



| | |
|------------------|---|
| Title | タバコ種子の光発芽性の二面交雑による遺伝的解析 |
| Author(s) | 渡部, 信義; WATANABE, Nobuyoshi; 津田, 周彌 他 |
| Citation | 北海道大学農学部邦文紀要, 10(2), 139-146 |
| Issue Date | 1977-01-25 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/11888 |
| Type | departmental bulletin paper |
| File Information | 10(2)_p139-146.pdf |



タバコ種子の光発芽性の二面交雑による遺伝的解析

渡部信義・津田周彌・細川定治

(北海道大学農学部工芸作物学教室)

(昭和51年4月12日受理)

Genetic analysis of the light dependence of seed germination in *Nicotiana tabacum* L. by means of a diallel cross

Nobuyoshi WATANABE, Chikahiro TSUDA
and Sadaji HOSOKAWA

(Laboratory of Industrial Crops, Faculty of Agriculture,
Hokkaido University, Sapporo, Japan)

(Received April 12, 1976)

緒言

タバコ種子はいわゆる光発芽性種子として知られ、光が与えられないと発芽率は皆無であるか、或は数パーセントにとどまり、実際栽培においても種子が土中深く埋れていると、その発芽率は低いことが知られている。したがって実際栽培では、播種時に種子を一昼夜浸漬後光をあてて後播種する、いわゆる“予措”が行なわれている。しかし、また品種によっては、暗黒条件下でも発芽率の高い品種も見出されており、このような事実から暗黒条件下におけるタバコの暗発芽性に関する遺伝学的研究が古くから行われてきた。HONING³⁾は暗黒下で発芽率の高い系統と低い系統との間の交配の結果から、F₁種子の発芽率は低い系統と一致するとし、前者は後者に対して劣性であると報告した。しかし、その後1930年には、細胞質の効果およびこれの優性の逆転現象を報告した(HONING⁴⁾)。このほか、小河原⁷⁾、KASPERBAUER⁵⁾が同様の実験を行い、暗黒下では発芽率の低い系統が優性ではあるが、一般に母系効果の大きいことを報告した。タバコ以外の種の光発芽性については、SUZUKIとTAKAHASHI⁸⁾は *Cucumis sativa*、SUZUKIとSAITO⁹⁾は *Solanum tuberosum* をそれぞれ用いて同様の実験を行っている。一方近年の著しい光形態形成に関する植物生理学的研究の成果のひとつとして、色素タンパク phytochrome の機作、即ち Red-far-red photoreversible reaction (赤色光・遠赤色光可逆的光反応) の発見とその種子の光発芽性との関連性に関する研究成果があ

げられる。光が植物の生活に直接影響することは当然のこととして知られ、光合成の分野では、この能力の向上に関する遺伝育種学的研究は多い。しかし光形態形成の分野では、未だ遺伝学的研究が行なわれたという報告はない。

本実験は光発芽性種子として知られるタバコについて、要光型品種と非要光型品種(暗発芽性品種)との交配および要光型どうしの交配を行って、暗黒条件下におけるF₁種子の発芽性および、光処理に対する反応性を遺伝学的に解析したものである。

ここでいう非要光型品種とは暗黒条件下でも、光条件下でもその区別なく発芽率の高い品種であり、また要光型品種とは、暗黒条件下では発芽率が0%またはごく低率であり、光条件下で発芽率良好の品種をさす。

材料と方法

用いられた品種は、松川、南部(在来種)、Xanthi, Samsoun(オリエント種)、Hicks 2(黄色種)の5品種であり、Xanthiを除いては、すべて要光型品種として取扱うことができるものである。

以上の5品種は、1974年3月下旬に温室に播種され、15 cm 直径の鉢に移植栽培し、7月上旬に5×5面交配を行ない、9月上旬に収穫した。収穫した種子は、萌を乾燥後、葉包紙によって包み、デシケーター内に冷蔵した。発芽試験はすべて収穫後2カ月目に行った。

発芽試験の方法は、種子50粒を0.7%寒天培地の直径5.5 cmのシャーレに播種し、2個のシャーレの発芽率の

平均で1反復を代表させ、2反復の実験を行った。

赤色光は、光源を500 Wのプロジェクター・ランプとし、東芝干渉フィルター KL 66 を透過させた光である。

種子に光を照射する場合は、輻射熱の影響を防ぐ目的で、光を鏡に反射させてから種子に照射を行った。

実験温度は25°Cとし、発芽試験の手順は、24時間の暗浸漬後、60分間光を照射し、アルミフイルでシャーレを包み、1週間25°Cに放置した。

発芽率は、まず処理期間中の発芽数をかぞえ、未発芽種子を1週間普通の光条件で発芽させ、なお不発芽である種子を除き、発芽率を(処理による発芽数)/(全粒数-不発芽数)×100で求めた。得られた結果は統計分析のため

に Arcsin 変換を行った。

結 果

1. 暗黒および赤色光条件下における発芽性

暗黒条件および赤色光条件下における発芽試験の結果は、Table 1 に示した。この実験の結果を HAYMAN^{1,2)} の方法によって、これらの光条件下における発芽の遺伝性の検討をするために二面分析法を適用した。なお二面交配のデータの遺伝分析のために、その仮定が満足されているかどうかについて検討した結果から、系統間に有意差が認められず (Table 2)、この実験に二面分析が適用されることが示された。

Table 1. Diallel cross table for the mean values of germination rate under two light conditions

| a) Complete darkness (%) | | Male parents | | | | | Row average |
|--------------------------|-----------|--------------|-------|--------|---------|---------|-------------|
| | | Matsukawa | Nanbu | Xanthi | Samsoun | Hicks 2 | |
| Female parents | Matsukawa | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | Nanbu | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | Xanthi | 0.0 | 3.0 | 93.0 | 0.0 | 4.0 | 7.4 |
| | Samsoun | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 |
| | Hicks 2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 |
| Colum Ave. | | 0.0 | 0.1 | 7.4 | 0.0 | 0.0 | 9.4 |

| b) Red light for 60 min. (%) | | Male parents | | | | | Row average |
|------------------------------|-----------|--------------|-------|--------|---------|---------|-------------|
| | | Matsukawa | Nanbu | Xanthi | Samsoun | Hicks 2 | |
| Female parents | Matsukawa | 59.5 | 29.3 | 74.9 | 10.8 | 0.7 | 30.4 |
| | Nanbu | 29.0 | 55.2 | 32.2 | 3.1 | 0.0 | 17.5 |
| | Xanthi | 70.0 | 51.9 | 95.5 | 92.3 | 45.5 | 74.1 |
| | Samsoun | 29.6 | 15.0 | 39.9 | 73.7 | 6.2 | 30.3 |
| | Hicks 2 | 13.6 | 4.3 | 53.8 | 5.7 | 2.6 | 12.4 |
| Colum Ave. | | 39.0 | 28.2 | 61.7 | 33.1 | 5.9 | 56.8 |

Table 2. Variance analysis of ($W_r - V_r$) values for the test of gene interaction and/or independency of gene action

| Source of variation | d.f. | Mean square | |
|---------------------|------|-------------|-----------|
| | | Darkness | Red light |
| Parent | 4 | 1568.71 ns | 317.39 ns |
| Error | 5 | 1068.68 | 325.91 |

ns: non-significant.

a) 二面表の分散分析および分散の分割

二面表の分散分析および分散分割を HAYMAN¹⁾ の方法を用いて、暗黒および赤色光の2つの光条件について分析を行った。

その結果を Table 3 に示した。この表で a は各親系統の平均の効果の差 (一般組合せ能力) であり、b は a によらない正逆合計における差 (特定組合せ能力)、c は各親系統の母系の平均効果 (細胞質の効果)、d は c によらない正逆合計における差を示すものである。Table 3 か

Table 3. Variance analysis of diallel cross table of germination rate under two light condition

| Source of variation | d.f. | Mean square | |
|---------------------|------|-------------|-----------|
| | | Darkness | Red light |
| a | 4 | 951.14** | 3905.28** |
| b | 10 | 675.12** | 492.43** |
| c | 4 | 23.02** | 410.37** |
| d | 6 | 15.02* | 74.57 ns |
| Error | 25 | 4.09 | 33.93 |

- 1) *, **: significant at the 5 and 1% level, respectively. ns: non-significant.
- 2) $a = \{\sum(Y_r + Y_{.r})^2/2n - 2Y_{..}^2/n^2\}/(n-1)$
 $b = \{\sum(X_{rs} + Y_{sr})^2/4 - \sum(Y_r + Y_{.r})^2/2n + Y_{..}^2/n^2\}/0.5n(n-1)$
 $c = \{\sum(Y_r - Y_{.r})^2/2n\}/(n-1)$
 $d = \{\sum(Y_{rs} - Y_{sr})^2/4 - \sum(Y_r - Y_{.r})^2/2n\} \times 0.5(n-1)(n-2)$
 where Y_r , $Y_{.r}$ and $Y_{..}$ are the sums of column, row and total, respectively and Y_{rs} is the values of column r and row s in the diallel table.

ら a, b, c については、2つの光条件下で1%水準で統計的に有意であった。また d については、暗黒条件下、5%水準で有意であった。

このことは2つの光条件下で、これら5品種間では優性の程度が異なるが、bの特定組合せ能力が有意であることから、特定の組合せによって優性の程度が変異することを示すものである。しかし、bはaに対しては、赤色光条件下では比較的小さく、またc, dの効果が有意なことから、この実験での相反交雑の差は大きいものと考えられる。

b) 遺伝的パラメーターの推定

上記の分散分析の結果、a, bが統計的に有意であること、および二面交配の遺伝分析法が適用できるので、HAYMANの公式にしたがって、2つの光条件のそれぞれについて相加的遺伝分散(D)、優性分散(H₁およびH₂)などの遺伝分散成分と、それらの標準誤差を推定した。ここで、D, H₁およびH₂などのもととなるV_{oLo}, W_{oLo1}などは二面表の相反交雑の平均を用いた。環境分散(E)の推定値は、Table 3の誤差分散から推定した。各推定値はTable 4のとおりである。

暗黒条件下では、環境分散(E)を除いて、相加的遺伝分散(D)、優性分散(H₁とH₂)などはすべて有意であった。また赤色光条件下では、環境分散および優性と劣性遺伝子

数の不均衡度を示す分散(F)を除いてすべて統計的に有意であった。

次に優性の平均の程度とその方向、優性因子を多く持っている親とその序列、有効因子数などを推定した(Table 5)。

優性の程度は $\sqrt{H_1/D}$ で示され、 $D=H_1$ のとき1、すなわち完全優性であり、1より大きいときは超優性、1より小さいときは不完全優性である。この実験ではそれぞれ、暗黒条件では、1.04、赤色光条件下では、0.99であった。次にArrayの親との共分散を縦軸にArrayの分散を横軸にプロットし、放物線を $W_p^2 = V_p V_r$ (但しV_pは

Table 4. Genetic variance components and their standard errors estimated by HAYMAN's formulae (1954)

| Component | Light condition | |
|----------------|------------------|------------------|
| | Darkness | Red light |
| D | 1023.29 ± 44.88 | 472.77 ± 63.01 |
| F | 1275.39 ± 111.10 | -297.88 ± 157.40 |
| H ₁ | 1107.49 ± 120.11 | 463.18 ± 170.16 |
| H ₂ | 667.90 ± 108.94 | 458.39 ± 154.34 |
| h ₂ | 485.80 ± 73.55 | 611.14 ± 104.20 |
| E | 2.05 ± 18.16 | 16.97 ± 25.72 |

Table 5. Properties of the gene concerned with light dependence of germination under two light conditions

| Properties | Light conditions | | |
|---|------------------|-----------|------|
| | Darkness | Red light | |
| Number of genes concerned (effective factors) h^2/H_2 | 0.73 | 1.33 | |
| (max. parent value - min. parent value) ² /4D | 1.33 | 2.50 | |
| Direction of dominance (F ₁ mean - P. mean) | -16.61 | -18.70 | |
| Average degree of dominance $\sqrt{H_1/D}$ | from table 4 | 1.04 | 0.99 |
| | From fig. 1 | 1.04 | 1.01 |
| Distribution of dominant and recessive genes among parents $(\sqrt{4DH_1} + F)/(\sqrt{4DH_1} - F)$ | 3.52 | 0.52 | |
| | $H_2/4H_1$ | 0.15 | 0.25 |

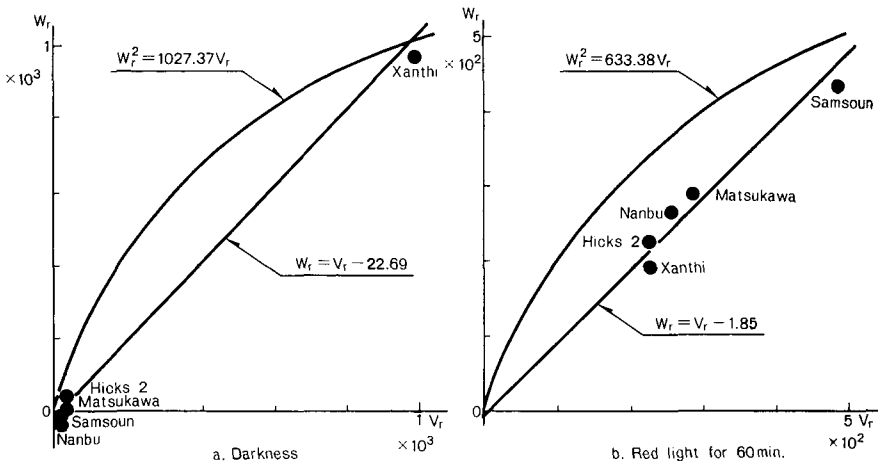


Fig. 1. Relationship between array covariance and variance in a diallel cross for seed germination under two light conditions.

親の分散), 回帰直線を $W_r = V_r + \overline{W_r} - \overline{V_r}$ として求めると,

暗黒条件下では

$$W_r^2 = 1027.37 V_r$$

$$W_r = V_r - 22.69$$

赤色光条件下では,

$$W_r^2 = 633.38 V_r$$

$$W_r = V_r - 1.85$$

が求められる (Fig. 1 a, b).

以上のグラフから優性度を求めるには, 放物線の接線の W_r の軸との交点を B とし, 回帰直線の W_r の軸との交点を A とするとき,

\sqrt{AB} / \sqrt{OB} から求められる。この結果から求められた優性度はそれぞれ, 暗黒条件下では, 1.04, 赤色光条件下では, 1.01 であった。

優性の方向は (全 F_1 の平均—全親の平均), から求められる。暗黒条件下では, -16.61 で発芽率の低い方向つまり要光型に, また赤色光条件下では, -18.70 であり, 発芽率の低い方に優性の方向があることが示された。

優性遺伝子を多く持つ親は, $W_r + V_r$ が最小となり, $W_r + V_r$ の最大のものは劣性遺伝子を多く持っている親に相当するものとされる。これを Fig. 1 a, b でみると, 暗黒条件下では Xanthi が劣性親に相当し, その他の4品種は優性親とされる。また, $W_r + V_r$ の小さいものから順に, 南部, Samsoun, 松川, Hicks 2 および Xanthi の順であった。赤色光条件下では, Xanthi, Hicks 2, 南部, 松川及び Samsoun の順であった。また発芽率の順位をみると, 発芽率の小さいものから順に

Hicks 2, 南部, 松川, Samsoun および Xanthi であり, 優性の順位とは必ずしも一致しなかったが, 暗黒条件と赤色光条件において Xanthi の Array の位置の変化することからみて, Xanthi が特別の作用をしていたと考えることができる。

5 品種の全体に含まれる優性遺伝子と劣性遺伝子のどちらが多いかについては, Table 5 の F の記号の正負によって知ることができる。 F が正であれば優性因子が多く, 負であれば劣性因子が多い。またその全体の数の比は, $\sqrt{4DH_1 + F} / \sqrt{4DH_1 - F}$ で与えられる。

暗黒条件下では, F は正であり, 優性因子が多く, 赤色光条件下では, これが負となり, 劣性因子が多いことになる。また全体の比は 3.52 と 0.52 であった。

また優性と劣性の両遺伝子のそれぞれの割合の積の推定値 ($H_2/4H_1$) は, 暗黒条件下では 0.15 であり, 一方赤色光条件下では 0.25 であり, 赤色光条件下では F が有意でないこと, から優性遺伝子と劣性遺伝子の比は同じであろうと推定された。

これら親間の発芽率の違いを起こしている有効因子数の推定値は, h^2/H_2 および (最大親—最小親) $^2/4D$ で求めることができる。暗黒条件下では h^2/H_2 では 0.73, (最大親—最小親) $^2/4D$ では 1.33 であり, 赤色光条件下ではそれぞれ 1.33, 2.50 であった。つまり暗黒条件下では 1~2 対, 赤色光条件下でも 1~3 対の有効因子数が推定された。

2. 光発芽に関する品種の感光性の遺伝的検討

1 で検討した結果, 暗黒条件下と赤色光条件下とは,

Table 6. Diallel cross table for the light-sensitivity*)

| | | Male parents | | | | | Row ave. |
|----------------|-----------|--------------|-------|--------|---------|---------|----------|
| | | Matsukawa | Nanbu | Xanthi | Samsoun | Hicks 2 | |
| Female parents | Matsukawa | 57.5 | 29.2 | 74.9 | 10.8 | 0.7 | 30.4 |
| | Nanbu | 29.0 | 55.2 | 32.2 | 3.1 | 0.0 | 17.4 |
| | Xanthi | 70.0 | 49.9 | 2.5 | 92.3 | 41.5 | 66.7 |
| | Samsoun | 29.6 | 15.0 | 39.9 | 71.7 | 6.2 | 30.3 |
| | Hicks 2 | 13.6 | 4.3 | 53.8 | 71.7 | 2.6 | 12.4 |
| Column ave. | | 39.0 | 28.1 | 54.3 | 33.1 | 5.9 | 47.4 |

* Light-sensitivity=(Germination rate under red light for 60 min.)-(Germination rate under complete darkness)

優性傾向の違いがあきらかとなった。つまり赤色光条件下では、暗黒および赤色光条件下で発芽率の高いXanthiと低いHicks 2とがともに優性の傾向を示し、赤色光条件下における優性の傾向は発芽率減少の方向であった。

以上のことを検討するために、赤色光条件と暗黒条件の発芽率の差を品種の感光性とし、XanthiのArrayを除外した場合とHicks 2のArrayを除外した場合の2

Table 7. Variance analysis of ($W_r - V_r$) values for the test of gene interaction and/or independency of gene action

| Source of variation | d.f. | Mean square | |
|---------------------|------|------------------------|-------------------------|
| | | within light-requiring | excluding Hicks 2 array |
| Parent | 3 | 12370.98 ns | 197795.95** |
| Error | 4 | 4369.94 | 10687.18 |

** : significant at the 1% level.

ns : non-significant.

Table 8. Variance analysis of the diallel cross table on the light-sensitivity within light-requiring variety

| Source of variation | d.f. | Mean square |
|---------------------|------|-------------|
| <i>a</i> | 3 | 1078.63** |
| <i>b</i> | 6 | 402.01** |
| <i>c</i> | 3 | 435.55** |
| <i>d</i> | 3 | 171.20 |
| Error | 16 | 77.08 |

1) ** : significant at the 1% level.

2) *a*, *b*, *c* and *d*: cf. the 2nd note in table 3.

とおりの二面分析を行なった。Table 6には、品種の感光性の二面表を示した。

1と同様の分析を行ない、まず共分散と分散の差の均一性の検定を行った。その結果、XanthiのArrayを除外した場合(つまり要光型内の場合)では、系統間に有意な差は認められず、Hicks 2のArrayを除外した場合は系統間に1%水準で有意差が認められた(Table 7)。

要光型品種の間では、二面分析の仮定が成立したので、まずHAYMANの方法を用いて分散分析を行った(Table 8)。

その結果、*a*, *b*, *c*に1%水準で有意差が認められ、この結果、これら4品種間では、優性の差が存在するが、*b*が有意であるから特定組合せによって優性の程度は異なる。しかし、*b*は*a*に比べて有意に小さいこと、また*c*が有意であることから、この実験では相反交雑の差が大きい*a*に比べて有意に小さいこともわかった。

次に*a*, *b*が統計的に有意であることと、共分散と分散

Table 9. Genetic variance components and their standard errors on the light-sensitivity within light-requiring variety

| Components | Estimated value ± S.E. |
|-----------------------|------------------------|
| <i>D</i> | 746.21 ± 106.65 |
| <i>F</i> | 241.70 ± 273.98 |
| <i>H</i> ₁ | 964.65 ± 310.01 |
| <i>H</i> ₁ | 953.03 ± 286.16 |
| <i>h</i> ² | 1712.92 ± 194.08 |
| <i>E</i> | 77.08 ± 47.69 |

Estimated by HAYMAN's formulae (1954)

Table 10. Properties of the gene concerned with light-sensitivity within light-requiring variety

| Properties | | Estimated value |
|---|--|-----------------|
| Number of genes concerned (effective factors) | h^2/H_2 | 1.80 |
| | (max. parent value - min. parent value) ² /4D | 1.11 |
| Direction of dominance (F ₁ mean - P. mean) | | -18.77 |
| Average degree of dominance $\sqrt{H_1/D}$ | | |
| from table 8 | | 1.14 |
| from fig. 2 | | 1.05 |
| Distribution of dominant and recessive genes among parent $(\sqrt{4DH_1} + F)/(\sqrt{4DH_1} + F)$ | | 1.33 |
| $H_2/4H_1$ | | 0.25 |

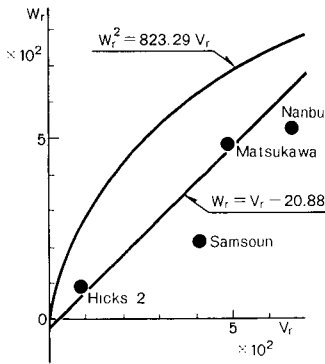


Fig. 2. Relationship between array covariance and variance in a diallel cross table for light sensitivity within light-requiring varieties.

の差の均一性の検定の結果から二面交配の遺伝分析ができるので、HAYMANの公式によってD, H₁, H₂などの遺伝分散成分およびそれらの標準偏差を推定した。推定値はTable 2のとおりである。この結果から遺伝パラメーターはF, Eを除いて有意であった。

次に平均の優性の程度とその方向、優性因子を多く持っている親とその序列、有効因子数などを推定した(Table 10)。

優性の程度は1.14で超優性であった。次にArrayの共分散と分散の関係を示すグラフを描き放物線と回帰直線から優性程度をもとめた(Fig. 2)

放物線は $W_r^2 = 823.29 V_r$

回帰直線は $W_r = V_r - 20.88$

であった。このグラフから優性程度は1.05であり超優性であった。

優性の方向は、(全F₁の平均 - 全親の平均)から求められるが、この実験では、-18.68であり、感光性の低い方に優性であった。

優性遺伝子を多く持つ親はW_r+V_rが最小となり、W_r+V_rが大きいものほど劣性親にあたるから、Fig. 2から明らかなように、W_r+V_rの小さい順にHicks 2, Samsoun, 松川および南部であり、感光性の小さい順にならべるとHicks 2, 松川, 南部およびSamsounである。つまり優性の順位と感光性の順位とは一致しないが、感光性の小さいHicks 2は最も多く優性因子をもっているものと推定された。

Fが有意でないことから、優性遺伝子と劣性遺伝子のどちらが多いとはいえないが、その全体の比は1.33であり、またH₂/4H₁は0.25であった。このことは優性遺伝子と劣性遺伝子の割合がほぼ等しいことを示している。

有効因子数はh²/H₂では1.80であり、(最大親 - 最小親)²/4Dでは、1.11であった。Hicks 2のArrayを除外した場合は、W_r-V_rの均一性の検定の結果、有意差が系統間にとめられたことから、Xanthi因子の上位性が示唆される。

考 察

本実験の結果からみて、暗黒条件下の発芽の場合、小河原⁷⁾, KASPERBAUER⁵⁾らが指摘しているような、非要光型品種の母系効果はそれほど大きくなかった。しかし、南部とXanthi, Hicks 2とXanthiとの交雑の場合にはわずかにXanthiの母系効果がみいだされた。また暗黒条件下の要光性は非要光性に対してほぼ完全優性であるとみなすことができる。また有効因子数が1~2対と推定されたことから、遺伝様式は比較的単純である可能性がある。

赤色光条件に対する発芽反応については、HONING^{1,2)}, 小河原⁷⁾およびKASPERBAUER⁵⁾らは実験を行っていない。しかし、光形態形成がかなり低いエネルギー反応であり、長時間の光にあたった場合には見いだされることのない遺伝変異が、赤色光など特定波長の短時間照射によって見出される場合があると考えられる。また光反応の大きさを、一定の光条件(本実験の場合赤色光60分間の照射)に対する発芽率で示すことも有意義と考えられる。

本実験の解析の結果、平均優性度からみてほぼ完全優性であると結論でき、有効因子数は1~3対と推定さ

れた。

また、Fig. 1b に示すように、赤色光条件下では、暗黒および赤色光の両条件下で、いずれも発芽率の高い Xanthi, この条件下で発芽率の低い Hicks 2, が優性であり、暗黒条件下では優性親であった松川, 南部, Samsoun は、優性傾向を逆転し劣性であった。このことは Xanthi の因子および Hicks 2 の因子のどちらか一方、または両方が赤色光条件下で特別の作用をしていたためと考えられる。

この作用の解析のため、感光性の概念を設け、分析を行なった結果から Hicks 2 の因子は、優性であり、Xanthi の因子には非対立遺伝子間の交互作用が認められた。このことは、Xanthi の有する因子は、暗黒条件下では劣性として作用し、赤色光条件下では、感光性の低い遺伝子と交互作用を有し、Hicks 2 は暗黒条件下では、優性として作用し、赤色光条件下では感光性の小さい因子が優性として作用すると考えることができる。つまり暗黒および赤色光両条件下のそれぞれで作用する遺伝子系は、異なっていると考えられる。このことは、Xanthi と交配した F₁ 種子の発芽率は概して中間親より高く、Xanthi との組合せを除いて Hicks 2 と交配した F₁ 種子の発芽率が中間親よりもかなり低いこと、また渡部¹⁰⁾ が指摘したように、非要光型品種と要光型品種の交配 F₁ 種子の赤色光条件下の発芽率の傾向性は、もし暗黒条件下とこの条件で作用する遺伝子が同じであると仮定すれば要光型品種と同様の発芽率を示すはずであるが、実際は有意に高い発芽率を得ることによって推定され、本実験の結果からも特に Hicks 2 と Xanthi との組合せの場合には発芽率が上昇し、Xanthi 因子の上位性が指摘されるのである。

感光性については要光型品種では 1~2 対の有効因子数が推定される。ただし、この感光性が種子の感光性それ自体の要因、つまり種子の感光部位の機構の遺伝的分化によるのか、種子の代謝過程の変異であるのかは、決定できない。しかし、LUKENS⁶⁾ が *Alternaria solani* の孢子形成において、450~750 nm の範囲の光波長の抑制効果の最大効果域が、野生型と突然変異型との間で有意に異なっていることを報告しているので、植物種子においても作用スペクトルの最大効果域の遺伝的変異の可能性も検討すべきであろう。

摘 要

タバコ種子の発芽は典型的な光発芽性を示すことが知られている。著者らは、このタバコ種子の光発芽性につ

いて、植物の光形態形成という観点から、その基礎的知見を得るため 2 つの光条件 (暗黒と赤色光処理) を用いて発芽試験を行ない、それらの結果について二面交配法による遺伝分析を行った。

要光型 4 品種 (松川, 南部, Samsoun, Hicks 2) および非要光型 1 品種 (Xanthi) を用い、1974 年に相反交配を含む全交配 (20 組合せ) を行ない、その F₁ 種子と 5 つの親品種の自殖種子を用いた。発芽試験の結果をそれぞれの光条件ごとに HAYMAN (1954) の公式にしたがって遺伝的分散成分を推定し、その推定値と (W_r , V_r) グラフをもとにして、関与する遺伝子の性質を明らかにした。

暗黒条件では、関与する有効因子数は 1~2 対であり、暗黒で発芽しない要光型の性質がほぼ完全優性であると考えられた。また赤色光条件下では、有効因子数は 1~3 対であり、優性傾向は超優性であった。

光の効果は赤色光条件の発芽率から暗黒条件の発芽率を減ずることによって示し、これを感光性と名づけた。これについて Xanthi の Array を除いた場合と、Hicks 2 の Array を除いた場合の 2 通りの二面分析を行った。Xanthi の Array を除外した場合の有効因子数は 1~2 対であり、また超優性の傾向を示した。一方、Hicks 2 Array のを除外した場合、二面分析の仮定が成立せず、Xanthi の因子の上位性によるものと推定された。

HONING (1930), 小河原 (1957), KASPERBAUER (1968) らの指摘した、暗黒条件下の発芽における相反交雑の差はそれほど大きくなかった。

引用文献

- 1) HAYMAN, B. I. 1954 a: The analysis of variance of diallel crosses *Biometrics*, **10**: 235-244.
- 2) ——— 1954 b: The theory and analysis of diallel crosses *Genetics*, **39**: 769-809.
- 3) HONING, J. A. 1926: The heredity of the need of light for germination in tobacco-seeds *Proc. Kon. Akad. V. wetensch. Amsterdam* **29**: 823-833.
- 4) ——— 1930: Nucleus and plasma in the heredity of the need of light for germination in *Nicotiana* seeds *Genetica*, **12**: 441-468.
- 5) KASPERBAUER, M. J. 1968: Dark-germination of reciprocal hybrid seed from light-requiring and -indifferent *Nicotiana tabacum* *Physiol Plantarum*, **21**: 308-311.
- 6) LUKENS, R. J. 1965: Reversal by red light of blue light inhibition of sporulation in *alter-*

naria solani Phytopathology, 55: 1032.

- 7) 小河原公司 1957: 種子の光発芽に関する研究.
- 8) SUZUKI, Y. and N. TAKAHASHI 1969: Red and far-red reversible photoreactions on seed germination of *Cucumis sativa* Plant & Cell physiол. 10: 475-479.
- 9) SUZUKI, Y. and T. SAITO 1970: Photo, thermo, and GA- sensitivity in seed germination of *Solanum tuberosum* Environ. Control in Biology, 8: 51-55.
- 10) 渡部信義 1976: タバコ種子の光発芽性の遺伝学的研究. 北海道大学農学部修士論文.

Summary

The seed of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) has been known generally to be a light-favored seed. However, some varieties has been found which do not show such light-dependent behavior in seed germination. In order to elucidate the light dependence in seed germination of tobacco, the authors have been conducting genetic experiments and this report is the result of a diallel cross of some varieties which were different from each other in light dependence leading to seed germination.

The following five varieties were utilized as materials. The variety Xanthi is known to show light-independent germination. Varieties Matsukawa, Nanbu, Samsoun, Hicks 2 are also known to be light dependent in seed germination, however the degree of light dependence differs among these varieties. Seeds of 20 F_1 's from all possible combinations and 5 selfed progenies were used for a diallel analysis. The germination tests were conducted in 5.5 cm diameter petri dish filled with 0.7% agar at a temperature of 25 C. The experimental procedure involves 24 hour dark imbibition, light treatment and dark incubation for 7 days in that order. Because of no interaction of alleles concerned, the genetic variance components and diagram showing the relation of array covariance (W_r) and variance (V_r) were drawn on the basis of HAYMAN's method (1954) and the following results were obtained. Based on h^2/H_2 and (the

maximum parent value—the minimum parent value)/ $4D$ number of alleles concerned (the number of effective factors) was estimated to be 1 to 2 (under darkness) and 1 to 3 (under red light illumination). Direction of dominance were negative under darkness and red light, but array positions were altered by light condition. Xanthi's array position showed the maximum value of W_r+V_r under darkness, but its position showed the minimum value of W_r+V_r under red light. The averages of dominance ratios ($\sqrt{H_1/D}$) were estimated to be 1.04 and 0.99 That is, the former was shown to be a case of over dominance and latter a case of partial dominance. Moreover, the results mentioned above were analysed with reference to light sensitivity of varieties by the promotive effects of red light, for Xanthi and Hicks 2 possessed a similar array position under red light, but held opposite positions under darkness. Similar analyses were conducted excluding Xanthi's or Hicks 2's array, in order to clarify the effects of Xanthi and Hicks 2 factors, respectively. Because of the interaction of the alleles concerned with the diallel table excluding Hicks 2's array, the epistatic effects of Xanthi factors were assumed. With the exception of the Xanthi array the following results were indicated: The estimated number of alleles concerned was 1 to 2, the direction of dominance was negative, and the estimated average of dominance ration was 1.14. Therefore, the light sensitivity was considered to be over dominant. Hicks 2's array showed a minimum value of W_r+V_r , and this indicated the tendency in which the low light sensitivity in Hicks 2 is an intense dominance trait.

The light dependence was dominant over light independence, and low light sensitivity was dominant over high light sensitivity within light dependent variety groups. The difference in results between reciprocal crosses under darkness was less than reported in the previous results by HONING(1930), OGAWARA(1957), and KASPERBAUER (1968).