

レンゲ人為同質4倍体子孫における異数体頻度の推定

II. 異数体の特性

林 喜三郎*・森 沢 徹 男**

(*農学部作物・育種学研究室、**須崎工業高等学校)

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

II. Characteristics of Aneuploid

Kisaburo HAYASHI* and Tetsuo MORISAWA**

*Laboratory of Crop Science and Plant Breeding, Faculty of Agriculture;

**Susaki Technical High School

Abstract: In the previous report, we estimated by means of Markov chain that in the autotetraploid Renge aneuploid frequency reached a steady state (about 30%) after 4-5 generations whichever there were only euploid plants in the initial population. It is assumed, however, that some aneuploid plants may be selected out from the population while they grow under natural and competitive conditions, because many researchers have indicated that the aneuploid plants had poor vigor in several autotetraploid crops. In this report, it was discussed that the vitality of seeds and plants with different chromosome numbers by means of observing characteristics of aneuploid.

Weight of seeds before germination and chromosome numbers of their seedlings after germination were examined. No correlation between seed weight and chromosome numbers were observed (Table 1 & 2). Among observed characters plant height in autumn season and number of branches in spring season were the highest value in the euploid and they decreased as the somatic chromosome numbers decreased or increased from euploid number (Table 3-6). The seeds from aneuploid plants as well as from euploid plants germinated, though the former seeds contained higher frequencies of aneuploid seeds than the latter (Table 7). From the facts described above, we may conclude that any aneuploid seeds are not selected out from the population in the germination process, however low plant height and small number of branches must have effect on vitality in the aneuploid plants.

筆者ら¹⁾はさきに同質4倍体子孫の異数体頻度の世代推移を、マルコフ過程として捉え、実験的に求めた異数性配偶子頻度及び、それらが子孫を残し得る割合等より、理論的に計算した結果、当初たとえ正4倍体のみの集団であっても、4~5世代の間に異数体は急速に増加し、約30%に達し以後安定することを明らかにした。しかし、実際の繁殖集団においては、一般に草勢が劣るとされる異数体は、発芽及其後の生育過程において、淘汰除去されることも予想されるので、上記の安定期の異数体頻度はさらに低下することと思われる。

本報告はこの点を明らかにする端緒として、個体植え状態での異数体の種子発芽率及形態的諸特性を調査し、異数体の生存能力との関連性について、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

供試の系統は前報¹⁾と同じであり、1975年春、正4倍体の3個体より採種した種子を、同年8月25日に予め1粒ずつ重量を測定した後、ろ紙上で発芽させ、その根端によって体細胞染色体数を数

え、一度仮植後、25 cm 桑焼鉢に定植し、以後慣例の方法で栽培した。

形質の調査は、10月24日（秋期）及翌春3月15日（春期）に、草丈（地表から最長茎の先端までの長さ）、分枝数（節間が2つ以上認めうるものを1分枝とする）、葉長、葉柄長、小葉数、小葉長（最長茎の先端から4枚目の展開葉とその葉の基部より2枚目の小葉について測定）等について実施した。

また、調査個体より採種した種子について、発芽率及子孫の染色体数変異についても調査した。なお、根端による体細胞染色体数の観察は、前報¹⁾ 同様に、0°C、24時間の前処理、2%オルセインの押しつぶし法によった。

実験結果及び考察

1. 種子重と染色体数の関係

染色体数の調査結果にもとづき、染色体数別に種子の平均値を算出した結果は第1表、分散分析した結果は第2表のとおりである。

Table 1. Mean weight of eu- and aneuploid seed

Chromosome number classes	Number of seeds	Percentage	Mean weight in 1/100 mg
30	6	3.6	463.4
31	15	9.2	441.1
32	105	64.4	455.7
33	23	14.1	432.3
34	14	8.6	456.4

Table 2. Analysis of variance of seed weight

Factors	SS	DF	MS	F
Between classes	42726.35	4	10681.59	1.06
Within classes	1587104.41	158	10044.96	
Total	1629830.76	162		

両表から明らかなように、染色体数の違いによって種子重に有意な差異があるとは云えない。従来、Bremer & Bremer-Reinder²⁾ はライ麦で、Ellerström & Sjodin³⁾ はレッドクローバーで、それぞれ充実度の悪い小さい種子では異数体頻度が高くなるので、種子のふるい分けによって、4倍体品種中に混在する異数体頻度を低く抑えることが可能であるとしているが、レンゲではこの方法は適用できないようである。このような例は Ahloowalia⁴⁾ のライグラス4倍体にみることが出来る。

2. 形態的諸形質

(1) 秋期の形質

調査の結果は第3表に、分散分析の結果は第4表に示すとおりである。

両表によると、草丈では低異数体から正倍数体（ $2n=32$ ）へ染色体が増加するにつれて増加

Table 3. Mean values of several characters of eu- and aneu-ploid plants in autumn season

Chromosome number classes	Plant height in cm	Length of leaf in cm	Length of petiole in cm	Number of leaflet	Length of leaflet in cm	Number of plants observed
30	12.9	11.9	6.1	8.1	1.4	7
31	15.6	14.5	7.4	7.5	1.6	8
32	16.9	13.9	7.4	8.2	1.6	26
33	14.6	11.6	6.5	8.0	1.5	11
34	15.2	11.7	7.4	7.5	1.5	8

Table 4. Analysis of variance of several characters

Characters	Factors	DF	MS	F
Plant height	Between ¹⁾	4	27.21	3.28*
	Within	55	8.30	
Length of leaf	Between	4	16.78	1.07
	Within	55	9.50	
Length of petiole	Between	4	3.74	1.04
	Within	55	3.61	
Number of leaflets	Between	4	1.38	1.09
	Within	55	1.26	
Length of leaflet	Between	4	0.08	0.99
	Within	55	0.08	

¹⁾ Between and within chromosome number classes

*: $P > 0.05$

し、更に染色体数が増加して高異数体になると、草丈は逆に減少する傾向があり、これら染色体数間の差異は有意である。しかし、草丈以外の形質では、染色体数の違いによる差異に一定の傾向がなく、また統計的にも有意差は認められない。

(2) 春期の形質

諸形質の調査結果では第5表、分散分析の結果は第6表に示すとおりである。

両表によると、前項の草丈と同様に分枝数においては、正倍数体を最高とし、低及び高異数体と染色体数の過不足が増加するほど、分枝数が減少する傾向があり、統計的にも有意差が認められる。しかし、分枝数以外の形質では、染色体数との関係が明瞭でなく、また統計的にも有意差は認められない。

Table 5. Mean values of several characters of eu- and aneu-ploid plants in spring season

Chromosome number classes	plant height in cm	Number of branches	Length of leaf in cm	Length of petiole in cm	Number of leaflet	Length of leaflet in cm	Number of plants observed
30	9.3	2.7	5.9	1.8	12.7	0.6	6
31	15.0	4.0	6.9	2.6	11.9	1.3	8
32	13.5	5.4	5.4	2.1	11.6	1.2	22
33	10.6	5.0	4.2	1.6	11.6	1.0	10
34	10.2	3.5	6.3	2.1	11.6	1.2	8

Table 6. Analysis of variance of several characters

Characters	Factors	DF	MS	F
Plant height	Between ¹⁾	4	52.00	1.39
	within	49	37.53	
Number of branches	Between	4	203.90	30.03**
	Within	49	6.79	
Length of leaf	Between	4	9.08	0.61
	Within	49	14.76	
Length of petiole	Between	4	1.23	0.30
	Within	49	4.12	
Number of leaflet	Between	4	1.61	0.87
	Within	49	1.84	
Length of leaflet	Between	4	0.20	1.09
	Within	49	0.19	

¹⁾ Between and within chromosome number classes

** : $P > 0.01$

3. 次代の染色体数変異と発芽率

染色体数の異なる親個体別の種子発芽率とその実生個体の染色体数変異を示すと第7表のとおりである。

Table 7. Germination percentage and chromosome number of seeds from eu- and aneu-ploid plants

Chromosome number of parent	Germination percentage	Chromosome number*					Total
		30	31	32	33	34	
30	70.2	4	1	9	1	1	16
		25.0	6.3	53.1	6.3	6.3	100
31	83.0	1	5	13	1	1	21
		4.8	23.8	61.9	4.8	4.8	100
32	76.0	1	1	129	30	3	181
		0.6	9.9	71.3	16.6	1.7	100
33	79.0	1	2	12	9	1	25
		4.0	8.0	48.0	36.0	4.0	100
34	84.9	1	5	21	14	8	49
		2.0	10.2	42.9	28.6	16.3	100

* Upper row : Number of seedlings, lower row : Relative value in %

同表によると、前報¹⁾でも指摘したように、高異数体及び低異数体の子孫では、それぞれ高異数体及び低異数体頻度が高くなり、それだけ正倍体頻度が低下する傾向が明らかである。しかし、種子の発芽率は親の染色体数の違いによって一定の傾向があるとは云えず、異数体頻度の低い正4倍体の種子発芽率は必ずしも高くない。このことは異数体といえども、種子発芽率は正4倍体と変わらないことを物語るものであろう。

従来、一般に異数体では正4倍体より染色体数が隔るほど、種子の発芽率が低下し、栄養成長が劣ることは広く認められる現象である(トマト; 岡⁵⁾, ビート; Rommel⁶⁾, 三石⁷⁾, ライ麦; Bremer & Bremer-Reinder²⁾, Hagberg & Ellerström⁸⁾, Moore⁹⁾, ライグラス; Simonsen¹⁰⁾¹¹⁾, 永田他¹²⁾, フェスク; Simonsen¹³⁾, 赤クローバー; Ellerström & Sjödin³⁾)。しかし、本実験結果では、染色体数によって、種子重及発芽率に差異がなく、また調査形質の大多数で有意な差異を認め得なかった。これは調査が生育量に影響の少ない形質に偏ったことも無視できないと思われる。

が、環境条件の影響も大きいのではないかと考えられる。例えば、Moore⁹⁾は温和な気候の Davis (アメリカ) の環境下では、Svalöf (スウェーデン) より、異数体の生育、種子の充実度が良く、正4倍体との差異が小さくなる。気候の厳しい Svalöf では異数体の生育が悪く、淘汰も厳しく働くために、集団中の異数体頻度が低下することを実証している。レンゲの4倍体では、この辺の関係は不明であるので、調査形質とともに環境の影響について、今後も慎重に検討してゆき度い。このようになお検討の余地はあるが、本実験結果から少くともつぎのことが結論できよう。

発芽過程では異数体といえども、正4倍体と何ら孫色なく、淘汰が関与するとは云い難いが、発芽後の生育過程においては、異数体の低草丈及少分枝数が、自然の競合条件下で、その生育や子孫を残す能力に影響を及ぼすことは必至と思われる。事実その後の実験によると、レンゲの4倍体を競合条件下におくと、異数体の発育が特に悪くなることを観察している (未発表)。この詳細については次報で報告し度い。

要 約

一般に劣悪な形質を示すとされる異数体は、発芽及其後の生育過程で淘汰されることが予想されるので、前報¹⁾で理論的に推定したほど異数体頻度は高くないと考えられる。そこで、単植条件下での異数体の諸形質を調査し、異数体の生存能力との関係について考察した結果はつぎのとおりである。

予め重量を測定しておいた種子を播き、発芽後染色体数を調査した結果、種子重と染色体数との間に一定の関係は認められなかった (Table 1 及 2)。調査した諸形質のうち、秋期の草丈、春期の分枝数にそれぞれ染色体数の違いによる差異が有意であり、 $2n=32$ の正4倍体を最高とし、染色体数がこれより偏るほど低下する傾向が認められた (Table 3 ~ 6)。さらに、次代の異数体頻度が高くなる高及び低異数体の種子の発芽率も正4倍体の種子と差異が認められなかった (Table 7)。

以上の実験結果より、発芽過程では異数体といえども、正4倍体と何ら孫色なく、淘汰が関与するとは云い難い。しかし、発芽後の生育過程において、異数体の低草丈及少分枝数が自然の競合条件下で、その生育や生存能力に影響を及ぼすことは必至と考えられ、それらの影響は今後詳細に検討してゆき度い。

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) Bremer, G. and Bremer-Reinders, D.E., Breeding of tetraploid rye in the Netherlands. I. *Euphytica*, 3, 49—63 (1954).
- 3) Ellerström, S. and Sjödin J., Frequency and vitality of aneuploids in a population of tetraploid red clover. *Hereditas*, 55, 166—182 (1966).
- 4) Ahloowalia, B.S., Colchicine induced polyploids in ryegrass. *Euphytica*, 16, 49—60 (1967).
- 5) 岡英人、テトラプロイド蕃茄の子孫に就いて、遺雑、12, 90—92 (1936).
- 6) Rommel, M., Cytogenetics of autotetraploid sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Züchter*, 35, 219—222 (1965).
- 7) 三石昭三、てん菜の人為4倍性系統における異数体の出現とその平衡について、育雑、13, 253—59 (1965).
- 8) Hagberg, A. and Ellerström, S., Competition between diploid, tetraploid and aneuploid rye in "tetra-rye" population in practical farming. *W.F.S.*, 9—10, 19—20 (1959).
- 9) Moore, K., The influence of climate on a population of tetraploid spring rye. *Hereditas*, 50, 269—305 (1964).

- 10) Simonsen, Ø., Cyto-genetic investigations in diploid and autotetraploid populations of *Lolium perenne* L. *Hereditas*, 75, 157—188 (1973).
- 11) ———., Genetic variation on diploid and autotetraploid population of *Lolium perenne* L. *Hereditas*, 84, 133—156 (1976).
- 12) 永田 保・岡部 俊・吉岡昌二郎, 同質4倍性イタリアンライグラスにおける異数体の特性. 育種, 19, 別I. 218—219 (1979).
- 13) Simonsen, Ø., Genetic variation in diploid and autotetraploid populations of *Festuca pratensis*. *Hereditas*, 85, 1—24 (1977).

(昭和55年9月27日受理)

(昭和55年12月20日発行)