

スギの白子苗および淡緑色苗を生ずる劣性遺伝子

| | |
|-------|---|
| 誌名 | 日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society |
| ISSN | 0021485X |
| 著者 | 大庭, 喜八郎 村井, 正文 |
| 巻/号 | 53巻6号 |
| 掲載ページ | p. 177-180 |
| 発行年月 | 1971年6月 |

スギの白子苗および淡緑色苗を生ずる劣性遺伝子

大庭喜八郎*・村井正文**

Recessive Genes Producing Albino- and Light Green Seedlings
in Sugi, *Cryptomeria japonica* D. Don

Kihachiro OHBA* and Masafumi MURAI**

Summary: Out of commercial sugi saplings planted in the gamma field of the Institute of Radiation Breeding in 1962, four heterozygous saplings for a recessive albino gene, two heterozygous saplings for a recessive gene producing light green or yellowish green seedlings and one doubly heterozygous saplings for both genes were found. The recessive homozygotes are lethal soon after germination under natural conditions. These recessive genes are not expected to be produced by gamma ray irradiation, and they should have been transmitted to the progeny from the heterozygous mother trees from which commercial seeds were collected.

After two years' crossing experiments including selfing with gibberellin induced flowers, it was found that singly heterozygous saplings segregated the seedlings in the ratio of normal vs. albino or light green as 3:1. Meanwhile, one doubly heterozygous sapling segregated normal vs. albino vs. light green as 9:4:3, because albinism has an epistatic effect on the light green.

No allelic relation was proved between the recessive gene responsible for light green seedlings and other recessive genes which produce light green seedlings in a sugi individual and two cultivars, namely, G-5, Kumotoosi and Kuma-sugi, respectively.

要 旨: 1962年に放射線育種場のガンマー線照射ほ場に定植された市販のスギ苗の中から劣性の白子遺伝子についてヘテロ接合型、4個体、淡緑色または黄緑色苗を生ずる劣性遺伝子についてヘテロ接合型、2個体および両遺伝子について二重ヘテロ接合型、1個体を発見した。この劣性遺伝子のホモ接合体は、自然条件のもとでは発芽後間もなく枯死する。これらの劣性遺伝子はガンマー線照射によって生じたものとは考えられず、ヘテロ接合型の母樹から採種されたために、劣性遺伝子が後代に伝達されたのであろう。

ジベレリン処理により誘起した花を用い、自殖を含む2カ年の交配試験により、単一ヘテロ接合型苗は、正常苗：白子苗または淡緑色苗を3:1の割合で分離した。一方、白子は淡緑色に対し上位性があるため、二重ヘテロ接合型苗は、正常苗：白子苗：淡緑色苗が9:4:3の分離比をしめした。

この劣性遺伝子とスギの1個体および2品種、すなわち、G-5、クモトオシならびにクマスギにおいて淡緑色苗を生ずる劣性遺伝子とは、いずれも相同ではなかった。

1. はじめに

1962年の春に茨城県産の実生スギ苗、245本を放射線育種場のガンマー線照射ほ場に定植し、スギの放射線感受性および突然変異の誘起に関する研究を始めた。1963年にガンマー線照射の線源から55m以遠の場所で、自然着花した13個体があり、これらの自然受粉種子の放射線感受性を調査するため、発芽試験をしたところ、数個体の種子から白子苗、淡緑色苗(黄子苗に近い)の分離がみられた。ジベレリン処理により1964年に採集し

た自然受粉種子についても同様な白子苗、淡緑色苗の分離があった。このため、1965年からこれらのスギにジベレリン処理をおこない、花芽分化をうながし、自殖と個体間交配およびミドリスギなど¹⁻⁴⁾の標識遺伝子をもった花粉をもちいて交配をおこない遺伝子分析を試みた。ここでは1966年と1967年の交配結果を報告する。

2. 材料と方法

1966年の交配はガンマー線照射ほ場内に定植した苗木でおこなった。前年の夏、100ppmのジベレリン水溶

* 農林省放射線育種場 Inst. of Radiat. Breed., Ohmiya, Ibaraki

** 農林省林業試験場 Gov. For. Exp. Sta., Meguro, Tokyo

液を散布し、花芽の着生をうながした。交配に使用した個体は、たとえば、57 (植付列番号)-2 (各植付列内の個体番号) のような番号をつけた。1966年2月26日に硫酸紙製の二重の交配袋をかけた。雄花のついた切枝を室内で水ざしし、花粉を採集した。交配には花粉銃を用い、3月2日から14日の間に5回授粉した。1967年の交配についても、前回と同じく前年の夏に100ppmのジベレリン水溶液で処理した。51-1および57-7の2個体の自殖はガンマー線照射ほ場内に定植されたものを使用した。その他の交配組合せについては、1965年にこれらの個体からさしほを取り、さし木で育てた苗を直径30cmの素焼鉢に植え、クローン化した苗を用いてガラス室内で交配した。2月16日に交配袋をかけた。57-7、クマスギ、クモトオン、ミドリスギ(5)およびG-5の花粉は3月5日から23日の間に5回授粉した。自殖については兩年とも雌花、雄花を交配袋に同封し、時々ゆさぶることにより授粉した。

成熟した球果はいずれも10月に採集し、天日乾燥後、種子をたたきだした。肉眼選別によって小粒や偏平粒をとり除いた残りを実粒とした。

発芽試験には長さ、幅、深さがそれぞれ62cm×32cm×8cmの木箱に関東ローム性の赤土をつめた発芽床を用い、播種前にリオゲン水溶液(7錠/l)を約5l/m²の割合で散布した。1966年、'67年とも冬期間に温室またはピット温室内で発芽試験をした。すなわち、1966年には11月19日と12月9日の2回に分け、播種し、翌年1月20日から30日の間に発芽数の最終調査、白子苗、淡緑色苗の分離調査をおこなった。1967年の交配種子については12月29日に播種し、翌年1968年1月28日一応これらの調査をおこなったが、3月11日に、また、調査をした。

3. 結 果

表-1, (1) と (2) に自殖または他殖による成熟球果あ

表-1. 単一または二重劣性ヘテロ接合型のスギの自殖および他殖についての2カ年の結果
これらのスギから白子苗、淡緑色苗あるいはこの両者が分離した

Table 1. Two years' results of selfing and outcrossing of sugi individuals which were singly or doubly heterozygous for recessive genes
They segregated albino-, light green seedlings or both of them

(1) Crosses in 1966

| 交配組み合わせ Cross combination | 球果あたり実粒 Full seeds per cone | 1000粒重 1000-seed- weight | 播種数 Number of seeds sown | 発芽数 Number of germination | 分離した苗の本数 Number of seedlings segregated | | |
|------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--|--------|-------------|
| | | | | | Normal | Albino | Light green |
| 57-2 self. | 42 (mg) | 2.991 (g) | 464 | 79 | 66 | 13 | 0 |
| 57-7 " | 243 | 5.298 | 504 | 51 | 26 | 14 | 11 |
| 51-1 " | 85 | 3.005 | 1900 | 181 | 135 | 46 | 0 |
| 51-7 " | 30 | 2.770 | 792 | 14 | 12 | 2 | 0 |
| 44-4 " | 19 | 2.038 | 2100 | 88 | 66 | 0 | 22 |
| 57-2×57-7 | 20 | 2.835 | 158 | 18 | 13 | 5 | 0 |
| 57-7×57-2 | 146 | 7.068 | 103 | 20 | 16 | 4 | 0 |
| 51-1×57-2 | 91 | 3.703 | 246 | 26 | 16 | 10 | 0 |
| 51-1×57-7 | 70 | 3.221 | 734 | 88 | 70 | 18 | 0 |
| 51-7×57-2 | 20 | 2.935 | 214 | 33 | 22 | 11 | 0 |
| 51-7×57-7 | 29 | 3.289 | 920 | 194 | 139 | 55 | 0 |

(2) Crosses in 1967

| | | | | | | | |
|----------------------|-----|-------|-----|-----|-----|---|----|
| 57-7 self. | 137 | 5.571 | 98 | 13 | 5 | 4 | 4 |
| 51-1 " | 91 | 3.690 | 568 | 8 | 7 | 1 | 0 |
| 44-4 " | 9 | 0.927 | 496 | 21 | 15 | 0 | 6 |
| 57-2×44-4 | 48 | 2.783 | 120 | 48 | 48 | 0 | 0 |
| 44-4×57-7 | 45 | 1.527 | 148 | 67 | 43 | 0 | 24 |
| 44-4×Kuma-sugi | 13 | 1.036 | 280 | 58 | 58 | 0 | 0 |
| 44-4×Kumotoosi | 7 | 0.920 | 250 | 45 | 45 | 0 | 0 |
| 44-4×Midori-sugi (5) | 25 | 1.129 | 372 | 146 | 146 | 0 | 0 |
| 44-4×G-5 | 38 | 1.085 | 400 | 122 | 122 | 0 | 0 |

- 1) 44-4×G-5: The seeds were sown in April 1968 and scoring was made on 31th May.
- 2) G-5, Kuma-sugi and Kumotoosi were heterozygous for a recessive gene producing light green seedlings.
- 3) Midori-sugi (5) was homozygous for a recessive gene responsible for green coloration in winter and was heterozygous for a recessive albino gene.
- 4) Lower germination percentages might be resulted from chronic gamma irradiation of the mother trees, especially in the selfings of the saplings, 51-1 and 51-7.

たり実粒重, 1000 粒重, 播種数, 発芽数および変異苗の分離についての調査結果をまとめた。白子苗の劣性遺伝子をヘテロでもつ 4 個体, 淡緑色苗を生ずる劣性遺伝子をヘテロでもつ 2 個体があり, 1 個体 (57-7) は両劣性遺伝子をヘテロでもっていた。

表-2 に各交配組み合わせを総合した白子苗, 淡緑色苗の分離比の検定結果をしめた。一つの劣性遺伝子についてヘテロの個体の自殖およびこれらの個体間の交配における分離比, 正常苗: 白子苗または淡緑色苗は 3:1 が期待され, 両遺伝子について二重ヘテロの場合は, 白子遺伝子が淡緑色遺伝子に対し上位性をもつため, 正常苗: 白子苗: 淡緑色苗は 9:4:3 の分離比が期待される。1967 年の 44-4×57-7 の交配組み合わせについて淡緑色苗の分離比が期待値より有意 (5% 水準) に大きかったほかは, いずれも予想どおりの分離比をしめた。

すでに, 黄緑色ないし淡緑色の苗を生ずる劣性遺伝子をヘテロでもっていることが分かっている, G-5 (実生個体)³⁾, クモトオシ (大庭・未発表) およびクマスギ⁴⁾ の花粉を 44-4 に交配して得られた苗はすべて正常であった。このことから 44-4 および 57-7 に含まれている淡緑色苗を生ずる劣性遺伝子は, 前述の個体および系統に含まれ

ている劣性遺伝子とは非相同であると考えられる。これらの茨城県産スギで検出された白子苗と淡緑色苗を生ずる劣性遺伝子について, 二重ヘテロの 57-7 の 2 年

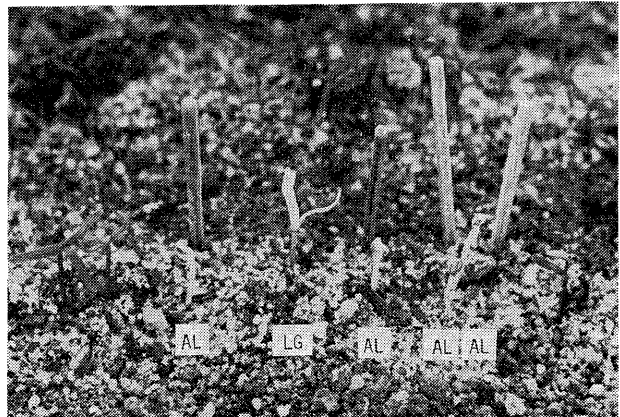


写真-1. 2 個の劣性遺伝子についてヘテロ接合型のスギの個体, 57-7 の自殖による白子苗と淡緑色苗の分離。これらの苗は発芽後, 約 2 週間を経ており, 白子苗の子葉はすでにしおれ始めている。
AL: 白子苗, LG: 淡緑色苗

Photo. 1. Segregation of albino- and light green seedlings after selfing of a sugi individual, 57-7, being heterozygous for two recessive genes. The seedlings are about two-week-old and cotyledons of the albino seedlings are already wilting
AL: Albino seedling LG: Light green seedling

表-2. 単一または二重劣性ヘテロ接合型のスギの自殖および他殖における白子苗と淡緑色苗の分離

分離数の少ない交配組み合わせや自殖区があったので, それらをまとめて分離比の χ^2 検定をした。単一ヘテロ接合型個体について, 正常苗: 変異苗は 3:1 の分離比について χ^2 検定をした。一方, 白子は淡緑色に対して上位性であるため, 二重ヘテロ接合型個体について 正常苗: 白子苗: 淡緑色苗は 9:4:3 の分離比について χ^2 検定した

Table 2. Segregation of albino- or light green seedlings after selfing or outcrossing of sugi individuals which are singly or doubly heterozygous for recessive genes. Owing to insufficient numbers of segregation in some cross combinations including selfing, they were pooled to make the Chi-square test of segregation. For singly heterozygous saplings the Chi-square test was made for the segregation of normal vs. variant as 3:1. Meanwhile, for doubly heterozygous saplings the Chi-square test was made for the segregation of normal vs. albino vs. light green as 9:4:3, because albinism has an epistatic effect on light green

| 変異苗 Variant | 交配年次 Year of crossing | 交配組合 Cross combination | 苗本数 Number of seedlings | 分離した苗の本数 Number of seedlings segregated | | | χ^2 検定 Chi-square test |
|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|--|--------|-------------|--------------------------------|
| | | | | Normal | Albino | Light green | |
| 1. Albino | 1966 | Selfing (pooled) | 325 | 250 | 75 | — | 0.64 |
| | 1966 | Outcross (pooled) | 379 | 276 | 103 | — | 0.96 |
| | 1967 | Selfing (pooled) | 21 | 16 | 5 | — | 0.01 |
| | | Subtotal | 725 | 542 | 183 | — | 0.03 |
| 2. Light green | 1966 | Selfing (44-4) | 88 | 66 | — | 22 | 0.00 |
| | 1967 | Outcross (44-4×57-7) | 67 | 43 | — | 24 | 4.19* |
| | | Subtotal | 155 | 109 | — | 46 | 1.81 |
| 3. Albino and light green | 1966 1967 | Selfing (57-7) (pooled) | 64 | 31 | 18 | 15 | 1.69 |

1) *: After the Chi-square test, 0.05 < P < 0.01.

自殖の結果をまとめたところ、正常苗：白子苗：淡緑色苗は9：4：3の期待値どおりの分離がみられたので、両遺伝子間の連鎖は弱いものと推測される。

4. 結果の検討

千葉¹⁾、福原²⁾以来、スギについては数個の劣性遺伝子が報告されている³⁻⁵⁾。放射線育種場ではスギの体細胞突然変異の誘起に関するその母樹の遺伝的背景の調査として、それらの母樹に含まれている劣性遺伝子の検出および体細胞突然変異体の遺伝的解析に利用する、標識遺伝子の探さくを続けている。

この実験にもちいた茨城県産の実生スギ系統は、たまたま、ガンマー線照射ほ場に定植されたものである。検出された白子苗および淡緑色苗の劣性遺伝子は、ガンマー線照射による突然変異で生じたものとは技術的に考えられない。したがって採種母樹の中に、これらの遺伝子をヘテロでもつ母樹が混在していたため、ヘテロ遺伝子型の苗が生じたものと考えられる。一方、ガンマー線照射により白色あるいは淡緑色の葉緑素体細胞突然変異を生じた個体があることは、ヘテロ遺伝子型個体において優性遺伝子の欠失あるいは同遺伝子の劣性突然変異により誘起されたものと推測される。

1963年の57-2の自然受粉種子から淡緑色苗が生じたが、その後の同個体の自殖あるいはそのヘテロ個体57-7と44-4との交配においても淡緑色苗は生じなかった。ところが大庭(未発表)は57-2×ミドリスギ(GR)のF₁苗の中には、自殖をすると淡緑色苗(黄緑色苗に近い)を分離するものがあることを認めている。これは、(1)57-2の淡緑色苗を生ずる劣性遺伝子と57-7および44-4に含まれている劣性遺伝子とが非相同なのか、あ

るいは、(2)特殊な致死作用で57-2からの淡緑色苗が生じないのかのいずれかであろう。まだ未発表ではあるが、白子苗を生ずる劣性遺伝子をもっているミドリスギ(5)と57-2の白子遺伝子について、ヘテロ個体との交配においても白子苗は生じなかった。今後、さらに、これらの遺伝子の相同性の検定、連鎖関係の調査をおこなう予定である。

この研究を遂行するにあたり、いろいろとご指導、ご援助をいただいた放射線育種場・河原清元場長、竜野得三前場長、仮谷桂場長、西田光夫放射線育種法第二研究室長および九州大学名誉教授・佐藤敬二博士に心からお礼申し上げる。

引用文献

- 1) 千葉 茂: スギ針葉の冬期における変色の遺伝(第1報) 針葉の変色の観察及びアカスギ、ミドリスギの交雑。日林誌 35: 286~289, 1953
- 2) FUKUHARA, N.: Inheritance of needle discoloration on Sugi (*Cryptomeria japonica*). World Consultation of Forest Genetics and Tree Improvement, Stockholm, 1963
- 3) 大庭喜八郎・村井正文: 林木の放射線感受性に関する研究(V) スギの自殖種子、他殖種子および一つの標識遺伝子をもった種子の放射線感受性のちがいについて。日林誌 49: 45~52, 1967
- 4) ————・—————・杉村義一・齊藤幹夫・岡本敬三・渡辺操・野口常介: 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, F₁ 幼苗の生長およびクマスギで検出された2個の単一劣性遺伝子について。日林誌 49: 361~367, 1967
- 5) ————・—————: イワオスギの自殖および他殖実生における葉緑素変異苗の発生と苗高生長について。日林誌 51: 118~124, 1969

(1970年12月11日受理)