

1999年度 端野町カタクリ個体群調査報告

石川幸男・本多和茂

専修大学北海道短期大学造園林学科

2000年2月28日

はじめに

1990年から継続している端野町における分布限界近くのカタクリ個体群の現況調査も1999年度で10年が経過した。本年度は、個体群の経年変化と繁殖様式に関する次の2項目を報告する。

始めに例年と同様にカタクリ個体群の自然状態での10年間の変化と、1991年に開始した林床のクマイザサの刈り取り試験が、カタクリ個体群の増殖に与える影響について報告する。次に、上の個体群の経年変化の調査に加えて、個体識別をした上で個体毎の経年変化を調べるために1998年度に新たに設定したプロットの状況をまとめる。これら個体識別を伴ったプロットにおいては、個体ごとに1998年から1999年への1年間の変化を報じると共に、サイズクラスごとに死亡率と変化の実態をまとめる。第三に、受粉実験の結果を報じる。1994年以来、強制的に雌しべの柱頭に他個体の花粉を付加（強制他家授粉）したのち、果実や種子の形成過程を調査することによって、それらの生産に重要な要因を調査してきた。カタクリは従来から他殖を促進する形質を持つとされているが（Kawano & Nagai 1982、河野 1984）、1997年度に端野町においては強制自家受粉によって高い結果率が得られ、自殖性の獲得が示唆された。しかし、昨年1998年度に行った追試では授粉後に花茎が枯れて結果に至らなかった。このため、本年度に再度、強制自家受粉を含めて受粉実験を実施したので、その結果を報じる。

1：個体群追跡と受粉実験の方法

1) 固定調査プロットにおける、カタクリ個体群の推移

1990年以降に設定したプロットの概況を表-1に示した。これまでに設定したプロットの総数は25になるが、一部が盗掘に会うなどして、現在まで追跡しているプロットは比較的人目に触れにくい位置の個体群だけで、93年以降調査を行っているプロットは、プロット4～6とプロットg～l、および昨年度に新設したm～qの合計14カ所である。このうち、プロットh、j、lでは1991年から毎年夏期に一回ずつ、クマイザサの刈り取り試験を実施している。またm～qでは、各個体の位置を計測し、年度による個体単位の変化も追跡可能とした。

残存したこれらの14プロットにおいて、本年度もこれまでの年と同様に個体ごとに葉の長径と短径を測定するとともに、当年生実生の個体数をカウントした。なお、本年の調査は、1998年4月26日に行った。現地での調査方法、および葉の長径、短径から実際の葉面積を測定する際に用いた回帰式など解析方法は、石川と俵（1993）に同じである。

表-1 これまでに設定したプロットの概要。●は個体識別を伴わない調査、○は個体識別を伴った調査を実施したことを示す。

プロット 番号	設定 年月	大きさ (m ²)	測定年月日									ササ 刈り	備考	
			90 5/4 5/5	91 5/2 5/3	93 5/11	94 4/30	95 4/29 4/30	96 5/1 5/2	97 5/3	98 4/26	99 4/30			
1	90,5	1	●	●										盗掘 ⁺
2	"	1	●	●										盗掘
3	"	1	●	●										盗掘
4	"	1	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○		
5	"	1	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○		
6	"	1	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○		
7	"	1	●											放棄 ⁺⁺
8	"	1	●											放棄
a	91,5	2		●										盗掘
b	"	2		●									実施	盗掘
c	"	2		●										盗掘
d	"	2		●									実施	盗掘
e	"	2		●										盗掘
f	"	2		●									実施	盗掘
g	"	2		●	●	●	●	●	●	●	●	●		
h	"	2		●	●	●	●	●	●	●	●	●	実施	
i	"	2		●	●	●	●	●	●	●	●	●		
j	"	2		●	●	●	●	●	●	●	●	●	実施	
k	"	2		●	●	●	●	●	●	●	●	●		
l	"	2		●	●	●	●	●	●	●	●	●	実施	
m	98,4	1									○	○		
n	"	1									○	○		
o	"	1									○	○		
p	"	1									○	○		
q	"	1									○			放棄 ⁺⁺⁺

⁺ : 1993 年の開花期に著しい盗掘を受けたため個体群が破壊され、調査を断念した。
⁺⁺ : 調査初年度のデータを検討した結果、当地のカタクリ個体群を代表する部分とはいえないと判断されたため、翌年以降の調査を行わなかった。
⁺⁺⁺ : 個体密度が高すぎて正確な個体識別ができなかったため、調査しなかった。

2) 結果率、受精率調査

昨年度までと同様に盗掘を免れた個体群そばにおいて、1999年4月30日から受粉実験を開始した。1昨年度の調査において、端野町の個体群においてのみ自家和合性が検出された。本年は2度目の追試として、強制自家授粉と自動自家受粉実験を実施した。すなわち第一に、20個体に対しては開花前に寒冷沙でつくった蔽いをかけて昆虫による花粉媒介を排除し、3日後に自家授粉をさせた(強制自家授粉)。自殖性を獲得するためには、自家和合性の獲得と同時に、1花内において雌蕊と雄蕊の成熟時期が一致し、かつ位置的にも受粉が可能であり、実際に受粉が起る自動自家受粉の獲得が必要である。そこで、20個体に対しては、強制自家授粉に

供した個体と同様に、開花前に寒冷沙でつくった蔽いをかけて昆虫による花粉媒介を排除し、開花期が終了するまで放置し、その後、寒冷沙を除去した。また、これら2つの実験結果と比較のために、自然受粉を21個体において観察した。これらの個体から、6月中旬から下旬の時期に結実した果実を採取し、3つの処理の間で、結果率を比較した。また同時に結実率も比較した。

3) 比較対象地での調査

端野町での調査結果を評価するための参考資料として道内の他地(旭川市突哨山と嵐山、樺戸山塊ピンネシリ)でも1994年以降、端野町と同様の個体群の追跡調査、受粉実験を実施している。ただしこのうち浜益では1995年度をもって、嵐山では1996年度をもって調査を終了した。一方、突哨山においては1998年度から個体識別に基づいた調査を開始した。個体群の経年変化の追跡と受粉実験の方法は端野町に準ずる。

2 : 結果と考察

1) 個体識別を行っていない9プロットにおけるカタクリ個体群の推移

昨年度までと同様に、実生、未開花個体、開花個体の三段階に属する個体の数の推移を表2から表4に設定年と処理ごとに分けて示した。このうち、表2と表3は自然状態のプロットであり、表2には1990年に設定された3プロットを、表3には1991年に設定された3プロットを示した。これらのプロットはササ刈り試験にとっての対照区でもある。一方、表4はクマイザサの刈り取りを行った3プロットである。なお、1992年には都合により個体群の調査を行っていない。表2に記した3プロットはどれも面積が1m²であるのに対して、表3と4の6プロットはすべて2m²である。

表2 1990年に設定された対照区(プロット4~6)における個体数の推移。

プロット	生育段階	90年	91年	93年	94年	95年	96年	97年	98年	99年
4	実生	9	16	8	55	0	2	0	5	0
	未開花	48	49	24	39	33	27	22	19	15
	開花	12	18	10	0	0	0	1	0	0
	計	69	83	42	94	33	29	23	24	15
5	実生	3	23	19	38	13	3	0	2	0
	未開花	50	31	38	18	30	24	28	21	21
	開花	20	17	13	5	1	1	2	3	0
	計	73	71	70	61	44	28	30	26	21

表2 続き

プロット	生育段階	90年	91年	93年	94年	95年	96年	97年	98年	99年
6	実生	31	18	28	15	16	1	0	5	0
	未開花	36	33	28	41	66	44	33	32	29
	開花	11	15	8	5	1	1	3	1	1
	計	78	66	64	61	83	46	36	38	30

表3 1991年に設定された対照区（プロット g,i,k）における個体数の推移.

プロット	生育段階	91年	93年	94年	95年	96年	97年	98年	99年
g	実生	3	44	62	11	0	0	8	24
	未開花	21	34	35	30	35	17	34	32
	開花	16	17	12	6	7	8	7	0
	計	40	95	109	47	42	25	49	56
i	実生	3	43	37	9	5	7	17	9
	未開花	27	24	42	33	35	41	35	29
	開花	9	14	9	6	5	7	6	1
	計	39	81	88	48	45	55	58	39
k	実生	1	11	21	20	1	6	4	6
	未開花	15	20	23	32	16	29	21	25
	開花	5	7	8	3	2	7	3	1
	計	21	38	52	55	19	42	28	32

表4 1991年に設定されたササ刈り試験区（プロット h,j,l）における個体数の推移.

プロット	生育段階	91年	93年	94年	95年	96年	97年	98年	99年
h	実生	5	21	42	21	1	3	35	28
	未開花	8	28	37	52	43	32	31	33
	開花	11	10	10	8	6	10	9	2
	計	24	59	89	81	50	55	75	63
j	実生	13	42	88	31	10	20	10	8
	未開花	52	52	80	96	39	114	67	77
	開花	17	20	18	13	15	18	12	6
	計	82	114	186	140	64	152	89	91
l	実生	8	44	83	15	7	13	23	11
	未開花	30	23	54	97	27	75	55	69
	開花	25	26	23	15	10	25	16	5
	計	63	93	160	127	47	113	94	85

以上に示した対照区とササ刈り区との結果を、表5に総括して対比した。自然状態の対照区では総個体数における減少傾向が依然として続いていたが、各サイズクラスとも1996年度からはほぼ同じ程度の個体数であった。また1999年は、ついに開花個体数が1個体を割った。ササ刈り区では1999年度は1998度に比べて密度がやや低かったが、これには開花個体数の少なさが最も効いていた。

表5 ササ刈り試験区および対照区での1m²あたりの個体数の推移。経年変化を明らかにするために、個体群の調査を行わなかった1992年も表に加えた。ササ刈り区は1991年より調査を開始したので、1990年のデータはないことに注意。

プロット	生育段階	90年	91年	92年	93年	94年	95年	96年	97年	98年	99年
対照区	実生	14.3	10.1	・	17.3	20.8	7.3	1.3	1.4	4.6	4.3
	未開花	44.7	24.1	・	21.5	24.7	24.7	20.1	18.9	18.0	16.7
	開花	14.3	10.8	・	8.3	4.1	1.9	1.8	3.1	2.2	0.3
	計	73.3	45.0	・	47.1	49.6	33.9	23.2	23.4	24.8	21.3
ササ刈り区	実生		4.3	・	17.8	35.5	11.0	3.0	6.0	11.3	7.8
	未開花		15.0	・	17.2	28.7	39.2	18.2	36.8	25.5	29.8
	開花		8.8	・	9.3	12.5	6.0	5.2	8.8	6.2	2.2
	計		28.1	・	44.3	76.7	56.2	26.8	51.6	43.0	39.8

表6 端野町以外での1994年以降の個体群の推移（1m²当たり）。

場所	プロット数	生育段階	94年	95年	96年	97年	98年	99年
突哨山	4	実生	4.3	19.0	1.8	5.7	8.5	6.0
		未開花	101.8	127.5	137.8	120.3	112.7	118.3
		開花	66.5	48.3	26.3	41.9	35.1	44.8
		計	172.6	194.8	165.9	167.9	156.3	169.1
ピンネシリ	5	実生	1.6	30.0	9.4	1.0	3.6	10.5
		未開花	53.8	53.8	72.2	55.4	45.6	55.1
		開花	24.6	21.2	11.6	26.2	20.2	12.3
		計	80.0	105.0	93.2	82.6	69.4	77.9

また、端野町以外に1994年より調査を行っている地域での個体数の経年変化を表6に示した。なお、これまでの報告には旭川市嵐山、突哨山、樺戸山塊ピンネシリ、浜益4地域での結果を表示していたが、受粉実験に要する作業量が増加した関係で、1997年以降は嵐山と浜益での調査は終了とし、突哨山とピンネシリでの結果のみを表に示した。突哨山の個体群では個体密度が常に150/m²を超え、よく発達している。これに対してピンネシリの個体群の密度は100から70/m²の間を推移してやや低い、それでも端野町の自然個体群の2倍以上の個体密度であった。

2) 個体識別に基づいた個体群追跡プロット

新たに個体識別をおこなったプロットはこれまで調査を行ってきたプロット 4、5 と 6 に加えて、プロット m から q の 5 プロット、合計 8 プロットである。このうちプロット q においては、個体密度が高すぎたために、個体識別が十分に信頼できる確度でできなかつた。このため、以下の表からは除外する。1999 年の調査によって、それぞれの個体の 1 年間の生存率、死亡率ならびに成長率が求められる。しかし、単年度の結果は必ずしも信頼できるものではない。最低 5 年間の継続観察が必要であろう。個体識別を行ったプロットのうち、プロット 4 から 6 に生育する個体数は、すでに表 2 に記したので、本項においては、表 7 に新設 4 プロットでの生育段階ごとの個体数を示す。

表 7 プロット m から p における個体数変動。

プロット	生育段階	98 年	99 年
m	実生	4	2
	未開花	37	35
	開花	4	3
	計	45	40
n	実生	4	7
	未開花	23	23
	開花	7	5
	計	34	35
o	実生	23	8
	未開花	54	58
	開花	11	4
	計	88	70
p	実生	9	8
	未開花	38	57
	開花	8	4
	計	55	71

なお、個体識別を両年度にわたって行った合計 7 プロットでのすべての個体ごとの消長を、報告書文末の付表 1 から 7 に示した。

次にこれら 7 プロットのすべての個体をプールして、サイズクラスごとの消長をまとめて表 8 に示した。ここで用いたサイズクラスの区分は河野 (1984) に従っている。また比較のために、同様の観察を行っている旭川市突哨山のデータを表 9 に示した。

表8 端野町における1998年から1999年にかけて1年間の、サイズクラスごとの個体単位の消長。

99/98	実生	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	s9	s10	s11	f8	f9	f10	f11	f12	葉面積 sq. cm
実生																		
s1	22	14	7	2		1												≤15
s2	2	2	12	7	3													15< ≤30
s3		1	7	15	5													30< ≤60
s4				2	5	4		1										60< ≤100
s5				1	3	8	4	1	2					1				100< ≤200
s6						1	3	5	4	4			1		1	1		200< ≤300
s7								5	3	4			1	4				300< ≤400
s8				1					4	5	1		1		1			400< ≤500
s9										1	2			2	5		1	500< ≤650
s10											1	1			1	1		650< ≤800
s11																		800< ≤1000
f6									1					1				200< ≤300
f7														1				300< ≤400
f8											1	1		1	1	2		400< ≤500
f9										1						1		500< ≤650
f10										1						2	1	650< ≤800
f11																	1	800< ≤1000
f12																		100.0< ≤120.0
生存率	0.45	0.50	0.60	0.74	0.84	0.64	0.70	0.92	0.88	0.89	0.50	1.00	1.00	0.91	1.00	1.00	1.00	
合計	53	34	43	38	19	22	10	13	16	18	10	2	3	11	9	7	3	

表8においては、sは未開花個体、fは開花個体を示す。またアルファベットについた数字は、最も右の列に示した葉面積に相当する。さらに最上部の行が1998年のサイズクラスを、最左の列は1999年のサイズクラスを示している。例えば、左から2つ目の列は、1998年に発芽した実生が、翌年に22個体は葉面積1.5cm²以下の未開花個体に、また2個体が葉面積1.5cm²を超えて3cm²以下の未開花個体に推移したことを示す。最下段は、1998年における各サイズクラスの個体の合計値、その上の生存率とは、1998年のサイズクラスごとの合計値でそのクラスの個体のうちで1999まで生存した個体数を割ったものである。また灰色で記した対角要素は、1998年と1999年のサイズクラスが同じであることを示している。

この表より、サイズクラスs6以下の未開花個体は、生存率が低いこと、すなわち死亡率が高いことが見て取れる。これに対して、それをこえる大きさの未開花個体、あるいは開花個体になると死亡率は低くなる。またサイズクラスs6以上の未開花個体、およびすべての開花個体では、1999年のサイズが1998年のサイズを下回った個体が多いこともわかるが、これは実際にサイズが縮小しているのではなく、1999年は例年に比べて調査時期がわずかに早かったために、各個体の展葉が十分に進まず、個体サイズが小さく計測された可能性が高い。

この表で最も注目すべき点は、1998年に開花した32個体のうちで1999年に開花しなかった個体が21個体であったのに対して、1998年に未開花の個体中、1999

年に開花した個体がわずかに5個体であったことである。カタクリは多回繁殖型の多年生草本であるので、何回か、開花と未開花を繰り返すとされている。端野町の個体群において年によって特に開花が同調しているものでなければ、この表に示された結果は、開花個体と未開花個体の変動がバランスしておらず、開花個体が減少していることを示しており、表5にまとめた1990年以降の個体群の推移と一致している。

一方、表9に参考までに示した旭川市突哨山の個体群における、サイズクラスごとの推移によると、1998年に開花して1999年に開花しなかった個体と、1998年に未開花で1999年に開花した個体の個体数は、おおむねバランスしていた。したがって、端野町に比べて個体密度が遙かに高く（表6）、個体群面積も圧倒的に大きい（約160ha）突哨山の個体群においては、この2年間で見ると、開花個体数に減少傾向は見られないといえる。また端野町に比べて突哨山では、小サイズ（実生、s1、s2）の未開花個体が少なく死亡率も高いが、s3以上の未開花個体、および開花個体においては死亡率はきわめて低く、全般に新規の加入や死亡の少ない、安定した個体群と見ることができる。

表9 突哨山における1998年から1999年にかけて1年間の、サイズクラスごとの個体単位の消長。

99/98	実生	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	s9	s10	s11	s12	s13	f9	f10	f11	f12	f13
実生																			
s1	9	1																	
s2	1	1	3																
s3			1	13				1											
s4				1	6	2													
s5				1	2	19	2												
s6							10	2	1										
s7								5	1	1	2	1			4		1		
s8								2	13	9					2	1			
s9								1	7	10	4	1			8	7	2		
s10									1	1	5	1				3	6	5	1
s11										2	3	1	1				3	1	
s12										1									
s13																			
f8								1			1					1			
f9										2	11	2					1		
f10											6	8					2	2	
f11											2	10	3				2	3	1
f12												2	2					2	
f13														1					
生存率	0.36	0.5	0.5	0.94	1	0.91	0.93	1	0.89	1	0.94	1	1	1	1	1	0.94	1	1
合計	28	4	8	16	8	23	14	8	28	27	36	26	6	1	14	12	18	13	2

ただし、ここまで個体ごとの消長について述べて内容は、あくまで単年度の結果によるものなので、少なくともさらに観察が必要である。またそれに必要な年数は、すべてのサイズクラスに含まれる個体数が、統計的に平均値を取るために妥当な個体数、すなわち 20 個体を超える程度が目安となるであろう。

なお、この 2 表のような行列（マトリックス）は、ここで示した個体数の代わりに、各サイズクラスごとに全個体数に対する割合（推移確率）に置き換えることによってレフコビッチ行列を作成し、容易に個体群変動の行列モデルを構築することができる（巖佐 1990）。すなわち、こうして得られた推移確率行列を初期のサイズ分布に繰り返して掛けることによって、個体群の将来を予測するシミュレーションを行うことが可能である。これはまた、近年発達が著しい保全生物学においても、個体群の保全を考える上できわめて有効なツールである（鷲谷・矢原 1996）。各行列要素が信頼できる時期になり次第、モデルの構築を試みたい。

3) 受粉実験

1997 年度に得られた、端野町における強制自家授粉での高い結果率は、自家和合性の獲得を示唆し、たいへん興味深かった。そこで 1998 度にその追試のために行われた強制自家授粉と自動自家受粉実験は期待されたが、気象条件のために期待した追試が行えなかった。これに対して表 10 に示したように、1999 年度に行った強制自家授粉実験によると、強制自家授粉させた場合の結果率は 65.0% の高率になり、自動自家受粉も頻度は低いながら行っている個体が確認された。また結実率は自然受粉で 42.2%、強制自家授粉で 31.5%、および自動自家受粉で 49.6% であった。また、参考までに実験を行った旭川市突哨山でも、強制自家授粉の場合では結果率が 33%、結実率は 21.7% であった。また自動自家受粉の場合では結果率が 25%、結実率は 18.5% となった。樺戸山塊のピンネシリにおいては、強制自家授粉の場合の結果率は 10%、結実は 9.4%、自動自家受粉の場合ではまったく結果しなかった。

表 10 端野町における 1999 年の授粉実験結果.

自然受粉			強制自家授粉			自動自家受粉		
処理数	結果数	結果率%	処理数	結果数	結果率%	処理数	結果数	結果率%
21	10	47.6	20	13	65.0	20	2	10.0

このことから、端野町のカタクリ個体群においては、自家和合性の獲得は確実であると思われる。また自殖に結びつく自動自家受粉も可能な個体が確認された。また北海道内 3 地点すべてにおいて、程度の差はあるものの自家和合性を獲得していた。このことは、本州のカタクリ個体群においては、高度に他殖を促進する形質を

持つとされること（河野 1984 など）と対照をなす。また、東北地方の1個体群においては、強制自家授粉した場合には結果せず、自家和合性を持たない例が知られている。

4) 端野町のカタクリ個体群の現状と保全策

未完成

文末の、付表1から7 未完成

謝辞

本報告全三章をまとめるに当たって、端野町立歴史民俗資料館の大橋秀規、今野一臣両氏、町役場建設課の原田仁臣氏に大変お世話になっている。また、旭川市突哨山の個体群における個体識別を伴った調査に関しては、旭川大学経済学部出羽寛教授にお世話になった。ここに記して謝意を表する次第である

文献

- Allen, G.A., Antos, J.A., Worley, A.C., Suttill, T.A. & Hedba, R.J. (1996) Morphological and genetic variation in disjunct populations of the avalanche lily *Erythronium montanum*. *Canadian Journal of Botany* **74**:403-412.
- Barrett, S.C.H. & Husband, B.C. (1990) Variation in outcrossing rates in *Eichhornia paniculata* : the role of demographic and reproductive factors. *Plant Species Biology* **5**:41-55.
- Baskin, J.M. & Baskin, C.C. (1985) Seed germination ecophysiology of the woodland spring geophyte *Erythronium albidum*. *Botanical Gazette* **146**:130-136.
- Baskin, C.C., Meyer, S.E. & Baskin, J.M. (1995) Two types of morphophysiological dormancy in seeds of two genera (*Osmorhiza* and *Erythronium*) with an arcto-tertiary distribution pattern. *American Journal of Botany* **82**:293-298.
- Charkevicz, s.s. (1987) *Plantae vasculares orientis extremi sovietici*. Tomus 2. Nauka, Leningrad.
- Demauro, M.M. (1993) Relationship of breeding system to rarity in the likeside daisy (*Hymenoxys acaulis* var. *glabra*). *Conservation Biology* **7**:542-550.
- Higashi, S., Ohara, M., Arai, H. & Matsuo, K. (1988) Robber-like pollinators: overwintered queen bumblebees foraging on *Corydalis ambigua*. *Ecological Entomology* **13**:411-418.
- Holtsford, T.P. & Ellstrand (1992) Genetic and environmental variation in floral traits affecting outcrossing rate in *Clarkia tembloriensis* (Onagraceae). *Evolution* **46**:216-225.
- 石川幸男・俵 浩三 (1993) 端野町における北限近くのカタクリ群落の現状とその増殖。端野町立歴史民俗資料館研究報告, **1**:2-34.
- 巖佐 庸 (1990) 数理生物学入門。HBJ 出版。
- 河野昭一 (1984) カタクリの生活史と個体群統計。植物の生活史と進化②。共立出版。
- Kawano, S. & Nagai, Y. (1982) Further observations on the reproductive biology of *Erythronium japonicum* (L.) Dence. (Liliaceae). *Journal of Phytogeography and Taxonomy* **30**:90-97.
- 宮下 直・藤田 剛 (1995) 野外における希少種の保全。p.107-164。(樋口広芳 編、保全生物学。東京大学出版会)

プリマック、R・小堀洋美 (1997) 保全生物学のすすめ。文一総合出版。

Shoen, D.J. (1982) Genetic variation and the breeding system of *Gilia achilleifolia*.

Evolution 36:361-370.

館脇 操 (1958) 北限地帯ブナ林の植生 日本森林植生図譜 (IV)。函館営林局。

鷺谷いづみ・矢原徹一 (1996) 保全生態学入門。文一総合出版。

養父志乃夫・重松敏則・高橋理喜男 (1985) カタクリ群落の保全管理に必要な生態的 諸条件。造園雑誌 48 研究発表論文集 3、157-162。

矢原徹一 (1995) 花の性 その進化を探る。東京大学出版会。