研究ノート

殺虫線量照射による玄米の発芽率変化 と糸状菌発生の抑制

伊藤 均*, 飯塚 廣**, 佐藤友太郎***

Effect of Low Dose Irradiation on Germination and Mold Infection of Unpolished Rice

Hitoshi Iro*, Hiroshi IIZUKA** and
Tomotaro SATO***

*Takasaki Radiation Chemistry Research Establishment,
Japan Atomic Energy Research Institute,
Takasaki, Gunma 370-12

**Institute of Applied Biology, Science University
of Tokyo, Noda, Chiba 278

***Food Research Institute, Tokai Bussan Co.,
Fukuroi, Shizuoka 437

Six kinds of unpolished rices (moisture; 13.0~13.5%) were irradiated with gamma rays, doses of 0.2 and 0.5 kGy and stored for three months at room temperature during the summer season (20~32°C, 70~85% r.h.). The infection by molds, mainly *Aspergillus* spp., was high in the unirradiated rice, whereas it was very little in the irradiated one. The germination of the unirradiated rice was 17~47% after the storage periods, while that of the irradiated one was 55~99%. The retention of a high germination by the irradiation may be due to the possible fungistatic, insecticidal and germination stimulating effects of the irradiation.

(Received Dec. 19, 1981)

米を長期貯蔵する場合、貯穀害虫および微生物発生による被害を防がなければならない。これまで米の貯蔵ではメチルプロマイド燻蒸など薬剤による殺虫処理が行われているが、薬剤残留や殺虫効果の不安定性などの問題点がある。米の放射線処理法は原子力特定総合研究に指定されて長期にわたる研究が行われてきた。これまでの結果では米の殺虫線量は 0.2~0.5 kGy (20~50 krad) で十分であり、この線量範囲では照射による食味劣化もないと報告されている¹⁾²⁾。

著者らはこれまでに放射線による殺菌効果について報告してきており^{3)~7)}、水分含量 14~16% の高水分含量米の貯蔵中の糸状菌発生を抑制するためには少なくとも 2 kGy のガンマー線照射が必要であると結論づけてきた⁸⁾⁹⁾。ここでは水分含量 13.0~14.0% の一般流通玄米について殺虫線量照射後の糸状菌検出率の変化と発芽率について検討した結果を報告する。

1. 試料および実験方法

1) 試料

供試米は 1967 年度新米の日本各地の代表的な品種である北海道産のハツユキ、宮城県産のササングレ、関東地方産のコシヒカリ、北陸地方産のコシジワセ、愛知以西産のキンマゼ、九州地方産の農林 18 号の 6 品種の玄米を農林水産省食品総合研究所より入手した。また比較のために 1975 年度産の群馬県産新米 "日本晴" も併せて使用した。

2) 照射および貯蔵試験

線源は 6~10 万 Ci の Co-60 の γ 線を使用し 0.1, 0.2, 0.3, 0.5 kGy の各線量照射した。貯蔵試験はクラフト紙袋に各種照射米 10~40 kg を入れ、食品総合研究所で室温下に夏期 3 カ月間貯蔵して行い各 100 g 採取して試験に供した。また 1975 年度産米については綿栓した 200 ml 容三角フラスコ中に約 100 g を取りコクガの幼虫と共に入れ、照射後 30°C、湿度約 75% で 2 ヶ月間貯蔵した。

3) 糸状菌検出率および発芽率

各種供試玄米の各 100 粒を洗浄せずに 5 皿の Czapek agar 平板培地に 1 皿 20 粒ずつ等間隔に並べ、30°C で 5 日間培養して、糸状菌検出率および玄米発芽率の測定を行なった。また、一部の玄米については 7.5% NaCl-Malt agar 平板培地を用いて 1 g あたりの糸状菌検査を行ない、玄米は洗浄後 Czapek agar で培養した。水分含量は 135°C、2 時間乾燥して求めた。

2. 実験結果および考察

貯蔵前の非照射および照射玄米粒から検出される主要な糸状菌は Table 1 に示すごとく *Helminthosporium* や *Alternaria* などの植物寄生菌であり 5~20% の玄米粒から検出された。しかし米の変敗糸状菌である *Aspergillus*⁷⁾ はほとんど検出できなかった。ところが、クラ

* 日本原子力研究所高崎研究所 (〒370-12 群馬県高崎市綿貫町 1233)

** 東京理科大学応用生物科学科 (〒278 千葉県野田市山崎東亀山 2641)

*** 東海物産株式会社食品研究所 (〒437 静岡県袋井市国本字屋敷前 2391)

Table 1 Molding and germination of unpolished rice

Species of rice sample*	Dose (kGy)	Before storage			Stored for 3 months		
		Parasitic fungi	<i>Aspergillus</i>	Germination	Parasitic fungi	<i>Aspergillus</i>	Germination
Hatuyuki	0	16%	0%	55%	0%	100%	21%
	0.2	19	0	**	13	20	55
	0.3	8	0	**	4	4	70
Sasasigure	0	12	0	80	9	60	41
	0.2	13	0	**	15	10	85
	0.3	11	0	**	7	0	90
Kosihikari	0	10	5	78	8	23	24
	0.2	7	2	86	6	7	82
	0.3	9	2	86	5	4	85
Kosiziwase	0	6	0	85	2	40	43
	0.2	6	0	**	4	5	93
	0.3	6	0	**	7	0	90
Kinmaze	0	20	0	96	15	85	17
	0.2	21	0	99	20	0	99
	0.3	20	0	99	19	0	95
Norin-18	0	5	0	97	8	8	47
	0.2	5	0	99	10	0	98
	0.3	6	0	100	7	0	99

* Rice was stored at ambient temperature for three months during summer season after irradiation.

** no data

フト紙袋中で夏期3ヶ月室温貯蔵した後では玄米粒からの糸状菌検出率は貯蔵前に比べ著しく変化し、貯蔵前に主要なフローラを構成していた植物寄生菌は減少傾向を示しているのに対し、貯蔵中の変敗糸状菌である *Aspergillus* が各種非照射玄米に共通して増加していた。この内、北海道産玄米のハツユキの場合には *A. sulphureus* が100%検出され、他の5種の非照射玄米からは *A. versicolor* が多く検出された⁷⁾。なお、これらの変敗糸状菌は主に玄米粒上のみに生育してきた。一方、0.2 kGy および 0.3 kGy 照射した各種玄米からは *Aspergillus* はほんのわずかししか検出されなかった。しかし、先にも報告し^{5)~7)}たように 0.2~0.5 kGy の低線量では糸状菌の殺菌効果は期待できない。

一方、貯蔵前の非照射および照射玄米の発芽率は55~100%であったのに、3ヶ月貯蔵後には非照射玄米は17~47%程度の発芽率しか示さなかった。ところが、照射玄米の発芽率は貯蔵前とくらべ低下しておらず、貯蔵効果が良好なことを示している。しかも発芽率の低下は変敗糸状菌の検出率ともある程度の相関関係があると思われた。事実、前報^{5)~7)}で報告したように糸状菌の増殖が著しくなるにつれ玄米の発芽率が低下する傾向が認められている。一方では照射による刺激効果により発芽率が高く保たれたことも考えられる。例えば2年間低温貯蔵した大麦の発芽率は非照射区で30%であったものが、0.2 kGy 照射区で60%に増加するという現象や収穫後約6

ヶ月の非照射大麦発芽率70%のものが0.4 kGy 照射により90%に向上したことが観察されている⁸⁾。

非照射の各種玄米の水分含量は貯蔵前13.0~13.5%であったが、3ヶ月貯蔵後には14.1~14.7%に増加しており、前報^{5)~6)}の例でもわかるように糸状菌の発生が予想される。この場合、照射玄米でも水分含量は同じように増加していた。一方、糸状菌の検出率が高かったハツユキは水分含量14.7%と他の玄米より著しく高かった。非照射玄米に糸状菌が多く発生した原因としては夏期の高湿および貯蔵中の虫の発生が考えられる。そこで、綿栓した三角フラスコに水分含量14.5%の“日本晴”を入れ、コクガの幼虫を若干混ぜた状態で照射して30℃、2ヶ月貯蔵後の発芽率および糸状菌検出率をしらべたところ Table 2 に示すごとく非照射米は発芽率0となり、ガの発生、糸状菌の発生が著しかった。一方、照射米でも0.1 kGy では若干ガの羽化が認められたがすぐ死滅した。0.5 kGy ではガの羽化は認められなかった。糸状菌および水分含量の増加も照射区の方が若干少なかった。また先に報告したごとく⁵⁾、貯蔵中の糸状菌発生は30℃より25℃の方が明らかに遅いことや発芽率も30℃より25℃の方がはるかに高く保たれることが認められている。米を品質変化なしに長期貯蔵するためには水分を低くし、低温に保つことが有効である⁹⁾ことはすでに明らかにされているが、10~15℃の貯蔵は経費高であり夏期の出荷時の結露による品質劣化も心配される。

Table 2 Molding and germination of rice during storage at 30°C in cotton stuffed vials

	Dose (kGy)	Parasitic fungi	<i>Aspergillus</i>	Germination	Osmophilic molds/g	Moisture content
Before storage	0	21%	0%	90%	2.7×10^1	14.5%
	0.1	24	0	90	3.0×10^1	14.5
	0.5	24	0	90	2.7×10^1	14.5
Stored for 2 months	0	4	100	0	1.0×10^4	16.5
	0.1	5	44	43	2.0×10^3	15.0
	0.5	2	44	48	4.8×10^2	14.5

貯蔵中の玄米の発芽率を長期にわたり高く維持することは食味劣化を防止する上からも重要と思われる⁹⁾。その意味でクラフト紙袋に包装した低水分含量玄米を放射線で殺虫処理した後、25°C以下に保つことが長期貯蔵に有効な方法と思われる。なお殺虫線量照射した低水分含量玄米で糸状菌発生抑制効果が認められた原因については本研究の結果からは明確な説明はできないが、低水分含量玄米の条件では糸状菌細胞の放射線損傷からの回復遅延効果¹⁰⁾が存在することも考えられる。

3. 要 約

水分含量 13.0～13.5%の低水分含量玄米に 0.2 および 0.3 kGy の殺虫必要線量のガンマー線を照射して、クラフト紙袋中で夏期 3 ヶ月間貯蔵し非照射と比較した。非照射区では *Aspergillus* 等の変敗糸状菌が著しく検出されたが照射区では糸状菌検出率が明らかに少なかった。玄米の発芽率も非照射区では 17～47% にまで低下したが、照射区では 55～99% に保たれていた。この原因として貯蔵中の糸状菌および害虫発生の抑制、放射線が玄米の発芽を刺激することなどが考えられる。

終りに臨み、玄米試料を提供していただいた食品総合研究所の梅田圭司博士に深謝致します。

文 献

- 1) 梅田圭司・早川 昭・佐藤友太郎：日食工誌, **15**, 452 (1968).
- 2) 高野博幸・田中芳一・梅田圭司・佐藤友太郎：食糧研究所報告, **27**, 17 (1972).
- 3) 飯塚 廣・伊藤 均：農化, **41**, 578 (1967).
- 4) IIZUKA, H. and ITO H.: *Cereal Chem.*, **45**, 503 (1968).
- 5) 伊藤 均・柴部禎巳, 飯塚 廣：農化, **43**, 773 (1969).
- 6) ITO, H., SHIBABE S. and IIZUKA, H.: *Cereal Chem.*, **48**, 140 (1971).
- 7) ITO, H., IIZUKA, H. and SATO, T.: *Agric. Biol. Chem.*, **37**, 789 (1973).
- 8) 伊藤 均：未発表.
- 9) 花土恭一：食品工業, **6** (下), 49 (1981).
- 10) 伊藤 均・飯塚 廣・岡沢精茂・渡辺 宏：農化, **46**, 127 (1972).

(昭和 56 年 12 月 19 日受理)