(4) 照射とその後の弱い加熱処理の併用は, そのいずれの単独処理の場合よりも湧きガスの発生を抑制し, 相加的な効果が認められた。

(5) 上記の分析結果及び湧いている味噌, 湧いていない味噌の微生物の生菌数測定結果からも, 湧きの現象がアルコール発酵を含む後発酵にもとづくと考えられる。しかし, 続報の微生物の動態と比較考察した場合, 酵母類では照射後減少した生菌数が急速に回復して非照射の対照と同じになるが発生ガス量が少いので湧きが酵母類の後発酵のみに起因するかどうかは検討を要する。

終りに, 本研究に関して終始御指導を戴いた東京大学教授, 理化学研究所主任研究員住木諭介先生に厚く感謝の意を表します。また, 赤外分析を担当された相沢一行氏, 実験に協力された斎藤 隆君, 試料その他に種々御援助を頂いた山印信州味噌株式会社, 株式会社油又商店, 日本味噌株式会社, 東京味噌技術協会など関係方面に感謝いたします。また研究費の一部は文部省科学試験研究費によった。

(本報告の内容に関しては昭和 33 年 5 月, 日本農芸化学会年次大会において講演発表した。)

(1) 茂木正利, 中島茂次: 醸造学誌, 20, 107, 155, 258 (1942).	der: <i>J. Bact.</i> , 70, 7 (1955).
(2) Y. Okazawa, M. Namiki, S. Yamashita, A. Matsuyama: <i>Bull. Agr. Chem. Soc. Jap.</i> , 24, 235 (1960).	(4) A. Schönberg, R. Moubasher, A. Mostafa: <i>J. C. S.</i> , 1948, 176.
(3) G. E. Stapleton, A. J. Sbarra, A. Hollander: <i>J. Bact.</i> , 70, 7 (1955).	(5) 岡沢精茂, 並木満夫, 松山 晃: 本誌, 35, 6, 533 (1961).

[農化 第 35 卷, 第 6 号, p.533~540, 1961]

味噌および醤油の γ 線照射 (その 2)*

微生物に対する照射効果

岡沢精茂, 並木満夫 (理化学研究所)

松山 晃 (東京大学農学部農芸化学教室)

昭和 35 年 11 月 5 日 受理

1. ま え が き

著者らは食品に対する放射線照射の効果に関する研究の一環として, 味噌および醤油に対する γ 線照射の効果について研究を行ってきた。そのうち前報⁽¹⁾において味噌の湧きに対する照射効果についてのべたが, 本報では味噌および醤油のなかの微生物に対する γ 線照射の効果について報告する。

味噌, 醤油では, 微生物の作用に起因するとみられるいくつかの保存上の問題がある。味噌では前報でのべたように酵母類の増殖・発酵にもとづくといわれる「湧き」の現象があり, 醤油ではカビと俗称されている表面酵母の発育阻止および醤油の湧きの防止が必要である。放射線の微生物に対する殺菌もしくは不活性化作用は, はやくから知られており, また著者らは *Z. soya*, *E. coli* はじめ種々の微生物の放射線による不活性化を研究してきたが^(2~6), これら主として純粋培養系とことなり, 味噌, 醤油という食品中でそれらの種々の食品成分にかまれて各種微生物が共存する複合系に対し, 放射線がどのような効果を示すかということは応用的見地からのみならず微生物の放射線感受性の研究上からも興味深い問題である。なお本報では照射臭の発生その他の副反応を考慮して著しい大線量照射は行わなかった。

2. 実験方法

1) γ 線照射 照射線源としては理化学研究所抗生物質研究室所属の半地下式線源水平移動方式 ^{60}Co γ 線

* Gamma Irradiation of Miso and Soy Sauce. Part II. Radiation Effects on Microorganisms.
By Yoshishige OKAZAWA and Mitsuo NAMIKI (The Institute of Physical and Chemical Research),
Akira MATSUYAMA (Department of Agricultural Chemistry, Faculty of Agriculture, University of Tokyo)

照射装置 (約 240 キュリー) を用いたが, その詳細は別報^(1,2)を参照されたい。線量率は最大 4.4×10^5 r/hr で多くの場合 $4.8 \times 10^4 \sim 9.0 \times 10^4$ r/hr で照射した。照射温度は室温で, 本報の実験では気相交換は行わなかった。試料はセロファンチューブ, またはガラス容器につめて照射した。

2) 試料 味噌は菌数測定上および微生物動態と湧きの比較をする関係上, 微生物数が多くて湧き易く, これらの実験に適当な多糖少塩型の江戸甘味噌を主として用いたが, 多塩型の信州味噌についても検討した。醤油は防黴剤無添加の生醤油および仕込後の経過日数のことなる数種の諸味を口過した液汁を試料とした。本実験に用いた試料の食塩含有量は江戸甘味噌約 6%, 信州味噌 13~14%, 醤油約 17% である。

3) 微生物の生菌数およびその動態の測定法 味噌, 醤油中の微生物測定に関しては, 好井⁽⁷⁾, 大西⁽⁸⁾, 坂口⁽⁹⁾らの報告があるが, 本報では試料中の微生物の生菌数を選択培地および選択培養法により好気性細菌, 嫌気性細菌, 酵母の 3 群に分けて測定した。味噌試料は照射後もしくは照射につづき加熱処理後, 試料を 30° の恒温器に入れ一定時間毎に約 4 g 程度とり, これを秤量して 0.85% 食塩水で正確に 10 倍量になるように味噌液をつくり, 約 3 分間はげしく振盪した。この味噌液を測定用原液とし, 0.85% 食塩水で各微生物群に適当な倍率に稀釈した後, 次のようなそれぞれの方法により各微生物群の生菌数を測定した。測定用原液には味噌の不溶部分が浮遊しているので, 測定時には充分振盪して均一な懸濁状態にし, 先端のやや太いピペットを用いてこれから必要量を採取した。また醤油試料はそのまま測定用原液として, 味噌原液と同じように処理した。以上の操作はすべて微生物学的汚染をさけながら行った。原液の稀釈倍率は各測定容器毎に $1 \times 10^2 \sim 4 \times 10^2$ 個程度の集落数が得られるよう調整した。放射線微生物学的見地から生菌判定の規準が問題であるが, 本報ではいずれもマイクロコロニー法によらず可視集落の計数によるマクロコロニー法によった。

また稀釈用食塩水および測定培地の食塩濃度については充分検討しなかったが, 醤油嫌気性細菌では食塩濃度が高いとむしろ集落数が減少するので原液を 10 倍以上稀釈した場合の値を採用した。

好気性細菌: 測定培地の組成はポリペプトン 1.0%, 粉末酵母エキス 0.4%, ブドウ糖 0.3%, 食塩 0.5%, 寒天 1.7% (pH 7.2)。測定用原液を適当に稀釈後 0.2 ml とり殺菌ペトリ皿の中央におき, その上に加熱してしかし 40~45° に保った測定培地約 6 ml を重ね, 直ちにペトリ皿全面にひろげ上層を均一に形成させる。この際寒天層の周辺が器壁に接する部分で上層が下層を確実に被ふくするように留意し, 下層が全く露出しないようにした。このようにしないと試料中の発育のきわめてはやい菌が寒天層の全表面に増殖して, 集落を認めにくくするとともに一種の拮抗現象で寒天層中の集落の形成を阻害し生菌数測定の誤差を生ずることがある。上記の条件下では各寒天層の厚さは約 1 mm 程度で, 表層からかなり空気の拡散による供給があるため比較的好気的な細菌類の集落形成をさまたげない。寒天二重層の形成後 30° に 20~36 時間培養し, 生成した集落数を拡大鏡下で計数し, 試料中の生菌数を算出これを好気性細菌数となした。

嫌気性細菌: 培地組成はポリペプトン 1.0%, 粉末酵母エキス 0.4%, ブドウ糖 1.0%, 食塩 0.5%, CaCO_3 0.2%, チオグリコール酸ナトリウム 0.1%, 寒天 1.5% (pH 7.0)。測定用原液を適当に稀釈後 1 ml をとり, 毛管法^(10,11)により測定した。毛管は 30° で 8~10 日間培養した後, 拡大鏡下で集落数を計数した。なお毛管として通常の 1 ml 用メスピペットを用いると集落計数に便である。嫌気性細菌類には食塩存在下で集落形成能が弱いものがあるので, 測定に際しては試料中の食塩濃度が高い場合は 10 倍稀釈を少くとも 1 回行い, 毛管中での最終食塩濃度が低くなるよう留意した。

酵母: 測定培地組成は粉末酵母エキス 1.0%, ポリペプトン 4.0%, ブドウ糖 4.0%, プロピオン酸ナトリウム 0.2%, 寒天 3.0% (pH 4.8)。測定操作は通常の平板法により 30°, 8~10 日間培養後に生成する集落数を計数した。この際試料に由来する糸状菌も測定されるが, 酵母の測定をさまたげない。醤油試料ではとくに液内と液面に増殖する酵母を区別して測定するため, 液面を流動パラフィン層で被ふくした場合を上記の方法で測定し液内の酵母数を求めるとともに, 綿栓殺菌した試験管中で 10 ml の試料の液面における菌体の増殖を観察した。

以上の方法では, 別の基礎実験により酵母用培地上には好気性細菌の集落形成は認められなかったが, 好気性細菌用培地上には酵母の増殖が認められたので, 好気性細菌の計数を上記のように比較的短時間後に行って酵母集落にもとずく誤差をさけるように努めた。

3. 実験結果および考察

1) 線量効果 まず味噌, 醤油中の微生物に対する放射線の致死効果と照射線量との関係, 換言すればこれ

第 1 図 江戸甘味噌の微生物の生存曲線

試料 1: A~C, 試料 2: D~F, AとD: 好気性細菌, BとE: 嫌気性細菌, CとF: 酵母
○および△: 火入処理せず, ●: 照射直後に火入 (60°, 1 時間).

第 2 図 生醤油および醤油諸味液汁中の酵母 (液内) の生存曲線

A: 生醤油, B: 仕入れ後 4 か月経過したもの.
C: 仕入れ後 2 か月経過したもの.

ら微生物の生存曲線を検討した。測定結果を第 1 および第 2 図に示す。味噌では好気性および嫌気性細菌, 酵母の 3 群に分けて 2 つの試料について測定を行なった。味噌中の微生物の生理学的状態, 分布および

microflora は試料によりまた試料内の部位によりかなり異なるので線量効果を一概にいうことは難しいが、次のような点を指摘し得る。

(1) 何れの微生物群も殺菌線量としては純粋培養系で測定された線量⁽²⁾より、かなり多くの線量が必要である。例えば磷酸緩衝液中で *Z. soya* に対し 1% 生存率を与える線量は $(1.4 \sim 1.5) \times 10^5$ r であるが、味噌酵母の場合同じ生存率を与える線量は約 6×10^5 r である。

(2) 生存曲線の型は酵母および嫌気性細菌では指数函数型かまたはこれにきわめて近い型を示し、好気性細菌ではシグモイド型の生存曲線がえられた。このことは前二者の微生物が one-hit 型、後者が multi-hit 型であることを示すものとして興味深い。

(3) 照射直後の火入処理により生存菌数は減少し照射と火入の相加的な効果は認められるが、相乗的效果は好気性細菌の場合を除き認められなかった。好気性細菌の場合第 1 図 A に示す試料は火入により生存菌の放射線感受性がむしろ小さくなっているが、これは火入により感受性の大きな栄養細胞が死滅し感受性の小さな胞子が生き残ったためと考えられる。かなり微生物数多く「湧き」の現象を示していた試料 2 では同図 D に示すように、火入処理により線量効果はわずかながら強くなっている。食塩が照射時もしくは照射後の処理において放射線殺菌効果を明瞭に増強する作用を示すこと⁽²⁻⁵⁾、および照射時にアミノ酸、蛋白質が逆に食塩の放射線殺菌協力効果を除き著しい保護作用を示すこと⁽⁶⁾など微生物の放射線感受性に大きな影響をおよぼす因子の存在する系としての味噌を考えた場合、このような放射線の over-all の線量効果は興味深い。

多塩型の信州味噌では、照射による湧き抑制効果が明瞭にみられたが⁽¹⁾、一般に菌数が少く、かつ糸状菌の混在により測定が困難で明瞭な結果が得られなかった。測定結果の一部を第 1 表に示す。

醤油液内の酵母の示す生存曲線は味噌の場合とことなり明瞭にシグモイド型で、純粋培養系における通常の生活酵母の示す型⁽²⁾と同じであった。また線量効果は、緩衝液中における *Z. soya*, *S. cerevisiae* などの純粋培養された酵母に対するものにはほぼ等しい。好気性および嫌気性細菌に対しては、酵母の場合よりも致死効果が弱く、 9.6×10^4 r で酵母の生存菌が 10~20 分の 1 程度に減少するのに好気性および嫌気性細菌では約 2 分の 1 程度になるにすぎない。これは第 10 図に示すように火入効果が細菌類では比較的小さいことから、これら細菌類が放射線感受性の小さな胞子状態にあるためと考えられる。

醤油では放射線の致死効果を増強する作用をもつ食塩の濃度がきわめて高いことを考慮すれば、このような線

第 1 表 信州味噌に対する照射効果

No.	線量 ($\times 10^{-4}$ r)	照射直後の 火入処理 (60°, 30分)	生存菌数 (/ml)			
			実験 1		実験 2	
			好気性細菌	酵母	糸状菌	酵母
A. 信州天然味噌 (仕入期間 1 か年)						
1	0	—	4000000	14200	1200	10800
2	0	+	3180000	150	*	200
3	25	—	450000	850	50	250
4	25	+	348000	*	*	*
5	100	—	13500	*	*	*
6	100	+	14000	*	*	*
B. 信州速醸味噌 (仕入期間 3 か月)						
7	0	—	70000	200	175	1050
8	0	+	65000	*	*	50
9	25	—	9000	*	50	*
10	25	+	9000	*	*	*
11	100	—	1000	*	*	*
12	100	+	500	*	*	*

* 50/ml 以下

量効果は比較的弱いものとみななければならないが、上にのべたようにかなりの保護効果を示す他の醤油成分、例えばアミノ酸、ペプチド、蛋白質の共存の結果として今後の研究上示唆に富む問題といえよう。

2) 照射後における微生物動態 次に照射されたのち味噌、醤油中で微生物がどのような消長を示すかを検討した。これらの実験はとくに夏季における保存上の問題を考慮して照射後 30° に試料をおいて行った。照射だけの場合を第 3~5 図および第 7~9 図、照射直後に火入 (味噌では 60°, 1 時間、醤油では 60°, 15 分) を行った後の微生物動態としては、好気性および嫌気性細菌と酵母との間に差が認められ 2 つの型がみられることが注目される。すなわち好気性および嫌気性細菌では照射により減少した生菌数は照後の増加がきわめて緩慢であるのに対し、酵母の生菌数は照射後かなりすみやかに非照射区においつく。この点は湧きガス発生量と比較検討した場合、湧きの原因の究明に興味深い事実である。また放射線の殺菌作用に対する加熱の協力効果が知られているので⁽¹²⁾、照射直後に火入を行って前と同様微生物動態をしらべた。その結果(第 6 図)では火入を行わない上記の場合と同じく 2 つの型が認められる。ただ火入処理を併用した場合には照射線量の増加にともないわずかながら酵母の増殖速度は増大し、一方では嫌気性および好気性細菌の

第 3 図 江戸甘味噌中の微生物動態 (実験 1)

培養温度 30°, 照射後に火入処理をしない場合
線量 A: 0 r (対照), B: 5×10^5 r, C: 1×10^6 r

第 4 図 江戸甘味噌中の微生物動態 (実験 2)

培養温度 30°, 照射後に火入処理をしない場合
線量 A: 0 r (対照), B: 5×10^5 r, C: 1×10^6 r

性および好気性細菌の

第 5 図 江戸甘味噌中の微生物動態 (実験 3)

培養温度 30°, 照射後に火入処理をしない場合
線量 A: 0 r (対照), B: 6.6×10^6 r

第 6 図 江戸甘味噌中の微生物動態

培養温度 30°, 照射直後に火入処理をした場合
線量 AとB: 非照射, C: 5×10^6 r,
D: 1×10^6 r, E: 1.5×10^6 r

火入処理: B~Eでは 60°, 1 時間行い, Aは火入しなかった。

生菌は照射後やや減少する傾向にあり, これらの増殖は酵母に比べ一層おくれる。

このように照射後における微生物の動態はその種類により異なるので, 味噌中の microflora は照射によりかなり変動する。照射後の微生物動態が 2 つの型にわかれる原因としては, 少なくともその 1 部は食塩存在下における細胞分裂能という意味でのこれら微生物の耐塩性に差があるためと考えられる。実際第 3~5 図の各非照射の対照区の曲線 A に認められるように, 酵母の増殖は江戸味噌の中でも比較的顕著であるが, 嫌気性好気性ともに細菌ではこれらの増殖はゆるやかである。このような耐塩性の差異が被照射の味噌中で増殖度の差に関与しているものと考えられる。菌数測定に用いた通常の低食塩濃度の前記培地では好気性, 嫌気性いずれの細菌もその集落形成速度は酵母よりもはやく正常であることもこのような見解を支持しているといえよう。また *E. coli* では照射後の温度により細胞の放射線損傷の回復過程が影響され, 生存率がかなり変動する事実が報告⁽¹³⁾されているので, 味噌試料をそのまま照射し, つづいて 24 時間種々の温度においたのち生存菌数を 30° で測定すると, 第 2 表に示すように好気性細菌は照

第 2 表 江戸甘味噌中の好気性細菌の生存菌数におよぼす照射後の温度の影響

No.	照射直後の 処理温度*	対 照 区 (非照射)	照 射 区 (8.8×10^5 r)
1	4°C	3.1×10^7 /ml	1.7×10^4 /ml
2	9	2.4	2.1
3	16	3.3	1.9
4	24	3.1	1.9
5	30	3.5	1.9
6	37	3.5	2.1

* 試料を室温で照射後直ちに味噌液とし, これを適当に希釈して菌数測定用寒天培地にぬり, 24 時間上記の温度においてから, いずれも 30° に培養し, 20~36 時間後に集落数を計数した。

第 7 図 生醤油および醤油諸味液汁中の微生物動態 [その 1 酵母(液内)]

培養温度 30°, 照射後に火入処理をしない場合

試料 I : 生醤油, II : 仕込後 4 か月の諸味液汁, III : 仕込後 2 か月の諸味液汁

VI : 仕込後 1 か月の諸味液汁

線量 A : 0 r, B : 6.4×10^4 r, C : 1.1×10^5 r, D : 9.6×10^4 r

第 8 図 醤油諸味液汁中の微生物動態 [その 2 嫌気性細菌]

培養温度 30°, 照射後に火入処理をしない場合

試料 I : 仕込後 9 か月 II : 仕込後 3 か月

III : 仕込後 1 か月

A : 非照射, B : 照射 (9.6×10^4 r)

第 9 図 醤油諸味液汁中の微生物動態 [その 3 好気性細菌]

培養温度 30°, 照射後に火入処理をしない場合

試料 I : 仕込後 9 か月 II : 仕込後 7 か月

III : 仕込後 5 か月 IV : 仕込後 3 か月

V : 仕込後 1 か月

A : 非照射, B : 照射 (9.6×10^4 r)

照射直後に 30° においてたためとくに生存率が小さくなるという事実は認められなかった。したがって照射後の温度に対する感受性の差により上記微生物動態の差が結果したとは考えられない。

酵母の増殖率が照射により増大する傾向があることは、純粋培養系でも細菌、酵母について認められているので^(14,15), このような現象の機作は将来放射線微生物学的に解明すべき問題であろう。

次に醤油試料中での微生物動態についてのべる。液内微生物に対する照射効果は第 7~9 図, 照射直後に火入処理を行った場合を第 10 図に示す。これらの結果は味噌についての実験結果と同じ傾向で, 照射後の微生物動態として前述のような 2 つの型が認められる。但し酵母は火入にきわめてよわく, 照射後火入した場合には増殖曲線を測定し得なかった。一般にいずれの微生物群の曲線にも初期に生菌数の減少がみられるが, 諸味の仕込期間の経過につれてこの傾向が著しくなる。この傾向は

第 7 図の各 A の曲線によく認められる。このような傾向から醤油醸造過程にこれら微生物の発育阻害剤が生産される可能性が考えられ、さらに第 10 図の火入した場合の嫌気性および好気性細菌の発育曲線からみると 60°, 15 分間の加熱によってもさらに増殖の阻害因子はその作用を強められるようである*。このような非照射の対照区の傾向を考慮した場合でも、嫌気性ならびに好気性細菌では味噌の場合と同様に照射後の火入により培養初期にやや生菌数が減少するとみることができる (第 10 図)。酵母では

第 10 図 生醤油および醤油諸味液汁中の微生物動態

培養温度 30°, 照射直後に火入処理 (60°, 15 分) をした場合
試料 I : 生醤油, II : 仕込後 4 か月の諸味液汁, III : 仕込後 2 か月の諸味液汁
線量 A : 0 r (火入せず), B : 0.1 r (火入), C : 1.1×10^5 r (火入)

第 3 表 醤油液面の微生物増殖に対する照射効果

試料	線量 (r)	照射後の経過時間 (日)								試料	線量 (r)	照射後の経過時間 (日)							
		4	6	7	8	10	12	13	19			4	6	7	8	10	12	13	19
No. 1	0 (対照)	—	+	++	+++	+++				No. 4	0	—	+	++	+++	+++			
	4.5×10^3	—	±	+	+	+++					4.5×10^3	—	+	++	+++	+++			
	9.0×10^3	—	—	+	+	+++					9.0×10^3	—	+	++	+++	+++			
	2.9×10^4	—	—	—	±	+					2.9×10^4	—	±	+	+++	+++			
	6.0×10^4	—	—	—	—	—	—	—	+++		6.0×10^4	—	—	+	++	+++			
	1.2×10^5	—	—	—	—	—	—	—	+++		1.2×10^5	—	—	—	+	++	+++		
No. 2	0 (対照)	—	—	±	±	++	+++			No. 5	0	—	++	+++	+++	+++			
	4.5×10^3	—	—	—	—	—	+++				4.5×10^3	—	++	+++	+++	+++			
	9.0×10^3	—	—	—	—	—	+++				9.0×10^3	—	++	+++	+++	+++			
	2.9×10^4	—	—	—	—	—	+++				2.9×10^4	—	++	+++	+++	+++			
	6.0×10^4	—	—	—	—	—	++	+++			6.0×10^4	—	±	++	+++	+++			
	1.2×10^5	—	—	—	—	—	±	+	+++		1.2×10^5	—	—	±	++	+++			
No. 3	0	—	±	++	++	+++	+++			No. 6	0	—	—	±	±	+++			
	4.5×10^3	—	±	++	++	+++	+++				4.5×10^3	—	—	±	±	+++			
	9.0×10^3	—	—	+	++	+++	+++				9.0×10^3	—	—	±	±	+++			
	2.9×10^4	—	—	±	+	+++	+++				2.9×10^4	—	—	±	±	+++			
	6.0×10^4	—	—	±	±	+++	+++				6.0×10^4	—	—	±	±	+++			
	1.2×10^5	—	—	—	—	+	±	+++	+++		1.2×10^5	—	—	±	±	+++			

備考 1) 照射後の温度 30°

2) + の数は液面における菌体増殖度を示す。+++ は全液面が菌体でふさがった状態。

3) 照射せず、火入処理 (60°, 15 分) したものは、19 日後もすべて—であった。

4) 試料 No. 1, 2: 生醤油, No. 3, 4: 仕込後 4 か月の醤油諸味液汁, No. 5, 6: 仕込後 2 か月の醤油諸味液汁。

* このような醸造醤油中の微生物の消長の原因としては、醸造過程にともなう微生物自体の生理学的性質の変化とも考えられるが、醸造醤油が防黴成分を含みことに火入したものが非常にかびにくいことが知られているので⁽¹⁶⁾、上記のように発育阻害因子の生成が主要要因であるとみるのが妥当のようであるが、本報ではこの点充分の検討を行わなかった。

照射されたものは培養初期の曲線の降下を示さずすみやかに増殖し, 増殖率も味噌の場合と同様照射によりいくらか増大する (第 7 図)。

醤油液面における酵母の増殖は, 第 3 表に示すように線量の増加とともに抑制されるが, 火入処理に比べると照射効果ははるかに小さい。その完全発育阻止には数十万 r 程度の線量が必要であるが, この線量では副反応が著しく, 照射臭の発生, 醤油香気の喪失など品質の悪変が明瞭に認められた。

4. 要 約

(1) 味噌, 醤油中の微生物に対する放射線照射の効果を酵母, 嫌気性細菌, 好気性細菌の 3 群に分け, また醤油微生物については液内と液面の増殖にわけて検討した。

(2) 線量効果は味噌, 醤油いずれも放射線殺菌効果を増強する食塩をかなり含有するにもかかわらず比較的弱く, 1% 生存率を与える線量は江戸甘味噌で $5 \times 10^5 \sim 1 \times 10^6$ r, 醤油酵母 (液内) で 1.2×10^5 r 程度であった。

(3) 味噌, 醤油ともに照射後の微生物動態には 2 つの型が認められたが, これには耐塩性の差異が関聯していると考えられる。

(4) 照射の醤油液面酵母の増殖抑制効果は, 副反応を考慮した場合火入処理よりも小さかった。

終りに御指導を頂いた東大農学部住木諭介教授に深く感謝の意を表する。また種々御教示御配慮を頂いた理化定研究所飯田茂次主任研究員ならびに実験に協力された津田吉久, 大江汎子, 吉田真紀子, 高田君江の諸氏に厚く御礼申し上げる。試料の提供その他本研究に種々御協力頂いた山印信州味噌株式会社, 油又商店, 鮎子醤油株式会社, 野田醤油株式会社, 日本醸造工業株式会社, 日本味噌株式会社に厚く謝意を表する。本研究の一部は文部省科学試験研究費によって行われた。

(本報告の一部は昭和 33 年 5 月, 日本農芸化学会年会において講演発表した。)

(1) 並木満夫, 岡沢精茂, 松山 晃: 本誌, 35, 533 (1961).	(9) K. Sakaguchi: <i>Bull. Agr. Chem. Soc. Japan</i> , 22, 345 (1958); 23, 22, 438, 443 (1959).
(2) Y. Okazawa, M. Namiki, S. Yamashita, A. Matsuyama: <i>Bull. Agr. Chem. Soc. Japan</i> , 24, 235 (1960).	(10) T. Yanagita: <i>J. Bacteriol.</i> , 71, 381 (1956).
(3) Y. Okazawa, M. Namiki, A. Matsuyama: <i>ibid.</i> , 24, 435 (1960).	(11) 松山 晃: 本誌, 27, 7 (1953); 28, 418, 422 (1954).
(4) A. Matsuyama, Y. Okazawa, M. Namiki, Y. Sumiki: <i>Japan Radiation Research Society</i> , 1, 98 (1960).	(12) B. Kan, S. A. Goldblith, B. E. Proctor: <i>Food Res.</i> , 22, 509 (1957).
(5) M. Namiki, Y. Okazawa, A. Matsuyama: <i>Bull. Agr. Chem. Soc. Japan</i> , 25, 108 (1961).	(13) G. E. Stapleton: <i>J. Bacteriol.</i> , 70, 357 (1955); <i>Bacteriol. Rev.</i> , 19, 26 (1955).
(6) <i>Idem</i> : <i>ibid.</i> , 25, 115 (1961).	(14) T. Alper: <i>Adv. in Radiobiology</i> , p. 90 (1957).
(7) 好井久雄: 味噌技術 No. 9, 1; No. 10, 1 (1954).	(15) K. C. Brace: <i>Proc. Soc. Exp. Biol. Med.</i> , 74, 751 (1950).
(8) 大西 博: 本誌, 28, 134 (1954).	(16) 横塚 保: 本誌, 25, 446 (1952); 28, 114 (1954).