

## 水稻種子に対する放射線効果の研究

団野皓文・植木健至\*・小倉弘司\*\*・宮里 満・石黒悦爾

(農業物理学研究室・\*作物学研究室・\*\*蔬菜園芸学研究室)

昭和53年9月8日 受理

### Radiation Effects on Rice Seeds

Akibumi DANNO, Kenji UEKI\*, Hiroshi OGURA\*\*,  
Mitsuru MIYAZATO and Etsuji ISHIGURO

(Laboratory of Agricultural Physics, \*Laboratory of  
Crop Science, \*\*Laboratory of Vegetable Crops)

### 緒 言

種々の農作物の種子, 苗に対する放射線の照射効果の研究の一環として, 水稻種子を Co-60,  $\gamma$  線で照射し, 種子の発芽, 苗の生育および収穫に及ぼす放射線の影響を研究した。

従来, 水稻の放射線照射は, 放射線による品種改良の目的で多くの研究が行なわれており, わが国では $\gamma$ 線照射により育成された新品種としてレイメイが広く普及している<sup>1)</sup>。このような放射線育種の研究においては, 突然変異の誘発が目的であるため, 比較的わずかな線量で照射が行なわれている。しかし, 更に大量の線量で水稻を照射した場合に起こる放射線効果については, ほとんど研究が行なわれていない。

われわれは南九州地方で栽培されている水稻の中から代表的な品種5種を選び, 種子の状態において $\gamma$ 線を100 krad程度まで照射し, 種子の発芽, 苗の生育および収穫等に及ぼす影響について二, 三の知見を得たので報告する。

なお, この研究は日本原子力研究所施設共同利用研究に採択され<sup>2)</sup>, 本研究を進めるに当たりいろいろ便宜を与えられたことに対し, 深甚の謝意を表する次第です。

### 実 験 方 法

#### 1. 水稻種子

南九州地方で栽培される代表的な水稻の中から, コシヒカリ, 農林18号, レイホウ, ハマカゼ, ズイホウの5品種を選んだ。

コシヒカリは早期栽培用品種で, 典型的な感温性品種である。農林18号は普通期用品種で, 極めて長期間

南九州一円に広く栽培されてきた, 偏穂重型の中生品種である。レイホウは普通期用品種で, 九州一円で栽培され, 鹿児島県では主として中北部地帯に分布し, 穂数型の中生品種である。ハマカゼは普通期用品種で, 鹿児島県中南部に広く栽培される晩生, 穂数型品種で, 収量性が高い。ズイホウは南九州で栽培されてきた最晩生, 穂重型品種である。

種子の照射時における状態は, 普通の貯蔵条件下で保存した風乾種子を“乾燥種子”, 水に6時間浸漬し, その後濾紙で表面の水分を拭き取った種子を“6時間吸水種子”と呼ぶことにする。実験の目的に応じて, この2通りの状態の種子を照射した。

乾燥種子, 6時間吸水種子は直径25 mmのサンプル管に種子を半分以上つめた状態で照射した。

#### 2. 照射実験

照射実験は日本原子力研究所, 東海研究所 Co-60 照射室において, Co-60, 15 kCi  $\gamma$  線源を用いて行なっ

Table 1. Dose rate distribution of the Co-60, 15 kCi source (Measured on April 15, 1977)

Irradiation distance (cm)	Dose rate (rad/hr)
10.0	$3.6 \times 10^5$
15.0	1.8 "
20.0	1.0 "
25.0	$6.7 \times 10^4$
30.0	4.7 "
35.0	3.5 "
40.0	2.6 "
50.0	1.7 "
60.0	1.1 "
65.0	1.0 "
70.0	$8.5 \times 10^3$

た。この $\gamma$ 線源は内径 86 mm, 外径 134 mm, 高さ 405 mm のステンレススチール製円筒で, この円筒の中に Co-60 を詰めたペンシルが同心円周上に均等に配置されている。Table 1 に線源の中心から一定距離にある円周上で測定した $\gamma$ 線の線量率を示す。

生物系の照射実験は, 余り高い線量率の照射は, 照射時間が極めて短かくなり, 不適當である。今回の実験は 10 krad/hr から 100 krad/hr までの範囲の線量率で照射を行なった。

Co-60, 15 kCi 線源の中心から一定距離にある同心円周上の線量率は Table 1 に示すように, 中心から遠ざかるにつれて線量率は急激に減少する。線源の中心から 20 cm 以上 70 cm までの距離で, 希望する線量率の所に試料を固定して照射した。照射時間は 6, 12, 18, ……60, ……240, 300 分まで変化させ, 所定の線量の照射を行なった。

Table 2 は 1976年3月8日, Table 3 は 1977年2

Table 2. Irradiation data of rice seeds-I  
〔Irradiated on March 8, 1976,〕  
〔Seeding on May 21, 1976.〕

Section	Irradiation time (min)	Irradiation distance (cm)	Dose rate (krad/hr)	Dose (krad)
1	30	70	10.5	5.3
2	18	50	21.0	6.3
3	42	70	10.5	7.4
4	60	70	10.5	10.5
5	120	70	10.5	21.0
6	180	70	10.5	31.5
7	240	70	10.5	42.0
8	300	70	10.5	52.5

Table 3. Irradiation data of rice seeds-II  
〔Irradiated on February 24, 1977〕  
〔Seeding on May 23, 1977.〕

Section	Irradiation time (min)	Irradiation distance (cm)	Dose rate (krad/hr)	Dose (krad)
1	6	30	50.0	5.0
2	12	"	"	10.0
3	18	"	"	15.0
4	24	"	"	20.0
5	30	"	"	25.0
6	36	"	"	30.0
7	42	"	"	35.0
8	48	"	"	40.0
9	54	"	"	45.0
10	60	"	"	50.0
11	90	"	"	75.0

月24日, Table 4 は1977年6月7~8日の照射記録を示す。

Table 4. Irradiation data of rice seeds-III  
〔Irradiated on June 7-8, 1977〕  
〔Seeding on June 9, 1977〕

Irradiation distance (cm)		65	30	20
Dose rate (krad/hr)		10.0	47.0	100
Section	Irradiation time (min)	Dose (krad)	Dose (krad)	Dose (krad)
1	6	—	4.7	10.0
2	12	2.0	9.4	20.0
3	18	—	14.1	30.0
4	24	—	18.8	40.0
5	30	5.0	23.5	50.0
6	36	—	28.2	—
7	42	—	32.9	—
8	48	—	37.6	—
9	60	10.0	47.0	—
10	120	20.0	—	—
11	180	30.0	—	—
12	240	40.0	—	—
13	300	50.0	—	—

### 3. 栽培試験

水稻種子は照射後, 直ちに鹿児島大学農学部を持ち帰り, 所定の方法に従って播種し, 更に苗を農学部附属農場の圃場に定植して栽培を行なった。

照射種子の播種, 催芽した種子の育苗, および稚苗の圃場への定植は, 次の順序で行なった。

- (1) コシヒカリ, 農林18号, レイホウ, ハマカゼ, ズイホウの5品種について, 標準区(未照射種子), および夫々の照射線量に分けた照射区(照射種子)は各区ごとにシャーレに濾紙を敷き, 30粒を播種した。
- (2) このシャーレに蒸留水を加え, 約 30°C に保持した。蒸留水は毎日交換した。播種後5日目まで毎日, 発芽状況を観察した。
- (3) 催芽した種子の中から20粒をとり, 育苗箱の中に, 各区ごと1列に分けて置床した。圃場に定植するまでの約1ヶ月間, 毎日出芽および生育状況を観察した。
- (4) 附属農場の圃場の一区画 (1.8×4.45 m $\div$ 8 m<sup>2</sup>) を移植前日に水田整地と冠水を行なった。この水田に元肥として硫安 0.2 kg 過リン酸石灰 0.24 kg, 塩化カリ 0.11 kg を施肥した。

葉令5の苗を、各区から12本ずつとり、2本1株として移植した。移植後、収穫期までは所定の方法に従い栽培および調査を行なった。

4. 測定目項

- (1) 発芽歩合(%)：シャーレ中に播種した種子が、播種後5日間に催芽したものの割合を表わす。
- (2) 出芽歩合(%)：催芽した種子を育苗箱に置床後、水田に移植するまでの間に、芽立ち不能や枯死したものを除外し、完全に芽立ちしたものの割合を表わす。
- (3) 生育調査として、水田移植後に草丈、分けつ、および葉数を約1週間ごとに測定するとともに、収穫時に収量および収量構成要素を調査した。

実験結果

1. 発芽歩合

Table 5は1977年2月に水稲5品種の乾燥種子を照射し、5月に各30粒ずつを播種したものの発芽歩合を示す。またTable 6は1977年6月に同じく水稲5品種の6時間吸水種子を照射し、引続き各30粒ずつ播種

したものの発芽歩合を示す。

これらの結果から見られるように、乾燥種子照射の場合には、発芽歩合は75 krad 照射まで、いずれの品

Table 5. Germination percentage of irradiated rice seeds in dry state  
[Irradiated on February 24, 1977]  
[Seeding on May 23, 1977]

Dose (krad)	Variety				
	Koshihikari (%)	Nohrin-18 (%)	Reihoh (%)	Hamakaze (%)	Zuihoh (%)
Control	100	100	100	100	100
5	97	100	100	100	100
10	100	100	97	97	100
15	97	97	100	100	97
20	100	100	97	100	97
25	100	100	97	97	100
30	100	100	100	100	100
35	100	100	100	100	100
40	97	97	100	100	97
45	97	93	100	100	100
50	97	100	100	100	97
75	100	97	100	100	93

Table 6. Germination percentage of irradiated rice seeds immersed in water for 6 hr  
[Irradiated on June 7-8, 1977]  
[Seeding on June 9, 1977]

Dose rate (krad/hr)	Variety					
	Dose (krad)	Koshihikari (%)	Nohrin-18 (%)	Reihoh (%)	Hamakaze (%)	Zuihoh (%)
	Control	100	97	100	97	100
10.0	2	100	100	100	93	100
	5	100	100	100	100	100
	10	100	100	100	100	100
	20	100	100	100	100	100
	30	97	100	100	100	97
	40	100	100	100	100	100
	50	100	100	100	100	100
47.0	4.7	100	100	100	100	100
	9.4	100	100	100	97	100
	14.1	100	100	100	100	97
	18.8	100	100	100	100	97
	23.5	100	100	100	100	100
	28.2	100	97	100	100	100
	32.9	100	100	100	97	100
	37.6	100	100	100	100	100
	47.0	100	100	100	100	100
100.0	10.0	100	100	100	100	100
	20.0	93	100	100	100	100
	30.0	100	100	100	97	100
	40.0	100	100	100	100	100
	50.0	100	100	100	100	100

種でも 100 % という高い値を示した。また 6 時間吸水種子照射の場合でも、50 krad までの照射では、いずれの品種でも 100 % という高い値を示した。これらの結果から、水稲種子を 50 krad 程度まで照射する限りでは、発芽歩合は放射線の影響をほとんど受けないことが明らかになった。

## 2. 出芽歩合

Table 7 は 1976 年 3 月に水稲 5 品種の乾燥種子を照射し、5 月に催芽した種子各 20 粒ずつを育苗箱に置床したものが出芽歩合を示す。この表から出芽歩合は、農林 18 号、ハマカゼでは 30 krad 照射区から変化が開始し、40 krad 照射区において、コシヒカリを除き他の 4 品種では激減している。コシヒカリは 5 品種の中では放射線に対し最も強い抵抗性を示しているが、50 krad 照射区では出芽歩合も激減している。

Table 7. Emergence percentage of irradiated rice seeds in dry state

[Irradiated on March 8, 1976  
Seeding on May 21, 1976,  
Measured on June 23, 1976]

Dose (krad)	Variety				
	Koshihikari (%)	Nohrin-18 (%)	Reihoh (%)	Hamakaze (%)	Zuihoh (%)
Control	100	100	95	100	100
5.0	95	100	100	100	100
6.0	95	95	100	95	100
7.0	95	100	100	95	100
10.0	95	95	100	100	100
20.0	95	100	100	100	100
30.0	95	65	100	60	95
40.0	85	10	60	10	30
50.0	15	10	10	10	20

Table 8. Emergence percentage of irradiated rice seeds in dry state

[Irradiated on February 24, 1977  
Seeding on May 23, 1977,  
Measured on June 11, 1977]

Dose (krad)	Variety				
	Koshihikari (%)	Nohrin-18 (%)	Reihoh (%)	Hamakaze (%)	Zuihoh (%)
Control	95	100	100	100	100
5	90	100	100	100	90
10	100	100	100	95	100
15	95	0	80	80	75
20	90	0	0	90	25
25	90	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0
75	0	0	0	0	0

Table 8 は 1977 年 2 月に水稲 5 品種の乾燥種子を照射し、5 月に催芽した種子各 20 粒ずつを育苗箱に置床したものが出芽歩合を示す。Table 8 の結果は、Table 7 に比べると、著しく低い線量の照射区から放射線の影響が強く現われ、農林 18 号では 15 krad 以上、レイホウでは 20 krad 以上、ハマカゼ、ズイホウでは 25 krad 以上の照射区で、出芽歩合は激減している。またコシヒカリでも 30 krad 以上の照射区では出芽歩合は 0 になっている。しかし、一般的な傾向として、放射線に対する抵抗性は、Table 7 の場合と同様に、農林 18 号が最も弱く、これに反してコシヒカリが最も強いという傾向は同じであった。

この相違を確かめるために、更に実験を行ない、その

Table 9. Emergence percentage of irradiated rice seeds in dry state

[Irradiated on June 7-8, 1977  
Seeding on September 9, 1977  
Measured on September 26, 1977]

Dose rate (krad/hr)	Variety					
	Dose (krad)	Koshihikari (%)	Nohrin-18 (%)	Reihoh (%)	Hamakaze (%)	Zuihoh (%)
	Control	100	100	100	90	100
10.0	2	95	95	75	100	85
	5	95	95	85	100	100
	10	100	85	80	100	80
	20	90	95	95	90	95
	30	90	80	85	100	80
	40	85	10	35	0	0
	50	40	0	0	0	0

Dose rate (krad/hr)	Variety					
	Dose (krad)	Koshihikari (%)	Nohrin-18 (%)	Reihoh (%)	Hamakaze (%)	Zuihoh (%)
47.0	4.7	100	90	90	95	80
	9.4	95	90	90	100	90
	14.1	100	95	95	95	95
	18.8	90	95	85	100	100
	23.5	90	75	85	100	100
	28.2	95	60	80	100	80
	32.9	85	70	75	80	65
	37.6	65	30	70	30	15
	47.0	10	0	0	0	0
100.0	10.0	80	90	85	100	90
	20.0	85	90	95	100	75
	30.0	85	75	80	75	65
	40.0	80	0	20	0	0
	50.0	25	0	0	0	0

結果を Table 9 に示す。これは水稻5品種の乾燥種子を1977年6月に線量率、10, 47, 100 krad/hrの3段階で照射したものである。9月に播種し、催芽した種子各々20粒ずつを育苗箱に置床したものの出芽歩合を測定した。Table 9 に見られるように、いずれの線量率の照射でも、出芽歩合と線量との関係は同じような傾向を示し、農林18号、ハマカゼ、ズイホウでは30 krad以上の照射区では出芽歩合は激減し、コシヒカリにおいても50 kradの照射区では出芽歩合は激減している。この結果は Table 7の結果と一致するものである。

そこで、その後の生育状況および収量調査は Table 2の照射条件で照射した水稻に関するデータを中心に述べる。

### 3. 生育状況

水田に移植後の水稻の生育に及ぼす放射線の影響を草丈、葉数、分けつ数、穂数の変化から調査した。

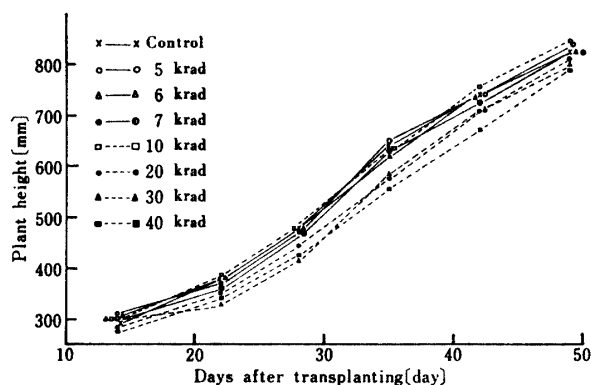


Fig. 1. Relationship between plant height and days after transplanting. (Var.: Koshihikari)

#### (1) 草丈

一般的に、水稻5品種とも照射区の草丈は線量の増加とともに、やや減少しているが、標準区の苗の草丈に比べ、6 krad 前後の照射区の苗では草丈が若干増加しているものも認められた。Fig. 1 はコシヒカリの草丈の変化を示す。移植後30日前後から20 krad以上の照射区の苗の生育が徐々に悪くなっている。農林18号は標準区から20 kradまでの照射区で、草丈に及ぼす放射線の影響は認められなかったが、30 krad以上の照射区は極端に生育が阻害された。レイホウの草丈の変化はコシヒカリと同じような変化を示した。ハマカゼにおいては、線量間の草丈の差が余り認められず、特に30 krad照射区の生育が終始よいことが認められた。ズイホウは全体的に草丈の変化に対する放射線の影響は、ほとんど認められなかったが、移植後1ヶ月から30 krad照射区の苗の生育が急に悪くなった。

#### (2) 葉数

一般的に、照射区の主稈葉数の増加に及ぼす放射線の影響はほとんど認められなかった。Fig. 2 はコシヒカリの葉数増加と移植後の日数との関係を示す。移植後20~30日間で、照射区の葉数増加が幾分遅れているが、30日以降では標準区の葉数とほぼ同数になった。ただ40 krad照射区の苗は、葉数が異常に増加したことが他品種と比べ特異的であった。農林18号の葉数増加はコシヒカリと同じような傾向にあった。レイホウにおいても葉数増加に及ぼす放射線の影響はほとんど認められなかった。ハマカゼは標準区の葉数増加が最も少なく、線量の増加とともに葉数も増加し、30 krad照射区のものの葉数が最も多かった。ズイホウの葉数変化はハマカゼと同じような傾向を示したが、

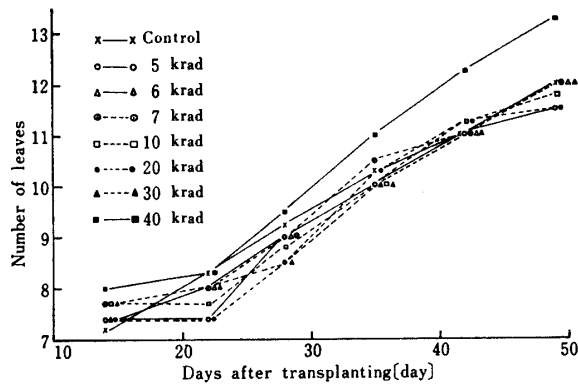


Fig. 2. Relationship between number of leaves and days after transplanting. (Var.: Koshihikari)

しかし 20 krad 以上の照射区の苗では、標準区のものより葉数は減少していた。

### (3) 分けつ数

全般的に、水稻5品種の分けつ数に対する放射線の影響は2つに分かれ、照射により分けつ数が増加する場合と、逆に減少する場合が認められた。Fig. 3 はコシヒカリの分けつ数と移植後の日数との関係を示す。Fig. 3 では、標準区より照射区の分けつ数の方がやや増加する傾向を示しているが、出穂期頃には分けつ数はほぼ同数になっている。農林18号の分けつ数は線量の増加とともに、著しく減少している。レイホウは農

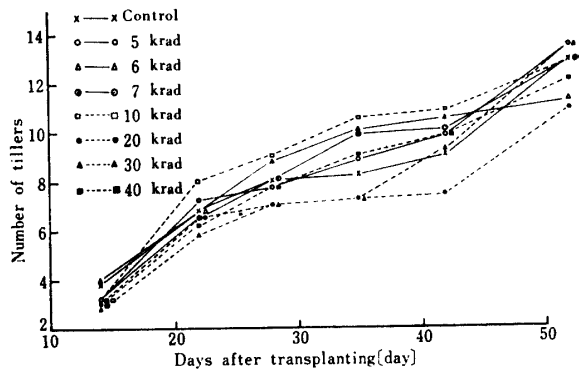


Fig. 3. Relationship between number of tillers and days after transplanting. (Var.: Koshihikari)

林18号とはほぼ同じような傾向を示し、標準区の分けつ数が最も大きい値を示した。ハマカゼの場合には測定中期でばらつきが見られるが、30 krad 照射区の分けつ数が著しく大きい値を示した。ズイホウの場合は、線量の増加とともに分けつ数が増加する傾向が見られ、標準区の分けつ数が最も小さな値を示した。

### (4) 穂数

全般的に、水稻5品種の照射区の穂数は、ハマカゼを除いて、線量の増加とともに減少する傾向が見られた。出穂状況をみると、コシヒカリは初期において照射区の方が穂の出かたが早かったが、一週間後にはほぼ同数に達し、更に収穫期には標準区の穂数が最も多くなった。農林18号は標準区の穂数が最も多く、30 krad 照射区の穂数は最小であった。レイホウは線量の増加とともに照射区の穂数が減少傾向を示した。ハ

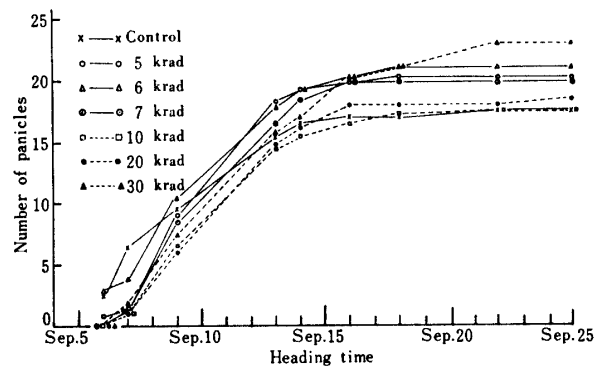


Fig. 4. Relationship between number of panicles and heading time. (Var.: Hamakaze)

マカゼの場合は例外で、Fig. 4 に示すように、照射区の穂数は標準区より増加している。特に 6 krad 前後の照射区の穂数は標準区より有意の差を示している。ズイホウはレイホウと同様に、放射線の影響は穂数を減少させる傾向を示した。

### 4. 収量調査

水稻5品種の照射したものの収量および収量構成要素に及ぼす影響を調べるため、1株穂数、1穂粒数、1株穂重、1株粒重、精糶千粒重、登熟歩合を測定した。

#### (1) 1株穂数

Table 10 に示すように、水稻5品種のうちハマカゼを除いて、他の4品種では 10 krad までの照射区で、1株穂数の減少が見られた。またコシヒカリでは 40 krad、ハマカゼでは 30 krad の照射区で著しい増加が見られた。

#### (2) 1穂粒数

Table 11 に水稻5品種の1穂粒数と線量との関係を示す。この表から、各品種間には1穂粒数の値に差が見られるが、同一品種内では標準区と照射区との間にはほとんど差が認められない。全般的に、1穂粒数に及

ぼす放射線の影響はほとんど認められなかった。

Table 10. Number of panicles per hill of irradiated rice

[Irradiated on March 8, 1976]  
[Seeding on May 21, 1976]

Dose (krad)	Variety				
	Koshihi-kari	Nohrin-18	Reihoh	Hama-kaze	Zuihoh
Control	16.75	21.75	18.75	17.25	11.00
5	14.00	15.00	13.50	20.25	11.75
6	11.75	14.50	13.25	19.75	8.75
7	12.25	15.75	15.25	21.00	8.00
10	11.25	20.50	15.25	17.50	9.50
20	11.50	16.50	18.25	19.25	11.75
30	16.75	15.50	20.75	23.25	11.25
40	29.75	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—

Table 11. Number of spikelets per panicle of irradiated rice

[Irradiated on March 8, 1976]  
[Seeding on May 21, 1976]

Dose (krad)	Variety				
	Koshihi-kari	Nohrin-18	Reihoh	Hama-kaze	Zuihoh
Control	119	159	124	110	141
5	116	167	107	124	134
6	121	157	107	108	139
7	100	164	118	114	129
10	113	195	114	120	141
20	118	163	126	120	134
30	107	153	113	124	179
40	112	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—

Table 12. Weight of panicles per hill of irradiated rice

[Irradiated on March 8, 1976]  
[Seeding on May 21, 1976]

Dose (krad)	Variety				
	Koshihi-kari (g)	Nohrin-18 (g)	Reihoh (g)	Hama-kaze (g)	Zuihoh (g)
Control	29.64	53.03	37.98	34.63	32.73
5	25.15	36.91	22.74	36.93	34.15
6	19.09	38.99	23.30	32.19	23.95
7	25.16	33.94	28.61	34.25	18.43
10	19.39	60.60	25.61	30.29	22.33
20	16.31	30.40	27.85	20.33	19.34
30	14.46	15.96	16.35	18.13	12.34
40	12.81	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—

(3) 1株穂重

Table 12 に示すように、水稻5品種では、各品種とも標準区の1株穂重が最も重く、線量の増加とともに減少する傾向が見られた。特に30 krad以上の照射区の1株穂重は最も低い値を示し、放射線の影響が強く現われていた。

(4) 1株粒重

Table 13 に示すように、全般的に、各品種とも標準区の1株粒重が最も重く、線量の増加とともに減少する傾向が見られた。特に30 krad以上の照射区の1株粒重は最も低い値を示し、1株穂重と同様に、放射線の影響が強く現われていた。

Table 13. Weight of grains per hill of irradiated rice

[Irradiated on March 8, 1976]  
[Seeding on May 21, 1976]

Dose (krad)	Variety				
	Koshihi-kari (g)	Nohrin-18 (g)	Reihoh (g)	Hama-kaze (g)	Zuihoh (g)
Control	28.35	51.14	33.76	33.41	31.45
5	24.05	35.00	21.74	35.30	32.79
6	18.34	36.79	22.26	30.66	22.79
7	24.32	37.74	27.24	32.38	17.59
10	18.41	57.23	24.38	28.79	21.20
20	15.04	28.28	26.30	18.64	18.06
30	12.85	14.23	14.64	15.78	10.89
40	10.79	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—

(5) 精糶千粒重

Table 14 に示すように、全般的に、各品種とも標準区と照射区との精糶千粒重の値には差が見られず、放射線の影響はほとんど認められなかった。

Table 14. Weight of 1,000 winnowed grains of irradiated rice

[Irradiated on March 8, 1976]  
[Seeding on May 21, 1976]

Dose (krad)	Variety				
	Koshihi-kari (g)	Nohrin-18 (g)	Reihoh (g)	Hama-kaze (g)	Zuihoh (g)
Control	25.90	26.66	26.11	24.91	27.55
5	25.52	27.13	25.32	24.71	27.76
6	25.52	27.22	25.67	24.89	27.48
7	26.00	27.03	25.36	24.71	26.05
10	25.55	28.52	25.55	24.53	27.92
20	25.96	26.29	25.65	24.49	27.26
30	25.42	26.13	25.62	23.32	26.06
40	25.51	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—

## (6) 登熟歩合

Table 15 に示すように、全般的に、各品種とも標準区の登熟歩合が最も大きく線量の増加とともに減少する傾向が見られた。しかし、コシヒカリにおいては 5~10 krad の照射区の登熟歩合が、標準区に比べて差異が認められなかった。また 30 krad 以上の照射区の登熟歩合は、各品種とも著しく減少し、放射線の影響が強く現われていた。

Table 15. Percentage of ripened grains of irradiated rice  
[Irradiated on March 8, 1976]  
[Seeding on May 21, 1976]

Variety Dose (krad)	Koshihi- kari (%)	Nohrin -18 (%)	Reihoh (%)	Hama- kaze (%)	Zuihoh (%)
Control	69.4	57.7	76.1	85.7	84.2
5	70.8	49.9	75.4	76.6	75.8
6	67.9	62.1	77.7	66.5	76.4
7	77.9	60.1	68.3	58.1	61.4
10	70.0	53.6	68.5	59.9	78.5
20	44.4	52.7	63.0	30.2	55.9
30	14.3	17.6	20.0	16.9	18.6
40	6.2	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—

## 考 察

種子の放射線照射に当っては次の2つの条件を考慮しなければならない。第1は生物的観点から見た条件である。すなわち照射時の種子が内部的に如何なる発育段階にあるかによって、その効果が異なるものである。換言すれば、種子の発育生理に対応した照射時期の選定は極めて重要なことと考えられる。

第2は物理的観点から見た条件である。すなわち放射線の強さ(線量率)、照射雰囲気、照射温度などの照射条件によって、その効果が異なるものである。特に種子が十分水を吸っている状態では、放射線の直接作用の他に水の放射線分解によって生じた活性種による間接作用も加わるので、放射線効果は相乗されて現われるものである。

本実験はその第1歩として、乾燥種子および6時間吸水種子に着目して、放射線効果を研究した。得られた結果を分析し、その中から妥当と考えられる結論をまとめると次の通りである。

## (1) 発芽歩合

実験に供した水稻5品種は、100 krad までの照射においては、発芽歩合はほとんど100%で、放射線の影

響は認められなかった。

## (2) 出芽歩合

水稻種子の出芽歩合は照射条件の影響を最も著しく受けるものである。Table 2, 3, 4 の照射条件のもとで照射した種子の出芽歩合は Table 7, 8, 9 に示すようにならざるが、この点に関しては今後具体的に検討したい。しかし、今回の実験を通して共通している事実は次の通りである。

出芽歩合は線量の増加とともに減少し、同時に生育限界線量に品種間の差異が見られた。また出芽歩合における品種間の差異は一定の傾向にあり、コシヒカリは放射線に対する抵抗性が最も強く、これに反して農林18号は最も弱い。

## (3) 生育状況

完全に芽立ちした苗は水田に移植後、ほとんど枯死することなく生育した。草丈は概して低線量の照射区において、移植後に草丈増加が見られた。また品種によって高線量の照射区において若干の遅発分けつ増による穂数増が見られたが、両者とも収量には影響を与えなかった。

## (4) 収量調査

収穫物について調べると、いずれの品種でも1株穂重、1株粒重、登熟歩合には放射線の影響が強く現われた。特に登熟歩合は線量の増加とともに著しく低下し、これにつれて収量もまた減少した。

## (5) 線量率効果

Table 4 の照射条件で、含水種子を線源から 20, 30, 65 cm の距離で照射し、出芽歩合に及ぼす線量率効果を調べた。この結果を、Table 9 に示すように、初期生育について見ると線源より 20 cm, 30 cm の距離で照射したものより、65 cm の距離で照射したものが、高線量区で草丈が低い。また 20 krad 以上照射したものは、どの品種とも線量の増加とともに枯死する

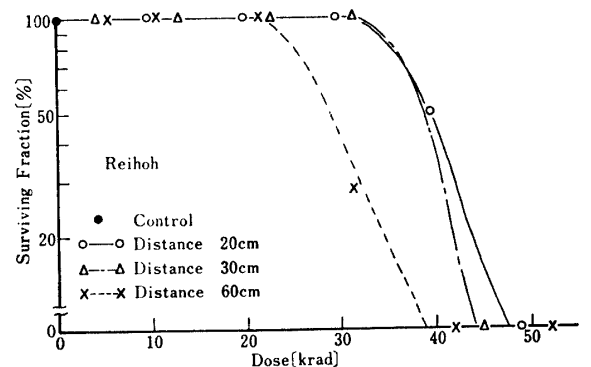


Fig. 5. Relationship between surviving fraction and dose.  
(Var.: Reihoh)



割合が増加した。その一例を Fig. 5 に示す。これはレイホウについて各照射区における枯死しなかった苗の割合（生存率）と距離（線量率）の関係を表わしたものである。この図からわかるように、65 cmの距離（すなわち低線量率）で照射したものは30 krad 前後の照射区で生存率が激減する。一方、20 cm, 30 cmの距離（すなわち高線量率）で照射したものは40 krad 前後の照射区において生存率が激減している。

これらの結果より、線量率が水稲の初期生育に影響を及ぼす1つの要因と考えられる。植物に対する放射線効果の研究で、線量率効果を確認されたのは、今回の実験が初めてのことである。今後、含水率の異なる水稲種子について更に詳しい研究を行ない、線量率効果の生物学的意味を追求する考えである。

### 要 約

農作物に対する放射線効果の研究の一環として、水稲に対する放射線効果を研究した。南九州地方に栽培される水稲の代表的品種としてコシヒカリ、農林18号、レイホウ、ハマカゼ、ズイホウを選んで実験に供した。

これら5品種の種子をCo-60,  $\gamma$ 線、100 kradの線量まで照射した。各照射区から照射した水稲種子30粒をとり、播種床に播き、それらの発芽歩合を測定した。次に各照射区から催芽した種子20粒をとり、育苗箱に置床し、それらの出芽歩合を測定した。

水田に移植後、草丈、葉数、分けつ数、穂数を測定した。収穫時においては収量および収量構成要素；1

株穂数、1穂粒数、1株穂重、1株粒重、精穀千粒重、登熟歩合；を測定した。

これらから、水稲種子に対する放射線効果として、次の事実が観察された。

- 1) 50 krad までの照射範囲で、発芽歩合は放射線の影響を受けなかった。
- 2) 一方、出芽歩合は放射線の影響を強く受けていた。水稲の品種間による出芽歩合の差異が認められた。
- 3) 登熟歩合は放射線の影響を受けていた。照射した水稲の収量は、線量の増加とともに減少した。
- 4) 10 krad から 100 krad の線量率の範囲で、照射した種子の出芽歩合に線量率効果が認められた。

### 謝 辞

本研究の遂行に当り、終始実験に協力していただいた萩原耕、二礼木敏博、米田篤美、大浦正伸、前園則夫、上宇都政信、酒匂秀人、大久保成人の諸氏に感謝の意を表します。

またCo-60照射室で照射実験に協力していただいた日本原子力研究所東海研究所の長山 尚、大久保隆の両氏に深甚の謝意を表します。

### 文 献

- 1) 田中幸彦：放射線による品種改良一成分育種を重点にして一、*RADIOISOTOPES*, 21, 456 (1972)
- 2) 団野皓文、植木健至、小倉弘司、宮里満、石黒悦爾：農作物に対する放射線の照射効果に関する研究、原研施設共同利用研究経過報告書、170, (1977)

## Radiation Effects on Rice Seeds

### Summary

As a part of studies on radiation effects on field crops, radiation effects on paddy rice (*Oryza sativa* L.) have been investigated. As the typical paddy rice cultivated in southern part of Kyushu, Koshihikari, Norhin-18, Reihoh, Hamakaze and Zuihoh were selected in the present experiment.

Seeds of these rices were irradiated by gamma radiation from Cobalt-60 source with doses rising up to 100 krad. Irradiated rice seeds of 30 grains for the respective dose-section were sowed in a sowing bed, and the germination percentages of them were measured. The germination seeds of 20 grains for the respective dose-section were planted on a nursery bed, and the emergence percentages of them were measured.

After the rice transplanting, plant height, the number of leaves, the number of tillers, and the number of panicles were measured, respectively. At the harvesting time, yield and yield components; the number of panicles per hill, the number of spikelets per panicle, the weight of panicles per hill, the weight of grains per hill, the weight of 1,000 winnowed grains, and the percentage of ripened grains were measured, respectively.

From these results, radiation effects on the paddy rice seeds were observed as follows:

- 1) Within the irradiation range of 50 krad, the germination percentage of the irradiated seeds is inde-

pendent of the radiation.

2) While, the emergence percentage of the irradiated rice seeds is strongly dependent on the radiation. Differences in their percentages among the varieties of rice are observed.

3) The percentage of ripened grains is affected by radiation. The yield of the irradiated rice decreased in accordance with the dose.

4) Within the dose rate ranges from 10 krad/hr to 100 krad/hr, the dose rate effect on the emergence percentage of the irradiated seeds is observed.