

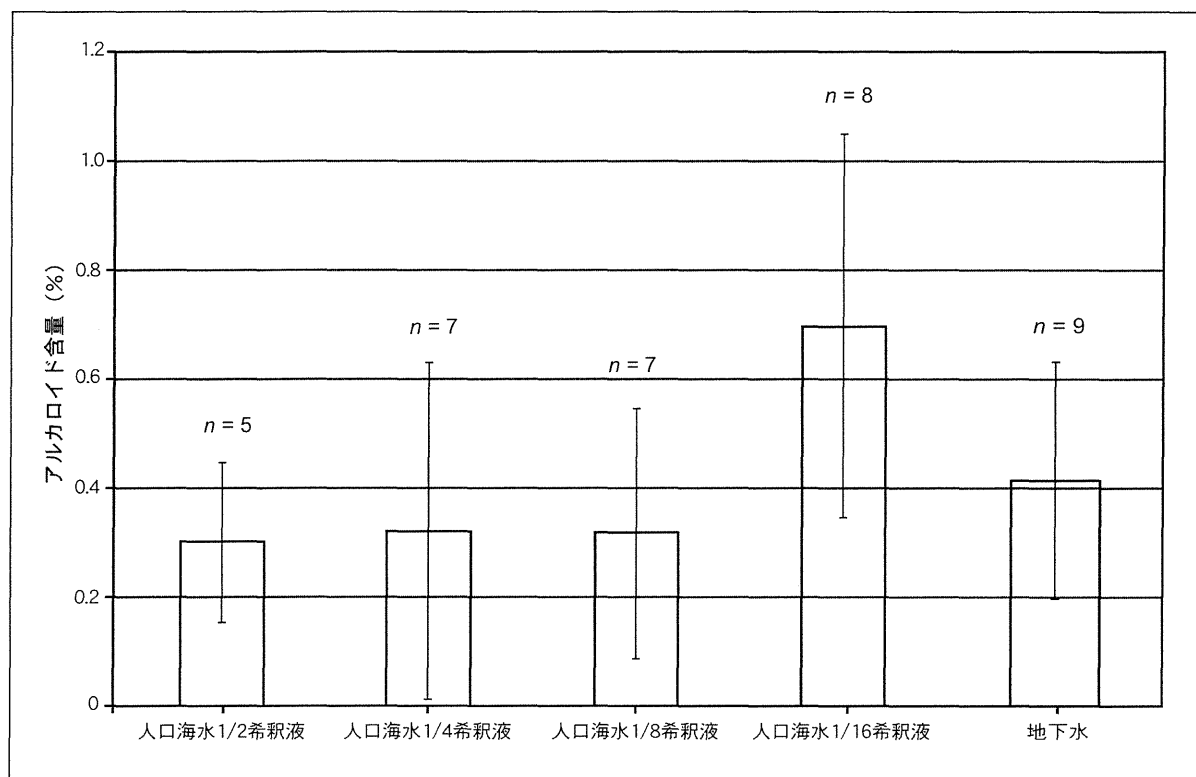


Fig. 3：灌水量の塩分濃度とシナマオウ草質茎中総アルカロイド含量の相関 (2007年11月13日採取)

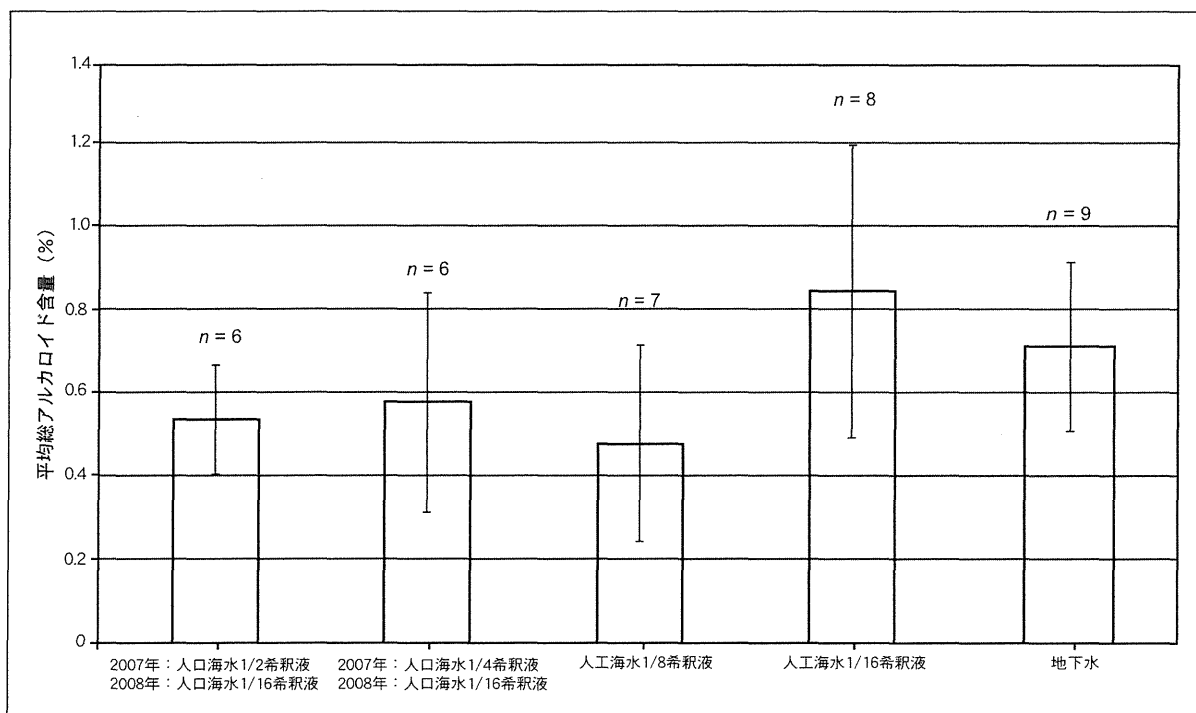


Fig. 4：灌水量の塩分濃度とシナマオウ草質茎中総アルカロイド含量の相関 (2008年9月11日採取)

Table 1 灌水中塩分濃度とシナマオウ草質茎中のアルカロイド含量の関係 (2008年9月11日採取)

株ID	灌水中塩分濃度	アルカロイド含量 (%)			(平均E+PE) ±SD
		E	PE	E+PE	
No.212	2007年: 人工海水1/2希釈液 2008年: 人工海水1/16希釈液	0.092	0.318	0.410	0.538±0.13
No.222		0.400	0.296	0.696	
No.223		0.007	0.691	0.698	
No.231		0.029	0.417	0.446	
No.232		0.266	0.171	0.437	
No.233		0.009	0.530	0.539	
No.311	2007年: 人工海水1/4希釈液 2008年: 人工海水1/16希釈液	0.101	0.143	0.244	0.577±0.27
No.321		0.087	0.228	0.315	
No.322		0.010	0.797	0.807	
No.323		0.236	0.260	0.496	
No.332		0.352	0.369	0.722	
No.333		0.014	0.866	0.880	
No.411	人工海水1/8希釈液	0.031	0.198	0.230	0.477±0.24
No.412		0.251	0.137	0.388	
No.413		0.005	0.243	0.248	
No.421		0.486	0.393	0.879	
No.431		0.223	0.136	0.359	
No.432		0.473	0.175	0.648	
No.433	人工海水1/16希釈液	0.017	0.571	0.588	0.845±0.35
No.511		0.004	0.360	0.364	
No.512		0.007	0.812	0.819	
No.513		0.032	1.067	1.099	
No.521		0.480	0.528	1.008	
No.523		0.109	0.380	0.489	
No.531	地下水	0.374	0.439	0.813	0.709±0.20
No.532		0.126	0.560	0.686	
No.533		0.386	1.094	1.480	
No.611		0.114	0.796	0.911	
No.612		0.347	0.208	0.555	
No.613		0.029	0.599	0.627	
No.621		0.363	0.655	1.018	0.709±0.20
No.622		0.056	0.571	0.626	
No.623		0.039	0.386	0.425	
No.631		0.116	0.623	0.738	
No.632		0.280	0.272	0.552	
No.633		0.228	0.698	0.926	

での本園内における *Ephedra* 属植物の栽培では、アルカロイド含量が概ね0.3～0.4%と低かったが、今回の結果から、人工海水1/16液希釈液を灌水することによりアルカロイド含量の高いシナマオウを栽培生産できる可能性が示唆された。なお、人工海水1/16希釈液を灌水した群における土壌中塩分濃度は表面で0.08～0.32%、深部で0.02～0.04%であったことから、この程度の塩分濃度がアルカロイド含量の高いシナマオウを育成させるに最適な土壌中塩分濃度であると考えられる。

3. 実験一年目は、設定した塩分濃度が異なる6群のいずれにおいても平均アルカロイド含量は0.7%に及ばなかったが、二年目には人工海水1/16液希釈液群とブランク群で0.7%を超え、日局に適合した。他の群も一年目より増加したことは、株の生長によるもの

と考えられ、実際、一年目には開花株がなかったが、二年目には開花する株が見られた。また、一年目に人工海水1/2及び1/4希釈液を灌水し、二年目に人工海水1/16希釈液を与えた群の平均アルカロイド含量がブランクより低かったことは、一年目に高濃度の希釈人工海水が与えられたことにより、株の生長が抑制された結果であると考えられる。なお、各群ともにアルカロイド含量の変異幅が大きいのは、株の生長程度（成熟度）が異なるためと考えられるが、これまでの経験から、株の生長度を均一にそろえることは困難である。本研究では一群の数を8株としたが、今後は1群の数をさらに増やすことや、挿し木増殖したクローン株を利用して再検討する予定である。また一方で、同一株では生長するに従いアルカロイド含量が上昇する傾向が見られ

たので、株の年齢とアルカロイド含量との相関についても検討する必要がある。

4. 実験二年目の11月14日に草質茎を採取した3株の平均アルカロイド含量は、前年同期よりは増加していたが、本報で示した同年9月11日よりやや低下していた（データ略）。このことは秋期に採集することが望ましいことを示唆しているが、現地では11月に採集するのが良いとする意見もあり、最適採集時期については更なる検討が必要である。

引用文献

- 1) 前報(*The Japanese Journal of Medicinal Resources*, 34(2), 1-6(2012))を第1報とする。
- 2) Mikage M., Takahashi A., Chen H., Li Q., Studies of *Ephedra* Plants in Asia. Part 1. On the Resources of *Ephedra* Plants in China, *Natural Medicines*, 57 (5), 202-208, (2003). Mikage M., Kondo N., Yoshimitsu M., Nakajima I., Cai S., Studies of *Ephedra* Plants in Asia. Part 2. On the Current Situation of the Cultivation of *Ephedra* Plants in China, *Natural Medicines*, 58 (6), 312-320, (2004).
- 3) Yang Z., Wang J., Man D., A Research of *Ephedra* Cultivation in Saline-Alkali Land, *Acta Bot. Boreal.-Occident. Sin.*, 22 (1), 141-145, (2002).
- 4) Mikage M., Motomura H., Yoshimitsu M., Yonekura K., Chen H., Studies of *Ephedra* Plants in Asia. Part 3. The Weed Control Problem in *Ephedra* Cultivated Field in China, *Natural Medicines*, 59 (3), 125-128 (2005).

●大富 規弘（おおとみ・のりひろ）●

三重県出身

2009年 金沢大学薬学部卒業

2011年 金沢大学大学院自然科学研究科
（博士前期課程）修了
薬学修士

●野村 幸宏（のむら・ゆきひろ）●

神奈川県出身

1990年 帝京大学薬学部卒業

2012年 金沢大学大学院医薬保健学総合研究科
（博士後期課程）社会人学生

●井出 達也（いで・たつや）●

長野県出身

2004年 金沢大学薬学部卒業

薬学士

●大野 剛史（おおの・たけし）●

富山県出身

2008年 金沢大学薬学部卒業

薬学士

●毛利 千香（もうり・ちか）●

石川県出身

1996年 金沢大学薬学部卒業

2002年 金沢大学大学院自然科学研究科修了
薬学博士

●御影 雅幸（みかげ・まさゆき）●

大阪府出身

1973年 近畿大学薬学部卒業

1975年 富山大学大学院薬学研究科修了

1984年 薬学博士

マオウ属植物の栽培研究（第3報）¹⁾

シナマオウの株分け及び木質茎の挿し木による種苗生産の検討

野村行宏, 佐々木陽平, 三宅克典, 御影雅幸*

金沢大学大学院医薬保健学総合研究科創薬科学専攻資源生薬学研究室

〒920-1192 石川県金沢市角間町

Studies of Cultivation of Ephedra Plants (part 3).

Multiplication from divisions and woody stem cuttings of *Ephedra sinica* Stapf

Yukihiro Nomura, Yohei Sasaki, Katsunori Miyake and Masayuki Mikage*

Laboratory of Herbal Medicine and Natural Resources, Division of Pharmaceutical

Sciences, Graduate School of Medical Sciences, Kanazawa University.

Kakuma-machi, Kanazawa 920-1192 Japan

2013年9月 日受付

要 旨

日本薬局方に収載され、また中国で一般に栽培されている漢方生薬「麻黄」の1原植物である *Ephedra sinica* Stapf を栽培する際の苗を得る目的で、株分けおよび木質茎の挿し木法を検討した。その結果、根茎を引いて生育している株は根茎部を切り分けることで容易に増殖することができた。また、非効率的であるが、まだ根茎を引いていない播種後4年生株からも株分けで1株あたり2～3株の新苗を得ることができた。また、挿し木法では、挿し穂基部を水平切りして挿し、人工気象器内で保管することにより、5割の苗が活着した。マオウ属植物の草質茎の挿し木は木質茎より困難であるとされており、草質茎の挿し木法については次報で述べる。

Summary

We investigated the multiplication from divisions and woody stem cuttings of *Ephedra sinica* Stapf, which is prescribed as one of the botanical origins of Ephedrae Herba in the Japanese Pharmacopoeia 16th. The results are as follows: The plantlets obtained by dividing an old stock grown by underground rhizomes took root easily; The plantlets obtained by cutting woody stem longitudinally with roots also took root easily, though it was inefficient; About a half of cuttings obtained from woody stems with enough herbal stems took root in a biotron, and the success rate was higher than that of *E. altissima* Desf. ever reported. The multiplication from cuttings of herbal stems of *Ephedra* plants will be reported in the next paper.

漢方生薬「麻黄」の栽培は中国で1980年代から盛んになり、現在では主として *Ephedra sinica* Stapf が栽培され、苗の確保は主として種子繁殖に依っている。一方、現時点では我が国でマオウ種子の生産は行なわれておらず、苗の確保のためには他の手法をも検討する必要がある。また、種子繁殖では遺伝的形質が一定ではない。そこで、筆者らはクローン株が得られる株分け法ならびに挿し木法などを検討することにした。これまでにマオウ属植物の挿し木法による繁殖については、藤田ら²⁾による『日本薬局方』に収載されていない *E. altissima* Desf. 及び *E. distachya* L. を用いた研究があり、木質茎を挿し穂とした場合の活着率は *E. altissima* で約40%、*E. distachya* で15%であったが、草質茎を挿し穂とした場合には、*E. altissima* では活着率が約10%と低く、*E. distachya* では全く活着しなかったと報告されている。また、『第十六改正日本薬局方』³⁾ 収載種としては、旧国立衛生試験所春日部薬用植物栽培試験場が導入した *E. sinica* 株 (Ep-13) について、株分けや根挿しが有効であると報告されている⁴⁾ が、Ep-13は我々が保有する *E. sinica* とは繁殖能力が大幅に異なり、筆者ら⁵⁾ はDNAを解析した結果 *E. sinica* ではなく、別種の交雑種である可能性を示した。そこで、本研究では金沢大学が保有する *E. sinica* を用いて、株分けおよび木質茎の挿し木による繁殖法を検討した結果について報告する。

1. 株分けによる繁殖

1) 根茎で増えた株を利用する方法

富山県薬用植物指導センターから株分けにて譲り受けた *Ephedra sinica* を、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にてワグネルポット (1/2000a) または11号

駄温鉢で5年間育てた2株 (A株, B株)。地下部に多数の根茎を延ばし、子株が増殖している株 (写真1)。

2013年6月中旬に、適度に根が残るように根茎をA株は10苗に、B株は9苗に切り分け (写真2)、市販栽培用土 (プランターの土：秋本天産物) を用い、ロングポット (深さ20cm) に植え付けた。

活着の評価を2013年8月12日に行なった結果、全株が活着していた。

2) 木質茎基部を切り分ける方法

Ephedra sinica : 2株 (C株, D株)。2株ともに、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内の株から採取した種子

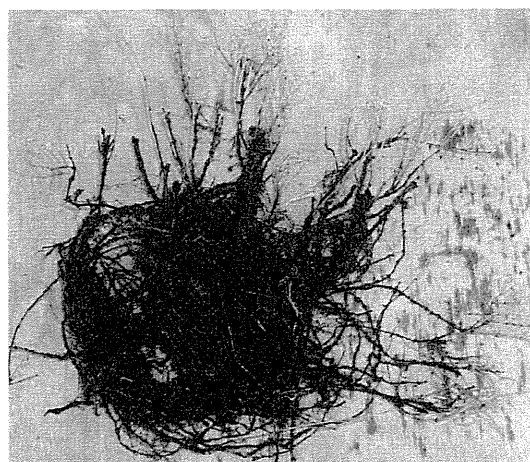


写真1 根茎を引いて増殖した株

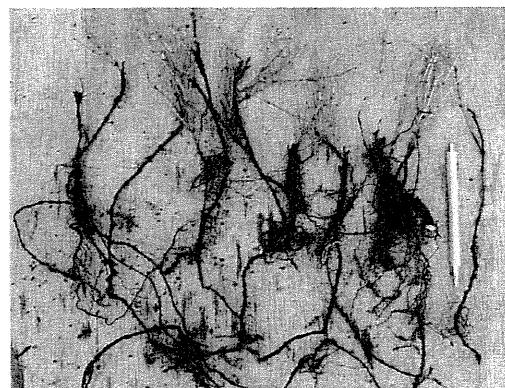


写真2 : 根茎を引いて増殖した株を切り分けた状態 (一部分)。

を播種（2004年春）して得られた実生苗を育てた4年生株で、基部は木質化し、径約8mmで、地下に引く根茎は認められなかった。

2008年3月22日に、実験材料を鉢から取り出し、水中でよく土を落とし、鋭利なナイフで、それぞれの子株に適度な根が残るように、C株は4分割（縦割：写真3）、D株は3分割し、ワグネルポット（1/5000a）に市販栽培用土（プランターの土：秋本天産物）を用いて定植し、日当りの良い屋外に保管した。なお、3月は中国において麻黄の植え替えに適した時期とされている。

活着の評価を2008年9月25日に行なった結果、C株は4苗のうち2株（C-2, 4）が生存し、他の2株（C-1, 3）が枯れた。D株は、全3株が生存していた。

2. 木質茎の挿し木による繁殖

1) 実験材料

E. sinica の園内継続栽培株。

2) 挿し穂の調製方法

調製条件：木質茎は数カ所の節から多数の草質茎が出た状態で、挿し穂は各節のすぐ上で切断して得た。次いで、木質茎基部の切り口を水平切り（軸に対して垂直）と返し切り（水平切りした部分の約半分に更に斜めに切り込み）の2群に分け、それぞれの群を発根剤（ルートン：石原産業株式会社）塗布と塗布無しの、合計4群に分け、各群5株を準備した（表1）。草質茎は全て残した。

3) 植え付けおよび管理方法

用土として鹿沼土を用い、硬質ポリポット（直径9cm）に2～3cmの深さに挿した。

培養環境条件：人工気象器（日本医化器械製作所：LPH-200RDSMP）。温度25℃、湿度70%、光照射：15時間（25,000～30,000ルクス）



写真3：2縦割した状態。さらに2縦割して4株とした。

4) 実験期間

2006年11月28日、29日に挿し木し、2007年9月26日（10ヶ月後）に評価した。

5) 評価方法

生存しているものは土壌表面からの地上部の長さ、茎の数、根の長さを測定し、根の量は目視的に観察した。枯死したものについては、切り口のカルス形成の有無、根があれば長さを測定し、根の量を目視的に観察した。

結果（表1、写真4）

返し切りした条件1、2では、発根剤の有無にかかわらず、10検体すべてが枯死したが、発根剤を塗布した群はカルスの形成並びに根の伸長がよかった。水平切りの条件3、4については、条件3（発根剤無し）で5検体中3検体が活着し、条件4（発根剤有り）で5検体中2検体が活着し、発根率や活着率については発根剤の顕著な効果は認められなかった。

表1 挿し木条件と結果

条件・ 資料番号	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1-1	—	—	—	—	無し	—	—
2	—	—	—	—	無し	—	—
3	—	—	—	—	有り	0	—
4	—	—	—	—	有り	8	少
5	—	—	—	—	有り	5	少
条件2-1	—	—	—	—	無し	—	—
2	—	—	—	—	有り	0	—
3	—	—	—	—	有り	3	少
4	—	—	—	—	有り	10	多
5	—	—	—	—	有り	13	多
条件3-1	—	—	—	—	無し	—	—
2	—	—	—	—	有り	3	少
3	7.0	1	9	少	—	—	—
4	6.5	1	16	中	—	—	—
5	13.0, 7.0	2	15	多	—	—	—
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	—	—	—

条件1：返し切り，発根剤（ルートン）塗布なし

条件2：返し切り，発根剤（ルートン）塗布あり

条件3：水平切り，発根剤（ルートン）塗布なし

条件4：水平切り，発根剤（ルートン）塗布あり

※：—は枯死したことを意味する。

※※：0 (cm) はカルスの形成が認められたが，根が伸張しなかったものを示す。

結論および考察

1. *Ephedra sinica* 栽培株の株分け実験において，地下に根茎を引いて繁殖した株では作製した全ての子苗が活着し，好成績であった。一方，根茎を引かない株の木質化した根元の株分けによる繁殖に関しては，2株から得られた7つの小苗のうち5苗（71.4%）について活着させることができた。結果としては十分な成績であるが，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，個体数を多く得る事が出来ないこと，播種してから親株として株分けに供することができるまでに時間がかかりすぎる事，得られる小苗が少ない

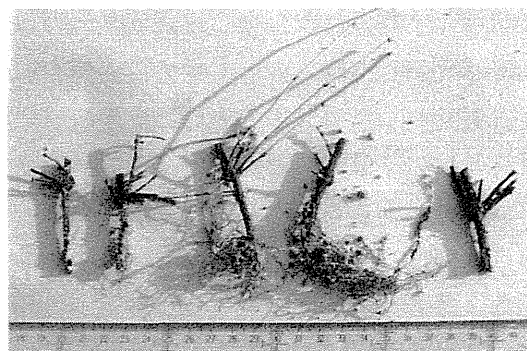


写真4：挿し木後10ヶ月後の状態（条件2）
（左から，条件2-2, 2-3, 2-4, 2-5, 2-1.
草質茎の多くはすでに枯死脱落している）

ので失敗した場合のリスクが高すぎる事などの短所がある。なお，*E. sinica*は日局収載の他の2種（*E. intermedia*, *E. equisetina*）

に比して根茎を引いて増殖する性質が強いので、本研究の結果からは、十分生長して根茎を引いた株を親株として株分けするのが適していると判断される。一方、同じ *E. sinica* でも株によって根茎を延ばす性質が強いものと弱いものがある可能性があり、今後の検討課題である。なお、Ep-13については、株分け時期は3月中旬～4月中旬頃と10月上旬から11月中旬頃が適期であると紹介されているが、本研究では少なくとも6月中旬までは可能であることが明らかになった。ただし、株分け後の年内の生長を考慮すると、新芽が動き出す前が適切であると判断される。

2. *E. sinica* の木質茎の挿し木による繁殖実験に関しては、水平切り苗、返し切り苗ともに約半数が発根したが、活着率は水平切り苗では50%、返し切り苗では0%であった。活着率から判断すると水平切りが適しているが、返し切り苗でも発根後早期に植え替えるなど適切な管理により活着する可能性がある。また、すべての条件（苗）において、カルス形成が認められたが、その後枯死したものが多く、その原因に不適切な灌水（給水不足）が考えられ、適切な灌水量についても検討する余地がある。また、発根剤の塗布に関しては、発根促進効果は認められなかったが、発根後の根の生長に関しては有効であると判断された。以上、日局収載種の *E. sinica* において挿し穂の基部を水平切りし人工気象器内で管理することにより、藤田らが *E. altissima* で報告した活着率をやや上回る成績が得られた。なお、ここにはデータを示さなかったが、予備の実験として蒸散を押さえるために草質茎を半分以下に切り詰めた株ではすべて枯死したことから、挿し穂には十分な草質茎を残

す必要がある。

3. *Ephedra* 属植物は灌木であるが、*E. sinica* については、冬に氷点下をかなり下回る自生地では地上部が根頭部を残して全て枯れるので、挿し穂として利用できるような木質茎が得られない。一方、比較的暖かい地域ではわずかに地上茎が残り、次年度以降に木質化する。金沢では冬期にかなりの積雪があり、その下では *E. sinica* の地上部の大半は枯死せず、一部が木質化する。今回の研究で利用した木質茎はそうしたものである。なお、いずれにせよ大量の木質茎を得ることはできないので、活着率が悪いが多量に得られる草質茎の挿し木を検討する必要がある、次報で述べる。

文献

- 1) 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）
- 2) 藤田早苗之助，栗原孝吾，衛生試験所報告，85，112 - 114（1967）
- 3) 第十六改正日本薬局方，厚生労働省，2012，p.1589.
- 4) 薬用植物栽培・品質評価指針作成検討委員会編，『薬用植物 栽培と品質評価』Part9，薬事日報社，東京，2000，pp.67 - 78.
- 5) 御影雅幸，北岡文美代，松本昌士，安藤広和，佐々木陽平，杉村康司，飯田修．旧国立衛生試験所が導入し保存してきたマオウ属植物Ep-13に関する新発見．薬用植物研究，投稿中．

