Kazumi KUDO and Yuzo FUTSUHARA : Effects of γ -Ray Irradiation on the Development of Leaf-and Flower Buds in Tea Plants.

I. Changes in Number of Leaf-and Flower Buds (with English Summary, p.175)

Synopsis. In order to elucidate the effects of radiation on the development of the leaf-and flower buds, 2 to 7 year old plants of the varieties were irradiated chronically with gamma-rays at the various stages of development.

The leaf bud was more sensitive to radiation than the flower bud, although the radiation effects considerably varied with the irradiation stages. It was observed that the double terminal leaf buds were frequently formed when irradiation was applied with lower dose rates during the developmental stages of flower buds.

チャの葉芽および花芽の発育におよぼす放射線の影響

I. 葉芽数および花芽数の変化

工 藤 和 美・蓬 原 雄 三

(名古屋大学農学部, 名古屋市)

結 言

従来, 永年生作物の放射線育種においては, 照射方法として, もっぱら生体照射法がとられ, 照射当代あるいは栄養繁殖による後代での誘発変異枝が探索されてきた (BISHOP and AALDERS 1955, BAUER 1957, 中山・原田 1961, OHBA 1964, NYBOM and KOCH 1965, OHBA and MURAI 1966, NISHIDA *et al* 1967, LAPINS *et al* 1969)。

一年生作物における放射線障害では, 花粉稔性あるいは種子稔性が問題にされるのに反し, 永年生作物では, 葉芽の分化発育に対する放射線の生理的障害と変異キメラの解消が大きな課題である。従って, 永年生作物の放射線育種に関する研究では, これまで葉芽を対象として放射線障害と誘発変異枝との関連について多くの研究が行われてきた (PRATT 1959, PRATT *et al* 1959, MIKSCH 1962, PRATT 1963, DONINI 1967, PRATT 1968, LAPINS and HOUGH 1970, CECICH and MIKSCH 1970, LAPINS 1971, 西田 1973)。一方, 花芽における放射線障害に関する研究は少なく, とくに葉芽と花芽の放射線障害について比較検討を加えた研究はきわめて少ない (GUNKEL and SPARROW 1954, IQBAL 1972)。

チャはこのような放射線照射による葉芽と花芽の分化発育におよぼす影響の基礎研究の供試材料として, 次のようないくつかの利点を持っている。(1) 葉芽と花芽

はその年に発生した大部分の枝に分化する (宮沢 1937)。そのため, 1 個体当たりかなりの数の葉芽と花芽を実験に供しうるので量的解析が容易である。(2) 葉芽と花芽の分化開始の時期は若干ずれるが, とともに頂端あるいは葉腋の同一鱗片葉の内部に分化するので, γ 線照射による影響を比較するのに好都合である。(3) チャの枝の発育は比較的遅いので葉芽と花芽の発育段階を追って詳細に検討することができる。

本研究では以上のような諸点を考慮して, 永年生作物の放射線育種に関する基礎資料を得ようとした。ここでは放射線照射が葉芽と花芽の形成におよぼす影響について報告する。

本研究を行なうにあたり, 有益な助言を頂いた本学志村喬名誉教授, 同清水正治教授および農林省茶業試験場中山仰室長に深謝するとともに, 放射線照射実験に際し多くの協力を頂いた農林省放射線育種場の方々に厚く御礼を申し上げます*。

材料および方法

実験 I: 緑茶用品種 Z1 の 3 年生苗を供試し, 農林省放射線育種場の γ フィールドにおいて照射を行なった。照射期間は 1969 年 4 月 10 日より 1969 年 12 月 30

* なお, 本研究は放射線育種場共同利用研究の一環として, 一部文部省科学研究費の援助を得て行なったものである。記して感謝の意を表します。

日までとした。線量率は 10 R/d, 12.5 R/d, 25 R/d, 50 R/d, 100 R/d とし、材料は 30 cm 径植木鉢に 1 本植とし、各区 5 鉢を供試した。照射終了時の 12 月 30 日に照射株より春枝と夏枝を選んで 1 頂芽当りの花芽数を調べた。チャの冬芽は前年においてその内部に 6~7 枚の幼葉を形成しており、4 月頃に開葉しながら伸長する。この伸長期間中に枝の頂端の頂芽内には幼葉が形成されていくのが普通である。冬芽の幼葉がほとんど開葉すると、第 1 回の生育期間が終わり、頂芽の生育は 1 時ゆるやかになる。その時期は 5 月中旬から 6 月上旬までである(中山・原田 1960)。この生長した部分を春枝と呼ぶ(志村・中山 1953)。普通、春枝のみの生育で終わる場合は頂芽の部分にのみ花蕾が着く(高橋・築瀬 1958)。枝によっては春枝の生長が終わった後、当年生の幼葉が開葉を始め、2 回目の生育を行なうが、この枝を夏枝と呼ぶ(志村・中山 1953)。夏枝の發育開始期は正確には決められない。しかし、盛夏には夏枝の伸長は少なく、秋期の気温の低下と共に伸長を開始する。春枝と夏枝の葉と花の発生の様子は Fig. 1 に示した。

対照区として Z1 の無照射株を 5 鉢もうけ同様の調査を行なった。

実験 II: 実験 I による短期間照射に対して長期間照射による花芽数への影響を調査するために、Z1 の 2 年

生苗を供試した。線量率は 10 R/d, 12.5 R/d, 25 R/d, 50 R/d, 100 R/d とし、照射期間は 1965 年 4 月 1 日より 1969 年 12 月 30 日までの 5 年間とした。これらの照射株より春枝と夏枝を選んで 1 頂芽当りの花芽数を調べた。

対照区として Z1 の無照射株を 5 鉢もうけ同様の調査を行なった。

実験 III: 生育時期別照射の葉芽および花芽への影響をみるため、1970 年に緑茶用品種ヤブキタの 2 年生苗を供試して、葉芽の分化發育期、花芽の分化發育期および葉芽分化から花芽分化發育期にかけての全期間にわたる緩照射を行なった。線量率は 12.5 R/d, 25 R/d, 50 R/d, 100 R/d, 200 R/d とした。各照射株よりそれぞれ 10 本の春枝について 1 頂芽当りの葉芽数と花芽数を同年 12 月 30 日に調査した。ここに葉芽の分化發育期とは枝が伸長しながら頂芽内に幼葉を形成していく期間である。花芽の分化發育期とは気温の上昇と共に花芽の分化發育が盛んになり、その後、気温の低下と共に枝の伸長が再開し、同時に花芽も枝の下部の方から葉腋に分化していく期間である。実験の都合上、実際には葉芽の分化發育期を 5 月 15 日から 7 月 15 日まで、花芽の分化發育期を 7 月 15 日から 12 月 24 日までとした。そのため、7 月 15 日以前に外見から花芽分化していると判断された頂芽をもつ枝は調査から除いた。また花芽分化前と考えられる頂芽を採取し、組織観察を行なって花芽分化の有無を調査した。

実験 IV: 生育時期別照射が配偶子の形成におよぼす影響を明らかにするため花粉稔性を調査した。供試品種、処理方法は実験 III に準拠した。

開花直前の成熟花より約 1,000 粒の花粉についてオルセインに対する被染度で不稔花粉を数えた。

結 果

1. 放射線照射の花芽におよぼす影響

実験 I, II および III において花芽数は花芽が發育して外見から花蕾として判断できる場合に限り花芽として数えた。実験 I と II の 1 枝当りの花芽数については Table 1 に示した。まず、1 年間照射区において 1 枝当りの花芽数は対照区より少なく、また、照射線量の増加と共に減少するのが認められた。50 R/d 区の夏枝、100 R/d 区では春枝、夏枝とも花芽は分化しなかった。5 年間継続照射区においては 1 年間照射と樹齢が異なるので直接の比較はできないが、25 R/d 区以上の線量率区では照射株は総て枯死した。10 R/d 区の低線量率区では春枝、夏枝とも対照区の春枝より 1 頂芽当りの着蕾数はやや多

Fig. 1. Diagram of shoot showing relative position of leaf and flower buds.

Table 1. Changes in number of terminal flower buds by gamma-ray irradiation

Kinds* of shoot	Dose rate (R/day)	Irradiation period															
		Accumulated dose (kR)	'69 4/10~'69 12/30 (Exp. I)						Accumulated dose (kR)	'65 4/1~'69 12/30 (Exp. II)							
			No. of flower buds							No. of flower buds per shoot	No. of flower buds						No. of flower buds per shoot
			5	4	3	2	1	0			5	4	3	2	1	0	
Spring	0	0	16	40	50	17		2.45	0		2	13	3		1.94		
Summer	〃	〃	2	13	11	26	5	2.67	〃								
Spring	10	2.3	1	11	28	20	7	1.69	11.3		2	9	8	5	2.33		
Summer	〃	〃	1	5	10	8		1.96	〃	1	1	1		1	3.25		
Spring	12.5	2.9		3	15	8	4	1.57	14.1		1	3	2		1.83		
Summer	〃	〃		1	9	7	2	1.47	〃			3	1		1.75		
Spring	25	5.8	3	5	26	18		1.87	28.1		lethal				—		
Summer	〃	〃		2	10	5	3	1.55	〃								
Spring	50	11.5				1	16	0.12	56.3		lethal				—		
Summer	〃	〃					9	0.00	〃								
Spring	100	23.0					14	0.00	112.4		lethal				—		
Summer	〃	〃					11	0.00	〃								

* : Refer to the Fig.2

い傾向が認められたが、有意な差とは考えられなかった。なお、対照区の株は生育不良で夏枝は発生しなかった。

Table 1 において、1 頂芽当りの花芽数の分布を見ると、5 年間照射区の春枝以外では、1 年間照射区、5 年間照射区ともに花芽数は2個の頂芽が最も多い。この場合の花芽の着花様式は Fig. 1 および Fig. 2 に示す通りである。花芽が3個以上の場合、着花様式は対照区と照射区とで異なるのが認められた。すなわち、対照区

では Fig. 1 の夏枝の頂端と Fig. 2 の Type 2 のように第3花以上は第1次の花の花梗から分枝して發育するのに対して、照射区では第3花は Fig.2 の Type 3 のように葉芽の基部から発生しており、さらに Type 4 のように Type 2 と Type 3 の両方があらわれている場合も認められた。

2. 照射時期と花芽および葉芽の分化發育との関係

Table 2. Changes in number of terminal leaf-and terminal flower buds by gamma-ray irradiation

Irradiation stage	Dose rate (R/day)	Accumu- lated dose (kR)	No. of flower buds+no. of leaf buds												Mean
Control	0	0	2+1	2+1	2+1	2+1	1+1	1+1	1+1	1+1	0+1	0+1	0+1		1.1+1.0
Leaf bud	12.5	0.7	2+1	2+1	2+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	0+1	0+1		1.1+1.0
developmental	25	1.4	2+1	2+1	2+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1		1.3+1.0
stages	50	2.8	3+1	2+1	2+1	2+1	1+1	1+0	1+0	1+0	1+0	1+0	1+0		1.5+0.5
('70.5.12	100	5.6	4+0	2+0	2+0	1+0	1+0	1+0	1+0	1+0	1+0	1+0	1+0		1.5+0
~'70.7.18)	200	11.2	1+0	1+0	1+0	1+0	1+0	1+0	1+0	1+0	1+0	1+0	1+0		1.0+0
Flower bud	12.5	1.6	2+1	1+2	1+2	1+2	1+2	1+2	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1		1.1+1.5
developmental	25	3.2	2+1	2+1	2+1	2+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1		1.4+1.0
stages	50	6.4	2+1	2+1	2+1	2+1	2+1	1+2	1+2	1+2	1+1	1+1	1+1		1.5+1.3
('70.7.18	100	12.8	2+1	2+1	2+1	1+2	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1		1.3+1.1
~'70.12.24)	200	25.6	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1		1.0+1.0
Whole*	12.5	2.3	2+1	2+1	1+1	1+1	1+1	1+0	1+0	1+0	1+0	1+0	1+0		1.2+0.5
developmental	25	4.6	2+1	2+1	2+1	2+1	1+1	1+1	1+1	0+1	0+1	0+1	0+1		1.1+1.0
stages	50	9.2	3+1	3+0	2+1	2+1	2+0	2+0	2+0	1+0	1+0	1+0	1+0		1.9+0.3
('70.5.12	100	18.4	2+0	2+0	2+0	2+0	1+0	1+0	1+0	1+0	1+0	1+0	1+0		1.4+0
~'70.12.24)	200	36.8							lethal						—

* : leaf-and flower buds developmental stages

Fig. 2. Changes in number and flowering pattern of flower buds by gamma-ray irradiation.

実験Ⅲにおける照射時期および線量率ごとの1頂芽当り着芽数を Table 2 に示した。ここに着芽数とは花芽数と葉芽数を加えた値である。無照射区の1頂芽当りの葉芽数は総て1個、花芽数は0~2個であった。

葉芽分化発育期照射では、50 R/d 区から葉芽を欠失する枝があらわれはじめ、100 R/d 区、200 R/d 区では総ての枝で葉芽を認めることはできなかった。低線量率の12.5 R/d 区と25 R/d 区においては、対照区とほとんど変わらないが、50 R/d 区から100 R/d 区では第3花以上が Fig. 2 の Type 3 のように分化した。花芽数は平均すると100 R/d 区まで線量率と共に増加する。200 R/d 区では花芽数は総て1個であった。

花芽分化発育期照射では、葉芽数が対照区より増加する例が12.5 R/d 区、25 R/d 区、100 R/d 区で認められた。これは、1頂芽当り葉芽が2個並列して存在する

Fig. 3. Formation of dichotomy by gamma-ray irradiation.

ことによるもので、このような例は対照区では認められなかった。Fig. 3 はこのような2個の葉芽が伸長した状態を示す。この時期の照射では各照射区とも葉芽が少なくとも1個あり、葉芽の分化発育期照射とはかなり異なった反応を示した。一方、花芽数は低線量率の12.5 R/d 区と高線量率の200 R/d 区ではほとんど1個であった。25 R/d 区、50 R/d 区、100 R/d 区では対照区より花芽数あるいは葉芽数が増加する傾向を示した。しかし、1頂芽内で葉芽数と花芽数が同時に増加する場合は認められなかった。

全期間照射では、対照区にくらべて葉芽数は減少する傾向が認められ、100 R/d 以上の高線量率区では葉芽は欠失した。花芽数は50 R/d 区で増加した。Fig. 3 の Type 3 の枝が2例認められた。200 R/d 区では葉芽・花芽ともに欠失し、枝は枯死した。

7月18日以前の調査株では多くの春枝の頂端において花芽分化が観察された。しかし、外見的に未分化であると判断された春枝では、内部観察においても同様に未分化であることが確認された。

3. 放射線照射の花粉稔性におよぼす影響

Fig. 4 に示すように、いずれの発育期照射でも線量の増加と共に稔性の低下が認められたが、その程度は各照射時期によって大差はなかった。葉芽の分化発育期照射において100 R/d、200 R/d 区での花粉稔性がかなり低下することは花芽の分化以前の照射でも花粉稔性にかんがりの影響をおよぼすことを示している。

考 察

GUNCKEL and SPARROW (1954) は放射線照射された植物は線量率の増加と共に花芽数が減少し、開花が遅れる

Fig. 4. Changes of dose response for pollen fertility in chronic gamma-ray irradiation.

ことを報告している。しかし、*Nicotiana* や *Kalanchoe* などでは逆に開花期が早まり、*Tradescantia paludosa* では 13~37 R/d の線量率照射により花芽数が増加し、不稔花が多数誘発されることを報告している。

本研究で用いたチヤ品種 Z1 では、1 年の全期間にわたる放射線照射により高線量率区において花芽数は減少するのに対して、同程度の総線量でも 5 年間低線量率継代照射を行なうと花芽数は減少せず、むしろ増加する傾向が認められた。その原因として、供試材料の樹齢による差異や、本研究で用いたような低線量率照射では花芽形成に対する障害が照射期間中においても回復するのではないかということなどが考えられる。さらにチヤの葉芽・花芽の形成の相互関係も考慮する必要がある。すなわち、志村・中山 (1943) らによると、チヤは枝の頂端に頂芽を、葉腋に腋芽を持ち、両芽とも普通 3 個の生長点を有する。この内で中央のものが最初に形成され、両側の生長点はこの中央の生長点の側芽として形成される。この両側の生長点が發育する場合は花芽となり、中央の生長点が發育する場合には枝となる。高橋・築瀬 (1960) らによると、花芽が發育するときは葉芽が發育せず、葉芽が發育するときは花芽になるべき生長点は發育しない。このことから、継代照射により葉芽の發育が抑制され、花芽が發育しやすい体内条件がそなわったということも考えられる。

ヤブキタ 2 年生苗木を使った実験Ⅲと Z1 を使った実験ⅠおよびⅡの花芽数について比較してみると、放射線照射に対する反応がヤブキタと Z1 とで異なることが認められた。すなわち、同一の線量率においてヤブキタと Z1 を比較してみると、対照区ではヤブキタが 1.1 個、Z1 では 2.45 個であるのに対して、照射区では 50 R/d 区および 100 R/d 区で、それぞれヤブキタでは 1.9 個および 1.4 個、Z1 では 0.12 個および 0 個であった。供試材料の樹齢がヤブキタでは 2 年生、Z1 では 3 年生と異なるので正確な比較はできないが、50~100 R/d の線量率照射においては、ヤブキタでは花芽数が増加するのに対して Z1 ではほとんど着花しないことが認められた。

次に総線量の効果から比較すると、対照区ではヤブキタが 1.1 個、Z1 では 1.94 個であるのに対して、照射区ではヤブキタの 50 R/d および 100 R/d 区において総線量はそれぞれ 9.2 kR と 18.4 kR で、花芽数は 1.9 個と 1.4 個であった。一方、Z1 の 10 R/d および 12.5 R/d 区において総線量はそれぞれ 11.3 kR と 14.1 kR で、花芽数は 2.33 個と 1.83 個であった。総線量が 9.2 kR から 18.4 kR の間ではヤブキタは対照区よりや

や増加し、Z1 では 11.3 kR から 14.1 kR の間では対照区とあまり変わらないことが認められた。このことは、花芽形成におよぼす放射線の影響が両品種で異なることを意味していると考えられる。

PRATT (1963) はリンゴの枝を用いて放射線照射による葉芽の障害とその回復について報告し、枝が細胞分裂の阻害のために頂芽を形成しない、いわゆる budless short shoot になること、および照射の終わった翌年にはその枝の腋芽が発芽して側枝を作ることを認めている。中山・中島 (1974) はチヤを用いて緩照射下における芽条変異の誘発について調査を行ない、20~30 R/d 区において、照射開始の翌年の春枝の頂芽が消失すること、その春枝の葉腋から生育した夏枝において変異した斑入葉のみを持つ枝条が多く発生したことを報告している。本研究の Z1 を供試した 5 年間照射で 25 R/d 以上の照射区の株が枯死したのは葉芽の形成阻害などの障害が継代照射により累積した結果と考えられる。

各生育時期別照射では葉芽の分化發育期照射で葉芽が生じない枝があり、しかも、この傾向は線量率と共に増大した。なお、放射線照射により葉芽原基の形成が抑制されるのか、あるいは形成された葉芽原基の生育過程で阻害が起るのかについては、今後葉芽の組織学的研究で明らかにしていきたい。

一方、花芽ではその分化發育期照射でも 100 R/d 以下では發育を阻害されることはほとんどなかった。200 R/d 区では花芽数は減少するが、それでも総ての枝で 1 個の花芽が認められた。しかし、全期間照射の 200 R/d 区では花芽は認められなかった。以上の結果から葉芽数と花芽数の減少を放射線感受性の指標として見るかぎり、チヤでは花芽より葉芽が放射線感受性が高いといえよう。

花芽の分化發育期照射と葉芽の分化發育期照射で葉芽の反応が著しく異なっているのが認められた。これは、花芽の分化發育期においては葉芽の生長点が不活発であり、従って、生長点に対する照射の影響も少なかったことによると考えられる。また、花芽の分化發育期照射の 12.5 R/d 区から 100 R/d 区で葉芽が 2 個に増加したのは対照区ならびに葉芽分化發育期照射では見られない現象である。PRATT (1959, 1963) はリンゴの休眠芽に γ 線照射すると生長点が帯化して double terminal bud を形成すること、および X 線照射された芽から双枝が発生したことを報告している。放射線障害により生長点が帯化すること、および生長点が別れて 2 個の生長点が作られることは LANGENAUER (1973) も報告している。

GUNCKEL and SPARROW (1954) は放射線照射により節間伸長が停止し、そのため、腋芽生長点が頂芽生長点と

位置的に同じ高さで発育伸長することを認めている。高橋・築瀬 (1960) は、低温下においてチャの第3苞葉期以後の花芽が葉芽へ転換することを報告している。花芽分裂組織から葉芽分裂組織への可逆的転換の可能性は清水 (1961) も述べている。これらの Double terminal bud, 節間伸長の停止, 花芽から葉芽への転換等いずれも本研究のチャで認められた2個の葉芽形成の要因となりうると考えられるが、そのいずれによるかは今後さらに詳細な検討が必要であろう。

放射線照射の花芽にたいする影響は花芽数よりも花粉稔性において、より低い線量率からあらわれることが認められた。すなわち、花芽の分化発育期照射では 10 R/d から 100 R/d 区の範囲では着蕾数の減少は認められない。一方、花粉稔性は線量率の増加と共に減少している。山川 (1966) は、トマトを用いて放射線照射による花粉稔性の低下は主として花粉母細胞分化から減数分裂終了までの期間で起こり、減数分裂終期後は感受性は急速に低下することを報告している。本研究の花芽分化期照射と全発育期照射の不稔歩合と葉芽分化期照射の不稔歩合との間には大きな差はない。一般にチャの花芽分化期間は6月から11月までの長期にわたる (高橋・築瀬 1960)。したがって、ヤブキタ, Z1 の開花期間はγフィールドにおいてほぼ8月下旬から11月下旬にわたると推定され、正確な生殖母細胞分化期を決定することは困難である。しかし、前述の通り7月中旬にすでに花芽分化の認められたものもあることから推定して、花芽分化期照射では照射開始から生殖母細胞分化期までの日数はきわめて少ないものと考えられる。このことが花芽分化発育期照射と葉芽分化発育期照射で花粉稔性の低下の程度に大差のない原因の一つとなっていると考えられる。全期間照射が他の二つの時期照射と大差ない理由については考察が困難であるが、今後、生殖母細胞分化期より減数分裂期までの期間を厳密に決めることと、短期間に照射しうる急照射実験を併用することによって明確にしうるものと考えられる。

摘 要

チャは葉芽の分化発育と花芽の分化発育を枝の頂端と葉腋の同一場所でくらべられるので、放射線障害に関する研究に好適な材料である。このような観点から、チャを用いて一連の放射線照射実験を行なった。これまでに得られた主な結果は次の通りである。

1) 葉芽の分化発育期照射では、線量率の増加にしたがって葉芽の発育は阻害されて葉芽は欠失し、その結果、葉芽数は減少する。一方、花芽の分化発育への影響は葉

芽のそれにくらべて少なく、そのため花芽数の変化は少ない。

2) 花芽の分化発育期照射においては、高線量率で花芽の分化発育は阻害されて花芽数は減少するが、100 R/d 以下の線量率区ではほとんど変化しないか、むしろ増加する。一方、葉芽数は低線量率区ではむしろ増加する。これは、2 個の葉芽を形成することに起因するものであるが、このような現象は対照区では認められない。

3) 葉芽と花芽の分化発育期を含む全期間照射では葉芽の分化発育期照射と似た反応様式がみられ、葉芽数は減少するが花芽数は高線量率区以外はほとんど減少しない。しかしながら一方、5 年にわたる低線量率継代照射では花芽数はむしろ対照区より増加する。

4) 全照射区とも、葉芽と花芽が同一頂芽内で同時に増加する例は認められなかった。

5) 生育時期別照射による花粉稔性への影響についてみると、全照射区とも総線量に比例して不稔花粉が増加する。

6) 花芽の発育に対する放射線の影響に関しては、春枝と夏枝との間には顕著な差は認められなかった。

引用文献

- BAUER, R. 1957. The induction of vegetative mutations in *Ribes nigrum*. Hereditas. 43: 323~337.
 BISHOP, C.J. and L.E. AALDERS 1955. A comparison of the morphological effects of thermal neutron and X irradiation of apple scions. Amer. J. Bot. 42: 618~623.
 CECICH, R.A. and J.P. MIKSCH 1970. The response of white spruce (*Picea glauca* [Moench] Voss) shoot apices to exposures of chronic gamma radiation. Rad. Bot. 7: 183~192.
 FUTSUHARA, Y. 1967. Studies of radiation breeding in the tea plant. Gamma Field Symp. 6: 107~122.
 GUNCKEL, J.E. and A.H. SPARROW 1954. Aberrant growth in plants induced by ionizing radiation. Brookhaven Symp. Biol. 6: 252~279.
 IOBAL, J. 1972. Effects of acute gamma radiation on the survival, growth and radiosensitivity of the apical meristems of *Capsicum annuum* L. at different stages of seedling development. Rad. Bot. 12: 197~204.
 LAPINS, K.O., C.H. BAILEY and L.F. HOUGH 1969. Effects of gamma rays on apple and peach leaf buds at different stages of development. I. Survival, growth and mutation frequencies. Rad. Bot. 9: 379~389.
 ——— and L.F. HOUGH 1970. ibid. II. Injury to apical and axillary meristems and regeneration of shoot apices. Rad. Bot. 10: 59~68.
 ——— 1971. Mutation frequencies in vegetative shoots derived from two zones of irradiated buds of sweet cherry, *Prunus avium* L. Rad. Bot. 11: 197~200.
 LANGENAUER, H.D., D.A. HASKELL and T.S. OSBORNE 1973. Effects of acute X-irradiation upon growth of *Parthenocissus tricuspidata* axillary buds. II. Anatomical damage and recovery. Rad. Bot. 13: 197~205.
 MIKSCH, J.P., A.H. SPARROW and A.F. ROGERS 1962. The

- effects of chronic gamma irradiation on the apical meristem and bud formation of *Taxus media*. Rad. Bot. 2: 125~129.
- 宮沢文吾 1937. 茶樹の花芽分化期, 農及園 12: 1084.
- 中山仰・原田重雄 1960. 茶樹の發育に関する形態学的研究 (第 1 報), 頂芽および側芽の發育經過, 茶技研 23: 1~5.
- 1961. ^{32}P の内部照射による茶の突然変異誘発, 茶技研 24: 8~12.
- ・中島健次 1974. ガンマー線照射による茶樹の突然変異誘発に関する研究 (第 3 報). 緩照射下における芽条変異の誘発, 茶技研, 講要 Feb: 1.
- NISHIDA, T., K. NAKAJIMA, K. OHBA and S. TAKATO 1967. Radiosensitivity and induction of somatic mutations in woody perennials under chronic gamma-ray irradiation. Gamma Field Symp. 6: 19~45.
- 西田光夫 1973. 果樹の放射線感受性に関する研究 4. 陰芽に対するガンマー線緩照射の効果, 育種 23 巻別冊 1 (講要): 40~41.
- NYBOM, N. 1960. The use of induced mutations for the improvement of vegetative propagated plants. Symp. on Mutation and Breeding: 252~294.
- and A. KOCH 1965. Induced mutations and breeding methods in vegetatively propagated plants. Rad. Bot. 5 (Suppl.): 661~678.
- OHBA, K. 1964. Studies on radiosensitivity and induction of somatic mutation in forest trees. Gamma Field Symp. 3: 111~141.
- and N. MURAI 1966. Studies on radiosensitivity of forest trees. II. Growth and somatic mutations of *Alnus*, *Populus* and *Betula* species under chronic gamma irradiation in a gamma field. J. Jap. For. Soc. 48: 12~19.
- PRATT, C. 1959. Radiation damage in shoot apices of Concord grape. Amer. J. Bot. 46: 103~109.
- , J. EINSET and M. ZAHUR 1959. Radiation damage in apple shoot apices. Amer. J. Bot. 46: 537~544.
- 1963. Radiation damage and recovery in diploid and cytochimeral varieties of apples. Rad. Bot. 3: 193~206.
- 1967. Axillary buds in normal and irradiated apple and pear. Rad. Bot. 7: 113~122.
- 1968. Radiation damage in shoots of sweet cherry (*Prunus avium* L.). Rad. Bot. 8: 297~306.
- 清水正治 1961. 高等植物の Shoot Apex における組織分化と形態形成, 日本植物生理学会報 2: 5~10.
- 志村 喬・中山 仰 1953. 茶の花蕾の着き方と開花との関係について, 茶研報, 1: 7~11.
- 高橋恒二・築瀬好充 1958. 茶樹の花芽分化に関する研究 (第 1 報), 分化時期および分化習性について, 茶技研, 18: 1~9.
- ・——— 1960. 茶樹の花芽分化に関する研究 (第 3 報), 気温との関係について, 茶技研, 23: 6~16.
- YAMAKAWA, K. and K. SPARROW 1966. The correlation of interphase chromosome volume with pollen abortion induced by chronic gamma irradiation. Rad. Bot. 6: 21~38.

Summary

The tea plant is suitable material for studying the radiation effects on the development of the leaf- and flower buds because each bud has three primordia, inner one of which would develop to the leaf bud, the others to the flower buds, if possible.

Whether these primordia would develop to the leaf bud or the flower buds depends upon the internal and external conditions of the plants.

Based on such a view, 2 to 7 year-old plants of tea varieties were irradiated chronically with gamma rays (^{60}Co) at the two stages of development. The levels of exposure were 10, 12.5, 25, 50, 100 and 200 R/day.

The main results obtained were as follows:

1) In general, the development of leaf buds was considerably inhibited by irradiation during the developmental stages of leaf buds. The number of leaf buds formed gradually decreased with increasing dose rate until the formation of the leaf buds was completely inhibited. On the other hand, the radiation effects on the development of the flower buds were not so remarkable as those of the leaf buds.

2) When irradiation was applied during the developmental stages of the flower buds, the number of the flower buds formed decreased only in the case of high dose rate. On the other hand, the number of leaf buds formed following the irradiation

with lower dose rates rather increased compared with that of the non-irradiated plants. Especially, it is notable that the double terminal leaf buds were frequently observed in such an irradiation.

3) The effects of irradiation throughout the developmental stages of leaf- and flower buds were similar to those of irradiation during the developmental stages of leaf buds. However, the number of the flower buds increased by the successive irradiation with lower dose rate.

4) None of the irradiated plants showed the simultaneous increase of the number of the leaf- and flower buds.

5) Pollen sterility increased with increasing dose rates when irradiation was applied during the developmental stages of the flower buds. Also, pollen sterility increased considerably by irradiation with higher dose rates during the developmental stages of leaf buds.

From the results obtained herein, it is supposed that the leaf bud would be more sensitive to radiation than flower bud.

K. KUDO

Y. FUTSUHARA

Faculty of Agriculture, Nagoya University, Nagoya