

ヤムイモ (*Dioscorea* spp.)における形態的形質およびRAPD法による 系統の分類

林 満・志和地弘信・遠城 道雄

要 旨

形態的形質とRAPD法を基にしたクラスター分析では、3種の系統樹が非常に類似したが、ダイジョ (*D. alata*)の系統は、形態的形質では大まかに3群に区分され、RAPD法では5群に区分された。RAPD分析の区分と形態的形質による区分とが一致しない場合もあったことから、RAPD法による系統の区分には、系統の特異的なマーカーの検出が不可欠であると推察された。

葉脚や葉柄基部に発現するアントシアニンの有無は、ジネンジョ (*D. japonica*)やダイジョの系統を大まかに区分する指標になりうるが、系統の詳細な区分には他の指標と組み合わせる必要があろう。

インドネシアの系統には、日本の在来種、ミクロネシアおよびオセアニアの系統に類似のものも存在することから、インドネシアはダイジョの遺伝的変異が大きい地域と推察され、分析結果から、日本の在来種は東南アジアから導入された可能性が大であると推定された。

キーワード：形態的形質、系統、分類、RAPD、ヤムイモ

CLASSIFICATION OF YAMS (*Dioscorea* spp.) BASED ON MORPHOLOGICAL CHARACTERS AND RAPD METHOD

Mitsuru HAYASHI, Hironobu SHIWACHI and Michio ONJO

Abstract

Water yams (*D. alata*) could be classified on the characteristics of leaves, stems and aerial tubers. It was difficult to distinguish some strains of chinese yam (*D. opposita*) from jinen-jo (*D. japonica*) because of similarity of morphological characteristics. However, jinen-jo was distinguished from chinese yams by using RAPD method. This suggests that the random amplified polymorphic DNA (RAPD) method is useful for identification of species of yams.

The dendrogram based on the RAPD method corresponded with cluster analysis based on the morphological characteristics among the three species of yams. On the other hand, water yams were classified into three groups by cluster analysis based on the morphological characteristics, but were classified into five groups by the RAPD method. In RAPD analysis, morphological characteristics of strains may differ from each other. Therefore to classify yam strains using the RAPD method, it is necessary to use RAPD marker related to the specific characteristics.

It was able to use that the appearance of anthocyanin on the leaf axil or petiol made indicator for classification in the strains of water yam and jinen-jo roughly. However, circumstantial classification of the strains should be combined with another indicator.

Based on both analysis of morphological characteristics and the RAPD method in water yam,

the strains from Indonesia were found to be similar to Japanese, Micronesian and Oceanian strains. This result suggests that the variation of water yam in Indonesia is quite large. The strains of water yam in Japan have characteristics similar to the strains of Indonesia not those of Micronesia and Oceania. This suggests that Japanese strains were originated from South-East Asia.

Key words: Classification, Morphological characters, RAPD method, Strains, Yams

緒 言

日本各地で栽培されるナガイモは、いもの形状等によって3群に分けられ、それぞれの群には多くの品種や在来種がある(熊沢1959, 佐藤1974)。各地に自生するジネンジョは、茎葉がナガイモに似ており、両者を明確に判別できない場合もある(佐藤1974)。一方、ダイジョは、茎および葉柄に翼を有し、低温に対する耐性が弱く、栽培が沖縄や南九州のような温暖地に限られ、ナガイモやジネンジョとは生態および形態的特徴がかなり異なっている(佐藤1974, 志和地ら1999)。

熱帯地方に広く分布するダイジョは多くの系統に分化している(MARTIN1976, 豊原ら1996)。MARTINら(1973, 1977, 1972)は、西インド諸島やインドのダイジョ系統についてアントシアニンの発現、茎の形状、塊茎の頸長などの形質やイモの香味などによって区分できることを報告している。著者ら(1995)は、東南アジアやオセアニアから導入されたダイジョにおいて、アントシアニンの発現の有無や葉形が系統の区分に有効であることを報告した。しかし、ダイジョの品種や系統の形態的形質は極めて近似し、さらに生態および形態的特性に不明な点が多いために、区分が非常に困難である。

ナイジェリアの国際熱帯農業研究所(IITA)では、ギニアヤム(*D. cayenensis*/*D. rotundata*)について、形態的形質やアイソザイムパターンの違いを用いて種および系統間の遺伝的類似性を判定し(HAMONら1990)、最近ではRAPD(Random Amplified Polymorphic DNA)法、RFLP(Restriction Fragment Length Polymorphisms)解析やAFLP(Amplified Fragment Length Polymorphism)解析を用いて、ギニアヤムの栽培種とその近縁野生種との関係を明らかにする試みがなされている(MIGNOUNAら1998, TERAUCHIら1992, THOTTAPPILLYら1999)。

本研究では、鹿児島大学に保存されているヤムイモの3種58系統について、RAPD法と形態的形質による種の分類および系統の区分を試みた。

材料および方法

鹿児島大学農学部保存されているダイジョの48系統、ナガイモの8系統およびジネンジョの2系統の計58系統を供試した(第1表)。

収穫後、それぞれ15°Cで貯蔵されていたダイジョの塊茎を初春に室温条件下にもどして、休眠を覚醒させ、チウラム・ベノミル剤200倍溶液で10分間消毒した後、約75gに切り揃え、TPN剤を塗布し、さらに切断面の乾燥を促すために、約1週間室内に放置した。そして、塊茎はパーミキュライトを詰めたコンテナに並べて催芽させ、種イモとした。

種イモは、4月28日に大学内の砂壤土の圃場に90cm×50cmの栽植密度で植付け、つるは1mの支柱に誘引し、通常の栽培管理を行った。

施肥量は、炭酸苦土石灰を100kg/10a、N:P₂O₅:K₂O=10:10:10の固形肥料を基肥として分量で20kg/10a、追肥として2kg/10aを施した。

1. 形態的形質による種の分類および系統の区分

本実験には3種58系統を供した。形質調査は、各系統とも5株ずつを用い、植物遺伝資

Table 1. Code number, their recent geographic sources and classification based on the morphological criteria of the tested yam

Species	Code No.	Cultivar/strain name	Geographic source	Classification based on morphological criteria
<i>D. alata</i>	A- 1	Unknown	Indonesia	V
	A- 2	Unknown	Indonesia	V
	A- 3	Unknown	Indonesia	V
	A- 4	Unknown	Indonesia	III
	A- 5	Unknown	Indonesia	III
	A- 6	Unknown	Indonesia	IV
	A- 8	Unknown	Indonesia	III
	A- 9	Soloyam	Indonesia	V
	A-11	Unknown	Nauru	III
	A-12	Unknown	Papua New Guinea	III
	A-16	Unknown	Papua New Guinea	III
	A-40	Unknown	Papua New Guinea	IV
	A-41	Unknown	Papua New Guinea	III
	A-42	Unknown	Papua New Guinea	IV
	A-43	Unknown	Papua New Guinea	IV
	A-44	Unknown	Papua New Guinea	IV
	A-45	Unknown	Papua New Guinea	III
	A-47	Unknown	Papua New Guinea	III
	A-48	Unknown	Papua New Guinea	III
	A-61	Listeye	Papua New Guinea	III
	A-62	Sulka	Papua New Guinea	III
	A-63	Nami warumbo	Papua New Guinea	III
	A-17	Unknown	Palau Is.	IV
	A-19	Unknown	Palau Is.	III
	A-20	Unknown	Palau Is.	III
	A-22	Unknown	Palau Is.	III
	A-28	Unknown	Palau Is.	IV
	A-29	Unknown	Palau Is.	IV
	A-30	Unknown	Palau Is.	IV
	A-31	Unknown	Palau Is.	IV
	A-32	Unknown	Palau Is.	IV
	A-33	Unknown	Palau Is.	III
	A-36	Unknown	Pohnpei Is.	III
	A-64	Unknown	Pohnpei Is.	III
	A-65	Unknown	Pohnpei Is.	III
	A-34	Unknown	Okinawa, Japan	III
	A-35	Unknown	Okinawa, Japan	IV
	A-49	Unknown	Kagoshima(Amami-oshima), Japan	III
	A-54	Unknown	Kagoshima(Tokuno-shima), Japan	IV
	A-55	Tsukuncimo	Kagoshima, Japan	V
A-56	Arata	Kagoshima, Japan	V	
A-57	Osato no. 1	Kagoshima, Japan	V	
A-58	Osato no. 2	Kagoshima, Japan	V	
A-59	Tsukuncimo	Kagoshima, Japan	V	
A-66	Unknown	Kagoshima, Japan	V	
A-67	Unknown	Kagoshima, Japan	V	
A-68	Unknown	Kagoshima, Japan	V	
A-60	Unknown	Chiba, Japan	V	
<i>D. opposita</i>	O- 1	Shinsyuu	Nagano, Japan	II
	O- 2	Tokuri	Aomori, Japan	II
	O- 3	Himijin	Fukui, Japan	II
	O- 4	Ichyou(Ichyou strain)	Kanto Area, Japan	II
	O- 5	Ichyou(Baci strain)	Kanto Area, Japan	II
	O- 6	Ise	Mie, Japan	II
	O- 7	Kagamaru	Fukui, Japan	II
	O- 8	Yamanoimo	Hyogo, Japan	II
<i>D. japonica</i>	J- 1	Jinen-jo	Kagoshima, Japan	I
	J- 2	Jinen-jo	Kagoshima, Japan	II

Table 2. Factor loading and contribution of the first (Z1), second (Z2) and third (Z3) principal component for 23 characters

	Character	Component		
		Z ₁	Z ₂	Z ₃
Factor loading	Plant vigor	-0.32	0.68	-0.05
	Branching	-0.09	0.75	-0.07
	Number of vines	-0.42	0.45	0.41
	Diameter of stem	-0.74	-0.03	-0.48
	Stem wings	-0.90	-0.23	0.08
	Stem color	0.77	0.03	-0.46
	Cross section of stem	-0.78	-0.23	0.22
	Phyllotaxy	0.06	0.17	0.39
	Leaf shape	-0.34	0.17	0.47
	Leaf color	-0.01	-0.31	-0.48
	Length of leaf	-0.92	0.06	-0.14
	Breadth of leaf	-0.83	0.03	-0.37
	Length/breadth ratio	-0.51	-0.02	0.46
	Base depth of leaf	-0.80	0.10	-0.29
	Shoulder breadth of leaf	-0.66	0.29	-0.04
	Petiole length	-0.86	0.17	-0.18
	Pigmentation of petiole(reddish color)	0.55	-0.43	0.12
	Pigmentation of leaf axil	0.55	-0.43	0.12
	Aerial tuber formation	0.76	0.43	-0.16
	Aerial tuber shape	0.32	0.88	-0.04
	Aerial tuber size	0.11	0.89	0.02
	Skin color of aerial tuber	0.32	0.88	-0.04
	Flowering	0.59	0.08	-0.15
Contribution(%)		36.10	19.70	8.00

源特性調査マニュアル(農業生物資源研究所)および農林水産省野菜・茶業試験場の種苗特性分類調査基準(高柳ら1983, 西田ら1984)に準じて行った。そして, 23形質(第2表)について, ユークリッド距離を用いた群平均(UPGMA)法によるクラスター分析と主成分分析を行った。

2. RAPD法による種の分類および系統の区分

本実験には, 形態的形質によるクラスター分析で得られた系統樹を結合距離30%で切断し, 分けられたダイジョの14群のそれぞれの代表的な14系統(A-2, A-5, A-6, A-8, A-9, A-12, A-16, A-22, A-31, A-40, A-44, A-47, A-57およびA-65)にジネンジョのJ-1およびJ-2とナガイモのO-1とを加えた計17系統を供試した。

材料は, それぞれの生葉からDNAをラウリル硫酸ナトリウム(SDS)法によって抽出し, TE(1M Tris-HCl, 0.5M EDTA)溶液を加え, 実験時まで-20℃で保存した。次に, それぞれの材料のDNAの濃度を20ng/mlに調整し, 10merのランダムプライマー(Operon社), 耐熱性DNAポリメラーゼ(宝酒造社製)を用いてPCR(Polymerase chain reaction)反応を行った。PCR反応には遺伝子増幅用プログラム高温槽を用いて, 熱変性反応を92℃で1分, アニリング反応を42℃で1分, 伸長反応を72℃で2分行い, これを1サイクルとして, 45サイクル行なった。そして, 得られたPCR産物を1%アガロースゲルで電気泳動し, エチジウムブロマイドで染色後, 写真撮影し, バンドの有無を調べた。

1) クラスター分析

供試系統のうちからJ-2を除いた16系統について, 得られたバンドパターンをもとに各系統間の類似度を求め, 最遠近法によるクラスター分析を行った。

2) J-2とO-1のPCR産物の比較

3種類のプライマーを用いてJ-2とO-1のPCR産物の比較を行った。

結 果

1. 形態的形質による種の種類および系統の区分

全ての形質調査の結果をもとにクラスター分析を行い、系統樹を作成したが、ダイジョの系統においては、地上部と塊茎の形質の相関が低かったために、得られたクラスターの配列に関連性を見出し得なかった。そこで、地上部の23形質(第2表)についてクラスター分析を行い、系統樹を作成し、その結果を第1図に示した。

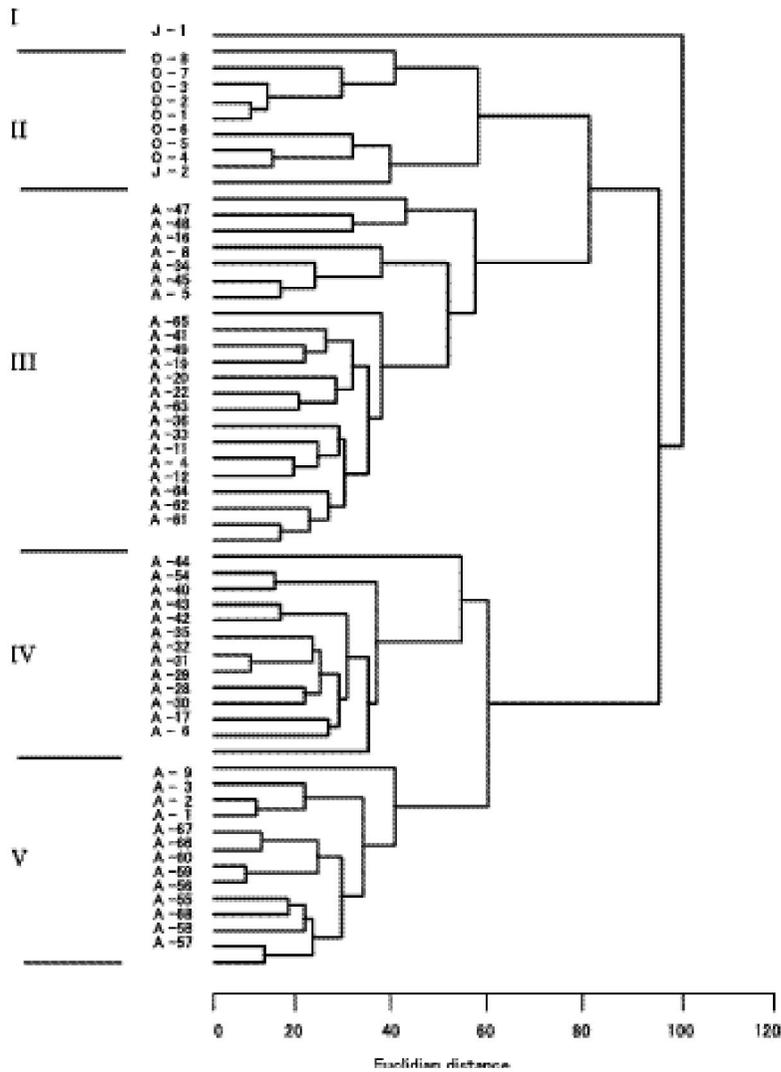


Fig. 1. Dendrogram of yam strains obtained from the cluster analysis based on the determinations of morphological characters. The code number of each strains show in Table 1. The extreme left indicates I to V are the grouping based on the dendrogram.

系統樹をユークリッド距離の60%で切断した場合、5群に分類され、それぞれをI群、II群、III群、IV群およびV群とした。I群はジネンジョのJ-1の1系統であり、II群はナガイモの8系統とジネンジョのJ-2の計9系統であり、III群、IV群およびV群は、全てダイジョの系統が占め、III群に22系統、IV群およびV群にそれぞれ13系統ずつが区分された。ダイジョの3群と導入地域との関係を見ると(第1表)、III群にはパプアニューギニアの9系統、パラオ諸島の4系統、インドネシアとボナペ島のそれぞれ3系統、日本の2系統(沖縄と奄美大島の1系統ずつ)およびナウルの1系統が区分され、IV群にはパラオ諸島の6系統、パプアニューギニアの4系統、日本の2系統(沖縄と徳之島の1系統ずつ)およびインドネシアの1系統、V群には日本の9系統(鹿児島8系統と千葉の1系統)とインドネシアの4系統が区分された。

インドネシアと日本の系統はIII群、IV群、V群に区分され、オセアニアの系統はIII群とIV群に区分され、V群には区分されなかった。

次に、同じ23形質について主成分分析を行い、その結果を第2表および第2図に示した。なお、この分析の第3主成分までの累積寄与率は63.8%であった。

第2表の固有ベクトルの値から、第1主成分は、主に茎の太さ、翼の有無、茎の断面の形および色の形質、葉長、葉柄長、葉幅、および葉脚部の深さ、さらにムカゴの着生数を示し、第2主成分は、分枝性並びにむかごの色、形および大きさの形質を示したものと判断された。この第1主成分と第2主成分によって得られた系統の散布図(第2図)を見ると、供試系統はだいたい4群に区分された。その内の3群は、形態的形質によるクラスター分析のI群、II群およびV群の系統と一致した集団としてグルーピングされ、また、III群およびIV群が一つの集団としてグルーピングされて、主成分分析では近い位置

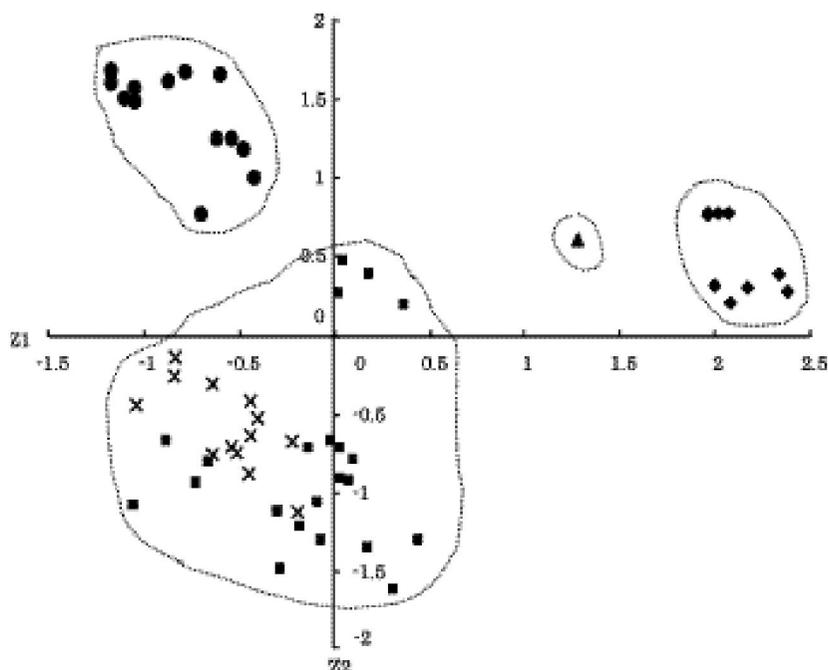


Fig. 2. Plots of individual strains for the first and second principal component axes. The symbols of ▲, ◆, ■, × and ● are the grouping I to V based on the dendrogram.

にスコアされたことから、これらの群は形態的には近似すると判断された。

主成分分析はジネンジョ (I 群) およびナガイモと J-2 (II 群) をそれぞれにグルーピングしたが、ダイジョ (III 群, IV 群 および V 群) については 2 グループに区分した。ダイジョにおけるこれらの形態的な相違点は、系統の分枝の多少であり、分枝の少ない系統が III 群 および IV 群に、分枝の多い系統が V 群に区分された。

2. RAPD法による種の分類および系統の区分

1) クラスター分析

材料の 17 系統の中から、ダイジョでもっとも形態的形質が異なる A-47 と A-57、ジネンジョの J-1 およびナガイモの O-1 の計 4 系統を用いて、200 種類のランダムプライマーで PCR 反応を行い、RAPD に使用するプライマーの選択を行った。そして、明確にバンド

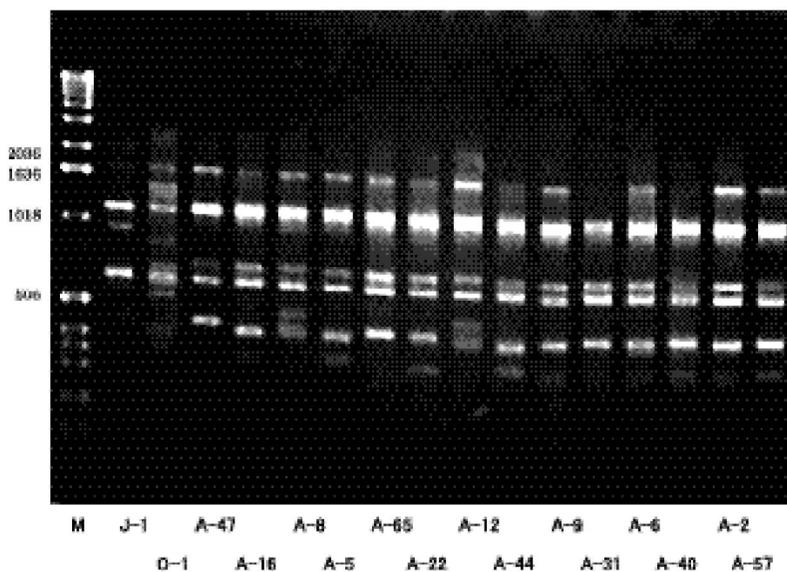


Fig. 3. RAPD profiles generated by random primer OPA-2 in 16 strains of yams.
M: size marker.

Table 3. Comparison of PCR products among three species by RAPD analysis

RAPD marker	Species and code No.		
	<i>D. japonica</i> J-1	<i>D. opposita</i> O-1	<i>D. alata</i> A-47
OPA-2a	+	-	-
OPA-2b	-	+	-
OPC-15	-	+	-
OPC-19a	-	+	+
OPC-19b	-	+	-
OPC-20a	-	+	+
OPC-20b	+	+	-
OPE-12	+	-	+
OPW-7	-	-	+
OPX-1	+	-	-
OPX-9	+	-	-

- : without marker.

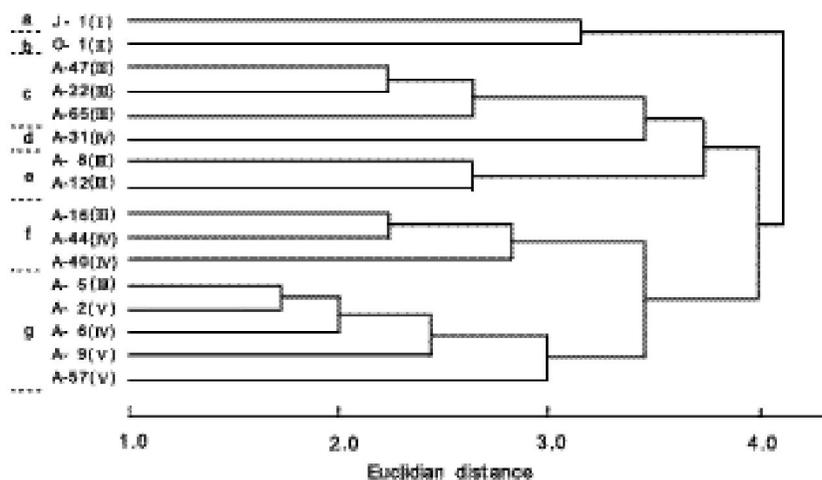


Fig. 4. Dendrogram of yam strains obtained from the cluster analysis based on the RAPD data. The number after the code number indicates the grouping based on the morphological characters. Letters on the code number at the extremely left indicates the grouping based on the dendrogram.

の見えるbp2000-500を中心に、多型の出たOPA-2, OPC-15, OPC-19, OPC-20, OPE-12, OPW-2, OPW-7, OPX-1, OPX-9, OPY-9の10プライマーを選定した。

ランダムプライマーのOPA-2を用い、PCR反応によって得られたPCR産物の電気泳動像を第3図に示した。サイズマーカーのbp2000-500の間で比較的安定したRAPDマーカーが得られ、OPA-2を含めた10種類のランダムプライマーでは、26種類の多型を示すマーカーが得られた。これらのうち、ジネンジョ、ナガイモおよびダイジョの種の違いを示したRAPDマーカーによるJ-1, O-1およびA-47のPCR産物の有無を第3表に示した。種の判別が可能なマーカーは、OPA-2, OPC-19およびOPC-20がそれぞれ2種類ずつで、OPC-15, OPE-12, OPW-7, OPX-1およびOPX-9がそれぞれ1種類ずつの計11種類であった。

そして、26種類の多型を示すマーカーをもとにクラスター分析を行い、系統樹を作成し、第4図に示した。

ジネンジョのJ-1とナガイモのO-1が結合しないユークリッド距離の3.0で系統樹を切断すると、a群、b群、c群、d群、e群、f群およびg群の7群に分類された。それぞれの群の系統は、a群がジネンジョのJ-1で、b群がナガイモのO-1であり、c群、d群、e群、f群およびg群がダイジョの系統であって、c群がA-47, A-22およびA-6, d群がA-31, e群がA-8およびA-12, f群がA-16, A-40およびA-44, g群がA-2, A-5, A-6, A-9およびA-57であった。ジネンジョのJ-1とナガイモのO-1はダイジョのいずれの系統とも群をなさず、形態的形質によるクラスター分析の結果と一致した。しかし、ダイジョの系統は、形態的形質のクラスター分析による3群が、RAPD法によるクラスター分析では5群に分類され、ダイジョのA-5, A-6, A-16およびA-31は、形態的形質による分類とは異なる系統と群を形成した。

2) J-2とO-1のPCR産物の比較

種の判別が可能なマーカーが得られたOPC-15, OPC-19およびOPC-20のプライマーを用いて、形態的形質の分類で同じ群に区分されたJ-2とO-1のDNA断片をPCR反応させ、得られたPCR産物の電気泳動像を第5図に示した。その結果、それぞれの個体を識別する多くのマーカーが得られ、PCR増幅産物は両系統が異なることを示した。

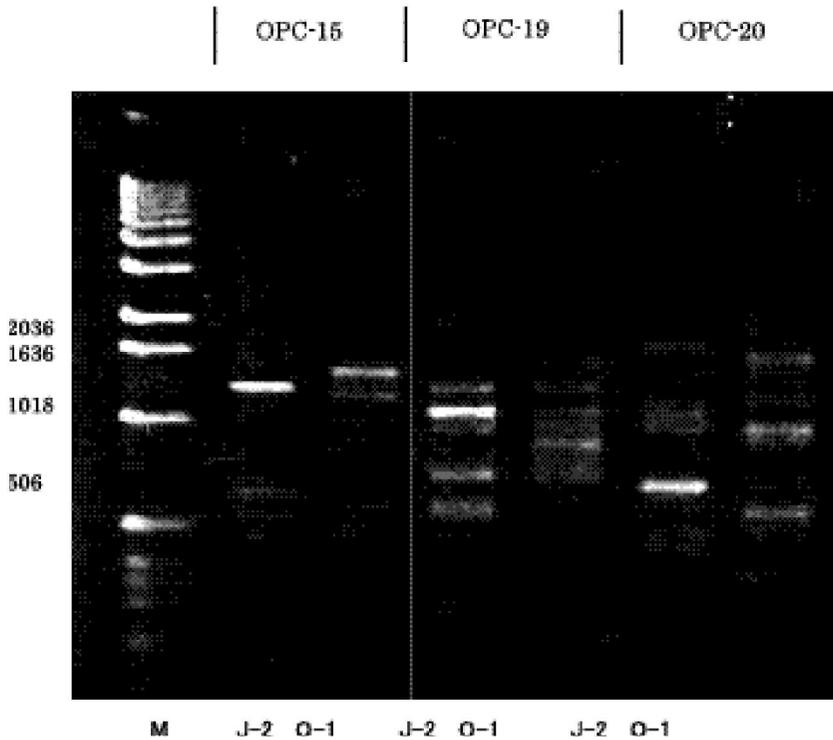


Fig. 5. RAPD profiles generated by random primer OPC-15,19 and 20 in 2 kind of yams.
 J-2 :*D. japonica*, O-1 : *D. opposita*
 M: size marker.

考 察

ダイジョはナガイモおよびジネンジョに比べて葉や茎が大きく、ムカゴの着生が少ないという特徴を有し、両者の判別が可能である。しかし、ジネンジョには、ナガイモと同じ群に属する系統があったことから、形態的形質のみで両種を分類することは難しいと考えられた。それらの系統をRAPDマーカで識別したところ、両系統は種が異なるものと推察され、RAPDが種の分類に有効であると推察された。

形態的形質とRAPDの分析で得られた系統樹は非常に類似したが、ダイジョの系統は、形態的形質の分析でⅢ、ⅣおよびⅤ群の3群に区分され、RAPD分析では5群に区分され、いくつかの群では同じ群内の系統の形態的形質に共通性が認められなかった。これは、RAPD分析に、形態的形質以外の要因が関与していることを示唆したもので、RAPD法を用いたダイジョの系統の判別には、系統の特異的なマーカの検出とともに、有用形質に連鎖したマーカの検出が不可欠であると推察された。

MARTINら(1973, 1977)は系統の区分にアントシアニンの発現の形質を用いているが、ヤマイモにおけるアントシアニンの発現は系統や植物体の部位によって異なる。さらに、ダイジョにおいてその発現の程度は生育段階によって不安定で、萌芽時の茎や葉に発現するアントシアニンはその後消失してしまう場合もある(志和地ら1995, 豊原ら1996)。しかし、植物体の葉脚または葉柄基部に発現したアントシアニンは、生育終期まで観察され、また、発現がない系統では、塊茎にアントシアニンを含まない(志和地

Table 4. The relation between anthocyanin coloration and classification based on morphological criteria, RAPD of the tested yam

Classification based on morphological criteria	Classification based on RAPD	Code No. of strain	Anthocyanin coloration	
			Leaf & petiole	Tuber
I	a	J- 1	-	-
II	b	O- 1	+	-
"	-	O- 2	+	-
"	-	O- 3	+	-
"	-	O- 4	+	-
"	-	O- 5	+	-
"	-	O- 6	+	-
"	-	O- 7	+	-
"	-	O- 8	+	-
"	-	J- 2	+	-
III	-	A- 4	+	-
"	g	A- 5	+	+
"	e	A- 8	+	+
"	-	A-11	+	-
"	e	A-12	+	+
"	f	A-16	+	-
"	-	A-41	+	+
"	-	A-45	+	+
"	c	A-47	+	-
"	-	A-48	+	-
"	-	A-61	+	-
"	-	A-62	+	+
"	-	A-63	+	+
"	-	A-19	+	+
"	-	A-20	+	+
"	c	A-22	+	-
"	-	A-33	+	+
"	-	A-36	+	+
"	-	A-64	+	-
"	c	A-65	+	-
"	-	A-34	+	+
"	-	A-49	+	+
IV	g	A- 6	-	-
"	f	A-40	-	-
"	-	A-42	-	-
"	-	A-43	-	-
"	f	A-44	-	-
"	-	A-17	-	-
"	-	A-28	-	-
"	-	A-29	-	-
"	-	A-30	-	-
"	d	A-31	-	-
"	-	A-32	-	-
"	-	A-35	-	-
"	-	A-54	-	-
V	-	A- 1	-	-
"	g	A- 2	-	-
"	-	A- 3	-	-
"	g	A- 9	-	-
"	-	A-55	-	-
"	-	A-56	-	-
"	g	A-57	-	-
"	-	A-58	-	-
"	-	A-59	-	-
"	-	A-66	-	-
"	-	A-67	-	-
"	-	A-68	-	-
"	-	A-60	-	-

Anthocyanin coloration, +; pigmentation, -; no-pigmentation.

ら1995)。本研究では、このアントシアニンの発現の特性に注目して、発現の有無と形態的形質およびRAPD法による分類で得られた系統群との関係を調べ第4表に示した。

植物体の葉脚または葉柄基部にアントシアニンの発現が認められたのは、ジネンジョが2系統のうち1系統であり、ナガイモが8系統の全てであって、ダイジョが49系統のうち約46%の22系統であった。塊茎にアントシアニンが認められたのはダイジョのみであり、約27%の13系統であった。形態的形質による分類とアントシアニンの発現との関係を見ると、Ⅱ群に属したジネンジョのJ-2は、アントシアニンの発現が認められ、J-1と群が異なった。ダイジョは、葉脚または葉柄基部にアントシアニンの発現する系統がⅢ群に対応し、アントシアニンの発現のない系統がⅣ群およびⅤ群に対応した。しかし、RAPD法によるダイジョ系統の区分とアントシアニンの発現との関係を見ると、発現が認められたのはc群およびe群の全てとf群の3系統およびg群の5系統のうちのそれぞれ1系統ずつであり、区分と系統の間に相関関係が認められなかった。このことから、葉脚または葉柄基部へのアントシアニンの発現の有無はジネンジョやダイジョの系統を大まかに区分する指標になるものの不十分なものであり、他の特異的形質と組み合わせて、指標とすることが肝要と考えられた。

RAPD法によるクラスター分析は、系統相互間の遺伝的類縁関係を知るのに有効とされている。そこで、ダイジョについて、RAPD法による区分と系統の導入地域との関係、さらに形態的形質による区分との関係を見ると、c群は、パプアニューギニア、パラオ諸島およびボナペ島のそれぞれ1系統ずつで、形態的形質のクラスター分析ではすべてⅢ群に含まれていたものであり、d群は、ボナペ島の系統で、Ⅳ群に属していたものであった。e群の2系統は、いずれもⅢ群に属していたもので、インドネシアとパプアニューギニアの系統であった。f群は、Ⅲ群に属していた1系統とⅣ群に属していた2系統であったが、全てパプアニューギニアの系統であった。g群は、Ⅲ群およびⅣ群に属していたそれぞれ1系統とⅤ群の3系統であったが、鹿児島在来のA-57以外はインドネシアの系統であり、RAPD分析による系統の区分は形態的形質によるそれよりも、導入地域との関係で群を形成する傾向があった。

これらのことから、鹿児島の多くの在来種は、インドネシアの系統群に近い特性を有し、日本の在来種のうち約70%を占めるⅤ群の系統が、オセアニアの系統には全く認められず、日本の在来種は東南アジアから導入された可能性が大である。また、インドネシアには、ミクロネシアやパプアニューギニアの系統に近いものも存在することから、インドネシアはダイジョの遺伝的変異が大きい地域と推察される。

鹿児島の在来種は、インドネシアの系統群と形態的に近似するが、早熟性を示し、塊茎の肥大生長に関する感光性が弱く、インドネシアの系統は、概して晩生で強い感光性を示すことが明らかになっている(志和地ら1995)。今後は、それぞれの群の系統の生育特性と形態的形質およびRAPD法による分類を組み合わせることによって、より正確な区分が可能になるものと期待される。

引用文献

1. 張 光鎮・林 満1995 ヤムイモ(*Dioscorea* spp.)塊茎の肥大生長に関する生理・生態学的研究. 第1報 塊茎による生物検定法の開発. 熱帯農業39:39-46.
2. 張 光鎮・志和地 弘信・林 満 1995 ヤムイモ (*Dioscorea* spp.) 塊茎の肥大生長に関する生理・生態学的研究. 第2報 塊茎の肥大生長に対する植物生長調節剤の作用の検出. 同誌39: 69-75.
3. HAMON, P. and B. TOURE 1990 Characterization of traditional yam varieties belonging to the *Dioscorea caynensis-rotundata* complex by their isozymic patterns. *Euphytica* 46: 101-

- 107.
4. HAMON, P. and B. TOURE 1990 The classification of the cultivated yams (*Dioscorea caynensis-rotundata* complex) of West Africa. *Euphytica* 47: 179-178.
 5. 林 満・石畑清武 1990 ヤムイモ (*Dioscorea* spp.) の生育並びに塊茎の肥大生長について. 第1報 導入品種ソロヤム (*Dioscorea alata* L.) の生育特性. *熱帯農業* 34: 151-155.
 6. 林 満・石畑清武 1991 ヤムイモ (*Dioscorea* spp.) の生育並びに塊茎の肥大生長について 第2報. ソロヤム (*Dioscorea alata* L.) の塊茎の肥大生長に及ぼす環境要因の影響. *同誌*35:79-83.
 7. HAYASHI, M., Y. SAKATA, S. TOMINAGA, S. TAURA and M. NAKAMURA 1991 Introduction of tropical plants. Kagoshima Univ. Res. Center S. Pac. Occasional Papers No.21: 13-16.
 8. 石畑 清武・林 満・福村 和則 1990 導入ダイジョの2,3の特性に関する記載. *鹿大附属農場研報*15: 1-23.
 9. 熊沢 三郎 1959 総合蔬菜園芸各論 (第4版). 養賢堂(東京), 268-277.
 10. MARTIN, A. M. and A. M. RHODES 1973 Collelation among greater yams (*Dioscorea alata* L.) cultivars. *Trop. Agric.* 50:183-192.
 11. MARTIN, A. M. 1976 Tropical Yams and their potential. Part 3. *Dioscorea alata*. *Agriculture Handbook No.495: U.S.D.A.* pp.40.
 12. MARTIN, A. M. and A. M. RHODES 1977 Interspecific classification of *Dioscorea alata*. *Trop. Agric.* 54:1-13.
 13. MIGNOUNA H. D., N. T. H. ELLIS , M. R. KNOX, R. ASIEDU and N. Ng. QUAT 1998 Analysis of genetic diversity in Guinea yams (*Dioscorea* spp) using AFLP fingerprinting. *Trop. Agric.* 75:224-229.
 14. 農林水産省農業生物資源研究所編 1992 植物遺伝資源特性調査マニュアル (野菜編).
 15. 遠城 道雄・岡本 繁久・林 満 1999 ヤムイモ(*Dioscorea* spp.)の生育並びに塊茎の肥大生長について. 第3報 ジベレリンがダイジョ (*Dioscorea alata*) の茎葉及び塊茎の生長並びに休眠に及ぼす作用. *熱帯農業* 43: 65-70.
 16. TERAUCHI, R., V. A. CHIKALEKE, G. THOTTAPPILLY and S. K. HAHN 1992 Origin and phylogeny of Guinea yams as revealed by RFLP analysis of chloroplast DNA and nuclear ribosomal DNA. *Theor. Appl. Genet.* 83:743-751.
 17. RHODES, A. M. and A. M. MARTIN 1972 Multivariate studies of variations in yams (*Dioscorea alata* L.). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97:685-688.
 18. 佐藤 一郎 1974 ナガイモ 植物としての特性. *農業技術大系野菜編*. 農山魚村文化協会(東京) p1-56.
 19. 志和地 弘信・張光鎮・林 満 1995 ヤムイモ (*Dioscorea alata* L.) における導入系統の生態および形態的特徴と評価. *鹿大農学術報告* 45: 1-17.
 20. 志和地 弘信・遠城 道雄・林 満 1999 ダイジョ (*Dioscorea alata* L.) とナガイモ (*Dioscorea opposita* THUNB.) およびジネンジョ (*Dioscorea japonica* THUNB.) における諸形質の比較. *熱帯農業* 43: 149-156.
 21. 志和地 弘信・遠城 道雄・林 満 2000 ダイジョ (*Dioscorea alata* L.), ナガイモ (*Dioscorea opposita* THUNB.) およびジネンジョ (*Dioscorea japonica* THUNB.) の光周反応. *同誌* 44:107-114.
 22. 高柳 謙治・大沢 勝次・山岸 博・山辺 守 1983 ヤマイモ品種・系統の特性調査. *農林水産省野菜試験場育種部研究年報*: 191-194.
 23. 西田 宏・大沢 勝次1984 主成分分析によるヤマイモ品種・系統の特性解析. *農林*

水産省野菜試験場育種部研究年報: 136-144.

24. THOTTAPPILLY, G., H. D. MIGNOUNA, A. ONASANYA, M. ABANG, O. OYELAKIN and N. K. SINGH 1999 Identification and differentiation of isolates of *colletotrichum gloeosporioides* from yam by random amplified polymorphic DNA markers. *Afric. Crop Sci. J.* 7:195-205.
25. 豊原 秀和・入江 憲次・菊池 文雄 1996 パプアニューギニア産ヤマイモ (*Dioscorea alata* L.) 在来品種の形態的特性に関する変異. *東農大農学集報*40:264-273.