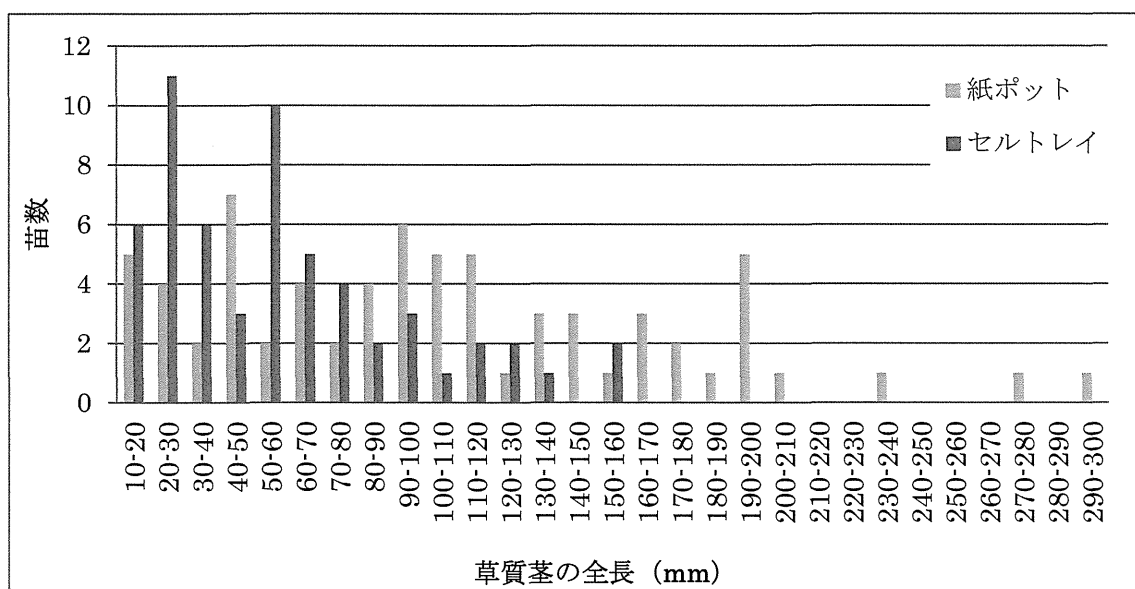
セルトレイ

苗 番号	草質茎 全長 (mm)	苗 番号	草質茎 全長 (mm)
1	27	36	20
2	41	37	40
3	8	38	35
4	155	39	55
5	95	40	10
6	156	41	110
7	135	42	90
8	60	43	22
9	28	44	50
10	55	45	55
11	50	46	58
12	30	47	8
13	10	48	102
14	60	49	120
15	75	50	50
16	59	51	22
17	15	52	35
18	25	53	65
19	75	54	80
20	68	55	60
21	49	56	50
22	38	57	75
23	91	58	75
24	20	59	25
25	80	平均	54.5
26	30		
27	15		
28	125		
29	36		
30	10		
31	110		
32	20		
33	20		
34	23		
35	12		

表2：紙ポットとセルトレイの草質茎の全長



グラフ1：播種する土壌の違いによる草質茎の全長 (mm)



グラフ2：播種する容器の違いによる草質茎の全長 (mm)

Ephedra sinica Stapf と *E. equisetina* Bunge の人工交配

研究代表者 御影 雅幸 金沢大学医薬保健研究域薬学系 教授

研究要旨 『日本薬局方』では生薬「マオウ」の品質として総アルカロイド含量（エフェドリンとプソイドエフェドリンの和）が0.7%以上であることを規定している。現在中国で栽培品の *Ephedra sinica* Stapf は野生品よりもアルカロイド含量が低いことが問題となっている。一方、代表者らは同一場所で栽培された *E. equisetina* は *E. sinica* よりもアルカロイド含量が高いことを明らかにした。そこで新たな栽培品種を作出することを目的に両種の人工交配を行ったところ、発芽苗を得ることができた。現在、育成中である。

研究協力者 金田 あい

A. 研究目的

『第16改正日本薬局方』では漢方生薬「麻黄」の原植物として、*Ephedra sinica* Stapf、*Ephedra intermedia* Schrenk et C. A. Meyer 又は *Ephedra equisetina* Bunge (*Ephedraceae*) の3種を記載し、また含有成分として、総アルカロイド〔エフェドリン

($C_{10}H_{15}NO$: 165.23) 及びプソイドエフェドリン ($C_{10}H_{15}NO$: 165.23)〕を0.7%以上を含むものとしている。

中国では1980年代からマオウの栽培が開始され、現在は *E. sinica* が栽培されている。代表者らも日局記載の3種の中では *E. sinica* が栽培しやすいことを確認し、日本での大規模栽培に着手した。一方、3種の中では *E. sinica* のアルカロイド含量が低く、中国では買い取り価格が安くて栽培を中止する農家も多い。発表者らは栽培マオウのアルカロイド含量を高める研究を行ってきた。2013年に中国新疆省博楽近郊にて、同一畑で栽培されている *E. sinica* と *E. equisetina* を入手してアルカロイド含量を測定した結果、後者の方が有意に含量が高かった。*E. equisetina* は *E. sinica* に比して栽培が困難で、中国でも内蒙古

自治区や寧夏自治区における栽培地で栽培を断念している。代表者らはすでに *E. sinica* 同士の人工交配を行った経験がある。そこで、栽培しやすかつアルカロイド含量が高い栽培品種の作出を目的に、両種の人工交配を試みた。

B. 研究計画

金沢大学医薬保健研究域薬学系の附属薬用植物園において、同園が保有する *E. sinica* の雌株に *E. equisetina* の雄株の花粉を受粉させ、種子を形成するかどうか検討することにした。ビニルハウス内で、小型のガラスケースに開花した *E. sinica* の雌株数鉢と *E. equisetina* の雄株1鉢を入れ、晴天日中にガラスケース内に人工的に風を送り込んで花粉を散布することを数日間繰り返した。実施日：5月初旬の晴天日。

C. 結果

E. sinica 株の毬果数個が赤熟し、合計8粒の種子が得られた。種子を赤玉土細粒に播種したところ、5個が発芽し、現在育成中である。