

放射線育種の歩みと将来展望

誌名	農林水産技術研究ジャーナル
ISSN	03879240
著者	藤本, 文弘
巻/号	16巻4号
掲載ページ	p. 3-6
発行年月	1993年4月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



特集 突然変異育種の新しい展開

放射線育種の歩みと将来展望

藤本 文弘

放射線育種により最近、抵抗性品種育成など顕著な研究成果が認められ、公立・民間機関からのガンマ線依頼照射件数も急激に増加してきている。これらの成果は30年余の研究蓄積と新技術の結合により実現した。現在までの到達点をまとめ放射線育種の有効性を検討すると、植物種に固有な生殖・繁殖様式が重要であり、自殖性種子繁殖作物及び栄養繁殖作物の品質（花色）・成分・抵抗性等の育種に今後大きな効果が期待できる。その技術的背景についても論考した。

植物育種における突然変異育種の位置づけは、各国で大きく揺れ動いてきた。Muller (1927) がX線によって突然変異が誘発できることを明らかにした¹⁾後の熱気が冷えて、欧米諸国では突然変異育種の重要性が現在高くはない。しかし、我が国では最近、日本ナシの黒斑病耐病性品種「ゴールド二十世紀」、イネの低アレルギー系統など時代の要請に応える新品種の出現により、放射線育種が再評価され注目を集めている。この機会に放射線育種場の歩みを中心に振り返り、成果を生んだ技術的背景と将来展望を論考する。

1. 30年余にわたる研究の蓄積

我が国における放射線育種の最初の成果である水稲品種「レイメイ」が農林登録されたのは昭和41年である。耐冷性短強稈で多肥に適した

この品種が、昭和40年代に東北地方の水稲安定多収に大きく貢献したことは広く知られている。昭和35年には、ガンマーフィールドを持つ放射線育種場が設立され、官学の共同利用と民間機関をも対象とする依頼照射の事業も始まった。これは突然変異育種の大きな進展を期待した組織的活動の第一歩であった。しかし、放射線育種場は研究職9名の定員で出発した小さな組織であり、品種育成は行わないとされ、原子力利用の先端技術開発と依頼照射業務の両面の対応のため、照射法、育種法等の基礎的研究が中心であった²⁾。

一方、欧米に設立されていたガンマーフィールド等は、当初の目的を達したとして稼働を中止する施設が多くなった。欧米に多いトウモロコシ等の他殖性作物では突然変異の育種効果は低かった。現在ではガンマルームやX線はヨーロッパ等で育種に用いられているが、ガンマーフィールドとしては我が国の放射線育種場が世界で最大規模の施設になっている。この様な情勢下で我が国の放射線育種についてもその将

Fumihiko FUJIMOTO: Advancement of radiation breeding and its future prospects

来展望が問われた。しかし、我が国では突然変異育種の進展に必要な研究が進み、放射線育種場では成果の蓄積とともに育種材料として多くの突然変異体・系統を作出して育種機関へ提供し、育種の支援にも重要な役割を果たしてきた。昭和45年に農業技術研究所所属となり、昭和58年には農業生物資源研究所に組織替えとなったが、官学産の共同体制は維持された。

この時代の成果は、地道な基礎的研究であり世の注目を集めることが少なかったとはいえ、その積み重ねによる新知見・技術・材料が、新しい技術と結合することにより、現在の画期的成果を生むことを可能にした³⁾。

2. 突然変異による育成品種

平成4年までに我が国で人為突然変異の直接利用により育成された品種は25作物62品種、間接利用による品種は4作物42品種となっている。変異原は大部分が放射線（ガンマ線）で、直接利用のうち化学変異原処理による品種は3.2%である。

直接利用品種について、放射線育種場での依頼照射材料による品種の割合をみると、昭和50年までは5.9%、51～59年は54.2%、60～平成4年は90.0%と増加してきている。このような成果とともに、公立・民間機関からの依頼照射件数が急激に増加してきている（図1）。

放射線育種場の育成としては、平成2年6月

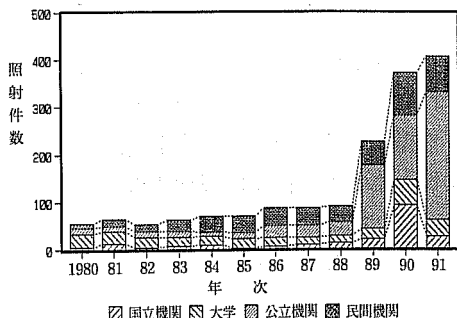


図1 放射線育種場への依頼照射件数の年次推移

にナシ「ゴールド二十世紀」が登録された。これは、黒斑病対策に苦しむ「二十世紀」産地からの要望に応じて放射線育種場最初の育成品種として発表され、今後鳥取県を中心に急速な普及が見込まれている。この品種登録が可能になったのは、果樹試験場との連携により系統適応性検定試験に供試して評価された結果である。さらにキク、イネ、コウライシバで種苗法による品種登録に申請している。

3. 成果の技術的背景と将来展望

ライフサイエンスの発展とともに、突然変異体は育種材料としてのみならず、遺伝子の形質発現と変異誘発機構の解明等における実験生物としての重要性が高まってきた。この点については別に論じられるので、ここでは育種についてのみ検討する。

これまでの成果から放射線育種の可能性について明確な見通しが立てられるようになってきた。今や放射線育種は「何か出るだろう」という偶然の育種ではない。植物種に固有な生殖・繁殖様式に基づき、作物別に形質ごとの育種可能性が明らかになりつつある。

(1) 放射線育種の到達点

現時点で放射線育種の有効性についての考え方をまとめると次のようになる。

- ① 種子繁殖植物では、イネ・ムギなど自殖性作物に有効で、成分等の特性では他の育種法で得難い変異体が得られる。しかし、トウモロコシ・牧草等の他殖性作物では、育種法として有効性が低い。
- ② 栄養繁殖植物では、花き類・果樹類等で新品種・系統が多く得られている。とくに組織・細胞培養で再分化系の確立した植物では、照射と培養でキメラのない完全変異体を得て、短期間で実用に結ぶ道が開けた。
- ③ 変異が出現し易い形質がかなりはっきりしてきた。植物別に育種目標に応じて変異原処理の効果のある程度推測できる。

④ 照射処理から有用な突然変異体を選ぶに至る選抜法が、品質・成分等の検定法の進歩で大きく前進した。タンパク質等の成分に関するスクリーニング、病原菌毒素による検定手法の向上は、新特性を持つ変異体の発見及び選抜効率を著しく高めた。

(2) 作物種類別成果と生殖・繁殖様式

我が国で突然変異により育成された102品種を種類別に分け1980年迄と81年以後を比較すると(表1)、花き類の品種が直接利用で最も多く、しかも1981年以後の増加が大きい。果樹類も1981年以降であり、栄養繁殖作物において育種効果が高いことが明らかになってきた。花色の変異が放射線処理で得やすいことや、ヘテロの多い果樹では劣性ホモ接合に変わる1つの突然変異で耐病性品種を育成できること等が、これらの成果を生んでいる。

これに対して、自殖性作物の穀類をみると、麦類では直接利用による品種が1981年以後なく、間接利用のみである。イネでは1981年以後も直接利用は5品種あるが、間接利用は20品種と増加が大きい。これは自殖性の種子繁殖作物では放射線による突然変異の利用が初期に進み、選

抜・育成された突然変異体・品種の持つ長所が交配親として極めて有用なことを示す。日本ではイネの「レイメイ」、外国ではUSAのイネ品種「Calrose 76」、チェコのビール麦品種「Diamond」等の突然変異遺伝子は、栽培面積の多い品種に導入され、活用されている。国際原子力機関(IAEA)による世界の突然変異育成品種のまとめ⁴⁾によると、品種数の多いオオムギでは直接利用229品種に対して間接利用192、イネで直接利用278に対して間接利用80で、突然変異により育成された品種が遺伝資源としても重要なことを示している。

(3) 将来展望の考え方

突然変異育種の今後の展望を考えるためには、資源創出という意味で突然変異を考える必要がある。そこで原点に戻って、冒頭にあげたMuller(1927)の論文の1節を引用する。

“X線で誘発された変化の大部分は、自然界で稀に発生し進化の建築材となっている遺伝子突然変異と丁度同じものである。”

つまり突然変異の人為的誘発の意義は、自然界の現象を変えるのではなく、その自然現象を活用し、加速することである。一方、自殖・他殖の違いは遺伝変異維持機構に大きな差を生む。突然変異育種のこれまでの成果を以上の2点に合わせて考えると、作物の遺伝子レベルでの現存変異の大きさについて、次のような推量ができる。他殖性の種子繁殖作物は、生殖と繁殖の有効な集団サイズが大で自然突然変異を多く保持できる。たとえばトウモロコシで放射線育種の効果が小さいのは、在来種または育種基本集団が大きな変異を維持できたことと関連があると考えられる。すなわち、品種形成過程で変異の消失が少なかったため、人為突然変異によらなくても大きな育種効果が得られる。

これに対して、自殖性作物と栄養繁殖作物は有効な集団サイズが小さく、作物進化と人間による選抜の過程で、失ってきた自然突然変異が多い。たとえば、最近穀類でアミロースやタンパク含量に関して有用な変異が突然変異体に多

表1 突然変異育種により育成された作物種類別品種数¹⁾

種 類	直接利用 ²⁾		間接利用 ²⁾	
	1980迄	1981以降	1980迄	1981以降
イ ネ	3	5	14	20
麦 類	6	0	2	2
豆 類	3	3	1	0
野 菜 類	3	4	0	3
花 き 類	8	13	0	0
果 樹 類	0	3	0	0
工 芸 作物	7	2	0	0
そ の 他	0	2	0	0
計	30	32	17	25

注1) 農林命名登録または種苗登録された品種数

2) 直接利用: 変異処理を加えた材料に直接選抜を加えて育成した品種

間接利用: 直接利用の品種・系統を交配親とする子孫品種

く見いだされているが、これらは従来の多収性中心の農業では稀に発生しても選抜過程で失われてきた遺伝変異と考えると理解し易い。自然に現存しない変異を人為的に創り出し、実用品種にすることは突然変異育種が最大のメリットとする領域である。

このように考えると、今後の放射線育種は自殖性作物と栄養繁殖作物の新形質付与に大きな効果を期待できる。細胞融合や形質転換は、植物種を越えて遺伝子を導入し新しい変異を作出する技術ではあるが、栽培品種としての利点を損なわずに1つの新形質のみを付与する育種技術としては、突然変異育種に及ばない。放射線育種場は現在も3研究室の小グループで業務と研究を続けているが、最近公立機関、民間機関

との共同研究も多くなってきた。施設の更新、スタッフの強化など研究環境が今後充実されれば、品質・成分・抵抗性等の向上、栄養繁殖の花弁・果樹・熱帯、亜熱帯作物の改良等、時代の要請に応える品種の育種に大きな発展が期待される。

(農業生物資源研究所 放射線育種場長)

文 献

- 1) Muller, H.J. (1927) Science, 66 : 84~87
- 2) 渡辺好郎・山口彦之監修 (1983) 突然変異育種, 養賢堂 (東京) : 343p.
- 3) 藤本文弘 (1992) 植物細胞工学, 4 : 438~440
- 4) FAO/IAEA (1991) Mutation Breeding Newsletter, 38 : 16~49

