ネギの葉色の遺伝について

建 部 民 雄

(大阪府茨木市上泉町)

Inheritance of leaf color in *Allium fistulosum*

Tamio TATEBE

Kamiizumi-cho, Ibaraki-shi, Osaka

Summary

The petiole color of *Allium fistulosum* cultivated in Japan is white. A mutant having red petiole was found in 1963. In the cross between red and white and the reciprocal, the F_1 was red, and the F_2 and F_3 consisted of 3 red : 1 white (Table 1, 2). Red color in F_1 , F_2 and F_3 was much paler than that of the parent. C , a basic color gene, R , a gene for production of red pigment, and a few in-

tensifiers are assumed.

A low temperature sensitive chlorophyll deficient mutant was found in 1964. This plant developed normally in early stage. When overwintered, yellow leaves appeared. However normal green leaves reappeared during the spring growing season. The physiological mechanism of chlorophyll deficiency induced by low temperature is being studied.

緒 言

ネギの原種は葉柄赤色の赤ネギであつたと考えられている。このことは、現にネギの原種に近いといわれているヨーロッパの Common Welsh Onion が、葉柄に銅赤色を帯びていることから、充分想像されるところである¹⁾。茨城県には三反田赤ネギという品種がある由であるが²⁾、現在日本で栽培されているネギの重要品種はいずれも白ネギである。筆者は永年九条ネギの栽培に従事しているが、時とすると葉柄部に赤色素を有する個体をみることがあつた。また稀には店頭にもそうしたネギをみたこともあつた。ところが 1963 年の秋に葉柄に美しい濃赤紫色のものが見出されたので、その遺伝関係を調査した。以下にその色素発現の機構について、遺伝学的見地から多少の考察を試みたいと思う。また 1964 年の冬には、始め正常の緑色葉をつけていたものが、厳寒期をへて発生して来る葉は、葉先のみ緑色で、他は黄色となる 1 個体が見出された。このものは春暖くなると、出て来る葉は再び正常の緑色に帰つた。すなわちこれは低温期に起こる葉緑欠乏の興味ある 1 例である。以下にこの低温に敏感な黄緑ネギについても、その観察結果を記載しよう。筆者¹¹⁾はさきにネギのふ入り葉の遺伝について報告したが、本報はその続報である。

材料および方法

1963 年の秋に、九条ネギの畑で見出された赤ネギは、葉柄いわゆる白根の部分に美しい濃赤紫色を帯びているものであつた。よく調べると、葉柄下部の外皮は黄褐色

1971 年 6 月 19 日受理

の地色に濃赤紫色を呈するものであることがわかつた。ネギは当地では秋播を行なうと、翌春抽苔はするが、満足の採種はできないので、1 年間栽培し、その翌春採種せねばならない。したがって遺伝実験には案外時日を要し、この赤ネギの研究も 1963 年の秋から 1970 年の春までの実験記録である。

ネギは品種間交雑に対しては、もちろん正規の慎重な人工交配を要するが、本来自家受精のできる植物であるから¹⁰⁾、自殖に対しては被袋しておいて毎日袋を外部からたたきただけでも、相当に採種することができた。葉色の分離比検定は、幼苗時代に調査すると誤りが多いことがわかつたので、充分生育したものについて慎重に行なつた。なお低温に敏感な黄緑ネギは、栄養繁殖を行ない観察をつづけた。

実験結果および考察

赤ネギ

赤ネギの自殖第 1 代目は、赤 219 : 白 2 で、ほぼ赤に固定していることがわかつた。しかしその色調は親植物より概してずつと淡く、親植物程度のものはみられなかつた。また濃度は種々の段階のものがあつた。非常に淡色で白色と区別するのに困難した個体もあつた。

赤×白およびその逆交雑の F_1 は、色調は淡いが赤で、少数白もみられた。 F_2 の分離は第 1 表、また F_3 の分離は第 2 表の通りとなつた。

第 1, 2 表によると、その偏差はかなり大きい、ほぼ赤 3 : 白 1 比の分離とみられよう。そしてその大きい偏差は、赤の色調が大変淡く、白と見誤られた個体があ

Table 1. The F_2 generation of red $\times$ white, and the reciprocal.

Parentage	No. of plants		
	Red	White	Total
(Red $\times$ White) F_2	442	168	610
(White $\times$ Red) F_2	549	224	773
Total	991	392	1,383
Theoretical ratio (3 : 1)	1,037.25	345.75	
D	± 46.25		
m	± 16.09		
D/m	2.87		

Table 2. The F_3 generation of red $\times$ white, and the reciprocal.

Parentage	No. of plants		
	Red	White	Total
(Red $\times$ White) F_3	118	40	158
(White $\times$ Red) F_3	688	260	948
Total	806	300	1,106
Theoretical ratio (3 : 1)	829.5	276.5	
D	± 23.5		
m	± 14.39		
D/m	1.63		

つたためと考えられる。これら分離比検定の際の誤差を少なくする目的で、全個体を抜取り、1日畑で乾燥して翌日調査したところ、かなり誤りを正すことができた。なお上述のように赤の葉の下部は黄褐色を帯びていたもので、 F_2 , F_3 で白の他黄も分離してきた。しかしこの材料では白と黄の区別は大変困難であつたから、今回は黄の分離は度外視して、赤と白との分離のみを考慮した。黄の遺伝についてはさらに実験を期する。

赤タマネギの遺伝子型について、CLARKE *et al.*¹⁾ は、色の発現に対する基本遺伝子 C の他に、 R 遺伝子を仮定すれば、得られた結果がよく説明されるとした。ところが JONES 外 PETERSON³⁾ は、ある組合わせの黄 $\times$ 黄の F_1 は意外にも赤であつたから、赤の色素発現には、2個の補足遺伝子 (complementary factors) が必要であると論じた。その後 EL-SHAFIE and DAVIS²⁾ は、タマネギの赤および黄の色素発現には、 C , R , G , I および L の主遺伝子 (major genes) が関与している。また淡色から濃色への色調の増加は、多数の小さい量的影響を有する小遺伝子 (microgenes)* の累積によるものと考えた。これらの報告によると、赤タマネギの遺伝子型

はかなり複雑なものと推察される。

上記の結果および赤タマネギの遺伝子型から考えると、赤ネギの遺伝子型は、白ネギにも存在している色の発現に関する基本遺伝子 (色素原に関与する遺伝子) C と、赤色に関する遺伝子 R , および少なくとも 2, 3 の色調に関する強調遺伝子 (intensifiers) を含むものと考えられる。

ネギの原種は赤ネギであつたといわれている。しかし現在日本で普通に栽培されている品種が、皆白ネギになつていのは恐らくつぎの事情によるものであろう。すなわち赤ネギから突然変異によつて生じた白ネギが品質優良だつたので、栽培家がそれを選抜し、長年月にわたり劣悪な赤ネギを淘汰し続けてきた結果と考えられる。ところが現在栽培されている品種にも時とすると赤色を帯びた個体があらわれるのは何故であろうか。今回の実験結果によると、赤を自殖した第1代目の個体は、その色調が親植物に比しずつと淡くなつた。そして親植物程度の濃色のものは1個体もみられなかつた。また赤 $\times$ 白およびその逆交雑の F_1 , F_2 , F_3 においても、赤色は概して淡く、詳細に調べなければ白と見誤られる個体が多かつた。これらの事実から考えると、現在の白ネギ品種の個体群中にも、一見白と見誤られる赤色遺伝子に対してヘテロの個体 (Rr) で、赤色を濃くする強調遺伝子を失なつたものが少数潜在しているのであろう。そしてそれら同士が稀に交雑して、赤色のホモの個体 (RR) を生じ、さらにそれらが何等か不明の環境要因の作用で、ごくまれに濃赤色個体となるのではあるまいか。この現象はまた劣性の白から優性の赤への復帰突然変異 (back mutation, $r \rightarrow R$) によるものとも考えることもできよう。すなわち復帰突然変異によつて生じたヘテロの個体 (Rr) から、さらに突然変異または交雑によつて、ホモの個体 (RR) を生ずる可能性もある。しかし今回得られた濃赤色個体の色調が、後代において非常に淡くなつた事実から、筆者は前説をとりたいと思う。

黄緑ネギ

1964年の2, 3月の頃に、厳寒期をへて発生してくる葉が、葉先のみは緑色で、他は黄色となる1個体が見出された。この個体では春暖くなつて出て来る葉が、また正常の緑色に帰つた。しかし黄色葉は最早再び緑化しなかつた。この個体を採種の目的で早春採種畑に移植したところ、生育は良くなかつたが、抽苔開花した。被袋して自殖採種を行ない、少数の種子が得られたが、同年の秋に播種したところ、ただ1本しか発芽しなかつた。その後この個体は親同様黄緑ネギであることがわかつた。この採種の不成績は、この個体が衰弱していたことと、移

* これらは変更遺伝子 (modifiers), または強調遺伝子 (intensifiers) を意味する。

植期が遅れたので悪い影響があつたためと考えられた。親株はそのまま保存して、その後栄養繁殖をつづけて観察した。それらの個体は生育不良で、1966年の早春厳寒期をへて出て来た葉は全部美しい黄白色となつた。そのためか勢力が急に衰えた。それでも春になり正常緑色葉を出して、さらに少数抽苔したが、花器は不完全で、雌雄蕊とも不稔となつた。その春は多雨であつたので、黄色葉部から次第に腐敗し始め、遂に栄養繁殖によつて増殖した全部の個体が腐敗枯死してしまつた。したがつてこれらの株の保存には、ガラス室またはビニールハウス内に栽植して、長雨にあてない注意がぜひ必要である。

この黄緑ネギは、低温に敏感な葉緑欠乏の興味ある1例であると考えられる。低温によつて起こると思われる葉緑欠乏の例は、近年続々と発表されている。例えば、KAPPERT⁴⁾のオオパコ(*Plantago major*)、MARSHALL⁵⁾のエンバク(*Avena strigosa*)、和田⁴⁾のメジロスギ(*Cryptomeria japonica* f. *albo-spicata*)、遠山および植田¹²⁾のスジギボウシ(*Hosta uncinata*)とメジロスギ、SHORTESS⁹⁾のトウモロコシ(*Zea mays*)、MILLERD and MCWILLIAM⁶⁾のトウモロコシ、およびSTANFORD⁹⁾のアルファルファ(*Medicago sativa*)などがある。

葉緑欠乏の発生機構については、KAPPERT⁴⁾によると、オオパコの芽生の葉緑欠乏は、低温と光線を弱くし、かつ照射時間を短縮することによつて、実験的にもつくり出すことができたという。これに反して、遠山および植田¹²⁾は、スジギボウシとメジロスギを供試して実験し、両植物のふ入り部のプラスチドは、10°C以下の低温で培養する限り、如何に強い光線を照射しても、葉緑素を合成しないで、プロプラスチド(proplastids)または白色体の状態にとどまると報告した。またMILLERD and MCWILLIAM⁶⁾によると、トウモロコシにおいて17°C以下の温度では、極少量の葉緑素しか合成できない芽生の1系統が得られた。詳細な実験の結果、この系統のものも既に16°Cにおいて葉緑素を合成できるのであるが、正常のものよりもその速度がずっと遅いこと、および合成された葉緑体が光線中における速かな光酸化(photo-oxidation)に対して敏感なために、葉緑素を蓄積できないことを明らかにしたという。

黄緑ネギの葉緑欠乏の生理的機構および遺伝についてもこれらの成果をもとにして更に実験を続けたいと考えている。

摘 要

九条ネギの畑に葉柄に美しい赤紫色を帯びた個体が見出された。この赤ネギと普通の白ネギとの交雑F₁は赤で、F₂、F₃において赤3：白1比の分離が得られた。し

かし雑種の後代にあらわれた赤の色調は、概して親よりもずっと淡かつた。赤色に関与する遺伝子Rを仮定しよう。なおその他に色の発現に関する基本遺伝子Cと、少なくとも2、3の色調に関する強調遺伝子が存在するものと考えられる。現在普通に栽培されている白ネギの中に、時として赤ネギが見出されるのは、赤色に対してヘテロの個体(Rr)が、極淡い赤色のため白と見誤られて、白ネギの個体群中に潜在しており、それから導かれたのではあるまいか。

つぎに始め正常の緑色葉をもつていた個体で、厳寒期をへて早春発生して来る葉が黄色となり、春暖と共に再び正常緑色葉を発生する個体が見出された。この突然変異体は低温によつて葉緑体の形成が妨げられる興味ある1例と考えられる。

引用文献

1. CLARKE, A. E. *et al.* 1944. Inheritance of bulb color in the onion. *Genetics* 29 : 569—575.
2. EL-SHAFIE, M. W., and G. N. DAVIS. 1967. Inheritance of bulb color in the onion (*Allium cepa* L.). *Hilgardia* 38 : 607—622.
3. JONES, H. A., and C. E. PETERSON. 1952. Complementary factors for light-red bulb color in onions. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 59 : 457.
4. KAPPERT, H. 1953. Über einen Fall plasmonbedingter Weizscheckigkeit bei *plantago major*. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* 66 : 123—133.
5. MARSHALL, H. G. 1964. Low-temperature albinism in oats *Avena strigosa* SCHREB. *Journ. Hered.* 55 : 286—288.
6. MILLERD, A., and J. R. MCWILLIAM. 1969. Studies on maize mutant sensitive to low temperature. I. Influence of temperature and light on the production of chloroplast pigments. *Plant Physiol.* 43 : 1967—1972.
7. 下川義治. 1920. 実験蔬菜園芸 pp. 1068—1069.
8. SHORTESS, D. K. *et al.* 1968. The lutescent mutant in maize. I. Inheritance patterns and environmental effects. *Genetics* 58 : 227—235.
9. STANFORD, E. H. 1969. Virescent, a temperature sensitive mutant in alfalfa. *Crop. Sci.* 9 : 255—256.
10. 建部民雄. 1951. ネギおよびタマネギの自家受精力について. *園学雑* 20 : 86—88.
11. TATEBE, T. 1961. Genetic studies on the leaf variegation of *Allium fistulosum* L. *Jap. Journ. Gene.* 36 : 151—156.
12. 遠山 益・植田利喜造. 1966. 葉緑体の発達におよぼす温度の影響 (プラスチドの形態形成に関する電子顕微鏡的研究. Ⅲ.). *核と細胞質* 9 : 12—23.
13. VILMORIN-ANDRIEUX, MM. 1885. *The Vegetable Garden*. English edition : pp. 373—374.
14. 和田 優. 1965. メジロスギの白色葉の出現におよぼす温度の影響について. *遺雑*. 40 : 424—425.