

JAERI-M

5609

γ線照射によるウィンナーソーセージの  
品質変化

(ウィンナーソーセージの放射線保蔵に関する  
研究, 第5報)

1974年3月

渡辺 宏・青木 章平・佐藤友太郎

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、複製などのお問い合わせは、日本原子力研究所技術情報部（茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこしてください。

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.

$\gamma$ 線照射によるウインナーソーセージの品質変化  
(ウインナーソーセージの放射線保蔵に関する研究・第5報)

日本原子力研究所高崎研究所食品照射開発試験室

渡辺 宏・青木 章平・佐藤友太郎

(1974年2月7日受理)

ウインナーソーセージの殺菌については、0.5 Mradの線量を照射することによって充分ネットの発生を抑制できる。しかし実用的な照射方法として Package Irradiation を考えるとき、Package 内には必然的に線量のバラツキが生じるため、最小線量を 0.5 Mrad としても Package 内の最大線量はかなり大きなものになると思われる。線量が高くなれば殺菌効果はあがるが、ウインナーソーセージの品質への影響が問題となる。そこで品質への影響を与えないで照射できる包装材、雰囲気、照射温度および線量などの諸条件について検討した。その結果、包装材としては現在市販品ソーセージの包装に使用されているポリセロでも照射の影響はみられなかった。雰囲気については酸素濃度が大きいほど品質の変化が大きく、照射の影響を少なくするためには窒素充填による包装が適していた。また照射時の品温の影響については5℃前後で色調に変化があらわれ、26℃前後では色の変化はないが、Off-flavor が発生しやすくなる傾向があった。線量に関しては0.7 Mradで変化があらわれ、0.6 Mradでも検査方法によっては品質変化が認められた。しかし0.5 Mrad照射した場合にはこのような品質の変化はみられなかった。したがって0.5 Mradの線量で照射することが望ましいと考えられる。

Changes in the Organoleptic Qualities of Vienna Sausages by  
Gamma Irradiation

( Radiation Preservation of Vienna Sausage, Part V )

Hiroshi WATANABE, Shohei AOKI and Tomotaro SATO

Food Irradiation Development Laboratory, Takasaki, JAERI.

(Received February 7, 1974)

Changes in the organoleptic qualities of vienna sausages by gamma irradiation and the conditions of irradiation not affecting their qualities have been investigated. The results obtained are as follows: (1) Packing in poly-cello (polyethylene-coated cellophane) bags does not affect qualities of the sausages when packed in the bags filled with nitrogen gas. (2) The presence of oxygen in the bags influences markedly on the organoleptic properties. (3) The fading in color of the sausages occurs in irradiation at about 5°C, but not at 26°C. Off-flavor is observed when irradiated at about 26°C. The induction of "irradiation flavor" in the sausages is mitigated when the irradiation temperature is kept at about 5°C. (4) In comparing the sausages irradiated to a dose of 0.6 Mrad at about 26°C with the unirradiated ones, the changes in both odor and taste are considerable in the former. The maximum dose which does not cause the deterioration in qualities of the vienna sausages, therefore, may be 0.5 Mrad.

## 目 次

1. まえがき	1
2. 実験方法	1
2.1 供試試料	1
2.2 照射方法と品温測定	1
2.3 官能検査法	2
2.4 テクスチャーの測定	2
3. 実験結果	2
3.1 品質への包装材の影響	2
3.2 包装内雰囲気の効果	3
3.3 照射温度の影響	4
3.4 品質に対する線量の影響	4
3.5 照射によるテクスチャーの変化	4
4. 考 察	5
5. あとがき・謝辞	5
6. 引用文献	6

## 1. ま え が き

食品照射が昭和42年に原子力委員会によって原子力特定総合研究に指定され、現在その基本計画にもとづいて研究開発が推進されてきている。その中で国内における消費量が多く、他の肉製品に比べて保存性の劣るウィンナーソーセージ(以下V.S.と略す)がとりあげられ、V.S.に発生するネトの防止を目的とした $\gamma$ 線照射に関する研究が当研究所をはじめとする国立試験研究機関で行なわれてきた。 $\gamma$ 線照射によるネト防止効果について、高坂<sup>(1)</sup>らは0.5 Mradの照射により1週間はネトの発生を抑制できると報告しているし、当研究所における実験結果からも0.5 Mradの照射により充分ネトの発生を抑制できることが明らかとなった。<sup>(2)</sup>ところが、V.S.の実用的な照射方法を考えるとき、包装したV.S.の袋を1つ1つ0.5 Mrad照射することはV.S.を比較的均一に照射できるという利点はあるものの処理能力の低下という点でも、また線源の利用効率から考えても有利な照射方法とは考えられない。そこでわれわれは実用化を指向した照射方法としてPackage Irradiationをとりあげ、Package内の線量分布をなるべく均一にする方法について検討した。<sup>(3)(4)</sup>その結果、高さ30 cm×巾30 cm×厚さ10 cmのPackageを用いると、V.S.12袋(1.8~2.4 kg)を1つのPackageで処理できるが、このPackage内の最大線量と最小線量の比(Dmax/Dmin)は7万Ciのとき1.26となった。高坂<sup>(5)</sup>らは0.5 Mradの照射で風味における変化はあまりみられないとしているが、このPackageを用いて最小線量を0.5 Mrad照射すれば最大線量は約0.6 Mradとなる。そのため実用的なPackage Irradiationを考えると、ネト防止のための照射効果だけではなく、V.S.の官能的品質を変えないで照射できる最大線量を検討する必要性が生じた。そこで包装材、雰囲気、照射温度などの諸条件を変えることにより、V.S.の品質を変化させないで照射できる処理条件について検討し、最適な照射条件を決定したので報告する。

## 2. 実 験 方 法

### 2.1 供 試 試 料

試料としては特定総合研究用に合成保存料や合成殺菌剤などを除いて特別調製した高崎ハム製および富士ハム製のV.S.を使用した。V.S.は製造日から2日以内に照射を行ない実験に供試した。なお使用するまでの間は5℃に貯蔵した。包装材としては市販品V.S.の包装に使用されているポリセロと、照射による変質が比較的少ないダイセル製のナイロン-12を使用した。包装内の雰囲気を変えるために、常陸電気工業製の真空包装機により窒素充填および酸素充填を行ない、空気包装を行なう場合には適当量の空気を入れたまま加熱シーラーで密封した。

### 2.2 照射方法と品温測定

$\gamma$ 線の照射は7万Ci コバルト60の板状線源を用いて行なった。線量率が $4 \times 10^5 \sim 7 \times 10^5$

## 1. ま え が き

食品照射が昭和42年に原子力委員会によって原子力特定総合研究に指定され、現在その基本計画にもとづいて研究開発が推進されてきている。その中で国内における消費量が多く、他の肉製品に比べて保存性の劣るウィンナーソーセージ(以下V.S.と略す)がとりあげられ、V.S.に発生するネトの防止を目的とした $\gamma$ 線照射に関する研究が当研究所をはじめとする国立試験研究機関で行なわれてきた。 $\gamma$ 線照射によるネト防止効果について、高坂<sup>(1)</sup>らは0.5 Mradの照射により1週間はネトの発生を抑制できると報告しているし、当研究所における実験結果からも0.5 Mradの照射により充分ネトの発生を抑制できることが明らかとなった。<sup>(2)</sup>ところが、V.S.の実用的な照射方法を考えるとき、包装したV.S.の袋を1つ1つ0.5 Mrad照射することはV.S.を比較的均一に照射できるという利点はあるものの処理能力の低下という点でも、また線源の利用効率から考えても有利な照射方法とは考えられない。そこでわれわれは実用化を指向した照射方法としてPackage Irradiationをとりあげ、Package内の線量分布をなるべく均一にする方法について検討した。<sup>(3)(4)</sup>その結果、高さ30 cm×巾30 cm×厚さ10 cmのPackageを用いると、V.S.12袋(1.8~2.4 kg)を1つのPackageで処理できるが、このPackage内の最大線量と最小線量の比(Dmax/Dmin)は7万Ciのとき1.26となった。高坂<sup>(5)</sup>らは0.5 Mradの照射で風味における変化はあまりみられないとしているが、このPackageを用いて最小線量を0.5 Mrad照射すれば最大線量は約0.6 Mradとなる。そのため実用的なPackage Irradiationを考えると、ネト防止のための照射効果だけでなく、V.S.の官能的品質を変えないで照射できる最大線量を検討する必要性が生じた。そこで包装材、雰囲気、照射温度などの諸条件を変えることにより、V.S.の品質を変化させないで照射できる処理条件について検討し、最適な照射条件を決定したので報告する。

## 2. 実 験 方 法

### 2.1 供 試 試 料

試料としては特定総合研究用に合成保存料や合成殺菌剤などを除いて特別調製した高崎ハム製および富士ハム製のV.S.を使用した。V.S.は製造日から2日以内に照射を行ない実験に供試した。なお使用するまでの間は5℃に貯蔵した。包装材としては市販品V.S.の包装に使用されているポリセロと、照射による変質が比較的少ないダイセル製のナイロン-12を使用した。包装内の雰囲気を変えるために、常陸電気工業製の真空包装機により窒素充填および酸素充填を行ない、空気包装を行なう場合には適量量の空気を入れたまま加熱シーラーで密封した。

### 2.2 照射方法と品温測定

$\gamma$ 線の照射は7万Ci コバルト60の板状線源を用いて行なった。線量率が $4 \times 10^5 \sim 7 \times 10^5$

R/hrの位置で必要線量を照射した。また線量の測定はフリッケの鉄線量計<sup>(6)</sup>によって測定した。包装内における線量の分布を少なくするためにV.S.は線源に対して平行に1列に並べて照射した。試料は照射開始まで10℃に約2時間保ったのち、照射は室温(22℃)で1時間行なった。この時の品温変化は照射前の品温が10~12℃であったのに対し、1時間照射後には18℃になった。なお品温は安立計器製の表面温度計により測定した。低温(品温として約5℃)で照射する場合には、プラスチック製の箱の線源側に試料を固定し、箱の中に氷水を満たしたのち、品温が1定になるまで放置してからそのままの状態での照射した。

### 2.3 官能検査法

パネルは当研究所の職員を男女を含めて14~18名を選び、1回の検査に試料3点から5点を使用して行なった。また低温で照射したV.S.は品温が室温にもどるまで室温に放置し、官能検査における品温の影響を除いた。照射した試料は必要に応じて照射しない試料を対照として使用し、ラテン方格によって試食順序を定め、11点法で採点した。検査結果は分散分析法<sup>(7)</sup>により解析して、有意差の検定を行なった。また風味の変化だけに重点をおいた官能検査ではシェッフエ法<sup>(8)</sup>を用いて行なった。なお詳細な検査条件は各Tableごとに説明した。

### 2.4 テクスチャーの測定

V.S.の物性の変化をしらべるためにテクスチュロメーター(ゼネラルフーズ社製)によりテクスチャーを測定し、V.S.の硬さ、凝集性、弾力性、脆さ、咀嚼性の5項目に対する照射の影響を検討した。各項目は食品の特性を表わしており、次のように定義されている。

硬さ：食品の形態を変形させるのに必要な力の最大値

凝集性：食品の形態を形成している内部結合力の大きさ

弾力性：外力によって生じた変形が力をとり去ったとき変形以前の状態にもどる割合

脆さ：物質を破砕するのに必要な力

咀嚼性：固形の食品を飲みこめる状態まで咀嚼するのに必要なエネルギー

(硬さ×凝集性×弾力性)で表わされる。

テクスチャーの測定はFig.1に示す2種類の方法で行なった。すなわ1つは羊腸のついたV.S.をそのまま横から咀嚼する方法であり、もう1つは羊腸を取り除いたのち、巾13mm(約1/2インチ)に輪切りにしたものを切口方向から咀嚼する方法である。測定条件を次に示す。プランジャー：ルサイト24mm(58PC-3)、カップ：アルミニウム合金平皿(58C-2)、クリアランス：2mm、電圧：0.5V、チャートスピード：750mm/min、咀嚼回数：12/min。

## 3. 実験結果

### 3.1 品質への包装材の影響

一般に市販品のV.S.の包装にはポリセロが使用されている。しかしポリエチレンなどは照



R/hrの位置で必要線量を照射した。また線量の測定はフリッケの鉄線量計<sup>(6)</sup>によって測定した。包装内における線量の分布を少なくするためにV.S.は線源に対して平行に1列に並べて照射した。試料は照射開始まで10℃に約2時間保ったのち、照射は室温(22℃)で1時間行なった。この時の品温変化は照射前の品温が10~12℃であったのに対し、1時間照射後には18℃になった。なお品温は安立計器製の表面温度計により測定した。低温(品温として約5℃)で照射する場合には、プラスチック製の箱の線源側に試料を固定し、箱の中に氷水を満たしたのち、品温が1定になるまで放置してからそのままの状態での照射した。

### 2.3 官能検査法

パネルは当研究所の職員を男女を含めて14~18名選び、1回の検査に試料3点から5点を使用して行なった。また低温で照射したV.S.は品温が室温にもどるまで室温に放置し、官能検査における品温の影響を除いた。照射した試料は必要に応じて照射しない試料を対照として使用し、ラテン方格によって試食順序を定め、11点法で採点した。検査結果は分散分析法<sup>(7)</sup>により解析して、有意差の検定を行なった。また風味の変化だけに重点をおいた官能検査ではシェッフエ法<sup>(8)</sup>を用いて行なった。なお詳細な検査条件は各Tableごとに説明した。

### 2.4 テクスチャーの測定

V.S.の物性の変化をしらべるためにテクスチュロメーター(ゼネラルフーズ社製)によりテクスチャーを測定し、V.S.の硬さ、凝集性、弾力性、脆さ、咀嚼性の5項目に対する照射の影響を検討した。各項目は食品の特性を表わしており、次のように定義されている。

硬さ；食品の形態を変形させるのに必要な力の最大値

凝集性；食品の形態を形成している内部結合力の大きさ

弾力性；外力によって生じた変形が力をとり去ったとき変形以前の状態にもどる割合

脆さ；物質を破砕するのに必要な力

咀嚼性；固形の食品を飲みこめる状態まで咀嚼するのに必要なエネルギー

(硬さ×凝集性×弾力性)で表わされる。

テクスチャーの測定はFig.1に示す2種類の方法で行なった。すなわ1つは羊腸のついたV.S.をそのまま横から咀嚼する方法であり、もう1つは羊腸を取り除いたのち、巾13mm(約1/2インチ)に輪切りにしたものを切口方向から咀嚼する方法である。測定条件を次に示す。プランジャー；ルサイト24mm(58PC-3)、カップ；アルミニウム合金平皿(58C-2)、クリアランス；2mm、電圧；0.5V、チャートスピード；750mm/min、咀嚼回数；12/min。

## 3. 実験結果

### 3.1 品質への包装材の影響

一般に市販品のV.S.の包装にはポリエチレンが使用されている。しかしポリエチレンなどは照

射することにより照射臭が発生することが知られているし、塩化ビニルのフィルムでは塩素が発生するともいわれている。そこでポリセロがV.S.を照射するときの適当な包装材であるかを検討した。すなわちV.S.をポリセロ袋に入れて包装した場合、ポリセロから発生する照射臭があるならば、その影響がV.S.の品質にあらわれないかどうかを知る必要がある。そこで2.5 Mradの照射まで全く照射臭の出ないナイロン-12を包装材として使用した場合と、ポリセロによる包装の場合とを比較検討した。各包装材で窒素充填したV.S.を室温で0.45 Mrad照射し、対照としてのV.S.を使用しないで15名のパネルによって行なった官能検査の結果をTable 1に示した。外観、香り、味、粘り、硬さ、総合評価の6項目について行なった検査では、各項目とも非照射試料に対して有意差が認められなかった。そこでさらに高い線量を照射した場合に包装材の影響があらわれるかどうかについて次に検討した。検査精度をあげるため非照射試料を対照として用い、15名のパネルによって検査を行なった結果がTable 2である。この結果からも明らかなように、各検査項目とも0.7 Mradの線量まで照射してもポリセロ包装とナイロン-12包装との間で差は認められなかった。したがって包装材によってV.S.の品質に影響があらわれることなく、一般に用いられているポリセロ袋を使用してもV.S.の $\gamma$ 線照射には特に影響を与えないことが明らかとなった。

### 3.2 包装内雰囲気の効果

現在V.S.は窒素ガス気流中で包装されている。その理由は、1つには窒素充填により貯蔵中の好気性菌の生育を抑制することと、もう1つは輸送中の荷崩れを防ぐことの2つの目的から行なわれている。しかし一方では、 $\gamma$ 線照射において酸素充填の方が殺菌効果が大きいことも知られている<sup>(2)</sup>。そこで官能的品質への包装内雰囲気の効果についてしらべた。

ナイロン-12を包装材として使用し、各気体を充填したのち、室温で0.45 Mrad照射し、対照を使用しないで15名のパネルにより官能検査を行なった(Table 3)。空気包装した場合と窒素包装した場合には各項目とも照射しないV.S.と区別できなかったが、酸素包装したV.S.では香りと総合評価の項目について、95%の信頼度で非照射試料に対して有意差が認められた。総合評価での有意差は香りにおける変化を反映しているものと考えられる。また低い評価を与えたのは、酸素包装した場合には照射臭の発生が著しく、そのケモノ臭のために香りの評価が悪くなったものと思われる。そこでさらに線量をあげて0.7 Mrad照射した場合の検査結果をTable 4に示した。この検査では非照射試料を対照として使用し、14名のパネルで検査を行なった。また検査における精度をあげるため、項目は外観、香り、味の3項目に限定した。酸素包装した場合には各項目とも99%の信頼度で非照射試料に対して有意差が認められたが、空気包装では外観だけは有意差を示さなかった。窒素包装するとさらに照射の影響は低減され、外観には有意差はなく、また香りにおいても95%の信頼度で有意差が認められたにすぎなかった。すなわち0.7 Mradの照射により、味についてはすべて99%の信頼度で有意差があるが、香りでは酸素濃度が低くなるにしたがって影響は少なくなる傾向を示した。また外観では酸素濃度の影響がそれほど大きくなく、空気包装程度の酸素が存在してもあまり影響があらわれなかった。Table 3とTable 4の結果からみても、酸素包装の場合にはたとえ殺菌効果が大きくても、品質に対する照射の影響があらわれやすく、品質への影響をなるべく

少なくするためには窒素包装が望ましいと考えられる。

### 3.3 照射温度の影響

照射によるV.S.の品質の変化を抑えるための手段として、前項までの実験では包装材や雰囲気などの影響をしらべた。ここでは低温での照射の方が成分変化を抑えることができると考えられることから、照射時の品温がV.S.の品質変化に与える影響について検討した。

ポリセロに窒素包装したV.S.を使用し、室温および低温において0.6 Mrad照射した試料を、対照を用いなくて15名のパネルにより検査した結果をTable 5に示した。味については品温2.5℃の場合と品温5.3℃の場合とで、ともに9.9%の有意差がみられ、照射しないV.S.よりも味の低下を示したが、香りでは2.5℃で照射した場合は9.5%で有意差がみられたのに対し、5.3℃では有意差がみられなかった。すなわち照射臭の発生に関しては、明らかに低温で照射した方が室温よりも抑制できる傾向があった。しかし外観については、2.5℃の場合有意差がみられないが、5.3℃での照射では9.5%の信頼度で有意差が認められ、V.S.の色調の変化が起った。この場合V.S.の色は色彩が悪くなり、くすんだ色となった。さらに非照射試料を対照として用いて18名のパネルにより検査した結果をTable 6に示した。この結果もTable 5の場合と同じように香りについては低温4.9℃で照射した場合の方が照射臭の発生を抑制する傾向を示したが、外観についてはやはり低温の場合の方が悪かった。また味についても前実験の結果と同じく9.9%で有意差が認められた。本実験では対照試料を用いたため、香りにおける有意差が高くなった。

### 3.4 品質に対する線量の影響

V.S.の官能的品質を変えることなく、 $\gamma$ 線で照射できる線量を決めるため、ポリセロにより窒素包装したV.S.を使用し、0.4、0.5、0.6 Mrad照射したV.S.について非照射のV.S.を対照として用いなくて、15名のパネルにより検査を行なった。その結果をTable 7に示した。検査した6項目ともすべて非照射試料に対して有意差は認められず、照射による官能的品質への影響は本実験からは0.6 Mradまでの照射においてみられなかった。高坂<sup>(5)</sup>らは注意して比較した場合には、0.5 Mradの照射でも照射臭が幾分識別できると報告している。そこで0.3、0.4、0.5 Mrad照射したV.S.を使用して、シェッフエの方法により非加熱のV.S.と80℃、5分加熱したV.S.について、咀嚼時の風味の変化についてだけしらべ、Table 8に示した。この結果からは0.5 Mradまでの照射で有意なOff-flavorの発生は認められなかった。

### 3.5 照射によるテクスチャーの変化

照射によるV.S.の物性の変化を測定するため、V.S.のテクスチャーの測定を行なった。V.S.はナイロン-12で窒素包装したものを室温で照射した。測定時のV.S.の品温は2.2℃であった。電子線照射の場合においては2.0 MeVで1.0 Mradまでテクスチャーの変化はみられなかった<sup>(9)</sup>が、 $\gamma$ 線の場合にもTable 9に示したように、0.7 Mradまでの線量では照射によるテクスチャーの変化は認められなかった。羊湯のついたV.S.では硬さにおいて、

0.5 Mrad と 0.6 Mrad の試料間で 99% の有意差がみられたが、これは V.S. の個体差と考えられ、どちらも非照射試料に対しては有意差が認められなかった。また羊腸を除いた V.S. でも全く有意差はみられなかった。したがって 0.7 Mrad までの  $\gamma$  線照射は V.S. のテクスチャーに対して、全く影響を与えないことがわかった。

#### 4. 考 察

品質を変えないで  $\gamma$  線照射できる条件について検討した結果、包装材料としてはポリセロでもナイロン-12でも特に照射の影響はみられなかった。したがって照射される V.S. の包装材料として安価なポリセロを使用できることが明らかとなった。いっぽう雰囲気については酸素の効果が著しく、品質を変化させないで照射できる条件としては窒素充填による包装が適していた。現在市販品 V.S. の包装はポリセロ、窒素包装で行なわれているから、そのままの条件で照射できることになる。次に線量については、Table 2 の結果からは 0.7 Mrad までの照射で有意差がみられなかったが、この検査においては 1 日 2 回の検査を同じパネルで連続して行なったため、分析精度がかなり低下した可能性がある。事実、同じ条件で包装した V.S. について検査項目を 3 項目に限定し、非照射試料を対照として用いた場合の検査結果 (Table 4) では、0.7 Mrad 照射すると窒素包装した V.S. でも味と香りについて有意差が認められた。したがって 0.7 Mrad の  $\gamma$  線照射は V.S. の官能的品質に影響を与えるものと思われる。次に 0.6 Mrad の照射について考えると、Table 7 の結果から 0.6 Mrad までの線量は照射による品質の変化を与えなかった。しかし同じ製造日の V.S. を使用し、同じ日に同じパネルで行なった Table 5 の検査結果からは 0.6 Mrad でも香りと味に有意差が認められた。この 2 つの検査における違いは Table 7 に比べて Table 5 では検査試料数が少なかったことと、Table 7 の検査では照射時の品温が 15℃ 前後であったのに比べて、Table 5 では 25℃ と 5.3℃ というように照射時の品温が違っていたことである。25℃ のように品温が高い場合には照射臭が発生しやすい傾向を示すし、5.3℃ というように低い場合には V.S. の色調が低下する傾向があった。しかし品温が異なっても 0.6 Mrad 照射した場合には味について有意差が認められたから、Table 5 の検査でみられた有意差は品温の影響ではなく検査方法の違いによるものと思われる。今回の検査パネルのように特に訓練していない消費者パネルであっても、照射しない V.S. と照射した V.S. を直接比較した場合には、0.6 Mrad の線量でも照射の影響を充分識別することができた。したがって 0.5 Mrad の線量が V.S. の品質を変化させない最大線量であると考えられる。

#### 5. あとがき・謝辞

均一照射技術の開発を進めるなかで、特定総合研究の研究計画のなかではまだ検討されていない種々の問題が生じてきた。本研究はその一部を解決するために計画されたものであるが、

0.5 Mrad と 0.6 Mrad の試料間で 9.9% の有意差がみられたが、これは V.S. の個体差と考えられ、どちらも非照射試料に対しては有意差が認められなかった。また羊腸を除いた V.S. でも全く有意差はみられなかった。したがって 0.7 Mrad までの  $\gamma$  線照射は V.S. のテクスチャーに対して、全く影響を与えないことがわかった。

#### 4. 考 察

品質を変えないで  $\gamma$  線照射できる条件について検討した結果、包装材料としてはポリセロでもナイロン-12でも特に照射の影響はみられなかった。したがって照射される V.S. の包装材料として安価なポリセロを使用できることが明らかとなった。いっぽう雰囲気については酸素の効果は著しく、品質を変化させないで照射できる条件としては窒素充填による包装が適していた。現在市販品 V.S. の包装はポリセロ、窒素包装で行なわれているから、そのままの条件で照射できることになる。次に線量については、Table 2 の結果からは 0.7 Mrad までの照射で有意差がみられなかったが、この検査においては 1 日 2 回の検査を同じパネルで連続して行なったため、分析精度がかなり低下した可能性がある。事実、同じ条件で包装した V.S. について検査項目を 3 項目に限定し、非照射試料を対照として用いた場合の検査結果 (Table 4) では、0.7 Mrad 照射すると窒素包装した V.S. でも味と香りについて有意差が認められた。したがって 0.7 Mrad の  $\gamma$  線照射は V.S. の官能的品質に影響を与えるものと思われる。次に 0.6 Mrad の照射について考えると、Table 7 の結果から 0.6 Mrad までの線量は照射による品質の変化を与えなかった。しかし同じ製造日の V.S. を使用し、同じ日に同じパネルで行なった Table 5 の検査結果からは 0.6 Mrad でも香りと味に有意差が認められた。この 2 つの検査における違いは Table 7 に比べて Table 5 では検査試料数が少なかったことと、Table 7 の検査では照射時の品温が 15℃ 前後であったのに比べて、Table 5 では 25℃ と 5.3℃ というように照射時の品温が違っていたことである。25℃ のように品温が高い場合には照射臭が発生しやすい傾向を示すし、5.3℃ というように低い場合には V.S. の色調が低下する傾向があった。しかし品温が異なっても 0.6 Mrad 照射した場合には味について有意差が認められたから、Table 5 の検査でみられた有意差は品温の影響ではなく検査方法の違いによるものと思われる。今回の検査パネルのように特に訓練していない消費者パネルであっても、照射しない V.S. と照射した V.S. を直接比較した場合には、0.6 Mrad の線量でも照射の影響を充分識別することができた。したがって 0.5 Mrad の線量が V.S. の品質を変化させない最大線量であると考えられる。

#### 5. あとがき・謝辞

均一照射技術の開発を進めるなかで、特定総合研究の研究計画のなかではまだ検討されていない種々の問題が生じてきた。本研究はその一部を解決するために計画されたものであるが、

0.5 Mrad と 0.6 Mrad の試料間で 9.9% の有意差がみられたが、これは V.S. の個体差と考えられ、どちらも非照射試料に対しては有意差が認められなかった。また羊腸を除いた V.S. でも全く有意差はみられなかった。したがって 0.7 Mrad までの  $\gamma$  線照射は V.S. のテクスチャーに対して、全く影響を与えないことがわかった。

#### 4. 考 察

品質を変えないで  $\gamma$  線照射できる条件について検討した結果、包装材料としてはポリセロでもナイロン-12でも特に照射の影響はみられなかった。したがって照射される V.S. の包装材料として安価なポリセロを使用できることが明らかとなった。いっぽう雰囲気については酸素の効果が著しく、品質を変化させないで照射できる条件としては窒素充填による包装が適していた。現在市販品 V.S. の包装はポリセロ、窒素包装で行なわれているから、そのままの条件で照射できることになる。次に線量については、Table 2 の結果からは 0.7 Mrad までの照射で有意差がみられなかったが、この検査においては 1 日 2 回の検査を同じパネルで連続して行なったため、分析精度がかなり低下した可能性がある。事実、同じ条件で包装した V.S. について検査項目を 3 項目に限定し、非照射試料を対照として用いた場合の検査結果 (Table 4) では、0.7 Mrad 照射すると窒素包装した V.S. でも味と香りについて有意差が認められた。したがって 0.7 Mrad の  $\gamma$  線照射は V.S. の官能的品質に影響を与えるものと思われる。次に 0.6 Mrad の照射について考えると、Table 7 の結果から 0.6 Mrad までの線量は照射による品質の変化を与えなかった。しかし同じ製造日の V.S. を使用し、同じ日に同じパネルで行なった Table 5 の検査結果からは 0.6 Mrad でも香りと味に有意差が認められた。この 2 つの検査における違いは Table 7 に比べて Table 5 では検査試料数が少なかったことと、Table 7 の検査では照射時の品温が 15℃ 前後であったのに比べて、Table 5 では 25℃ と 5.3℃ というように照射時の品温が違っていたことである。25℃ のように品温が高い場合には照射臭が発生しやすい傾向を示すし、5.3℃ というように低い場合には V.S. の色調が低下する傾向があった。しかし品温が異なっても 0.6 Mrad 照射した場合には味について有意差が認められたから、Table 5 の検査でみられた有意差は品温の影響ではなく検査方法の違いによるものと思われる。今回の検査パネルのように特に訓練していない消費者パネルであっても、照射しない V.S. と照射した V.S. を直接比較した場合には、0.6 Mrad の線量でも照射の影響を充分識別することができた。したがって 0.5 Mrad の線量が V.S. の品質を変化させない最大線量であると考えられる。

#### 5. あとがき・謝辞

均一照射技術の開発を進めるなかで、特定総合研究の研究計画のなかではまだ検討されていない種々の問題が生じてきた。本研究はその一部を解決するために計画されたものであるが、

V.S.の $\gamma$ 線照射の実用化に関してはさらに多くの照射効果の検討が必要であると考えられる。おわりに本研究を進めるに当り、実験に御協力いただいた当研究室の久米民和、伊藤均の両氏に、また官能検査において御協力いただいたパネル諸氏に感謝いたします。

## 6. 引用文献

- (1) 高坂和久, 塚田 武, 矢野幸男, 檀原 宏; 食品工誌, 15, 507 (1968)
- (2) H.Ito and T.Sato; Agr. Biol. Chem., 37, 233 (1973)
- (3) 青木章平, 久米民和, 伊藤 均, 渡辺 宏, 佐藤友太郎; 食品照射, 7, 43 (1972)
- (4) 久米民和, 青木章平, 伊藤 均, 渡辺 宏, 佐藤友太郎; 食品照射, 8, 100 (1973)
- (5) 高坂和久, 小沢総一郎, 檀原 宏; 食品工誌, 20, 559 (1973)
- (6) 寺川 彰; 線量測定講習会テキスト(東京), P.66 (1966)
- (7) 吉川誠次; 食品の官能検査法, 光琳全書, P.107 (1965)
- (8) 三浦新編; 官能検査バンドブック, 旧科技連, P.356 (1973)
- (9) 渡辺 宏, 須永博美, 久米民和, 伊藤 均, 青木章平, 佐藤友太郎; JAERI-M 5610 (1974)

V.S. の  $\gamma$  線照射の実用化に関してはさらに多くの照射効果の検討が必要であると考えられる。おわりに本研究を進めるに当り、実験に御協力いただいた当研究室の久米民和、伊藤均の両氏に、また官能検査において御協力いただいたバネル諸氏に感謝いたします。

## 6. 引用文献

- (1) 高坂和久, 塚田 武, 矢野幸男, 檀原 宏; 食品工誌, 15, 507 (1968)
- (2) H. Ito and T. Sato; Agr. Biol. Chem., 37, 233 (1973)
- (3) 青木章平, 久米民和, 伊藤 均, 渡辺 宏, 佐藤友太郎; 食品照射, 7, 43 (1972)
- (4) 久米民和, 青木章平, 伊藤 均, 渡辺 宏, 佐藤友太郎; 食品照射, 8, 100 (1973)
- (5) 高坂和久, 小沢総一郎, 檀原 宏; 食品工誌, 20, 559 (1973)
- (6) 寺川 彰; 線量測定講習会テキスト(東京), P. 66 (1966)
- (7) 吉川誠次; 食品の官能検査法, 光琳全書, P. 107 (1965)
- (8) 三浦新編; 官能検査ハンドブック, 日科技連, P. 356 (1973)
- (9) 渡辺 宏, 須永博美, 久米民和, 伊藤 均, 青木章平, 佐藤友太郎; JAERI-M 5610 (1974)



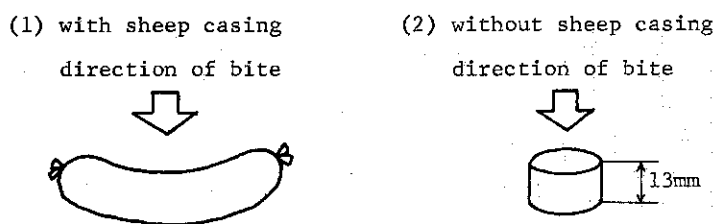


Fig. 1. Direction of Bite by Plunger on Measurement of Texture of Vienna Sausage

Table 1. Effect of Irradiation with a Dose of 0.45 Mrad on Some Organoleptic Properties of Vienna Sausages Packed in the Poly-cello\* bags and in the Nylon-12 bags.

	Hedonic score (11-point scale)		
	Unirradiated	Irradiated	
		Poly-cello	Nylon-12
Appearance	5.27	5.73	5.60
Odor	5.27	5.13	5.13
Taste	5.27	4.80	4.80
Cohesiveness	5.54	5.46	5.62
Hardness	5.80	5.60	5.13
Over-all evaluation	5.40	5.20	5.13

The sausages were sealed in each bag with nitrogen, and irradiated by  $\gamma$ -ray. Samples were judged immediately after irradiation by 15 persons without using the control samples. All results given are means of fifteen judgements, and hedonic scale 6 is neither like nor dislike.

\* Polyethylene coated cellophane.

Table 2. Effect of Irradiation on Some Organoleptic Properties of Vienna Sausages Packed in the Poly-cello bags and in the Nylon-12 bags.

	Hedonic score (11-point scale)			
	Unirradiated	Irradiated (Dose:Mrad)		
		0.5	0.6	0.7
(1) Packed in the poly-cello bags				
Appearance	5.60	5.07	5.13	5.00
Odor	5.40	5.07	5.07	4.80
Taste	5.73	5.27	5.40	5.20
Cohesiveness	6.00	5.46	5.54	5.62
Hardness	5.73	5.53	5.67	5.67
Over-all evaluation	5.73	5.07	5.27	5.20
(2) Packed in the nylon-12 bags				
Appearance	5.67	5.13	5.07	5.53
Odor	5.60	4.93	4.80	5.07
Taste	5.60	5.40	5.07	5.20
Cohesiveness	5.77	5.46	5.38	5.62
Hardness	5.60	5.20	5.47	5.33
Over-all evaluation	5.60	5.13	5.20	5.33

The sausages were packed in nitrogen, and irradiated, and judged immediately after irradiation by 15 persons with using the control samples.

Table 3. Effect of Irradiation with a Dose of 0.45 Mrad on Some Organoleptic Properties of Vienna Sausages Packed in the Nylon-12 Bags with Different Atmospheres.

	Hedonic score (11-point scale)			
	Unirradiated	Irradiated		
		Oxygen	Air	Nitrogen
Appearance	5.47	5.27	5.00	5.80
Odor	5.53	4.33*	5.33	4.93
Taste	5.27	4.73	5.00	4.93
Cohesiveness	5.31	5.38	5.38	5.69
Hardness	5.47	5.47	5.47	5.53
Over-all evaluation	5.47	4.67*	5.27	5.47

The sausages were sealed in the nylon-12 bags, and irradiated with a dose of 0.45 Mrad, and judged immediately after irradiation by 15 persons without using the control samples. A result in \* mark was significantly different from the corresponding control value by 95% of probability.

Table 4. Effect of Irradiation with a Dose of 0.7 Mrad on Some Organoleptic Properties of Vienna Sausages Packed in the Nylon-12 Bags with Different Atmospheres.

	Hedonic score (11-point scale)			
	Unirradiated	Irradiated		
		Oxygen	Air	Nitrogen
Appearance	5.57	4.14**	5.00	5.21
Odor	5.79	4.57**	4.79**	4.93*
Taste	5.86	4.14**	4.79**	4.64**

The sausages were sealed in the nylon-12 bags, and irradiated with a dose of 0.7 Mrad, and judged immediately after irradiation by 14 persons with using the control samples

\* Significance from the unirradiated sausages by 95% of probability.

\*\* Significance from the unirradiated sausages by 99% of probability.

Table 5. Effect of Temperature during Irradiation on Some Organoleptic Properties of Vienna Sausages (1)

	Hedonic score (11-point scale)		
	Unirradiated	Temperature (°C)	
		25.0	5.3
Appearance	5.67	5.20	4.80*
Odor	5.47	4.53*	4.67
Taste	5.93	4.60**	4.27**
Cohesiveness	5.79	5.79	5.50
Hardness	5.86	5.71	5.71
Over-all evaluation	5.86	5.07*	4.71**

The sausages were sealed in the poly-cello bags with nitrogen, and irradiated with a dose of 0.6 Mrad. When irradiated at 5.3°C, the sausages were judged by 15 persons without using the control samples after that temperature of sausages reverted to room temperature.

\* 95% significance, \*\* 99% significance.

Table 6. Effect of Temperature during Irradiation on Some Organoleptic Properties of Vienna Sausages (2)

	Hedonic score (11-point scale)		
	Unirradiated	Temperature (°C)	
		26.9	4.9
Appearance	5.78	5.72	5.22*
Odor	5.78	4.89**	5.00*
Taste	5.78	4.83**	4.50**
Cohesiveness	5.94	5.78	5.56
Hardness	5.89	5.72	5.44
Over-all evaluation	5.81	5.06*	4.87**

The sausages were sealed in the poly-cello bags with nitrogen, and irradiated with a dose of 0.6 Mrad. When irradiated at 4.9°C, the sausages were judged by 18 persons with using the control samples after that temperature of the sausages reverted to room temperature.

\* 95% significance, \*\* 99% significance.

Table 7. Effect of Dose on Some Organoleptic Properties of Vienna Sausages.

	Hedonic score (11-point scale)			
	Unirradiated	Irradiated (Dose;Mrad)		
		0.4	0.5	0.6
Appearance	5.60	4.87	5.27	5.60
Odor	5.13	4.27	5.27	4.93
Taste	5.67	5.07	4.80	4.80
Cohesiveness	5.86	5.71	5.86	5.93
Hardness	5.86	6.00	5.86	5.93
Over-all evaluation	5.50	4.86	4.93	4.79

The sausages were sealed in the poly-cello bags with nitrogen, and irradiated with various doses, and judged immediately after irradiation by 15 persons without the control samples.

Table 8. Immediate Effect of Irradiation on Flavor of the Raw and Heated Vienna Sausages.

Dose (Mrad)	Flavor score (Scheffé method)
Raw sausages	
unirradiated	0.000
0.3	0.071
0.4	-0.143
0.5	-0.286
Heated sausages	
unirradiated	0.000
0.3	-0.109
0.4	0.063
0.5	0.047

The sausages were sealed in the poly-cello bags with nitrogen, and irradiated with various doses, and heated in part for five minutes at 80°C. The seven-point scale ( $\pm 3$  point, 0 = similar degrees against control samples) was used as quality assesment.

Table 9. Texture Evaluation of Vienna Sausages Irradiated by Gamma Radiation.

Dose (Mrad)	Mechanical parameter (texturometer unit)				
	Har.	Coh.	Spr.	Bri.	Che.
Sausages with sheep casing					
unirradiated	8.5	0.334	1.3	4.2	3.701
0.5	10.3 <sup>a)</sup>	0.334	1.1	5.2	3.821
0.6	7.5 <sup>a)</sup>	0.373	1.2	3.4	3.329
0.7	8.9	0.305	0.9	3.8	2.338
Sausages without sheep casing					
unirradiated	5.4	0.318	1.1	2.4	1.984
0.5	5.7	0.315	1.1	3.1	1.975
0.6	5.4	0.331	1.1	3.3	1.906
0.7	5.8	0.384	1.1	3.2	2.477

a) Significance between the sausages irradiated with 0.5 Mrad and with 0.6 Mrad by 99% of probability.

Har.; Hardness    Coh.; Cohesiveness    Spr.; Springiness  
Bri.; Brittleness    Che.; Chewiness  
Lucite 24 mm was used as plunger.