

# トドマツの近親交配が種子および苗木

## 形質におよぼす影響

畠山末吉石倉信介

### Effects of inbreeding on formation of seeds and growth of seedlings in *Abies sachalinensis*

Suekichi HATAKEYAMA,\* Shinsuke ISHIKURA\*

#### はじめに

本研究はトドマツ (*Abies sachalinensis* Mast.) の繁殖様式と関連したトドマツの交配様式とそれぞれの交配様式から生産される種子の発芽や苗木の生育などについて検討したものである。

一般に、風媒植物の自然受粉においては自株内交配による自家受粉、近隣個体間の他家受粉、林分内の任意個体との他家受粉などが考えられる。ここでは、トドマツ林において、自家受粉がどのような割合でおこるか、また、それが結実種子の発芽やその後の生育にどのような影響をあたえるかについて検討した。

天然林内での交配実験は球果害虫の発生や人工交配の袋かけ、受粉操作やその後の管理などに問題があり、予期した成果がえられなかった。そのため、道内各地から収集したトドマツクローンの林分で人工交配による自家受粉、他家受粉および自然受粉種子を採取し、さらにそれらから育成した苗木を供試した。

クローン林分には、同一クローンに属するラメートが各3本ずつ隣接して植栽されているから、通常的人工林や天然林と比較して自殖しやすい受粉条件とおもわれる。したがって、自然受粉によって生産された種子や苗木に含まれる自殖個体が自然受粉家系集団の生産力にどのような影響をあたえるかの検討には好都合であると考えられる。

#### 材料と方法

##### 1. 受粉および育苗

供試種子はすべてトドマツの精英樹クローンから採取した。クローンは北海道立林業試験場（美唄市光珠内）構内に、クローン別に各3本ずつ植栽されている。種子を採取したときの各クローンの樹高は4 m～5 m、生立本数は600本/haである。クローンの総数は198で、全本数は594本である。

この林分から数クローンを選び、人工交配による総あたり交配をし、自家受粉と他家受粉種子のほか自然受粉種子を採取した。このうち、同一クローンから自家受粉(S)、他家受粉(C)および自然受粉(W)種子が対応してえられたものを供試した。それらは一覧にして表-1に示した。

他家受粉は表に示したクローンに、それぞれ自家受粉をのぞく6クローンを花粉親とした各単交

---

\*北海道立林業試験場 Hokkaido Forest Experiment Station, Bibai, Hokkaido 079-01

[北海道林業試験場報告 第20号 昭和57年12月, Bulletin of the Hokkaido Forest Experiment Station, No.20, December, 1982]

表-1 自家受粉，他家受粉および自然受粉からえられた家系あたり種子数

Table 1. Number of seeds to a family obtained ik self-, cross-, and wind-

交配様式 Pollination type	自家受粉	他家受粉	自然受粉
クローン Clone	Self(S)	Cross(C)	Wind (W)
Okp-1	467	3061	1000
Asa-6	2080	8787	1000
Ik -16	704	1547	1000
Ik -22	2180	3615	1000
Aks-112	920	4883	1000
Aks-113	694	1847	1000
Aks-125	910	3201	1000

配の他家受粉家系である。育苗にさいしては，自家受粉，他家受粉ともそれぞれ単交配の家系とし別々に取扱った。白熱受粉種子は人工交配種子がえられた7クローンから採取し，家系別に育成した。

種子は1976年秋に採取し，脱粒後，直ちに低温貯蔵した。まきつけは，種子を約60日間低温湿層処理した後，1977年春に通常の方法で苗畑にまきつけた。人工受粉種子は原則として，えられた全種子を，自然受粉種子は各クローン1000粒ずつを無作為に抽出しまきつけた。1979年5月に2年生苗を床替した。そのさい，生存個体は苗の大小，形態を問わずすべて床替した。ただし，苗木数が多い家系は全数の1/2~1/3を無作為に抽出して床替した。床替後，4年生の秋まで2年間据置いた。家系あたりの床替苗は200~300本としたが，生存本数が少ない自家受粉家系については，プロットの周辺に同じクローンからえた苗木を植栽し，対比する他の交配様式の家系と植栽密度や周辺の条件が一定になるようにした。

苗齢は(S-T)の順に経過年数で表示した。ただし，Sはまきつけ床，Tは床替床とし，それぞれの経過年数でしめした。たとえば，まきつけ床に2年，床替床に2年据置いた4年生苗は(2-2)とあらわされる。

## 2. 調査および方法

まきつけ後，発芽開始から1週おきに発芽数を数え，形態的に異常な苗木や枯死数を観察記録した。まきつけ粒数にたいする発芽数の割合を発芽率とし，パーセントであらわした。発芽総数にたいする発芽当年の秋までに枯死した苗木数の割合は枯死率とし，パーセントであらわした。(2-1)苗や(2-2)苗についてもそれぞれ枯死苗を数え，枯死率をもとめた。そして，発芽数にたいする発芽から(2-2)苗までの4生長期の枯死苗数は累積枯死率とし，パーセントであらわした。

苗高は2年生および4年生苗高についてセンチメートル単位で測定した。4年生苗の主軸の伸長生長(秋伸びをのぞく)は当年伸長量とし，センチメートル単位で測定した。(2-1)および(2-2)苗について観察した形態的に異常な苗木，すなわち，頂芽や側芽が欠如または枯死し，正常な生育が望めない苗木数の床替数にたいする割合は異常苗率とし，パーセントであらわした。

単交配の各他家受粉家系の測定値はすべてクローン単位にプールし，他家受粉による任意交配集団として解析した。したがって，この実験における交配様式は自然受粉(W)，他家受粉(C)および自家受粉(S)の3種類である。自家受粉家系の形質値をもとに，他の交配家系の形質値とのちがいを比較するため，C/SおよびW/S比の指数をもちいた。この指数は枯死率などをのぞけば自家弱勢度の逆数である。他家受粉と自然受粉家系の形質値の比較にはC/W比の指数をもちいた。

結果および考察

1. 種子の発芽能力

クローン別、交配様式別に種子の発芽率をしめした（表-2）。自家受粉各家系の発芽率は2.1%から22.8%，他家受粉は4.7%から25.0%といずれも家系間変動が大きい。自然受粉各家系の発芽率も7.4%から29.6%とこれも家系間変動が大きい。交配様式別の平均値は自家受粉が11.2%，他家受粉が20.2%，自然受粉が16.7%であり，他家受粉種子の発芽率が最も高く，自家受粉が最も低い。

他家受粉と自家受粉種子の発芽率の差を比率であらわすため，各家系について算出したC/S比は1.10から5.70といずれも1.0以上の値をしめし，他家受粉種子の発芽率は例外なく自家受粉より優っている。この平均値は2.37であり（表-2），他家受粉種子の発芽率が自家受粉種子の約2.4倍も高い。

自然受粉と自家受粉種子の発芽率について算出した各家系のW/S比は0.70から6.18まで変動し，自然受粉家系の中に自家受粉家系より発芽率が低いものもみられる。この平均値は2.37であるから自然受粉種子の発芽率が自家受粉種子の約2.4も高い。自然受粉種子の品質は種子の豊凶と平行した変動をしめす（倉橋，濱谷，1975）から，この値が，自然受粉種子と自家受粉種子の発芽率の差を代表しているとはいえないが，自家受粉種子の発芽率は自然受粉種子と比較し，大変低いといえる。

他家受粉と自然受粉各家系の発芽率について算出したC/W比は0.45から2.88まで変動し，自然受粉家系より発芽率が低い他家受粉家系もある。しかし，C/W比の平均値は1.43であるから，他家受粉種子の発芽率は自然受粉家系の種子より約1.4倍も高い。

この実験では，種子の品質を苗畑の発芽率のみで判定したから，種子の内容充実率については全く不明である。とくに，胚致死等については検討していない。しかし，種子の発芽率はシイナに加えて，発芽過程における生物的，機械的発芽阻害要因を含めた実用的な値である（古越，1978）から発芽能力の比較に使えるだろう。自家受粉種子の発芽率は他家受粉や自然受粉種子の2分の1以下と低い。すなわち，自家受粉種子の発芽能力は他家受粉や自然受粉種子より著しく低い。ANDERSON et al (1974) によれば，自殖胚は他殖胚よりも生活力が著しく低いという。また，松田（1975），横山（1977）はス

表-2 自家受粉、他家受粉および自然受粉種子の発芽率とそのC/S, W/SおよびC/W比

Table 2. Germinated seeds (percent) to a family from self —, cross —, and wind— pollination families and their C/S, W/S, and C/W ratios

クローン Clone	自家受粉 self(%)	他家受粉 Cross(%)	自然受粉 Wind(%)	C/S	W/S	C/W
Okp-1	8.1	21.3	7.4	2.63	0.91	2.88
Asa-6	22.8	25.0	29.6	1.10	1.30	0.84
Ik-16	11.9	21.9	15.3	1.84	1.29	1.43
Ik-22	15.0	24.5	10.5	1.63	0.70	2.33
Aks-112	4.0	22.8	24.7	5.70	6.18	0.92
Aks-113	2.1	4.7	10.4	2.24	4.95	0.45
Aks-125	14.8	21.4	19.0	1.45	1.28	1.13
Mean	11.2	20.2	16.7	2.37	2.37	1.43

S ; 自家受粉 Control Self—pollination

C ; 他家受粉 Control cross—pollination

W ; 自然受粉 Wind—pollination

ギの自殖胚の崩壊について報告している。トドマツにおいても、自家受粉種子の発芽率が著しく低いことから考えると、これらの報告と同様に、胚致死遺伝子の存在が推測される。

## 2. 苗木の枯死率

まきつけ当年の苗木の枯死率はクローン別、交配様式別に表-3に示した。自家受粉各家系の枯死率は14.9%から66.7%と変動し、その平均値は36.9%である。他家受粉各家系の枯死率は11.5%から33.3%まで変動し、その平均値は21.9%である。自然受粉各家系の枯死率は18.6%から34.2%と変動し、その平均値は25.7%である。このように、まきつけ当年の枯死率は各交配様式とも家系間変動が大きい。しかし、枯死率の交配様式別の平均値は自家受粉家系が最も高く、他家受粉家系が最も低い。

他家受粉と自家受粉各家系の枯死率の差を比率であらわしたC/S比は0.29から0.96の範囲で、

表-3 自家受粉、他家受粉および自然受粉家系の1年生苗の枯死率とそのC/S、W/SおよびC/W比

Table 3. First-year mortality (percent) of seedlings from self-, cross-, and wind-pollination families and their C/S, W/S, and C/W ratios

クローン Clone	自家受粉 Self(%)	他家受粉 Cross(%)	自然受粉 Wind(%)	C/S	W/S	C/W
Okp-1	66.7	19.4	28.6	0.29	0.43	0.68
Asa-6	14.9	11.5	18.6	0.77	1.25	0.62
Ik-16	50.0	21.9	20.3	0.44	0.41	1.08
Ik-22	39.3	28.1	33.3	0.72	0.85	0.84
Aks-112	22.5	16.5	34.2	0.73	1.52	0.48
Aks-113	41.1	33.3	25.2	0.81	0.61	1.32
Aks-125	23.7	22.8	20.0	0.96	0.84	1.14
Mean	36.9	21.9	25.7	0.67	0.84	0.88

表-4 他家受粉および自然受粉家系の累積枯死率とそのC/S、W/SおよびC/W比

Table 4. Cumulative mortality of 1st-year seedlings to end of 4th-year (percent) from self-, cross-, and wind-pollination families and their C/S, W/S, and C/W ratios

クローン Clone	自家受粉 Self(%)	他家受粉 Cross(%)	自然受粉 Wind(%)	C/S	W/S	C/W
Okp-1	88.0	27.3	33.6	0.31	0.38	0.81
Asa-6	32.6	22.8	26.1	0.70	0.80	0.87
Ik-16	56.8	33.0	20.3	0.58	0.36	1.63
Ik-22	51.4	28.8	39.8	0.56	0.77	0.72
Aks-112	43.0	21.3	35.8	0.50	0.83	0.59
Aks-113	41.1	37.3	35.0	0.91	0.85	1.00
Aks-125	25.4	26.0	25.0	1.02	0.99	1.00
Mean	48.3	28.1	30.8	0.65	0.71	0.96

いずれも 1.0 以下である。すなわち、自家受粉家系の苗木の枯死率は他家受粉家系よりかなり高い。自然受粉と自家受粉家系の枯死率について算出したW/S比は 0.41 から 1.52 と変動が大きく、自然受粉家系の中に自家受粉家系より枯死率が高い家系もある。W/S 比の平均値は 0.84 であるから、平均的にいえば、自家受粉家系の枯死率は自然受粉家系よりかなり高い。他家受粉と自然受粉家系の枯死率について算出したC/W比の家系間変動は 0.48 から 1.32 であり、その平均値は 0.88 である（表-3）。このことから、自然受粉家系の枯死率は他家受粉家系の枯死率よりも幾分高いことが明らかである。

発芽してから 4 生長期を経過する間に枯死した苗木の累積枯死率はクローン別、交配様式別に表-4 にしめた。自家受粉各家系の累積枯死率の家系間変動は 25.4%から 88.0%である。とくに、約 90%もの苗木が枯死する家系もあるなど、自家受粉家系の枯死率は極めて高い。そして、これらの平均値は 48.3%である。他家受粉各家系の累積枯死率は 21.3%から 37.3%であり、その平均値、家系間変動とも自家受粉家系より小さい。自然受粉各家系の累積枯死率は 20.3%から 39.8%の変動がある。累積枯死率の交配様式別の平均値は自家受粉家系が 48.3%で最も高い。自然受粉家系は 30.8%、他家受粉家系は 28.1%と最も低い。自然受粉と他家受粉家系間の累積枯死率の差はそれほど大きくない。

他家受粉と自家受粉家系の累積枯死率の差をあらわすため算出した各家系のC/S比は 0.31 から 1.02 と変動しているが、1 クローン以外は 1.0 以下の数値である。そして、C/S 比の平均値は 0.65 であるから、自家受粉家系の累積枯死率は他家受粉家系と比較し著しく高い。

自然受粉と自家受粉各家系について算出した累積枯死率の W/S 比は 0.36 から 0.99 と変動した。この値もすべて 1.0 以下の数値であり、自家受粉家系は自然受粉家系の累積枯死率よりもかなり高い。

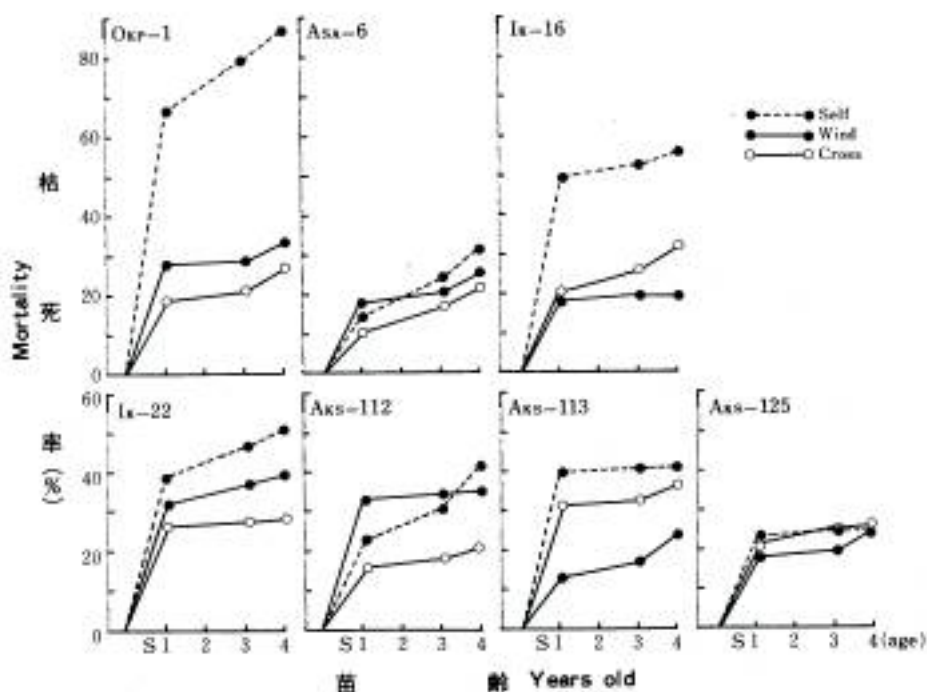


図-1 交配様式別各家系の苗木枯死率の経過

Fig.1. Schematic representation of average increase of mortality of 1st-year seedlings to end of 4th-year in the individuals of self-, cross-, and wind-pollination families

一方、他家受粉家系と自然受粉家系の累積枯死率の差をあらわす各家系のC/W比は0.59から1.63と変動が大きい。しかし、その平均値は0.96であり、両交配様式間の累積枯死率の差異は大きくない。

以上を総括して、図-1に、家系別、交配様式別にまきつけから4年生までの年々の枯死率とその累積値をしめした。図示した枯死率は、発生した全個体に全く人為的な淘汰を加えず育苗したときの、稚苗の発生から4生長期を経過するまでの苗木の消失率をあらわしている。苗齢別の枯死率は各交配家系ともまきつけ当年が最も高い。そして、苗齢と平行して枯死率は減少しているが、4年生苗の枯死率も高いから、4年生以降も苗木が消失していくことをしめしている。

ここで、交配様式別の枯死率が最も典型的であるOkp-1の各交配家系をみよう。自家受粉家系の4年生までの枯死率は約88%と最も高く、自然受粉家系は34%、他家受粉は27%と交配様式による苗木の枯死率の差が大きい。とくに、自家受粉家系は枯死率が著しく高い(図-1)。他の各交配家系の枯死率はこのOkp-1より低いものが多く、枯死率の交配様式間差異も小さい。しかし、交配様式別の枯死率はOkp-1と同じような順位で、自家受粉家系の消失率が最も高く、他家受粉家系の消失率が最も低い傾向をしめしている。すなわち、苗畑における苗木の年々の枯死率やその累積値をみると、集団としての自家受粉家系は他家受粉や自然受粉家系に比べ著しく消失率が高い。累積枯死率のC/S比は自家受粉家系の枯死率が他家受粉家系より約54%も高いことを、W/Sは自家受粉家系の枯死率が自然受粉家系より約41%も高いことをしめしている。これは自殖によって生存に不利な劣悪遺伝子がホモ化し、自家受粉家系の生存率が低下するためと考えられる。しかし、これらの値は苗畑内の適度に管理された環境下の値であるから、実際の林地における消失率はさらに高くなるだろうし、交配様式間の差異も大きくなると考えられる(古越, 1978; ERIKSON・LINDGREN, 1975)。

### 3. 形態異常個体

形態異常個体の割合はクローン別、交配様式別に表-5にしめした。自家受粉家系の形態異常苗率の家系間変動は異常個体が全く出現しない2家系を含む0%から37.7%と大きい。他家受粉各家系の形態異常苗率は4.9%から9.5%と、その値、家系間変動とも小さい。自然受粉各家系の形態異常苗率は1.1%から11.8%で家系間変動は他家受粉家系より大きい。

交配様式別の形態異常苗率は自家受粉が0%の2家系を含んでいるものの、平均値が16.0%で他の交配様式の家系より著しく高い。他家受粉家系の形態異常苗率は平均値が7.0%、自然受粉家系のそれは5.0%である。このように、自家受粉家系は他の交配様式の家系と比較し異常苗の出現率が極めて高い。

他家受粉と自家受粉家系の形態異常苗率のちがいを比率であらわすため、形態異常苗率が0%である2クローンを除外した各交配家系について算出したC/S比は0.23から1.04と変動しているが、その平均値は0.47である。つまり、形態異常個体が出現しない2家系をのぞいた自家受粉家系の異常苗の出現率は他家受粉家系の2倍以上も高い。

自然受粉と自家受粉各家系について算出した形態異常苗率のW/S比は0.06から0.85の範囲にあり、その平均値は0.42である。したがって、自家受粉家系の形態異常苗率は自然受粉家系と比較しても2倍以上も高い(表-5)。他家受粉と自然受粉各家系の形態異常苗率について算出したC/W比は0.66から6.45と極めて家系間変動が大きい。ほとんどの自然受粉家系は他家受粉家系より異常個体の出現率が低い。C/W比の平均値は他家受粉家系の異常苗の出現率が自然受粉家系の2.4倍も高いことをしめしている(表-5)。

ここで観察された苗木の形態異常が、すべて独立した単一の劣性遺伝子に起因すると仮定すれば、理論的には自家受粉家系は他家受粉家系より劣性ホモ個体の頻度が高いだろう。また、自然受粉家系にはその自然自殖率と対応した頻度で劣性ホモ個体が含まれるから、他家受粉家系より劣性ホモ個体の頻度が高いと考えられる。しかし、自家受粉家系の中に、全く形態異常個体が出現しないものがあったり、他家受粉家系の異常個体の出現率が自然受粉家系の3.6倍も高い家系もあるなど、理論上の期待数と一致しない事例がみられる。したがって、これは必ずしも単一の劣性遺伝子のホモ化によって発現される

表-5 自家受粉、他家受粉および自然受粉家系の形態異常苗木とそのC/S, W/SおよびC/W比

Table 5. Percentage of morphological aberrant seedlings from self-, cross-, and wind-pollination families and their C/S, W/S, and C/W ratios

クローン Clone	自家受粉 Self(%)	他家受粉 Cross(%)	自然受粉 Wind(%)	C/S	W/S	C/W
Okp-1	20.0	5.6	6.4	0.28	0.32	0.87
Asa-6	13.9	7.8	11.8	0.56	0.85	0.66
Ik-16	34.6	8.0	2.2	0.23	0.06	3.64
Ik-22	37.7	9.5	7.3	0.25	0.19	1.30
Aks-112	0.0	4.9	2.0	—	—	2.45
Aks-113	0.0	7.1	1.1	—	—	6.45
Aks-125	5.6	5.8	3.9	1.04	0.70	1.49
Mean	16.0	7.0	5.0	0.47	0.42	2.41

表-6 自家受粉、他家受粉および自然受粉家系の形質間相関係数

Table 6. Correlation coefficients between characters of self-, cross-, and wind-pollination families

交配様式 Pollination type	自家受粉 Self (S)			他家受粉 Cross (C)			自然受粉 Wind (W)		
	(M)	(D)	(T.H.)	(M)	(D)	(T.H.)	(M)	(D)	(T.H.)
形質 Character									
発芽率 Germinated seeds (percent)	-0.304	0.422	0.835	-0.755	0.093	0.302	-0.316	0.334	-0.193
累積枯死率 Cumulative mortality of 1st-year seedlings to end of 4 th-year (percent)		0.477	0.118		0.391	-0.001		-0.018	0.063
形態異常苗木率 Morphological aberrant seedling (percent)			0.545			0.353			-0.110

M ; 積枯死率 Cumulative mortality of 1st-year seedlings to end of 4th-year

D ; 形態異常苗木率 Morphological aberrant seedlings

T.H. ; 4年生苗木高 Tree height of (2-2) seedlings

形質といい難い。それ故、胚致死遺伝子も含めて、相同性や上位性が明らかにされなければ、苗木の枯死を含む全ての形質異常を交配様式と関連させて論議できないと考えられる。

つぎに、すでに述べた家系平均の発芽率、枯死率、形態異常苗率に加え4年生苗高などの形質相互の相関係数を交配様式別にもとめ表-6に示した。発芽率はどの交配様式においても累積枯死率と負の相関をしめし、累積枯死率は自家受粉と他家受粉家系においては形態異常苗率と正の相関をしめしている。また、累積枯死率は上述の形態異常苗率のほか自家受粉と他家受粉家系については発芽率と正の相関をしめしている。自家受粉および他家受粉家系では4年生苗高は発芽率や形態異常苗率と正の相関をしめしている。これは、スギについて古越(1978)が報告している結果と同じである。しかし、この論議は今後の研究にまちたい。

#### 4. 生長量

2年生苗高：クローン別、交配様式別の2年生苗高は表-7に示した。ただし、Aks-113は測定資料の一部が欠落しているので集計からのぞいた。自家受粉各家系の平均苗高は4.5cmから9.1cm、他家受粉各家系の平均苗高は6.2cmから9.1cm、自然受粉各家系の平均苗高は5.3cmから9.5cmと各交配様式とも苗高の家系間変動が大きい。交配様式別の平均苗高は自然受粉が7.5cmと最も大きく、ついで他家受粉が7.1cm、自家受粉が5.7cmと最も小さい。

他家受粉と自家受粉各家系の苗高差を指数であらわすため算出した各家系のC/S比はいずれも1.0以上の値である。自然受粉と自家受粉各家系の生長差をあらわすW/S比もすべて1.0以上であって、

他家受粉や自然受粉家系の苗高はいずれも自家受粉家系より大きいことをしめしている(表-7)。一方、他家受粉と自然受粉各家系の生長差について算出したC/W比は0.77から1.23と変動したが、他家受粉家系には自然受粉家系より生長が劣るものが多い。交配様式別の平均値は他家受粉と自家受粉のC/S比は1.29、自然受粉と自家受粉のW/S比は1.36である。すなわち、他家受粉や自然受粉家系の苗高は他家受粉や自然受粉に比べてそれぞれ29%および36%程度優っている。他家受粉と自然受粉家系のC/W比の平均値は0.97で自然受粉家系が他家受粉家系より幾分優っているが、苗高に差があるという程のちがいでない。

表-7 自然受粉、他家受粉および自然受粉家系の2年生苗高とそのC/S、W/SおよびC/W比

Table.7. Tree height of (2-0) seedlings from self-, cross-, and wind-pollination families and their C/S, W/S, and C/W ratios

クローン Clone	自家受粉 Self(cm)	他家受粉 Cross(cm)	自然受粉 Wind(cm)	C/S	W/S	C/W
Okp-1	5.1	7.2	7.0	1.41	1.37	1.03
Asa-6	9.1	9.1	9.5	1.00	1.04	0.96
Ik-16	5.0	6.2	8.1	1.24	1.62	0.77
Ik-22	5.1	6.5	5.3	1.27	1.04	1.23
Aks-112	4.5	7.2	8.0	1.60	1.78	0.90
Aks-113	—	—	—	—	—	—
Aks-125	5.5	6.6	7.1	1.20	1.29	0.93
Mean	5.7	7.1	7.5	1.29	1.36	0.97



表-8 自家受粉，他家受粉および自然受粉家系の4年生苗高とそのC/S，W/SおよびC/W比

Table 8. Tree height of (2-2) seedlings from self-, cross-, and wind-pollination families and their C/S, W/S, and C/W ratios

クローン Clone	自家受粉 Self(cm)	他家受粉 Cross(cm)	自然受粉 Wind(cm)	C/S	W/S	C/W
Okp-1	13.5	22.2	26.1	1.64	1.93	0.85
Asa-6	15.1	20.2	22.5	1.34	1.49	0.90
Ik-16	13.5	20.1	23.6	1.49	1.74	0.85
Ik-22	13.7	21.1	20.9	1.54	1.53	1.01
Aks-112	12.6	18.8	24.1	1.49	1.91	0.78
Aks-113	10.5	18.4	22.7	1.75	2.16	0.81
Aks-125	12.7	16.1	20.4	1.27	1.61	0.79
Mean	13.1	19.6	22.9	1.50	1.77	0.86

4年生苗高：クローン別，交配様式別の4年生苗高は表-8にしめした。自家受粉の家系平均苗高は10.5cmから15.1cmまで変動している。他家受粉の家系平均苗高は16.1cmから22.2cmまで変動している。自然受粉各家系の平均苗高は20.4cmから26.1cmまで変動し，家系平均の最小，最大値とも他の交配様式の4年生苗高より大きい。交配様式別の平均苗高は自家受粉が13.1cm，他家受粉が19.6cm，自然受粉が22.9cmである。すなわち，自然受粉家系の苗高が最も優れている。

他家受粉と自家受粉各家系の4年生苗高の差をあらわすC/S比は1.27から1.75と変動し，しかも，2年生苗高について算出した各家系のC/S比より大きな値である。自然受粉と自家受粉家系の生長差をあらわすW/S比も1.49から2.16と変動し，これらも2年生苗高について算出した値より大きい。そして，苗齢の経過とともに自家受粉家系と他の交配様式間の生長較差が広がる傾向がみられる。また，他家受粉と自然受粉各家系について算出したC/W比は0.78から1.01と変動し，Ik-22以外の各家系の指数はすべて1.0以下であるから，他家受粉家系の4年生苗高は自然受粉家系に比べて劣っている。交配様式別の平均値はC/S比が1.50，W/S比は1.77であるから，自家受粉家系の4年生苗高は他家受粉や自然受粉家系のそれぞれ67%から56%以下の生長であることをしめしている（表-8）。また，他家受粉と自然受粉家系のC/W比の平均値は0.86であり他家受粉家系の4年生苗高は自然受粉家系の僅か約86%にすぎない。

4年生苗の当年伸長量：クローン別，交配様式別の4年生苗の当年伸長量は表-9にしめした。自家受粉の各家系平均は3.0cmから6.4cm，他家受粉は7.0cmから11.2cm，自然受粉は10.0cmから14.0cmと変動している。すなわち，自家受粉家系の中で最も当年伸長量が高い家系さえも，他家受粉や自然受粉各家系の中の最も当年伸長量が低い家系より生長量が劣っている。これは4年生苗高の測定値から推定されたように，自家受粉家系の当年伸長量は苗齢が高くなるにしたがい，他の交配様式の各家系よりも著しく低下していくことをしめしている。交配様式別の当年伸長量の平均値にこの傾向が顕著にあらわれている。

他家受粉と自然受粉各家系の4年生苗の当年伸長量のC/S比は1.40から3.60までの値をしめし，自然受粉と自家受粉各家系について算出したW/S比は，1.81から3.80といずれも1.0以上の大きな

表-9 自家受粉, 他家受粉および自然受粉家系の4年生苗の当年伸長量とそのC/S、W/SおよびC/W比

Table 9. Current height growth of (2-2) seedlings from self-, cross-, and wind-pollination families and their C/S, W/S, and C/W ratios

クローン Clone	自家受粉 Self(cm)	他家受粉 Cross(cm)	自然受粉 Wind(cm)	C/S	W/S	C/W
Okp-1	6.2	11.2	14.0	1.81	2.26	0.80
Asa-6	4.4	8.7	10.0	1.98	2.27	0.87
Ik-16	6.4	10.5	11.6	1.64	1.81	0.91
Ik-22	5.8	10.8	10.6	1.86	1.83	1.02
Aks-112	4.6	10.1	10.8	2.19	2.35	0.94
Aks-113	3.0	10.8	11.4	3.60	3.80	0.95
Aks-125	5.0	7.0	10.6	1.40	2.12	0.66
Mean	5.1	9.9	11.3	2.07	2.35	0.88

値をしめしている。このように、自家受粉家系の当年伸長量は家系によっては他家受粉や自然受粉家系の僅か25%程度しかないものもある。しかし、C/S比およびW/S比の平均値はそれぞれ2.07と2.35であるから、平均的にみれば自家受粉家系の当年伸長量は自然受粉や他家受粉家系の50%以下であるといえよう。他家受粉と自然受粉各家系について算出したC/W比は0.66から1.02と変動したが、Ik-22以外はすべて1.0以下の数値であり、その平均値も0.88であるから、他家受粉家系の当年伸長量は自然受粉家系の約88%程度と低い(表-9)。

苗高階別本数の頻度分布:任意抽出した交配様式別各家系の4年生苗高と当年伸長量別本数頻度分布, その平均値および標準偏差などをまとめると図-2および図-3のようになる。自家受粉家系は苗高, 当年伸長量とも他の交配家系に比べて極めて低く, 苗高階別の分布はいずれも下位の階級に集中し, 分布幅もせまい。すでに述べたように, 他家受粉家系の平均苗高は自家受粉家系よりずいぶん大きい, 自然受粉家系よりはやや小さい。その苗高階別頻度分布は平均苗高と対応して自然受粉家系に近いが, 各個体は自家受粉家系との中間に分布している。その分布型は自然受粉家系よりフラットで, 分布幅も広いものが多い。

当年伸長階別本数の頻度分布を他家受粉と自然受粉家系について比較すると, 他家受粉のそれは苗高にみられた頻度分布よりも, ますます分布幅が大きく, しかも, ますますフラットである。これは4年生苗高の尖度をあらわす( $g_2$ )統計量(表-10)においても他家受粉家系には負が多いのに, 自然受粉家系には全くないことから明らかである。

各交配家系の苗高の散布度を数量的に比較するため, 各家系について算出した標準偏差は, 自家受粉4家系のうち3家系が最小値をしめしている。また, 当年伸長量の標準偏差は自家受粉と自然受粉それぞれ2家系ずつが最小値をしめしている。自家受粉家系の中に苗高で標準偏差が最大値をとる例もみられた。しかし, この家系の苗高階別本数分布は離散型分布であり, 例外的と考えれば, 一般に, 自家受粉家系の苗高や当年伸長量の個体間変動, つまり散布度は最も小さく, しかも下位に集中して分布するといえる。

他家受粉と自然受粉家系の苗高の散布度の比較では, 他家受粉は1家系をのぞいて自然受粉家系よ

表-10 自家受粉, 他家受粉および自然受粉家系の4年生苗高の  
歪度 ( $g_1$ ) および尖度 ( $g_2$ )

Table 10. Population skewness ( $g_1$ ) and kurtosis ( $g_2$ ) on the height growth (2-2) seedlings from self-, cross-, and wind-pollination families

クローン Clone	パラメーター Parameter	自家受粉 Self	他家受粉 Cross	自然受粉 Wind
Okp-1	( $g_1$ )	0.112	0.000	0.008
	( $g_2$ )	0.661	0.085	1.065
Asa-6	( $g_1$ )	0.001	0.000	-0.005
	( $g_2$ )	-0.017	-0.066	0.159
Ik-16	( $g_1$ )	0.017	-0.003	-0.002
	( $g_2$ )	0.456	-0.092	0.596
Ik-22	( $g_1$ )	0.054	0.001	0.009
	( $g_2$ )	-0.067	-0.101	1.139
Aks-112	( $g_1$ )	0.054	0.001	0.009
	( $g_2$ )	1.067	-0.364	0.201
Aks-113	( $g_1$ )	-	0.002	-0.002
	( $g_2$ )	-	0.681	1.372
Aks-125	( $g_1$ )	-0.007	0.000	0.001
	( $g_2$ )	-0.303	-0.234	0.280

1) ;  $g_1$  が正であれば左傾, 負であれば右傾をあらわす。

2) ;  $g_2$  が正であれば鋭峰, 負であれば鈍峰をあらわす。

3) ;  $g_1 = g_2 = 0$  であれば正規型をあらわす。

1) ; A positive value of  $g_1$  indicates a positive skewness, and a negative value a negative skewness.

2) ; A positive value of  $g_2$  indicates a peaked curve, and a negative value a flat-topped curve.

りいずれも大きい。また, 他家受粉各家系の当年伸長量の標準偏差はすべて自然受粉各家系のそれより大きい。そして, 他家受粉各家系の当年伸長量の平均値は, それと対応する自然受粉家系のそれより低いものが多いから, 変異係数によって散布度を比較すると両交配家系の差異は標準偏差でみたときよりさらに大きくなる。この傾向は苗齢が高い形質ほどますます顕著である。一般に, 各個体は生育が進むほど, より明瞭に, それぞれの遺伝子型に応じて形質を発現すると考えられるから, 他家受粉家系集団の当年伸長量がしめす大きな散布度は, その中に, 自然受粉家系集団よりも多様な遺伝子型の個体を含むことを推測させる。しかし, 自然受粉家系集団は自殖を含む任意交配集団であるから, 自殖率と比例して, その中に生長が劣る自殖個体(図-2, 図-3)を含むため, その平均値は他家受粉家系集団と同じか, やや低く, 変動幅も少し大きいと考えられる。しかし, 結果はこの仮定と全く逆の傾向をしめ

した。これは、この自然受粉家系集団はほとんど自殖個体が含まないか、あるいは少数の花粉親との他家受粉家系よりも特定組合せ能力が高い、花粉親との任意交配による半姉妹が多数含まれているためかもしれない。しかし、いずれも明らかに出来なかった。

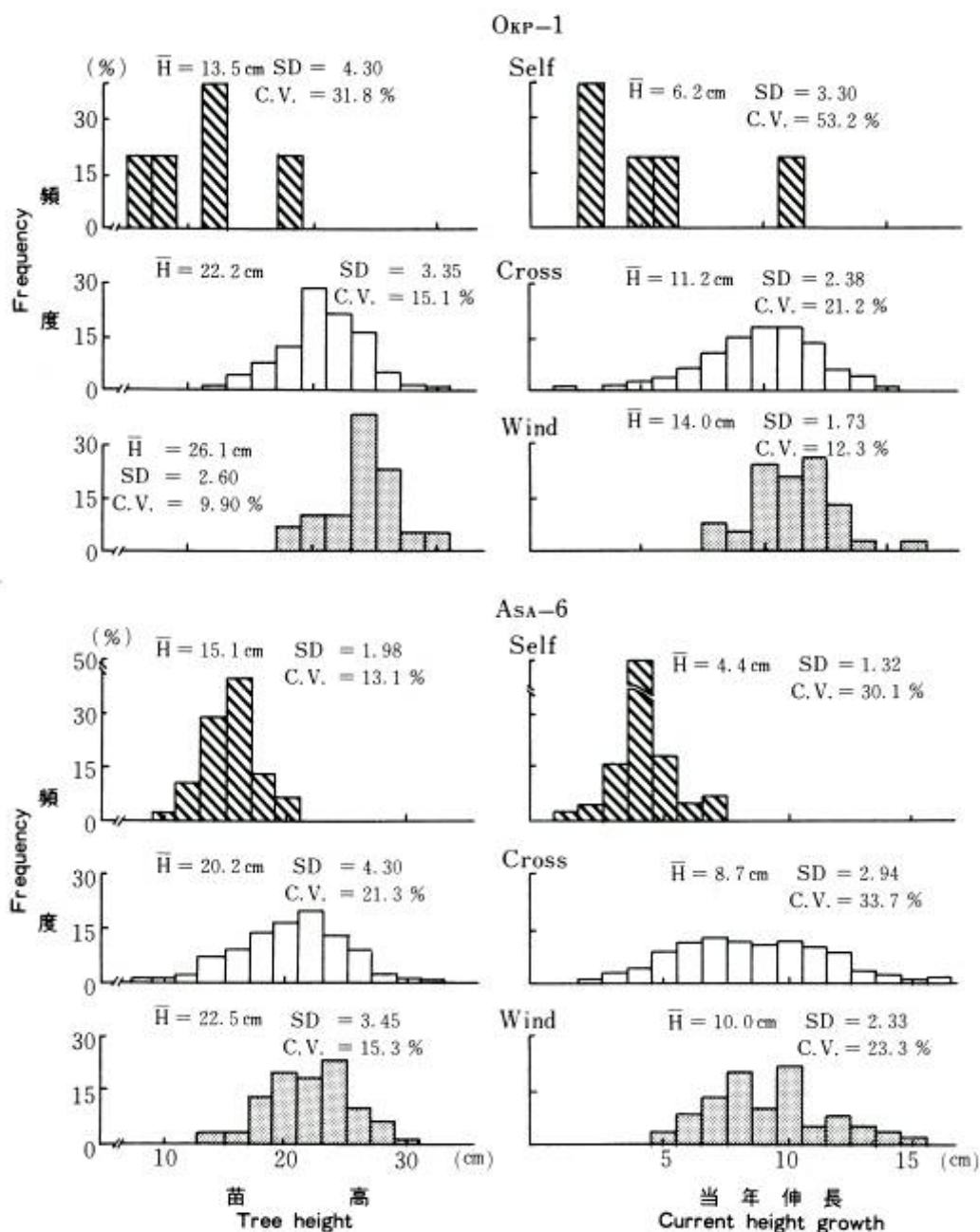


図-2 交配様式別各家系の4年生苗の苗高と当年伸長の頻度分布

Fig.2. Frequency distribution of three pollination types in tree height and current height growth of (2-2) seedlings

一方、自家受粉家系集団の生長は他家受粉や自然受粉家系集団より大変劣り、変動幅も小さい。これは、林木の自殖植物の樹高生長は抑制される (ANDERSON et al, 1974) という結果と同じである。すなわち、トドマツにおいても苗木の生長を抑制する遺伝子が存在し、これが、自家受粉家系では劣性ホモの状態になり、生長を抑制しているものと考えられる。

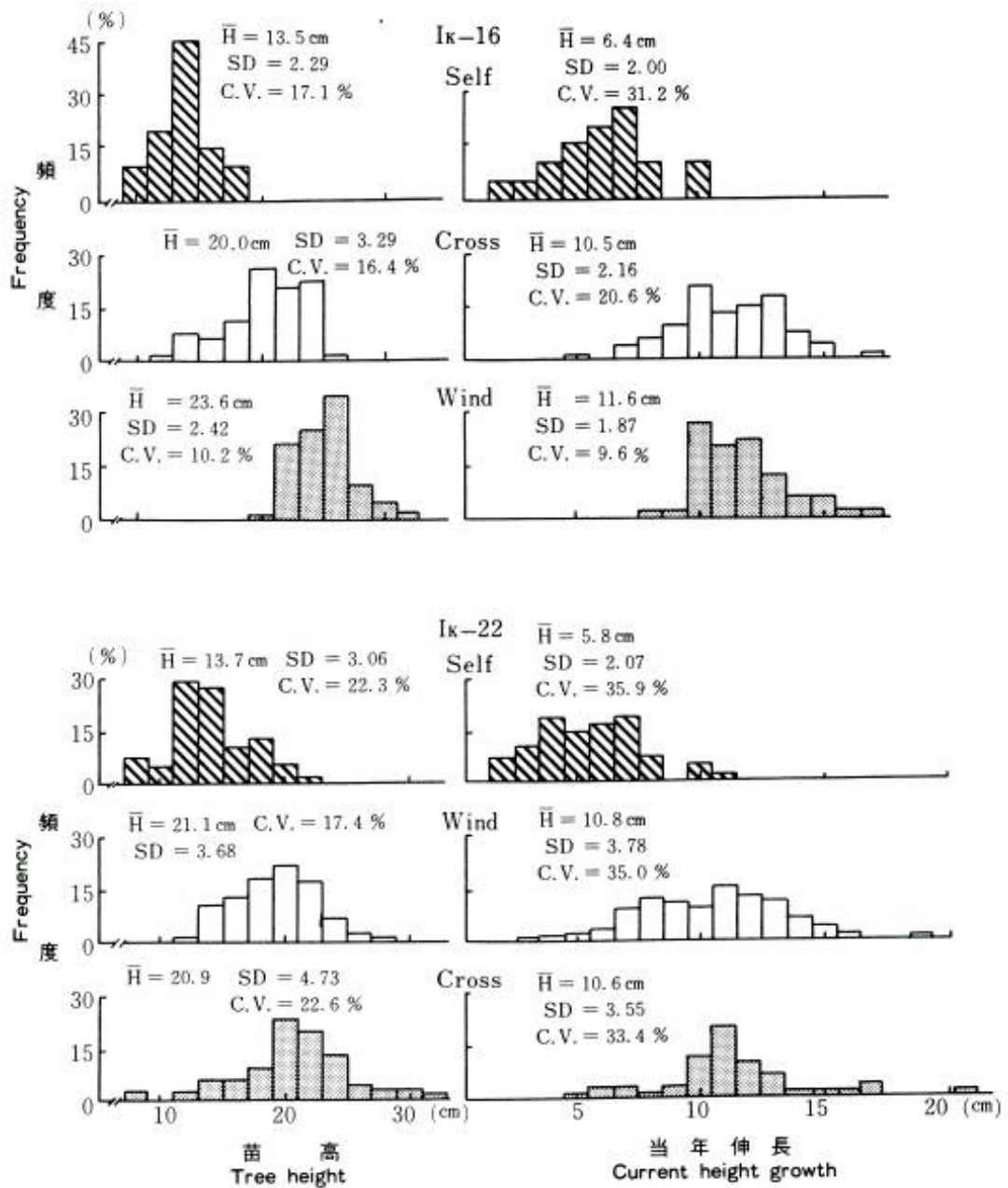


図-3 交配様式別各家系の4年生苗の苗高と当年伸長の頻度分布

Fig.3. Frequency distribution of three pollination types in tree height and current height growth of (2-2) seedlings

## 5. 自然自殖率の推定

すでにのべたように、生長量についての検討からは、自然受粉家系集団に自殖個体が高い頻度で含まれていることを示唆する結果はえられなかった。しかし、ここでは発芽率をもとに、自然自殖率の推定をおこなった。

自然自殖率の推定には、自然受粉家系集団に出現する色素異常個体の頻度をもちいて推定する方法(大庭ら, 1967; 1978) や他家受粉, 自然受粉および自家受粉種子の充実率から推定する方法 (FRANKLIN, 1971) などがある。ここでは、古越 (1978) の自然自殖率 (R) 推定の近似式

$$R = (C/S - W/S) / (C/S - 1)$$

により、交配様式別に算出した発芽率の C/S 比, W/S 比をもちいて自然自殖率を推定した。7 クローンをこみにした C/S および W/S 比の平均値は等しい (表-2) から、供試した自然受粉種子の自殖率はゼロと推定する。すなわち、自然自殖種子は全くないと推定される。

しかし、各母樹が生産する自然受粉種子の自殖率は、各母樹の近隣木の配置や着花量, 雌雄花の着花比率と関連して母樹ごとに異なるだろう。したがって、各母樹の値をこみにし、林分全体として自殖率を推定する方法は適切とはいえない。そこで上述の近似式と発芽率をもちい、クローン別に自然自殖率を推定した。

自然自殖率の推定値は7 クローンのうち、2 クローンが 0.38 および 0.65 と理論上の期待数の範囲内であった。その他の3 クローンは負、2 クローンはそれぞれ 1.06 および 1.48 と理論上の期待数を超えた値である。上述の近似式にしたがえば、自家受粉種子の発芽率が自然受粉種子のそれより高ければ、自殖率の推定値が 1.0 を超えることになる。そこで、自殖率の推定値が 1.0 以上である Okp-1 と Ik-22 両クローンの自殖率が理論上の期待数の範囲内であるにもかかわらず、たまたま、両クローンの自然受粉種子の発芽率が過少に推定されたため、自殖率の推定値が理論上の期待数を超えたかどうかを、自然受粉と自家受粉家系の苗木形質の比較によって検討した (表-11)。

表-11 累積枯死率, 形態異常苗木および4年生苗木の自家受粉と自然受粉家系の比較

Table 11. Comparisons between self-pollination and wind-pollination on cumulative mortality of 1st-year seedlings to end of 4th-year, percentage of morphological aberrant seedlings and tree height of (2-2) seedlings

クローン Clone	Okp-1		Ik-22	
	自家受粉 Self	自然受粉 Wind	自家受粉 Self	自然受粉 Wind
交配様式 Pollination type				
累積枯死率 Cumulative mortality of 1st-year seedlings to end of 4th-year	88.0	33.6	51.4	39.8
形態異常苗木率 Morphological aberrant seedlings (%)	20.0	6.4	37.7	7.3
4年生苗木高 Tree height of (2-2) seedlings (cm)	13.5	26.1	13.7	20.9

もし、自殖率が 1.0 もしくはそれに近い値であれば、自然受粉家系のほとんどの個体は自殖苗であるから、自家受粉家系との形質値の差はほとんどないだろう。しかし、表-11 から明らかなように、両家系の形質値の差は明らかに大きい。すなわち、自家受粉家系は累積枯死率、異常苗率とも自然受粉家系より大きい。また、両自家受粉家系の 4 年生苗高はそれぞれ 13.5cm および 13.7cm であるが、自然受粉両家系のそれらは 26.1cm および 20.9cm である。このように、自家受粉家系の 4 年生苗高と自殖率の推定値は 1.0 を超えた自然受粉家系の 4 年生苗高との差異も極めて大きい。すなわち、自殖による自家弱勢が強く発現される苗高 (ANDERSON et al, 1974) の比較においても、両クローンの自然受粉家系の自殖率が極めて高い値であることを支持する結果はえられなかった。

一方、自然自殖率の推定値が負となるのは他家受粉種子の発芽率が自然受粉種子より低いときである。他家受粉種子は人工交配によって生産されたから、自然受粉種子と比較し、交配袋内の高温化や受粉時期など受精にいたる過程で発芽率を低下させる方向に影響をおよぼしているかもしれない。したがって、各交配様式の発芽率をもとに自然自殖率を推定する場合には、それに誤差がともなっていると考えなければならない。以上から、トドマツの自然自殖率の推定に人工受粉と自然受粉種子の充実率や発芽率をもちいるためには、なお検討が必要であると考えられる。しかし、自然自殖率の推定値は理論上の期待数を超えたが、自然受粉家系の苗木の形質との比較ではトドマツの自然自殖率はそれほど高くないと推測される。比較的自殖率が高いと考えられているマツ類では、クローネ上部の球果より、クローネ下部の球果からえられる種子に自殖種子が多く、これは花粉の流れに起因していると考えられている (ERIKSON・LINDGREN, 1975)。このことから考えると、トドマツは、とくに着花量が少ない年には雌花がクローネの上部の枝階のみに着生する傾向があるから、マツ類よりも自殖のチャンスが低いかもしれない。

表-12 近交弱勢

Table 12. Inbreeding depression

クローン Clone	4 年生苗高 Tree height of (2-2) seedlings					4 年生の当年伸長 Current height growth of (2-2) seedlings				
	自家受粉	他家受粉	自然受粉	近交弱勢		自家受粉	他家受粉	自然受粉	近交弱勢	
	Self (cm)	Cross (cm)	Wind (cm)	Inbreeding depression (1) (%)	(2)	Self (cm)	Cross (cm)	Wind (cm)	Inbreeding depression (1) (%)	(2)
Okp-1	13.5	22.2	26.1	39.1	48.3	6.2	11.2	14.0	44.6	55.7
Asa-6	15.1	20.2	22.5	25.2	32.9	4.4	8.7	10.0	49.4	56.0
Ik-16	13.5	20.1	23.6	32.8	42.8	6.4	10.5	11.6	39.0	44.8
Ik-22	13.7	21.1	20.9	35.1	34.4	5.8	10.8	10.6	46.3	45.3
Aks-112	12.6	18.8	24.1	33.0	47.7	4.6	10.1	10.8	54.4	57.4
Aks-113	10.5	18.4	22.7	42.9	53.7	3.0	10.8	11.4	72.2	73.6
Aks-125	12.7	16.1	20.4	20.1	37.7	5.0	7.0	10.6	28.6	52.8
Mean	13.1	19.6	22.9	33.1	42.8	5.1	9.9	11.3	48.5	54.9

近交弱勢 Inbreeding depression

(1) [ ("Cross" height - "inbred" height) ÷ "Cross" height ] × 100

(2) [ ("Wind" height - "inbred" height) ÷ "Wind" height ] × 100

## 6. 自殖家系の苗高

自殖個体の上長生長は抑制され (ANDERSON, et al, 1974) るが, 生育条件が厳しいほど自殖弱勢は顕著になってくる (ERIKSON・LINDGREN, 1975)。クローン別の4年生苗高, 当年伸長量の他家受粉および自然受粉家系にたいする自殖弱勢度は表-12 にしめた。他家受粉家系をもとにした4年生苗高の自殖弱勢度は 20.1%から 42.9%, 平均では 33.1%である。自然受粉家系の4年生苗高をもとにした場合, 32.9%から 53.7%, 平均では 42.8%である。4年生の当年伸長量をもとにしたクローン別の自殖弱勢度は 28.6%から 72.2%であり, 平均では 48.5%である。クローンによっては自殖により 72.2%も生長量が抑制されるものもある。自然受粉家系の4年生の当年伸長量をもとに自殖弱勢をもとめると, 44.8%から 73.6%, 平均は 54.9%である。このように, トドマツの生長量は自殖によって著しく抑制され, 苗齢とともにその程度が大きくなっている。

このように, トドマツの近親交配は近交弱勢による生長量の減退をまねくことが明らかである。しかし, 近親交配の影響は, それが生産集団 (*Production Population*) であるか育種集団 (*Breeding Population*) であるかによって異なる。生産集団は木材生産を目的とした森林であるから, 近交弱勢による生産量の減退は問題が大きい。育種集団は種子生産や長期にわたる育種事業のためにだけ活用されるから, 個々の林木の生産量の高低より, 各遺伝子型がどれだけ優れた後代を生産する潜在能力をもっているかが問題である。したがって, 近親交配の影響は育種集団にたいしては生産集団にたいするほど大きな影響をあたえないと考える。

## 7. 総合考察

本研究では, トドマツクローン林分の同一母樹から自家受粉, 他家受粉および自然受粉種子が対応してえられた各家系の形質値を比較し, 自家受粉家系の生産力がいかに劣るか, また, 自然受粉によって生産された種子や苗木に自殖個体がどのような割合で含まれているか, そして, それが自然受粉家系集団の生産力にどのような影響をあたえるかについて検討した。

自家受粉, 他家受粉および自然受粉の3交配様式にまとめた種子と苗木形質の平均値は表-13 にしめた。表から明らかのように, 他家受粉家系は発芽率が最も高く, 苗木の枯死率は最も低い。この両形質については他家受粉家系が最も優れており, 自家受粉家系は最も劣っている。

自然受粉家系は形態異常苗の出現率が最も少なく, 生長量が最も大きい。自家受粉家系は形態異常苗の出現率が最も高く, 生長量が最も劣っている。いかえると, 自家受粉家系は他家受粉家系と比べて, 種子の発芽能力, 苗木の生存能力および生長量などが著しく劣るうえ, 形態異常苗の出現率が著しく高い。

たとえば, 自家受粉家系は種子の発芽率が他家受粉家系より約58%も低い。そして, 苗木の枯死率が約54%, 形態異常苗の出現率が113%も高い。また, 2年生苗高は他家受粉家系の約80%, 4年生苗高は他家受粉家系の約67%に低下している。このように, 自殖苗の生長は他殖苗に比べて, 苗齢の経過とともに, ますます劣る傾向が顕著である。

これはトドマツにおいても, 自殖によって, 致死や半致死遺伝子および生長を抑制する劣悪遺伝子がホモ化し, 自家受粉家系の発芽や生存能力, 生長量などが低下するものと考えられる。

自然受粉家系は他家受粉家系と対比すると, 種子の発芽率がやや低く, 苗木の枯死率が高い。この両形質について, 自然受粉と他家受粉家系を比較した結果は自然受粉家系に自殖種子や自殖苗が含まれていることを推測させる。しかし, 形態異常苗の出現率や生長量について, 自然受粉と他家受粉家系を比較すると自然受粉家系が他家受粉家系より優れている。



表-13 自家受粉、他家受粉および自然受粉各家系の種子および苗木形質の平均値

Table 13. Average values for seed and seedling characters from self-, cross-, and wind-pollination families

交配様式 Pollination type	発芽率 Germinated Seeds (%)	累積枯死率 Cumulative mortality 1st-year seedlings to end of 4th-year (%)	形態異常苗率 Morphological aberrant seedlings (%)	苗木高 Tree height	
				(2-0) (cm)	(2-2) (cm)
自家受粉 Self	11.2	48.3	16.0	5.7	13.1
他家受粉 Cross	20.2	28.1	7.0	7.1	19.6
自然受粉 Wind	16.7	30.8	5.0	7.5	22.9

これは、自然受粉家系に含まれた少数の自殖個体は生存能力、生長量などが優れた他殖個体と混在して生育した場合、自殖個体のみでの単植プロットにおける自殖個体より早期に、しかも容易に消失するためと考えられる (ERIKSON・LINDGREN, 1975 ; 古越, 1978)。したがって、自然受粉家系集団に含まれていた自殖個体は、自然受粉家系の形態異常苗の出現率や生長量にたいしほとんど寄与していないかもしれない。つまり、自殖のチャンスが高いと考えられるクローン林分から生産された自然受粉種子の自然自殖率もあまり高くない。自然自殖家系の自殖個体は混生する他殖個体との競争によって漸次消失し、自殖個体の集団全体に占める影響は大きくないと考えられる。

まして、実際の壮齢林においては、クローン林分より自然自殖率が低いと考えられるから、集団全体にたいする影響はそれ程でないだろう。また、自家受粉による自殖個体に限らず、他家受粉家系の中にも、ある割合で形態異常や生存能力が低い個体が出現しているから、仮りに、生育上好ましくない遺伝子のホモ化が、一時的に集団の平均値を低下させることがあっても、淘汰圧が強い林地では、生育上好ましくない遺伝子型の個体は年々消失していくと推測される。したがって、自家受粉は受粉した全てを成熟種子として生産しなかったり、また、自殖胚の生活力も他殖胚より著しく低いから自家受粉や近親交配は劣性致死遺伝子にたいする一種の「フルイ」の役割をはたしているかもしれない (ANDERSON・et al, 1974)。

ここでは、自然自殖率を種子の発芽率をもちい古越 (1978) によって推定したが、推定値は理論上の期待数の範囲を超えるものが多い。このことから、人工受粉と自然受粉種子の充実率や発芽率の相互比較によって、トドマツの自然自殖率を推定するには、なお検討を要すると考えられる。

## ま と め

本研究は、トドマツのクローン林分における自然受粉を含む自家受粉および他家受粉によって生産された種子の苗畑における発芽率、それから育成された苗木の枯死率、形態異常苗率および生長量について検討したものである。また、自然受粉家系集団に含まれる自殖種子や自殖苗が集団の平均値にあたる影響についても論議した。

材料は、同一クローンから自家、他家および自然受粉種子が対応してえられた7クローンの種子をもちいた。この林分は同一クローンの各ラメートが隣接しているから、通常の壮齡林より自家受粉のチャンスが多い受粉条件であると考えられる。

自然および他家受粉種子の発芽率は自家受粉種子の約2.4倍も高い。苗木が発生してから4生長期を経過する間の自家受粉家系の苗木の枯死率は他家および自然受粉家系より約70%も多い。また、自家受粉家系の発芽後4年間に出現した形態異常苗の割合は他家および自然受粉家系と比較し、約120%も高い。

生長においても、自家受粉家系は最も劣っている。交配様式別に、生長が劣るものから優れたものの順に記述すれば自家受粉、他家受粉、自然受粉となる。この交配様式間の生長較差は苗齡とともに拡大する傾向が顕著である。種子の発芽率、苗木の生存率について他家受粉と自然受粉家系を比較するとこの両形質については自然受粉家系が劣っている。しかし、自然受粉家系は生長量においては他家受粉家系に優り形態異常苗の出現率が低い。すなわち、自然受粉家系に含まれる自殖苗は時間の経過とともに漸次消失していくと考えられる。したがって、種子段階での自殖率がそれほど高くない自然受粉家系においては、苗木段階では、自殖苗が漸次消失し、苗齡の経過とともに、ほぼ完全な他殖個体の家系に転換されると推測される。

本論文で取扱ったトドマツの交配と育苗試験の結果は、自家受粉家系が種子の発芽、苗木の生存能力、形態異常苗の出現率、生長量などが最も劣っている。これは、自家受粉家系においては劣悪遺伝子の対合が自然受粉家系における劣悪遺伝子の対合より頻度が高いこと、そして、劣悪遺伝子の対合は成熟種子の形成や苗木の生存能力のみならず、生長量をも抑制していることをしめすものだろう。

自殖個体と他殖個体が一つの集団をなして生育した場合、自殖個体は他殖個体との競争や淘汰によって極めて多くの個体が消失していくと考えられる。その結果、森林の生産力にたいする自殖種子の寄与は極めて低いものと考えられる。しかし、苗木の形態異常個体は自家受粉のみならず、他家受粉家系にも多数出現した。このような遺伝子は、多くの母樹にヘテロの状態では保有されていると考えられるから、造林用種子の採種林ではトドマツにおいても自家受粉や近親交配の機会を出来るかぎり少なくする施業をおこなう必要があると考えられる。

## 文 献

- ANDERSON, E, JANSON, R, and LINDGREN, D. 1974 Some results from second generation crossing involving inbreeding in Norway spruce (*Picea abies*). *Silvae Genet.* 23 : 34-43
- ERIKSON, G. and LINDGREN, D. 1975 Some genetic aspects on the grading of plants. *Seriges Skogsvardsforbunds tidskrift* 73 (2) (in Swedish with English summary)
- FRANKLIN, E, C. 1971 Estimates of frequency of natural selfing in loblolly pine. *Silvae Genet.* 20 : 194-195
- 古越隆信 1978 スギ採種園の花粉管理に関する基礎的研究. *林試研報*, 330 : 41-120

- 倉橋昭夫・濱谷稔夫 1975 トドマツの変異—東京大学北海道演習林における諸調査. 北海道の林木育種, 18 (1) : 1-16
- 松田清 1975 スギの不稔性に関する基礎研究 (Ⅲ) —自殖による不稔種子の形成について. 86回 日林講, 149-150
- 大庭喜八郎・村井正文・杉村義一・斉藤幹夫・岡本敬三・渡辺操・野口常介 1967 林木の変異に関する研究 (Ⅲ) クマスギと他のさし木スギ系統間の交雑親和性. 日林誌, 49 : 361-367
- ・————— 1971 スギの白子苗および淡緑色を生ずる劣性遺伝子. 日林誌, 53 : 177-180
- ・百瀬行男・前田武彦 1973 スギ精英樹からの異常苗の分離. 林試研報, 250 : 53-76
- 横山敏孝 1977 スギの自殖不稔の主因. 日林誌, 59 : 389-390

### Summary

The present paper describes results of an investigation on the effect of self —, cross — and wind — pollination in *Abies sachalinensis* on seed germinability and mortality, morphology and growth of seedlings. Materials for the study were seeds obtained from seven clones planted in the seed orchard. It was found that the germination percentage of selfed seed was only about 40% of that of cross — or wind — pollinated seed, while mortality of seedlings after selfing through the fourth growing season was 70% higher than cross — or wind — pollinated ones. Thus it was concluded that self — pollination brought about apparent inferiority or inbreeding depression in general growth of seedlings.

Comparison between families from cross — pollination and those from wind — pollination showed that the former was more or less superior to latter in seed germination and survival rate, although the latter families showed better growth and less abnormal plants than the former ones. It is inferred that wind — pollination naturally involves an occurrence of self — pollination, and these selfed may have probably caused low germinability and survival rate, but they may by and by have been eliminated during development, leaving the cross — pollinated seedlings with better growth in the nursery.

The inferiority in seed germination and seedling growth after self — pollination may suggest an existence of defective genes in the natural forest. Since these defective genes are expected to be present in a heterozygous condition in some trees in a natural forest, it will be recommendable to make parental cause inbreeding as possible when seeds are collected for artificial forest regeneration.