

(18)

6. 味噌，醤油の γ 線殺菌について

東京大学農学部農芸化学教室 ○松 山 晃

科学研究所 並 木 満 夫，岡 沢 精 茂 ※ (20分)

目 的

最近原子力工業の発展により放射線の大線量照射が比較的容易に可能となるにしたがい，温度変化を殆んど伴わない放射線殺菌は新しい食品の処理方法として注目されてきた。海外では第2次大戦後かなり活潑な研究が展開されているが，我国では漸くここ数年来この分野の研究が開始されたに過ぎない状況である。従来の主として海外での研究の結果，完全殺菌線量(10^6 r 程度)の照射により off-flavor 或いは off-odor とよばれる好ましくない風味の変化を生ずることが各種の食品で明かにされたが，実用的見地から風味の悪変防止策の確立の外，貯蔵中の食品の劣化に關与する酵素を如何にして不活性化するか，又照射による色の変化，組織の軟化，栄養素の変化の防止，被照射食品の完全無毒の証明等の問題に多くの努力が払われてきた。

我々は昨年来文部省科研費の交付にもとづき「放射線照射による食品保存に関する研究」(代表者科研住木諭介主任研究員)及び「醸造物の放射線照射による保存と熟成」(代表者科研飯田茂次主任研究員)に關する2つの研究班に属し，先ず味噌，醤油等我国乃至東洋特有の食品に対する照射の影響とその問題点の所在を明らかにすると共に，放射線照射の実用化をめざし基礎的に被照射微生物の生化学的研究，照射による食品の成分変化とその防止についての化学的究明に努めている次第である。ここでは我々がさきに報告した味噌への γ 線照射の影響¹⁾とその後味噌についで得られたの若干補足的結果と，未だ予報的段階であるが醤油についての知見を概括的に述べ，食品の放射線照射に關する研究の将来について考えてみたい。

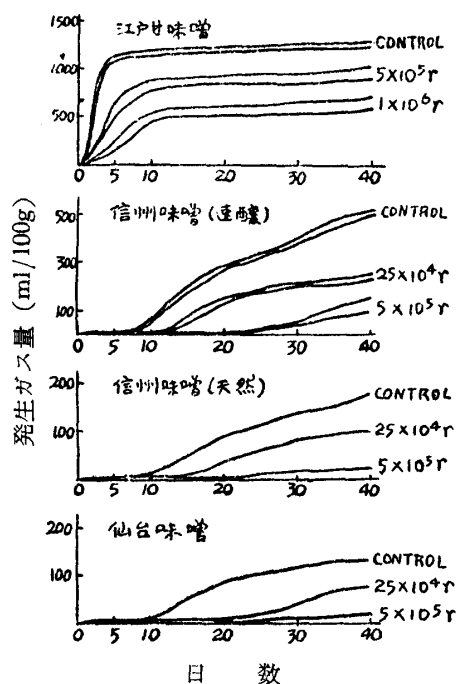
方 法

γ 線源としては科研抗生物質研所属の半地下式水平移動方式⁹⁰Co(コイン型，はじめ100c，後に270cに増強された)照射装置を用いた。使用した最大線量率 50×10^4 r/hr. 味噌試料としては江戸甘味噌，信州味噌，仙台味噌をえらび，醤油は仕込後の経過日数の異なる数種の諸味を濾過したものを試料とした。味噌の湧きは従来のように肉眼的觀察のみでなくこれを定量化する

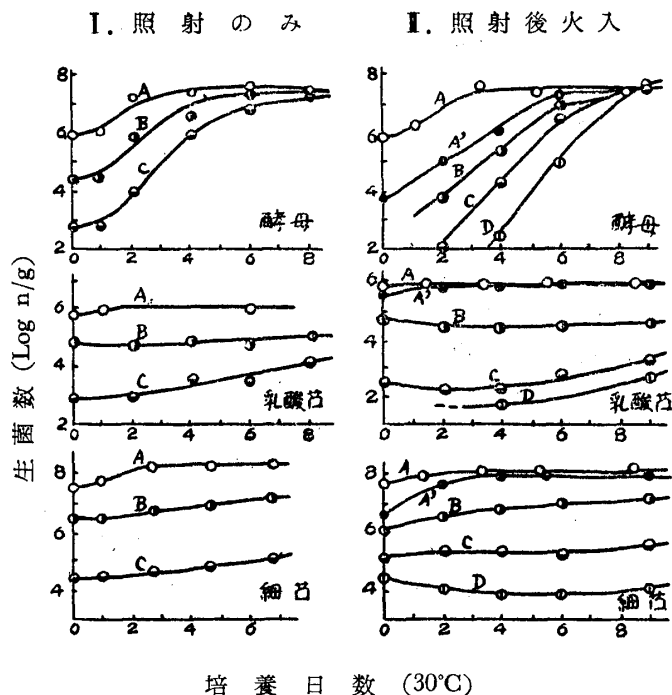
ためガスメーターにより約30°に保たれた試料より発生するガスの容積を経時的に測定した。微生物の消長は照射試料を30°におき，選択培地及び選択培養法により一般細菌，乳酸菌，酵母²⁾に分けて測定したが，一般細菌は極めて薄い重層法，乳酸菌は毛管法^{3, 4)}によつた。味噌の色は表面色と内部色とに分け，それぞれ分光反射率曲線を測定しICI法によりY値%⁵⁾を算出，醤油は適当に稀釈後分光透過率曲線を測定し同様にY値%を比較した。味噌の照射は試料をセロファンチューブ又はガラス管につめて主として室温で照射，醤油はガラス容器に満して照射，何れも気相置換は行わなかつた。

結 果

味噌の湧きに及ぼす照射の効果(第1図)としては，多糖少塩型の江戸味噌では湧きの抑制が不充分であるが，少糖多塩型の信州系，仙台系の味噌では照射が湧きをかなりおそくし，且つガス発生量を減少させる効果が認められる。微生物動態(第3図)には2つの型が認められる点が注目され，一般細菌及び乳酸菌では



第1図 味噌の湧き



第2図 味噌中の微生物

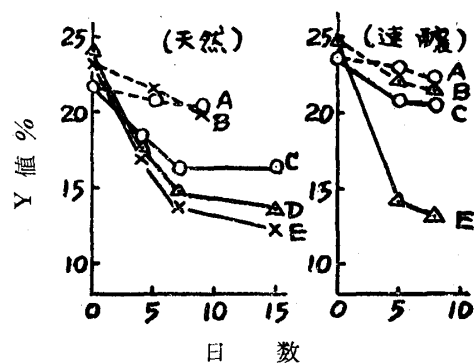
照射線量 ($\times 10^5 r$): A & A' 0; B, 5; C, 10; D, 15

但し A は火入せず, A' は火入

照射により減少した生菌数が殆んど増加しないのに対し、酵母では照射後 30° の保存中急速に対照区に追いつく、照射後火入 (60° 1時間) を行うとさらにこの傾向は顕著である。江戸味噌の照射区の湧きは初期は直線的で、ある時期より急激なガス発生を示すがこの直線的なガス発生は照射により増殖能は失うが呼吸能は失っていない細胞が酵母 population の大部分を占めるためと解釈される。微生物動態と併せ考えると照射区で細菌が増殖しないにもかかわらず湧きがみられること及び酵母数が略々 $10^8/g$ 程度に達すると急激なガス発生がみられることから従来の知見⁹⁾ のように湧きは細菌ではなく酵母の作用にもとづくことが推定される。

色は淡色系の信州味噌について測定したが、照射直後は表面色、内部色共に非照射のものより明るくなるが、30°におくと時日の経過につれとくに表面色は対照より着色が着しく進行し、空気との接触が問題のようである (第3図)。

味噌の香味に対する照射の影響は、官能検査によると室温 (約22°)、及び冷却下 (1°C) で照射した場合何れも $10^5 r$ 以上では香味が変化する。一般に照射により味噌特有の芳香が感ぜられなくなると共に不快な照射臭が発生し味がいくらかうすくなる感じである。照射臭は味噌の種類によりかなり異なり、且つ表面と内



第3図 信州味噌の色

内部色: A, 対照; B, $2 \times 10^6 r$ 表面色: C, 対照; D, $1.5 \times 10^6 r$; E, $2 \times 10^6 r$

部で異なるようで色の変化と関連して研究を要する点であると考えている。

醤油中の微生物動態に及ぼす照射の影響は、試料の採時時期により多少異なるが一般に味噌の場合と同じ傾向で、照射に引続き弱い火入 (60°, 15分) を行うと味噌でもみられたように酵母の増殖は変わらないが一般細菌、乳酸菌は照射後次第に死滅する傾向がある。又表面酵母の増殖は数万 r 程度の線量で阻害されるが10-14日後 (30°) にはすでにその発生がみられ (対照区では6-7日後)、60° 15分の火入れよりその防黴効果は弱い。色は照射により一般にY値%が増大するが、 $4.5 \times 10^5 r$ の照射によつても最大透過率を示す波長 (750m μ 附近) は移動しない。香味の変化は味噌の場合よりはるかに低い $10^3 r$ 程度の線量で感ぜられ、 $8 \times 10^4 r$ ではかなりの悪変が認められる。しかし $(2-3) \times 10^4 r$ 以下の低線量域では必ずしも悪変とは認められず且つ照射後の時間の経過と共に照射の影響が変るように思われるので、目下各種の試料につき検討中である。

考 察

味噌、醤油に対する γ 線照射の結果、不完全殺菌線量ですでに香味とくに香気乃至風味の悪変、照射臭の発生が明かにされた。従つて殆んど温度上昇を伴わない利点を有する放射線殺菌を実用にするためには、このような好ましくない副反応を起させずに完全殺菌乃至それに近い殺菌を実現する処理条件を確立する必要がある。我々はこの問題に対し殺菌効果の向上と香味の変化等好ましくない所謂 Side reaction の防止の2つの方向に沿つて研究を行つている。殺菌効果の向上については基礎的に被照射微生物の放射線損傷につ

(20)

いての生化学的研究が極めて重要な意義をもっているが、さらに照射に協力的に作用する条件の検索も必要と思う。後者の1例としては、NaCl 及び KCl が加熱処理の際にはみられない放射線殺菌への特異的な協力効果をもつことが確認されており、さらに将来において毒性のない強力な放射線殺菌の協力剤が出現することが期待される。このような薬剤のみならず照射前後の処理を検討して微生物の放射線感受性を制御することも検討すべきで、この様な考えは放射線に対する保護物質の研究とも密接な関連を有する。他方香味の変化防止は多分に放射線化学の問題を含み、最近 Free radical acceptor の添加⁸⁾、牛乳等における照射中の減圧溜去⁹⁾等の対策が提案されある程度の成功を収めている。尚照射による化学的变化に関連して食品の照射処理に際しては殺菌のみならず低線量域における熟成効果¹⁰⁾乃至新たな香味の生成にも関心を払う必要があると思う。

おわりに住木諭介教授、飯田茂次主任研究員に深く感謝し、種々御援助を頂いている山印信州味噌KK、東京味噌組合、日本味噌KK、銚子醤油KK、野田醤油KKに謝意を表する。

文 献

- 1) 並木, 岡沢, 松山, 住木: 農化大会講演 (1958).
- 2) 好井, 中野: 醸工, **34**, 348 (1956).
- 3) YANAGITA, T.: J. Bact. **71**, 381 (1956).
- 4) 松山: 農化, **27**, 7 (1953); **28**, 418, 422 (1954).
- 5) 海老根: 農産加工技研誌, **1**, 30 (1954).
- 6) 茂木中島: 醸造雑, **20**, 107, 258 (1942).
- 7) 岡沢, 並木, 松山: 未発表.
- 8) PROCTOR, B.E., et al.: Food. Tech. **6**, 237 (1952).
- 9) WERTHEIM J.H., et al.: J. Agr. and Food Chem. **5**, 944 (1957).
- 10) 岡沢, 飯田: 合成清酒組合技術部会講演 (1958).