

キク多芽体への放射線照射が再生植物の 花形変異に及ぼす影響

古 谷 博

キーワード：キク，花卉培養，多芽体，放射線照射，突然変異

キクは挿し芽や冬至芽による栄養繁殖が容易であり，増殖苗が切り花栽培に利用されている。この繁殖過程で時に花色変異や開花期の早晩性等の変異個体が生じ，新品種や系統になることがある。秋ギク品種‘秀芳の力’も白の花色から黄色の芽条変異が発見され，現在‘黄秀芳の力’として全国に普及し栽培されている。

キクなど栄養繁殖性作物の突然変異は，いわゆる芽条変異として現れる。自然に起きる突然変異の出現頻度は低く 10^{-4} 程度とされ，これに対し放射線照射による人為突然変異は $10^{-4} \sim 10^{-3}$ 程度にまで頻度を高めることができる^{3,14)}。放射線照射による突然変異育種は，現在までに水稻をはじめ多くの作物で試みられ新品種が育成されている²⁶⁾。スプレーギクについてはオランダ等で品種育成が多く報告されており，近年は組織培養を取り入れた育種も行われてきている^{1,2,4)}。

一方，組織培養技術の発達に伴い，培養部位あるいは培養方法によっては再生植物の中に変異個体が発生することが報告されてきた。また，近年は変異体を効率的に

作出する培養技術の開発研究も行われている²⁷⁾。

秋ギクの品種‘秀芳の力’は切り花の草姿，花容，水揚げが良く，業務用としての需要が多いために，秋ギクの主要品種として全国的に栽培されている。しかし，この品種は花芽分化に高温を要し，栽培温度が低いとロゼット化し易く，白さび病に弱い等栽培は難しい。また，育成されてから20年近く経つため，近年，摘芯後の側芽発生の不揃いや花色の鮮明さに欠ける等，形質の劣化が問題となっている。

そこで，‘秀芳の力’と‘黄秀芳の力’の優良系統や新系統の育成を目的に，既報⁶⁾で報告した花卉培養によって得られた多芽体への放射線照射を行った。その結果照射後の苗化に及ぼす影響と再生植物の花形変異について，若干の知見が得られたので報告する。

材料及び方法

第1表 試験区ならびに試験規模

放射線照射時（多芽体培養培地）		照射後（苗化培地）	
試験区：植物ホルモン	供試試験管数	試験区：植物ホルモン	試験管数
A Kinetin 2.0 + NAA 0.02mg/ℓ	20本	a NAA 0.2mg/ℓ	104本
B BA 2.0 + 2,4-D 0.02mg/ℓ	20	b GA 2.5mg/ℓ	99
C NAA 0.2mg/ℓ	40	c ホルモンフリー	361
D ホルモンフリー	20	計	564
	計 100		

1. 花卉培養及び多芽体への放射線照射

1) 花卉培養による多芽体の形成

供試材料は県内生産者の栽培圃場から選抜した株を親株とし、その切り花の外側花弁がほぼ水平になった時の舌状花弁切片を用いた。

花卉培養は既報⁹⁾の方法に準じて、1988年12月下旬にベンジルアデニン(BA), ナフタレン酢酸(NAA)各10mg/ℓとショ糖30g/ℓ添加して、pH6.0に調整したMurashige and Skoog: 1962の寒天培地(以下MS培地と略称)を用いて行った。その後、花弁切片から形成した多芽体を1.5~2か月毎に、NAA0.2mg/ℓを添加したMS培地において継代培養で増殖した。

2) 放射線照射時の培地条件と不定芽の生育

放射線照射時の多芽体培養培地に添加した植物ホルモンが、照射後、苗化培地へ移植した後の不定芽の生育に及ぼす影響について検討した。

放射線照射時の多芽体培養培地は、MS培地を基本とし、Kinetin2.0+NAA0.02mg/ℓ, BA2.0+2,4-ジクロロフェノキシ酢酸(2,4-D)0.02mg/ℓ, NAA0.2mg/ℓとホルモンフリーの4試験区を設けた。各培地に多芽体を約5mm集塊に分割して移植し、およそ20日間培養後の1989年6月上旬に放射線照射を行った。

放射線照射は、農林水産省農業生物資源研究所放射線育種場に依頼して、⁶⁰Coを線源に、線量率200R/hrで総線量2kR行った。

3) 放射線照射が多芽体の苗化に及ぼす影響

多芽体苗化培地は、1/4に希釈したMSにショ糖15g/ℓを添加してpH6.0に調整した寒天培地を基本とし、NAA0.2mg/ℓ, GA2.5mg/ℓとホルモンフリーの3試験区を設けた。各培地に放射線照射多芽体を約5mm集塊に分割移植し、2か月後の再生植物の順化時に不定芽の生育状況を調査した。なお、対照として無照射の多芽体についても同様の試験区について培養を行った。

培養は1) 2) 3)ともすべてφ18×105mmの試験管を用い培地量5mlで、また、培養条件は25℃, 約3,000ℓux, 16時間照明で行った。

2. 再生植物の養成ならびに変異調査

1) 再生植物の養成

苗化培地に移植した多芽体から3~5cmに生育した再生植物は、パーミキュライトを用土に市販のイチゴ出荷用の透明プラスチックパックで15~20日間順化した後、3~5芽の集塊(多芽体)毎に6cmのポリポットに植え付け、ガラス室内で管理した。その後、地上部の生育に伴い12cmポリポットに植え替え、草丈が15~20cmになった

頃に地際5cm位まで切り戻しを行った。さらに1か月後に生育した側枝の切り戻しを再度行い、潜在している腋芽の発生を促した。

2) 再生植物の変異調査

ポット養成した株は、1990年5月下旬、露地圃場に畦間120cm, 株間20×40cm間隔に植え付け慣行栽培を行い、11月下旬の開花時に主に花の形態について調査した。

花形調査は「秀芳の力」の培養親株毎に、各20株の再生植物の株当たり2本の切り花について行った。また、放射線照射と無照射を比較検討するために、各90株を無作為抽出し、それぞれ2本の切り花について小花総数を調査した。

結 果

1. 花卉培養及び多芽体への放射線照射

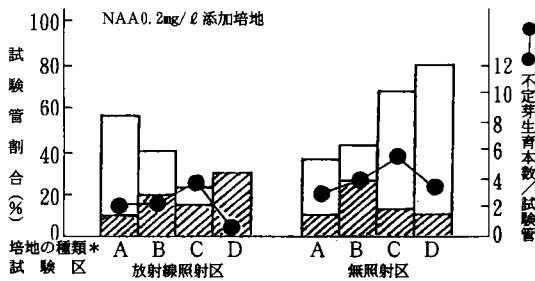
多芽体への放射線照射時及び照射後の分割移植試験管数を第1表に、また、各苗化培地へ移植後の多芽体の生育状況を第1, 2, 3図に示した。

放射線照射後、苗化培地へ移植した多芽体の一部に褐変枯死した個体が認められ、全般的には放射線照射時の培地はKinetin+NAA区で、また、照射後の移植培地はNAA区において多い傾向にあった。特に、Kinetin+NAA区とBA+2,4-D区からNAA区へ移植したものは60~40%と褐変枯死率が高かった。なお、無照射多芽体の褐変枯死率は、BA+2,4-D区からNAA区へ移植したものが25%であった以外は、いずれの試験区とも5%以下と少なかった。

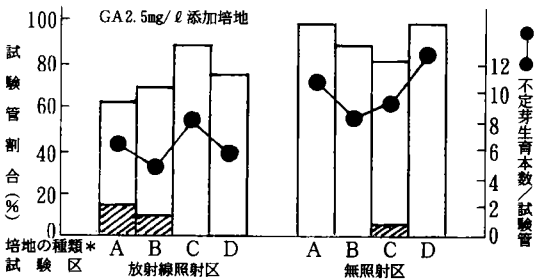
放射線照射多芽体の苗化培地移植後の不定芽の生育状況をみると、苗化培地間ではGA区が一番よく、65~92%の多芽体で不定芽の伸長が認められた。つぎに放射線照射時の培地の影響をみると、照射後、ホルモンフリーの苗化培地に移植した多芽体からの不定芽の伸長した割合は、NAA区からの移植が68%、ついでホルモンフリー区とBA+2,4-D区からの移植が56~53%とほとんど差がなく、Kinetin+NAA区からの移植は43%と少し劣った。

放射線照射後NAA添加培地へ移植した多芽体は、全体的に不定芽の生育が不良であった。特に、放射線照射時にホルモンフリーで培養した多芽体から移植したものは、不定芽の伸長はみられずすべて褐変し半ば枯死した状態にあった。しかし、この褐変半枯れ状態のものからわずかに生存している多芽体を、ホルモンフリー培地に再度移植して培養を続けた結果、数個体を再生植物として養成することができた。

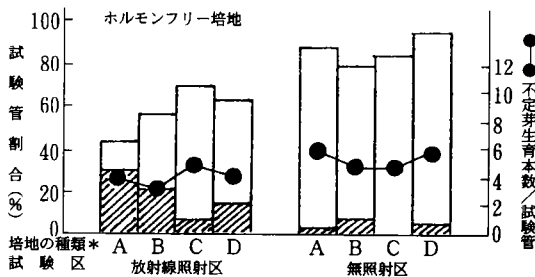
移植多芽体から順化可能な大きさに生育した不定芽数



第1図 多芽体培養培地の違いが苗化培地移植後の不定芽の生育に及ぼす影響 (1)
* 多芽体培養培地
A: Kinetin 2.0 + NAA 0.02mg/ℓ B: BA 2.0 + 2,4-D 0.02mg/ℓ
C: NAA 0.2mg/ℓ D: ホルモンフリー
□ 多芽体から不定芽伸長 ■ 多芽体の萎凋枯死 ● 不定芽生育本数/試験管



第2図 多芽体培養培地の違いが苗化培地移植後の不定芽の生育に及ぼす影響 (2)
* 多芽体培養培地
A: Kinetin 2.0 + NAA 0.02mg/ℓ B: BA 2.0 + 2,4-D 0.02mg/ℓ
C: NAA 0.2mg/ℓ D: ホルモンフリー
□ 多芽体から不定芽伸長 ■ 多芽体の萎凋枯死 ● 不定芽生育本数/試験管



第3図 多芽体培養培地の違いが苗化培地移植後の不定芽の生育に及ぼす影響 (3)
* 多芽体培養培地
A: Kinetin 2.0 + NAA 0.02mg/ℓ B: BA 2.0 + 2,4-D 0.02mg/ℓ
C: NAA 0.2mg/ℓ D: ホルモンフリー
□ 多芽体から不定芽伸長 ■ 多芽体の萎凋枯死 ● 不定芽生育本数/試験管

は、苗化培地に関係なくNAA区から移植した多芽体が多く、BA+2,4-D区からは少なかった。苗化培地間ではGA区が試験管当たり4.6~7.5本と多く、NAA区は2.0~4.0本、ホルモンフリー区は3.2~4.8本であった。また、放射線無照射の多芽体は、GA区とホルモンフリー区がいずれも80%以上と不定芽の生育割合が高く、試験管当たりの不定芽本数もGA区で約9~13本、ホルモンフリー区では約5本であった。

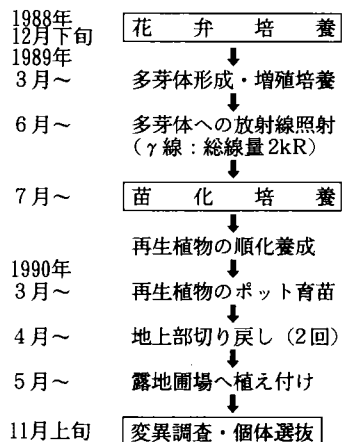
2. 再生植物の養成ならびに変異調査

花卉培養から再生植物の養成ならびに露地圃場植え付けまでの経過を第4、5図に示した。

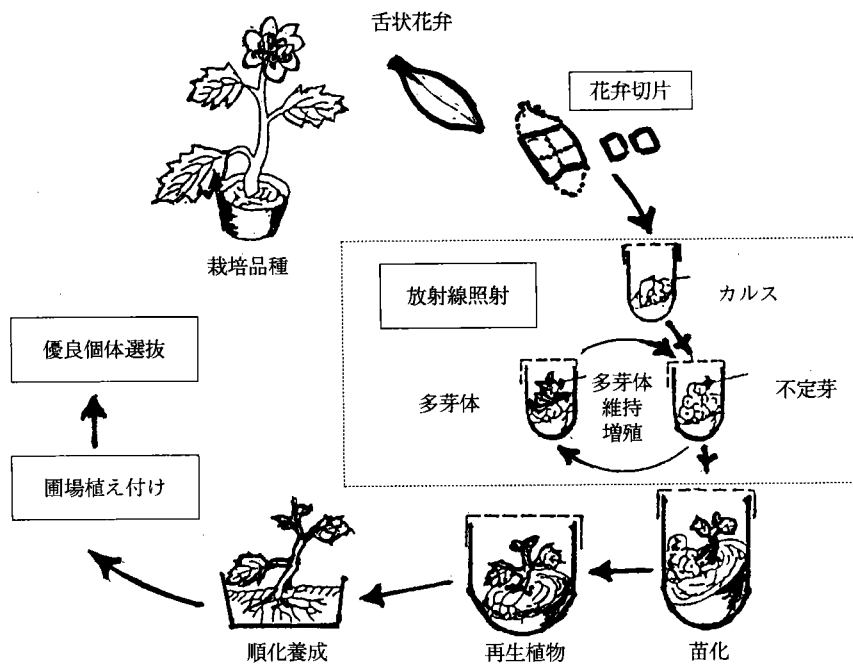
放射線照射多芽体からの再生植物は順化後、1ポットに3~5個体を植え付けた。そして、養成中に2回地上部の切り戻しを行った結果、1ポット当たり約10本の仕立て本数となり、開花時にはそれぞれの側枝が80~90cmの草丈に生育した。

11月上旬の開花時に花形等の形質調査を行い、培養親株の系統による差を検討した結果を第2表に示した。

再生個体の開花期はほとんど親株と同時期であったが、放射線照射した多芽体からの再生個体の中には、1週間程度開花期が遅れるものが数個体見られた。開花時の花径はいずれも親株とほとんど差はなかったが、舌状花と管状花を加えた小花総数は親株より多い個体では、管状花数も多かったことから、管状花率は親株の約1%に比べて4~10%と高かった。葉の形態変異ならびに止め葉から10枚目の葉の大きさの縦横比には差はなく、また、



第4図 花卉培養から個体選抜までの経過



第5図 花卉培養による再生植物の作出と個体選抜までのフロー

第2表 花卉培養再生植物の形質特性調査

	親株 No	花径 cm	小花総数	管状花数	同左 %	葉の縦横比	茎の赤紫色化 %
無照射	1	10.7	255	24.1	9.5	1.32	35.0
	2	10.8	276	11.9	4.3	1.32	10.0
	3	10.6	265	9.9	3.6	1.31	25.0
放射線照射	1	10.5	269	26.9	10.0	1.33	20.0
	2	10.2	273	14.5	5.3	1.38	25.0
	3	10.1	297	22.5	7.6	1.37	10.0
親株	1	11.0	220	1.1	0.5	1.40	0.0
	2	12.2	235	1.0	0.4	1.41	0.0
	3	10.4	202	2.6	1.3	1.32	0.0

注) 調査本数: 20株, 株当たり2花

再生植物には茎色が赤紫色の個体が10～35%見られたが親株の違いによる差はなかった。

放射線照射した多芽体からの再生植物は、無照射に比べて管状花率が僅かに高かったが、花弁数、葉の縦横比、茎の赤紫色化率には大差は見られなかった。

再生植物と親株の小花総数及び管状花率の調査結果を第6、7図に示した。

これによると、多芽体からの再生植物は小花総数が多くなる傾向にあり、300枚以上の個体も調査個体の中に約10%あった。管状花率は親株はいずれも1%以下であったが、再生植物では管状花率25%以上の個体が‘秀芳の力’で5%、‘黄秀芳の力’は10%と多かった。

花色は‘秀芳の力’では白色の鮮明さや色彩の差は評価できなかった。しかし、花の中心部が黄色に変異した個体や、中心部の舌状花弁に赤色の筋が入り花の中心部が少し淡赤色化した個体が認められた。‘黄秀芳の力’では全般的に黄色が親株より濃くなる傾向にあった。

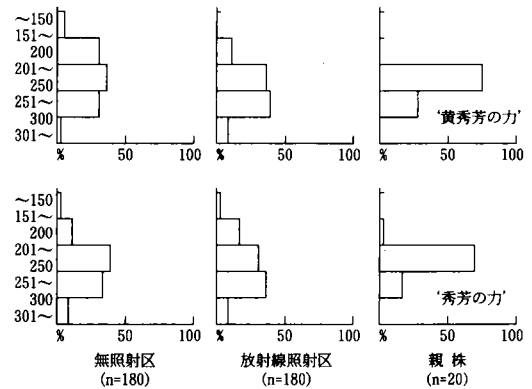
次に、代表的な花形変異個体の発生割合とその形態を第3表と第8図に示した。

花卉培養による再生植物の中には‘秀芳の力’‘黄秀芳の力’とも舌状花弁の垂れ下がりがや捻れによる花形のみだれ、また、いわゆるポンポン咲きや管状花の増加による露心花等の変異個体が多く認められた。また、園場栽培した再生植物1,657株の中から、主として花形の形態から①親株と変わらず正常な花形の個体、②外花弁が垂れ平弁化した個体、③花の中心部が淡赤色化した個体、④外花弁が垂れ中心部の黄色化した個体、⑤舌状花の管弁化した個体の5グループに大別して選抜した(第8、9図)。この中で親株と変わらず正常な花形の個体数は養成株数に対して‘秀芳の力’2.4%‘黄秀芳の力’6.7%と非常に少なかった。

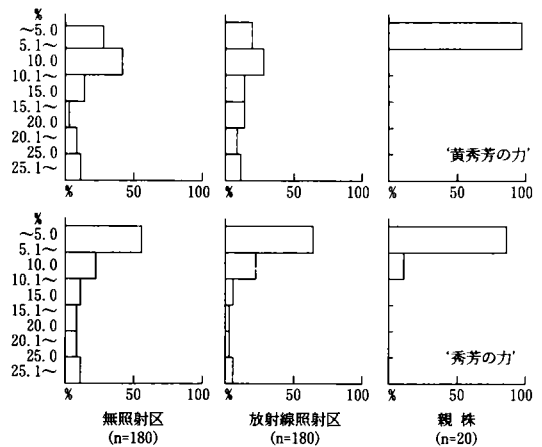
‘秀芳の力’の上記②～⑤の花形変異個体の選抜割合は花卉培養では0.1～0.3%であったが、放射線照射区では1.5～2.6%と高かった。なお、花の中心部が淡赤色化した個体は放射線照射区にのみ現れた変異形質であった。

‘黄秀芳の力’では、舌状花の管弁化以外に選抜に値する変異形質は見られなかった。また、選抜個体は、花卉培養の方が養成株数が少ない放射線照射区よりも多く、正常花形の割合も18%と高かった。

以上のようにキクの花弁培養による再生植物の花形は、著しく変異することが認められた。また、放射線照射区において、花卉培養のみでは見られない形態的変異が低率ではあるが得られたことから、多芽体への放射線照射は変異拡大に有効な方法の一つと考えられる。



第6図 花卉培養再生植物の小花総数の変異分布



第7図 花卉培養再生植物の管状花率の変異分布

考 察

放射線照射線量について

キクに対する放射線照射の研究例は多く、その照射線量は研究者によりそれぞれ異なっている。松原ら¹²⁾によるとキクの挿し穂、挿し苗への最適照射線量の範囲は1～5 kRの間にあるという。また、Broertjes¹⁾及びYamaguchi²⁹⁾によれば1.5～2.5 kRが適正線量にある。

しかし、培養組織への放射線照射の研究例は少なく、馬淵ら⁹⁾によると茎頂培養における放射線照射の限界線量は10 kRであるとし、Dejong⁴⁾はカルスからの不定芽再生において8 GyのX線照射で花色ならびに花形変異個体を

第3表 選抜個体の花形の形態とその発生状況

品 種	試験区	選 抜 個 体 の 花 形 変 異 に よ る 分 類					
		養成 株数	①正常花形	②外花卉垂 れ平弁化	③花の中心部 淡赤色化	④外花卉垂れ 中心部黄色化	⑤舌状花の 管弁化
秀 芳 の 力	無照射	713	7 (1.0)	2 (0.3)	0 -	1 (0.1)	2 (0.3)
	放射線 照射	646	25 (3.9)	17 (2.6)	13 (2.0)	11 (1.7)	10 (1.5)
黄 秀 芳 の 力	無照射	56	10 (17.9)	0 -	0 -	0 -	5 (8.9)
	放射線 照射	242	10 (4.1)	0 -	0 -	0 -	5 (2.1)

注) 選抜株数 () 内は養成株数に対する割合%

獲得している。また、永富^{16,17)}は花卉培養を行いその培養組織に対して線量率1,000R/hrで2~10kRのγ線を急照射して再生個体を得た結果、5kRで変異が最も拡大したと報告している。

作物の放射線感受性は種類や品種によって異なるが、一般的には50%致死線量を一応の基準として、それ以下の線量を照射するのがよい¹²⁾とされている。本試験では花卉由来の多芽体へ線量率200R/hrで2kRのγ線を急照射した。その結果、照射多芽体の一部は不定芽形成が阻害され褐変が見られたが、大部分の多芽体は苗化培地へ移植後多数の再生植物に育成できた。また、後述するように変異個体の発生率の向上に効果が認められたことから、照射線量は適当であったと考える。

多芽体培養培地が放射線照射後の不定芽の生育に及ぼす影響

放射線照射時の多芽体培養培地への植物ホルモン添加が、苗化培地へ移植後の不定芽の生育に及ぼす影響を検討した結果、BAやKinetin添加培地で培養した多芽体は移植後褐変枯死するものが多かった。

このことは、サイトカイニンの取り込みにより細胞活性が増加し、放射線に対する感受性が高まっていたためと考えられる。また、放射線照射により半ば枯死した状

態になった多芽体を、再度苗化培地に移植して再生させた個体の中に後述する花卉培養のみでは見られない形態の変異が観察されたことから推察された。

花卉由来の多芽体は多くの生長点(頂芽、腋芽)を有している。従って、多芽体への放射線照射は大量の生長点へ放射線照射を行ったことになる。茎頂は生育伸長へと動いているのに対し、多芽体は多くの腋芽が分裂増殖している点異なる。なお、BAを添加した試験区では照射後の褐変枯死した多芽体が多かったことから、サイトカイニンにより細胞分裂が促進されたため放射線の感受性が高まった結果と思われる。

馬淵ら⁹⁾がキクの茎頂培養後まもない培養植物に、また、Onozawa²³⁾がキクの茎頂から形成したカルスにγ線を照射した後、再び培養を続けて再生させた植物の中に大形の突然変異セクターが得られると報告している。このことは、細胞分裂の盛んな生長点に変異を生じやすく細胞レベルにおける放射線の影響は細胞数と、それらの細胞の生長活性によって反応が異なると考えられる。

再生植物の形態変異について

培養過程で変異が誘発される機構は十分解明されていないが、培地中の植物ホルモンやその他の成分が変異誘発源として働いている可能性があり²⁰⁾、放射線などで誘発

される突然変異の多くは劣性突然変異である²⁷⁾。

キクの小花、花弁、幼花序を培養して得られた再生個体は管状花数の増減、花形、花弁の形、花の大きさ、莖葉の形状等に高い頻度で変異が発生したという報告は多い^{5,7,21)}。本試験でも放射線無照射の花弁由来多芽体からの再生植物に花形変異が著しく、管状花率が高い個体が多く見られた。このことから、キクの花は多くの小花の集合花であるため、カルスを経由した再生植物は変異を起こし易いと云える。

次に、培養により現れる変異は、培養部位によってもその現れ方は異なることが知られている。市橋ら⁷⁾は花弁培養は小花培養に比べ変異出現率が高く、品種間差が見られると報告している。著者も「秀芳の力」の蕾切片やスプレーギクの花弁切片からの再生植物は花形変異が少ないことを認めている。

放射線照射した多芽体からの再生植物の葉に、ふ入り等キメラによる葉緑素突然変異がみられたが、順化後ポットで養成中に切り戻しを行ったために、圃場への植え付け時にはほとんど消失した。また、莖の伸長が抑制され草丈の低い個体や開花期の遅れる花形変異個体が2～3認められた。さらに、馬淵ら¹⁰⁾が報告している事と同様に、選抜個体の中には冬至芽が発生せず越冬できなかった個体が数株観察された。

花弁の形態・花色変異について

「秀芳の力」の舌状花弁の形は舟底弁であるが、花弁切片からの再生植物の花弁は捻じれて花形が乱れる個体が多く認められ、正常個体が1%と低かった。これは初代培養において高濃度の植物ホルモンによるカルス形成と共に、多芽体を増殖培養した直接的な影響として現れたと考えられる。

また、舌状花弁が平弁、さじ弁、管弁化した変異個体が低率ではあるが認められた。遠藤ら⁵⁾も食用キクで舌状花弁からの再生個体で管弁の品種がさじ弁や平弁化する傾向を認めていることから、舌状花弁の花形は変異しやすいと考えられる。これらの花形変異個体は多芽体に放射線照射した場合に発生頻度が高かった。

花色については花全体が薄い黄色となった個体や中心部が黄色になった個体、さらに花の中心部の舌状花弁に淡赤色の筋が入った花色変異個体が認められた。一般に植物の色素は有から無が生じ易く、無から有への変異はほとんど見られないのが普通とされている。しかし、キクの色素変異には特殊性があり、アントシアニンの無から有への変異が起こることがあると云われている^{1,8)}。本

試験において、白色品種から黄色や赤色の色素を持った花弁が現れたのもその一現象とみなされる。

宮崎ら¹⁵⁾は茎切片培養による再生個体の中に染色体数の異なる変異個体を認めている。また、柴田ら^{24,25)}はキクのアントシアニン色素は花弁表皮にのみ分布し、染色体数と花弁内層のカロチノイド色素発現との間に対応関係があり、小花培養により得られた花色花形の変異個体には、染色体数の増減が起きている個体があると報告している。さらに、大塚ら²²⁾はキクのプロトプラスト由来再分化植物において、染色体数の減少本数が多いほど形態の変異の程度が激しい傾向を認めていることから、多芽体への放射線照射で得られた花形変異個体は染色体数の増減が起きている可能性が考えられる。

植物の生長点は3層の層的構造をもち、葉や花弁は第2層目から分化する¹⁴⁾。突然変異は通常その分裂組織近傍の一つの細胞で起きた変異が生長につれて拡大して生まれ周縁キメラとなる²⁸⁾。キク等栄養繁殖性作物における花色変異はキメラによる場合が多いので、新品種を育成するためにはキメラの解消が不可欠である。

キメラの解消方法として、切り戻し法、不定芽利用法ならびに組織培養の利用が開発されている^{2,11,18,19,28)}。本試験では、放射線照射した多芽体からの再生植物は育苗中に2回切り戻しを行い潜在腋芽の発生を促した結果、多数の変異個体を得た。

遠藤ら⁵⁾は食用ギクにおいて、挿し芽繁殖で増殖した苗の形態の変異特性は維持されることを認めている。本試験で得られたさじ弁、管弁花等の変異形質は挿し芽繁殖で増殖した苗に維持されている。しかし、花色については中心部舌状花弁が黄色の変異形質は維持されているが、放射線照射により得られた淡赤色個体では大部分の個体では花弁の淡赤色が消えたことから、キメラであったと考えられる。

選抜個体は挿し芽繁殖して生理生態的特性調査や切り花生産力等の試験を継続している。また、近年、放射線照射により変異した花弁部分を培養してキメラのない変異体を作出した報告例があるので^{17,20,23)}、花色変異個体は再度花弁培養を行い、形質の固定を図り完全変異体を育成する必要がある。

摘 要

1. 放射線照射時の多芽体培養培地の植物ホルモン組成が、苗化培地へ移植後の不定芽の生育に及ぼす影響を検討した結果、Kinetin+NAA区及びBA+2,4-D区から

苗化培地へ移植した多芽体に褐変枯死するものが多かった。

2. 放射線照射多芽体からの不定芽の生育した割合はNAA区からの移植が最も良く、Kinetin+NAA区からの移植では低かった。また、移植した試験管当りの順化可能な不定芽本数もNAA区からの移植で多く、BA+2,4-D区は少なかった。

3. 再生植物は順化養成後、圃場栽培を行い変異調査を行った結果、開花時の花径は親株と差がなかったが、花形は舌状花弁の垂れ下がりや捻じれによる乱れ、ポンポン咲き、露芯花等の変異個体が多く見られた。

4. 再生植物の小花総数は300以上の個体が10%あったが、管状花率は全体的に高かった。

5. '秀芳の力'の白色の花色の鮮明さや色彩の差はなかった。しかし、花形の中心部が黄色や淡赤色を帯びた変異個体が得られた。また、'黄秀芳の力'は全体的に親株より花色が濃くなる傾向にあった。

6. 葉の形態並びに葉の大きさには差は見られなかったが、茎の色が赤紫色化した個体が10~35%現れた。

7. 再生植物の大部分の個体に花形変異が認められ、正常花形の発生割合は、養成株数に対して'秀芳の力' 2.4%、'黄秀芳の力' 6.7%であった。

8. 多芽体への放射線照射を行って得た再生植物の中には、花卉培養では見られない親株と全く異なった花形の変異個体が認められた。

9. 花卉培養によって変異した花の形態は5つのタイプに分けられた。また、有望と思われる変異株は再生植物総数に対して'秀芳の力'で6.5%、'黄秀芳の力'では10%であった。

謝 辞

本研究の実施に当り、農林水産省農業生物資源研究所放射線育種場の永富成紀室長には、放射線照射について御指導ならびに依頼照射の労をとっていただいた。野菜・茶業試験場柴田道夫氏(現花き部育種法研究室長)には貴重な文献をいただいた。ここに深く感謝の意を表する。

引用文献

- 1) BROERTJES, C : 1966, Mutation breeding of chrysanthemums, *Euphytica*, 15 : 156-162.
- 2) ———, S. ROST, and G. S. BOKELMANN, : 1976, Mutation breeding of *Chrysanthemum morifolium* Ram. using in vivo and in vitro adventitious bud

techniques, *Euphytica*, 25 : 11-19.

3) ———, and A. M. HARTEM : 1978, Application of mutation breeding method in the improvement of vegetatively propagated crops, Elsevier Scientific Publishing Co. 316.

4) DEJONG, J. and J. B. M. CUSTERS : 1986, Induced changes in growth and flowering of chrysanthemum after irradiation and in vitro culture of pedicels and petal epidermis, *Euphytica*, 35 : 137-148.

5) 遠藤元庸・佐々木力・稲田委久子 : 1990, 食用ギクの組織培養による変異体の作出に関する研究 I. 特に培養部位の相違と再生率及び再生個体の特性, 岩手大農報, 20 : 17-33.

6) 古谷 博 : 1992, キク花卉培養による多芽体形成と植物体再生, 広島農技セ研報, 55 : 133-143.

7) 市橋万貴子・藤野守弘 : 1976, キクの小花培養の利用法, 兵庫農総セ研報, 25 : 1-6.

8) 稲津厚生・山内 望・塊原良仁 : 1983, キクの花色と花色色素に関する遺伝・育種学的研究 II. 枝変り品種群 'Daisy' familyへのガンマ線照射で発現した花色変異とその花色素分布, 玉川大農研報, 23 : 36-47.

9) 馬淵敏夫・桑田 晃 : 1974, 菊の茎頂培養における放射線照射の影響 I. 培養中の生育, 香川大農学報, 25(2) : 171-177.

10) ———・————— : 1975, 菊の茎頂培養における放射線照射の影響 II. 圃場での生育, 香川大農学報, 26(2) : 78-82.

11) 松原尚生・橋本貞夫 : 1971, ポットマム苗へのγ線照射と育種効果, 農及園, 46 : 515-518.

12) ———, 重松康司・須田広勝・橋本貞夫 : 1971, 放射線照射により誘発したペゴニアとキクのキメラ状突然変異部分からの変異個体の分離, 第10回日本アイソトープ会議報文集, 374-376.

13) 松本 弘・小野澤芳郎 : 1989, キクの突然変異育種における管状花培養の利用, 茨大農学報, 37 : 55-61.

14) 松尾孝嶺著 : 1964, 放射線農業生物学, 養賢堂, 207.

15) 宮崎貞巳・田代洋丞 : 1978, キクの組織培養(第3報)種々の部分の培養によって生じた株の染色体数および花色の変異について, 佐賀大農報, 42 : 27-42.

16) 永富成紀・出花幸之介・宮平永憲・坂本守章・谷口真美子 : 1989, キクの放射線突然変異セクターの花器培養による拡大, 育種, 39(別1) : 376-377.

17) 永富成紀 : 1991, ガンマ線照射と培養技術を利用した育種, ガンマフィールドシンポジウム, 30回講演要旨 : 15-18.

18) 中島健次：1977, ガンマ線照射圃場を利用した栄養繁殖性作物の効果的な突然変異の誘発方法に関する研究, 放育場研報, 4 : 1-105.

19) 中島哲夫・梅沢欽也監修：1987, 新しい植物育種技術, 養賢堂, 120.

20) 二階堂孝子・小野澤芳郎：1989, 器官培養によるキクの花色枝変わりのキメラ解消とその花色解析・茨大農学報, 37 : 63-69.

21) 大石一史・桜井雍三：1988, キクの花弁組織からの再分化した個体の変異について, 愛知農総試研報, 20 : 278-284.

22) 大塚寿夫・山田栄成・末松信彦・戸田幹彦：1987, キクのプロトプラスト由来再分化植物にみられる形態変異, 静岡農研報, 32 : 53-59.

23) ONOZAWA, Y. : 1981, Induction of flower color mutations by gamma irradiation and its modification through tissue culture in chrysanthemum, Sci. Rep.

Fac. Agr. Ibaraki Univ. 29 : 1-8.

24) 柴田道夫・川田穰一・豊田 努：1981, キクの枝変わり品種のキメラ構造の解明に関する研究(第1報)花色と花弁内の色素分布及び染色体数との関係, 園学要旨, 昭56, 春 : 346-347.

25) ———・—————・天野正之：1984, キクの枝変わり品種のキメラ構造の解明に関する研究, (第3報)小花培養による花色と染色体数の変異, 園学要旨, 昭59, 秋 : 308-309.

26) 鶴飼保雄：1982, 突然変異利用による日本および世界の育成品種, 育種, 32 : 188-193.

27) 若狭 暁：1982, 植物組織培養の育種への利用, 農技研報, 33 : 121-200.

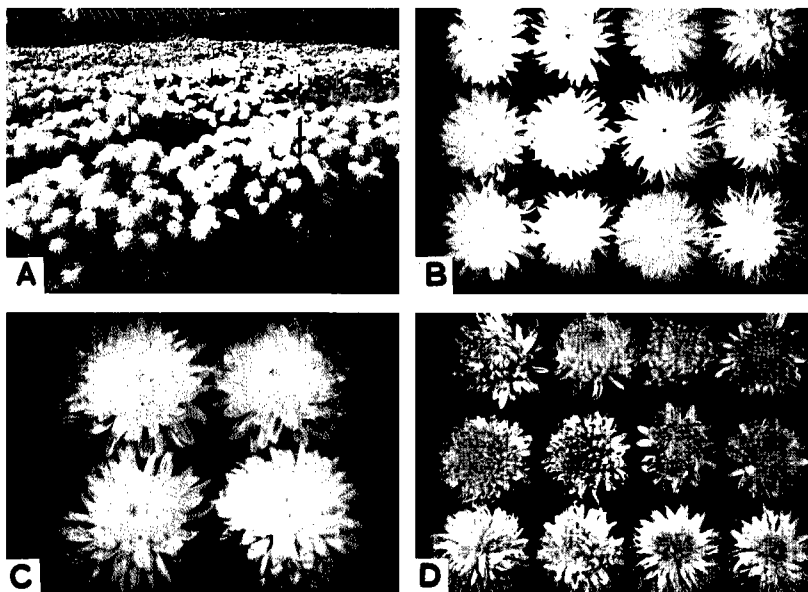
28) 渡辺好郎・山口彦之監修：1983, 突然変異育種, 養賢堂, 120-144.

29) YAMAGUCHI, T. : 1988, Mutation breeding of ornamental plants, 放育場研報, 7 : 47-67.

Morphological Changes in Flower Type of Chrysanthemum Regenerated from in Vitro Multiple Shoots Irradiated with Gamma Ray

Hiroshi FURUYA

Key words : chrysanthemum, petal segments culture, multiple shoot, gamma radiation, mutation



第8図 花卉由来多芽体から得られた再生植物

- A 再生植物の圃場栽培状況
- B '秀芳の力' の花形変異個体
- C '秀芳の力' の元株とほぼ同様の花形
- D '黄秀芳の力' の花形変異個体



第9図 '秀芳の力' 多芽体への放射線照射で得られた花形変異個体

- A 花の中心部、淡赤色
- B 花全体が淡黄色
- C 舌状花卉の管弁化
- D 外花卉がさし弁、中心部黄色