

北アルプス山岳域におけるミヤマアオイの倍数体と地理的分布

上野 直美・菅原 敬

信州大学理学部生物科学科

Polyploidy and Geographical Distribution of *Asarum fauriei* var. *nakaianum* in The Northern Japanese Alps

Naomi Ueno and Takashi Sugawara

Department of Biology, Faculty of Science, Shinshu University, Matsumoto 390-8621

Key words: Altitude, *Asarum fauriei* var. *nakaianum*, Diploid, Geographical distribution, Northern Japanese Alps, Polyploidy, Triploid, Type locality

標高, ミヤマアオイ, 2倍体, 地理的分布, 北アルプス, 倍数体, 3倍体, 基準産地

1. はじめに

カンアオイと言えば、ギフチョウを連想される方が多いはずである。幼虫が葉を食草にしていることから、ギフチョウ愛好家には特に興味深い植物である。北アルプス山岳域にはウスバサイシンやミヤマアオイが分布するが、前者はヒメギフチョウの食草に、そして後者はギフチョウの食草に利用されている(日浦, 1978; 藤沢, 1983)。いずれも春を代表する植物として親しまれ、特に後者のミヤマアオイについては分布が北アルプス山岳域に限定され、またギフチョウの食草でもあることから大切に保護されてきた植物である。その現れでもあろうが、1998年の長野オリンピックの際には白馬ジャンプ場建設予定地に生育するミヤマアオイが周辺の地域へ移植されたと聞いている。しかし、一方ではスキー場や別荘地等の開発により生育地が狭められ、またギフチョウ食草であるがゆえに心ない愛好家による盗掘が進み、最近では日本産絶滅危惧植物の一つにも数えられている(日本植物分類学会絶滅危惧植物問題専門第一委員会, 1998)。

最近、白馬村周辺に自生するミヤマアオイについて、2倍体と3倍体個体が存在することが報告されている(菅原, 1994)。2倍体と3倍体との間には生殖的結びつきがないため、野外において異なる自然群として存在している可能性がある。しかし、これらが野外において別の集団をつくっているのか、あるいは混在しているのか、さらには北アルプス山岳域全体を通じてどのような地理的分布をもって存在

しているのか、全く不明である。もし、2倍体と3倍体がよく近接した地域に生育するようであれば、上述したような安易な植物体の移植は個体群に攪乱をもたらす危険性がある。それを避け、また自然群としてのまとまりを捉えるためには、これらの2倍体と3倍体の個体が、北アルプス山岳域においてそれぞれどのように存在しているのか、その実態を解明しておくことは重要と考える。そのような課題への貢献を目的として、この調査は進められた。ここではこれまでの成果をまとめて報告する。

2. 材料と方法

カンアオイ属(*Asarum sensu lato*)は東アジア、北米そしてヨーロッパに約100種が知られているが、なかでも東アジアでの種分化が著しく70種ほどが記載されている(菅原, 1991)。日本列島には50種ほ



Fig. 1. *Asarum fauriei* var. *nakaianum*

どが分布するが、その多くは日本固有種である。ミヤマアオイ (Fig. 1) は1932年に上高地産の標本に基づき独立種として記載された (Maekawa, 1932) が、その後の研究では東北地方に分布するミチノクサイシンの変種 *Asarum fauriei* Franch. var. *nakaianum* (F. Maek.) Ohwi として扱われることが一般的である (大井, 1953; 前川, 1959, 1968)。ミヤマアオイは北アルプスの標高1000m以上のブナ帯に適応し分化した植物と見なされ、その特徴としては円形のやや厚い葉をつけ、花が浅い筒形で、花

柱付属突起が花筒口よりいくぶん突出することなどが挙げられている (前川, 1959, 1968)。しかし、標高1000m以下の低湿地や低山地に分布するヒメカンアオイとの形態的連続性も指摘され (水野, 1982)、分類学的取り扱いについてはいまだに問題を含んでいる。しかし、ここでは分類学的問題には立ち入らず、従来の分類システムに従い、一つ分類群として取り扱っていく。調査した個体群は北アルプス山岳域の標高700m以上のブナ帯に生育し、いずれも円形の葉をつける。

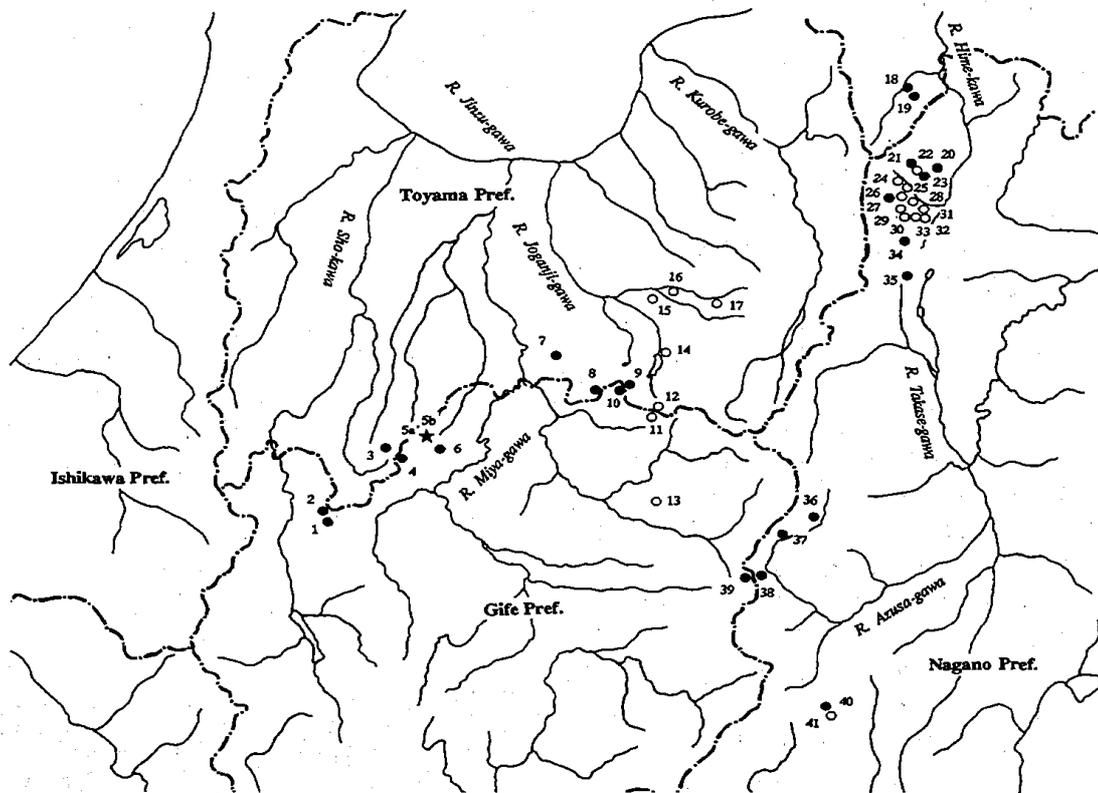


Fig. 2. Map showing the localities of 41 populations examined in northern Japanese Alps and their polyploidy. Triploid population = closed circle. Diploid population = open circle. Mixed population = asterisk. Number of individuals examined is inserted in parentheses after a hyphen. 1, Amo-toge I-(5); 2, Amo-toge II-(4); 3, Higashimata-(2); 4, Nara-toge-(5); 5, Koshirakimine-(15); 6, Gomisawa -(1); 7, Mozumi-toge-(2); 8, Mt. Takahata-(3); 9, Ootawa-toge I-(3); 10 Ootawa-toge II-(5); 11, Hietsu-toge I-(3); 12, Hietsutoge II-(1); 13, Kitanomata-(6); 14, Oridate-(2); 15, Mt. Ooshina-(5); 16, Bijo-daira-(3); 17, Midagahara-(3); 18, Shiroike I-(4); 19, Shiroike II-(8); 20, Ochikura-(2); 21, Mt. Iwatake I-(7); 22, Mt. Iwatake II-(3); 23, Mt. Iwatake III-(2); 24, Takinosawa-(3); 25, Kitamatairi-(5); 26, Minamimatairi-(5); 27, Kotoriike-(3); 28, Nakagurosawa-(2); 29, Kurobishitaira-(3); 30, Hirakawa-(2); 31, Misorano I-(5); 32, Misorano II-(4); 33, Misorano III-(1); 34, Kamishiro-(2); 35, Kurosawa-(4); 36, Myojin-ike-(2); 37, Nakanose-(2); 38, Nakanoyu-(6); 39, Abo-toge-(4); 40, Sakai-toge I-(3); 41, Sakai-toge II-(1).

植物試料は、北アルプス山岳域における倍数性の 実態を把握するために、できるだけ広い地域からサ

ンプリングを進めた。全体で41集団を解析した(Fig. 2参照)。また、染色体数の確認には根端の分裂組織を用い、酢酸オルセイン染色-押しつぶし法で解析した。

3. 結果及び考察

1) 倍数体と地理的分布

染色体の解析より、北アルプス山岳域のミヤマアオイには $2n=24$ の2倍体個体と $2n=36$ の3倍体個体が確認された。なお、広範囲の調査にも関わらず、今回の調査では4倍体の出現は見られなかった。これらの倍数体は、小白木峰個体群の場合を除いて、各個体群内では常に同一倍数体のみが確認されたが、小白木峰個体群(Fig. 2, No. 5)では2倍体と3倍体個体の混在が見られた。

Fig. 2にまとめて示した。これを見ると3倍体は北アルプスのかなり広い範囲に分布していることがわかる。ミヤマアオイのタイプロカリティでもある上高地周辺個体群(Nos.36,37)は3倍体のみであるが、そのような3倍体はさらには岐阜県と富山県の県境付近(奥飛騨地方)、そして長野県北部白馬村周辺から新潟県糸魚川市付近にも確認される。一方、立山周辺は2倍体のみで、このような2倍体は富山県と岐阜県との県境界、そして長野県白馬村付近に確認される。Fig. 2を見ると2倍体と3倍体がある程度の地理的まとまりをもって分布しているようにみえる。しかし、これは必ずしもはっきりとしたものではなく、長野県北部の白馬村周辺地域では2倍体と3倍体はかなり近接し、しかも一部入れ子状の様相もみられる。その様子を次にもう少し詳しく述べる。

調査した個体群ごとの倍数性及び調査個体数を

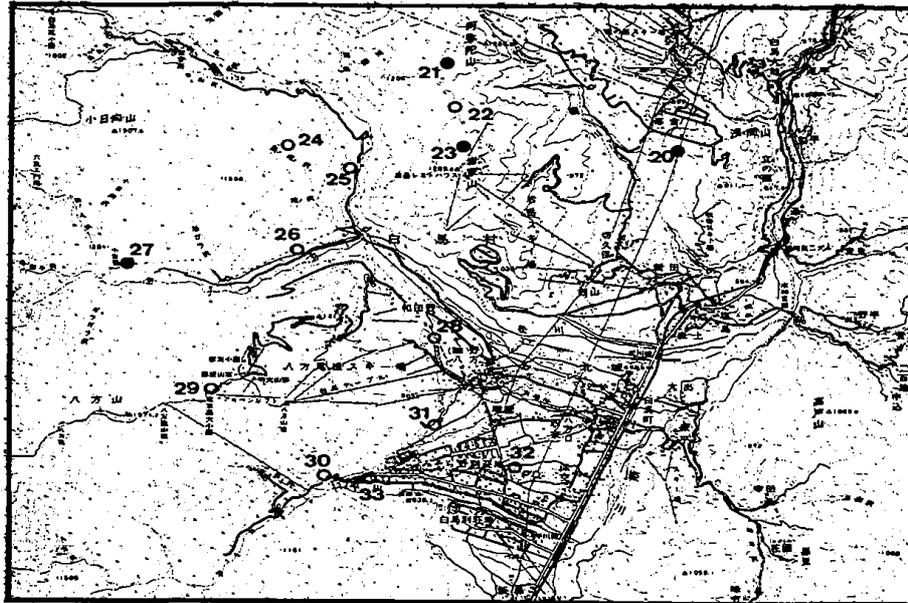


Fig. 3. Map showing the distribution of triploids (closed circle) and diploids (open circle) in Hakuba-mura. Population Nos.20, Ochikura; 21, Mt. Iwatake I; 22, Mt. Iwatake II; 23, Mt. Iwatake III; 24, Takinosawa; 25, Kitamatairi; 26, Minamimatairi; 27, Kotoriike; 28, Nakagurosawa; 29, Kurobishitaira; 30, Hirakawa; 31, Misorano I; 32, Misorano II.

2) 白馬村周辺地域における2倍体と3倍体の分布

Fig. 3は長野県北部白馬村周辺地域個体群における2倍体と3倍体の出現の様子を示したものである。

この地域では2倍体が中心部に、そして3倍体はその周辺部に分布する傾向が認められる。しかし、例えば岩岳に着目してみると、尾根筋にのびる遊歩道に沿って2倍体(Fig. 3, No. 22)と3倍体(Fig. 3,

Nos. 21, 23) が異所的ではあるが、かなり近接したところに出現していることがわかる。

細胞学的解析を通じて倍数性が明らかになった個体について、野外における生育状況をみると、2倍体、3倍体という細胞学的特性にかかわらず、それぞれはパッチ状に大きな株をつくって生育している。これは根茎を長く伸ばして広がる栄養繁殖のためであるが、3倍体同様、2倍体においても有性生殖より、むしろ栄養生殖を積極的におこなっている可能性を示唆する。

3) 倍数性と垂直分布

ミヤマアオイは北アルプスにおいて標高 2000m 付近まで分布することが知られている (水野, 1982)。これは暖温帯域に分布の中心をもつ常緑性カンアオイ属植物のなかには特異な現象である。この

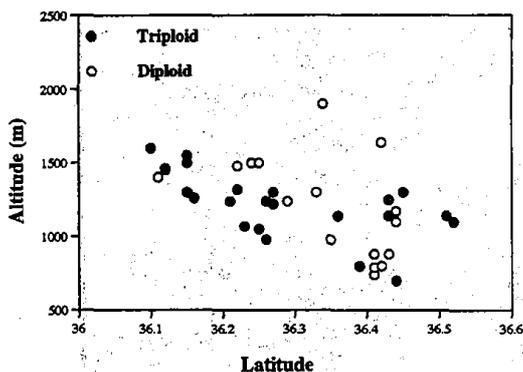


Fig. 4. Relationship between altitude and polyploidy. Open circle = diploid. Closed circle = triploid.

ような高標高域への進出を可能にしている背景は何だろうか。一つ浮かぶことは倍数性との関わりである。一般に高標高域に生育する植物では低温への適応として倍数性を発達させることが報告されている (Stebbins, 1971)。そこでミヤマアオイについても倍数性と標高との関連をさぐってみた。その結果を表したものが Fig. 4 である。横軸には採集地の緯度、縦軸には標高を示している。この図をみると、低標高域 (700m) から高標高域 (1900m) の広い範囲に渡って 2 倍体が出現し、同様に 3 倍体も 950m ~ 1530m 付近におよぶことがわかる。したがって、2 倍体が低標高域に、3 倍体がより高標高域に分布するというような傾向は認められない。どうやら高標高

域への進出に倍数化は関係ないようである。

4) 倍数性と生育環境

すでに述べたように、2 倍体と 3 倍体はふつう異所的に出現していたが、これは好む生育環境が違うためであろうか。生育環境との関連を探ってみた。2 倍体と 3 倍体が同所的に生育する小白木峰の場合について検討してみると、連続的ながらも 3 倍体は乾燥しやすい林床に、そして 2 倍体はより湿地に近い方に生育している様子がうかがえる。これが一般的傾向なのかどうかを他の集団、例えば白馬村周辺についてみると、3 倍体は湿地 (例えば黒沢湿原) や尾根筋 (例えば岩岳) の乾燥しやすい地域にも出現していることがわかる。これは 2 倍体についても同様である。したがって、倍数体の出現は特定の生育環境に強く結びついた特性とはいえないようである。

5) 3 倍体の起源

このように 3 倍体の出現と標高や生育環境との間になら関連性は認められない。3 倍体は花はつけるものの結実することなく、根茎を伸ばして広がる栄養繁殖を行うのみである。このような繁殖様式を行っている 3 倍体が北アルプスに広く分布しているという事実はどう説明できるだろうか。これには 3 倍体の起源の問題が深く関わってくるはずである。

3 倍体の起源については 2 つの可能性が考えられる。その一つは 2 倍体と 4 倍体との間の雑種起源ではないかという考えである。この可能性は否定できないが、しかし、これまでの北アルプス山岳域での調査から 4 倍体の出現が確認できないという事実もある。カンアオイ属で 4 倍体が知られるのは長野県北部から日本海側地域に分布するコシノカンアオイ *Asarum megacalyx* F. Maek. のみである (Sugawara, 1998)。この種と 3 倍体との形態的特徴を比べても単純には結びつけがたい。もう一つの可能性は、2 倍体の非減数配偶子と減数配偶子との間の受精による 3 倍体の出現である。倍数化に非減数配偶子が関与することは、植物では数多くの例が知られているため (館岡, 1983)、その可能性は十分考えられる。この調査からはどちらかを支持するデータは何も得られないが、同地域内に 4 倍体の出現がみられないという事実、そして低温による非減数配偶子形成の可能性を考慮すると、より後者の可能

性が高いように思われる。これが、3倍体における個体群ごとの葉質の微妙な違い、そして3倍体の分布の広さに反映されているようにも考えられる。この問題については今後遺伝的解析を進めることで答えを出していきたい。

4. まとめ

北アルプス山岳域において、ミヤマアオイ 2倍体と3倍体の地理的分布、各集団における出現の様相を調査した。その結果、1) ミヤマアオイ 3倍体は基準産地(上高地)を含む北アルプス山岳域の広範囲に、そして2倍体は立山周辺から岐阜・富山県境付近と白馬村周辺に出現する、2) 2倍体と3倍体個体は多くの地域で異所的に出現するが、小白木峰では2倍体と3倍体が同所的に生育している、3) 白馬村周辺では2倍体と3倍体がかかなり近接して分布する、4) 2倍体と3倍体との間には生育環境の違いや垂直分布上の違いは認められない、ということが確認された。これらの結果は今後3倍体起源の問題、そして2倍体と3倍体の分類学的再検討、さらには低標高地に生育するいわゆるヒメカンアオイとの関連性を検討していくうえの基礎資料になると考える。

最後に、試料のサンプリングにおいて貴重な情報を提供して下さった篠崎益雄氏、藤巻憲秀氏、伊藤建夫氏にお礼申し上げます。また採取を許可して下さった環境庁等にもお礼申し上げます。

5. 引用文献

- 藤沢 正平 (1983) ギフチョウとカンアオイ. ギフチョウ研究会, 飯山市.
- 日浦 勇 (1978) 蝶のきた道. 蒼樹書房, 東京.
- Maekawa, F. 1932. *Alabastra Diversa* I. Bot. Mag. (Tokyo) 46: 561-586.
- 前川 文夫 (1959) カンアオイ属. 園芸植物大辞典 (石井勇義編). 誠文堂新光社, 東京.
- 前川 文夫 (1968) カンアオイ属. 最新園芸植物大辞典. 誠文堂新光社, 東京.
- 日本植物分類学会絶滅危惧植物問題専門第一委員会 (1998) 日本産野生維管束植物レッドリスト. 日本植物分類学会会報 13 (2) : 45-80.
- 大井次三郎 (1953) 日本植物誌. 至文堂, 東京.
- Stebbins, G.L. (1971) *Chromosomal Evolution in Higher Plants*. Edward Arnold Ltd., London.
- 菅原 敬 (1991) カンアオイ属植物の系統・分類学的研究の現状. 植物分類学会会報 8 (4) : 83-90.
- 菅原 敬 (1994) ミヤマアオイには2倍体と3倍体が存在する. 長野県植物研究会誌 27 : 39-41.
- Sugawara, T. (1998) A taxonomic study of *Asarum megacalyx* F. Maek. and related taxa (Aristolochiaceae) distributed in Niigata Prefecture and adjacent areas of Japan. Acta Phytotax. Geobot. 49 (1): 1-17.
- 館岡亜緒 (1983) 植物の種分化と分類. 養賢堂, 東京.
- 水野 透 (1982) 立山のギフチョウとヒメカンアオイ. Amica 27 : 143-179.