

## 長野県在来カブ品種‘王滝蕪’の形態的変異と系統分化の要因

窪田里子\*・大井美知男

信州大学農学部 食料生産科学科 植物資源生産学講座

\*現 丸種(株)研究農場 520-3242 滋賀県湖南市

**要 約** 長野県在来カブ品種‘王滝蕪’の採種農家から収集した53系統を供試材料とし、30形質についての形態調査を行った。得られたデータをもとに主成分分析を行った結果、根形、根尻部の形、根長、縦／横径率、葉の大きさ、葉重の6形質が第1主成分と第2主成分に強く影響していた。これら6形質についてクラスター分析を行った結果、2つのクラスターに分類され、さらに第2クラスターは4つのサブグループに分類された。第1クラスターには根長がやや長い短円錐型の系統が分類され、第2クラスターには、根長が短く根径の幅広い、やや扁平な系統が分類された。これを採種者居住地区ごとにみると、村の中心地区の根形がやや扁平で早生系統と、中心地区から遠い地区のやや根長が長い晩生系統に分化が進んでいることが明らかになった。これらの分化の背景には、社会的、文化的要因の関与が示唆された。

**キーワード**：カブ、クラスター分析、主成分分析、在来品種

### 緒 言

在来品種は多くの表現形質について遺伝的に雑駁であることが多いが、その一方で品種が成立した栽培地の気候に適した生態型をもつことや、特定の調理法に適した嗜好性があるなど優れた特性をもっていることが多い。これらの形質は他と代替し得ない形質であり、在来品種は貴重な遺伝資源であるといえる。しかし、市場に流通している品種よりも均質性が劣るなどの理由から急速に消滅が進んだ時代もあり<sup>1)</sup>、在来品種の積極的な保護・育成が続けられる必要がある。

‘王滝蕪’は長野県木曾郡王滝村において栽培されている長野県在来品種で、甘酢漬けの他、伝統食の「スンキ」の材料として利用される。同じ木曾地方在来品種の‘開田蕪’や‘細島蕪’と遺伝的に近縁であり、またこの3品種は山形県庄内地方の‘温海蕪’と遺伝的に近縁であるとされている<sup>2)</sup>。また、王滝村に残る約300年前の古文書には尾張藩へ年貢として献上した記録がある<sup>3)</sup>。

現在は57戸の農家で各々栽培、採種されているが、現存する在来品種でこれほど多数の採種者により維持されているものは他にはほとんど例をみない。したがって、品種内での系統分化が進行していることが推測され、品種内変異の状況を把握することによ

り、系統から品種へと分化していく過程を推察することのできる貴重な品種といえる。

これまで園芸作物の分類において、クラスター分析と主成分分析を用いて有益な結果を得ている<sup>4,5,6,7)</sup>。本研究においても二つの分析方法を用いることで、品種内変異の状況を明らかにし、系統分化の要因について考察した。

### 材料および方法

長野県木曾郡王滝村で自家採種されている57系統のうち53系統を供試した。なお本研究では、農家1戸で栽培されているものを1系統とし、種子は2003年に収集したものをを用いた。採種者の居住区は第1図に示した。図中のA地区には、王滝村役場やJA木曾王滝支所などがあり、人々の生活の中心となっている。

2005年9月上旬に信州大学実験圃場において、収集した53系統を播種した。栽培圃場は、苦土石灰80 kg/10a、N・P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>・K<sub>2</sub>O=8・10・8/10aとなるように施肥し、畝幅80cm、株間15cmの1条植えとした。播種時のみ灌水を行い、その後は自然環境下で栽培した。本葉2枚展開時に無作為で間引きを行い、1本立ちとした。生育期間および収穫期に1系統あたり9～20個体ずつについて形態調査を行った。形態調査は農林水産植物種類別審査基準<sup>8)</sup>の特性表に基づいた20項目の観察項目と7項目の測定項目の27項目に、鋸歯の多少、葉重、根部の縦／横径率の

受理日 2009年11月30日

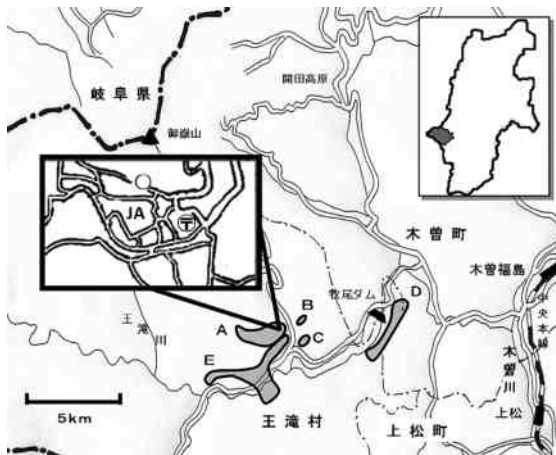
採択日 2010年2月1日

3項目を追加し、合計30項目について行った(第1表)。観察項目については特性表に基づき9段階で評価し、測定項目については実測値とした。

得られた調査結果をもとに主成分分析およびクラスター分析を行った。主成分分析およびクラスター分析は、Excel多変量解析 ver.5.0(株式会社エスミ)のコンピュータープログラムを使用して行った。クラスター分析にはウォード法を用い、個体間の非類似度はユークリッド平方距離で表した。

## 結 果

53系統における30形質の変動係数は、す入り、胚軸の着色、T/R率、根の横しわ、葉の色素の5形質で比較的大きくなった(第2表)。30形質の特性値について、分散分析をした結果、胚軸の色を除く29形質について系統間に有意差が認められた( $p < 0.05$ )。項目間の相関係数について、 $|r| > 0.7$ の高い相関を示した形質は、葉の色素の濃淡と葉の色素分



第1図 '王滝燕' 栽培者の居住地区

A: 上条・下条・九蔵 B: 東 C: ごうかけ

D: 崩・二子持

E: 中越・野口・瀬戸・池の越・滝越

右上の長野県地図は王滝村の位置を示す

布の多少 ( $|r|=0.85$ ), 根形と根肩部の形 ( $|r|=0.74$ ), 根形と根尻部の形 ( $|r|=0.92$ ), 根形と根長 ( $|r|=0.82$ ), 根形と縦/横径率 ( $|r|=0.9$ ), 根肩部の形と根長 ( $|r|=0.8$ ), 根尻部の形と縦/横径率 ( $|r|=0.87$ ), 葉の大きさと葉重 ( $|r|=0.87$ ), 根長と縦/横径率 ( $|r|=0.91$ ), 根の横径と根重 ( $|r|=$

第1表 形態調査項目

調査項目		
子葉	1. 胚軸の色	
	2. 胚軸の着色	
	葉・中肋	3. 葉形
		4. 葉縁の切れ込み
		5. 葉面の波打ち
		6. 葉色
		7. 葉の色素
		8. 葉の色素の分布
		9. 葉の光沢
		10. 葉質
		11. 毛じの多少
		12. 鋸歯の多少
		13. 葉柄又は中肋の形
根形	14. 根形	
	15. 根首部の凹凸	
	16. 根肩部の形	
	17. 根尻部の形	
	18. 抽根性	
	19. 根の横しわ	
	20. 肉色(補充色)の分布	
	21. す入り	
測定項目		
葉・中肋	22. 葉数	
	23. 葉の大きさ	
	24. 葉重	
	25. 葉柄又は中肋の幅	
	根形	26. 根の縦
27. 根の横		
28. 縦/横径率		
29. 根重		
30. T/R率		

第2表 '王滝かぶ' 53系統の形態形質5項目の基本統計量

形質 <sup>2</sup>	最小値	中央値	最大値	標準偏差	変動係数
a. 胚軸の着色	1.00	1.00	7.00	1.02	0.68
b. 葉の色素	1.00	3.00	7.00	1.36	0.58
c. 根の横しわ	1.00	1.00	7.00	1.36	0.62
d. す入り	1.00	1.00	7.00	1.23	0.77
e. T/R率	0.09	0.89	12.73	0.65	0.65

<sup>2</sup>a~dは9段階でそれぞれ以下のように評価し、eは実測値より求めた  
a, bは、1を無、3を淡、5を中、7を濃とし、cは1を無、3を少、  
5を中、7を多とし、dは1を無、9を有とした

0.72)であった。

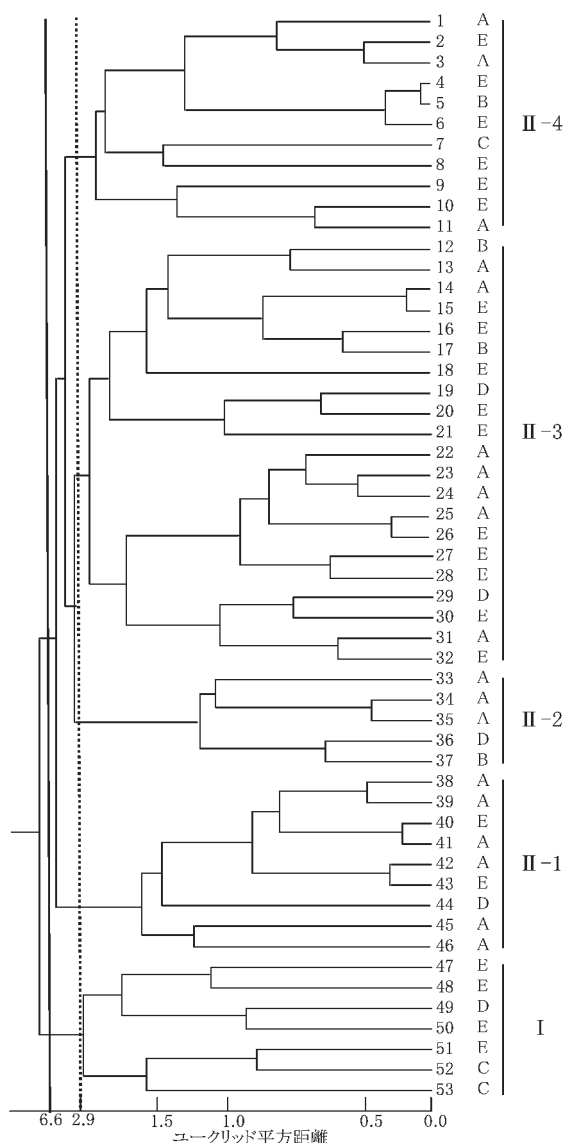
主成分分析により得られた寄与率は、第1主成分で19.4%、第2主成分で15.0%、第3主成分で8.89%、第4主成分で8.01%、第5主成分で6.85%であった。累積寄与率は第5主成分までで、58.15%であった。第1主成分と関連が高く、主成分負荷量が|0.7|以上の形質は、根形、根尻部の形、根長および縦／横径率であった。また、|0.6|以上|0.7|未満の形質は、根肩部の形、根の横しわ、葉の大きさ、葉重および根の横径であった。第1主成分はおもに根部の形や葉部の大きさ、重さなどを示す値であった。値が大きくなるほど根部が扁平になり葉重が重く葉

が大きくなり、値が小さくなるほど根部が短円錐に近くなった。第2主成分と関連が高く主成分負荷量が|0.6|以上の形質は、葉の大きさと葉重で、|0.5|以上の形質は根尻部の形、根肩部の形、根肩部の形、根形、鋸歯の多少、葉の色素の分布、葉縁の切れ込み、葉数であった。多くの系統が第1主成分の3.0から-2.0、第2主成分の3.0から-1.0に集中して分布し、品種内には根部が縦／横径率0.9から0.95程度の球形で、葉重が200から250g程度の系統が多く存在した。

根形、根尻部の形、葉の大きさ、葉重、根長、縦／横径率の6形質は、主成分負荷量が第1主成分で|0.7|以上、第2主成分で|0.6|以上と比較的大きな値となり、これらの品種内変異の大きかった6形質について、再び主成分分析したところ、根形、根尻部の形、根長、縦／横径率はそれぞれ $r=0.8$ 以上の高い相関を示し、葉の大きさと葉重でも $r=0.8$ 以上の相関が得られた。第1主成分の寄与率は60.67%、第2主成分までで累積寄与率は91.75%で全変動の約9割が第1と第2主成分で説明できる結果となった。第1主成分では根部に関する形質が主成分負荷量|0.8|以上と高く、根形に関する特性値と考えられる。すなわち第1主成分の値が大きいと根部は長円錐に近くなり、値が小さいと扁平に近づく。第2主成分では葉の大きさと葉重が主成分負荷量|0.9|以上と高い値を示し、値が大きいと葉部が大きく発達しており、値が小さいと葉部が小さくなる。

さらに6形質についてクラスター分析した結果、得られたデンドログラムから2つのクラスターに分類され、第2クラスターは4つのサブグループに分類された(第2図)。6形質によるクラスター分析と主成分分析より得られた結果を第3図に示した。第1クラスターには根長がやや長い短円錐型の7系統が分類され、第2クラスターは根長が短く根径が幅広いやや扁平な系統が分類された。第2クラスターのサブグループ1は、品種内で最も葉重が重い9系統、サブグループ2は根の縦／横径率が0.82と最も扁平な5系統、サブグループ4は最も葉重の軽い11系統が分類され、サブグループ3は葉重が1と4の中間的な21系統が分類された。

第1クラスターにはC、D、E地区の系統のみが含まれ、村の中心地区であるA地区とA地区に比較的近いB地区の系統が含まれなかった。栽培者居住地区ごとに根形、根長、根径、根の縦／横径率をみると、A、B地区は根長が短く根径が長い、縦／横



第2図 形態形質6項目についてクラスター分析し得られたデンドログラム

図中の数字は系統番号を、アルファベットは地区を、ローマ数字はクラスター群を表し、その下位の数字はサブグループをそれぞれ表す



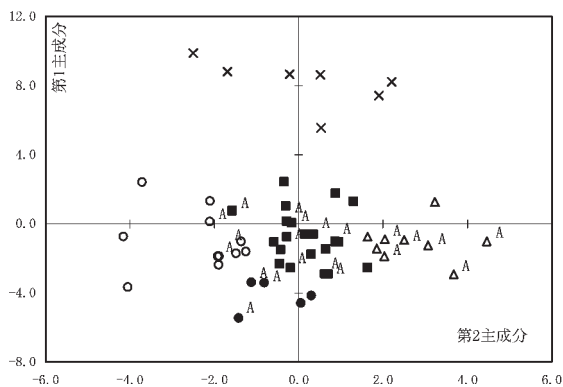
径率が0.95のやや扁平な系統となった。中心地区から比較的遠いC, D, E地区は根長が長く根径が短く、また根重についてはA地区が最も重い結果となった(第3表, 第4図)。

考 察

本実験より‘王滝蕪’は多くの形態形質について変異が認められた。調査した30項目のうち29項目の形質で品種内に有意な差がみられた。また主成分分析においても、根形、根尻部の形、根長、縦/横径率、葉の大きさ、葉重の6つの形質が第1, 第2主成分に大きく影響を与えたことから、これらの形質については品種内に大きな変異の幅があると考えられた。品種内での変異の幅が大きい形質は、根形と葉の大きさ、重さであり、これらの形質は栽培者にとって選抜対象形質として最も重要視されていたと考えられる。安谷屋<sup>4)</sup>や大井・佐藤<sup>9)</sup>は主成分分析とクラスター分析による結果を対比させることによってより正確な系統分類を行っているが、本実験においても主成分分析によって得られた散布図とクラスター分析との結果が一致しており、品種内分化の

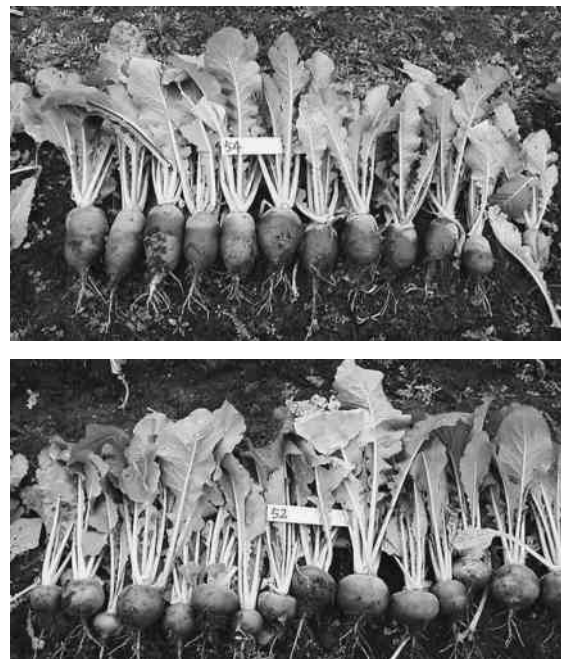
状況を把握する上で有意義な結果が得られた。第1クラスターは根形が短円錐の比較的長めの系統が分類され、栽培者の居住地区は村の生活の中心となる地区から遠い地区であった。また地区ごとの根形に関する値をみてみると、中心から遠い地区は根長の長い、短円錐型の根形を、中心地区はやや扁平な根形を示した。第2クラスターは根形が扁平な系統が分類され、サブグループ1には葉部が大きく、根形がやや扁平な系統が分類された。

カブの肥大の早晩性には品種間差が報告されているが<sup>10)</sup>、本実験でも収穫時の根重に系統間差異が認められた。根重の調査は全系統同日に行ったので、根部の重いものほど早生系統であると考えられる。したがって、根部の重かった中心地区の系統や第2クラスターのサブグループ1に分類された系統はより早生系統であるといえる。中心地区には村役場や農協などがあり人や物、情報が集まりやすい環境に



第3図 形態形質6項目に基づく主成分分析によって得られた散布図

記号はクラスター分析の品種分類を表す  
 ×：I, △：II-1, ●：II-2, ■：II-3, ○：II-4  
 図中のアルファベットは地区Aを示す



第4図 品種内変異を表す‘王滝蕪’2系統  
 上：中心地区から遠い地区の根長が長い系統  
 下：中心地区のやや扁平な系統

第3表 栽培者居住地区ごとの根部に関する5形質の平均値と標準偏差

地区	根形	根長 (mm)	根径 (mm)	縦/横率	根重 (g)
A	4.84±0.76 c	76.09±16.38 c	81.11±12.76 c	0.95±0.18 c	295.55±114.29 d
B	4.91±0.81 bc	74.85±15.69 c	79.90±14.77 c	0.95±0.2 c	274.24±115.25 b
C	5.68±1.39 a	94.45±25.59 a	70.80±12.29 a	1.40±0.19 a	233.33±68.66 a
D	5.15±0.97 b	81.71±22.12 bc	76.63±13.24 b	1.09±0.35 b	285.10±108.86 c
E	5.17±0.88 b	82.41±20.82 bc	76.28±12.06 b	1.10±0.3 b	272.33±103.13 b

異なるアルファベットは Tukey 多重検定の結果、5%水準で有意差があることを示す

なっていることから、栽培者の早期出荷への要望も強く生じてきたことが考えられる。根径の大きさは収穫時の目安にもなり、より早い収穫を続けてきたことにより根形がやや扁平に変化してきたことが推察された。逆に、周辺地区の多くの栽培者はもっぱら自家消費用に栽培しているため、中心地区のように早生性を求める必要がなく、本来‘王滝蕪’として維持してきた根の形を保っていることが推察された。また、‘王滝蕪’は根部だけでなく葉部も食用とし、「スンキ」という木曾地方の伝統的漬物に加工使用されている<sup>11)</sup>。このことから葉部の大きさ、重さなどの形態形質は選抜の対象となり、品種内に系統間差異が生じていることが考えられた。

青葉<sup>12)</sup>は日本のカブ品種の分類と地理的分布には生態的要因だけでなく社会的、文化的要因による点が多いことを示唆しているが、本実験においても‘王滝蕪’の栽培者の要望が強く働くことにより、根形や葉部の大きさなどの形態形質が品種内で分化してきていることが推察された。‘王滝蕪’は50戸を越える多くの農家が、栽培、母本選抜、自家採種を各自で行うことにより遺伝的多様性を維持してきた貴重な品種であり、また、各農家の社会的、文化的背景の違いが、品種内で多様な系統分化を引き起こした要因の一つであるとことが示唆された。

## 引用文献

- 1) 青葉 高. 1981. 第4章 品種の成立. 野菜. 法政大学出版局. 東京. pp. 74-97.
- 2) 大井美知男. 2002. 戦国の夢を伝える王滝蕪. 大井美知男・神野幸洋編「からい大根とあまい蕪のものがたり」. 長野日報社. 長野. pp. 32-34.
- 3) 大井美知男・神野幸洋. 1999. 長野県のカブ・ツケナ品種. 信州大学農学部紀要. 35: 83-92.
- 4) 安谷屋信一. 1996. ミョウガの自殖第一代における形態変異. 園学雑. 64: 815-823.
- 5) Dias, J. S., A. A. Monteiro, M. B. Lima. 1993. Numerical taxonomy of Portuguese Tronchuda cabbage and Galega kale landraces using morphological characters. Euphytica. 69: 51-68.
- 6) 浜田守彦・細木高志・稲葉久仁雄. 1989. 多変量解析によるボタン品種の形態的分類. 園学雑. 58: 697-704.
- 7) Rhodes, A. M., S. G. Garmar, J. W. Courter. 1969. Measurement and classification of genetic variability in horseradish. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94: 98-102.
- 8) 農林水産省. 2010. 農林水産植物種類別審査基準. *Brassica rapa* L. var. *rapa* (L.) Thell. <<http://www.hinsyu.maff.go.jp/annai/sinsakijun/sinsakijyun.html/>>
- 9) 大井美知男・佐藤靖子. 2002. 長野県在来カブ・ツケナ品種の類縁関係. 園学雑. 1: 237-240.
- 10) 岩崎文雄・武田善行. 1997. カブの肥大に関する形態的・組織化学的観察. 園学雑. 46: 193-200.
- 11) 大井美知男. 2003. 長野県在来アブラナ科野菜品種の遺伝資源としての評価. 園学研. 2: 149-152.
- 12) 青葉 高. 1960. 東日本各地に分布するカブ在来品種の類縁関係と導入経路. 農及園. 35: 1729-1732.

## Variation of the Morphological Characteristics and the Factor of the Differentiation in Local Turnip Cultivar, ‘Outaki-kabu’, in Nagano Prefecture

\*Satoko KUBOTA and Michio OHI

Division of Plant Science and Technology, Department of food Production Science,  
Faculty of Agriculture, Shinshu University  
Marutane Co.,Ltd., Konan Shiga 520-3242

### Summary

‘Outaki-kabu’ is a local cultivar of turnip in Nagano prefecture. 53 lines collected from the farmers in Outaki village were evaluated with 30 morphological characters and analyzed by principal component analysis. Result of the analysis, the first and second principal components were affected by root shape, shape of root-tip, the length of root, root length / width ratio, the size of leaf and the weight of leaves. 53 lines analyzed by cluster analysis in these 6 characters were allocated to 2 clusters and the second

cluster was allocated to 4 groups. The type of narrow triangular shaped root was classified in the first cluster and the type of transverse broad elliptic shaped root was classified in the second cluster. The lines cultivated in the center of Outaki village were the type of transverse broad elliptic shaped root and early maturity. On the other hand, the lines cultivated in the district away from the center of the village were the type of narrow triangular shaped root and late maturity. The studies of morphological characters variation have indicated differentiation among the cultivar, and we suggested that the social and cultural factor took part in the differentiation.

**Key word** : cluster analysis, local cultivar, principal component analysis, turnip