



Title	北海道南西部桧山地域に生育するヤマノイモの遺伝的特性
Author(s)	夏目, 俊二; NATSUME, Shunji; 渡邊, 幹男 他
Citation	北海道大学農学部 演習林研究報告, 58(1), 1-6
Issue Date	2001-03
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/21468
Type	departmental bulletin paper
File Information	58(1)_P1-6.pdf



北海道南西部桧山地域に生育する ヤマノイモの遺伝的特性

夏目 俊二¹ 渡邊 幹男²

Genetic Properties of *Dioscorea japonica* (*Dioscoreaceae*)
Growing in the Hiyama District of Southwest Hokkaido

by

Shunji NATSUME¹ and Mikio WATANABE²

要 旨

北海道南西部桧山地方に生育するヤマノイモの遺伝的特性を、アロザイム分析によって調べた。外部形態から同定したヤマノイモを、北海道爾志郡乙部町姫川において20個体、同桧山郡上ノ国町目名において3個体採集した。またこれらの比較材料として、本州産ヤマノイモを、愛知県豊橋市において20個体、栃木県安蘇郡田沼町飛駒において20個体、上ノ国町小森の北海道大学桧山地方演習林において3個体（山口県産）採集した。ナガイモは上ノ国町早瀬地区および愛知県三好町において各々10個体採集した。その結果、ヤマノイモは、姫川と目名の集団がもっとも近縁で、次に豊橋、飛駒および小森の順であった。一方、これらの5集団に対してナガイモ（三好と早瀬）は、遺伝的に遠いものであった。それらの遺伝的変異から、姫川および目名の *Dioscorea* 個体は、本州産ヤマノイモである豊橋、飛駒および小森と同種であり、ナガイモとは別種であることが示唆された。

キーワード：アロザイム、北海道南西部、ヤマノイモ

2000年10月17日受理, Received October, 17, 2000.

1 : 北海道大学農学部附属演習林, 札幌市北区北9条西9丁目, 060-0809

The Hokkaido University Forests, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Kita 9, Nishi 9, Kita-ku, Sapporo, 060-0809

2 : 愛知教育大学生物学教室, 愛知県刈谷市井ヶ谷町広沢1, 448-8542

Laboratory of Biology, Aichi University of Education, Hirosawa 1, Igaya-cho, Kariya, Aichi, 448-8542

はじめに

WTO体制による農産物輸入量のさらなる上昇せや、外材輸入基調下における林業不振等により、生産力の低い北海道中山間地域の農・林業はいっそう厳しい経営を余儀なくされている。こうした状況のなかで地域経済を活性化するためには、零細な農業経営と小規模な森林経営を相互補完的に組み合わせた新たな土地生産業の創出が必要となろう。

以上のような視点から、筆者らは、1997年より北海道大学農学部附属松山地方演習林（以下、松山演習林）のカラマツ人工林において、山口県産の購入種芋を用いたヤマノイモ（ジネンジョ、自然薯）の林内栽培を試みている。その目的は、商品価値が高く、かつ労働負荷の小さい作物栽培を組み込んだ複合的な森林利用によって、米など主産品の輸入自由化に伴う減収分の補填と、栽培環境の調整を目的とした間伐等の促進による森林の健全化を同時に実現することにある。

ヤマノイモの林内栽培における投下労働量、諸生産経費、想定出荷額等についてまとめた前報（山本ら、1998）によれば、ヤマノイモの林内栽培は家族労働規模の農家林家においても可能であるが、上述の目的を達成するためには種芋の自家再生産による低コスト化が最も重要な要件といえる。一般にヤマノイモの自家生産には、塊茎から多数の栄養系を増殖する分割法が有効である（大沢、1997）。しかしながら、この方法については、ナガイモとの交雑種を種芋として誤って移入・増殖した結果、消費者の信頼を大きく損ねてしまうといった事例もある（政田、1994）。したがって種芋の自家生産にあたっては、品質・収量ともに優れた自生のヤマノイモを発見し、厳正な管理下において増殖をはかることが、経営の安定化はもちろん産地形成をめざすうえで必須と考える。

一般に、ヤマノイモの分布は本州以南の山地で（大井、1983）、北海道のような寒い地方には分布していないとされているが（大沢、1997）、筆者らが1998年から1999年にかけて北海道爾志郡乙部町および同松山郡上ノ国町で採取した *Dioscorea* 属複数個体の遺伝的特性をアロザイム分析によって調べた結果、本州産ヤマノイモとほぼ同一の遺伝子多型を有する個体が検出された。この分析結果は、産地形成の足がかりとなるヤマノイモ自生種が、北海道においても分布することを遺伝学的に示唆した新たな知見と考えられたので報告する。

なお、本論では草川（1992）の指摘に従って、分析に用いた *Dioscorea* 属個体のうち、ヤマノイモ (*Dioscorea japonica* Thunb.) 以外の栽培品種はすべてナガイモ (*Dioscorea batatas* Decne.) とした。

材料および方法

1. 材料の収集

1998年8月から2000年8月に、大井（1983）に従って外部形態からヤマノイモと同定した野生個体を、北海道爾志郡乙部町姫川地区において20個体（地名を用いて以下、HIMEKAWA とする）、同松山郡上ノ国町目名地区において3個体（同、MENA）採集した。また2000年8月には、愛知県豊橋市において、同じく外部形態からヤマノイモと同定した野生個体を20個体（同、TOYOHASI）、栃木県安蘇郡田沼町飛駒において20個体（同、HIKOMA）、および北海道松山郡上ノ国町小森地区に所在する松山演習林において、分割法を用いて増殖中の山口県産（政田自然農園、柳井市）ヤマノイモの集団から3個体（同、KOMORI）採集した。これらとの比較のため、1998年8月には、同じく外部形態からナガイモと同定した野生個体を、上ノ国町早瀬地区の天の川河畔（同、HAYASE）および

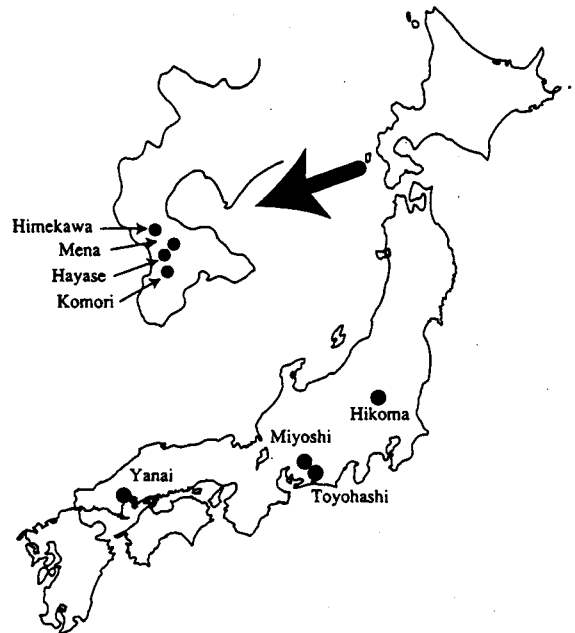


図-1 試料の採取地

愛知県西加茂郡三好町においてそれぞれ10個体採集した(図-1)。材料の収集にあたっては、同一株の混入を避けるため、少なくとも10m以上の距離を置きながら、塊茎を含めた全部位を採集した。さらに採集した各々の株から2~3枚の生葉をアロザイム分析用試料として採取し、低温保存に必要な処理を施したのち実験室に持ち帰った。

2. アロザイム変異の分析

実験室に持ち帰った各々の生葉から切片約200mgを乳鉢にとり、ダウエックス(イオン交換樹脂)をマイクロスペースで1杯入れ、さらに1mlの抽出用緩衝液を加えたのち乳鉢ですりつぶした。これらを1.5mlのマイクロチューブに移し、0℃, 12000rpmで15分間遠心分離し、上澄みを泳動用試料とした。抽出用緩衝液は、0.1mM Tris-HCl pH7.5, 2mM EDTA

(4Na), 20mM KCl, 20mM MgCl²を攪拌し、使用前直前に10%PVP (Polyvinyl-Pyrrolidone), 0.5%2-メルカプトエタノールを加えたものである。

電気泳動は、ポリアクリルアミド垂直電気泳動法を用いた。ゲル板1枚あたり約22mA (12枚で260mA)の電流で約2時間泳動した。ゲルは、アスパラギン酸アミノ転移酵素(GOT), ロイシンアミノペプチターゼ(LAP), 6-ホスホグルコン酸脱水素酵素(6PG), シキミ酸脱水素酵素(SHD), ホスホグルコイソメラーゼ(PGI), ホスホグルコムターゼ(PGM), リンゴ酸酵素(ME), グルコース-6リン酸脱水素酵素(G6PD), イソクエン酸脱水素酵素(IDH), リンゴ酸脱水素酵素(MDH), ディアホラーゼ(DIA), トリオースリン酸イソメラーゼ(TPI), 酸性ホスファターゼ(ACP)の13種類の酵素染色法により染色した。染色後、染色液を洗い落として、50%アルコールで固定し、

表-1 *Dioscorea* 属2種における19遺伝子座の遺伝子頻度

		<i>D. japonica</i>					<i>D. batatas</i>	
		HIMEKAWA	MENA	KOMORI	TOYOHASHI	HIKOMA	HAYASE	MIYOSHI
GOT-1	a	0.925	1	1	0.15	0.3	0	0
	b	0.075	0	0	0.85	0.7	1	0.95
	c	0	0	0	0	0	0	0.05
6PG-2	a	1	1	0.333	1	1	0	0
	b	0	0	0.667	0	0	1	1
SHD	a	1	1	1	0.65	0.9	1	0.95
	b	0	0	0	0.35	0.1	0	0.05
PGI	a	0	0	0	0.075	0	0	0
	b	1	1	1	0.925	1	1	1
PGM-2	a	0	0	0	0	0	1	1
	b	1	1	1	1	1	0	0
DIA-3	a	0	0.167	0.667	0.075	0.4	0	0.05
	b	1	0.833	0.333	0.925	0.6	1	0.95
TPI-1	a	0	0	0	0	0	1	1
	b	1	1	1	1	1	0	0
TPI-2	a	0	0	0	0	0	1	1
	b	1	1	1	1	1	0	0
ACP	a	0.95	1	0.833	0.975	1	0	0
	b	0.05	0	0.167	0.025	0	0	0
	c	0	0	0	0	0	1	1
GOT-2	a	1	1	1	1	1	1	1
LAP	a	1	1	1	1	1	1	1
6PG-1	a	1	1	1	1	1	1	1
PGM-1	a	1	1	1	1	1	1	1
G6PD	a	1	1	1	1	1	1	1
IDH	a	1	1	1	1	1	1	1
ME	a	1	1	1	1	1	1	1
MDH	a	1	1	1	1	1	1	1
DIA-1	a	1	1	1	1	1	1	1
DIA-2	a	1	1	1	1	1	1	1

セロファンではさんで乾燥した。乾燥させたゲル板より、最小遺伝子座数 (Weeden and Wendel, 1989) をもとに遺伝子座を推定した。さらに、これらの遺伝子座をもとにして、遺伝子頻度、遺伝的同一度および遺伝距離を比較解析した。

3. 北海道産ヤマノイモの品質分析

採集したヤマノイモのうち、塊茎が商品として販売可能なサイズ (350 g 以上, 山本ら, 1998) に達していた HIMEKAWA, TOYOHASHI, KOMORI の塊茎および北海道産ナガイモ塊茎 (市販) の各々 1 本について糖度および粘度を測定した。糖度 (Brix %, ショ糖を水に溶解した時の重量%に相当) は、デジタル糖度計 (PR-101, アタゴ社製) を用い 5 回反復して測定した各値の平均値とした。また、粘度 ($\text{Pa}\cdot\text{s} = 1\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$) は、共軸二重円筒型回転式粘度計 (PM-2B, マルコム社製) を用い 3 回反復して測定した各値の平均値とした。

結果および考察

1. アロザイム分析に基づく集団間の遺伝的差異

今回分析した13種類の酵素のうち、LAP, SHD, PGI, G6PD, IDH, ME, ACP, MDH からは 1 遺伝子座が, GOT, 6PG, PGM, TPI からは 2 遺伝子座が, DIA からは 3 遺伝子座がそれぞれ検出された。その結果, 検出された遺伝子座の総数は19となった (表-1)。

19遺伝子座のうち10遺伝子座については、全ての集団で単型であった。しかし、GOT-1, 6PG-2, SHD, PGI, PGM-2, DIA-3, TPI-1, TPI-2, ACP の 9 遺伝子座では、それぞれ多型が認められた。そのうち、PGM-2 ではヤマノイモに対立遺伝子 b, ナガイモに対立遺伝子 a が特異的に認められた。同様に、TPI-1

と TPI-2 ではヤマノイモに対立遺伝子 b のみ, ナガイモに対立遺伝子 a のみが出現した。ACP では対立遺伝子 c はナガイモに特異的に認められた。以上のように、対立遺伝子の出現状況において、外部形態からヤマノイモとして括った HIMEKAWA および MENA は、本州産ヤマノイモである KOMORI, TOYOHASHI および HIKOMA と類似し、ナガイモとした HAYASE と MIYOSHI とは、異なっていた。

表-1に示した各集団の対立遺伝子頻度を見ると、変異のあった遺伝子座は TOYOHASHI の 5 つに比べて少なかったものの、HIMEKAWA では GOT-1 と ACP で, MENA では DIA-3 にそれぞれ変異が認められた。そこで Nei (1972, 1973) の方法により、各集団間の遺伝的同一度と遺伝距離を算出した。その結果、ヤマノイモとナガイモの遺伝的同一度は 0.6804 ~ 0.7226 と低かった。これに対して、ヤマノイモにおける集団間の遺伝的同一度は 0.9070 ~ 0.9981 と、極めて高い値を示した (表-2)。

さらに、各集団間の遺伝距離をもとに平均距離法 (UPGMA) を用いて図-2のような樹形図を得た。その結果、ヤマノイモでは HIMEKAWA と MENA の集団が最も近縁で、これらの集団に対する近縁性は TOYOHASHI, KOMORI の順に高かった。一方、これらの 4 集団に対してナガイモ (HAYASE, MIYOSHI) は遺伝的に遠いものであった。

2. 北海道産ヤマノイモの品質

アロザイム分析に供したヤマノイモ採集個体の塊茎で、とくに市販可能なサイズ (前述) に達していたもの、および北海道を生産地とする市販のナガイモ塊茎について、それらの糖度及び粘度を比較したところ、ヤマノイモと推定された北海道産の HIMEKAWA は、本州産ヤマノイモである TOYOHASHI および KOMORI と同様、市販ナガイモに比べて約2倍の糖度を有し

表-2 遺伝的同一度 (上側) と遺伝距離 (下側)

	<i>D. japonica</i>					<i>D. batatas</i>	
	HIMEKAWA	MENA	KOMORI	TOYOHASHI	HIKOMA	HAYASE	MIYOSHI
HIMEKAWA	—	0.9981	0.9507	0.9602	0.9696	0.6924	0.6921
MENA	0.0019	—	0.9608	0.9533	0.9700	0.6804	0.6811
KOMORI	0.0506	0.0400	—	0.9070	0.9416	0.7062	0.7098
TOYOHASHI	0.0406	0.0478	0.0976	—	0.9890	0.7226	0.7226
HIKOMA	0.0309	0.0305	0.0601	0.0110	—	0.7154	0.7162
HAYASE	0.3676	0.3850	0.3478	0.3249	0.3350	—	0.9996
MIYOSHI	0.3680	0.3840	0.3428	0.3248	0.3339	0.0004	—

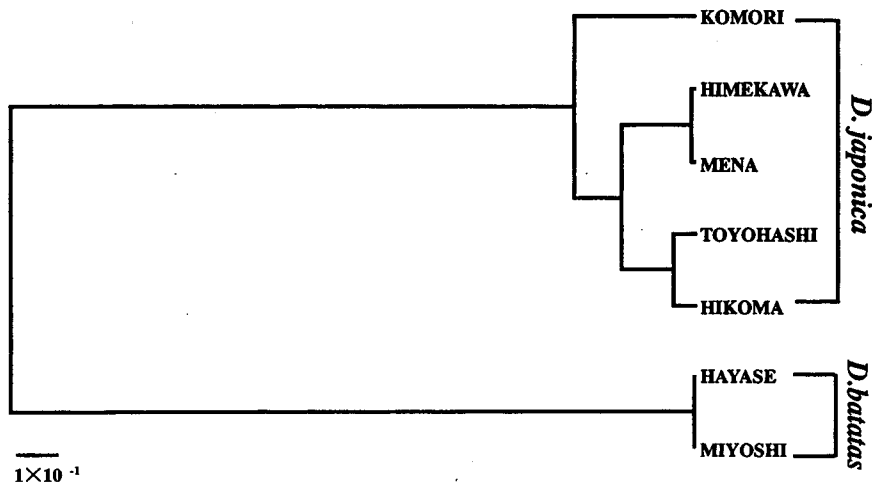


図-2 遺伝距離より得られた *Dioscorea* 属の2種のUPGME法による樹形図

表-3 アロザイム変異の分析に用いた3集団におけるヤマノイモ塊茎およびナガイモ塊茎の品質

	<i>D. japonica</i> ¹⁾			<i>D. batatas</i> ^{1, 4)}
	HIMEKAWA	KOMORI	TOYOHASHI	
糖度 ²⁾ (Brix %)	10.0	9.1	9.1	4.4
粘度 ³⁾ (Pa·s)	4.86	2.83	2.97	0.22

- 1) 試料は各1本
- 2) デジタル糖度計を用いて測定, 数値は5回反復の平均値
- 3) 共軸二重円筒型粘度計を用いて測定, 数値は3回反復の平均値
- 4) 北海道を生産地とする市販品

ていた。また、味、風味などと並んでヤマノイモの品質評価に大きく影響する粘度については(政田, 1994), TOYOHASHI および KOMORI が市販ナガイモに比べ約10倍となっていたのに対し, HIMEKAWA は約20倍となっていた(表-3)。供試本数が各々1本であるため, それらの一般性について論じることは出来ないが, 以上の結果は北海道産のヤマノイモを差別化するうえで, 粘度が重要な要素になることを示唆している。

おわりに

ヤマノイモの分布は本州以南とされているが, 筆者らは, 本研究を遂行する過程で, 積丹半島の美国町, 渡島半島の大成町から上ノ国町に至る広範な日本海沿岸域にも本種が自生することが窺える情報を得た。今後, 北海道中山間地を支える貴重な地域資源としてヤ

マノイモを定着させるためには, 適正な林内栽培条件を究明する一方, これらの地域からより多くのヤマノイモを発見し, アロザイム変異の分析を進めながら品質, 収量ともに優れた個体を選抜, 育成していく試みが不可欠と考える。また, 北海道産ヤマノイモの遺伝的特性を明らかにするためには, 東北地方に自生するヤマノイモおよび他産地のナガイモを含めた調査が必要である。本研究がその端緒となれば幸いである。

本論を終えるにあたって, 試料の採取に際しご協力戴いた上ノ国町三浦安芳氏, 乙部町大川房義氏, 栃木県足利市青山俊吉氏, 愛知県知立市内藤武一氏ならびにヤマノイモの品質管理についてご教示いただいた株式会社政田自然農園政田敏雄氏, 同松本昌晴氏に心より感謝申しあげる。

引用文献

- 草川 俊 (1992) : 野菜・山菜博物事典, 311-313, 東京堂出版, 東京
- 政田敏雄 (1994) : 自然薯とナガイモの栽培法, 5-12, 政田自然農園, 山口
- Nei, M. (1972) : Genetic distance between populations. *Am. Nat.*, **106**, 283-292
- Nei, M. (1973) : Analysis of gene diversity in subdivided populations. *Proc. Natl Acad. Sci. USA*, **70**, 3321-3323
- 大井次三郎 (1983) : 新日本植物誌顕花編, 443-446, 至文堂, 東京
- 大沢 章 (1997) : 山菜栽培全科, 276-285, 農山漁村文化協会, 東京
- Weeden, N. F. and Wendel, J. F. (1989) : Genetics of plant isozymes. In D. E. Soltis and P. S. Soltis [eds.], *Isozymes in plant biology*, 46-72
- 山本信頼・夏目俊二・千葉直子 (1998) : 北海道南西部におけるジネンジョの林内栽培に関する研究—生産工程に見られる栽培計画への基礎要件—, 北海道大学農学部演習林研究報告, **55(2)**, 262-273

Summary

The genetic properties of the Japanese yam growing in the Hiyama district of southwest Hokkaido were studied by means of allozyme analysis. Twenty individual Japanese yams identified by their external morphology were collected in the Himekawa area of Orobe town and three individuals were collected in the Mena area of Kaminokuni town, both in the Hiyama district of Hokkaido. Twenty individual Japanese yams respectively collected in Toyohashi city, Aichi Prefecture and the Hikoma area of Tanuma town, Tochigi Prefecture and three Japanese yams cultivated at the Hokkaido University Forest in the Komori area of Kaminokuni town were used as control. Genetically the Japanese yams in Himekawa and Mena were most closely related, followed by those in Toyohashi, Hikoma and Komori. However, Chinese yams collected in Miyoshi, Aichi Prefecture and the Hayase area of Kaminokuni town were genetically distant from the five groups of Japanese yams. The variations in allozymes suggest that the Japanese yams in Himekawa and Mena are genetically homogeneous with those in Toyohashi, Hikoma and Komori both of which are originated in Honshu, but all of them are different from the Chinese yams.

Key words : Allozyme, Japanese yam, Southwest Hokkaido