

薬用植物研究

The Japanese Journal of Medicinal Resources

35巻1号 (2013年1号)

2013年6月



キバナオウギ (黄花黄耆)

Astragalus membranaceus Bunge

薬用植物栽培研究会

目 次

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

大富 規弘・野村 幸宏・井出 達也・大野 剛史・毛利 千香・御影 雅幸 …… 1

北の大地で薬用植物・生薬と歩んだ40年 …… 古木 益夫 …… 9

薬用植物トリカブトの育種と栽培の研究9・10 ……川口 數美・石崎 昌洋 …… 19

生薬の調製中における希エタノールエキス及び糖含量の増加2 …… 姉帯 正樹 …… 48

薬学系大学附属薬用植物園 教育・研究紹介リレーⅩ

長崎大学大学院医歯薬学総合研究所附属薬用植物園 …… 山田 耕史 …… 54

薬用植物園紹介リレー⑩

長野県薬剤師会 薬草の森りんどろ〜菅平薬草栽培試験地〜 …… 児玉 容 …… 58

会計報告 …… 61

「第6回甘草に関するシンポジウム」のプログラム案内 …… 62

「第1回ムラサキに関するシンポジウム」開催案内 …… 65

編集後記

編 集 委 員

| | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| 姉帯 正樹 | 磯田 進 | 伊藤美千穂 | 奥山 徹 |
| 折原 裕 | 草野源次郎 | 高上馬希重 | 小松かつ子 |
| 芝野真喜雄 | 田中 俊弘 | 林 宏明 | 菱田 敦之 |
| 宮瀬 敏男 | 村上光太郎 | 矢原 正治 | 吉岡 達文 |

マオウ属植物の栽培研究（第2報）¹⁾

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

大富規弘, 野村幸宏, 井出達也, 大野剛史, 毛利千香, 御影雅幸
金沢大学医薬保健研究域薬学系資源生薬学研究室

〒920-1192 石川県金沢市角間町

Studies of Cultivation of Ephedra Plants (part 2).

Effect of sea water on the growth and alkaloid content of *Ephedra sinica* Stapf

Norihiro Ohtomi, Yukihiro Nomura, Tatsuya Ide, Takeshi Ohno, Chika Mouri, and Masayuki Mikage*

Laboratory of Crude Drug and Herbal Medicines, Faculty of pharmaceutical Sciences, Kanazawa
University, Kakuma-machi, Kanazawa, 920-1192 Japan

2013年5月16日受付

Summary

Ephedra plants have salt tolerance to some degree. We reported the salt tolerance of ephedra in germination stage in the previous paper. In this study, we report the salt tolerance of ephedra in growing stage, comparing with some wild plants, and the effect of salt water on alkaloid content of ephedra. The result showed that the salt tolerance of *Ephedra sinica* Stapf was superior than *Amphicarpaea edgeworthii* Benth. and *Artemisia indica* Willd. var. *maximowiczii* H.Hara (= *Artemisia princeps* Pamp.), same as *Imperata cylindrica* Raeusch., and less than *Chenopodium album* L. Moreover, the alkaloid content of herbal stem of ephedra intentionally increased by giving the artificial sea waters thinned to 1/16 once a week.

要 旨

マオウ属植物はある程度の耐塩性を有している。前報ではマオウ種子の発芽期における耐塩性を検討した。本研究では生長株の耐塩性を他の野生植物と比較検討するとともに、アルカロイド含量への影響を調査した。その結果、シナマオウの耐塩性はヤブマメ、ヨモギに勝り、チガヤと同程度であり、シロザに劣っていた。また、16分の1希釈した人工海水を週1回間灌水することにより、アルカロイド含量が有意に増加することが明らかになった。

緒 言

著者らの中国における*Ephedra* 属植物の自生地における現地調査の結果、日局「麻黄」の1基原植物である *Ephedra sinica* Stapf (=*E. dahurica* Turcz.) シナマオウは、野生地では土質を選ばず生育し、塩性地や海岸などにも生育する一方、背が高くなる雑草との生存競争に弱いことが明らかになっている²⁾。中国では麻黄の栽培が行なわれているが、マオウ属植物は多年草で、同一場所で継続栽培されることから、他の一年生の農作物の場合には毎年耕作時に除草可能であるのに対して、除草に手間がかかる欠点がある。そこで、塩性地での栽培は除草の手間が少なくなる可能性があると考え、前報¹⁾ではシナマオウの発芽期の耐塩性について検討し、アカミタンポポやレンゲソウなどの一般の植物や海岸の砂地で自生するカラヨモギよりも高く、日本の海岸砂地に一般的に見られるハマダイコンなどと同等の耐塩性があることを報告した。また、塩性地で生育した*Ephedra* 属植物は、通常よりアルカロイド含量が高いという報告がある³⁾。そこで、本報では、発芽後の生育を他の一般植物と比較するとともに、塩分がアルカロイド含量に及ぼす影響について検討した結果を報告する。

【実験方法】

実験材料：発芽後4年目のシナマオウ及び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（以下、薬草園）内に自生する4種の植物（キク科のヨモギ、アカザ科のシロザ、イネ科のチガヤ及びマメ科のヤブマメ）を用いた。これらの4種の植物は、中国における麻黄栽培畑地において多く見られた有害雑草と同科あるいは同属植物種である⁴⁾。

人工海水の調製：塩化ナトリウム434.0g、

硫酸マグネシウム七水和物103.9g、塩化マグネシウム六水和物78.6g、塩化カルシウム二水和物22.4g及び塩化カリウム11.1gを薬草園の地下水に溶解して15 Lにし、人工海水とした。人工海水1/2、1/4、1/8及び1/16希釈液は上記電解質の量をそれぞれ1/2、1/4、1/8及び1/16にし、薬草園の地下水に溶解して15 Lとして調製した。

栽培容器と土壌：容器として1/2000aのワグネルポット、栽培土壌として川砂を用い、土壌下層に元肥として化成肥料〔普通化成8号（フジカワエッグ、N:P:K = 8:8:8）〕25 g/potを混合し、実験植物を1ポットあたり3株定植した。定植直後に置肥としてプロミック遅効きタイプ中粒（ハイポネックスジャパン、N:P:K = 8:8:8）6錠/potを与えた。2007年7月11日に同内容の置肥を追加した。

定植と管理：定植日はシナマオウが実験第一年目（2007年）の4月8日～9日、ヨモギ及びチガヤが4月24日、シロザが5月2日、ヤブマメが5月21日、シナマオウは54株、他の植物は各18株定植した。実験は雨の当たらないビニールハウス内で行なった。

実験群と灌水方法：上記の方法で定植した実験材料の中から生長度が揃った株を選択し、1群あたりシナマオウ9株、他の植物3株とし、各6群ずつを準備した。毎週月曜日に各群にそれぞれ無希釈の人工海水、1/2、1/4、1/8、1/16希釈の人工海水、及びブランクとして薬草園の地下水を灌水した。土壌中塩分の濃縮を防ぐため、毎週金曜日にすべての群に地下水を灌水した。1回の灌水量は2 L/potとした。上記の灌水を実験一年目は2007年6月4日～2007年11月12日に行なった。

実験二年目（2008年）はシナマオウについてのみ、一年目に枯死しなかった株を3月31日～4月1日にすべて1/5000aのワグネルポットに1株ずつ新たな川砂で再定植し、施肥は元肥を10g/pot、置肥を2錠/potとした。実験材料は定植直後からビニールハウス内にて管理した。一年目に人工海水1/8、1/16希釈液及び地下水を与えた群は引き続き同濃度の希釈人工海水及び地下水を与えて栽培し、人工海水1/2及び1/4希釈液を与えて栽培した群の株には人工海水1/16希釈液を与えた。毎週金曜日に希釈人工海水を灌水し、毎週火曜日に地下水を灌水した。1回の灌水量は400 mL/potとした。上記の灌水を4月11日～11月7日に行なった。

生長の評価：シナマオウについては草質茎の総長（全ての茎の長さの総和）、ヨモギ及びシロザについては草丈及び葉の枚数、ヤブマメについては草丈及び小葉の枚数、チガヤについては葉の総長をそれぞれ生長評価の指標とした。一年目の生長評価は、シナマオウは5月9日～11日、6月1日、7月3日～4日、7月30日～31日、9月11日～12日、11月8日～13日に行なった。ヨモギ、シロザ、ヤブマメ、チガヤについては6月から10月まで、各月の初旬に行なった。シナマオウの二年目の生長評価は4月8日～12日、6月30日～7月4日、9月8日～9月11日に行なった。

アルカロイドの定量：実験一年目の11月13日に、分析に十分量の草質茎を有する36株のシナマオウから3～5本の草質茎を基部から採取し、それらの全量を乾燥粉末化し、アルカロイド [ephedrine(E)及びpseudoephedrine (PE)]を定量した。〈装置：日立製〉ポンプ：L-2130、オートインジェクター：L-2200、紫

外部検出器：L-2400、クロマトデータ処理及びシステムコントロールソフト：D-2500。

〈HPLC条件〉カラム：ODS(4.6mm×250mm)、カラム温度：室温、流速：1.0mL/min、検出波長：210nm、注入量：10μL、移動相：C₁₂H₂₅OSO₃Na溶液（1→127）/MeCN/H₃PO₄（305:195:0.8）。

二年目は9月11日に同様に36株から草質茎を採取し、測定した。また、前年のデータと比較するため、11月14日に上記36株のうち3株から再び草質茎を採取し測定した。

【結果】

灌水中塩分濃度が実験植物の生長に及ぼす影響

実験一年目における灌水量の塩分濃度別の平均草質茎長をFig. 1に示す。無希釈の人工海水を灌水した群では実験終了までにすべての株が枯死した。人工海水1/2希釈液を灌水した群では2株が枯死し、生存していた株も著しく生長が抑制され、最終生長評価時における平均草質茎長はブランクの半分程度であった。人工海水1/4、1/8及び1/16希釈液を灌水した群ではブランクと比較してわずかに生長が抑制されたものの、ほとんどの株がほぼ正常に生長した。

ヨモギについては、無希釈の人工海水および1/2希釈人工海水の群では全株が年内に枯死した。1/4液希釈液群ではブランクと比較して草丈では約90%、葉の枚数では55%程度であった。1/8希釈以下では顕著な生長不良は認められなかった。

シロザについては、無希釈の人工海水群で3株のうち2株が枯死し、残った1株の草丈も地下水群の70%程度であった。また、1/2希釈液群では枯死株はなかったが、明らかな生長阻害が見られ、1/4希釈以下では顕著な生

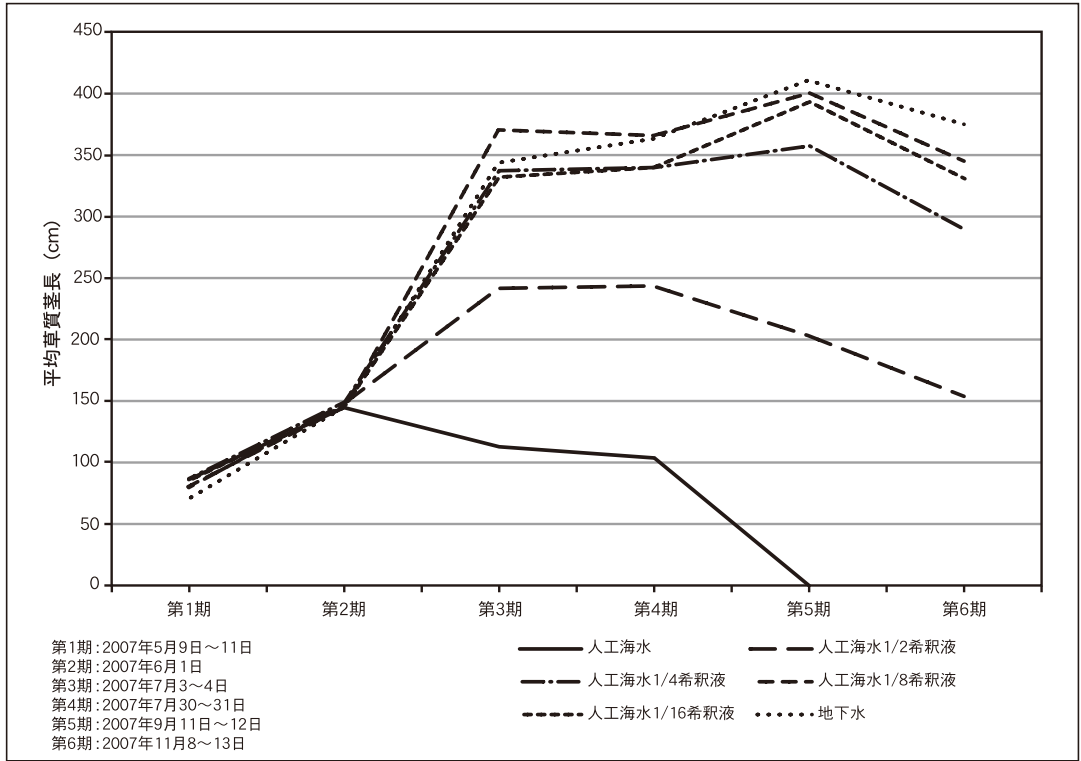


Fig. 1 灌水液の塩分濃度とシナマオウの平均草質茎長 (実験一年目)

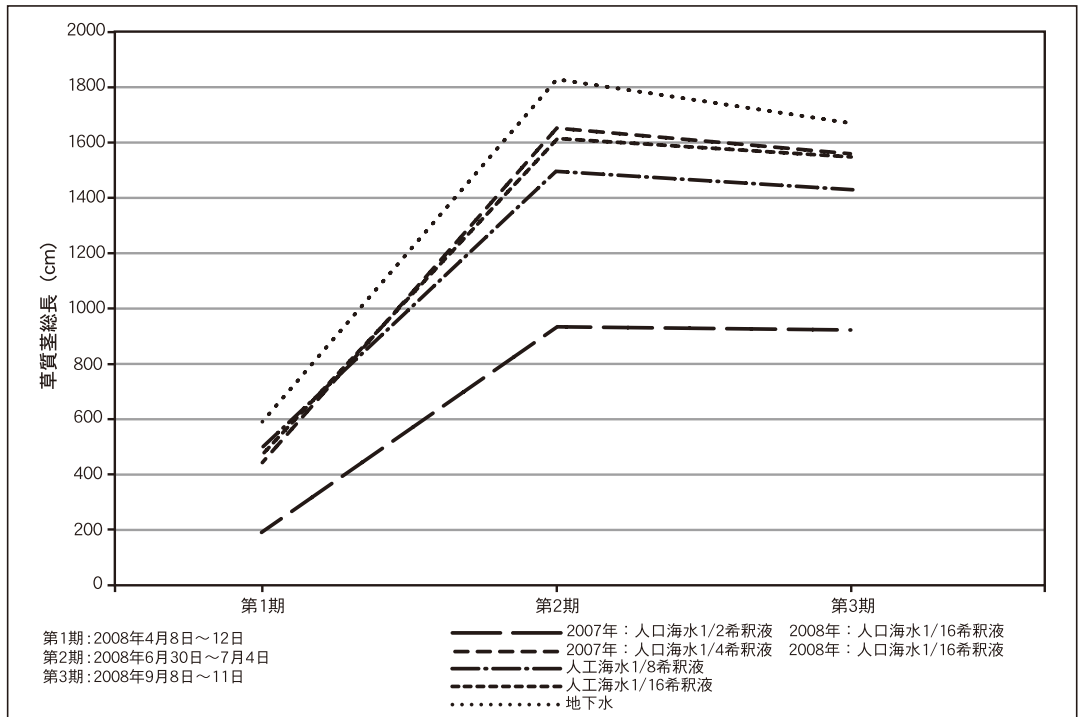


Fig. 2 灌水液の塩分濃度とシナマオウの平均草質茎長 (実験二年目)

長不良は認められなかった。

チガヤについては、無希釈の人工海水を灌水した群ではすべての株が枯死した。1/2希釈群では明らかな生長阻害が見られ、葉の総長は地下水群の30%程度であった。1/4希釈群以下では有意な阻害は認められなかった。

ヤブマメについては、1/16希釈以上の人工海水濃度では全て第1期には生存していたが、実験終了までには全株が枯死した。

以上、ヤブマメは最も耐塩性が低く、ヨモギはヤブマメに次いで耐塩性が低く、チガヤは耐塩性が比較的高く、シロザが最も耐塩性が高いことが明らかになった。

実験二年目のシナマオウの灌水液の塩分濃度別の平均草質茎長をFig. 2に示す。一年目に人工海水1/2希釈液を、二年目に人工海水1/16希釈液を灌水した群の平均草質茎総長はブランクの半分程度であったが、それ以外の群の平均草質茎長はブランクとほぼ同等であった。ブランクの平均草質茎総長は7月に最大となり、その値は約1800cmであった。

塩分濃度がシナマオウのアルカロイド含量に及ぼす影響

異なる塩分濃度の人工海水を灌水した実験一年目のマオウ草質茎の平均アルカロイド含量をFig. 3に示す。人工海水1/16希釈液を灌水した群の平均アルカロイド含量は約0.70%であり、ブランクの約1.7倍であった。人工海水1/2、1/4及び1/8希釈液を灌水した群の平均アルカロイド含量はブランクよりも低く、いずれも0.3%前後であった。

実験二年目の9月11日に採取した草質茎のアルカロイド含量をTable 1に示す。人工海水1/16希釈液を灌水した群の平均アルカロイド含量は $0.845 \pm 0.35\%$ であり、ブランクの約1.2倍であった。人工海水1/8希釈液を灌水

した群の平均アルカロイド含量はブランクより低く、約0.48%であった。2007年に人工海水1/2及び1/4希釈液を、2008年に人工海水1/16希釈液を灌水した群の平均アルカロイド含量はそれぞれ約0.54及び0.58%と、ブランクには劣るものの、人工海水1/8希釈液を灌水した群よりも高かった。

結論および考察

1. シナマオウは人工海水1/4希釈液以下の塩濃度においてほぼ正常に生育できることが明らかになった。また、シナマオウの耐塩性はヤブマメ、ヨモギに勝り、チガヤと同程度であり、シロザに劣っていた。以上、人工海水1/4希釈液を灌水して栽培を行なえば、シナマオウを正常に生長させ、ヤブマメやヨモギの生長を抑え、除草の省力化が期待できると判断できる。しかし、この条件ではチガヤとシロザの生長を抑えることはできなかった。とくにチガヤは地下に根茎を蔓延して繁殖するため、除草作業により根絶させることは困難である。中国の麻黄栽培地においても根茎を引いて増殖するイネ科植物の除草に苦勞しており⁴⁾、有害雑草はできる限り早期に除草する必要がある。なお、人工海水1/4希釈液を灌水した群の土壌中塩分濃度を塩分計(Salt Tester 11, EUTECH INSTRUMENTS)を用いて測定した結果、表面において0.80%、深部において0.08%を超えることはなかったことから、この土壌中塩分濃度がシナマオウが正常に生長できる限界の濃度であると判断された(測定法、データ等省略)。

2. 灌水液中の塩分濃度がシナマオウのアルカロイド含量に及ぼす影響に関しては、人工海水1/16希釈液を灌水した群の平均アルカロイド含量が最も高く、一年目がブランクの約1.7倍、二年目が約1.2倍であった。これま

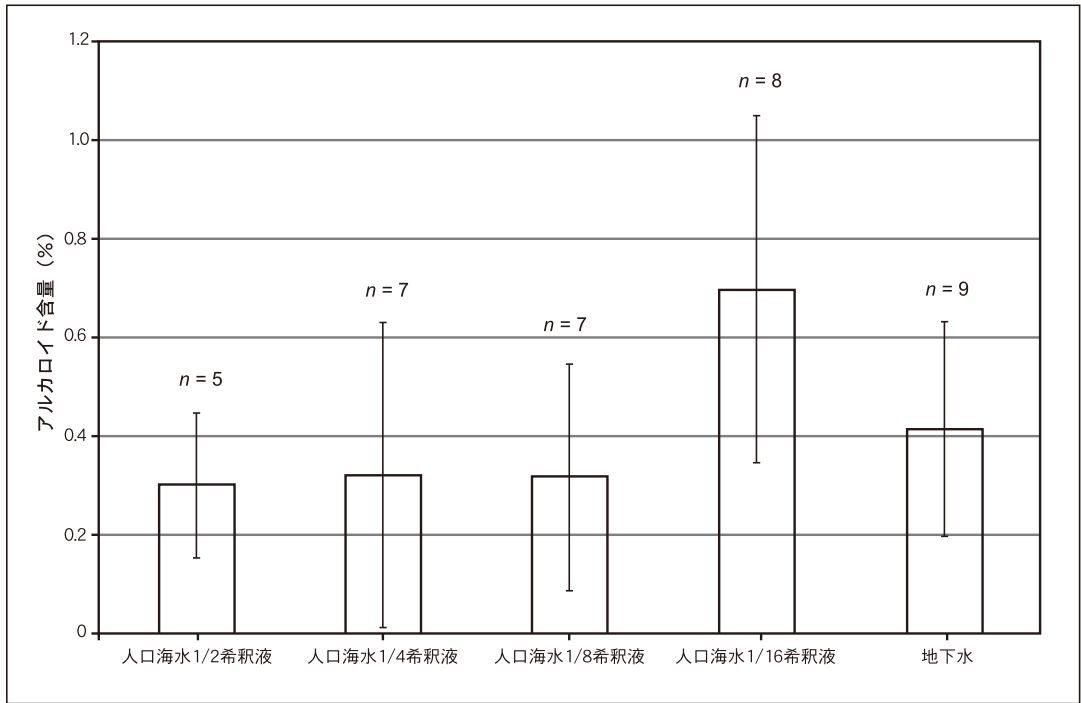


Fig. 3: 灌水量の塩分濃度とシナマオウ草質茎中総アルカロイド含量の相関 (2007年11月13日採取)

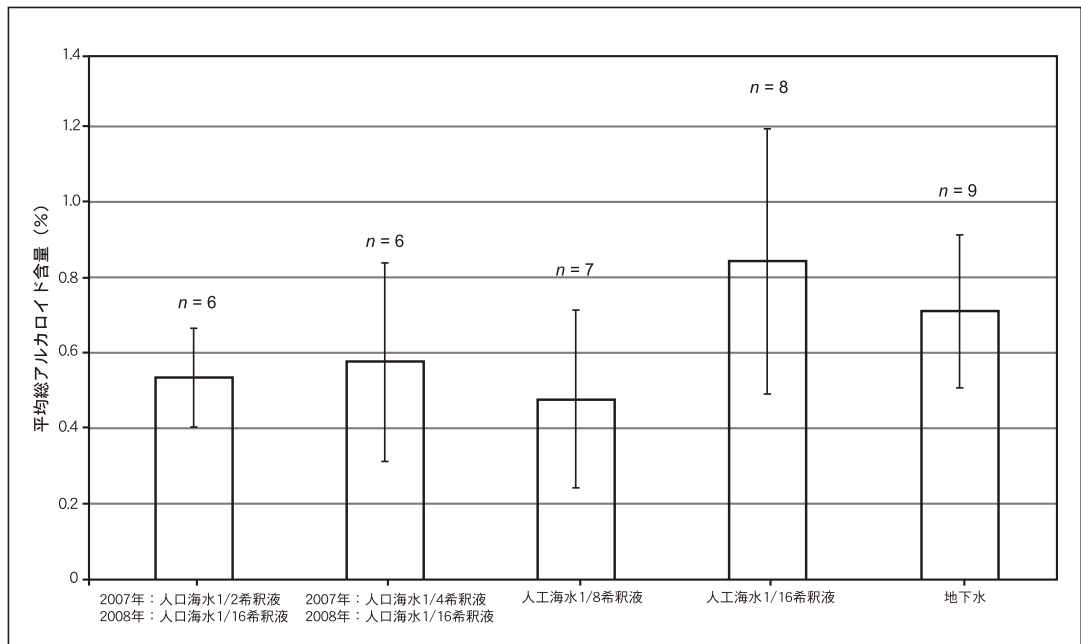


Fig. 4: 灌水量の塩分濃度とシナマオウ草質茎中総アルカロイド含量の相関 (2008年9月11日採取)

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 | | 0.092 | 0.318 | 0.410 | |
| No.222 | | 0.400 | 0.296 | 0.696 | |
| No.223 | 2007年: 人工海水1/2希釈液 | 0.007 | 0.691 | 0.698 | |
| No.231 | 2008年: 人工海水1/16希釈液 | 0.029 | 0.417 | 0.446 | 0.538±0.13 |
| No.232 | | 0.266 | 0.171 | 0.437 | |
| No.233 | | 0.009 | 0.530 | 0.539 | |
| No.311 | | 0.101 | 0.143 | 0.244 | |
| No.321 | | 0.087 | 0.228 | 0.315 | |
| No.322 | 2007年: 人工海水1/4希釈液 | 0.010 | 0.797 | 0.807 | |
| No.323 | 2008年: 人工海水1/16希釈液 | 0.236 | 0.260 | 0.496 | 0.577±0.27 |
| No.332 | | 0.352 | 0.369 | 0.722 | |
| No.333 | | 0.014 | 0.866 | 0.880 | |
| No.411 | | 0.031 | 0.198 | 0.230 | |
| No.412 | | 0.251 | 0.137 | 0.388 | |
| No.413 | | 0.005 | 0.243 | 0.248 | |
| No.421 | 人工海水1/8希釈液 | 0.486 | 0.393 | 0.879 | 0.477±0.24 |
| No.431 | | 0.223 | 0.136 | 0.359 | |
| No.432 | | 0.473 | 0.175 | 0.648 | |
| No.433 | | 0.017 | 0.571 | 0.588 | |
| 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 | 人工海水1/16希釈液 | 0.480 | 0.528 | 1.008 | 0.845±0.35 |
| No.523 | | 0.109 | 0.380 | 0.489 | |
| No.531 | | 0.374 | 0.439 | 0.813 | |
| 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 | |
| No.622 | 地下水 | 0.056 | 0.571 | 0.626 | 0.709±0.20 |
| 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壤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壤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

北の大地で薬用植物・生薬と歩んだ40年

Forty years career concerned in medicinal plant cultivation
and crude drug production in Hokkaido

古木 益夫

元 国産生薬株式会社

〒096-0021 名寄市西11条南4丁目

Masuo Furuki

Retired from Kokusan Shoyaku Co., Ltd.

Nishi 11-jo, Minami 4-chome, Nayoro, Hokkaido 096-0021 Japan

2013年4月10日受付

はじめに

私が薬用植物の栽培に関わるようになったのは、名寄市に設立された北海道生薬公社に入社した昭和46年（1971）4月のことでした。それまでは稲作を中心とした農業に従事していました。

北海道の北部に位置する名寄市は、3年に一度は冷害に悩まされる稲作の北限地です。そこで、当時の名寄市長池田幸太郎さんは薬用植物に注目し、昭和39年（1964）に寒冷地に適する薬用植物の栽培研究機関として厚生省国立衛生試験所北海道薬用植物栽培試験場（現 独立行政法人医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター北海道研究部）を誘致しました。更に、寒さに強い薬用植物を栽培して寒冷地農業の補完作物とし、農業経営の安定化を図り、また、生薬市場への安定供給源となるようにと、昭和45年（1970）12月に北海道生薬公社を設立したのです。

就職当時、私は薬用植物がどんなものかも分からず、栽培法、調製加工の仕方などあらゆることが初めてでした。そこで、栽培の本を読み、栽培試験場の先生方や知らないことはないと言われる程に北海道の薬草を知り尽

くしている水谷次郎先生、産地の経験者の方々に栽培と加工の手ほどきを受けました。昭和51年（1976）に公社を退職、東道生薬共伸社（昭和46年設立、昭和62年に国産生薬株式会社と改称）に採用され、公社で5年間培った経験を活かすことになりました。それから昨年3月に退社するまで、北方系薬用植物の振興と普及業務に携わり、産地における品目の選定、栽培法、収穫後の調製などについて指導して来ました。

今回は平成22年9月に日本生薬学会功労賞（題目：寒冷地に生育する薬用植物の栽培生産、調製加工およびその技術指導と普及、ならびに野生薬用植物に関する採取と調査研究）を頂いたのを機に、この40年間に直面した北海道の薬用植物栽培と生薬生産の実態について述べさせていただきます。

薬用植物の栽培と生薬生産の問題点

昭和40年代、北海道では訓子府町、常呂町、置戸町、佐呂間町、富良野市等でセンキュウ（生薬名：川芎）、ホッカイトウキ（北海当帰）、シャクヤク（芍薬）、カノコソウ（吉草根）が栽培され、各々から生薬が生産されていまし

た。それらは生産者各々が加工から調製までを行って大阪、東京の間屋に販売、また、産地ブローカーが直接農家から買って間屋や製薬メーカーに販売していたため、価格が安定せず、生産過剰になると市場価格が下がりました。その上、業者は必要量しか買わず、残りは産地で保管するといったことになり、中には安くても引き取ってもらう生産者もいたと聞いています。

そのような状態では生薬の品質が劣化し、製品として売り物にならない状態が生じて来ます。それがために価格の安定、品質の均一化を図り、需要と供給を見極め、安定生産することが大事になります。しかし、生産者には昔から「辰巳の川芎は高い」という言い伝えがあり、経営に余裕のある農家では一獲千金を夢見て安ければ売らず、高値が付くまで1、2年倉庫に保管しておくということも聞いていました。このようなことを改善して、生産者が安心して生産販売出来るように生薬公社が機能する必要がありました。

北海道生薬公社時代

昭和46年秋、富良野市よりセンキュウ根茎を集荷、一部を種苗として農家に配布し、残りを地元の製紙工場に仮設した加工施設において工場の余り蒸気で湯通しを行いました。その翌年10月、生薬公社の調製加工工場が完成し、名寄市、常呂町、置戸町、訓子府町、佐呂間町、清里町等から原料を集荷して湯通しするも処理能率が上がらず、また、技術的にも不慣れなために良い製品は得られませんでした。生根茎の損傷などもあってセンキュウの全量集荷を2年限りで断念、新たに訓子府町に第二薬草調製加工工場を建設し、そこで地元の原料を処理することにしました。

しかしそれもつかの間、既に道内のセン

キュウ、ホッカイトウキが生産過剰に陥り、翌年から大幅に減反せざるを得なくなりました。当時90人で構成された生産組合でしたが、生産者が4分の1に減少し、21町歩作付けされたセンキュウは翌昭和51年には10町歩に大幅減反、ホッカイトウキは栽培中止せざるを得ない生産地もありました。

この原因は、生薬の市場状況を見極めることができず、また、需要状況をつかみきれていないため、と考えられました。そこで、センキュウ、ホッカイトウキ以外の薬用植物を導入し、地域に合った作目の選定、栽培の適応性等、国内の需要事情に即応し、生産性の高い生薬生産を目指すため、農林水産省補助事業を導入し、試験栽培を実施するに至りました。

特産農作物新規導入実験事業

昭和54～56年の3年間、品目を選定して全道各地で試作を試みました。道北、道東、道南、道央等でキバナオウギ（黄耆、写真1）、オオブカトウキ（大深当帰、写真2）、カラスビシャク（半夏、写真3）、シャクヤク（芍薬）、ゲンチアナ（ゲンチアナ、写真4）、オウレン（黄連、写真5）、ハシリドコロ（ロート根、写真6）、トウスケボウフウ（藤助防風）を導



写真1 キバナオウギの実験栽培地
（忠類村 昭和55年）

入した市町村は表1のとおりです。

その結果、意外と作りやすく、また、思いどおりの収量があった品目もありました。キバナオウギの反収量は地域によって差はありますが、忠類村では乾燥品で250kgの収穫があり、オオブカトウキは訓子府町で反収量180kgありました。このようにある程度の収益性を見ることができたことは大きな進歩であり、本事業は成功であったと言って過言ではありませんでした。

しかし、オウレン、ゲンチアナ等は収穫までに年数がかかり、結果を出せないまま断念せざるを得ませんでした。また、カラスビシャクは雑草化しやすいために他の作物を植えた場合には除草剤の使用が難しく、ハシリドコロとトウスケボウフウは収量と生育、需要量の状況を見ながらの試作経過が必要と考えられました。

その後も、表2に示すように試作品目の導入は続き、5市45町村で試作栽培が行われ、今日に至っています。

その他の生産組織の動向

昭和53年（1978）に名寄市薬用植物栽培組合が設立され、組合員15名でセンキュウ2町歩、ホッカイトウキ3反歩、キバナオウギ4反歩、シャクヤク4反歩、ハッカ2反歩を栽培、翌54年には特産農作物新規導入実験事業を実施し、オウレン、ゲンチアナ、カラスビシャク等新しい品目を試験栽培することになりました。しかし、会社の経営不振から耕作者が減少し、昭和58年に解散しました。

また、美深町でも昭和53年に12名で美深町生薬生産組合を設立、センキュウ3町歩、ホッカイトウキ9反歩、キバナオウギ1反歩を栽培しました。昭和55年には組合員20名にまでなりましたが、生薬の不安定さが原因と



写真2 オオブカトウキの実験栽培地
(早来町守田 昭和55年8月30日)



写真3 カラスビシャクの実験栽培地
(名寄市 昭和54年)



写真4 ゲンチアナの実験栽培地
(名寄市 昭和55年10月18日)

なって解散しました（解散年度不明）。その後、湧別町薬草栽培研究会も会員の多元販売（ブローカー）等の乱れから、平成10年（1998）に解散しました。

早来町薬草生産組合は大深当帰及び北海当帰の生産過剰により市場がだぶつき、生産中止か減反かの選択を迫られたことから生産者が減少、平成12年（2000）に組合を解散し、20年間に亘る薬草栽培に終止符が打たれました。現在は、個々の生産者と会社が契約による栽培をしています。

シャクヤク（芍薬）

シャクヤクは道内で古くから栽培の経緯があり、生育そのものから見て十分生産可能と判断して、前述の事業終了後も栽培を継続しています（写真7）。

その昔、生産過剰で市場価格が低下したため、業者が苗を売りっぱなしで収穫時期になっても引き取りに来ないことがありました。また、富良野市では3軒の製造業者が高齢化して後継者がいなくなり、シャクヤクが畑に植えられたままの状態で放置されていました。昭和53年にこのような畑は帯広市、常呂町、足寄町、富良野市、美瑛町、上富良野町、更別町等にあり、相当な量を数年かけて買い付けしました。生産者は一度苦い経験を味わっているだけに再び栽培する人はなく、このままだと北海道から芍薬の生産が途絶えてしまう危機を迎えました。

しかし、植え付けから収穫までに5、6年の歳月がかかることを考えて栽培奨励に歩いたところ、佐呂間町、風連町、名寄市、幌加内町、音更町、足寄町、今金町、遠軽町等で毎年数反ずつ作付けしてもらうことができました。平成2年（1990）には、風連町薬草生産組合を設立、組合員13名でシャクヤクの栽



写真5 オウレンの実験栽培地
（名寄市瑞穂 昭和55年）



写真6 ハシリドコロの実験栽培地
（湧別町川東 昭和58年6月28日）



写真7 シャクヤクの栽培地
（名寄市 平成12年7月上旬）

表1 農林水産省補助特産農作物新規導入実験事業で取り上げた品目

| 年度 | 市町村名 | 薬用作物名 | 面積(a) |
|-------|--------|-------------------------------------|-------|
| 昭和54年 | 名寄市瑞穂 | シャクヤク, カラスビシャク, オウレン, ゲンチアナ | 40 |
| | 名寄市弥生 | シャクヤク, キバナオウギ, オウレン | 40 |
| | 名寄市智恵文 | シャクヤク, オウレン, オオブカトウキ, ゲンチアナ, ハシリドコロ | 50 |
| 昭和55年 | 訓子府町 | シャクヤク, オオブカトウキ, ゲンチアナ | 40 |
| | 早来町 | オオブカトウキ, キバナオウギ, カラスビシャク, ゲンチアナ | 40 |
| | 忠類村 | シャクヤク, カラスビシャク, キバナオウギ, ゲンチアナ | 40 |
| | 美深町 | シャクヤク, カラスビシャク, ゲンチアナ | 40 |
| | 名寄市瑞穂 | 前年度継続 | 40 |
| | 名寄市弥生 | 前年度継続 | 40 |
| | 名寄市智恵文 | 前年度継続, オオブカトウキ (収穫), キバナオウギ (追加) | 40 |
| 昭和56年 | 由仁町 | シャクヤク, カラスビシャク, ゲンチアナ, ハシリドコロ | 40 |
| | 音威子府町 | シャクヤク, カラスビシャク, キバナオウギ, ゲンチアナ | 40 |
| | 湧別町 | カラスビシャク, キバナオウギ, オオブカトウキ | 30 |
| | 名寄市瑞穂 | 前年度継続, カラスビシャク (収穫), トウスケボウフウ (追加) | 40 |
| | 名寄市弥生 | 前年度継続, キバナオウギ (収穫), トウスケボウフウ (追加) | 40 |
| | 名寄市智恵文 | 前年度継続, オオブカトウキ (収穫), トウスケボウフウ (追加) | 40 |

表2 北海道で試作された薬用植物の品目と栽培地

| 植物名 | 生薬名 | 試作地及び生産地 |
|-----------|---------|---------------------------------------|
| センキュウ | 川芎 | 名寄市, 富良野市, 訓子府町, 常呂町, 佐呂間町, 他10町村 |
| ホッカイトウキ | 北海道帰 | 名寄市, 富良野市, 伊達市, 訓子府町, 置戸町, 早来町, 他13町村 |
| オオブカトウキ | 大深当帰 | 名寄市, 網走市, 伊達市, 早来町, 美幌町, 他5町村 |
| シャクヤク | 芍薬 | 名寄市, 富良野市, 早来町, 遠軽町, 訓子府町, 他27町村 |
| キバナオウギ | 黄耆 | 名寄市, 留萌市, 早来町, 湧別町, 他11町村 |
| ヨロイグサ | 白芷 | 名寄市, 伊達市, 訓子府町, 美幌町 |
| エゾカノコソウ | 吉草根 | 名寄市, 富良野市, 訓子府町, 佐呂間町, 他8町村 |
| ムラサキ | 紫根 | 名寄市, 網走市, 他2町村 |
| チョウセンアサガオ | 曼陀羅華 | 名寄市 |
| オウレン | 黄連 | 名寄市 |
| ハシリドコロ | ルート根 | 名寄市, 湧別町, 由仁町 |
| ウイキョウ | 茴香 | 名寄市, 遠軽町, 訓子府町, 他2町村 |
| ヒロハセネガ | セネガ | 名寄市, 由仁町 |
| ハマボウフウ | 浜防風 | 名寄市, 網走市, 岩内町, 佐呂間町, 浜頓別町, 他5町村 |
| オケラ | 白朮 | 名寄市, 湧別町 |
| コガネバナ | 黄芩 | 名寄市, 湧別町, 浦幌町, 鶴川町 |
| ハナトリカブト | 附子, 烏頭 | 名寄市, 遠軽町, 他1町 |
| カラスビシャク | 半夏 | 名寄市, 岩内町, 静内町, 新冠町, 他7町村 |
| ゲンチアナ | ゲンチアナ | 名寄市, 上湧別町, 訓子府町, 他5町村 |
| オタネニンジン | 人參 | 名寄市, 上湧別町, 置戸町, 静内町, 浦幌町, 他4町村 |
| トウスケボウフウ | (藤助) 防風 | 名寄市 |
| ゲンノショウコ | ゲンノショウコ | 名寄市, 網走市 |
| キキョウ | 龍胆 | 名寄市, 岩内町, 上湧別町 |
| ミシマサイコ | 柴胡 | 名寄市, 岩内町 |

培を始め、オオブカトウキ、エゾカノコソウ、ヒロハセネガ、キバナオウギ、センキュウ、ムラサキ、ハナトリカブト、ウイキョウ、ゲンチアナ等を水田転作作物として取り入れ、生薬の産地作りに協力して頂きました。

オオブカトウキ (大深当帰)

湧別町では昭和55年(1980)に生産者12名が薬草栽培研究会を発足させ、オオブカトウキ、ホッカイトウキ、キバナオウギ、エゾカノコソウ、モッコウ、オケラ等の新しい薬用植物の栽培に取り組んで来ました。翌年に

は早来町でも薬草組合が設立され、耕作組合員10名程でオオブカトウキ、ホッカイトウキ、キバナオウギ、シャクヤク等を栽培して来ました。これらの中で私が特に力を入れて栽培に取り組んで来たのは、昔から奈良県で栽培されて来たオオブカトウキでした。

何故にこのトウキが北海道で栽培できないのか？ 暖地系の植物であるが故に北海道の気候が適さないのか抽苔しやすく、製品としては不適。収量が低く、採算が合わない。昭和51年頃には訓子府町で栽培するも、花畑となって断念せざるを得ませんでした。

しかし、前述の補助事業を機に道内でも栽培する努力を数年続けたところ、湧別町、網走市、伊達市、早来町、名寄市、浦幌町等で好結果が得られ、自信を持ちました。抽苔を少なくするには、素性が良く、タバコの太さよりも細くて長い苗を厳選して用いることが大切です。また、二代、三代と繰り返して採種することにより、寒さに強い北海道に順応した抽苔の少ないトウキが栽培できるようになりました。

このようなことから純粋なオオブカトウキとは断定できませんが、草丈、茎の色、葉の切れ込み等から判断して、オオブカ系トウキとして栽培を続けています。ただ、調製加工法は北海当帰に準じていることをご承知ください。乾燥品で240~300kg/10aの収量が得られており、収量を上げる事が出来たのは生産者のたゆまない努力の賜物です。まだ生産量は少ないものの、これから北海当帰に代わる生薬として市場消費されるよう切望しています。

北海道の天産生薬

北海道には栽培品の外にも野生の薬用植物が数多く自生しています。表3に野生生薬

(天産品) 品目と採集地、表4に黄柏、厚朴の乾燥歩留等を示します。

道内で最も多く産出されていたのは黄柏(キハダ)で、6月中旬から8月上旬まで採取されました。その主産地は留萌・宗谷管内(天塩、遠別、稚内、浜頓別、歌登)で、後志管内(共和、倶知安、蘭越、京極)、上川管内(名寄、士別)等の地域からも相当量が産出されました。正確なところは判りかねますが、弊社が取り扱った量は昭和50~60年で推定100~110トンになります。これは直接業者が採取した量を含みませんので、これらも含めると相当量の黄柏が北海道から本州の間屋、製薬会社に販売されたことになります。取り扱い業者も私の知る限り5、6人が、森林組合、木材会社、造材業者、個人の採集人に依頼して集荷していました。

浜防風(ハマボウフウ)はオホーツク海及び日本海の沿岸の砂浜で8~9月末頃まで採取し、乾燥施設のない人は砂浜にビニールトンネルを作り、その中に生根を並べて乾燥してから出荷していたそうです。その産出量は昭和50年~平成5年(1975~1993)で9~10トンであり、薬草業者の取り扱いも含めるとおそらく二十数トンになると考えられます。

しかしその後、需要が減少し、その上に自然保護団体の監視が厳しくなってハマボウフウのみならず他の野生薬用植物も採取することが難しくなりました。そこで、畑地で栽培できないものかと考えたところ、既に常呂町、足寄町の農家で栽培実績があったため、その経験を活かして岩内町、網走市、佐呂間町等で2年間栽培したところ、野生品と変わらぬ立派な浜防風が生産できました。このように供給体制ができるも市場の動きが悪く、平成15年(2003)頃に生産を止め、今日に至っています。

表3 北海道産天産生薬の種類と採取自生地

| 生薬名 | 植物名 | 薬用部位 | 自生地及び採取地 (比較的多く自生する場所) |
|-------|----------|------|---|
| 黄柏 | キハダ | 樹皮 | 名寄、稚内、遠軽、二セコ、蘭越、京極、天塩、浜頓別、歌登、雄武、幌延、豊富、当別、士別 |
| 厚朴 | ホオノキ | 樹皮 | 三笠、黒松内、二セコ、蘭越、倶知安 |
| 浜防風 | ハマボウフウ | 根、根茎 | 浜頓別、興部、紋別、枝幸、根室 (オホーツク海、日本海の海浜) |
| 川骨 | コウホネ | 根茎 | 和寒、雨竜、当別、新篠津、幌加内、月形、蘭越、森 (沼地の多い所) |
| ベニサラサ | エゾノレンリソウ | 全草 | 浜頓別、稚内、豊富、豊頃、音別、当別(湿原) |
| 竹節人參 | トチバニンジン | 根茎 | 留萌、当別、野幌、札幌 |
| 辛夷 | キタコブシ | 花蕾 | 雄武、西興部 |

表4 黄柏, 厚朴の立木1本当たりの生産量

| 品名 | 樹高 (m) | 胸高直径 (cm) | 生産量 (kg) | 乾燥重量 (kg) | 乾燥歩留 (%) |
|---------------|--------|-----------|----------|-----------|----------|
| 黄 柏 (キハダ) | 18 | 30.3 | 37.8 | 16.6 | 43.9 |
| | 18 | 19.4 | 21.4 | 8.3 | 38.8 |
| | 18 | 14.8 | 8.5 | 3.3 | 38.8 |
| 厚 朴 (ホオノキ) | 23 | 34 | 83.8 | 44.0 | 52.5 |
| | 21 | 34 | 71.4 | 38.6 | 54.1 |
| | 23 | 29 | 66.0 | 32.4 | 49.1 |
| | 18 | 24 | 33.4 | 18.0 | 53.9 |
| | 14 | 20 | 18.6 | 8.1 | 43.5 |
| | 12 | 14 | 11.6 | 5.9 | 50.9 |

その他、厚朴(ホオノキ)は昭和40年代に後志管内や空知管内で年間2~8トン生産されていました。川骨(コウホネ)は上川管内、宗谷管内、空知管内で9月下旬~11月下旬迄掘上げ乾燥、その量5~6トン産出され、ベニサラサ(エゾノレンリソウ)は釧路管内、宗谷管内、石狩管内、胆振管内の湿原地帯で採取されましたが、市場での消費が少なく、その量は年間数百キロでした。それ以外のゲンノショウコ、ドクダミ等数多くの野生品を採取するも採算が合わず、取らない人がほとんどです。

ヒカゲノカズラ(石松子)をリンゴの受粉用として、エゾリンドウ(龍胆)を切り花の株苗として、クロユリを園芸用球根として採取し生計を立てていた業者は、後継者がいないまま高齢となって廃業せざるを得ない状態になっています。現在一人となった採取人を最後に、野生薬用植物を扱う業者が北海道から消えて行くことに危機感を感じています。

図1~5に昭和47年(1972)から現在までの北海道における薬用植物(生薬)の主要産地を示します。筆者がこの道に入った頃と比べて、栽培品目数は増えましたが、最近では野生品目数の減少が目につきます。

おわりに

以上のように、昭和46年から40年間に亘る北海道における薬用植物の栽培と生薬生産の歩みを駆け足で述べて参りました。

退職した今は、薬用植物を栽培あるいは野生品を採取し、調製加工する技術を後世に伝えて行く必要性を痛切に感じているところです。

最後に、栽培品、天産品を問わず、生薬も漢方製剤原料だけではなく、許される規制緩和の中で健康食材としての幅広い用途開発に取り組んで頂き、消費が拡大することを切に望んでおります。

薬用植物トリカブトの育種と栽培の研究

9 人工交雑種子から養成した個体のアコニチン系アルカロイド含有で分類した成分型のメンデル遺伝

Breeding and Cultivation Studies for Medicinal Plant Torikabuto (Aconite)

9 Mendelian inheritance of segregants on constituent type classified by aconitine alkaloid contents in artificial crossing materials

川口 數美・石崎 昌洋

三和生薬株式会社 薬用植物 医薬品開発研究所
〒321-0905 宇都宮市平出工業団地6-1

Kazumi Kawaguchi and Masahiro Ishizaki
Laboratory of Medicinal Plant Breeding Sanwa Shoyaku Co.Ltd.
Hiraidekogyodanchi 6-1, Utsunomiya, Tochigi 321-0905 Japan

2013年3月1日受付

要 旨

人工交雑種子から養成した個体のアコニチン系アルカロイド含有で分類した成分型とそれら成分型がメンデル遺伝することの報告である。

交雑はサンワおくかぶと1号を基幹品種とした13組合せとサンワおくかぶと1号に交雑した品種間で交雑した8組合せなど計35組合せで得られた自殖第1代 (Si) 及び雑種第1代 (Fi) を養成し、成分型の種類の調査と成分型の遺伝分析を行った。分離してきた成分型の遺伝はアコニチン系アルカロイドの4種類は独立した4種類の3対の複対立遺伝子によるメンデルの法則にしたがったものであった。

ハナトリカブト晩生及びサンワおくかぶと1号の成分に関わる特性を変えずに、いわゆる農業的形質、例えば、耐病性や収量性などを改良するため、導入育種や自然交雑種子を材料にした育種を行ってきた^{1,2)}。前報³⁾で報告したように、人工交雑法が確立できたので、現在では人工交雑によるいわゆる組合せ育種が主流となっている。

すなわち、ハナトリカブト晩生及びサンワ

おくかぶと1号に替わる品種の育成及び先に報告⁴⁾したように将来要望されるであろう16の成分型と15の相対成分比率型を組合わせた系統の育成を人工交雑によっている。

本報告は上記の育種目標のために35組合せの分離個体が16種類のいずれかの成分型に分離した状況とその分離について遺伝分析を行ったことを報告する。

材料及び方法

1) 供試材料

導入した系統の中で比較的導入数が多かった成分型を中心に交雑を行なった。組合せは表1と図1～5に示される35組合せである。

表1の組合せ番号は図1～5に示される矢印の後に続く番号である。図1～5の矢印の方向は授粉方向で、両方向矢印は正逆交雑を示している。

2) 供試個体の養成地

北海道虻田郡豊浦町の農場で養成した。

3) 種苗の養成

1 mの長さの畦に100～150粒の種子を播種した。播種後、2年目に各個体から1子根を採取し、種苗とした。

4) 本圃での栽培条件及び成分分析方法

9月に種苗を本圃に移植して、翌年の9月上旬に、1個体から2子根を採取し、1子根

表1 人工交雑後代の成分型の分離状況

| 整理 番号 | 組合 せ 番号 | 組合せ | | 両親の 成分型 | | 分 離 成 分 型 | | | | | | | | | | | | | | | | 計 | 両親の 成分型 との関係 |
|----------|---------------|--------|---------|------------|-------|-----------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|----|---|--------------------|
| | | 材料名 | 材料名 | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | | |
| | | | | | | O | IM | IH | IA | IJ | IMH | IMA | IMJ | IHA | IHI | IJA | IJj | IIa | IIh | IIIm | IV | | |
| 1 | 1 | サンワ1号 | 自家授粉 | IV | IV | | | | | | | | | | | | | | 58 | 58 | ◎ | | |
| 2 | 2 | サンワ1号 | オンタケ02 | IV | IV | | | | | | | | | | | | | | 22 | 22 | ◎ | | |
| 3 | 3 | サンワ1号 | 1278 | IV | IIIj | | | | | | | | | | | | | | 7 | 7 | ○ | | |
| 4 | 4 | サンワ1号 | 1300 | IV | IIIj | | | | | | | | | | | | | | 67 | 67 | ○ | | |
| 5 | 5 | サンワ1号 | 1714 | IV | IIIj | | | | | | | | | | | 10 | | | 22 | 32 | △ | | |
| 6 | 7 | サンワ1号 | ハナ晩生 | IV | IIIj | | | | | | | | | | | | | | 13 | 13 | ○ | | |
| 7 | 27 | オンタケ01 | タカネ雑 | IV | IIIj | | | | | | | | | 10 | | | | | 4 | 14 | ◎ | | |
| 8 | 9 | サンワ1号 | 0066 | IV | IIIj | | | | | | | | | | | | | | 29 | 29 | ○ | | |
| 9 | 20 | 0735 | 0734 | IV | IIIh | | | | | | | | 3 | | | 31 | 5 | 23 | 62 | | ▲ | | |
| 10 | 10 | サンワ1号 | 0659-02 | IV | O | | | | | | | | | | | | | | 90 | 90 | ○ | | |
| 11 | 12 | サンワ1号 | 1520 | IV | O | | | | | | | | | 1 | | 11 | | | 49 | 61 | △ | | |
| 12 | 13 | サンワ1号 | 1933 | IV | O | 57 | | 15 | 4 | 7 | | | | | | | | | | 83 | △ | | |
| 13 | 14 | サンワ1号 | 1529 | IV | O | | | | | | | | | | | | | | 25 | 25 | ○ | | |
| 14 | 15 | サンワ1号 | 1519 | IV | O | | | | | | | | | | | 16 | | | 83 | 99 | △ | | |
| 15 | 16 | サンワ1号 | 0681 | IV | O | | | | | | | | 1 | | | 30 | | | 2 | 33 | △ | | |
| 16 | 17 | 0198 | 0681 | IV | O | | | | | | | | 26 | | | 25 | | | | 51 | × | | |
| 17 | 6 | 1714 | 自家授粉 | IIIj | IIIj | | | | | | | | | 17 | | | | | | 17 | ◎ | | |
| 18 | 8 | 1714 | ハナ晩生 | IIIj | IIIj | | | | | | | | | 12 | | | | | | 12 | ◎ | | |
| 19 | 28 | 0065 | 自家授粉 | IIIj | IIIj | | | | | | | | | 9 | | | | | | 9 | ◎ | | |
| 20 | 22 | 1498 | 厚別02 | IIIj | IIAJ | | | | | | 4 | | | | 4 | 18 | | 10 | 36 | | × | | |
| 21 | 23 | 1498 | 厚別05 | IIIj | IJ | | 4 | | | 1 | | 2 | | | | 1 | 7 | 26 | 41 | | × | | |
| 22 | 24 | 1498 | 1534 | IIIj | O | 29 | | | | 28 | | | | | | | | | | 57 | △ | | |
| 23 | 25 | 納豆や | 1944 | IIIh | O | | 3 | | | 13 | 4 | | | | 33 | | | | | 53 | × | | |
| 24 | 29 | 1643 | 綱走11 | IIIh | O | 2 | | | | | | 3 | | | | 34 | | | 1 | 45 | ▲ | | |
| 25 | 30 | 0750 | 北見0993 | IIIh | O | 4 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | | 0 | | 1 | | | | | 10 | △ | | |
| 26 | 18 | 0734 | 0681 | IIIh | O | | | | | | | | | 3 | | 14 | 4 | 14 | | 35 | △ | | |
| 27 | 19 | 0734 | 0680 | IIIh | O | | | | | | | | 1 | | | 6 | 0 | 8 | | 15 | △ | | |
| 28 | 26 | 納豆や | 1527 | IIIh | O | | | | | | | | | | | 40 | | | | 40 | ○ | | |
| 29 | 31 | MAJ-1 | O-1 | IIIh | O | 7 | | | 4 | | | | | | | | 1 | | | 12 | △ | | |
| 30 | 34 | MH-1 | MA-1 | IIIMH | IIIMA | 0 | 16 | | | 4 | 2 | | | | 1 | | | | | 23 | ▲ | | |
| 31 | 32 | 0040 | 1503 | IIIMA | O | | | | | | | | | | | | | | 40 | 40 | × | | |
| 32 | 35 | 天系58 | 天系90 | IM | IM | 8 | 53 | | | 6 | 3 | 0 | | | 0 | 0 | 1 | | 2 | 73 | ▲ | | |
| 33 | 33 | 1825 | 1842 | O | O | 107 | | | | | | | | | | | | | | 107 | ◎ | | |
| 34 | 11 | 0684 | 0659-02 | O | O | 7 | | | | | | | | | | | | | | 7 | ◎ | | |
| 35 | 21 | 0680 | 自家授粉 | O | O | 15 | | | | | | | | | | | | | | 15 | ◎ | | |

注：両親の成分型との関係欄の◎は両親と一致、○は片親と一致、△は片親と一致するが両親と異なる成分型を分離、▲は両親と全く同じ成分型と異なる成分型を分離、×は両親と異なる成分型を分離、Oは実測値での分離はないが理論分離比に分離してくる成分型

を個体維持に、他の最大子根を成分分析用に供試した。

栽培条件及び分析法は岡田・川口⁵⁾と同じである。

5) 分析項目

mesaconitine(M),hyaconitine(H),aconitine(A)及びjesaconitine(J)について分析した。

6) 試験年次及び試験年数

試験は組合せによって個体養成年次が異なるが1994~2005年にかけて行い、各組合せの分離個体の成分分析は1ヶ年の成績である。

7) 成分型の決定

成分型は4種類の成分を含有するかどうかで分類した。すなわち、M・H・A・Jのすべてを含有する成分型(IV型)、1種類を含有せず3種類を含有する4つの成分型(Ⅲm・Ⅲh・Ⅲa・Ⅲj型)、2種類だけを含有する6つの成分型(ⅡMH・ⅡMA・ⅡMJ・ⅡHA・ⅡHJ・ⅡAJ型)、1種類しか含有しない4つの成分型(I M・I H・I A・I J型)及び4種類すべてを含有しない成分型(O型)の16の成分型に分類した。

ローマ数字は含有成分数を示し、つぎのアルファベットの小文字はその成分を含有しないことを、大文字は含有することを示している。すなわち、Ⅲm型はMを含有せず、H・A・Jの3種類を含有することを、ⅡAJ型はA・Jの2種類を含有することを示している。

結果及び考察

35組合せの成分型別の分離個体数は表1に示される通りである。正逆交雑については分離成分型の種類がほぼ同じであったことから、表1では込みに入れている。

まず、両親の成分型を分離しているかで分類したものを表1の両親の成分型との関係欄に示した。表にみられるように、両親とまっ

たく同じ成分型を分離する9組合せ(◎)、片親と同じ成分型だけを分離する7組合せ(○)、片親の成分型を分離するが両親と異なる成分型も分離する10組合せ(△)、両親と全く同じ成分型と異なる成分型を分離する4組合せ(▲)、両親とまったく異なる成分型を分離する5組合せ(×)などが認められる。

同一成分型どうしの交雑をみてみると、例えば、IV型×Ⅲj型(組合せ番号3~5, 7, 27, 9)の6組合せのうち、1組合せ(27)は両親と同じIV型とⅢj型を分離、残りの5組合せのうち4組合せ(3, 4, 7, 9)は片親と同じIV型だけを、1組合せ(5)はIV型と両親と異なるⅢh型を分離している。このように同じ成分型の組合せの6組合せで3通りに分離している。

また、IV型×O型(10, 12~17)の7組合せでは2組合せ(10, 14)が片親と同じIV型だけの分離、3組合せ(12, 15, 16)が片親のIV型と両親と異なる成分型の分離、1組合せ(13)が片親のO型と両親と異なる成分型の分離、1組合せ(17)が両親とまったく異なる成分型の分離である。さらに、Ⅲh型×O型(25, 29, 30, 18, 19, 26, 31)の7組合せはすべて異なる分離である。

両親が同一成分型のIV型×IV型(1, 2)、Ⅲj型×Ⅲj型(6, 8, 28)及びO型×O型(33, 11, 21)は両親と同じ成分型1種類の分離であるが、人工交雑の後代どうしの交雑であるI M型×I M型(35)は6種類(後述の理論分離比では9種類)もの成分型を分離している。

導入した系統間の組合せでは表2にみられるように、両親間の成分数の違いが大きいほど、分離成分型の種類数が多い右肩下がりであったが、人工交雑後代間(①)で同じ成分型からも他種類の成分型が分離したことから、

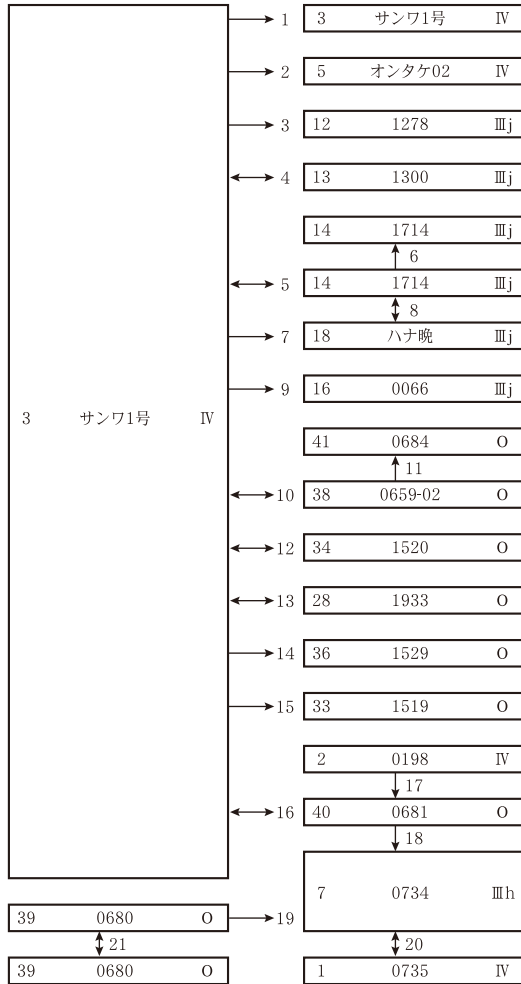


図1 組合せ図

注：矢印に続く数字は組合せ番号
 矢印方向は授粉方向、両方向矢印は正逆交雑
 □の中の頭数字は品種番号

つぎのようなことが期待される。

このように両親の成分型が同じでもまったく異なる成分型が分離していることは、現在、未発見のIIHA型及びIIHJ型の分離は数多くの組合せのなかから生ずる可能性があるように見受けられる。

つぎに、成分型の遺伝分析であるが、以下のようなものである。

IV型×IV型からIV型だけが、IIIj型×IIIj型からIIIj型だけが、O型×O型からO型だけが分離

表2 両親間の異なる成分数と分離成分型種類数

| *両親間の異なる成分数 | 分離成分型種類数 | | | | | | 計 |
|-------------|----------|---|---|---|---|---|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 0 | 8 | | | | | ① | 9 |
| 1 | 4 | 2 | | 1 | | | 7 |
| 2 | 1 | | | 1 | | | 2 |
| 3 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | | 9 |
| 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | | 1 | 8 |
| 計 | 16 | 5 | 4 | 7 | 1 | 2 | 35 |

注：*の0は同一成分型間の交雑、4は4成分が異なる成分型間の交雑、①は1M×1M

していることから、ここで供試した材料は成分型に関わる遺伝子はそれぞれ独立で、そのうえ、成分型に関わる遺伝子はホモではなかろうか、それらに、古典遺伝学でいう変異遺伝子、抑制遺伝子あるいは上位性などが関わっているのではないかと考え、35組合せの遺伝分析を行なった。

前述したようにIV型×IV型の2組合せ及びO型×O型の3組合せが親と同じ成分型だけを分離し、またIV型×IIIj型の4組合せがIV型だけを分離したことから、それぞれの成分を生産する遺伝子が優性で、mesaconitine(M)を生産する遺伝子をMes、生産しない対立遺伝子をmes、hypaconitine(H)、aconitine(A)及びjesaconitine(J)のそれぞれの独立した対立遺伝子をHyp·hyp；Aco·aco；Jes·jesと仮定すると、IV型、IIIj型及びO型の遺伝子型はIV型がMesMes；HypHyp；AcoAco；JesJes、IIIj型がMesMes；HypHyp；AcoAco；jesjes及びO型がmesmes；hyphyp；acoaco；jesjesと考えられた。

組合せ番号1, 2, 3, 4, 7, 9, 10, 14, 6, 8, 28, 26, 33, 11及び21の15組合せでは、これらの遺伝子型の理論分離比に適合するが、残りの20組合せは前述の遺伝子だけでは分離してくる成分型の理論分離比には適合しない。例えば、組合せ番号12の成分型IV型のサンワおくかぶと1号(サンワ1号)の成分に関わる主働遺伝子をMesMes；HypHyp；

AcoAco ; *JesJes*及び成分型がO型の系統1520のそれを*mesmes* ; *hyphyp* ; *acoaco* ; *jesjes*とすると両品種の雑種第1代の遺伝子型は*Mes/mes* ; *Hyp/hyp* ; *Aco/aco* ; *Jes/jes*で表現型はすべてIV型であることが期待される。

しかし、組合せ12ではIV型の他にIIAJ型及びIIIh型が分離している。これは先に述べた古典遺伝学でいう*Mes*及び*Hyp*遺伝子の発現を変更する遺伝子が存在するものと考えられる。

遺伝分析は共通の親を持つ3群(図1, 2, 3)と単一組合せの群(図4)と交雑後代どうしの組合せの群(図5)の5群に分けて行った。すなわち、図1のサンワ1号と直接あるいは間接的に関わる組合せ番号1~21までの群、図2の系統1498との交雑である組合せ番号22~24の群、図3の納豆や系統との交雑である組合せ番号25及び26の群、図4のそれぞれが単一組合せである27~33の群、図5の交配番号34のそれとその後代どうしの組合せ番号35の群の5群である。

これら5群の成分に関わる主動遺伝子は共通で4種類のアコニチン系アルカロイドのそれぞれは複対立関係にあり、それらの遺伝子記号と優劣関係はつぎのように仮定した。遺伝子記号は3文字で表現すること、複対立遺伝子は一でつなぐということから⁶⁾Mに関わる*Mes-1* > *Mes-2* > *mes-3*, Hに関わる*Hyp-1* > *Hyp-2* > *hyp-3*, Aに関わる*Aco-1* > *Aco-2* > *aco-3*, Jに関わる*Jes-1* > *Jes-2* > *jes-3*とした。例えば*Mes-1* > *Mes-2* > *mes-3*はMを生産させない > 生産する > 生産できないということ、他の3成分の遺伝子の働きも同様である。

古典遺伝学でいう変更遺伝子などは成分の合成経路などを著者らは分かっていないので、1~2文字表記とし、合成経路などが分かった時点で相応の遺伝子記号を付けることにする。

以下では*Mes-1*・*Mes-2*・*mes-3* ; *Hyp-1*・*Hyp-2*・*hyp-3* ; *Aco-1*・*Aco-2*・*aco-3* ; *Jes-1*・*Jes-2*・*jes-3*の記号は長いので、それぞれ*M1*・*M2*・*m3* ; *H1*・*H2*・*h3* ; *A1*・*A2*・*a3* ; *J1*・*J2*・*j3*の記号で表現する。

なお、いわゆる、変更遺伝子の働きについては、それぞれの遺伝子が働く組合せの項で述べる。

1) サンワ1号を基幹品種とした21組合せの遺伝分析

まず、サンワ1号との21組合せであるが、表3-1のように各品種の遺伝子型を仮定すると、表3-2に示されるように、各組合せの分離(表1)は理論比に適合する。

サンワ1号と関わりのあるこの群には、*R1*・*r1*, *R2*・*r2*, *R3*・*r3*及び*R4*・*r4* (*R*シリーズ遺伝子群)などの独立した対立遺伝子があり、*R1R2R3*あるいは*R2R3R4*遺伝子型を持つ個体は、*H2*遺伝子が存在しても、Hが生産されなくなる。同様に、*R1R1R2R3R4*遺伝子型を持つ個体は*M2* ; *H2*遺伝子が存在してもM及びHが生産されなくなる。

また、*U*・*u*対立遺伝子があり、*U*遺伝子は先の3つの*R*シリーズ遺伝子群に働く遺伝子である。

すなわち、*U*遺伝子は*R1R2R3*, *R2R3R4*あるいは*R1R1R2R3R4*遺伝子の*H2*への働きを抑制し、*H2*遺伝子が存在すればHを生産するが、後1者の遺伝子群では*M2*への働きは残るので*M2*遺伝子が存在してもMは生産されない。

さらに、4種類の*M2* ; *H2* ; *A2* ; *J2*遺伝子が存在しても、*I*遺伝子を持つ個体は4成分の生産ができず、*i*遺伝子であれば生産する。また、*A2*遺伝子及び*J2*遺伝子を持つ個体は*Q*遺伝子が存在すると、A及びJを生産できなくなるが、*HIJ1*遺伝子あるいは*HIA1*遺伝子が存在すると、

古典遺伝学的にいうHIJIあるいはHIAIの多面作用でQ遺伝子の働きが抑制される。

このような仮定で、まず組合せ1のサンワ1号の自殖からみてみると、この組合せにはR2・R3遺伝子、I遺伝子及びQ遺伝子は含まれていないので、いわゆる変更はなく理論的に

IV型だけの分離となり、表3-2に示されるように観察数は理論比に適合する。

なお、35組合せの分離状況は表1に、組合せ番号1～21の理論分離比と観察数とのX²検定による適合性は表3-2に示されるとおりである。

表3-1 サンワ1号に関わる組合せ親の遺伝子型

| 品種番号 | 材料名 | 成分型 | 組合せ番号 | 遺 伝 子 型 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|---------|------|----------|---------|----|----|----|----|----|----|----|---------|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 主働遺伝子 | | | | | | | | 変更遺伝子など | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | サンワ1号 | IV | 1 | M2 | M2 | H2 | H2 | A2 | A2 | J2 | J2 | R1 | r1 | r2 | r2 | r3 | r3 | R4 | r4 | u | u | i | i | q | q |
| 5 | オンタケ-02 | IV | 2 | M2 | M2 | H2 | H2 | A2 | A2 | J2 | J2 | R1 | r1 | r2 | r2 | r3 | r3 | R4 | r4 | u | u | i | i | q | q |
| 2 | 0198 | IV | 17 | M2 | m3 | H2 | h3 | A2 | A2 | J2 | J2 | R1 | r1 | r2 | r2 | r3 | r3 | R4 | R4 | u | u | i | i | q | q |
| 1 | 0735 | IV | 20 | M2 | M2 | H2 | H2 | A2 | A2 | J2 | J2 | R1 | r1 | R2 | R2 | R3 | R3 | R4 | r4 | u | u | i | i | q | q |
| 12 | 1278 | IIIj | 3 | M2 | M2 | H2 | H2 | A2 | A2 | j3 | j3 | r1 | r1 | r2 | r2 | r3 | r3 | r4 | r4 | u | u | i | i | q | q |
| 13 | 1300 | IIIj | 4 | M2 | M2 | H2 | H2 | A2 | A2 | j3 | j3 | r1 | r1 | r2 | r2 | r3 | r3 | r4 | r4 | u | u | i | i | q | q |
| 14 | 1714 | IIIj | 5 6 8 | M2 | M2 | H2 | H2 | A2 | A2 | j3 | j3 | r1 | r1 | R2 | r2 | R3 | r3 | r4 | r4 | u | u | i | i | q | q |
| 16 | 0066 | IIIj | 9 | M2 | M2 | H2 | H2 | A2 | A2 | j3 | j3 | r1 | r1 | r2 | r2 | r3 | r3 | r4 | r4 | u | u | i | i | q | q |
| 18 | ハナ晩生 | IIIj | 7 8 | M2 | M2 | H2 | H2 | A2 | A2 | j3 | j3 | r1 | r1 | r2 | r2 | r3 | r3 | r4 | r4 | u | u | i | i | q | q |
| 7 | 0734 | IIIh | 18 19 20 | M2 | M2 | H1 | H2 | A2 | A2 | J2 | J2 | R1 | r1 | r2 | r2 | r3 | r3 | R4 | r4 | U | U | i | i | q | q |
| 41 | 0684 | O | 11 | m3 | m3 | h3 | h3 | a3 | a3 | j3 | j3 | r1 | r1 | R2 | r2 | R3 | r3 | r4 | r4 | u | u | i | i | q | q |
| 38 | 0659-02 | O | 10 11 | m3 | m3 | h3 | h3 | a3 | a3 | j3 | j3 | r1 | r1 | r2 | r2 | R3 | r3 | r4 | r4 | u | u | i | i | q | q |
| 34 | 1520 | O | 12 | m3 | m3 | h3 | h3 | a3 | a3 | j3 | j3 | R1 | r1 | R2 | r2 | R3 | r3 | R4 | r4 | u | u | i | i | q | q |
| 28 | 1933 | O | 13 | M1 | M1 | H1 | H2 | A1 | A2 | J1 | J2 | r1 | r1 | r2 | r2 | r3 | r3 | r4 | r4 | u | u | I | i | Q | Q |
| 36 | 1529 | O | 14 | m3 | m3 | h3 | h3 | a3 | a3 | j3 | j3 | r1 | r1 | r2 | r2 | r3 | r3 | r4 | r4 | u | u | i | i | q | q |
| 33 | 1519 | O | 15 | m3 | m3 | h3 | h3 | a3 | a3 | j3 | j3 | r1 | r1 | R2 | r2 | R3 | r3 | r4 | r4 | u | u | i | i | q | q |
| 40 | 0681 | O | 16 17 18 | m3 | m3 | h3 | h3 | a3 | a3 | j3 | j3 | R1 | r1 | R2 | R2 | R3 | R3 | R4 | r4 | u | u | i | i | q | q |
| 39 | 0680 | O | 19 21 | m3 | m3 | h3 | h3 | a3 | a3 | j3 | j3 | R1 | r1 | R2 | R2 | R3 | R3 | R4 | r4 | u | u | i | i | q | q |

注：成分型のIVはMHAIJを含有する、IIIjはJをIIIhはHを含有しない、Oは4成分すべてを含有していない

表3-2 サンワ1号に関わる組合せ後代の理論分離比と適合性

| 組合せ番号 | 理 論 分 離 比 | | | | | | | | | | | | | | | | 計 | 分離成分数 | X ² 値 | 確率 |
|-------|-----------|---|----|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|------------------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 0.00 | 1.00 |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 0.00 | 1.00 |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 0.00 | 1.00 |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 0.00 | 1.00 |
| 5 | | | | | | | | | | | | | 3 | | | 13 | 16 | 2 | 3.29 | 0.10-0.05 |
| 6 | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | 1 | 0.00 | 1.00 |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 0.00 | 1.00 |
| 8 | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | 1 | 0.00 | 1.00 |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 0.00 | 1.00 |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 0.00 | 1.00 |
| 11 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 0.00 | 1.00 |
| 12 | | | | | | | | | | 3 | | | 12 | | | 49 | 64 | 3 | 1.34 | 0.95-0.50 |
| 13 | 40 | | 16 | 4 | 4 | | | | | | | | | | | 64 | 64 | 4 | 3.01 | 0.50-0.20 |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 0.00 | 1.00 |
| 15 | | | | | | | | | | | | | 3 | | | 13 | 16 | 2 | 0.44 | 0.95-0.50 |
| 16 | | | | | | | | | | 3 | | | 12 | | | 1 | 16 | 3 | 5.47 | 0.10-0.05 |
| 17 | | | | | | | | | | 20 | | | 12 | | | | 32 | 2 | 2.89 | 0.10-0.05 |
| 18 | | | | | | | | | | 3 | | | 13 | 3 | 13 | 32 | 32 | 4 | 0.19 | 0.95-0.50 |
| 19 | | | | | | | | | | 3 | | | 13 | 3 | 13 | 32 | 32 | 4 | 2.13 | 0.95-0.50 |
| 20 | | | | | | | | | | 3 | | | 13 | 3 | 13 | 32 | 32 | 4 | 3.01 | 0.50-0.20 |
| 21 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 0.00 | 1.00 |

つぎの組合せ2のサンワ1号とオンタケ02も組合せ1と同様に成分生産の変更はなくIV型だけの理論比に観察数は適合する。

組合せ3のサンワ1号と1278及び組合せ4のサンワ1号と1300も成分生産の変更はなくIV型だけの理論比に観察数は適合する。

組合せ5のサンワ1号と1714の理論分離比は変更遺伝子型*R1R2R3*及び*R2R3R4*が生じ、*H2*遺伝子が存在してもHは生産できず、主動遺伝子型はIV型でも表現型はⅢh型となり、Ⅲh型とIV型の理論比は3:13となり、観察数はそれぞれ10:22で理論比に適合する。

組合せ番号6の1714の自殖、組合せ8の1714とハナ晩生、組合せ7・9・10のサンワ1号とハナ晩生・0066・0659-02及び組合せ11の0684と0659-02の6組合せでは、いわゆる変更遺伝子型は分離しないので主動遺伝子型による表現型となり、この理論比に6組合せの観察数は適合する。

サンワ1号と1520の組合せ12は先に述べた通りで主動遺伝子型はすべてIV型であるが、*R1R2R3*、*R2R3R4*及び*R1R1R2R3R4*が生じ、II AJ型が3、Ⅲh型が12及びIV型が49の理論分離比となり、観察数の1:11:49は理論比に適合する。

サンワ1号と1933の組合せ13はIV型とO型の組合せであるが、表1に見られるように、O: IH: IA: IJ型の分離である。この組合せも先に述べた*M1H1A1J1*遺伝子、*I*遺伝子及び*Q*遺伝子が関与していて、*I*遺伝子を持つものはすべてO型に、*Q*遺伝子はすべての分離個体に含まれるが、そのうち*H1J1*遺伝子あるいは*H1A1*遺伝子を持つ個体は*Q*遺伝子の働きを阻害し、*A2*及び*J2*遺伝子の働きは抑制されない。すなわち、*H1J1A2Q*であればAを生産、*H1A1J2Q*であればJを生産し、O: IH: IA: IJ型が40:16:4:4の理論比となり、

観察数57:15:4:7は理論比に適合する。

サンワ1号と1529の組合せ14は*R*シリーズ遺伝子群などの変更遺伝子型は生じないので、理論比は主動遺伝子による分離だけのIV型で、観察数もIV型だけで理論比に適合する。

サンワ1号と1519の組合せ番号15は主動遺伝子による分離個体の遺伝子型は、すべてIV型であるが、*R*シリーズ遺伝子群による変更遺伝子型が分離してⅢh型に変更され、Ⅲh: IV型の理論分離比は3:13となり、観察数の16:83は理論比に適合する。

サンワ1号と0681の組合せ番号16も主動遺伝子型はIV型であるが、*R*シリーズによる変更遺伝子型が生じ、II AJ: Ⅲh: IV型の理論分離比が3:12:1となり、観察数1:30:2は理論比に適合する。

0198と0681の組合せ番号17も*R*シリーズの変更遺伝子型が生じ、II AJ: Ⅲhの理論分離比は20:12となり、観察数26:25は理論比に適合する。

0734と0681の組合せ番号18、0734と0680の組合せ番号19及び0735と0734の組合せ番号20には*U*遺伝子が関与していて、3組合せのすべての分離個体は*U*遺伝子を持つので、*R*シリーズ遺伝子群の*H2*遺伝子の阻害が回復される。しかし、*M2*遺伝子の阻害は回復されないで、II AJ: Ⅲh: Ⅲm: IV型の理論分離比は3組合せとも3:13:3:13で、組合せ順の観察数3:14:4:14、1:6:0:8及び3:31:5:23は理論比に適合する。

0680の自殖の組合せ番号21は*R*シリーズ遺伝子群の変更遺伝子型は生ずるが、4成分とも劣性遺伝子型で変更はなく、主動遺伝子による分離比となり、これに観察数は適合する。

2) 系統1498との3組合せの遺伝分析

つぎに、系統1498との組合せ番号22、23

及び24であるが、表1及び図2に示されるような3組合せであるが、表4-1のように各品種の遺伝子型を仮定すると、3組合せの観察数と理論比の適合性はつぎのようである。

組合せ番号22ではII MJ : III a : III h : IV型の4種類を、組合せ番号23ではI M : II MH : II MJ : III a : III h : IV型の6種類を、組合せ番号24ではO : I J型の2種類を分離している。すなわち、組合せ番号22では組合せ番号23で詳細に述べる変更する分離は認められないので主動遺伝子型の分離で、表4-2に示されるように理論分離比は4 : 4 : 12 : 12となり、観察数の4 : 4 : 18 : 10は理論比に適合する。

組合せ番号23の系統1498及び厚別05の遺伝子型を表4-1の遺伝子型とする。この組合せにはM2・m3, H2・h3, A2・a3, J2・j3遺伝子の他にH及びAの2種類の生産に関与する

B・b, D・d, C・c対立遺伝子が存在し、BBDあるいはBDC遺伝子を持つと、生産に関与する主動遺伝子が劣性ホモであっても、すなわち、h3h3a3a3遺伝子型であってもH及びAを生産する。また、J2j3遺伝子型にa3a3cc遺伝子が共存するとJの生産を抑制するが、BBD遺伝子が共存する場合は抑制されない。また、H2h3J2j3遺伝子型にa3a3bbcc遺伝子の共存はH及びJの生産を抑制する。

このように仮定するとM2H2A2J2遺伝子によるIV型が8, BBD遺伝子によるものが6, BDC遺伝子が6, 計IV型は20, M2A2J2遺伝子のIII h型が4, M2H2J2遺伝子のIII a型が1, M2J2遺伝子のII MJ型が1, M2H2J2遺伝子型がa3a3cc変更遺伝子によってII MH型になるものが2, M2J2遺伝子型がa3a3cc変更遺伝子によってI M型になるものが3, M2H2J2遺伝子

表4-1 系統1498に関わる組合せ親の遺伝子型

| 組合せ番号 | 材料名 | 成分型 | 遺 伝 子 型 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------|----------------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 主動遺伝子 | | | | | | | | 変更遺伝子 | | | | | | | | | | |
| 1498 | IIIj | M2M2H2h3A2a3j3 | B | b | d | d | C | c | B | b | d | d | C | c | B | b | d | d | C | c | |
| 22 | 厚別02 | IIAJ | m3m3h3h3A2a3J2J2 | b | b | d | d | C | C | B | b | D | D | c | c | B | b | d | d | C | C |
| 23 | 厚別05 | Ij | m3m3h3h3a3a3J2J2 | B | b | D | D | c | c | B | b | D | D | c | c | B | b | d | d | C | C |
| 24 | 1534 | O | MI MI HI HI AI AI JI JI | b | b | d | d | C | C | B | b | d | d | C | C | B | b | d | d | C | C |

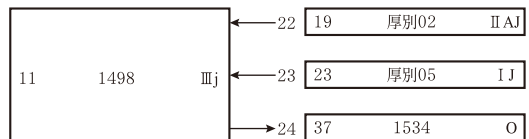


図2 組合せ図

表4-2 系統1498 (22, 23, 24) と納豆や系統 (25, 26) に関わる組合せ後代及び単独7組合せ (27~33) と組合せ番号 34 とその後代間組合せ (35) 後代の理論分離比と適合性

| 組合せ番号 | 理 論 分 離 比 | | | | | | | | | | | | | | | | 計 | 分離成分型数 | X ² 値 | 確率 |
|-------|-----------|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|--------|------------------|----|
| | O | I M | I H | I A | I J | II MH | II MA | II MJ | II HA | II HJ | II AJ | III j | III a | III h | III m | IV | | | | |
| 22 | | | | | | | 4 | | | | | 4 | 12 | | 12 | 32 | 4 | 2.52 | 0.50-0.20 | |
| 23 | | 4 | | | | 2 | 1 | | | | | 1 | 4 | | 20 | 32 | 6 | 2.35 | 0.95-0.50 | |
| 24 | 16 | | | | 16 | | | | | | | | | | | 32 | 2 | 0.02 | 0.95-0.50 | |
| 25 | | 1 | | | | 2 | 1 | | | | 4 | | | | | 8 | 4 | 4.63 | 0.50-0.20 | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | 1 | | | 1 | 1 | 0.00 | 1.00 | |
| 27 | | | | | | | | | | | 3 | | | | 1 | 4 | 1 | 0.10 | 0.95-0.50 | |
| 28 | | | | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | 0.00 | 1.00 | |
| 29 | 2 | | | | | | | 6 | | 8 | | | 47 | | 1 | 64 | 5 | 0.83 | 0.95-0.50 | |
| 30 | 6 | 6 | 6 | 2 | | 6 | 2 | | 2 | | 2 | | | | | 32 | 4 (8) | 7.07 | 0.50-0.20 | |
| 31 | 125 | | | 122 | | | | | | | | | | 9 | | 256 | 3 | 1.51 | 0.50-0.20 | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 0.00 | 1.00 | |
| 33 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 0.00 | 1.00 | |
| 34 | 4 | 397 | | | | 39 | 63 | | | | 9 | | | | | 512 | 5 | 4.38 | 0.50-0.20 | |
| 35 | 16 | 181 | | | | 10 | 24 | 10 | | | 3 | 1 | 3 | | 8 | 256 | 6 (9) | 12.32 | 0.20-0.10 | |

注：分離成分型数は括弧外は観察数、括弧内は理論数、括弧なしは理論数と観察数は同数

型が $a3a3bbcc$ 変更遺伝子によってIM型になるものが1の計IM型は4となる。観察数4:1:2:1:7:26は表4-2に見られるように理論比4:2:1:1:4:20に適合する。

組合せ番号24は変更型を分離しないので、主動遺伝子だけの分離で、表4-2にみられようにO型16:IJ型16の理論比に観察数29:28は適合する。

3) 納豆や系統との2組合せの遺伝分析

つぎに、納豆や系統との組合せ番号25及び26であるが、表1及び図3に示されるような2組合せである。前者の組合せが4種類、後者が1種類の分離である。

表5-1のように3品種の遺伝子型を仮定する。前述した $M2 \cdot m3$, $H2 \cdot h3$, $A2 \cdot a3$, $J1 \cdot J2 \cdot j3$ 遺伝子の他にH生産に関与している $T \cdot t$ 遺伝子及び $P \cdot p$ 遺伝子があり、 t 遺伝子あるいは pp 遺伝子を持つと $H2$ 遺伝子を持っていてもHの生産は抑制される。また、A生産に関与する遺伝子 $S \cdot s$ があり、 ss 遺伝子を持つと $A2$ 遺伝子を持っていてもA生産が抑制される。さらに TT 遺伝子を持つとA生産を抑制する ss 遺伝子の働きを無力化する。

整理番号23の組合せ番号25の主動遺伝子による分離はすべてIIIj型であるが、変更遺伝子などの働きで理論分離比は表4-2に示すように1:2:1:4となり、観察数3:13:4:33は理論比に適合する。

整理番号28の組合せ番号26は主動遺伝子の分離がすべてIIIh型で、 $S \cdot s$, $T \cdot t$ 遺伝子による変更はないので、理論比の成分型はすべてIIIh型で観察数と一致する。

4) 単独7組合せの遺伝分析

つぎに、単独組合せの組合せ番号27~33であるが、表1及び図4に示されるような組合せ

である。

整理番号7の組合せ番号27は表1に見られるように2種類の分離である。この組合せでは $J2$ 遺伝子の働きを抑制するN遺伝子が存在し、両品種の遺伝子型を表6-1と仮定すると理論比はIIIj型が3に対してIV型は1となり、表4-2に示されるように観察数10:4は理論比に適合する。

整理番号19の組合せ番号28は自殖で両親と同じ成分型の1種類の分離で、表6-1のように両親の遺伝子型を仮定すると、理論分離個体はすべてIIIj型で、表4-2にみられるように観察数は理論比に適合する。

整理番号24の組合せ番号29には独立の対立遺伝子 $F \cdot f$, $X \cdot x$, $V \cdot v$, $W \cdot w$ 及び $Z \cdot z$ が関与していて、 $xvrv$ 及び $xxvw$ 遺伝子型は $M2$ 遺伝子の働きを、 $vwvw$ 遺伝子型は $A2$ 遺伝子の働きを阻害する。また、 $xxvrvw$ 遺伝子型は $M2A2J2$ 遺伝子の働きを、 zz 遺伝子型は $H2$ 遺伝子の働きを、さらに、 $FXVvw$ 遺伝子型は $H1$ 遺伝子の働きを阻害する。両親の遺伝子型を表6-1とすると、理論比は表4-2に示されるように2:6:8:47:1となり、観察数2:3:5:34:1は理論比に適合する。

整理番号25の組合せ番号30には $L \cdot I$ 遺伝子が関与していて、 II 遺伝子型であれば $H2$ 遺伝子の働きを阻害する。両親の遺伝子型を表6-1とすると、 II 遺伝子型は片親のO型に存在するが、分離個体には認められないので、主動遺伝子による分離比となり、表4-2に示されるように6:6:6:2:6:2:2:2となり、分離していない成分型が4種類あるが、観察数4:3:0:0:2:0:0:1は理論比に適合する。

整理番号29の組合せ番号31には $G \cdot g$, $K \cdot k$ 及び $Y \cdot y$ 対立遺伝子が関与していて、 yy 遺伝子型であれば $H2$ 遺伝子の働きを阻害する。ま

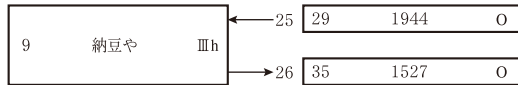


図3 組合せ図

表5-1 納豆や系統に関わる組合せ親の遺伝子型

| 組合せ番号 | 材料名 | 成分型 | 遺 伝 子 型 | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------|------|---------|----|----|----|----|----|----|----|-------|---|---|---|---|---|--|--|
| | | | 主働遺伝子 | | | | | | | | 変更遺伝子 | | | | | | | |
| | 納豆や | IIIh | M2 | M2 | h3 | h3 | A2 | A2 | J2 | J2 | S | s | T | t | P | P | | |
| 25 | 1944 | O | m3 | m3 | H2 | H2 | a3 | a3 | J1 | J1 | s | s | T | t | p | p | | |
| 26 | 1527 | O | m3 | m3 | h3 | h3 | a3 | a3 | j3 | j3 | S | S | T | T | P | P | | |

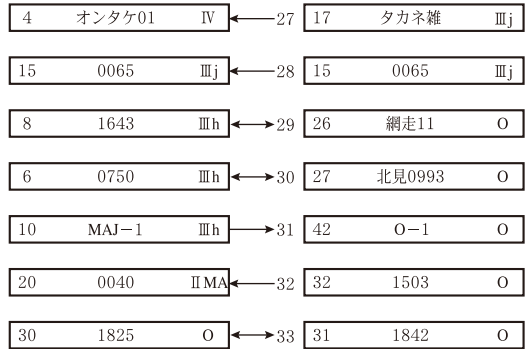


図4 組合せ図

表6-1 組合せ親の遺伝子型

| 組合せ番号 | 材料名 | 成分型 | 遺 伝 子 型 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-----------|-------|---------|----|----|----|----|----|----|----|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 主働遺伝子 | | | | | | | | 変更遺伝子など | | | | | | | | | |
| 27 | オンタケ01 | IV | M2 | M2 | H2 | H2 | A2 | A2 | J2 | J2 | n | n | | | | | | | | |
| | タカネ雑 | IIIj | M2 | M2 | H2 | H2 | A2 | A2 | J1 | J2 | N | n | | | | | | | | |
| 28 | 0065 | IIIj | M2 | M2 | H2 | H2 | A2 | A2 | j3 | j3 | | | | | | | | | | |
| 29 | 1643 | IIIh | M2 | M2 | H1 | H1 | A2 | A2 | J2 | J2 | F | f | X | x | V | v | W | w | Z | Z |
| | 網走11 | O | m3 | m3 | H2 | H2 | a3 | a3 | j3 | j3 | f | f | X | x | V | v | w | w | z | z |
| 30 | 0750 | IIIh | M2 | M2 | H1 | H2 | A2 | a3 | J2 | J2 | L | L | | | | | | | | |
| | 北見0993-17 | O | M1 | M2 | H2 | H2 | A1 | a3 | J1 | J1 | l | l | | | | | | | | |
| 31 | MAJ-1 | IIIh | M2 | M2 | H1 | H1 | A2 | a3 | J2 | j3 | G | g | K | k | Y | Y | | | | |
| | O-1 | O | M1 | M1 | H2 | h3 | A1 | A2 | J1 | J1 | G | g | K | k | y | y | | | | |
| 32 | 0040 | II MA | M2 | M2 | h3 | h3 | A2 | A2 | j3 | j3 | E | E | | | | | | | | |
| | 1503 | O | M2 | M2 | H2 | H2 | A2 | A2 | J2 | J2 | e | e | | | | | | | | |
| 33 | 1825 | O | m3 | m3 | h3 | h3 | a3 | a3 | j3 | j3 | | | | | | | | | | |
| | 1842 | O | m3 | m3 | h3 | h3 | a3 | a3 | j3 | j3 | | | | | | | | | | |

た、*H1A1J1*遺伝子が存在しても*H2A2J2GGK*遺伝子型であれば、*H1A1J1*遺伝子の働きを阻害して、*H*、*A*及び*J*を生産する。両親が表6-1の遺伝子型であれば分離個体は表4-2に示される125:122:9の理論比となり、観察数7:4:1は理論比に適合する。

このように、組合せ番号29、30及び31は表6-1に掲げた遺伝子型に観察数は一応適合しているが、観察数の合計は理論分離比の比の合計よりかなり少ないので、この理論比であるかの信頼性は低いであろう。

すなわち、例えば、ある分離で1遺伝子雑種あるいは2遺伝子雑種かについて、前者が3:1、後者が9:7の場合、観察数が15個体以下

の観察数8個体:7個体は3:1にも9:7にも適合する。観察数が16個体以上であれば8個体:8個体は理論比3:1に適合せず、9:7に適合する。

このようなことが観察数の合計が少ない場合起こりうるので、前述の観察数が少ない3組合せにも起こっていないかと考えられるからである。

整理番号31の組合せ番号32には*E*・*e*対立遺伝子が関与していて*ee*遺伝子型は*M2H2A2J2*遺伝子の働きを阻害する。*ee*遺伝子型は片親が持っているが、分離個体にはあらわれないので、分離個体は主働遺伝子型の分離比ですべてIV型となり理論比に観察数は適合する。

整理番号33の組合せ番号33の両親の遺伝子型を表6-1とすると主働遺伝子だけの分離で、すべてO型で、分離個体もすべてO型である。

5) 組合せ番号34とその後代間組合せの遺伝子分析

つぎに、整理番号30の組合せ番号34であるが、表1及び図5に示されるような組合せで、両親が表7-1の遺伝子型と仮定して、独立の*Te*・*te*、*Ve*・*ve*及び*We*・*we*対立遺伝子が関与して、*H1*、*A1*及び*J1*遺伝子のいずれか1個以上と*tete*遺伝子が共存するとH及びJが生産できないとする。すなわち、*H1tete*、*A1tete*及び*J1tete*遺伝子型ではH及びJは生産できない。

同じように*H1A1J1*遺伝子のうちのいずれかの1個以上と*veve*遺伝子の共存は*H2A2*遺伝子を持っていてもH及びAを生産できないとする。同様に*H1A1J1*遺伝子の1個以上と*wewe*遺伝子の共存はA及びJの生産ができない。さらに、*M1H1A1J1*遺伝子のいずれかの3個と*teteveveveve*遺伝子の共存は*M2H2A2J2*遺伝子の働きを阻害する。また、この組合せでは分離しないが*M2H2A2J2*遺伝子の共存はこれら変更遺伝子の働きを阻害する。

このように仮定すると、この組合せでは表4-2に示されるようにO型が4、IM型が397、II MH型が39、II MA型が63及びIII j型が9の分離比となる。供試個体数は23個体に対して理論比の比の合計は512で、先にも述べたように信頼性は低いものであろうが、表4-2にみられるように理論比と観察数0:16:4:2:1は適合している。

この組合せから分離してきたIM型は多数あるが、そのうちの*M2M2* ; *H1/H2* ; *A1/A2* ; *J1/J2* ; *Te/te* ; *Ve/ve* ; *We/we*が天系58、*M2M2* ; *H1/H2* ; *a3a3* ; *J1/J2* ; *tete* ; *veve* ; *wewe*が天系90と仮定する。

組合せ34と同様な仮定で、組合せ35では理論的には9種類の成分型が分離する。すなわち、表4-2に示されるように、O型が16、IM型が181、II MH型が10、II MA型が24、II MJ型が10、III j型が3、III a型が1、III h型が3及びIV型が8の分離比となる。

実際の分離ではII MJ、III j及びIII a型が分離していないが、この理論分離比に観察数8:53:6:3:0:0:0:1:2は一応適合している。この組合せも供試個体数は73個体で理論分離比の比の合計256より少ないが、組合せ34で分離した遺伝子型の交雑後代の分離が理論比に適合していることから、今後の遺伝子解析の参考になるものと考えられる。

以上の35組合せで認められた遺伝子とその働きは表8及び表9に示される通りである。

M・*H*・*A*・*J*の生産を阻止する遺伝子あるいは遺伝子群がかなり多く認められている。*I*遺伝子のように、1遺伝子で4成分の生産を阻止するもの、あるいは*ee*遺伝子のように劣性ホモで4成分の生産を阻止するものなどが認められている。

このような4成分の生産を少ない遺伝子によって阻止するものと、例えば*MI* ; *HI* ; *A1* ; *te*・*te* ; *ve*・*ve* ; *we*・*we*のように多くの遺伝子の働きで、4成分の生産を阻止するものが認められている。

また、2種類の成分の生産を阻止する*Q*遺伝子のような1遺伝子によるもの、あるいは*R1*・*R1* ; *R2* ; *R3* ; *R4*のように多くの遺伝子によるものなどが認められている。

さらに、1成分の生産を阻止する*N*遺伝子のように独立したものもあれば、*MI*遺伝子などのように生産する*M2*遺伝子と同じ座位にある、いわゆる複対立関係にある遺伝子の存在も確かめられている。

このように生産を阻止する遺伝子はかなり

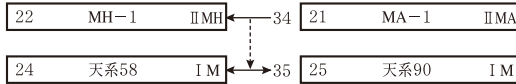


図5 組合せ図

注：点線矢印は番号34の交雑種
□の中の頭数字は品種番号

表7-1 組合せ親の遺伝子型

| 組合せ番号 | 材料名 | 成分型 | 遺 伝 子 型 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------|------|---------|----|----|----|----|----|----|----|---------|----|----|----|----|----|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | | 主働遺伝子 | | | | | | | | 変更遺伝子など | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | MA-1 | IIMH | M2 | M2 | H1 | h3 | A2 | a3 | J2 | J2 | tc | tc | Vc | vc | Wc | we | MH-1 | IIMH | M2 | M2 | H2 | h3 | A1 | a3 | J1 | J1 | Te | te | Ve | ve | We | we |
| | 35 | 天系90 | IM | M2 | M2 | H1 | H2 | a3 | a3 | J1 | J2 | te | te | ve | ve | we | | we | 天系58 | IM | M2 | M2 | H1 | H2 | A1 | A2 | J1 | J2 | Te | te | Ve | ve |

表8 生産遺伝子の働きを変更する遺伝子・群

| 生産遺伝子 | | | | | | | | 生産遺伝子を変更あるいは抑制する遺伝子 |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|---------------------|
| M2 | m3 | H2 | h3 | A2 | a3 | J2 | j3 | |
| ● | | | | | | | | M1 |
| | | ● | | | | | | H1 |
| | | | ● | | | | | A1 |
| | | | | | | ● | | J1 |
| | | | ○ | | ○ | | | B・B;D |
| | | | ○ | | ○ | | | B;C;D |
| | | | | | | ● | | a3・a3;c・c |
| | | ● | | | | ● | | a3・a3;b・b;c・c |
| ● | | ● | | ● | | ● | | I |
| ● | | ● | | ● | | ● | | c・c |
| | | | | ● | | ● | | Q |
| | | | | | | ● | | N |
| | | ● | | | | | | R1;R2;R3 |
| | | ● | | | | | | R2;R3;R4 |
| ● | | ● | | | | | | R1・R1;R2;R3;R4 |
| | | ● | | | | | | i・i |
| | | ● | | | | | | t・t |
| | | ● | | | | | | P・P |
| | | | | ● | | | | s・s |
| | | ● | | | | | | z・z |
| | | ● | | | | | | y・y |
| ● | | | | | | | | x・x;v・v |
| ● | | | | | | | | x・x;w・w |
| | | | | ● | | | | v・v;w・w |
| ● | | | | ● | | ● | | x・x;v・v;w・w |
| | | ● | | | | ● | | H1;te・te |
| | | ● | | ● | | ● | | A1;te・te |
| | | ● | | | | ● | | J1;te・te |
| | | ● | | ● | | | | H1;ve・ve |
| | | ● | | ● | | | | A1;ve・ve |
| | | ● | | ● | | ● | | J1;ve・ve |
| | | ● | | ● | | ● | | H1;ve・ve |
| | | ● | | ● | | ● | | A1;we・we |
| | | ● | | ● | | ● | | J1;wc・wc |
| ● | | ● | | ● | | ● | | *;te・te;ve・ve;we・we |

注：注：○は当該成分を生産する，●は生産遺伝子が働かず，当該成分が生産されなくなる。*はM1, H1, A1及びJ1のうちの何れかの3遺伝子以上と te・te;ve・ve;we・we 遺伝子型，例えば M1・M1;H1のような同一在位あるいはM1;H1;A1のような異なる在位の3遺伝子

多く認められた。しかし，別々の遺伝子記号を与えたH2遺伝子の働きを阻止する遺伝子，すなわち，組合せ29, 30, あるいは31のz遺伝子，I遺伝子及びy遺伝子は同一座位に，また，これらの3遺伝子は組合せ25・26のt遺伝子あるいはs遺伝子の何れかと同一座位にある可能性もあるので，成分生産を阻止する遺伝子数は少なくなることも考えられる。現時点では別々の遺伝子記号をあたえておくことにする。

また，生産する遺伝子については，数は少ないがM2・H2・A2・J2遺伝子の他に，HあるいはAを生産するB・B;DあるいはB;C;D遺伝子群が認められ，成分を生産する経路が複数あるように見受けられる。

さらに，表9に示されるように，変更遺伝子の働きを阻止する遺伝子も存在することを確認することができた。

以上の遺伝分析では，交雑親のすべてを同一倍数体として扱っているが，河合⁷⁾によれば酒井がトリカブトの染色体の基本数はn=8で，2n=64のものまでを報告しているというので，ここで用いた交雑親の倍数性が明らかになった時点で，そのことを考慮した遺伝子分析を行わなければならないと考えている。

今までは，組合せた雑種後代のすべてについて成分分析を行ってきた結果，ある程度の成分型に関わる遺伝情報が得られ，どのような成分型の組合せからどのような成分型が

表9 遺伝子の働きを阻止する遺伝子・群

| 変更される遺伝子 | | | | | | | | | 阻止する遺伝子 |
|----------|----|----|---|----|----|----|----|----|-------------|
| H1 | A1 | J1 | Q | R1 | R2 | R3 | R4 | ss | |
| | | | × | | | | | | H1;J1 |
| | | | × | | | | | | H1;A1 |
| | | | | × | × | × | × | | U |
| | | | | | | | | × | T・T |
| × | × | × | | | | | | | G・G;K |
| × | | | | | | | | | F;X・X;V・V;W |

注：×は阻止する遺伝子によって，働けなくなる遺伝子

得られるかが多少分かってきた。

このような、すべての分離個体の成分分析を行なうことは大変労力がかかり、育種効率は低いものとなる。今後は、特別な組合せ以外は、すべての個体の成分分析は行なわず、まず、農業的形質、すなわち耐病性などあるいは収量性に関わる特性並びに母根からの子根のはずし易さなどについて選抜し、農業的形質が優良な個体についてのみ、成分分析を行なうことにした。

謝 辞

本研究のまとめに際し、遺伝子分析のご指導を戴いた東北大学植物遺伝育種学研究室教授西尾剛博士に感謝致します。さらに、材料収集及び特性調査などは当所に勤務した多くの研究員の業績であり感謝致します。

引用文献

- 1) 川口數美, 石崎昌洋, 薬用植物研究, **33** (2), 21-26 (2011)
- 2) 川口數美, 石崎昌洋, 薬用植物研究, **34** (2), 19-31 (2012)
- 3) 川口數美, 石崎昌洋, 薬用植物研究, **34** (2), 32-39 (2012)
- 4) 川口數美, 石崎昌洋, 薬用植物研究, **33** (2), 14-20 (2011)
- 5) 岡田浩明, 川口數美, 生薬学雑誌, **58** (2), 49-54 (2004)
- 6) 西尾 剛ら, 見てわかる農学シリーズ 遺伝学基礎, 朝倉書店 (2006)
- 7) 河合 武, 現代東洋医学, Vol. 15, No. 2, 1-6 (1994)

●川口 數美 (かわぐち・かずみ) ●

1932年 神奈川県小田原市生まれ
 1958年 東北大学大学院農学研究科修士課程修了
 1959年 農林省二条オオムギ育種栃木試験地勤務
 1964年 農林省ビールムギ育種栃木試験地
 1976年 農林省農事試験場 麦類育種法研究室
 農学博士
 1988年 富山県農業技術センター
 1990年 農林水産省 農業生物資源研究所
 遺伝資源調整官 (遺伝資源センター)
 1992年 三和生薬株式会社 薬用植物 医薬品開発研究所

●石崎 昌洋 (いしざき・まさひろ) ●

1972年 栃木県宇都宮市生まれ
 1997年 宇都宮大学大学院農学研究科修士課程修了
 三和生薬株式会社 薬用植物・医薬品開発研究所

薬用植物トリカブトの育種と栽培の研究

10 人工交雑材料から選抜した系統の成分特性及び養成した個体のアコニチン系アルカロイド含有量及び相対成分比率の分離状況

Breeding and Cultivation Studies for Medicinal Plant Torikabuto (Aconite)

10 Chemical constituent characteristics of new lines selected from artificial crossing materials and segregation of plants on aconitine alkaloid contents and relative constituents ratio

川口 數美・石崎 昌洋

三和生薬株式会社 薬用植物 医薬品開発研究所
〒321-0905 宇都宮市平出工業団地6-1

Kazumi Kawaguchi and Masahiro Ishizaki
Laboratory of Medicinal Plant Breeding Sanwa Shoyaku Co.Ltd.
Hiraidekogyodanchi 6-1, Utsunomiya, Tochigi 321-0905 Japan

2013年3月1日受付

要 旨

育種材料を拡大するために供試した35人工交雑の1393個体からはハナトリカブト晩生及びサンワおくかぶと1号に替わる系統は育成できなかったが、将来要望されるであろう16の成分型と15の相対成分比率型とを組み合わせた育種目標に沿う系統の86種類のうち、新しく13種類を育成した。成分型では新しく4種類が育成され、成分型16種類中14種類が育成されたことになる。

また、成分含有量の分離状況は35組合せのうち、25組合せでは両親の隔たりの範囲内であったが10組合せで、相対成分比率でも21組合せで、いわゆる超越分離が認められた。

成分含有量及び相対成分比率に超越分離が認められたことから、新しい成分型と相対成分比率型の系統を育種できると考えられる。

前報で35組合せの成分型の分離状況、成分型の遺伝様式がメンデル型のものであることなどについて報告¹⁾した。

本報告ではそれら35組合せからハナトリカブト晩生及びサンワおくかぶと1号に替わる品種の育種経過と成分含有量及び相対成分比率

型の分離状況などについて述べた上で、これらの結果から先にかかげた²⁾86種類の系統の育成の可能性について報告する。

種まき、育苗、分離個体の養成地、栽培条件及び成分分析法などは、今までの報告と同じであるが、重要なことについては記述する。

材料及び方法

1) 供試材料

表1に示される人工交雑した35組合せの分離1393個体である。

2) 供試個体の養成地、種苗の養成、本圃の栽培条件及び成分分析方法などは前報など^{1,3)}を参照。

3) 分析項目及び子根の大きさの調査

mesaconitine(M),hyaconitine(H),aconitine(A)及びjesaconitine(J)について分析し、4成分の合計をアコニチン系アルカロイド総量(SA)とした。総アルカロイド(TA)の分析は35組合せのうち、表6にみられる26組合せについて行った。また、成分に関わる育種目標を満たした選抜系統について、子根の大きさを翌年7段階の肉眼観察で調査した。

4) 試験年次及び試験年数

組合せによって個体養成年次が異なるが1994~2005年にかけて行い、各組合せの分離個体の成分分析は1ヶ年の成績である。

5) 成分型及び相対成分比率型の決定

成分型は4種類の成分を含有するかで分類した。すなわち、M・H・A・Jのすべてを含有する成分型(IV型)、1種類を含有せず3種類を含有する4つの成分型(III m・III h・III a・III j型)、2種類だけを含有する6つの成分型(II MH・II MA・II MJ・II HA・II HJ・II AJ型)、1種類しか含有しない4つの成分型(IM・IH・IA・IJ型)及び4種類すべてを含有しない成分型(O型)の16の成分型に分類した。

ローマ数字は含有成分数を示し、つぎのアルファベットの小文字はその成分を含有しないことを、大文字は含有することを示している。すなわち、III m型はMを含有せず、H・A・Jの3種類を含有することを、II AJ型はA・Jの2種類を含有することを示している。

また、相対成分比率型はM/SA, H/SA,

表1 供試組合せの両親名、成分型及び分離個体数

| 組合せ番号 | 両親名 | | 両親の成分型 | | 分離個体数 |
|-------|--------|---------|--------|-------|-------|
| | | | | | |
| 1 | サンワ1号 | 自家授粉 | IV | IV | 58 |
| 2 | サンワ1号 | オンタケ02 | IV | IV | 22 |
| 3 | サンワ1号 | 1278 | IV | III j | 7 |
| 4 | サンワ1号 | 1300 | IV | III j | 67 |
| 5 | サンワ1号 | 1714 | IV | III j | 32 |
| 7 | サンワ1号 | ハナ晩生 | IV | III j | 13 |
| 27 | オンタケ01 | タカネ雑 | IV | III j | 14 |
| 9 | サンワ1号 | 0066 | IV | III j | 29 |
| 20 | 0735 | 0734 | IV | III h | 62 |
| 10 | サンワ1号 | 0659-02 | IV | O | 90 |
| 12 | サンワ1号 | 1520 | IV | O | 61 |
| 13 | サンワ1号 | 1933 | IV | O | 83 |
| 14 | サンワ1号 | 1529 | IV | O | 25 |
| 15 | サンワ1号 | 1519 | IV | O | 99 |
| 16 | サンワ1号 | 0681 | IV | O | 33 |
| 17 | 0198 | 0681 | IV | O | 51 |
| 6 | 1714 | 自家授粉 | III j | III j | 17 |
| 8 | 1714 | ハナ晩生 | III j | III j | 12 |
| 28 | 0065 | 自家授粉 | III j | III j | 9 |
| 22 | 1498 | 厚別02 | III j | II AJ | 36 |
| 23 | 1498 | 厚別05 | III j | IJ | 41 |
| 24 | 1498 | 1534 | III j | O | 57 |
| 25 | 納豆や | 1944 | III h | O | 53 |
| 29 | 1643 | 網走11 | III h | O | 45 |
| 30 | 0750 | 北見0993 | III h | O | 10 |
| 18 | 0734 | 0681 | III h | O | 35 |
| 19 | 0734 | 0680 | III h | O | 15 |
| 26 | 納豆や | 1527 | III h | O | 40 |
| 31 | MAJ-1 | IVO-1 | III h | O | 12 |
| 34 | MH-1 | MA-1 | II MH | II MA | 23 |
| 32 | 0040 | 1503 | II MA | O | 40 |
| 35 | IM-1 | IM-2 | IM | IM | 73 |
| 33 | 1825 | 1842 | O | O | 107 |
| 11 | 0684 | 0659-02 | O | O | 7 |
| 21 | 0680 | 自家授粉 | O | O | 15 |
| 合 計 | | | | | 1393 |

注：分離個体数は正逆交雑込みである。
斜数字はIII j型及びIV型を分離しない組合せ。

A/SA及びJ/SAの相対成分比率の0~33%に記号1を、34~67%を記号2、68~100%を記号3とし、MH AJの順にそれらの記号を配列しているものである。

結果及び考察

35組合せの分離個体数は表1に示される通りである。また、35組合せすべてを合わせた成分型別分離個体数は表2に示されている。

35組合せの中で12組合せは正逆交雑であっ

たが、それらの分離成分型の種類がほぼ同じであったことから合わせて記述している。なお、導入育種及び自然交雑育種と比較するため、結果の表のなかには、両育種から得られた結果も同時に記述している場合がある。

1) ハナトリカブト晩生及びサンワおくかぶと1号に替わる品種の育成

まず、35組合せすべてを合わせてみると、35組合せの1393個体は表2に示されるように14種類の成分型に分離している。導入育種及び自然交雑育種で認められなかった6成分型のうち4成分型が分離している。すなわち、I M、I H、II M J及びIII a型が見出され、II H A及びII H J型は見出されていない。

成分型別の個体数であるが分離総個体数に対する比率は表2にみられるようにハナトリカブト晩生（ハナ晩生）に替わるIII j型は6.0%及びサンワおくかぶと1号（サンワ1号）に替わるIV型は42.7%で、III j型及びIV型を組合せ親として用いた比率はそれぞれ21.4%及び25.7%で大きな差異はないものであったが分離個体の成分型の比率は非常に大きな差異があり、自然交雑育種⁴⁾の場合と同じようにIII j

型の分離個体数が期待に反して少なかった。

このようではあったが、全体として組合せた両親の成分型と分離個体の成分型との関係をみた9対の両者の比率の相関係数は $r = 0.703$ で、5%以下で両者に密接な関係があるように見受けられる。

なお、ハナ晩生及びサンワ1号と同じ成分型を分離しなかった組合せは表1の分離個体数欄の斜数字で示す5組合せで何れもO型との組合せである。

ハナ晩生に替わる育種目標²⁾のSAが1250~2650、M/SAが53~63%、H/SAが15~25%、A/SAが17~27%及びTAが5500~7300 $\mu\text{g/g}$ を満たす選抜経過は表3の通りである。

表にみられるように、III j型の83個体のうちSAの育種目標を満たす個体は36個体で、M/SAは12個体、H/SAを満たす個体は自然交雑育種の場合と同じように認められなかった。

つぎに、サンワ1号に替わる育種目標²⁾のSAが2850~4250、M/SAが20~30%、H/SAが0~7%、A/SAが20~30%、J/SAが43~53%及びTAが8700~10500 $\mu\text{g/g}$ を満たす選抜経過は表3の通りである。

表2 35組合せすべてを合わせた成分型別分離個体数

| 整理番号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 計 |
|---------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| 成分型 | O | IM | IH | IA | IJ | IIMH | IIMA | IIMJ | IHA | IHI | IJA | IIIj | IIIa | IIIb | IIIc | IV | |
| 分離個体数 | 236 | 79 | 15 | 8 | 35 | 26 | 9 | 9 | - | - | 40 | 83 | 5 | 243 | 10 | 595 | 1393 |
| 同上比率(%) | 16.9 | 5.7 | 1.1 | 0.6 | 2.5 | 1.9 | 0.6 | 0.6 | - | - | 2.9 | 6.0 | 0.4 | 17.4 | 0.7 | 42.7 | 100 |
| 両親系統数 | 22 | 2 | - | - | 1 | 1 | 2 | - | - | - | 1 | 15 | - | 8 | - | 18 | 70 |
| 同上比率(%) | 31.4 | 2.9 | - | - | 1.4 | 1.4 | 2.9 | - | - | - | 1.4 | 21.4 | - | 11.4 | - | 25.7 | 100 |

注：両親系統数は交配親として用いた成分型別系統数、-は該当するものなし。

表3 両品種に替わる系統の選抜経過

| 育種目標 | 成分型 | 分離数 | 選 抜 経 過 | | | | | | |
|-------|---------|------|---------|------|------|------|------|-----|--|
| | | | SA | M/SA | H/SA | A/SA | J/SA | TA | |
| ハナ晩生 | III j型 | 83 | 36 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 選抜率(%) | 100 | 43.4 | 14.5 | 0.0 | | | | |
| | 分離比率(%) | 6.0 | 2.6 | 0.9 | 0.0 | | | | |
| サンワ1号 | IV型 | 595 | 112 | 25 | 18 | 12 | 8 | 1 | |
| | 選抜率(%) | 100 | 18.8 | 4.2 | 3.0 | 2.0 | 1.3 | 0.2 | |
| | 分離比率(%) | 42.7 | 8.0 | 1.8 | 1.3 | 0.9 | 0.6 | 0.1 | |

注：分離比率は分離総系統数（1393）に対する比率。

表4 サンワ1号に替わる選抜系統の成分特性

| 両親名 | 成分含有量 ($\mu\text{g/g}$) | | | | |
|----------------------------------|---------------------------|------------|------|------|------|
| | SA | M | H | A | J |
| 4 サンワ1号 (IV) × 1300 (IIIj) | 3567 | 805 | 260 | 935 | 1567 |
| | TA ($\mu\text{g/g}$) | 相対成分比率 (%) | | | |
| | | M/SA | H/SA | A/SA | J/SA |
| | 10400 | 23 | 7 | 26 | 44 |

表5 16の成分型と15の相対成分比率型との組合わせた育種目標の達成状況

| | 相対成分比率型 | | | | 成分型 | | | | | | | | | | | | | | | | 系統数 | | | | 育成成分型数 | |
|------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|-----------|-----|-------|-----|----------|----------|------|----------|------|----------|-----------|----------|----------|------|------|------|------|--------|-----|
| | M | H | A | J | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 人工交雑 | 自然交雑 | 導入育種 | 合計 | | |
| | | | | | O | IM | IH | IA | IJ | IIIMH | IIA | IIMJ | IIHA | IIHJ | IIAJ | IIIj | IIIa | IIIh | IIIa | IV | | | | | | |
| ① | 3 | 1 | 1 | 1 | - | - | 79 | - | - | - | 26 | 9 | I | - | - | 38 | I | 2 | - | - | 1 | 157 | 4 | 26 | 187 | 8/8 |
| ② | 1 | 3 | 1 | 1 | - | - | - | 15 | - | - | ■ | - | ○ | ○ | - | ■ | ○ | - | ○ | ○ | 15 | 10 | 54 | 79 | 3/8 | |
| ③ | 1 | 1 | 3 | 1 | - | - | - | 8 | - | - | ■ | - | ○ | - | I | ■ | - | 12 | ○ | ■ | 21 | 80 | 16 | 117 | 6/8 | |
| ④ | 1 | 1 | 1 | 3 | - | - | - | - | 35 | - | - | 7 | - | ○ | 30 | - | 4 | 89 | 3 | 126 | 294 | 68 | 141 | 503 | 7/8 | |
| ⑤ | 2 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | ○ | ○ | ○ | - | - | - | 12 | ○ | 1 | - | 26 | 39 | 96 | 232 | 367 | 3/7 | |
| ⑥ | 1 | 2 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | ○ | - | - | ○ | ○ | - | ■ | ○ | - | I | 2 | 3 | 25 | 49 | 77 | 3/7 | |
| ⑦ | 1 | 1 | 2 | 1 | - | - | - | - | - | - | ○ | - | ○ | - | ■ | ■ | - | 40 | I | 60 | 91 | 21 | 37 | 149 | 5/7 | |
| ⑧ | 1 | 1 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | ○ | - | ○ | ■ | - | ○ | 69 | 3 | 292 | 364 | 349 | 186 | 899 | 4/7 | |
| ⑨ | 2 | 2 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | ■ | - | - | - | - | - | ■ | ○ | - | - | ■ | 0 | 11 | 69 | 80 | 3/4 | |
| ⑩ | 2 | 1 | 2 | 1 | - | - | - | - | - | - | ■ | - | - | - | - | 33 | - | 3 | - | 10 | 46 | 45 | 247 | 338 | 4/4 | |
| ⑪ | 2 | 1 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | I | - | - | - | - | ○ | 6 | - | 22 | 29 | 33 | 13 | 75 | 3/4 | |
| ⑫ | 1 | 2 | 2 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | ○ | - | - | ■ | - | - | ○ | I | 1 | 1 | 1 | 2 | 2/4 | |
| ⑬ | 1 | 2 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ○ | - | - | ○ | - | ■ | 1 | 1 | 4 | 5 | 10 | 2/4 | |
| ⑭ | 1 | 1 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 9 | - | - | 21 | 2 | 50 | 82 | 35 | 26 | 143 | 4/4 | |
| ⑮ | 1 | 1 | 1 | 1 | 236 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14 | 250 | 74 | 368 | 692 | 2/2 | |
| 人工交雑系統数 | | | | | 236 | 79 | 15 | 8 | 35 | 26 | 9 | 9 | | | 40 | 83 | 5 | 243 | 10 | 595 | 1393 | 855 | 1470 | 3718 | | |
| 自然交雑系統数 | | | | | 49 | | | 60 | | 7 | 24 | | | | 7 | 57 | | 85 | | 566 | 855 | | | | | |
| 導入育種系統数 | | | | | 362 | | | 4 | 3 | 9 | 1 | | | | 35 | 621 | | 85 | 22 | 328 | 1470 | | | | | |
| 合計 | | | | | 647 | 79 | 15 | 72 | 38 | 42 | 34 | 9 | 0 | 0 | 82 | 761 | 5 | 413 | 32 | 1489 | 3718 | | | | | |
| 育成相対成分比率型数 | 1/1 | 1/1 | 1/1 | 1/1 | 1/1 | 1/1 | 1/1 | 1/1 | 1/1 | 3/5 | 3/5 | 3/5 | 0/5 | 0/5 | 5/5 | 9/9 | 2/9 | 9/9 | 6/9 | 14/15 | | | | | 59/86 | |

注：相対成分比率型の数字1はその成分を相対比率0～33%，2は34～67%，3は68～100%含有することを示している。
 ○は該当する成分型と相対成分比率型と組合わされた系統が理論的に存在する，■は導入育種あるいは自然交雑育種で当該系統が認められている。直立数字は自然交雑育種，あるいは導入育種で，すでに見いだされている当該系統で人工交雑育種でも認められた系統数，－は該当する組合せは存在しない，相対成分比率型数あるいは育成成分型数は理論上考えられる相対成分比率型数あるいは育成成分型数（分母）に対する自然交雑育種，導入育種及び人工交雑育種で見いだされた型数（分子），斜太文字及び数字は人工交雑育種で新しく認められた成分型と当該系統数。
 M,mはmesaconi tine, H,hはhyaconi tine, A,aはaconi tine, J,jはjesaconi tineを示し，大文字は当該成分を含有，小文字は含有せず。

表に示されるように，IV型595個体のうち，SAを満たすものが112個体，M/SA，H/SA，A/SA及びJ/SAを満たすものはそれぞれ25，18，12及び8個体でSAに対する選抜率はIIIj型に劣っていたがアコニチン系アルカロイドの育種目標を満たすものが8個体分離した。しかし，8個体のうちTAを満たすものは1系統だけであった。その1個体の特性は表4に示される通りである。しかし，それも翌年の子根の大きさの調査ではハナ晩生（5=やや大きい）を下回る（4.5）もので，したがって，本報告の人工交雑育種では育種目標に適う系統は選抜できなかった。

2) 将来要望されるであろう系統の育成
 16の成分型と15の相対成分比率型とを組合わせた育種目標の達成程度であるが，表5に示

される通りである。
 表5に見られる○印，■印及び数字は理論的に存在する成分型と相対成分比率型の組合せで，■印は導入育種あるいは自然交雑育種で認められている組合せである。－印は理論的に存在しない組合せであり，数字は人工交雑育種で認められた系統数である。なお，○印は未発見の組合せである。

16の成分型と15の相対成分比率型とを組合わせた86種類の系統が理論的には存在することになるが，導入育種及び自然交雑育種では1470系統及び855系統から，将来，要望されるであろう39種類及び8種類の合計47種類の系統が育成され，55%程度の達成率であった。前述したように人工交雑育種で新しい成分型が表5の成分型欄の斜文字で示されるよう

に4種類が育成された。

また、成分型と相対成分比率型の新しい組合せが12種類(斜太数字)認められた。すなわち、IM型の3:1:1:1型の79系統、IH型の1:3:1:1型の15系統、IIMJ型の3:1:1:1型の1系統と1:1:1:3型の7系統と2:1:1:2型の1系統、IIAJ型の1:1:3:1型の1系統、IIIa型の3:1:1:1型の1系統と1:1:1:3型の4系統、IIIh型の1:1:3:1型の12系統、IIIm型の1:2:1:1型の1系統と1:1:2:1型の1系統及びIV型の1:2:2:1型の1系統である。

未発見の系統は○印で示されるもので、IIMH型、IIMA型及びIIMJ型では各2種類が、IIHA型及びIIMJ型ではそれぞれ5種類が、IIIa型では7種類が、IIIm型では3種類が、IV型では1種類が、合計27種類が未発見で導入育種、自然交雑育種及び人工交雑育種で59種類が育成され、その達成率は69%である。

導入育種及び自然交雑育種では、相対成分比率の記号1、2及び3の隔たりが大きいほど育成しにくいと考えられたが、人工交雑育種では、記号3を含む達成率は59(19/32)%, 記号2を1個含む達成率は39(11/28)%, 記号2を2個含む達成率は50(12/24)%で、相対成分比率の隔たりが大きいほど育成しにくいということはないように見受けられる。したがって、組合せの両親を選択することによって、何れの相対成分比率型も育成できると考えられる。

3) 成分含有量、相対成分比率及び相対成分比率型の分離状況

(1) 含有量の分離状況

35組合せの分離個体のM、H、A、JとTA及びSAの含有量を階級分けして表6に示した。

表中の太字の斜字は両親が属する階級である。その太字に下線が記されているものは両親の含有量の階級が同じであることを示して

いる。

導入育種及び自然交雑育種と比較するため、両育種から得られたアコニチン系アルカロイド4成分及びTAのそれぞれの最高含有量階級値も、この表の最下段に示している。

先の報告で^{2,5)} M、H、A、TA、J及びSAの同一品種の分布階級幅は前4者では2階級、後2者は3階級にわたっていることから、前4者は3階級以上、後2者は4階級以上、組合せ親から離れていれば親と異なる遺伝子型であると考えられる。

すなわち、表6の四角(□)で囲った個体はそれぞれの成分含有量が前述の階級以上に両親と離れている個体で明らかに両親と異なる系統であると推論した、いわゆる超越分離した個体である。

表6にみられるように、超越分離個体は5成分のなかでM、A、J及びSAで認められたが、H及びTAでは認められなかった。このような超越分離が認められたことで、導入育種あるいは自然交雑育種ですでに得られている5種のアルカロイドの最高含有量をしのぐ個体を期待したが、Jだけにしか認められなかった。

すなわち、Mでは導入育種と同等の3500µg、Hではかなり低い1000µg、Aでは同等の4000µg、SAではやや低い6500µg及びTAでは導入育種よりやや低い自然交雑育種よりかなり低い2500µgであった。Jでは両育種よりやや高い5000µgの個体が認められている。

つぎに、個々の組合せについてであるが、35組合せ中25組合せでは5成分とも両親の隔たりの範囲内に(表6の超越分離有無欄空白)、10組合せ(同欄○)は5成分の何れかあるいは複数成分で、いわゆる超越分離が認められる。

このように、成分含有量は両親の間の分離がかなり多いが、両親を超えた、いわゆる超

越分離も認められたことから高成分含有量の育種に期待がもてる。

超越分離は超越分離した10組合せを示した表7にみられるように、M及びAで、それぞれ3組合せ、Jで4組合せ、SAで8組合せに認められる。

M成分で超越分離している3組合せはA成分でも超越分離個体が認められるが、J成分で超越分離個体が認められている4組合せではM・A両成分では認められない。これらのM・A・J成分の超越分離方向は増加方向(+)である。

SA成分では8組合せで超越分離が認められるが5組合せでは増加方向、2組合せは減少方向(-)、残りの1組合せは両方向(±)である。

SAは4種類のアコニチン系アルカロイドの合計であるから4種類のうちで超越分離が認められる組合せではSAも超越分離になることは予想され、予想通りSAの増加方向(+及び±)の6組合せでは5組合せが4種類のアコニチン系アルカロイドのうち何れか、あるいは複数の成分で増加方向の超越分離している。

しかし、SAの減少方向の3組合せ(-及び±)では4種類のアコニチン系アルカロイドには減少方向の超越分離は認められない。とくに、組合せ番号1のサンワ1号の自家授粉で、減少方向の超越分離個体が13個体も認められていることから、SAが単なる4種類のアコニチン系アルカロイドの合計というだけでなく、4種類の間にか働くものがあるようにおもわれる。例えば、4種の間に関係のあるようなことが生じていないかということである。

また、両親の成分含有量の差が大きいか、言い換えれば両親の階級間の差が大きいかと分離個体の階級の幅が広いのではないかと考えられたので、その関係をみたが、明瞭な差異は認められない。すなわち、組合せ1のJのように両親が同一階級であっても、分離個体

は7階級に分布するものもあれば、組合せ25のAのように両親は5階級も離れているが、分離個体は同一階級である。

つぎに、M、A及びJで超越分離した個体の成分型であるが、アコニチン系アルカロイドを含有する分離成分型が1種類(組合せ番号1、3、10、6及び32、表6の分離型参照)のものと2種類の分離のうちO型を分離するもの(24)を除いた組合せは表8に示される通りである。表にみられるように、組合せ番号27では成分型はⅢj型とⅣ型が分離しているが、その理論分離比は3:1¹⁾で、Mの超越分離したそれぞれの個体数は6個体と1個体、また、AのそれはⅢj型が1個体とⅣ型が0個体で、M及びAともに前述の理論分離比に適合している(Mは $X^2=0.43$ 、Aは $X^2=0.34$ 、ともに $P=0.95\sim 0.50$)。なお、Aの1個体はMでも超越分離している。

組合せ20のMではMを含有しないⅡAJ型とⅢm型は分離せず、Ⅲh型及びⅣ型のみが分離し、超越分離個体はMではⅢh型の2個体とⅣ型の0個体(理論分離比は13:13)、AではⅢh型の1個体と他の3成分型は0個体(理論分離比は3:13:3:13)で、Mは $X^2=2.00$ で $P=0.20\sim 0.10$ 、Aは $X^2=1.47$ で、 $P=0.95\sim 0.50$ で、両者とも理論分離比に適合している。この組合せでもAの1個体はMで超越分離している。

このようなM及びAともに超越分離している個体はすべての分離個体がⅢj型の組合せ6でもみられ、Mで1個体、Aで3個体が超越分離しているなかの1個体は両成分で超越分離している。

以上のように、2組合せのM及びAでは特定の成分型に偏る超越分離は認められなかったが、3組合せで各1個体ずつではあるがM及びA両成分ともに超越分離が認められている。

表6 成分含有量の分離状況

| 組合 番号 | 組 合 せ 名 | 両親の 成分型 | | 分離 個体数 | M (10 µg/g) | | | | | | | | | | H (10 µg/g) | | | | | A (10 µg/g) | | | | | | | | | |
|-------------|-----------------|------------|------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----|-----|-----|----|-----|-------------|-----|----------|----|-----|-------------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|---|--|--|
| | | | | | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | | | | |
| 1 | サンワ1号 自家授粉 | IV | IV | 58 | <u>37</u> | <u>16</u> | 2 | 3 | | | | | | | <u>58</u> | | | | | 27 | 25 | <u>5</u> | 1 | | | | | | |
| 2 | サンワ1号 × オンタケ02 | IV | IV | 22 | <u>16</u> | <u>6</u> | | | | | | | | | <u>22</u> | | | | | <u>11</u> | <u>11</u> | <u>0</u> | | | | | | | |
| 3 | サンワ1号 × 1278 | IV | IIIj | 7 | 4 | <u>2</u> | 1 | <u>0</u> | | | | | | | <u>7</u> | | <u>0</u> | | | 4 | <u>2</u> | 1 | | | | | | | |
| 4 | サンワ1号 × 1300 | IV | IIIj | 67 | <u>33</u> | <u>30</u> | 4 | | | | | | | | <u>57</u> | 10 | <u>0</u> | | | <u>46</u> | <u>20</u> | 1 | | | | | | | |
| 5 | サンワ1号 × 1714 | IV | IIIj | 32 | | 11 | <u>15</u> | 6 | | | | | | | <u>32</u> | | | | | 3 | <u>19</u> | <u>9</u> | 1 | | | | | | |
| 7 | サンワ1号 × ハナ晩生 | IV | IIIj | 13 | 2 | 7 | <u>4</u> | | | | | | | | <u>9</u> | 4 | | | | 8 | <u>5</u> | <u>0</u> | | | | | | | |
| 27 | オンタケ01 × タカネ雑 | IV | IIIj | 14 | <u>0</u> | <u>1</u> | 2 | 4 | 6 | 1 | | | | | <u>14</u> | | <u>0</u> | | | <u>0</u> | <u>1</u> | 7 | 5 | 1 | | | | | |
| 9 | サンワ1号 × 0066 | IV | IIIj | 29 | 4 | <u>20</u> | 4 | <u>1</u> | | | | | | | <u>29</u> | | | | | 12 | <u>14</u> | <u>3</u> | | | | | | | |
| 20 | 0735 × 0734 | IV | IIIh | 62 | <u>34</u> | 21 | 5 | 2 | | | | | | | <u>60</u> | 2 | | | | <u>11</u> | 19 | 13 | <u>15</u> | 2 | 1 | | 1 | | |
| 10 | サンワ1号 × 0659-02 | IV | O | 90 | <u>81</u> | <u>9</u> | | | | | | | | | <u>90</u> | | | | | <u>57</u> | 31 | <u>2</u> | | | | | | | |
| 12 | サンワ1号 × 1520 | IV | O | 61 | <u>57</u> | <u>4</u> | | | | | | | | | <u>61</u> | | | | | <u>47</u> | <u>11</u> | 3 | | | | | | | |
| 13 | サンワ1号 × 1933 | IV | O | 83 | <u>83</u> | <u>0</u> | | | | | | | | | <u>83</u> | | | | | <u>83</u> | <u>0</u> | | | | | | | | |
| 14 | サンワ1号 × 1529 | IV | O | 25 | <u>25</u> | <u>0</u> | | | | | | | | | <u>25</u> | | | | | <u>25</u> | <u>0</u> | | | | | | | | |
| 15 | サンワ1号 × 1519 | IV | O | 99 | <u>91</u> | <u>8</u> | | | | | | | | | <u>98</u> | 1 | | | | <u>70</u> | 21 | <u>8</u> | | | | | | | |
| 16 | サンワ1号 × 0681 | IV | O | 33 | <u>32</u> | <u>1</u> | | | | | | | | | <u>33</u> | | | | | <u>24</u> | <u>6</u> | 3 | | | | | | | |
| 17 | 0198 × 0681 | IV | O | 51 | <u>51</u> | <u>0</u> | | | | | | | | | <u>51</u> | | | | | <u>24</u> | 20 | 4 | 2 | <u>1</u> | | | | | |
| 6 | 1714 自家授粉 | IIIj | IIIj | 17 | | 6 | 4 | <u>4</u> | 1 | 1 | 1 | | | | <u>17</u> | | | | | 4 | <u>5</u> | 5 | | 1 | 2 | | | | |
| 8 | 1714 × ハナ晩生 | IIIj | IIIj | 12 | | 1 | 3 | 5 | <u>2</u> | | 1 | | | | <u>12</u> | | | | | <u>8</u> | <u>3</u> | 1 | | | | | | | |
| 28 | 0065 自家授粉 | IIIj | IIIj | 9 | | | <u>2</u> | 4 | 3 | | | | | | <u>9</u> | | | | | 1 | <u>3</u> | 5 | | | | | | | |
| 22 | 1498 × 厚別02 | IIIj | IIAJ | 36 | <u>36</u> | | | | | | | | | | <u>36</u> | | | | | <u>36</u> | | | | | | | | | |
| 23 | 1498 × 厚別05 | IIIj | IJ | 41 | <u>41</u> | | | | | | | | | | <u>41</u> | | | | | <u>41</u> | | | | | | | | | |
| 24 | 1498 × 1534 | IIIj | O | 57 | <u>57</u> | | | | | | | | | | <u>57</u> | | | | | <u>57</u> | | | | | | | | | |
| 25 | 納豆や × 1944 | IIIh | O | 53 | <u>1</u> | 19 | 19 | <u>11</u> | 2 | 1 | | | | | <u>53</u> | | | | | <u>53</u> | | | | | | <u>0</u> | | | |
| 29 | 1643 × 網走11 | IIIh | O | 45 | <u>45</u> | <u>0</u> | | | | | | | | | <u>45</u> | | | | | <u>40</u> | <u>5</u> | | | | | | | | |
| 30 | 0750 × 北見0993 | IIIh | O | 10 | <u>9</u> | 1 | | | | | | | | | <u>10</u> | | | | | <u>10</u> | | | | | | | | | |
| 18 | 0734 × 0681 | IIIh | O | 35 | <u>35</u> | | | | | | | | | | <u>35</u> | | | | | <u>21</u> | <u>11</u> | 2 | 1 | | | | | | |
| 19 | 0734 × 0680 | IIIh | O | 15 | <u>15</u> | | | | | | | | | | <u>15</u> | | | | | <u>11</u> | 4 | | <u>0</u> | | | | | | |
| 26 | 納豆や × 1527 | IIIh | O | 40 | <u>40</u> | | | <u>0</u> | | | | | | | <u>40</u> | | | | | <u>1</u> | 36 | 3 | | | | <u>0</u> | | | |
| 31 | MAJ-1 × IVO-1 | IIIh | O | 12 | <u>12</u> | | <u>0</u> | | | | | | | | <u>12</u> | | | | | <u>12</u> | | | | | <u>0</u> | | | | |
| 34 | MH-1 × MA-1 | IIMH | IIMA | 23 | 2 | 13 | <u>6</u> | 2 | | | | | | | <u>23</u> | | | | | <u>23</u> | | | | | | | | | |
| 32 | 0040 × 1503 | IIMA | O | 40 | <u>38</u> | 2 | | | | | | | | | <u>40</u> | | | | | <u>39</u> | | 1 | | | | | | | |
| 35 | 天系58 × 天系90 | IM | IM | 73 | 69 | <u>2</u> | <u>1</u> | 1 | | | | | | | <u>73</u> | | | | | <u>71</u> | <u>2</u> | | | | | | | | |
| 33 | 1825 × 1842 | O | O | 107 | <u>107</u> | | | | | | | | | | <u>107</u> | | | | | <u>107</u> | | | | | | | | | |
| 11 | 0684 × 0659-02 | O | O | 7 | <u>7</u> | | | | | | | | | | <u>7</u> | | | | | <u>7</u> | | | | | | | | | |
| 21 | 0680 自家授粉 | O | O | 15 | <u>15</u> | | | | | | | | | | <u>15</u> | | | | | <u>15</u> | | | | | | | | | |
| 導入育種・自然交雑育種 | | | | | 350・250 | | | | | | | | | | 300・250 | | | | | 400・250 | | | | | | | | | |

注：太斜文字は組合せ親が属する階級，下線は両親とも同一階級のもの，□囲みは明らかに親と異なる個体すなわち，M・H・A・TA及びJ・SAの前4者は3階級以上，後2者は4階級以上親より離れている個体。

表7 超越分離した組合せと成分との関係

| 組合 番号 | 組 合 せ 名 | 両親の 成分型 | | 分離個体の成分 | | | |
|----------|-----------------|------------|------|---------|---|---|----|
| | | | | M | A | J | SA |
| 1 | サンワ1号 自家授粉 | IV | IV | ・ | ・ | ・ | ・ |
| 3 | サンワ1号 × 1278 | IV | IIIj | ・ | ・ | ・ | ・ |
| 27 | オンタケ01 × タカネ雑 | IV | IIIj | + | + | ・ | + |
| 20 | 0735 × 0734 | IV | IIIh | + | + | ・ | ± |
| 10 | サンワ1号 × 0659-02 | IV | O | ・ | ・ | + | ・ |
| 17 | 0198 × 0681 | IV | O | ・ | ・ | + | ・ |
| 6 | 1714 自家授粉 | IIIj | IIIj | + | + | ・ | + |
| 24 | 1498 × 1534 | IIIj | O | ・ | ・ | + | + |
| 18 | 0734 × 0681 | IIIh | O | ・ | ・ | + | + |
| 32 | 0040 × 1503 | IIMA | O | ・ | ・ | ・ | + |

注：+は高成分親より，明らかに高成分個体を分離。
 -は低成分親より，明らかに低成分個体を分離。
 ±は高・低成分親より，明らかに高・低成分個体を分離。
 ・は両親の含有量と差がない含有量個体を分離。

| 組合 番号 | J (10 µg/g) | | | | | | | | | | SA (10 µg/g) | | | | | | | | | | TA (1000 µg/g) | | | | | | 分 離 型 | 超 越 有 無 | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----|-----|-----|-----------|--------------|------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------------|-----|-----|----------|-----------|-----------|-------------|------------------|----------|----------|----------|--|--|----|------|------|----|------|--|
| | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 5 | 10 | 15 | | | 20 | 25 | 30 | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 6 | 21 | <u>19</u> | 8 | 2 | 1 | | | | | | <u>2</u> | <u>11</u> | 9 | 19 | 6 | <u>4</u> | 3 | 3 | 1 | | | | | | | | | | | | | IV | ○ | | | | |
| 2 | 2 | <u>9</u> | 7 | <u>3</u> | 1 | | | | | | | | 4 | <u>9</u> | 7 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | IV | | | | | |
| 3 | <u>5</u> | 2 | | <u>0</u> | | | | | | | | | 1 | 3 | 2 | | | <u>1</u> | | | | | | | 1 | <u>4</u> | <u>2</u> | | | | | | | IV | ○ | | | | |
| 4 | <u>5</u> | 31 | <u>24</u> | 6 | 1 | | | | | | | 1 | 10 | <u>18</u> | 13 | <u>15</u> | 6 | 3 | 1 | | | | | <u>0</u> | <u>61</u> | 6 | | | | | | | | IV | | | | | |
| 5 | <u>0</u> | 1 | 9 | 9 | <u>7</u> | 6 | | | | | | | | | 2 | <u>1</u> | 7 | 5 | <u>10</u> | 4 | 3 | | | 4 | <u>18</u> | 10 | | | | | | | | 2 | | | | | |
| 7 | <u>0</u> | 4 | 8 | 1 | | <u>0</u> | | | | | | | | <u>1</u> | 3 | 6 | 2 | 1 | | | | | | <u>0</u> | 1 | <u>10</u> | 2 | | | | | | | IV | | | | | |
| 27 | <u>13</u> | 1 | <u>0</u> | | | | | | | | | | | <u>0</u> | <u>0</u> | 3 | 4 | 5 | 1 | 1 | | | | | <u>12</u> | <u>2</u> | | | | | | | | 2 | ○ | | | | |
| 9 | <u>1</u> | 11 | 16 | <u>1</u> | | | | | | | | | 4 | 2 | 9 | <u>7</u> | 5 | <u>2</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | IV | | | | |
| 20 | 28 | <u>12</u> | <u>8</u> | 8 | 3 | 3 | | | | | | 1 | 7 | 5 | 9 | <u>9</u> | <u>7</u> | 8 | 7 | 3 | 4 | 2 | | | <u>47</u> | <u>15</u> | | | | | | | | | 4 | ○ | | | |
| 10 | <u>0</u> | 2 | 8 | <u>38</u> | 24 | 13 | 4 | 1 | | | | <u>0</u> | 1 | | 7 | 20 | 26 | 19 | <u>11</u> | 4 | 2 | | | | | | | | | | | | | | IV | ○ | | | |
| 12 | <u>24</u> | 33 | <u>4</u> | | | | | | | | | <u>3</u> | 18 | 24 | 9 | 4 | 3 | <u>0</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | | | |
| 13 | <u>83</u> | | | <u>0</u> | | | | | | | | <u>83</u> | | | | | | | <u>0</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | | |
| 14 | <u>23</u> | 2 | | <u>0</u> | | | | | | | | <u>1</u> | 22 | 2 | | | | | <u>0</u> | | | | | | | <u>0</u> | 18 | 7 | | | <u>0</u> | | | | IV | | | | |
| 15 | <u>41</u> | 47 | 10 | <u>1</u> | | | | | | | | <u>7</u> | 26 | 36 | 12 | 9 | 8 | 1 | <u>0</u> | | | | | | <u>3</u> | 53 | 39 | <u>4</u> | | | | | | | 2 | | | | |
| 16 | <u>0</u> | 3 | 12 | <u>14</u> | 4 | | | | | | | <u>0</u> | 1 | 8 | 8 | 9 | 7 | <u>0</u> | | | | | | | <u>30</u> | 3 | | | | | | | | | | 3 | | | |
| 17 | <u>0</u> | | <u>1</u> | 2 | 4 | 12 | 16 | 8 | 6 | 2 | | <u>0</u> | | 1 | 1 | 4 | 11 | 10 | <u>11</u> | 9 | 4 | | | 3 | <u>45</u> | 3 | | | | | | | | | 2 | ○ | | | |
| 6 | <u>17</u> | | | | | | | | | | | | 4 | 2 | 4 | <u>4</u> | | | | 1 | | | 1 | 1 | 1 | <u>10</u> | 6 | | | | | | | | IIIj | ○ | | | |
| 8 | <u>12</u> | | | | | | | | | | | | | | <u>5</u> | 3 | 3 | <u>0</u> | | | | 1 | | | <u>8</u> | 4 | | | | | | | | | | IIIj | | | |
| 28 | <u>9</u> | | | | | | | | | | | | 1 | <u>1</u> | 1 | 2 | 4 | | | | | | | | | 2 | <u>6</u> | 1 | | | | | | | | IIIj | | | |
| 22 | <u>15</u> | 21 | | | | | | | | | | <u>3</u> | 23 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | | |
| 23 | <u>38</u> | 3 | | | | | | | | | | <u>22</u> | 18 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 6 | |
| 24 | <u>32</u> | 10 | 9 | 4 | 2 | | | | | | | <u>32</u> | 10 | 9 | 4 | 2 | | | | | | | | | | 13 | <u>18</u> | <u>15</u> | 11 | | | | | | | | 2 | ○ | |
| 25 | <u>53</u> | <u>0</u> | | | | | | | | | | <u>0</u> | 17 | 19 | 10 | 6 | 1 | | | | | | | | | | 14 | 33 | <u>6</u> | <u>0</u> | | | | | | | 4 | | |
| 29 | <u>40</u> | 4 | 1 | | <u>0</u> | | | | | | | <u>27</u> | 14 | 4 | | | | | | | | | | | | 24 | <u>17</u> | 4 | | | | | | | | | 5 | | |
| 30 | <u>10</u> | <u>0</u> | | | | | | | | | | <u>8</u> | <u>1</u> | 1 | | | | | | | | | | | | 3 | <u>5</u> | <u>2</u> | | | | | | | | | 8 | | |
| 18 | <u>3</u> | <u>11</u> | 10 | 3 | 6 | 1 | 1 | | | | | <u>0</u> | 4 | 6 | 11 | <u>7</u> | 1 | 2 | 3 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | ○ | |
| 19 | <u>6</u> | <u>3</u> | 1 | 2 | 3 | | | | | | | <u>0</u> | 6 | 3 | 1 | 2 | 1 | <u>2</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | |
| 26 | <u>36</u> | <u>4</u> | | | | | | | | | | <u>0</u> | 8 | 27 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | IIIh | |
| 31 | <u>12</u> | <u>0</u> | | | | | | | | | | <u>12</u> | | | | | | | | <u>0</u> | | | | | | <u>0</u> | 6 | 6 | <u>0</u> | | | | | | | | 3 | | |
| 34 | <u>23</u> | | | | | | | | | | | 2 | 12 | <u>7</u> | 2 | | | | | | | | | | | <u>15</u> | 8 | <u>0</u> | | | | | | | | | 5 | | |
| 32 | <u>6</u> | 28 | 6 | | | | | | | | | <u>0</u> | 5 | 23 | 10 | 1 | | 1 | | | | | | | | 17 | <u>23</u> | <u>0</u> | | | | | | | | | IV | ○ | |
| 35 | <u>73</u> | | | | | | | | | | | 68 | <u>2</u> | <u>2</u> | 1 | | | | | | | | | | | 13 | 44 | <u>16</u> | | | | | | | | | 9 | | |
| 33 | <u>107</u> | | | | | | | | | | | <u>107</u> | | | | | | | | | | | | | | 1 | <u>37</u> | <u>59</u> | 10 | | | | | | | | | 0 | |
| 11 | <u>7</u> | | | | | | | | | | | <u>7</u> | | | | | | | | | | | | | | <u>7</u> | | | | | | | | | | | | 0 | |
| 21 | <u>15</u> | | | | | | | | | | | <u>15</u> | | | | | | | | | | | | | | 13 | <u>2</u> | | | | | | | | | | | 0 | |
| 450 · 450 | | | | | | | | | | 700 · 650 | | | | | | | | | | 30 · 60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

注：表の右端の項目の分離型は分離してきた成分型で1種類はローマ数字で成分型を、2種類以上は算用数字で成分型数を示している。超越有無は超越分離した組合せに○印を付している。

表8 成分含有量の超越分離状況と適合性

| 組合せ 番号 | 分離 成分 型 | 理論 分離 比 | 全 分離 数 | 超 越 分 離 個 体 | | | | | X ² 値 | | | | | 確 率 (P) | | | | | |
|-----------|---------------|---------------|--------------|-------------|---|---|----|-----|------------------|------|---|------|------|---------|-------|-------|-------|--------------|--|
| | | | | 増 加 方 向 | | | | 減 少 | 増 加 方 向 | | | | 減 少 | 増 加 方 向 | | | | 減 少 | |
| | | | | M | A | J | SA | | M | A | J | SA | | M | A | J | SA | | |
| 27 | IIIj | 3 | 10 | 6 | 1 | | 2 | | 0.43 | 0.34 | | 0.67 | | 0.95~ | 0.95~ | | 0.50~ | | |
| | IV | 1 | 4 | 1 | 0 | | 0 | | | | | | | 0.50 | 0.50 | | 0.20 | | |
| 20 | IIAJ | 3 | 3 | - | 0 | | 0 | 0 | 2.00 | 1.47 | | 4.67 | 9.67 | 0.20~ | 0.95~ | | 0.20~ | 0.05~ | |
| | IIIh | 13 | 31 | 2 | 1 | | 5 | 0 | | | | | | 0.10 | 0.50 | | 0.10 | | |
| | III m | 3 | 5 | - | 0 | | 0 | 1 | | | | | | | | | | | |
| | IV | 13 | 23 | 0 | 0 | | 1 | 0 | | | | | | | | | | | |
| 17 | IIAJ | 20 | 26 | | | | 13 | | 6.54 | | | | | | | 0.02~ | | | |
| | IIIh | 12 | 25 | | | | 19 | | | | | | | | | 0.01 | | | |
| 18 | IIAJ | 3 | 3 | | | | 1 | 1 | 8.67 | 9.67 | | | | | | | 0.05~ | 0.05~ | |
| | IIIh | 13 | 14 | | | | 0 | 0 | | | | | | | | | 0.02 | 0.02 | |
| | III m | 3 | 4 | | | | 1 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | IV | 13 | 14 | | | | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |

注：減少は減少方向、-は分離しない。

1 個体はJの超越分離個体と同じで予想通りであった。しかし組合せ20のⅢh型の5個体のうちの4個体及びIV型の1個体は個々の成分で超越分離したものではなく、この理由については判らない。

つぎに、SAにおける超越分離個体と成分型との関係であるが、組合せ27ではⅢj：IV型の超越分離個体数は2：0個体 ($X^2=0.67$, $P=0.50\sim0.20$)、組合せ20ではⅡAJ：Ⅲh：Ⅲm：IV型が増加方向で0：5：0：1個体 ($X^2=$

4.67, $P=0.20\sim0.10$)、減少方向で0：0：1：0個体 ($X^2=9.67$, $P=0.05\sim0.02$)である。このように、組合せ27及び20の増加方向の超越分離は理論分離比に適合するが、減少方向の組合せ20のⅢm型は理論数より多い分離である。

また、組合せ18のSAではⅡAJ：Ⅲh：Ⅲm：IV型が1：0：0：0個体で理論分離比に適合せず、Jの分離と同じくⅡAJ型が多い分離である ($X^2=9.67$, $P=0.05\sim0.02$)。

| 組合 番号 | A/SA (%) | | | | | | | | | | I/SA (%) | | | | | | | | | | SA/TA (%) | | | | | | | | | |
|----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|----|----|----|-----|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|----|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----|----|-----|
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| 1 | 3 | 31 | <u>19</u> | 5 | | | | | | | | 1 | 6 | <u>4</u> | 14 | 27 | 6 | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 2 | 1 | 5 | <u>8</u> | 8 | | | | | | | | 2 | 5 | <u>2</u> | 4 | 3 | 5 | 1 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 3 | 4 | <u>0</u> | <u>3</u> | | | | | | | | 0 | 3 | 2 | 1 | <u>1</u> | | | | | | 1 | 5 | <u>1</u> | | | | | | | |
| 4 | <u>8</u> | 39 | <u>19</u> | 1 | | | | | | | 0 | 2 | 4 | 19 | 11 | <u>15</u> | 14 | 2 | | 1 | 10 | 23 | <u>24</u> | 8 | 1 | | | | | |
| 5 | 1 | 12 | <u>15</u> | <u>4</u> | | | | | | | 0 | 0 | 3 | 5 | <u>7</u> | 9 | 5 | 1 | | | | | <u>14</u> | <u>12</u> | 2 | | | 1 | 3 | |
| 7 | 1 | 7 | <u>5</u> | | | | | | | | 0 | 1 | 1 | 5 | <u>4</u> | 2 | | | | | | <u>2</u> | 6 | 4 | <u>1</u> | | | | | |
| 27 | <u>0</u> | | <u>1</u> | 4 | 6 | 3 | | | | | <u>13</u> | | 1 | <u>0</u> | | | | | | | <u>0</u> | 1 | 4 | <u>7</u> | 2 | | | | | |
| 9 | | 8 | <u>20</u> | 1 | | | | | | | 0 | 1 | 5 | 5 | <u>14</u> | 4 | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 20 | 2 | 5 | <u>16</u> | 11 | 10 | <u>12</u> | 4 | 2 | | | 11 | 7 | <u>10</u> | 6 | 8 | <u>10</u> | 8 | 2 | | | 7 | 10 | <u>13</u> | 14 | 15 | 3 | | | | |
| 10 | <u>17</u> | 52 | <u>18</u> | 3 | | | | | | | 0 | | 1 | <u>1</u> | 4 | 27 | 44 | 13 | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 12 | <u>2</u> | 9 | <u>21</u> | 17 | 10 | 2 | | | | | 1 | 2 | 6 | 10 | <u>15</u> | 11 | 9 | 6 | 2 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 13 | <u>79</u> | | <u>0</u> | | | | | | 4 | | <u>76</u> | | | <u>0</u> | | | | | 7 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 14 | <u>0</u> | 1 | <u>10</u> | 13 | | 1 | | | | | 0 | 1 | 1 | 10 | <u>9</u> | 3 | 1 | | | | <u>25</u> | | <u>0</u> | | | | | | | |
| 15 | <u>1</u> | 16 | <u>29</u> | 29 | 17 | 7 | | | | | 0 | 5 | 10 | 15 | <u>17</u> | 18 | 19 | 12 | 3 | | <u>69</u> | 30 | <u>0</u> | | | | | | | |
| 16 | <u>5</u> | 16 | <u>7</u> | 5 | | | | | | | 0 | | | | | <u>4</u> | 4 | 11 | 12 | 2 | <u>0</u> | 9 | 17 | <u>7</u> | | | | | | |
| 17 | <u>19</u> | 21 | 6 | 4 | <u>1</u> | | | | | | <u>0</u> | <u>0</u> | | | | 1 | 5 | 7 | 28 | 10 | <u>0</u> | | | <u>4</u> | 21 | 12 | <u>8</u> | 3 | 2 | 1 |
| 6 | | | <u>8</u> | 9 | | | | | | | <u>17</u> | | | | | | | | | | | 4 | 7 | <u>5</u> | 1 | | | | | |
| 8 | | | <u>3</u> | <u>8</u> | 1 | | | | | | <u>12</u> | | | | | | | | | | | <u>5</u> | <u>4</u> | 1 | 1 | 1 | | | | |
| 28 | | | 6 | <u>2</u> | 1 | | | | | | <u>9</u> | | | | | | | | | | | 2 | <u>4</u> | 2 | 1 | | | | | |
| 22 | <u>21</u> | 4 | 11 | | | | | | 0 | | <u>0</u> | | | | | 4 | 15 | 7 | 9 | <u>1</u> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 23 | <u>19</u> | 17 | 5 | | | | | | 0 | | <u>8</u> | 2 | 4 | 7 | 3 | 7 | 5 | 5 | | <u>0</u> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 24 | <u>57</u> | | | | | | | | 0 | | <u>57</u> | | | | | | | | | | | <u>45</u> | 12 | | | | | | | |
| 25 | <u>52</u> | 1 | | | | 0 | | | | | <u>53</u> | 0 | | | | | | | | | <u>22</u> | 29 | 2 | <u>0</u> | | | | | | |
| 29 | <u>12</u> | <u>18</u> | 6 | 7 | 2 | | | | | | <u>2</u> | | 1 | 3 | 7 | 8 | <u>11</u> | 9 | 4 | | <u>40</u> | 5 | <u>0</u> | | | | | | | |
| 30 | <u>9</u> | | 1 | | | | | | | | <u>10</u> | | | | | | | | <u>0</u> | | | <u>9</u> | 1 | | | | | | | |
| 18 | <u>1</u> | 4 | 15 | 11 | <u>4</u> | | | | | | 0 | | 0 | 6 | 8 | 7 | 11 | 3 | | 0 | 10 | <u>14</u> | 6 | 3 | | <u>2</u> | | | | |
| 19 | <u>0</u> | 5 | 7 | 2 | | <u>1</u> | | | | | 0 | <u>0</u> | 1 | 1 | 1 | 4 | 7 | 1 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 26 | <u>0</u> | | | 4 | <u>9</u> | 20 | 7 | | | | <u>8</u> | <u>18</u> | 7 | 7 | | | | | | | <u>29</u> | 11 | <u>0</u> | | | | | | | |
| 31 | <u>7</u> | | 1 | | <u>0</u> | | | | | | <u>11</u> | <u>1</u> | | | | | | | | | <u>12</u> | | <u>0</u> | | | | | | | |
| 34 | <u>23</u> | | | | | | | | | | <u>23</u> | | | | | | | | | | | <u>13</u> | <u>10</u> | | | | | | | |
| 32 | <u>0</u> | 19 | 18 | 3 | | | | | | | <u>0</u> | | 4 | 8 | 12 | 12 | 3 | 1 | | | <u>8</u> | <u>29</u> | 3 | | | | | | | |
| 35 | <u>69</u> | 1 | | 2 | 1 | | | | | | <u>70</u> | 1 | 1 | 1 | | | | | | | <u>69</u> | <u>3</u> | 1 | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

注：-は分析していない。分離成分型は分離してきた成分数で1種類はローマ数字で成分型を、2種類以上は算用数字で成分型数を示している。超越の有無の●はO型を分離、○は分離成分型が1種類、◎は2種類以上を表している。

このように、これらの組合せではM及びAの超越分離個体の成分型には偏りは認められなかったが、JではIIAJ型、IIIh型あるいはIII m型に偏る組合せが認められている。このような偏りは何か判らないが、IIAJ型とIII m型に起こっていることは、IIIh型はMAJを、III m型はHAJを含有していることから、AとJとの関係から生じているものと推測している。

(2) 相対成分比率の分離状況

つぎに、相対成分比率であるが、表9に示される通りである。成分含有量の場合と同じように四角(□)で囲った個体は両親と明らかに相対成分比率が異なる個体である。すなわち、相対成分比率M/SA、H/SA、A/SA及びJ/SAは3階級以上、SA/TAは4階級以上⁶⁾ 離れている個体が、いわゆる超越分離個体である。

35組合せ中14組合せは両親の間の範囲の分離であるが、21組合せ(◎○●)では何れかの成分で超越分離個体が認められている。M/SAでは6組合せが増加方向、1組合せが減少方向(組合せ番号35)の超越分離である。他の4相対成分比率は増加方向でH/SAでは3

組合せ、A/SAでは9組合せ、J/SAでは13組合せ、SA/TAでは2組合せに超越分離個体が認められている。

相対成分比率の超越分離個体と成分型の関係であるが、超越分離したなかで分離成分型が1種類(超越有無欄で○)の5組合せ及びA型を分離している5組合せ(●)を除いた11組合せ(◎)について検討した結果は表10に示される通りである。

表10にみられるように、11組合せの17超越分離のうち14超越分離には偏りは認められなかったが、3超越分離では偏りが認められている。それらは組合せ5及び同15のJ/SAの分離並びに同18のSA/TAの分離で、3者ともIV型の分離個体数が理論数より減少していることで一致している。

(2) 相対成分比率型の分離状況

つぎに、相対成分比率型であるが分離成分型別に表11-1~11に示した。

表11-1に示すIV型の分離は35組合せのうち21組合せに認められ、16成分型のなかで、組合せ数が最も多かった。21組合せ全体でみる

表10 相対成分比率の超越分離状況と適合性

| 組合せ番号 | 分離成分型 | 理論比* | SAに対する | | | | SA/TA | X ² 値** | 確率(P)** |
|-------|-------|------|--------|---|---|----|-------|--------------------|------------------|
| | | | M | H | A | J | | | |
| 5 | IIIh | 3 | | | | 1 | 1 | 4.34 | 0.05~0.02 |
| | IV | 13 | | | | 0 | 3 | 0.11 | 0.95~0.50 |
| 27 | IIIj | 3 | 7 | | 3 | | | 0.14 | 0.95~0.50 |
| | IV | 1 | 3 | 0 | | | | 1.00 | 0.50~0.20 |
| 20 | IIAJ | 3 | - | - | | | | | |
| | IIIh | 13 | 0 | - | | | | 1.00 | 0.50~0.20 |
| | III m | 3 | - | 0 | | | | 0.24 | 0.95~0.50 |
| | IV | 13 | 1 | 1 | | | | | |
| 12 | IIAJ | 3 | | | 0 | 0 | | 0.62 | 0.95~0.50 |
| | IIIh | 12 | | | 0 | 2 | | 0.72 | 0.95~0.50 |
| | IV | 49 | | | 2 | 5 | | | |
| 15 | IIIh | 3 | | | 0 | 8 | | 1.62 | 0.50~0.20 |
| | IV | 13 | | | 7 | 7 | | 11.78 | <0.001 |
| 16 | IIAJ | 3 | | | | 1 | | | |
| | IIIh | 12 | | | | 13 | | 2.48 | 0.50~0.20 |
| | IV | 1 | | | | 0 | | | |
| 17 | IIAJ | 20 | | | | 26 | | 2.89 | 0.10~0.05 |
| | IIIh | 12 | | | | 25 | | | |

注：*：理論比は理論分離比、-は分離せず、**X²値及び確率の欄の上段は同左SAに対する各成分の左の分離値、下段は右の分離値。

| 組合せ番号 | 分離成分型 | 理論比* | SAに対する | | | | SA/TA | X ² 値** | 確率(P)** |
|-------|-------|------|--------|---|---|----|-------|--------------------|------------------|
| | | | M | H | A | J | | | |
| 23 | IM | 4 | 4 | | | | | | |
| | IIMH | 2 | 1 | | | | | | |
| | IIMJ | 1 | 1 | | | | | 3.25 | 0.95~0.50 |
| | IIIa | 1 | 1 | | | | | | |
| | IIIh | 4 | 3 | | | | | | |
| 25 | IV | 20 | 8 | | | | | | |
| | IM | 1 | 3 | | | | | | |
| | IIMH | 2 | 13 | | | | | 4.63 | 0.50~0.20 |
| | IIMA | 1 | 4 | | | | | | |
| 18 | IIIj | 4 | 33 | | | | | | |
| | IIAJ | 3 | | | | 3 | 1 | | |
| | IIIh | 13 | | | | 11 | 0 | 4.21 | 0.50~0.20 |
| | III m | 3 | | | | 3 | 1 | 8.67 | 0.05~0.02 |
| 19 | IV | 13 | | | | 4 | 0 | | |
| | IIAJ | 3 | | | | 1 | | | |
| | IIIh | 13 | | | | 6 | | 1.46 | 0.95~0.50 |
| | III m | 3 | | | | 0 | | | |
| 19 | IV | 13 | | | | 6 | | | |

表11-1 人工交雑後代の相対成分比率型の分離 -IV型-

| 分離成分型 | 組合せ番号 | 両親成分型 | | 分離個体数 | 相 対 成 分 比 率 型 | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|-------|------|-------|---------------|---|---|----|-----|-----|----|----|-----|---|----|----|---|----|----|----|
| | | | | | 番号 | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ | ⑩ | ⑪ | ⑫ | ⑬ | ⑭ | ⑮ |
| | | | | | M | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| H | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| A | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | | |
| J | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | | |
| IV | 1 | IV | IV | 58 | | | | 7 | 1 | | | 45 | | 1 | 2 | | | 2 | | |
| | 2 | IV | IV | 22 | | | | 6 | 2 | | 1 | 10 | | 1 | 1 | | | 1 | | |
| | 3 | IV | IIIj | 7 | | | | | | 1 | 1 | 2 | | 2 | | | | 1 | | |
| | 4 | IV | IIIj | 67 | | | | 7 | 7 | 1 | | 43 | | | 2 | | | | 7 | |
| | 5 | IV | IIIj | 22 | | | | | 4 | | 1 | 14 | | | 3 | | | | | |
| | 7 | IV | IIIj | 13 | | | | | 2 | | | 8 | | | 1 | | 1 | | 1 | |
| | 27 | IV | IIIj | 4 | | | | | | | | | | | 3 | | | | 1 | |
| | 9 | IV | IIIj | 29 | | | | | 5 | | | 19 | | | 4 | | | | 1 | |
| | 20 | IV | IIIh | 23 | | | | | | | 8 | 7 | | 2 | | 1 | | 4 | 1 | |
| | 10 | IV | O | 90 | | | | 67 | | | | 22 | | | | | | | 1 | |
| | 12 | IV | O | 49 | | | | 6 | | | 12 | 20 | | | | | | | 11 | |
| | 14 | IV | O | 25 | | | | | | | 5 | 14 | | | | | | 5 | 1 | |
| | 15 | IV | O | 83 | | | | 10 | | | 20 | 33 | | 1 | | | | 18 | 1 | |
| | 16 | IV | O | 2 | | | | | | | | 2 | | | | | | | | |
| | 22 | IIIj | IIAJ | 10 | | | | 6 | | | | 4 | | | | | | | | |
| | 23 | IIIj | IJ | 26 | | | | 5 | 5 | | | 6 | | | 9 | | | | | |
| | 29 | IIIh | O | 1 | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| | 18 | IIIh | O | 14 | | | | 3 | | | | 5 | | | | | | | 6 | |
| 19 | IIIh | O | 8 | | | | 3 | | | | 4 | | | | | | | 1 | | |
| 32 | II MA | O | 40 | | | | 5 | | | | 34 | | | | | | | 1 | | |
| 35 | IM | IM | 2 | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | |
| 導入・自然* 合計 | | | | 897 | | 7 | 0 | 1 | 86 | 92 | 22 | 38 | 473 | 6 | 47 | 39 | 0 | 8 | 44 | 31 |
| | | | | 1489 | | 8 | 0 | 1 | 212 | 118 | 24 | 88 | 765 | 6 | 57 | 61 | 1 | 9 | 94 | 45 |

注：導入・自然*は導入 育種・自然交雑育種合計系統数

と導入育種・自然交雑育種では分離が認められなかった⑫1:2:2:1型は認められたが、②1:3:1:1型は認められなかった。

これは、表6及び表9にみられるように、組合せ親のH成分含有量あるいはH/SAが他の3成分に比べていずれも低いいため、この②型が分離しにくかったものと考えられる。

導入育種及び自然交雑育種で多い⑧型及び④型の分離個体が多く認められる。なお、個々の組合せに特別な傾向は認められない。このようにIV型では15相対成分比率型のうち14成分型が育成されたことになる。

つぎに、表11-2のIII m型であるが3組合せで分離が認められ、5つの相対成分比率型を分離して、そのうちの⑥型及び⑦型は新規の分離で、これによって9相対成分比率型のう

表11-2 相対成分比率型の分離 -III m型-

| 番号 | 両親成分型 | | 個体数 | 相 対 成 分 比 率 型* | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|------|-----|----------------|---|----|---|---|----|---|---|---|--|--|---|
| | | | | ② | ③ | ④ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑫ | ⑬ | ⑭ | | | |
| 20 | IV | IIIh | 5 | | | | 1 | | 1 | 3 | | | | | |
| 18 | IIIh | O | 4 | | | | 2 | | | | | | | | 2 |
| 31 | IIIh | O | 1 | | | | | | 1 | | | | | | |
| 導入・自然* | | | 22 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 8 | 0 | 1 | 1 | | | |
| 合計 | | | 32 | 0 | 0 | 15 | 1 | 1 | 11 | 0 | 1 | 3 | | | |

注：相対成分比率型*の①～⑮はIV型の表11-1参照、

例えば②は3111型、以下表11シリーズと同じ。

ち、6相対成分比率型が見出されたことになる。

表11-3のIII h型であるが13組合せで分離が認められ、③型が新規に分離している。全体的にみて既存のもので多い④型及び⑧型が多く分離している。これはIV型と同じ傾向で、個々の組合せでもIV型と同じように特別な傾向は認められない。III h型では9相対成分比率型すべてが見出されたことになる。

表11-4のⅢa型は前報¹⁾で報告したように、人工交雑育種ではじめて認められたもので、それらの相対成分比率型は①型及び④型である。まだ7相対成分比率型は認められない。

表11-5のⅢj型であるが、すでに9相対成分型が認められるが、既存のものに比較的少ない①型にかなり多くの分離個体が認められたが、同様に少ない③型及び⑦型に分離する個体は認められない。既存の分離で多い⑤型及び⑩型の分離が多い。

つぎに、表11-6のⅡAJ型であるが7組合せで認められ、新規に③型が分離して、5相対成分比率型のすべてを満たしたことになる。

表11-7のⅡMA型は3組合せで認められるが、分離個体は①の相対成分比率型だけであるが、既存のものでは1系統しか認められていなかったが3組合せで9個体も分離している。なお、⑤及び⑦型は見出されていない。

表11-8のⅡMJ型も3組合せで認められるが、Ⅲa型と同様に人工交雑で初めて見出されたものでそれらは①、④及び⑩型で、⑤及び⑧型は見出されていない。

表11-9のⅡMH型であるが5組合せで認められ、それらはすべて①型である。ⅡMH型でも相対成分比率型の⑤及び⑥は見出されていない。

つぎに、I型及びO型であるが、複数の成分を含有しているⅡ型、Ⅲ型及びⅣ型では含有量に関わる遺伝子が相対成分比率型の決定に関与しているが、これらのI型及びO型の相対成分比率型は成分型を決める質的遺伝子により決定されているものと考えられる。言い換えれば、同一相対成分比率型内の含有量の違いに含有量に関わる遺伝子が関与するだけである。前報では組合せ別に成分型の分離状況を示したが、表11-10～11には成分型別に示している。

表にみられるようにIJ型及びIA型では各

表11-3 相対成分比率型の分離 -Ⅲh型-

| 番号 | 両親成分型 | | 個体数 | 相 対 成 分 比 率 型* | | | | | | | | | | |
|--------|-------|-----|-----|----------------|----|-----|----|----|-----|----|----|----|----|--|
| | | | | ① | ③ | ④ | ⑤ | ⑦ | ⑧ | ⑩ | ⑪ | ⑫ | | |
| 5 | IV | Ⅲj | 10 | | | 1 | | | 7 | | 2 | | | |
| 20 | IV | Ⅲh | 31 | | 3 | | | 9 | 5 | 3 | | | 11 | |
| 12 | IV | O | 11 | | | 4 | | | 7 | | | | | |
| 15 | IV | O | 16 | | | 8 | | | 7 | | | | 1 | |
| 16 | IV | O | 30 | | | 17 | | | 10 | | | | 3 | |
| 17 | IV | O | 25 | | | 25 | | | | | | | | |
| 22 | Ⅲj | ⅡAJ | 18 | | | 7 | | | 11 | | | | | |
| 23 | Ⅲj | IJ | 7 | 2 | | 3 | | | | | | 2 | | |
| 29 | Ⅲh | O | 34 | | | 9 | 1 | | 19 | | 2 | 3 | | |
| 18 | Ⅲh | O | 14 | | | 10 | | | 2 | | | | 2 | |
| 19 | Ⅲh | O | 6 | | | 5 | | | 1 | | | | | |
| 26 | Ⅲh | O | 40 | | | 9 | | | 31 | | | | | |
| 35 | IM | IM | 1 | | | | | | | | | | 1 | |
| 導入・自然* | | | 170 | 1 | 0 | 72 | 9 | 9 | 57 | 7 | 7 | 8 | | |
| 合 計 | | | 413 | 3 | 12 | 161 | 10 | 49 | 126 | 10 | 13 | 29 | | |

表11-4 相対成分比率型の分離 -Ⅲa型-

| 番号 | 両親成分型 | | 個体数 | 相 対 成 分 比 率 型* | | | | | | | | | | |
|--------|-------|-----|-----|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| | | | | ① | ② | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑧ | ⑨ | ⑪ | ⑬ | | |
| 22 | Ⅲj | ⅡAJ | 4 | | | 4 | | | | | | | | |
| 23 | Ⅲj | IJ | 1 | 1 | | | | | | | | | | |
| 導入・自然* | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 合 計 | | | 5 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

表11-5 相対成分比率型の分離 -Ⅲj型-

| 番号 | 両親成分型 | | 個体数 | 相 対 成 分 比 率 型* | | | | | | | | | | |
|--------|-------|-----|-----|----------------|----|----|-----|----|----|----|-----|----|--|--|
| | | | | ① | ② | ③ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑨ | ⑩ | ⑫ | | |
| 27 | IV | Ⅲj | 10 | | | | 1 | | | | | 9 | | |
| 6 | Ⅲj | Ⅲj | 17 | 1 | | | 1 | | | | | 15 | | |
| 8 | Ⅲj | Ⅲj | 12 | 3 | | | 3 | | | | | 6 | | |
| 28 | Ⅲj | Ⅲj | 9 | | | | 6 | | | | | 3 | | |
| 25 | Ⅲh | O | 33 | 33 | | | | | | | | | | |
| 30 | Ⅲh | O | 1 | | | | 1 | | | | | | | |
| 34 | ⅡMH | ⅡMA | 1 | 1 | | | | | | | | | | |
| 導入・自然* | | | 678 | 13 | 59 | 13 | 227 | 52 | 10 | 71 | 232 | 1 | | |
| 合 計 | | | 761 | 51 | 59 | 13 | 239 | 52 | 10 | 71 | 265 | 1 | | |

表 11-9 相対成分比率型の分離-ⅡMH型-

| 番号 | 両親成分型 | | 個体数 | 相 対 成 分 比 率 型* | | | | |
|--------|-------|-----|-----|----------------|---|---|---|---|
| | | | | ① | ② | ⑤ | ⑥ | ⑨ |
| 23 | Ⅲj | IJ | 1 | 1 | | | | |
| 25 | Ⅲh | O | 13 | 13 | | | | |
| 30 | Ⅲh | O | 2 | 2 | | | | |
| 34 | ⅡMH | ⅡMA | 4 | 4 | | | | |
| 35 | IM | IM | 6 | 6 | | | | |
| 導入・自然* | | | 16 | 8 | 5 | 0 | 0 | 3 |
| 合 計 | | | 42 | 34 | 5 | 0 | 0 | 3 |

2組合せ, I M型では5組合せ, I H型では1組合せでそれぞれの成分型が見出されている。

I型は導入育種ではI A型及びI J型が4個体及び3個体であったが, 自然交雑育種の外国種から60個体ものI A型が分離して, また人工交雑育種から, I M型及びI H型が新しく分離して, その個体数もそれぞれ79個体及び15個体となり, 第1段階として各成分型別に10系統以上の育成を目標としていたことが, I型では達成された(表5参照)。

O型の分離は35組合せ中19組合せにO型が両親あるいは片親として用いられているうちの約半数の8組合せで認められている。このように, O型は少なくとも片親がO型である場合だけに分離してくるものと考えていたが, 育成種のI M同士の組合せからも生じることは考えられないことであった。また, O型にはアコニチン系アルカロイドの含有量に関わる遺伝子が隠されているような分離も認められたことから, アコニチン系アルカロイド含有量に関わる母本として優良な育種材料であることもわかった。

成分含有量のような連続変異をする分離の遺伝解析には本試験での供試個体数は少なく, これら35組合せの試験からは量的遺伝の解析はできないが, 両親間の隔たり内の分離だけでなく, 超越分離が認められたことは, これからさらに高成分育種を進めていく上の情報として貴重なものであった。それも高成分系統同士の交雑からでなく, 低成分系統同士の交雑から生起していることは, 組合せ親として高成分系統だけでなく低成分系統も用いることができるということで, 育種材料の幅が広がり, 育種にとって大変有利なことである。

以上のように, 成分含有量の分離はH及びTAでは両親の隔たりの間に, また, M, A及びJではほとんどの組合せでは両親の隔たりの間

表11-6 相対成分比率型の分離 - II AJ型 -

| 番号 | 両親成分型 | 個体数 | 相対成分比率型* | | | | |
|--------|---------|-----|----------|----|---|---|----|
| | | | ③ | ④ | ⑦ | ⑧ | ⑩ |
| 20 | IV IIIh | 3 | 1 | 1 | | | 1 |
| 12 | IV O | 1 | 1 | | | | |
| 16 | IV O | 1 | 1 | | | | |
| 17 | IV O | 26 | | 22 | | | 4 |
| 29 | IIIh O | 5 | | 2 | | | 3 |
| 18 | IIIh O | 3 | | 3 | | | |
| 19 | IIIh O | 1 | | | | | 1 |
| 導入・自然* | | 42 | 0 | 31 | 1 | 2 | 8 |
| 合計 | | 82 | 1 | 61 | 1 | 2 | 17 |

表11-7 相対成分比率型の分離 - II MA型 -

| 番号 | 両親成分型 | 個体数 | 相対成分比率型* | | | | |
|--------|-----------|-----|----------|----|---|---|---|
| | | | ① | ③ | ⑤ | ⑦ | ⑩ |
| 25 | IIIh O | 4 | 4 | | | | |
| 34 | IIMH IIMH | 2 | 2 | | | | |
| 35 | IM IM | 3 | 3 | | | | |
| 導入・自然* | | 25 | 1 | 18 | 0 | 0 | 6 |
| 合計 | | 34 | 10 | 18 | 0 | 0 | 6 |

表11-8 相対成分比率型の分離 - II MJ型 -

| 番号 | 両親成分型 | 個体数 | 相対成分比率型* | | | | |
|--------|------------|-----|----------|---|---|---|---|
| | | | ① | ④ | ⑤ | ⑧ | ⑩ |
| 22 | IIIj II AJ | 4 | | 4 | | | |
| 23 | IIIj IJ | 2 | 1 | | | | 1 |
| 29 | IIIh O | 3 | | 3 | | | |
| 導入・自然* | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 合計 | | 9 | 1 | 7 | 0 | 0 | 1 |

表11-10 相対成分比率型の分離 - I J・I A型 -

| 成分型 | 番号 | 両親成分型 | 比率 | 成分型 | 番号 | 両親成分型 | 比率 |
|-----|--------|--------|----|-----|--------|--------|----|
| | | | | | | | |
| I J | 13 | IV O | 7 | I A | 13 | IV O | 4 |
| | 24 | IIIj O | 28 | | 31 | IIIh O | 4 |
| | 導入・自然* | | 3 | | 導入・自然* | | 64 |
| | 合計 | | 38 | | 合計 | | 72 |

表11-11 相対成分比率型の分離 - I M・I H・O型 -

| 成分型 | 番号 | 両親成分型 | 比率 | 成分型 | 番号 | 両親成分型 | 比率 |
|-----|--------|-----------|----|-----|--------|--------|-----|
| | | | | | | | |
| I M | 25 | IIIh O | 3 | O | 13 | IV O | 57 |
| | 30 | IIIh O | 3 | | 24 | IIIj O | 29 |
| | 34 | IIMH IIMH | 16 | | 29 | IIIh O | 2 |
| | 35 | IM IM | 53 | | 30 | IIIh O | 4 |
| | 23 | IIIj IJ | 4 | | 31 | IIIh O | 7 |
| | 導入・自然* | | 0 | | 35 | IM IM | 8 |
| 合計 | | 79 | 33 | | O O | 107 | |
| I H | 13 | IV O | 15 | | 11 | O O | 7 |
| | 導入・自然* | | 0 | | 21 | O O | 15 |
| | 合計 | | 15 | | 導入・自然* | | 411 |
| | | | | | 合計 | | 647 |

注: 成分型は分離成分型, 比率は相対成分比率型, 番号は組合せ番号。

の分離であるが、なかには超越分離する組合せも認められている。また、Jでは超越分離した個体が導入育種あるいは自然交雑育種で得られている最高含有量をしのぐ個体が人工交雑育種で得られている。

これらのことから、超越分離が認められていない成分型あるいはそれらが既存の最高成分型に及ばない成分型でも、さらに高含有量の個体を得る可能性があるものと考えられる。

すなわち、高成分含有量を育種目標とする場合、低成分含有量の育種材料も役立つということである。さらに、言い換えれば、現在の表現型だけで遺伝資源の保存を判断してはならないということでもある。これは、含まれていない成分型のなかに、含まれていない成分含有量を高める遺伝子が隠されているということである。

例えば、IM型のなかにAを高める遺伝子があるというようなことである。

つぎに、相対成分比率は表9にみられるように10%~100%階級まで認められているこ

とから、望みの比率の育種が可能であると考えられる。その場合、成分含有量の場合と同じように、超越分離が認められることから、両親の隔たりのなかに、育種目標の相対成分比率を含まない両親からも、育種目標にかなうものが分離してくる可能性があるものと考えられる。

先の報告³⁾に成分型と相対成分比率型を組合せた86種類の系統を育種目標としてかかげた。導入育種ではそのうちの39種類の系統を見出すことができた。その後、自然交雑育種及び人工交雑育種で見出されたものを含めた3育種で得られた成分型と相対成分比率型を整理して表12に示した。

表12にみられるように16種類の成分型ではIIHA及びIIHJが見出されていないが、15種類の相対成分比率型はすべて見出されている。しかし、成分型と相対成分比率型との組合せた86種類のうち27種類は見出されていない。見出されていない2種類の成分型と27種類の成分型と相対成分比率型との組合せの系統が

表12 導入育種、自然交雑育種及び人工交雑育種の系統育成状況

| 記号 | 成分型 | | | | | | | | | | | | | | | | 系統数 | ○ | △ | × | 計 | | | | | | |
|-----|-----|---|---|---|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|-----|---|----|-----|---|-----|----|------|------|-----|----|----|----|---|
| | 記号 | | | | 成分 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | M | H | A | J | O | I | | | | II | | | | III | | | | | | | | IV | | | | | |
| | | | | | M | H | A | J | MH | MA | MJ | HA | HJ | AJ | j | a | h | m | | | | | | | | | |
| ① | 3 | 1 | 1 | 1 | | ○ | | | | ○ | ○ | △ | | | | ○ | △ | △ | | △ | 187 | 4 | 4 | 0 | 8 | | |
| ② | 1 | 3 | 1 | 1 | | | ○ | | | △ | | | | × | × | | ○ | × | | × | × | 79 | 2 | 1 | 5 | 8 | |
| ③ | 1 | 1 | 3 | 1 | | | | ○ | | | ○ | | | × | | △ | ○ | | ○ | × | △ | 117 | 4 | 2 | 2 | 8 | |
| ④ | 1 | 1 | 1 | 3 | | | | ○ | | | △ | | | × | ○ | | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | 498 | 5 | 2 | 1 | 8 | |
| ⑤ | 2 | 1 | 1 | 1 | | | | | | × | × | × | | | | | ○ | × | ○ | ○ | ○ | 367 | 3 | 0 | 4 | 7 | |
| ⑥ | 1 | 2 | 1 | 1 | | | | | | × | | | | × | × | | ○ | × | | △ | ○ | 77 | 2 | 1 | 4 | 7 | |
| ⑦ | 1 | 1 | 2 | 1 | | | | | | | | | | × | | × | △ | ○ | | ○ | △ | ○ | 149 | 3 | 2 | 2 | 7 |
| ⑧ | 1 | 1 | 1 | 2 | | | | | | | | | | × | | × | △ | | × | ○ | ○ | ○ | 904 | 3 | 1 | 3 | 7 |
| ⑨ | 2 | 2 | 1 | 1 | | | | | | △ | | | | | | | ○ | × | | | △ | 80 | 1 | 2 | 1 | 4 | |
| ⑩ | 2 | 1 | 2 | 1 | | | | | | | △ | | | | | | ○ | | ○ | | ○ | 338 | 3 | 1 | 0 | 4 | |
| ⑪ | 2 | 1 | 1 | 2 | | | | | | | | △ | | | | | | × | ○ | | ○ | 75 | 2 | 1 | 1 | 4 | |
| ⑫ | 1 | 2 | 2 | 1 | | | | | | | | | | × | | | △ | | | × | △ | 6 | 0 | 2 | 2 | 4 | |
| ⑬ | 1 | 2 | 1 | 2 | | | | | | | | | | | × | | | × | | △ | ○ | 24 | 1 | 1 | 2 | 4 | |
| ⑭ | 1 | 1 | 2 | 2 | | | | | | | | | | | | ○ | | | ○ | △ | ○ | 131 | 3 | 1 | 0 | 4 | |
| ⑮ | 1 | 1 | 1 | 1 | | ○ | | | | | | | | | | | | | | ○ | ○ | 686 | 2 | 0 | 0 | 2 | |
| 系統数 | | | | | | 647 | 79 | 15 | 72 | 38 | 42 | 34 | 9 | 0 | 0 | 82 | 761 | 5 | 413 | 32 | 1489 | 3718 | 38 | 21 | 27 | 86 | |

注：導入育種、自然交雑育種及び人工交配育種で得られた系統数、○は10個体以上、△は9個体以下、×はなし。

育成できるかどうかであるが、つぎのように考えている。

まず、成分型であるが未発見のⅡHA及びⅡHJのうちⅡHAは組合せ30の試験個体数が10個体（前報¹⁾表1）と少なかったため分離は認められなかったが、組合せ30の理論分離比（前報¹⁾表4-2）に2/32の割合で分離しているためⅡHA型を育成できるものと考えられる。

つぎに、ⅡHJ型であるが、組合せ13から理論的に分離するⅠH型（理論分離比16/64）とⅠJ（4/64）のうちの、遺伝子型 *Mes1 Mes2 Hyp2 Hyp2Aco1Aco2Jes1Jes2r1R1r2r2r3r3r4R4uuiiQq*（ⅠH型）と *Mes1 Mes2 Hyp1 Hyp2 Aco1 Aco2 Jes2 Jes2r 1R1r 2r2r3r3r 4R4uui iQq*（ⅠJ型）の机上での交雑からⅡHJ型が分離する。また、この組合せからⅡHA型が分離するので、ⅡHA型及びⅡHJ型は育成できるものと考えている。

さらに、前述した見いだされていない27種類の成分型と相対成分比率型との組合せも4相対成分比率が10%から100%階級まで分離していることから、27種類の系統も育成できるものと考えている。Jの1種類だけであったが成分含有量に導入育種・自然交雑育種で得られている最高含有量をしのぐ超越分離が認められたことから、他の4成分の超越分離個体も存在するのではないかと期待している。

謝 辞

材料収集及び特性調査などは当研究所の岡田浩明博士をはじめ、当研究所に勤務した多くの研究員の業績であり、感謝致します。

引用文献

- 1) 川口數美, 石崎昌洋, 薬用植物研究, 35(1), 11-23 (2013)
- 2) 川口數美, 石崎昌洋, 薬用植物研究, 33(2), 14-20 (2011)
- 3) 岡田浩明, 川口數美, 生薬学雑誌, 58(2), 49-54, (2004)
- 4) 川口數美, 石崎昌洋, 薬用植物研究, 34(2), 19-31(2013)
- 5) 川口數美, 石崎昌洋, 薬用植物研究, 34(1), 4-14 (2012)
- 6) 川口數美, 石崎昌洋, 薬用植物研究, 34(1), 15-23 (2012)

生薬の調製中における希エタノールエキス及び糖含量の増加 2

Increase of Dilute Ethanol-soluble Extract and Sugar Contents during Preparation Process (Part 2)

姉 帯 正 樹

北海道立衛生研究所

〒060-0819 札幌市北区北19条西12丁目

Masaki Anetai

Hokkaido Institute of Public Health

Kita-19, Nishi-12, Kita-ku, Sapporo 060-0819 Japan

2013年4月10日受付

川 芎

1. 湯通しと希エタノールエキス含量

川芎はセンキュウ *Cnidium officinale* (セリ科) の根茎 (写真1) から調製される生薬で、その調製加工工程において湯に浸けてから乾燥されるのが大きな特徴である。湯通しを行った川芎の希エタノールエキス含量は自然乾燥 (生干し) 品より低い値を示すことが知られ、この原因は湯通しによってデンプンが糊化し、水溶性成分が溶出しづらくなるためと長い間考えられてきた。¹⁾

しかし、前回報告した当帰などの調製法と成分に関する研究から、その多少は糖含量に起因すると推察された。実際、市場品15試料について、その希エタノールエキス及びシヨ糖含量を比較したところ、両含量間には高い正の相関 ($r=0.979$) が認められた。²⁾

2. シヨ糖の増加と湯通しの意義

水洗した根茎を6週間自然乾燥してその間の希エタノールエキス及びシヨ糖含量の経時変化を調べたところ、図1に示すようにシヨ糖が経時的に増加し、それに伴って希エタノールエキス含量も増加した。両含量間には非常に高い正の相関 ($r=0.998$, $n=7$) が認



写真1 センキュウの地下部 (1998年12月7日)

められ、シヨ糖の増加量がほぼそのまま希エタノールエキス含量の増加量となっていることが明らかになった。²⁾

自然乾燥した川芎は柔らかく保存性が悪いことが知られているが、上記の実験結果から、その原因は増加したシヨ糖に起因することが示唆された。保存性の良い川芎は伝統的な方法である湯通しが施された製品で、硬くて両含量は低い傾向にあった。湯通しは酵素を失活させてシヨ糖の増加を防ぐと同時に、デンプンを糊化させるため乾燥が容易になり、その結果として硬くて保存性が良くなると考えられた。²⁾

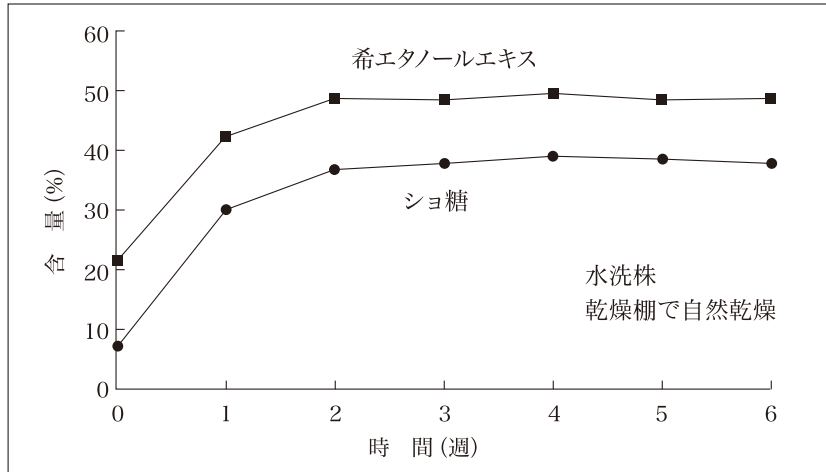


図1 センキュウ生根茎中の希エタノールエキス及びショ糖含量の経時変化

3. 湯通し温度と品質

湯通しを40℃で行うとショ糖及び希エタノールエキス含量の増加は抑えられないが、リグスティライド、エーテルエキス、フェルラ酸及びアデノシン含量は生干し品と変わりはない。一方、60℃あるいは80℃ではショ糖及び希エタノールエキス含量は低く抑えられたが、リグスティライド、エーテルエキス及びアデノシン含量も低下した。^{3,4)} フェルラ酸含量は湯通し温度が80℃を超えると大きく増加し、コニフェリルアルコールとのエステルが熱により加水分解することなどが理由として考えられた。^{4,5)}

次に収穫直後の生根茎について、40℃から85℃まで5℃刻みで湯通し(写真2)を行ったところ、糖化酵素は40~45℃の間で失活し、デンプンの糊化は55~60℃の間で起こることが明らかになった。希エタノールエキス含量は55~65℃の間で微増した。

切断面は40℃では肌色を呈し、55~60℃で赤茶色に着色しており、75℃以上では黄色味を帯びていた。内面が真っ白で芯が硬い川芎は、湯通しを65~70℃の範囲内で行うことにより調製できた(写真3)。

このように、センキュウ生根茎の湯通し温度の違いは、内面の色に限らず成分含量にも大きく影響することが明らかになった。⁶⁾

4. 生根茎の地干しと品質

戦前は湯通しを芯まで十分に行わず、内面の白い川芎が良品とされた。しかし、現在は芯まで熱が通っており、中が飴色の川芎が良品とされ、赤茶色は嫌われている。

川芎の生産現場では土落としのため2週間ほど畑に放置(地干し)してから湯通ししている。この間の成分変化を調べたところ、最



写真2 川芎の調製実験(湯通し)

初の1週間でショ糖及び希エタノールエキス含量は大きく増加し、リグステイライド含量も僅かに増加することが明らかになった。断面の色合いは、湯通し前の地干し期間の長短よりはむしろ湯通し温度に大きく依存していた。飴色の発現は地干し期間中に増加する化合物が加熱により変化、あるいはアミノ酸等と反応することに起因する可能性がある。

このようなことから、地干しを1～3週間してから80℃以上で湯通しするか蒸すことにより、市場で最も好まれる断面が飴色を呈する川芎を調製できることが明らかになった。⁷⁾

白 芷

白芷はヨロイグサ *Angelica dahurica* (セリ科, 写真4) またはその変種の根を乾燥した生薬で、日本薬局方では希エタノールエキス25.0%以上と規定されている。最近では専ら韓国や中国からの輸入に頼っている。

輸入品10試料及び試験的に生産された北海道産品6試料中のショ糖含量は2.8～43.2%、希エタノールエキス含量は21.0～61.4%と大きく変動したが、両含量間の相関係数 r は0.962、回帰方程式は $y=0.98x+20.2$ であった。⁸⁾

生根を自然乾燥(はさ掛け)すると、ショ糖及び希エタノールエキス含量は約1週間で速やかに増加した。⁸⁾ 北海道では収穫後、数日間畑に放置(地干し)してから機械乾燥している。地干し株は、水洗後に自然乾燥した株よりもショ糖の増加速度は遅いものの、時間の経過と共に増加した。ショ糖の増加量はそのまま希エタノールエキス含量の増加量となっていた。⁹⁾

これらのことから、白芷においても調製加工中にショ糖が増加し、それに伴って希エタノールエキス含量も増加することが明らかに



写真3 川芎の湯通し温度の違いによる断面の色変化



写真4 ヨロイグサ (1997年10月7日)

なった。

浜防風

浜防風の基原植物であるハマボウフウ *Glehnia littoralis* (セリ科) の地下部(写真5)には果糖、ブドウ糖及びショ糖が含まれており、ショ糖が主成分である。

糖含量は乾燥中あるいは保存中に増加し、それに伴って希エタノールエキス含量も増加した。両含量間には $r=0.881$ ($n=16$) という正の相関が認められた。両含量の増加は、高温のビニールハウス内に放置した試料で特に著しかった。屋外(6℃以下)放置試料及び空気を遮断して保存した試料では両含量の増加は認められず、ショ糖の生合成には適温、適湿、酸素が必要と考えられた。¹⁰⁾

国産浜防風22試料について糖と希エタノールエキス含量を調べたところ、果糖は0.3～

3.9%，ブドウ糖は0.1～5.1%，ショ糖は3.0～28.7%，合計含量は4.0～29.3%と大きく変動した。希エタノールエキス含量も13.6～46.2%と大きく変動したが，糖の合計含量との間には高い正の相関 ($r=0.970$, $n=22$) が認められた。¹¹⁾

現行の日本薬局方では浜防風にエキス含量は規定されていないが，灰分，酸不溶性灰分と共に浜防風の品質評価の指標の一つになると考えられた。¹¹⁾

柴 胡

1. ショ糖を含有しない？

柴胡はミシマサイコ *Bupleurum falcatum* (セリ科, 写真6) の乾燥根で，日本薬局方では希エタノールエキス11.0%以上と規定している。

これまで，ミシマサイコには糖アルコールであるアドニトールが特徴的成分として知られ，ショ糖は見出されないと報告されていた。¹²⁾ しかし，HPLCで糖類を分析したところ2本のピークが確認され，各々はアドニトール及びショ糖標準品の保持時間と一致した。

そこで，分析試料中で最も高い希エタノールエキス含量20.2%を示した粉末試料1gをメタノール10mLで抽出し，その上清を室温に2カ月間放置したところ無色菱柱状結晶31mgが析出した。この結晶はショ糖そのものであった。一方，希エタノールエキス含量9.3%の試料から結晶は析出しなかった。¹³⁾

2. 乾燥中のショ糖の増加

伊豆薬用植物栽培試験場(当時)で育成したミシマサイコの根を種々の条件で乾燥したところ，アドニトール含量は2.2～5.4%と変動幅は小さかった。一方，ショ糖含量は3.5～17.8%と変動幅が大きく，希エタノールエキス含量(24.1～38.5%)の高い試料はショ糖含量も高い値を示した。希エタノールエキス

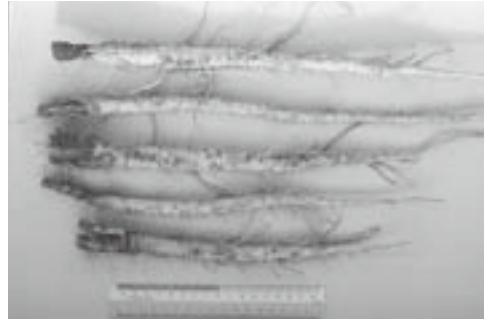


写真5 ハマボウフウ生根
(鳥取県産, 1996年11月28日)



写真6 ミシマサイコ (飯田 修氏提供)

含量とショ糖含量の間には正の相関 ($r=0.826$, $n=30$) が認められた。

このようなことから，ミシマサイコの生根においても自然乾燥中にショ糖が生成し，それに伴って希エタノールエキス含量も増加することが明らかになった。また，この希エタノールエキス含量は，調製法により比較的任意に変えることが可能であった。¹³⁾

防 風

防風はボウフウ *Saposhnikovia divaricata* (セリ科, 写真7) の根及び根茎で，日本薬局方では希エタノールエキス20.0%以上と規定している。

輸入品9試料の希エタノールエキス含量は20.7～35.3 (26.0±4.0) %の範囲内であった。糖は果糖，ブドウ糖，ショ糖に加えマンニトールが存在し，それら各々の含量は1.7～

5.4 (3.5±1.2), 0.8~3.8 (2.8±1.1), 0.6~7.5 (2.8±2.3), 2.0~3.3 (2.7±0.4) %で、合計含量は5.8~16.4 (11.8±3.8) %の範囲内にあった。これら4糖の合計含量と希エタノールエキス含量20.7~35.3 (26.0±4.0) %との間の相関係数 r は0.471であり、これまでのセリ科基原生薬と傾向を異にした(姉帯, 未発表データ)。このため、これ以上の研究を行わなかった。

黄耆

黄耆はキバナオウギ *Astragalus membranaceus* またはナイモウオウギ *A. mongholicus* (マメ科)の根(写真8)で、糖の主成分はショ糖である。¹⁴⁾

桂らは黄耆輸入品12試料のショ糖及び希エタノールエキス含量を各々3.2~24.0%及び11.6~34.4%と報告し、その変動の大きさを基原植物や調製法の違いによると考えたが、両含量間の相関については言及していない。¹⁴⁾そこで相関係数を計算したところ、 $r=0.865$ ($n=12$) が得られ、輸入品においては両含量が正の相関関係にあった。¹⁵⁾

次に北海道薬用植物栽培試験場(当時)で栽培したナイモウオウギの根を用い、乾燥法の違いによるショ糖及び希エタノールエキス含量の変動を調べた。その結果、両含量は各々4.5~22.8%及び20.0~38.8%と大きく変動したが、その間には非常に高い正の相関($r=0.985\sim0.996$)が認められた。屋外で約1カ月間、更に屋内で約1カ月間自然乾燥後、50℃の温風で仕上げた試料が最高値を示した。生根を温風で乾燥する場合、30℃、50℃、80℃と温度が高くなるに従い、即ち乾燥品を得るまでに要する時間が短くなるに従い、両含量は減少する傾向にあった。乾燥法の違いによる5種類のイソフラボノイド含量の変動



写真7 ポウフウ (1998年4月15日)

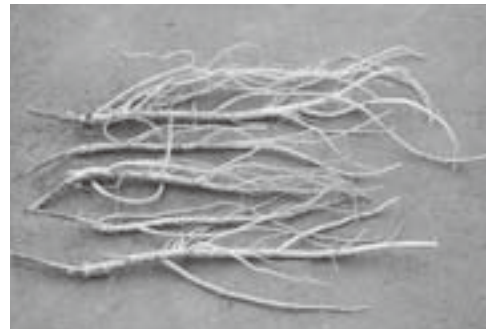


写真8 キバナオウギ生根 (1998年10月29日)

は明確ではなかったが、アストラガロサイド I~IV含量は温室などの暖かい環境下では増加する可能性が示唆された。¹⁵⁾

このような結果を踏まえ、我が国において成分含量の均一な黄耆を調製するために、以下の方法を提案した。秋に収穫、水洗後、適度の気温と湿度のもとで約1カ月間の自然乾燥を行い、乾燥が不十分であれば、最後に50℃程度の温風で仕上げる。¹⁵⁾

刺五加

刺五加はエゾウコギ *Acanthopanax senticosus* (ウコギ科、木本)の根茎及び根(写真9)で、日本薬局方では希エタノールエキス2.5%以上と規定している。中国薬典収載の刺五加は使用部位に茎も含まれている。

刺五加には果糖、ブドウ糖及びショ糖が検出され、ショ糖が最も多く含まれていた。し

かし、各々の含量は上記の草本性生薬と比較してかなり低く、希エタノールエキス含量も10%前後と低かった。

北海道薬用植物栽培試験場（当時）栽培品の根を自然乾燥した6試料について調べたところ、ショ糖は0.3~2.4%（平均値2.0%）、糖の合計は0.8~3.7%（3.1%）、希エタノールエキス含量は8.8~14.7%（12.5%）の範囲内であった。糖の合計含量と希エタノールエキス含量間には正の相関が認められた（ $y = 1.4x + 4.4$, $r = 0.946$ ）。¹⁶⁾

次に茎を温風及び自然乾燥し、生理活性を有する5成分、希エタノールエキス及び糖含量を比較した。その結果、乾燥する温度が高くなるに従い、クロロゲン酸とエレウテロサイドE含量が減少する傾向にあり、特に前者は顕著であった。また、根で認められた希エタノールエキスと糖含量間の正の相関は、茎では認められなかった。¹⁷⁾

引用文献

- 1) 山岸 喬：第8回薬用植物栽培技術フォーラム講演要旨集, 33-38 (1998).
- 2) 姉帯正樹, 畠山好雄：道衛研所報, 51, 13-17 (2001).
- 3) 青柳光敏, 姉帯正樹, 林 隆章, 柴田敏郎, 畠山好雄：道衛研所報, 51, 97-99 (2001).
- 4) 青柳光敏, 姉帯正樹, 柴田敏郎, 畠山好雄：道衛研所報, 52, 81-82 (2002).
- 5) 青柳光敏, 姉帯正樹：道衛研所報, 46, 69-71 (1996).
- 6) 姉帯正樹, 青柳光敏：医薬品研究, 38(9), 435-441 (2007).
- 7) 姉帯正樹, 青柳光敏, 佐藤正幸：医薬品研究, 39(7), 427-435 (2008).
- 8) 姉帯正樹, 青柳光敏, 古木益夫：道衛研所報, 51, 94-96 (2001).



写真9 エゾウコギ乾燥根（刺五加，北海道産）

- 9) 佐藤正幸, 青柳光敏, 姉帯正樹：道衛研所報, 52, 83-85 (2002).
- 10) 姉帯正樹, 増田隆広, 高杉光雄：Nat. Med., 51(5), 442-446 (1997).
- 11) 姉帯正樹, 増田隆広, 高杉光雄：医薬品研究, 29(9), 655-659 (1998).
- 12) 富松利明：薬学雑誌, 89(4), 589-590 (1969).
- 13) 青柳光敏, 飯田 修, 姉帯正樹：道衛研所報, 51, 100-102 (2001).
- 14) 桂 英二, 山岸 喬：昭和57年度生薬の栽培と品質に関する研究会（オウギについて）講演要旨集, 14-18 (1983).
- 15) 姉帯正樹, 青柳光敏, 柴田敏郎, 飯田 修, 畠山好雄：Nat. Med., 52(1), 10-13 (1998).
- 16) 青柳光敏, 姉帯正樹, 畠山好雄：道衛研所報, 49, 137-139 (1999).
- 17) 青柳光敏, 畠山好雄, 姉帯正樹：道衛研所報, 50, 91-93 (2000).

●姉帯 正樹（あねたい・まさき）●

1949年 北海道後志管内喜茂別町生まれ
 1977年 北海道大学大学院理学研究科化学専攻博士課程修了 理学博士
 1978年 アルバータ大学化学科博士研究員
 1980年 日本学術振興会奨励研究員
 1982年 北海道立衛生研究所
 2010年 定年退職, 再任用
 2012年 北海道大学大学院先端生命科学研究院次世代ポストゲノム研究センター

薬学系大学附属薬用植物園 教育・研究紹介リレー X

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科附属薬用植物園

Medicinal Plant Garden, Graduate School of Biomedical Sciences
Nagasaki University

山田 耕史

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科附属薬用植物園

〒852-8521 長崎県長崎市文教町1-14

Koji Yamada

Medicinal Plant Garden, Graduate School of Biochemical Sciences Nagasaki University

1-14 Bunkyo-machi, Nagasaki 852-8521 Japan

2013年5月28日受付

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科附属薬用植物園沿革

長崎大学薬学部は、1890年の第五高等学校校医学部薬学科の設置に始まる。薬用植物園の設置の記録は、第五高等学校医学専門学校に改称（1901年）後、長崎医科大学校附属薬学専門部となった時（1923年）である。その後、1945年8月9日の原子爆弾投下によって、長崎の街は壊滅的な被害を受け、校舎はもとより薬用植物園も瞬時に無くなっている。その後薬学部は、佐賀市や諫早市に仮住まいをしながら1949年に新制長崎大学薬学部として発足し、1951年に長崎市昭和町（現在の長崎大学附属小学校）に移転し、本格的な薬学の学術研究・教育が始まった。1969年5月には薬学部の新校舎とともに薬用植物園も現在の長崎大学の文教キャンパス内に移転された。文教キャンパス内の薬用植物園の充実とともに、1972年に野母薬用植物園、1976年に島原薬用植物園が、薬学部附属施設として設置された。その後、1997年には雲仙普賢岳噴火

のために、島原薬用植物園が閉園となり、続いて2007年に野母薬用植物園が閉園された。その間、文教キャンパス内の植物園には、2000年に園内の一画に、シーボルト記念植物園が開設されている。また、2002年4月の大学院重点化に伴い、大学院医歯薬学総合研究科附属薬用植物園となり、現在に至っている。

薬用植物園概略・特徴

本学薬用植物園は、長崎大学文教キャンパス内に設置されている。裏門に隣接する場所的な条件と、学内の学生・教職員をはじめ、市民の方々にも公開されている施設であることから、多くの方々々が四季折々の薬用植物に接することができる身近な施設として親しまれている。同園は、2,016㎡の面積を有し、この内440㎡は研究・管理棟（教員・学生実験研究室、研究セミナー室、恒温室、理化学測定室、生薬乾燥・種子保存・標本室、土壌調製室、ガラス室、管理事務室など）として研究・教育並びに施設の維持管理に利用されて



写真1 薬用植物園入口



写真2 薬用植物園管理棟

いる(写真1～写真2)。また、園内は、標本園、栽培研究圃場に区画され、457種の植物が植栽されている。

一方、2000年2月に同園内に設置されたシーボルト記念植物園には、シーボルトが日本からオランダに持ち帰ったとされる約500種の植物のうち、現在でもライデン大学附属植物園で継続的に栽培されている13種15本の植物の中から、ケヤキ、フジ、アケビ、ツタ、イロハモミジの計5種が、長崎大学・ライデン大学国際学術交流の記念としてライデン大学附属植物園から株分けされ、百数十年の年月を隔て、日本に里帰りし、本園内の一面に根を下ろし、再び息づいている。

標本園内は、草本区と木本区、水生区、湿生区、管理植物区に区分けし、日本薬局方記載生薬を中心に、アカメガシワ、ウイキョウ、ウコン、オウゴン、カクコン、カンゾウ、キキョウ、クジン、ケイヒ、コウボク、サイコ、シャクヤク、センキュウ、ソウジュツ、タイソウ、チョウジ、トウキ、バイモ、ビャクジュツ、ブシ、ボタンピ、マオウ、ロートコンなどの基原植物を栽培している。管理植物区では、許可を得てケシの栽培を行っている。更に2013年度からは、ハーブコーナーを特設し、ローズマリー、オレガノ、レモンバーム、レモングラス、バジル、ステビアなどを含む、

合計19種のハーブを栽培している。見学者にとって身近な香草やハーブの実物を見学できるようにしている。

薬用植物園の一般利用状況

当植物園は、学生、教職員に開放しているほか、下記の期間を除き、年間を通して一般公開している。公開時間は午前8時30分より午後5時までである。

休園日 8月のお盆期間

土曜日、日曜日、年末年始

一般の来園者数の把握のために、2006年4月より記帳台を設置し、見学者に記帳してもらうようにしている。記帳台の設置場所に難点があり、気付かない方も多いようであり、正確な来園者数の把握には至っていないが、長崎市内はもとより、周辺市町村から来られる方もいる。簡単なアンケートも同時に実施しているが、植物愛好家の方々のリピーターも大勢いるようである。最近では、近隣住民の方々の散歩コースにもなっているようである。春には長崎大学公開講座として、一般市民の方々を対象にした公開講座を開催している。また、薬学部3年生対象の薬学基礎実習(薬用植物学実習)において、植物園見学と薬用植物の観察・スケッチに利用されている(写真3)。更に、教育学部や環境科学部の講



写真3 学生実習光景
手前:草本区, 右奥:シーボルト記念植物園



写真4 公開講座での植物園見学会

義の一環として、当園の見学が行われている。また中学生や高等学校生の薬学部訪問の際には、見学ルートとして、毎回当園が組み込まれており、その都度園内を案内している。

2013年度の公開講座は「第3回 附属薬用植物園における薬用植物～身近な生薬と民間薬から見た薬用植物～」と題し、5月11日に開催した。11人の参加があり、皆さん熱心に講演会と見学会に参加されていた。また、翌12日には「ながさき漢方寺子屋」会員の皆さん対象に薬用植物園の見学会が行われ、参加された薬剤師、医師、歯科医師の皆さんは、熱心に園内を見学されていた(写真4)。

薬用植物園研究活動

当園は、見本園として、各種生薬の基原植物の栽培を中心に行っている。更に、野生種では長崎県平戸周辺でしか知られていないイトラッキョウや、長崎県では絶滅危惧植物にリストアップされているオキナグサをはじめ、様々な植物も植栽している。

薬用植物学研究室では、研究の一環として、園内の薬用植物を活用した下記の研究を行っている。

- 各種薬用植物由来の抗菌活性物質の探索
- 各種薬用植物の未利用部位の成分研究

マオウの栽培に関する研究

ケシの栽培に関する研究

薬用植物園の学生・市民への教育と社会貢献

当植物園は、学生をはじめ、一般市民に常時公開し、薬用植物に関する教育を行うことを目的としている。特に地域住民に開かれた学内施設としての役割も大きく、四季折々の植物の観賞に訪れる市民も多くいる。昼休みを利用して、園内を見学・散策する教職員の姿も見かける。また、「季節の便り」として、季節ごとの植物の映像がマスコミによって紹介されることもある。

社会貢献の一環として、春には、地域の人々を対象に公開講座を開催している。人数に制限があり少人数の受け入れであるが、参加者からは好評である。また、依頼があれば薬剤師会主催の植物園見学会を開催している。更に植物の栽培方法や薬用植物の利用方法に関する問い合わせにも対応している。

おわりに

本学薬用植物園は、学生の教育の他に、一般公開や見学会、公開講座などを通して、地域の住民の方々にも開放されている学内唯一の施設である。社会教育の面で社会貢献に役立つ貴重な存在である。狭い敷地を有効に活

用し、また、植栽方法も工夫しながら、来園者に薬用植物に気軽に接し、馴染んでもらえるように心がけている。近隣の保育園からも定期的に園児たちが引率されて訪れるようになってきている。公園などが少ない市内において、様々な植物に接し、草木や土の香りに包まれることができる貴重な場所になりつつある当植物園は、憩いの場や情操教育の場としても浸透しつつある。園内の個々の薬用植物に関しては、当園自作のカラー写真付き植物解説名札を設置し、開花期以外でも植物の観賞を行えるように工夫している。今後ホームページなどで開花情報などを公開していきたいと考えている。

●山田 耕史（やまだ・こうじ）●

1965年 和歌山県生まれ

1993年 九州大学大学院薬学研究科博士後期課程中退
九州大学薬学部植物薬品化学教室
薬学博士

2003年 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科附属薬
用植物園

薬用植物園紹介リレー⑩

長野県薬剤師会 薬草の森りんどう ～菅平薬草栽培試験地～

Nagano Pharmaceutical Association Medicinal Herb Park “Rindou”
Sugadaira Medicinal Herb Cultivation Testing Site

児 玉 容

長野県健康福祉部薬事管理課

〒380-8570 長野県長野市南長野幅下692の2

Hiroshi Kodama

Pharmaceutical Affairs Division, Health and Welfare Department, Nagano Prefecture
692-2 Habashita Minaminagano, Nagano 380-8570 Japan

2013年5月10日受付

はじめに

菅平薬草栽培試験地は、①県内の薬草及び試験地の薬草について、日本薬局方に基づく成分試験を実施し、優良品種の選抜や条件等を検討し、長野県に適した優良種苗の保存、その栽培・利用促進に向けた基礎的研究と、②生薬に関する正しい知識の普及による社会貢献を目的に運営されている県営施設である。平成25年度からは一般社団法人長野県薬剤師会とネーミングライツ・パートナー協定を結び、試験地名称を「長野県薬剤師会 薬草の森りんどう ～菅平薬草栽培試験地～」に変更した。

当試験地の起こりは、昭和27年に地元の篤志家から薬草栽培研究用地として土地の寄付を受けたことに遡る。その後、地元のボランティアや薬業関係団体の協力を頂きながら、圃場の開墾整備を行い、併せて管理棟、研修棟を建設し、現在に至っている。菅平は積雪が多く、冬期は試験地が閉鎖される。このため開場期間は5月中旬から11月上旬の正味6か月程度となるが、例年3,000名程度の来場者

があり、薬草・ハーブの観察や研修の場として活用されている。

施設及びその概要

当試験地は、日本百名山の四阿山（あずまやさん）と花の百名山である根子岳の裾野に広がるあずまや高原にあり、標高は1,400mである。試験地の総面積は9.92haであり、場内には、圃場(2.90ha)のほか、自然園(1.49ha)、薬草見本園(987㎡)、ハーブ見本園(900㎡)が設けられている(図1)。

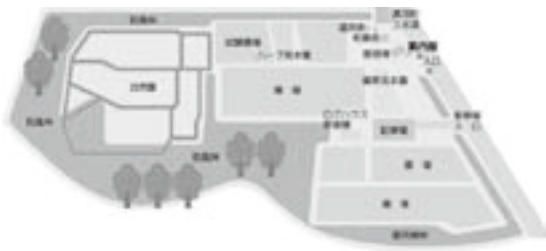


図1 菅平薬草栽培試験地全体図

薬草見本園は、長野県内で一般に観察される植物から、試験地で生育できる約90種類を



写真1 薬草見本園



写真2 ログハウス研修棟「森の薬草館」

選び見本用として栽培し(写真1)、ハーブ見本園では、約40種類のハーブを栽培している。またログハウス研修棟「森の薬草館」には約60種類の生薬見本が常時展示されており(写真2)、自然園を含め、場内は自由に散策することができる。

栽培試験について

圃場では、主にダイオウ、トウキ、シャクヤク、ウイキョウ等の栽培試験を行い、日本薬局方に基づく成分試験を経年的に実施している。

当試験地のダイオウは、東京大学野辺山農場において、昭和24年にストックホルムから送られた種子より栽培していたものの一部を、昭和30年に株分け分与を受け、その後、継続的に栽培してきたものである。現在も定期的

に株分け等を行い、貴重な種を保存継承している(写真3)。

またダイオウについては富山大学と共同研究を行っている。この研究では、当試験地がダイオウの生育に適していることが確認されており、数種類の系統のダイオウから優良品種を選抜するための基礎的な検討を行っている。

薬草に関する普及啓発について

試験地で行われている薬草に関する普及啓発事業に、長野県薬草指導員研修会がある。長野県では、昭和59年から県民の薬草に対する関心の高まりに応えるため、薬草に関する専門的知識を備えた指導者を薬草指導員として登録し、広く薬草、生薬等に関する正しい知識の普及に努めていただいている。この薬草指導員の研修として、場内を散策しながら



写真3 圃場のダイオウ



写真4 薬草観察会の様子

薬草等についての学習会を行ったり、場内のキハダを使ったキハダの皮むき講習会などを開催している。

また広く地域住民に向けた利用として、地元の上田薬剤師会主催による「薬草ハーブに親しむ会」が毎年開催されているほか、薬草観察会に利用されている(写真4)。

おわりに

試験地の開設からおよそ60年が経過した。この間、段階的に原野を開墾して圃場を整備し、また強風や砂じんから薬用植物を守るための防風林を造成し、ダイオウ等の薬用植物の栽培試験を継続的に行ってきた。昭和32年には山火事で薬草園の一部と管理舎全部を焼失するアクシデントに見舞われ、近年は、行政改革による事業見直しや地方自治体の財政難から、事業収入のない当試験地が、存続を含めた検討の俎上になった。現実に予算削減により試験地の維持管理もままならず稀少な植物が失われた時期も経験している。

しかしながら、いわゆる不採算施設ではあるものの、当試験地におけるダイオウ等の継承栽培等の基礎的研究の必要性及び薬草・生薬に関する知識の普及啓発等の社会貢献に対して、その利用価値や存在価値が認められ、長野県として初めて、県の新たな総合5か年計画(しあわせ信州創造プラン)の施策として、当試験地での生薬の成分試験の実施や優良種苗の保存・栽培の継承等が掲げられることとなった。またネーミングライツ制度の導入により財政的な支援を得ることができた。

今後は、栽培試験等の基礎的研究を継続するとともに、菅平の豊かな自然の中で薬草や生薬に触れていただける場として、今まで以上に皆様に愛され、そして利用していただける施設になればと考えている。

■利用の御案内

長野県薬剤師会 薬草の森りんどろ
～菅平薬草栽培試験地～

所在地：

〒386-2201

長野県上田市真田町長十の原1278-624

URL：

<http://www.pref.nagano.lg.jp/eisei/yakumu/sugadaira.htm>

開場期間：5月中旬から11月上旬

入 場 料：無料

当試験地は、管理上、施錠をしています。利用をご希望の方は、予め長野県健康福祉部薬事管理課麻薬毒劇物係(電話:026-235-7159)までご連絡ください。



●児玉 容(こだま・ひろし)●

1997年 東京理科大学大学院薬学研究科修士

2013年 長野県健康福祉部薬事管理課

2012年度 薬用植物栽培研究会会計報告


2013. 1. 31

| 収 入 | | | | |
|-------|-------------|---------|-----------|--------------|
| 現 金 | 繰越金 | 24,058 | | |
| | 会員会費 | 4,000 | | |
| | | 計 | 7,378 | |
| 口 座 | 繰越金 | 551,797 | | |
| | 協賛会費 | 280,000 | | |
| | 会員会費 | 490,000 | | |
| | 冊子代金 | 6,000 | | |
| | 抜刷印刷 | 37,800 | | |
| | | 計 | 1,365,597 | |
| | | | | 合計 1,372,975 |
| 支 出 | | | | |
| 現 金 | 印刷代 34巻1・2号 | 587,100 | | |
| | 抜刷代金 (実費分) | 39,800 | | |
| | 送料 | 82,268 | | |
| | 会議費 | 25,630 | | |
| | 英訳謝礼 | 5,000 | | |
| | 角3封筒 | 10,500 | | |
| (口 座) | 印字振込サービス | 900 | | |
| | 振込手数料 | 2,650 | | |
| | | 計 | 753,848 | |
| | | | | 合計 753,848 |
| 残 高 | | | | |
| | 口 座 | 583,147 | | |
| | 現 金 | 35,980 | | |
| | | 計 | 619,127 | |
| | | | | 合計 619,127 |


監 査 報 告

平成24年度（2012）「薬用植物栽培研究会」収支決算について、監査致しましたところ収支は正確であり、適切に処理されたことを認めます。

2013年2月5日

監査  田 中 隆 夫 (印)

2月20日

監査  金 子 哲 夫 (印)

第6回 甘草に関するシンポジウム（北海道2013）

【日時】 2013年7月6日（土） 9：30～16：30（受付開始9：00）

【会場】 北海道医療大学 当別キャンパス 中央講義棟

（北海道当別町金沢1757 JR学園都市線「北海道医療大学駅」下車徒歩3分）

事前申し込み、定員200名、参加費 2,000円

【主催】 甘草に関するシンポジウム実行委員会

【共催】 日本生薬学会北海道支部

漢方薬・生薬認定薬剤師研修制度・必須研修

単位数は以下

1. 7月6日のシンポジウム：3単位
2. 7月7日の観察会：1単位

プログラム

【口頭講演】

- 1 甘草の安定確保を目指した取り組み —中央アジアを中心に
○伊藤 眞（宏輝システムズ株式会社）
- 2 モンゴルにおける「カンゾウ」自生地の地盤環境調査とその国内栽培に向けた評価
○安福 規之¹、古川 全太郎²、大嶺 聖³、丸居 篤⁴（¹九州大学大学院工学研究院、²九州大学大学院工学府、³長崎大学大学院工学研究科、⁴弘前大学農学生命科学部）
- 3 生薬の持続的供給を目指したカンゾウ国内栽培化への取り組み
○林 茂樹¹、菱田 敦之¹、柴田 敏郎¹、高上馬 希重²、山本 豊³、川原 信夫¹（¹独立行政法人医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター、²北海道医療大学薬学部、³株式会社栃本天海堂）
- 4 甲州市における甘草の歴史文化と栽培に向けた取り組み
○田辺 篤^{1,2}、飯島 泉²、林 正樹²、吉岡 達文³、草野 源次郎⁴（¹甲州市長、²甲州市役所、³株式会社新日本医薬、⁴新日本製薬株式会社）
- 5 甘草栽培における土壌および施肥条件の影響
○大嶺 聖¹、安福 規之²、古川 全太郎³、丸居 篤⁴（¹長崎大学大学院工学研究科、²九州大学大学院工学研究院、³九州大学大学院工学府、⁴弘前大学農学生命科学部）
- 6 甘草の国内生産を目指して“栽培品種の育成と今後の課題”
○尾崎 和男¹、芝野 真喜雄²（¹武田薬品工業(株)京都薬用植物園、²大阪薬科大学）
- 7 カンゾウ属植物の実用栽培への取り組み
○末岡 昭宣¹、吉岡 達文¹、酒井 美保¹、草野 源次郎²、芝野 真喜雄³（¹株式会社新日本医薬、²新日本製薬株式会社、³大阪薬科大学）
- 8 人工水耕栽培システムにより生産した甘草等漢方薬原料生薬の実用化に向けた実証的研究
○吉松 嘉代¹、河野 徳昭¹、乾 貴幸¹、瀨野 裕之¹、川原 信夫¹、工藤 善²、高橋 豊³、新穂 大介⁴、田村 幸吉⁴、大月 典子⁵、穂山 浩⁵（¹医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター、²鹿島建設株式会社 技術研究所、³エムエス・ソリューションズ株式会社、⁴丸善製薬株式会社、⁵国立医薬品食品衛生研究所）
- 9 人工水耕栽培により生産した甘草の安全性評価に関する研究
○大月 典子¹、穂山 浩¹、工藤 善²、杉山 圭一¹、阿部 裕¹、六鹿 元雄¹、伊藤 裕才¹、多田 敦子¹、杉本 直樹¹、瀨野 裕之³、川原 信夫³、吉松 嘉代³（¹国立医薬品食品衛生研究所、²鹿島建設株式会社、³独立行政法人 医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター）
- 10 FTIRイメージングを用いた甘草の品質評価法
○木村・須田 廣美¹、金沢 恭祐¹、今 雄矢¹、伊藤 哲平¹、北内 千裕¹、大西 晃宏²、高上馬 希重³

- (¹千歳科学技術大学, ²(株)パーキンエルマージャパン, ³北海道医療大学薬学部)
- 11 カンゾウの品質評価に向けたメタボローム解析の活用
○原田 和生¹, 小田 知佳¹, 角 明香里¹, 高上馬 希重², 山本 豊³, 朱 姝⁴, 小松 かつ子⁴, 平田 收正¹
(¹大阪大学大学院薬学研究科, ²北海道医療大学薬学部, ³(株)栃本天海堂, ⁴富山大学和漢医薬学総合研究所)

【ポスター講演】

- P-1 津波被災地でのウラルカンゾウとスペインカンゾウの試験栽培中間報告
○草野 源次郎 (特定非営利活動法人 薬用植物普及協会みやぎ)
- P-2 甘草 (*Glycyrrhiza glabra*および*G. uralensis*の根およびストロン) 抽出物のPPAR- γ リガンド活性成分
○黒田 明平, 三巻 祥浩 (東京薬科大学 薬学部)
- P-3 甘草のフラボノイド成分含量と栽培年数について
○芝野 真喜雄¹, 森田 藍奈¹, 尾崎 和男² (¹大阪薬科大学, ¹武田薬品工業(株)京都薬用植物園)
- P-4 スペインカンゾウにおける高グリチルリチン個体の選抜
○鈴木 達郎, 森下 敏和 (独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター)
- P-5 カンゾウ属植物におけるサポニンの化学的多様性起源の分子生物学的研究
○澤井 学^{1,2,3}, 石森 雅人², 大山 清^{1,4}, 關 光^{1,5,6}, 須藤 浩^{2,3,7}, 明石 智義⁸, 青木 俊夫⁸, 村中 俊哉^{1,5,6}, 斉藤 和季^{1,2} (¹理研CSRS, ²千葉大院・薬, ³常磐植物化学研究所, ⁴東工大院・理工, ⁵阪大院・工, ⁶横浜市大・木原生研, ⁷星薬大, ⁸日本大・生物資源)
- P-6 カンゾウのサポニン生合成遺伝子のプロモーター解析
○關 光^{1,2}, 平岡 靖子², 高上馬 希重³, 村中 俊哉^{1,2} (¹阪大院・工・生命先端, ²横浜市立大学木原生物学研究所, ³北海道医療大学)
- P-7 グリチルリチン酸生合成遺伝子を活性化させたカンゾウ培養細胞の作成とその特性
○高上馬 希重¹, 關 光², 大山 清³, 村中 俊哉², 金 尚永¹ (¹北海道医療大 薬学部, ²大阪大学大学院 工学研究科, ³東京工業大学大学院 理工学研究科)

【総合討論】

【北海道医療大学 薬学部 附属薬用植物園, 生薬標本資料室の見学】

【懇親会】

日時 2013年7月6日(日) 19:00~21:00

会場 サッポロビール園

懇親会参加費 5,000円 要予約

【カンゾウ試験栽培観察会(名寄)】

日時 2013年7月7日(日) 11:00~15:00

会場 (独)医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター 北海道研究部 北海道名寄市宇大橋108-4

事前申し込み, 参加無料

ウラルカンゾウ, スペインカンゾウの観察, ウラルカンゾウの機械化収穫実演, その他ダイオウ, ゲンチアナ, トウキおよびセンキュウ等の薬用植物の栽培方法の実習.

(連絡先)

第6回甘草に関するシンポジウム 事務局

北海道医療大学 薬学部 生薬学研究室 (担当: 高上馬)

大学代表 0133-23-1211

kojoma@hoku-iryo-u.ac.jp

参加申込みは, 下記ホームページから

シンポジウムホームページ <http://www.hoku-iryo-u.ac.jp/~kanzo2013/index.html>

薬用植物フォーラム 2013 プログラム

主催：(独)医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター

日時：平成25年7月9日(火) 10:00~17:00

場所：つくば国際会議場2階 中ホール200

(〒305-0032 茨城県つくば市竹園2-20-3)

(TEL: 029-861-0001 FAX: 029-861-1209)

【プログラム】

1. 「薬用植物総合情報データベースの構築と今後の展開」
川原 信夫 (薬用植物資源研究センター長)
2. 「植物成分を利用した健康食品の現状」
梅垣 敬三 (独立行政法人国立健康・栄養研究所情報センター長)
3. 「生薬の基原の名称, 生薬の性状記載について」
寺林 進 (横浜薬科大学教授)
4. 「日本の品種登録制度と薬用植物品種」
石井 裕一郎 (農林水産省食料産業局新事業創出課種苗審査室審査官)
5. 「ジオウの育種研究」
川西 史明 (株式会社栃本天海堂顧問)
6. 「特定保健用食品に含まれる機能成分の分析と規格設定について」
松本 輝樹 (独立行政法人国立健康・栄養研究所食品保健機能研究部室長)

【フォーラム会場等交通案内】

開催日時：平成25年7月9日(火) 10:00~17:00

開催場所：つくば国際会議場2階 中ホール200

〒305-0032 茨城県つくば市竹園2-20-3

TEL: 029-861-0001 FAX: 029-861-1209

交通：つくばエクスプレス「つくば駅」徒歩10分

懇親会場：つくば国際会議場内「レストランエスポワール」

【問合せ先】

(独)医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター筑波研究部

(担当：鳥海)

〒305-0843 茨城県つくば市八幡台1-2

TEL: 029-838-0571 FAX: 029-838-0575



第1回ムラサキに関するシンポジウム（名古屋2013）

平成25年6月現在

日時：平成25年11月3日（日）9：20～16：40（受付開始9：00）

会場：名古屋市立大学薬学部 宮田専治記念ホール 参加費：2,000円（学生：1,000円）

主催：ムラサキに関するシンポジウム実行委員会

共催：薬用植物栽培研究会
日本生薬学会関西支部

◎漢方薬・生薬認定薬剤師単位認定研修
（受講シール配布予定）

プログラム

- 9：00～ 受付
- 9：20～ 9：30 開会の辞
- 9：30～10：00 硬紫根と軟紫根の市場の現状と展望：浅間宏志（株式会社ウチダ和漢薬）
- 10：00～10：30 ムラサキおよび紫雲膏の化学：芝野真喜雄（大阪薬科大学）
- 10：30～11：00 ムラサキの根学：巽二郎（京都工芸繊維大学名誉教授）
- 11：00～11：30 ムラサキの実用栽培：末岡昭宣（株式会社新日本医薬岩国本郷研究所）
- 11：30～12：00 北海道でのムラサキ栽培，当別町での取り組み：安田雅人（当別新産業活性化センター長）
- 12：30～13：30 **ポスター発表**
- 13：30～14：00 ムラサキの生化学研究，特にシコニンの抗アレルギー作用の分子作用機序の研究 門脇真（富山大学和漢医薬学総合研究所）
- 14：00～14：30 ムラサキの遺伝子解析：矢崎一史（京大大学生存圏研究所森林圏遺伝子統御分野）
- 14：30～15：00 紫根染めの現状：吉岡幸雄（よしおか工房）
- 15：00～15：30 染色にみる人間と色の関わり：藤井尚子（名古屋市立大学芸術工学部）
- 15：30～16：00 軟紫根の化学と薬理学研究：正山征洋（長崎国際大学薬学部）
- 16：00～16：30 リーシュマニア症に対する紫雲膏の効果：平山讓二（長崎大学熱帯研究所・宿主病態解析部門・免疫遺伝学分野）
- 16：30～ 閉会の辞
- 17：00～19：00 **交流・懇親会** 懇親会参加費：3,000円（学生：2,000円）

☆ポスター発表☆

目的：栽培または植栽の現状の情報収集と交流

方法：ポスター発表と収穫物例の展示

遠方などの理由でシンポジウムに参加できない場合，ポスター原稿（A4版2・3枚に解説文，数葉の拡大写真）と収穫物例を送ってもらい，実行委員会が展示をする。

提供内容は要旨集に掲載し，要旨集はシンポジウム終了後，情報提供者に送付する。

（ポスター発表者は参加費・懇親会費免除，旅費・宿泊費は自己負担でお願いします。）

第1回ムラサキに関するシンポジウム（名古屋2013）

ポスター発表予定者

1. ムラサキの分布・植栽調査：実行委員会
2. 土壌PHの違いによる南部ムラサキの生育とシニコン着生：藤田繁樹（南部ムラサキ保存会）
3. 仙台市郊外の野生種の試験栽培：草野源次郎
4. 農事組合法人紫草の里営農組合の活動：佐藤征年（（農）紫草の里営農組合）
5. ムラサキの発芽率向上に関する研究：若杉浩司（竹田市農政課）
6. 万葉の名花（紫草）が今ここに蘇るー東近江市での紫草栽培と紫根染め：水谷博
7. 高知県でのムラサキ栽培：渡邊高志（高知工科大学・地域連携機構）

ほか

ポスター発表者・参加者募集中です！

ご連絡お待ちしております。

連絡先：〒740-0602

山口県岩国市本郷町本郷275 薬用植物栽培研究会

「第1回ムラサキに関するシンポジウム」事務局

TEL:0827-78-0025 FAX:0827-78-0026

E-mail : yakusou@shinnihonseiyaku.co.jp

名古屋市立大学薬学部へのアクセス



名古屋駅から（地下鉄：桜通線）

名古屋駅（野並行）→ 瑞穂区役所駅 約17分

瑞穂区役所駅（1番出口）から徒歩または市バスを利用

徒歩 東へ徒歩で約15分

「薬用植物研究」発行につきまして、下記の企業から協賛ならびに賛助会員によるご支援を賜りました。厚くお礼申し上げます。

———— 協賛寄付 ————

新日本製薬株式会社
帝國製薬株式会社
株式会社ノエビア
丸善製薬株式会社
株式会社ヤマダ薬研
松浦薬業株式会社

———— 賛助会員 ————

株式会社ツムラ

———— 協賛広告 ————

株式会社ウチダ和漢薬
三生医薬株式会社
新日本製薬株式会社
株式会社スピルリナ研究所
太邦株式会社
株式会社栃本天海堂

「薬用植物研究」では協賛・賛助会員を常時募集しています。

（アイウエオ順）

編 集 後 記

本誌35巻1号（2013年1号）をお届けします。原報1報と質の高い資料が掲載されたことを喜んでいきます。特に、古木益夫さんの「北の大地で薬用植物・生薬と歩んだ40年」は、薬用植物栽培研究会（以下本会と略記）の多くの会員が感じてきたことの実践編であり、忘れることのできない記録になると思います。最近、薬用植物の国内栽培を復興しようとする試みが目立ちますが、古木さんの報告が多くの示唆を与えるように思います。

本会が直接・間接に関与する「第6回甘草に関するシンポジウム」や「第1回ムラサキに関するシンポジウム」には、大きな関心が広がっています。国会審議では、国内栽培復興が厚生労働省だけでなく、経済産業省や農林水産省も関与して取り組む課題であると認識され始めたように思われます。平成25年が薬用植物を国内栽培する動きが本格化したとして記念すべき年として記憶されることを願っています。実用栽培が確立されるためには、生産物の有効利用法の確立が不可欠であろうと思われます。付加価値を高めることを経済活動として位置付けるだけでなく、人々の考え方を豊かにする行為として、高く評価されることを祈ります。

..... 事務局からのお知らせ

URL <http://www.e-nae.com/> 会誌「薬用植物研究」(29巻1号～35巻1号)をホームページでご覧になれます。

薬用植物研究 年2回(6月・12月)刊行予定
個人会員(年会費2,000円)、協賛・賛助会員(年会費1口1万円以上)
入会・原稿の投稿・その他のお問合せは下記研究会宛

薬用植物研究 35巻1号(2013年1号) 2013年6月30日発行

| | |
|----------|--|
| 発行・編集責任者 | 草野 源次郎 |
| 発 行 者 | 薬 用 植 物 栽 培 研 究 会 〒740-0602 山口県岩国市本郷町本郷275 新日本製薬(株)岩国本郷研究所内 薬用植物栽培研究会事務局 TEL 0827-78-0025 FAX 0827-78-0026 E-mail:yakusou@shinnihonseiyaku.co.jp 振替口座 00130-3-127755 |
| 印 刷 所 | (有) 広瀬印刷 〒740-0724 山口県岩国市錦町広瀬2-4 TEL 0827-72-2600 FAX 0827-71-0003 |

本誌へ記載された画像・文章を無断で使用することは著作権法上での例外を除き禁じられています。必要な場合は、必ず薬用植物栽培研究会の承諾を得ようお願い致します。

表紙の写真

キバナオウギ（黄花黄耆）

Astragalus membranaceus Bunge

（マメ科ゲンゲ属）中国西北部，内蒙に自生，茨城県など日本各地で栽培の多年草。栄養ドリンクの成分としても知られている。

秋に根を掘り取り，水洗いして細根を取り除いて，日干しにして乾燥したものを生薬で黄耆という。

主要成分 フラボノイドのホルモノネチン・サポニンのアストラガルシドⅠ～Ⅷ

主な薬効 利尿・血圧下降・止汗・強壮

北海道の薬用植物栽培と生薬調製
キバナオウギ(実)

キバナオウギの実験栽培



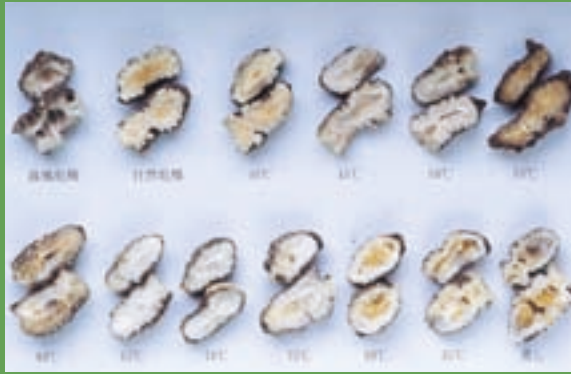
キバナオウギ生根



センキュウの地下部



川芎の湯通し温度の違いによる断面の色変化



オオブカトウキの実験栽培



長崎大学大学院医歯薬学総合研究科附属薬用植物園

薬用植物園入口



薬用植物園管理棟



学生実習光景



ログハウス研修棟



菅平薬草栽培試験地

薬草見本園



ダイオウ

