

放射線照射によるニンニク有用変異体の作出の試み

田代 亨¹⁾・清水 総子¹⁾・山崎 克巳²⁾

¹⁾ 三重大学生物資源学部附属農場・²⁾ 放射線育種場・大学共同利用

Mutation Induction with Gamma Rays Irradiation in Garlic

(*Allium sativum* L.)

T. Tashiro¹⁾, F. Shimizu¹⁾, K. Yamazaki²⁾

¹⁾ University Farm, Faculty of Bioresource, Mie University, ²⁾ Laboratory for the Field Visiting Research Program of the University of Tokyo

Abstract

There is a great demand for garlic recently because garlic is one of the excellent health foods. Garlic belongs to a group of the *Allium* family and doesn't have flower. It is difficult to breed positively because of the propagation methods by bulbs or propagules. Therefore, the consumer and the producer could not satisfy the quality of garlic. We supposed that gamma rays induced specific mutation not only morphological character but also chemical composition. The purpose of this study is to investigate the effects of gamma rays on the mutant of volatile sulfur compounds of garlic. Garlic plants were irradiated with 0.050, 0.075, 0.100 and 0.150Gy gamma rays by chronic irradiation unit in gamma field. Somaclonal variant of volatile sulfur compounds such as low or high concentration were obtained by 0.075Gy and 0.100Gy gamma rays recurrent irradiation.

Key Words: garlic・gamma ray・somatic mutation・volatile sulfur compounds

緒言

ニンニク (*Allium sativum* L.) はネギ属 (*Allium*) に属する球根作物であり、中央アジアが起源とされている。有史以前からエジプト、インド、中国で栽培されていたと言われている。わが国には中国から渡来し、古くから栽培されていた(「本草和名」, 918年)。しかし、他の渡来作物に比べ普及せず、わずかに医薬用として小面積で栽培される程度であった⁶⁾。最近、健康食品嗜好とともに消費量は急速に伸びている。今日、ニンニクに求められる品種特性は、市場性(鱗茎が大粒、白色)、多収性、広域適応性、嗜好性、薬理作用性などである。ニンニクは一般に結実しないため、鱗茎あるいは珠芽の栄養繁殖により行われ、優良品種を選抜し、淘汰を続ける方法が取られている¹⁾。したがって、積極的な品種改良が難しく、消費者および生産者のニーズに充分応えるものでない。

本研究は、生育中の個体に放射線を照射して突然変異を誘発し、形質の変異幅を広げ、有用変異体の作出を目的とするものであり、特に薬理作用性の主要因子とされている含硫化学成分に関わる成分育種を中心に展開する課題である。本論文は、中間報告的内容であり、放射線育種場のガンマフィールドで2世代にわたり累代照射した個体を三重大学生物資源学部附属農場で栽培し、生育および揮発性成分への影響を調査した結果である。

材料および方法

1) 放射線の緩照射条件

供試材料には、青森県農業試験場より導入したニンニク、品種福地ホワイトを用いた。放射線育種場のガンマーフィールドにて播種期から収穫期までの期間、第1表に示した照射条件で緩照射を行った。照射は、1998年10月22日から1999年6月22日の期間、さらに1999年10月8日から2000年6月6日の期間、それぞれ実施した。この累代照射個体は、2000年10月19日から2001年6月7日にかけて三重大学生物資源学部附属農場にて慣行栽培した。その後再度、2001年10月9日からガンマーフィールドにて緩照射を継続中であり、2002年6月に収穫予定である。

日線量 0.050Gy 区は土壌環境が不良により生育が著しく劣り収穫個体が得られなかったため、1999年に中止した。また、日線量 0.150Gy の照射区を1999年に新たに設けたが、生理的障害が大きく収穫個体が十分に得られなかったため2000年に中止した。無照射の対照区は大学共同利用管理棟ガラス温室の近接地に置いた。

第1表 ニンニク個体への緩照射条件

処理区名	日線量 (Gy/日)	総線量 (Gy)			
		1998/1999	1999/2000	2000/2001	2001/2002
D1	0.050	5.5 ¹⁾	—		
D2	0.075	8.3	12.6	*	12.6 ³⁾
D3	0.100	11	16.8	*	16.8 ³⁾
D4	0.150		25.2 ²⁾	—	

1): 生育不良 (土壌条件)

2): 生育不良 (生理的障害)

3): 予定値

*: 三重大学生物資源学部附属農場で栽培

耕種条件は、1998年には材料を1m x 5mの高畝に20cm x 20cmの間隔の2列植えで、各区それぞれ50個体を播種した。1999年には40cm x 10mの高畝に20cmの間隔で各区それぞれ50個体を播種した。施肥量は両栽培年ともに N-P₂O₅-K₂O を90-90-90 g/m²、消石灰を200g/m² それぞれ全面施用した。三重大学生物資源学部附属農場の実験圃場では、耕起後、厩肥を2トン散付し、その後1m x 20mの高畝を造成した。1畝当たり有機質石灰1.2Kg、厩肥8Kg、緩効性化成CDU1.2Kgを施用した。畝には、黒色有穴マルチ(15cm x 30cmの千鳥植)を設置した。マルチ設置後、1穴間隔に1穴当たり1粒を播種した。いずれの栽培年も播種の際、鱗茎は殺虫剤のアクテリック乳剤1000倍液に2時間浸漬し、その後殺菌剤ベンレート水和剤を塗布した。

2) ニンニク鱗茎の生長量と揮発性成分の測定

照射個体は適期に収穫し、充分風乾し冷暗所に保管した。調整した鱗茎部について生体重、最大直径長、小鱗茎数を測定した。小鱗茎の中央部から組織片を切り出し破砕機で潰し、その0.1gをリン酸緩衝液(pH6.5)で湿らせた濾紙(15mm x 15mm)の上に置き、それを500mlの三角フラスコに入れ、口部をパラフィルムで密閉した。30分後に揮発性成分の濃度をポタブル型ニオイセンサ(コスモ電気製、硫化水素臭用 型式XP-329S)で測定し、その値(前半部)により評価した。その後、ニンニク組織片を濾紙ごと別の500mlの三角フラスコへ移し変え、口部をパラフィルムで密閉し30分間後に再度ニオイセンサで揮発性成分の濃度を測定した(後半部値)。ニオイセンサの値は0~2000の範囲で示された相対値である。

結果

1) ニンニク鱗茎の生育におよぼす影響

ガンマーフィールドで生育中のニンニクの地上部外観は、D2区とD3区では際だった変異は認められなかったが、D1区とD4区では地上部の伸長不良が認められた(結果省略)。D1区は土壌の排水不良に因る障害であり、D4区は生理的障害に因るものと思われた。累代照射したニンニクの鱗茎生体重を第2表に示した。照射ニンニクの収穫時の鱗茎生長量は総線量が増すにつれて減少する傾向を示し、また変異幅が増加した。なお、対照区の鱗茎生体重は処理区に比較して劣ったが、栽培環境条件の差異が反映したものと考えられる。

第2表 ニンニクの鱗茎生体重におよぼす累代照射の影響¹⁾

処理区名	平均重	最大重	最小重	変動係数
	(g/個体)	(g/個体)	(g/個体)	(%)
対照区	27.6	56.3	5.1	48.1
D2	38.6	68.7	21.0	32.6
D3	35.7	61.5	12.6	31.1
D4	32.5	58.5	11.3	73.9

1): 1998/1999と1999/2000に緩照射した個体を2000年6月に調査した。

2) ニンニク鱗茎の揮発性成分におよぼす影響

2000年6月に収穫した累代照射ニンニクの鱗茎のニオイ値を測定し、第3表に示した。ニンニクの揮発性成分は対照区および照射区ともに変異したが、その変動幅は対照区に比べて照射区のほうが大きく、最大値および最小値ともに照射区で得られた。また、総線量が増すにつれて変異幅が増加した。

D2区とD3区の累代照射ニンニクは三重大学生物資源学部実験圃場で2000年10月19日から2001年6月7日にかけて栽培した。生育中のニンニクの地上部外観には照射区間で際だった変異が認められなかった。2001年6月に収穫した個体について、鱗茎のニオイ値の前半部と後半部を求め、両部の関係を第1図に示した。通常両部の値間には相関関係が成り立つが、D2区では相関が認められない異常値が2個体認められ、D3区でも異常値が2個体認められた。これらの異常値個体の揮発性化学成分は量的・質的に異なるものと推察される。同一個体のニオイ値を1999/2000と2000/2001の両世代にわたり追跡し、両年の関係を求め図2に示した。D2区では両世代で高低の異常値を取る各1個体が認められ、D3区でも低い異常値を取る1個体認められた。これらの3個体のニオイ値に関わる形質は遺伝されている可能性が高いと思われる。D2区とD3区の個体は現在(2002年3月)累代照射を継続中であり、地上部の外観には際立った差異は認められていない。これらの個体は、6月に収穫し、評価して有用変異体の再度の選抜に供する予定である。

第3表 ニンニク鱗茎のニオイ値におよぼす累代照射の影響¹⁾

処理区	平均値 ²⁾	最大値 ²⁾	最小値 ²⁾	変動係数
				(%)
対照区	1280	1575	1116	9.9
D2	1096	1445	711	16.2
D3	1182	1622	565	20.4

1): 1998/1999と1999/2000に緩照射した個体を2000年6月に調査した。

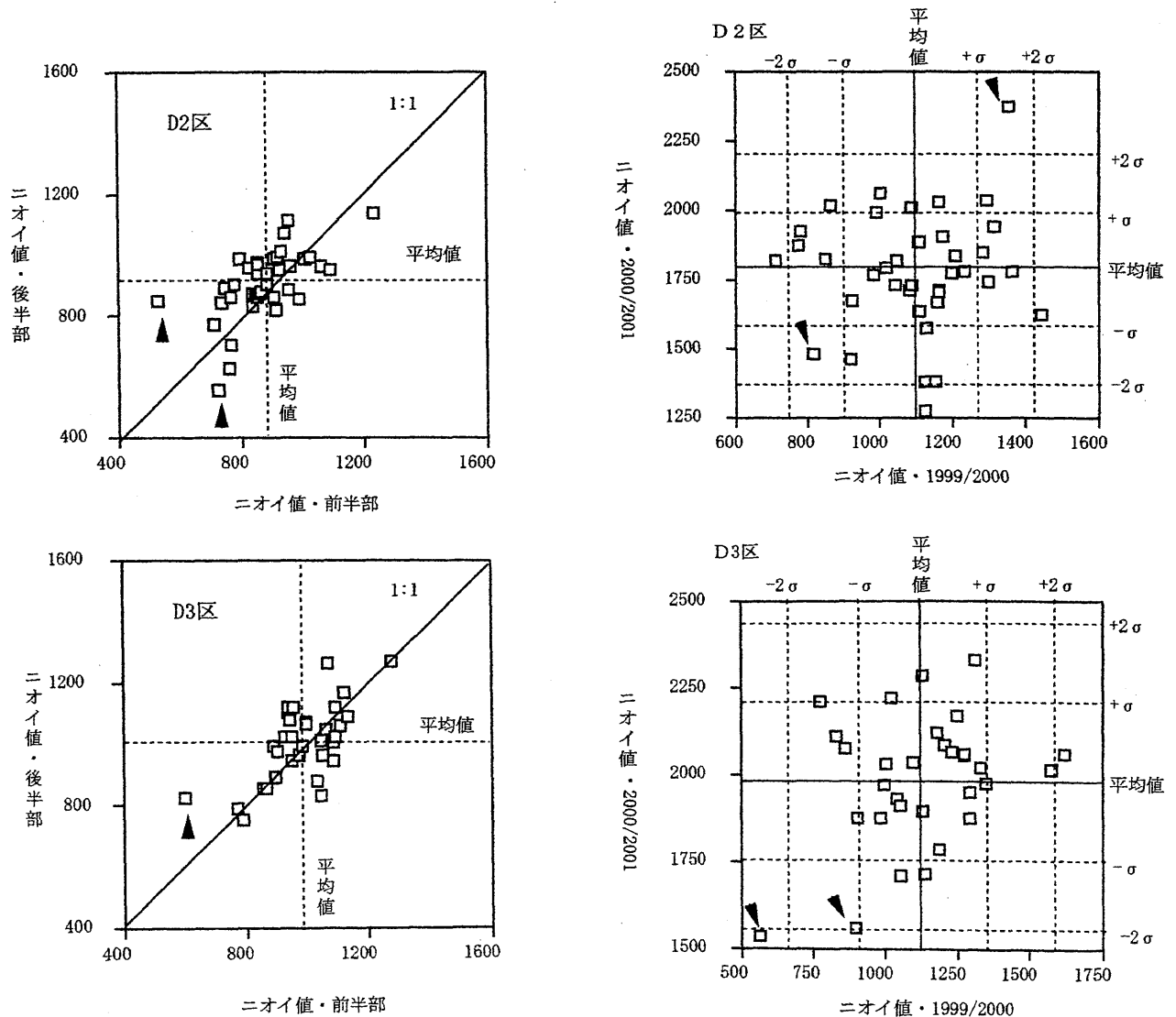
2): 前半部と後半部の合計値。

考察

本研究は、ニンニクに突然変異を誘発し新規突然変異体の作出を通して形質の変異幅を広げ、有用変

異体を創出することを目的とした。特に薬理作用性の主要因子とされている含硫化学成分に関する成分育種を中心に展開する内容である。

ニンニクはその地方の風土・歴史・宗教・食文化に適合した多種多様な在来種を成り立たせ、利用されてきた^{1,5)}。著者らは国内外産ニンニクのジアリルジスルフィド含量を測定し、その含量には系統間差異が存在し、その変動幅は極めて大きいことが明らかにした⁴⁾。ジアリルジスルフィドは抗がん作用があり、肝臓の解毒代謝に関する主要酵素の一つであるグルタチオンS-トランスフェラーゼの活性を上昇させ、悪性腫瘍形成を阻害するなどの特性を示す。環境に含まれる変異原物質の暴露によって生ずる癌の予防には、第二相解毒酵素の誘導が有望な戦略と考えられる^{7,9)}。また、異物解毒反応の主要な酵素であるグルタチオンS-トランスフェラーゼ活性にも系統間差異を認め、高い値を示す有望系統として貴州産・福州産系統 (*Allium sativum* L.) と Elephant Garlic (Great-headed garlic 種: *Allium ampeloprasum* L.) を見出した⁴⁾。日常摂取しているニンニクの中に異物解毒反応を誘導する物質が存在し、遺伝制御されていることは、薬理作用性の主要因子とされている含硫化学成分に関わる成分育種への手掛かりを示唆するものである。



第1図 放射線累代照射個体のニオイ値の測定時間による差異 (2000/2001)

▶ : 異常値を示す。

第2図 放射線累代照射個体のニオイ値の栽培年との関係

▶ : 異常値を示す。

累代照射の結果得られた高低ニンニク臭変異体は、現在さらに緩照射を継続中であり、今後に変異の拡大が期待されるとともに、さらに化学成分分析などを進めて変異形質を科学的に評価する予定である。また、累代照射した他の個体群についても形質を評価・選別し有用変異体の発掘を追究する計画である。

放射線照射を用いたニンニクの変異体の作出は、既に急照射法や緩照射法を用いて実施されてきたが育種目標を満たす有用変異体の選抜には至っていないのが実情である^{2,3)}。この原因は選抜方法の煩雑さに因るものであったと推察される。今回用いたニオイセンサは簡便に・迅速に・多試料の揮発性成分の濃度を測定できる方法であり、有益な評価システムと判断される。破碎ニンニクの主な揮発性成分はジチイン、ジアリルジスルフィド、ジアリルトリスルフィド、メチルアリルトリスルフィドであるが（結果省略）、ニオイセンサはこれらの成分の総合値として評価されるものである⁸⁾。

摘要

- 1) ニンニク、品種福地ホワイトを放射線育種場にて1998/1999年および1999/2000年に累代照射を行った。照射線量が高まるほど鱗茎の生長割合は低下傾向を示した。一方、揮発性成分の濃度は照射線量が増大するにもともな変動幅が広がることを見出された。
- 2) 累代照射個体を2000/2001年に三重大学生物資源学部で栽培した。1999/2000年と2000/2001年の同一個体のニオイ値を追跡し、相関を求めたところ、D2区では高低の異常値を取る各1個体認められ、D3区でも低い異常値を取る1個体認められた。

引用文献

1. Etho T. : Studies on the sterility in garlic, *Allium sativum* L. Mem. Fac. Agr. Kagoshima Univ. 21:77 - 132(1985).
2. 衛藤威臣:ニンニクの無臭化系統の育成. 昭和 63 年度放射線育種場共同利用研究報告収録 24 - 27(1988).
3. 衛藤威臣:ニンニクの無臭化系統の作出. 平成 4 年度放射線育種場共同利用研究報告収録 37 - 40(1992).
4. 藤井理恵子:ニンニク含硫化学成分及び生理活性の変異に関する作物学的研究. 三重大学生物資源学部修士論文(1999) .
5. 藤田 哲:ニンニクと健康. New Food Industry 36:1-10 (1994).
6. 小湊 潔:ニンニクの神秘. 叢文社 (1972).
7. 西村弘行:アリウム属硫化アリル類の化学と「ガン予防」効果, プロのためのハイテク情報. ガン予防食品の開発. (株) シーエムシー p. 73 - 82(1995).
8. 佐々木比佐利:ニオイセンサの食品への応用. 日添協会報 9:1 - 10 (1990).
9. 住吉博道:ニンニクおよびその成分と「ガン予防」, プロのためのハイテク情報. ガン予防食品の開発. (株) シーエムシー p. 260 - 269(1995).