

## 東北地方南部におけるツボスミレ (*Viola vercunda* A. Gray) の形態的変異

吉田政敬・横山 潤  
山形大学理学部生物学科

はじめに

維管束植物の形態は遺伝的特性と環境要因によって決定されており、しばしば個体間、生育環境間で大きな変異を示す。特に広域に分布し、さまざまな環境に生育する植物では、形態変異の幅が大きく、それらに基づく分類が難しい場合が多い。ツボスミレ (*Viola vercunda* A. Gray : 図1) はスミレ科スミレ属に属する多年生草本で、沖縄を除く日本各地に広く分布する他、極東ロシアから東アジア一帯に及ぶ広域な分布域を有する (浜, 2002)。生育標高も低地から亜高山帯にかけての広範囲にわたり、基準変種を含めて種内が 5 変種に分類されるほど形態的な変異に富む種である (浜, 2002)。

本種のような広域分布種は、地理的・生態的な分化を考える上でたいへん好適な材料となりうる。しかしこれまで集団間の詳細な比較は行われたことがなく、実際の集団間分化の実態についてはよくわかっていないのが現状である。そこで本研究では、広域分布種の集団間分化の研究の端緒として、東北地方南部のツボスミレ集団を対象に、開放花と葉の形態を比較し、変異の実態を明らかにすることを目的とした。



図1. ツボスミレ

## 材料と方法

調査対象としたツボスミレ集団は、山形県天童市山元（北緯 38° 21′ 53″，東経 140° 24′ 7″，標高 150m），山形県西村山郡西川町大井沢（北緯 38° 24′ 39″，東経 139° 59′ 29″，標高 420m），宮城県栗原市伊豆沼（北緯 38° 42′ 56″，東経 141° 4′ 25″，標高 10m），福島県西白河郡中島村滑津（北緯 37° 8′ 50″，東経 140° 22′ 5″，標高 280m）の計 4 集団である。

2010 年 4 月—5 月にかけて、これら 4 集団から計 59 個体の開放花を採集し、量的形質の計測と比較を行った。開放花は 1 個体あたり 1 個を採集し、70%エタノールで液漬標本としたものを計測に用いた。計測箇所として、花冠の縦幅、花冠の横幅、上弁の長さ、上弁の幅、側弁の長さ、側弁の幅、距から唇弁先端までの長さ、距の長さ、距の縦幅、距の横幅、唇弁の長さ、唇弁の幅、上萼片の長さ、上萼片の幅、側萼片の長さ、側萼片の幅、下萼片の長さ、下萼片の幅の計 18 カ所を設定した。計測はデジタルノギスを用いて実体顕微鏡下で行った。

2010 年 8 月—11 月に、同じ集団から計 53 個体について、各個体の最大の根出葉および茎葉を採集し、量的形質の計測と比較を行った。開放花と同様に、採集した葉も 70%エタノールで液漬標本としたものを計測に用いた。各葉身の計測は、Ballard and Wujek (1994)の方法を参考に、次のように行った。葉身と葉柄の接合部を中心とし、この中心と葉身先端を結ぶ線を基準 ( $0^\circ$ ) として、この基準線を含んで時計回りに中心の角度  $30^\circ$  刻み ( $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $120^\circ$ ,  $150^\circ$ ,  $180^\circ$ ) で葉縁方向に線をのばし、各角度の線と葉縁の交わった所から中心までの距離を計測した。この長さの計測 (7 カ所) に加えて、葉身の先端角度と基部角度の 2 形質を加えた計 9 形質を、根出葉と茎葉についてそれぞれ計測して比較を行った。

これらの形質の変異傾向を明らかにするために、開放花及び葉の測定形質を z-スコアに変換し、主成分分析を行った。主成分分析には R v.2.12.1 (R Development Core Group 2010) を用いた。

## 結果

開放花計測値の主成分分析に基づく、各個体の主成分得点の散布図を図 2,3 に示す。第一主成分 (PC1, 寄与率 49.34%) は全ての計測形質について負に方向に寄与しており、花全体の大きさを示している成分と考えられる。特に花卉の長さおよび上萼片を除く萼片の長さ・幅の寄与が大きい。第二主成分 (PC2, 寄与

率 9.98%) は、花冠の縦幅の寄与が大きい成分である (負荷量 0.45)。第三主成分 (PC3, 寄与率 7.28%) は、上萼片の長さが負の方向に大きく寄与している (負荷量 -0.80)。これらの事から、今回調査した 4 集団では花卉の長さなどを中心とした花全体の大きさに集団間の差異があることが示された。4 集団の中では天童の集団の花が最も大きい傾向があり、これに対して大井沢と中島村の集団は花が小さい傾向があった。伊豆沼の集団は変異が大きく、集団内に花の大きな個体と小さな個体を両方含んでいた。また、伊豆沼の集団は花の縦幅が大きい傾向があるのに対して、天童の集団はその傾向が弱く、大井沢と中島村の集団はこの形質に変異が大きいことも示された。

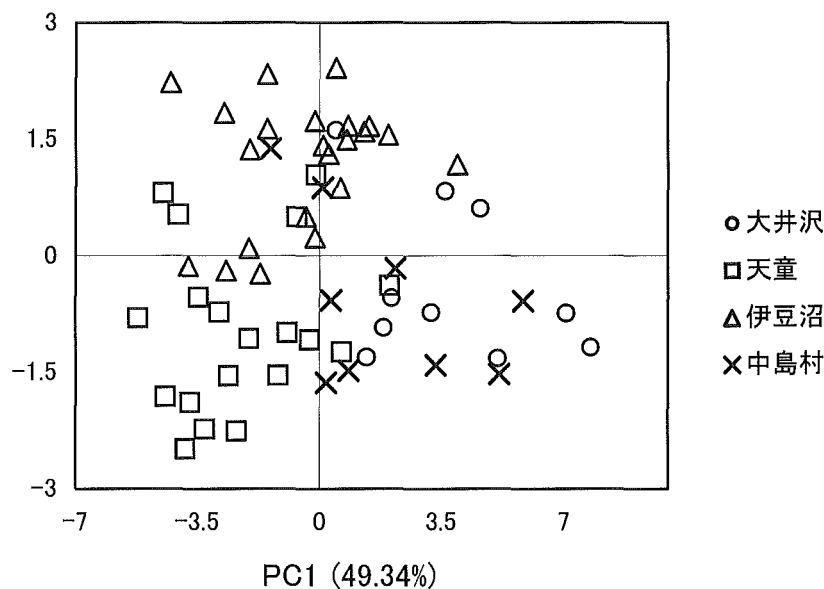


図 2. 開放花の各形質の計測値に基づく各個体の主成分得点の散布図。第一主成分と第二主成分による散布図を示す。

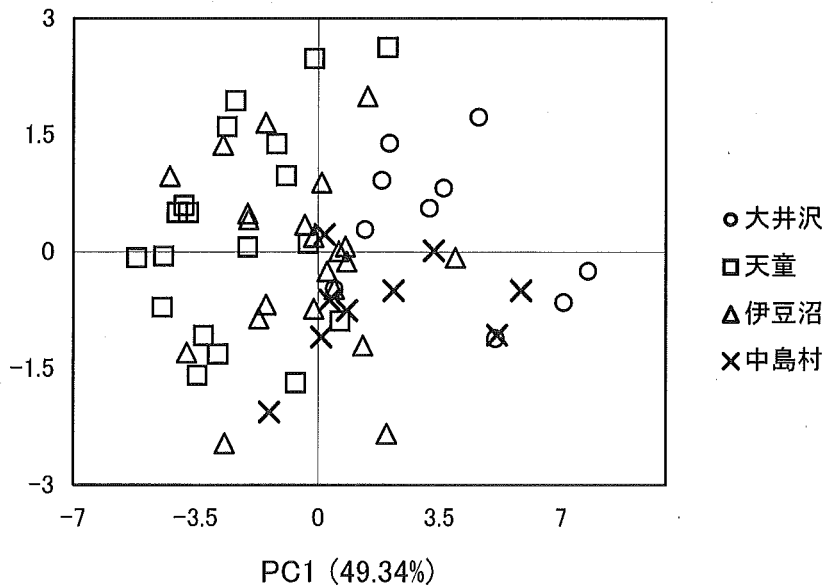


図3. 開放花の各形質の計測値に基づく各個体の主成分得点の散布図。第一主成分と第三主成分による散布図を示す。

葉の計測値の主成分分析に基づく、各個体の主成分得点の散布図を図4,5に示す。第一主成分 (PC1, 寄与率 46.99%) は根出葉及び茎葉の  $150^\circ$  の長さ、葉身先端の角度を除いて全ての計測形質について正に方向に寄与しており、葉身全体の大きさを示している成分と考えられる。第二主成分 (PC2, 寄与率 19.36%) は、葉身基部の角度の寄与が大きい成分である (負荷量, 根出葉: -0.82, 茎葉: -0.85)。第三主成分 (PC3, 寄与率 8.31%) は、葉身頂端の角度が大きく寄与している (負荷量, 根出葉: 0.49, 茎葉: 0.72)。これらの事から、今回調査した4集団では葉の形質についても集団間で差異があることが示された。伊豆沼の集団は全体的に葉が大きい傾向があるのに対し、大井沢と中島村の集団は葉が小さい傾向を示した。この2集団は花も小さい傾向があったことから、全体的に小型の個体で構成されていることが示された。天童の集団は葉の大きさについては変異の幅が大きかった。葉身の頂端および基部の角度については、集団内で変異が大きく、特に前者は集団間で明瞭な傾向がみられなかった。後者は天童の集団で大きい傾向があったのに対し、中島村と伊豆沼の集団では小さい傾向があった。大井沢の集団では変異が大きかった。

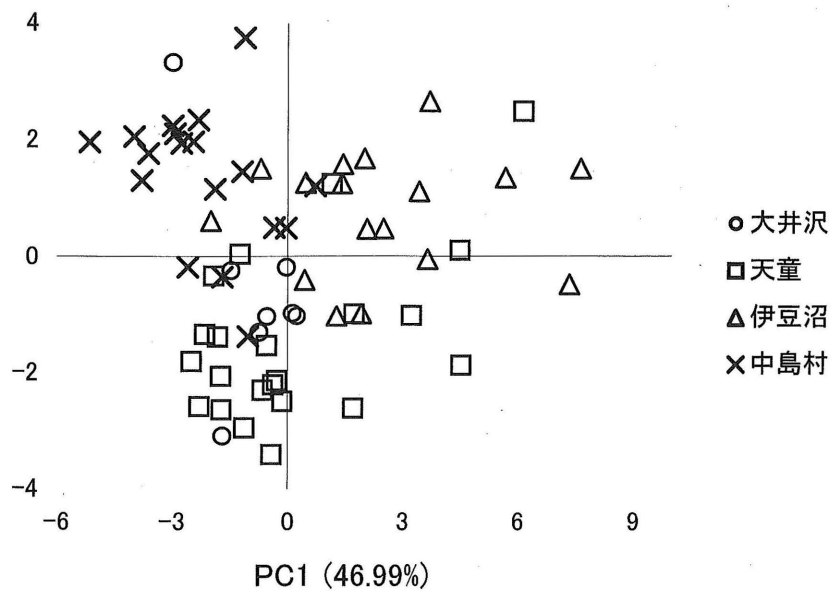


図 4. 葉の各形質の計測値に基づく各個体の主成分得点の散布図。第一主成分と第二主成分による散布図を示す。

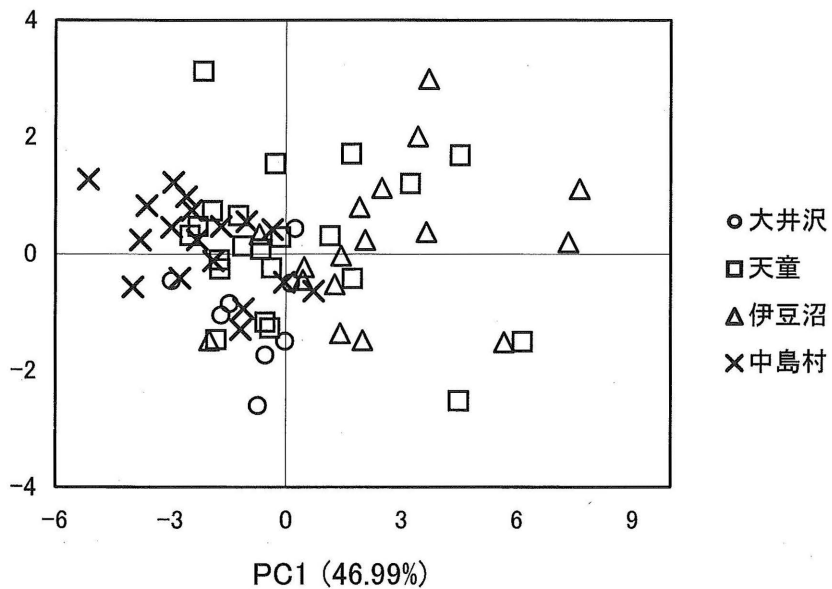


図 5. 葉の各形質の計測値に基づく各個体の主成分得点の散布図。第一主成分と第二主成分による散布図を示す。

#### 考察

今回の研究で比較を行ったのは 4 集団のみであるが、これらの比較からも集

団間に形態の差異があることが示された。開放花の形態の差異は、送粉昆虫などとの相互作用によってもたらされている可能性があるが、スミレ類の中でも開放花のサイズの小さいツボスミレは、開放花に対する昆虫の訪花頻度も低く、今回の調査でも訪花が観察されたのは大井沢集団でのピロードツリアブ (*Bombylius major* L.) の1回のみであった。スミレ類は閉鎖花による繁殖を行い、有茎種では栄養繁殖も盛んであることから、ツボスミレでは繁殖の際の開放花への依存度は相対的に低いと考えられる。したがって、送粉昆虫の影響の詳細については検討の余地があるものの、花の形態変異に与える影響はそれほど大きくないと考えられる。一方、大井沢と中島村の集団では花も葉も小さい傾向があることが示された。花の構成要素はもともと葉であることから、遺伝的支配が類似していることは想像に難くなく、実際花と葉の形質に類似した変異傾向が示されている例も知られている (Hayakawa et al. in press)。花の大きさの集団間変異の一部は、このような葉との関連で説明できるかもしれない。ただし天童や伊豆沼の集団のように、単純な対応関係が見られなかった集団もあるため、花と葉の形態の相関に関連する要因はそれほど単純ではないだろう。

ツボスミレの変種のうち、アギスミレ (*V. v. var. semilunaris* Maxim.) 及びヒメアギスミレ (*V. v. var. subaquiloba* (Fr. et Sav.) F. Maekawa) は、葉の形態が基準変種と異なることが変種の特徴とされている。いずれの変種も、開放花開花後の茎葉の葉身基部の角度が大きく、全体的に半月型の葉形を示す。前者は東日本に広く分布するとされるが、集団内でも変異が大きく、基準変種と中間的な形質を示すものも多く、識別が困難である場合も少なくない (浜, 2002)。今回解析を行った集団内でも、アギスミレと類似した葉形になるものもあり一方で、葉身基部の角度が小さい典型的なツボスミレ型の葉を持つものもあり、開放花に比べて集団内の変異が大きい傾向が見られた。生育場所の微環境による可塑性など、さまざまな要因が変異の原因として考えられる。今後は野外採集個体だけでなく、栽培個体を用いた比較なども併用して、可塑性の要因を考慮して比較する必要があると考えられる。

## 謝辞

伊豆沼の調査に際しては、宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団の嶋田哲郎博士、進東健太郎研究員、藤本泰文博士の各氏に協力していただいた。記して謝意を表したい。

引用文献

Ballard HE Jr. and Wujek DE 1994. Evidence for the recognition of *Viola appalachiensis*. *Systematic Botany* 19: 523-538.

浜 栄助 2002. 増補原色日本のスミレ. 誠文堂新光社, 東京.

Hayakawa H, Muroi M, Hamachi H, Yokoyama J, Fukuda T in press. Correlation of Variation between Leaves and Floral Characters in *Cymbidium goeringii* Rchb.f. (Orchidaceae). *Journal of Japanese Botany*.

R Development Core Group 2010. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <http://www.R-project.org/>.