

## ミソソバ(タデ科)の分類学的再検討 (3): 愛知県瀬戸の集団で区別された2 型の関係

著者	花井 隆晃, 渡邊 幹男, 芹沢 俊介
著者別表示	Hanai Takaaki, Watanabe Mikio, Serizawa Shunsuke
雑誌名	植物地理・分類研究
巻	55
号	2
ページ	77-83
発行年	2007-12-30
URL	<a href="http://doi.org/10.24517/00053366">http://doi.org/10.24517/00053366</a>



## 花井隆晃<sup>1</sup>・渡邊幹男<sup>2</sup>・芹沢俊介<sup>2</sup>：ミゾソバ（タデ科）の分類学的再検討（3）愛知県瀬戸の集団で区別された2型の関係

<sup>1</sup>〒455-8512 名古屋市港区大江町3-12 株式会社テクノ中部環境調査部；<sup>2</sup>〒448-8542 刈谷市井ヶ谷町広沢1 愛知教育大学自然科学系生物領域

Takaaki Hanai<sup>1</sup>, Mikio Watanabe<sup>2</sup> and Shunsuke Serizawa<sup>2</sup>: Taxonomic studies of *Polygonum thunbergii* s. lat. (Polygonaceae) (3) Relationship between two types previously recognized in Seto population, Aichi Prefecture

<sup>1</sup>Environmental Research Department, Techno Chubu Co. Ltd., Oe-cho, Minato-ku, Nagoya 455-8512, Japan ;

<sup>2</sup>Department of Biology, Aichi Kyoiku University, Igaya-cho, Kariya 448-8542, Japan

### Abstract

In order to clarify the relationship between the two types of *Polygonum thunbergii* s. lat. (type II and type III of Hanai et al. 2004) sympatrically found in Seto population, three topologically different populations (Dando, Sasagata, Kuroda) were studied in Mt. Dando-san, Aichi Prefecture. The populations in Dando and Kuroda were characterized by relatively narrow range of variation in morphology and flowering season. The plants of these populations were referable to the types II and III, respectively. The population in Sasagata, however, was quite variable in these aspects; it included the plants of the types II, III, and their intermediates. Such variation was supposed to be a result of hybridization caused by recent disturbance. Namely, the two types were considered to be usually isolated from each other, but often hybridize in the sympatric habitats caused by disturbance. Additional field observations in six populations of western Honshu and Kyushu supported this consideration.

**Key words**: field observation, morphological variation, Polygonaceae, *Polygonum*, *Polygonum thunbergii*.

### 緒言

ミゾソバ *Polygonum thunbergii* Siebold et Zucc. は東北アジアに分布し、日本国内では沖縄を除く全国で普通に見られるタデ科の一年生草本である（北川 1982）が、その分類学的構造はまだ十分検討されていない。花井他（2004, 2006）は本州の6地域集団で広義のミゾソバの集団構成を検討し、その中に少なくとも6つの型（I～VI型）が存在することを明らかにした。これら6型のうちI, V, VI型は、野外観察において他の型との間に中間型は確認されず、また東京大学総合研究博物館（TI）、京都大学総合博物館（KYO）、首都大学東京牧野標本館（MAK）などに収蔵されている標本を見ても、茎の上部のみの資料では判断し難いものがあったが、茎の基部まで採集された資料ならば互いに容易に識別できるものであった。IV型もIII型との間に稀に中間型がある（花井他 2006）が、野外観察でも標本

でもおおむね識別可能であった。しかし、II型とIII型は、愛知県瀬戸の集団では明確に区別できた（花井他 2004）が、標本ではしばしばどちらともつかない形態のものがあった。

このようなII型とIII型の関係を明らかにするために、II型、III型および中間型を含む集団が近接して生育している愛知県段戸山において集団サンプリングを行うと共に、本州西部および九州の6地点で野外観察を行って、II型とIII型の中間型がどのような性格のものか検討を行った。

### 材料と方法

集団サンプリング：サンプリングは2004年9月3日と9月17, 18日にII型、III型およびそれらの中間型が多く生育している場所の1つである愛知県段戸山の黒田川流域において行った。黒田川は愛知県豊田市（当時は東加茂郡稲武町）と北設楽郡設

楽町にまたがっており、そのうち源流部の沢沿い(段戸)、中流部にある笹形牧場周辺(笹形)、下流の人里付近(黒田)の3地点をサンプリング地点とした(Fig. 1, Table 1)。ミゾソバは小群落が集散する形で生育しているので、段戸と黒田の集団でそれぞれ20、笹形の集団で55の小群落から、側枝の花序が開花直後の個体を1個体ずつ採集し、位置を地図上に記録した。9月3日に小群落内に開花個体がない場合は、その小群落にマークをしておき、9月17、18日に再訪して採集した。笹形ではⅡ型、Ⅲ型およびその中間型のほかに、Ⅳ型にあたる閉鎖花序枝の長い個体、Ⅵ型にあたる葉幅が広くくびれがほとんどない個体も見られたが、これらは今回のサンプリングの対象としなかった。また、採集時に各個体から形態計測に影響を与えない葉を各1枚採取し、クーラーボックスに入れて研究室に持ち帰

り、アロザイム分析の試料とした。さらに、各集団内において認識された型の中から代表的な個体を1個体ずつ採集し証拠標本とした。証拠標本は愛知教育大学植物標本室(AICH)に保管されている。

花期調査:2004年9月3日,9月17,18日,10月2日にサンプリングの対象とした小群落の30枝(30に満たない場合は全枝)について、開花前、花または果実がある、果実脱落后、既に枯死しているのいずれかを観察し、開花状況を、全て開花前の場合はi、開花前が最も多い場合(咲き始め)はii、花または果実の最も多い場合(花果期)はiii、果実脱落后が最も多い場合(果後)はiv、すでに枯死しているものはvとして記録した。

形態計測:採集した個体は主軸長を計測し、その個体の葉を大きい順に3枚とって、スキャナーで画像として取り込んだ。その画像について計測用

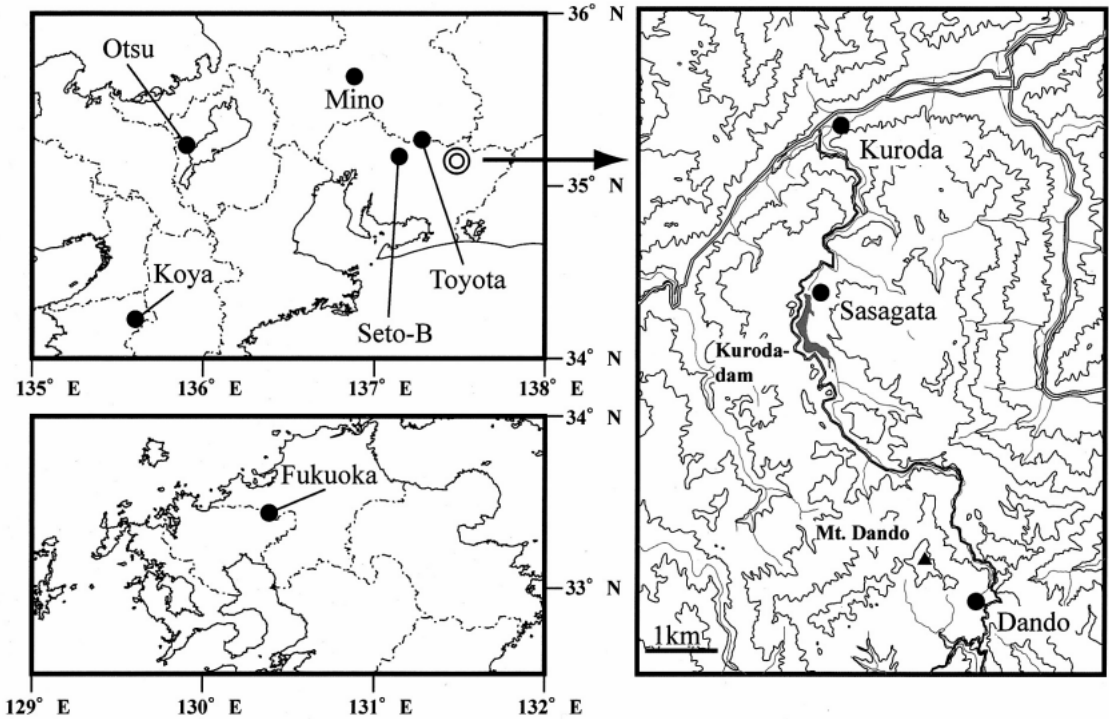


Fig. 1. Sites of studied populations of *Polygonum thunbergii* s. lat.

Table 1. Materials used for the population studies

Population	Locality	Altitude (m)	Voucher specimen(s) in AICH	Number of samples
Dando	Mt. Dando, Shitara Town, Aichi Pref.	970	T. Hanai 1413	20
Sasagata	Near Sasagata pasture, Toyota City, Aichi Pref.	830-860	T. Hanai 1414,1441	55
Kuroda	Kuroda, Toyota City, Aichi Pref.	550	T. Hanai 1442	20
Total				95

PCソフトSemAfore (JEOL社製) と分度器を用い、花井他 (2004, 2006) で計測した葉身長 (葉身基部から頂裂片先端までの長さ; L) と先端角度 (葉の先端を通る葉縁の接線 2 本がつくる角の大きさ; B) を画面上で測定し、3 枚の葉の平均値を個体値とした (Fig. 2)。花井他 (2004, 2006) が計測した他の形質は、II 型と III 型との間で明確な差がないため、今回は計測しなかった。

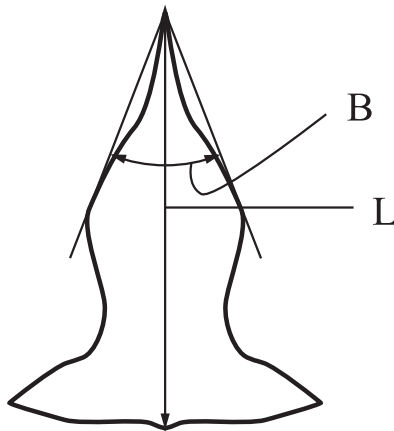


Fig. 2. Measurements of the lamina. L: length of lamina. B: apical angle of lamina.

アロザイム分析: アロザイム分析は形態を計測した全個体について、花井他 (2006) と同様の方法で行った。染色は、ADH (アルコール脱水素酵素; EC No.1.1.1.1), ACP (酸性ホスファターゼ; EC No.3.1.3.2), GDH (グルタミン酸脱水素酵素; EC No.1.4.1.2) GOT (グルタミン酸-オキザロ酢酸アミノ転移酵素=AAT, アスパラギン酸アミノ転移酵素; EC No.2.6.1.1), IDH (イソクエン酸脱水素酵素; EC No.1.1.1.42), LAP (ロイシニアミノペプチターゼ; EC No.3.4.11.1), ME (リンゴ酸酵素; EC No.1.1.1.40), 6 PG (6-ホスホグルコン酸脱水素酵素; EC No.1.1.1.44), PGI (ホスホグルコイソメラーゼ; EC No.5.3.1.9) PGM (ホスホ

グルコムターゼ; EC No.5.4.2.2), SKD (シキミ酸脱水素酵素; EC No.1.1.1.25), TPI (トリオースリン酸イソメラーゼ; EC No.5.3.1.1) の 12 酵素種について行った。

野外観察: 野外観察は 2002 年から 2006 年にかけて、本州 (中部, 近畿) および九州の 6 か所で行った (Table 2)。それぞれの観察地の位置は Fig. 1 にあわせて示した。観察は II 型および III 型にあたる植物あるいは両者の中間型がそれぞれどのような環境に生育しているか、その場所で形態的に複数の型が識別可能か、それとも変異が連続的で識別困難かに着目して行った。またこの場合も、各集団において認識された型から代表的な個体を採取して証拠標本とした。これらの標本は愛知教育大学植物標本室に保管されている。

## 結果

### 1. 愛知県段戸山における集団調査

#### a. 形態的変異

各集団における主軸長と先端角度 (B) の散布図を Fig. 3 に示した。9 月 3 日にサンプリングした個体は○, 9 月 17, 18 日にサンプリングした個体は●で示した。また比較のために、II 型と III 型が近接 (一部混生) して生育し、しかも 2 つの型がはっきり区別できた瀬戸の集団 (花井他 2004) の II, III 型の変異の範囲をそれぞれの散布図上に多角形で示した。

段戸の集団は全ての小群落で 9 月 3 日にサンプリングできた。瀬戸の II 型と比較すると、先端角度がさらに小さい個体が含まれていたが、それらは同じ集団中に含まれる II 型と区別できない個体と連続する変異を示した。

黒田の集団は 9 月 3 日には開花しておらず、サンプリングできたのはどの小群落も 9 月 17, 18 日であった。瀬戸の III 型と比べると、やや主軸長が大きい個体、先端角度が小さい個体が含まれていたが、これも同じ集団中の III 型と区別できない個体と連続した。

Table 2. Places and dates of field observation

Abbreviation	Observed place	Altitude (m)	Date(s)
Mino	Kataji, Mino City, Gifu Pref.	280-870	Sep. 4, Sep. 18, Oct. 14, 2003
Toyota	Tashiro, Toyota City, Aichi Pref.	590-640	Sep. 15, 2002
Seto-B	Hirokute-cho, Seto City, Aichi Pref.	130-160	Jul. 19, Aug. 26, 2006
Otsu	Mts. Hira, Otsu City, Shiga Pref.	250-900	Sep. 2, 2006
Koya	Mt. Koya, Koya Town, Wakayama Pref.	810	Sep. 3, 2006
Fukuoka	Itaya, Fukuoka City, Fukuoka Pref.	550-590	Oct. 24, 2004; Aug. 20, 2005

For voucher specimens in AICH see text.

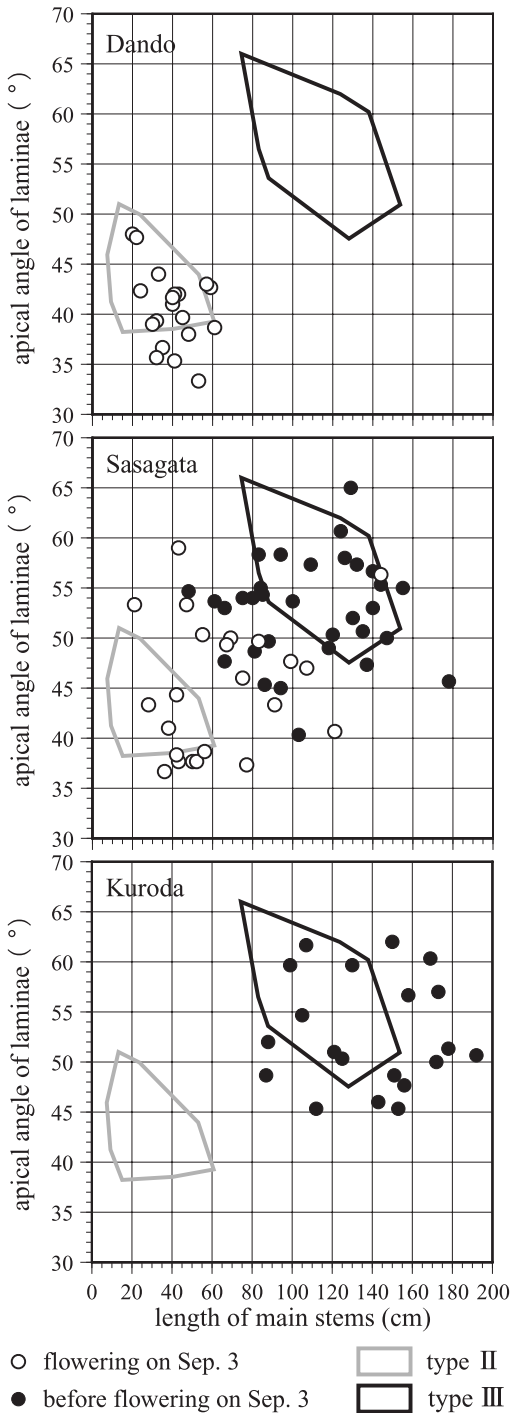


Fig. 3. Scatter diagram showing correlation between length of main stems and apical angle of laminae in each population. Two polygons show the variation range of types II and III in the Seto population after Hanai et al. (2004).

笹形の集団は9月3日に23個体, 9月17, 18日に32個体がサンプリングできた。瀬戸のII型, 瀬戸のIII型, その中間を含む広い範囲の変異が見られた。また, 形態が瀬戸のII型の範囲またはその近傍にあるものは全て9月3日にサンプリングされており, 瀬戸のIII型の範囲またはその近傍にあるものは1個体を除き9月17, 18日にサンプリングされていた。形態がII型とIII型の中間である個体は9月3日にサンプリングできたものと9月17, 18日にサンプリングできたものが混在していた。

葉身長 (L) と先端角度 (B) の散布図も, 主軸長の長い個体は葉身長も大きく, 短い個体は葉身長も小さいため, 主軸長と先端角度の散布図とほぼ同様の結果となった。

b. 開花期

Figure 4 に各集団の開花状態の変化を示した。

9月3日には, 段戸の集団は全ての小群落が咲き始めか花果期で, 開花前の小群落はなかった。黒田

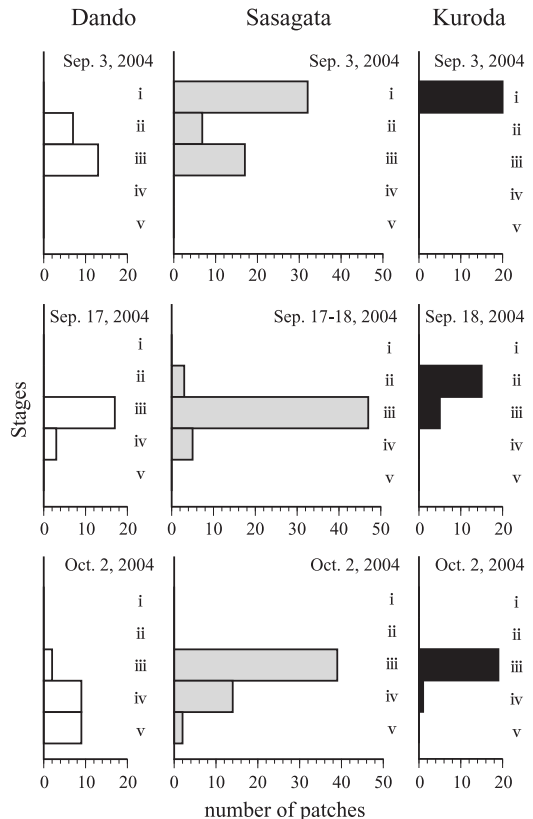


Fig. 4. Seasonal changes of flowering stages in Dando, Sasagata and Kuroda populations. Stage i : before flowering. Stage ii : sporadically flowering. Stage iii : well flowering or with achenes. Stage iv : achenes fallen. Stage v : withered.



の集団は前述したように全ての小群落が開花前だった。笹形の集団は開花前と花果期の小群落が多く、咲き始めの小群落はそのどちらよりも少なかった。

9月17, 18日には、段戸の集団は花果期が最も多く、一部果後の小群落もあった。黒田の集団は咲き始めが最も多く、全体の約1/4は花果期になっていた。笹形の集団は、花果期が最も多く、一部咲き始めと果後の小群落もあった。

10月2日には、段戸の集団は果後と枯死が最も多く、黒田の集団はほとんど全ての小群落が花果期であった。笹形の集団は花果期が最も多かったが、果後の小群落も1/4程度あった。

集団別に見ると、段戸の集団は集団内の開花状況が同調的に変化していた。また、開花期は比較的早く、Ⅱ型の特徴と一致していた。

黒田の集団も集団内の開花状況が同調的に変化していた。また、開花期が比較的遅く、Ⅲ型の特徴と一致していた。

笹形の集団は集団内の開花状況があまり同調的ではなく、形態的にⅡ型に近い植物は開花期が比較的早く、Ⅲ型に近い植物は比較的遅く、中間的な植物は中間的であり、変異が大きかった。

#### c. 生育環境

段戸の集団は人里から離れた山中の林内を流れる沢の岸に生育していた。この環境は、瀬戸などにおけるⅡ型の生育環境と類似したものであった。また、黒田の集団は水田や民家の間を流れる川の周辺や休耕田に生育していた。この環境は、瀬戸などにおけるⅢ型の生育環境と類似したものであった。

笹形の集団は人里から離れた山中に造成された牧場やその周辺の沢沿いに生育していた。近くには黒田ダムがあり、道路や広場も作られていた。形態がⅡ型に近い個体は沢沿いの林内、Ⅲ型に近い個体は路傍や放牧地などの開けた場所に多い傾向があったが、環境がモザイク状に分布しているため、地図上での位置のまともは見られなかった。

#### d. アロザイム分析

今回分析を行った12酵素種から15遺伝子座が得られた。そのうちPGM-2とLAP-1以外の13遺伝子座では、分析した全個体が同じ対立遺伝子を持っていた。PGM-2は全ての集団がaとbの2つの対立遺伝子を持っており、バンドパターンで見ると、段戸および笹形の集団はa, a+bまたはbの個体、黒田の集団はaまたはa+bの個体が見られた。LAP-1は段戸の集団でbとcの2つ、黒田の集団でa, b, c, dおよびeの5つ、笹形の集団でb, c, dおよびeの4つの対立遺伝子が確認された。どちらの遺伝子座でもマーカーとなる対立遺伝子は検出できなかった。

## 2. 本州西部および九州における野外観察

岐阜県美濃市方知(Mino)では、花井他(2004)が報告したように、Ⅱ型がⅠ型と共に標高860~870mの山中の湿地に生育しており、2003年9月4日にはよく開花していた。9月18日に訪れた際には全ての個体の開花を確認することができた(証拠標本:花井567)が、10月14日には果後の個体が見られるのみで、半数以上の個体が枯死していた。一方Ⅲ型に当たる植物は、標高約280mの谷の入り口にあるキャンプ場付近から下流に点々と生育しており、9月4日にはまだ開花していなかった。9月18日にごく一部の個体の花が咲き始めであり、10月14日には全部の個体が開花していた。キャンプ場と湿地の間の距離約5km、標高差約580mの間では、道沿いに探索した限りではミゾソバ類を見ることができなかった。

愛知県豊田市(旧小原村)田代(Toyota)では、田代川に沿った集落や水田周辺にⅢ型にあたる植物が多く、最奥の水田(標高590~600m)の畦にも多数生育していたが、2002年9月15日にはまだ開花していなかった。そこから約100m離れた林内の湿地にはⅡ型にあたる植物の小群落があり、この日にすべて開花中(証拠標本:芹沢78110)であった。また、それより上流の林内にも、Ⅱ型にあたる植物が断続的に生育していた。距離や標高の差は僅かであったが、道沿いに探索した範囲では中間型は見当たらなかった。

愛知県瀬戸市広久手町の吉田川(Seto-B)では、谷の入り口より約1.5kmの位置にある溜池より上流に、おそらく第二次世界大戦中は開墾されて水田になっていたと思われる幅20~30mの平坦地が沢に沿って続いており、そこに茎の全長50~60cm、葉長7~8cm、先端角度40~50°の、茎の全長や葉の先端角度はⅡ型に近いが、葉長が大きい中間型のみが群落を作っていた。溜池より下流は沢沿いに平坦地がなく、林におおわれた林道の脇に同じような形態の中間型がまばらに生育していた。これらは、7月19日にかなりの個体が開花していた。谷の入り口から300mほどの場所より下流では林道沿いに開けた場所があり、Ⅲ型にあたる植物が点在するようになった。これらは、7月19日はもちろんのこと、8月27日も開花していなかった。谷から出た水田や集落の周辺(吉野町)にも、Ⅲ型にあたる植物が多く生育していた。

滋賀県大津市の比良山(Otsu)では、山麓から比良川に沿って標高350m付近までの車道沿いにⅢ型にあたる植物が点在しており、やや離れて標高500m付近にもⅢ型にあたる植物の小集団があっ

た。2006年9月2日の時点では、ほとんどの小集団は開花前であり、ごく一部の小集団だけが僅かに開花していた(証拠標本: 芹沢 80855)。山道に入るとしばらくミゾソバ類は見られなくなったが、金糞峠近くの標高800~850mまで登ると、沢の源流部になる急傾斜の林内にⅡ型にあたる植物が多数生育していた。ここのものは大部分が開花中(証拠標本: 芹沢 80867)で、一部果実がほとんど脱落した小集団(証拠標本: 芹沢 80868)もあった。金糞峠を越えた奥ノ深谷上流にもⅡ型にあたる開花中の植物が点在していた(証拠標本: 芹沢 80865)が、個体数は少なかった。源流部の八雲ヶ原ではⅠ型にあたる植物だけが生育しており、Ⅱ型もⅢ型も見られなかった。

和歌山県高野町高野山(Koya)では、金剛峯寺奥の院付近の狭い範囲で観察しただけであるが、沢沿いの林内湿地や車道が沢を横切る場所にⅡ型が多く生育しており、2006年9月3日の時点で花はほぼ満開であった(証拠標本: 芹沢 80881, 80888)。一方車道脇のやや攪乱された場所には、茎の全長80~110cm、葉長6~8cm、先端角度40~50°の中間型の小群落があり、こちらは花が咲き始めの状態であった(証拠標本: 芹沢 80885)。この場所の中間型はⅡ型に比べ花序が大きいという点でも異なっていたため、中間型とⅡ型は形態的に連続せず、どうか識別可能であった。典型的なⅢ型にあたる植物は観察した範囲では見あたらなかった。

福岡県福岡市早良区板屋(Fukuoka)では、標高550mの南畑ダムの湖岸のあちこちにⅢ型にあたる植物が生育しており、2004年10月28日には開花中(証拠標本: 芹沢 79583)、2005年8月20日には開花前であった。板屋越への林道に入るとⅡ型にあたる植物が出現し、林内の路傍や沢沿いの湿地に小群落が点在していた。距離や標高の差は僅かであったが、中間型は観察されなかった。Ⅱ型にあたる植物は、2004年10月28日には果実がほとんど脱落しており(証拠標本: 芹沢 79584)、2005年8月20日には開花中(証拠標本: 芹沢 80117)であった。

### 考察

今回集団サンプリングを行った3集団のうち、段戸の集団は瀬戸のⅡ型と、黒田の集団は瀬戸のⅢ型と、形態、開花期、生育環境において同様の特徴を持ち、集団内の変異は比較的小さかった。これら2集団に限ってみると、両者は瀬戸の集団と同様に生態的に隔離されており、異なる型として認識できる。野外観察においても、6ヶ所のうち4ヶ所で同様の傾向が認められた。これらのことから、少なく

とも西日本一帯において、これらの2型はしばしば異なる形態的、生態的特徴を保ちながら存続していると考えられる。段戸山の上記2集団の間には400mほどの標高差があり、岐阜県美濃市片知と滋賀県大津市比良山でもかなりの標高差があるが、その一方で愛知県瀬戸では2型の生育地の間にほとんど標高差がなく、愛知県豊田市田代と福岡県福岡市板屋でも同様であったことから、2型の開花期の違いは標高差に基づくものではなく、生態的な違いであると判定してもよいと思われる。

ところが段戸山の上記2集団の中間に位置する笹形では、瀬戸のⅡ型、瀬戸のⅢ型と区別できない個体に加えて、両者の中間的形質を持つ個体が多くみられ、集団内の変異が著しく大きかった。もし、段戸山の3集団に見られる変異が何らかの環境勾配に対応するものであるならば、笹形における変異の大きさや開花期のまともりは他の2集団と同程度になることが期待されるが、笹形における変異はそうではないなかった。Ⅱ型は自然度の高い沢沿いの環境を好み、Ⅲ型は人為的環境を好むこと(花井他 2004)、笹形の集団周辺は、比較的近年になって牧場の造成やダム建設などの大規模な攪乱が起きた場所であることを考慮すると、笹形における幅広い変異は、本来Ⅱ型が生育していた場所に、攪乱に伴ってⅢ型が侵入し、その後交雑が起きた結果として説明できる。笹形で見られた中間型の瘦果は見かけ上は正常に形成されており、アロザイム分析でもⅡ型とⅢ型の間にマーカーとなる対立遺伝子が確認されず、両者間の遺伝的分化の程度は低いと判断されることから、交雑によって生じた中間型が正常な繁殖能力を持つことは不自然ではない。

6ヶ所の野外観察地点のうち和歌山県高野町高野山ではⅡ型にあたる植物の群落に接して少数の中間型が見られ、愛知県瀬戸市広久手町ではⅢ型にあたる植物とⅡ型に近い中間型だけがほぼ異所的に生育していたが、現地の状況から判断すればこれらの集団も交雑由来と考えることが可能である。前者は、本来Ⅱ型の生育地に過去のある時期に道路に沿ってⅢ型が侵入し、現在は典型的なⅢ型は消失して中間型だけが残っている状態と解釈できる。また後者で見られた中間型だけの群落は、過去の水田化によって里地に広く分布するⅢ型がⅡ型の生育地に侵入して笹形のような雑種集団を形成する一方で典型的なⅡ型は生育環境の変化によって消失し、その後水田が放棄されて自然が回復する過程で典型的なⅢ型も消失して中間型のみが残っている状態と解釈できる。ミゾソバ類は閉鎖花をつけ自殖性が高いと推定されるから、変異が大きい雑種集団が形成されても、しばらく時間が経てばある型だけに収束してしまうこ

とは十分考えられる。

以上のことから、Ⅱ型（花井他 2004 で述べたように長谷川 1985 のヒカゲミゾソバに相当すると思われる）とⅢ型（狭義のミゾソバ）は、本来は生育環境と開花期で分化しており、形態的にもそれぞれの特徴を保っているが、遺伝的分化の程度は低く、何らかの要因で同所的に生育した場合は交雑し中間型を生じるという関係にあると判断される。このような関係は今後ミゾソバの分類を検討する上で適切に考慮されるべきである。

#### 引用文献

- 花井隆晃・渡邊幹男・芹沢俊介. 2004. ミゾソバ（タデ科）の分類学的再検討（1）愛知県および岐阜県南東部における単位群の識別. 植物地理・分類研究 **52**: 167-174.
- 花井隆晃・渡邊幹男・芹沢俊介. 2006. ミゾソバ（タデ科）の分類学的再検討（2）滋賀県浅井町および東京都高尾山における群構成. 植物地理・分類研究 **54**: 7-14.
- 長谷川義人. 1985. ミゾソバ類について. 神奈川県自然誌資料 (6): 13-20.
- 北川政夫. 1982. タデ科. 佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・巨理俊次・富成忠夫（編）. 日本の野生植物 草本Ⅱ 離弁花類, pp. 14-26, pls. 11-25. 平凡社, 東京.

(Received February 15, 2007; accepted December 10, 2007)