

ISSN 0568-739X

BULLETIN
OF
THE AKITA AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION

No. 44

March 2004

秋田県農業試験場研究報告

第 44 号
平成 16 年 3 月

秋 田 農 試
研 究 報 告

Bull. AKITA
Agric,Exp,Stn

AKITA AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION

AKITA, JAPAN

秋 田 県 農 業 試 験 場

秋田県農業試験場研究報告第 44 号

目 次

研究報告

トルコギキョウ新品種「秋試交 1 号」「秋試交 2 号」育成にあたり解明した
花色・花形の遺伝様式と F 1 の組み合わせ 1

間藤正美・佐藤孝夫・檜森靖則・柴田 浩・浅利幸男

培養系を利用したサトイモの簡易増殖法 15

新井正善

水稻品種「美郷錦」の育成 49

眞崎 聡・加藤武光・畠山俊彦・松本眞一・川本朋彦

研究資料

平成 14 年大豆収穫期の長雨と積雪が品質・収量に与えた影響 73

田口光雄・井上一博・佐藤 泉

BULLETIN
OF
THE AKITA AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION
No.44 (March 2004)

contents

Original Reports

Masami NATO, Takao SATO, Yasunori HIMORI, Hiroshi SHIBATA and Yukio ASARI

The clarification of the inheritance on flower colors and flower types for breeding of lisianthus, “Akishiko- 1” and “Akishiko- 2” (1)

Masayoshi ARAI

A Simple Micropropagation system of Taro (Colocasia antiquorum Schott var. esculenta Engl.) (15)

Saroshi MASAKI, Takemitsu KATO, Toshihiko HATAKEYAMA, Shinichi MATSUMOTO and Tomohiko KAWAMOTO

Breeding of a NEW Rice Cultiver “Misatonishiki” (49)

Reserch Notes

Mitsuo TAGUCHI, Kazuhiro INOUE and Izumi SATOU

Influence of Raining and Snowing at Havest Time to Soybean yeild and quality in 2002 (73)

トルコギキョウ新品種「秋試交1号」「秋試交2号」育成に あたり解明した花色・花形の遺伝様式とF1の組合せ

間藤正美・佐藤孝夫・檜森靖則・柴田 浩・浅利幸男

The clarification of the inheritance on flower colors
and flower types for breeding of lisianthus,
“Akishiko-1” and “Akishiko-2”

Masami MATO, Takao SATO, Yasunori HIMORI,
Hiroshi SHIBATA and Yukio ASARI

目 次

I 緒 論	1	III 「秋試交2号」育成に当たり解明した 花色・花形の遺伝様式およびその組合せ	7
II 「秋試交1号」育成に当たり解明した 花色の遺伝様式およびその組合せ	2	1. 緒 言	7
1. 緒 言	2	2. カロチノイド生合成の遺伝様式と 黄味ピンク色花F1の組合せ	7
2. アントシアニン生合成の遺伝様式 およびF1親の候補	2	3. 八重咲の遺伝様式と「秋試交2号」 の組合せ	8
3. 覆輪形成の遺伝様式およびF1親の選抜	3	IV 総合考察	10
4. フラボノイドB-環水酸化の遺伝様式 およびF1親の選抜	4	V 摘 要	10
5. クロロフィル生合成の遺伝様式および 「秋試交1号」の組合せ	6	引用文献	11
		Summary	12
		写 真	13

I 緒 論

秋田県では昭和61年からトルコギキョウの生産が本格化し、夏季冷涼な気候を利用した夏秋出荷栽培が盛んである。トルコギキョウの生産額は平成元年以降急速に伸び、キク、ユリについで3番目の作目となっている。しかし、近年トルコギキョウの単価は、他県との競合や生産量の増加により低迷している。一方、全国的にはこのような状況下でも市販品種にない花色の

チョコレート色花や市販品種の2色の覆輪とは色目が逆の赤地に白などの覆輪花を独自に育種して、高単価を得ている生産者がいる。そのため、秋田県では、高単価の見込める希少価値のある品種や、気象立地に適した収量性の高い品種の育成に取り組んでいる。出荷する市場、時期、年度により、好まれる花色が異なることを想定し、育種の際は花色のシリーズ化も併せて

進めている。

トルコギキョウの花色に関する研究は近年急速に進展し、ピンク色花、赤紫色花、紫色花、藤色花の花色発現にフラボノイド花色素のアントシアニンの水酸化程度が関与すること^{1,2)}、紫外光を用いた生花卉のフラボノイド検出法が開発されたこと³⁾、覆輪形成にフラボノイド生合成が抑制されていること^{4,5)}、黄色花の花色発現にカロチノイドが関与している品種がある

ことなどが報告されている⁶⁾。しかし、これらの報告は育種にあまり活用されていないのが現状である。

トルコギキョウの品種は近年生育旺盛なF1が主流となっており、生産者もF1にあった栽培をしている。そこで我々は、希少価値のある品種や気象立地に適した品種の育成、花色シリーズ化をF1で行うこととした。ここではF1品種の育成にあたって解明した花色、花形の遺伝様式、およびその組合せについて述べる。

II 「秋試交1号」の育成にあたり解明した花色の遺伝様式およびその組合せ

1. 緒言

トルコギキョウの花色は、紫、赤紫、ピンク、藤のアントシアニンを含むシアニックと黄、白、黄緑のアントシアニンを含まないアシアニック、これら単色花以外に白地に紫の覆輪、白地にピンクの覆輪、黄緑地に紫の覆輪、黄地にピンクの覆輪が市販されている。

秋田農試ではアシアニック花として黄緑花の自殖系統が平成9年から維持されてきたことから、県の気象立地に適し、F1の片親候補と判断した。黄緑地で市販にないものとしてピンクの覆輪花を目標とし、黄緑花の維持系統と白地にピンクの覆輪花色の組合せで、F1品種「秋試交1号」の育成を花色のシリーズ化も念頭に置きながら検討した。

花色のシリーズ化をF1で行うには片親を劣性形質の花色とし、もう一方の親に様々な花色を組合せることで可能と考える。そこで、F1の組合せを効率的に決定するために、黄緑地にピンクの覆輪花の花色に関わるアントシアニン生合成、覆輪形成、フラボノイドの水酸化およびクロロフィル生合成に関わる遺伝様式を明らかにする必要がある。

2. アントシアニン生合成の遺伝様式およびF1親の候補

白色花はアントシアニンを欠損し、フラボノイド花色素のフラボノールにより花色発現し⁷⁾、ロイコアントシアニンからアントシアニンの過程が閉鎖されている系統、ジヒドロフラボノールからアントシアニンの過程が制御されている系統が報告されている⁸⁾(図1)。

黄および黄緑色花もアントシアニンを欠損しており、アシアニック花はシアニック花に対してアントシアニン生合成に関わる遺伝子に関して劣性形質と推定されたため、アシアニック花とシアニック花を交雑し、ア

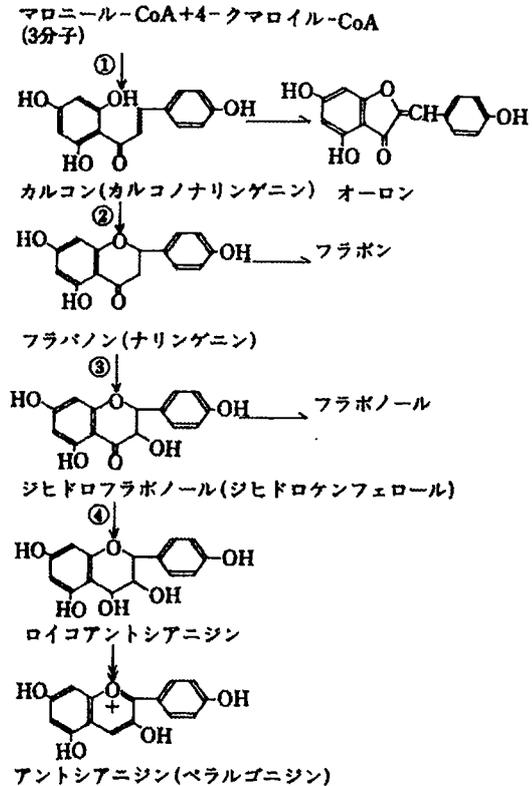


図1 アントシアニン生合成経路

①カルコンシンターゼ(CHS)、②カルコンフラバノンイソメラーゼ(CHI)、③フラバノン 3-ヒドロキシラーゼ(F3H)、④ジヒドロフラボノール 4-レダクターゼ(DFR)

ントシアニン生合成の遺伝様式を検討した。

1) 材料および方法

アシアニック花には、黄、白および黄緑色花を用い、シアニック花には、ピンク、赤紫および紫色花を用いた。

アシアニック花とシアニック花で交雑し、F1およ

びF2の分離比を χ^2 検定で分析した。

2) 結果および考察

交雑の結果、F1はシアニック花のみ出現し、F2でシアニック花とアシアニック花がほぼ3:1に分離

した(表1)。従って、アシアニック花はアントシアニン生合成遺伝子に関して劣性形質であることが明らかにになり、当场維持系統の黄緑色花も「秋試交1号」の片親候補になると考えられた。

表1 交雑後代の分離比

花色系統	後代の花色		検定した分離比	X ² 値 ^Z	確率
	シアニック:アシアニック	シアニック:アシアニック			
アシアニック×シアニックF1	28:0	1:0	1:0	0.00000	P=1.00
アシアニック×シアニックF1	27:0	1:0	1:0	0.00000	P=1.00
アシアニック×シアニックF1	20:0	1:0	1:0	0.00000	P=1.00
アシアニック×シアニックF1	20:0	1:0	1:0	0.00000	P=1.00
アシアニック×シアニックF1	24:0	1:0	1:0	0.00000	P=1.00
アシアニック×シアニックF1	30:0	1:0	1:0	0.00000	P=1.00
アシアニック×シアニックF1	16:0	1:0	1:0	0.00000	P=1.00
アシアニック×シアニックF1	29:0	1:0	1:0	0.00000	P=1.00
アシアニック×シアニックF1	28:0	1:0	1:0	0.00000	P=1.00
アシアニック×シアニックF1	23:0	1:0	1:0	0.00000	P=1.00
アシアニック×シアニックF1	29:0	1:0	1:0	0.00000	P=1.00
アシアニック×シアニックF1	11:0	1:0	1:0	0.00000	P=1.00
アシアニック×シアニックF1	21:0	1:0	1:0	0.00000	P=1.00
シアニックF2	21:5	3:1	3:1	0.46154	0.25<P<0.50
シアニックF2	14:6	3:1	3:1	0.26667	0.50<P<0.75
シアニックF2	16:5	3:1	3:1	0.01587	0.90<P<0.95
シアニックF2	21:7	3:1	3:1	0.00000	P=1.00
シアニックF2	23:5	3:1	3:1	0.76190	0.25<P<0.50
シアニックF2	23:5	3:1	3:1	0.76190	0.25<P<0.50
シアニックF2	23:6	3:1	3:1	0.28736	0.25<P<0.50
シアニックF2	20:7	3:1	3:1	0.01235	0.90<P<0.95
シアニックF2	19:9	3:1	3:1	0.76190	0.25<P<0.50
シアニックF2	22:10	3:1	3:1	0.66667	0.25<P<0.50
シアニックF2	20:9	3:1	3:1	0.59322	0.25<P<0.50
シアニックF2	24:7	3:1	3:1	0.09517	0.75<P<0.90
シアニックF2	19:8	3:1	3:1	0.30642	0.50<P<0.75

Z カイ平方値

3. 覆輪花形成の遺伝様式およびF1親の選抜

覆輪花は着色部でのみアントシアニンが蓄積し、白色部ではCHS(カルコンシンターゼ)遺伝子の転写抑制によりフラボノイドが蓄積しないことが報告されているが、覆輪形成の遺伝様式は明らかにされていない^{4,5)}(図1)。

そこで、単色花と覆輪花の交雑、自殖を行い覆輪形成の遺伝様式を検討した。

1) 材料および方法

覆輪花には白地にピンクの覆輪花および白地に紫の

覆輪花を用い、単色花にはピンク、赤紫および紫色花を用い、F1の分離比と同時に母親および父親の自殖後代の分離比を調査した。

アシアニック花には黄緑色花を用い、紫外線光下で観察した。

2) 結果および考察

単色花と覆輪花の交雑、自殖を行った結果、F1の覆輪花は、固定した覆輪花を片親に組合せれば、もう一方の親が覆輪花、単色花に関わらずほぼ100%出現し、F1の単色花は両親とも単色花の組合せのみ100

%出現した(表2)。覆輪の遺伝様式は良く分からないが、覆輪花では部位特異的にCHS遺伝子を転写抑制する優性の遺伝子の存在が示唆される(図1)。

従って、アジアニック花にも覆輪と単色が存在すると考えられるが、可視光下では区別ができない。しかし、紫外光下では、花卉先端のみフラボノイドが蓄積

し、先端のみ黒く見える覆輪花と花卉全体にフラボノイドが蓄積し、全体が黒く見える単色花に分類できる⁹⁾(図2)。そこで、「秋試交1号」の片親は、黄緑花のうち紫外光下で花卉全体が黒く見える単色花が適すると考え、これを選抜した。

表2 交雑・自殖後代の花色発現

花色系統 ♀×♂	F1の花色 覆輪:単色	♀後代の花色 覆輪:単色	♂後代の花色 覆輪:単色
単色花×覆輪花 F1	24:0	0:24	23:0
単色花×覆輪花 F1	23:1	0:10	22:0
単色花×覆輪花 F1	24:0	0:21	20:0
単色花×覆輪花 F1	10:14	0:16	19:5
単色花×覆輪花 F1	15:9	0:17	22:2
単色花×覆輪花 F1	9:13	0:23	20:4
覆輪花×単色花 F1	24:0	24:0	0:24
覆輪花×単色花 F1	2:19	19:5	0:20
覆輪花×単色花 F1	4:7	11:12	0:13
覆輪花×単色花 F1	24:0	19:2	0:22
覆輪花×覆輪花 F1	22:0	4:2	24:0
単色花×単色花 F1	0:24	0:6	0:18
単色花×単色花 F1	0:24	0:21	0:22
単色花×単色花 F1	0:24	0:21	0:17
単色花×単色花 F1	0:24	0:23	0:23
単色花×単色花 F1	0:24	0:24	0:24
単色花×単色花 F1	0:24	0:24	0:21
単色花×単色花 F1	0:24	0:24	0:22
単色花×単色花 F1	0:24	0:11	0:23

4. フラボノイドB-環水酸化の遺伝様式および

F1親の選抜

シアニック花の花色発現は、アントシアニンが関与しており、紫はアントシアニンのデルフィニジン配糖体、藤はシアニジン配糖体、ピンク花はペラルゴニン配糖体が主に関与していることが報告されており、アントシアニンB-環の水酸化程度がこれら花色発現に関係していることが示唆されている¹⁾。

シアニック花はこの他に赤紫、赤などの花色があり、藤は青味の強い花色から赤味の強い花色まであり、各花色でアントシアニジンが異なることが予想された。そこで各花色について、分析が容易なアントシアニンの糖の部分を除いたアントシアニジンについて分析し、花色発現とフラボノイドB-環水酸化の遺伝様式の関

係を検討した。

アジアニック花は生花卉の観察から、フラボノイドB-環水酸化の遺伝様式が優性形質か劣性形質か区別できない。一方、白色花にはアントシアニンの前駆体のフラボノール配糖体が含まれていることが知られている⁷⁾。そこでアジアニック花に含まれるフラボノールB-環の水酸化程度からフラボノイドB-環水酸化の遺伝様式を検討した。

1) 材料および方法

シアニック花には、ピンク、赤紫、藤、紫および赤色花を用い、アジアニック花には、白、黄および黄緑の単色花を用いた。

シアニック花の花弁から1%塩酸-メタノールで赤色素を抽出し、抽出物を100℃の2N-塩酸で加水分

解した^{10, 11)}。加水分解物に含まれるアントシアニジンを1.5%リン酸と水：アセトニトリル：酢酸：リン酸(107：50：40：3)の濃度勾配を使った高速液体クロマトグラフィーで分析した¹¹⁾。

また、アシアニック花の花弁より、メタノールで花色素を抽出し、アセトニトリル：水：リン酸(10：90：0.2～30：70：0.2)の濃度勾配を使った高速液体クロマトグラフィーでフラボノールを分析した^{11, 12)}。

2) 結果および考察

アントシアニジンを分析した結果、紫色花はデルフィニジンを主要色素とし、ピンク色花はペラルゴニジンを主要色素としており、Markham et.al. (1993) の報告と一致した。赤紫色花はシアニジンを主要色素として含み、赤紫の花色素発現にシアニジンが関与していることが示唆された。赤色花はペラルゴニジンを主要色素としピンク色花よりアントシアニジン含量が多く、赤の花色素発現にピンク同様ペラルゴニジンが関与して

いることが考えられた。藤色花はアントシアニジン含量が少なく、色調の青味の強い系統はデルフィニジンを主要色素とし、その他2系統はシアニジンを主要色素としデルフィニジンあるいはペラルゴニジンを微量色素として含むかの違いで、色調の違いに主要色素と微量色素が関与していることが示唆された(表3)。

これら花色の遺伝様式は明らかになっていないが、橋本らは、これらアントシアニジンの生合成に5種類のフラボノイドB-環水酸化酵素対立遺伝子の関与を推定し¹⁰⁾、Nilsenらはピンク色花がこれら遺伝子の転写が欠損していると報告していることから¹⁰⁾、ピンク色花はこれら遺伝子に関して劣性形質と考えられる(図3)。

従って、黄緑地にピンクの覆輪花の「秋試交1号」の育成には、片親を黄緑色花の単色花としたので、もう一方の親は白地にピンクの覆輪花固定系を用いなければならないことが明らかとなった。

表3 トルコギキョウの花色素^Z

花 色	ペラルゴニジン	アントシアニジン シアニジン	デルフィニジン
紫	-	+	+++
藤 (青味)	-	t	+
藤	-	+	t
藤 (赤味)	t	+	-
赤紫	+	+++	-
ピンク	++	t	-
赤	+++	+	-

Z-：未検出、t：微量、+：少量、++：中程度量、+++：多量

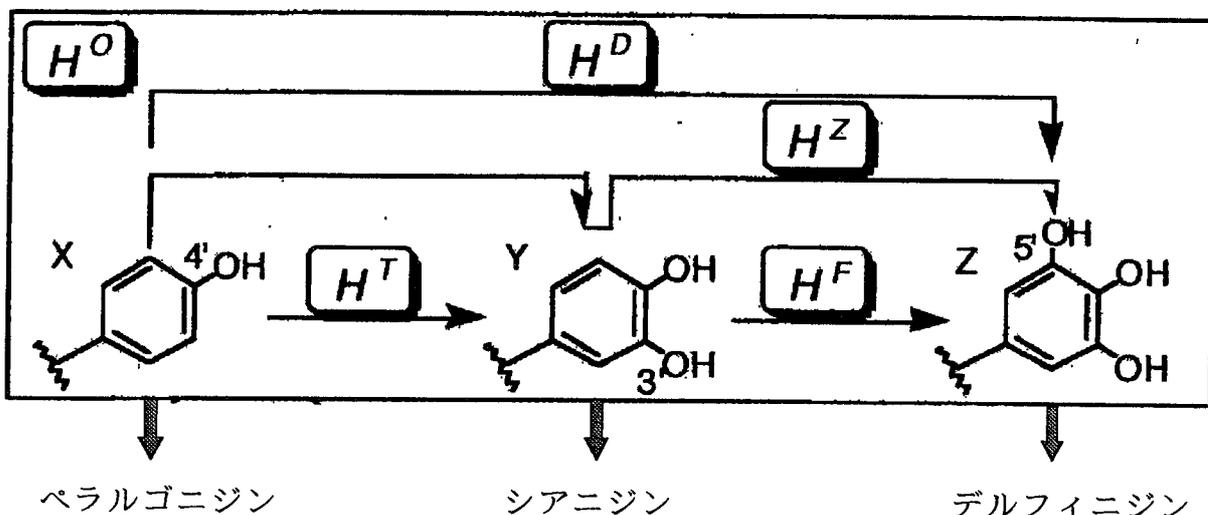


図3 トルコギキョウのアントシアニン生合成に関わるフラボノイドB-環水酸化の推定の対立遺伝子；H^T、H^F、H^O、H^D、H^Z (橋本)

次にアジアニックの単色花のフラボノールについて分析した結果、クロマトグラムからフラボノイドとしてケンフェロール配糖体と推定されるピーク2、3、4のみを含む花とこれらに加えてミリセチン配糖体と推定されるピーク1を含む花に分けられた(図4、5)。フラボノールB-環の水酸化程度からそれぞれフラボノイドB-環水酸化酵素遺伝子が劣性と考えられる花と優性のフラボノイドB-環水酸化酵素遺伝子が存在すると考えられる花とに分けられた。

そこで、「秋試交1号」の片親として、黄緑色の単色花のなかから、フラボノイドB-環水酸化酵素遺伝子が劣性と考えられる図4下図のタイプを選抜した。

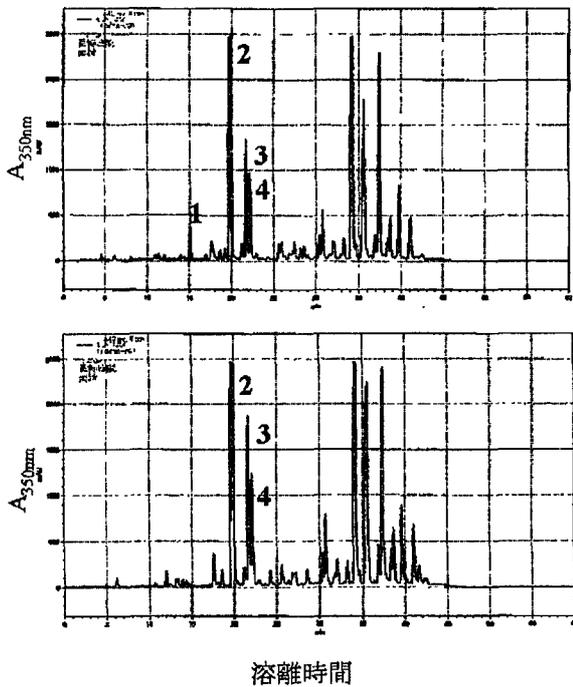


図4 アジアニック花卉抽出物のクロマトグラム

- 1: 吸収特性 λ max358nmからミリセチン配糖体と推定、
 2: 吸収特性 λ max347nmからケンフェロール配糖体と推定、
 3: 吸収特性 λ max353nmからケンフェロール配糖体と推定、
 4: 吸収特性 λ max353nmからケンフェロール配糖体と推定

表4 交雑後代の花色発現

花色系統	後代の花色 黄緑:白	検定した分離比 黄緑:白	X^2 値 ²	確率
黄緑×白 F1	24:0	1:0	0.00000	P=1.00
白×黄緑 F1	24:0	1:0	0.00000	P=1.00
黄緑 F2	16:6	3:1	0.06060	0.75 < P < 0.90
黄緑 F2	19:4	3:1	0.71011	0.25 < P < 0.50
黄緑 F2	11:4	3:1	0.22222	0.50 < P < 0.75

²カイ平方値

5. クロロフィル合成の遺伝様式および「秋試交1号」の組合せ

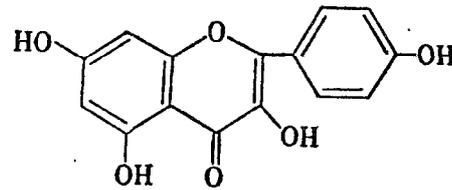
黄緑色花の花色発現はクロロフィルが関与していると考えられるが、遺伝様式など明らかにされていない。そこで黄緑色花と白色花の交雑を行い、クロロフィル合成の遺伝様式を検討した。

1) 材料および方法

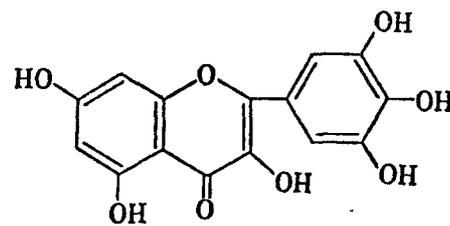
交雑を黄緑色花と白色花、黄緑色花と白地にピンクの覆輪花で行いF1およびF2の分離比を χ^2 検定で分析した。

2) 結果および考察

黄緑色花と白色花の交雑の結果、F1は黄緑色花のみ出現し、F2で黄緑色花と白色花が3:1に分離した(表4)。従って、黄緑色花はクロロフィル合成に関する遺伝子が白色花に対して優性で、黄緑色花と他の花色と交雑した後代F1で、クロロフィルが生成される。選抜した黄緑花はクロロフィル合成以外の調査した花色に関わる形質が劣性なので、様々な花色との組合せでクロロフィルを発現したF1の花色シリーズ化が可能である。



ケンフェロール



ミリセチン

図5 フラボノールの構造式

前記フラボノイド分析を活用し、選抜した黄緑花と白地にピンクの覆輪花固定系を交雑した後代の花色は、すべて黄緑地にピンクの覆輪花となることが確認できた。一方、図4上図のクロマトグラムを示す黄緑花と白地にピンクの覆輪花との交雑後代は、黄緑地に紫の覆輪花が出現した(表5)。

従って、黄緑地にピンクの覆輪花の「秋試交1号」育成のための親の組合せは、片親に覆輪形成およびフラボノイドB-環水酸化酵素遺伝子が劣性の黄緑色花、もう一方の親に白地にピンクの覆輪花固定系となることを確認した(図6)。この組合せから「秋試交1号」を育成した(図7)。

表5 交雑後代の花色発現

花色系統	後代の花色 ^Z 紫：ピンク	検定した分離比 ^Z 紫：ピンク	X ² 値 ^Y	確率
黄緑(図4下図)×白地ピンク覆輪	0：24	0：1	0.00000	P=1.00
黄緑(図4下図)×白地ピンク覆輪	0：24	0：1	0.00000	P=1.00
黄緑(図4下図)×白地ピンク覆輪	0：24	0：1	0.00000	P=1.00
白地ピンク覆輪×黄緑(図4下図)	0：24	0：1	0.00000	P=1.00
黄緑(図4上図)×白地ピンク覆輪	24：0	1：0	0.00000	P=1.00
黄緑(図4上図)×白地ピンク覆輪	16：0	1：0	0.00000	P=1.00
黄緑(図4上図)×白地ピンク覆輪	7：10	1：1	0.05882	0.75 < P < 0.90

^Z紫：黄緑地紫覆輪、ピンク：黄緑地ピンク覆輪
^Yカイ平方値

Ⅲ 「秋試交2号」の育成にあたり解明した花色・花形の遺伝様式およびその組合せ

1. 緒言

秋田県のある篤農家は独自に育成した集団のなかから希少価値の高い黄色味の強いピンク色(以後、黄味ピンク色)の八重咲花を出荷していた。この集団は、花色が黄味ピンクと黄に、花形が八重咲と一重咲に分離するものであったが、固定が進まず収穫時の選別に手間がかかった。そこで、この集団の種子を譲り受け、黄味ピンク色の八重咲花「秋試交2号」の育種に取り組んだ。

これをF1で育成するには、黄色花と黄味ピンク色花の組合せが考えられるが、花色のシリーズ化を見込みながら効率的に育成するには、「秋試交1号」同様片親となるシアニック花の花色の遺伝様式を解明し、さらに八重咲および一重咲の花形の遺伝様式を解明する必要があると考えられた。

譲り受けた黄色花は、紫外光下で劣性形質の単色花であることを確認した。また黄味ピンク色花は花色からペラルゴニジン为主要色素としていと考えられ、黄色花は同じ集団の種子から分離したことにより、両花色ともフラボノイドB-環水酸化酵素遺伝子に関し

て劣性ホモに固定していると考えられた。従って、ここでは黄色花のカロチノイド生合成の遺伝様式と八重咲の遺伝様式について検討した。

2. カロチノイド生合成の遺伝様式と黄味ピンク色花F1の組合せ

黄色花の花色発現は、カロチノイドによることが1品種で報告されている⁶⁾。さらにほかの黄色花の花色発現もカロチノイドが関与している可能性があることから、黄色花について、カロチノイドの存在を調べた。さらに黄色花と白色花を交雑し、カロチノイド生合成の遺伝様式を検討した。

1) 材料および方法

交雑には黄色花および白色花を用い、F1～F3の分離比をx²検定で分析した。花色素分析には、いずれも黄色花を用いた。

黄色花の花弁からメタノールで黄色色素を抽出し、水と石油エーテルの分画後、石油エーテル画分について分光光度計で吸収スペクトルを分析し、カロチノイドの存在を推定した^{11, 15)}。

2) 結果および考察

黄色花の花弁抽出物の吸収スペクトル特性は、調査したすべての系統がカロチノイド特有の吸収特性 (λ_{\max} 417、440、468nm) を示したことから、黄色花色の発現はカロチノイドによると考えられる (図8)。

黄色花と白色花を交雑した結果、その後代は雑種1代 (F1) で白色花のみとなり、F2 で白色花と黄色花が3:1に分離し、F3 で黄色花が固定した (表6)。従って、黄色花および白色花の花色発現はキク同様カロチノイド生合成遺伝子とカロチノイド生合成を抑制する遺伝子が関与し、カロチノイド生合成遺伝子が優性でカロチノイド生合成抑制遺伝子が劣性ホモになると黄色花になると考えられる¹⁶⁾。

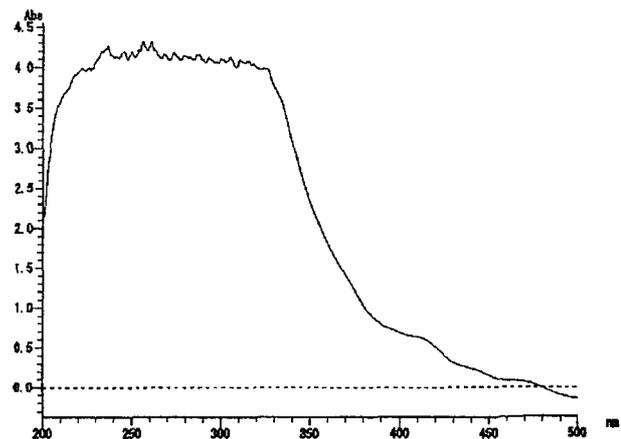


図8 黄色花弁抽出物の吸収スペクトル特性

表6 交雑後代の花色発現

花色系統	後代の花色 白:黄	検定した分離比 白:黄	X ² 値 ²	確率
白×黄 F1	24:0	1:0	0.00000	P=1.00
黄×白 F1	24:0	1:0	0.00000	P=1.00
白×黄 F1	23:0	1:0	0.00000	P=1.00
黄×白 F1	24:0	1:0	0.00000	P=1.00
白 F2	17:5	3:1	0.06060	0.75 < P < 0.90
白 F2	21:3	3:1	2.00000	0.10 < P < 0.25
白 F2	18:6	3:1	0.00000	P=1.00
白 F2	18:6	3:1	0.00000	P=1.00
黄 F3	0:24	0:1	0.00000	P=1.00
黄 F3	0:24	0:1	0.00000	P=1.00
黄 F3	0:21	0:1	0.00000	P=1.00
黄 F3	0:23	0:1	0.00000	P=1.00
白 F3	9:0	1:0	0.00000	P=1.00
黄 F3	0:24	0:1	0.00000	P=1.00
白 F3	8:4	3:1	0.55556	0.25 < P < 0.50

Z²カイ平方値

黄味ピンク色花、黄色花は共に黄色の性質があり、カロチノイドを含むと考えられ、この形質が固定しているため、カロチノイド生合成遺伝子が優性ホモで、カロチノイド生合成抑制遺伝子が劣性ホモに固定していると考えられた。従って、黄味ピンク色八重咲花の「秋試交2号」は黄色花と黄味ピンク色花の組合せと推定された。黄色花は、カロチノイド生合成遺伝子を除く調査した花色の遺伝子に関して劣性なので、F1

の花色シリーズ化の片親に利用できると考えられた。

3. 八重咲の遺伝様式と「秋試交2号」の組合せ

トルコギキョウの八重咲品種はF1の利用により100%八重咲が発現することが公表されているが、F1の組合せなど詳細は明らかにされていない¹⁷⁾。八重咲花を自殖した後代は、八重咲花と一重咲花に花形が分離し、八重咲花には花弁が萼化したような花形も出現した (以後、八重萼化花)。そこで、八重咲の組合

せを明らかにするため、花形を分類し自殖および交雑を行った。

1) 材料および方法

花形には、八重咲花、一重咲花および八重萼化花を用いた。

それぞれの花形のS1および八重萼化花と一重咲花のF1の分離比を χ^2 検定で分析した。

2) 結果および考察

八重咲花の自殖後代は八重萼化花、八重咲花、一重咲花がほぼ1:2:1に分離し、八重萼化花の自殖後代は八重萼化花で固定し、一重咲花の後代は一重咲花で固定した。八重萼化花と一重咲花の交雑後代は八重

咲花で固定した(表7)。従って、八重咲の遺伝様式は、八重萼化花が優性ホモ接合体、八重咲花がヘテロ接合体、一重咲花が劣性ホモ接合体と考えられ、F1で八重咲花を100%得るためには、八重萼化花と一重咲花の組合せと推定できた。

従って、黄味ピンク色八重咲の「秋試交2号」の親の組合せは、黄味ピンク色一重咲花と黄色八重萼化花、あるいは黄色一重咲花と黄味ピンク色八重萼化花となることが分かった(図9)。そこで未固定の集団から黄味ピンク色花について固定後、黄味ピンク色一重咲花と黄色八重萼化花の組合せから「秋試交2号」を育成した(図10)。

表7 自殖・交雑後代の花形

花形系統	後代の花形		検定した分離比	X ² 値 ²	確率
	八重萼化:八重:一重	八重萼化:八重:一重			
八重萼化S1	18:0:0	1:0:0	1:0:0	0.00000	P=1.00
八重萼化S1	17:0:0	1:0:0	1:0:0	0.00000	P=1.00
八重萼化S1	18:0:0	1:0:0	1:0:0	0.00000	P=1.00
八重萼化S1	18:0:0	1:0:0	1:0:0	0.00000	P=1.00
八重萼化S1	18:0:0	1:0:0	1:0:0	0.00000	P=1.00
八重萼化S1	18:0:0	1:0:0	1:0:0	0.00000	P=1.00
八重萼化S1	18:0:0	1:0:0	1:0:0	0.00000	P=1.00
八重S1	2:8:5	1:2:1	1:2:1	1.26667	0.50 < P < 0.75
八重S1	4:7:4	1:2:1	1:2:1	0.06667	0.95 < P < 0.975
八重S1	4:8:4	1:2:1	1:2:1	0.00000	P=1.00
八重S1	8:12:5	1:2:1	1:2:1	0.76000	0.50 < P < 0.75
八重S1	4:12:6	1:2:1	1:2:1	0.54545	0.75 < P < 0.90
八重S1	7:10:5	1:2:1	1:2:1	0.54545	0.75 < P < 0.90
八重S1	6:16:7	1:2:1	1:2:1	0.37934	0.75 < P < 0.90
八重S1	7:12:8	1:2:1	1:2:1	0.39907	0.75 < P < 0.90
一重S1	0:0:17	0:0:1	0:0:1	0.00000	P=1.00
一重S1	0:0:17	0:0:1	0:0:1	0.00000	P=1.00
一重S1	0:0:19	0:0:1	0:0:1	0.00000	P=1.00
一重S1	0:0:18	0:0:1	0:0:1	0.00000	P=1.00
一重S1	0:0:27	0:0:1	0:0:1	0.00000	P=1.00
一重S1	0:0:24	0:0:1	0:0:1	0.00000	P=1.00
一重S1	0:0:23	0:0:1	0:0:1	0.00000	P=1.00
一重S1	0:0:23	0:0:1	0:0:1	0.00000	P=1.00
八重萼化×一重F1	0:23:0	0:1:0	0:1:0	0.00000	P=1.00
八重萼化×一重F1	0:22:0	0:1:0	0:1:0	0.00000	P=1.00
八重萼化×一重F1	0:24:0	0:1:0	0:1:0	0.00000	P=1.00
八重萼化×一重F1	0:24:0	0:1:0	0:1:0	0.00000	P=1.00
八重萼化×一重F1	0:24:0	0:1:0	0:1:0	0.00000	P=1.00
八重萼化×一重F1	0:24:0	0:1:0	0:1:0	0.00000	P=1.00
八重萼化×一重F1	0:24:0	0:1:0	0:1:0	0.00000	P=1.00

IV 総 合 考 察

花色、花形に関する研究が進んだ結果、その育種方法や方向性が明らかになってきた。

市場によってはフラワーアレンジメントなどへの利用により、トルコギキョウのさらなる多様化が望まれており、希少種を出荷している生産者はその出荷単価につられて、一般品種でも高単価を得ている傾向がある。トルコギキョウは花色、花形以外に草型、早晩生などの形質も多様化しており、効率的に品種育成するには、これらの形質について遺伝様式を明らかにする必要がある。

一方、全般的に単価の低迷が続いており、収益を上げられる品種の育成が望まれている。秋田県のトルコギキョウ生産をさらに活性化するには、気象立地に適した収益性の高い品種育成も必要となる。収益性につ

いては、無シェード秋出荷でボリュームの取れる品種、冬期無加温で初夏および秋出荷の2度切りができる品種の育成などが期待されている。気象立地に適した品種育成は現在、交雑、自殖、選抜で維持した系統を育種に利用するに留まっているが、生態的特性に関わる形質の遺伝様式が明らかになれば、育種効率を上げることができる。生態的特性に関わる形質はポリジーンが関与していることが多く、遺伝様式の解明は容易ではないが、地域特性を活かせるので、今後明らかにすべき分野である。現在、無シェードや無加温など生育環境へ選抜圧をかけることで、生態的特性を活かせる系統の選抜を効率化できると考え、遺伝様式の解明と選抜圧をかけることの両面から育種を進めている。

V 摘 要

トルコギキョウの花色、花形の遺伝様式の一部が明らかになり、F1品種の育成および花色のシリーズ化が可能になった。これを活用し、黄緑地にピンクの覆輪花色の「秋試交1号」および黄味ピンク八重咲花の「秋試交2号」の2つの新花色F1品種を育成した。育成にあたって解明した遺伝様式や組合せは次のとおりである。

1. アントシアニン生合成の遺伝様式は、アジアニック花がシアニック花に対し劣性形質である。
2. 覆輪花形成の遺伝様式は、単色花が覆輪花に対して劣性形質で、アジアニック花から単色花を紫外光下で選抜できる。
3. フラボノイドB-環水酸化の遺伝様式は、ピンク色花が紫、赤紫および藤色花に対し劣性形質で、アジアニック花でもこの遺伝様式の優劣をフラボノイド分析により確認できる。
4. クロロフィル生合成の遺伝様式は、黄緑色花が白色花に対し優性形質である。選抜した黄緑色花は、クロロフィル生合成以外の調査した花色に関わる形質が劣性なので、クロロフィルを発現した花色シリー

ズ化のF1の片親として利用できる。

5. 単色花でフラボノイドB-環水酸化の劣性形質の黄緑色花と白地にピンクの覆輪花の組合せで、「秋試交1号」を育成した。
6. カロチノイド生合成は、カロチノイド生合成遺伝子とカロチノイド生合成抑制遺伝子が関与し、カロチノイドは優性のカロチノイド生合成遺伝子と劣性のカロチノイド生合成抑制遺伝子で生成されると考えられる。黄色花はカロチノイド生合成遺伝子以外の調査した花色に関わる遺伝子が劣性と考えられるので、花色シリーズ化のF1の片親として利用できる。
7. 八重咲の遺伝様式は、八重萼化花が優性のホモ接合体、八重咲花がヘテロ接合体、一重咲花が劣性のホモ接合体で、八重咲花は八重花萼化花と一重咲花の組合せである。
8. 黄味ピンク色花の固定後、黄味ピンク色一重咲花と黄色八重萼化花の組合せから「秋試交2号」を育成した。

引用文献

- 1) Markham, K.R., Ofman D.J. (1993) Lisianthus flavonoid pigments and factors influencing their expression in flower color. *Phytochemistry* 34 : 679-685.
- 2) 松本貴子・ウディンA.F.M.ジャマル・橋本文雄・清水圭一・坂田祐介 (2002) トルコギキョウの開花に伴う花色と花弁色素構成の変化 園芸学雑誌 71 別冊 2 : 198.
- 3) 福田直子・宮坂昌実・朽津和幸・斉藤涼子・中山真義 (2002) 紫外光を用いたトルコギキョウ白色花弁のフラボノイド含有量の簡易判別方法 園芸学雑誌 71 別冊 2 : 410.
- 4) 福田直子・大宮あけみ・伊藤佳央・小関良宏・野田尚信・菅野善明・鈴木正彦・中山真義 (2003) トルコギキョウの覆輪形成に関与するフラボノイド系色素の生合成抑制 園芸学雑誌 72 別冊 1 : 360.
- 5) 福田直子・大宮あけみ・伊藤佳央・小関良宏・野田尚信・菅野善明・鈴木正彦・中山真義 (2003) トルコギキョウの覆輪形成に関与するフラボノイド系色素の生合成抑制 植物生理学会 : 189.
- 6) 中山真義・宮坂昌実・大久保直美・福田直子 (2003) トルコギキョウ花弁の黄色発色に関与するカロチノイド 園芸学雑誌 72 別冊 1 : 298.
- 7) Asen, S., Griesbach, R.J., Norris, K.H., Leonhardt, B.A. (1986) Flavonoids from *Eustoma grandiflorum* flower petals. *Phytochemistry* 25 : 2509-2513.
- 8) Davies, K.M., Bradley, J.M., Schwinn, K.E., Markham, K.R., Podivinsky, E. (1993) Flavonoid biosynthesis in flower petals of five lines of lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Grise.). *Plant Science* 95 : 67-77.
- 9) 福田直子・中山真義・宮坂昌実・朽津和幸・斉藤涼子 (2002) トルコギキョウ花弁の黄色系フラボノイドの非破壊検出法
- 10) 武田幸作・林孝三 (1988) 赤色系フラボノイド (アントシアニン) 植物色素 (林孝三編) 養賢堂 東京 : 151-174.
- 11) 安田齋 花色の生理・生化学 内田老鶴圃新社 東京.
- 12) 下郡山正巳 (1988) 黄色系フラボノイド (フラボン, フラボノール, オーロン, カルコン類) 植物色素 (林孝三編) 養賢堂 東京 : 174-201.
- 13) 橋本文雄 (2003) 花弁中のフラボノイド水酸化の複対立遺伝と花色 花き研究シンポジウム資料
- 14) Nilsen, K.M., Podivinsky, E. (1997) cDNA cloning and endogenous expression of a flavonoid 3'5'-hydroxylase from petals of lisianthus (*Eustoma grandiflorum*). *Plant Science* 129 : 167-174.
- 15) 大谷俊二・林孝三 (1988) カロチノイド植物色素 (林孝三編) 養賢堂 東京 : 205-229.
- 16) Langton, F.A. (1980) Chimerical structure and carotenoid inheritance in *Chrysanthemum morifolium* Ramat. *Euphytica* 29 : 807-812.
- 17) 佐々木征男 (1988) ユーストマの品種改良の現状 日種協育種技術研究会シンポジウム資料 : 91-96.

Summary

Inheritance and Breeding of lisianthus (*Eustoma grandiflorum*)

The partial clarification of modes of inheritance on flower colors and on flower types made the breeding of F1 hybrids and a series of flower colors possible. "Akisikou 1" a yellowish green flower with pink marginal variegation, and "Akisikou 2", a yellowish pink double flower, were developed as new flower colors of F1 hybrids by clarifying these modes of inheritance. The modes of inheritance of flower colors and the combination which were clarified during the development are as follows:

1. Acianic flowers are recessive characters to cyanic flowers in relation to the modes of inheritance in anthocyanin biosynthesis.
2. Monochromatic flowers are recessive character to marginal variegation flowers in relation to the modes of inheritance on the forming of marginal variegation; in the acianic flowers, the monochromatic flowers can be distinguished from marginal variegation flowers under UV- irradiation.
3. Pink flowers are recessive character to purple, redish purple and mauve flowers in relation to the modes of inheritance in flavonoid B-ring hydroxylation; in the acyanic flowers, the recessive characters can be distinguished from the dominant ones by flavonoid analysis.
4. In relation to the modes of inheritance in chlorophyll biosynthesis, yellowish green flowers are dominant character to white flowers, therefore, the selected yellowish green flowers can be a parent of F1 hybrids for a series of flower colors with chlorophyll because of the recessive characters on the examined flower color expression except for chlorophyll biosynthesis.
5. "Akisikou 1" was developed as a F1 hybrid crossing between a selected yellowish green flower and a fixated white flower with red marginal variegation.
6. Carotenoid biosynthesis genes and it's inhibiting genes seems to be relevant to carotenoid biosynthesis for the yellow coloring in flower : carotenoid biosynthesis seems to work under dominant condition of carotenoid biosynthesis genes and the recessive alleles of it's inhibiting gene. The yellow flowers can be a parent of F1 hybrids for a series of flower colors because of the recessive genes on the examined flower color expression except for carotenoid biosynthesis genes.
7. In relation to the modes of double flowered inheritance, double flowers with sepal-like petals are dominant homozygote, double flowers are heterozygote and single flowers are recessive homozygote: double flowers are F1 hybrids crossing between double flowers with sepal-like petals and single flowers.
8. After the fixation of the yellowish pink flowers, "Akisikou 2" was developed as a F1 hybrid crossing between a yellowish pink single flower and a yellow double flower with sepal-like petals.

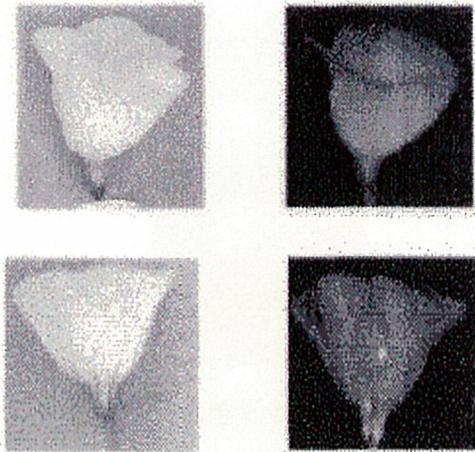


図2 白色花の可視光下（左）および紫外光下（右）（福田、中山、宮坂、朽津、齊藤、2002）
上段：覆輪花、下段：単色花

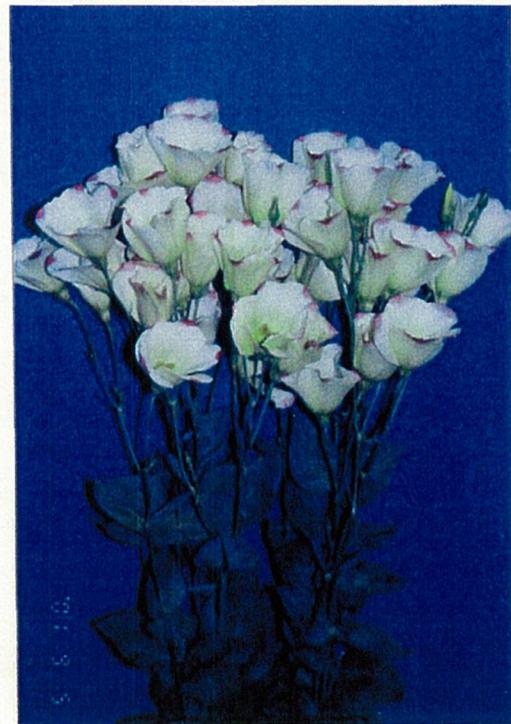
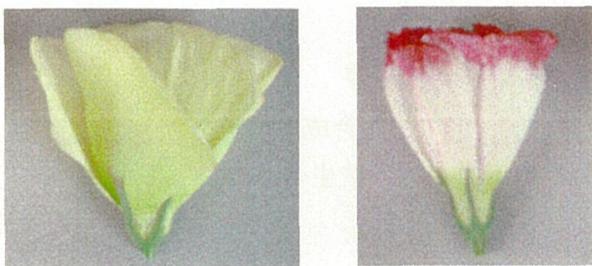


図7 「秋試交1号」



$aammfCC$ × $AAMMffc$
 \Downarrow
 $AaMmffCc$
 黄緑地にピンクの覆輪花

図6 黄緑地にピンクの覆輪花の組合せおよび推定の遺伝子

A : 優性のアントシアニン生合成遺伝子、 a : 劣性のアントシアニン生合成遺伝子、 M : 優性の覆輪形成遺伝子、 m : 劣性の覆輪形成遺伝子、 f : 劣性のフラボノイドB-環水酸化酵素遺伝子、 C : 優性のクロロフィル生合成遺伝子、 c : 劣性のクロロフィル生合成遺伝子



×



黄味ピンク色一重咲花
(AAddYYrr)

黄色八重萼化花
(aaDDYYrr)



黄味ピンク色八重咲花
(AaDdYYrr)



×



黄色一重咲花
(aaddYYrr)

黄味ピンク色八重萼化花
(AADDYYrr)

図9 黄味ピンク色八重咲花の組合せおよび推定の花色、花形の遺伝子

A: 優性のアントシアニン生合成遺伝子、a: 劣性のアントシアニン生合成遺伝子、
D: 優性の八重遺伝子、d: 劣性の八重遺伝子、Y: 優性のカロチノイド生合成遺伝子、
r: 劣性のカロチノイド生合成抑制遺伝子



図10 「秋試交2号」

培養系を利用したサトイモの簡易増殖法

新井正善

A Simple Micropropagation System of Taro (*Colocasia antiquorum* Schott var. *esculenta* Engl.)

Masayoshi ARAI

目 次

I 緒 言	15	2. 研究結果	35
II サトイモにおける大量増殖技術の確立	16	3. 考 察	36
1. 供試材料と試験方法	16	4. 要 約	37
2. 研究結果	19	V 種芋の簡易保存法確立	38
3. 考 察	29	1. 供試材料と試験方法	38
4. 要 約	31	2. 研究結果	38
III 植物ホルモンを用いない増殖法の簡易化	32	3. 考 察	41
1. 供試材料と試験方法	32	4. 要 約	41
2. 研究結果	32	VI 総合考察	42
3. 考 察	34	VII 摘 要	43
4. 要 約	34	付 記	44
IV 簡易増殖法により得られた種苗の生育と収量	34	引用文献	46
1. 供試材料と試験方法	34	Summary	47

I 緒 言

サトイモは熱帯アジアを原産地とする暖かい気候を好む栄養繁殖性の植物である²⁾。秋田県でも「山内いものこ」でなじみの深い作物で、山内村を中心とした横手・平鹿地方を主産地とする(付表1)。この地方を含め、冬季に雪が多く気温も低い地域では種芋の保存が難しく、貯蔵方法の開発が重要課題となってきた。種子消毒により貯蔵率が高まるとの報告もある¹⁾ものの、いまだ満足すべき結果が得られていない。現地では種芋確保のため、選抜した優良系統を千葉県など関東地方で委託生産している。しかし、生産量が安定せず種芋単価が年毎に大きく変動している上、年々高騰する傾向にあり、生産農家への負担が大きくなっている(付表2)。また、都市化に伴う土地不足や委託生

産者の高齢化及び後継者不足が問題となっており、将来的に安定した種芋供給が難しくなっている。こうした状況から、JAあきたふるさと(旧横手農協)山内支所より、安定した優良種苗確保のため、培養系利用による大量増殖の試験が要望されていた。この要望に応えるため、秋田県での主産地である山内村で状況を調査した結果、種芋保存の難しさだけでなく、栽培中に親芋部分から腐敗が進行する病気が蔓延している現状も確認した。現地では連作傷害を避けるためサトイモ栽培の経験がない圃場での栽培を行っているにも関わらず、この現状は変わらないことから、種芋が病気に感染していると推察される。

このことから、安定した種芋生産のためには優良無

病種苗を確保することが必要であると考えられる。優良無病種苗の確保には培養系を利用したクローン増殖が有効である^{7, 8)}。培養系による大量増殖法が確立されれば、選抜した優良系統を短期間で増殖することが可能となる。茎頂分裂組織は葉など他の部位と異なり、そのままシュートに発達する組織であり、ウイルスなどの病原体が存在しないことが知られており、茎頂培養は優良無病種苗のクローン増殖に多くの園芸作物で利用されている^{4, 7, 8)}。サトイモでも優良無病種苗生産に有効な手段であると考えられる。しかし、サトイモは従来、枝変わり選抜を中心として育種されてきた²⁾ 経緯があり、培養系を利用しても変異が多発する可能性が危惧される。また、各地の試験研究機関から培養変異が報告されている^{3, 5)}。従って、優良無病種苗の生産には変異を発生させない培養方法の開発が必要である。さらに、種芋の安定生産のためには、種苗の増殖体系の確立と種苗から種芋を生産する技術の開発が必要である。しかし、サトイモでの大量増殖による種苗生産の実用例は少なく、秋田県の気候に対応した現地生産の検討も必要である。

以上のことから、本研究では優良無病種苗の生産体

系を確立するため、茎頂培養手法と変異発生頻度との関係、茎頂培養で得られた培養物の増殖方法と変異発生頻度との関係、変異発生のない増殖方法の確立簡易化、及び、簡易増殖法により得られた種苗の現地での生育特性について検討した。その結果、簡易な手法による優良種苗生産法が確立したので報告する。併せて、現地では種芋の自前生産の希望が強いため、培養苗を栽培して得た芋の保存についても検討したので報告する。

報告にあたり、現地栽培試験の実施では山内村・照井儀兵衛氏、西仙北町・嵯峨重昌氏、山内村農政課、JAあきたふるさと山内支所、山内村里芋生産者組合、横手地域農業改良普及センターにそれぞれご協力をいただいた。特に山内村・照井儀兵衛氏には多大な労をお願いした。また、大潟村試験圃場での栽培管理には圃場管理業務の田口正敏氏（現秋田県花き種苗センター）、成田修二氏（1997年度退職）及び、非常勤職員の和田節子氏に、培養試験には囑託の佐藤恵美子氏、加成徳子氏（1997年度退職）に、多大な労をお願いした。ここに記して謝意を表する。

II サトイモにおける大量増殖技術の確立

本研究の目的である優良無病種苗の生産体系を確立するためには、茎頂培養による優良系統の無病化及びクローンの大量増殖技術確立が必要である。しかし、既に述べたように、サトイモでは培養変異が危惧されるため、増殖個体の形質を確認し、変異発生のない培養手法を選定することが不可欠である。このため本章では、茎頂培養手法、茎頂培養で得た培養物を大量増殖する手法、及び、各培養手法の変異発生について検討するため、茎頂培養試験、継代培養試験、圃場栽培試験を行った。茎頂培養試験では、培地に添加する植物ホルモンの組成及び茎頂採取部位と得られる培養物の種類について検討した。サトイモの増殖では、増殖時の植物ホルモン添加の効果が報告されている^{8, 10)}。また、種芋分割による増殖が報告されている⁵⁾ 一方、培地中のシヨ糖濃度を高めると塊茎形成が促進することが認められている（1986年山口県農業試験場成績概要）。そこで本研究では、植物ホルモンを用いて増殖した個体の形質変異発生について検討した。また、植物ホルモン添加では高い増殖率が期待されるものの、

形質変異の発生が危惧されるため、植物ホルモンを用いない塊茎を利用した増殖方法について検討した。圃場栽培試験では各増殖個体の形質変異発生を調べるため、生育中の植物体及び収穫物の諸形質について調査した。さらに、圃場栽培は冬季に行うことができないため、冬季に増殖個体の形質変異発生を調べる一手段として温室におけるポット栽培の可能性について検討した。

1. 供試材料と試験方法

1) 供試品種

山内村農家から調達した現地の主力品種である土垂を供試品種系統とした。

2) 基本培地と培養条件

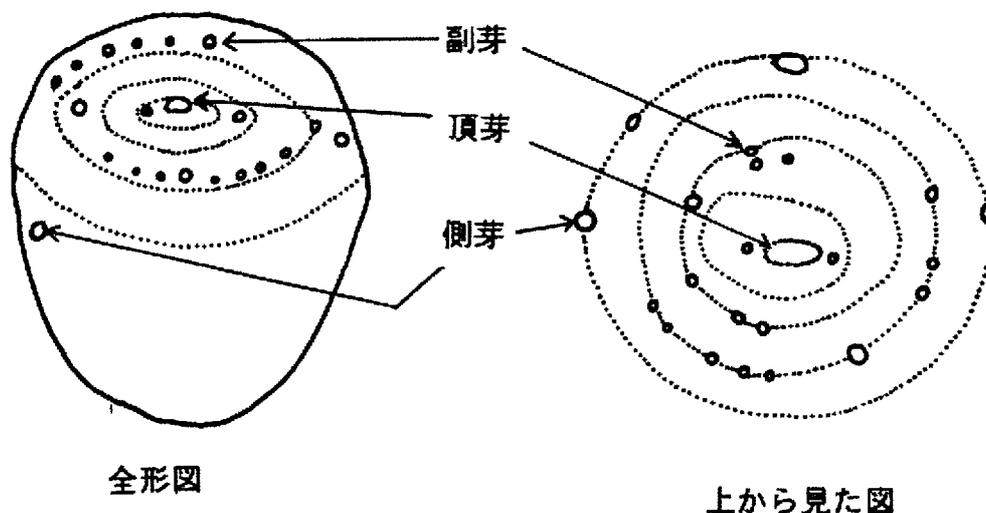
シヨ糖87.7mM (30g/L) を含むMurashige-Skoogの培地⁹⁾ (MS培地) を改変した液体培地を基本培地とし、試験に応じて、植物ホルモン、種々の糖類、及び、寒天8g/Lまたはゲランガム2g/Lを添加した。いずれも、pH5.8に調整後、25mL容ガラス管ビンの場合には10mLずつ、200mL容培養ビンの場合には25mL

ずつ分注し、121℃、15分間、オートクレープで殺菌した。各培養は25℃、 $26 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 、16時間日長で行った。

3) 茎頂培養

サトイモの種芋における芽は頂部に頂芽が1つ、その周りに数個の側芽と多数の副芽が同心円状に分布している(第1図)。そこで、種芋の根や土を大まかに取り除いた後、各芽を含む1片1~2cmの切片を調整した。各切片を流水中で1時間洗浄後、 1gL^{-1} 塩化ベンザルコニウム液で15分間、次いで、 1gL^{-1} 次亜

塩素酸ナトリウム液で30分間表面殺菌後、滅菌水で2回洗浄した。培地は基本培地に α -ナフタレン酢酸(NAA)、インドール-3-酢酸(IAA)、6-ベンチルアミノプリン(BA)、カイネチン(kin)を添加し、 8g L^{-1} 寒天または 2g L^{-1} ゲランガムを含む固形培地、及び、液体培地を用いた。いずれも、培養器は25mL容ガラス管ビンとした。各品種系統の種芋から採取した径約0.5mmの大きさの茎頂を各培地に置床後、2ヶ月間培養した。



第1図 サトイモの芽の分布

4) 継代培養

継代用には特に断らない限り、 8g L^{-1} 寒天を含む基本培地を用いた。植物ホルモンの添加試験ではNAA及びBAを0~ 10mg L^{-1} 添加した培地で、培地の支持体試験では液体培地、 8g L^{-1} 寒天または 2g L^{-1} ゲランガムを含む固形培地を用いた。茎頂培養で得られた培養物のうち、多芽体の場合は径5mmの大きさに切り分けた。シュートあるいは植物体の場合は余分な葉や根を取り除いた後、1芽ごとに切り分けた。これらを継代用の培地に移植し、固形培地では静置で、液体培地では静置または60rpmで振とうし、2ヶ月間培養した。また、必要に応じて、1芽ごとに切り分け、さらに継代培養を行った。

塊茎を利用した増殖の可能性を確かめるため、まずシヨ糖濃度の異なる継代用培地でシュートを培養し、塊茎の形成・肥大とシュート及び根の生長について調べた。また、培養中のシヨ糖濃度変化の影響を調べるため、シュートを基本培地で培養後シヨ糖濃度の異なる

培地を再添加して培養した。一方、シヨ糖以外の糖の影響を調べるため、基本培地のシヨ糖濃度を 0.05M (17.1g L^{-1})とし、各糖を $0.05 \sim 0.25 \text{M}$ 添加して培養した。次に、塊茎に形成されている複数の腋芽を利用した増殖の可能性を検討するため、植物体から塊茎を切り離して培養し、シュート形成数や塊茎形成数について調査した。調査したデータは必要に応じて、Turkeyの多重比較法による分散分析を行った。

継代培養で増殖した個体のうち、発根していないもの及び草丈が2cm以下のものは、1芽ごとに切り分けた後、基本培地で培養して植物体を伸長及び発根させ、次の順化・育苗に用いた。

5) 順化・育苗

発根した植物体は水道水で培地を洗い流した後、育苗培土(げんきくん1号、コープケミカル)を入れた6cmまたは7.5cm黒ポリポットに植え付け、プラスチックカバーで覆い、最低温度 15°C のガラス温室で管理した。2週間かけてカバーを徐々に外し、生育に応じて

鉢替えをし、定植時まで育苗した。

6) ポット栽培

基本培地で発根した培養苗を順化後、以下の3つの試験を行った。試験1：順化後、7.5cmポリポットで育苗し、最低温度20℃のガラス温室内で生育に応じて15cmポリポットに鉢替えして栽培した。順化開始は1994年10月18日、育苗期間は同年11月2日～12月1日、4月18日に掘り上げ、収穫物を調査した。試験2：順化後、7.5cmポリポットで育苗し、15cmポリポットに移植して温室外で栽培した。順化開始は1995年5月11日、育苗期間は同年5月28日～6月25日、11月10日に掘り上げて収穫物を調査した。試験3：試験2のポット栽培で得られた親芋、子芋、孫芋を乾燥・調製後、市販の育苗培土を入れた7.5cmポリポットに植え付け、最低温度20℃のガラス温室内で栽培した。植え付けは1995年12月25日、1ヶ月後に15cmポリポットに鉢替えし、1996年4月18日に掘り上げて収穫物を調査した。いずれの試験も、葉が枯れ始めたら灌水を中止し、完全に乾燥後、掘り上げて調査した。

7) 試験圃場栽培

順化・育苗した培養苗、及び、1作して得た子芋を大潟村の生物工学部試験圃場（1994～1996年）、山内村土淵の照井儀兵衛氏圃場（1995～1996年）、及び西仙北町土川上野の嵯峨重昌氏圃場（1995年）で試験栽培した。いずれもサトイモ栽培の経験がない圃場を用い、大潟村試験圃場では元肥として、チッソ10.4kg/10a、リン酸18.4kg/10a、カリ8.4kg/10a、苦土石灰24.8kg/10a、堆肥2,000kg/10aを施肥した。他の試験圃場では現地慣行法に準じた。

(1) 1994年度

培養苗の特性、特に植物ホルモンの影響を調べるため、培養経歴の異なる各系統を生物工学部の大潟村試験圃場で試験栽培した。1993年8月26日～1994年4月12日にかけて順化した培養苗を最低温度15℃のガラス温室で定植時まで育苗した。定植は5月23日、畝幅1m、株間50cmの1条植えとした。また、必要に応じて灌水を行った。

(2) 1995年度

圃場2作目での植物ホルモンの影響を調べるため、1994年度に圃場栽培した各培養系統の収穫物を種芋として再び大潟村試験圃場で栽培し、特性を調査した。また、現地試験として、山内村土淵の照井儀兵衛氏圃場及び西仙北町土川上野の嵯峨重昌氏圃場で試験栽培を行った。

大潟村試験圃場では培養苗と1作球の特性を比較した。培養苗は系統により、4月20日、5月11日、5月24日の3回に分けて行い、定植時まで最低温度20℃のガラス温室内で育苗した。定植は6月2日と6月8日の2回に分けて行った。

山内村圃場では在来種芋と培養由来種芋の特性比較及び培養由来種芋の大きさによる生育と収量の比較を目的として、培養苗を1作して得られた子芋(10～50g)の試験栽培を行った。対照は50g以上の在来種芋とした。併せて、現地での培養当代苗(当年順化・育苗苗)の生育特性を調べた。定植は子芋が5月19～20日、培養当代が6月24日とした。さらに、栽培地域による違いを調べるため、西仙北町圃場でも試験栽培した。対照として50g以上の種芋、試験区として培養苗を1作して得られた子芋(10～50g)を供試材料にし、5月19日に定植した。いずれも畝幅1m、株間50cmの1条植えのマルチ栽培とし、他は現地慣行栽培に準じた。

(3) 1996年度

植物ホルモンを用いない増殖手法で得た培養苗及び培養苗1作球の特性を大潟村試験圃場及び山内村圃場で調べた。供試材料は培養苗を圃場で1作して得た子芋、培養苗を最低温度20℃のガラス温室内でポット栽培して得た芋を用いた。各芋は4月19日より最低温度20℃のガラス温室で発芽させ、同温室内で市販の育苗培土を入れた15cmポリポットで定植まで育苗した。畝幅1.2m、株間50cmの1条植えのマルチ栽培とし、必要に応じて灌水を行った。定植はいずれも5月21日に行った。

8) 試験栽培での調査

本試験では形質変異のない、あるいは、非常に起こりにくい培養による増殖方法の確立を目的としている。そこで、形質変異が認められた場合の原因を究明するため、茎頂の違い、継代培養回数、茎頂の違い、継代培養回数、茎頂培養及び各継代培養時の培地の種類など、培養経歴の異なるものをすべて別系統として調査した。圃場での栽培は1994～1996年にかけて行ったが、各年の天候が大きく異なった(付表4～7)。同一系統でも栽培年により生育時の諸形質や収量などが大きく異なったため、栽培年度ごとに各系統間の比較を行った。

生育時に草丈、最大葉長、最大葉幅、芽数、斑入り・葉柄部の着色・葉鞘部の奇形・葉身面の奇形など形態的奇形の有無を調査した。調査日は1994年9月13日、1995年9月4～19日、1996年8月26～30日とした。また、掘り上げ時に親芋重、子芋の大きさ別の数、奇形

芋の数などを調査した。掘り上げ日は1994年11月21～22日、1994年10月19、24～25日、1996年9月9日、10月21日、11月12日とした。

調査したデータは必要に応じてTurkeyの多重比較法による分散分析を行った。

2. 研究結果

1) 茎頂培養

第1表に茎頂培養結果を示す。生存率と添加植物ホルモンの濃度との間には相関関係が認められず、他の要因の関与が考えられた。シュートの形成は植物ホルモン無添加区でも観察されたが、0.3mgL⁻¹以下のBA添加で形成数が増加した。根及び塊茎の形成はNAA 0.01～0.1mgL⁻¹及びBA0.01～1 mgL⁻¹の添加で高くなる傾向が認められた。BA0.1～1 mgL⁻¹で多芽体が

形成され、NAA0.03～0.1mgL⁻¹添加で形成率が高まった。一方、いずれの区でもPLBは形成されなかった。カルスは添加する植物ホルモン濃度が高くなると形成率も高まる傾向が認められた。このように、土垂の茎頂培養は基本培地でも可能であるが、大量増殖に有利な多芽体や複数のシュートを得るにはNAA及びBAの添加が必要であった。多芽体の形成率はNAA0.1mgL⁻¹及びBA0.03mgL⁻¹添加区で、シュート形成数はNAA0.1mgL⁻¹及びBA0.3mgL⁻¹添加区で、最も高かった。

茎頂の採取部位と茎頂培養結果の関係を第2表に示す。本試験で行った表面殺菌法では頂芽ほど生存率が低かった。また、生存した茎頂は頂芽が最もシュート、根及び塊茎の形成率が高かった。

第1表 茎頂培養結果

ホルモン(mgL ⁻¹)		生存率 (%)	組織・器官形成率 (%)						シュート形成数
NAA	BA		シュート	根	多芽体	塊茎	カルス	肥大のみ	
0	0	30	100	33	0	33	0	0	1.0
	0.01	40	100	100	0	100	0	0	1.0
	0.03	50	40	40	0	20	20	40	0.4
	0.1	50	100	80	40	80	20	0	2.2
	0.3	40	100	50	25	50	75	0	2.5
	1	30	100	100	67	67	67	0	2.7
	3	30	0	0	0	0	100	0	0
0.01	0	55	91	91	0	91	0	0	0.9
	0.01	70	100	71	0	100	0	0	1.0
	0.03	60	100	67	0	100	0	0	1.0
	0.1	70	100	100	0	100	0	0	2.7
	0.3	45	100	67	0	100	0	0	3.3
	1	50	80	60	40	100	60	0	2.0
	3	50	100	40	0	20	20	10	1.0
0.03	0	55	100	73	0	100	18	0	1.0
	0.01	40	88	63	50	75	0	25	2.0
	0.03	30	50	33	33	83	17	0	0.7
	0.1	70	100	57	14	79	0	0	1.0
	0.3	40	75	75	38	50	38	0	1.9
	1	60	100	58	8	58	33	0	1.4
	3	30	50	50	0	50	0	50	0.5
0.1	0	50	100	80	40	80	40	0	2.0
	0.01	30	100	100	33	100	33	0	1.3
	0.03	40	60	100	75	100	50	0	2.3
	0.1	50	80	80	40	60	40	20	3.4
	0.3	50	100	80	40	80	80	0	4.6
	1	60	100	100	38	100	83	0	1.2
	3	60	33	17	33	0	50	50	0.5
IAA 0.1	kin 0.1	54	86	100	0	43	14	0	1.0

試験年度：1993年。置床数は1区当たり10～20個。生存率：置床した茎頂の数のうち、組織・器官(肥大のみを含む)を形成した茎頂の比率。組織・器官形成率：生存した茎頂のうち、各組織・器官を形成した茎頂の比率。シュート：分割可能な大きさのシュート。多芽体：1芽ごとに分けることのできない大きさの小芽の塊。塊茎：芋状の構造をし、腋芽を持つもの。肥大のみ：2ヶ月間培養後でも径約5mm以下にしか生育せず、いずれの組織とも判別できないもの(生育後、枯死したものを含む)。シュート形成数：(総シュート数)/(生存茎頂数)。

第2表 茎頂の摘出部位と茎頂培養結果の関係

茎頂摘出部位	生存率 (%)	シュート形成率 (%)	シュート形成数 (本)	発根率 (%)	塊茎形成率 (%)
頂芽	33	100	1.7	67	33
側芽	47	50	0.5	50	0
副芽	74	88	1.0	47	13

試験年度：1993年。置床数は1区当たり10～20個。他は第1表と同じ。

2) 植物ホルモンを用いて増殖した個体の形質変異
 第3表に種々の濃度の植物ホルモンを添加して茎頂培養及び継代培養した培養系統の生育調査結果を示す。茎頂培養時にNAAを添加すると形質変異個体が発生し、濃度が高まると発生頻度も高まった。しかし、茎頂培養時にBAのみ添加した場合(系統1)は形質変異の発生が認められず、同一培地で1回継代すると草丈及び葉の大きさが増大し、芽数は減少した(系統8)。基本培地で1回継代(系統7)すると同様な結果が得られたが、BA添加区に比べて草丈や葉は小さかった。また、BA添加区には認められなかった形質変異がこの区では観察された。他の試験区では形質変異が認められるか、草丈や葉の大きさが著しく低下した。特に、NAA、BAともに高濃度の区で顕著であった。これら各系統の収穫調査結果を第4表に示す。茎頂培養時のNAA添加は親芋重、子芋数、総重量、長形率、いずれも低下させた。茎頂培養時にBAのみを添加した系統では、継代回数が多いほど、また、継代培養時の添加植物ホルモン濃度が高いほど、収量が低くなる傾向が認められた。長形率と他の調査項目及びホルモン濃

度との間に相関関係は認められなかった。継代培養時にNAAを添加した系統(11~17、21~30)は収量が低い傾向が認められたが、同時にBAを添加し、その後基本培地で継代した一部の系統(13、19、20、26)では収量が高まった。以上のように、植物ホルモンを添加して茎頂培養及び継代培養した場合、一部の組み合わせでは生育や収量が高まるものの、繰り返し添加したり高濃度を添加すると、形質変異の発生が高まり、生育や収量が減少した。

そこで、茎頂培養の経歴のみが異なる各系統の圃場2作目の形質を調べた。各系統の生育調査結果を表5に示す。植物ホルモン、特に、オーキシン(NAAまたはIAA)を添加して茎頂培養した系統(2~4、8、9)は、草丈及び葉が大きくなる傾向が認められた。IAAのみを添加して茎頂培養した系統は、草丈、葉の大きさ、芽数ともに、最も値が高かった。NAA、IAA、または、BAのみを添加して茎頂培養した系統では一部の個体に葉身部にわずかな斑入りが認められた(データ示さず)。これらの系統の収穫調査結果を第6表に示す。収量が最も低いのはkinのみを添加して茎

第3表 各系統別の生育調査結果(一部抜粋)

系統 番号	ホルモン濃度 (mgL ⁻¹)				継代 回数	草丈 (cm)	葉幅 (cm)	葉長 (cm)	芽数	葉幅 /葉長	形質変異個体率 (%)			
	茎頂培養		継代培養*								葉柄	葉鞘	斑入	奇形
	NAA	BA	NAA	BA										
対照	—	—	—	—	—	50.5	24.5	33.5	7.0	0.73	0	0	0	0
1	0	0.1	—	—	0	51.0	19.0	28.0	16.0	0.68	0	0	0	0
2	0.01	0.1	—	—	0	51.3	26.5	34.8	9.8	0.76	0	50	17	0
3	0.03	0	—	—	0	60.0	27.0	36.0	14.5	0.75	0	25	25	0
4	0.03	0.01	—	—	0	71.5	28.5	38.5	14.5	0.74	0	0	100	0
5	0.03	0.1	—	—	0	64.6	27.2	37.2	11.6	0.73	0	20	30	0
6	0.03	1	—	—	0	47.8	20.6	27.8	9.2	0.74	0	11	11	0
7	0	0.1	0	0	1	70.8	26.3	36.0	13.0	0.74	0	25	50	0
8	0	0.1	0	0.1	1	82.0	30.0	40.0	11.0	0.75	0	0	0	0
9	0.01	0.1	0	0	1	35.0	19.1	25.0	6.9	0.76	0	58	0	0
10	0.01	1	0	0	1	30.9	17.5	23.5	5.9	0.74	0	25	38	13
11	0.1	0	0.1	0	1	47.0	28.0	36.0	11.0	0.78	0	100	0	0
12	0.1	0.01	0.1	0	1	26.0	14.0	22.0	10.0	0.64	0	0	0	0
13	0.1	0.01	0.1	0.01	1	58.0	34.0	45.0	15.0	0.76	0	0	0	0
14	0.1	0.1	0.1	0	1	53.0	22.0	30.7	15.3	0.72	0	33	0	0
15	0.1	0.1	0.1	0.1	1	32.0	18.0	26.0	9.0	0.69	0	0	0	0
16	0.1	1	0.1	0	1	34.0	17.0	24.0	8.0	0.71	0	0	50	50
17	0.1	1	0.1	0.01	1	46.0	24.0	32.0	4.0	0.75	0	0	0	0
18	0	0.1	0	0.1	2	51.4	25.1	32.6	13.9	0.77	0	0	60	0
19	0	0.1	0	1	2	39.1	21.1	27.9	8.3	0.76	7	27	53	0
20	0	0.1	0	10	2	55.9	25.7	35.0	10.1	0.74	0	0	47	0
21	0.1	0	0.1	0.1	2	29.5	16.1	21.9	6.7	0.75	0	56	10	40
22	0.1	0	0.1	1	2	21.5	12.4	17.4	6.3	0.71	0	20	50	50
23	0.1	0.1	0.1	0	2	32.0	17.0	24.0	16.0	0.71	0	100	100	0
24	0.1	0.1	0.1	1	2	25.4	14.3	19.4	8.0	0.73	0	52	5	27
25	0.1	0.1	0.1	10	2	18.8	13.2	17.2	5.8	0.77	0	40	0	40
26	0.1	0.1	1	0.1	2	58.0	27.0	35.0	12.0	0.77	0	0	0	0
27	0.1	0.1	1	1	2	23.7	13.3	18.9	4.7	0.71	0	61	42	22
28	0.1	0.1	1	10	2	11.0	8.0	10.6	4.0	0.76	0	0	0	0
29	0.1	1	0.1	1	2	41.5	22.5	30.5	10.0	0.74	0	50	0	50
30	0.1	1	0.1	10	2	39.4	20.5	26.9	5.9	0.76	0	30	20	25

1994年度栽培結果。表の値は各区5株の平均値を示す。

*：継代培養に用いた培地の中で最も高いホルモン濃度。

頂培養した系統であり、次いで植物ホルモン無添加の系統及びNAAとBAをとともに添加した系統であった。逆に最も収量の高いのはNAAのみを添加した系統、BAのみを添加した系統で、これらは生育時の調査で特に生育がよいわけではなかった。しかし、同じ組成でも収量が大きく異なる系統（5と6）も認められた。最も子芋数が多いのはNAAのみを添加した系統3、次いで系統2であり、最も子芋数が少ないのは植物ホ

ルモン無添加系統であった。他の系統では子芋数はほぼ同じであった。子芋1個当たりの重量が最も高いのはBAのみを添加した系統（6、7）であり、最も低いのはIAA及びkinを添加した系統であった。長形芋率が最も低いのはホルモン無添加系統であり、最も高いのはIAA及びkinを添加した系統であった。以上のように、圃場2年目でも茎頂培養時の植物ホルモンの影響が現れることが示された。

第4表 各系統別の収量調査結果（一部抜粋、1994年度）

系統番号	親芋重量 (g)	子芋数						合計	総重量 (g)	長形率 (%)
		正 常			長 形					
		大	中	小	大	中	小			
対照	179	10.0	18.0	5.0	1.0	4.0	1.0	39.0	1194	15.4
1	84	2.0	9.0	14.0	3.0	2.0	1.0	31.0	749	19.4
2	66	2.7	11.8	6.3	0.2	0.8	0.5	22.3	364	6.7
3	87	4.8	11.5	6.0	0.3	1.8	0.3	24.5	537	10.6
4	86	8.5	9.5	4.5	0.0	0.0	0.0	22.5	593	0.0
5	87	5.5	8.8	9.3	0.3	0.5	0.5	24.8	490	8.6
6	53	1.3	9.0	7.8	0.2	1.2	0.7	20.2	325	14.6
7	111	5.7	18.0	4.7	3.3	1.7	1.0	34.3	736	16.0
8	97	7.0	11.0	3.0	0.0	0.0	0.0	21.0	516	0.0
9	31	0.0	3.9	5.3	0.3	0.4	0.0	9.9	115	4.2
10	33	0.0	5.1	7.4	0.1	0.3	0.6	13.5	143	6.5
11	67	8.0	9.0	5.0	0.0	0.0	0.0	22.0	399	0.0
12	32	0.0	6.0	16.0	0.0	2.0	1.0	25.0	188	12.0
13	90	5.0	11.0	10.0	0.0	0.0	1.0	27.0	427	3.7
14	66	8.0	13.5	4.0	0.5	1.5	0.0	27.5	618	8.9
15	49	0.0	10.0	7.0	0.0	1.0	1.0	19.0	220	10.5
16	22	0.0	4.5	8.0	0.5	2.0	0.5	15.5	153	21.1
17	56	1.0	7.0	5.0	0.0	0.0	0.0	13.0	230	0.0
18	83	1.9	11.3	4.2	0.5	0.5	1.0	19.5	372	9.5
19	58	5.0	14.5	7.5	0.0	0.0	0.5	27.5	500	2.1
20	79	4.8	11.2	4.7	0.3	0.5	0.1	21.4	494	4.4
21	56	4.6	4.0	3.5	0.0	0.0	0.0	9.1	256	0.1
22	43	1.8	4.3	3.7	1.0	0.1	0.1	11.0	216	27.6
23	42	0.0	12.0	5.0	0.0	0.0	0.0	17.0	232	0.0
24	35	0.3	5.7	7.8	0.0	0.0	0.0	13.8	175	0.0
25	35	0.0	2.3	4.3	0.0	0.0	0.0	6.6	77	0.0
26	182	5.0	6.0	2.0	0.0	0.0	0.0	13.0	550	0.0
27	32	0.0	3.5	1.7	0.0	0.1	0.0	5.3	69	0.7
28	27	0.3	2.0	6.5	0.1	0.1	0.1	9.2	89	2.8
29	58	1.0	9.0	3.0	0.0	0.0	1.0	14.0	140	11.1
30	61	1.5	6.1	5.5	0.0	0.1	0.1	13.3	255	1.1

各系統番号は表3の系統番号に対応する。表の値は各区5株の平均値を示す。

（長さ）／（直径）> 3の子芋を長形とした。

子芋の大きさは重量別に、大>30g、30g ≥ 中 ≥ 10g、10g > 小とした。

長形率：（長形子芋数）／（子芋数）×100（％）。

第5表 茎頂培養時の植物ホルモンと2作目の諸形質との関係（1996年）

系統No.	植物ホルモン(mgL ⁻¹)				試験区	草丈 (cm)	最大葉幅 (cm)	最大葉長 (cm)	芽数	葉身奇形 (%)	草姿奇形 (%)
	NAA	BA	IAA	Kin							
1	0	0	0	0	①	61	34	43	14	0	0
2	0.1	0	0	0	②	68	40	49	12	25	0
3	0.1	0	0	0	②	62	33	43	11	0	0
4	0.1	0.1	0	0	③	65	32	43	11	0	0
5	0	0.1	0	0	④	63	38	47	12	0	0
6	0	0.1	0	0	④	57	31	42	13	0	0
7	0	0.3	0	0	⑤	68	35	43	12	25	0
8	0	0	0.1	0	⑥	75	40	51	15	25	0
9	0	0	0.1	0.1	⑦	60	30	39	8	0	0
10	0	0	0	0.1	⑧	59	33	43	12	0	0

各データは少なくとも5個体の平均値を示す。

葉身奇形：葉の形が通常の形と異なる株および葉身面に凸凹が認められる株の比率。

草姿奇形：葉鞘部の奇形により、葉が地際に垂れる草姿となっている株の比率。

第6表 茎頂培養時の植物ホルモンと2作目の諸形質との関係(1996年)

系統 No	植物ホルモン(mgL ⁻¹)				試験区	親芋重 (g)	子芋数				子芋総重 (g)	子芋平均重 (g)	長形芋率 (%)
	NAA	BA	IAA	Kin			L	M	S	計			
1	0	0	0	0	①	147	5.0	12.5	3.0	20.0	674	33.7	3
2	0.1	0	0	0	②	167	8.0	16.5	2.5	27.0	1047	38.8	15
3	0.1	0	0	0	②	122	2.5	18.0	8.0	30.5	944	31.0	14
4	0.1	0.1	0	0	③	132	2.0	19.0	3.5	24.5	688	28.1	12
5	0	0.1	0	0	④	161	2.0	18.5	3.0	23.5	757	32.2	8
6	0	0.1	0	0	④	146	11.5	12.5	1.0	25.0	1025	41.0	15
7	0	0.3	0	0	⑤	195	11.5	11.0	2.0	24.5	1009	41.2	10
8	0	0	0.1	0	⑥	251	9.0	12.5	3.5	25.0	953	38.1	18
9	0	0	0.1	0.1	⑦	107	1.0	19.0	3.0	23.0	555	24.1	22
10	0	0	0	0.1	⑧	123	3.5	18.5	3.5	25.5	785	30.8	16

各データは少なくとも5個体の平均値を示す。
長形芋率；(長径/短径) > 2となる子芋の比率(%)。

3) 植物ホルモンを用いない増殖法の検討

第7表に継代培養で得たシュート及び多芽体を培地の支持体を変えて培養した結果を示す。培地の支持体の種類に関わりなく、多芽体の方が鉢上げ可能な発根植物体数は多かったが、芽の大きさが不揃いになった。シュートを培養した場合、ゲランガム及び液体培地で供試数とはほぼ同数かそれ以上の芽が順化可能となった。多芽体を培養した場合、いずれも植え込み数よりも多くの個体を順化でき、その差はわずかであった。また、芽の大きさや発根等には支持体の違いによる差は認められなかった。データには示さないが、作業のしやすさでは根に培地が絡みにくい点で、液体培地が最も優れていた。

シュートの生長及び塊茎の形成・肥大に及ぼすショ糖の影響を調べるため、異なるショ糖濃度でシュートを培養した結果を第8表に示す。塊茎形成率にはショ糖濃度の影響は認められなかったが、175mM以上で塊茎重量が増加した。しかし、263mMでは芽や根の伸長が阻害された。このように、芽や根の伸長及び塊茎肥大にショ糖濃度が影響することが示されたため、

ショ糖濃度変化の影響を調べた。まず、基本培地で培養した培養物にショ糖濃度の異なる培地を再添加したときの影響を調べた。再添加培地のショ糖濃度が高まると形成塊茎数及び塊茎重量が増加した(第9表)。しかし、最大塊茎重及び平均塊茎重は263mM以上ではほぼ同じであった。さらに、ショ糖濃度が高まるほど極小塊茎(径2mm以下)の数も増加した(データ示さず)。

次にショ糖以外の糖の影響を調べるため、継代培地にさまざまな糖を添加して培養した(第10表)。ショ糖及びマルトース添加区では濃度が高まるとシュート数も多くなった。逆に、ソルビトール添加区では濃度が高いほどシュート数が減少した。他の糖類添加区では相関関係は認められなかった。塊茎数や総塊茎重は糖の種類によらず、添加する糖の濃度が高まると増加した。しかし、一部の糖を除き、0.25M添加区では総塊茎重は低下した。また、表には示さないが、糖濃度が高まると、糖の種類によらず、発根率や根長が低下した。糖濃度を高めた培地で得られるシュートには、形態的奇形はほとんど観察されず、一部の区に見られ

第7表 植込材料及び培地の支持体と鉢上げ可能な芽数との関係

供試材料	支持体	供試数	鉢上げ可能な芽数	鉢上げ率
シュート	液体	45	44	98
	ゲランガム	36	50	139
	寒天	30	26	87
多芽体	液体	50	88	176
	ゲランガム	50	99	198
	寒天	50	95	190

継代培養で得たシュート及び多芽体を基本培地で2ヶ月間培養した結果を示す。試験年度1994年。

鉢上げ率：(鉢上げ可能な芽数)/(供試数)×100。

支持体：各支持体の濃度はゲランガム；2 gL⁻¹、寒天；7 gL⁻¹。

た奇形も糖濃度を下げた培地に継代すると認められなくなった。シュート数の増加及び塊茎の肥大にはソルビトール添加区で最も効果が認められ、塊茎数の増加

にはマルトース添加区で最も効果が認められた。しかし、いずれもショ糖のみの添加でも同等の効果が認められた。

第8表 継代培養時のショ糖濃度の影響

ショ糖濃度 (mM)	最大芽長 (cm)	最大根長 (cm)	形成球数 (個)	総球重 (g)	1球重 (g)
87.7	10.6	27.3	1.57	1.76	0.11
175.4	8.8	30.1	1.43	3.44	0.24
263.2	3.6	13.0	1.63	3.46	0.21

継代培養で得た腋芽(平均 3.0cm)をショ糖濃度を変えた基本培地で70日間培養した結果を示す。

試験年度：1994年。

形成球数：1芽当たりの平均形成塊茎数。

総球重：培養ビン当たりの形成塊茎重量。

1球重：(総球重)/(形成球数)。

第9表 塊茎形成・肥大に及ぼす再添加したショ糖濃度の影響

ショ糖濃度 (mM)	形成塊茎数 (個)	総塊茎重 (g)	最大塊茎重 (g)	1塊茎重 (g)
87.7	9.5	1.64	0.36	0.17
175.4	19.3	4.29	0.66	0.22
263.2	19.3	5.86	1.15	0.30
350.9	24.3	6.77	1.16	0.28

200mL容培養ビン(25mLの基本培地)に10本の芽を植え、60日間培養後、各ショ糖濃度の基本培地25mLを再添加し、さらに90日間培養を続けた。

データはいずれも各試験区(培養ビン4つ)の平均値を示す。

試験年度：1995年。

形成塊茎数：1培養ビン中に形成された塊茎数。

総塊茎重：1培養ビン中に形成された塊茎の総重量。

最大塊茎重：1培養ビン中に形成された塊茎のうちで最大の重量。

1塊茎重：(総塊茎重)/(形成塊茎数)。

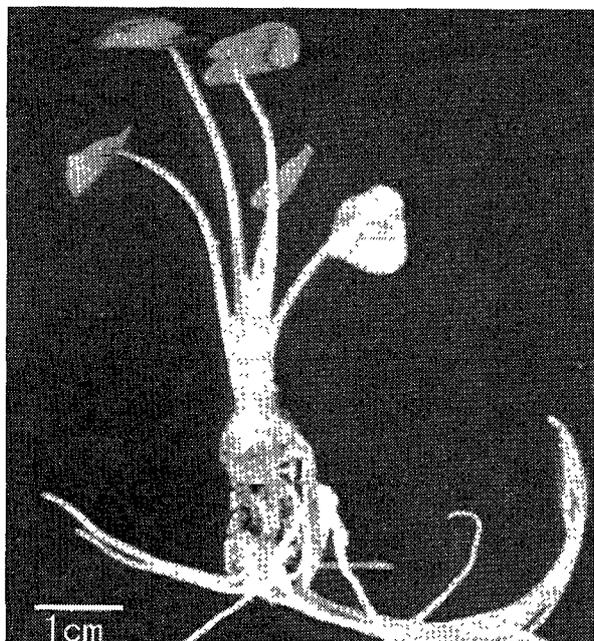
第10表 シュート形成及び塊茎形成におよぼす糖類の影響

糖類	濃度 (mM)*	シュート数	塊茎数	総塊茎重(g)
対照	—	2.2	1.3	0.20
ショ糖	50	1.5	1.3	0.38
	150	3.7	2.3	0.65
	250	3.5	2.0	0.36
マルトース	50	2.2	1.7	0.33
	150	3.3	2.4	0.39
	250	3.7	2.5	0.22
グルコース	50	3.4	1.8	0.28
	150	2.7	1.8	0.42
	250	3.3	2.3	0.42
ソルビトール	50	4.4	1.5	0.20
	150	2.9	1.7	0.69
	250	2.7	1.7	0.24
フラクトース	50	1.9	1.4	0.26
	150	2.6	2.0	0.44
	250	2.3	1.8	0.48

表の値は各区5個体の試験を5回繰り返した平均値を示す。

試験年度：1995年。*：基本培地に添加した濃度を示す。

そこで、ショ糖添加による増殖及び塊茎形成についてさらに検討した。基本培地で培養して得られた植物体(第2図)をシュート部と塊茎部に切り分け、ショ糖濃度の異なる基本培地で培養した結果を第11表に示す。増殖率は高くないものの、いずれの外植体を用いても増殖が可能であった。また、シュートを培養した場合、増殖率に差は認められなかったが、塊茎形成率は219mMまではショ糖濃度が高いほど高く、263mM区では逆に低下した。塊茎を培養した場合、明らかな傾向は認められなかったが、219mM区で最も増殖率が高く、175mM区で最も塊茎形成率が高かった。これらのことから、ショ糖濃度は219mMまでにとどめるのが良いと推定される。次に、適正な培地量を推定



第2図 塊茎を形成した培養植物体

するため、一定量の液体基本培地で異なる芽数を培養して芽の生長や塊茎の形成・肥大を調べた(第12表)。芽の形成には植付数の影響は認められなかったが、10本区で芽の伸長が低下した。逆に、根の伸長が1本区で低下した。また、植付数が増加すると塊茎の形成率と重量が低下した。以上のことから、本試験で用いている200mL容の培養ビンに25mLの培地を入れて培養する場合、5本前後、多くても7本程度にとどめるのが良いと考えられた。次に、ショ糖濃度の変化のみで繰り返し増殖が可能であるかを調べた。第11表の試験で得られたシュート及び塊茎を同じ培地で3回培養し、得られた植物体を用いて行った培養試験結果を第13表に示す。いずれの外植体も増殖が可能であるが、塊茎部を培養した場合に増殖率が高かった。しかし、この場合、形成される塊茎は小さくなった。また、ショ糖濃度別に見ると、シュート部は低濃度区で、塊茎部は高濃度区で増殖率が高かった。シュートや根の伸長は高濃度(263mM)区で著しく阻害された。以上から、ショ糖濃度の変化のみで繰り返し増殖が可能であること、増殖は塊茎の利用が有利であること、塊茎形成はシュートの利用が有利であることが確かめられた。液体培地での振とう効果を調べた結果を第14表に示す。シュート部では静置培養の方が振とう培養よりも増殖率が高かった。塊茎部では増殖率は振とうの有無でショ糖濃度への反応が異なり、振とうした場合は高濃度区で、静置では低濃度区で、それぞれ、増殖率が高かった。最も増殖率の高かったのは静置培養の低濃度区であった。以上から、液体静置培養で増殖が可能であることが確かめられた。

第11表 ショ糖濃度および外植体と増殖率との関係

外植体	ショ糖濃度(mM)	供試数	増殖率	塊茎形成率
シュート	87.7	94	1.9	1.1
	131.6	105	1.4	1.3
	175.4	103	1.6	1.2
	219.3	80	1.9	1.7
	263.2	44	2.0	1.4
塊茎	87.7	77	2.0	1.3
	131.6	60	2.6	1.6
	175.4	42	2.1	1.9
	219.3	34	2.9	1.1
	263.2	24	1.5	1.4

10mL入りの培養管ビンに外植体をそれぞれ1個ずつ入れて60日間培養した。

試験年度：1995年。

増殖率：(形成シュート数)/(供試数)。

塊茎形成率：(形成塊茎数)/(供試数)。

第12表 植付数と芽の生長及び塊茎の形成・肥大との関係

植付数 (本)	腋芽数 (個)	最大芽長 (cm)	最大根長 (cm)	形成球数 (個)	球形形成率 (%)	総球重 (g)	1球重 (g)
1	2.1±1.3	9.1±3.5	11.8±5.2	2.1±1.3	100	0.75±0.18	0.44±0.17
3	1.9±0.5	11.7±2.2	23.7±6.6	1.7±0.4	89	0.41±0.05	0.26±0.08
5	1.8±0.5	9.7±2.5	22.2±5.8	1.3±0.5	84	0.26±0.05	0.20±0.06
7	1.5±0.7	8.9±1.3	24.9±4.7	1.2±0.4	84	0.22±0.03	0.19±0.06
10	2.4±1.9	6.4±1.9	20.2±4.1	1.6±0.6	66	0.17±0.02	0.12±0.04

表の値は継代培養で得た腋芽(平均 3.0cm)を基本培地の入った培養ビン(200mL容、培地量 25mL)で2ヶ月間培養した結果を平均±標準偏差(n=10)で示す。

試験年度:1994年。

腋芽数:植付数当たりの形成腋芽数。形成球数:植付数当たりの形成塊茎数。

球形形成率:(形成球数)/腋芽数×100。総球重:植付数当たりの形成塊茎重量。

第13表 ショ糖濃度とシュートおよび塊茎形成との関係

外植体	ショ糖濃度 (mM)	増殖率	芽長 (cm)	根長 (cm)	総球重 (g)	1球重 (g)
シュート	87.7	2.7	10.5	26.5	1.93	0.14
	175.4	2.1	8.1	28.7	3.61	0.35
	263.2	2.3	4.3	18.9	4.73	0.42
塊茎	87.7	3.6	10.7	28.0	1.59	0.09
	175.4	3.6	9.5	31.4	3.26	0.18
	263.2	4.5	2.7	5.7	1.88	0.08

表の値は1培養ビンに5個ずつ植え、培養ビン5個ずつ5回繰り返した平均値を示す。

試験年度:1996年。

増殖率:(形成シュート数)/(植付数)。

芽長:1培養ビン中で最も大きいシュートの草丈。

根長:1培養ビン中で最も長い根の長さ。

総球重:1培養ビン中に形成された塊茎の総重量。

1球重:(総球重)/(増殖率)。

第14表 培養部位と振とう培養の増殖率におよぼす影響

振とう*	培養部位	ショ糖濃度(mM)	増殖率**
○	シュート	175.4	1.6
	塊茎	87.7	3.7
		175.4	5.6
—	シュート	87.7	1.3
		175.4	2.4
	塊茎	87.7	6.4
		175.4	1.5

試験年度:1996年。供試数5、2反復。

*:振とう培養(60 cycles/min)した場合は○、静置培養した場合は—とした。

**:(継代培養で形成された分割移植可能な芽数)/(植付数)。

4) ポット栽培

ポットで栽培中に斑入り及び葉や草姿の奇形発生が一部の株で見られたが、培養経歴の全く同じ株は同様な生育を示した。試験1の株は温室内であるにも関わらず、すべて栽培6ヶ月め頃から葉が枯れ始め、掘り上げ時(栽培6ヶ月間)には完全に休眠状態になっていた(第15表)が、再植付後まもなく発芽した。一方、試験3の株(掘り上げ時で植付後約5ヶ月)はすべて生育中であった(第17表)。試験1での増殖率(子芋数+孫芋数)は平均で8倍であった(第15表)のに対し、試験3での増殖率は平均で5倍であった(第17表)。試験2では培養系統間で増殖率に大きな差が認められた。しかし、生育及び収量の高い系統でも親芋重14.4g、総重量57.0g、増殖率8.7倍であり、全個体平均の増殖率は6.6倍であった(第16表)。以上から、培養苗はポット栽培6ヶ月間で休眠すること、ポット栽培で培養苗の形質変異が推測できること、培養苗のポット栽培で6倍以上の増殖が見込めることが確かめられた。

第15表 6ヶ月間ポット栽培した各株の増殖率

株No.	株の状態	増殖率
1	休眠	8
2	休眠	12
3	休眠	6
4	休眠	9
5	休眠	7
6	休眠	12
7	休眠	9
8	休眠	5
9	休眠	7
10	休眠	5
11	休眠	10
12	休眠	10
13	休眠	6
平均		8.2

1994年10月18日順化開始、1995年4月18日掘上げ。

第16表 ポット栽培した各培養系統の収量

系統	親芋重 (g)	子芋数		孫芋数		総重量 (g)	増殖率
		正常	奇形	正常	奇形		
1	11.8	6.7	0	0.5	0	51.2	7.2
2	5.9	1.6	0	0.1	0	11.4	1.7
3	13.5	7.5	0	0.8	0	57.0	8.3
4	14.4	6.0	0	0.7	0	38.2	6.7
5	10.7	7.2	0	0.6	0	36.2	7.8
6	12.7	7.6	0	1.1	0	42.3	8.7
7	11.3	7.1	0	1.1	0	46.6	8.3
8	4.5	0.9	0.5	0.2	0	5.6	1.6
平均	10.8	5.9	0.1	0.7	0	38.6	6.6

表の値は10~20個体の平均を示す。1995年5月11日順化開始、1995年11月10日掘上げ。

第17表 ポット2作めの増殖率

元株	株No.	植付芋	株の状態	増殖率	元株	株No.	植付芋	株の状態	増殖率
土垂1	1	親芋	生育中	6	土垂7	1	親芋	生育中	6
	2	子芋	生育中	4		2	子芋	生育中	5
	3	子芋	生育中	6		3	子芋	生育中	4
	4	子芋	生育中	5		4	子芋	生育中	6
	5	子芋	生育中	5		5	子芋	生育中	6
	6	子芋	生育中	5		6	子芋	生育中	5
	7	子芋	生育中	6		7	孫芋	生育中	3
	8	子芋	生育中	6		8	孫芋	生育中	4
	9	子芋	生育中	4		9	孫芋	生育中	5
	10	孫芋	生育中	6		10	孫芋	生育中	5
	11	孫芋	生育中	4					
					全個体平均				5.1

1995年12月25日植付け、1996年4月18日掘上げ。

5) 栽培地域による違い

第18表に異なる3つの地域で栽培した収量を示す。大瀧村圃場では対照区が収量（総重量及び子芋重+孫芋重）、倍率（子芋数+孫芋数）ともに最も低かった。また、1作球や培養当代株の収量や倍率には有意な差は認められなかった。山内村圃場では対照区が収量及び倍率が最も高かったが、親芋を除いた収量は1作球が最も高かった。培養当代株の収量は対照及び1作球に比べて著しく低かったが、倍率にはあまり差がなかつ

た。山内村圃場での3試験区の収量、芋の数及び大きさを比較すると、収量の差は子芋及び孫芋のL球の数の差であることがわかった。山内村圃場及び西仙北町圃場の1作球を比較すると、収量は山内村圃場で高かったが、倍率は西仙北町圃場で高かった。最も収量が高かったのは山内村圃場の対照区、次いで1作球であった。しかし、培養当代株の収量は大瀧村圃場で高かった。倍率が最も高かったのは大瀧村圃場の1作球、次いで大瀧村圃場の培養当代株であった。

第18表 栽培地域別収量調査結果（1995年度）

試験場所	系統	親芋重 (g)	子芋数			孫芋数			総重量 (g)	子芋+ 孫芋(g)	倍率 (倍)
			L	M	S	L	M	S			
大瀧村	対照*	61	0.2	7.7	1.4	0	0	1.9	313	252	11.2
	1作球*	108	1.0	20.2	2.8	0	2.4	2.5	720	612	28.1
	培養当代	99	1.2	18.1	2.8	0	1.9	3.7	653	554	27.3
山内村	対照**	549	5.5	1.5	0.5	1.5	6.0	2.5	1517	968	17.5
	1作球**	300	4.0	3.5	0.3	0.8	5.8	2.5	1331	1031	16.8
	培養当代	94	0.5	6.5	0	0	7.0	1.5	443	349	15.5
西仙北町	1作球*	—	4.5	8.5	0	0	10.5	2.3	—	798	25.8

数値は各試験区とも最低5株の平均値を示す。—：測定せず。

子芋及び孫芋の大きさは、L：50g以上、M：10g以上、50g未満、S：10g未満とした。

親芋の腋芽が肥大したものを子芋、子芋の腋芽が肥大したものを孫芋とした。

倍率：（子芋と孫芋の合計数）/（種芋数）。

*：種芋はMの大きさを用いた。**：種芋はLの大きさを用いた。

6) 圃場栽培におけるシヨ糖濃度の影響

次に、順化直前の培地のシヨ糖濃度の影響を調べた。培養系統を圃場栽培して得た子芋を茎頂培養し、種々のシヨ糖濃度の培地で増殖して得た株の圃場での生育調査結果を第19表に示す。親系統の形質がそのまま各培養系統にも現れ、生育が悪く奇形が高頻度に認められた株（系統）から茎頂を採取した系統（第19表の培養系統1）では草丈、葉の大きさ、芽数の値が低く、すべての株に葉身及び草姿に奇形が認められた。同一系統ではシヨ糖濃度が低い区で草丈、葉の大きさ、芽数が高く、濃度が高まると低下した。また、山内村圃場では高濃度シヨ糖区に葉の奇形が高頻度に観察された。特に、120gL⁻¹区で顕著であった。これらの系統の収量調査結果を第20表に示す。収量の低い親系統か

ら得た系統（培養系統1）では他の系統に比べて収量が著しく低かった。同一系統では高濃度シヨ糖区で収量が低く、大瀧村圃場での90gL⁻¹区、山内村圃場での120gL⁻¹区で、それぞれ、最も収量が低かった。逆にシヨ糖濃度の低い区では収量が高く、いずれも30gL⁻¹区で最も収量が高かった。山内村圃場では培養系統3を2回に分けて収穫した。この結果、9月9日収穫では60~90gL⁻¹区で収量が高く、30gL⁻¹及び120gL⁻¹区で収量が低かった。しかし、10月21日収穫では30gL⁻¹区で最も収量が高く、次いで90gL⁻¹区であり、120gL⁻¹では顕著に収量が低かった。また、大瀧村圃場では高濃度シヨ糖区で長形芋率が低く、逆に山内村圃場では低濃度シヨ糖区、特に30gL⁻¹区で長形芋率が低かった。

第19表 各系統の生育中の諸形質に及ぼすシヨ糖濃度の影響 (1996年)

圃場	親系統	培養 系統No.	シヨ糖濃度 (gL^{-1})	草丈 (cm)	最大葉幅 (cm)	最大葉長 (cm)	芽数	葉奇形 (%)	草姿奇形 (%)
大瀧村	A*	1	30	21	14	19	10	100	100
			45	21	14	20	9	100	100
			60	22	15	19	10	100	100
			75	19	13	17	10	100	100
			90	19	13	16	10	100	100
	C	3	30	58	32	41	17	0	0
			45	44	30	39	13	0	0
			60	51	31	42	14	0	0
			75	47	30	37	11	0	0
			90	44	27	34	11	0	0
山内村	A*	1	30	28	15	22	8	100	100
			45	18	11	16	4	100	100
			60	23	14	20	4	100	100
			75	25	12	18	6	100	100
			90	24	14	21	4	100	100
			120	23	15	21	4	100	100
	C	3	30	76	31	43	8	33	0
			45	69	27	38	8	20	0
			60	66	28	38	8	0	0
			75	70	30	42	9	10	0
			90	69	28	37	8	30	0
			120	67	31	39	9	46	0
	C	5	30	79	30	42	9	0	0
			45	58	27	36	7	7	0
			60	67	30	41	7	0	0
75			72	29	39	9	6	0	
90			67	30	39	8	34	0	
120			68	32	41	9	73	0	

各データは少なくとも5個体の平均を示す。

* : 前年度の圃場栽培で奇形が高頻度に認められた系統。

葉奇形：葉の形が通常の形と異なる株および葉身面に凸凹が認められる株の比率。

草姿奇形：葉鞘部の奇形により、葉が地際に垂れる株の比率。

第20表 各系統の収量諸形質に及ぼすシヨ糖濃度の影響（一部抜粋、1996年）

圃場	親系統	培養系統No.	シヨ糖濃度 (g/L ⁻¹)	収穫月/日	親芋重 (g)	子芋数				子芋総重 (g)	子芋平均重 (g)	長形芋率 (%)
						L	M	S	計			
大潟村	A*	1	30	11/12	63	0.0	7.7	8.2	15.9	174	10.7	1.6
			45	11/12	33	0.0	3.2	9.2	12.4	90	7.2	3.6
			60	11/12	41	0.0	5.2	7.9	13.0	130	10.0	1.0
			75	11/12	30	0.0	3.0	9.0	12.0	90	7.5	1.5
			90	11/12	24	0.0	1.8	9.2	11.0	59	5.3	0
	C	3	30	11/12	145	9.0	20.4	4.2	33.6	1217	36.2	14.4
			45	11/12	105	3.6	15.6	2.2	21.4	696	32.5	5.4
			60	11/12	116	5.6	17.2	2.0	24.8	852	34.3	4.7
			75	11/12	135	3.8	15.6	5.0	24.4	688	28.2	3.5
			90	11/12	123	2.0	12.0	4.4	18.4	475	25.8	2.7
山内村	C	3	30	9/9	79	0.2	12.8	7.4	20.4	214	10.5	0
			60	9/9	87	0.8	13.6	3.6	18.0	339	18.9	0
			90	9/9	84	0.0	12.8	6.0	18.8	277	14.8	1.1
			120	9/9	70	0.2	9.3	5.2	14.5	223	15.2	1.4
	C	3	30	10/21	147	3.2	13.6	4.0	20.8	605	29.1	2.7
			60	10/21	122	1.0	13.4	4.0	18.4	461	25.0	2.7
			90	10/21	148	2.2	13.0	5.0	20.2	588	29.2	8.2
			120	10/21	117	0.0	8.2	2.8	11.0	239	21.7	15.0
	C	5	30	10/21	155	1.4	14.4	4.4	20.2	520	25.8	2.4
			60	10/21	111	0.9	12.4	5.2	18.5	392	21.5	10.3
			90	10/21	111	1.0	10.6	4.2	15.6	362	23.2	7.4
			120	10/21	125	1.4	7.6	5.8	14.8	314	21.2	8.5

各データは少なくとも5個体の平均値を示す。
 *：前年度の圃場栽培で収量が悪かった系統。
 長形芋率（長径/短径）>2となる子芋の比率。

3. 考 察

NAAとBAを添加した培地での茎頂培養結果（第1表）から、生存率は添加植物ホルモン濃度と相関関係は認められず、植物ホルモン以外の要因が大きく関わっていることが示された。同様に、シュート形成にも添加植物ホルモン以外の要因が大きく関与していると推察される。摘出部位別の茎頂培養結果では頂芽、側芽、副芽の違いにより生存率や器官形成率が異なった（第2表）。側芽は頂芽の腋芽、副芽は側芽の腋芽に相当し、それぞれの部位で生長点の大きさや生長点を覆う

葉の枚数が異なる。したがって、表面殺菌や茎頂採取の際のダメージが各部位により異なることが想像される。第1表の試験では茎頂の採取部位を区別していなかったため、生長点の大きさやそのダメージの違いにより、植物ホルモンへの反応が変わったと考えられる。しかし、基本培地で発根植物体を得られることが確認された。根の形成はシュート形成した区のみで認められ、シュートの伸長とともに発根すると推察される。塊茎形成はシュート及び根を形成し、伸長が良い個体のみで認められ、植物体の生育に従って形成されると

考えられる。多芽体はオーキシンとサイトカイニンのバランスにより形成が促進されることが示唆された。これらの組織は基本培地での継代で多数の植物体を得られ、培養ビンでの増殖に利用可能であることが示された。優良系統のクローン増殖では親の形質を保持したまま無病化することが必須条件であり、茎頂培養はこの目的を果たすのに最も有効な手段である。さらに大量増殖のためには、茎頂培養で増殖に適する組織を得ることが望ましい。多芽体は容易に植物体に再分化し、大きさもコンパクトであるため、増殖に適した組織である。しかし、圃場栽培試験結果(第3~4表)から、茎頂培養時のみに植物ホルモンを用いても形質変異の発生する危険性が示された。この形質変異は圃場栽培を繰り返しても保持された(第5~6表)。基本培地で茎頂培養した系統は生育も良く奇形発生が認められなかったことから、形質変異発生を抑えるためには植物ホルモン無添加で茎頂培養するのがよいと推察される。また、継代培養時に植物ホルモンを添加して増殖した個体は生育や収量が低下したり、奇形個体の発生が認められ、増殖回数が多いほどその傾向が強まった(第3~4表)。サトイモや近縁種のカラジウムでの培養で報告されている^{3, 5, 10)}ように、本研究でも植物ホルモンを用いた増殖で形質変異を誘発する危険性が示された。これに対し、基本培地で増殖した個体は親系統と同様の形質を示した(第19~20表)。以上のことから、植物ホルモンの使用は茎頂培養、継代培養を問わず、本研究の目的である形質変異のない増殖には適さないことが示された。一方、植物ホルモン無添加でも茎頂培養や継代培養は可能で、しかも形質変異の発生を抑えてシュートや無菌植物体を得ることができることを確認された。

培地のシヨ糖濃度を変えた培養試験から、培地のシヨ糖濃度を高めることにより、複数の塊茎を形成したり、塊茎の肥大を促進させることが可能であることが示された(第8~9表)。また、塊茎に形成された腋芽を利用した増殖が可能であることが示された(第11~14表)。すなわち、シュートを高シヨ糖濃度で培養して肥大した塊茎を持つ植物体を得、シュート部と塊茎部を切り分けた後、塊茎部を低シヨ糖濃度で培養すると塊茎の腋芽が伸長し、複数のシュートを得ることができた。シュートは低シヨ糖濃度では発根植物体に、高シヨ糖濃度では再び塊茎の肥大した植物体に生長した。この時のシヨ糖濃度はシュートや根の生長及び形成される塊茎の大きさを考慮すると、それぞれ、175mM

(60g L^{-1})及び88mM(30g L^{-1})が良いと推察される(第11表及び第13表)。これらの増殖個体はすべて正常であり、順化後順調に生育し、定植可能な苗になった。シヨ糖と同じ二糖類であるマルトース、アルドヘキソースであるグルコース、ケトヘキソースであるフラクトース、糖アルコールであるソルビトールでも同様な効果が認められた(第10表)が、効果が著しい差はなく、培地作成の簡便さからシヨ糖を用いるのがよいと考えられる。培地の支持体による差は認められず(第7表)、培地作成の簡便さと作業性を考慮すると液体培地が適当であると思われる。液体培地での培養では酸素の供給量を増加させるため、及び、屈性を狂わせて増殖率を高めるために、一般に振とう培養が採用されている⁷⁾。しかし、本研究ではいずれの部位でも静置培養で増殖率が高く(第14表)、培養物の生長に差が認められなかった。従って、本増殖方法では静置培養が良いと思われる。この際の植付数は200mL容の培養ビンでは25mLの液体培地に対して5本程度が適当であることが示された(第12表)。以上から、植物ホルモンを用いずにシヨ糖濃度変化のみで増殖が可能であることが確かめられた。

この手法により増殖した個体の圃場栽培試験結果から、茎頂採取に用いる親株の奇形発生頻度が増殖個体の奇形発生頻度に反映する(第19~20表)ことが示された。このことは、植物ホルモンを用いずにシヨ糖濃度変化のみで増殖した個体は親の形質を保持していることを示唆している。また、高濃度のシヨ糖を含む培地で得た個体は、低濃度のシヨ糖区と比較して、生育に差は認められない(第19表)ものの、収量が低下する(第20表)ことが示された。高濃度シヨ糖区では培養中も植物体の生育が悪い(第13表)ことが示されている。このことは、高濃度のシヨ糖による生育阻害効果が圃場での生育や収量にも影響することを示唆している。従って、シヨ糖濃度は培養中の生育、圃場での生育・収量が極端に低下しない60g L^{-1} 程度にとどめる必要があると思われる。

以上の結果をふまえ、植物ホルモンを用いず、シヨ糖濃度変化のみによる増殖手法を考案した。手順(第3図)は以下のとおりである。茎頂培養で得られた植物体(第2図)をシュート部と塊茎部に切り分け、シュート部はシヨ糖60g L^{-1} 、塊茎部はシヨ糖30g L^{-1} の液体基本培地で、それぞれ1ヶ月間静置培養する。得られた培養物を再びシュート部と塊茎部に分けて同様に培養する。以後これを繰り返し、必要数に達したら順化・

育苗をし、定植用の苗とする。これにより、最低でも1ヶ月で3倍に増殖できると推察される。この増殖法により得た培養苗は、圃場での生育が良く、収量が高い上、形質変異は認められなかった(第19~20表)。

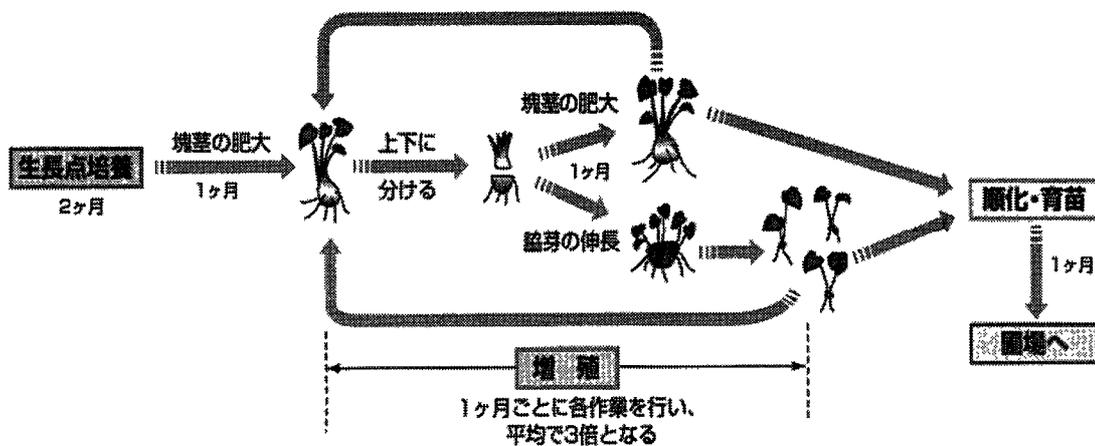
サトイモは育種経緯²⁾から考えると通常栽培でも枝変わりが発生しやすいと推察される。従って、茎頂培養の際に変異した生長点を採取する可能性があり、培養により変異した個体を増殖する危険性がある。本研究でも、同一親から茎頂培養で得た系統間で形質のことなるものが認められた(第19~20表)。このため、変異発生のない増殖法の開発と同時に、変異の有無を増殖中に確認する必要がある。そこで、増殖中の個体を一部順化してポット栽培することにより、変異発生を確認できるか検討した。併せてポット栽培による増殖の可能性についても検討した。その結果、圃場栽培と同様に、培養経歴が同じ株では同様な形質を示した。また、ポット栽培では温度に関わらず栽培6ヶ月間で休眠し(第15表)、再植付後まもなく発芽した。この時の増殖率は培養当代株では8倍程度であるが、栽培を繰り返すと低下した(第16~17表)。以上から、ポット栽培することにより、圃場定植の6~7ヶ月前の冬期間に加温温室で培養苗の形質変異の有無を増殖と兼ねて行うことが可能であることが確認された。

気候条件や土壌条件が異なる栽培地区での圃場栽培試験の比較結果から、同じ栽培地区では増殖率は定植苗の大きさに関係なかったが、栽培地区により得られる子芋の大きさと増殖率が異なることが示された(第

18~20表)。しかし、各系統間差はいずれの栽培地区でも反映された。従って、培養により増殖した苗の栽培はその目的(倍率を高めるのか、1球の大きさを高めるのか)によって、栽培環境を変える必要があると思われる。

4. 要 約

形質変異をおこさないサトイモの種苗増殖が可能であることが示された。親株として形質が確認されている株を用いることにより、優良系統を増殖できる。ショ糖 30gL^{-1} を含む基本培地(MS培地)で茎頂培養が可能で、その結果、形質変異発生を抑えることができる。増殖には液体基本培地を用いる。茎頂培養で得た植物体をシュート部と塊茎部に切り分け、シュート部はショ糖濃度 60gL^{-1} の培地で、塊茎部はショ糖濃度 30gL^{-1} の培地で、それぞれ、静置培養する。シュート部からは塊茎形成した植物体が、塊茎部からは発根植物体が得られる。塊茎形成した植物体は再びシュート部及び塊茎部に切り分け、同様に培養する。発根植物体はショ糖濃度 60gL^{-1} の培地で培養し、塊茎形成させる。この作業を繰り返すことにより、増殖が可能で、1回の培養で平均3倍に増殖する。この増殖法で得られた個体は形質変異がなく、生育・収量とも良好である。増殖中の個体はそのまま鉢上げし、順化・育苗することができる。増殖中に一部の個体を親茎頂別に順化・育苗し、温室内のポット栽培で各増殖系統の形質を調査して優良系統のみを残し、さらに増殖する。必要数に達したら、順化・育苗し、圃場栽培の種苗とする。



第3図 サトイモ簡易増殖法の流れ図

Ⅲ 植物ホルモンを用いない増殖法の簡易化

Ⅱ章で植物ホルモンを用いない、形質変異のない増殖法が確立した。この手法は茎頂培養を除き、液体培地での静置培養で可能であるなど、他のクローン増殖法^{5, 7, 8, 10)}と比較して簡易である。しかし、組織培養では種々の薬品が必要であり、培地作成に蒸留水を用い、pH調整を行うなど、必要な機器も多く、コストもかかる⁹⁾。特に、増殖用の培地は作成する回数も量も多く、合計では相当なコストになる。一方、茎頂培養は無菌的に極小な茎頂を切り出すなど、技術的に簡易化が難しいものの、いったん優良増殖系統を得れば、確立した増殖法を繰り返す限り、少量を1回行うだけで済むため、コストや施設・人手はわずかである。そこで、増殖培地作成の簡便化を検討し、より簡易な増殖法の確立をめざした。

1. 供試材料と試験方法

1) 供試材料

供試品種には秋田県内の主産地である山内村で、近年生産比率が高まっている早生品種の乙女を用い、生産現場で収穫した株を茎頂採取親とした。子芋から芽を含む1片1~1.5cmの切片を調整し、流水中で30分洗浄後、0.5%ピューラックスで15分間表面殺菌した。0.2~0.5mmの大きさの茎頂を切り取り、2g/L⁻¹ゲランガム、30g/L⁻¹シヨ糖を含むpH5.8のMS基本培地に置床した。培養ビン及び培養条件はⅡ章の茎頂培養方法に準じた。2ヶ月間培養後、塊茎を形成した個体のうち、生育が旺盛な2個体を選抜し、シュート部と塊茎部に切り分け、Ⅱ章で確立した増殖法により繰り返し増殖した。増殖後、得られた植物体をシュート部と塊茎に分け、供試材料とした。

2) 試験方法

増殖培地を簡略化するための試験として段階的に培地作成を簡略化した3つの試験を行った。試験1は基本培地であるMS培地のビタミン類の影響を調べた。増殖培地としてビタミン類を除いたシヨ糖濃度30g/L⁻¹及び60g/L⁻¹のMS液体培地を用い、通常どおりビタミン類を添加した培地を対照とした。各培養ビンには外植体を5つずつ入れ、60日間培養した。シヨ糖濃度30g/L⁻¹の培地では塊茎部を、60g/L⁻¹の培地ではシュート部を、それぞれ培養した。各区とも培養ビン5本ずつの試験を2回行った。試験2は培地作成に用いる水質の影響を調べた。通常の培地作成に用いている蒸留

水の代わりに、大潟村の水道水、秋田市の水道水、山内村の水道水をそれぞれ用いて、ビタミン類を含まないシヨ糖濃度30g/L⁻¹及び60g/L⁻¹のMS液体培地を作成した。各培養ビンには外植体を5つずつ入れ、30日間培養した。シヨ糖濃度30g/L⁻¹の培地では塊茎部を、60g/L⁻¹の培地ではシュート部を、それぞれ培養した。各区とも培養ビン2本ずつの試験を5回繰り返した。また、各培地作成の際に、pH調整前の値を測定した。試験3では培地のpHの影響を調べた。大潟村の水道水を用いたビタミン類を含まないシヨ糖濃度30g/L⁻¹及び60g/L⁻¹のMS液体培地を作成し、4.5~7.0の各pHに調整後、各培養ビンには外植体を5つずつ入れ、40日間培養した。シヨ糖濃度30g/L⁻¹の培地では塊茎部を、60g/L⁻¹の培地ではシュート部を、それぞれ培養した。各区とも培養ビン5本ずつの試験を2回繰り返した。いずれの試験でも、各培地はpH調整後、200mL容の培養ビンに25mLずつ分注し、オートクレーブで121°C、15分間殺菌した。調整するpHは試験3を除き、5.8とした。培養条件はすべて25°C、16時間日長とした。

2. 研究結果

シヨ糖濃度に関わらず、ビタミン類を含まない培地で増殖率及び塊茎重が高かった(第21表)。逆に、シュート長はビタミン類を含む区で高かった。しかし、t検定の結果、いずれの調査項目もビタミン類の有無で有意な差は認められなかった。蒸留水及び3つの水道水を用いて作成した培地試験では、山内村の水道水を用いた区では他の区に比べて増殖率が高く、シュート長及び根長が小さかった(第22表)。しかし、分散分析の結果、いずれの調査項目にも有意な差は認められなかった。培地のpHを4.5~7の範囲で変えても、各調査項目にあまり差がなく(第23表)、分散分析の結果でも有意な差は認められなかった。2年間にわたり、各水道水で培地を作成してpHを測定したが、いずれも5.2~6.5の範囲であった(第24表)。シュート部と塊茎部を合計した増殖率(各試験でのシヨ糖30g/L⁻¹区及び60g/L⁻¹区の増殖率の合計)は、いずれも平均3倍以上であった。第21~23表には早生品種である乙女を用いた結果を示したが、主力品種である土垂を用いても同様な結果が得られた(データ省略)。

第21表 シュートの生育に及ぼす培地中のビタミンの影響 (1996年)

シヨ糖濃度 (gL^{-1})	ビタミン の有無	増殖率 (倍)	シュート長 (cm)	根長 (cm)	塊茎重 (g)
30	有	3.4 ± 0.6	9.0 ± 2.6	16.3 ± 3.7	0.72 ± 0.06
30	無	4.1 ± 0.9	8.2 ± 1.0	17.0 ± 3.9	0.79 ± 0.08
60	有	2.8 ± 0.3	7.2 ± 2.8	13.3 ± 2.6	0.93 ± 0.05
60	無	3.2 ± 0.3	6.5 ± 2.5	12.6 ± 2.8	0.97 ± 0.08

MS液体培地を用い、60日間培養した。表の数値は平均値±標準偏差を示す (n = 50)。
シュート長：最大シュート長、根長：最大根長。

第22表 シュートの生育に及ぼす水質の影響 (1996年)

シヨ糖濃度 (gL^{-1})	培地作成に 用いた水	増殖率 (倍)	シュート長 (cm)	根長 (cm)
30	蒸留水	2.1 ± 0.9	7.5 ± 2.4	19.7 ± 5.8
	大潟村水道水	2.5 ± 1.0	7.2 ± 1.9	22.5 ± 7.6
	秋田市水道水	2.6 ± 1.1	7.7 ± 3.9	23.9 ± 10.7
	山内村水道水	3.6 ± 2.3	4.5 ± 1.6	18.4 ± 5.7
60	蒸留水	1.4 ± 0.7	6.2 ± 2.2	21.5 ± 8.8
	大潟村水道水	1.5 ± 0.5	3.9 ± 1.2	19.7 ± 5.8
	秋田市水道水	1.5 ± 0.6	3.9 ± 1.7	22.5 ± 7.6
	山内村水道水	1.7 ± 0.7	3.0 ± 0.9	12.2 ± 4.1

いずれもビタミンを含まないMS培地を用い、30日間培養した。
表の数値は平均値±標準偏差を示す (n = 50)。

第23表 シュートの生育に及ぼす培地のpHの影響 (1996年)

シヨ糖濃度 (gL^{-1})	pH	増殖率 (倍)	シュート長 (cm)	根長 (cm)	塊茎径 (mm)
30	4.5	2.2 ± 0.8	7.7 ± 1.7	24.8 ± 3.6	—
	5.0	1.9 ± 0.8	7.0 ± 1.9	21.8 ± 4.2	—
	5.5	1.8 ± 0.5	7.4 ± 1.6	23.6 ± 5.6	—
	6.0	1.9 ± 0.7	7.8 ± 1.9	24.6 ± 6.1	—
	6.5	2.0 ± 1.1	6.9 ± 1.4	23.8 ± 3.6	—
	7.0	2.3 ± 0.8	6.8 ± 1.2	23.2 ± 5.1	—
60	4.5	1.6 ± 0.4	2.9 ± 0.3	13.4 ± 2.6	9.4 ± 0.9
	5.0	2.0 ± 0.6	2.9 ± 0.8	12.9 ± 3.0	9.4 ± 1.1
	5.5	1.8 ± 0.4	2.5 ± 0.5	12.4 ± 2.1	9.2 ± 1.0
	6.0	1.9 ± 0.4	2.9 ± 0.5	13.8 ± 2.5	10.0 ± 0.9
	6.5	1.6 ± 0.4	3.3 ± 0.9	14.4 ± 2.1	9.9 ± 0.8
	7.0	1.4 ± 0.3	2.6 ± 0.7	13.4 ± 2.7	9.6 ± 0.7

いずれも大潟村水道水を用いたビタミンを含まないMS培地で40日間培養した。
表の数値は平均値±標準偏差を示す (n = 50)。—：測定せず。

3. 考 察

試験1からビタミン類の有無は各培養物の生育には影響せず(第21表)、本簡易増殖法でサトイモを増殖する場合、ビタミン類を除いても差し支えないことが確認された。試験2では蒸留水の他、異なる3種類の水道水、すなわち、生活排水及び農業排水が流れ込む湖水を水源とする大潟村水道水、1級河川を水源とする秋田市水道水、湧き水を主に利用する山内村水道水を用いて培地作成したが、いずれも培養物の生育には影響せず(第22表)、培地作成に水道水を用いても支障ないことが示された。試験3から、4.5~7.0の範囲では培地のpHは培養物の生育に影響しないことが示された(第23表)。各水道水で作成した培地は調整前でも生育に支障がないpH5.2~6.5の範囲であり(第24表)、培地作成には水道水の利用が可能で、pH調整も必要がないことが明らかとなった。MS培地の作成では一般に、ビタミン類の混合ストック液を作成し、微生物の繁殖防止のため凍結保存したものを使用する⁹⁾。ビタミン類を添加する必要がないということは、培地の組成が簡略化するだけでなく、ストック液を保存する冷凍庫も必要がなく、それだけ使用する機器が簡略化することを示している。また、MS培地は含まれる塩類の種類も多く、濃度も他の培地と比較して高い。植物ホルモンを添加する場合、植物ホルモンの種類によってはストック液をアルカリにすることも多く、培地のpHを一定にするためにpH調整は不可欠である。また、培地の支持体として寒天などのゲル化剤を用いる場合、特定のpHの範囲でないと固化しないなど、やはりpH調整は不可欠である。しかし、本試験での

第24表 水道水を用いた各培地のpH

採水地	pH
大潟村	5.5~6.5
秋田市	5.2~6.0
山内村	5.5~6.0

表の値は1996~1997年度に作成したビタミンを含まないMS培地のpH調整前の値の範囲を示す。

目的であるサトイモの簡易増殖では液体培地を用い、植物ホルモンも使用しない。従って、培地作成上でもpH未調整で支障がないと思われる。このことは培地作成に必要な機器のうち、蒸留水作成装置もpHメーターも必要ないことを示唆している。また、現在ではビタミン類を除く、すべての塩類を含むMS混合塩類も比較的安価に市販されており、さらに培地作成は簡略化できると思われる。さらに、現地生産を希望している山内村の水道水では有意な差は認められなかったものの、増殖率が高く、シュート長や根長が小さかった。シュートや根が小さいと継代培養の際、作業がしやすい。また、増殖率が少しでも高いことは繰り返し増殖する大量増殖に有利である。このことは、本増殖法は山内村での現地生産に適していることを示唆している。

4. 要 約

サトイモの組織培養による増殖で、非常に簡易な培地での増殖が可能であることが示された。使用する培地は水道水で作成したショ糖30及び60g/L⁻¹のMS液体培地であり、pH調整も必要がない。

IV 簡易増殖法により得られた種苗の生育と収量

前章で非常に簡略化した方法によりサトイモの増殖が可能であることが示された。そこで、この簡易増殖法により得られた種苗を現地圃場で栽培し、生育特性及び収量について検討した。

1. 供試材料と試験方法

1) 供試材料

供試材料には乙女の培養1作球、乙女及び土垂の培養当代苗を用いた。対照として、現地生産用の乙女及び土垂の種芋(それぞれ平均50g)を用いた。1996年度に簡易増殖法(Ⅱ章で確立した手法)により増殖した乙女を同年大潟村圃場で栽培し、得られた収穫物を

最低温度13℃で乾燥状態のまま保存した子芋のうち、平均30g及び10gのものを培養1作球(それぞれ、M球及びS球)として用いた。培養当代苗の育成は次のように行った。大潟村水道水を用いた簡易増殖培地で増殖した乙女及び土垂の培養苗を、乙女は1997年4月18日に、土垂は同年5月21日に、それぞれ、順化した。順化は市販の育苗培土を入れた7.5cmポリポットに移植し、最低温度15℃のガラス温室内で定植時まで育苗した。

2) 試験方法

試験場所は山内村の照井儀兵衛氏圃場とし、土垂の

培養当代苗は1997年6月20日、他の試験区は5月21日に定植した。畝幅1m、株間45cmの1条植え、マルチ栽培とし、他は現地慣行栽培に準じた。9月8日に草丈、最大葉長、最大葉幅、芽数、及び、奇形の有無を調査した。10月15日に掘り上げ、親芋重、子芋の個数及び重量を調査した。子芋は現地の出荷規格にあわせ、大きさ別に、50g以上をL、30~50gをM、10~30gをS、10g未満をSS、親芋化した子芋を規格外のAとした。

2. 研究結果

第25表に各試験区の生育調査結果を示す。乙女の培養当代苗は生育初期（6月20日調査）には種芋を植えた他の区と差がないほど生育が良く、最も草丈や葉が

大きかった。また、7月22日の調査時でも草丈は対照並、葉や芽数は最も大きかった。しかし、9月8日の生育調査時には種芋を植えた区に比べて草丈や葉が小さかった。対照区はいずれの品種も平均で草丈90cm以上、葉長は45cm以上になった。一方、培養当代苗は対照区と比較して草丈で30cm以上、葉長で10cm以上小さかったが、芽数は差がなかった。さらに、乙女培養当代苗は7月22日調査時と9月8日調査時で葉の大きさや芽数は変わりなかった。種芋を植えた区では種芋が大きいほど9月8日調査では草丈及び葉が大きかったが、芽数には差がなかった。しかし、培養1作球では7月22日及び9月8日調査でS球よりM球で草丈、葉

第25表 生育調査結果（1997年）

試験区*	調査日	調査個体数	草丈 (cm)	葉幅 (cm)	葉長 (cm)	芽数
①乙女対照	6月20日	20	13.1	9.1	11.6	1.0
	7月22日	50	48.8	23.5	31.8	2.2
	9月8日	50	98.2	36.1	47.4	8.3
②乙女培養当代苗	6月20日	20	14.2	11.0	14.4	1.0
	7月22日	50	48.7	28.9	36.6	8.6
	9月8日	50	63.7	27.7	35.0	7.9
③乙女培養1作球S	6月20日	20	10.2	8.4	9.5	1.0
	7月22日	50	28.4	18.6	24.1	2.1
	9月8日	50	66.5	29.6	37.3	7.4
④乙女培養1作球M	6月20日	20	10.1	10.2	12.3	1.1
	7月22日	50	38.1	24.3	30.1	5.2
	9月8日	50	86.9	34.9	44.6	8.0
⑤土垂対照	6月20日	10	19.8	14.7	18.9	1.0
	7月22日	50	68.9	29.8	39.0	4.1
	9月8日	50	92.6	34.7	45.2	9.4
⑥土垂培養1作球M	6月20日	20	9.1	7.8	9.6	1.0
	7月22日	50	39.9	23.4	30.8	3.4
	9月8日	50	92.6	34.7	45.2	9.4
⑦土垂培養当代苗	7月22日	20	26.3	19.7	27.3	3.3
	9月8日	20	44.4	27.2	34.0	8.3

表の値は調査個体の平均値を示す。

*：各試験区の定植苗は次のようにした。

- ①乙女対照；平均50gの在来乙女種芋。
- ②乙女培養当代苗；簡易増殖法により増殖した乙女培養苗（4月18日順化）。
- ③乙女培養1作球S；同乙女培養当代苗を圃場で1作して得た子芋（平均10g）。
- ④乙女培養1作球M；同乙女培養当代苗を圃場で1作して得た子芋（平均30g）。
- ⑤土垂対照；平均50gの在来土垂種芋。
- ⑥土垂培養1作球M；簡易増殖法により増殖した培養当代苗を圃場で1作して得た子芋（平均30g）。
- ⑦培養当代苗；簡易増殖法により増殖した土垂培養苗（5月21日順化）。

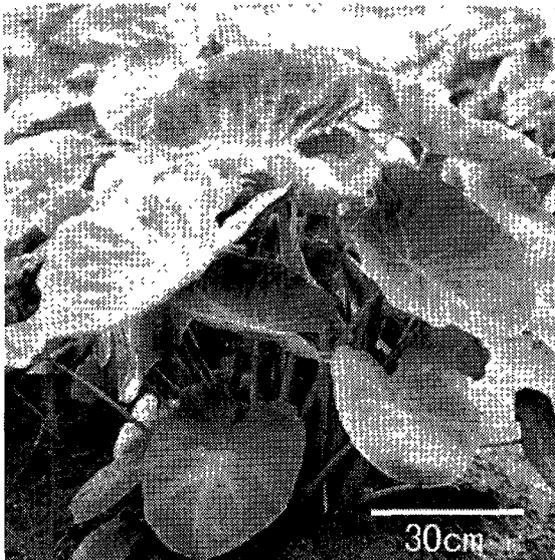
の大きさが優った。7月22日調査ではM球で芽数が多かったが、9月8日調査ではあまり差がなくなった。土垂では、培養1作球は7月22日まではどの調査項目でも対照に比べて値が低かった。特に、草丈が著しく低かった。しかし、9月8日調査では対照と同じであった。定植が遅かった培養当代苗はいずれの調査時でも他の区に比べて値が小さかった。品種を問わず、いずれの区にも生育中及び収穫物中に形質変異は認められなかった(第4~5図)。

第26表に各試験区の収穫調査結果を示す。乙女では、培養当代苗は他の区に比べて親芋重比率が小さく、子芋数が多かった。種芋を植えた区では種芋が大きいほど収量が高かった。定植日が同じ場合、培養当代苗は種芋を植えた区よりも収量が高く、M球以上のサイズが多かった。土垂でも同様の傾向が認められ、定植日の遅い土垂の培養当代苗は対照に比べて収量が低かったが、1作M球よりは収量が高かった。この培養当代区の子芋数は種芋を植えた区よりも子芋数は多かったが、対照区と比べて大きい子芋、特にL球の子芋数が少なかった。

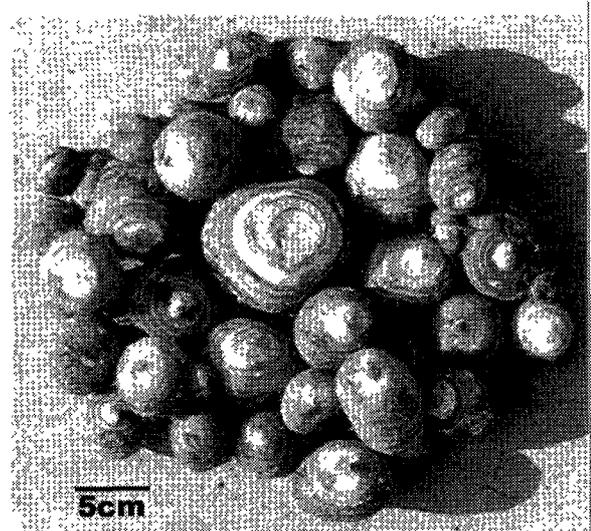
3. 考 察

培養当代苗及び培養1作球いずれも、対照と同様に形質変異は認められず、本研究で確立した簡易増殖法では形質変異を抑えた増殖が可能であることが示された。各区の定植日を同一とした乙女の試験結果から、培養当代苗は草丈や葉が小さいものの、収量が高いことが示された。また、初期生育が早く、収穫物では親芋が収量の割に小さかった。培養1作球では生育や収

量は種芋の大きさに比例しており、培養苗の特徴は形質変異ではなく、当年限りの培養効果であると推察される。土垂でも同様の結果が得られ、定植日が1ヶ月遅い培養当代苗は草丈や葉は小さかったものの、収量は培養1作球よりも高かった。子芋数は対照区より多く、乙女の培養当代苗とほぼ同数であり、M球以下の小さい子芋が多かったことから、定植日を早くして生育期間を長くすれば収量の増大が期待される。以上から、本研究で開発した簡易増殖法で生産した苗は現地生産に利用可能であることが示された。また、いずれの品種も培養当代苗の収量増加は子芋の数の増加であることから、培養当代苗は販売芋の生産用苗としても使用可能であるが、種芋の生産用苗として利用するのがより有利であることが示唆された。培養1作球は培養当代苗と比較して草丈が高いものの収量が低く、その収量は在来種芋と同じく種芋の大きさに決まることから、草丈が低いのに収量が高くなる培養苗の効果は圃場で1作するとなくなることが明らかとなった。慣行栽培の種芋を植えた区では収穫物の一部に親芋に腐敗が認められたのに対し、培養苗及び培養苗を1作して得た芋を植えた区ではこれらの症状は観察されなかった(データ示さず)。また、生育中にもウイルス病などの症状はいずれの区にも観察されなかった。したがって、培養苗の効果が圃場1作でなくなるのは病気のためではないと推察される。また、ポット栽培の結果(第15表)と同様に、培養当代苗は10月の掘り上げ時には多くの葉が枯れていたが、種芋を植えた区では定植6ヶ月後でも生育中であった(データ示さず)。培



第4図 圃場で生育中の培養苗(定植90日後)



第5図 収穫した培養由来苗1株の芋

養苗は定植時にはポット内で十分に根が張っており地上部も生育中であるのに対し、種芋を植えた区では種芋からの養分供給はあるものの、根や地上部の生育が不十分である。こうした定植時の苗の生育状況の違いが培養苗の効果として現れていると推察される。さらに、培養当代苗の収穫物は大きな子芋が多く、現地で

求めている大きな種芋の生産に適していると思われる。

4. 要 約

簡易増殖法で得た培養当代苗は草丈が小さく、収穫物の親芋重が小さいものの、収量、特に大きな子芋が増大するため、販売芋の生産用苗としてだけでなく、種芋生産用苗として利用価値が高いことが示された。

第26表 収量調査結果 (1997年)

試験区	調査個体数	親芋重 (g)	子芋*							計	可販**
			L	M	S	SS	A				
①	50	166	361	293	57	18	235	964	947		
			5.5	8.2	3.7	2.7	3.4	23.5	20.8		
②	50	98	539	403	60	19	249	1270	1251		
			7.6	11.4	4.3	3.2	4.1	31.5	27.4		
③	50	86	45	232	76	20	149	521	501		
			0.6	7.0	4.7	3.7	3.3	19.3	15.6		
④	50	168	174	3.5	48	14	240	781	767		
			2.9	8.7	3.2	2.5	4.7	22.0	19.5		
⑤	50	158	243	313	39	18	368	980	962		
			3.7	8.6	2.6	2.9	6.2	24.0	21.1		
⑥	50	100	66	169	35	12	157	549	537		
			1.0	5.1	2.4	2.6	3.5	14.6	12.0		
⑦	20	73	61	362	109	30	168	730	700		
			1.1	11.1	7.5	5.6	5.0	30.3	24.7		

表の値は調査個体の平均値を示す。*：表の上段は重量(g)を、下段は個数を示す。

*：現地出荷規格に従い、規格外=A、 $L \geq 50g > M \geq 30g > S \geq 10g > SS$ とした。

**：L、M、S、Aの合計を販売可能数量として示した。

各試験区の定植苗は次のようにした。

- ①；平均50gの在来乙女種芋。
- ②；簡易増殖法により増殖した乙女培養苗(4月18日順化)。
- ③；同乙女培養当代苗を圃場で1作して得た子芋(平均10g)。
- ④；同乙女培養当代苗を圃場で1作して得た子芋(平均30g)。
- ⑤；平均50gの在来土垂種芋。
- ⑥；簡易増殖法により増殖した培養当代苗を圃場で1作して得た子芋(平均30g)。
- ⑦；簡易増殖法により増殖した土垂培養苗(5月21日順化)。

V 種芋の簡易保存法確立

以上述べてきたように、植物ホルモンを全く用いずに優良個体を増殖する技術が確立できた。この増殖法で得た種苗は生育、収量とも良好であった。しかしながら、現地で必要な種苗数は莫大な数であり、山内村だけでも20万本に達する。これだけの種苗を培養により生産するためには、巨大な培養施設と育苗温室が必要である。また、その費用も莫大なものになると予想されるため、生産農家としてはメリットが少ない。培養で得た種苗を圃場で栽培して得た収穫物を保存する技術が確立されれば、圃場での増殖率は最低でも10倍になると予想される(第20表及び第26表)ため、培養で生産する種苗の本数も少なく済み、小規模の施設での生産も可能となる。そこで、培養で得た種苗を栽培して得た種芋の簡易な保存法について検討した。併せて、現地山内村で行われた簡易保存試験結果についても報告する。

1. 供試材料と試験方法

1) 簡易保存試験

種芋の簡易な保存のための試験として3つの試験を行った。試験1では18cmポリポットで6ヶ月間栽培した培養当代株の収穫物を最低2週間風乾した後、種々の方法により保存した。保存場所は生物工学部ガラス温室の通路とした。この場所は暖房施設はないものの、床がコンクリート敷きで屋根はガラス、四方をガラス窓入りのアルミサッシで囲まれ、加温温室とガラスで仕切られている。このため、加温温室からの熱により、ある程度の保温効果が見込まれる。また、コンクリート敷きであるため、湿度も低い場所である。保存開始は1995年12月18日、1996年4月10日に保存を終了し、各芋の保存状態を調査した。この期間の最低温度は3.1℃、最高温度は42.8℃であった。保存方法は次の7種類で行った。鉢保存：ポットに植わったままの状態で保存した。風乾調整1：鉢から株を抜いて土を落とした後、親芋及び子芋に調整し、各個体ごとに網袋に詰めて風乾状態で保存した。風乾調整2：鉢から株を抜いて土を落とした後、親芋及び子芋に調整し、各個体ごとに網袋に入れ、さらに段ボール箱に詰めて保存した。風乾未調整1：鉢から株を抜いて土を落とした後、各個体ごとに網袋に詰めて風乾状態で保存した。風乾未調整2：鉢から株を抜いて土を落とした後、各個体ごとに網袋に入れ、さらに段ボール箱に詰めて保

存した。未調整初穀：鉢から株を抜いて土を落とした後、各個体ごとに網袋に入れ、さらに初穀中に埋め込んで保存した。調整初穀：鉢から株を抜いて土を落とした後、親芋及び子芋に調整し、各個体ごとに網袋に入れ、さらに初穀中に埋め込んで保存した。試験2では系統別に2種類の温度で保存した。供試材料は培養で増殖し、圃場で1作した土垂の収穫物を用いた。対照は在来種芋を圃場で1作して得られた収穫物とした。保存方法は試験1の風乾未調整1で行った。保存場所は試験1と同様に生物工学部温室通路及び温室内のベンチ上とした。各保存場所の最低温度は温室通路が3℃、温室内ベンチ上が13℃であった。保存期間は1996年12月1日～1997年4月1日とし、保存終了後直ちに各芋の保存状態を調査した。試験3では各株ごとの違いを調査した。供試材料、保存方法、保存場所、保存期間は試験2と統一した。いずれの試験でも腐敗が認められず、発芽可能な芋を生存とし、試験数に対しての生存率を算出した。

2) 現地簡易保存試験

供試材料は1996年度に山内村試験圃場で栽培した培養当代苗及び培養1作球の収穫物とした。掘上げ後約1ヶ月間無加温パイプハウス内で乾燥した。同パイプハウス内に深さ45cmの穴を掘り、初穀を敷き詰めて各収穫物を埋め込んだ。保存開始は同年11月21日、1997年4月11日に取り出して腐敗している芋数を調査し、生存率を算出した。品種はいずれも土垂とした。

2. 研究結果

鉢に植わったまま乾燥保存した個体は親芋、子芋、ともに90%以上の生存率を示した(第27表)。風乾及び初穀に埋め込んだ保存では、未調整の場合に親芋で80%以上、子芋で90%以上の生存率であった。調整した場合、風乾及び初穀埋め込み、いずれでも未調整と比べて生存率が低下した。特に、親芋の生存率が顕著に低かった。風乾調整区の場合、生存していない親芋はほとんどのものが乾燥しすぎて干からびていた。調整初穀区の場合、生存していない親芋はほとんどのものが腐敗していた。保存中段ボールに詰めた区は他の区とあまり差が認められなかった。親芋の生存率が最も高かったのは鉢保存区及び風乾未調整1区であった。子芋の生存率が最も高かったのは風乾未調整1区であり、98.5%とほとんどすべてが生存した。

最低温度13℃で保存した場合、系統に関わらず、すべての株の芋が健全に生存した（第28表）。最低温度3℃では系統により、生存率が異なった。対照区及び生育・収量が悪かった系統（系統1、3～5）は生存率も低かった。また、親芋の生存率が高い系統は子芋の生存率も高かった。親芋の生存率が低かった系統は多くの場合、子芋の生存率も低かったが、子芋の生存率が高い系統（系統12、13）も一部に見られた。さらに、培養後圃場で2作した系統のうち、生育・収量の良かった系統（系統16）は親芋、子芋、いずれも生存率が高かった。株別に比較すると、同一系統では多くの場合、同様な生存率を示した（第29表）。しかし、系統7では他の4株の生存率が高かったのに対し、収量が他の4株に比べて特に低い株No.4ではすべての芋

が生存しなかった。系統3では収量の低かった4株は全く生存していなかったが、収量が高かった株No.1では親芋及び一部の子芋が生存した。また、網袋に入れる都合で風乾前に小分けした株（系統9の株No.2、3、5）は生存率が著しく低かった。さらに、親芋が生存していなかった株はいずれも子芋の生存率が低かった。

現地山内村で行った簡易保存試験結果を第30表に示す。培養当時は系統により生存率が異なったものの、いずれも84%以上が良好に生存した。これに対し、培養1作球では生存率が75%に低下していた。この試験区は籾殻の上をさらに土で覆った区であるが、土で覆わなかった区では30%以下の生存率であった（データ省略）。また、在来種芋を栽培して得た収穫物では全く生存していなかった（データ省略）。

第27表 保存処理方法による生存率の違い

処理	親芋			子芋		
	総数	生存数	生存数(%)	総数	生存数	生存数(%)
鉢保存	99	92	92.9	731	692	94.7
風乾調整1	50	3	6.0	292	179	61.3
風乾調整2	24	0	0	197	131	66.5
風乾未調整1	68	63	92.6	528	520	98.5
風乾未調整2	19	19	84.2	147	138	93.9
未調整籾殻	54	48	88.9	425	409	96.2
調整籾殻	42	6	14.3	372	270	72.6

18cmポリポットで栽培した培養当代株の収穫物を最低2週間風乾し、1995年12月18日～1996年4月10日、生物工学部カラス温室の通路に保存した。この期間の最低温度は3.1℃、最高温度は42.8℃であった。供試品種：土垂。

鉢保存：ポットに植えたままの状態に保存した。

風乾調整1：鉢から株を抜いて親芋及び子芋のみに調整し、各個体ごとに網袋に詰めて風乾状態で保存した。

風乾調整2：鉢から株を抜いて親芋及び子芋のみに調整し、各個体ごとに網袋に入れ、さらに箱に詰めて保存した。

風乾未調整1：鉢から株を抜いて土を落とした後、各個体ごとに網袋に詰めて風乾状態で保存した。

風乾未調整2：鉢から株を抜いて土を落とした後、各個体ごとに網袋に入れ、さらに箱に詰めて保存した。

未調整籾殻：鉢から株を抜いて土を落とした後、各個体ごとに網袋に入れ、さらに籾殻中に埋め込んで保存した。

調整籾殻：鉢から株を抜いて親芋及び子芋のみに調整し、各個体ごとに網袋に入れ、さらに籾殻中に埋め込んで保存した。

第28表 系統ごとの保存試験結果

系統	保存温度 (°C)	親芋			子芋		
		総数	生存数	生存率(%)	総数	生存数	生存率(%)
対照	3	5	0	0	119	5	4
1	3	5	0	0	61	1	2
2	3	5	5	100	62	56	90
3	3	5	1	20	48	5	10
4	3	5	0	0	68	9	13
5	3	5	1	20	44	14	32
6	3	5	5	100	57	51	90
7	3	5	4	80	69	54	78
8	3	5	2	40	99	39	39
9	3	5	2	40	96	44	46
10	3	5	3	60	59	41	69
11	3	5	5	100	58	43	74
12	3	5	0	0	119	90	76
13	3	5	1	20	86	63	73
14	3	5	2	40	111	91	82
15	3	5	0	0	99	49	49
16	3	2	2	100	37	30	81
対照	13	3	3	100	74	74	100
14	13	26	26	100	424	424	100

供試品種：土垂。保存期間：1996年12月1日～1997年4月1日。保存温度：保存期間中の最低温度。

対照：在来種芋を栽培して得た収穫物、*：生育・収量の悪かった系統、**：培養後圃場で2作した系統。

第29表 各株ごとの保存試験結果

系統	株No.	親芋	子芋		
			総数	生存率	生存率(%)
対照	1	×	26	0	0
	2	×	28	0	0
	3	×	23	0	0
	4	×	15	3	20
	5	×	27	2	7
1	1	×	16	1	6
	2	×	15	0	0
	3	×	11	0	0
	4	×	12	0	0
	5	×	7	0	0
2	1	○	12	12	100
	2	○	10	6	60
	3	○	10	10	100
	4	○	17	16	94
	5	○	13	13	100
3	1	○	15	5	33
	2	×	8	0	0
	3	×	9	0	0
	4	×	8	0	0
	5	×	8	0	0
7	1	×	7	0	0
	2	○	19	17	90
	3	○	19	15	79
	4	○	13	12	92
	5	○	11	10	91
9	1	○	17	15	88
	2*	×	22	3	14
	3*	×	17	2	12
	4	○	22	22	100
	5*	×	18	2	11

供試品種：土垂。保存期間：1996年12月1日～1997年4月1日。いずれも最低温度3°Cに保存。

親芋：保存後健全であったものを○、腐敗等により傷みの認められたものを×で示した。

*：風乾前に株を割って網袋に入れた株。

第30表 現地簡易保存試験結果

試験区	系統No.	供試数	生存芋数	生存率 (%)*
培養当代	1	132	111	84.1
	2	106	100	94.3
	3	92	92	100.0
	4	80	72	90.0
	5	138	125	90.6
	6	104	104	100.0
	7	64	60	93.8
	8	81	76	93.8
	合計	797	740	92.9
培養1作球**		367	274	74.7

供試品種：土垂。保存期間：1996年11月21日～1997年4月11日。

*：腐敗していない子芋を生存しているとし、供試数当たりの比率を生存率 (%) とした。

**：この区のみ、籾殻の上にさらに土で覆った。

3. 考 察

ポット栽培で得た収穫物の保存試験結果（第27表）から、最低温度3℃を確保できれば種芋の保存が可能であることが示された。しかし、培養経験のない株では最低温度13℃では保存できるものの、3℃では保存できなかった（第28表）。また、培養で増殖した個体でも生育が悪く収量が低い系統では生存率が低かった。このことは3℃程度でも種芋保存が可能であるものの、培養で得た生育の良い株の収穫物であることが必要なことを示している。保存方法で比較すると、掘り上げたまま乾燥した状態で保存した場合では、風乾状態、段ボール箱内保管、籾殻埋め込み、いずれでも生存率が高かったが、株を小分けしたり（第29表）、親芋から子芋を切り離す（第27表）など、株を傷つけると極端に生存率が低下し、株を分ける際にできた傷口から腐敗が進んでいた。このことは掘り上げた株は傷つけてはいけないことを示している。千葉らも同様の結果を報告しており、殺菌剤の必要性を示唆している¹⁾。また、培養苗を栽培して得た芋は、鉢栽培での小さな芋（第16表）でも圃場栽培での大きな芋（第26表）でも生存率が高く（第27表及び第29表）、芋の大きさに関わらず生存率の高いことが明らかとなった。以上の結果から簡易な施設での種芋保存の可能性が示唆された。これまでに殺菌剤処理により貯蔵率の向上が示さ

れている（千葉ら1995、平成5年度秋田県農業試験場試験研究成果概要）が、5～8℃の貯蔵用冷蔵庫での結果であり、健全芋率は70%以下であった。これに対し、本保存試験での生存率は100%であり、簡易でありながら有用な保存法であると思われる。その際の条件として、最低温度は3℃以上を確保する、乾燥したままの状態を保てる、培養により得た生育良好な株の収穫物である、掘り上げた株はできるだけ傷つけずに十分乾燥することが必要であると思われる。

現地山内村で行った簡易保存試験から、無加温パイプハウスでの種芋保存が可能であることが示された。しかし、培養当代では90%以上が生存していたのに対し、培養1作球では生存率が低下した。このことは保存する種芋には培養当代のものが適することを示している。

4. 要 約

培養による増殖で得た無病優良種苗を栽培して得られた収穫物は次の方法により、簡易な施設で冬季の貯蔵が可能である。圃場栽培で得られた収穫物はできるだけ株を傷めずに掘り上げて十分に乾燥し、乾燥したまま最低温度3℃を確保できる施設に保存する。保存温度は一定にする必要はなく、箱等に詰めて保存も可能である。さらに、この種芋は無加温のパイプハウス利用でも山内村で十分に保存可能である。

VI 総 合 考 察

本研究結果から、サトイモでは植物ホルモンを用いた増殖が可能であるものの、変異が発生しやすく、その頻度は植物ホルモン添加により増大することが示された。一方、植物ホルモン無添加でもショ糖濃度変化による増殖が可能であることが示された。ショ糖濃度を高めた培地で培養すると塊茎の形成・肥大が促進された。サトイモでは代謝されない糖アルコールであるソルビトールでも同様な効果が認められたことから、ショ糖添加の効果は浸透圧変化も一因であると考えられる。しかし、ソルビトール添加は低濃度ではシュート数を増加させたが、高濃度では効果がないのに対し、ショ糖では高濃度でシュート増加を促進した。このことから、ショ糖添加の効果は浸透圧変化以外の要因も関与していると推察される。本研究では他の要因を推定する実験を行っていないが、ショ糖と同じ2糖類であるマルトースよりもショ糖の構成単糖であるグルコースやフラクトースでより類似した効果が認められることから、ショ糖の代謝産物も影響しているのであろう。ショ糖濃度を高めた培養では、培養期間が長くなると塊茎形成・肥大への効果が高まるが、長期間では植物体は枯死した。また、植付芽数当たりの培地量が多いほどこの効果は高まった。培地の再添加や次回の培養でショ糖濃度を高めてもその効果が認められた。このことは、植物体が消費できるショ糖量により、塊茎の形成・肥大の調節が可能であることを示唆している。しかし、繰り返し高濃度の培地で培養すると植物体の生長も塊茎の形成・肥大も悪くなった。一方、ショ糖濃度の異なる培地を交互に用いると、塊茎の形成・肥大効果が高まるだけでなく、シュート数も増加した。このことは植物ホルモンを用いなくてもサトイモの増殖が可能であることを示している。形成された塊茎には伸長しているシュートの他に複数の腋芽が認められ、頂芽に相当するシュート部を切り離して塊茎部のみを培養すると腋芽からシュートが伸長した。特に、ショ糖濃度が低い培地でより多くのシュートが伸長した。塊茎からシュートを切り離すことにより腋芽が伸長するのは、培養で形成された塊茎でも頂芽優勢が働いていることを示している。また、高濃度のショ糖は腋芽の伸長を阻害する効果があると推察される。これらを総合すると、ショ糖濃度の高い培地と低い培地を交互に用いて塊茎形成と塊茎からの腋芽伸長を繰り返すこ

とにより増殖が可能であると推察される。第11~13表の結果から、1回の増殖率は3倍程度と高くないものの、実際にこれが可能であることが示された。増殖を繰り返すことにより、1年間で 3^{11} ($\approx 177,000$) 倍に増殖が可能である。このショ糖濃度変化により塊茎形成と腋芽伸長を繰り返して増殖した培養植物体は圃場栽培しても形質変異が全く認められなかった。また、初期生育が良く、収量も増加することが確かめられた。従って、この増殖法は形質変異を起こさずに優良種苗を増殖するという本研究の目的に適合する。

この増殖法では、液体静置培地で十分であり、培地中のビタミン類を除いても増殖率や塊茎の形成・肥大には支障がなかった。さらに、培地のpH調整も必要がなく、培地作成に用いる水も水道水で十分であることが示された。これらのことから、非常に簡易な培地作成が可能であることがわかる。増殖だけを対象にすると、試薬保管用の冷凍庫、蒸留水製造装置、pH測定器、いずれも、全く使用しないで培地作成が可能である。このことは現地での培養による種苗生産に非常に有利である。現在、MS混合塩類が安価に販売されており、これを利用することにより、煩雑であったMS塩類の調整^{6,9)}が必要なくなり、また、多くの試薬を買い揃えること、試薬保管庫及び培地の混合塩類ストックを保管する冷蔵庫も準備する必要がなくなる。増殖の継代作業も塊茎部のシュート及び塊茎から伸長したシュートを切り離すのみであり、他の培養法^{5,7,8,10)}に比べて非常に簡単である。以上のことは増殖だけに限れば、現地への技術移転が容易に行える可能性を示唆している。

茎頂培養は顕微鏡下で0.5mm以下の小さな組織を無菌的に切り取る高度な技術を要する作業が不可欠⁴⁾であり、生産現場への技術移転は容易ではない。しかし、植物ホルモンを含まない培地でも培養が可能であることから、将来的には技術移転も夢ではないであろう。この植物ホルモンを含まない培地での茎頂培養は生存率がやや低いものの、得られた植物体には形質変異が認められなかった。一方、植物ホルモンを添加して培養した茎頂培養物ではしばしば形質変異が認められた。このことは茎頂培養でも植物ホルモンを添加せずに培養するのが良いことを示唆している。以上から、上記簡易増殖法と併せ、全く植物ホルモンを用いないサト

イモの増殖が可能であることが示された。しかし、サトイモは現地での主力品種である土垂や乙女を含め、多くの品種が枝変わり（形質変異）選抜により育成されてきている²⁾。このことは培養により形質変異が発生しなくても、圃場栽培で形質変異の危険性があることを示唆している。そこで、茎頂培養後、茎頂ごとに系統分けし、各系統の特性調査をする必要があると考えられる。ポット栽培でもこの形質確認が可能であると確認されたため、形質変異系統を増殖する危険性を回避する上で、圃場栽培ができない冬期間に増殖を兼ねてポット栽培による系統別形質調査を行うことが必要であると思われる。一方、この培養法で得られた苗は形質変異が認められず、初期生育が旺盛であった（第25表）。また、収量が高く、子芋、特に大きい芋の数が増加していた（第26表）。現地での食味試験から、食味は変わらず、芋が煮崩れしにくい利点も確かめられた。さらに、生物工学部及び現地での保存試験結果から、この手法で増殖した苗を栽培して得た収穫物は現地山内村でも簡易な施設で保存が可能であることが示された。

筆者は山内村村長、山内村役場農政課職員、JAあきたふるさと（旧横手農協）のサトイモ担当者、山内村サトイモ生産農家にたびたび会い、本増殖法の簡便さ及び培養苗利用の優位性を試験結果資料をもとに繰り返し説いてきた。その結果、1995年10月19日には山内村サトイモ生産者組合主催のサトイモ試験圃場現地検討会及び培養由来サトイモの食味検討会を、1996年3月19日には山内村役場農政課に培養苗の現地生産の提案を、同年5月23日には同じく山内村役場に培養施設

のレイアウト案の提出、同年10月21日には山内村農業総合指導センター主催のサトイモ試験圃場現地検討会及び培養由来サトイモの食味検討会を経て、同年11月8日には山内村村長、山内村役場農政課職員、山内村農協のサトイモ担当者、山内村サトイモ生産農家、横手地域農業改良普及センター普及員、平鹿農林事務所職員、県農産園芸課職員、農業試験場の野菜担当研究員、同専門技術員、県種苗センター職員、JAあきたふるさと職員が一堂に会する、サトイモ生産振興に係る打ち合わせ会議が開催されるに至った。その席での培養苗利用の優位性が理解されたこと、及び、培養由来の芋の味が在来芋以上に良かったことなどから、山内村役場主導の本簡易増殖法を利用した培養施設が建設された。この培養施設は培地作成及び無菌操作をする培養作業室、培養室、及び、順化・育苗用加温温室から構成され、最大2万本の培養苗が生産可能となった。これと並行して、本研究で開発したサトイモの簡易増殖法を、生産農家、JAあきたふるさと、横手地域農業改良普及センターに技術移転した。その結果、1997年には山内村主導の「山内村里芋培養施設」が設置され、翌年には、JAあきたふるさと運営による培養を利用した里芋生産事業が開始された。また、1998年4月14日には「バイオ種苗導入産地支援対策」県支援班会議が開催され、県農産園芸課、横手地域農業改良普及センター、専門技術員、秋田県農業試験場生物工学部による技術支援がスタートした。培養苗の普及は着実に高まってきており（付表3）、優良種苗の確保により、山内村でのサトイモ生産が安定することが期待される。

VII 摘 要

- 1) 植物ホルモンを用いないサトイモの茎頂培養及び大量増殖が可能であることを明らかにした。
- 2) ポット栽培を行うことにより、培養で増殖した個体の形質変異発生の有無を確認できることを明らかにした。
- 3) 植物ホルモンを全く用いない、簡易な増殖法を確立した。この手法で用いる培地は植物ホルモン、ビタミン類、及び、寒天などのゲル化剤の添加が不要で、水道水で作製できる。また、pH調整も不要である。
- 4) 増殖には2種類の培地を用いる。塊茎形成した植

- 物体をシュート部と塊茎部に切り分け、前者はショ糖60g L^{-1} の培地で、後者はショ糖30g L^{-1} の培地で、1ヶ月間培養する。前者からは塊茎形成した植物体が再び得られ、後者からは腋芽が伸長した発根植物体が得られる。再びシュート部（または植物体）と塊茎部に切り分け、それぞれ、ショ糖濃度30g L^{-1} 及び60g L^{-1} の培地で培養する。これを繰り返すことにより、1ヶ月で平均3倍に増殖する。
- 5) 増殖で得られた発根植物体は塊茎の有無に関係なく、容易に順化・育苗できる。育苗後、圃場で栽培すると草丈はやや低いものの、順調に生育し、収量

- も高い。また、形質変異も発生しない。
- 6) 得られた収穫物は保存性が高く、簡易な方法で冬季保存ができる。まず、芋を分けずに掘上げて株のまま乾燥し、凍結しない程度の温度で保管する。無加温パイプハウス内に掘った穴に籾殻を入れ、その中に埋めて保存することにより、山内村でも種芋貯蔵が可能であることが確かめられた。
- 7) 培養苗の生育が早く、収量が高い、保存性が高い

などの特長は圃場で栽培すると効果が低下する。従って、培養苗を栽培して得た芋は翌年の種芋にし、この種芋で得た芋は販売用の芋とすることが優良種苗確保には大切である。

- 8) 以上により、茎頂培養、簡易増殖法、簡易種芋保存技術を組み合わせたサトイモの種苗生産体系が完成した。

付 記

本研究報告は生物資源総合開発利用センター試験研究課題「特産作物の大量増殖技術の確立」の1項目「サトイモ」として1993～1997年度に行った試験研究をまとめたものである。

付表1 山内村のサトイモ栽培の推移

年度	出荷量 (t)	販売額 (千円)	作付面積 (ha)	栽培農家数 (戸)
1992	78.5	33,020	11	94
1993	78.6	34,973	11	91
1994	82.9	41,908	11	90
1995	97.0	36,240	11	90

山内村里芋生産者部会1996年度運営委員会資料より。

付表2 種芋販売量の推移

年度	販売量 (t)	20kg単価 (円)	栽培面積 (ha)	種子単価 (円/10a)
1992	16.5	5,825	12.7	40,775
1993	16.4	14,000	12.6	98,000
1994	16.2	8,100	12.5	56,700
1995	17.2	10,500	13.2	73,500
1996	17.0	12,500	13.0	87,500

J Aよこて(当時)資料による。
種芋使用量は140kg/10a。

付表3 山内村培養施設で生産されたサトイモ苗の普及率

年度	販売苗		冬季保管 重量 (kg)	普及面積(%) 生産農家当たり			利用農家		
	数 (本)	品種		苗	種芋	小計	数 (戸)	比率 (%)	普及面積 (%)
			1998						
1999	2700	土垂	850	1.2	6.6	7.9	9	10.0	91.7
2000	3595	土垂	1650	1.6	5.5	7.2	19	21.1	38.7
2001	4050	乙女	1740	1.8	10.7	12.6	32	35.6	41.4
2002	4450	乙女	1830	2.0	11.3	13.3	25	27.8	56.1

J A秋田ふるさと営農センター資料より作成。山内村の全作付け面積は11ha、栽培農家数は90戸、苗の栽植密度は2株/m²、種芋は140kg/10aとして計算。

冬季保管重：当年度の販売苗を定植して得られた収穫物のうち、出荷量及び自家消費分を除いた重量。

付表4 年次別温度推移（大潟村）

月	平均気温				最高気温				最低気温			
	1996年	1995年	1994年	平年	1996年	1995年	1994年	平年	1996年	1995年	1994年	平年
1月	-0.5	-0.7	-0.8	-0.3	2.1	1.7	2.1	2.2	-3.4	-3.7	-4.0	-3.2
2月	-0.4	0.3	0.8	0.0	2.1	3.3	3.2	2.5	-3.3	3.0	-2.1	-2.9
3月	2.2	3.1	2.2	2.8	5.3	6.7	5.0	6.1	-1.3	-1.4	-0.8	-1.1
4月	6.8	8.9	8.2	8.4	10.8	13.1	12.8	12.6	2.4	3.8	2.9	3.7
5月	11.9	14.4	14.6	13.5	15.2	18.0	19.1	17.4	8.5	10.5	9.8	9.2
6月	17.7	17.6	17.6	18.0	20.7	21.2	21.0	21.6	14.3	14.2	14.1	14.3
7月	21.9	21.9	23.5	21.7	24.9	24.5	26.9	25.2	19.3	19.2	20.1	18.4
8月	22.6	23.5	25.9	23.6	26.9	26.5	29.9	27.5	18.2	20.5	22.1	19.7
9月	18.5	18.4	21.1	19.1	23.1	22.3	25.2	23.3	13.7	13.5	17.4	14.9
10月	13.2	14.6	14.4	13.1	18.0	18.7	18.6	17.4	8.0	10.3	9.6	8.3
11月	6.9	7.5	7.4	7.3	10.1	10.6	11.7	11.1	3.6	4.2	2.8	3.2
12月	2.4	2.5	2.1	2.7	5.7	4.7	4.9	5.5	-1.0	-0.2	-0.8	-0.4
年形	10.3	11.0	11.4	10.8	13.7	14.3	15.0	14.4	6.6	7.3	7.6	7.0

表の値はアメダスデータによる。

付表5 年次別降水量及び日照時間の推移（大潟村）

月	降水量				日照時間			
	1996年	1995年	1994年	平年	1996年	1995年	1994年	平年
1月	46	109	97	83.7	50.4	36.9	56.2	41.9
2月	51	62	72	64.4	59.4	83.4	71.0	65.9
3月	100	97	50	72.3	111.6	132.1	124.2	129.3
4月	61	113	34	88.7	159.9	152.6	184.5	159.5
5月	92	101	74	92.5	132.0	143.1	147.5	160.3
6月	123	36	35	97.8	113.1	121.8	138.4	129.1
7月	96	189	95	135.7	83.5	78.0	166.2	139.0
8月	38	274	108	154.5	198.0	84.8	160.5	175.7
9月	54	81	121	165.9	151.5	150.2	97.0	137.7
10月	151	194	86	141.4	152.9	142.5	151.0	136.2
11月	170	180	82	146.9	60.6	75.6	94.6	85.0
12月	125	154	102	130.2	70.4	40.0	34.8	47.1
年形	1107	1590	956	1374.0	1343.3	1241.0	1425.9	1406.7

表の値はアメダスデータによる。

付表6 年次別温度推移(横手)

月	平均気温			最高気温			最低気温		
	1996年	平年	1995年	1996年	平年	1995年	1996年	平年	1995年
1月	-2.1	-1.7	-2.6	0.5	0.8	0.0	-5.2	-4.5	-5.5
2月	-1.7	-1.2	-0.9	1.2	1.6	2.2	-4.2	-4.2	-3.8
3月	1.3	1.9	2.3	4.6	5.8	6.3	-2.0	-1.8	-1.6
4月	6.4	8.7	8.9	11.8	14.2	14.3	1.8	3.6	3.7
5月	12.6	14.4	14.9	17.6	19.9	20.1	8.4	9.2	10.3
6月	18.6	19.0	18.1	23.3	23.9	22.5	14.6	14.7	14.4
7月	22.9	22.6	22.5	27.3	27.0	26.5	19.4	18.9	19.2
8月	23.5	24.4	23.8	28.6	29.3	27.7	19.1	20.3	20.4
9月	19.1	19.5	18.4	24.3	24.2	23.2	14.9	15.6	14.3
10月	13.1	12.8	14.3	19.2	17.8	19.1	8.1	8.4	10.4
11月	6.3	6.5	5.6	10.0	10.7	9.7	2.8	2.6	2.0
12月		1.2	0.5		4.1	3.0		-1.6	-2.1
年形	10.9	10.7	10.5	15.3	14.9	14.6	7.1	6.8	6.8

表の値はアメダスデータによる。

付表7 年次別降水量及び日照時間の推移(横手)

月	降水量			日照時間		
	1996年	平年	1995年	1996年	平年	1995年
1月	136.0	164.5	188.0	33.6	39.8	40.1
2月	115.0	123.4	68.0	66.0	58.4	77.6
3月	105.0	78.7	82.0	99.0	110.2	101.4
4月	66.0	89.8	138.0	128.4	135.1	117.9
5月	116.0	98.2	98.0	122.7	143.5	131.1
6月	169.0	118.2	90.0	75.2	115.7	81.7
7月	123.0	158.7	217.0	76.9	124.0	66.1
8月	176.0	163.7	368.0	194.7	158.4	86.5
9月	59.0	148.0	111.0	132.2	119.1	133.6
10月	54.0	133.0	135.0	151.5	126.5	131.7
11月	178.0	159.8	198.0	61.9	80.6	67.6
12月		169.2	221.0		44.7	33.2
年形	1297.0	1605.2	1914.0	1142.1	1256.0	1068.5

表の値はアメダスデータによる。

引用文献

- 千葉泰弘・佐々木祐二・阿部 隆 1994. 種用サトイモの貯蔵法. 東北農業研究 47, 315-316.
- 飛高義雄 1989. サトイモ=植物としての特性. 野菜園芸大百科13. 279-308p. 農山漁村文化協会, 東京.
- 軽部 稔・市 和人・宝満正治 1983. サトイモの茎頂培養による形質変異について. 園学雑 52 別1, 459.
- 森 寛一 1997. 茎頂培養, 植物細胞組織培養, 119-160p, 理工学社, 東京.
- 森下正博 1988. フキ・サトイモの大量増殖と変異性. 農業技術 43, 73-76.
- Murashige, T., and Skoog, F. 1962. A Revised Medium for Rapid growth and Bio Assays with Tobacco Cultures. Physiol. Plant. 15, 473-497.
- 大澤勝次・栗山尚志・菅原裕幸 1981. 組織培養による栄養繁殖性野菜の大量増殖と利用に関する

- 研究. 野菜試験場報告 A. 9, 30-34.
- 8) 大澤勝次 1985. 野菜の組織・細胞培養の実際と展望. 増補/園芸植物の器官と組織の培養. 318-353p. 誠文堂新光社, 東京.
- 9) 庄野邦彦 1972. 培地の組成と作り方. 植物組織培養. 41-85p. 朝倉書店, 東京.
- 10) 首藤博敏 1993. サトイモ苗の組織培養による大量増殖とその実用的栽培について. 日作東北支部報 36, 87-88.
- 11) 朱玉・矢澤進・浅平端 1993. カラジウムの葉身切片の培養で再生した植物体における葉色変異の品種間差異. 園学雑 62, 431-435.

Summary

- 1) It was made clear that shoot apex culture and micropropagation of taro need no growth regulators.
- 2) It is able to be confirmed for occurring variations of characters in propagated plants by cultivation in pots.
- 3) The micropropagation method of taro was established using no growth regulators, and preparing nutrient media in propagation stage with tap water and MS salts without MS vitamins or pH adjustment.
- 4) Outlines of this system are as follows; Plantlets with tubers provided with shoot tip cultures are cut into shoot- and tuber-parts, and are used in the propagation stage. The shoots are cultured in MS liquid medium of 60gL^{-1} sucrose, and the tubers are cultured in the medium of 30gL^{-1} sucrose. The culture is done with liquid media by no shaking for each one month. After the culture, the shoots grow to plantlets with tubers, and axillary buds of the tubers grow to plantlets. Minimum 3 times increases are possible at one time propagation stage by repeating this.
- 5) Provided plantlets can easily acclimatize in a greenhouse and grow well in a field, and their yielding is very high. In addition, no variation of characters are occurred in the plantlets.
- 6) The crop thing had easily kept healthy in winter by the simple method, as well as in San Nai Village.
- 7) These characters of them disappear after one-year cultivation in a field. Therefore, it is important for getting superior plants that only the yielding of them from one-year cultivation in fields are used for seed taros.
- 8) The production system of seed taros is completed by combination with the shoot apex culture, the simple micropropagation method, and the simple keeping method.

要 旨

さまざまな培養及び栽培試験の結果、植物ホルモンを全く用いないサトイモの種苗増殖技術が確立された。増殖は非常に簡略化でき、水道水を用いたpH未調整のMS液体培地での静置培養が可能である。増殖にはショ糖濃度 30gL^{-1} 及び 60gL^{-1} の培地を用い、茎頂培養で得られた植物体の塊茎部を前者の培地で、シュート部を後者の培地で、それぞれ1ヶ月間培養する。培

養後、塊茎部からは伸長したシュートが、シュート部からは塊茎形成した植物体を得られるため、切り分けて再び同様に培養する。これを繰り返すことにより、1回の増殖で最低3倍の増殖が可能である。得られた培養苗は容易に順化・育苗でき、圃場での生育も良く、収量も高かった。また、収穫物は簡易な手法により、現地山内村でも容易に保存ができた。

水稻新品種「美郷錦」の育成

眞崎 聡・加藤武光*・畠山俊彦・松本眞一・川本朋彦

Breeding of a New Rice Cultivar “Misatonishiki”

Satoshi MASAKI, Takemitsu KATO,
Toshihiko HATAKEYAMA,
Shinichi MATSUMOTO and Tomohiko KAWAMOTO

目 次

I 緒 論	49	2. 栽培適応地域	67
II 来歴および育成経過	50	3. 栽培上の注意	67
III 試験成績	52	V 考 察	68
1. 一般特性	52	VI 摘 要	68
2. 収 量 性	53	付 記	69
3. 病害抵抗性	59	(1) 育成関係者	69
4. 生理的抵抗性	61	(2) 種苗特性分類一覧	69
5. 玄米の形状および心白	63	引用文献	70
6. 醸造特性	64	写 真	71
IV 適応地域および栽培上の注意	67	Summary	72
1. 秋田県における選出理由	67		

I 緒 論

酒造業は秋田県の一大地場産業であり、清酒の出荷量でみた場合、全国の1,160,030キロリットルのうち兵庫県(32.8%)、京都府(13.8%)、新潟県(5.9%)に次ぎ第4位の42,303キロリットル(3.6%)である(2001年工業統計)。また、秋田県は酒造好適米の生産も盛んで2002年度の作付面積は562haで全国(16,465ha)では7番目(3.4%)の作付けとなっている。秋田県内の酒造好適米で最も作付の多い品種は「美山錦」で443haであり、次いで「吟の精」の81haでこの2品種で93%を占めている(2002年仙台食糧事

務所秋田事務所)。秋田県における酒造好適米の生産の多くは酒造組合を中心として計画的に行われており、ほとんどが県内の酒造メーカーへ供給されていて、使用される酒造好適米(3,041t)の75.9%が県内産である(2002年秋田県酒造組合)。しかし、県外産の酒造好適米も使用されていて、その中では兵庫県産「山田錦」が多く、主に大吟醸酒や鑑評会への出品を目指した最高級酒などの原料として用いられている。

「山田錦」は1936年兵庫県において「山田穂」と「短稈渡船」の交配後代から育成された品種で極めて

(* 現 秋田地域振興局農林部普及指導課)

古い品種ではあるが、2002年には兵庫県を中心に5,354haの作付があり、酒造好適米では最も作付が多い(2002年農林水産省生産局)。「山田錦」は鑑評会での実績から現在最も優れた酒造特性を持つ酒造好適米品種とされているが、栽培特性は西南暖地においても晩生で稈長が長く耐倒伏性が劣り、収量性が低くいもち耐病性も弱いことが知られている。そして播種期や移植期を早めても出穂が早くなならないことから、強い感光性を持つとされている¹⁾。また、畠山ら(1989)は秋田県における「山田錦」の栽培特性を調査し、①出穂期が9月1日と遅く成熟期に達しないこと、②稈長が長く100cmを越え倒伏に弱いこと、③いもち耐病性が極弱く、また脱粒性を有することなどを認めている²⁾。これまでも「山田錦」の優れた酒造特性を具備しつつ栽培特性の改善を目指した育種が各地で行われてきており、「山田錦」を直接の交配親として「兵系酒18号」(兵庫県)や「夢山水」(愛知県)、「吟吹雪」(滋賀県)、「吟の夢」(高知県)、「さかの華」(佐賀県)などが育成されている³⁾が、西南暖地が中心で寒冷地での育成例はこれまでない。1988年から秋田県農業試験場、醸造試験場(現総合食品研究所)、酒造組合の3者共同体制によって開始した酒造好適米新品種開発事業では育種目標として、「山田錦」並の酒造特性と秋田県のような寒冷地に適した栽培特性を併せ持つ品

種の育成が掲げられた。「美郷錦」は「山田錦」を直接の交配親として、脱粒性を改善し、秋田県のような寒冷地の気象条件に適応可能な早生化に成功した初の品種である。

「美郷錦」は1994年から「秋田酒55号」の系統名で奨励品種決定試験に供試するとともに、秋田県総合食品研究所醸造試験場による試験醸造と秋田県酒造組合による現場醸造試験を行い、その結果、収量性が低く耐倒伏性が弱いなど栽培特性は不十分ながら玄米の品質や酒造特性が優れていると評価された。そこで「美郷錦」は栽培が難しく大面積の普及は望めないものの、蔵元に直結し清酒の多様なニーズに対応できる地域特産的な高級酒用の酒造好適米品種として2001年に秋田県の奨励品種(認定)品種に採用された。また、2002年には種苗法に基づく品種登録がなされた。

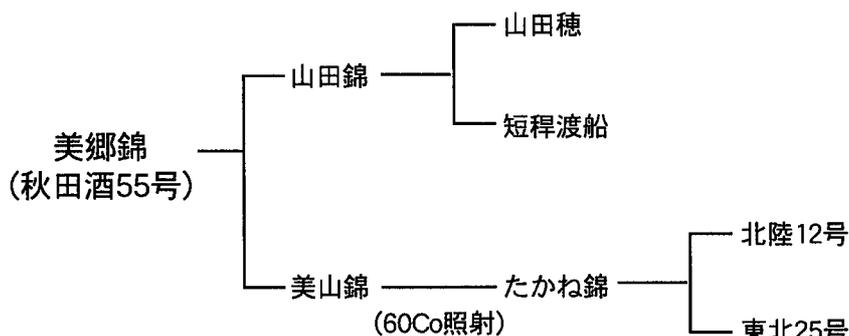
本品種の育成にあたっては、玄米の形状分析、酒造特性の検定および試験醸造は秋田県総合食品研究所醸造試験場が担当し、大規模現場醸造試験は秋田県酒造組合が担当した。また、試験醸造に用いる原料米の生産は湯沢市酒米研究会が担当した。農業試験場における育種の遂行では、圃場管理業務の工藤定之助(故人)、佐藤定治、佐藤信和、渡部健次郎、猿田進の諸氏、研究補助業務の佐々木洋子、熊谷正子、宮川志保の各氏に多大な労をお願いした。ここに記して謝意を表する。

II 来歴および育成経過

「美郷錦」は秋田県の気象条件に適応し、「山田錦」並の酒造特性を持つ酒造好適米品種を目標に、秋田県農業試験場において「山田錦」を母、「美山錦」を父として人工交配した組み合わせの後代から選抜、育成された(第1図)。

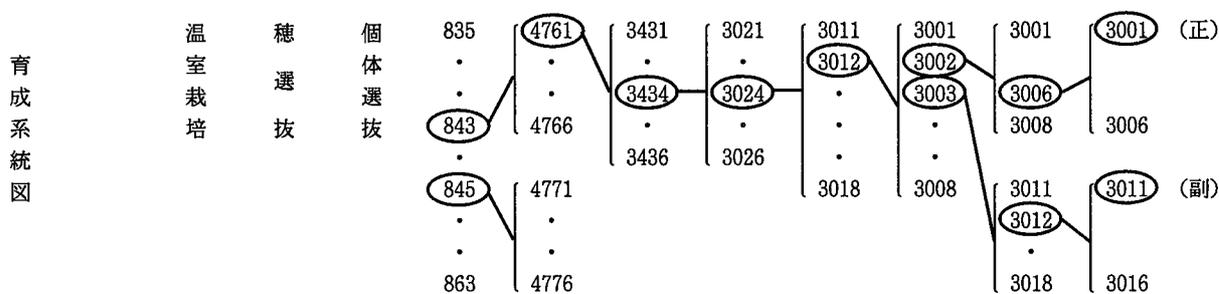
人工交配は1987年に温湯除雄法によって行い、12穎花中9粒が結実した。雑種第1代と第2代は1988年に温室内で世代促進栽培した。「山田錦」の晩生と脱粒性という望ましくない形質をなるべく早く取り除き選抜の効率を上げるため、1989年雑種第3代では圃場栽培において熟期と脱粒性で穂選抜を行い、翌1990年に雑種第4代で改めて個体選抜を実施した。穂選抜では1,360個体から100穂を選抜し、個体選抜では1,760個体から圃場で80個体、さらに室内で外観品質によって29個体を選抜した。1991年に単独系統選抜を行うとともに心白の形状を中心とした玄米の形態分析を行った。

1992年からは系統群系統として選抜を続け、生産力検定や特性検定、酒造特性検定を開始した。1993年に秋系酒347の系適番号で奨励品種決定予備試験に供試し、1994年からは「秋田酒55号」の系統名で奨励品種決定本試験に進め、併せて現地適応試験も実施した。さらに1993年、1994年には試験醸造、1994年と1996年には現場醸造試験を行い、検討を重ねてきた。その結果、耐倒伏性が弱く収量性が低いことや耐病性もやや弱いことなど、栽培特性は不十分であるものの、玄米の外観品質が良く蛋白質が少ないことや心白の発現が良好であり、醸造試験においても吟醸酒用原料米として高い評価を得たことから、2001年に秋田県の奨励(認定)品種として採用された。また、1999年に種苗法に基づく品種登録を申請し、2002年に品種登録がなされた(第1表、第2図)。



第1図 「美郷錦」の系譜図

年次	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
世代	F 0	F 1, F 2	F 3	F 4	F 5	F 6	F 7	F 8	F 9	F 10	F 11	F 12
養成法	交配	世促	集団	集団	単独系統	系統群系統	(以後系統群系統)					



養成系統群数						2	1	1	1	1	2	2
養成系統(個体)数		(1360)	(1760)	29	12	6	6	8	8	16	12	
選抜系統(個体)数		(100)	(29)	2	1	1	1	1	2	2	2	

第2図 系統展開図

第1表 育成経過

年次	世代	経過
1987	交配	結実9粒/交配穎花数12
1988	F1, F2	温室栽培(世代促進)
1989	F 3	圃場栽培、穂選抜(100穂/1360株)
1990	F 4	個体選抜 室内29/圃場80/栽植1760株
1991	F 5	系統選抜、特性検定
1992	F 6	生産力検定
1993	F 7	試験醸造(秋系酒347)
1994	F 8	現場醸造(秋田酒55号)
1995	F 9	
1996	F 10	現場醸造
1997	F 11	
1998	F 12	品種登録申請(1999年3月)
1999	F 13	
2000	F 14	奨励(認定)品種(2001年3月)

Ⅲ 試 験 成 績

1. 一般特性

「美郷錦」の育成地における生育調査成績を第2表に示した。「美郷錦」の出穂期は中生の中の「美山錦」より僅かに遅い8月8日、成熟期は「美山錦」より早い9月22日で、「美郷錦」は育成地では中生の中に属

する。稈長は長稈の「美山錦」より僅かに短く、やや長稈の「吟の精」より長い長稈で、穂長は「美山錦」、「吟の精」と同程度のやや長である。穂数は「美山錦」、「吟の精」よりやや多いが、草型としては穂重型に属する。「美郷錦」の稈の細太、剛柔は「美山錦」、「吟の精」並でそれぞれ太、やや剛である。芒は無で、ふ色、ふ先色は黄白である。止葉の直立程度は「美山錦」よりやや垂れる中である。粒着密度は「美山錦」、「吟の精」より疎粒のやや疎、脱粒性は難である(第3表)。

「美郷錦」の苗は「美山錦」、「吟の精」よりやや短く、葉色、葉の垂れは「美山錦」並である(第4表)。

「美郷錦」の主稈出葉数は平均で13.3枚であり、「美山錦」(12.9枚)、「吟の精」(12.4枚)よりやや多い(第5表)。

第2表 生育調査成績 (秋田農試)

品種・系統名	出穂期	成熟期	稈長	穂長	穂数
	月日	月日	cm	cm	本/m ²
美郷錦	8.08	9.22	86.6	18.8	397
美山錦	8.06	9.26	88.0	19.9	307
吟の精	8.05	9.23	82.7	18.6	315

1994年から2000年までの平均値

第3表 観察による主要特性調査

(秋田農試)

品種名	草型	稈		芒		ふ先色	止葉の直立程度	穂軸抽出程度	粒着程度	脱粒性
		細太	剛柔	多少	長短					
美郷錦	穂重	太	やや剛	無	—	黄白	中	中	やや疎	難
美山錦	穂重	太	やや剛	無	—	黄白	やや立	中	中	難
吟の精	穂重	太	やや剛	稀	極短	黄白	やや立	中	中	難

第4表 苗特性調査

(秋田農試)

品種名	苗代期観察調査					移植時調査			
	苗立	苗丈	葉色	葉垂	葉幅	苗丈	葉数	茎数	乾物重
						cm	枚	本/個体	g/100個体
美郷錦	上上	やや長	中	中	中	15.1	3.3	1.0	2.52
美山錦	上上	やや長	中	中	中	15.8	3.2	1.0	2.74
吟の精	上上	やや長	中	やや直	中	15.9	3.2	1.0	2.74

苗代期の観察調査は1995年～2000年の平均

移植時調査は1994年～2000年の平均値

第5表 主稈出葉数

(育成地)

品種名	1994	1997	1998	1999	2000	平均
美郷錦	12.9	13.9	12.8	13.4	13.4	13.3
美山錦	12.2	13.5	12.9	13.0	13.0	12.9
吟の精	12.5	13.0	11.8	12.5	12.2	12.4

2. 収量性

(1) 育成試験での生産力検定

1992年と1993年に行われた育成試験での生産力検定の結果を第6表に示した。1992年は標肥1区制で、1993年には標肥、多肥それぞれ2区制で行った。試験

年次によって違いが見られるものの、「美郷錦」は「美山錦」に比べて稈長、穂長は同じかやや短く、穂数は多かった。また、玄米の千粒重も「美山錦」とほぼ同じ程度であり、品質も同じかやや良い傾向にあったが、収量は少なかった。

第6表 育成試験における生産力検定

(1992年は1区制、1993年は2区制)

年次	品種名	出穂期	成熟期	倒伏	草丈	茎数	稈長	穂長	穂数	玄米重	比率	屑米重	千粒重	品質
		月日	月日											
1992	美郷錦	8.08	9.20	2.5			86.0	18.3	387	56.4	98	5.6	25.5	5.0
	美山錦	8.07	9.19	1.8			82.3	18.6	296	57.7	100	5.8	25.4	4.5
1993 (標準)	美郷錦	8.19	10.04	0.8	49.3	602	80.9	17.7	406	54.1	85	5.7	25.3	3.0
	美山錦	8.15	10.01	1.2	50.3	496	86.3	18.0	339	64.0	100	3.4	25.8	4.0
	吟の精	8.16	10.01	0.2	59.3	471	78.2	18.1	327	69.5	109	1.8	28.1	4.7
(多肥)	美郷錦	8.18	10.04	0.0	51.8	788	86.5	17.9	483	55.1	83	7.5	24.9	3.0
	美山錦	8.16	10.04	0.8	49.8	630	90.0	17.9	364	66.3	100	4.3	25.4	4.0
	吟の精	8.16	10.04	0.1	59.5	579	83.0	18.3	361	72.9	110	2.2	28.1	5.0

倒伏：0（無）～5（甚）
品質：1（良）～9（不良）

(2) 奨励品種決定試験での生産力検定

秋田農試本場における1994年から2000年までの奨励品種決定試験の結果を第7表、第8表に示した。試験はいずれの年次も標肥、多肥ともに3区制で行った。「美郷錦」は「美山錦」に比べて草丈、稈長、穂長は同じかやや短く茎数、穂数は多かった。「美郷錦」の倒伏程度は「美山錦」や「吟の精」よりかなり大きく、耐倒伏性は明らかに弱い（第7表）。玄米重は「美山錦」に対し標肥区の平均で86%、多肥区では74%と少収であった。玄米の千粒重はほぼ「美山錦」並であったが、品質は良く、粗蛋白質含量も「美山錦」より少なかった（第8表）。

(3) 施肥反応試験

1996年秋田農試本場で行った施肥反応試験で、基肥窒素量および窒素追肥の時期の違いが「美郷錦」の生育、収量、籾数に及ぼす影響を「美山錦」との比較で調査した結果を第9表、第10表に示した。「美郷錦」は「美山錦」に比べて、出穂期がやや遅く、成熟期はやや早かった。稈長はほぼ「美山錦」並であったが、穂長はやや短く、穂数はかなり多かった。また、倒伏も「美山錦」より大きかった。「美郷錦」の玄米重は「美山錦」に比べてかなり少なく約80%程度の比較比率であった。千粒重は「美山錦」とほぼ同じであったが、品質は「美山錦」並からやや良く、玄米粗蛋白質

含量は「美山錦」より概ね低かった。生育に対する施肥窒素の影響としては、「美郷錦」、「美山錦」とも基肥の増加により、稈長、穂数、倒伏の増加と成熟期の遅れが見られたが、穂長への影響は見られなかった。一方追肥によっては稈長、穂長、倒伏の増加と成熟期の遅れが見られたが穂数への影響は見られなかった。また、出穂期に対する影響も見られなかった。収量関連形質に対する施肥窒素の影響としては、「美郷錦」、「美山錦」とも基肥の増加により、玄米重の増加と品質の低下が見られた。追肥による影響としては、0.4 kg/a基肥において玄米重の増加が見られた。玄米粗蛋白質含量は「美山錦」では基肥の増加あるいは追肥により顕著に高まったが、「美郷錦」では追肥によって僅かに高まった程度であった（第9表）。「美郷錦」の籾数は「美山錦」に比べて、1穂当たり、m²当たりとも少なく2次枝梗着生の比率も少ない。施肥窒素の影響としては、基肥の増加によりm²当たりの籾数が増加し、追肥によって1穂当たりの籾数の増加が見られ、それぞれ基肥の増加による穂数の増加と追肥による穂長の増加を反映している。また、水で選別した沈下籾では籾の千粒重は基肥の増加により僅かな減少が見られたが追肥の影響は見られなかった。しかし、沈下籾歩合では追肥の影響が大きく、特に幼穂形成期の追肥による大幅な減少が見られた（第10表）。第3図に示

したように、「美郷錦」、「美山錦」とも籾数の増加に伴い玄米重は増加するものの、そのピークは「美山錦」では㎡当たり約28,000粒付近に見られるのに対し、「美郷錦」では約25,000粒付近と低い。また、この試験における施肥の範囲内では26,000粒以上の籾数を獲得できていない。すなわち「美郷錦」においては、1穂粒数がかかなり少ないことから基肥の増加によ

る穂数の増加あるいは追肥による1穂粒数の増加によっても㎡当たりの籾数を確保することが困難であり、なおかつ増肥による倒伏の増加あるいは登熟の低下も大きいことから、収量性の乏しい品種と言える。一方、玄米の品質と粗蛋白質含量に対する施肥窒素の影響は小さく、酒造側にとっては優れた特性を持つ品種である。

第7表 奨励品種決定試験における生育調査

(秋田農試)

施肥区分	年次	品種・系統名	最高分け時期		出穂期	成熟期	稈長	穂長	穂数	障害	
			草丈	茎数						倒伏	穂いもち
			cm	本/㎡	月日	月日	cm	cm	本/㎡	0-5	0-5
標	1994	美郷錦	55.4	700	8.01	9.11	89.1	19.2	411	2.5	0.0
		美山錦	56.2	473	7.31	9.12	86.9	20.4	309	2.2	0.7
		吟の精	66.6	557	7.30	9.10	83.8	18.7	327	0.7	0.0
	1995	美郷錦	50.7	586	8.08	9.18	85.9	19.1	427	2.9	1.0
		美山錦	53.5	465	8.07	9.22	84.9	21.4	297	1.2	2.0
		吟の精	60.4	404	8.05	9.18	79.5	20.0	286	1.2	0.0
	1996	美郷錦	54.5	518	8.11	9.28	83.9	17.3	401	2.0	0.3
		美山錦	55.6	430	8.10	10.03	85.5	18.4	281	1.0	0.0
		吟の精	64.5	449	8.09	10.01	80.7	17.6	298	1.3	0.0
	1997	美郷錦	56.1	591	8.10	9.28	94.4	17.7	393	2.7	0.7
		美山錦	57.4	456	8.09	10.01	94.7	18.6	352	0.3	0.0
		吟の精	66.0	434	8.06	9.25	87.0	18.0	337	0.0	0.0
1998	美郷錦	54.9	461	8.07	9.25	83.9	18.3	355	2.0	1.7	
	美山錦	58.2	381	8.05	9.27	86.7	18.9	317	1.7	1.3	
	吟の精	66.9	426	8.05	9.26	83.6	17.8	344	0.7	0.0	
肥	1999	美郷錦	58.4	600	8.06	9.20	86.3	19.8	461	3.7	0.0
		美山錦	57.6	456	8.04	9.24	88.0	20.1	344	3.0	0.0
		吟の精	68.3	503	8.03	9.20	85.1	18.8	368	2.0	0.0
2000	美郷錦	54.8	364	8.13	9.29	83.0	20.0	331	0.3	0.3	
	美山錦	57.6	291	8.11	10.07	89.5	21.5	247	0.7	0.7	
	吟の精	62.5	289	8.10	10.02	79.2	19.5	246	0.0	0.0	
平均	美郷錦	55.0	546	8.08	9.22	86.6	18.8	397	2.3	0.6	
	美山錦	56.6	422	8.06	9.26	88.0	19.9	307	1.4	0.7	
	吟の精	65.0	437	8.05	9.23	82.7	18.6	315	0.8	0.0	
多	1994	美郷錦	58.4	752	8.01	9.11	95.5	19.3	454	2.7	0.3
		美山錦	59.8	596	7.31	9.12	93.9	20.4	356	2.5	1.0
		吟の精	68.7	598	7.30	9.11	87.3	18.7	364	1.0	0.0
	1995	美郷錦	54.6	684	8.09	9.24	92.5	19.0	460	3.3	1.2
		美山錦	57.0	521	8.07	9.24	93.7	20.4	340	2.3	2.0
		吟の精	66.1	510	8.06	9.18	88.5	20.3	319	1.2	0.0
	1996	美郷錦	56.8	609	8.11	9.29	88.5	18.1	462	3.0	0.0
		美山錦	58.8	467	8.10	10.04	90.2	18.3	347	2.0	0.7
		吟の精	66.0	496	8.09	10.01	86.2	17.8	347	3.0	0.0
	1997	美郷錦	55.7	606	8.11	10.02	99.6	18.2	409	4.7	2.3
		美山錦	56.4	474	8.11	10.05	99.6	19.0	334	2.7	1.7
		吟の精	67.2	510	8.08	9.30	95.6	17.9	348	1.0	0.0
1998	美郷錦	65.0	731	8.09	9.28	95.4	18.7	442	4.3	2.0	
	美山錦	67.9	587	8.07	9.29	101.3	19.4	356	4.7	2.0	
	吟の精	77.8	627	8.07	9.29	97.1	18.1	386	3.7	0.0	
肥	1999	美郷錦	64.2	704	8.05	9.20	94.3	19.9	519	4.7	0.0
		美山錦	62.9	553	8.04	9.25	93.8	20.1	396	4.3	0.0
		吟の精	73.2	589	8.03	9.21	90.0	18.8	380	4.0	0.0
2000	美郷錦	57.4	369	8.11	9.27	83.4	19.9	330	1.0	0.7	
	美山錦	60.4	320	8.09	10.06	86.7	21.1	257	1.7	0.0	
	吟の精	63.6	333	8.08	9.25	79.0	19.5	260	0.0	0.0	
平均	美郷錦	58.9	636	8.08	9.24	92.7	19.0	439	3.4	0.9	
	美山錦	60.5	503	8.06	9.27	94.2	19.8	341	2.9	1.1	
	吟の精	68.9	523	8.05	9.23	89.1	18.7	343	2.0	0.0	

倒伏、穂いもち：0（無）～5（甚）

第8表 奨励品種決定試験における収量調査

(秋田農試)

施肥区分	年次	品種・系統名	全重	わら重	精粉重	籾／わら比	玄米重	比率	屑米重	容積重	千粒重	品質	玄米粗蛋白質含量
			kg/a	kg/a	kg/a		kg/a	%	kg/a	g	g	1-9	DW%
標	1994	美郷錦	144.7	60.4	77.9	1.29	53.5	85	9.8	793	24.1	3.3	7.4
		美山錦	147.7	57.8	84.1	1.46	62.8	100	5.9	793	25.1	2.3	7.7
		吟の精	153.1	64.2	83.0	1.29	66.2	105	1.6	795	27.4	3.0	7.8
	1995	美郷錦	127.1	54.4	66.9	1.23	43.3	78	10.3	800	24.1	5.0	7.6
		美山錦	133.9	50.8	76.8	1.51	55.2	100	7.1	806	25.0	5.7	7.7
		吟の精	130.6	50.1	75.4	1.50	58.9	107	2.8	810	27.3	5.0	7.9
	1996	美郷錦	140.2	66.1	69.8	1.06	52.1	83	5.8	813	26.1	3.0	7.3
		美山錦	144.7	60.8	80.1	1.32	62.6	100	4.4	821	26.4	4.0	7.7
		吟の精	147.4	65.5	77.5	1.18	62.4	100	2.2	815	28.2	7.7	7.9
	1997	美郷錦	153.1	70.8	76.7	1.08	56.1	92	6.6	800	25.4	3.0	6.8
		美山錦	159.7	71.8	82.6	1.15	60.9	100	6.4	792	25.2	5.7	6.9
		吟の精	159.2	73.7	79.0	1.07	62.9	103	2.1	794	27.5	5.0	7.5
1998	美郷錦	138.1	59.7	70.3	1.18	52.2	89	6.4	782	25.8	3.3	7.0	
	美山錦	135.8	51.5	75.6	1.47	58.4	100	5.2	781	25.2	6.0	7.4	
	吟の精	151.8	66.3	78.4	1.18	67.2	115	1.9	789	28.7	5.0	7.3	
肥	1999	美郷錦	150.4	62.0	77.9	1.26	52.7	85	12.1	827	25.4	3.0	7.9
		美山錦	147.3	56.0	82.0	1.46	61.9	100	6.6	839	26.0	3.0	8.1
		吟の精	164.4	61.0	92.8	1.52	73.6	119	4.1	825	28.0	3.7	7.8
2000	美郷錦	132.8	62.2	66.6	1.07	51.3	88	3.2	773	26.5	4.7	7.8	
	美山錦	139.9	57.7	77.5	1.34	58.4	100	4.7	764	26.6	5.0	8.3	
	吟の精	136.6	55.0	77.0	1.40	62.5	107	0.9	767	29.3	5.7	8.4	
平均	美郷錦	140.9	62.2	72.3	1.17	51.6	86	7.8	798	25.3	3.6	7.4	
	美山錦	144.2	58.1	79.8	1.39	60.0	100	5.8	799	25.6	4.5	7.7	
	吟の精	149.0	62.3	80.4	1.31	64.8	108	2.2	799	28.1	5.0	7.8	
多	1994	美郷錦	155.2	66.5	82.0	1.23	49.6	78	16.8	792	23.7	4.3	7.8
		美山錦	158.3	63.0	88.7	1.41	63.8	100	8.3	789	24.5	4.0	7.7
		吟の精	160.7	65.4	88.6	1.35	69.7	109	2.7	798	27.0	3.0	8.0
	1995	美郷錦	134.9	60.1	66.9	1.11	41.3	72	11.5		24.0	4.7	8.0
		美山錦	148.7	59.8	81.1	1.36	57.3	100	7.7		24.7	6.0	7.8
		吟の精	150.5	61.0	82.7	1.36	62.6	109	4.9		26.8	5.0	8.1
	1996	美郷錦	148.1	67.2	75.8	1.13	52.0	80	9.7	805	25.3	3.7	7.1
		美山錦	159.5	66.3	82.7	1.25	64.7	100	7.3	807	25.2	5.7	7.9
		吟の精	165.1	71.1	88.6	1.25	69.0	107	3.8	805	27.1	8.3	7.9
	1997	美郷錦	146.0	67.1	68.6	1.02	43.7	72	10.9	778	25.2	5.0	7.2
		美山錦	160.4	66.9	79.3	1.19	60.9	100	8.6	797	25.2	5.3	7.4
		吟の精	168.5	73.1	87.7	1.20	69.3	114	3.0	802	27.1	5.3	7.6
1998	美郷錦	146.0	62.6	68.5	1.09	33.0	57	12.7	777	25.2	6.0	7.7	
	美山錦	158.8	59.9	81.5	1.36	57.4	100	9.7	771	25.0	7.0	8.0	
	吟の精	166.2	65.2	89.8	1.38	72.5	126	3.8	789	27.7	6.3	8.3	
肥	1999	美郷錦	134.7	60.5	68.7	1.14	38.6	74	17.5	818	24.9	4.7	7.7
		美山錦	146.2	58.7	76.0	1.30	52.3	100	10.6	834	25.4	4.0	8.2
		吟の精	158.6	61.1	86.3	1.41	65.4	125	6.5	825	27.4	3.3	8.0
2000	美郷錦	136.6	62.4	67.1	1.07	51.6	85	3.3	771	26.4	4.7	8.0	
	美山錦	143.0	58.2	78.3	1.35	60.4	100	4.0	769	26.8	3.7	8.4	
	吟の精	140.3	60.7	75.6	1.25	61.8	102	0.8	777	29.6	5.3	8.4	
平均	美郷錦	143.1	63.8	71.1	1.11	44.3	74	11.8	790	25.0	4.7	7.6	
	美山錦	153.6	61.8	81.1	1.32	59.5	100	8.0	795	25.3	5.1	7.9	
	吟の精	158.6	65.4	85.6	1.31	67.2	113	3.6	799	27.5	5.2	8.0	

品質：1（良）～9（不良）

第9表 生育および収量に対する施肥窒素の影響

区分	出穂期	成熟期	稈長	穂長	穂数	倒伏	玄米重	千粒重	品質	玄米粗蛋白質
	月日	月日	cm	cm	本/m ²	0~5	kg/a	g	1~9	DW%
美郷錦										
基肥N0.4kg/a										
無追肥	8.11	9.29	76.9	17.5	373	0.0	38.1	25.3	3.7	7.13
幼穂形成期	8.11	10.01	81.8	18.5	365	0.7	42.8	25.5	3.3	7.61
減数分裂期	8.11	10.01	81.0	18.1	348	0.7	42.6	25.8	3.3	7.45
基肥N0.6kg/a										
無追肥	8.11	10.02	84.0	17.6	390	1.7	44.2	24.9	4.7	6.91
幼穂形成期	8.11	10.04	86.0	18.2	399	3.0	44.1	25.0	4.0	7.13
減数分裂期	8.11	10.03	88.2	18.4	372	3.3	47.2	25.1	3.7	7.20
美山錦										
基肥N0.4kg/a										
無追肥	8.10	10.01	77.1	18.7	250	0.0	45.4	25.4	4.3	6.71
幼穂形成期	8.10	10.05	81.9	19.4	254	0.0	52.6	25.7	5.0	7.76
減数分裂期	8.10	10.02	81.5	18.8	246	0.0	47.6	26.0	4.0	8.19
基肥N0.6kg/a										
無追肥	8.10	10.03	87.1	18.4	285	1.0	55.2	25.4	4.0	8.04
幼穂形成期	8.10	10.06	89.4	18.6	308	2.3	54.5	25.2	5.7	7.69
減数分裂期	8.10	10.03	88.9	18.6	294	2.3	55.8	25.0	5.3	8.13

追肥は幼穂形成期、減数分裂期とも窒素0.2kg/a施用した
 倒伏：0（無）～5（甚）
 品質：1（良）～9（不良）

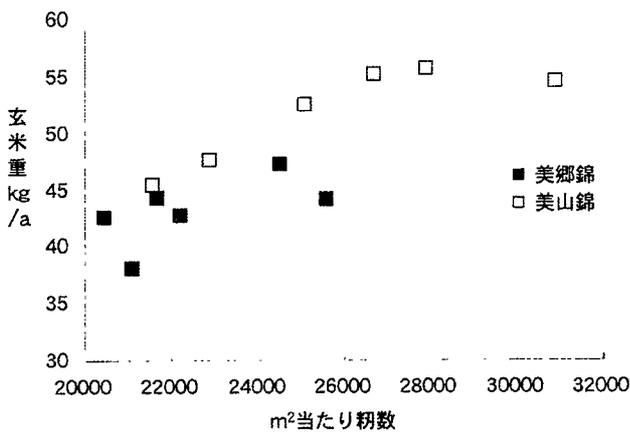
第10表 着生籾および沈下籾に対する施肥窒素の影響

区分	着生籾			沈下籾						
	籾数		2次籾 比率 %	籾千粒重			沈下籾歩合			
	1穂当たり	m ² 当たり		1次籾	2次籾	1次+2次	1次籾	2次籾	1次+2次	
美郷錦										
基肥N0.4kg/a										
無追肥	56.5	21080	35.5	30.7	27.3	29.5	95.0	90.2	93.3	
幼穂形成期	60.8	22203	38.7	30.6	27.6	29.5	86.8	75.7	82.5	
減数分裂期	58.8	20454	36.0	31.1	27.9	30.0	92.1	84.8	89.5	
基肥N0.6kg/a										
無追肥	55.5	21656	33.4	29.9	26.6	28.8	94.2	88.4	92.3	
幼穂形成期	64.1	25578	37.8	29.7	26.7	28.6	92.7	81.7	88.5	
減数分裂期	65.8	24475	39.0	30.1	27.0	29.0	94.0	83.3	89.8	
美山錦										
基肥N0.4kg/a										
無追肥	86.3	21566	44.7	31.6	28.2	30.2	94.0	86.2	90.5	
幼穂形成期	98.7	25067	50.5	31.5	28.4	30.1	92.2	79.1	85.6	
減数分裂期	92.9	22859	48.2	31.6	28.5	30.2	91.0	83.6	87.4	
基肥N0.6kg/a										
無追肥	93.6	26676	47.7	30.8	27.7	29.5	94.9	79.8	87.7	
幼穂形成期	100.3	30904	49.8	29.8	27.1	28.7	91.7	64.3	78.1	
減数分裂期	94.9	27896	49.1	30.5	27.7	29.3	92.6	77.5	85.2	

追肥は幼穂形成期、減数分裂期とも窒素0.2kg/a施用した
 沈下籾は水で選別した

(4) 現地試験での生産力検定

1994年から2000年までの秋田農試育種現地試験（湯沢市山田）の結果を第11表、1994年から1999年までの秋田県内現地適応性試験の結果を第12表に示した。いずれの地点においても「美郷錦」は「美山錦」より稈長、穂長がやや短く、穂数は多かった。玄米の千粒重は「美山錦」並で品質はやや優る地点が多かったが、収量は「美山錦」に比べて劣っていた。



第3図 m²当たり籾数と玄米重の関係

第11表 育種現地試験における成績（湯沢市山田）

年次	品種・系統名	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m ²	玄米重 kg/a	比率 %	屑米重 kg/a	千粒重 g	品質 1-9
1994	美郷錦	97.6	18.0	496	44.0	78	12.5	23.7	3.5
	美山錦	104.4	18.9	381	56.4	100	9.1	24.2	4.0
	吟の精	95.5	17.5	367	61.7	109	3.7	26.4	4.0
1995	美郷錦	98.4	19.0	434	31.5	63	14.5	24.1	4.0
	美山錦	101.5	19.7	350	50.4	100	7.8	25.7	4.5
	吟の精	96.7	19.3	333	70.4	140	2.4	28.7	6.0
1996	美郷錦	75.2	18.0	291	58.7	92	4.2	25.5	3.0
	美山錦	80.5	17.8	279	64.1	100	4.3	25.7	3.0
	吟の精	75.5	17.5	336	67.9	106	1.7	28.6	7.5
1997	美郷錦	91.5	17.6	450	58.5	86	5.6	24.7	4.5
	美山錦	97.1	19.3	369	68.0	100	5.1	24.8	4.0
	吟の精	86.5	17.8	338	69.6	102	1.3	27.8	4.0
1998	美郷錦	94.0	18.1	390	58.8	91	9.9	24.9	5.0
	美山錦	97.3	18.8	351	64.7	100	6.0	25.0	7.5
	吟の精	93.3	18.2	324	56.8	88	1.7	28.9	4.0
1999	美郷錦	92.5	18.4	442	57.0	102	5.8	25.8	5.0
	美山錦	94.0	18.6	342	56.2	100	5.9	25.8	5.0
	吟の精	84.7	17.5	322	59.4	106	1.7	28.5	3.5
2000	美郷錦	93.9	18.2	406	56.2	89	2.7	25.4	4.5
	美山錦	95.9	19.3	315	63.2	100	2.4	26.7	3.5
	吟の精	85.8	18.0	288	64.2	102	1.0	29.0	6.0
平均	美郷錦	91.8	18.2	411	51.3	84	8.2	24.7	4.1
	美山錦	96.1	19.0	341	61.1	100	5.8	25.4	4.4
	吟の精	88.9	18.1	331	65.1	106	2.0	28.2	5.3

品質：1（良）～9（不良）

第12表 秋田県内現地適応性試験における成績

試験場所	年次	品種・ 系統名	出穂期	稈長	穂長	穂数	倒伏	玄米重	比率	屑米重	千粒重	品質	
			月日	cm	cm	本/m ²	0-5	kg/a	%	kg/a	g	1-9	
飯 田 川 町	1994	美郷錦	—	89.2	18.0	447	0.0	46.0	84	7.7	23.6	3.0	
		美山錦	—	91.8	20.0	367	3.0	54.7	100	7.0	23.7	3.0	
		吟の精	—	84.1	18.3	300	0.5	57.9	106	1.8	26.3	2.0	
	1995	美郷錦	8.10	99.1	18.6	412	3.0	43.3	89	7.1	24.9	5.0	
		美山錦	8.07	101.0	19.6	316	0.0	48.6	100	5.5	25.3	5.0	
		吟の精	8.07	91.3	18.3	287	0.0	58.5	120	1.7	28.1	5.0	
	1996 (標肥)	美郷錦	8.13	89.7	18.1	409	0.0	55.4	88	2.9	26.2	5.0	
		美山錦	8.11	100.7	19.7	334	0.0	62.6	100	3.8	26.9	5.0	
		吟の精	8.10	82.6	17.4	301	0.0	58.8	94	1.1	29.7	9.0	
	(多肥)	美郷錦	8.13	93.9	17.9	469	0.0	57.4	93	3.1	26.4	4.0	
		美山錦	8.11	100.0	19.5	369	0.0	61.6	100	4.1	26.3	6.0	
		吟の精	8.10	85.8	17.7	276	0.0	61.1	99	1.3	29.6	9.0	
	1997	美郷錦	8.06	90.5	18.1	408	0.0	59.2	100	2.9	25.3	5.0	
		美山錦	8.05	91.6	19.0	309	0.0	59.4	100	4.2	25.1	6.0	
		吟の精	8.03	87.3	18.4	316	0.0	62.4	105	0.7	28.5	5.0	
	1998	美郷錦	8.08	85.6	18.9	345	2.0	51.9	93	3.2	25.5	4.0	
		美山錦	8.06	90.3	19.5	256	4.0	55.9	100	4.3	25.5	7.0	
		吟の精	8.06	86.1	18.9	281	1.0	59.1	106	1.2	28.5	4.0	
	1999	美郷錦	8.04	86.8	17.5	439	0.0	59.0	103	3.5	25.1	3.0	
		美山錦	8.02	90.5	18.3	305	0.0	57.4	100	4.6	25.6	3.0	
		吟の精	8.01	84.2	17.6	305	0.0	65.4	114	1.0	28.0	3.0	
	平均	美郷錦	8.08	90.2	18.2	410	0.8	52.5	93	4.6	25.1	4.2	
		美山錦	8.06	94.3	19.4	315	1.2	56.4	100	4.9	25.4	4.8	
		吟の精	8.05	85.9	18.2	298	0.3	60.4	107	1.3	28.2	4.7	
	南 外 村	1994	美郷錦	8.03	88.5	19.4	476	2.0	55.9	88	4.6	24.7	3.0
			美山錦	8.01	91.7	20.0	332	4.0	63.3	100	3.8	25.3	2.0
			吟の精	8.01	83.9	18.5	295	0.0	60.9	96	1.2	28.4	2.5
		1995	美郷錦	8.14	97.7	18.7	390	2.0	48.7	85	3.6	25.9	4.0
			美山錦	8.11	98.9	19.4	282	2.0	57.5	100	4.0	26.3	4.5
			吟の精	8.10	94.6	18.7	264	1.0	59.8	104	2.1	29.2	5.5
1996		美郷錦	8.08	87.3	19.0	344	2.0	53.9	95	3.3	26.4	4.0	
		美山錦	8.08	90.5	19.3	270	0.0	56.8	100	3.9	26.8	3.0	
		吟の精	8.08	83.2	19.0	278	0.0	61.8	109	1.6	29.2	8.5	
1997		美郷錦	8.09	87.6	17.1	410	2.0	59.9	93	3.2	25.3	4.5	
		美山錦	8.06	93.6	18.6	340	3.0	64.7	100	3.7	25.5	5.5	
		吟の精	8.05	87.4	18.4	306	1.5	65.9	102	2.4	27.9	5.0	
1998		美郷錦	8.06	88.4	18.4	363	3.0	52.7	95	4.5	27.2	5.5	
		美山錦	8.04	91.5	19.2	272	3.0	55.6	100	6.2	25.7	7.0	
		吟の精	8.03	91.0	18.9	310	2.0	58.2	105	1.4	29.4	4.0	
1999		美郷錦	8.05	91.0	18.3	417	1.0	57.3	96	3.0	25.9	3.5	
		美山錦	8.01	92.0	19.6	297	1.0	59.7	100	3.5	25.7	3.5	
		吟の精	7.31	86.4	18.7	285	0.0	61.4	103	1.6	28.5	4.0	
平均		美郷錦	8.07	90.1	18.5	400	2.0	54.7	92	3.7	25.9	4.1	
		美山錦	8.05	93.0	19.4	299	2.2	59.6	100	4.2	25.9	4.3	
		吟の精	8.04	87.8	18.7	290	0.8	61.3	103	1.7	28.8	4.9	
湯 沢 市		1994	美郷錦	8.09	76.2	17.8	506	2.0	72.6	91	6.0	25.8	2.5
			美山錦	8.06	86.5	19.9	387	1.5	79.9	100	6.4	25.6	3.5
			吟の精	8.04	75.9	16.9	391	0.5	76.9	96	2.2	27.6	3.0
		1995	美郷錦	8.18	91.1	18.8	301	2.0	46.8	86	5.8	25.8	4.0
			美山錦	8.15	95.0	19.1	269	3.0	54.7	100	5.2	25.7	4.5
			吟の精	8.13	88.3	19.8	259	1.0	66.3	121	1.7	29.0	5.0
		1996	美郷錦	8.19	89.8	16.9	388	2.5	60.9	88	8.6	25.0	6.0
			美山錦	8.15	94.0	18.8	432	1.5	68.9	100	6.1	25.7	7.0
			吟の精	8.14	88.6	17.4	412	0.0	75.6	110	2.4	28.8	9.0
	1997	美郷錦	8.13	100.7	18.9	407	4.0	38.3	59	14.4	24.2	7.0	
		美山錦	8.12	107.1	19.5	376	4.5	64.6	100	8.9	25.0	6.5	
		吟の精	8.12	95.4	18.3	359	0.5	71.8	111	4.3	28.1	6.5	
	1998	美郷錦	8.16	93.2	18.5	507	4.5	59.3	93	7.2	25.8	5.5	
		美山錦	8.13	99.4	18.6	376	4.0	64.0	100	5.5	25.9	6.0	
		吟の精	8.12	93.2	18.2	461	2.5	64.7	101	3.8	28.3	7.0	
	1999	美郷錦	8.07	96.2	18.8	530	2.0	32.6	71	10.3	25.4	4.0	
		美山錦	8.08	98.1	19.8	403	0.5	46.0	100	6.2	26.0	5.0	
		吟の精	8.07	93.0	18.8	441	2.5	53.0	115	5.8	27.6	5.0	
	平均	美郷錦	8.13	91.2	18.3	440	2.8	51.8	82	8.7	25.3	4.8	
		美山錦	8.11	96.7	19.3	374	2.5	63.0	100	6.4	25.6	5.4	
		吟の精	8.10	89.1	18.2	387	1.2	68.0	108	3.4	28.2	5.9	

倒伏：0（無）～5（甚） 品質：1（良）～9（不良）

3. 病害抵抗性

(1) いもち病抵抗性

「美郷錦」の所有するいもち病真性抵抗性遺伝子は、レース検定の結果から *Pii* と推定される (第13表)。「美郷錦」のいもち病に対する圃場抵抗性は育成地、大館試験地および東北地域配付系統特性比較連絡試験の結果から、葉いもち、穂いもちとも「美山錦」より

弱いやや弱と見られる (第14表、第15表、第16表、第17表、第18表)。

(2) 白葉枯病抵抗性

1994年山形県立農業試験場庄内支場における白葉枯耐病性検定では「美郷錦」はやや強と判定された (第19表)。

第13表 いもち病レース検定

(育成地)

品 種 系統名	1993		1994			1996			推定 遺伝子型	
	長69-150 (007)	F67-57 (047)	長61-14 (005)	研54-20 (003)	研60-19 (037)	P2-bTH (303)	研53-33 (137)	2216-3 (035)		長69-150 (007)
美郷錦 (判別品種)	S	S	S	R	S	R	S	S	S	<i>Pii</i>
新2号			M			S	S	S	S	+
愛知旭			R		S	S	S	R	S	<i>Pia</i>
石狩白毛	S	S	S	R	S	R	S	S	S	<i>Pii</i>
関東51号	R	R	R	R	S					<i>Pik</i>
ツユアケ	R	R	R	R	S					<i>Pikm</i>
フクニシキ	R	R	R	R	R					<i>Piz</i>
ヤシロモチ			R	R	R					<i>Pita</i>
Pi-No.4			R	R	R	S	R	R	R	<i>Pita2</i>
とりで1号			R	R	R	R	R	R	R	<i>Pizt</i>

噴霧接種による検定 S:罹病性反応 R:抵抗性反応

第14表 葉いもち検定

(育成地)

品 種 系統名	推定 遺伝子型	罹病程度 (0-10)										判定
		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	平均	
美郷錦	<i>Pii</i>	4.2	6.1	7.4	5.6	5.3	4.2	8.7	3.5	6.3	5.7	やや弱
美山錦	<i>Pia</i> , <i>Pii</i>	4.8	4.9	8.2	5.9	4.5	3.5	7.8	3.5	5.5	5.4	やや強
たかねみのり	<i>Pii</i>	4.4	3.0	7.0	4.5	3.3	3.5	7.5	2.7	5.5	4.6	やや強
あきたこまち	<i>Pia</i> , <i>Pii</i>	5.1	4.4	7.0	5.0	4.8	3.7	8.0	2.8	5.0	5.1	やや弱
トヨニシキ	<i>Pia</i>	4.1	4.0	7.2	5.6	2.8	3.3	7.8	2.8	5.3	4.8	(強)
キヨニシキ	<i>Pia</i>	4.6	4.2	7.5	5.4	4.0	3.2	7.7	3.0	5.3	5.0	(やや強)
ササニシキ	<i>Pia</i>	5.0	5.5	8.4	6.0	4.5	4.3	8.7	3.7	5.5	5.7	(やや弱)

畑晩播による検定

罹病程度: 0 (無) ~ 10 (全茎葉枯死)

() 内は稲種苗特性分類基準の判定ランク

第15表 東北地域特性比較連絡試験における葉いもち検定

品 種 系統名	真性 抵抗性	罹病程度										判定	
		1994			1995			1996			1997		
		藤坂	古川	大曲	藤坂	古川	大曲	藤坂	古川	大曲	古川		大曲
美郷錦	<i>Pia</i> 、 <i>Pii</i>	2.9	3.5	8.3	5.6	5.9	7.4	4.5	5.5	6.0	3.2	7.0	中
キヨニシキ	<i>Pia</i>	5.1	5.4	8.4	6.3	5.7	5.4	4.4	5.6	6.0	3.6	6.9	(やや強)
ササニシキ	<i>Pia</i>	6.9	6.8	8.6	7.0	6.6	6.6	6.9	6.2	7.0	3.9	7.3	(やや弱)
トヨニシキ	<i>Pia</i>	5.0		8.0	6.4	5.1	5.3	4.0	4.9	5.9	3.3	7.0	(強)
トドロキワセ	<i>Pii</i>	3.1	4.6	7.4	5.4	4.1	5.3	5.3	3.4	6.5	5.8	6.8	(強)
イナバワセ	<i>Pii</i>	4.1	6.1	8.4	6.0	7.1	7.3	7.6	6.9	7.3	7.1	7.3	(弱)

() 内は稲種苗特性分類基準の判定ランク
罹病程度：0 (無) ~10 (全茎葉枯死)

第16表 穂いもち検定

(育成地)

品 種 系統名	1993		1994		1995		1996		1997		1998		1999		2000		判定
	出穂期	罹病程度															
	月日	0-10															
美郷錦	8.24	5.3	8.10	4.2	8.15	4.7	8.19	4.1	8.17	5.8	8.22	8.6	8.08	1.5	8.07	0.6	やや弱
美山錦	8.21	4.9	8.07	4.5	8.13	5.2	8.17	3.8	8.17	4.7	8.19	8.0	8.06	1.9	8.08	0.3	中
トヨニシキ	8.24	3.5	8.10	2.4	8.15	3.4	8.19	2.0	8.16	3.1	8.20	5.2	8.09	1.4	8.08	0.0	(強)
キヨニシキ	8.21	3.9	8.08	3.4	8.14	3.6	8.16	3.3	8.14	5.1	8.20	5.6	8.06	2.3	8.06	0.3	(中)
ササニシキ	8.23	6.3	8.09	3.9	8.15	5.0	8.18	4.5	8.16	6.7	8.20	7.8	8.08	2.3	8.07	1.8	(弱)

罹病程度：0 (無) ~10 (全穂罹病)

() 内は稲種苗特性分類基準の判定ランク

第17表 大館試験地における穂いもち検定

品 種 系統名	1997	1998		1999	判定
	罹病程度	出穂期	罹病程度	罹病程度	
	0-10	月日	0-10	0-10	
美郷錦	7.0	8.09	8.5	3.7	やや弱
美山錦	8.0	8.06	7.0	3.0	中
トヨニシキ	6.0	8.09	5.0	2.5	(強)
キヨニシキ	7.0	8.06	8.0	3.8	(中)
ササニシキ	8.5	8.09	10.0	6.2	(弱)

罹病程度：0 (無) ~10 (全穂罹病)

() 内は稲種苗特性分類基準の判定ランク

第18表 東北地域水稻配布系統特性比較連絡試験における穂いもち検定

(東北農試大曲)

品 種 系統名	1994		1995		1996		1997		判定
	出穂期	罹病程度	出穂期	罹病程度	出穂期	罹病程度	出穂期	罹病程度	
	月日	0-10	月日	0-10	月日	0-10	月日	0-10	
美郷錦	8.09	4.5	8.16	6.3	8.14	7.3	8.11	4.0	やや弱
トヨニシキ	8.10	1.5	8.14	5.0	8.15	4.3	8.14	2.3	(強)
キヨニシキ	8.10	3.0	8.14	5.3	8.14	6.5	8.10	3.3	(中)
ササニシキ	8.11	5.3	8.15	7.3	8.15	7.8	8.13	4.8	(弱)
トドロキワセ	8.07	3.0	8.16	4.8	8.14	4.8	8.08	2.5	(強)
イナバワセ	8.07	7.0	8.14	7.3	8.15	9.0	8.08	5.0	(弱)

罹病程度：0（無）～10（全穂罹病）

（ ）内は稲種苗特性分類基準の判定ランク

第19表 白葉枯耐病性検定

(山形農試庄内支場1994)

品種名	出穂期	罹病程度	判定
	月日	cm	
美郷錦	7.30	10.1	やや強
中新120号	8.03	6.7	(強)
庄内8号	8.05	10.8	(やや強)
フジミノリ	7.27	11.3	(中)
ササニシキ	8.02	12.9	(やや弱)
ヒメノモチ	7.30	14.2	(弱)

判定の（ ）内は基準品種の判定ランク

4. 生理的抵抗性

(1) 倒伏抵抗性

1994年から2000年までの奨励品種決定試験における「美郷錦」の倒伏程度を「美山錦」と比較して第20表に示した。「美郷錦」は2000年を除く各年次、標肥区、多肥区とも大きく、倒伏には弱い。

(2) 耐冷性

「美郷錦」の耐冷性は育成地における耐冷性検定と東北地域配付系統特性比較連絡試験の結果から「美山錦」よりやや弱い中と見られる（第21表、第22表）。

(3) 穂発芽性

「美郷錦」の穂発芽性は「美山錦」より易の中と見られる（第23表）。

第20表 奨励品種決定試験における倒伏程度（0～5）

(秋田農試)

年次	美郷錦		美山錦	
	標肥	多肥	標肥	多肥
1994	2.5	2.7	2.2	2.5
1995	2.9	3.3	1.2	2.3
1996	2.0	3.0	1.0	2.0
1997	2.7	4.7	0.3	2.7
1998	2.0	4.3	1.7	4.7
1999	3.7	4.7	3.0	4.3
2000	0.3	1.0	0.7	1.7
平均	2.3	3.4	1.4	2.9

倒伏程度：0（無）～5（甚）

第21表 耐冷性検定

(育成地)

品 種 系統名	1994年		1995年		1996年		1997年		1998年		1999年		2000年		判定
	出穂期	不穂歩合													
	月日	%													
美郷錦	8.23	22.1	8.28	63.0	8.28	96.1	8.23	73.9	8.21	72.3	8.13	62.1	8.31	99.0	D5
美山錦	8.21	14.6	8.26	41.7	8.27	80.5	8.20	62.2	8.18	53.9	8.10	49.3	8.31	96.4	D4
吟の精	8.18	27.8	8.23	59.5	8.25	91.6	8.17	69.3	8.15	55.5	8.10	75.5	8.22	98.0	C4
トドロキワセ	8.19	10.4	8.22	26.6	8.26	67.6	8.17	36.9	8.18	27.5	8.10	30.8	8.23	77.8	(D2)
オオトリ	8.24	11.2	8.25	54.0	8.30	90.7	8.18	67.4	8.19	60.4	8.14	31.0	8.26	92.4	(D3)
アキホマレ	8.20	17.1	8.24	72.8	8.26	91.6	8.19	62.3	8.17	69.4	8.11	45.2	8.27	98.0	(D5)
トヨニシキ	8.22	39.3	8.26	91.0	8.28	98.6	8.24	90.5	8.20	93.0	8.14	80.0	9.02	99.7	(D6)
ササニシキ	8.22	34.6	8.27	78.8	8.28	98.9	8.21	74.7	8.22	77.8	8.13	63.9	8.31	99.5	(D6)

恒温深水循環法による検定、水温19℃、水深20cm 処理期間：7月上旬～8月下旬

判定ランクは2（極強）～8（極弱）、熟期分級はA（極早生）～E（晩生）

（ ）内は1986東北地域連絡会議申し合わせ基準品種の判定ランク

第22表 東北地域水稻配布系統特性比較連絡試験における耐冷性検定

品 種 系統名	1994				1995				1996				1997		判定
	青森	藤坂	宮城	古川	青森	藤坂	宮城	古川	青森	藤坂	宮城	古川	宮城	古川	
	出穂期	不穂歩合	出穂期	不穂程度	出穂期	不穂歩合	出穂期	不穂程度	出穂期	不穂歩合	出穂期	不穂程度	出穂期	不穂程度	
	月日	%	月日	1～10	月日	%	月日	1～10	月日	%	月日	1～10	月日	1～10	
美郷錦	8.22	86	8.10	7.0	8.26	91	8.27	9.0	8.22	95	8.20	9.3	8.20	7.5	D5
トヨニシキ	8.23	82	8.12	7.3	8.30	98	8.25	9.3	—	—	8.22	9.5	8.22	8.8	D(6)
キヨニシキ	8.17	73	8.09	5.3	8.24	90	8.23	9.3	8.19	99	8.22	9.5	8.16	7.8	D(6)
ひとめぼれ	—	—	8.09	1.3	—	—	8.26	4.0	—	—	8.22	3.0	—	—	D2
トドロキワセ	8.18	36	8.10	2.5	8.26	38	8.20	4.5	8.24	56	8.20	5.0	8.14	3.8	D(2)

判定ランクは2（極強）～8（極弱）、熟期分級はA（極早生）～E（晩生）

（ ）内は1986東北地域連絡会議申し合わせ基準品種の判定ランク

第23表 穂発芽性検定

(育成地)

品 種 系統名	発芽率 (%)									判定
	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	平均	
美郷錦	91.5	13.6	28.7	79.2	36.1	60.1	33.0	61.3	50.4	中
美山錦	79.4	6.9	3.6	49.7	16.3	17.1	7.1	16.3	24.6	難
吟の精	80.6	1.4	12.6	33.8	4.5	23.7	29.2	23.0	26.1	やや難
あきたこまち	87.7	6.2	71.1	54.9	14.7	55.2	29.6	59.5	47.4	やや難
キヨニシキ	88.9	85.8	74.9	61.8	54.1	58.3	79.6	88.6	74.0	(易)
トヨニシキ	82.8	83.9	38.7	78.2	82.2	80.7	77.5	72.7	74.6	(やや易)
ササニシキ	65.1	68.0	35.0	68.7	69.1	50.7	66.4	56.6	59.9	(やや易)
イナバワセ	71.2	11.6	59.1	37.8	10.5	33.2	25.6	14.7	33.0	(極難)
トドロキワセ	86.3	6.7	57.0	68.5	8.0	16.7	37.9	29.7	38.8	(難)

出穂後積算気温950℃でサンプリングした穂を30℃湿度100%で5日間処理

（ ）内は種苗登録特性分類基準品種の判定ランク

5. 玄米の形状および心白

「美郷錦」の玄米の形状は「美山錦」と比べて長さがやや大きく、幅と厚さがやや小さい。長さに幅を乗じた大小のランクでは「吟の精」より小さく「美山錦」並の大、長さを幅で除した形状のランクでは「美山錦」、「吟の精」並のやや円と判定された（第24表）。「美郷錦」の心白発現率は「美山錦」よりやや高くしかも腹

白の発現率が小さい。心白率は「美山錦」より僅かに低いことから「美山錦」より心白の小さい粒が多いことになる（第25表）。第26表に示した心白型比率では「美郷錦」は「美山錦」や「吟の精」と明らかに異なり、Ⅱ型（点状）、Ⅲ型（線状）の心白型が多く、「山田錦」に近い心白型となっている。

第24表 玄米の粒形調査

(育成地)

品種系統名	年次	長さ	巾	厚さ	長さ×巾	大小	長さ／巾	形状
		mm	mm	mm				
美郷錦	1997	5.23	3.16	2.10	16.53		1.66	
	1998	5.21	3.13	2.10	16.31		1.66	
	平均	5.22	3.15	2.10	16.42	大	1.66	やや円
美山錦	1997	5.18	3.15	2.16	16.32		1.64	
	1998	5.07	3.20	2.14	16.22		1.58	
	平均	5.13	3.18	2.15	16.27	大	1.61	やや円
吟の精	1997	5.26	3.23	2.21	16.99		1.63	
	1998	5.30	3.29	2.30	17.44		1.61	
	平均	5.28	3.26	2.26	17.21	(極大)	1.62	(やや円)

奨励品種決定試験標肥区の玄米20粒について調査
() 内は登録品種の判定ランク

第25表 玄米の心白、腹白発現調査

(育成地)

年次	品種系統名	心白発現率	心白率	腹白発現率
		%	%	%
1997	美郷錦	62.0	61.0	13.0
	美山錦	50.0	69.6	30.0
	吟の精	15.0	48.0	8.0
1998	美郷錦	67.0	59.1	6.0
	美山錦	43.0	61.4	34.0
	吟の精	23.0	48.7	20.0
平均	美郷錦	64.5	60.0	9.5
	美山錦	46.5	65.5	32.0
	吟の精	19.0	48.3	14.0

奨励品種決定調査標肥区の玄米100粒について透視による観察調査

算定は農研センター研究資料第30号の方法による

心白発現率=心白発現粒数/全粒数×100 (心白:玄米の中心部に白濁がみられるもの)

心白率=(5大+4中+2小)/5n×100 (n:調査個体数 大、中、小:各心白の大きさ)

腹白発現率:腹白発現粒数/全粒数×100 (腹白:腹部の白濁が粒の長さの1/2以上でかつ中心部に白濁部分がないもの)

第26表 心白型比率

(秋田県総合食品研究所醸造試験場)

年次	品種系統名	心白型 (%)				
		I型 無白	II型 点状	III型 線状	IV型 眼状	V型 腹白状
1994	美郷錦	31.9	10.4	38.8	4.0	14.8
	美山錦	15.4	5.3	24.2	3.2	51.9
	吟の精	31.1	45.6	7.5	0.0	15.8
	山田錦	37.3	15.2	24.4	4.1	19.0
1995	美郷錦	7.0	21.0	21.5	8.5	42.0
	美山錦	9.5	8.0	17.0	2.5	63.0
	吟の精	46.5	28.5	9.0	4.0	12.0
	山田錦	12.5	11.0	30.0	12.0	34.5
1996	美郷錦	22.9	27.8	49.9	16.7	17.7
	美山錦	25.3	13.8	11.6	3.0	46.3
	吟の精	34.6	30.9	4.0	5.2	25.3
	山田錦	18.8	18.1	27.0	7.3	28.8
1997	美郷錦	17.0	36.1	17.9	4.6	24.3
	美山錦	20.6	21.5	13.7	1.1	43.2
	吟の精	54.5	33.4	1.2	0.9	9.9
	山田錦	24.4	31.2	25.2	8.7	10.5
1998	美郷錦	9.9	27.8	13.0	4.1	45.3
	美山錦	16.9	11.9	9.9	2.1	59.1
	吟の精	38.5	46.1	2.5	0.0	12.9
	山田錦	22.4	18.5	31.7	3.6	23.8
平均	美郷錦	17.7	24.6	21.2	7.6	28.8
	美山錦	17.5	12.1	15.3	2.4	52.7
	吟の精	41.0	36.9	4.8	2.0	15.2
	山田錦	23.1	18.8	27.7	7.1	23.3

試料は奨励品種決定試験標肥区の玄米（山田錦を除く）

6. 醸造特性

(1) 酒造原料米の分析

酒造原料米としての「美郷錦」を評価するために秋田県総合食品研究所醸造試験場で行った玄米および50%白米の分析結果を第27表に示した。「美郷錦」は50%白米における無効精米歩合や粗蛋白質が低く、優れた精米特性を有していると見られ、糖化液の官能試験では「美山錦」や「吟の精」に優り、「山田錦」に近い評価を得た。

(2) 試験醸造（吟醸酒製造試験）

「美郷錦」の吟醸酒用としての適性を評価するために、秋田県総合食品研究所醸造試験場において、1993、1994酒造年度に「山田錦」を対照として吟醸酒の試験

醸造を行った。用いた白米の精米歩合は、1993酒造年度は45%、1994酒造年度は40%である。醪の成分では酸度、アミノ酸、直糖とも「山田錦」より低い傾向にあり、製成酒の官能評価では香りが高く、きれいな酒質であるが、「山田錦」には及ばない評価であった（第28表）。

(3) 現場醸造試験（吟醸酒製造試験）

1994酒造年度および1996酒造年度に秋田県酒造組合において「美郷錦」の吟醸酒製成試験を「山田錦」を対照品種として行った。製造酒は酸度、アミノ酸度とも「山田錦」より少なく、香りが高くきれいな酒質と評価され、吟醸酒用として期待できるとされた（第29表）。

第27表 玄米及び50%白米の分析

(秋田県総合食品研究所醸造試験場)

年次	品種系統名	玄米		50%白米			
		千粒重 g	粗蛋白質 DW%	整粒歩合 %	無効精米歩合 %	粗蛋白質 DW%	糖化液官能試験 (1-5)
1991	美郷錦	24.6	7.6				
	美山錦	25.7	7.7				
	吟の精	25.7	7.7				
1992	美郷錦	25.7	6.7	67.4	25.7	3.1	1.2
	美山錦	25.7	7.4	53.2	27.6	3.9	2.8
	吟の精	27.7	7.9	30.4	22.4	4.4	3.0
	山田錦	27.6	7.0	53.4	24.5	3.4	1.2
1993	美郷錦	25.3		91.2	0.7	3.7	1.8
	美山錦	26.2		77.5	1.3	3.8	2.5
	吟の精	28.0		91.9	1.1	4.2	2.7
	山田錦	27.8		49.6	3.7	3.4	2.0
1994	美郷錦	24.2	7.4	88.5	1.5	3.4	3.2
	美山錦	25.6	7.7	56.1	7.3	3.7	3.0
	吟の精	28.5	7.8	15.4	6.5	4.1	3.2
	山田錦	26.9	7.2	55.8	13.4	3.2	2.0
1995	美郷錦	24.4	7.6	66.7	4.5	3.8	2.8
	美山錦	25.8	7.7	63.7	7.7	4.0	3.6
	吟の精	28.1	7.9	3.5	19.4	4.3	3.0
	山田錦	28.4	7.6	28.8	8.2	3.4	3.0
1996	美郷錦	26.3			13.1	3.4	
	美山錦	26.4			5.4	3.7	
	吟の精	28.0			36.0	4.2	
	山田錦	28.0			12.1	3.4	
1997	美郷錦	25.6	7.0	96.8	3.9	3.0	
	美山錦	26.2	7.3	94.0	2.1	3.3	
	吟の精	28.4	7.8	93.2	6.0	3.7	
	山田錦	26.4	7.6	95.1	7.1	3.4	
1998	美郷錦	25.8	7.9	87.1	0.9	3.3	
	美山錦	26.2	8.1	77.6	0.9	3.5	
	吟の精	29.2	8.4	66.3	0.6	3.7	
	山田錦	26.6	7.0	91.7	0.9	3.6	
平均	美郷錦	25.1	7.6	83.4	4.1	3.5	2.6
	美山錦	26.0	7.8	68.7	4.5	3.7	3.0
	吟の精	27.9	8.0	44.3	12.7	4.1	3.0
	山田錦	27.5	7.3	56.5	7.7	3.4	2.3

分析試料は秋田県農業試験場奨励品種決定調査標肥区の玄米
 但し、山田錦は醸造試験場入荷品
 50%白米の糖化液官能試験は1（良い）～5（不良）で評価した

第28表 吟醸酒醸造試験

(秋田県総合食品研究所醸造試験場)

原料米：美郷錦（湯沢市産）、山田錦（兵庫県産）

(1) 酒母（使用時）の成分

年次	精米歩合	品種系統名	日数	ポーメ	アルコール	酸度	アミノ酸	直糖
	%				%	ml	ml	g %
1993	45	美郷錦	9	7.2	7.2	3.85	0.35	9.33
		山田錦	9	4.7	8.0	3.65	0.15	4.31
1994	40	美郷錦	11	3.0	10.5	4.30	1.05	3.05
		山田錦	11	2.8	10.1	3.90	0.45	2.16

(2) 醪日数とアル添前醪の成分

年次	精米歩合	品種系統名	醪日数	日本酒度	アルコール	酸度	アミノ酸	直糖
	%				%	ml	ml	g %
1993	45	美郷錦	36	±0.0	16.3	1.55	1.25	2.52
		山田錦	44	-6.0	15.6	1.65	1.30	2.86
1994	40	美郷錦	35	-0.5	15.6	1.50	0.70	1.58
		山田錦	38	-1.0	15.6	1.50	1.00	2.04

(3) 醪日数と製成酒の成分

年次	精米歩合	品種系統名	醪日数	日本酒度	アルコール	酸度	アミノ酸	直糖
	%				%	ml	ml	g %
1993	45	美郷錦	36	+4.5	17.5	1.40	1.10	2.30
		山田錦	44	+3.0	17.9	1.40	1.10	2.64
1994	40	美郷錦	35	+4.5	17.6	1.25	0.55	1.46
		山田錦	38	+4.0	17.5	1.30	0.80	1.78

(4) 製成酒官能評価

① 1993年産米

品種系統名	評価 (1-5)	短	評
1994年春評価			
美郷錦	2.58	香り良、キレイ、やや雑味	
山田錦	1.83	香り良、やや甘雑味	
1994年秋評価			
美郷錦	2.32	香あり、キレイ、ややムレ香、やや雑味	
山田錦	1.74	香高い、味良し	

② 1994年産米

品種系統名	評価 (1-5)	短	評
美郷錦	2.33	キレイ、平凡	
山田錦	1.50	香り高い、味ふくらむ	

評点：1（良）～5（不良）

第29表 現場醸造試験

(秋田県酒造組合)

(1) 吟醸酒製造実績

品種系統名	アルコール	日本酒度	酸度	アミノ酸度	粕歩合	純アルコール
1994年	%				%	ℓ
美郷錦	17.8	+3.5	1.3	0.7	43.5	326.3
山田錦	17.8	+5.0	1.3	1.0	43.1	325.2
1996年						
美郷錦	17.7	+5.0	1.3	0.6	41.3	329
山田錦	17.6	+3.5	1.4	1.0	38.4	327

原料米：美郷錦（湯沢市産）、山田錦（兵庫県産）

(2) 現場醸造試験における概評

年次	概評
1994年	美郷錦は、製成酒での含み香が高く、吟醸酒としての品格が感じられる。 酒母、醪でのアミノ酸が少ないことから原料米の特性を引き出す醸造方法が確立されれば吟醸酒の原料米として期待が持てる。
1996年	美郷錦の製成酒は、上立ち香、含み香が高くアミノ酸が少ない後味が軽いキレイ型の酒質になった。 モロミ後半のポーメの切れが良く操作しやすいことから純米吟醸酒用として期待できる。 今後、原料米の特性を引き出す醸造方法が確立されるならば吟醸酒用として有効である。

IV 適応地域および栽培上の注意⁴⁾

1. 秋田県における選出理由

高品質な酒米として知られる「山田錦」は各蔵独自の高級酒用に原料米として需要が多い。しかし、極晩生で収量性が低く、しかも脱粒性があるなど秋田県での栽培は難しい。そのため秋田県の気象に適応し「山田錦」に匹敵する高品質な酒米品種が望まれている。「山田錦」を直接の交配親とし、「山田錦」を早生化した高品質、低蛋白質の「美郷錦」を認定品種に採用することにより、酒蔵とそこに連携する酒米生産農家を中心とした地域の振興に期することができる。

2. 栽培適応地域

「美郷錦」は秋田県内平坦部一円で栽培可能である。

3. 栽培上の注意

- (1) 「美山錦」よりも耐倒伏性が弱く、倒伏による品質低下や粗蛋白質の増加を防ぐため、多肥栽培は避ける。
- (2) いもち病抵抗性は葉いもち、穂いもちともに「美山錦」より弱いやや弱なので、適期に防除を行う。

V 考 察

「山田錦」は現在最も優れた酒造特性を持つ酒造好適米品種とされており、秋田県内の酒造メーカーでも大吟醸酒や鑑評会への出品を目指した最高級酒などの原料として人気が高い。しかし、その優れた酒造特性に反して、栽培特性は極めて不良で、かつ極晩生のため秋田県での実用栽培は困難である²⁾。そのため1988年から農業試験場、醸造試験場（現総合食品研究所）、酒造組合の3者共同体制によって開始した酒造好適米新品種開発事業では育種目標として、「山田錦」並の酒造特性と秋田県のような寒冷地に適した栽培特性を併せ持つ品種の育成が掲げられた。「山田錦」を直接の交配親とし、秋田県の気象条件に適応するように栽培特性の改善をはかる場合、少なくとも20日の早生化と脱粒性の排除が必要であるが、筆者らのこれまでの経験では個体選抜時に極晩生個体と脱粒性個体の出現が非常に多く、希望型が少なく選抜効率が悪かった。そこで「美郷錦」の育成にあたっては、交配後の世代の若い雑種集団を予め熟期と脱粒性で淘汰し、改めて個体選抜を行って選抜効率の向上を図った。また、系統選抜における玄米の外観を中心とした室内選抜に当たっては、畠山ら²⁾が指摘したように、大粒で高度に精白できる「山田錦」型の品種を育種目標にする場合には、単なる心白発現率だけではなく、心白の形、大きさおよび粒形も検討すべきであることを念頭に行った。そして、「美郷錦」の選抜過程では、栽培特性よ

りも玄米の心白発現状況や醸造特性に関連する特性を重視し、「山田錦」タイプの醸造特性を持つ品種育成を第一とした。

このような選抜経過を経たことから、「美郷錦」は「山田錦」の大幅な早生化を達成し、玄米の心白型では「山田錦」と同じように線状の心白が多く、無効精米歩合や白米の粗蛋白質が「山田錦」並に低いなどの優れた特性を有している。一方、収量性が低いことや耐病性、耐冷性、耐倒伏性が弱いなど、栽培特性は改善されておらず、実用品種としては不十分と言わざるを得ない。従って、2001年秋田県では「美郷錦」を奨励品種に採用する際に、「玄米の外観品質が良く、醸造特性は良好であり、多様化する消費ニーズに対応した独特な酒造りの原料米としての需要が見込まれるが、栽培管理に十分な注意が必要であることが明らかであるので、奨励品種に準ずるものとして、認定品種としての採用が妥当である」としている。以上のように、「美郷錦」は栽培が難しく作付面積の普及拡大は望めないものの、各蔵に直結した地元の生産者による高品質な酒米生産と各蔵独自の酒造りを通して、地域の振興に資することが期待される。また、今後の酒米育種では、「美郷錦」の育成をステップとして、醸造特性の検定に加え栽培特性の検定を強化し、優れた品種を育成することが重要である。

VI 摘 要

- (1) 「美郷錦」は秋田県の気象条件に適応し、「山田錦」並の酒造特性を持つ酒造好適米品種を目標に、秋田県農業試験場において「山田錦」を母、「美山錦」を父として人工交配した組み合わせの後代から選抜、育成された。
- (2) 人工交配は1987年に行い、雑種第1代と第2代は1988年に温室内で世代促進栽培した。1989年雑種第3代では圃場栽培において熟期と脱粒性で穂選抜を行い、1990年に雑種第4代で個体選抜を実施し、以後系統育種法により選抜、育成を行った。
- (3) 2001年に秋田県の奨励（認定）品種として採用された。また、1999年に種苗法に基づく品種登録を申

- 請し、2002年に品種登録がなされた。
- (4) 出穂期は「美山錦」よりやや遅いが、成熟期はやや早く、育成地では中生の中に属する。
- (5) 稈長は「美山錦」より僅かに短い長稈で穂数はやや多く、草型は穂重型である。
- (6) 芒は無でふ色、ふ先色は黄白である。
- (7) 稈が弱くて倒伏は「美山錦」より多く倒伏抵抗性は弱である。いもち病真性抵抗性はPiiを持つと推定され、圃場抵抗性は葉いもち、穂いもちとも「美山錦」より弱いやや弱である。障害型耐冷性は中、穂発芽性は中である。
- (8) 玄米の大小、粒形はともに「美山錦」並の大、や

や円である。心白の発現は「美山錦」よりやや多く、
外観品質はやや優る。心白型では、点状、線状が多
い。

定して低い。

(9) 収量性は「美山錦」に劣るが玄米の粗蛋白質は安

(10) 栽培適応地帯は秋田県平坦部一円である。

(11) 栽培にあたっては、多肥栽培は避けるとともに、
いもち病防除を適期に行う。

付表1 「美郷錦」の育成関係者

年次	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	育成分担
世代	交配	F1,F2	F 3	F 4	F 5	F 6	F 7	F 8	F 9	F 10	F 11	F 12	F 13	F 14	
福田兼四郎	○														研究管理
齊藤 正一	○	→													研究管理・育成
嶽石 進					○	→									研究管理
畠山 俊彦	○	→													研究管理・育成
山本 寅雄												○			研究管理
児玉 徹													○	→	研究管理
眞崎 聡	○	→													育成
加藤 武光	○	→							→						育成・奨決
松本 眞一							○	→							育成
嶋貫 和夫						○									育成・奨決
池田 直美						○									育成
川本 朋彦										○	→				育成・奨決
工藤定之助	○														圃場業務
佐藤 定治		○	→												圃場業務
佐藤 信和									○	→					圃場業務
渡部健次郎											○	→			圃場業務
猿田 進													○	→	圃場業務
齊藤 久一					○	→									研究管理
中田 健美					○	→									研究管理・醸造特性検定
田口 隆信					○	→									醸造特性検定
石川 京子					○	→									醸造特性検定
高橋 仁					○	→									醸造特性検定
渡邊 誠衛					○	→									醸造特性検定

交配（1987年）から奨励品種採用決定（2001年3月）までの育成関係者

付表2 指定種苗品種特徴表示基準に基づく品種特性表示

品種名	栽培適地	用途	早晚生	稈長	草型	耐倒伏性	耐冷性	葉いもち	穂いもち	白葉枯病	けの品質 の 見か	栽培上の注意
美郷錦	秋田県内 平坦部一円	酒造用	中生 の中	長	穂重	弱	中	やや 弱	やや 弱	やや 強	上中	①耐倒伏性が弱なので 多肥栽培は避ける ②いもち耐病性がやや 弱なので適期防除す る

引 用 文 献

- 1) 世古晴美 2000. 最新日本の酒米と酒造り 前重道雅、小林信也編 養賢堂：p14-22
- 2) 畠山俊彦他 1989. 酒米品種、系統の主要特性 第1報 栽培適性と玄米形質. 東北農業42：p53-54
- 3) 前重道雅、荒巻 功 2000. 最新日本の酒米と酒造り 前重道雅、小林信也編 養賢堂：p138-153
- 4) 秋田県農業試験場 2001. 水稻奨励品種決定に関する参考成績書-美郷錦-



写真1 「美郷錦」の株標本

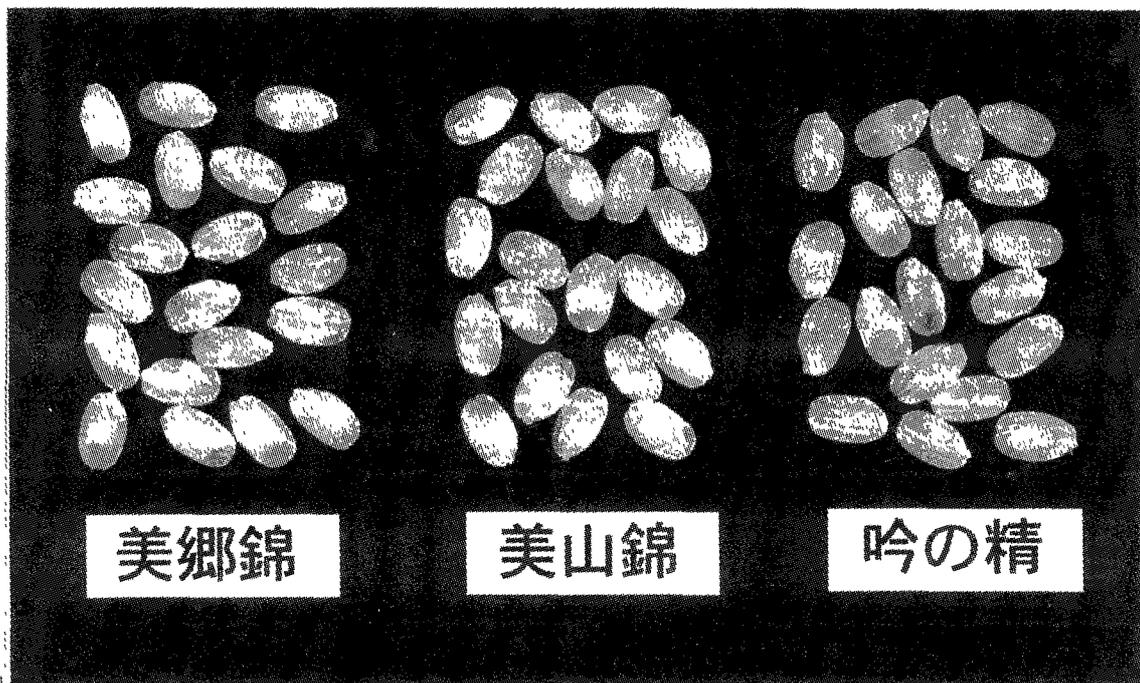


写真2 「美郷錦」の玄米

Summary

Breeding of a New Rice Cultivar “Misatonishiki”

Satoshi MASAKI, Takemitsu KATO, Toshihiko HATAKEYAMA,
Shinichi MATSUMOTO and Tomohiko KAWAMOTO

“Misatonishiki” is a non-glutinous rice cultivar for sake-brewing developed by Akita Agricultural Experiment Station. It is a selection from the cross Yamadanishiki / Miyamanishiki made in 1987.

F1 and F2 plants were grown in the green house in 1988, panicle selection of F3 and individual selection of F4 was carried out in 1989 and 1990 respectively, followed by line selection. An application for registration was made in 1999, and 「Misatonishiki」 was released in Akita prefecture as a recommended cultivar in 2001.

The agricultural characteristics of “Misatonishiki” are as follows;

1. Heading and maturing are at the same time of “Miyamanishiki” and it belongs to the medium maturing group at Akita.
2. Its culm length is slightly shorter than that of “Miyamanishiki” but showed lower resistance to lodging. Its plant type is a panicle-weight type.
3. Glumes show no awning and yellow-white apiculi.
4. “Misatonishiki” has a *Pii* gene for true resistance to blast disease. Its field resistance to the leaf blast and the panicle blast are lower than those of “Miyamanishiki” .
Resistance of “Misatonishiki” to cool temperature induced sterility is lower than that of “Miyamanishiki” .
5. Brown rice kernel dimensions of “Misatonishiki” are similar to those of “Miyamanishiki” with higher degree of white-core appearance.
6. Yield potential of “Misatonishiki” is lower than that of “Miyamanishiki” .
7. “Misatonishiki” is adapt to flat area in Akita prefecture.

平成14年大豆収穫期の長雨と積雪が品質・収量に与えた影響

田口光雄・井上一博・佐藤 泉*

(秋田県農業試験場・*北秋田地域農業改良普及センター)

Influence of Raining and Snowing at Harvest Time
to Soybean yeild and quality in 2002Mitsuo TAGUCHI, Kazuhiro INOUE
and * Izumi SATO

(Akita Agricultural Experiment Station,

* Kita-akita Region Agricultural Extension Station)

目 次

I 緒 言	73	V 長雨・降雪による被害状況	79
II 平成14年の気象の特徴	74	VI まとめ	79
III 平成14年度の大豆の生育、収量および品質	74	VII 摘 要	79
IV 長雨・降雪による刈り遅れが品質に 及ぼした影響とその対応	78	引用文献及び参考資料	80
		Summary	81

I 緒 言

近年、秋田県の大豆作付面積は大豆生産対策と水田転作強化により増加しており、平成14年は前年より約9%増加して8,410haであった。地目別には水田が7,860ha、畑が551haで転換畑の作付面積比率が93.5%と多くなっている。品種別作付面積はリュウホウが7,062haで全体の84%を占めており、次いでタチユタカの925haで11%である。出荷数量も年々増加し、出荷率は平成13年には69%まで高まってきている。

平成14年秋田県の大豆作は、10月下旬以降の長雨と11月中旬の積雪により、立毛状態で腐敗粒やカビ粒等の被害が発生し、収穫できない圃場が出現した。収穫不能面積は平成14年大豆作付面積の14% (1,176ha) に達した。

平成14年の作柄は、収穫期後半の断続的な降雨や早

い積雪の影響により、収穫できなかった圃場や品質低下による被害が多く発生したため、a当たり収量は12.7kgと著しく低下し、前年に比べて67%に激減した。収穫量は10,700 tで前年比73%に減少し、a当たり平均収量対比は66となった(統計情報事務所)。

本報告では、秋田県における長雨と積雪による大豆の被害状況調査結果とともに、農業試験場では長雨と積雪による収穫期の莢の着色状況と品質の関係等について調査検討したのでその結果を併せて報告する。

大豆の生育と解析にあたり東北農業試験場水田利用部大豆育種研究室からは特段のご助言とご指導をいただき、県内各地域農業改良普及センターからは多大なご協力をいただいた。ここに記して厚くお礼を申し上げます。

II 平成14年の気象の特徴

播種時期は好天に恵まれたが、播種直後の低温により出芽までに要した日数は平年よりやや多くなった。しかし6月3半旬までの気温が平年より高めに推移したことから、苗立ち及び初期生育は概ね順調であった。開花期以降は降雨と日照不足が続き、8月3半旬から5半旬まで気温は低温で推移した(参考資料)。

収穫期前半にあたる10月中旬は晴天日が続き日照時間が多かったが、10月下旬は一転して降水量が多くな

り、日照時間が極端に少なかった。10月下旬の降水量1mm以上の降雨日数が9日を数え、降水量は平年に比べ228%と多かった。11月に入っても毎日雨が続き降雨日数は27日で、降水量は平年に比較して186%であった。加えて、11月13日から20日にかけて降雪があり、内陸部を中心に最大積雪深が30~40cm程度の大雪となった(表1、参考資料)。

表1 収穫期の気象

項目	10月				11月			
	上旬	中旬	下旬	月平均	上旬	中旬	下旬	月平均
降水量(平年比%)	157	39	228	147	173	219	164	186
降雨日(日)	7	2	9	18	10	10	7	27
積雪期間(日)	0	0	0	—	2	9	1	—
最大積雪深(cm)	0	0	0	—	9	41	5	—

注1) 雄和町大正寺のアメダスデータ観測地点のデータである。

注2) 平年値は準平年値を使用。

III 平成14年度の大豆の生育、収量および品質

(1) 生育概況

① 全県(各地域農業改良普及センター調査)

播種作業は天候に恵まれたことから、出芽及び初期生育は概ね順調に推移した。7月に入ると断続的な曇雨天により湿害が目立ち、排水不良圃場では生育抑制や一部で枯死する圃場が散見された。一方、排水が良好で生育の旺盛な圃場では草丈が徒長するなど排水の良否が生育に影響した。このため湿害を受けた圃場では開花期追肥を実施して、生育量の確保を図った。開

花期は各地域で早まり、全県平均では平年より3日早まった(表2)。8月に入ると長期に亘る降雨と日照不足により草丈が徒長し、一部で倒伏がみられた。

成熟期は平年並であったが、10月下旬からの長雨により収穫作業は進まなかった。さらに11月中旬には平年より早く雪が降り、内陸部を中心に30~40cm程度の積雪があり収穫不能になった圃場が多くみられた。収穫できた地域でもカビ粒や腐敗粒などにより収量や品質の低下がみられた。

② 農業試験場内圃場(雄和町; 図1、2、表3)

草丈はリュウホウ、タチユタカともに開花期頃まで平年より長く、開花期以降は平年並みに推移した。主茎節数はリュウホウが平年並み、タチユタカは多くなった。分枝数はリュウホウ、タチユタカともに平年よりやや多くなった(図1、2)。

開花期はリュウホウが平年より3日早まり、タチユタカが2日早まった。成熟期はリュウホウが平年より1日遅く、タチユタカが平年より1日早まった。播種期から開花期までの日数は、リュウホウが平年より1

表2 開花期 (月/日)

項目	開花始期			開花盛期		
	本年	平年	差	本年	平年	差
県北	7/28	7/28	0	8/1	8/2	-1
中央	7/25	7/29	-4	7/29	8/2	-4
県南	7/26	7/30	-4	7/30	8/2	-3
全県	7/26	7/29	-3	7/30	8/2	-3

日早く、タチユタカが平年より1日遅かった。開花期から成熟期までの日数はリュウホウが平年より5日遅く、タチユタカが平年より10日遅くなった。

標播の成熟期の生育は、主茎長や主茎節数がリュウホウ、タチユタカともに平年並で、分枝数はリュウホウが平年並、タチユタカが平年より0.7多くなった

(表3)。晩播の生育は概ね良好であった。開花期は平年よりやや早く、成熟期は平年並みであった。極晩播は、開花期は平年並みであったが、成熟期は天候不良のため平年より10日程度遅れ、タチユタカで顕著だった。生育は平年より旺盛であった。

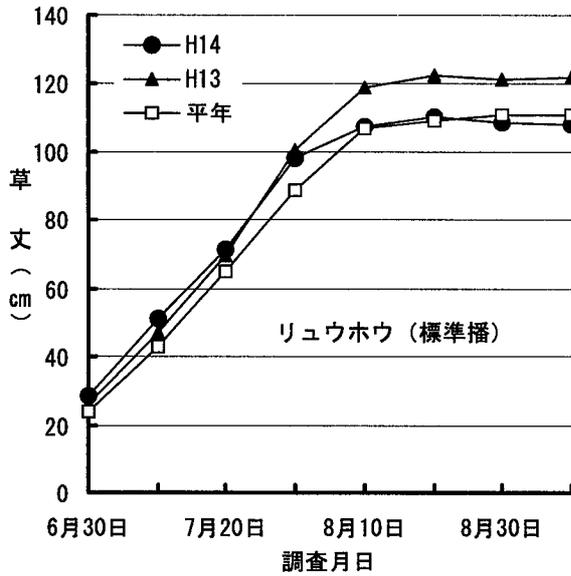


図1 リュウホウの時期別生育 (農試畑圃場)

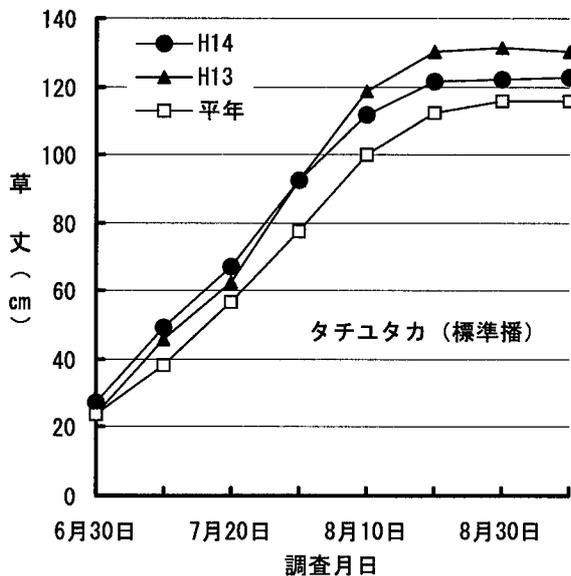
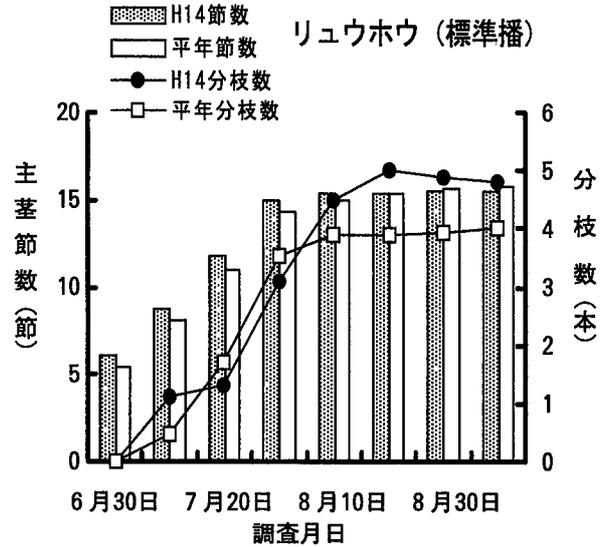
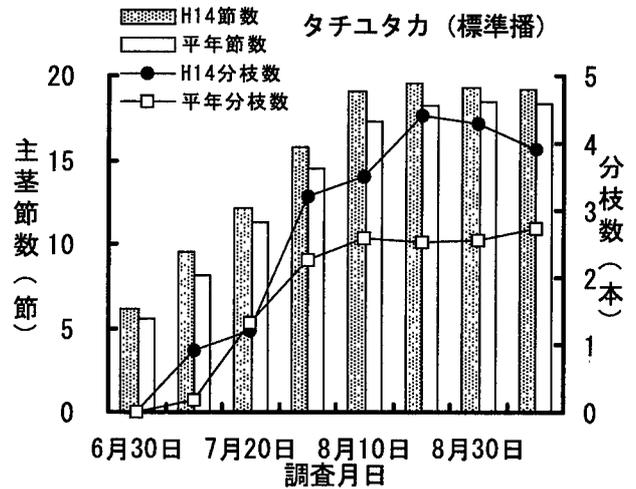


図2 タチユタカの時期別生育 (農試畑圃場)



(2) 収量及び品質 (秋田農試・雄和町)

標播はアール当たり全重はリュウホウが66.6kg (平年比105%)、タチユタカは73.6kg (120%) で平年より多くなった。アール当たり収量はリュウホウが38.2kg (109%)、タチユタカは36.1kg (113%)で多収となった。

百粒重はリュウホウが35.8g (110%)、タチユタカは30.6g (116%) と平年より大きくなった。㎡当たり稔実莢数はリュウホウが577個(99%)、タチユタカが612個 (97%) で平年よりやや少なくなった。一莢内粒数はリュウホウが1.85粒、タチユタカが1.93粒とともに

平年並であった(表4)。リュウホウ、タチユタカの増収要因は、日照不足等で稔実莢数がやや減少したが、粒の肥大が良好で百粒重が大きくなったことにより、中粒・大粒の比率が増加したことによる。品質はタチユタカ極晩播を除き、前年度並みに良かった。

晩播では、リュウホウの㎡当たり稔実莢数はやや減少したが、百粒重は平年より大きく収量は増加した。

タチユタカは㎡当たり稔実莢数の増加とともに百粒重も10%大きくなり、収量は20%増加した。品質は両品種とも良好であった。

極晩播では、両品種とも㎡当たり稔実莢数や百粒重の増加により、収量が増加した。タチユタカでその程度が大きかった。品質はリュウホウで良かったが、タチユタカは長雨等天候不良により品質は低下した。

表3 主要な大豆品種の生育

播種期	品種名 項目	リュウホウ				タチユタカ			
		H14	H13	平年	平年差・比(%)	H14	H13	平年	平年差・比(%)
標 播	播種期(月日)	5/23	5/25	5/25	-2	5/23	5/25	5/25	-2
	開花期(月日)	7/23	7/26	7/26	-3	7/28	7/30	7/31	-3
	成熟期(月日)	10/6	10/7	10/5	1	10/17	10/19	10/17	0
	播種期~開花期(日)	61	62	62	-1	66	66	67	-1
	開花期~成熟期(日)	75	73	70	5	81	81	70	11
	主茎長(cm)	68	72	69	99	72	81	72	100
晩 播	主茎節数(節)	15.1	15.4	15.8	96	18.8	18.2	18.7	101
	分枝数(本)	4.1	4.7	4.1	100	3.3	3.6	2.6	127
	播種期(月日)	6/21	6/20	6/20	1	6/21	6/20	6/20	1
	開花期(月日)	8/6	8/6	8/7	-1	8/8	8/9	8/10	-2
	成熟期(月日)	10/14	10/16	10/14	0	10/23	10/25	10/24	-1
	播種期~開花期(日)	46	47	48	-2	48	50	51	-3
極 晩 播	開花期~成熟期(日)	69	71	70	-1	76	77	70	6
	主茎長(cm)	64	71	58	110	62	68	56	111
	主茎節数(節)	14.1	14.3	13.8	102	15.2	15.6	15.9	96
	分枝数(本)	4.0	4.0	3.3	123	2.7	2.8	2.1	128
	播種期(月日)	7/12	7/10	7/14	-2	7/12	7/10	7/14	-2
	開花期(月日)	8/20	8/18	8/21	-1	8/24	8/22	8/23	1
極 晩 播	成熟期(月日)	11/6	10/30	10/28	9	11/15	11/13	11/7	8
	播種期~開花期(日)	39	39	38	1	43	43	40	3
	開花期~成熟期(日)	78	73	70	8	83	83	70	13
	主茎長(cm)	65	66	53	122	68	61	49	139
	主茎節数(節)	12.9	12.8	12.0	107	13.9	13.6	13.6	103
	分枝数(本)	1.4	0.4	1.1	128	0.3	0.5	0.9	32

注1. 平年値は平成3年~13年の平均値。

注2. 平成12年以降は雄和町における試験成績。

注3. タチユタカ極晩播は成熟期に達しなかったが11/15に試験を打ち切った。

表4 主要な大豆品種の収量と構成要素

播種期	品種名 項目	リュウホウ				タチユタカ			
		H14	H13	平年	平年差 ・比(%)	H14	H13	平年	平年差 ・比(%)
標播	全重 (kg/a)	66.6	69.6	63.3	105	73.6	68.5	61.2	120
	収量 (kg/a)	38.2	40.5	35.1	109	36.1	37.7	31.9	113
	百粒重 (g)	35.8	35.8	32.4	110	30.6	28.5	26.3	116
	稔実莢数 (個/m ²)	577	625	582	99	612	706	629	97
	一莢内粒数 (粒)	1.85	1.81	1.87	99	1.93	1.88	1.93	100
	品質	1	2	3	-2	1	1	3	-2
晩播	全重 (kg/a)	61.7	55.5	54.9	112	59.0	52.1	51.5	115
	収量 (kg/a)	32.0	32.4	31.4	102	31.7	28.8	26.4	120
	百粒重 (g)	32.7	33.2	31.2	105	27.7	26.8	25.3	110
	稔実莢数 (個/m ²)	496	560	528	94	589	628	532	111
	一莢内粒数 (粒)	1.98	1.75	1.92	103	1.94	1.72	1.98	98
	品質	1	1	3	-2	1	1	3	-2
極晩播	全重 (kg/a)	46.2	47.7	42.0	110	53.9	51.4	37.6	143
	収量 (kg/a)	24.2	24.3	22.0	110	26.5	22.8	17.5	152
	百粒重 (g)	32.8	31.4	28.9	114	27.3	27.5	23.6	116
	稔実莢数 (個/m ²)	429	439	409	105	535	427	363	148
	一莢内粒数 (粒)	1.72	1.77	1.86	92	1.82	1.95	1.96	93
	品質	2	2	4	-2	8	1	4	4

注1. 品質は1～8：良～不良

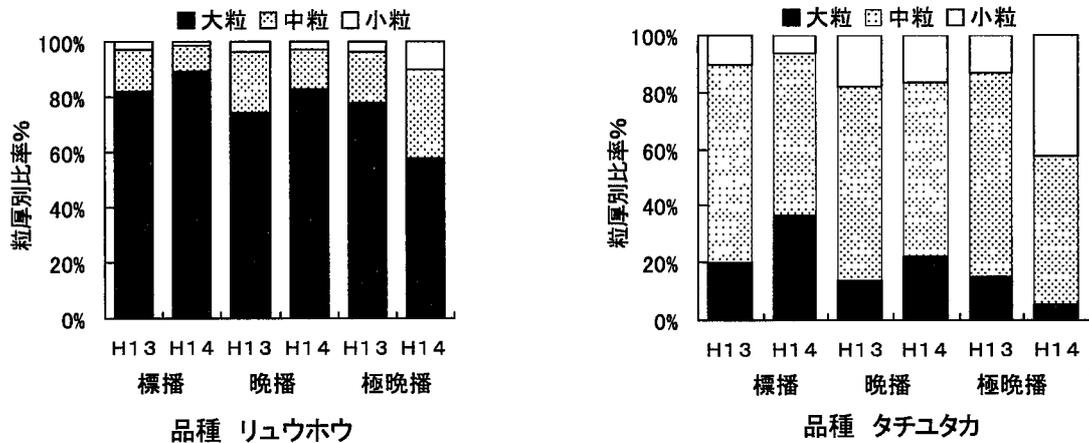


図3 品種別粒度分布

注) 大粒；7.9mm<、中粒；7.3～7.9mm、小粒5.5～7.3mm

IV 長雨・積雪による刈り遅れが品質に及ぼした影響とその対応

県内の大豆収穫作業は、成熟期以降の長雨と積雪により大幅に遅れた。農試ではこの長雨と積雪による収穫作業の遅れがリュウホウの品質に及ぼす影響を調査した。

長雨による刈遅れや積雪によって莢は劣化し、黒変程度が進んだ莢内の子実は、水の浸入やカビの発生、腐敗がみられた。成熟期後日数と黒変率の関係は、成熟期0日では黒変した莢は皆無であったが、30日後は黒変率が78%を占め、38日後は約90%の莢が黒変した(表5)。収穫期が遅れるにつれ莢は黒変し、腐敗やカビ粒などの発生により品質は低下した。播種時期別に

表5 成熟期後日数と黒変率

刈取り日	成熟期後日 (日)	黒変率 (%)
10月6日	0	0
10月16日	10	3
10月23日	17	6
11月7日	32	78
11月13日	38	88

* 黒変率：莢の50%以上の部分が黒くなっている莢の圃場における割合

表6 播種条件と健全大豆の比率 (%)

播種条件	部位 cm	健全粒率		健全子実重率	
		部位別	全体	部位別	全体
標播 (畑地)	0~20	22	4	19	3
	20~40	52	22	49	22
	40以上	48	19	44	17
	全体	45	45	42	42
晩播 (畑地)	0~20	44	5	42	6
	20~40	69	32	68	32
	40以上	67	28	65	25
	全体	65	65	63	63
標播 (転換畑)	0~20	37	4	34	3
	20~40	54	26	55	28
	40以上	37	15	33	13
	全体	45	45	44	44

* 播種日：標播 5月23日、晩播 6月20日
* 成熟期：標播(畑地)10月6日、(転換畑)10月8日。晩播(畑地)10月14日

子実の健全粒率について調査した結果では、標播の畑地と転換畑では健全粒率が低く、晩播では標播より健全粒率が高かった(表6)。成熟期が早いと健全粒率が低く、遅いと健全粒率は高まった。これは、晩播の成熟期が標播より遅い分、莢や茎がまだ若く健全なため子実も健全だったと考えられる。部位別では、20cm以下の莢が雪の下に埋もれたことからほとんどの子実が腐敗し健全粒率は低かった。

灰色と黒変率別に子実の品質を調査した。黒変率が0~30%(茶)では健全粒が高く、30%を越える(斑、黒)と莢が劣化しカビ粒や腐敗粒などの発生により健全粒率は著しく低下した(図4)。播種時期別では標播や転換畑で成熟期が早く健全粒率が低くなり、成熟期が遅い晩播では健全粒率は高まった(図5)。

これらのことから刈り取りの判断基準は立毛状態で大豆の一莢の黒変程度とその発生割合によって判定することが可能であるとし、関係機関と協議の結果、その基準は黒変率50%以上と50%未満の莢に分け、黒変率50%以上の莢が全体の80%以上を占めた場合は刈り取り不能(収穫皆無)とした。これをもとに行政が市町村へJAや地域普及センター等の協力を得て刈り取り不能の判定を行った。

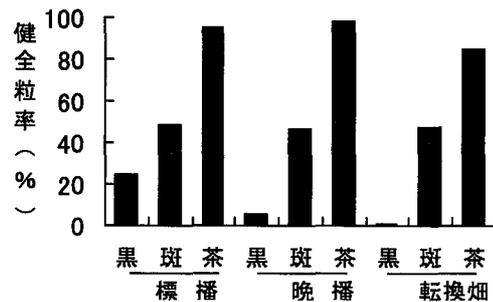


図5 莢の黒変率と健全粒率

注1) 黒変率により0~30%を茶、30~80%を斑、80~100%を黒として類別した。
注2) 播種日：標播・転換畑 5/23、晩播 6/21
注3) 成熟期：標播10/6、転換畑10/8、晩播10/14

V 長雨・積雪による被害状況

秋田県農林水産部の調査のまとめによると、県平均の大豆刈取進捗度は始期が10月19日で平年並、盛期は11月10日で平年より13日遅れた。終期は刈取不能などにより確認できない圃場が多くみられた。最終的な未収穫面積は1,176haで作付面積の約14%であった。刈取不能や品質低下による被害面積は3,844haにおよび、大豆作付面積の約46%を占めた。

地域別には、県北部や沿岸部では刈り遅れがあったがほぼ収穫できた。内陸部では長雨と積雪により刈取不能面積が多く、被害面積も多くなった。

集荷された普通大豆・特定加工用大豆の検査数量は5,686tで前年同期比68.2%と大幅に減少した。検査等

級別比率は、1等が2.4%、2等が19.5%、3等は45.2%、合格32.9%と極端に低く、収穫期の長雨と降雪により近年になく品質が著しく低下した。その主な格付け理由はしわ粒35.7%、未熟粒31.3%、汚損粒16.0%、はく皮9.2%であった（食糧事務所、平成15年1月末現在）。

統計情報事務所によると平成14年の作柄は、収穫期後半の断続的な降雨や早い積雪の影響により、a当たり収量は12.7kgと極端に低く、前年に比べて67%に激減した。収穫量は10,700tで前年比73%に減少し、a当たり平均収量対比は66となった。

VI ま と め

秋田県における平成14年の大豆作は、7月の降雨により一部で湿害がみられたが、成熟期までは概ね順調な生育であった。農試におけるリュウホウ、タチユタカともにa当たり収量は平年より多く、百粒重は大きくなった。増収要因はm²当たり稔実莢数は日照不足等により平年よりやや減少したが、粒の肥大が良好で百粒重が増加したことである。しかし収穫期にあたる10月下旬以降は長雨や平年より早い積雪により、大幅な刈り遅れや収穫不能がみられ、腐敗粒やカビ粒などにより収量や品質は極端に低下した。

長雨と積雪による刈り遅れは、莢の劣化が進み黒変割合が大きくなった莢内の子実はカビ粒や腐敗粒の発生がみられた。成熟期後日数が増加するとともに黒変割合が増し、38日後は50%以上黒変した莢が全莢数の9割近くになった。播種時期別の健全粒率は、成熟期が早い標播（畑地、転換畑）は低く、成熟期が遅い晩播は高かった。農試では場内の畑圃場における積雪時の大豆の品質調査の結果、刈り取りの判断基準は立毛

状態の一莢の黒変割合とその発生割合で判定できるとし、行政と協議のうえ大豆収穫の判断材料となる情報を生産現場に提供した。行政は市町村へ農協や地域普及センター等の協力を得て、刈り取りの不能の判定を行った。

最終的な未収穫面積割合は大豆作付面積の14%で、刈り取り不能や品質低下による被害面積は46%であった。地域別には県北部や沿岸部で刈り遅れはあったがほぼ収穫できたが内陸部では長雨と積雪により刈り取り不能面積が多かった。品質はしわ粒や未熟粒、汚損粒、はく皮等により著しく低下した。作柄は12.7kg/a、平均収量対比は66%となった。

平成14年大豆の収量・品質の低下や収穫不能の要因は、異常気象ともいえる長雨や積雪であるが、近年大豆作付の増加に伴い、刈り遅れが助長されている側面もあり、被害を助長した要因と今後の対策について検討が必要である。

VII 摘 要

1) 平成14年度の気象の特徴は、大豆収穫期に長期にわたって間断なく降雨が続き、降雪が平年より早く、30~40cmの積雪があったことである。

2) 作柄はa当たり収量が12.7kgと極端に低く、前年に比べて67%に激減した。

3) 長雨や積雪により収穫時期が遅れるにつれ莢は劣

化し黒変した。黒変程度が進んだ莢内の子実は莢の劣化による水の侵入により、カビの発生や腐敗がみられ、品質は著しく低下した。

- 4) 農試圃場の大豆について積雪時の莢色別品質を調査した結果、立毛状態で一莢の黒変率とその発生割合によって品質が判定できるとした。
- 5) 関係機関との協議で、黒変率50%以上と50%未満の莢に分け、黒変率が50%以上の莢が圃場全体の80%以上を占めた場合は刈り取り不能とした。こ

れをもとに現場で刈り取り不能の判定を行った。

- 6) 大豆収穫期の長雨と積雪により収穫不能面積が作付面積の14%になった。検査数量は大幅に減少し、検査等級別では収穫期の長雨と積雪により品質が著しく低下したため、1、2等比率が極端に低くなった。主な格付け理由はしわ粒、未熟粒、汚損粒などであった。また収穫不能や品質低下による被害面積は3,844ha(46%)に及んだ。

引用文献及び参考資料

- 1) 秋田県農林水産部及び東北農政局秋田統計情報事務所 平成14年度作況ニュース (第1号～8号)
- 2) 独立行政法人農業技術研究機構・東北農業研究センター東北地方における平成14年異常気象および水稲作・大豆作への影響と今後の対応

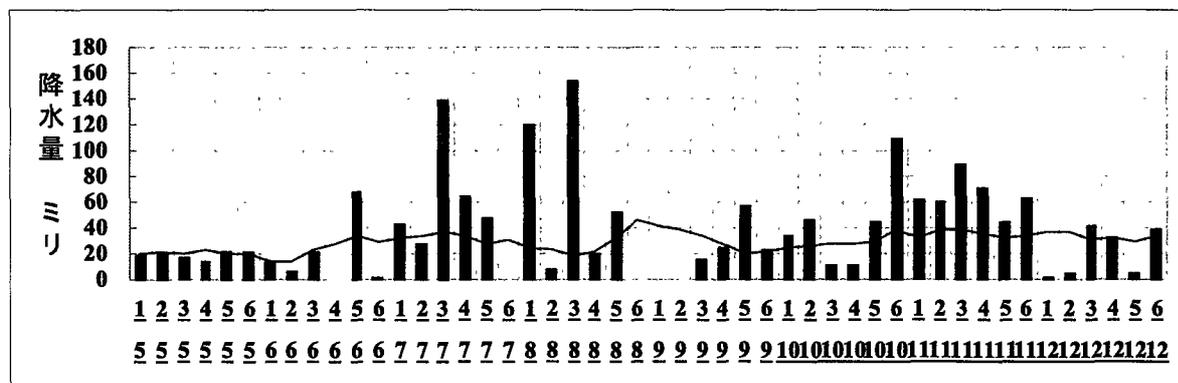
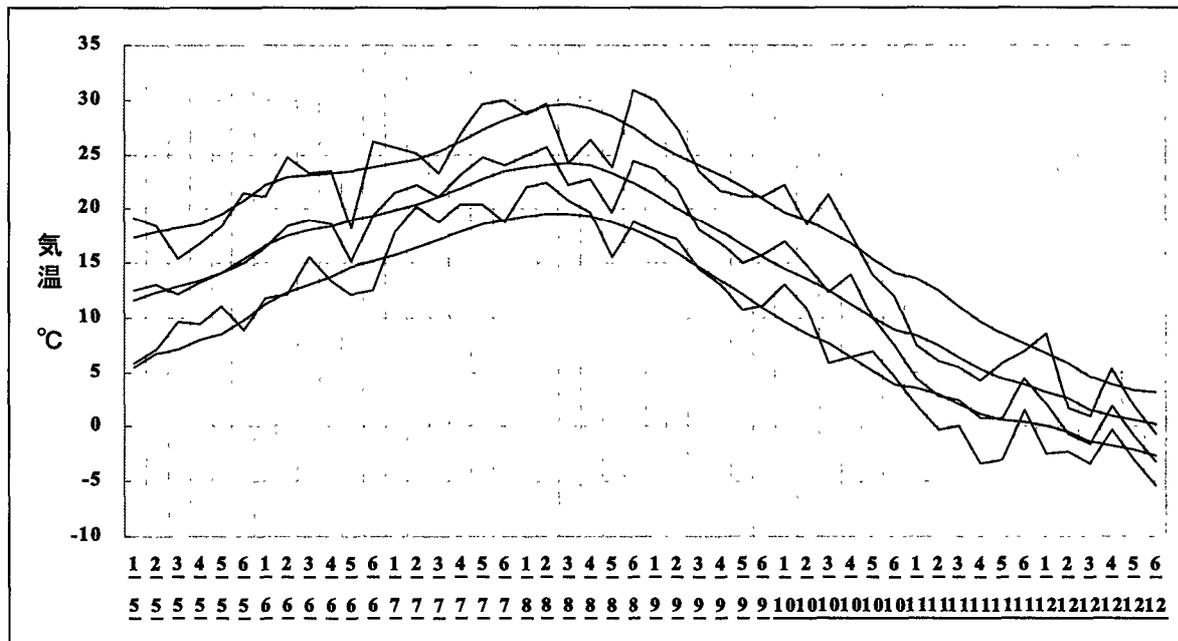


図6 平成14年の大豆作期間の気象経過
(農試に近傍のアメダスポイント；大正寺)

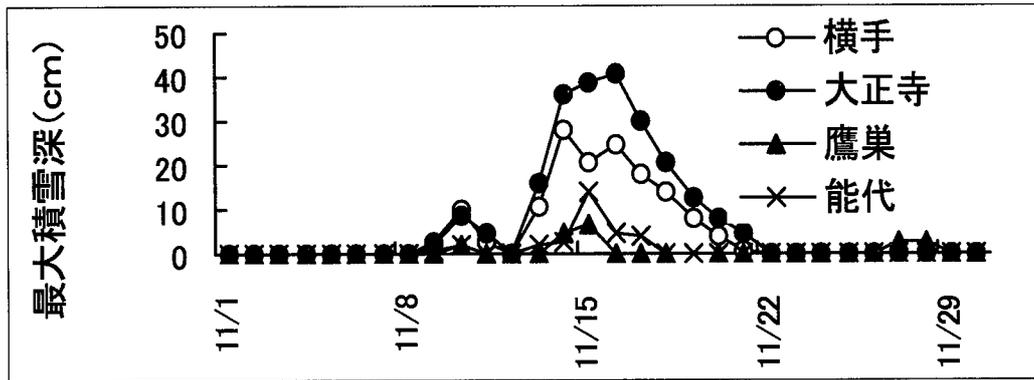


図7 県内の11月の最大積雪深

Summary

Influence of Raining and Snowing at Harvest Time to Soybean yeild and quality in 2002

1. In 2002, soybean product in Akita had a continuous rain and early snow lying 30-40 cm depth at the harvest time.
2. Yeild was 12.7kg/a and 67% of previous year.
3. Harvesting on 14% of soybean field was impossible. Injured fields including no-harvest and lower quality were 3,844ha(46%). Amount of inspected soybean decreased, and rate of first or second grade soybean were much less than that of average.
4. From the results of investigation between pods color and soybean quality, the quality was able to evaluate by the rate of black colored pods on the field.
5. In the case of each pod's color changed black 50% or more and rate of such colored pods were 80% or more on the field, soybean was severely damaged and was not able to harvest.
6. Pod changed black as harvest delayed. Quality of soybean in the black pod was very low because of mold affecting or discomposition.

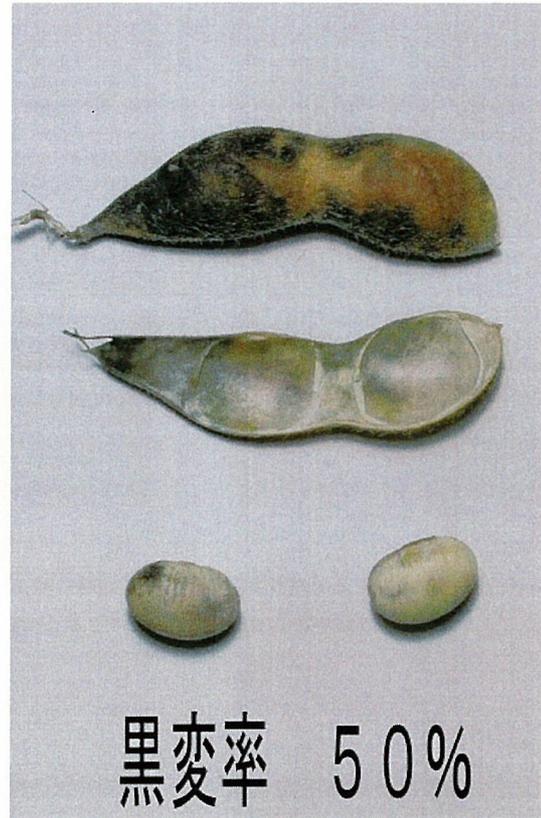
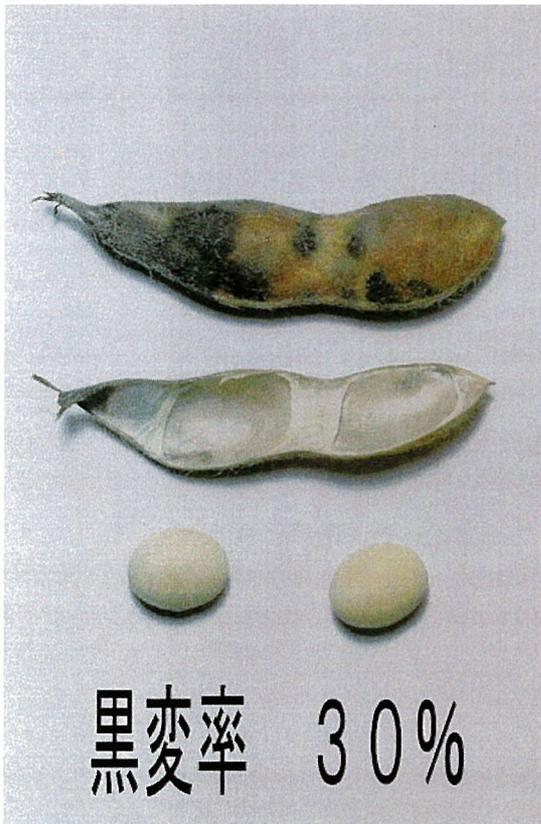


図 4 黒変率と莢・子実

品種：リュウホウ、播種時期：5月23日（標準）
開花期：7月23日、成熟期：10月6日

研 究 報 告 第 44 号

平成 16 年 3 月 発行

編集兼発行	秋 田 県 農 業 試 験 場
	代表者 鳥 越 洋 一
	電便番号 010 - 1231
	秋田県河辺郡雄和町相川字源八沢 34-1
	電話番号 018 - (881) - 3303
	F A X 018 - (881) - 3301
印刷所	(有) プ リ ッ ク ス 秋 田
	秋 田 市 千 秋 城 下 町 3 - 2 4
	電話番号 018 - (834) - 3205
	F A X 018 - (832) - 4116
