

薬用植物研究

The Japanese Journal of Medicinal Resources

40卷1号 (2018年1号)

2018年6月



カミツレ

Matricaria chamomilla L.

薬用植物栽培研究会

Japanese Society of Research for the Cultivation of Medicinal Plants

目 次

総説

New development of artificial agarwood in Hainan in China

Hao-Fu Dai・太田智絵・宇都拓洋・正山征洋 …………… 1

原報

薬用植物の筒栽培に関する研究 3

実用栽培に向けたスペインカンゾウの筒栽培 1

末岡昭宣・野村知史・吉岡達文・草野源次郎 …………… 11

原報

マオウ属植物の栽培研究（第11報）

草質茎の挿し木法の検討（4）挿し木の適期に関する研究

倪斯然・工藤喜福・安藤広和・佐々木陽平・御影雅幸 …………… 22

資料

マオウ属植物の栽培研究（第12報）

中国内蒙古自治区の大規模マオウ栽培地における現地調査報告（2）

倪斯然・安藤広和・金田あい・工藤喜福・落合真梨絵・蔡少青・御影雅幸 …………… 29

資料

薬用植物に発生する害虫類

渡辺寛己・多々良明夫 …………… 38

資料

第18回加賀能登の薬草シンポジウム「特別講演会」

—これから薬草栽培をしていく手ほどき—

講師：福田眞三

佐々木陽平 …………… 44

薬用植物栽培研究会第1回研究総会のご案内 …………… 52

会計報告・投稿規定

編集後記

編 集 委 員

姉帯 正樹

伊藤美千穂

伊藤 徳家

奥山 徹

草野源次郎

高上馬希重

小松かつ子

佐々木陽平

芝野真喜雄

林 宏明

菱田 敦之

矢原 正治

山野 幸子

吉岡 達文

New development of artificial agarwood in Hainan in China

-Observation of Chinese Academy of Tropical Agricultural
Sciences in Haikou-

Hao-Fu Dai¹⁾, Tomoe Ota²⁾, Takuhiro Uto²⁾, Yukihiro Shoyama^{2)*}

1) *Institute of Tropical Bioscience and Biotechnology, Chinese Academy of Tropical Agricultural
Sciences, Haikou 15120796287 China*

2) *Faculty of Pharmacy, Nagasaki International University, 2825-7, Huis Ten Bosch,
Sasebo, Nagasaki 859-3298, Japan*

Abstract

Agarwood is important as a perfume, but also very old traditional medicine having mental benefit used in China and Japan. It has been evident that when plants get stimulus from fungi, bacteria and/or insects, various defense materials may be accumulated. Agarwood production is also suggested to be the same way. One of authors (YS) had a chance of observation in the Institute of Tropical Bioscience and Biotechnology in Hainan in China and found a big collection of agarwood specimens collected from the world. Furthermore, one of the authors (HD) isolated many kind of constituents from agarwood like sesquiterpenes, phenylethyl chromones and their glycosides, hybrid types of structures between sesquiterpenes and phenylethyl chromones and C-C binding dimers of phenethyl chromones and so on. It is not clear which components can be used as a marker for the quality control of agarwood yet although several pharmacological investigation have been studied. It is notable that they found the production methodology of artificial agarwood using the injection method of unknown solution licensed resulting in practical production in China, Laos and Thailand.

Key word

Agarwood, *Aquilaria sinensis*, Thymelaeaceae, perfume, traditional medicine, sesquiterpenes, phenylethyl chromones, artificial agarwood production

1. Introduction

Agarwood and/or aloeswood are names for the resinous and fragrant heartwood produced by *Aquilaria* species belonged to Thymelaeaceae. Twenty three *Aquilaria* species are widely distributed limited in tropical area¹⁾

Among them *A. crassna*, *A. filaria*, *A. malaccensis*

and *A. sinensis* have been mainly used for production of agarwood²⁾. Agarwood is important as a perfume, but also very old traditional medicine having mental benefit described in Ming Yi Bie Lu [名 医 别 录] published during 5~6 century in China. Recently various pharmacological activities of agarwood constituents like antioxidant-, antibacterial-,

anti-inflammatory-, cytotoxic-, neuroprotective- and acetylcholinesterase inhibitory activities have been confirmed³⁻⁷⁾

The production of agarwood is still veiled in mystery although woods are considered to be stimulated by oxidation, fungi and insects and so on⁸⁾. In fact when plants are attacked by infection of bacteria or fungi, several defense systems appear. It is known that when some bean plants received the feeding damage by mites, SOS compound like terpenes appears. The other mite species catch the SOS compound and can refuse the mite induced feeding damage⁹⁾. We also found such defense reaction as following. When *Scutellaria baicalensis* is infected by fungi and/or bacteria, hydrogen peroxide appeared against infectors. Since hydrogen peroxide attacks to plant cells too, β -glucuronidase distributed in *S. baicalensis* tissues (Fig.1) started to react resulting that baicalein β

-glucuronide (baicalin), is hydrolyzed by β -glucuronidase to release baicalein which is oxidized by hydrogen peroxide and peroxidase to be quinone type compound (Fig.2) which is non-toxic compound for host plant¹⁰⁾. Since the first induction of β -glucuronidase is important for starting of defense, we confirmed the distribution of β -glucuronidase in *S. baicalensis* tissue as shown in Fig.1¹¹⁾ and purification¹²⁾. It is easily suggested that the above defense reaction may be one of causes for agarwood component preparation.

Although agarwood is used in many cultures throughout the world for religious ritual, perfume and aroma of which the consumption is hundreds of tones in a year²⁾, the quality is still depending on its color, order and shape and so on. It is however easily suggested that the quality might be mysterious because at least the defense reaction as indicated above may be occurred for production of agarwood resulting in the variation of quality. Recently several kinds of constituents in agarwood have been purified, isolated and structurally elucidated and the trial of quality control of agarwood using constituents has been started^{2,13)}.

The agarwood production is not enough although the consumption has been increasing. Recently Dai et al. succeeded to produce the artificial agarwood by an injection system¹³⁾. Fig.3 indicated the Institute of Tropical Bioscience and Biotechnology and its specimens of agarwood collected from the world maintained by Professor Dai group as a center of artificial agarwood development in Haikou. In this

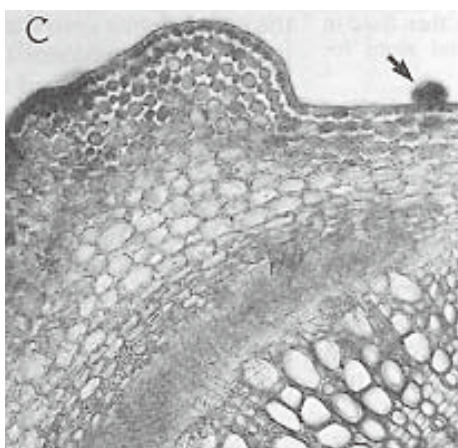


Fig. 1 Distribution of β -glucuronidase in *Scutellaria baicalensis* tissues β -Glucuronidase was stained by the addition of 5-bromo-4-chloro-3-indole- β -D-glucuronide as a substrate. Arrow indicated a hair stained strongly.

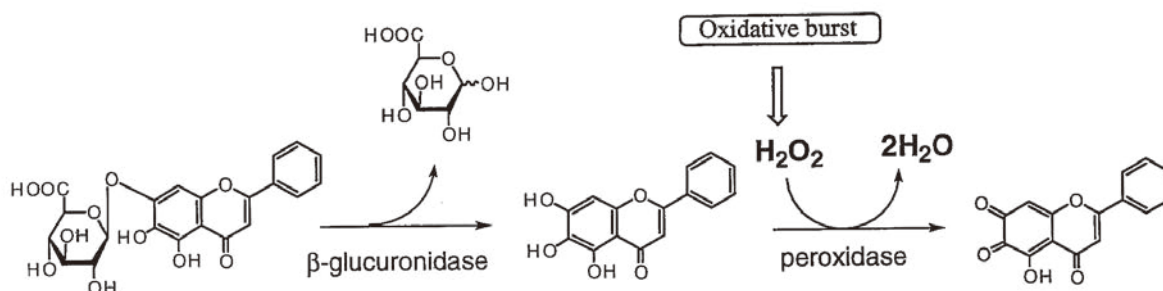


Fig. 2 Mechanism of defense on *Scutellaria baicalensis*

review we summarized the components contained in agarwood, the quality control of agarwood and the

production methodology of artificial agarwood using intact plant of *A. sinensis*.

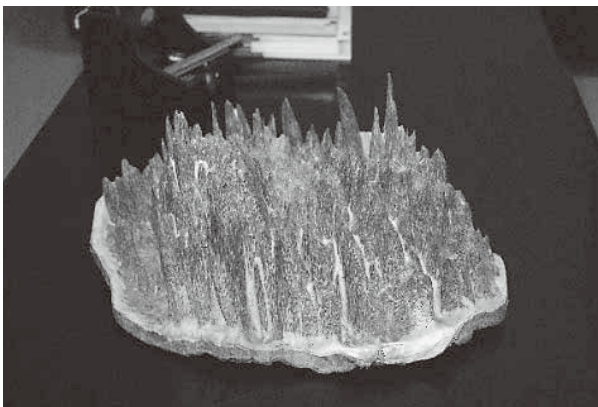


Fig. 3 Institute of Tropical Bioscience and Biotechnology in Haikou and specimens of agarwood collected from the world

2. Distribution of agarwood producing plants and plant morphology

As shown in Table 1 23 *Aquilaria* species produce agarwood and distribute in the wide field limited in tropical area in the world. Among them 4 species, *A. crassna*, *A. filaria*, *A. malaccensis* and *A. sinensis* are major producing species.

Since *A. sinensis* is summarized in this review the morphology of *A. sinensis* will be documented. *A.*

sinensis belonging to Thymelaeaceae, is 10~20 m high, evergreen tree and native in China. Leaves are alternate, elliptic to obovate, 5~10 cm long and 2~4 cm wide. The leaf apex is acuminate and the base is broad, with smooth margins and leather touch (Fig.4). Flowering in March to May and flowers are pale greenish yellow, aroma, funnel-shaped in a terminal or axillary umbel. Fruiting in September to October and pale greenish woody capsule covering by short hairs.

Table 1 Distribution of *Aquilaria* species in the world

	Scientific name	Distribution area
1	<i>Aquilaria apiculata</i>	Philippines
2	<i>Aquilaria baillonii</i>	Cambodia, Vietnam
3	<i>Aquilaria banaensis</i>	Vietnam
4	<i>Aquilaria beccariana</i>	Indonesia
5	<i>Aquilaria brachyantha</i>	Philippines
6	* <i>Aquilaria caudata</i> (<i>Brachythalamus caudatus</i>)	Papua New Guinea
7	<i>Aquilaria citrinicarpa</i>	Philippines
8	<i>Aquilaria crassna</i>	Tailand, Cambodia, Laos, Vietnam
9	<i>Aquilaria cumingiana</i>	Philippines, Indonesia
10	<i>Aquilaria filaria</i>	Papua New Guinea, Indonesia, Philippines
11	<i>Aquilaria hirta</i>	Malaysia, Singapore, Tailand,
12	<i>Aquilaria khasiana</i>	India
13	<i>Aquilaria malaccensis</i> (<i>A. agallocha</i>)	Bhutan, Indonesia, Myanmar, India, Philippines, Malaysia, Singapore, Tailand
14	<i>Aquilaria microcarpa</i>	Indonesia, Brunei, Philippines, Malaysia,
15	<i>Aquilaria parvifolia</i>	Philippines
16	* <i>Aquilaria pubescens</i> (<i>Gyrinopsis cumingiana</i> var. <i>pubescens</i>)	Philippines
17	<i>Aquilaria rostrata</i>	Malaysia
18	<i>Aquilaria rugosa</i>	Vietnam
19	<i>Aquilaria sinensis</i>	China
20	<i>Aquilaria subintegra</i>	Tailand
21	<i>Aquilaria urdanetensis</i>	Philippines
22	<i>Aquilaria yunnanensis</i>	China
23	* <i>Aquilaria walla</i> (<i>Gyrinopsis walla</i>)	Sri Lanka

3. Constituents contained in agarwood

We systematically isolated components in Chinese agarwood and elucidated these structures. Among them sesquiterpenoids are believed to be an important and typical factor of fragrant. New sesquiterpenoids are divided into two categories, one is gualane type skeleton and the other is eremophilane type.



Fig. 4 Leaves of *Aquilaria sinensis*

2-(2-Phenylethyl) chromone derivatives are most typical components in agarwood. Therefore, 100 or more derivatives have been isolated from agarwood. We also purified and isolated several new 2-(2-phenylethyl) tetrahydro-chromones as shown in Fig.6. Recently it becomes evident that 2-(2-phenylethyl) tetrahydro-chromones indicated

Interestingly all newly isolated sesquiterpenoids as indicated in Fig. 5 showed moderate inhibitory activity against acetylcholinesterase. Furthermore, compounds 4-7 had antibacterial activity against *Staphylococcus aureus*¹⁴. Since oxide ring were found (Fig. 5), some peroxide type of sesquiterpenoids like artemisinin will be expected.

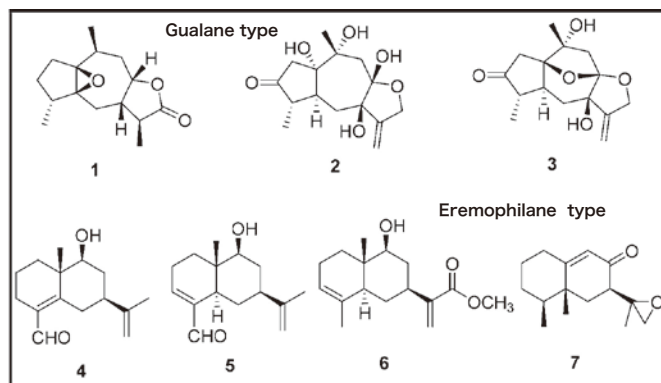


Fig.5 Sesquiterpenoids for agarwood

inhibitory activity against acetylcholinesterase¹⁵. We also isolated new 2-(2-phenylethyl) chromones as indicated in Fig. 6 and found weak anti-acetylcholinesterase activity¹³.

During survey of 2-(2-phenylethyl) tetrahydro-chromones the agarwood from Sri Lanka showed different type of constituents as indicated in

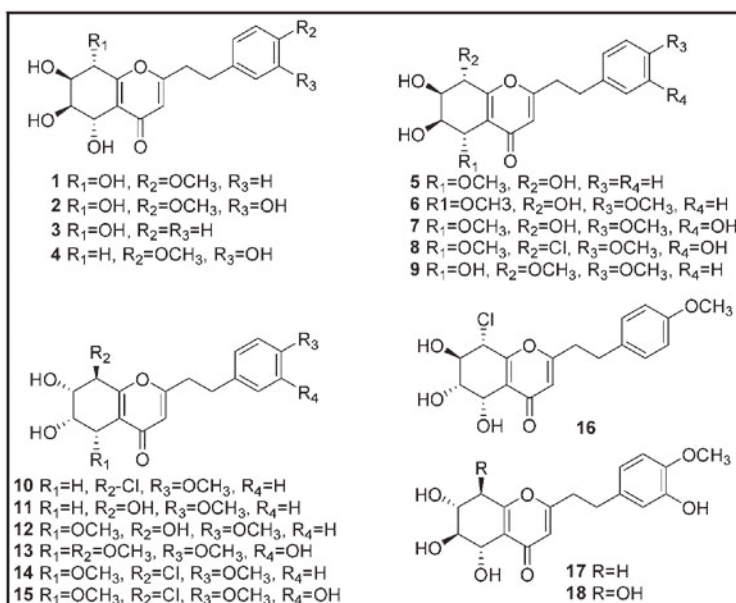


Fig.6 2-(2-phenylethyl)tetrahydro-chromones from agarwood

Fig.7. From this evidence the quality control of agarwood comparing constituents might be necessary.

Hybrid compounds between chromone dimers and chromone and sesquiterpene hybrid, were also found by us. These structures are shown in Fig. 8 and Fig. 9, respectively. Since their compounds may have pharmacological activities, we have been investigating by using typical assay system.

4. Artificial production trial of agarwood

2-(2-phenylethyl) chromones which are considered to be as most important constituents in agarwood have been isolated and structurally elucidated more than 100 derivatives¹⁶⁾. As artificial production method of agarwood components various systems have been investigated. Tissue culture technique was used to produce agarwood component productions using

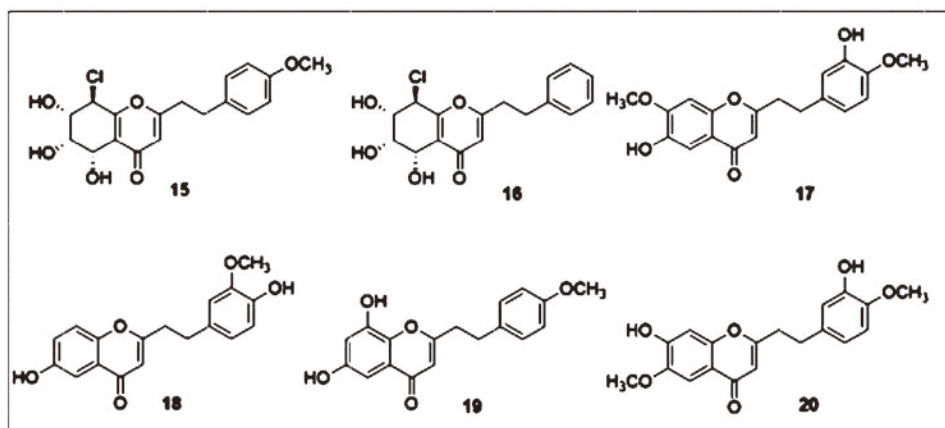


Fig.7 Chromones from agarwood in Sri Lanka

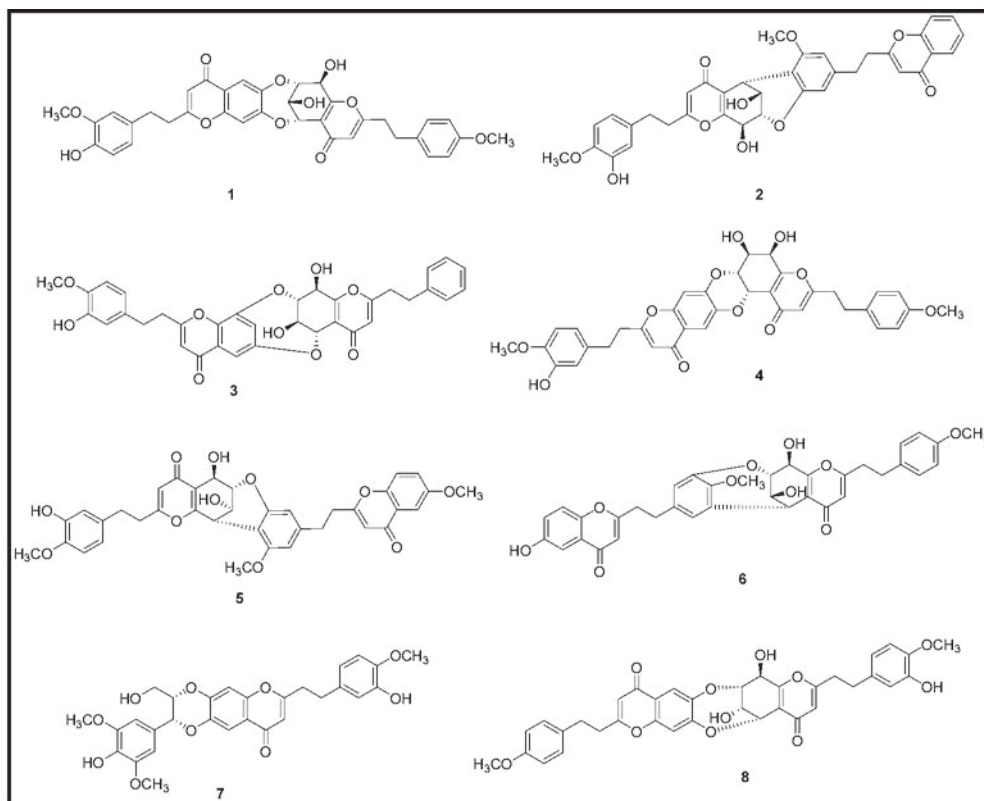


Fig. 8 Dimers of chromones from agarwood

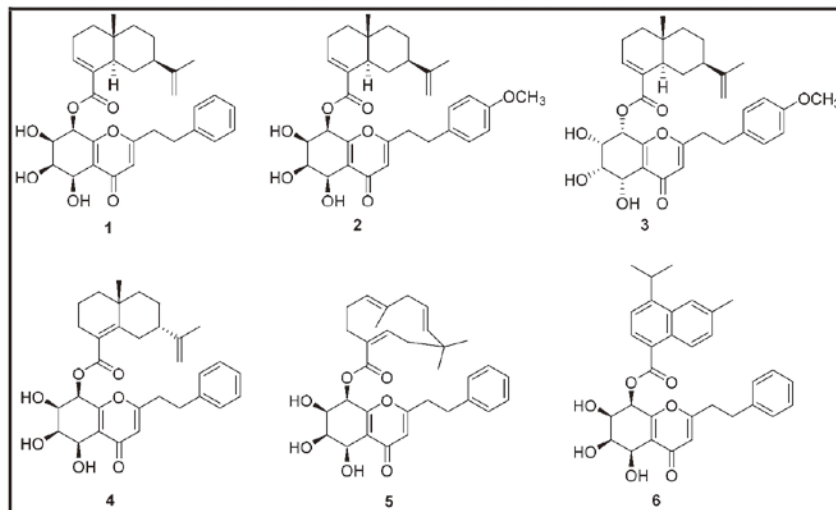


Fig. 9 Hybrid compound chromone and sesquiterpenoids from agarwood

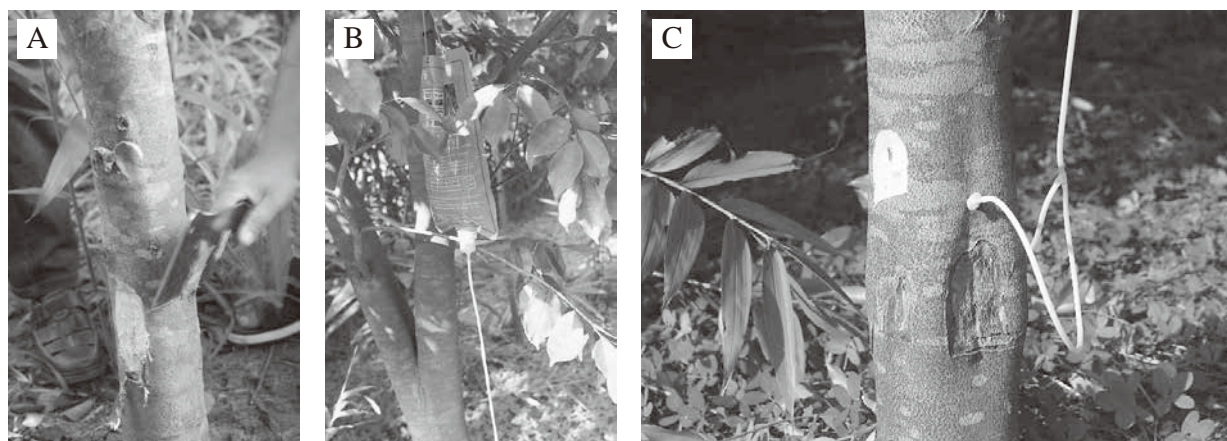


Fig. 10 Injection system for preparation of agarwood in *Aquilaria sinensis*

Aquilaria calli in addition of salicylic acid¹⁷⁾ or the crude extract of fungi¹⁸⁾, respectively, to the culture medium. Wang et al. reported that the sodium chloride stress induced the formation of 2-(2-phenylethyl) chromones and regulated responsive genes in signal transduction in *A. sinensis* calli¹⁹⁾. For the intact tree several research groups reported the production of 2-(2-phenylethyl) chromones by individual method²⁰⁻²³⁾. We also succeeded to produce 2-(2-phenylethyl) chromones by the artificial holing for different times using special solution patented¹⁴⁾. The following figures indicates the procedure of artificial agarwood production. The bark of *A. sinensis* was removed partly as indicated Fig. 10-A and made a hole. Special mixture solution was set up (Fig. 10-B) and the drain



Fig. 11 Agarwood preparation by injection

tube was fixed to the hole (Fig.10-C). After approximately 1 year the log injected was cut and checked agarwood parts as shown in Fig. 11.

Fig. 12 indicated the artificial production of agarwood in Thailand using the same way of previously indicated.

5. Conclusion

Since the consumption of agarwood for religious ritual, perfume and aroma have been increasing and approaching several hundred tons in the world, always stock shortage is occurring. Furthermore, the chemically quality control of agarwood has not been succeeded yet because the constituents are varied depending on production places and the production mechanism is unknown. We isolated several types of constituents like sesquiterpenoids, 2-(2-phenylethyl) tetrahydro-chromones, its dimer and hybrid derivatives. Although the biosynthetic pathway of tetrahydrochromone has not been understood yet, we suggested two biogenetic pathways as shown in Fig. 13. One is started from acetate-malonate pathway to produce tetrahydrochromone skeleton and conjugated with phenyl propanoid to form tetrahydrochromene via decarboxylation. The other pathway is started from shikimic acid, phenyl propanoid and acetyl-CoA resulting in tetrahydrochromone and then chromone derivatives (Fig. 13).

Agarwood resin is produced inside the tree

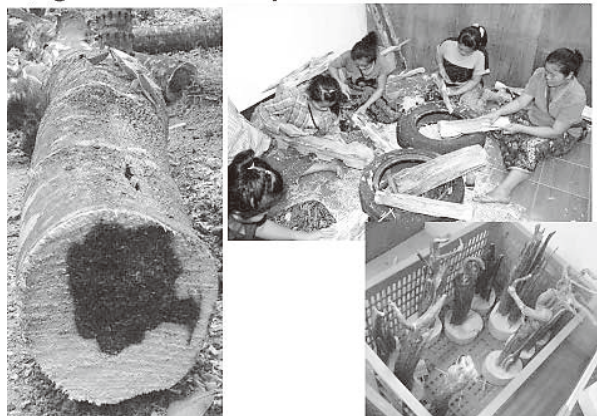


Fig. 12 Artificial agarwood preparation in Thailand

We developed a new method of agarwood production by the injection system. The practical production has been spreading in tropical countries like in Hainan in China, Laos and Thailand. This approach may be able to solve the stock shortage of agarwood in the world in future. Furthermore, it may be possible to produce constantly the same quality of agarwood because the variation of quality, especially differences in places are varied when compared color, order and shape which are important factor for quality control now. In future the quality control by components can be improved.

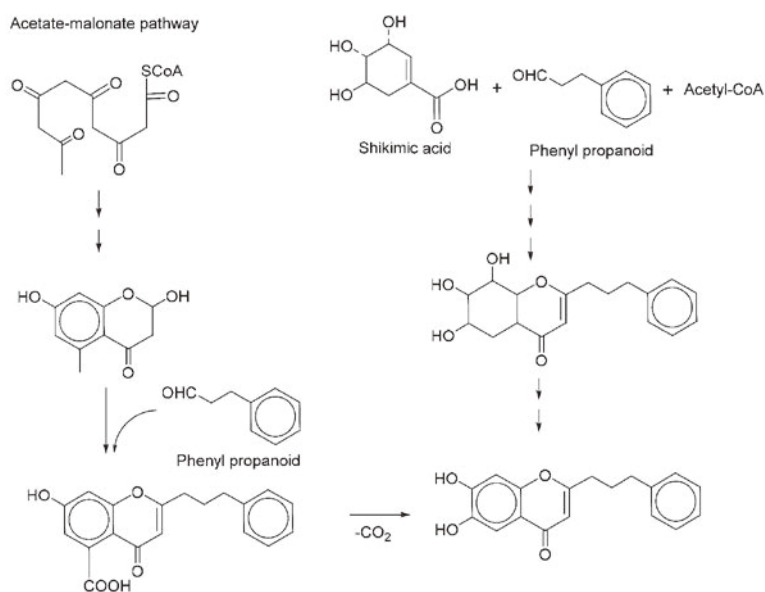


Fig. 13 Proposed two biogenetic pathways of chromones in agarwood

References

- 1) H.F. Dai, 2017 International Forum on Research and Utilization of Medicinal Resources, Research and Utilization of *Li* Folk Medicines, Hainan, 2017, Abstract Book.
- 2) YY. Liu, J.H. Wei, ZH. Gao, Z. Zhang, J.C. Lyu, A Review of Quality Assessment and Grading for Agarwood, *Chin. Herb. Med.*, 9 (1), 22-30 (2017).
- 3) JS. Yoon, MK. Lee, SH. Sung, YC. Kim, Neuroprotective 2-(2-phenylethyl) chromones of *Imperata cylindrical*, *J Nat Prod.*, 69 (2), 290–291 (2006).
- 4) SRM Ibrahim, Natural occurring 2-(2-phenylethyl) chromones, structure elucidation and biological activities. *Nat Prod Res.* 29 (16), 31–32 (2015).
- 5) Liu J, Wu J, Zhao YX, Deng YY, Mei WL, Dai HF. A new cytotoxic 2-(2-phenylethyl) chromone from Chinese eaglewood, *Chin. Chem Lett.*, 19(8), 934–936 (2008).
- 6) W. Li, CH. Cai, WH. Dong, ZK. Guo, H. Wang, WL. Mei, HF. Dai, 2-(2-Phenylethyl) chromone derivatives from Chinese agarwood induced by artificial holing, *Fitoterapia*, 98, 117–123 (2014).
- 7) D. Chen, ZR. Xu, XY. Chai, KW. Zeng, YX. Jia, D. Bi, ZZ. Ma, PF. Tu, Nine 2-(2-phenylethyl) chromone derivatives from the resinous wood of *Aquilaria sinensis* and their inhibition of LPS-induced NO production in RAW 264.7 cells, *Eur J. Org. Chem.*, 27, 5389–5397 (2012).
- 8) XL. Zhang, YY. Liu, JH. Wei, Y. Yang, Z. Zhang, JQ. Huang, HQ. Chen, YJ. Liu, . Production of high-quality agarwood in *Aquilaria sinensis* trees via whole-tree agarwood-induction technology. *Chin. Chem. Lett.*, 23, 727–730 (2012).
- 9) S. Allmann, IT. Baldwin, Insects Betray Themselves in Nature to Predators by Rapid Isomerization of Green Leaf Volatiles, *Science*, 329, 1075-1078 (2010).
- 10) S. Morimoto, N.Tateishi, T.Matsuda, H.Tanaka, F.Taura, N.Furuya, N.Matsuyama, Y. Shoyama, Novel hydrogen peroxide metabolism in suspension cells of *Scutellaria baicalensis georgi*, *J. Biol. Chem*, 273 (20), 12606-12611 (1998).
- 11) T. Matsuda, K. Hatano, T. Harioka, F. Taura, H. Tanaka, N.Tateishi, S. Shaojie, S. Morimoto, Y. Shoyama, Histochemical investigation of β -glucuronidase in culture cells and regenerated plants of *Scutellaria baicalensis Georgi*, *Plant Cell Rep.*, 19, 390-394 (2000).
- 12) K. Sasaki, F.Taura, Y.Shoyama, S.Morimoto, Molecular characterization of a novel beta-glucuronidase from *Scutellaria baicalensis Georgi*, *J. Biol. Chem.*, 275 (35), 27466-27472 (2000).
- 13) Y. Yang, ML. Mei, FD. Kong, HQ. Chen, W. Li, ZB. Chen, HF. Dai, Four new bi-2-(2-phenylethyl) chromone derivatives of agarwood from *Aquilaria crassna*, *Fitoterapia*, 119, 20-25 (2017).
- 14) W. Li, CH. Cai, WH Dong, ZK. Guo, H. Wang, WL. Mei, HF Dai, 2-(2-Phenylethyl) chromone derivatives from Chinese agarwood induced by artificial holing, *Fitoterapia*. 298, 117–123 (2014).
- 15) G. Liao, WL. Mei, FD. Kong, W. Li, JZ. Yuan, HF. Dai, 5,6,7,8-Tetrahydro-2-(2-phenylethyl) chromones from artificial agarwood of *Aquilaria sinensis* and their inhibitory activity against acetylcholinesterase, *Phytochemistry*, 139, 98-108 (2017).
- 16) SRM. Ibrahim, AG. Mohamed, Natural occurring 2-(2-phenylethyl) chromones, structure elucidation and biological activities, *Nat. Prod. Res.*, 29 (16), 1–32 (2015).
- 17) Y. Okudera, M. Ito, Production of agarwood fragrant constituents in *Aquilaria calli* and cell suspension cultures, *Plant Biotech.*, 26, 307–315 (2009).
- 18) 18) SY. Qi, ML. He, LD. Lin, CH. Zhang, LJ. Hu, HZ. Zhang, Production of 2-(2-phenylethyl) chromones in cell suspension cultures of *Aquilaria sinensis*. *Plant Cell Tiss. Org.*, 83(2), 217–221 (2005).
- 19) X. Wang, B. Gao, X. Liu, X. Dong, Z. Zhang, H. Fan, L. Zhang, J. Wang, S. Shi, P. Tu, Salinity stress induces the production of 2-(2-phenylethyl)chromones and regulates novel classes of responsive genes involved in signal transduction in *Aquilaria sinensis calli*, *BMC Plant Biology*, 16,119 (2016), <https://doi.org/10.1186/>

s12870-016-0803-7)

- 20) YY. Liu, HQ. Chen, Y. Yang, Z. Zhang, JH. Wei, H. Meng, WP. Chen, JD. Feng, BC. Gan, XY. Chen, Whole-tree agarwood-inducing technique: An efficient novel technique for producing high-quality agarwood in cultivated *Aquilaria sinensis* trees, *Molecules*, 18, 3086–3106 (2013).
- 21) XL. Zhang, YY. Liu, JH. Wei, Y. Yang, Z. Zhang, JQ. Huang, HQ. Chen, YJ. Liu, Production of high-quality agarwood in *Aquilaria sinensis* trees via whole-tree agarwood-induction technology, *Chin. Chem. Lett.*, 23, 727–730 (2012).
- 22) Z. Zhang, H. Meng, JD. Feng, BC. Gan, Infusion Set for Producing Agarwood and Production Method of Agarwood. CN101755629A, 1 January 2010.
- 23) JH. Wei, Z. Zhang, Y. Yang, H. Meng, ZH. Gao, YH. Xu, XL. Zhang, YY. Liu, XY. Chen, WP. Chen, Infusion Set for Producing Agarwood and Production Method of Agarwood, PCT/CN2012/071599, 24 February 2012.

薬用植物の筒栽培に関する研究 3 実用栽培に向けたスペインカンゾウの筒栽培 1

Studies on cultivation of Medicinal Plants using Tubes 3
For practical cultivation of Experimental Growing in Tubes of *Glycyrrhiza glabra* L. 1

末岡昭宣, 野村知史, 吉岡達文, 草野源次郎

新日本製薬株式会社薬用植物研究所
〒740-0602 山口県岩国市本郷町本郷275

Akinobu Sueoka^{*}, Tomofumi Nomura, Tatufumi Yoshioka, and Genjiro Kusano
Research Laboratory for Medicinal Plant Resources, Shinnihonseiyaku Co.,Ltd., Hongo 275,
Hongo-machi, Iwakuni city, Yamaguchi Pref. 740-0602, Japan

要 旨

薬用植物研究 39 巻 2 号では、ウラルカンゾウ *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. (マメ科) の筒栽培について、10 年間の取組みの概要を詳述した。今回は、ウラルカンゾウと並行して行ってきたスペインカンゾウ *Glycyrrhiza glabra* L. の栽培研究について、その経過を報告する。今回報告することは、1. 増殖方法, 2. 定植後の管理, 3. 筒栽培品の収穫および品質評価, 4. 優良系統選抜について研究した経過についてである。

Abstract

In the research of Medicinal Plants, vol. 39, No. 2, we detailed the ten-year approach to the cultivation of *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. (Leguminosae) using tubes in greenhouses. This time, we report the progress of the cultivation study of *Glycyrrhiza glabra* L. which has been done concurrently with *Glycyrrhiza uralensis*.

Following contents such as How to multiply (1), Management after planting (2), Harvest and evaluation of cultivated products (3), Selection of excellent kinds (4) are reported.

緒言

著者らは、2007年より、医薬品原料の規格を満たす国産甘草の生産を目標にウラルカンゾウの栽培試験を開始した。また並行して、同様に日本薬局方に記載されているスペインカンゾウについても局方基準を満たす甘草を生産するため、2008年より筒栽培試験を行ってきた。その過程の中で、試験栽培を通して明らかにした、1. 増殖方法,

2. 定植後の管理, 3. 筒栽培品の収穫および評価, 4. 優良系統選抜について詳述する。

項目 (I-1~4)

I-1. 材料および増殖方法

栽培試験に供したスペインカンゾウの系統および種子は、大阪薬科大学より提供して頂いた。栽

培試験にはまず大阪薬科大学保持系統（G0）1系統を使用し、ストロンの提供を受けた後、15cm陶器鉢に植付け、そこから新しく伸長した芽を材料とし、岩国研究所において組織培養増殖を行った。種子については5℃に設定した冷蔵庫内で乾燥状態にて管理後、栽培筒へ直接播種した。後にこれら実生栽培品の中より選抜目的で選んだ10株をG1～G10系統とした。組織培養増殖には、1/2もしくは1/3MS（ムラシゲ・スクーグ）ホルモンフリー培地を使用し、難易度や増殖効率を求め、その実用性について検討した。また、ストロン苗・地上部挿し芽苗によるクローン苗増殖試験を行い、同様に実用性について検討を行った¹⁾。実用性を検討する中で、生産コストが重要となるため、試験段階の概算ではあるが、目安となるよう作業に関する人件費を算出した。(1)では各増殖方法について、(2)では作業に関する人件費について詳述する。

I-2. 栽培管理

スペインカンゾウ試験栽培用の培土は、ウラルカンゾウの試験栽培において結果の良かったNo.5を使用し（培土組成は表1を参照）¹⁾、無加温のビニールハウスに径10cm・長さ50cmの塩ビ製パイプに排水用の穴（径5mm・13穴）を開けた塩ビ製有孔キャップを取付け、培土を充填・設置後、4月に定植を行った。定植苗は培養増殖後、72穴セルトレーで順化したものを使用した。筒間の距離はウラルカンゾウの試験結果を参考に、縦方向20cm・横方向10cmの間隔とし、各栽培筒へ培養苗を1本植えて定植した。栽培期間中、追肥は行わず元肥のみとし、元肥はssボーン（山陽三共有機株式会社）を重量比で2～5%添加した。筒への灌水

は、根が筒下へ伸長するまでは生育状況を見ながら適宜灌水し、その後は翌年の収穫まで行わなかった。栽培期間中、アブラムシの発生によりデンブ剤（商品名：粘着くん）等を散布した。

I-3. 筒栽培品の収穫および収穫物の品質評価

1年栽培品の収穫は定植翌年の2月3日に行い、2年栽培品については翌々年の1月20日に行った。筒から根を取り出した後は、基本的に根頭部とストロンを切り分け細根を除去し、生・乾燥重の測定を行った。乾燥重量については、40℃・24時間機械乾燥したものを測定し、成分分析については、グリチルリチン酸（以下GL）の測定および2016年からはグラブリジン（以下GB）についても測定を開始した。品質の高さの基準は、根の収量およびGL含量の高いものとし、根の収量は、生重量で200g/本以上、GL含量は2.5%以上（JP15）²⁾とした。

【グラブリジン測定手順】

1) 標準品（富士フィルム和光純薬株式会社：純度97%以上）

8時間減圧乾燥させたグラブリジンを10mg精秤し、0.5mg/mLになるように調製し、2倍、5倍、10倍、20倍、50倍希釈し標準液とした。検量線は0.5～0.01mg/mLの範囲で良好な直線性（R=0.99999）が得られた。

回帰直線式 $Y=1.56328e+006X+1426.22$ （Y:面積, X:濃度, $R^2=0.999999$ ）

2) サンプル調製法

5mm刻みで乾燥させた甘草5gを粉碎機（ワンダーブレンダー）にて微粉末化し、300mg精秤後、100

表1. 試験培土配合表

資材名/試験培土	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10
健康な土	単体	単体	単体	単体	50%	54～56%	75%	80%	75%	
ピートモス(無調整)					15～20%	12～15%	25%	20%		
パーライト1号					10～15%	10～15%				
パーミキュライトL					10～15%	10～15%				
ボラ土(微粒)					10～15%	10～15%				33～35%
メロミックス									25%	65～67%
肥料A(N2.2P4.2K0.6)		1%	2%		1%	1%	1%	1%	1%	1%
肥料B(N3.0P3.0K0.8)				10%						
有機石灰(卵殻粉)					0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%

%エタノール10mLを添加し、20min超音波抽出を行った。20分静置後、上澄み液1mLを0.45 μ のフィルターにて濾過し、サンプルとして供試した。

3) HPLC条件

カラム：Wakosil-II 5C18HG (4.6 ϕ ×150mm)

移動相：水/アセトニトリル/酢酸 (450/500/50)

流速：0.4mL/min (グラブリジンの保持時間が9.5分になるように調整)

カラム温度：40℃

検出：紫外線吸光度計 (280nm)

I-4. 優良系統選抜

一般的に漢方薬に使用される生薬原料はウラルカンゾウであり、スペインカンゾウについては、その多くが抽出用原料として利用されている。そのため、実用的な栽培を前提とした場合には、収量性が高くさらにGL含量の高い系統を選抜することが必要と考えられた。そのため大阪薬科大系統(G0)の栽培試験とは別に、同大学より分譲を受けた種子を使用し実生栽培品から選抜を行うことを試みた。種子は家庭用精米機による発芽処理を行い¹⁾、2009年6月17日にハウス内に設置した径10cm長さ80cmの栽培筒120本へNo.5培土を充填し、十分に灌水したのち直接播種を行った。種子はほぼ100%発芽し順調に生育した。収穫は定植翌年の11月に行い、根の太り具合の確認およびGL含量の測定¹⁾を行った。優良系統の条件として、

生根重量(ストロン含む)が1株あたり300g以上、GL含量2.5%以上(JP16)³⁾とした。

結果および考察 (II-1~4)

II-1. 材料および増殖方法

(1) ウラルカンゾウでは組織培養を行う際、茎頂もしくは茎頂付近をカットし、培地へ置床したものは枯死またはカルス化する割合が非常に高い。一方で、節を含む茎を切り分けたものについては比較的容易に植物体にすることが可能であった。大阪薬科大由来スペインカンゾウG0についても同様の傾向があり、ウイルスフリー株の作出が目的では無かったことから初代培養は節培養とした(写真1)。初代培養開始後1ヶ月~2ヶ月後には茎葉が伸長してくるものが見られたため、それを節ごとに2~3cmの長さに切り分け培地へ挿し込み増殖を開始した(写真2)。ホルモンフリー培地ではあるが、増殖率は2~5倍であった(表2)。因みに、その後栽培したカンゾウからストロンを採取し、初代培養に利用した場合は、雑菌による汚染が激しかったことから、4月~5月頃の地上部を材料として利用する方が望ましいと考えられた。G0の培養物はウラルカンゾウに比べ茎が細く小葉も小さいことから、継代培養作業時に萎れやすいものの増殖は容易であった。16時間照明(2,500lx)・培養温度20℃条件では、新しい培地へ移植したものは1週間~10日間で発根が見られ、3週間~1ヶ月間隔で継代培養(増殖)を行うことが可能であった。増殖の際、頂芽部(先端

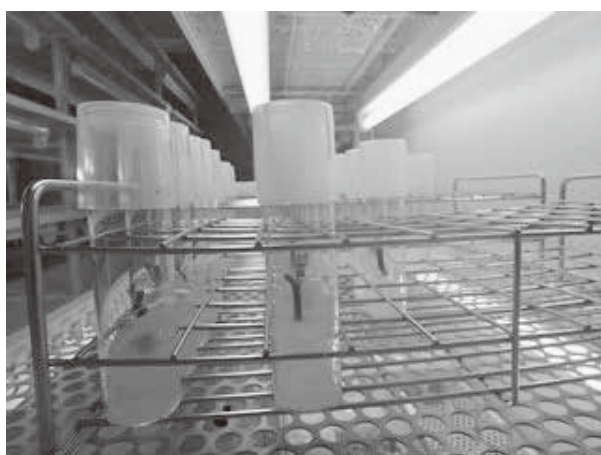


写真1. 初代培養(節培養)

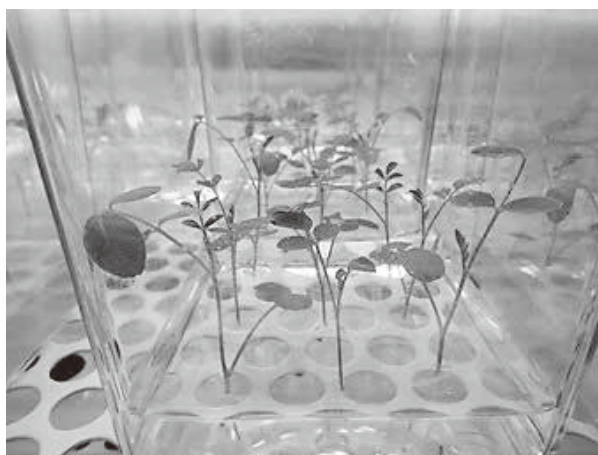


写真2. 培養増殖

表 2. 組織培養増殖率

継代培養実施日	前継代日 (増殖日)	継代前本数	継代後本数	増殖率
2011年2月28日	2011年2月3日	18本	99本	5.50
	2010年12月25日	27本	72本	2.67
2011年3月17日	2011年2月28日	45本	108本	2.40
2011年3月22日	2011年2月28日	63本	189本	3.00
2011年3月23日	2011年2月28日	36本	117本	3.25
2011年4月11日	2011年3月22日	72本	225本	3.13
2011年4月18日	2011年3月22日	36本	153本	4.25

表 3. 培養部位による発根率の違い

プラントボックス No.	2009年4月		2010年3月		2010年10月	
	発根数/植付数		発根数/植付数		発根数/植付数	
	頂芽	節	頂芽	節	頂芽	節
1	8/9	4/9	9/9	9/9	9/9	3/9
2	8/9	7/9	9/9	8/9	8/9	4/9
3	9/9	5/9	8/9	8/9	9/9	5/9
4	8/8	6/9	9/9	7/9	9/9	2/9
5	8/8	8/9	8/9	8/9	9/9	7/9
6	9/9	5/9	9/9	9/9	7/9	5/9
7	9/9	4/9	9/9	6/9		
8	8/9		9/9	7/9		
9			9/9	8/9		
10			9/9			
発根率(%)	95.7	61.9	97.8	87.8	94.4	48.1

部) の発根率はほぼ100%であったが、節については同一環境で培養を行うにも拘らず培養時期や培養物の状態により発根率に差が見られた (表 3)。培養増殖を行う際には、3~4週間の等間隔で継代していくことで安定した増殖が可能である。続いて培養苗の順化に関してであるが、時期や施設環境によりその方法は異なるが、岩国では30%遮光したビニールハウス内において、順化開始後数日間は高湿度を保てるよう、1日3~6回定期的に葉を濡らすなどの管理を行った。

次にストロンを利用する増殖であるが、方法についてはウラルカンゾウと同様である¹⁾。ただし、通常はウラルカンゾウよりもストロンが太いため、穴径の大きいセルトレーやペーパーポット・ポリポットなどを使用の方が良い。ストロンは2芽以上含むように切り分けるが、スペインカンゾウのストロンは節間が広いので、挿し穂が長くなった場合にはその長さに合わせ、深いセルトレーまたはポットを使用する。ストロンの保存

は冷蔵庫等を利用すれば数ヶ月は十分材料として使用可能であるが、どの程度の期間保存に耐えるかは未調査である。セルトレーやポットへ挿し込んだ後は、高湿度を保つため1日に1~数回散水もしくは水を噴霧するか、ビニール等で覆い湿度を保つと良い。岩国におけるストロンを使用した苗生産の結果が表4であるが、時期により、鉢上げ数に差が見られる。この原因として考えられる事は、通常、ストロン苗を生産する場合、まずストロンから新芽が伸び、その後発根するケースが多いが、新芽が伸びてもなかなか発根しないものが見られる。これらはそのまま発根せず枯死することが多い。また、ストロンは採取部位により太さなど形状が異なるため新芽の吹き方にバラツキが見られる (写真3)。芽吹きが遅れたものは、早く伸長したものに遮られ、日射不足や過湿度により傷み易くなる。また、加温したハウス等ではコバエが発生し、その幼虫がストロン内へ侵入し食害する。この場合もストロンは発根せず苗には

ならなかった。また、発根後多湿条件下のまま管理していると、カビが増殖し地際の茎が菌に侵され枯死してしまう。これらの原因により、岩国におけるストロンからの成苗率はおよそ40~90%と不安定であり、今後、高確率で安定生産できる体制作りが課題となっている。

最後は、地上部茎葉を使用した挿し芽による増殖であり、2012年の増殖例を表5に示す。挿し芽の可能な期間は新芽が伸びてくる4月後半から8月くらいまでであるが、4月からの苗生産では定植時期が遅れてしまうことが欠点であるため、より早い苗生産が望まれる。その一例として、秋に収穫した株から根頭部を切り取り、洗浄・殺菌後深型の育苗トレーへ密に並べ、隙間や上部へ水苔・パーミキュライト・パーライトなどを敷き詰める(写真4)。加温したハウス等で管理することで早ければ年内、遅くとも1月には新芽を伸ばすため、これを挿し穂の材料とする。この方法を利用すれば3月には苗の生産が可能であり、早い時期の定植が可能となる(写真5・6)。

現在、カンゾウにおいて使用可能な農薬が無いことから病害虫の防除は困難であり、そのため、育苗期間中も粘着テープや誘引灯、送風、湿度コントロールなどで対策を行っているものの、その効果は十分とは言えず解決すべき課題の1つである。

(2) 組織培養を行う際には、専用のクリーンルーム、無菌操作を行うためのクリーンベンチ等が必要である。今回は、これらのコストには触れず、設備が全て揃っている状況下であると仮定し、また、岩国研究所には2台のクリーンベンチが設置されていることから、それを基に培養増殖に関する作業に絞りコストを算出した(表6)。一人当たりの増殖数については、これまでの作業実績による数値であり、これを基に計算すると月間約22,000本の増殖が可能である。パート従業員の時給については地域差もあるため仮数値として900円にしており、これを基に算出すると培養苗1本あたりに掛かる人件費は13.5円となる。実際は、照明・空調等の電気代や培地原材料費、その他消耗品代がプラスされる。また、順化工程のコストも加わるため、1本あたりの生産コストは高

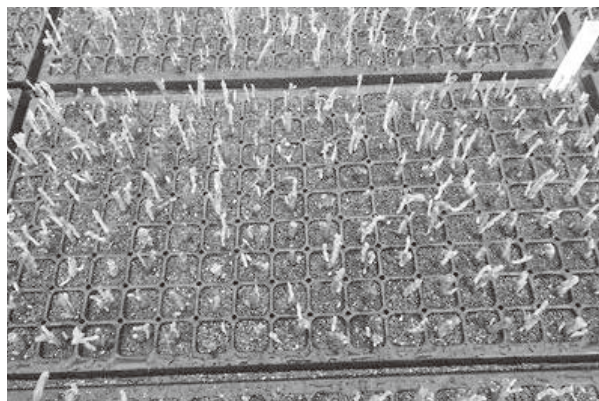


写真3. ストロン挿し芽

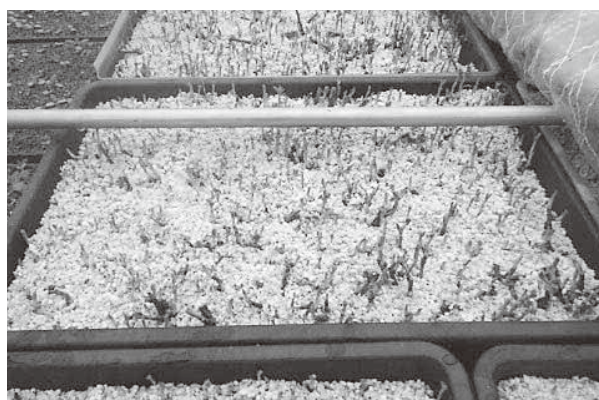


写真4. 根頭部の伏せ込み (パーライト使用)



写真5. 地上部挿し芽



写真6. 地上部挿し芽

表 4. スترون苗生産時期別鉢上げ数 (162 穴セルトレー⇒6cm ポット)

セルトレー No.	2011 年 5 月		2011 年 7 月		2011 年 11 月	
	鉢上げ数/162 穴	移植率 (%)	鉢上げ数/162 穴	移植率 (%)	鉢上げ数/162 穴	移植率 (%)
1	137/162	84.6	101/162	62.3	159/162	98.1
2	150/162	92.6	60/162	37.0	161/162	99.4
3	132/162	81.5	47/162	41.4	153/162	94.4
4	138/162	85.2			158/162	97.5
5	138/162	85.2				
6	132/162	81.5				

表 5. 地上部挿し芽苗生産試験 (参考例)

セルトレー No.	2012 年 5 月		2012 年 8 月	
	鉢上げ数/162 穴	移植率 (%)	鉢上げ数/162 穴	移植率 (%)
1	101/162	62.3	69/162	42.6
2	62/162	38.3	80/162	49.4
3	74/162	45.7	92/162	56.8
4	92/162	56.8		
5	105/162	64.8		
6	97/162	59.9		
7	112/162	69.1		

表 6. 組織培養作業に関わるコスト (参考)

クリーンベンチ : 2 台使用の場合	
作業員 (パート) (9 : 00 ~ 15 : 00 実働 5 時間)	3 名 (増殖 2 名/培地作成 1 名)
1 人あたり増殖数 (1 日あたり増殖数)	100 本/時間 (1,000 本)
1 か月あたり増殖数 (22 日稼働)	22,000 本
1 か月あたり人件費	297,000 円 (900 円×5 時間×3 名×22 日)
培養苗 1 本の増殖に関わる人件費	13.5 円/本
*上記費用に電気代や培地原材料費その他消耗品がプラスされる	

表 7. クローン苗生産作業に関わるコスト (参考)

作業人員 (パート)	5 名
挿し芽数	1,000 ~ 1,500 本/人
1 日あたり生産数	6,000 ~ 7,500 本
1 か月あたり生産数 (22 日稼働)	132,000 ~ 165,000 本
1 か月あたり人件費 (時給 900 円)	495,000 円
クローン苗 1 本あたり人件費	3.00 ~ 3.75 円

いものとなる。増殖に関して例を挙げれば、岩国研究所では最大6台のクリーンベンチの設置が可能であり、また2交代制にするなど稼働時間を拡大できるとするならば、机上計算ではあるが、年間150万本の増殖が可能である。

続いて、ストロンおよび地上部を利用した苗生産について、増殖に関わる作業人件費は1本あたり3～3.75円となる(表7)。これに、培土・セルトレー代ほか、生産時期によっては暖房費などがプラスされる。培養苗同様ハウス等の設備費については触れないこととした。増殖数については、岩国研究所での実績を基にした概算の数値であるが、作業員5名、1日の実質労働時間5時間とすると、月間13万2千～16万5千本の挿し芽が可能である。ただし、この数値は全て苗になるという前提の数値であるため、実際は成苗率により苗生産数・生産コストは変動する。数値だけを見れば、培養苗の1/3～1/4ほどの作業人件費となるがストロンや地上部を利用した苗生産は、挿し芽数＝苗生産数とはならず、仮に50%しか苗にならなければ、作業人件費は倍の6～7.5円となる。このことから、ストロンや地上部を利用した苗生産では、如何に安定的かつ高確率で苗にできるかが重要となる。

II-2. 栽培管理

岩国では、筒栽培を行う場合、3月～4月上旬の定植が普通であるが、無加温のハウス内であれば2月中旬以降の定植が可能である。定植時期は栽培地により変わり、九州・四国など暖かい地域では2月の定植が可能であるが、北陸・東北・北海道など冷涼な地域では、5月以降の定植が一般的となる。同じ地域であればカンゾウは定植時期が早い方が1年目の生育期間は長くなり根は肥大する。

4月、順化した培養苗(128穴セルトレー)を栽培筒へ1本植えて定植した。移植後1週間程度は毎日1回灌水を行い、その後は徐々に灌水間隔を開けていった。6月には筒下へ根が伸長していることを確認し灌水をストップした。その後、翌年11月の収穫まで筒内部を乾燥状態にさせるため筒への灌水は行わないこととしたが、乾燥により生育

が著しく阻害されたり、茎葉の萎れや枯死するなどの症状は一切見られなかった。セル苗の移植では枯死するものは少なく、初期生育も良好であったことから、ウラルカンゾウのみならずスペインカンゾウにおいても、筒栽培ではセル苗を植え付ける方法が適している¹⁾と判断した。セル苗を2号および3号ポットへ鉢上げし、ポット苗を筒へ移植する方法も試みたが、根の活着や初期生育は良いものの移植に時間が掛かり、またポットへの鉢上げ作業も加わることから、ポット苗など大きなサイズの苗を植え付けるより、穴数の小さいセルトレーやペーパーポット苗を植え付ける方が効率的であった。セルトレー苗を移植する場合、根鉢(植物がしっかりと根を張り、根と周りの土がくっついて一塊になったもの)が出来ていないとセルトレーから苗を抜き難い欠点があるが、プラントプラグ(サカタのタネ)等の成型培土を使用することで効率的に作業ができ、大幅な時間短縮が可能である。ただし、コストが高くなるため、高確率で苗生産できることが必要である。実用的な生産を考えると、苗の安定的かつ大量生産が必要不可欠であり、またコストを抑えるためには如何に少ない面積で効率よく生産できるかが重要なポイントとなる。

現在、培養苗・ストロンや地上部茎葉の挿し芽苗は128～72穴セルトレーを使用し生産しており、種苗生産の参考例を表7に示す。

苗を移植後、根が筒下へ伸長するまでは地上部の生育は緩やかであり、その後生育旺盛となる。6月下旬もしくは7月に入り高温期に入ると先端部の芽は節間が狭まりやがて生長は止まる。生長が止まった芽を摘芯すると新たに腋芽が伸長してくるものの、この芽の生長もやがて停止する。また、カンゾウは長日条件下では良く生長するものの、短日条件下では地上部の生育が停止することから日長に反応するものと考えられた。これは培養増殖する際にも確認しており、例えば16時間照明で管理している培養苗を12時間照明下に置くと芽の伸長が止まるが、16時間照明に戻すと再び芽が伸長してくる。これらのことから、地上部を生育させるためには、早い時期の定植により長日条

件下で生育させることが重要と考えられた。

ハウス内筒栽培では、10月に入ると地上部は黄化が進み傷み始めその後枯れる。地上部の生育期間を延ばすもしくは冬期においても地上部の枯れを防ぎ生育させることが出来ないかハウス内の加温や温暖な地域（国立研究開発法人医薬基盤健康・栄養研究所薬用植物資源研究センター種子島研究部）での栽培試験を試みたが、同様に地上部は枯れる結果となった。このことから、気温ではなく日長に影響を受けているものと判断している。

2年目は、早いものでは2月下旬から萌芽を始め、気温が高くなると共に生育は速まり、5月下旬～6月に生育盛期となる。その後は1年目と同様に芽の伸長は止まり、その後高温期に入ると地上部は落葉し枯れたような状態となった。その後気温が低下してくると根頭部や発生したストロンより新芽が伸長してくるが、それも11月には枯れてしまった。

ウラルカンゾウでは系統により横へ広がるタイプと真っすぐ上に伸びるタイプが見られたが、G0を含めスペインカンゾウの茎は真っすぐ上方に伸びることから基本的には立性と考えられた（写真7）。

II-3. 筒栽培品の収穫および収穫物の品質評価

大阪薬科大学由来系統G0の収穫は苗を植え付けた翌年の11月に行った。1年栽培品および2年栽培品のGL含量分析結果が表9・10であるが、日本薬局方（JP16）の2.5%³⁾を超えない結果となった。この結果より、G0系統のGL含量は高いとは言えず、実用栽培には適さないと判断した。当初、カンゾウの根は筒内部で肥大し、筒下へ伸びた根はあまり大きくなると予想していたが、実際は系統にもよるが筒下へ伸長した根も肥大した（写真8）。

収穫時には筒底蓋の排水穴部分で根が切れ、土壌中へ残ることが多い（写真9・10）。残った根は太く肥大しており、GL含量も筒内の根より高いため（表11）、土壌中に残った根も収穫する必要があった。この土壌中に残った根を収穫する際、引っ張ることで簡単に抜ければよいが、実際には数



写真7. 左スペインカンゾウ・右ウラルカンゾウ



写真8. 肥大した筒下根



写真9. 筒下根



写真10. 土壌に残った筒下根

十センチ下まで根が伸びており、簡単に抜くことができない。ユンボやバックフォーなどの機械を利用し地面を起こすことで収穫は容易となるが、機械の調達や時間的な効率を考えると実用的とは言い難く、改善が求められる。また、筒内の根やストロンが発達すると、収穫時に筒から出す作業が困難になる。スペインカンゾウは生育が旺盛であるため根の肥大も良く、収穫が困難になるケースもしばしば見られたことから、効率よく収穫できるよう筒の形状・素材等の改善・対策が必要と感じられた。

II-4. 優良系統選抜

国内の大学や研究機関等で維持管理されてきた系統の中から実用栽培に適したものを選ぶことが望ましいが、今回、II-3の結果から、大阪薬科大学系統(G0)はGL含量が局方を下回ったことから栽培品種として適さないと判断した。一方、大阪薬科大学由来実生栽培品を収穫した結果、地下部は十分に肥大し根およびストロンを合わせた生重量は958gと収量性については申し分なかったものの、根・ストロンのGL含量を測定した結果、1.39%・2.09%と2.5%(JP16)を下回る数値となった。設定した目標値には遠く及ばなかったが、根の肥大が非常に優れていたため、収穫した120本の根より、根の太り具合・重量・根先端断面の黄色味から判断し、10株を一次選抜することとした。この10株について、再度栽培確認を行うため、それぞれのストロンを10cm程度に調製後、メトロミックス360を詰めた72穴セルトレーへ挿し芽を行った。この段階で10系統中3系統が増殖できず苗を生産できたのは7系統であった。その後、4号ポットへ鉢上げし育成する段階でさらに1



写真 11. 選抜系統 G10 地上部生育



写真 12. 選抜系統 G10 筒栽培品

系統が枯死したため、最終的に6系統(G-3・4・5・6・8・10)が残った。これらについては、生育を確認するため80cm筒および圃場へ定植した。栽培筒はハウス内へ設置し、実生苗の植え付けと同条件にて栽培を行った。圃場については、無施肥とし、畝幅60cmの高畝に白黒マルチを張り、株間30cmの1条植えとした。これらを2011年7月4日に圃場へ定植し、翌年の11月に収穫した。根を分析した結果が表12であるが、G10で高い数値を示した。そのため、再現性を確認する目的でこのG10について地上部を材料とし組織培養増殖を行

表 8. クローン苗増殖例 (ストロン・地上部)

6m×40m ビニールハウス 1 棟使用の場合		ベンチ (15m×1.85m) ×4 台
生産能力：セルトレー648 枚 (27 列×6 枚×4 台)		*成苗率 80%の場合
200 穴使用	129,600 本	129,600×0.8=103,680 (本)
128 穴使用	82,944 本	82,944×0.8=66,355 (本)
72 穴使用	46,656 本	46,656×0.8=37,324 (本)

表 9. 大阪薬科大学系統 1 年栽培品調査結果

株No.	筒長	培土	植付本数	根長 (cm)	根幅(mm)		根本数	根色	ストロン発生数	生重量(g)		根GL含量(%)
					根元部	先端部				根	ストロン	
1	50cm	No.5	1	45	11.05	4.37	2	薄茶	3	31.7	6.3	1.23
2				51	9.26	1.34	4	茶	2	19.8	2.2	1.48
3				64	8.87	2.31	1	薄茶	3	16.8	1.2	1.10

表 10. 大阪薬科大学系統 2 年栽培品調査結果

株No.	筒長	培土	植付本数	根長 (cm)	根幅(mm)		根本数	根色	ストロン発生数	生根重(g)		根GL含量(%)
					根元部	先端部				根	ストロン	
1	50cm	No.5	1	46	22.89	6.51	2	薄茶	8	97.3	74.5	1.99
2				45	32.38	5.95	3	こげ茶	6	121.4	39.9	2.46
3				44	17.86	10.01	1	茶	4	131.2	37.0	2.21
4				44	15.18	8.92	1	薄茶	3	74.1	26.5	1.80
5				44	20.66	8.71	5	茶	7	200.6	105.4	1.65

表 11. 大阪薬科大学系統 2 年栽培品 GL 含量

株No.	筒長	培土	植付本数	生根重(g)		根GL含量(%)	
				筒内根	先端根	筒内根	先端根
1	67cm	No.5	1	217.5	34.1	1.82	2.55
2				435.8	239.5		
3				446.8	200.5		
4				414.9	135.6		
5				252.8	69.0		

* GL含量は5株を混合して測定

表 12. 大阪薬科大学由来 実生露地 2 年栽培品 GL 含量

系統No.	GL含量(%)	
	根	ストロン
G-3	2.12	2.46
	2.12	1.82
G-4	1.80	1.43
	1.91	1.02
	2.18	
	1.71	
G-5	2.02	
	2.67	
	2.86	
G-6		2.39
G-8	1.94	
	1.91	
	1.75	
	2.04	2.49
G-10	2.13	3.06
	3.48	
	2.90	
	2.76	
	3.04	
	2.36	
	2.79	
	3.63	

表 13. 大阪薬科大学実生由来 培養苗 2 年筒栽培品 GL 含量

系統No.	生根重(g)	Ave.(g)	GL含量(%)	Ave.(%)
G10①	362.4	273.4	2.519	3.017
	288.2		3.273	
	169.7		3.258	
	233.8		2.972	
	157.7		2.828	
G10②	155.6	226.4	3.198	2.863
	269.5		2.605	
	254.0		2.786	
G10③	178.9	148.3	2.444	2.538
	117.6		2.631	
	369.3		2.669	
G10④	271.2	282.9	3.030	2.888
	208.1		2.965	
	155.3		2.621	
	162.4		3.098	
	195.1		3.378	
G10⑤	384.2	311.4	3.146	2.838
	252.5		2.945	
	345.9		2.691	
	261.7		2.368	
	312.8		3.038	
	122.0		2.340	
	262.0		3.501	
	68.9		4.550	
	148.1		3.151	

表 14. 大阪薬科大学実生由来 培養苗 2 年筒栽培品 GB 含量

系統No.	GB含量(%)
G-4	根
	0.159
	0.204
	0.145
	0.194
G-10	0.152
	0.129
	0.150
	0.138
	0.135
	0.161
	0.167
	0.161
	0.201

い、その苗を使用し2年間の筒栽培を実施した結果、収量およびGL含量の再現性を確認できたことから、G10を実用栽培向けの優良系統とし、2016年に品種登録の申請を行っている（表13・写真11・12）。また、G-10およびG-4についてグラブリジン（GB）の含有量を測定した結果0.1～0.2%であった（表14）。

まとめ

これまでの取り組みにより、著者らは国内の栽培に有望なスペインカンゾウを選抜し、種苗登録の申請を行っている。現在は第十七改正日本薬局方⁴⁾の基準である2.0%を超えるGL含量3.0%以上の原料を生産できるようになっているものの、自社製品への使用量はごく僅かである。現在においても漢方薬原料などにはウラルカンゾウが使用されることから、国内でスペインカンゾウの栽培を継続して行くためには、医薬品のみならず、化粧品・食品・飼料など様々な分野で活用していく事が大切である。

また、今回自社内で独自に規格を決め優良系統の選抜を行ったが、実際は使用する側の立場に沿った品種開発が必要であり、使用用途を踏まえ成分含量や味・匂い・色などから選抜していくことが重要である。

さらに、栽培規模（生産量）を明確に設定し、それに基づいて必要な苗の生産数量を決め、安定的に生産できる体制が必要である。数千～数万本の苗生産は比較的容易と思われるが、数十万本・数百万本という単位になると非常に難しいと考える。栽培技術と並行し、種苗生産技術の向上が重要である。生産者自身が種苗生産を行うかもしくは薬用植物の種苗生産拠点を整備するかであるが、国内栽培の発展を考えるならば後者が望まれる。

栽培技術・種苗生産技術は今後も進歩していくと考えられるが、まずは利用できる体制が必要であり、産官学が密に連携し、この課題が解決されることを切に望む。

謝 辞

本研究で利用したスペインカンゾウの系統および種子は、大阪薬科大学附属薬用植物園より恵与された。厚く御礼申し上げる。

引用文献および注釈

- 1) 末岡昭宣, 吉岡達文, 野村知史, 草野源次郎, 薬用植物研究, **39**(2), 2017, pp. 22-36
- 2) 一般財団法人 医薬品医療機器レギュラトリーサイエンス財団編集, 第十五改正日本薬局方, 2006, pp. 1197-1198 じほう
- 3) 一般財団法人 医薬品医療機器レギュラトリーサイエンス財団編集, 第十六改正日本薬局方, 2011, pp. 1474-1475 じほう
- 4) 一般財団法人 医薬品医療機器レギュラトリーサイエンス財団編集, 第十七改正日本薬局方, 2016, pp. 1774-1775 じほう

マオウ属植物の栽培研究 (第11報)¹⁾
草質茎の挿し木法の検討 (4) 挿し木の適期に関する研究

Studies of Cultivation of *Ephedra* Plants (Part 11)
Multiplication of *Ephedra* plants from herbal stem cuttings (4)
Seasonal difference in the rooting of cuttings

倪斯然¹⁾, 工藤喜福²⁾, 安藤広和²⁾, 佐々木陽平²⁾, 御影雅幸¹⁾

¹⁾ 東京農業大学農学部生物資源開発学科薬用資源学研究室
〒243-0034 神奈川県厚木市船子1737

²⁾ 金沢大学大学院医薬保健研究域薬学系分子生薬学研究室
〒920-1192 金沢市角間町

Si-ran Ni¹⁾ · Yoshitomi Kudo²⁾ · Hirokazu Ando²⁾ · Yohei Sasaki²⁾ · Masayuki Mikage¹⁾

1) *Laboratory of Medicinal Plant Resources, Department of Bio-Resource Development,
Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture,
1737, Funako, Atsugi, Kanagawa, 243-0034 Japan*

2) *Laboratory of Molecular Pharmacognosy, Graduate School of Medical Sciences, Kanazawa University,
Kakuma-machi, Kanazawa, 920-1192 Japan*

要 旨

著者らは前々報でマオウ属植物の挿し木繁殖法において挿し穂に対する前処理を検討した結果、前処理の影響以上に挿し木を行う時期や種間や株間による発根能力の差異が結果を左右することを明らかにした。本報では、挿し木の適期を探る目的で、2015年から3年間にわたり、*Ephedra sinica* Stapf 及び3株の交雑種を含む計17株のマオウ属植物の草質茎を用いた挿し木を定期的に行い、さらに*E. sinica*における発根能力の個体間差異を調査した。その結果、*E. sinica*は6~9月が挿し木の適期であることが明らかとなり、交雑種の中には冬期に休眠挿しを行うことができる株があることが明らかになった。また、*E. sinica*種内での発根能力の個体間差異は大きく、同一条件下で挿し木を行っても発根率が個体によって全く発根しないものから50%以上の発根率を示すものが認められ、挿し木に適した株があることが明らかになった。

Summary

In our previous paper, we examined the effect of various pretreatments on the ephedra herbal stem cuttings on rooting. And, it was revealed that the rooting results were more influenced by the seasonal timings of cutting, species of stock plant, and difference in individuals even in the same species, than the effect of pretreatment. Therefore a 3-year study was conducted from 2015 to investigate the proper season and variation in rooting potential of individual stock plant by using a total of 17 individuals of ephedra plant including *Ephedra sinica*, *E. likiangensis* and 3 hybrids.

The results showed that the ideal season to set cuttings of *E. sinica* was from June to September, while 2 hybrids rooted not only in summer but also during winter dormancy. In addition, rooting percentages of cuttings taken from different individual stock plants of *E. sinica* varied a lot, from 0% to more than 50%, suggesting the existence of *E. sinica* individuals with naturally high rooting potential.

緒言

著者らは漢方生薬「麻黄」の国内生産を目指し、種苗生産の一手法として、クローン株を得る目的で原植物であるマオウ科マオウ属植物 *Ephedra* spp. の挿し木法を検討してきた。挿し木は他の植物種においては一般的な増殖方法で、これまで発根率を上げるための多くの手法が研究報告されてきたが、マオウ属植物に関する方法は未だ確立されてない。我々はこれまで挿し木が困難であるとされてきたマオウ属植物の草質茎を用いた挿し木において、挿し穂を茎の基部から採取し、切断部位を節あるいは節直下とし、人工気象器を使用して25℃で管理することで発根率が上昇することを報告した²⁾。さらに、挿し木時に発根率を上げるために行われる挿し穂に対する種々の前処理を検討し、オキシベロンによるホルモン処理及びベンレートによる殺菌処理により比較的有意な発根率の上昇を認めたが、種間差や同一種内での個体差が大きく、普遍的に有効な方法は見いだせなかった。加えて、挿し木を行う時期によっても発根率が異なる可能性を示唆した¹⁾。

挿し木は行う時期により、春ざし、夏ざし（梅雨ざし、土用ざし）、秋ざし、冬ざしなどと称され

る。一般に夏ざし（概ね梅雨明け時期）や秋ざしは挿し木に適した時期であるとされるが、植物の種類によって挿し木の適期、すなわち発根しやすい時期は異なる³⁾。本研究ではマオウ属植物の草質茎を用いた挿し木の適期と、*Ephedra sinica*の異なる株間及び分類群による発根能力の差異を調査した結果について報告する。

実験材料及び方法

実験植物：厚木市内栽培株として、東京農業大学厚木キャンパス内にて栽培されている *Ephedra likiangensis* (株番号：4-1)、*E. sinica* (株番号：US-1)、Ep-13 (*E. gerardiana*と*E. likiangensis*の交雑種⁴⁾)、*Ephedra* sp. (TK株、1-1株：これらはDNA配列により交雑種であることを確認しているが遺伝的背景の詳細は不明)、石川県内栽培株として、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にて栽培されている *E. sinica* (株番号：S-1, S-2, S-3, S-4, S-5, S-6, S-7。全て実生株で、S-1は10年以上、2, 3, 4, 7は4年生、6は7年生以上、5は詳細不明)、石川県羽咋郡志賀町の栽培試験圃場内にて栽培されている *E. sinica* (株番号：NS-001, NS-002, NS-041,



図1-1. NS-001株(左手前)とNS-041株(右手前)。2017年6月撮影



図1-2. S-6株。2017年7月13日撮影



図2. 硬質ポリポットによる挿し木実験の様子

NS-042, NS-136) のそれぞれ草質茎 (図1).
 実験方法: 実験植物の草質茎を適宜採取し, これまでの報告^{1),2)} に基づいて, 茎の下方の節を斜め切りし, その上の2~3節を残して約10cmの長さになるように上部を切断して挿し穂とした. 16時間水揚げ処理を行った後, 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 (直径9cm, 深さ8cm) に2cmの深さで挿した (図2). 水の管理は深さ1~2cmの腰水とした. 一定期間 (4か月) 実験室内 (温度25℃, 湿度50%, 照明: 2500ルクス24時間照射) にて管理した後, ポットから取り出して発根率を調査した (図3).

結果

1. 挿し木時期の検討

(1) 厚木市内栽培株 (表1)

E. likiangensis (株番号: 4-1) について, 草質茎の挿し木を異なる時期に6回 (2015年10月19日, 同12月17日, 2016年6月16日, 同8月4日, 同10月18日, 同12月15日) 行った結果, 全時期で50%以上の発根率を得た. 時期別では, 2016年8月に採取した挿し穂が発根率70%と最高値を示し, 2015年10月, 12月に採取した挿し穂がそれぞれ50.0%, 55.0%と比較的低い値を示した. 一方, 翌年の2016年10月と12月に採取した挿し穂では発根率は59.2%, 74.2%とそれぞれ前年同月に比して高くなった.

E. sinica (株番号: US-1) について, 草質茎の



図3. 発根の様子 (S-6株: 2017年7月13日挿し木株. 挿し木後4ヶ月)

挿し木を異なる時期に5回 (2016年4/14, 6/16, 8/4, 10/18, 12/15) 行った結果, 8月に採取した草質茎の発根率が60.0%と最も高く, 次いで6月が45.0%と高かった. 一方, 4月14日に採取した場合は発根率は0%で極端に低かった. また, 同年の10月, 12月に採取した場合も発根率はそれぞれ18.0%, 1.5%と低い数値を示した.

Ephedra sp. (株番号: Ep-13株) について, 草質茎の挿し木を異なる時期に8回 (2015年8/7, 10/19, 12/17, 2016年2/4, 4/14, 6/16, 8/4, 10/18) 行った結果, 2015年12月と2016年2月の両方で90.0%という高い発根率を示した. 一方, 2016年4月に採取した挿し穂の発根率は15.0%と最も低くなり, 2015年8月, 10月, 2016年8月, 10月に挿し木を行った場合は, それぞれ32.5%, 30.0%, 37.5%, 30.0%と比較的低い発根率を示した.

Ephedra sp. (株番号: TK株) について, 挿し木を異なる時期に7回 (2015年10/19, 12/17, 2016年2/4, 4/14, 6/16, 8/4, 10/18) 行った結果, 2015年10月の発根率が62.5%と最も高く, 次いで, 2016年10月の58.0%が高かった. 一方, 2016年4月の発根率は5.0%と最も低かった.

Ephedra sp. (株番号: 1-1株) について, 挿し木を異なる時期に4回 (2016年6/16, 8/4, 10/18, 12/15) 行った結果, 2016年8月及び10月に採取した挿し穂がそれぞれ発根率90.0%及び86.0%と高かったが, 同年6月, 12月に採取した場合も, それぞれ62.5%, 70.8%と他の実験株に比して高い発

根率を示した。

(2) 石川県内栽培の*E. sinica* (表2)

E. sinica (株番号：S-1, S-2, S-3, S-4, S-5, S-6, S-7) について、異なる時期に6回 (2017年6/26, 7/13, 8/24, 9/21, 10/26, 11/20) 挿し木を行った結果、S-1では6月採取の挿し穂で発根率が5.3%で、8月、9月、11月採取の挿し穂では発根率は0%であった。S-2では8月の発根率が6.0%、7月が2.2%で、それ以外の月はすべて0%であった。S-3では6月、7月でそれぞれ3.8%、3.7%で、他の月は0%であった。S-4ではすべての時期で全く発根しなかった。S-5ではすべての時期で発根し、6月と7月がそれぞれ54.3%、59%と他の株に比して高い発根率を示し、10月、11月ではそれぞれ4.1%、12.1%と低くなった。S-6もすべての時期で発根が見られ、8月と9月がそれぞれ34.7%、45.5%で比較的高く、10月が5.7%と最も低くなった。S-7では8月、9月で20.5%、13.3%と高く、6月、7月、10月では0%であった。

E. sinica (株番号：NS-001, NS-002, NS-041, NS-042, NS-136) について、異なる時期に6回 (2017年6/28, 7/20, 8/21, 9/19, 10/24, 11/22) 挿し木を行った結果、NS-001とNS-002では6月、7月、8月、9月に採取した挿し穂のみ発根が認められ、それぞれの発根率はNS-001で9.5%、3.2%、

7.1%、0.8%であり、NS-002では1.2%、8.9%、2.8%、0.2%であった。NS-041とNS-042では6月と7月に採取した挿し穂のみ発根が認められ、それぞれの発根率はNS-041で1.7%、21.7%、NS-042では18.9%、8.8%であった。NS-136では6月に採取した挿し穂のみ発根が認められ、発根率は3.8%であった。

考察

1. 挿し木の適期と種間差について

本実験に使用した挿し穂を採取した神奈川県厚木市、石川県金沢市及び羽咋郡志賀町における*E. sinica*の屋外栽培株においては、8月頃に草質茎の伸長が止まり、12月頃の霜が下りる時期になると太く充実した草質茎は緑色から赤褐色に変化する。一方、細い草質茎や草質茎の先端部は10月下旬から黄色く変色し、やがて脱落する。翌年の4月上旬になると節から新たな草質茎が芽生え、伸長成長が始まる。一方、Ep-13株では冬期においても外見に大きな変化はなく、草質茎先端部の枯死も見られない。他の実験植物種においても秋季以降に草質茎が赤褐色に変色する傾向は認められるが、先端部の枯死脱落は起きにくい。

本研究では2015年から2017年の3年間にわたり、3系統の交雑種を含む17系統のマオウ属植物の草質茎を用いた挿し木を定期的に行うことで、

表1. 厚木市内栽培株の草質茎の挿し木時期による発根率の相違

種	株番号	2015年			2016年*						
		8/7	10/19	12/17	2/4	4/14	6/16	8/4	10/18	12/15	
<i>E. likiangensis</i>	4-1	挿し木数	-	40	40	-	-	40	40	49	53
		発根率 (%)	-	50.0	55.0	-	-	57.5	70.0	59.2	74.2
<i>E. sinica</i>	US-1	挿し木数	-	-	-	-	40	40	40	50	65
		発根率 (%)	-	-	-	-	0.0	45.0	60.0	18.0	1.5
	Ep-13	挿し木数	40	40	40	40	40	40	40	50	-
		発根率 (%)	32.5	30.0	90.0	90.0	15.0	57.5	37.5	30.0	-
<i>Ephedra</i> sp.	TK	挿し木数	-	40	40	40	40	40	40	50	-
		発根率 (%)	-	62.5	45.0	52.5	5.0	7.5	37.5	58.0	-
	1-1	挿し木数	-	-	-	-	-	40	40	50	65
		発根率 (%)	-	-	-	-	-	62.5	90.0	86.0	70.8

* : 2016年2月4日及び4月14日の挿し穂は2015年に萌芽した枝を利用し、6月以降は2016年に萌芽した枝を利用した。

表 2. 石川県内栽培株の草質茎の挿し木時期による発根率の相違

種	株番号		2017年					
			6月	7月	8月	9月	10月	11月
<i>E. sinica</i>	S-1	挿し木数	57	155	138	176	71	83
		発根率 (%)	5.3	0.9	0.0	0.0	1.4	0.0
	S-2	挿し木数	45	92	67	73	43	67
		発根率 (%)	0.0	2.2	6.0	0.0	0.0	0.0
	S-3	挿し木数	53	81	43	75	54	66
		発根率 (%)	3.8	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0
	S-4	挿し木数	80	97	67	45	39	50
		発根率 (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	S-5	挿し木数	46	83	93	75	74	116
		発根率 (%)	54.3	59.0	36.6	49.3	4.1	12.1
	S-6	挿し木数	57	114	118	211	53	113
		発根率 (%)	13.6	25.4	34.7	45.5	5.7	13.3
	S-7	挿し木数	53	78	122	158	65	120
		発根率 (%)	0.0	0.0	20.5	13.3	0.0	3.3
	NS-001	挿し木数	63	63	112	127	45	53
		発根率 (%)	9.5	3.2	7.1	0.8	0.0	0.0
	NS-002	挿し木数	82	79	107	493	73	61
		発根率 (%)	1.2	8.9	2.8	0.2	0.0	0.0
	NS-041	挿し木数	117	60	125	297	47	57
		発根率 (%)	1.7	21.7	0.0	0.0	0.0	0.0
NS-042	挿し木数	116	102	113	255	86	66	
	発根率 (%)	18.9	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	
NS-136	挿し木数	106	155	138	758	60	61	
	発根率 (%)	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

(S-1～S-7の採取時期：2017年6月26日，7月13日，8月24日，9月21日，10月26日，11月20日)

(NS001, NS002, NS041, NS042, NS136の採取時期：2017年6月28日，7月20日，8月21日，9月19日，10月24日，11月22日)

挿し木を行う時期が発根率に及ぼす影響を明らかにした。

第十七改正日本薬局方（以下日局）⁵⁾の収載種である*E. sinica*に関しては，2016年，2017年の2年間にわたり異なる13株について草質茎を用いた挿し木を検討した。その結果，6月から9月に挿し木を行うことで高い発根率が得られることが明らかになった。一方，10月や12月に挿し木を行った場

合，発根率は著しく低下した。越年する植物は冬期に炭水化物を葉から根などに移行，貯蔵することが知られており，根は養分の貯蔵器官として重要であるとの報告もある⁶⁾。草質茎が脱落しやすい*E. sinica*においても10月頃から炭水化物等の養分が根や木質茎などに移行し，草質茎内で含量が低下したために発根率が低下したと考えられる。ただし，マオウ属植物の根を検鏡してもデンプン

粒は認められなかった。

一方、*E. likiangensis* (株番号：4-1), Ep13株, TK株, 1-1株では*E. sinica*とは異なり秋季以降である12月から翌年2月の挿し木においても高い発根率が得られることが明らかになった。これらの株は、*E. sinica*に比して秋季以降の草質茎の脱落が起きにくく、草質茎が赤褐色に変色する傾向が強い。これらの赤褐色に変色した草質茎を用いて、挿し木を行うことで高い発根率を得ることができたことから、*Ephedra*属植物内に休眠枝挿しが可能な株（個体あるいは分類群）が存在することが示唆された。町田³⁾は、植物の成長が止まる時期では枝の貯蔵養分が充実すると述べており、これら4実験株においても生育が停止している12～2月は草質茎の貯蔵養分が充実していたために発根率が高くなったことが考えられる。これら休眠挿しが可能であった今回の4実験株〔*E. likiangensis* (株番号：4-1株), *Ephedra* sp. (株番号：Ep-13, TK株, 1-1株)〕はすべて日局適合種ではない。これらのうち、Ep-13 (*E. likiangensis*と*E. gerardiana*の交雑種⁴⁾)は日局収載の3種に比して栽培が容易であると報告され⁷⁾、また、*E. likiangensis*は宋代から明代にかけて麻黄良質品として利用されてきたことが記載され⁸⁾、さらに両者ともに総アルカロイド含量が高い⁹⁾。*E. sinica*と比較して発根率が高く増殖が容易であるこれらの株は草質茎を用いた挿し木繁殖に適しており、今後種々の実験植物や新たな麻黄資源として極めて有用であると判断される。

4月に発根率が著しく低下する傾向は*E. sinica*だけでなく、Ep-13株, TK株においても同様に観察された。町田³⁾は、新梢の旺盛な生長のための貯蔵養分の消費が盛んな時期に挿し木すると、発根のために貯蔵養分を利用することが困難なため発根率が低くなる旨を述べている。そのため、マオウ属植物の屋外栽培において4月は休眠期が終わり、伸長生長を開始する時期であるため、親株の貯蔵養分が新梢の生長のために消費され、さし穂基部では貯蔵養分が利用しにくい状態となり発根率が下がったことが考えられる。以上のことから、4月はマオウ属植物の草質茎を用いた挿し木

には不適切であると結論できる。

2. 親株の管理条件について

*E. likiangensis*において、2016年10月と12月の発根率は2015年10月と12月の発根率に比して高くなった。町田³⁾は、一般的な挿し木の活着の成否に及ぼす諸要因として、親木の樹齢や栄養条件をあげており、この株は2016年3月に植え替えを行った際に元肥としてマグアンプK (N:P:K:Mg=6:40:6:15)を施肥したため、生育条件が向上したことにより発根率が向上したことが考えられる。

3. *E. sinica*における発根能力の個体差について

本研究において、同じ環境下で栽培された異なる個体から同時期に挿し穂を採取して挿し木を行っても全く発根しない個体や、50%以上発根する個体が存在するなど、発根能力が個体によって大きく異なることが明らかになった。このような同一種内での発根能力の個体間差異は他の植物でも報告¹⁰⁾されており、栽培、増殖に際して発根能力の高い個体の選別が行われている。現在、筆者らは発根率の高い個体S-5から挿し木や株分けによって作成されたクローン株を複数個体所持しており、それらクローン株の草質茎を用いた挿し木でも比較的高い発根率を得る事ができることも既に確認していることから、発根能力は環境要因のみならず遺伝的要因も関連していることが示唆される。前報¹⁾では交雑種では雑種強勢により発根能力が高くなることを報告したが、今回の実験結果から*E. sinica*内にも高い発根能力を持つ個体が存在することが明らかになった。このような株は今後、実験植物としてのみならず、育種においても有用である。

謝辞

本研究は国立研究開発法人日本医療研究開発機構の研究開発経費（平成27, 28, 29年度）により実施された。

引用文献及び注

- 1) 前報：倪斯然，工藤喜福，御影雅幸．マオウ属植物の栽培研究（第10報）草質茎の挿し木法の検討（3）挿し穂の前処理が発根に及ぼす影響．薬用植物研究，**39** (1)，13-21(2017).
- 2) 倪斯然，佐々木陽平，野村行宏，月元洋輔，金田あい，安藤広和，三宅克典，御影雅幸．マオウ属植物の栽培研究（第5報）草質茎の挿し木法の検討（2）．薬用植物研究，**37** (2)，1-8 (2015).
- 3) 町田英夫．さし木のすべて．誠文堂新光社．東京．1974.
- 4) 安藤広和・北村雅史・佐々木陽平・北岡文美代・御影雅幸．マオウ属植物の栽培研究（第8報）旧国立衛生試験所が導入し保存されてきたマオウ属植物Ep-13の遺伝的背景について．薬用植物研究，**38** (2)，1-9 (2016).
- 5) 厚生労働省編，第十七改正日本薬局方 <http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-1120-000-Iyakushokuhihkyoku/JP17.pdf> (2016.10) .
- 6) J. Tromp. Nutrient reserves in roots of fruit trees, in particular carbohydrates and nitrogen. *Plant and Soil*, **71** (1-3), 401-413 (1983).
- 7) 安藤広和・草場大作・御影雅幸・佐々木陽平．マオウ属植物の栽培研究（第9報）マオウ属植物 Ep-13草質茎のアルカロイド含量の局在性について．薬用植物研究，**38** (2)，10-16 (2016).
- 8) 吉澤千絵子，井出万紀子，御影雅幸．麻黄に関する史的考察（1）古来の正品並びに和産麻黄の原植物について．薬史学雑誌，**40** (2)，107-116 (2005).
- 9) 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，pp 67-78, (2000).
- 10) 宮島寛．挿木によるヒノキ苗の増殖に関する研究（第2報）．母樹個体間に見られる発根性の差異について．九州大学農学部演習林報告，**22** (12)，53-53 (1953).

マオウ属植物の栽培研究 (第12報)¹⁾

中国内蒙古自治区の大規模マオウ栽培地における現地調査報告 (2)²⁾

Studies of Cultivation of *Ephedra* Plants (part 12). A Report on the Large Scaled Cultivation of Ma-huang, in the Autonomous Region of Inner Mongolia, China (2)

倪斯然¹⁾, 安藤広和²⁾, 金田あい²⁾, 工藤喜福²⁾, 落合真梨絵¹⁾, 蔡少青³⁾, 御影雅幸¹⁾

¹⁾ 東京農業大学農学部生物資源開発学科薬用資源学研究室

〒243-0034 神奈川県厚木市船子1737

²⁾ 金沢大学大学院医薬保健研究域薬学系分子生薬学研究室

〒920-1192 金沢市角間町

³⁾ 北京大学薬学院生薬学研究室

北京市海淀区

Si-ran Ni¹⁾, Hirokazu Ando²⁾, Ai Kaneda²⁾, Yoshitomi Kudo²⁾, Marie Ochiai¹⁾,

Shao-qing Cai³⁾, and Masayuki Mikage¹⁾

1) Laboratory of Medicinal Plant Resources, Department of Bioresource Development, Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture.

1737, Funako, Atsugi, Kanagawa, 243-0034 Japan

2) Laboratory of Molecular Pharmacognosy, Graduate School of Medical Sciences, Kanazawa University. Kakuma-machi, Kanazawa, 920-1192 Japan

3) Division of Pharmacognosy, School of Pharmaceutical Sciences, Peking University. Beijing, 100082 China

要 旨

我々は2013年から5年間、毎年中国内蒙古自治区の鄂爾多斯地方におけるマオウの大規模栽培地で聞き取り調査を行ってきた。最初の3年間の調査結果についてはすでに報告した。今回は最近2年間の調査結果を報告する。栽培地では栽培や収穫方法に種々の工夫が加えられ、反収は年々増加している。今回は内蒙古自治区やその近隣地におけるマオウ栽培の状況や価格の推移などについても触れた。また、生産された麻黄は、以前はエフェドリン抽出工場への出荷が主であったが、最近では漢方薬市場への出荷に変化している。

Abstract

We investigated the situation of ephedra cultivation in two large-scale plantations in the Ordos District of Inner Mongolia Autonomous Region of China on an annual basis for 5 years starting in 2013. The information obtained until 2015 has already been reported. This document will report the findings of studies completed in 2016 and 2017. We found the cultivating and harvesting methods to be indeterminate but frequently improving, resulting in a year over year increase in yield. Data from other plantations in the Inner Mongolia Autonomous Region and neighboring

area, along with the price changes of Mahuang (or Ephedrae Herba) were collected. In addition, it was found that the primary customer of the Mahuang plantations has shifted from ephedrine-producing factories to traditional Chinese medicine suppliers.

1. 調査方法

2013年からの継続調査として、2016年10月中旬及び2017年9月下旬（ともに麻黄収穫期）に、中国内蒙古自治区鄂爾多斯地区の杭錦旗並びに鄂托克前旗の栽培地において、草麻黄（*Ephedra sinica* Stapf）の栽培圃場を訪問調査した。調査地では管理責任者から直接、栽培状況、収穫状況、その他について聞き取り調査を行った。本報では主として情報量が多い鄂托克前旗における調査結果について、2016年の情報を○、2017年の情報を◎で示す。杭錦旗で得た情報に関してはその旨を記した。

2. 調査結果

（1）栽培地および種苗生産に関する内容

○2016年6月に新しいマオウ畑4ムー（約26.7アール）を作り、1ムー（約6.67アール）あたり苗を10,000株定植した。苗は2014年秋に播種して約2年間育苗したものである。新しく定植した株はまだ幼いので当年度は収穫しない。

◎周辺のマオウの栽培放棄地を新たに借用することにより、マオウの栽培面積をさらに150ムー（10ヘクタール）拡大し、以前の面積と合わせて600ムー（40ヘクタール）以上になった。

○2016年の春にも播種した（図1）。発芽後、育苗中にも尿素を施肥する。

○定植する際には、茎も根も切らず、根も含めて赤い部分³⁾を全部埋めるように深い穴を掘って植える。

◎以前マオウを乾燥するために使用していた土地に新たにマオウ苗を植えて新しい畑としたので、マオウを干す場所がなくなり、別の土地を借りて整地し、収穫したマオウを干すことにした（図2）。

◎2017年の新たな苗の定植は春までに終えた。

◎以前は自分が管理している畑から種子を採取していた。ただし、前年に地上部の刈り取りを行う

と毬花は少しはつくが、たくさんはつかない。よって種子の採取は別の人から買い取ったマオウ畑で行った。この畑は管理が悪いために生薬として収穫できない畑であった。今年からその土地にもすべてマオウの苗を定植して空き地がなくなったので、種子の採取はしなかった。

◎毬果から種子を取る方法に関しては、まず毬果を完全に乾燥するまで日干し、その後足で踏むと種子が落ちてくる。毬果の皮も混ざっているが、風で飛ばすことにより分別する。

（2）栽培管理・生育に関する内容

○5月から黄色い花（雄毬花）が咲いて、約20日間続く。その後に実（雌の毬果）を結ぶ。黄色の



図1. 2016年春に播種した苗床（同年10月上旬撮影）



図2-1 刈り取ったマオウの乾燥。

花の数は雌花より少ない⁴⁾。

○春に黄砂を伴う強風が吹くので、対策として頻繁に灌水して砂の巻き上げを防ぐ。

○収穫後圃場に覆土するが、昨年使用した土は石がたくさん混入していて良い土ではなかった。

◎以前は収穫後に株の上に覆土することもあったが、近くに良い土がなくまた石が多いため、今年は覆土する予定はない。

○今年はホルムアルデヒド加工尿素（緩効性窒素肥料）に微量元素を添加したものを1ムー（6.67アール）あたり120kg撒布した。施肥後に灌水した。

◎施肥はこれまでは年1回であったが、今年は4月末と5月上旬に計2回行った。

◎これまでは主に尿素を施用していたが、カリウム肥料の方が肥料やけの発生がなく効果が優れているという情報を得たので、今年はカリウムも施肥してみた。

◎牛糞や羊糞の使用は、麻黄買い付け先の企業から汚染に繋がるという理由で禁じられている。

◎肥料はすべて人手で撒く。設置型の自動灌水装置



図 2-2. 刈り取ったマオウの乾燥。奥に自動灌水装置が見える。（杭錦旗）



図 3. 自動灌水装置



置（図 2-2，図 3）ではムラが生じる。

◎先端が黄色くなっているマオウがあるが、肥料不足が原因なので、追肥する必要がある。

○アルカロイド含量を高めるため、8月には灌水を抑えて茎を太らせない。

◎最近でこそ雨が降ったが、それ以前には全く降らなかった。マオウへの灌水は撒水機を移動させて毎日行い、同じ場所には1週間に1回程度の頻度である。地下水を汲み上げるポンプを止める事はなかった。この辺りの年間平均降雨量は130mm前後である。

◎雨は降らなかったが、地下水位は低下していない。50メートル掘れば水が出る（いわゆる静水位）が、こうした井戸は吸い上げると水がなくなる。よって、農業用の井戸は通常地下170メートル以下まで掘り下げ、この畑にある井戸は約200メートルまで掘ってある。井戸水はアルカリ性である。

○収穫が終わった後に除草剤を撒く。除草剤をいろいろ試したが、去年クロピラリドとフルオログリコフェンを使用した。

◎今年、除草剤を年の前半に計3回撒布した。収穫時期の2ヶ月前からは除草剤の使用を中止し、人手で除草作業を行っている。

◎除草作業は人手でやるより除草剤を撒くほうが種々メリットが多い。人手でやる場合は草丈の高い雑草は抜かれるが小さい雑草は残され、それらがやがて大きくなって、結局頻繁に除草をする必要がある。また人手での除草作業ではやむを得ずマオウを踏み倒す事があり、またマオウが雑草と

一緒に抜かれる事もある。ただ、収穫が近くなると農薬の残留を考慮して人手で行うしかない。残留農薬の検査は買付け業者が行い、農薬の使用に関する指導を受けている。

◎ここではいろいろな種類の除草剤が使われている。マオウの芽が出る前に除草剤を使うことで雑草の発生（種子発芽や幼芽の生育）が約30%抑えられる。その後に出る雑草に対しては別の除草剤を使用する。

◎除草剤を撒布するには大型の農薬撒布用の機械（撒水車）を使う。以前は自動灌水装置（図3）で行っていたが、均一に撒布することができないために思うような効果が得られなかった。

◎昨年春に定植した一年目の圃場と定植二年目の圃場があり、ともに除草剤（恐らく種子発芽抑制剤）を撒布したが、マオウには影響が無かった。

◎収穫の時期には、毎年甘粛省のほぼ同じ地区から人夫を雇う。遠方だが直通の高速バスを利用して来る。宿泊施設を提供し、賄い付きで、人件費として年間50万元以上を要している。昨日（9/27）は約50人が働いていたが、今日は約20人が収穫作業を行っている。

（3）害虫に関する内容

○生育期間中にマオウの草質茎の先端から数節が黄色になって枯れているように見えることがある。この現象は虫害によるものだ。

◎畑では、マオウの茎に虫が居ることを実際に確認した。現地では蜜虫と呼ばれており、アブラムシの別名である。夏期に発生すると殺虫剤で退治する必要があるが、晩秋や冬季に発生する場合は、やがて寒さで死ぬので放置しておいても大丈夫である。虫の発生と降雨量とは関係がない。

（4）品質、成分（アルカロイド）に関する内容

○収穫したマオウの乾燥に時間を要すると、徐々に緑色から黄色に変色する。倉庫に入れても黄色への変色が進む。ただし、袋に詰めると変色が止まる。最近では買付け業者から緑色の麻黄を要求されるようになった。

○昨年、新疆由来のマオウ種子約10gを入手し

た。噂によると、今自分の圃場で栽培しているマオウ（内モンゴルの通遼地区由来の種子）の買取り価格は約15元/kgであるのに対して、新疆由来のもの買取り価格は50元/kg以上であるという。新疆由来の栽培マオウの特徴としては、茎が薄い緑色でよく分枝し、成分的にはエフェドリン含量よりプソイドエフェドリン含量が高い。また種子の形にも違いがあり、普通のシナマオウの種子は細長い楕円形であるが、新疆由来の種子は丸い⁵⁾。

○この圃場でも新疆由来のマオウの特徴と一致する株が数株ある。甘粛省の製薬会社がサンプリングして成分を調べた結果、プソイドエフェドリン含量が高いことが分かった。種子を取りたいので、今年は収穫せずに残した⁶⁾。

◎昨年、形が普通のマオウとは違い、茎がよく分枝している株（直前述の株）を刈らずに残して種子を取ろうとしたが、全く結実しなかった。種子が取れなかったので今年は全部刈り取った。

◎アルカリ性の水で育つマオウの茎は質感が重く、エフェドリン含量が高く、品質が良いとされている。

◎買付け業者が来て、いくつかサンプリングした株のエフェドリン含量はすべて0.7%以上であった。この栽培地の周辺にも別人が管理する畑があるが、麻黄の品質に関してはこのものが良い。土がマオウ栽培に適しているのが原因かもしれない。

（5）収穫に関する内容

○マオウの収穫に適している機械がなかったため、去年まで人力による収穫しかできなかった（図4）。収穫機として芝刈機などを工夫して自作していたが、圃場表面が平らでないので収穫には使用できなかった。今年は刈り払い機を改造して収穫に導入し、初めて機械による収穫が出来た。刈り払い機の改造は、切られたマオウの草質茎の散乱を防ぐため、メインパイプの先端、刈刃に近い位置に簡単な金属フレームを回転面に垂直な平面に設置した（図5）。作業自体は草を刈る作業と同じく、地面に近づいてマオウの草質茎を切ることである。切られた茎が付けた金属フレームに当

たって、散乱せず落下し、切る作業が終わった後で束ねられる。

○収穫作業の途中から刈り払い機を導入した。刈り払い機1台で1日に1/3ヘクタールの畑を収穫でき、これは10人分の作業量に相当する。

○刈り払い機の値段は一台当たり1000元、刈刃は1個50円で毎日交換する。ガソリン代もかかるが、人を雇う費用と比べて遥かに安価である。刈り払い機を導入したおかげで、去年までは10月下旬まで収穫作業が続いたが、今年は10月14日の時点で既に収穫が終わった。

○収穫の効果としても、機械による収穫のほうが広い圃場をまんべんなくきれいに収穫することができ、刈り残しが少なかった。ただし茎が散乱することを完全に防ぐことができないので、収穫後に地面に散乱した茎を集める作業が必要である。

◎植え付け後、最初の5年間はマオウは年々成長（株が大型化）するが、エフェドリン含量が低いので刈り取っても売れない。



図4. 草刈り鎌によるマオウの収穫風景（抗錦旗）

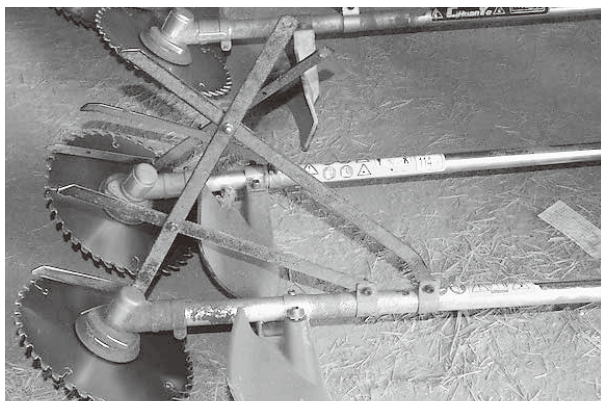


図5. 先端部を加工した刈り払い機

◎苗が若い時に地上部を全刈すると根が十分成長できず、株が枯れる。5年間成長させてから全刈すると枯れないであろう。この畑では定植してから5年後に地上部を刈り取ったが、枯死する株はなかった。また若い時に深く刈ると枯れる危険性があるので、地上茎を少し残した方が良い。

◎昨年は刈り払い機を用いて全体を20日間で効率よく収穫することができたが、今年は刈り払い機による収穫をやめた。その理由は買取り先から麻黄の束が雑になり、切り口が痛んでいる事を指摘されたからで、以前のように人手（鎌）での収穫に戻した。

◎昨夜（9/27）今年初めて霜が降り、それが溶けてマオウの茎に水滴が付いたため、今日（9/28）の収穫作業はより遅い時間帯から始めた。水滴があると収穫後の乾燥がしづらく、十分に乾燥する前にマオウの茎が腐敗することに繋がる。

◎少量の降霜であれば麻黄の品質に影響を与えることはないが、大量に霜が降るとマオウの茎が赤くなり、売れなくなる。よって収穫は本格的な霜が降る前に終わらなければならない。今年は、できれば後20日以内に収穫を終わらせたい。

◎1人1日300～500kgのマオウを収穫することができる。個人差があるが、平均は約400kgである。

◎約2時間毎に鎌の替刃（ここでは刃が交換できる鎌を使っている。図6-A）を研ぐ必要がある。切れ味が悪いと茎が切れなくなり、根茎や根まで引き抜いてしまう。収穫する際にマオウの根（根頭部）を傷つけることはマオウ株に有害であるので、刈り取り人に厳しく指導している。



図6. A：替刃式の鎌



B：草刈り鎌（抗錦旗）

◎替刃は良いものと悪いものがあり、値段も違う。収穫に使用する道具は雇われ人が準備する。なお、杭锦旗では雇用主が1本10元の草刈り鎌（図6-B）を準備し、使用人は必要に応じて自分で研いでいた。

◎収穫したマオウを束ねる際に束が大きすぎると、その後の乾燥がしにくいので良くない。麻黄の俵は一つで約200kgである。

◎今年は、既に（9/28まで）畑の約三分の一を収穫した。

◎収穫時期は忙しいが、冬期はマオウ栽培に関する作業は皆無となり暇になる。

◎昨年度の生産量は450トン（乾燥する前の重量）であり、1ムー（6.67アール）あたりの収穫量は800~900kgであった。今年の単面積あたりの生産量は昨年より多く、1ムーあたり1トン以上で、総生産量は500トンの見込みである。

◎今年の生産量が上がった理由としては、除草作業が順調かつ上手にできたからであると考えている。例えば除草作業については、人が入ってもできるだけマオウを踏んで倒伏させないように注意したことが挙げられる。

（6）流通に関する内容

◎最近の主な買い取り先は北京の商社である。買い付けたあとはそのまま天津に運ばれ、日本に輸出している。会社からは若い社員がよく来る。他の会社の人も見に来て、エフェドリン含量を調べた。

○一昨年（2015年）の買取価格は15元/kgであり、昨年は13元/kgであった。

◎麻黄の買取価格は去年とあまり変わらず、11.5元/kgであった。

（7）気候に関する内容

○昨年の冬期には雪が降らず、今年の降水量も平年より少なかった。よって灌水を頻繁に行った。

○今年の夏は気温が36~38℃と暑く、加えて降水が少なかったために地温が上昇しすぎた。灌水せずに放置するとマオウが枯死する可能性がある。

○平年の冬では、圃場には深さ1メートルの凍土



図7. 寧夏回族自治区靈武市におけるマオウ栽培地（2003年）

層ができる。そうした寒さによってマオウが枯死することはないが、地上に残した茎は緑色から赤色に変色する。翌年3月中旬にはまた緑色に戻る。

（8）その他の内容

◎銀川から鄂托克前旗に行く途中にも放置したマオウ畑があり、自生地も一か所ある。これらのマオウは管理してはいないが、冬季に入ると収穫する人（土地権利を持っている人）によって刈り取られる。

◎寧夏回族自治区の銀川市の郊外と靈武市でも黄河の水を利用してマオウの大規模栽培をしていた（図7）。マオウの成長は良かったが、エフェドリン含量が低くて買取り先がなく、現在ほぼ全ての栽培をやめた。土が原因かもしれない。マオウの栽培は砂地が一番であると鄂托克前旗の栽培者は考えている。

◎銀川市の郊外にある山（賀蘭山と思われる）の北向きの山地に約50ムー（333アール）の小規模なマオウ栽培地がある。そこに栽培されているのは草麻黄 *E. sinica* ではなく「木質のマオウ」らしい⁷⁾。暑さに弱いらしく、南向きの山地では暑すぎて枯れるので、北向きの山地でしか栽培できない。製薬会社はその麻黄を好んで買い付け、相場価格は40元/kgで高い。化学的な特徴として麻黄素（エフェドリン）含量（この場合は総アルカロイド含量のことか）が高いらしい。

◎鄂托克前旗におけるマオウの大規模栽培地は調査した圃場（40ヘクタール）以外には、東方紅



図 8. レーキによる雑草除去作業（杭錦旗 2013 年）

（本圃場の東方約25キロ）にしかない。その圃場の面積は約400ムー（26.7ヘクタール）で、去年はあまり管理をしなかったため雑草が酷かった。

◎鄂托克前旗近郊には野生のマオウも1000ムー（66.7ヘクタール）以上があるが、1ムーあたりの収穫量は200～300kgしかない。野生のマオウは近くの牧場に結構生えている。雑草が多く成長が悪いので毎年収穫するのではなく3年ごとに収穫している。収穫する時期も遅く、冬季に入ってからである。冬季に収穫する理由として、雑草は気温が下がる事によって枯れるがマオウの地上茎は赤くなるが枯れる時期は雑草より遅いこと、マオウの茎はほぼ真っ直ぐ伸びるので刈り取り前にレーキによって枯れた雑草を取り除くことができる利点などが挙げられる。実際、麻黄栽培圃場においても混在する雑草を先ずレーキで取り除いてから刈り取られている（図8）。収穫する際には牧草を収穫し飼料を作る機械（草原の草を刈り取って俵のような物を作り、草原に干す機械）を使用する。このようにして生産した麻黄は管理していないため品質が悪く、買取り価格が安く、3元/kgであると聞いた。買取り価格が低い事もあって、収穫以外の管理は殆どしていない。

◎政府の政策面について、栽培面積が小さい個人栽培に厳しく、最近では辞めさせる（栽培を認めない）方針である。一方大規模栽培の管理も厳しいが、継続的な栽培を認めている。その理由としては、小規模栽培は生産量が少なくて売り出す時に申告しないので監査しにくいことがある。大規模

栽培では生産量が多いため売り出す時に裏商売ができず、申告せざるを得ない。また今後は栽培面積を拡大する事や、苗を作る事も禁じられた。政策面ではますます厳しくなる見込みである。

◎マオウ自体はドラッグではないが、マオウの茎をタバコの中に入れて吸う人がいる。管理人が雇っている人の中にも吸う人が居て、管理人はそれを禁止した。ドラッグのような効果はないが、庶民の中にはそうした習慣があるらしい。それ以外に、風邪をひいたときにマオウの茎の煮出し汁を飲む人もいる⁸⁾。

考察

・マオウの実生苗の植え付けに際しては、根頭部を完全に地中に埋める深植えが行われていることが明らかになった。筆者らは麻黄の国産化研究に際して浅植えと深植えを検証してきたが、活着率は深植えの方がやや良好であるように判断している。一方マオウの走出茎は深植えした根頭部からしか出ないことも明らかになった（未発表）。中国の栽培地では活着率以外にも、走出茎（根茎）による増殖を期待して深植えしていることも考えられる。

・収穫前のマオウ株の倒伏に関しては、栽培畑にはマオウ株が隙間なく生え、人が歩くための道がないので株間に足を置かない限りマオウを踏みつけることになると考えられる。またマオウの性質を考えると、一度根元から倒伏した茎が再び立ち上がることは考え難い。以前訪問した際には明らかに踏みつけられて倒伏した株が認められた。そのときは、除草作業によるものではなく、刈り取り前の雑草除去のために立ち入った際に踏みつけられたものと考えていたが、いずれにせよ茎の倒伏は刈り取りの際に手間を要することや、土壌付着による酸不溶性灰分の増加が推察される。

・草刈り鎌の使い方は、片方の手でマオウの根元を株つかみし、利き腕に持った鎌を手前に引いて刈り取る。この際、切れ味が悪いと根頭部を引き抜くことになり、収穫物の品質低下とともに植え付け株が痛む。収穫量を上げるためには根元に近い部分で刈り取ることが求められるが、根頭部

表1. 内蒙古自治区鄂爾多斯地区におけるマオウ栽培の年間スケジュール

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
状態	休眠			茎の伸長			成長停止						
作業内容				除草剤	灌水			除草(人力)		収穫			
	元肥 土かけ				追肥	播種				植付 1年苗			
				植付(2年苗)								元肥 土かけ	

を引き抜く危険性も増加する。

・2017年度には刈り払い機を改造して要領よく収穫されていたが、買取り先から切り口がきれいではないので中止するように指導があったようである。このことは、収穫物がエフェドリン抽出用ではなく、煎じ薬用に供給されていることを示唆している。黄色く変色したのではなく緑がかったものが要求されていることも同じことを示唆しているものと考えられる。

・麻黄の生産者価格は、2011年に新疆省で調査した際には4元/kgであり、採算が合わないために栽培を断念する大規模農場もあった。その後干ばつにより内蒙古自治区での生産量が激減した際に価格が20元/kg前後にまで急騰し、以後少しずつ安くなりながら現在に至っているようである。麻黄の流通面で政府の管理が厳しくなったことから小規模栽培地が減少しており、今後もこの傾向が続くものと考えられる。

・これまでは1ムーあたり粉末状態の尿素（窒素含有量46%）30 kgを撒布していたが、2017年は試験的に緩効性窒素のホルムアルデヒド加工尿素を1ムーあたり120kg撒布した。1㎡あたりの窒素量を計算すると、尿素30kg/ムー施肥の場合は20.7g/㎡、ホルムアルデヒド加工尿素120kg/ムーの場合は63~72g/㎡（窒素含有量35~40%で計算）となる。粉末尿素的撒布後は十分な灌水が必要で、また肥料焼けの恐れがあるが、ホルムア

ルデヒド加工尿素は水に難容で窒素肥料としての有効期間が2~3ヶ月と長く、肥料焼けの恐れも少ないため、窒素量換算で3倍を超える施肥が可能となっているものと考えられる。試験的使用とのものであったが、取引業者から出荷前の品質に関して特に指摘が無かったことから、アルカロイド含量は充分確保されたものと考えられる。

・単位面積あたりの収量に関して、以前の調査時に得た情報よりも多い結果が得られた。その理由として除草作業の改善があるとの説明を受けた。情報では1ムーあたり1トン以上（生重量）とのことであり、乾燥重量に換算すると1㎡あたり約1.5kgの収量となる。平成25、26年度の統計資料⁹⁾から、日本における年間使用量を600トンとすると、75ヘクタールの栽培面積分に相当する。

・過去5年間の調査結果から、内蒙古自治区におけるマオウの栽培年間スケジュールを表1にまとめた。本地区では年間降雨量が130mm前後であるため灌水が非常に重要であるが、日本では人的灌水は不要である。また春の出芽は、関東や北陸では調査地よりも1ヶ月程度早く、盛夏に生長が止まることは同様である。

謝辞

本研究は国立研究開発法人日本医療研究開発機構の委託研究開発経費（平成28年度、29年度）により実施された。

引用文献及び注

- 1) 前報：倪斯然，工藤喜福，御影雅幸．マオウ属植物の栽培研究（第11報）挿し木の適期に関する研究．薬用植物研究，**40**（1），22-28（2018）．
- 2) 倪斯然，佐々木陽平，三宅克典，蔡少青，御影雅幸．マオウ属植物の栽培研究（第6報）中国内蒙古自治区のマオウ栽培地における現地調査報告．薬用植物研究，**37**（2），9-17（2015）．
- 3) マオウ属植物の根は赤い．吉澤千絵子，井出万紀子，御影雅幸．麻黄に関する史的考察（1）古来の正品並びに和産麻黄の原植物について．薬史学雑誌，**40**（2），107-116（2005）．
- 4) 雌雄異株の概念について管理者が正しく認識しているか否かは不明である．
- 5) 種子の側（平）面視では，*Ephedra intermedia*の種子は*E. sinica*に比してやや丸く，*E. equisetina* Bungeの種子は紡錘形である．
- 6) 両株について遺伝子解析を行った結果，2株とも*Ephedra sinica* Stapfであった．このことは，*E. sinica*の形態学的多様性として，現地の栽培人が*E. intermedia* Schrenk et C.A.Meyerと見まがう株が存在することを示唆している．*E. sinica*の形態学的多様性について同様の株が存在することは，*J. Trad. Med.*, **25**（3），61-66（2008）に報告した．なお，該当株が翌年に結実しなかったことに関しては，穂花をつけなかったのか雄株であったのかは定かでない．
- 7) 木賊麻黄*Ephedra equisetina*及び中麻黄*E. intermedia*はともに，*E. sinica*に比して茎高になり，経年した太い茎（基部）は木質化する．
- 8) 2017年7月に内蒙古自治区通遼市郊外で野生地を調査した際には，結実したマオウを枝のまま大量に収穫している家族があった．用途について質問すると，保健飲料としてお茶にすると返答があった．また，昔は種子が売れたらしいが，今は売れないとのことであった．
- 9) 日本漢方生薬製剤協会．原料生薬使用量等調査報告書（4）．p.9．2016年．

薬用植物に発生する害虫類

Pest insects of medicinal plants

渡辺 寛己, 多々良 明夫

法政大学生命科学部

〒184-0002 東京都小金井市梶野町3-7-2

Hiroki Watanabe and Akio Tatara

Department of Clinical Plant Science, Hosei University,

3-7-2, Kajinocho, Koganei, Tokyo 184-0002 Japan

要 旨

現在, 国内で栽培されている薬用植物の種は限定されており, 生産量も少ない. 今後輸入量の減少に伴い栽培が拡大する可能性が高いが, 薬用植物の害虫に関する知見や調査事例が少ない. そのため薬用植物の発生害虫を調査した. 発生した種類と被害を調査した結果, 調査対象 24 種類中 18 種類で害虫の発生が見られ, 広食性の害虫が多かった. 発生の多い害虫は被害も大きかった. また, 被害の大きかったセンキュウとミシマサイコの被害は, 被害再現試験の結果, それぞれアシノワハダニとネギアザミウマの被害であることが明らかになった.

Abstract

Medicinal plants cultivations in Japan may expand in near future for decrease in the import amount of raw material of herbal medicine from China. However, there are few studies on the pest insects about medicinal plants. In this study, the survey for the pest insects on 24 medical plant species was conduct in Tokyo metropolitan institute of public health during 2016-2017. Pest insects and mites were observed on 18 medicinal plant species. Many of the pests were polyphagous pests. The damages on *Bupleurum scorzonerifolium* and *Tetranychus ludeni* were severe. Their damages were revealed due to injuries of *Thrips tabaci* and *Tetranychus ludeni* respectively based on the pests release experiments.

はじめに

日本国内の製薬メーカーが製造する民間薬, 漢方薬などの原料としている薬用植物の内, 日本で栽培したものは約12%, 中国から輸入したものは約83%であり, ほとんどを中国からの輸入品に頼っている (熊沢, 2016). また, 日本で栽培実績

のある薬用植物は限定されていることに加え, その生産量は少ない現状であるが, 今後, 中国国内での薬用植物の需要が高まり輸入が困難となる可能性が高い. 従って, 日本国内で原料となる薬用植物の栽培が拡大する可能性が高い. 現在, 栽培の拡大に関する取り組みとして, 薬用作物産地確

立支援事業，薬用作物産地支援体制整備事業，薬用作物等地域特産作物向け防除体系の確立推進事業といった事業が，農林水産省により進められている。その一方で，薬用植物に関する研究は，栽培，病害そして含有成分に関する研究が多くされているが，薬用植物に特化した害虫の調査事例は少ない。そのため，今後の薬用植物の栽培に供するため，薬用植物を加害する害虫の寄生状況等を調査した。

野外における害虫の発生調査

(1) 調査方法

東京都薬用植物園（東京都小平市）を調査場所とした。2016年9月～11月，2017年3月～4月そして8月～11月は1ヶ月間隔，2017年5月～7月は発生害虫の種類が多くなるため2週間間隔で調査を行った。2016年9月～11月，2017年3月～4月は，日本薬局方に収載されている24種類，また，2017年5月～11月は農業上重要害虫となる微小害虫による被害に着目するため，日本漢方生薬製剤協会会社において年間使用量の多い薬用植物10種類（表1）を調査対象植物とした（ウラルカンゾウとスペインカンゾウは生薬ではどちらもカンゾウであるため，2種類とも調査した）。

調査植物のうち，クコは殺虫剤を用い防除していたが，それ以外の植物は無防除であった。植物上で発見された害虫の内，明らかに種名の分かる害虫は，害虫とその植物の被害部位を記録した。種名の分からない害虫は，採集し，幼虫の場合は

成虫まで飼育後，標本を作製した後，種の同定を行なった。調査の際は，害虫の発生量を多中少の3段階で記録した。

また，実際に薬用植物を栽培している圃場でどのような害虫が発生しているかを調査するため，2017年9月21日に落合ハーブ園（静岡県三島市）で害虫の発生状況を見取りにより調査した。なお，調査した植物はすべて無防除であった。

(2) 調査結果

東京都薬用植物園における2016年9月～2017年4月までの調査では，調査対象植物24種類のうち11科18種類の植物で27種類の害虫の発生が見られた（表2）。発生した害虫は，複数の種類または科の植物を食害する広食性の害虫が多く，ネギアザミウマ，ミカンキイロアザミウマ，モモアカアブラムシ，マメアブラムシ，クサギカメムシ，キアゲハ，アシノワハダニなどが複数の植物種に発生していた。特にセリ科，マメ科の植物に多発生しており，その中でもセンキュウ，ミシマサイコ，ウラルカンゾウは発生害虫の種類，寄生量ともに多かった。

2016年9月～10月にオオカラスウリに複数種のハムシ類，複数の植物種にチョウ目幼虫が少発生，クコにはナス科植物特有の害虫であるトホシクビボソハムシが中発生しており，葉の食害された被害が見られた。またトウキにはウドノメイガが多発生しており，激しく葉が食害された被害が見られたほか，葉と葉が糸でつづられていた（図

表1. 2017年5月～11月の調査対象植物

植物種	植物科名	学名
ウラルカンゾウ	マメ科	<i>Glycyrrhiza uralensis</i>
スペインカンゾウ	マメ科	<i>Glycyrrhiza glabra</i>
シャクヤク	ボタン科	<i>Paeonia lactiflora</i>
トウキ	セリ科	<i>Angelica acutiloba</i>
ミシマサイコ	セリ科	<i>Bupleurum scorzonnerifolium</i>
マオウ	マオウ科	<i>Ephedra sinica</i>
センキュウ	セリ科	<i>Ligusticum striatum</i>
クズ	マメ科	<i>Pueraria montana</i>
ホソバオケラ	キク科	<i>Atractylodes lancea</i>
オタネニンジン	ウコギ科	<i>Panax ginseng</i>

表 2. 東京都薬用植物園の薬用植物で発生が確認された害虫

植物科名	植物種名	植物種学名	害虫種	害虫種学名	発生時期、発生程度
アカネ科	クチナシ	<i>Gardenia jasminoides</i>	オオスカシバ (幼虫)	<i>Cephonodes hylas</i>	2016年9月~10月/少
ウコギ科	オタネニンジン	<i>Panax ginseng</i>	ネギアザミウマ	<i>Thrips tabaci</i>	2017年6月/少
ウリ科	オオカラスウリ	<i>Trichosanthes bracteata</i>	アカスジカメムシ	<i>Graphosoma rubrolineatum</i>	2016年9月/少
			ウリハムシ	<i>Aulacophora femoralis</i>	2016年9月/少
			クロウリハムシ	<i>Aulacophora nigripennis</i>	2016年9月~10月/少
キキョウ科	キキョウ	<i>Platycodon grandiflorus</i>	ウリハムシ	<i>Aulacophora femoralis</i>	2016年10月/少
	ベニバナ	<i>Carthamus tinctorius</i>	モモアカアブラムシ	<i>Myzus persicae</i>	2017年4月/少
キク科	ホソバオケラ	<i>Atractylodes lancea</i>	モモアカアブラムシ	<i>Myzus persicae</i>	2017年5月/少
			ネギアザミウマ	<i>Thrips tabaci</i>	2017年6月/少
			アワダチソウグンバイ	<i>Corythucha marmorata</i>	2017年6月~8月/中
シソ科	コガネバナ	<i>Scutellaria baicalensis</i>	モモアカアブラムシ	<i>Myzus persicae</i>	2017年4月/少
			アシノワハダニ	<i>Tetranychus ludeni</i>	2017年6月~9月/多
セリ科	センキュウ	<i>Ligusticum striatum</i>	ネギアザミウマ	<i>Thrips tabaci</i>	2017年6月~7月/少
			クロゲハナアザミウマ	<i>Thrips nigropilosus</i>	2017年8月~9月/少
			マメハナアザミウマ	<i>Megalurothrips distalis</i>	2017年8月~9月/少
			オンブバッタ	<i>Atractomorpha lata</i>	2017年8月~10月/少
			ヒラズハナアザミウマ	<i>Frankliniella intonsa</i>	2017年9月~10月/少
	ミシマサイコ	<i>Bupleurum scorzoniferifolium</i>	モモアカアブラムシ	<i>Myzus persicae</i>	2017年5月~6月/少
			ネギアザミウマ	<i>Thrips tabaci</i>	2017年6月~8月/多
			ミカンキイロアザミウマ	<i>Lema decempunctata</i>	2017年6月~7月/少
			ヨコバイ類		2017年6月/少
			ヨツボシカメムシ	<i>Homalagonia obtusa</i>	2016年10月/少
コウホン	<i>Ligusticum sinense Oliv.</i>	クサギカメムシ	<i>Halyomorpha halys</i>	2016年11月/少	
		アカスジカメムシ	<i>Graphosoma rubrolineatum</i>	2016年10月~11月/少	
		キアゲハ (幼虫)	<i>Papilio machaon</i>	2016年9月/少	
トウキ	<i>Angelica acutiloba</i>	ウドノメイガ (幼虫)	<i>Udonomeiga vicinalis</i>	2016年9月~10月/多	
		キアゲハ (幼虫)	<i>Papilio machaon</i>	2016年10月、	
ナス科	クコ	<i>Lycium chinense</i>	トホシクビボソハムシ	<i>Lema decempunctata</i>	2016年11月、
フクロソウ科	ゲンノショウコ	<i>Geranium thunbergii</i>	オオタバコガ (幼虫)	<i>Helicoverpa armigera</i>	2016年10月/少
			タバコガ (幼虫)	<i>Helicoverpa assulta</i>	2016年10月/少
マオウ科	マオウ	<i>Ephedra sinica</i>	ミカンキイロアザミウマ	<i>Lema decempunctata</i>	2017年5月~6月/少
			ネギアザミウマ	<i>Thrips tabaci</i>	2017年5月~7月/中
			クサギカメムシ	<i>Halyomorpha halys</i>	2016年10月/少
			ヨツボシカメムシ	<i>Homalagonia obtusa</i>	2016年10月/少
			マメアブラムシ	<i>Aphis craccivora</i>	2017年5月/中
マメ科	ウラルカンゾウ	<i>Glycyrrhiza uralensis</i>	ミカンキイロアザミウマ	<i>Lema decempunctata</i>	2017年6月/少
			アシノワハダニ	<i>Tetranychus ludeni</i>	2016年10月、
			ヨコバイ類		2017年6月/少
	クズ	<i>Pueraria montana</i>	ドウガネブイブイ	<i>Anomala cuprea</i>	2016年9月/少
			マルカメムシ	<i>Megacopta punctatissimum</i>	2016年10月、
	スペインカンゾウ	<i>Glycyrrhiza glabra</i>	ミダレカクモンハマキ (幼虫)	<i>Archips fuscocupreanus</i>	2017年4月/少
			マメアブラムシ	<i>Aphis craccivora</i>	2017年4月~5月/少
ツルドクダミ	<i>Reynoutria multiflora</i>	アオドウガネ	<i>Anomala albopilosa</i>	2016年9月~10月/少	

1). 2016年10月～11月には多くの害虫類の発生量が減少する一方で、カメムシ類の発生種数が増加したが、全体としては少発生であったため大きな被害は見られなかった。2017年4月にはアブラムシ類の発生が見られたが、少発生であった。

10種類の薬用植物を調査対象とした2017年5月～11月の調査では、5月～9月に多数の植物種で複数種のアザミウマ類の発生が見られた。少発生種が多かったが、中でもネギアザミウマは多数の植物に発生しており、特にミシマサイコで発生量

が多く、アザミウマ類特有の被害症状であるカスリ症状、また葉の奇形症状、葉上の多数の糞などの症状が見られた(図2)。また、ミシマサイコにはヨコバイ類の発生が見られた。2017年6月～9月には、センキュウとウラルカンゾウにアシノワハダニの発生が見られた。特にセンキュウでは多発生しており、葉の黄化症状、また葉が糸でつづられた被害が見られた(図3)。

静岡県三島市落合ハーブ園における現地圃場の調査では14種類の植物のうち、4科8種類の植物で



図1. トウキのウドノメイガによる被害



図2. 東京都薬用植物園で見られたミシマサイコの被害症状

表3. 落合ハーブ園の植物で発生が確認された害虫

日本薬局方に収載されている植物		
シソ科	スペアミント	コナジラミ類
		ヒシバッター類
	ペパーミント	シャクガ類幼虫
		オンブバッタ
オレンジミント	ヒシバッター類	
セリ科	ミシマサイコ	シャクガ類幼虫
		ヒシバッター類
		オンブバッタ
日本薬局方に収載されていない植物		
イネ科	レモングラス	オンブバッタ
		ヒシバッター類
クスノキ科	ゲッケイジュ	ルビーロウカイガラムシ
シソ科	オレガノ	オンブバッタ
	コモンタイム	コオロギ類幼虫
セリ科	ゴツコーラ	オンブバッタ
		ヒシバッター類

害虫の発生が見られた（表3）。バッタ類の発生が多く、微小害虫類の発生は少なかったが、ゲッケイジュではルビーロウカイガラムシが多発生し多くの葉にスス症状が見られた。

センキュウとミシマサイコにおける被害再現試験

(1) 試験方法

本試験では、野外における発生調査においてセンキュウに多く発生し被害の大きかったアシノワハダニおよびミシマサイコに多く発生し被害の大きかったネギアザミウマの被害再現試験を行なった。本試験は、法政大学生物制御室内（16L8D，18℃～25℃）で行なった。

① センキュウに発生したアシノワハダニの被害再現試験

縦20cm，横30cm，高さ28cmの亚克力ケース内に水を張ったバットをいれ，その上に供試植物のセンキュウを一株置き，18℃～25℃，16L8Dの条件下においてインゲン葉で飼育したアシノワハダニの雌成虫10頭を2017年11月24日に接種した。被害の発生状況は逐次観察した。

② ミシマサイコに発生したネギアザミウマの被害再現試験

直径9cm，高さ5.5cmの円形プラケースに直径9cmの濾紙を敷き，水を入れたスクリュー管にミシマサイコの葉を2枚いれ，25℃16L8Dの条件下においてにんにく鱗片で飼育したネギアザミウマの成虫10頭を2018年1月4日に葉上に接種した。被害の発生状況は逐次観察した。

(2) 結果

①ミシマサイコに発生したネギアザミウマの被害再現試験

接種から6日後（1月10日）に葉にカスリ状の傷が見られ始め，9日後（1月13日）に葉のカスリ状の傷に加えて，葉の奇形症状が見られ始めた。接種から12日後（1月16日）に葉のカスリ状の傷，奇形症状，多数の糞といった被害症状が再現された（図2，図5）。



図3. 東京都薬用植物園で見られたセンキュウの被害症状



図4. アシノワハダニ接種後のセンキュウにおける被害症状

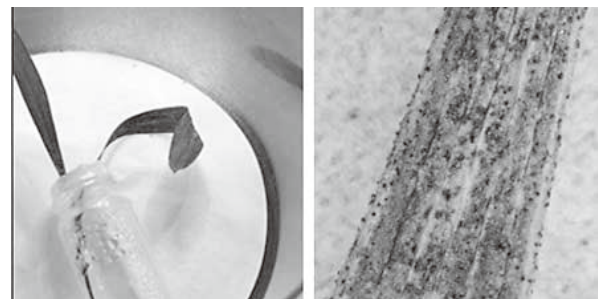


図5. ネギアザミウマ接種後のミシマサイコにおける被害症状

②センキュウに発生したアシノワハダニの被害再現試験

接種から14日後（12月8日）に葉の黄化症状が見られ始め，18日後（12月12日）には黄化症状に加えて葉の奇形症状も見られ始めた。接種から24日後（12月18日）に，葉の黄化，また葉の奇形症状，葉が糸でつづられるといった被害症状が再現された（図3，図4）。

考察

年間の調査を通して、広食性の害虫が多く、複数の植物種に発生しているものが目立った。特に農業上重要な害虫であるアザミウマ類においてその傾向が大きく、本調査でみられたミシマサイコのネギアザミウマによる被害のように、多発生すると植物に大きな被害を与えるため、今後の栽培の際には十分な注意が必要であると考えられる。

これまでの薬用植物の害虫に関する報告では、カタビロコバチの一種 *Eurytoma* sp. がマオウの種子に寄生する (An Ruijunら, 2000) ことが知られており、今回の調査ではその害虫が見られなかった。また、ミシマサイコにはヨコバイ類の発生が見られたが、これまでの報告でヒメフタテンヨコバイがミシマサイコを食害することでミシマサイコ萎黄病が引き起こされることが知られている (塩見, 1990)。今回、採集したヨコバイの種は幼虫のまま死亡したため未同定であるが、今後その害虫の発生が見られるとそのような病害が引き起こされる可能性がある。

全体として、マメ科、セリ科の薬用植物に発生害虫の種類が多く、発生量も多かったことより、これらの植物も十分な注意が必要であると考えられる。4月から5月にはアブラムシ類の発生が見られたが、発生量が少なかったためアブラムシ類特有の被害症状であるスス症状が見られなかったと考えられる。10月から11月にはカメムシ類の発生が見られたが、種子などに大きな被害は見られず、発生程度が少なかったためであると考えられるが、カメムシ類は発生の年次変動が大きいいため、発生に注意する必要がある。

東京都薬用植物園 (東京都東大和市) と比較し静岡県三島市の落合ハーブ園でバッタ類の発生量が多かったのは圃場が山の中にあり、周辺は野菜類の畑や雑木林に囲まれた圃場であるため、周囲で発生したバッタ類の飛び込みがあったからと考えられた。また、微小害虫類の発生は東京都薬用植物園が落合ハーブ園より多かったことも併せ、同じ栽培植物でも栽培環境やその周辺の環境によって発生害虫の種類、発生程度が異なると考えられる。

今後は、薬用植物ごとに発生した害虫の発生消長と生態を明らかにすること、また害虫の被害による薬用植物の収量・品質への影響などを解明することが重要である。

謝辞

本調査の調査場所を提供していただいた東京都薬用植物園の荒金眞佐子博士に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 朝比奈 泰史 (2016) 薬用植物に係る農業問題について. 日本農業学会 農業レギュラトリーサイエンス24: 31-43.
- 2) 梅谷 献二 (1988) 農作物のアザミウマ分類から防除まで. 全国農村教育協会 422.
- 3) 片山 晴喜 (1997) ミカンキイロアザミウマ *Frankliniella occidentalis* (PERGANDE)の発育と産卵に対する温度の影響. 応動昆41(4): 225-231.
- 4) 熊澤 広明 (2016) 薬用植物栽培への取り組みと課題～農業登録における事例～. 日本農業学会 農業レギュラトリーサイエンス24:47-66.
- 5) 西森 俊英・今井 克樹・山田 実・三木 夏彦・小林 茂之 (2003) 野菜のネギアザミウマの薬剤感受性-大量増殖法-. 植物防疫57(2): 4.
- 6) 高寺 菜々子 (2012) ハーブ植物に確認されるハダニ類とその寄生性について. 2012年度 法政大学卒業論文.
- 7) 塩見 敏樹 (1990) ヒメフタテンヨコバイによるミシマサイコ萎黄病MLOの伝播に及ぼす温度の影響. 関西病害虫研究会報 32: 13-15.

第18回加賀能登の薬草シンポジウム「特別講演会」¹⁾

座長：佐々木 陽平²⁾

これから薬草栽培をしていく手ほどき^{3,4)}

講師：福田 眞三

佐々木：皆さん、いよいよ特別講演の時間です。今回は奈良の福田眞三先生を講師にお招きいたしました。福田先生には、金沢大学の薬用植物園がここ角間キャンパスに移転した際、多くの薬草薬木を提供いただいております。最近はトウキの栽培など福田浩三さんからも指導いただいております。このご縁を通じて福田眞三先生の特別講演会が実現しました。福田先生は、生薬学会に所属されている方は良くご存知かと思いますが、薬用植物の栽培技術・知識を有する第一人者です。このことは日本特産農産物協会地域特産物マイスターに、薬用植物分野で初めて認定されたという経歴からもお分かりと思います。

〈当日はここで福田先生のご略歴の紹介をしましたが、本稿では最後に記載します〉
それでは福田眞三先生、よろしくお願い致します。

はじめに

奈良からやって参りました、福田でございます。ご紹介で農林省のマイスター事業とおっしゃいましたが、昭和55年ごろから全国ひっかけて農林省が、「薬草をやってみたいという県は手を挙げろ！」という指令がありまして、そういう指令に基づきまして私ら（マイスターら）が派遣されて、いろいろと各県で協力して、精力を尽くして貢献して参りました。ところが北陸地方でいきましたら、薬草をやってみたいといって手を挙げたのは新潟県だけで、他の県はどこもなかったです。ところが今になったら、あっちもやりたいこっちもやりたいと、なんか遅まきで、日本海側のひとは思いつきが大変遅いなあ、ゆっくりしているなあという感じでした。ところがいざ取りかかってみたらなかなか喰らいついて離さない、というのが北陸地方の人の性格なのでしょうが。

奈良県の薬草栽培

いろいろ薬草の種類もたくさんありますが、奈

良県ではだいたい三十何種類かの薬草を植えておりました。それと野生に生えている薬草、これは四十種類くらいありました。どうしてそんなにいろいろとあるのかということですが、これはひとりの力ではなくて、いろいろな方々、つまり薬草の好きな人だとか、あるいは幕府が貢献して援助しろ！と号令のかかった、というふうな業績がたくさん残っています。ちょうどいま農水省が、他の県におきましても、日本で使う薬草は日本で栽培して、そして供給体制に入れ！、というのと同じことだと思っております。奈良県の薬草、そのなかでも、日本の栽培種は和地黄ですが、日本ではダイオウをつくるには3年かかりました。日本人はダイオウというのは主に下剤に使います。ところが、日本の問屋さんではダイオウはものすごく人気で、ものすごく栽培は伸びました。やっぱりそれだけ便秘症の人は多いんですね。それで、あとは何が伸びたかという、やはりボタン、シヤクヤク。やっぱり4年かかるような作物、これらが一番伸びましたですね。もしも、その土地の

人が病気になったとき、その時はどういう薬草を使ったらいいかという、病気を治す薬はあなた方が住んでる周辺にいっぱい生えてますよ！というのがその土地の野生品なんです。これは上手いことその土地の人が見つけ出しております。だから、そういうふうな環境で育った人は、周辺でできた薬草でみなさん個人個人の病気を治していこうと、是非ともそういうふうな考え方で取り組んでいただいたら、もう一番最高だと思っております。それで、奈良県がどうして日本中で一番の薬草栽培地なのか、やっぱり奈良県が一番。後にも先にも聞いても何もありません。で、どうしてかというと、,,、そもそも森野藤助という森野薬草園の当主でございますが、そういう人が山へ行っては苗を引いてきたり、近所の野原に生えてるキキョウだとかいろんな薬草を自宅裏山に植えたりしてやっていると、徳川八代将軍の吉宗が現れてきて、,,、というのがはじまりだったんです。丁度その頃、享保の時代には相当世の中が荒れていたらしいんです。そして、国のお金がどんどん無くなっていくというような境地に立たされて、そうこうしている時にこの吉宗が日本の国内で薬草を栽培せよ！という奨励を出されたんですね。まさに今の農水省とまったく一緒やなあと思いましたがね。で、その当時、農家はやはりお金の入りが少なくて相当困窮の時代にありましたから、だから、すぐその薬草という世界に取り込まれた。そして薬草というのは乾燥させておけば何年でも保てる。そのうちに市場の値段が上がってくる。その値段が上がっただけでも,,、今で言うなら株を買って持っているようなものですね。そういうふうな時勢の中で、そこに植村左平次というひとが幕府の遣いとして「国内で薬草の栽培を奨励しろ！」という号令を受けて、その後奈良県で活躍されて伸びていったというのが昔からの評価なんですね。そういうふうな“よっしゃ”と号令をかける人も必要ですし、やはり気ちがいみたいに一筋に何でもかんでも薬草だ！と取りかかってくれる、という人も必要なんです。それはやはり、人ごとだということで、じーっと伺いながらやっている人よりは、やはり号令をかけてくれるからわっしょ

いわっしょいと動く（励む）んだ！というほうが伸びる、私はそう思っております。そういうので奈良県はどんどん伸びていったわけです。

北陸の薬草

これまで申しましたように昔の歴史、これを探るということがまず大事です。では金沢ではどんな歴史があったか、やはり有名な歴史があるんです。やはり延喜式などにも能登でも特産品として5種類ぐらいのものが挙がっています。なかでも加賀の方ではやはり何といても白山の麓に生えている加賀黄連、こんなすばらしいものはありません。もう日本一です。その加賀黄連を今までどうして広めなかったのかと言いたいくらいですね。これまで福井の黄連だとか兵庫県の黄連だとか、そんなものばっかしに力を入れてこられたが、それと加賀黄連とを比較しましたらどんなに加賀の黄連がすばらしいかと,,、とにかく（福井の黄連も兵庫の黄連も）根っこを割ってみましたらもう腐った部分がいっぱい見えてきます。そして髭根がむちゃくちゃ多い。ところが加賀の黄連はひげ根が大変少なくて、根っこを掘りましてもそれが鮮やかな黄色で、“ああこれはいいなあ”というような恰好でございます。能登の黄連、榎子、そしてこれ（薯蕷）はジネンジョの芋ですね。それから桃仁、桃のタネです。この桃仁ですが、もし、みなさんが何か食事の加減で血液が汚れたというときはこの桃仁を使った処方があるんです。これを使わないともう血液が汚れて、もうドロドロになってしまいます。それから蜀椒というのは山椒ですね。こういった特産物ができております。ですから、これから新しく何か作物を作ろうとしたときに、こういう品目のものを作りましたら容易くできるんじゃないかなと思っております。というのは、土地に合ったものができるんです、やはり。それが昔言った人のことをこういう記録で残してるわけですね。こうやって後世に伝えておけるわけですから、これに背いて目新しいものばっかしに行かないで、こういうものを基礎にして薬草栽培をまず作り上げるということが必要じゃないかなと思います。

薬草栽培の基礎

そこで、栽培ということに取り掛かるにはやはり寒冷地の方は作りやすい。ところがその寒さばかりではだめ。やはり土壌問題、自分の（土地の）土壌を考えるとすることが必要。で、自分の土壌が悪かったら今度は先ず農林（試験機関）の方で土壌分析をしてもらって、自分の地域の土壌に足りないものは追加して良くする。そういうやり方も必要かと思えます。そして、例えばトウキをみましたら、土壌がこういうふう立派だったら、もう放つたらかされても気候だけが涼しかったら（大丈夫。）ここで涼しいというのは、夜昼の寒暖の差が大きいということで、これがいい気候だといえます。あまり寒い所では、トウキは育つのは育ちやすいがあまり立派なものではできない。トウキの話になりましたが、奈良の次に良いトウキができるのはどこか、それは越後の方だという記録が残っております。越後といえはちょうど米山、ああいうところのタネがひょっとしたら舞い込んでくるんじゃないかな、と、そういう想像さえ受けます。どういうことかという、この加賀の国でトウキならトウキを植えます。そしたら、何年か経ちましたら今度は加賀（の気候風土）に沿ったトウキに改善されて生まれてきます。だからタネというのは不思議で、大和・奈良県からタネをもってきまして、3年も連続して植えておりましたらタネの品質というか、その栽培に関する系統がだんだん崩れてきます。そして今度は加賀の国に適したタネに変わってまいります。これはもう大変恐ろしい事でありませう。そろそろトウキの話に絞ってやってみましょう。

大和トウキ栽培の実際

トウキですが、今申しましたように、やはり土地柄、気候、そのふたつを申し合わせたように、ヒントとして持ってもらわないと駄目です。

苗づくり

トウキは苗育ちから始まるんですが、やはり、母体とするタネ、そのタネを採るトウキですね、これはもうりっぱな、もう一等品と言われるくらいのトウキを育てて、良い所からタネをとらない

と駄目です。やっぱりタネというのは一番大事なところなんです。

今写っているのは苗床の写真ですが、こういうふうにして苗床は（株間）1cm くらいで落ちるようにタネをバラ播きしてください。よく筋播きにする人がいますけども、筋播きにするのは大変難しいです。どうしても太い苗ができやすい。ところが、1メートルくらいの畝幅、まあ昔でいえば3尺ですね、そういう苗床をつくってタネをバラ播いたら、たいへんきれいに1cm 間隔になる。できるだけ1cm から2cm の間隔で播いてください。タネ播きは大変大事。そしてタネを播きましたらその上は必ず、クワの尻でもなんでもいいから鎮圧して叩いてください。そして叩いた上に切り藁を振って、藁で日覆を作るというかたちになります。

それでトウキですが、トウキはタネを播きまして20日くらいしないと発芽してきません。その発芽のときによく農家の人をみておりましたら、せっかく地上部を乾かさないうにもみ殻をかけたなり落ち葉をかけたなりして土が乾燥しないように上手にやってるんです。ところが、トウキの双葉は三つ葉みたいな感じですから、双葉が上がってきたときに行き先を心配してか、せっかく被せてあったもみ殻とか落ち葉を取り除いてしまう人がいるんです。そうしましたらせっかく生えておる苗が半分くらいもう日焼けで枯れてしまいます。そういう（余計な）ことをしてせっかく生えてるのに失敗してしまう人もおります。だからもみ殻、切り藁をふつてもいいから、とにかくタネを播いたところは絶えず湿らして水分を含んでいる状態にして苗を育てる。そして、畑に多少の肥料があれば肥料は置かないで大丈夫。そのようにして苗を一年かかって育てます。4月にタネを播いて12月頃にはもう段々と太ってはきておるんですが、その頃に移植ということはできませんから、だから春先3月の末までこのままで置いておくわけです。

苗の見立て

苗によっては抽苔をおこす、抽苔ね、あまり太いもの（苗）でしたら花が咲いてしまうんですね。そういう花が咲くような苗を植えたらこれはもう根っこの方は使い物にならない、そういう性質を

もっております。だから手ごろな苗の太さ、そういう手ごろな苗を作らないとしょうがない。それにはまず、苗の選別をしなきゃなりません。(スライド 1) その苗の選別は前にうっしましたが、こういうふうには 3 段階くらいに選別するんです。太いのは、8mm から 1cm くらい、もう 1cm が最大です。1cm 以上のやつを植えたら必ず苔立ちです。一番いいのは真ん中のエンピツくらいの苗、これは一番上等です。

熟練技法「芽くり」について

今度は、この(スライドの)上の方に出ておられますのは“めくり苗”，芽をくり抜いて、ちょっと苗を傷つけて去勢させて、そして傷めてもいいよと、そういう作業ですね。だいたい(太さ)8mm までは良いんだけど、もう 1cm になったらこういう操作を加えます。根っこを株元でもぎ取りましたら、ちょうど根っこの中に芯がでてきます。この芯を目当てにちょっとえぐり取る。竹べらかなんかで。そういうもの(道具)を作っておきましたら一番いいです。で、こういう竹べらかなんかでびゅっと、イボをとるくらいにびゅっとやるんです。そしたら簡単に取れる。で、このめくり苗を上手にやれば苔が立たない。下手にやれば必ず苔が立ちます。で、こういうふうにして育てたトウキは出来上がったらもう一番最高の、一番大きなでっかいものができます。一本の普通苗ではやはり重量は小さい。めくり苗は大きな、やはり重量が重い根っこができます。ですから、こういう苗を置きましたら、以前でしたらだいたい 10 アールで 300kg は十分生産できました。

植付け

今度はそのめくりをした苗の植え方ですが、ここに植えた後の形跡が写っておりますけれども、株間隔、株と株との(条)間隔、これは 20cm、20cm というので 1 反でだいたい 6 千~7 千本は入ります。その 20cm というのが一番収量がある。ところがこちら(奈良)みたいに 30cm も間隔を空けましたら収量も少ないし葉っぱが茂ってきても影が薄い。トウキ自身の葉っぱで影ができない、

そしたら日照りが続いたら枯れ葉が多くなってくると、土が焼けてトウキとしては育ちにくい。こういう風な難点がありますから、この 20cm というのは最高です。ところが、奈良の方ではちょっと太いを作ろうということで 25cm まで広げる人、あるいは 23cm まで広げる人が出てまいりましたけれど、この人らは相当太い当帰の根っこを生産しています。だから植え方というのは大変難しい。そして、苗の植え込みは真っ直ぐ垂直に植えても構いませんが、作業の現実性から、また製品を収穫したときの出来具合、そういうことを判断しながら、苗は斜めに植えます。まあ斜めといえど 45 度くらいですね。まあそれを基準にして、それで 20cm ずつに植えなさいと、これが一番能率がいいですね。そして、このときの一番肝心なこと・・・必ず深く植えなさい。そうしたら苗を植えました時に地上部に見える葉っぱは 10cm くらいしかないんですが、それでも構いません。葉っぱさえ土の中へ隠れてなかったらいいんです。だから、土に植えていって土の少し上で葉っぱがパッと覗いていたらそれで充分です。そして、苗を植えた土、この土の上は足で踏んでもいい。とにかくちょっとおさえて苗と土を固定させて、,, 少々の乾燥、5 月の初めは乾燥が続きます。そういう乾燥が続く天候がまいてても、びくともしないような湿気がちゃんと土の中にある,, そういう状態になるように苗を植えてください。みんなが失敗するのは苗に被せる土が少なすぎたから。だから 5 月の初め天気が続いたら必ず土が乾いて失敗しますから。だから初心者には苗植えはさせられないというようなこともあります。あとは畝をつくって畝幅を 70cm もちましたら畝幅が広いものだからついつい 2 条植えにしたいと、そういう人が増えております。ところが 2 条植えにしましたら、ひとつは、土地の管理作業はたいへんやりにくい。さらに、植えた苗が今度大きくなってきたら畝から根っこが飛び出す、という状態になる。根っこが飛び出すような状態になったら必ず日焼けがおこります。これは絶対に避けないとだめです。ですから 75cm の畝幅をとりましたら、もうちょっとくらい小さくし

て、まあ 60cm くらいにして、そしてこんな 2 列植えにしないで 1 列植えにしてください。そしてら道中の管理作業も大変簡単。それこそ小型の耕耘機と培土板を使っの作業も十分できます。2 列植えするから作業がしにくい。

畑管理

こうして 4 月に苗を植えます。そしてら道中追肥が必要です。そのときはこういう畝をつくつてないと大変やりにくい。その追肥の仕方ですが、溝になっているところ（畝間）に肥料をどつと、鶏糞だとか堆肥だとか、あるいは化学肥料だとか、そういうものを混合したものを、まずトウキの側に施して、そしてその頃は結構草が生えてきておりますが、その草刈りを兼ねて、培土といって、下の間の土を根元に掻き揚げるようにして上げてください。肥料も土も一緒に掻き揚げるということ。それで雑草もこれが為に除草ができます。まあそういうふうな作業でやっていただいて、この土のかき揚げの高さ、これは一回目は 10cm くらい上げてください。土地によっては変わりますが、まあ 5cm から 10cm はほしいです。そうしたら肥料はトウキの苗を植えた周辺に、ほんとはばらまくように平等に行き渡ります。もしも傾斜した畑でしたら、一番こういう作業はやりやすい。だから傾斜した畑では、もう 7 月にもなれば、それまでに根元は培土をして土を寄せているから、このように畝を作ったのと同じような状態になります。これが一番理想的で作業がしやすい。そうして育っていきましたら、7 月の中頃を過ぎましたらだんだんと葉っぱに艶がでて参ります。もう葉っぱ自体が緑を超えて黒光りをして参ります。ほんと、眺めていたら自分の顔が葉っぱに映るような感じになってきます。こういう風になってきましたらもう肥料（肥効）は満点だということが言えるわけですね。でもまあ、そんなにして肥料をおいても 8 月の末に見ましたら、ほんとに根っこは重量がまだ増えておりません。ところが 8 月の末、ちょうどお盆が過ぎて暫くしましたら夜の気温がぐーんと下がってまいります。そのころになると根っこの重量がぐーんと増えてきて太くな

ってまいります。そこで、太くなってきたときに気を抜かず肥料を与える。トウキというのは確かに肥料はたくさん要るんです。肥料は節約したら、根っこの太り方は大変細くなるということが示されています。だから、薬草で肥料がめちゃくちゃ要るのはトウキにシャクヤク、このふたつだけは肥料なしでは育たないというぐらいの感じですよ。まあそれぐらい思い切って肥料をやってください。そういう具合にしていましたら、9 月のときと 11 月のときと（比べると）根っこの太さがもう 5 倍 6 倍に膨らんでおります。（スライド 2）これは 8 月のときです。このときに畑のなかに立っている人の足元をみてください。トウキの葉っぱの長さがずいぶん大きくなってるとでしょ！？。やはりこれぐらいに大きくなるとダメなんです。だからトウキの畑へ入ったら、朝のつゆでズボンが濡れて、トウキの匂いがぷんぷんする。それぐらいにやはりトウキの葉っぱが茂っている。だから、茂りましたら畝幅が見えないぐらいになります。これは他所の方が、どういう風な栽培法をやっているのか、あんなに太い根っこをどうしたら作れるんだ！？というので見学をさせてくれと、大勢の人が、農協さんとかも見に来ておりました。こういうふうには、葉っぱの表が光ってるとでしょ？こういうふうなトウキを作らないとあかん。葉っぱの表面がなにかしら黒光りしてる、ここまで葉っぱを肥やさないとだめです。葉っぱの色が薄緑色しとってはいかん。マルチ栽培、マルチしたらね、草が生えてこなくて楽かもしれん。けどこういう横着をおこしたらいかん。草は、ちゃんと草刈りしていただいたい 1 か月しないと草が生えてこない。同じく土寄せをするなら、やはり 1 か月ごとに土を寄せなければいい作物は育たない。そういうことはいえますから、ぬるま湯にじーっと浸かっているような感じでトウキを作ったら大間違い。そういう人はもう必ず失敗する。やはり理想的なトウキの根っこを採ろうと思ったらやはり土を動かして、そして底の方へも肥料が廻るように、そしてまた、上のほうにも肥料が廻って土の中に根っこがどっち向いて走ろうかなあと考えている、そういう状態をつくってやらないとだめ。

じっとさせていたら、支根というかトウキの細い根っこが下向いてばかり生える。やはり支根というのは横を向いて走らねば、それでないとい太い枝根ができない。やはりそれには肥料が効きやすいようにしてやらなければならない。こんな（マルチをして）じっと待ってて終わったらそれは楽は楽ですよ。これは一番な横着なひとがやる作業です。

大和トウキの収穫

これは、いよいよ収穫間近になって、11月末ですがね、霜にあたって葉っぱが黄ばんでまいります。奈良県ではやっぱり霜は11月の末、20日過ぎから降ってまいります。そして、10日か20日ほどしたらこういうふうには葉っぱが黄色くなってまいります。で、その黄色くなった葉っぱが枯れ落ちる前に収穫してください。この今残ってる黄色の葉っぱ、今はまだしっかりしておりますが、（掘り取った後）この葉っぱに藁をくくりつけて、そして稲架にぶら下げる。だから、掘るのにはちょうど手頃な時期です。次、奈良の山の方では山を開墾した畑が多いから、こういう急斜面の畑が多いです。こういう急斜面の畑ではトウキは大変つくりやすい。いま一株片手で根っこを持っていらっしやるけど、大きいでしょ!？ やはりこういう根っこを作らないとね。（スライド3）（写真にもあるように）薬草づくりはみんな女の人の手で、だから、トウキを売って戴いたお金は女の人がなかなか親父さんの懐に入れてくれないの。そして、畑から掘り取ったその根っこは、2日か要して3日、夜は中（屋内）に入れないで、畑の淵に転がしておいて日に当てる。この日に当てるというのは、意味のひとつは根っこに食らいついた土を乾かすこと。土というのはよく乾くから、1日干しただけでもずいぶん乾きます。そして、今度は家に持って帰るにしてもずいぶん軽くなる。それで、ちょっと叩いただけでも土がぼらぼらと落ちると、まあそういう特典があります。だから、たくさん作ったときは畑で、ちょっと2日ほど日に干してください。そして作業は大変しやすくなる。そして、乾燥ですが、乾燥は同じような作業を2回やります。ちょうどいま、葉っ

ぱの上の方が映っておりますけれども、畑から来たらず乾燥いたします。こういうふうにして藁でもいいから青い葉っぱを（トウキが）落ちないように、ちょっとしっかりとくくって、そしてこういう稲架にぶら下げておきます。（スライド4）畑から掘り上げた根っこの姿、こういう姿をしております。ですが他のところで見ましてもこれだけの（立派な）根っこはなかなかできておらない。どこが悪いのか、理由をいちいち教えてやらないとなかなか実行してくれないから、

伝統的な調製加工

そして、乾いてまいりましたら、この乾いた根っこを湯で洗うんです。（スライド5）湯で洗うというのは、青い葉っぱがついたまま乾かしましたね。そして、稲架で乾燥させている間に、細い根っこはパリパリになって骨みたいになりまます。このままではどんなに上手くしても洗うことはできない。それで無理矢理それを洗おうと思ったら、やはり、湯に浸けるのが一番。湯に浸けたらさっと戻ります。まあ、そんな1時間も2時間も浸けたらだめですよ、まあ20分あたりで。ちょっと押さえたらぐにやぐにやっという感じで、これはもう手触りでわかりますから。ふやけさせ過ぎないで、根っこの中にまだ芯が残っているというふうな状態にするのが、もっとも湯で揉みながら洗いやすい姿なんですね。それから最後はきれいに水洗いをして仕上げる。この湯洗い、これが一番大事です。この湯の温度は熱すぎても火傷する。そんな50度もあったら火傷しますよ。ましてや熱すぎる湯で洗ったらトウキの中の成分が変化して悪くなる。そういうことも心得て、だからだいたい40℃くらい、これもちょっと熱めの湯、熱めの湯ですけど、そこに入れた瞬間にさっと少し湯が冷めてまいります。それで充分です。それで15分も置いておけばもう根っこ全体が柔らかくなってきますから。湯の温度が熱すぎるとやけどするし、これはいい製品ができあがりません。だから湯の温度は30度くらいに下がっても大丈夫。その方がいいです。そうして湯で洗ったトウキをもう一度水洗いしてきれいにしてから稲架に

かけて乾かします。この乾燥が過ぎれば製品としては仕上がります。ここで注意するのは、「いや、うちは畑でつくったのは少ないから、もう正月すぎたらバリバリに乾いたよ」と、そういう人があります。ですが、そういう人はまだ湯洗いはしないでください。湯洗いはあと 60 日くらい経って、まあ 2 月～3 月の半ば頃、水がぬるんできたころに湯で洗ってください。そしたら結構揉み洗いができますし、その時は外観の色は茶色の飴色を示してる。この色合いが一番最善です。だからこの飴色を出させるのに相当な苦勞をしてるわけなんです。これは、ひとつは時期的な問題が随分あります。だから「うちは 12 月に掘ったからもう十分乾いてるから。だから 1 月に湯で洗ったよ」という人もできてきます。そんなに早く湯で洗ったら良い当帰はできないぞ！というの、まずトウキの根っこに（生育の）道中でどういうものを作り出そうとしたか、ということです。まず、春先から 12 月の寒さが来るまではトウキ自身が着々とデンプンを作って自分の体内に蓄えているわけです。ところが春先から蓄えたデンプンは冬になると酵素の作用で変化してだんだんショ糖に変わってくるんです。このショ糖に変わるまでがやっぱり 2 月、3 月の半ばまで、つまり 60 日～70 日かかってるわけです。そのショ糖に変わってくるから、ちょうど湯洗いするころに根っこを舐めたら何かしら甘いんです。そして、べっ甲色のきれいな飴色に変わってくる。だからこれを自然に任せておくほどいい。なにも慌ててね、正月にはもう乾いてるからと急いで湯洗いしなくてもいい。やっぱりみんなと同じように時期がくるまで 3 月まで放っておこう。それでいいんです。だから、この薬草栽培というのはね、なんとなくのんびりと気持ちを携えてやれる。だから、こういう点でね、急いだら失敗する。まあ、そういうふうな私たちで立派なトウキを仕上げてください。根っこの姿も、こういう風な、大変長い根っこを作っていたきたい。これは乾燥したときの根っこの姿ですね。こういう風な枝根が絡みついてたくさん伸びております。（スライド 6）これは出来上がった製品の等級ですね。やはり右のほうは一等品です

ね。ちょうど真ん中、このように短くなってきましたら、きつく言えば下等品になる。もう“売れないよ”というような、そういう製品です。（スライド 7）これはね、右の花の咲いている方は苔立ちをした、苔立ちをしたけれど、下に育っている根っこはどういう姿だ、ということを示しているところです。そして反対側（左）、これはまともに育っているトウキの根っこです。これは 7 月の末ごろに写した写真だったと思います。つまり、苔立ちさせたらいかに情けない根っこができるかということですね。

質疑応答

佐々木：福田先生、まだまだ準備されたスライドがありますが会場の都合もありますので一旦、ここで区切らせていただきたいと思います。ここで残りの時間、会場の皆さんから質問やコメントがあればぜひこの機会にいかがでしょうか。まずは私から。今日のタイトルにありますように「手ほどき」ということで、これをつくったらいんじゃないかという、日本薬局方の生薬以外にももしこういう植物を作ったら利用価値が高いんじゃないかというような、そういうご提案の植物があればお願いします。

福田先生：薬草ではないけれども、荒れ地があったらアマチャなんかがいいんじゃないか。で、この辺はね、ちょうど（石川県白山市）白峰の方まで行きましたが、相当寒さがありますよね。そして、霧が多くありませんか？霧が多い地方ではアマチャが適している。

佐々木：金沢大学の薬用植物園にはアマチャも福田先生からいただいたいいものがありますから、がんばって増やします。

福田先生：ひとつ申し上げたいのは、実際に手掛けられて難儀だなあと思ったら、自分の想像だけでやらないで、私らを呼んで下さい、そしたら手ほどきして教えますから。やはり直かに教えるほど早い。今年わかったことを来年にと悠長なことをしていたら、年いくばっかりですから。まあひとつ、遠慮なくいってください。

川原信夫先生：今日福田先生からいただいた貴重

な薬用植物の栽培の話、こういったことを今だけ日本で具体的にされているかというとはんとに心もとない部分があるとおもいますので、こういったことはほんとに日本全国で復活して、いろいろなところで産地化ができるためにわれわれ頑張っていかなければいけないんですけれども、まあ今日それに関連して（特別講演会前の研究報告会のセッションでは）大学院生の方々もいろんな発表していただきましたけれども、やっぱり薬用植物栽培とか生薬学ってすごく実学なんです。ほんとに生活というか薬を作っていくために必要なことを具体的に進めていく学問だと思いますので、特に学生さん、大学院生の方には、自分たちがいま取り組んでいる研究がどこにつながっていき、実用化といいますか、栽培などどこにつながっていくかと考えながら、そこを目指して、研究を進めて、単なる興味本位の研究に終わらないで、出口につながるように進めていってほしいと感じた次第です。どうもありがとうございました。

佐々木：福田先生、この度は無理を承知でお願いさせていただきましたが快くお引き受けくださり、遠路金沢までお越しくださいますてありがとうございました。長時間に渡るご講演、会場の皆さんからもう一度拍手をお願い致します。

本稿の結語

以上、トウキについてのご講演内容を紹介させていただきました。当日はこの他にミシマサイコ、シャクヤク、ジオウ、ボタンについてのご講演のご準備もいただいておりますが、時間の関係でミシマサイコまでのご講演で終了となりました。また、紙面の都合でトウキについてのみ掲載させていただきましたことをご了承下さい。末筆ながら、福田眞三先生のご冥福をお祈り申し上げます。

謝辞

福田眞三先生のご講演実現には約1年前から準備を開始し、何度も福田商店を訪問させていただきました。この間、金沢大学薬学系分子生薬学研究室員（佐々木研）は交代で佐々木と同行するなど講演内容の入力やスライド作成を担当してくれ

ました。特に伊藤ほのか氏には当日スライド映写補助、本稿の文字起こしまで多くの時間を割いてくれました。東京農業大学の御影雅幸教授には、福田眞三先生の100枚にも及ぶ歴史的なマウント版のスライドをデジタル化していただきました。この他、多くの皆様に多方面よりご協力いただき実現することができました。この場をお借りして感謝申し上げます。

注釈

- 1) 2017年10月21日（土）、金沢大学角間キャンパスにて開催された。
- 2) 金沢大学医薬保健研究域薬学系
- 3) 福田眞三先生は2018年1月にご逝去されました。本講演会は、福田眞三先生が最後に担当されたものです。講演会の主催者である佐々木の元には、福田先生の講演内容を惜しむ多くの意見が寄せられました。本稿はそれに応える形で文字起こしをしたものです。文字起こしにあたり内容は福田浩三博士（福田商店）に監修いただきました。
- 4) 本原稿の文字起こしにあたって、講演内容をよりわかり易くするために、一部ご講演時の会話調の言葉は文語調や標準語に書き改めさせていただきました。また、内容に即した小見出しをつけさせていただきました。

●福田 眞三（ふくだ・しんぞう）●

1927年 奈良県生まれ
 1947年 京都薬学専門学校卒業
 1948年 京都大学医学部薬学科生薬学専修科修了
 1948年 京都薬学専門学校にて勤務
 1954年 福田商店にて勤務
 薬剤師；(社)日本東洋医学会漢薬原料調査委員会委員（1979年－）、日本生薬学会功労賞受賞（1979年）、(財)日本特殊農産物協会生薬専門部会委員（1980－2001年）、(財)日本特産農産物協会の地域特産物「薬用植物」マイスター（2001年－）、奈良県園芸農産課薬用作物生産振興指導員を委嘱（1982－1986年）、KK宇部興産研究所薬用植物コンサルタント（1985－1995年）、近畿大学東洋医学研究所嘱託職員（1989－1998年）、日本生薬学会永年会員認定（2001年）、奈良県薬事功労者知事表彰受賞（2004年）。

薬用植物栽培研究会第1回研究総会のご案内

(講演会・ポスター発表・総会等)

薬用植物栽培研究会第1回研究総会運営委員会

薬用植物栽培研究会は概ね隔年でカンゾウやムラサキに関するシンポジウムを開催してきましたが、今年度から定期的に研究総会(年会)を開催することにいたしました。つきましては第1回となる記念総会を以下の要領で開催いたしますので、多数の方々のご参加とともに発表等ご準備のほどお願いいたします。なお、大会参加申し込みや発表申し込みなどに関する詳細は平成30年9月上旬にホームページ(<http://www.e-nae.com/>)上でお知らせいたします。

1. 期日

平成30年12月8日(土) 10:00~(時間割は予定)

10:00~ 一般講演

(昼食は学生食堂が利用できます。)

13:00~ 総会

13:30~ 大会長講演 御影雅幸(中国における生薬栽培) 仮題

14:30~ ポスター発表

16:30~ 特別講演 本会顧問 水上 元(高知県立牧野植物園 -最近の話題-) 仮題

18:00~20:00 懇親会

12月9日(日) エクスカーション(昭和薬科大学植物園見学会・現地集合)

9:30~ 12:00

2. 会場

東京農業大農学部厚木キャンパス・トリニティーホール

懇親会:同キャンパス内 学生会館(〒243-0034 神奈川県厚木市船子1737)

3. 大会運営委員会

大会長:御影雅幸(東京農業大学),

実行委員長:松嶋賢一(東京農業大学),

実行委員:折原裕(東京大学), 高野昭人(昭和薬科大学), 中根孝久(昭和薬科大学),
三宅克典(東京薬科大学), 倪斯然(東京農業大学)

大会本部:〒243-0034 神奈川県厚木市船子1737

東京農業大学 農学部 生物資源開発学科 薬用資源学研究室

4. 一般講演・ポスター・大会参加申し込み

講演要旨の体裁, 参加申し込み方法等の詳細は, 追ってホームページ上(<http://www.e-nae.com/>)に掲載いたしますのでご確認下さい。

○一般講演・ポスター・大会参加申し込み締め切り(予定):平成30年10月31日(水)

○講演筆頭者は本会会員に限ります。

○会場の都合により, 口頭発表(10~12分)で申し込みされた場合でもポスター発表に変更して頂くことがあります。口頭発表機材はPCプロジェクターとし, 発表時は各自で操作して下さい。

5. 参加費(予定)

大会参加費:会員2,000円(2日間. 要旨集込み), 非会員4,000円, 学生1,000円

懇親会費:4,000円(前納), 5,000円(当日), 学生1,000円(前納・当日)

薬用植物栽培研究会役員

(平成 29 年～平成 31 年)

会 長	御影 雅幸	東京農業大学
副 会 長	折原 裕	東京大学
	柴田 敏郎	国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所 薬植物資源研究センター
顧 問	正山 征洋	長崎国際大学
	本多 義昭	姫路獨協大学
	水上 元	高知県立牧野植物園
会計監事	金子 哲夫	広島国際大学
	山野 幸子	広島大学大学院

*編集委員の紹介は、目次の下欄にあります。

表紙の写真

カミツレ

Matricaria chamomilla L.

どこの国でも、製薬メーカーの製品が主流であり、本当の意味での家庭薬は忘れられている。ドイツではメーカー製品の洪水に溺れないために、国民運動として、自前でカミツレの乾燥花を用意し、煎じて茶剤とし、胃腸を整えていると聞く。国内産だけでは不足で、周辺国から大量の乾燥カミツレ花を輸入している。患者によって多くの効果が発見され、研究者によって、精油類、セスキテルペン類、フラボノイド類などの含有成分や薬理作用、特に三大薬理効果、抗炎症・鎮痙・駆風作用、セスキテルペンラクトン類の熱分解物カマズレンの胃潰瘍治療効果などが明らかにされてきた。

最近、わが国では、カモミールと呼んで、カミツレの栽培が盛んに行われている。花だけでなく、茎葉を含む部分が収穫され、化粧品、茶剤、くすりなどの原料として利用されている。

福田眞三先生講演スライド



スライド 1. 苗の太さの選別



スライド 2. 生育盛期（8月）の状況

これほどの大きな太いのを作らねば！
しかもひげ根もしっかり育ってる



スライド 3. 掘り取ったすぐの根



スライド 4. 間隔は開けて吊るしている



スライド 5. お湯に浸けて柔らかくしたあと揉み洗い



8本か9本で1 kgある
枝根がまとわりついているのが良い

スライド 6. 乾燥トウキ根



スライド 7. 抽苔株との比較



当日の講演風景