

沿岸ミールのサルモネラ汚染の ^{60}Co γ 線照射による防除

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者	佐伯, 和昭 今野, 健二郎 佐藤, 多賀恵
巻/号	54巻12号
掲載ページ	p. 2107-2112
発行年月	1988年12月

沿岸ミールのサルモネラ汚染の⁶⁰Co γ 線照射による防除^{*1}

佐伯和昭, 今野健二郎, 佐藤多賀恵, 河端俊治

(1988年6月3日受付)

Decontamination of *Salmonella* from the Coastal Fish Meals
by ⁶⁰Co γ Ray IrradiationKazuaki Saheki,^{*2} Kenjiro Konno,^{*2} Takae Sato,^{*2}
and Toshiharu Kawabata^{*3}

The decontamination of salmonellae from fish meal samples by irradiation which ⁶⁰Co γ ray was examined.

Sixteen strains of *Salmonella* were used. A composite fish meal sample was prepared by mixing with different coastal meals, and after radiation sterilization at a dose of 20 kGy ⁶⁰Co γ ray, which was employed as the salmonella-free meal sample.

D₁₀ values of test strains determined in buffered saline were found to range from 0.08 to 0.36 kGy, and inactivation factors at a dose of 1 kGy ranged from 10^{2.5} to 10¹³.

D₁₀ values of test strains determined in the salmonella-free meal sample ranged from 0.59 to 1.64 kGy, and the inactivation factors at a dose of 10 kGy were found to range from 10^{0.1} to 10¹⁷.

Interestingly the D₁₀ values of salmonellae determined in fish meal samples were 10 times as much compared with those determined in buffered saline.

From the commercial aspects of coastal fish meal production, destruction of salmonellae in fish meals by ⁶⁰Co γ ray irradiation was found to be much more practical than other methods such as dry heating and ethylene oxide fumigation.

前報¹⁾において佐伯らは、本邦沿岸産フィッシュミール(以下、沿岸ミールと略記)を汚染するサルモネラの除菌のため、乾熱及びエチレンオキシドガス燻蒸処理の効果について検討した結果を報告した。またこれらの処理を産業的規模において実施する場合の問題点についても指摘した。その他の有効な殺菌方法として、コバルト60(以下⁶⁰Co)の γ 線照射による方法が考えられる。この方法についての研究は、諸外国においては、かなり以前から行われているが、^{2,3)}我が国においては数少なく、特にミールを対象とした研究は極めて少ないと思われる。^{4,5)}今回、著者らは日本産沿岸ミールのサルモネラ汚染防除方法として⁶⁰Co γ 線による殺菌方法について検討を行ったので、その結果を報告する。

実験材料及び方法

フィッシュミール試料 フィッシュミール(以下ミール)は、主として千葉県銚子地区のミール製造工場数か

所で入手したものに、研究室に保存中のミール各種を混合し、粉碎して composite sample としたものを、ポリエチレン製袋に 20~100 g ずつ封入し、これに⁶⁰Coの γ 線を 20 kGy 照射(日本原子力研究所高崎研究所の施設使用)したものを試料とした。この試料からはサルモネラは検出されなかった。

供試菌株 使用したサルモネラ菌株としては、前報¹⁾に記載した、由来及び血清型のそれぞれ異なる 16 菌株を用いた。^{*4}これらの菌株は、普通寒天半流動高層培地に保存したもの、及び飽和乳糖液(約 20%)に懸濁後、真空凍結乾燥したものの 2 通りの保存条件で保存した菌株を使用した。

照射した菌株の生残菌数測定用平板培地の検討 供試菌株は⁶⁰Coの γ 線照射により損傷を受けるので、その損傷をできるだけ回復させて菌数を測定する必要がある。そこで照射後生残菌数(survival)測定用平板培地の比較を行った。すなわち供試培地として、普通寒天培地

^{*1} 日本沿岸産フィッシュミールのサルモネラ汚染防除対策—II (Studies on the Destruction of *Salmonella* in Fish Meals Produced in the Coastal Areas of Japan—II).

^{*2} 東京水産大学 (Tokyo University of Fisheries, Konan, Minato, Tokyo 108, Japan).

^{*3} 国立予防衛生研究所食品衛生部 (National Institute of Health, Department of Biomedical Research on Foods, Kamiosaki, Shinagawa, Tokyo 141, Japan).

^{*4} (Table 2 及び 3 参照, なお No. 13 は欠番)

(栄研)⁶⁾ (以下 NA), 標準寒天培地 (栄研) (旧処方)⁷⁾ (STA), Plate count agar (Difco) (PC),⁸⁾ Heart infusion agar (Difco) (H)⁹⁾ 及び Penassay seed agar (自家製)⁹⁾ (PS) の 5 種類について検討した。実験の方法は, NA 半流動高層寒天培地に保存中の供試菌株を NA 斜面に接種し, 37°C, 24 時間培養した。この菌体をリン酸緩衝生理食塩水⁹⁾ (以下 BS) に懸濁し, 波長 660 nm (光電比色計島津-SPECTRONIC 20A) における濁度 (O.D. 値) が 0.1 のとき菌液中の菌数は 10^8 cells/ml 程度であった。上記の懸濁液を BS で希釈し, 菌数を 10^8 cells/ml 程度にしたものを供試菌液とした。供試菌液を 2 ml ずつ, 滅菌バイアル (外径 1.4 cm, 高さ 4.0 cm, ゴム栓使用) に分注したものを数本作り, 種々の線量 [0 (対照), 58.2, 88.5, 207, 292.5 Gy など] の ^{60}Co γ 線を照射した。照射後の菌液を BS で適宜希釈し, 5 種類の平板培地上に 0.1 ml ずつ分注, 塗抹し, 37°C, 24 時間培養後, サルモネラの定型的な集落数を計数した。同時に, 集落の大きさ, 表面構造, 及び 0 群多価血清 (生研製) に対する凝集速度等を観察した。照射線量は 88.5 Gy とした。なお, 本研究における ^{60}Co γ 線照射は, すべて東京水産大学放射性同位元素利用施設において行った。また, 照射線量の測定は RADOCON (THE VICTOREEN INSTRUMENT Co. U.S.A.) によった。

BS 懸濁液中における供試菌株の ^{60}Co γ 線による殺菌効果の測定 供試菌株の BS 懸濁液を前記の実験と同様にして調製, バイアルに分注し, 種々線量の ^{60}Co γ 線を照射後, 生残菌数を前記同様の方法で測定した。回収用培地には NA を用いた。(Table 1 参照) 殺菌効果は, D_{10} 値 (菌数を 1/10 に低下させる線量) で示した。すなわち, 各供試菌株について, 照射線量と生残菌数の関係を示す一次式を最小自乗法によって求め, その直線に近い部分の数値から, 傾きの逆数として D_{10} 値を求めた。¹⁰⁾ また, 線量 1 kGy (または 10 kGy) あたりの不活性化係数¹⁰⁾ (ある線量が細胞を 1 個にまで減少させることができる初発菌数) も算定した。

試料ミール中に添加した乾燥菌体の ^{60}Co γ 線照射による殺菌効果の測定 供試菌株の乾燥菌体を 10^2 – 10^4 cells/g の菌数になるよう, ミールに加え滅菌乳鉢中でよく混和して試料を調製した。この試料を種々の線量で照射して, D_{10} 値及び不活性化係数を求めた。

各供試菌株の乾燥菌体をよく混和したミール試料を 6.5 g, 2.5×7 cm のポリエチレン製の袋に密封した。この試料袋を 1 菌株について数個ずつ準備し, 種々の線量で照射を行った後, 各袋の試料を BS で 10 倍段階希釈液を調製した。生残菌数の測定は, 上記懸濁液 1 ml ずつを, BSM—Hajna テトラチオン酸塩培地—DHL 平板培地の方法¹¹⁾ によって, 5 本法による MPN を測定した。

結果及び考察

^{60}Co γ 線照射後の生残菌数測定用最適培地の検討 回収率を比較した結果は Table 1 に示す。表中で集落の大きさ (colony size) を示す +2 は直径 1.5–3 mm の集落を示し, 最も計数し易い大きさであり, -2 は直径 5–6 mm のもので, 他の集落と重なり合うなど, 計数上支障があったものである。凝集速度を示す +2 は, 20 秒以内にサルモネラ多価血清に凝集し, 凝塊も明瞭であったものを表わしている。また, 培地組成に糖を加えたものは, 集落の大きさは大きい, ラフ型集落を生ずる頻度が高く, 凝集速度も遅い傾向がみられた。以上の結果から, 入手, 調製が簡単であり, 菌数測定が容易, かつ多価血清に速やかに凝集することなどの点から, 菌懸濁液の照射後の生残菌数測定用培地には NA を用いることとした。なお, 照射線量を 88.5 Gy としたのは, 予備実験の結果, この線量が各供試菌株の D_{10} 値に近いことがわかったためである。

BS 懸濁液中における ^{60}Co γ 線照射の殺菌効果 供試菌株を BS に懸濁して ^{60}Co γ 線を照射した結果を Table 2 に示す。供試菌株 16 株について, 1.2×10^8 – 4.2×10^8 cells/ml の BS 懸濁液を試料とした場合の D_{10} 値は 0.08–0.36 kGy で, 平均値は 0.16 kGy であった。また, 1 kGy あたりの不活性化係数は $10^{2.8}$ – 10^{13} の範囲で, 平均値は $10^{8.8}$ であった。これらの値は, 小嶋¹²⁾ が 14 血清型の菌株について緩衝液中で測定した D_{10} 値の平均 (0.19 kGy) 及び 1 kGy における不活性化係数の平均値 ($10^{9.9}$), 及び Ley¹³⁾ が 4 血清型について求めた D_{10} 値の平均値 (0.15 kGy) とほぼ一致した。

ミールに混和した乾燥菌体の ^{60}Co γ 線照射による殺菌効果 供試菌株の乾燥菌体をミールとよく混和し, 10^2 – 10^5 cells/g にした試料の照射による殺菌効果を調べた。結果を Table 3 に示す。既報¹⁴⁾ に報告したように, ミール中のサルモネラ汚染菌量は, 多いものでも 1.7 cells/g と極めて微量であったが, 実験結果のばらつきを少なくするため, 殺菌効果を明瞭にするために実際の汚染度よりもかなり高い菌数レベルで実験を行った。また, サルモネラの菌数測定に MPN 法を用いたのは, 試料のミールが完全には無菌でないため, サルモネラの菌数を確実に知る目的で行ったものである。実験結果は D_{10} 値は 0.59–1.64 kGy (平均値 1.1 kGy), 1 kGy あたりの不活性化係数は $10^{0.81}$ – $10^{1.7}$ (平均値 $10^{0.99}$) であった。これを 10 kGy あたりに換算すると $10^{0.1}$ – $10^{1.7}$ (平均値 $10^{0.9}$) となる。これらの結果は, ミール中のサルモネラの殺菌は 5–6 kGy で充分であるという伊藤の報告,⁹⁾ 10^8 cells/g のサルモネラを含んだ飼料中のサルモネラの殺菌は 10 kGy でよいとした Lapidot¹⁵⁾ の報告, またミールの

Table 1. Comparison of 5 different agar plate media for the recoveries of salmonellae after being irradiated by ⁶⁰Co

Str. No.	Number of bacterial cells/ml*1					Colony size*3					Agglutination rate*4													
	NA*5	STA	PC	H	PS	NA	STA	PC	H	PS	NA	STA	PC	H	PS									
1	A*2	2.2×10 ⁶	1.7×10 ⁶	1.4×10 ⁶	1.6×10 ⁶	1.7×10 ⁶	+2	0	-2	+1	-1	+2	+1	-1	0									
	B*2	13%	9.4%	11%	11%	8.2%	+2	-2	0	+1	-1	+2	0	-1	+1									
2	A	1.3×10 ⁶	1.1×10 ⁶	1.2×10 ⁶	1.1×10 ⁶	1.1×10 ⁶	+2	+1	-1	0	-2	+2	-1	-2	0									
	B	9.2%	6.5%	7.3%	8.9%	8.7%	+2	+1	0	-1	-2	0	-1	-2	+1									
3	A	9.7×10 ⁵	8.7×10 ⁵	1.2×10 ⁶	8.2×10 ⁵	4.8×10 ⁵	+2	+1	0	-1	-2	+2	-2	-1	0									
	B	10%	10%	8.3%	9.9%	17%	+2	0	+1	-1	-2	+2	0	-1	+1									
4	A	8.7×10 ⁵	6.4×10 ⁵	1.2×10 ⁶	1.3×10 ⁶	1.0×10 ⁶	+2	+1	0	-1	-2	+2	-1	0										
	B	8.6%	5.8%	4.8%	4.8%	3.7%	+2	-1	+1	0	-2	+2	0	-2	+1									
5	A	1.4×10 ⁶	1.2×10 ⁶	9.8×10 ⁵	1.2×10 ⁶	1.1×10 ⁶	+2	+1	-2	0	-1	+1	-2	-1	+2									
	B	4.0%	5.5%	5.1%	6.2%	4.6%	+2	0	-1	+1	-2	+2	-1	-2	+1									
6	A	2.6×10 ⁶	1.7×10 ⁶	1.4×10 ⁶	1.9×10 ⁶	1.5×10 ⁶	+2	-1	0	+1	-2	+1	0	-1	+2									
	B	16%	14%	27%	24%	13%	+2	+1	0	-1	-2	+2	-1	0	+1									
7	A	8.2×10 ⁵	7.7×10 ⁵	6.9×10 ⁵	1.0×10 ⁶	1.7×10 ⁶	+2	+1	-1	0	-2	+2	-1	-2	0									
	B	22%	20%	19%	17%	8.8%	+2	0	-1	+1	-2	+2	-2	+1	0									
8	A	1.2×10 ⁶	8.5×10 ⁵	5.5×10 ⁵	1.3×10 ⁶	8.6×10 ⁵	+2	+1	-1	0	-2	+2	+1	-2	0									
	B	9.2%	8.1%	17%	8.5%	4.2%	+2	+1	-1	0	-2	+2	0	-2	+1									
9	A	1.5×10 ⁶	1.2×10 ⁶	1.2×10 ⁶	1.3×10 ⁶	1.3×10 ⁶	+2	0	-1	+1	-2	+2	-1	+1	0									
	B	8.0%	7.1%	8.3%	7.3%	5.6%	+2	+1	0	-1	-2	+2	+1	0	-1									
10	A	1.9×10 ⁶	1.1×10 ⁶	1.1×10 ⁶	1.8×10 ⁶	5.3×10 ⁵	+2	0	-1	+1	-2	+1	-1	0	+2									
	B	5.8%	6.2%	7.4%	4.0%	9.4%	+2	+1	0	-1	-2	+2	-1	-2	+1									
11	A	1.4×10 ⁶	9.8×10 ⁵	1.1×10 ⁶	9.8×10 ⁵	8.1×10 ⁵	+2	+1	0	-1	-2	+2	+1	0	-1									
	B	4.9%	5.8%	6.0%	6.1%	5.7%	+2	+1	-2	0	-1	+2	+1	-1	0									
12	A	1.6×10 ⁶	9.6×10 ⁵	1.0×10 ⁶	1.0×10 ⁶	8.1×10 ⁵	+2	+1	0	-1	-2	+2	-1	+1	-2									
	B	4.9%	8.0%	7.1	8.4%	7.9%	+2	+1	-1	0	-2	+2	-1	+1	0									
14	A	1.2×10 ⁶	1.1×10 ⁶	1.2×10 ⁶	1.3×10 ⁶	9.5×10 ⁵	+2	-1	0	+1	-2	+1	0	-1	+2									
	B	7.8%	6.2%	5.1%	6.2%	2.8%	+2	-1	0	+1	-2	+1	0	-1	+2									
17	A	1.4×10 ⁶	1.0×10 ⁶	1.3×10 ⁶	1.1×10 ⁶	8.9×10 ⁵	+2	+1	-1	0	-2	+2	-1	-2	0									
	B	2.6%	2.6%	2.2%	3.2%	3.7%	+2	0	-1	+1	-2	+2	+1	-1	0									
Total														A	+28	+7	-10	+1	-26	+24	-8	-11	+8	-13
Total														B	+28	+3	-5	0	-26	+25	-4	-13	+10	-18
Total														A+B	+56	+10	-15	+1	-52	+49	-12	-24	+18	-31

*1 Number of *Salmonella* cells in 1 ml of the suspension.
 *2 A: Number of inoculant cells/ml (control), B: Percentage of survival at a dose of 88.5 Gy.
 *3 Figure 0 means a colony size of about 4 mm in diameter, and each figure of symbol changed in stepwise at 0.5-1 mm in diameter.
 *4 Agglutination rate against *Salmonella* polyvalent sera; symbol +2 means, being agglutination occurred within 20 sec, and each figure of symbol decreased every 5-10 sec.
 *5 Media: NA, Nutrient agar; STA, Standard agar; PC, Plate count agar; H, Heart infusion agar; PS, Penassay seed agar.

Table 2. D_{10} values and inactivation factors of salmonellae determined in the buffered saline suspension

Strain No.	Serovar	Initial number of bacterial cells/ml	D_{10} value (kGy)	Inactivation factor* ¹ (1 kGy)	Range
1	<i>S. typhimurium</i>	1.3×10^8	0.14	$10^{7.1}$	D_{10} value 0.08 ~0.36 kGy
2	<i>S. thompson</i>	1.3×10^8	0.25	$10^{4.0}$	
3	<i>S. anatum</i>	2.5×10^8	0.19	$10^{3.3}$	
4	<i>S. montevideo</i>	1.3×10^8	0.15	$10^{3.7}$	
5	<i>S. anatum</i>	1.2×10^8	0.26	$10^{3.9}$	
6	<i>S. senftenberg</i> (H ₂ S-)	1.2×10^8	0.36	$10^{2.8}$	
7	<i>S. adelaide</i>	3.4×10^8	0.25	$10^{4.0}$	
8	<i>S. cerro</i>	1.3×10^8	0.35	$10^{2.9}$	
9	<i>S. bareilly</i>	3.7×10^8	0.32	$10^{3.1}$	
10	<i>S. havana</i>	2.0×10^8	0.19	$10^{3.3}$	
11	<i>S. infantis</i>	1.7×10^8	0.22	$10^{4.6}$	
12	<i>S. sp.</i> (B: d: —)	2.5×10^8	0.08	10^{13}	
14* ²	<i>S. senftenberg</i> (H ₂ S+)	4.2×10^8	0.14	$10^{7.1}$	
15	<i>S. senftenberg</i> (H ₂ S-)	3.8×10^8	0.13	$10^{7.7}$	
16	<i>S. senftenberg</i> (H ₂ S+)	2.5×10^8	0.16	$10^{6.3}$	
17	<i>S. schwarzengrund</i>	3.2×10^8	0.11	$10^{9.1}$	
Average			0.16	$10^{3.3}$	

*¹ Inactivation factor at a dose of 1 kGy.

*² No. 13 is lacking.

ような粉末飼料の殺菌には、サルモネラのみを考える場合は 5 kGy, 他の腸内細菌をも考慮する場合には 10 kGy の照射が必要であるとした Mossel ら¹⁶⁾の報告などとはほぼ同様の結果といえる。しかし、上記の数値間には、BS 中で測定した値とかなりの変動があるのは、ミールのような粉体に供試菌株を混和する方法、水分含量の差など試料の性状や実験方法の相違に起因するものと考えられる。

⁶⁰Co γ 線照射による沿岸ミールのサルモネラ汚染防除効果についての考察 前報¹⁾において、沿岸ミールのサルモネラ汚染の防除対策として、乾熱及びエチレンオキサイドガス燻蒸などの方法について検討した結果を報告した。それらの方法には利点もあるが、乾熱殺菌法については、乾熱処理後の放熱時における再汚染の可能性、またエチレンオキサイド処理については、ガス取扱上の安全性、エチレンオキサイドの残留やエチレンクロロヒドリンの生成について確認する必要があることなどの問題があると考えられる。一方、 γ 線照射食品の安全性については、多くの議論¹⁷⁻²⁰⁾があるが、1980 年 11 月に FAO/IAEA/WHO の合同専門家会議は、『10 kGy 以下の照射線量では、いかなる食品に照射しても、健全性すなわち毒物学的、栄養学的及び微生物学的にもまったく問題がないこと、今後は、この線量以下で照射した個々の食品については毒性試験は不要である』とし、これを加盟各国政府に勧告した。²¹⁾ 一方、動物用飼料に γ 線照

射することについては、各国とも食品衛生法規による規制の対象外とされている。しかし、ヒトの食品に対しても 10 kGy 以下の照射では安全性が確認されていることから、²¹⁾ 沿岸ミールのサルモネラ除染のため 10 kGy 以下の照射処理は、毒性や栄養価の点でも問題はないといえよう。加熱処理やエチレンオキサイド処理では、処理後に流通と再汚染防止のため必ず包装する必要があるが、この工程での二次汚染の可能性も高いと思われる。これに対して、 γ 線照射では、流通用の包装をした後に照射をすることが可能なため、二次汚染を考慮する必要がない。^{10,17,18,22)} すなわち、実用的な観点からみて、沿岸ミールのサルモネラ汚染の防除方法としては、⁶⁰Co γ 線照射は、安全、確実な方法といえよう。なお、 γ 線照射処理を施した試料の化学成分の変化などについては引き続き検討中である。

要 約

日本沿岸産フィッシュミールのサルモネラ汚染の防除対策として、⁶⁰Co の γ 線照射について、由来や血清型の異なるサルモネラ 16 菌株について検討した結果、次のような知見を得た。

1) 照射後生菌測定用培地として、5 種類の培地について比較した結果、普通寒天培地が、菌数測定、多価血清への凝集速度、表面構造などの点ですぐれていたため、これを用いることにした。

Table 3. D_{10} values and inactivation factors of salmonellae determined in fish meal samples

Strain No.	Serovar	Initial number of bacterial cells/g	D_{10} value (kGy)	Inactivation factor		Range
				1 kGy	10 kGy	
1	<i>S. typhimurium</i>	2.6×10^2	1.64	$10^{0.81}$	$10^{0.1}$	D_{10} value 0.59~1.64 kGy Inactivation factor (10 kGy) $10^{0.1} \sim 10^{17}$
		2.4×10^3	1.27	$10^{0.79}$	$10^{7.9}$	
2	<i>S. thompson</i>	1.1×10^4	1.09	$10^{0.92}$	$10^{9.2}$	
3	<i>S. anatum</i>	9.0×10^3	0.91	$10^{1.1}$	10^{11}	
4	<i>S. montevideo</i>	5.3×10^2	1.37	$10^{0.73}$	$10^{7.3}$	
5	<i>S. anatum</i>	5.2×10^2	1.04	$10^{0.96}$	$10^{9.6}$	
		7.7×10^4	1.33	$10^{0.75}$	$10^{7.5}$	
6	<i>S. senftenberg</i> (H ₂ S-)	2.6×10^4	1.37	$10^{0.73}$	$10^{7.3}$	
7	<i>S. adelaide</i>	1.8×10^5	0.59	$10^{1.7}$	10^{17}	
8	<i>S. cerro</i>	7.2×10^3	0.59	$10^{1.7}$	10^{17}	
9	<i>S. bareilly</i>	3.0×10^3	1.49	$10^{0.67}$	$10^{6.7}$	
10	<i>S. havana</i>	2.3×10^4	0.83	$10^{1.2}$	10^{12}	
11	<i>S. infantis</i>	2.2×10^4	1.19	$10^{0.84}$	$10^{8.4}$	
12	<i>S. sp.</i> (B: d: -)	3.6×10^4	1.64	$10^{0.61}$	$10^{6.1}$	
14*1	<i>S. senftenberg</i> (H ₂ S+)	2.9×10^2	0.63	$10^{1.0}$	10^{16}	
		7.7×10^2	1.43	$10^{0.70}$	$10^{7.0}$	
15	<i>S. senftenberg</i> (H ₂ S-)	7.9×10^2	1.11	$10^{0.91}$	$10^{9.1}$	
16	<i>S. senftenberg</i> (H ₂ S+)	6.1×10^4	1.49	$10^{0.67}$	$10^{6.7}$	
17	<i>S. schwarzengrund</i>	1.3×10^4	1.37	$10^{0.73}$	$10^{7.3}$	
Average			1.12	$10^{0.89}$	$10^{8.9}$	

*1 No. 13 is lacking.

2) リン酸緩衝生理食塩水に懸濁した (10^6 cells/ml) 供試菌株を、種々線量の γ 線照射を行ったところ、 D_{10} 値は 0.08~0.36 kGy (平均 0.16 kGy)、1 kGy における不活性化係数は $10^{2.8} \sim 10^{13}$ (平均 $10^{9.3}$) であった。

3) 予め 20 kGy の γ 線照射処理を行い可及的無菌とした沿岸ミールに供試菌株の凍結乾燥菌体を混和して $10^2 \sim 10^4$ cells/g とした試料について照射を行った。供試菌の D_{10} 値は 0.59~1.64 kGy (平均 1.1 kGy)、10 kGy における不活性化係数は、 $10^{6.1} \sim 10^{17}$ (平均 $10^{9.9}$) であり、ミールに付着したサルモネラの除菌には、緩衝液に懸濁した場合より、約 10 倍高い線量による処理が必要である。

4) 前報で報告した、サルモネラ汚染ミールの除菌の方法として、乾熱やエチレンオキシドガス燻蒸による処理方法と比較し、 γ 線照射が実用的にはすぐれていると考えた。

謝 辞

本研究を行うにあたり、試料ミールの予備殺菌に御協力下さった、日本原子力研究所高崎研究所の武久正昭所長、照射利用開発室長石垣 功博士、同室伊藤 均博士、及び久米民和博士、試料の照射について、種々御助力、御助言下さった東京水産大学放射性同位元素利用施設放射線取扱主任者平野敏行博士、同施設佐藤博雄博士、及

び柴崎研二技官に心から御礼申し上げる。また、終始御懇篤な御助言、御指導を賜った東京大学教授橋本周久博士、東京水産大学教授外山健三博士、同教授奥積昌世博士、同助教授藤井建夫博士に深甚なる謝意を表する。

文 献

- 1) 佐伯和昭, 橋本多美子, 嶋村 茂: 日水誌. **54**, 2099-2105 (1988).
- 2) 川嶋浩二: 食品照射, **19**, 39-61 (1984).
- 3) M. J. Thornley: Radiation Control of Salmonellae in Food and Feed Products, Technical Reports Series, No. 22, IAEA (Vienna) 81-106 (1963).
- 4) 伊藤 均, A. Begum, 久米民和, 武久正昭: 農化, **57**, 9-16 (1983).
- 5) T. Kume, R. Chosdu, H. Ito, and M. Takehisa: Agric. Biol. Chem., **47**, 723-727 (1983).
- 6) 栄研化学(株): 栄研マニュアル, 9 版, 栄研化学(株), 東京, 1977, p. 29.
- 7) 栄研化学(株): 栄研マニュアル, 8 版, 栄研化学(株), 東京, 1973, p. 149.
- 8) Difco Laboratory: Difco Manual, 10th ed., Difco Laboratory, Detroit, 1984, p. 1155.
- 9) 厚生省環境衛生局: 食品衛生検査指針 I, 日本食品衛生協会, 東京, 1973, p. 93.
- 10) 芝崎 勲: 新・食品殺菌工学, 光琳, 東京, 1983, pp. 293-352.
- 11) K. Saheki: Nippon Suisan Gakkaish, **53**, 1679-

- 1685 (1987).
- 12) 小嶋秩夫: 東水大研報, **60**, 55-113 (1974).
 - 13) F. J. Ley: *Food Irrad. Inform.*, No. 1, 8-22 (1972).
 - 14) 佐伯和昭, 河西 勉: 日水誌, **57**, 1189-1194 (1988).
 - 15) M. Lapidot: Decontamination of Animal Feeds by Irradiation, IAEA (Vienna) No. STI/PUB/508, 43-52 (1979).
 - 16) D. A. A. Mossel, M. van Schothorst, and E. H. Kampelmacher: *J. Sci. Fd. Agric.*, **18**, 362-367 (1967).
 - 17) 河端俊治: モダンメディア, **27**, 521-531 (1981).
 - 18) 梅田圭司: 食の科学, No. 58, 32-38 (1981).
 - 19) 渡辺忠雄, 諸岡信一, 橋本秀夫, 菊池武昭: 食品の汚染と安全性, 講談社サイエンティフィク, 東京 1980, pp. 74-75.
 - 20) 岡 充: 食品の放射線照射 (三秀書房編, 食品の殺菌技術三秀書房, 東京, 1974, pp. 39-65).
 - 21) 川嶋浩二, 林 徹, 河端俊治: 食品照射, **16**, 92-111 (1981).
 - 22) 川嶋浩二, 佐藤友太郎: 食工誌, **18**, 441-448 (1971).