

突然変異率の不偏推定値の求め方とくに生長中の 植物に対する γ 線照射の場合について

New method for estimating mutation rate after gamma-ray irradiation on growing plants

突然変異育種においては突然変異率の向上あるいは、有用変異の相対頻度の向上が、育種効率を高める上で不可欠の要因である。そのためにいろいろの照射の方法が試みられ比較検討されているが、その際まず重要なことは照射された集団内に保有された突然変異遺伝子の頻度——始源細胞当り突然変異率——の不偏推定値を求めることである。

突然変異の誘起された細胞はほとんどすべての場合、他の非変異細胞と共に植物の組織形成に関与し、植物体は変異遺伝子についていわゆるキメラとなっている。これはイネやムギの種子照射のように照射の際将来生殖器官を形成するに至る細胞数が少ない場合でさえみられるところで、たとえば一本の穂をとっても、この穂の種子全体が 1 個の変異細胞に由来することは稀である。このように植物体がキメラとなっている場合の正しい突然変異率の推定方法は、種子照射の場合、変異体の選抜を行なう次世代 (M_2) の総供試個体数に対する変異体数の割合 (α_2) を単因子劣性遺伝子の分離比 (0.25) で除した値によって表わされる。

$$\text{突然変異率} = 4\alpha_2$$

ところで γ フィールドにおける全生育期間の緩照射では、雌雄ゼイ分化前の生長点に突然変異が誘起された場合には 1 個の顕花内の雌雄両器官とも同一変異細胞に由来するので種子照射と同じく、照射次代において突然変異体が見出され、また突然変異率も前式でもとめられる。一方雌雄ゼイ分化後の照射では雌・雄ゼイのいずれかに突然変異が誘発されても、次代個体は変異遺伝子についてヘテロとなるので変異体は出現せず、さらに一代遅れた 3 代目 (M_3) になって始めて変異体が分離する。この場合にはにおけるヘテロ個体の割合——これは M_2 の個体別 M_3 供試系統数に対する変異を分離した系統の割合 (β_3) であるが、この値がそのまま突然変異率を表わす。なお雌雄ゼイ分化後で照射が受精以降におよぶ場合には M_3 における変異個体率 (α_3) を単因子劣性遺伝子の分離比で除した値を突然変異率としなければならない。

い。つまり雌雄ゼイ分化後の照射における突然変異率推定の一般式は次式であらわされる。

$$\text{突然変異率} = 4\alpha_3$$

ところが発芽から成熟期までの緩照射のように雌雄ゼイ分化前後にわたる長期間の照射ではどちらの推定方法をとっても正しい変異率をもとめることができない。従来は後者の方法によって推定を行なってきたが、これでは過小評価となるばかりか雌雄ゼイ分化の前と後に誘発された変異率の割合によっても突然変異率の値が変わってくるので極めて不都合であった。

以上の困難を解決するために、照射の時期に関係なく正しい突然変異率をもとめる方法を考案した。式の誘導は省略するが、これは次式によって表わされる。

$$\text{突然変異率} = 2\alpha_2 + 4\alpha_3$$

すなわち M_2 と M_3 で見出された変異体の頻度、 α_2 および α_3 をそれぞれ 2 倍、4 倍して加えた値が突然変異率である。

表の例は大麦の幼穂分化前後における照射の結果である。たとえば処理 A では、従来の方法でもとめた変異率は 4.2% であったが、実際は 6.2% が正しく、3 割強も過小評価になっていたことがわかる。

大麦の種子照射における突然変異率は最高 6% 前後であり、生体照射による値と略同程であることがわかった。

なお M_2 における変異個体率 α_2 の 4 倍の値は雌・雄ゼイ分化前に誘発された突然変異の変異率を表わしている。このため、全突然変異率 ($2\alpha_2 + 4\alpha_3$) に対する $4\alpha_2$ の割合は全突然変異中に占める雌・雄ゼイ分化前に誘発された突然変異の割合を示している。処理 A・B では、この割合は 60% 程度、処理 E では 37% であった。したがって処理 A・B の主な選抜世代は M_2 、処理 E では誘発された突然変異の選抜に M_2 M_3 の 2 世代を要することがわかる。

従来生長中の大麦に対する γ 線照射は種子照射にくらべて突然変異率が小さいので、有利ではないと考えられていたが、早熟性変異については種子照射とは異なる

処 理 Treatments	A	B	C	D	E
M ₂ における供試個体数 Number of tested plants at M ₂	446	710	697	1726	2081
M ₂ で見出された変異個体数 Number of mutants appeared at M ₂	5	9	5	7	3
変異個体率 (α_2) The frequency of mutant (α_2)	1.02%	1.27%	0.72%	0.41%	0.14%
M ₃ に供試された M ₂ 個体別系統数 Number of tested M ₂ plant progenies	482	701	669	1711	2079
変異体を分離した系統数 Number of progenies segregating mutant	20	34	13	25	25
変異系統率 (β_3) The frequency of mutated progeny	4.15%	4.85%	1.95%	1.46%	1.21%
突然変異率 ($2\alpha_2 + \beta_3$) Estimated mutation rate	6.2%	7.7%	3.4%	2.3%	1.5%

種類の変異体が誘発できる等のすぐれた面もあり、少なくとも突然変異率が種子照射と同程度であることが明か

にされた以上、種子照射と平行して品種改良に利用できる方法といえよう。
(山下 淳)

Estimate of mutation rate is the primary concerns in comparison of various kinds of mutagenic treatment. However, due to the large variation of size and complicated status of mutated sectors in irradiated plants, the conventional method of scoring mutational events often give a large bias from the true value. In chronic irradiation for whole life cycle, irradiation cover the two essentially different stages which correspond to the pre- and post-stage of the differentiation of male and female organ. Mutation induced at the former stage will appear at the next generation, whereas mutations induced at the latter stage

require one more generation for their appearance. As for these two stages a different estimation method is necessary for scoring mutational events. The new method presented here is able to estimate the true mutation rate, irrespective of the stage of life cycle irradiated. When the frequency of mutant appeared at the second and third generation after irradiation were α_2 and α_3 respectively, mutation rate per cell (P) can be calculated as follows,

$$P = 2\alpha_2 + 4\alpha_3$$

(A. Yamashita)