

レンゲ人為同質4倍体子孫における異数体頻度の推定

Ⅲ. 異数体の発芽力及び競争力

林 喜三郎・奥田 緑

(農学部作物・育種学研究室)

The Estimation of Aneuploid Frequencies in the Progenies of Induced Autotetraploid Renge (*Astragalus sinicus* L.)

Ⅲ. Germination Ability and Competition Ability in the Aneuploids

Kisaburo HAYASHI and Midōri OKUDA

Laboratory of Crop Science and Plant Breeding, Faculty of Agriculture

Abstract: A Series of this studies has been examined the factors affecting frequency of aneuploids in autotetraploid Renge population. The present work is attempt to evaluate competition ability of aneuploids in germination and growth.

Seeds produced from parents plants with $2n=31-35$ were divided into three weight classes: H (5 mg $>$), M (4-5 mg) and L (4 mg $<$). Lower percentage of germination were observed in the M and L classes seed than in H class. There is remarkable difference in characteristics of aneuploid with different chromosome numbers under competitive condition, but not under single planting condition. And also low productivity of seed in aneuploids is not over-looking under competitive with euploid. Therefore it should be concluded that aneuploids have low competitive ability and are not able to leave many offsprings under actual cultivation condition.

4倍性品種の特性の安定性及び採種上、異数体頻度の高低は重要な問題である。筆者らはこのような異数体頻度に影響すると思われる諸要因について検討中であり、第Ⅰ報¹⁾では異数性配偶子の形成頻度とそれらが子孫に伝達される割合について、また第Ⅱ報²⁾では異数体の諸形質と競争力との関係について検討して来た。

本報告は、より実際の立場から発芽-成熟過程における異数体の淘汰の程度を明らかにするために、各種異数体に生じた種子の重量と発芽率及び染色体数との関係、並びに正4倍体と競争させた場合の形質の変化、とくに子孫を残す能力などについて、検討した結果の概要を述べたものである。

実験材料及び方法

供試系統は当研究室で保存中の岐阜大晩生種より育成した4倍体系統である。1979年秋に播種し、幼植物期に根端細胞を観察して得られた正4倍体 ($2n=32$) 及び異数体 ($2n=31, 33, 34$ 及び 35) を 24 cm 素焼鉢で栽培し、翌春個体別に採取した種子を用いた。これらの種子は1粒ずつ秤量して3群、H (5 mg 以上)、M (4~5 mg) 及びL (4 mg 以下) に分け、それぞれ硬実処理した後、ピートモス:パーク堆肥:畑土 (1:1:2) の混合土に、9月中旬に播種し発芽率を調査した。また本葉4~5枚の頃にその根端を採取し、染色体数を調査した。

この調査結果にもとづき、30 cm 素焼鉢の中心に $2n=31-34$ の個体を、そして、その周囲には、(1) $2n=32$ の正4倍体を3個体ずつ植えた混植区 (各5鉢)、(2) 中心部と同じ染色体数の3個

体を植えた集団植区を設けた。これらの個体は翌春まで生育させ、開花始日（3月1日より起算した日数で表示）を記録した後、開花盛期を終えた5月20～26日に、全個体を引き抜いて、草丈、枝数、花房数、生体重及び乾燥重などの諸形質の調査を行なうとともに、結莢率、莢当り種子数及び結実率（10花当りに獲得した種子数）について調査した。

実験結果及び考察

1. 種子重量と発芽率

親の染色体数別に採取した種子を、重量によって3群に分けた場合の、各群別の種子数を示すとTable 1のとおりである。

Table 1. *Weight variation of seed produced from the aneuploid plants*

Chromosome number of parents	Number of seeds (%)			Total
	H*)	M*)	L*)	
31	78(50.6)	38(24.7)	38(24.7)	154(100)
32	160(52.1)	99(32.2)	48(15.7)	307(100)
33	132(54.8)	53(22.0)	56(23.2)	241(100)
34	155(59.8)	43(16.6)	61(23.5)	259(100)
35	40(24.7)	61(37.7)	61(37.7)	162(100)
Total	565(50.3)	294(19.1)	264(23.5)	1123(100)

* Seed weight class; H: 5 mg<, M: 4—5 mg, L: 4 mg>

同表によると、全般的にH群が最も多いが、 $2n=35$ ではH群が少なく、M及びL群の種子の多い点が注目される。また、 $2n=32$ の正4倍体では、他に比らべM群が多く、L群が少ない。したがって、異数体においては、種子の充実度が不良になり勝ちと云いうる。

つぎにこれらの種子の発芽率を示すとTable 2のとおりである。

Table 2. *Germination rate in three weight classes of seed produced from the aneuploid parents*

Chromosome number of parents	Weight classes			Total
	H	M	L	
31	55/78(70.5)*)	16/38(42.1)	4/38(10.5)	75/154(48.7)
32	124/160(77.5)	71/99(71.7)	25/48(52.1)	220/302(71.7)
33	107/132(81.1)	36/53(67.9)	11/56(19.6)	154/242(63.6)
34	117/155(75.5)	16/43(37.2)	4/61(6.6)	137/259(52.9)
35	23/40(57.5)	32/61(52.5)	35/61(57.4)	80/162(49.4)

* "Number of seeds germinated"/"Number of seeds examined" (Germination percentage)

同表の合計値によると、発芽率は正4倍体が最も高く、70%強であるのに対し、染色体数の過不足が増える程発芽率が低下し、 $2n=31$ や 35 では50%までになる ($\chi^2=72.24^{**}$)。この発芽率は正4倍体の7割に過ぎない。このような差異の原因を、種子重量との関係から検討すると、H→Lと種子重量が軽くなるにつれて、発芽率が低下する傾向が認められる。しかも、H群の種子では親の

染色体数と関係なく、どれもほぼ同じ発芽率を示すのに対し ($\chi^2=3.27$)、M及びL群の種子発芽率は正4倍体を中心に、その前後では顕著に低下する傾向が明瞭である (40.05**, 58.69**)。したがって、Table 1 及び 2 の結果は、 $2n=32$ から染色体数が隔たるほど、結実過程における種子の充実度が不良で、そのために発芽率が低下するのではないかと考えられる。

2. 次代の染色体数

前項で発芽させたものについて、染色体数を観察した結果は Table 3 であり、これを高、低異数体及び正4倍体に分けて、種子重量別に示すと Table 4 のとおりである。

Table 3. Chromosome number of offspring plants from the aneuploid parents

Chromosome number of parents	Chromosome number of offspring plants								Total
	30	31	32	33	34	35	36	37	
31	2 (22.2)	1 (11.1)	3 (33.3)	1 (11.1)	1 (11.1)	1 (11.1)	—	—	9 (100)
32	1 (2.2)	1 (2.2)	32 (71.1)	8 (17.8)	3 (6.7)	—	—	—	45 (100)
33	—	3 (14.3)	11 (52.4)	3 (14.3)	4 (19.1)	—	—	—	21 (100)
34	—	1 (2.4)	12 (29.3)	10 (24.4)	13 (31.7)	4 (9.8)	—	1 (2.4)	41 (100)
35	—	1 (3.2)	3 (9.7)	9 (29.0)	11 (35.5)	4 (12.9)	3 (9.7)	—	31 (100)

Table 4. Frequency of hypo-, eu- and hyperploid plants in three weight classes of seed produced from the aneuploid parents

Chromosome number of parents	Heavy class (H)				Medium class (M)				Light class (L)				Grand total
	Hypo.	Eu.	Hyper.	Total	Hypo.	Eu.	Hyper.	Total	Hypo.	Eu.	Hyper.	Total	
31	—	—	—	—	1 (14.3)	3 (42.9)	3 (42.9)	7 (100)	2 (100)	0	0	2 (100)	9
32	1 (2.7)	28 (75.7)	8 (21.6)	37 (100)	1 (12.5)	4 (50.0)	3 (37.5)	8 (100)	—	—	—	—	45
33	0	7 (70.0)	3 (30.0)	10 (100)	2 (20.0)	3 (37.5)	3 (37.5)	8 (100)	1 (33.3)	1 (33.3)	1 (33.3)	3 (100)	21
34	1 (2.6)	12 (30.8)	26 (66.7)	39 (100)	0	0	2 (100)	2 (100)	—	—	—	—	41
35	0	0	8 (100)	8 (100)	0	3 (21.4)	11 (78.6)	14 (100)	1 (12.5)	0	7 (87.5)	8 (100)	31
Total	2 (2.1)	47 (50.0)	46 (47.9)	94 (100)	4 (10.3)	13 (33.3)	22 (56.4)	39 (100)	4 (40.8)	1 (7.7)	8 (61.5)	13 (100)	147

Table 3 によると、親の染色体数の増加とともに子孫の染色体数の分布は右よりとなること、及び全般に低異数体は高異数体より少ない傾向が注目される。なお、 $2n=34$ 及び 35 の子孫に、 $2n=36$ 及び 37 の個体が生じることは、雌性側のみならず、雄性側においても高異数性配偶子が受精にあづかっていることを示すものである。従来雄性側においては、異数性配偶子はほとんど受精に関与しないとして来た見解¹⁻³⁾を、改めねばならないと考えられる。この点については、なお実験を重ねて結論したい。

また、Table 4 によると、重い種子では正4倍体が、軽い種子では異数体が多い傾向がうかがえる。さきに Table 2 において、軽い種子ほど発芽率が低下する傾向があり、しかも正4倍体より染色体数の過不足が著しいほどこの傾向が顕著となったことは、軽い種子に多く含まれる異数体の種子が、発育不良となったためと考えられる。すなわち、正4倍体より染色体数の過不足が増えるほど、子孫の異数体頻度は増加するが、これらの一部は発育不十分となって、発芽しえず、発芽以前に淘汰されるものと考えられる。

前報²⁾では、各異数体の平均種子重と発芽率の間に関係がみられないとしておいたが、上述のように詳細に検討した結果は、それを支持できない。むしろ、充実度の悪い小型の種子は異数体頻度が高いとする Bremer & Bremer-Reinders⁴⁾ や Ellerström & Sjödin⁵⁾ らの見解と一致する。

3. 競争条件下での異数体の特性の変化

$2n=31\sim 34$ の個体をそれぞれ、 $2n=32$ の個体で囲んだ場合（混植区）、同じ染色体の個体で囲んだ場合（集団植区）及び周囲に充分の空間をとった場合（単植区）について、各種の形質を調査

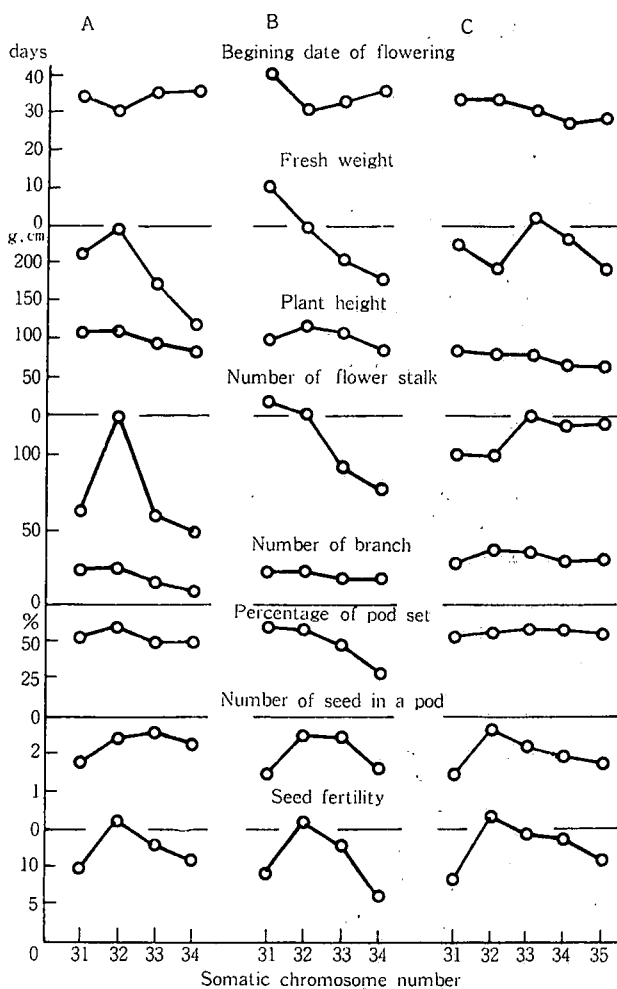


Fig. 1. Characteristics of the aneuploids in competition condition.
 A : Competition with the same aneuploid or the euploid plants
 B : Competition with the euploid plants, C : Non-competition

した結果を図示すると、Fig. 1 のとおりである。

(1) 単植区：一般に染色体数の違いによる諸測定値の違いは認め難く、統計的にも有意でない場合が多い。しかも、花房数及び開花始日などは、正4倍体が異数体よりむしろ少なく、あるいは遅くなるなどの場合もあって、必ずしもつねに旺盛な生育を示すとは限らない。

(2) 集団植区：Fig. 1 によると、前項の単植区と異なり、染色体数の違いによって諸測定値の差異が大となり、統計的にも有意な場合が多い。すなわち、周囲の個体との競合によって、生育が抑えられるが、染色体数が隔るほどその傾向が強くなる。

(3) 混植区：前項の集団植区とほぼ同じ傾向を示すが、競合による抑制効果はさらに強められるようであり、正4倍体と異数体の差異はさらに拡大される。例えば、生体重や花房数など生育総量を示す諸形質における正4倍体の値は、異数体に比らば顕著に高い点が注目される。

以上の(1)~(3)項で述べた生育に及ぼす競合効果にもかかわらず、種子稔性に関する諸測定値だけは、つねに正4倍体が最高で、染色体数の増減とともに減少する。すなわち、競合条件の強弱にかかわらず、種子稔性は安定した反応を示すと云いうる。ここで注目すべきは、稔性は安定した反応を示すと云っても、花房数では競合の影響を強く受けるので、結果的に子孫を残す割合が著しく影響されることになる。

そこで、種子の生産量を比較するために、花房数と結実率の積を算出し、栽培条件別に示すと Table 5 のとおりである。

Table 5. *Seed productivity of aneuploid under competitive condition*

Culture	Somatic chromosome numbers				
	31	32	33	34	35
A	633(31)	2075(100)	740(36)	538(26)	—
B	1300(63)	2075(100)	1232(60)	452(22)	—
C	887(51)	1754(100)	1860(106)	1693(97)	1346(77)

Culture A : Competition with euploid plants

Culture B : Competition with plants having the same chromosome numbers

Culture C : Single planting

Figures mean "Number of flower stralks × Seed fertility (Relative value)"

単植区では、正4倍体と各種異数体との差異は著しくないが、集団植及び混植区の競合条件下では著しく、しかも染色体数が隔るほどその種子生産量が著しく低下する。とくに混植区では異数体中最高の $2n=33$ においても、正4倍体の36%に過ぎない点は興味あることであり、自然の栽培条件下では異数体が子孫を残す割合は、当初の発芽時の頻度から予想される値より、かなり低くなることと考えられる。

従来、正4倍体より染色体数が隔るほど、異数体の形質は劣悪化することが、一般に指摘されて来た。しかし、これらの調査はあくまで個体間競合がない条件下で行なわれたものである。本実験のように競合が関与すれば、異数体の形質はより貧弱となることは興味ある点である。すなわち、異数体の次代は発芽率が低だけでなく、生育途中で隣接個体との競争力に劣るため、生育が抑えられたり、枯死するなど、子孫を残す機会や種子量が少なくなる、しかも、正4倍体から染色体数が隔るほど、子孫の異数体頻度が高いため、より多く淘汰されることになる。したがって、第1報で推定した異数体頻度は、実際の栽培条件下ではさらに低下するものと考えられる。この点については、他の諸要因も再検討した上で、今後再び推論し直し度いと考えている。

要 約

同質 4 倍体子孫の異数体頻度に影響すると思われる異数体の発芽能力及び個体間競合能力を明らかにするため、 $2n=31\sim35$ の正及び異数体の次代種子を用いて、調査検討した結果はつぎのとおりである。

重量の重い種子は発芽率が高く、正 4 倍体 ($2n=32$) が多いのに対し、軽い種子では逆に、発芽率が低く、異数体が多い傾向がある。一方、 $2n=31\sim34$ のそばに同じ染色体数の個体が植えられると、隣接個体のない場合に比べ、生育が劣り、種子生産量が低下する。また、正 4 倍体を隣接させた時には、この影響はさらに強くなり、しかも、染色体数が隔るほど生育の抑制及び種子生産量の低下が顕著となる。これらのことから、異数体は発芽能力及び競合能力が劣ることは明らかであり、異数体頻度を低下させる要因として無視できないものと考えられる。

文 献

- 1) 林喜三郎・森沢徹男, レンゲ人為同質 4 倍体子孫における異数体頻度の推定, 高知大学研報, 26, 農学, 第13号 (1977).
- 2) _____, _____, II, 高知大学研究, 29, 農学, (1980)
- 3) 林喜三郎, レンゲの人為同質 4 倍体における稔性低下機構の解明に関する研究, 高知大学農学部紀要, 第28号, (1974)
- 4) Bremer, G. and Bremer-Reinder, D. E., Breeding of tetraploid rye in the Netherlands. I., Euphytica, 3, 49-63 (1954).
- 5) Ellerström, S. and Sjödin, J., Frequency and vitality of aueuploids in a population of tetraploid red clover, Hereditas, 55, 166-182 (1966).

(昭和57年 9 月 30 日受理)

(昭和58年 3 月 1 日発行)