

長野県中部（松本市藤井谷）におけるスミレ属の植物季節と共存率

永山葉子¹⁾・佐藤利幸²⁾

¹⁾信州大学大学院工学系研究科地球生物圏科学専攻

²⁾信州大学理学部生物科学科

An analysis of phenology and coexistence of *Viola* in central Nagano (Matsumoto-shi Fujiidani)

Yoko Nagayama¹⁾, Toshiyuki Sato²⁾

¹⁾ Earth Biosphere Course, Graduating School of Engineering of Shinshu University,
Matsumoto 390-8621 Japan

²⁾ Department of Biology, Faculty of Science, Shinshu University,
Matsumoto 390-8621 Japan

Key words : *Viola*, coexistence, phenology, biodiversity, , Hot spot, Matsumoto

スミレ属、共存率、植物季節、種多様性、ホット・スポット、松本市

はじめに

スミレ科 (*Violaceae*) は現在 23 属 800 種に分類されている。そのうち 21 属は木本種だけで構成され、科全体では 500 種が木本という、樹木中心の科である。属レベルでの分布の中心は南米・アンデス山麓にあり、この地域がスミレ科各属の分化の中心地と考えられている。

スミレ科は、軟らかい果実の外側が薄い果皮に包まれ放射相称の花を持つ仲間と、果皮が硬いグループとに大別される。果皮が薄いものは、小高木と低木 350 種からなるリノレア属など 8 属がある。また、果皮が硬いグループは花が左右相称のものと放射相称のものに分けられ、前者には草本、小低木、低木約 150 種からなるヒバントゥス属などが挙げられる。これらはすべて熱帯から亜熱帯を中心に分布している。しかし、種数を基準としたスミレ科の分布は、スミレ属 (*Viola*) の大半が分布する北半球の温帯地域に集中している。

スミレ属はスミレ科最大の属で約 400 種が確認されている。一年草から多年草、小低木、低木と多様に分化しており、多年草の種には開放花と閉鎖花の 2 型花が知られている。分布域も最大で南極大陸を除いた全大陸に生育しているが、その中心は温帯の湿潤地にある(橋本 1995)。

日本列島は世界でも有数のスミレ属植物の産地である。現在多年生草本のみ 1 属 57 種 27 変種の自生が知られており、長野県内ではそのうち 39 種 11 変種 25 品種 46 雑種が確認されている(清水 1997)。日本のスミレ属植物には、人里に生育し雑草的な性質を示す種から、高山種までが内包されている。

本研究において調査地とした松本市里山辺字藤井・藤井谷では、過去 11 年間に 10 ~ 14 種のスミレ属植物の生育が確認されている(永山 2000)。また絶滅が危惧される遺存種であるタデスミレの自生地にも近く、長野県内でもスミレ属の多様性に富んだ場所と言うことが出来よう。また、藤井谷は松本市街から美ヶ原高原へと続く里山である。同地において、一つの属としては最多の種数が生育しているスミレ属の分布状況やフェノロジーのデータは、里山の林床草本植生の多様性に関する基礎資料として活用できると考える。

本研究では、藤井谷で得られた記録から以下の三点について解析を行った。

①スミレ属植物各種の分布特性

—出現率と共存特性—

②スミレ属植物のホットスポット(多種生育範囲)

の空間分布

③スミレ属植物の開花フェノロジー (植物季節)

スミレ属の植物季節に関する調査は、1996年に信州大学自然科学研究会(植物分科会)が1998年から2000年に同植物分科会と永山が行った。96年度には藤井谷に生育が確認できたスミレ属植物の開花個体数を4月1日から6月30日まで種毎に記載した。その調査範囲は標高約1,000m地点までであった。98年以降は個体数の記載はせず、藤井谷全域(標高675-1225m)においてスミレ属各種の開花開始日と終了時期を確認すると共に、種毎の開花確認回数・写真記録などを総合して開花最盛期を判断した。各年の調査回数は1996年20回、1998年17回、1999年20回、2000年12回である。

スミレ属の分布については、1998年5月12日から6月22日まで信州大学理学部生物学科の生態学実験講義時間等に永山が8回行った。藤井谷全体を100m四方に区画し、それを更に4分割して設けた25m×25mのコドラートを単位とし、この区画内でのスミレ属植物各種の有無を記載した。なお、距離は1/2500地図を目安にして歩測した。調査区画総数は415である。

(1) 確認種

松本市藤井谷に分布が確認されたスミレ属は以下の11種であった。(図1-い〜る参照)

〈タチツボスミレ類〉

タチツボスミレ(*Viola grypoceras*): い

エゾノタチツボスミレ(*Viola acuminata*): ろ

〈ニオイスミレ類〉

アオイスミレ(*Viola hondoensis*): は

エゾアオイスミレ(*Viola collina*): に

〈ニョイスミレ類〉

ニョイスミレ(*Viola verecunda*): ほ

〈イブキシミレ類〉

イブキシミレ(*Viola mirabilis* var. *subglabra*): へ

〈ミヤマスミレ類〉

ヒナスミレ(*Viola tokubuchiana* var. *takedana*): と

アカネスミレ(*Viola phalacrocarpa*): ち

ゲンジスミレ(*Viola variegata* var. *nipponica*): り

エイザンスミレ(*Viola eizanensis*): ぬ

〈スミレサイシン類〉

アケボノスミレ(*Viola rossi*): る



1-い: タチツボスミレ



1-ろ: エゾノタチツボスミレ



1-は: アオイスミレ



1-に: エゾアオイスミレ



1-ほ: ニョイスミレ



1-へ: イブキシミレ



1-と: ヒナスミレ



1-ち: アカネスミレ



1-り: ゲンジスミレ



1-ぬ: エイザンスミレ



1-る: アケボノスミレ

図1-い〜る: 確認したスミレ属植物各種のスケッチ

(2) 分布状況—出現率と各種の共存特性—

①スミレ属各種の出現率

全調査サイト415のうち、スミレ属植物の生育が確認されたのは228サイトであった。これは全サイトの約55%に相当する。確認されたスミレ属植物11種の出現頻度をまとめると以下(表1)のようになる。

生育が確認されたサイト(出現サイト)が最多であったのはタチツボスミレで、全サイトの40%弱、スミレ属出現サイトの70%弱に上った。次いでアオイスミレの出現サイトが多くあった。逆に出現サイトが少なかったのはエイザンスミレ、アカネスミレ、ゲンジスミレである。

またスミレ属各種について、その出現サイトの標高を調べてみると次のような結果が得られた。(表2)即ち、最も出現頻度の高いタチツボスミレはすべての標高区分に分布し、同じく頻度の高いアオイスミレやエゾノタチツボスミレも幅広い標高区分で確認されたのに対し、出現頻度の低い上記三種の分布は、950m付近のごく限られた地点に集中している。

また各種の出現サイトが増加する高度は、1200m付近と950m付近とに集中しており、これはほとんど全ての種に共通していた。しかしその一方、垂直分布に明確な特徴の見られる種は少ないため、高度が生育を制限している可能性は低く、水分環境、周辺植生など他の要因が大きく作用しているものと考えられる。

種名	出現サイト数	出現数/調査 サイト総数(415)	出現数/スミレ出現 サイト総数(228)
タチツボスミレ	155	0.373	0.680
エゾノタチツボスミレ	58	0.140	0.254
アオイスミレ	111	0.267	0.487
エゾアオイスミレ	33	0.080	0.145
ニョイスミレ	48	0.116	0.211
イブキスミレ	28	0.068	0.067
ヒナスミレ	43	0.104	0.189
アカネスミレ	10	0.024	0.024
ゲンジスミレ	13	0.031	0.057
エイザンスミレ	6	0.014	0.026
アケボノスミレ	23	0.055	0.100

表1：確認されたスミレ属植物11種の出現サイト数と出現頻度

標高区分(m)	675- 725	725- 775	775- 825	825- 875	875- 925	925- 975	975- 1025	1025- 1075	1075- 1125	1125- 1175	1175- 1225
出現サイト数	3	21	10	18	19	28	45	11	11	17	51
タチツボスミレ	3	18	9	17	20	25	31	6	6	8	9
エゾノタチツボスミレ	1	7	4	—	3	5	5	4	6	4	19
アオイスミレ	—	7	3	10	12	12	17	9	9	8	24
エゾアオイスミレ	—	—	—	4	—	1	4	5	2	5	12
ニョイスミレ	—	—	2	—	—	10	4	—	1	5	26
イブキスミレ	—	—	3	3	3	4	8	2	—	—	5
ヒナスミレ	—	—	—	10	14	5	12	2	—	—	—
アカネスミレ	—	—	—	—	—	8	1	—	—	—	1
ゲンジスミレ	—	—	—	—	1	5	3	—	—	—	4
エイザンスミレ	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
アケボノスミレ	—	—	—	—	—	2	6	—	1	1	13
出現種数	2	3	5	5	6	11	10	6	6	6	9
1サイト当り 平均出現種数	1.33	1.54	2.10	2.44	2.79	3.00	2.02	2.55	2.27	1.82	2.22

表2：スミレ属植物各種の出現サイトの垂直分布と標高区分ごとの平均出現種数

②スミレ属植物の共存率

藤井谷における11種のスミレ属植物の分布には、どのような種間関係（共存・すみわけ）がみられるのかを解析した。

まずスミレ属植物各種の他種との共存状況について、各々が同所的に確認されたサイト数およびその割合は表3のようであった。

多くの種において、高い割合で同所的であったのはタチツボスミレ、次いでアオイスミレである。この二種は出現頻度が高いものであるので、共存関係があるのではなく、同所的になる確率が高くなったものと推定される。出現頻度の低い種の場合は、これと全く逆のことが言え、たとえ実際に共存関係が存在していても検出されない可能性が高くなる。

この出現頻度による誤差を是正するために、上の結果から種間関係を示すIC（ともずみ・すみわけ指数）とSI（類似度指数）を算出した（表4）。

ICは「コールの指数」とも呼ばれ、任意の二種間に共存、あるいはすみわけの関係が成立しているか否かを評価するのに用いられている。算出方法は以下の通りである。

〈種間相関の四分表〉（表5）

		種X		計
		在	不在	
種Y	在	a	b	a + b
	不在	c	d	c + d
計		a + c	b + d	N

$$ad \geq bc \cdots IC = (ad - bc) / (a + b) \times (a + c)$$

$$ad \leq bc, a \leq d \cdots IC = (ad - bc) / (a + b) \times (a + c)$$

$$ad \leq bc, a \geq d \cdots IC = (ad - bc) / (b + d) \times (c + d)$$

$$+1 \leq IC \cdots \text{ともずみ(共存)指数}$$

$$IC \leq -1 \cdots \text{すみわけ指数}$$

つまり、任意の2種間において、IC値が1以上であれば共存関係が、1以下であればすみわけしていると見ることが出来る。全サイト数を基準とするため、出現頻度の低い種についても、正確な種間関係の検出が可能である（沼田 1995）。

またSIの算出方法を同様に表5を用いて表すと、 $SI = 2a / (a + c) + (a + b)$ となる。これは2種の出現サイトの重複率であり、完全に重複（共存）していれば1、独立（すみわけ）の場合は0となる。同所的に確認される割合と同様、出現サイトのみを扱うため、低頻度種については正確な検出が困難であると考えられるが、算出が容易であるという利点は大きい。

上段：サイト数 下段：その割合	い	ろ	は	に	ほ	へ	と	ち	り	ぬ	る
い)タチツボスミレ (152)	<u>0.30</u> 45	<u>0.19</u> 29	<u>0.48</u> 73	<u>0.14</u> 21	<u>0.12</u> 19	<u>0.14</u> 22	<u>0.26</u> 39	<u>0.05</u> 7	<u>0.07</u> 10	<u>0.03</u> 5	<u>0.07</u> 10
ろ)エゾノタチツボスミレ (58)	<u>0.5</u> 29	<u>0.09</u> 5	<u>0.57</u> 33	<u>0.19</u> 11	<u>0.43</u> 25	<u>0.16</u> 9	<u>0.14</u> 8	<u>0.07</u> 4	<u>0.09</u> 5	<u>0.05</u> 3	<u>0.09</u> 5
は)アオイスミレ (111)	<u>0.66</u> 73	<u>0.30</u> 33	<u>0.12</u> 13	<u>0.28</u> 31	<u>0.18</u> 20	<u>0.19</u> 21	<u>0.23</u> 26	<u>0.05</u> 6	<u>0.04</u> 4	<u>0.05</u> 5	<u>0.07</u> 8
に)エゾアオイスミレ (33)	<u>0.64</u> 21	<u>0.33</u> 11	<u>0.94</u> 31	<u>0</u> 0	<u>0.27</u> 9	<u>0.21</u> 7	<u>0.18</u> 6	<u>0</u> 0	<u>0.06</u> 2	<u>0.03</u> 1	<u>0.18</u> 6
ほ)ニョイスミレ (48)	<u>0.40</u> 19	<u>0.52</u> 25	<u>0.42</u> 20	<u>0.19</u> 9	<u>0.19</u> 9	<u>0.21</u> 10	<u>0.06</u> 3	<u>0.19</u> 9	<u>0.06</u> 3	<u>0.13</u> 6	<u>0.19</u> 9
へ)イブキスミレ (28)	<u>0.79</u> 22	<u>0.32</u> 9	<u>0.75</u> 21	<u>0.25</u> 7	<u>0.36</u> 10	<u>0</u> 0	<u>0.39</u> 11	<u>0.11</u> 3	<u>0.11</u> 3	<u>0.11</u> 3	<u>0.36</u> 4
と)ヒナスミレ (43)	<u>0.91</u> 39	<u>0.19</u> 8	<u>0.61</u> 26	<u>0.14</u> 6	<u>0.07</u> 3	<u>0.26</u> 11	<u>0.07</u> 3	<u>0.05</u> 2	<u>0.02</u> 1	<u>0.05</u> 2	<u>0.05</u> 2
ち)アカネスミレ (10)	<u>0.7</u> 7	<u>0.4</u> 4	<u>0.6</u> 6	<u>0</u> 0	<u>0.9</u> 9	<u>0.3</u> 3	<u>0.2</u> 2	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0.3</u> 3	<u>0.2</u> 2
り)ゲンジスミレ (13)	<u>0.77</u> 10	<u>0.39</u> 5	<u>0.31</u> 4	<u>0.15</u> 2	<u>0.23</u> 3	<u>0.23</u> 3	<u>0.08</u> 1	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0.08</u> 1	<u>0.15</u> 2
ぬ)エイザンスミレ (6)	<u>0.83</u> 5	<u>0.5</u> 3	<u>0.83</u> 5	<u>0.17</u> 1	<u>1.0</u> 6	<u>0.5</u> 3	<u>0.33</u> 2	<u>0.5</u> 3	<u>0.17</u> 1	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0
る)アケボノスミレ (23)	<u>0.44</u> 10	<u>0.22</u> 5	<u>0.35</u> 8	<u>0.26</u> 6	<u>0.39</u> 9	<u>0.17</u> 4	<u>0.09</u> 2	<u>0.09</u> 2	<u>0.09</u> 2	<u>0</u> 0	<u>0.17</u> 4

表3：スミレ属各種が同所的に出現するサイト数と その割合

細字：I C 太字：S I	い	ろ	は	に	ほ	へ	と	ち	り	ぬ	る	ICの 平均値
い)タチツボスミレ	—	-0.25	-0.01	-0.05	-0.41	0.18	0.36	0.05	0.15	0.25	-0.78	-0.51
ろ)エゾノタチツボスミレ	0.27	—	0.17	-0.06	<u>1.05</u>	0.15	-0.27	0.57	0.51	0.97	-0.26	0.26
は)アオイスミレ	0.55	0.39	—	0.90	-0.04	0.06	0.42	0.23	0.37	0.71	-0.29	0.25
に)エゾアオイスミレ	0.23	0.24	<u>0.43</u>	—	0.30	0.72	-0.04	<u>-1.00</u>	0.11	0.15	0.80	0.18
ほ)ニョイスミレ	0.19	<u>0.47</u>	0.25	0.22	—	0.98	<u>1.65</u>	<u>3.28</u>	0.10	<u>3.75</u>	0.87	<u>1.15</u>
へ)イブキスミレ	0.24	0.21	<u>0.30</u>	0.23	0.26	—	<u>1.08</u>	0.32	0.88	<u>3.07</u>	0.42	0.79
と)ヒナスミレ	<u>0.40</u>	0.16	<u>0.34</u>	0.16	0.07	<u>0.31</u>	—	0.06	-0.59	0.77	-0.54	0.29
ち)アカネスミレ	0.09	0.12	0.09	0	<u>0.31</u>	0.16	0.08	—	<u>-1.00</u>	<u>10.4</u>	0.98	<u>1.39</u>
り)ゲンジスミレ	0.12	0.14	0.06	0.09	0.10	0.15	0.04	0	—	<u>1.39</u>	0.53	0.25
ぬ)エイザンスミレ	0.06	0.09	0.09	0.05	0.22	0.18	0.08	<u>0.38</u>	0.11	—	<u>-1.00</u>	<u>1.11</u>
る)アケボノスミレ	0.11	0.12	0.11	0.21	0.25	0.16	0.06	0.12	0.11	0	—	0.07
S I の平均値	0.26	0.21	0.26	0.19	0.23	0.22	0.17	0.14	0.09	0.13	0.13	

表4：スミレ属各種のともずみ・すみわけ指数（I C）と類似度指数（S I）

S I 値が高く、共存関係が示唆されたのは、

タチツボスミレ—アオイスミレ
エゾアオイスミレ—アオイスミレ
ヒナスミレ—タチツボスミレ
アオイスミレ—エゾノタチツボスミレ
エイザンスミレ—アカネスミレ
などである。

また I C 値が高く、有意に共存関係にあると示唆されたのは、

エイザンスミレ—アカネスミレ
ニョイスミレ—エイザンスミレ
ニョイスミレ—アカネスミレ
ニョイスミレ—ヒナスミレ
ゲンジスミレ—エイザンスミレ
イブキスミレ—ヒナスミレ
エゾノタチツボスミレ—ニョイスミレ
である。

逆にすみわけ関係が推定されたのは

エゾアオイスミレ—アカネスミレ
アカネスミレ—ゲンジスミレ
エイザンスミレ—アケボノスミレ

であり、この3組は同所的に分布するサイトが1つもなく、S I 値も0になっている。

S I 値と I C 値の双方で共存関係が推定されたのは、エイザンスミレ—アカネスミレの一組だけであった。これは S I 値が I C 値より表3に類似した傾向を示していることから、前述したような両指数の相違が影響しているためと考えられる。

I C の平均値を見ると、他種とすみわけの傾向にあるのはタチツボスミレのみで、5種との間で I C 値がマイナスになっている。また、アケボノスミレも同様に5種に対してすみわけ傾向を示している。この2種は、他のスミレ属植物と比べて、礫地やアカマツ林の林床等、乾燥した場所での生育が目立っていた。

逆にアカネスミレ、エイザンスミレ、ニョイスミレやイブキスミレなどは他種と共存する傾向が強い。これらの出現頻度は比較的低いが、半日陰で湿り気のある、発達した落葉樹林の林床で多く見られた。

(3) スミレ属植物のホット・スポットと種間関係

①ホット・スポット（多種生育範囲）

ホット・スポットとは本来マグマの発生地を指す語であるが、近年では、ある範囲の中で生物多様性の高い地点を示す言葉として用いられるようになっていく。種多様性の高いホット・スポットは、発達した生態系を形成していると言うことができ、地域特異性を維持している場合も多い保護すべき環境である。地域におけるホット・スポットを特定することは、多様性を保全する上で欠かすことの出来ない情報なのである。

藤井谷におけるスミレ属のホット・スポットを特定するために、まず各種と同一サイト内に共存する種数を調べた。同一サイト内に共存する種数とその割合(%)は、表6に示す通りである。

共存種数	なし	1種	2種	3種	4種	5種	6種	平均共存種数
タチツボスミレ	29.61	27.63	22.37	7.89	6.58	3.29	2.63	1.546
エゾノタチツボスミレ	8.62	34.48	20.69	8.62	17.24	5.17	5.17	2.276
アオイスミレ	11.71	32.43	25.23	11.71	11.71	3.6	3.6	2.045
エゾアオイスミレ	0	21.21	24.24	18.18	24.24	9.09	3.03	2.848
ニョイスミレ	18.75	25	14.58	10.42	14.58	8.33	8.33	2.354
イブキスミレ	0	10.71	21.43	21.43	28.57	7.14	10.71	3.321
ヒナスミレ	3.8	23.26	34.88	13.95	11.63	11.63	11.63	2.326
アカネスミレ	0	20	20	10	10	10	30	3.600
ゲンジスミレ	0	53.85	0	23.08	7.69	7.69	7.69	2.385
エイザンスミレ	0	0	0	16.67	16.67	33.33	33.33	4.833
アケボノスミレ	17.39	30.43	21.74	8.7	4.35	13.04	4.35	2.087
全出現サイト	34.65	32.02	17.11	6.58	5.7	2.19	1.75	2.303

表6：スミレ属各種の同所的に出現する種数とその割合

平均共存種数が少なく、単独あるいは限られた種とのみ同所的に生育する傾向が見られるのは、タチツボスミレ、アオイスミレ、アケボノスミレとエゾノタチツボスミレである。ほかに、ゲンジスミレとニョイスミレにもこの傾向が見られる。

これらを見ると、まず出現頻度の高い種が多く含まれていることがわかる。また、タチツボスミレやアケボノスミレなどICの平均値が低く、他種とすみわけの傾向が示唆されている種もある。逆にニョイスミレのように他種と共存する傾向を示す種も含まれている。

このような特徴ごとに、同所的に生育する種が少ないスミレ属植物を分けると以下の様になる。

- ①出現頻度が高く、他のスミレ属植物が生育していない環境(乾燥した礫地など)にまで広く分布しているもの……タチツボスミレ、アオイスミレ。
- ②出現頻度が比較的低く、出現範囲も限られているもの……ゲンジスミレ、アケボノスミレ。
- ③出現頻度は比較的高いが花期が遅く、春植物型のスミレとは同所的でないもの……ニョイスミレ、エゾノタチツボスミレ。

逆に平均共存種数が多く、多種と同所的に生育する種はエイザンスミレ、アカネスミレ、イブキスミレとエゾアオイスミレである。出現頻度の低い種が多くなっている(ゲンジスミレは例外的で含まれていない)。これもIC平均値から他種と共存する傾向が示唆された種とほぼ一致している。

1サイトで確認されたスミレ属は最高7種までで、これが4サイトあった。以下、6種が5サイト、5種が13サイトであった。これら22サイト(調査総数の約5%、スミレ属出現サイトの約10%)を藤井谷におけるスミレ属のホット・スポットとする。

全調査サイトのスミレ属出現種数は、図2-a~cに示すとおりである。

970m付近と1020m付近、1200m付近に五種以上が生育するホット・スポットが集中的に分布していることがわかる。また、表2に示した標高別の出現種数と比較してみても、950m付近で出現する種数が最も多くなっており、次いで1000m付近、1200m付近が多くなっている。標高区分ごとに各種の出現サイト数を合計すると図3のようになり、同じく出現頻度を見ると図4が得られ、種数とはほぼ同様の傾向が見られる。

以上を総合すると藤井谷におけるスミレ属のホットスポットは950m付近と1200m付近の2ヶ所であると言える。

この2地点に共通する特徴としては、小規模なダム(未舗装)や池があり水環境が豊かであること、混交林が形成されていることなどがまず挙げられる。それに加え、他の地点に比べて平坦な面積が多くなっている事も特徴的である。切方面図を作成すると、林道整備や河川による浸食の影響が少なく、比較的古い地形面と考えることが出来るのである。このことが生物多様性の創出に直接の影響を与えていると考えるのは難しいが、生態系の発達と地表面の時間経過の関連性の有無は一考の価値があると思われる。

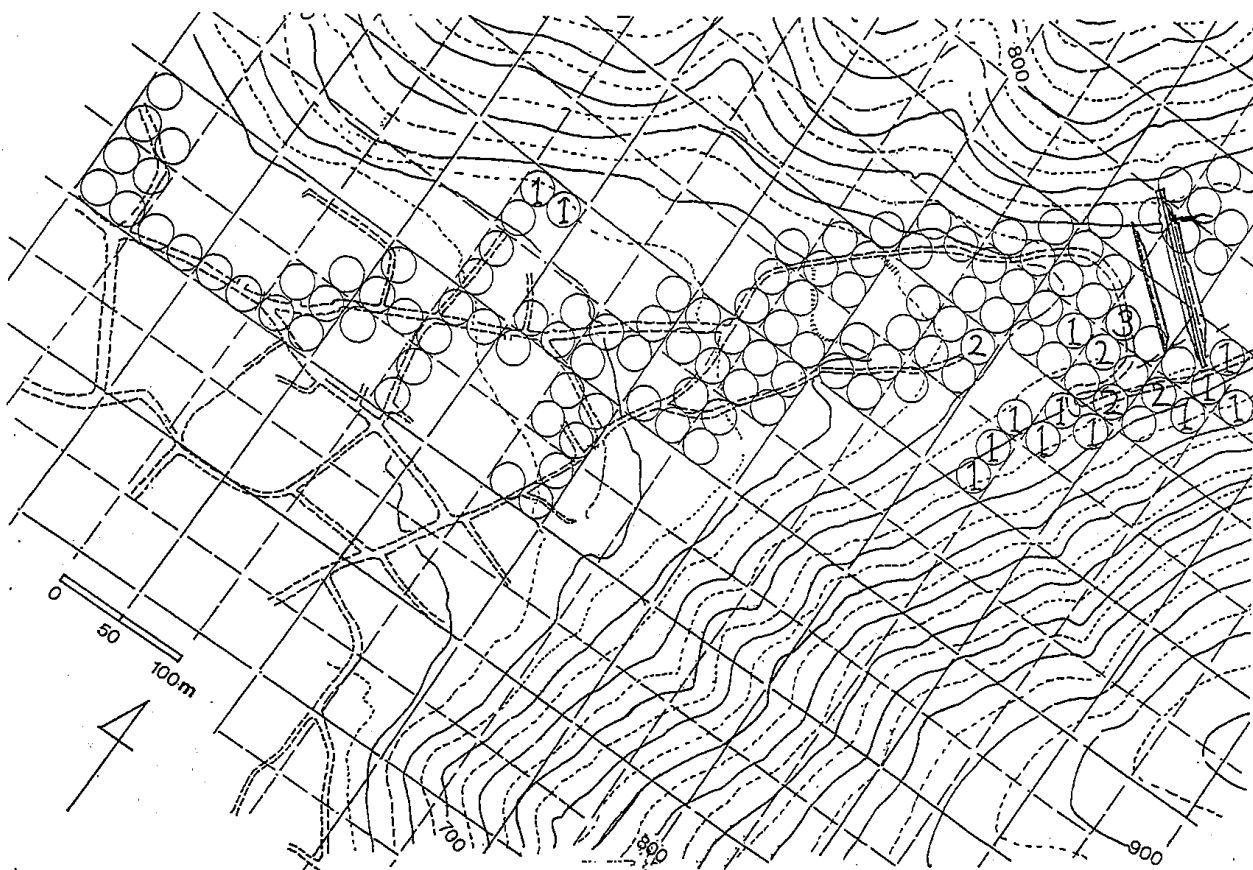


図2-a：藤井谷入口付近から砂防ダムまで

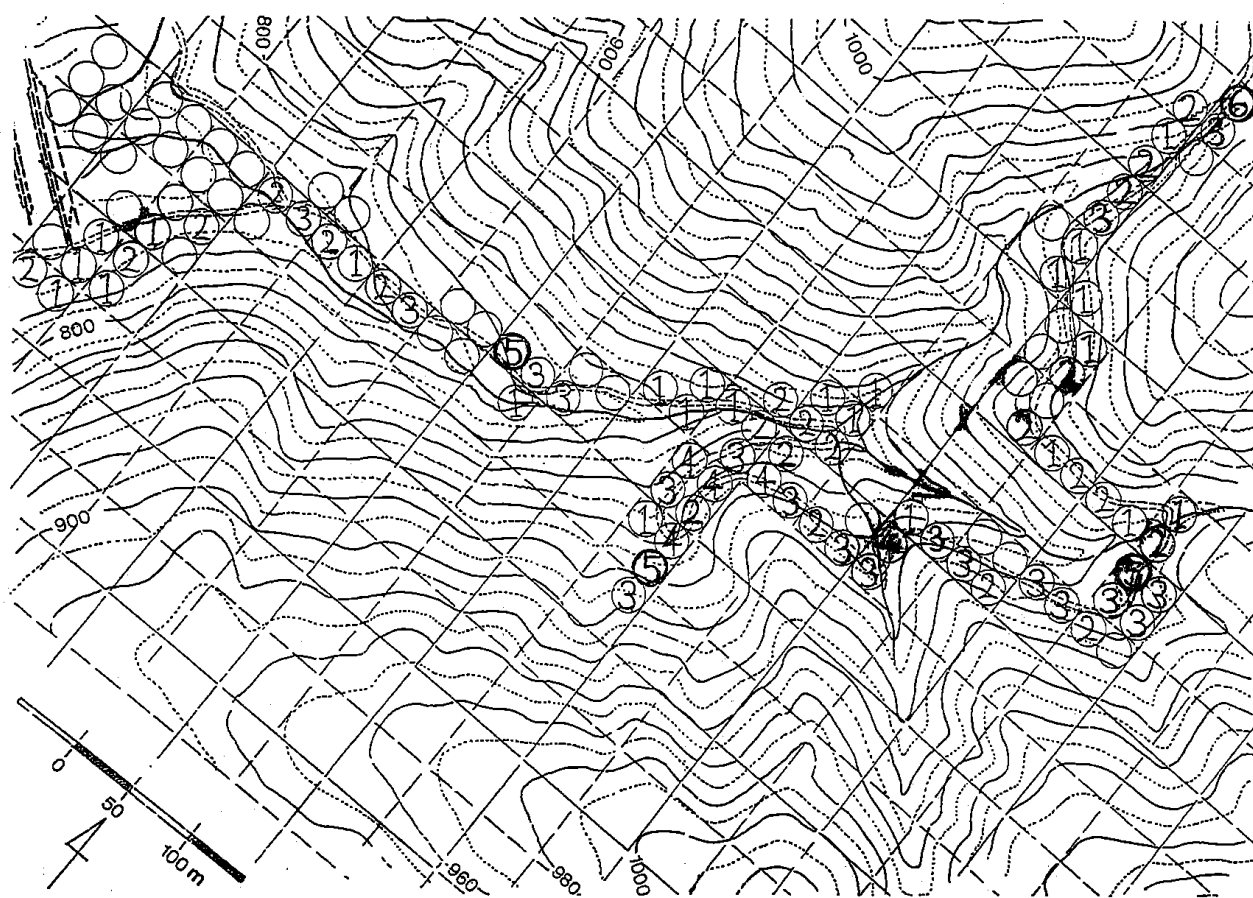


図2-b：砂防ダムから標高950m 付近まで

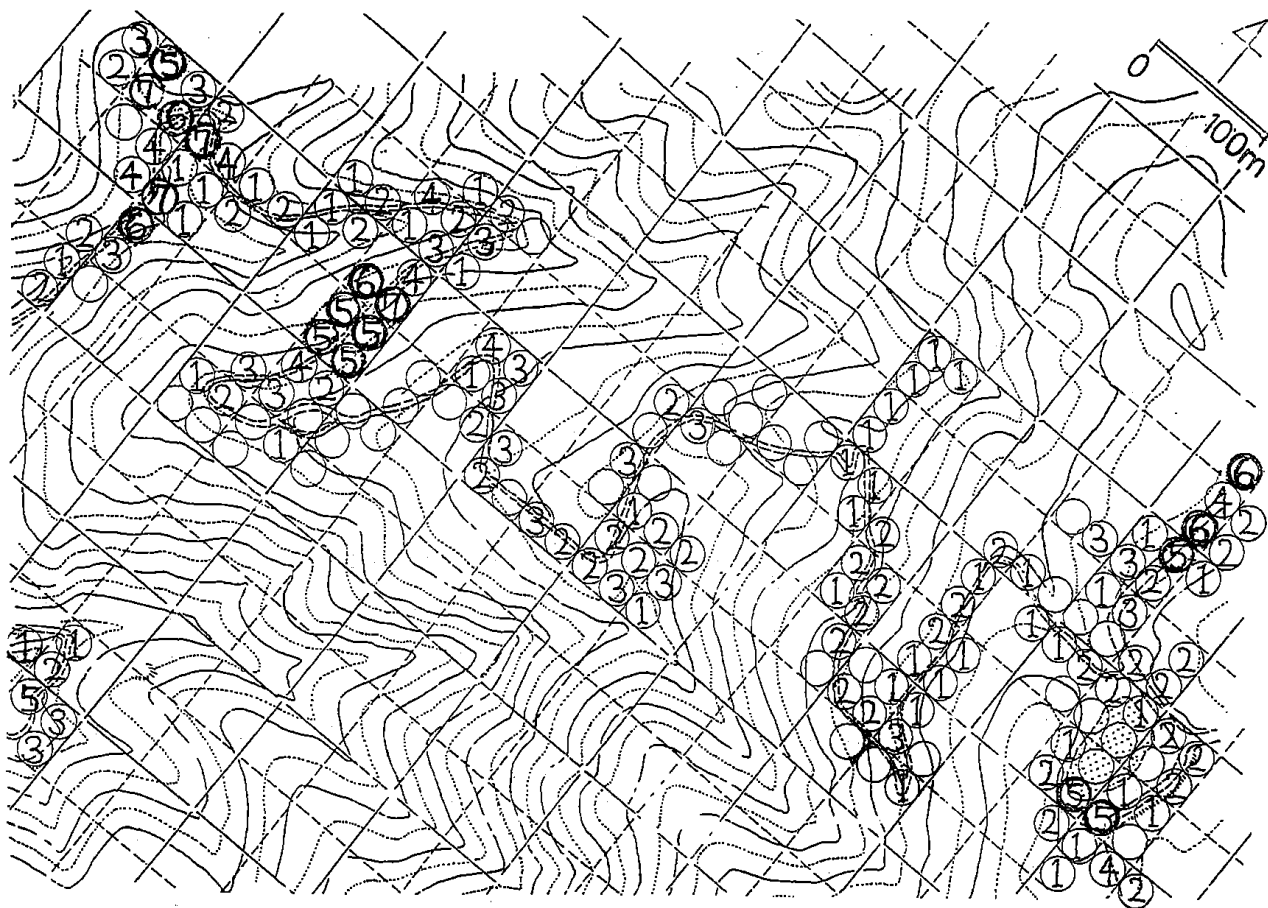


図 2-c: 標高 950m 付近から渋池まで

図 2-a~c: 全調査サイトのスミレ属植物出現種数
スミレ属植物各種の出現サイトは(永山 2000)にある。

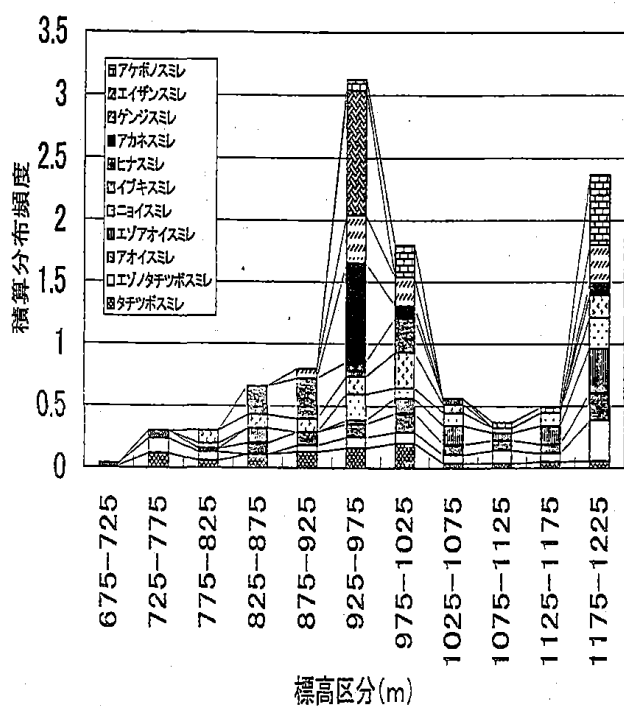


図 4: スミレ属植物各種の標高区分ごとの出現割合

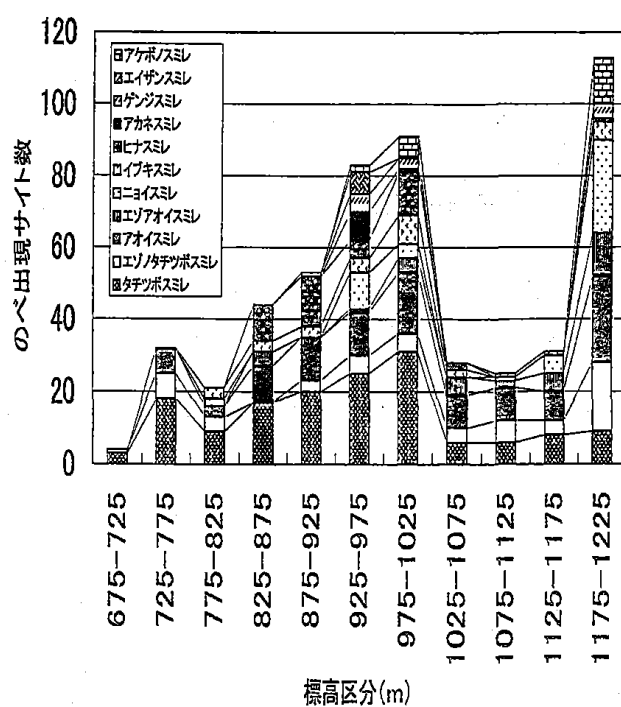


図 3: スミレ属植物各種の標高区分ごとの延べ出現
サイト数

(4) 開花 Phenology—植物季節—

スマレ属植物各種の開花フェノロジーについて、開花のピークを明らかにするために、開花時期を定性的に区分けして重み付けを行った。即ち、4年分の記録について開花開始時と開花終了期を1、開花ピーク時を3、それ以外の開花期間を2として10日毎に合計し、記録回数で除して平均化し、「開花指数」として表すこととした。この方法で藤井谷に生育するスマレ属植物全体の開花フェノロジーをグラフ化すると図5のようになった。

スマレ属植物の開花ピークは4月下旬から5月上旬にあることがわかる。

次に、同様の方法で確認された11種各々について開花フェノロジー・グラフを作成すると図6-い〜るに示すようになる。

最も早い時期から開花を開始するのは、アオイスマレとエンゾアオイスマレで4月上旬（年によっては3月下旬）から開花が見られる。標高1,000m付近での開花のピークは4月上旬から下旬にある。しかし、この種の分布は1200m付近にあり、ここでは5月中旬まで開花が見られた。

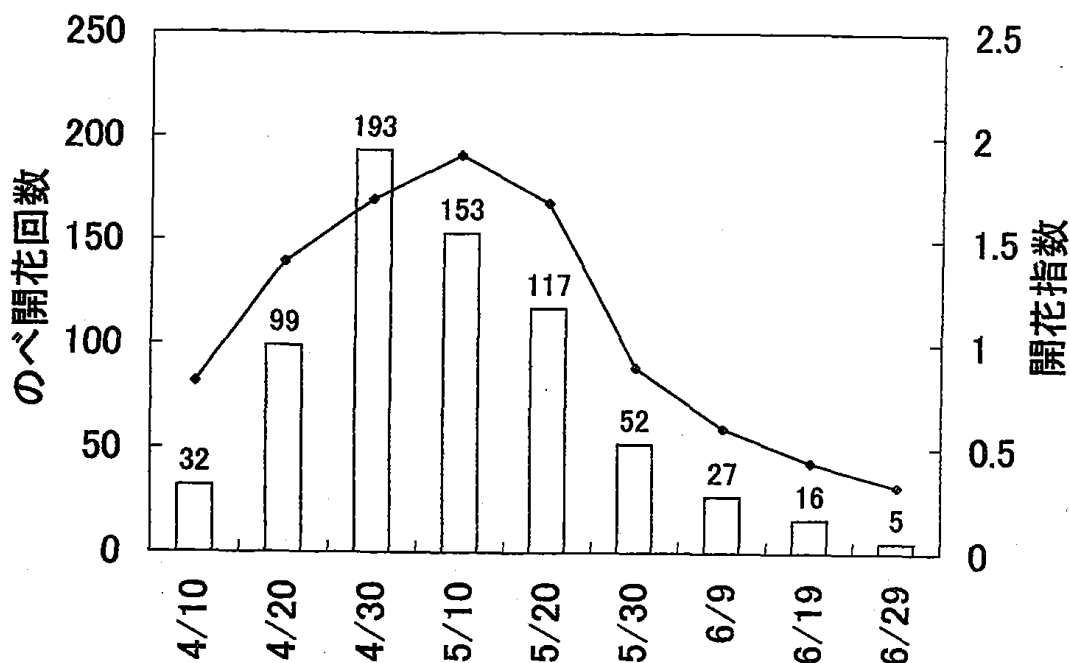
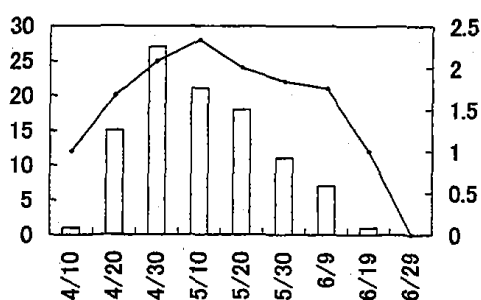
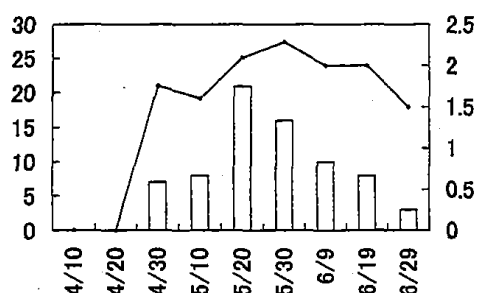


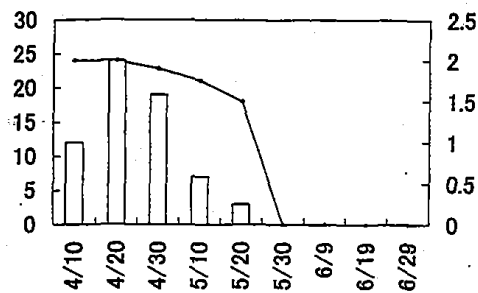
図5：藤井谷におけるスマレ属植物全体の 開花フェノロジー



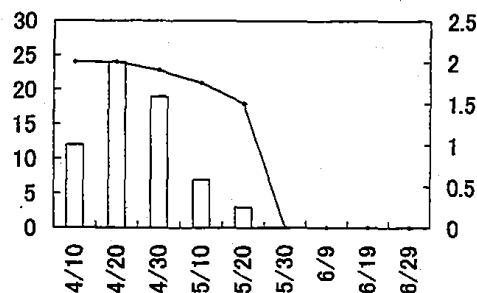
6-い：タチツボスマレ



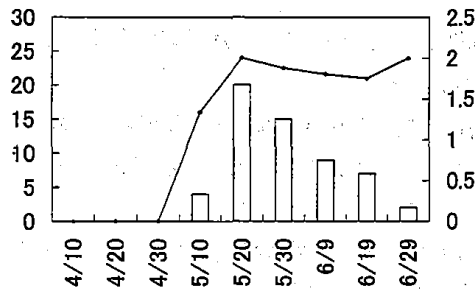
6-ろ：エンゾノタチツボスマレ



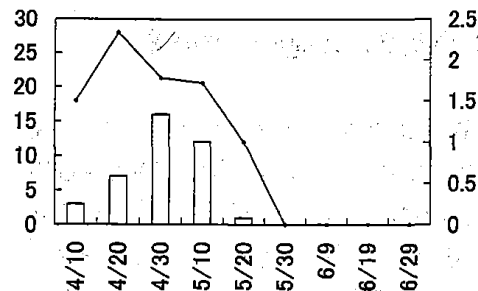
6-は：アオイスマレ



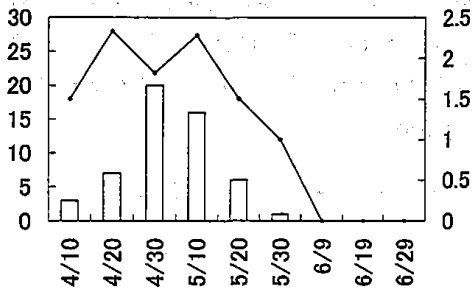
6-に：エンゾアオイスマレ



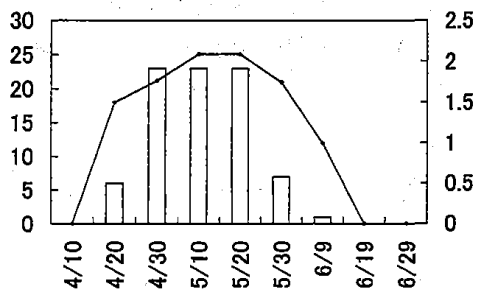
6-ほ: ニョイスミレ



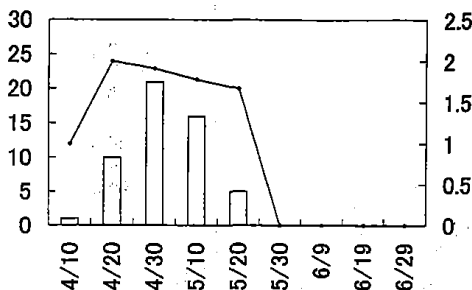
6-へ: イブキスミレ



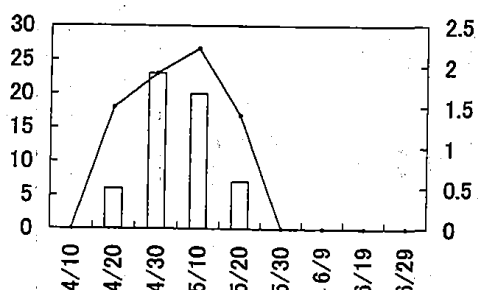
6-と: ヒナスミレ



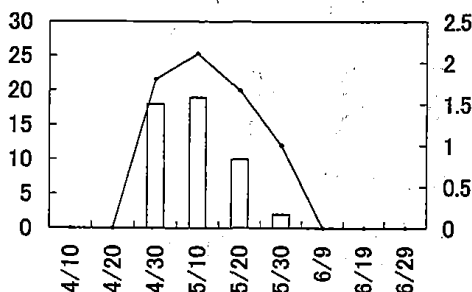
6-ち: アカネスミレ



6-り: ゲンジスミレ



6-ぬ: エイザンスミレ



6-る: アケボノスミレ

この2種に続いて開花するのはイブキスミレ、タチツボスミレ、ヒナスミレ、ゲンジスミレの4種で、4月10日前後（ほぼサクラの開花開始時）に開花が確認される。僅かに遅れてエイザンスミレ、アカネスミレ、さらに4月20日頃からアケボノスミレが開花する。これらの種の開花ピークは4月末から5月下旬の短期間に集中しており、スミレ属全体の開花ピークと一致している。

はっきりと遅咲きの開花時期を示すのはエゾノタチツボスミレとニョイスミレである。前者は開放花に先んじて閉鎖花をつける個体も見られ、開花開始時は明確に捉えにくい。4月下旬から咲き始め、5月下旬に

図6-1~6-6: スミレ属植物各種の開花フェノロジー

ピークを迎える。ニョイスミレは5月下旬から本格的に開花時期に入り、5月下旬から6月上旬にかけてがピークとなっていた。

また、開花期間の長さ（花期長）も種によって差異が見られる。開花指数から開花ピークを算出し、その標準偏差で花期を表すと図7が得られる。

花期が長いのはエゾノタチツボスミレ、タチツボスミレ、アカネスミレであった。逆にアケボノスミレやエイザンスミレ、イブキスミレ、ゲンジスミレなどは花期が短い傾向が見られた。分布頻度の低い種が多くなっていることは注目すべきであろう。

季節によって目立つ花色が変化する事はよく言われるが、種ごとに調べられた例は決して多くない。そこで試みに藤井谷に生育するスミレ属植物11種を花色ごとに整理し、開花フェノロジーを調べてみると、図8のようになった。

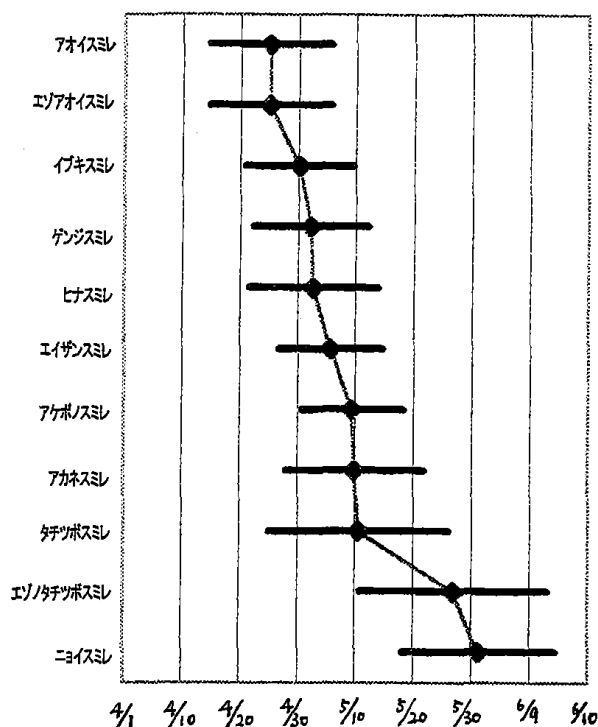


図7：スミレ属植物各種の開花ピークの順序と花期長

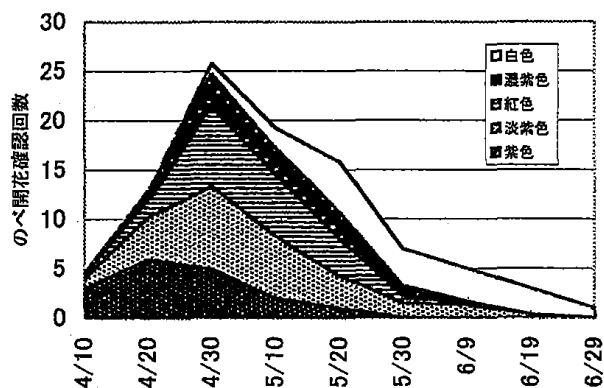


図8：スミレ属植物の花色ごとの開花フェノロジー

スミレ属の花色には黄色系と紫色系とがあるが、藤井谷には黄色系の種は生育していない。そこで紫色系のなかでの色調変化によって、次のように分類した。

白色：エゾノタチツボスミレ、ニョイスミレ

淡紫色：タチツボスミレ、イブキスミレ、ゲンジスミレ

紫色：アオイスミレ、エゾノアオイスミレ

淡紅色：ヒナスミレ、エイザンスミレ、

アケボノスミレ

濃紫色：アカネスミレ

スミレ属の開花時期の初期には淡紫色から紫色の種が多いが、季節が進み開花ピーク時には淡紅色や濃紫色の種も増加している。その後、これら花色の濃い種は減少し、6月には白色の種の占める割合が非常に高くなるという、かなり明瞭なパターンが得られた。しかし、ここで注意すべきことは花色の変異である。藤井谷の範囲では、種内で著しい色調の変異を示す種はなかったが、これらスミレ属の花色は地域変異が大きいことが知られており、それによって花色パターンは異なる。従ってフェノロジーの特徴も変化するはずである。

まとめ

本研究で明らかになったことは、以下の4点である。

- ・松本市藤井谷において、出現頻度の特にかかったスミレ属植物は、タチツボスミレ、アオイスミレであり、頻度の低い種はエイザンスミレ、アカネスミレ、ゲンジスミレなどであった。
- ・確認された11種のスミレ属植物の中で、他種と共存する傾向があるのはアカネスミレ、ニョイスミレ、エイザンスミレであり、逆に他種とすみわけの傾向が見られたのはタチツボスミレとアケボノスミレであった。
- ・藤井谷におけるスミレ属植物のホットスポットは、標高950m付近と1200m付近とに集中しており、その地点の特色として水環境の豊かさや混交林の存在などが考えられた。
- ・藤井谷におけるスミレ属植物の開花ピークは5月上旬にある。

引用・参考文献

浜栄助 1975『原色日本のスミレ』誠文堂新光社・東京

橋本保編 1995『週刊朝日百科 植物の世界 069 スミレ・パンジー』朝日新聞社・東京

いがりまさし・高橋秀男 1996『山溪ハンディ図鑑 6 日本のスミレ』山と溪谷社・東京

永山葉子 2000「藤井谷のスミレ」『自然科学研究会誌』Vol.12. 67-83. 信州大学自然科学研究会・松本

沼田眞 1995『植物生態学論考』東海大学出版会・東京

清水建美ら長野県植物誌編集委員会編 1997『長野県植物誌』信濃毎日新聞社・長野