JAERI-M
9256

放射線処理による清酒清澄剤のおり下げ促進効果

1981年1月

久米　民和・八木　国光[*1]・上野　博資[*2]
青木　章平[*3]・佐藤　友太郎[*4]

日本原子力研究所
Japan Atomic Energy Research Institute

この報告書は，日本原子力研究所がJAERI-Mレポートとして，不定期に刊行している研究報告書です．入手，複製などのお問合わせは，日本原子力研究所技術情報部（茨城県那珂郡東海村）あて，お申しこしください．

JAERI-M reports, issued irregularly, describe the results of research works carried out in JAERI. Inquiries about the availability of reports and their reproduction should be addressed to Division of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, Japan.

JAERI－M 9256

放射線処理による清酒清澄剤のおり下げ促進効果

日本原子力研究所高崎研究所食品照射開発試験室
久米　民和・八木　国光[*1]・上野　博資[*2]
青木　章平[*3]・佐藤　友太郎[*4]

（1980年12月5日受理）

各種高分子物質に放射線を照射し，清酒に対するおり下げ効果を検討した。ペクチン，ゼラチン，トラガントガム，セルロース，カラゲーナン，グルテン，アルギン酸ソーダのいずれの場合にも，照射によるおり下げ促進効果が認められ，とくにグルテン抽出タンパクおよびアルギン酸ソーダで良好な結果を得た。最適照射線量は50Mradであったが，10 Mradの照射で十分な促進効果が認められた。また，照射アルギン酸ソーダの場合には，常法とされている柿渋の併用がなくても十分なおり下げ効果が得られた。照射によりグルテン中のグルテニン区分が減少し，比較的低分子のグリアジン－アルブミン区分が増大したことから，グルテン分子は照射により低分子化していることが認められた。したがって，これらおり下げ剤が照射により低分子化し，清酒に対して溶解あるいは分散しやすくなることがおり下げ促進効果の一因であると推定した。

＊1　放射線照射振興協会
＊2　醸造研究家
＊3　現在，東海物産
＊4　現在，農林水産省食品総合研究所

JAERI-M 9256

Effect of Irradiation on Precipitating Agents for Protein Turbidity in *Saké*

Tamikazu KUME, Kunimitsu YAGI[*1], Hiroshi UENO[*2], Shohei AOKI[*3] and Tomotaro SATO[*4]

Food Irradiarion Development Laboratory,
Takasaki Radiation Chemistry Research Establishment, JAERI

(Received December 5, 1980)

Fresh rice wine named as *saké* is generally heated at 50 to 60°C to kill microorganisms and to inactivate enzymes. This process produces protein turbidity due to denaturation of enzyme proteins. The turbidity is removed by a precipitation method with persimmon tannin and high molecular weight materials. However, this procedure requires much time in some *saké*.

In this paper, we report the effect of irradiation on many precipitating agents. Protein turbidity in *saké* was rapidly precipitated by irradiated pectin, gelatin, traganth gum, cellulose, carrageenan, gluten and sodium alginate with persimmon tannin. In particular, irradiated sodium alginate could effectively precipitate the protein turbidity without persimmon tannin. The optimum dose for acceleration of the precipitation was 50 Mrad, and 10 Mrad irradiated precipitants also gave good results. The degradation of gluten by irradiation was observed by Sephadex G-200 column chromatography indicating that the increase in solubility of precipitants by degradation would contribute to the stimulation of precipitation of turbid materials.

Keywords: Gamma-irradiation, Stimulation of Precipitation, Gluten, Sodium Alginate, Degradation, Precipitating Agent

---

*1 Irradiation Development Association

*2 Brewing Researcher

*3 Tokai Bussan

*4 National Food Research Institute, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

目　　次

1. 緒言 …… 1
2. 実験方法 …… 1
2.1 試料 …… 1
2.2 照射条件 …… 1
2.3 おり下げ試験 …… 1
2.4 Sephadex G-200 カラムクロマトグラフィー …… 2
3. 実験結果 …… 2
3.1 各種おり下げ剤に対する照射効果 …… 2
3.2 グルテンに対する照射効果 …… 2
3.3 アルギン酸ソーダによるおり下げ試験 …… 3
4. 考察 …… 4
5. まとめ …… 5
謝辞 …… 6
引用文献 …… 6

Contents

1. Introduction 1
2. Materials and Methods 1
2.1 Materials 1
2.2 Irradiation 1
2.3 Precipitation test 1
2.4 Sephadex G-200 column chromatography 2
3. Results 2
3.1 Effect of irradiation on various precipitating agents ... 2
3.2 Effect of irradiation on gluten 2
3.3 Stimulation of precipitation by irradiated sodium alginate 3
4. Discussion 4
5. Conclusion 5
Acknowledgment 6
References 6

1. 緒　　言

清酒の品質は味や香りのほかに，濁りや色が問題となる。清酒の火入れ工程後に生ずる混濁，いわゆる「白ぼけ」は米麹の糖化アミラーゼが混濁の主体であると考えられている。生じたタンパク混濁を清澄化する操作をおり下げと称し，おり下げ方法としては物理的清澄法と酵素的清澄法が用いられている。[1] 酵素的清澄法は混濁物質であるタンパク質をプロテアーゼで分解除去する方法であるが，反応に長時間（5日以上）かかるのが欠点とされている。物理的清澄法は柿渋ーゼラチンのように柿渋とタンパク質の結合凝固沈殿を利用し，これらが清酒中で凝固する際に，混濁物質の微粒子を包含凝集して沈殿することにより清澄する方法である。おり下げ剤としては，ゼラチンの他に小麦粉，卵白，アルギン酸ソーダ，カラゲーナンなどが用いられており，また市販の各種清澄剤も用いられている。しかし，これらのおり下げ剤には水に溶解しなければならないものや分散力の弱いもの等の問題点がある。また，多数の酒類中には稀に極めており下げ効果が遅く清澄に日数を要するものもある。そこで，各種高分子物質に放射線を照射し，おり下げ効果を改良できるかどうか検討した。

2. 実　験　方　法

2.1 試料

市販の各種高分子物質であるゼラチン，トラガントガム，セルロース，カラゲーナン，ペクチン，グルテンおよびアルギン酸ソーダをおり下げ剤として使用した。また，グルテンから70％エタノールを用いて抽出した区分をグルテン抽出タンパクとして使用した。柿渋は清酒おり下げ用として市販されているものを用いた。

2.2 照射条件

各粉末試料をポリエチレン袋に空気中で密封し，所定の線量を室温で照射した。線源としては高崎研・食品Co棟の ^{60}Co板状線源（約 50,000 Ci）を用い，線量率 1×10^{6} rad／hr の位置で照射した。

2.3 おり下げ試験

市販の清澄剤ではおり下げ効果の悪い清酒を選び，次のようにしており下げ試験を行った。すなわち，(1)清酒 96 mℓ に対し 1％柿渋溶液 4 mℓ を添加し，100mℓ メスシリンダー中で撹拌後30分間放置する。(2)各おり下げ剤 0.01 g を清酒 5mℓ に加えよく分散させ，上記柿渋添加の清酒

1. 緒　　言

清酒の品質は味や香りのほかに，濁りや色が問題となる。清酒の火入れ工程後に生ずる混濁，いわゆる「白ばけ」は米麹の糖化アミラーゼが混濁の主体であると考えられている。生じたタンパク混濁を清澄化する操作をおり下げと称し，おり下げ方法としては物理的清澄法と酵素的清澄法が用いられている。[1)] 酵素的清澄法は混濁物質であるタンパク質をプロテアーゼで分解除去する方法であるが，反応に長時間（5日以上）かかるのが欠点とされている。物理的清澄法は柿渋ーゼラチンのように柿渋とタンパク質の結合凝固沈殿を利用し，これらが清酒中で凝固する際に，混濁物質の微粒子を包含凝集して沈殿することにより清澄する方法である。おり下げ剤としては，ゼラチンの他に小麦粉，卵白，アルギン酸ソーダ，カラゲーナンなどが用いられており，また市販の各種清澄剤も用いられている。しかし，これらのおり下げ剤には水に溶解しなければならないものや分散力の弱いもの等の問題点がある。また，多数の酒類中には稀に極めており下げ効果が遅く清澄に日数を要するものもある。そこで，各種高分子物質に放射線を照射し，おり下げ効果を改良できるかどうか検討した。

2. 実　験　方　法

2.1 試料

市販の各種高分子物質であるゼラチン，トラガントガム，セルロース，カラゲーナン，ペクチン，グルテンおよびアルギン酸ソーダをおり下げ剤として使用した。また，グルテンから70％エタノールを用いて抽出した区分をグルテン抽出タンパクとして使用した。柿渋は清酒おり下げ用として市販されているものを用いた。

2.2 照射条件

各粉末試料をポリエチレン袋に空気中で密封し，所定の線量を室温で照射した。線源としては高崎研・食品Co棟の ^{60}Co板状線源（約 50,000 Ci）を用い，線量率 1×10^{6} rad／hr の位置で照射した。

2.3 おり下げ試験

市販の清澄剤ではおり下げ効果の悪い清酒を選び，次のようにしており下げ試験を行った。すなわち，(1)清酒 96 mℓ に対し 1 ％柿渋溶液 4 mℓ を添加し，100mℓ メスシリンダー中で撹拌後30分間放置する。(2)各おり下げ剤 0.01 g を清酒 5mℓ に加えよく分散させ，上記柿渋添加の清酒

に加えて撹拌後静置する。経時的におりの凝集，沈下の状態を肉眼的に観察し，おり下げ完了後430 nmにおける透過度およびメスシリンダー底部のおりの量を測定して，おり下げ効果の判定を行った。

2.4 Sephadex G−200 カラムクロマトグラフィー

グルテン2gをAUC溶媒[2)]（0.1M酢酸 −3M尿素−0.01M cethyltrimethyl ammonium bromide）500mℓに懸濁し，スターラーで1時間撹拌した後11,000 rpm（14,000g max.）で30分間遠心分離した上澄液を試料として用いた。この試料2mℓを1.6×80 cmのSephadex G−200カラムに吸着させ，上記AUC溶媒を用いて溶出した。溶出液各3.7mℓをフラクションコレクターを用いて集め，280 nmにおける吸光度を測定した。

3. 実験結果

3.1 各種おり下げ剤に対する照射効果

非照射および10 Mrad，50 Mrad照射したペクチンを用いており下げ試験を行った結果を第1表に示した。対照として市販の清澄剤3種を用いた結果も同時に示した。非照射のペクチンでは48時間後でも完全には清澄とならなかったのに対し，10 Mrad，50 Mrad照射ペクチンの場合には30時間後に清澄となった。一方，市販清澄剤の場合には，AおよびBは清澄まで48時間要したのに対し，Cでは30時間で清澄となった。この結果，ペクチンに10 Mradあるいは50 Mradの照射を行うと非照射に比べており下げ効果を促進することができ，最も効果の良かった市販清澄剤Cと同様に30時間で清澄できた。しかし，市販清澄剤Cでは1時間半後におりの凝集が始まったが，照射ペクチンではこれより凝集開始はやや遅かった。おり下げ試験終了後のおりの量および透過度を比較してみると，照射ペクチンはおりの量が少なく透過度も高いという良好な結果を得た。市販清澄剤のAおよびBは比較的おりの量が少なかったが，Cは10 mℓと多くおりの沈降・凝集が悪いと考えられた。

同じ清酒を用いて，ゼラチン，トラガントガム，セルロース，カラゲーナンによるおり下げ試験を行った結果を第2表に示した。ゼラチン，トラガントガムともに非照射では48時間後でも完全清澄とはならなかった。10 Mradおよび50 Mrad照射したゼラチンでは30時間後に清澄し，50 Mrad照射トラガントガムでは24時間後に清澄となった。このようにゼラチンおよびトラガントガムでも照射によるおり下げ促進効果が観察された。この他，50 Mrad照射したセルロースおよびカラゲーナンを用いたおり下げ試験の結果，清澄までに要する時間はセルロースで20時間，カラゲーナンでは30時間であった。したがって，第1表および第2表に示したおり下げ剤の中では50 Mrad照射したセルロースが最も効果が良く，市販の清澄剤より良い結果が得られた。

に加えて撹拌後静置する。経時的におりの凝集，沈下の状態を肉眼的に観察し，おり下げ完了後430 nmにおける透過度およびメスシリンダー底部のおりの量を測定して，おり下げ効果の判定を行った。

2.4 Sephadex G-200 カラムクロマトグラフィー

グルテン2gをAUC溶媒[2]（0.1M酢酸－3M尿素－0.01M cethyltrimethyl ammonium bromide）500mℓに懸濁し，スターラーで1時間撹拌した後11,000 rpm（14,000g max.）で30分間遠心分離した上澄液を試料として用いた。この試料2mℓを1.6×80 cmのSephadex G－200カラムに吸着させ，上記AUC溶媒を用いて溶出した。溶出液各3.7mℓをフラクションコレクターを用いて集め，280 nmにおける吸光度を測定した。

3. 実験結果

3.1 各種おり下げ剤に対する照射効果

非照射および10 Mrad，50 Mrad照射したペクチンを用いており下げ試験を行った結果を第1表に示した。対照として市販の清澄剤3種を用いた結果も同時に示した。非照射のペクチンでは48時間後でも完全には清澄とならなかったのに対し，10 Mrad，50 Mrad照射ペクチンの場合には30時間後に清澄となった。一方，市販清澄剤の場合には，AおよびBは清澄まで48時間要したのに対し，Cでは30時間で清澄となった。この結果，ペクチンに10 Mradあるいは50 Mradの照射を行うと非照射に比べており下げ効果を促進することができ，最も効果の良かった市販清澄剤Cと同様に30時間で清澄できた。しかし，市販清澄剤Cでは1時間半後におりの凝集が始まったが，照射ペクチンではこれより凝集開始はやや遅かった。おり下げ試験終了後のおりの量および透過度を比較してみると，照射ペクチンはおりの量が少なく透過度も高いという良好な結果を得た。市販清澄剤のAおよびBは比較的おりの量が少なかったが，Cは10 mℓと多くおりの沈降・凝集が悪いと考えられた。

同じ清酒を用いて，ゼラチン，トラガントガム，セルロース，カラゲーナンによるおり下げ試験を行った結果を第2表に示した。ゼラチン，トラガントガムともに非照射では48時間後でも完全清澄とはならなかった。10 Mradおよび50 Mrad照射したゼラチンでは30時間後に清澄し50 Mrad照射トラガントガムでは24時間後に清澄となった。このようにゼラチンおよびトラガントガムでも照射によるおり下げ促進効果が観察された。この他，50 Mrad照射したセルロースおよびカラゲーナンを用いたおり下げ試験の結果，清澄までに要する時間はセルロースで20時間，カラゲーナンでは30時間であった。したがって，第1表および第2表に示したおり下げ剤の中では50 Mrad照射したセルロースが最も効果が良く，市販の清澄剤より良い結果が得られた。

3.2 グルテンに対する照射効果

小麦タンパク質の主成分であるグルテン粉末を100 Mradまでの各種線量照射し，おり下げ効果を検討した結果を第3表に示した。本実験で用いた清酒は市販清澄剤ではおり下げ効果が悪く，72時間後でも混濁状態のままであった。非照射グルテンを用いた場合は5時間後に凝集が始まり，48時間後には清澄となった。照射グルテンではいずれの線量の場合も1時間後で凝集が始まり，24時間後には清澄となった。しかし，50Mrad以上の照射区に比べ，10Mrad および40 Mrad照射区ではおりの沈下が少し遅いという結果が得られた。50 Mrad，60 Mrad，80 Mrad，100 Mrad照射区の間にはおり下げ効果にほとんど差は認められなかった。また，おりの量は全ての線量区で2 mℓと同じであったが，透過度はわずかな差であるが50 Mrad照射区が最高値を示した。これらの結果から，おり下げ促進のためのグルテンに対する最高線量は50 Mradであるとの結論を得た。また，グルテンからアルコール抽出したグルテン抽出タンパク質に50 Mrad照射した場合には非常に良好なおり下げ効果が得られ，わずか8時間で清澄化した。

グルテン中のタンパク質組成の照射による変化を検討するため，Sephadex G−200によるカラムクロマトグラフィーを行った。AUC溶媒を用いて抽出した非照射および10 Mrad, 50Mrad照射グルテンの溶出パターンを第1図に示した。非照射グルテンの場合主として4つの溶出ピークが認められた。これらは溶出順にグルテニン，グリアジン，アルブミンおよび非タンパク態区分と考えられる[3,4]。10Mradおよび50Mrad照射したグルテンの場合には，グルテニン区分が線量の増大とともに減少し，またグリアジンとアルブミン区分の区別がなくなりその中間位置のピークが増大する傾向が認められた。グルテニンは200～300万の分子量をもった分子の複合系であり，グリアジンは4～20万の分子量をもったタンパク質からなっていると言われている。したがって，照射によりグルテニンの架橋の一部が切断され，低分子化しているものと考えられる。また，グルテンからアルコール抽出したタンパク質のゲル戸過を行った結果を第2図に示した。このグルテン抽出タンパクはAUC溶媒抽出グルテンに比べグルテニン区分が少なく，グリアジンおよびアルブミン区分が多いという結果が得られた。

以上の結果から，グルテンは照射により低分子化して清酒中に分散しやすくなることが，おり下げ促進効果に関与しているものと考えられる。

3.3 アルギン酸ソーダによるおり下げ試験

海藻類から抽出されるアルギン酸はマンニュロン酸とグルロン酸とからなる多糖類であり，分子量は50,000～200,000といわれている[5]。ここでは市販のアルギン酸ソーダをおり下げ剤として用いる場合の照射による影響を検討した。第4表に非照射，10Mrad および50Mrad 照射したアルギン酸ソーダによるおり下げ試験結果を示した。比較のため市販清澄剤による結果も同時に示した。本実験で用いた清酒は市販清澄剤によるおり下げ効果が悪く，30時間後でも完全清澄とはならなかった。非照射のアルギン酸ソーダは清酒に難溶であったので，熱水に溶解後おり下げ試験を行った。これに対し，10Mradおよび50Mrad照射したアルギン酸ソーダは清酒

に可溶となった。おり下げ効果についてみると，非照射では1時間半後に凝集が始まりフロックが形成されたのに対し，10Mrad照射では30分後にすでに凝集が始まった。清澄までに要する時間は照射試料では8時間であったが，非照射試料では48時間後でも完全清澄とはならなかった。このように非照射試料ではおり下げが不十分であったため，透過度は77.6％と悪く，おりの量も2mℓと少なかった。照射試料では，50Mrad照射の方が10Mradの場合より透過度が多少高く，おりの量も少ないという結果が得られた。したがって，凝集は10Mrad照射の方が早かったが，おり下げ効果は50Mrad照射の方が良好であると結論できる。しかし，この差はわずかであり，10Mradの線量でも十分なおり下げ促進効果があると言えるであろう。

照射したアルギン酸ソーダで非常に良好な結果を得たので，次に柿渋を用いないでおり下げ効果の検討を行った。10Mradおよび50Mrad照射したアルギン酸ソーダ0.01gおよび0.005gを各々直接清酒に添加溶解後のおり下げ試験結果を第5表に示した。なお，比較のために行った市販清澄剤によるおり下げは柿渋を用いる常法により行った結果である。本実験で用いた清酒は，市販清澄剤Aでは良好なおり下げ効果が得られたが，市販清澄剤Bは効果が悪かった。照射したアルギン酸ソーダを用いた試験では，いずれの場合も1時間後に凝集が始まり，6時間後にはおりはほとんど沈下し，22時間後には清澄化した。また，おりの量は2～3mℓであり，透過度も高く，市販清澄剤Aの場合より良好な結果を得た。したがって，照射アルギン酸ソーダを用いる場合は，常法である柿渋の併用を行わなくても良好なおり下げ効果が得られることが判明した。Hartmanら[6]はアルギン酸ソーダ粉末を殺菌することを目的として，2.5Mradのγ線を照射した場合著しい粘度低下がおこると報告している。10Mradあるいは50Mradといったさらに高い線量を照射した場合には，アルギン酸ソーダは著しい分子崩壊をおこしているものと考えられる。したがって，アルギン酸ソーダは照射により分子崩壊をおこして低分子化し清酒に溶解しやすくなることが，おり下げ効果を促進している一因であると考えられる。また，アルギン酸は多数のカルボキシル基を有しており，これら残基が放射線により変化して吸着能が変化していることも考えられるであろう。

4. 考　　察

近年，清酒の清澄化法として，限外沪過法[7]あるいは固定化タンニン[8,9]を用いる方法等が検討されている。この場合，連続的に清酒の清澄化を行えるなどの利点があるが，新たな設備投資が必要でありコストが高くなるなどの問題点もある。照射によるおり下げ剤の改良の場合には，従来のおり下げ方法がそのまま使用できるなどメリットは大きいものと考えられる。また，照射したおり下げ剤を用いる方法は，従来より用いられているおり下げ方法に対して以下のような利点があると考えられる。1)清酒に溶解あるいは分散しやすくなるので，直接大タンクに投入しており下げが行える。2)おりの凝集，沈降が改善され，早いおり下げが行える。3)おりの量が少なく容器への付着も少ないため，沪過能力が向上する。4)おり下げ剤中の微生物は完全に殺菌されるので，火持ちのよいおり下げが行える。5)照射アルギン酸ソーダの場合は，柿渋を用いないでおり下げが行える。一方，照射線量が高いため照射コストは高くなるが，おり下

に可溶となった。おり下げ効果についてみると，非照射では1時間半後に凝集が始まりフロックが形成されたのに対し，10Mrad照射では30分後にすでに凝集が始まった。清澄までに要する時間は照射試料では8時間であったが，非照射試料では48時間後でも完全清澄とはならなかった。このように非照射試料ではおり下げが不十分であったため，透過度は77.6％と悪く，おりの量も2mℓと少なかった。照射試料では，50Mrad照射の方が10Mradの場合より透過度が多少高く，おりの量も少ないという結果が得られた。したがって，凝集は10Mrad照射の方が早かったが，おり下げ効果は50Mrad照射の方が良好であると結論できる。しかし，この差はわずかであり，10Mradの線量でも十分なおり下げ促進効果があると言えるであろう。

照射したアルギン酸ソーダで非常に良好な結果を得たので，次に柿渋を用いないでおり下げ効果の検討を行った。10Mradおよび50Mrad照射したアルギン酸ソーダ0.01gおよび0.005gを各々直接清酒に添加溶解後のおり下げ試験結果を第5表に示した。なお，比較のために行った市販清澄剤によるおり下げは柿渋を用いる常法により行った結果である。本実験で用いた清酒は，市販清澄剤Aでは良好なおり下げ効果が得られたが，市販清澄剤Bは効果が悪かった。照射したアルギン酸ソーダを用いた試験では，いずれの場合も1時間後に凝集が始まり，6時間後にはおりはほとんど沈下し，22時間後には清澄化した。また，おりの量は2～3mℓであり，透過度も高く，市販清澄剤Aの場合より良好な結果を得た。したがって，照射アルギン酸ソーダを用いる場合は，常法である柿渋の併用を行わなくても良好なおり下げ効果が得られることが判明した。Hartman[6]らはアルギン酸ソーダ粉末を殺菌することを目的として，2.5Mradのγ線を照射した場合著しい粘度低下がおこると報告している。10Mradあるいは50Mradといったさらに高い線量を照射した場合には，アルギン酸ソーダは著しい分子崩壊をおこしているものと考えられる。したがって，アルギン酸ソーダは照射により分子崩壊をおこして低分子化し，清酒に溶解しやすくなることが，おり下げ効果を促進している一因であると考えられる。また，アルギン酸は多数のカルボキシル基を有しており，これら残基が放射線により変化して吸着能が変化していることも考えられるであろう。

4. 考　　察

近年，清酒の清澄化法として，限外沪過法[7]あるいは固定化タンニン[8,9]を用いる方法等が検討されている。この場合，連続的に清酒の清澄化を行えるなどの利点があるが，新たな設備投資が必要でありコストが高くなるなどの問題点もある。照射によるおり下げ剤の改良の場合には，従来のおり下げ方法がそのまま使用できるなどメリットは大きいものと考えられる。また，照射したおり下げ剤を用いる方法は，従来より用いられているおり下げ方法に対して以下のような利点があると考えられる。1)清酒に溶解あるいは分散しやすくなるので，直接大タンクに投入しており下げが行える。2)おりの凝集，沈降が改善され，早いおり下げが行える。3)おりの量が少なく容器への付着も少ないため，沪過能力が向上する。4)おり下げ剤中の微生物は完全に殺菌されるので，火持ちのよいおり下げが行える。5)照射アルギン酸ソーダの場合は，柿渋を用いないでおり下げが行える。一方，照射線量が高いため照射コストは高くなるが，おり下

げ剤として使用する量が非常に少ないことを考慮に入れれば照射コストは問題とならないであろう。また，水溶液中で照射する等の方法をとれば，線量を低減化することも可能であると考えられる。この他，清澄化した清酒の官能的品質に変化はなく，また従来の方法で十分早くおり下げのできる清酒に対しても同程度の効果があり，実用上とくに問題となるような点は認められなかった。

現在，我国では食品に放射線を照射することは禁止されており，例外として馬鈴薯の照射が許可されているにすぎない。食品添加物等に対する放射線処理も健全性に関する試験を行う必要があると考えられ，照射したおり下げ剤を実用化することは当分むずかしいことと思われる。しかし，本年10月末に開催されたFAO／IAEA／WHO照射食品の健全性に関する専門家会議において，あらゆる食品について1Mradまでの照射は問題ないとの勧告がなされており，健全性の問題が解決されれば照射おり下げ剤が実用化される可能性は十分あるものと考えられる。

5. ま と め

γ線を照射した高分子物質による清酒のおり下げ促進効果を検討し，以下の結果を得た。

1) 試験した全てのおり下げ剤で照射による促進効果が認められ，とくにグルテン抽出タンパク，アルギン酸ソーダで良好な結果が得られた。

2) 照射アルギン酸ソーダの場合には，常法である柿渋の併用の必要性がなくなった。

3) おり下げ促進のための最適線量は50Mradであったが，10Mradで十分な効果が得られた。

げ剤として使用する量が非常に少ないことを考慮に入れれば照射コストは問題とならないであろう。また，水溶液中で照射する等の方法をとれば，線量を低減化することも可能であると考えられる。この他，清澄化した清酒の官能的品質に変化はなく，また従来の方法で十分早くおり下げのできる清酒に対しても同程度の効果があり，実用上とくに問題となるような点は認められなかった。

現在，我国では食品に放射線を照射することは禁止されており，例外として馬鈴薯の照射が許可されているにすぎない。食品添加物等に対する放射線処理も健全性に関する試験を行う必要があると考えられ，照射したおり下げ剤を実用化することは当分むずかしいことと思われる。しかし，本年10月末に開催されたFAO／IAEA／WHO照射食品の健全性に関する専門家会議において，あらゆる食品について1Mradまでの照射は問題ないとの勧告がなされており，健全性の問題が解決されれば照射おり下げ剤が実用化される可能性は十分あるものと考えられる。

5. ま と め

γ線を照射した高分子物質による清酒のおり下げ促進効果を検討し，以下の結果を得た。

1）試験した全てのおり下げ剤で照射による促進効果が認められ，とくにグルテン抽出タンパク，アルギン酸ソーダで良好な結果が得られた。

2）照射アルギン酸ソーダの場合には，常法である柿渋の併用の必要性がなくなった。

3）おり下げ促進のための最適線量は50Mradであったが，10Mradで十分な効果が得られた。

謝　　辞

本報告をまとめるにあたり，有益な御助言・御協力をいただきました当試験室の武久正昭室長ならびに伊藤　均，渡辺　宏の両氏に感謝致します。

引　用　文　献

1) 蓼沼　誠，New Food Industry, 15, No. 12, 25 (1970)
2) O. B. Meredith and J. J. Wren, Cereal Chem., 43, 169 (1966)
3) W. B. Wright, P. J. Brown and A.V. Bell, J. Sci. Food Agric., 15, 56 (1964)
4) H. Srinivas, H. N. Ananthaswamy, U. K. Vakil and A. Sreenivasan, J. Food Sci., 37, 715 (1972)
5) 長谷川忠男，相沢孝亮，片岡栄子監修，「食品酵素高分子化学概論」(上)，地人書館，p 167 (1975)
6) A. W. Hartman, R. U. Nesbitt, Jr., F. M. Smith and N. O. Nuessle, J. Pharm. Sci., 64, 802 (1975)
7) 佐藤　信，大場俊輝，高橋康次郎，相原康夫，醗酵工学，55, 84 (1977)
8) 布川弥太郎，三上重明，土佐哲也，千畑一郎，醗酵工学，55, 343 (1977)
9) 渡辺泰三，森　孝夫，坂田信行，山下喜代和，土佐哲也，千畑一郎，布川弥太郎，椎木敏，醗酵工学，57, 141 (1979)

謝　　辞

本報告をまとめるにあたり，有益な御助言・御協力をいただきました当試験室の武久正昭室長ならびに伊藤　均，渡辺　宏の両氏に感謝致します。

引　用　文　献

1) 蓼沼　誠，New Food Industry, 15, No. 12, 25 (1970)
2) O. B. Meredith and J. J. Wren, Cereal Chem., 43, 169 (1966)
3) W. B. Wright, P. J. Brown and A.V. Bell, J. Sci. Food Agric., 15, 56 (1964)
4) H. Srinivas, H. N. Ananthaswamy, U. K. Vakil and A. Sreenivasan, J. Food Sci., 37, 715 (1972)
5) 長谷川忠男，相沢孝亮，片岡栄子監修，「食品酵素高分子化学概論」(上)，地人書館，p 167 (1975)
6) A. W. Hartman, R. U. Nesbitt, Jr., F. M. Smith and N. O. Nuessle, J. Pharm. Sci., 64, 802 (1975)
7) 佐藤　信，大場俊輝，高橋康次郎，相原康夫，醗酵工学，55, 84 (1977)
8) 布川弥太郎，三上重明，土佐哲也，千畑一郎，醗酵工学，55, 343 (1977)
9) 渡辺泰三，森　孝夫，坂田信行，山下喜代和，土佐哲也，千畑一郎，布川弥太郎，椎木敏，醗酵工学，57, 141 (1979)

第1表　　照射ペクチンによる清酒おり下げ効果

添加物 / 経過時間 / 溶解状態	ペクチン 非照射	ペクチン 10Mrad	ペクチン 50Mrad	市販清澄剤 A	市販清澄剤 B	市販清澄剤 C
	良く溶解	良く溶解	良く溶解	良く分散	良く分散	良く分散
30分後	こんだく状態	こんだく状態	こんだく状態	こんだく状態	こんだく状態	こんだく状態
1時間後	〃	〃	〃	〃	〃	〃
1時間半後	〃	〃	〃	〃	〃	おり凝集始まる
2時間後	おり凝集始まる	おり凝集始まる	おり凝集始まる	〃	〃	凝集中
2時間半後	おり凝集中	おり凝集中	おり凝集中	〃	〃	沈下中
3 〃	〃	〃	〃	おり凝集始まる	おり凝集始まる	ほとんど沈下シリンダーのふちの付着多し
4 〃	〃	〃	〃	おり凝集中	おり凝集中	シリンダーのふちに付着多し
8 〃	〃	〃	〃	〃	〃	シリンダーのふちに付着あり
20 〃	〃	おりほとんど沈下シリンダーのふちにおり付着	おりほとんど沈下シリンダーのふちにおり付着	ほとんど沈下シリンダーのふちにおり付着　小おり浮遊	ほとんど沈下シリンダーのふちにおり付着　小おり浮遊	〃
24 〃	〃	〃	〃	〃	〃	小おり浮遊
30 〃	〃	清澄	清澄	〃	〃	清澄
48 〃	完全清澄ならず			清澄	清澄	
おりの量および透過率						
おりの量	1mℓ	2mℓ	1mℓ	3mℓ	3mℓ	10mℓ
透過率(%) 430mμ	77.4	87.4	89.2	87.0	80.2	88.2

JAERI-M 9256

第２表　　各種おり下げ剤に対する照射効果

添加物 / 溶解状態 / 経過時間	ゼラチン 非照射	ゼラチン 10Mrad	ゼラチン 50Mrad	トラガントガム 非照射	トラガントガム 50Mrad	セルロース 50Mrad	カラゲーナン 50Mrad
	良く溶解	良く溶解	良く溶解	良く溶解	良く溶解	良く溶解	良く溶解
30 分後	こんだく状態	こんだく状態	こんだく状態	こんだく状態	こんだく状態	こんだく状態	こんだく状態
1 時間後	〃	〃	〃	〃	〃	おり凝集始まる	〃
1 時間半後	〃	おり凝集始まる	おり凝集始まる	〃	〃	おり凝集中	おり沈下中
2 時間後	〃	おり凝集中	おり凝集中	〃	おり凝集始まる	〃	〃
2 時間半後	〃	〃	〃	〃	おり凝集中	〃	〃
3 〃	おり凝集始まる	〃	〃	〃	〃	〃	〃
4 〃	おり凝集中	沈下中	沈下中	〃	〃	〃	〃
8 〃	〃	〃	〃	〃	〃	ほとんど沈下	〃
20 〃	〃	おりほとんど沈下シリンダーのふちにおり付着	おりほとんど沈下シリンダーのふちにおり付着	〃	おりほとんど終了していた	清澄	ほとんど沈下シリンダーのふちにおり付着
24 〃	〃	〃	〃	〃	清澄		〃
30 〃	〃	清澄	清澄	〃			清澄
48 〃	完全清澄ならず			〃			
おりの量および透過率							
おりの量	1 mℓ	3 mℓ	3 mℓ	0	3 mℓ	4 mℓ	4 mℓ
透過率(%) 430 mμ	81.2	88.4	88.8	—	88.4	89.0	88.4

JAERI-M 9256

第３表　　照射グルテンによるおり下げ促進効果

添加物の種類 / 溶解状態 / 経過時間	市販清澄剤	グルテン非照射	グルテン10Mrad照射	グルテン40Mrad照射	グルテン50Mrad照射	グルテン60Mrad照射	グルテン80Mrad照射	グルテン100Mrad照射	グルテン抽出タンパク50Mrad照射
	良く分散	分散	良く分散	良く分散	良く分散	良く分散	良く分散	良く分散	良く分散
1時間後	こんだく状態	こんだく状態	凝集始まる	凝集始まる	凝集始まる	凝集始まる	凝集始まる	凝集始まる	おり沈下中
5時間後	こんだく状態	凝集始まる	おり沈下中	おり沈下中	おりほとんど沈下するが小おり浮遊	おりほとんど沈下するが小おり浮遊	おりほとんど沈下するが小おり浮遊	おりほとんど沈下するが小おり浮遊	おりほとんど沈下
8時間後	こんだく状態	おり沈下中	おりほとんど沈下するが小おり浮遊	おりほとんど沈下するが小おり浮遊	シリンダーのふちにおり付着	シリンダーのふちにおり付着	シリンダーのふちにおり付着	シリンダーのふちにおり付着	清　澄
24時間後	こんだく状態	おりほとんど沈下するが小おり浮遊	清　澄	清　澄	清　澄	清　澄	清　澄	清　澄	
48時間後	こんだく状態	清　澄							
72時間後	こんだく状態								
おりの量および透過率									
おりの量	0	2mℓ	2mℓ	2mℓ	2mℓ	2mℓ	2mℓ	2mℓ	2mℓ
透過率（%）430mμ	67.0	88.0	88.0	88.4	91.2	89.0	89.0	89.5	90.0

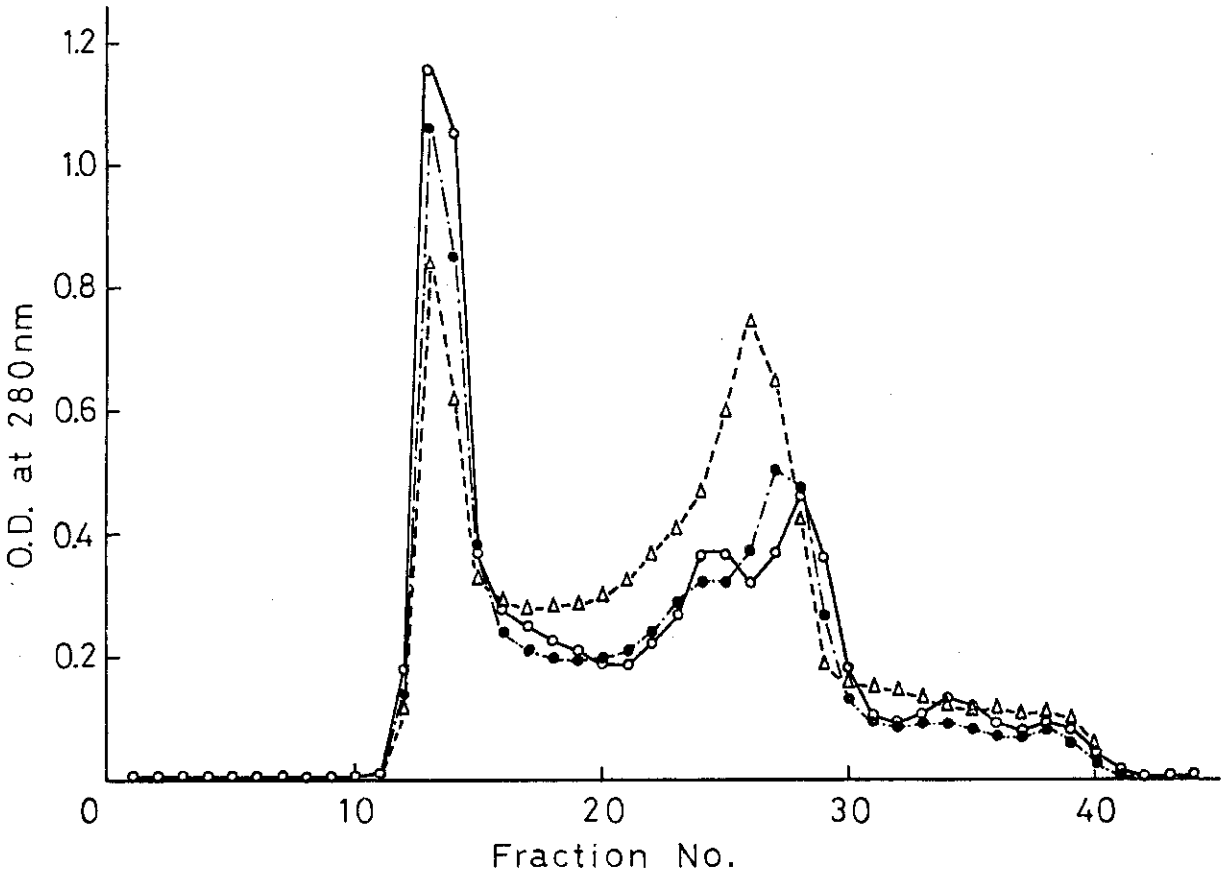
第4表　　照射アルギン酸ソーダによるおり下げ効果

添加物 / 経過時間 ＼ 溶解状態	アルギン酸ソーダ			市販清澄剤
	非照射	10 Mrad	50 Mrad	
	難溶（熱水に溶解）	良く溶解	良く溶解	良く溶解
30分後	こんだく状態	おり凝集始まる	こんだく状態	こんだく状態
1時間後	〃	おり沈下中	おり凝集始まる	〃
1時間半後	おり凝集始まる	〃	おり凝集中	〃
2時間後	おり凝集中	〃	おり沈下中	〃
2時間半後	おり沈下中	〃	〃	〃
3 〃	〃	ほとんど沈下し終る	ほとんど沈下し終る	おり凝集始まる
4 〃	〃	シリンダーのふちにおり付着	シリンダーのふちにおり付着	おり凝集中
8 〃	〃	清澄	清澄	〃
20 〃	おりほとんど沈下			おりほとんど沈下シリンダーふちにおり付着
24 〃	〃			〃
30 〃	完全清澄ならず			完全清澄ならず
おりの量および透過率				
おりの量	2 mℓ	4 mℓ	3 mℓ	3 mℓ
透過率（%）430mμ	77.6	90.6	91.0	80.2

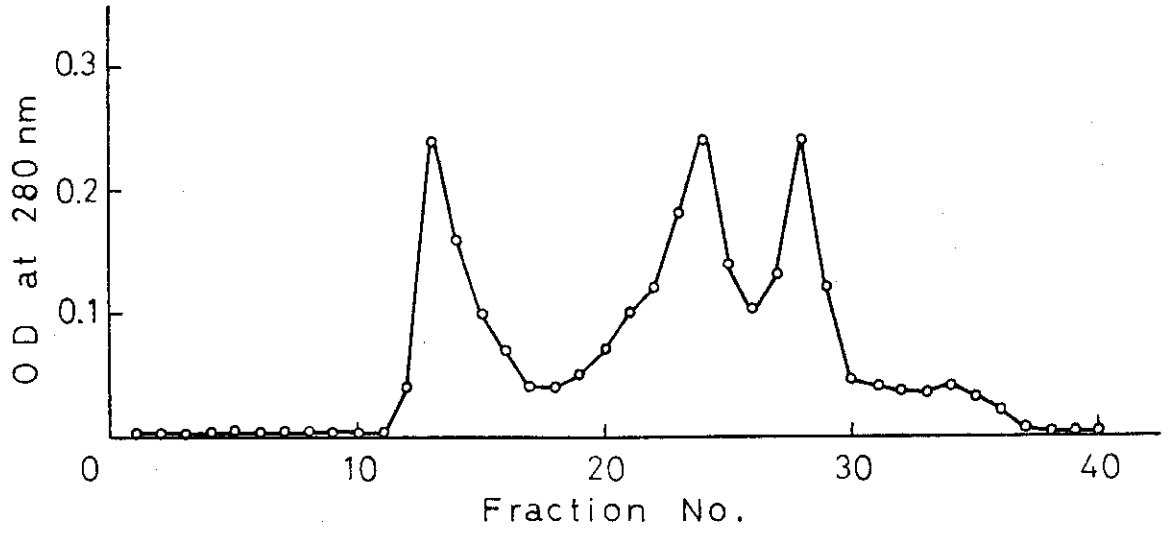
第5表　柿渋無添加の清酒に対する照射アルギン酸ソーダのおり下げ試験

添加物 / 溶解状態 / 経過時間	アルギン酸ソーダ				市販清澄剤 A	市販清澄剤 B
	10 Mrad 0.01g	10 Mrad 0.005g	50 Mrad 0.01g	50 Mrad 0.005g		
	良く溶解	良く溶解	良く溶解	良く溶解	良く分散	良く分散
30 分後	こんだく状態	こんだく状態	こんだく状態	こんだく状態	こんだく状態	こんだく状態
1 時間後	凝集始まる	凝集始まる	凝集始まる	凝集始まる	凝集始まる	〃
3 〃	おり沈下中	おり沈下中	おり沈下中	おり沈下中	おり沈下中	〃
6 〃	ほとんど沈下	ほとんど沈下	ほとんど沈下	ほとんど沈下	ほとんど沈下	凝集始まる
22 〃	清　澄	清　澄	清　澄	清　澄	清　澄	おり沈下中
48 〃						〃
96 〃						浮遊物あり
120 〃						〃
144 〃						完全清澄ならず
おりの量および透過率						
おりの量	3mℓ	2mℓ	3mℓ	2mℓ	5mℓ	9mℓ
透過率（%） 430mμ	89.2	85.8	89.0	88.6	83.0	77.4

JAERI-M 9256



第1図　照射グルテンのSephadex G−200 カラムクロマトグラフィー
○—○　非照射，●- - -●　20Mrad，△- - -△　50Mrad，
カラム；1.6 × 80 cm，フラクション；3.7 mℓ



第2図　70％エタノール抽出グルテンタンパクの
Sephadex G−200 カラムクロマトグラフィー