

JAERI-M

5772

ウィンナーソーセージの照射臭に関する
予備的検討

(ウィンナーソーセージの放射線保蔵に関する研究, 第6報)

1974年7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.

ウィンナーソーセージの照射臭に関する予備的検討
(ウィンナーソーセージの放射線保蔵に関する研究, 第6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6月19日受理)

照射されたウィンナーソーセージに生じるいわゆる“照射臭”について検討した。ウィンナーソーセージの揮発性成分については、照射によって硫黄化合物の量的変化は認められないといわれているため、主として揮発性塩基化合物とアルコールやカルボニル化合物について検討した。塩基化合物は1.0 Mradまでの照射で変化が認められなかった。またアルコールやカルボニル化合物の分析には特に capillary column を使用し、種々の条件で head space vapor の GC 分析を行なった。head space vapor を各種温度のトラップで分取した結果、照射臭のほとんどが(食塩-氷)トラップに分取され、そのGC分析から、照射臭は特定の成分が照射によって多量に生成されるために生じるものではなく、種々の成分の変化による複雑な混合物であると考えられる。またその構成成分は比較的沸点の高いアルコールやカルボニル化合物が主体であり、揮発性塩基化合物はあまり寄与していないものと考えられる。

Studies on the Off-Flavor of Vienna Sausage Irradiated with
Gamma Rays

(Radiation Preservation of Vienna Sausage, Part VI)

Hiroshi WATANABE, Shohei AOKI and Tomotaro SATO

Food Irradiation Development Laboratory, Takasaki, JAERI.

(Received June 19, 1974)

Studies of the vienna sausage off-flavor have been made to detect the organic compounds responsible for the characteristic unpleasant odor of vienna sausage treated by gamma radiation. The amounts of volatile sulfur compounds are little influenced by irradiation, so the changes in volatile bases, alcohols and carbonyl compounds in sausages were investigated. When the sausages are irradiated to a dose of up to 1.0 Mrad, no changes are observed in the amounts of total volatile bases. Therefore, it is considered that the total volatile bases play little role in occurrence of the odor.

The unpleasant odor in head space vapor of irradiated sausages can be collected in the trap cooled with a NaCl-ice mixture. Gas-chromatography analysis using a capillary column of the compounds in this trap reveals that the unpleasant odor is a mixture of various volatile components, and consists mainly of alcohols and carbonyl compounds.

目 次

1. まえがき	1
2. 実験方法	1
2.1 試料	1
2.2 揮発性塩基態窒素の定量	1
2.3 head space vapor のガスクロマトグラフィーによる分析	2
2.3.1 濃縮操作を行わない head space vapor の分析	2
2.3.2 カラムトラップ系で濃縮した head space vapor の分析	2
2.3.3 各種トラップにより分別した head space vapor の分析	2
3. 実験結果および考察	2
3.1 揮発性塩基態窒素の照射による変化	2
3.2 照射による head space vapor 全体の変化	3
3.2.1 市販品ウィンナーソーセージの head space vapor について	3
3.2.2 特注品ウィンナーソーセージの head space vapor について	4
3.3 分別濃縮した head space vapor の変化と照射臭との関係	4
3.3.1 (食塩-氷)トラップの head space vapor について	4
3.3.2 (ドライアイス-アセトン)トラップの head space vapor について	5
3.3.3 (液体窒素)トラップの head space vapor について	5
4. 謝辞	6
5. 引用文献	6

1. ま え が き

放射線で照射されたウィンナーソーセージ(以下V Sと略す)における官能的な品質変化は主として風味と色の変化である。風味の変化はいわゆる“照射臭”の発生であり、色の変化は照射による褪色である。褪色については照射時の雰囲気脱酸素の状態にすることにより、かなり低減することができるが、照射臭は雰囲気にあまり影響されないばかりでなく、比較的低い線量で発生するため、放射線で処理したV Sの官能的な品質における重要な問題となっている。われわれは前報⁽¹⁾において、 γ 線照射した場合における風味の変化について検討し、変化を起さないで照射できる線量は0.5 Mradが限界であることを報告した。またさらに照射臭の発生を抑えて殺菌するための方法を検討し、電子線で照射すれば、1.0 MeVのエネルギーで1.0 Mrad照射しても官能的な品質には全く影響がなく、殺菌効果においても γ 線で0.5 Mrad照射した場合と同程度か、それ以上に効果的であることを報告した⁽²⁾。このように照射臭の発生は放射線の透過性や線量と密接な関係をもっていることが明らかになったが、いっぽう照射臭の構成々分およびその生成機構についてはまだ明らかではない。

牛肉を照射した時に発生する揮発性成分について、BatzerやDoty⁽³⁾らが異常に多量の揮発性の硫黄化合物を検出しているし、Merritt⁽⁴⁾らもmethyldisulfideやisobutylmercaptaneなどの増加を認めている。Lewis⁽⁵⁾らやWick⁽⁶⁾らは照射によってカルボニル化合物の生成を報告している。またBurks⁽⁷⁾らはアミン化合物の不快感と照射牛肉の照射臭との関係について調べ、揮発性の塩基が照射臭の一部を構成していることを報告した。このように照射による揮発性成分の変化は非常に多種類にわたっており、照射臭も単一成分ではなく、かなり複雑な成分構成をしているものと考えられる。したがってV Sにおける照射臭も同様にその構成々分は多数の化合物から構成されているものと思われる。そこで官能的な照射臭との関係において、V Sのhead space vapor(以下H S Vと略す)中の揮発性成分の分析を行ない、照射によるガスクロマトグラムの変化から照射臭を構成する主要成分について検討した。

2. 実 験 方 法

2.1 試 料

試料は無着色の市販品V Sと特定総合研究用に特別調製したV S(以下特注品と略す)の2種類について、ともに高崎ハム製のものを使用した。

2.2 揮発性塩基態窒素の定量

試料は細砕してから照射したものと、また細砕せずにそのままの状態でも照射し、その後細砕したものを使用した。定量のため揮発性塩基態窒素定量装置を作成した。揮発性塩基態窒素は

1. ま え が き

放射線で照射されたウィンナーソーセージ(以下V Sと略す)における官能的な品質変化は主として風味と色の変化である。風味の変化はいわゆる“照射臭”の発生であり、色の変化は照射による褪色である。褪色については照射時の雰囲気脱酸素の状態にすることにより、かなり低減することができるが、照射臭は雰囲気にあまり影響されないばかりでなく、比較的低い線量で発生するため、放射線で処理したV Sの官能的な品質における重要な問題となっている。われわれは前報⁽¹⁾において、 γ 線照射した場合における風味の変化について検討し、変化を起さないで照射できる線量は0.5 Mradが限界であることを報告した。またさらに照射臭の発生を抑えて殺菌するための方法を検討し、電子線で照射すれば、1.0 MeVのエネルギーで1.0 Mrad照射しても官能的な品質には全く影響がなく、殺菌効果においても γ 線で0.5 Mrad照射した場合と同程度か、それ以上に効果的であることを報告した⁽²⁾。このように照射臭の発生は放射線の透過性や線量と密接な関係をもっていることが明らかになったが、いっぽう照射臭の構成々分およびその生成機構についてはまだ明らかではない。

牛肉を照射した時に発生する揮発性成分について、BatzerやDoty⁽³⁾らが異常に多量の揮発性の硫黄化合物を検出しているし、Merritt⁽⁴⁾らもmethyldisulfideやisobutylmercaptaneなどの増加を認めている。Lewis⁽⁵⁾らやWick⁽⁶⁾らは照射によってカルボニル化合物の生成を報告している。またBurks⁽⁷⁾らはアミン化合物の不快感と照射牛肉の照射臭との関係について調べ、揮発性の塩基が照射臭の一部を構成していることを報告した。このように照射による揮発性成分の変化は非常に多種類にわたっており、照射臭も単一成分ではなく、かなり複雑な成分構成をしているものと考えられる。したがってV Sにおける照射臭も同様にその構成々分は多数の化合物から構成されているものと思われる。そこで官能的な照射臭との関係において、V Sのhead space vapor(以下H S Vと略す)中の揮発性成分の分析を行ない、照射によるガスクロマトグラムの変化から照射臭を構成する主要成分について検討した。

2. 実 験 方 法

2.1 試 料

試料は無着色の市販品V Sと特定総合研究用に特別調製したV S(以下特注品と略す)の2種類について、ともに高崎ハム製のものを使用した。

2.2 揮発性塩基態窒素の定量

試料は細砕してから照射したものと、また細砕せずにそのままの状態でも照射し、その後細砕したものを使用した。定量のため揮発性塩基態窒素定量装置を作成した。揮発性塩基態窒素は

希硫酸中にトラップしてから、その硫酸溶液を規定度を定めた NaOH で滴定することにより求めた。なお装置および測定方法は実験書⁽⁸⁾に準じた。

2.3 HSV のガスクロマトグラフィーによる分析

2.3.1 濃縮操作を行わない HSV の分析

細砕した VS 50 g を長さ 20 cm, 内径 2.6 cm の大型試験管に入れ, シリコンゴムで栓をしたのち, 注射器で 10 ml の HSV をぬきとり, 1 時間室温に放置したのち, 10 万キュリーコバルト 60 線源の γ 線により, 線量率 0.1 ~ 1.0 Mrad/hr の位置で各線量照射した。照射後, HSV を注射器で 2 ml とり, 直接 GC 分析を行なった。また照射後の加熱効果をみるため, 試験管を 100°C, 10 分, または 80°C, 5 分加熱し, 加熱後の HSV の変化について検討した。GC 分析には日立製作所 063 型ガスクロマトグラフィーを使用した。カラムとしては固定相に Carbowax 1500 をコーティングした内径 0.25 mm ϕ , 長さ 45 m の capillary column を使用した。column temp. 70°C, injection temp. 145°C で carrier gas として N₂ ガスを使用し, 流速はカラムで 1.0 ml/min, 検出器では 20 ml/min でスプリット比 1:200 で行なった。検出器としては FID を使用し, 140°C で検出した。

2.3.2 カラムトラップ系で濃縮した HSV の分析

HSV の濃縮と分析を同時に行なうために, カラムトラップの方法を検討し, Fig. 1 に示す diagram を作成した。大型試験管中で VS を照射したのち, その HSV の 10 ml を試料注入口から入れた。その際排気口を塞ぐことによって HSV 10 ml を液体窒素で冷却したカラム部分にトラップした。排気口を開いたのち, carrier gas の流速の乱れがなくなるまで放置し, 流速が一定になってからトラップをはずして分析を開始した。GC 分析条件は 2.3.1 と同じである。

2.3.3 各種トラップにより分別した HSV の分析

HSV を分別, 濃縮するため, トラップとして (食塩-氷: 約 -20°C), (ドライアイス-アセトン: 約 -77°C), (液体窒素: 約 -195°C) の 3 種類を使用した。照射容器に細砕した VS 100 g を入れ, 空気存在下か, または窒素で雰囲気置換したのち照射し, 照射後, Fig. 2 に示したように接続した。130 ml/min の流速で He ガスを流しながら, VS を 90°C, 10 分間水浴中で加熱し, 1.5 hr 通気することによって HSV を各トラップに分取した。各トラップ中の揮発性成分の分析は 2.3.1 と同一条件で行なった。

3. 実験結果および考察

3.1 揮発性塩基態窒素の照射による変化

VS の揮発性成分のうち特に照射臭と関係があると考えられるものは, 硫黄化合物とアミンなどの塩基化合物およびアルコールやカルボニル化合物であろう。これらの内, 硫黄化合物については H₂S やメルカプタンについての分析の結果, 照射による揮発性メルカプタン量の変化

希硫酸中にトラップしてから、その硫酸溶液を規定度を定めた NaOH で滴定することにより求めた。なお装置および測定方法は実験書⁽⁸⁾に準じた。

2.3 HSVのガスクロマトグラフィーによる分析

2.3.1 濃縮操作を行わない HSV の分析

細砕した VS 50 g を長さ 20 cm、内径 2.6 cm の大型試験管に入れ、シリコンゴムで栓をしたのち、注射器で 10 ml の HSV をぬきとり、1 時間室温に放置したのち、10 万キュリーコバルト 60 線源の γ 線により、線量率 0.1 ~ 1.0 Mrad/hr の位置で各線量照射した。照射後、HSV を注射器で 2 ml とり、直接 GC 分析を行なった。また照射後の加熱効果をみるため、試験管を 100°C、10 分、または 80°C、5 分加熱し、加熱後の HSV の変化について検討した。GC 分析には日立製作所 063 型ガスクロマトグラフィーを使用した。カラムとしては固定相に Carbowax 1500 をコーティングした内径 0.25 mm ϕ 、長さ 45 m の capillary column を使用した。column temp. 70°C, injection temp. 145°C で carrier gas として N₂ ガスを使用し、流速はカラムで 1.0 ml/min、検出器では 20 ml/min でスプリット比 1:200 で行なった。検出器としては FID を使用し、140°C で検出した。

2.3.2 カラムトラップ系で濃縮した HSV の分析

HSV の濃縮と分析を同時に行なうために、カラムトラップの方法を検討し、Fig. 1 に示す diagram を作成した。大型試験管中で VS を照射したのち、その HSV の 10 ml を試料注入口から入れた。その際排気口を塞ぐことによって HSV 10 ml を液体窒素で冷却したカラム部分にトラップした。排気口を開いたのち、carrier gas の流速の乱れがなくなるまで放置し、流速が一定になってからトラップをはずして分析を開始した。GC 分析条件は 2.3.1 と同じである。

2.3.3 各種トラップにより分別した HSV の分析

HSV を分別、濃縮するため、トラップとして(食塩-氷:約-20°C)、(ドライアイス-アセトン:約-77°C)、(液体窒素:約-195°C)の3種類を使用した。照射容器に細砕した VS 100 g を入れ、空気存在下か、または窒素で雰囲気置換したのち照射し、照射後、Fig. 2 に示したように接続した。130 ml/min の流速で He ガスを流しながら、VS を 90°C、10 分間水浴中で加熱し、1.5 hr 通気することによって HSV を各トラップに分取した。各トラップ中の揮発性成分の分析は 2.3.1 と同一条件で行なった。

3. 実験結果および考察

3.1 揮発性塩基態窒素の照射による変化

VS の揮発性成分のうち特に照射臭と関係があると考えられるものは、硫黄化合物とアミンなどの塩基化合物およびアルコールやカルボニル化合物であろう。これらの内、硫黄化合物については H₂S やメルカプタンについての分析の結果、照射による揮発性メルカプタン量の変化

が認められないといわれている⁽⁹⁾。そこでわれわれは照射臭の主要な成分の一つと考えられる揮発性塩基化合物について、照射の影響を検討した。Table 1 に示すように、線量 0.1 Mrad から 1.0 Mrad までの範囲で4段階の照射を行なったが、照射による揮発性塩基態窒素の量的変化は認められなかった。また照射前に細砕した場合と照射後細砕した場合とで測定値に有意差は認められなかった。Burks⁽⁷⁾らは 2.3 Mrad の照射により、揮発性塩基態窒素が非照射より約 15% 増加したとしているが、かなり高線量照射しており、1.0 Mrad 以下でどの程度の変化があるのか明らかではない。今回の測定において照射による影響が認められないのは、線量が比較的低いためであると思われる、この程度の線量では照射臭に対する揮発性塩基化合物の寄与はあまりないものと思われる。

3.2 照射による H S V 全体の変化

前述のように硫黄化合物の照射による量的変化は認められないといわれており、また揮発性塩基化合物においても照射による変化は認められなかったため、V S の H S V の分析にあたっては特にアルコールやカルボニル化合物の分析に重点をおいた。従来の G C 分析においては充填カラムが用いられてきたが、多成分系においては満足な分離能が得られないという短所があった。そこで今回の分析にあたっては石油製品、精油、香料など著しく成分数の多い試料の分析に使用されている capillary column を使用した。このカラムの長所は理論段数が 20,000 ~ 60,000 段と高く、分離能がよいこと、また分析時間が短くてすみ、かつ比較的低い温度で分析が可能であることであり、V S の H S V の分析に適していると考えられる。

3.2.1 市販品 V S の H S V について

照射前および照射後の V S の H S V を 2 ml とり、分析を行なった結果を Fig. 3 (A) に示した。非照射試料において 10 個のピークが検出された。照射によりピーク 1 が線量の増加とともに増大するが、他のピークは照射してもあまり変化しなかった。ピーク 1 の線量による増加を Fig. 3 (B) に示した。ピーク 3 は照射によってほとんど変化しないため、縦軸にはピーク 1 とピーク 3 の比をとり、横軸に線量を示した。ピーク 1 は 1.0 Mrad までの線量で直線的に増加し、照射によって生成される化合物であると考えられる。

次に、V S を水浴中で加熱した場合の H S V に対する加熱の効果を検討し、微量成分の検出をこころみた。66℃で 15 分加熱した場合には各ピークの量的な増加は認められるが、検出されるピークの数は非加熱の場合と変らなかった。そこで 100℃、10 分加熱した場合について、H S V の G C 分析結果を Fig. 4 に示した。非照射 V S と照射 V S とで合計 30 ピークが検出された。ピーク 1 が照射によって急激に増加することは非加熱の場合と同じであるが、その他にピーク 9、12、18 の各ピークが 1.0 Mrad 照射した場合の H S V に検出された。ピーク 9 と 12 は 0.3 Mrad 以下の照射では検出されないが、0.5 Mrad 以上になると明らかにピークとして検出された。ピーク 18 については、0.1 Mrad でピーク 17 の肩をもつ程度に検出されるが、0.3 Mrad 以上ではピーク 17 とははっきり区別できた。したがってこれらのピークは照射によって生成されるものと思われる。標準物質の retention time から各ピークの成分を推定すると、ピーク 3 は propionaldehyde、ピーク 4 は acetone か ethanoic acid methylester、ピーク 5 は n-butylaldehyde、ピーク 6 は methanol、ピーク 7 は

butanoic acid methylester, ピーク13は iso-butanol, ピーク19は n-butanol であると思われる。しかし、照射によって増加または生成されるピーク1, 9, 12, 18については物質の推定はできなかった。

3.2.2 特注品VSのHSVについて

市販品VSを使用した場合にピーク1, 9, 12, 18の4個のピークが照射によって増加または生成された。特注品VSでも市販品VSでも照射臭は同じように0.5 Mrad 照射近辺から感知されるから、特注品と市販品の照射臭が全く同じものであると仮定すれば、市販品で検出されたピークの変化が特注品の場合にも検出されるかもしれない。そこで先ず非加熱の場合についてしらべ、HSVの変化をFig. 5に示した。市販品に比べて特注品ではピーク数が少なく、これは特注品では添加物を少なくしていること、また肉組成が異なるためであると思われる。GC patternの最初のピークが照射によって増大する現象は市販品でみられたものと同じであった。80℃, 7分加熱処理をすると、非照射で8個、照射した場合には9個のピークが検出された(Fig. 6)。ピーク4は0.3 Mrad からわずかに検出され、0.5 Mrad では明らかに一つのピークとして検出された。しかしこのピークは市販品で検出されたピーク9, 12, 18のどれとも対応しなかった。また100℃, 10分加熱処理してもあまり変化はみられなかった。特注品では全般に揮発性成分の量が少なく、検出が困難であるため、HSVをカラムに直接トラップさせることにより濃縮して分析し、その結果をFig. 7に示した。非照射試料において14個のピークが検出され、HSVを直接GC分析した場合に比べ、非常に分離、検出が良好であった。1.0 Mrad 照射した場合と比較するとピーク8は照射によって減少し、ピーク2と4は相対的に増加した。またピーク7は照射したHSV中だけに検出され、これはFig. 6で検出されたピーク4と同じものであると思われる。Fig. 5やFig. 6でみられたピーク1は1.0 Mrad 照射したHSVの場合でもカラムにトラップされなかった。液体窒素の温度が約-190℃であることを考えると、この物質は非常に沸点が低く、methaneでもその沸点は-161℃であるからそれよりもさらに沸点が低い物質であり、有機化合物ではないことも考えられる。次項において述べるように、照射臭が約-20℃付近でトラップされる成分であることから推定しても、このピークが照射臭と関係があるとは思われない。以上HSV全体の照射による変化を調べた結果から判断すると、照射によってある単一の物質が多量に生成され、それが照射臭の原因になっているのではなく、VSの照射臭は種々の化合物の量的、質的に複雑な混合物によるものであると考えられる。

3.3 分別濃縮したHSVの変化と照射臭との関係

前項においてはHSV全体を分析することによって照射臭に関与する成分の検索をこころみしたが、ここでは(食塩-氷)、(ドライアイス-アセトン)、(液体窒素)の3種類のトラップを使うことによってHSVを各トラップに分別濃縮し、照射臭と各トラップにおけるGC分析の結果との関係から、照射臭の構成々分について検討した。

3.3.1 (食塩-氷)トラップのHSVについて

VSのHSVを各トラップに分取すると、(食塩-氷)トラップに濃縮されたHSVは最も照射臭に近い香りをもっており、また同時に非照射のVSの香りに近かった。市販品VSを使

用した場合の分析結果を Fig. 8 に示した。ピーク 1 と 2 は照射によって減少するが、他のピークは増加した。またピーク 4 は照射によって生成されるピークであると思われるが、他のピークは非照射にも存在した。ピーク 9 以上の比較的高沸点のものは照射によって増加するが、非照射に存在するかどうか分からない。特注品 V S の場合には市販品と大きく異なった (Fig. 9)。照射による量的な変化はみられるが、ピーク 4 を除いて各ピークとも非照射 V S の H S V 中にみられるピークと同じであった。特注品の場合も市販品と同様に高沸点成分の増加がみられた。これら両試料において照射により増加する成分、また両試料から新しく生成された成分 (すなわち、 Fig. 8 と Fig. 9 にみられるピーク 4 は同一成分ではないが照射によって、かなり生成されてくる物質であると思われる) については照射臭との関係が大きいものと考えられ、これらの成分を同定していくことによって、照射臭の構成々分を明らかにしていくことができるものと考えられる。

3.3.2 (ドライアイス-アセトン)トラップの H S V について

このトラップに分取される H S V にはいくらか照射臭に近い香りが感知されるが、全体的にコゲ臭い香りが強く、照射臭とは異質のものであると思われる。市販品を用いて行なった分析結果を Fig. 10 に示した。retention time が 5 分付近の小さなピークが照射によって消失する以外は全体に pattern の変化はみられなかった。また空気中で照射しても、窒素置換した場合でもほとんど変化はなかった。(食塩-氷)トラップ中の H S V の香りは完全に照射臭と同じものではなく、(ドライアイス-アセトン)トラップ中のコゲ臭い香りと混合したものが照射臭ではないかと思われる。

3.3.3 (液体窒素)トラップの H S V について

市販品 V S の場合と特注品 V S の場合について各々 Fig. 11 と Fig. 12 に示した。市販品においてピーク A, B, D は照射によってかなり増加する。またピーク C については、非照射 H S V 中に微量なりとも存在している成分であることも考えられるけれども、照射によるその量的な増加は著しい。特注品においてもピーク Pa, Pb, Pd, などが照射によって新しく生成されると思われるが、ピーク Pc の増加は著しく、これは市販品の場合にみられたピーク C に相当するものと思われる。このように(液体窒素)トラップ中の H S V の成分変化は著しいものがあり、照射によって低沸点の化合物が非常に変化していることを示しているが、このトラップからは官能的な照射臭は全く検出されず、したがってこれらの成分変化は照射臭とは直接関係がないものと考えられる。

H S V のトラップによる分析結果から判断すると、V S の照射臭は特定の成分が多量に生成されることによって生じるものではなく、種々の成分が変化した複雑な混合物であると考えられる。また特注品 V S と市販品 V S の照射臭は非常に似ているが、その成分構成は必ずしも同じではないものと思われる。V S の揮発性成分について、特にカルボニル化合物では hexanal から nonanal までの n-alkanal が照射によってすべて増加し、保存中には減少するという報告がある⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾ 今回の分析結果においても、(食塩-氷)トラップ中に濃縮される H S V のような比較的高沸点の高い成分が全体として増加しており、またこのトラップに照射臭に近い香りが分取されることを考えると、V S の照射臭は比較的高沸点のアルコールやカルボニル化合物が主体となっており、揮発性の塩基化合物や硫黄化合物などはあまり寄与していないものと考え

えられる。

4. 謝 辞

終りに臨み、実験を進める上で御協力いただいた当研究室の伊藤 均、久米民和の両氏に感謝いたします。

5. 引 用 文 献

- (1) 渡辺 宏, 青木章平, 佐藤友太郎: JAERI-M 5609(1974).
- (2) 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).
- (3) O. F. Batzer and D. M. Doty: J. Agr. Food Chem., 3, 64(1955).
- (4) C. Merritt, Jr., S. R. Bresnick, M. L. Bazinet, J. T. Walsh and Pio Angelini: Agr. Food Chem., 7, 784(1959).
- (5) M. Sribney, U. J. Lewis and B. S. Schweigert: J. Agr. Food Chem., 3, 958(1955).
- (6) E. L. Wick, M. Koshika and J. Mizutani: J. Food Sci., 30, 433(1965).
- (7) R. E. Burks, Jr., E. B. Baker, P. Clark, J. Esslinger and J. C. Lacey, Jr., : Agr. Food Chem., 11, 778(1959).
- (8) 東京大学農学部農芸化学教室: 実験農芸化学(下巻), 朝倉書店, p. 677(1960).
- (9) 日本アイソトープ協会食品照射委員会: 食品照射における照射効果に関する試験研究(昭和45年度成果報告書), 日本アイソトープ協会, p. 32(1971).
- (10) 日本アイソトープ協会食品照射委員会: 食品照射における照射効果に関する試験研究(昭和46年度成果報告書), 日本アイソトープ協会, p. 8(1972).

えられる。

4. 謝 辞

終りに臨み、実験を進める上で御協力いただいた当研究室の伊藤 均、久米民和の両氏に感謝いたします。

5. 引 用 文 献

- (1) 渡辺 宏, 青木章平, 佐藤友太郎: JAERI-M 5609(1974).
- (2) 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).
- (3) O.F. Batzer and D.M. Doty: J. Agr. Food Chem., 3, 64(1955).
- (4) C. Merritt, Jr., S.R. Bresnick, M.L. Bazinet, J.T. Walsh and Pio Angelini: Agr. Food Chem., 7, 784(1959).
- (5) M. Sribney, U.J. Lewis and B.S. Schweigert: J. Agr. Food Chem., 3, 958(1955).
- (6) E.L. Wick, M. Koshika and J. Mizutani: J. Food Sci., 30, 433(1965).
- (7) R.E. Burks, Jr., E.B. Baker, P. Clark, J. Esslinger and J.C. Lacey, Jr., : Agr. Food Chem., 11, 778(1959).
- (8) 東京大学農学部農芸化学教室: 実験農芸化学(下巻), 朝倉書店, p. 677(1960).
- (9) 日本アイソトープ協会食品照射委員会: 食品照射における照射効果に関する試験研究(昭和45年度成果報告書), 日本アイソトープ協会, p. 32(1971).
- (10) 日本アイソトープ協会食品照射委員会: 食品照射における照射効果に関する試験研究(昭和46年度成果報告書), 日本アイソトープ協会, p. 8(1972).

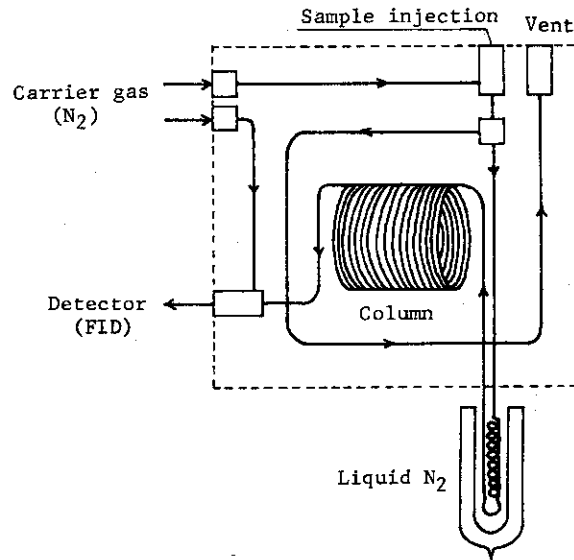


Fig.1 Flow Diagram of Column Trap System

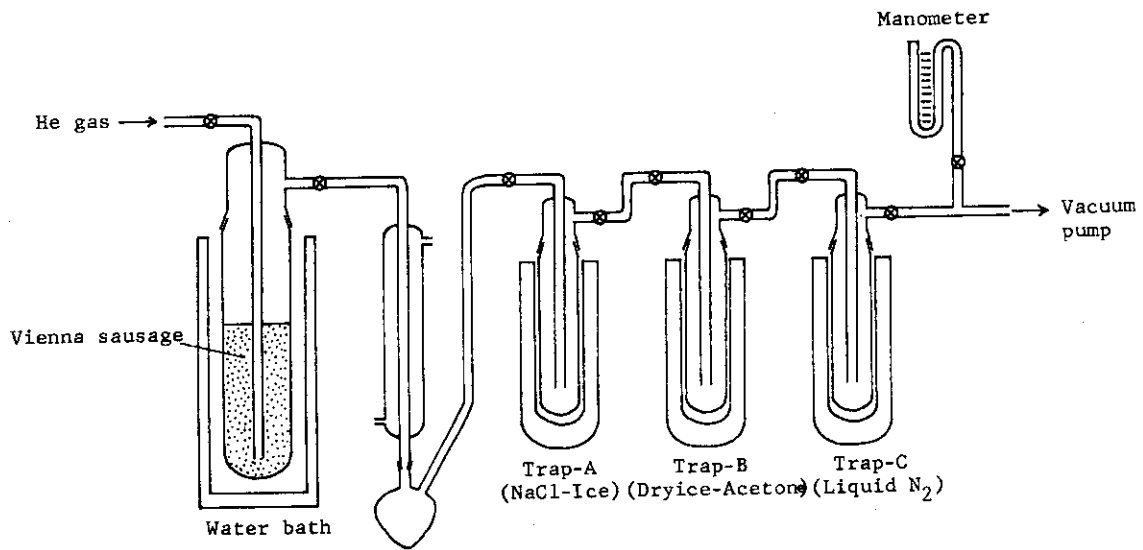


Fig.2 Apparatus for Concentration of Head Space Vapor

Table 1. Changes in Total Volatile Bases of Commercial Vienna Sausages Irradiated by Gamma-ray

Dose (Mrad)	Total volatile base (mg%)	
	Homogenized after irradiation	Homogenized before irradiation
unirradiated	11.1	11.1
0.1	11.4	11.1
0.3	11.1	11.4
0.5	11.1	11.4
1.0	11.1	11.1

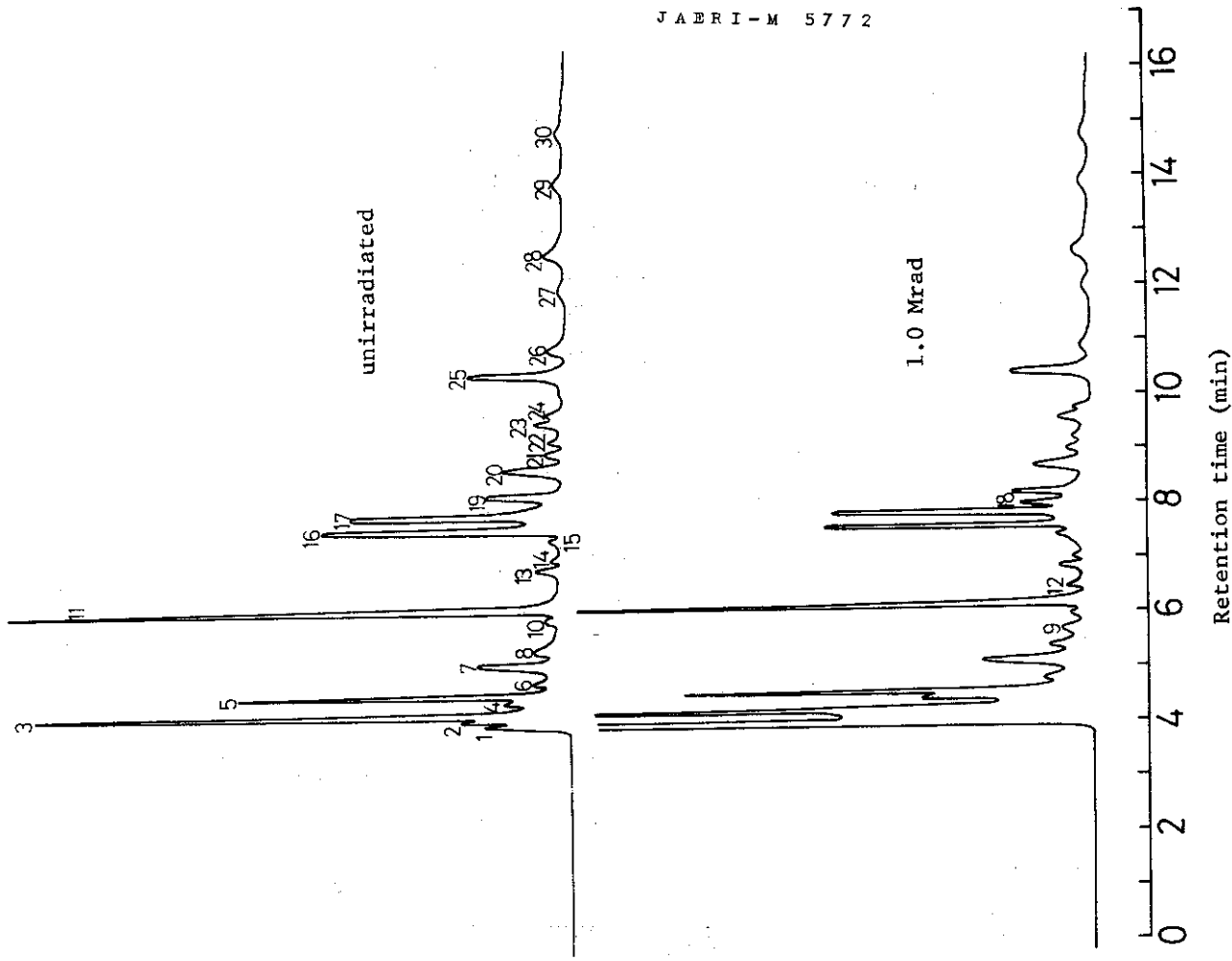


Fig.4 Gas Chromatograms of Head Space Vapor of Commercial Vienna Sausage Heated for 10 min at 100°C after Irradiation

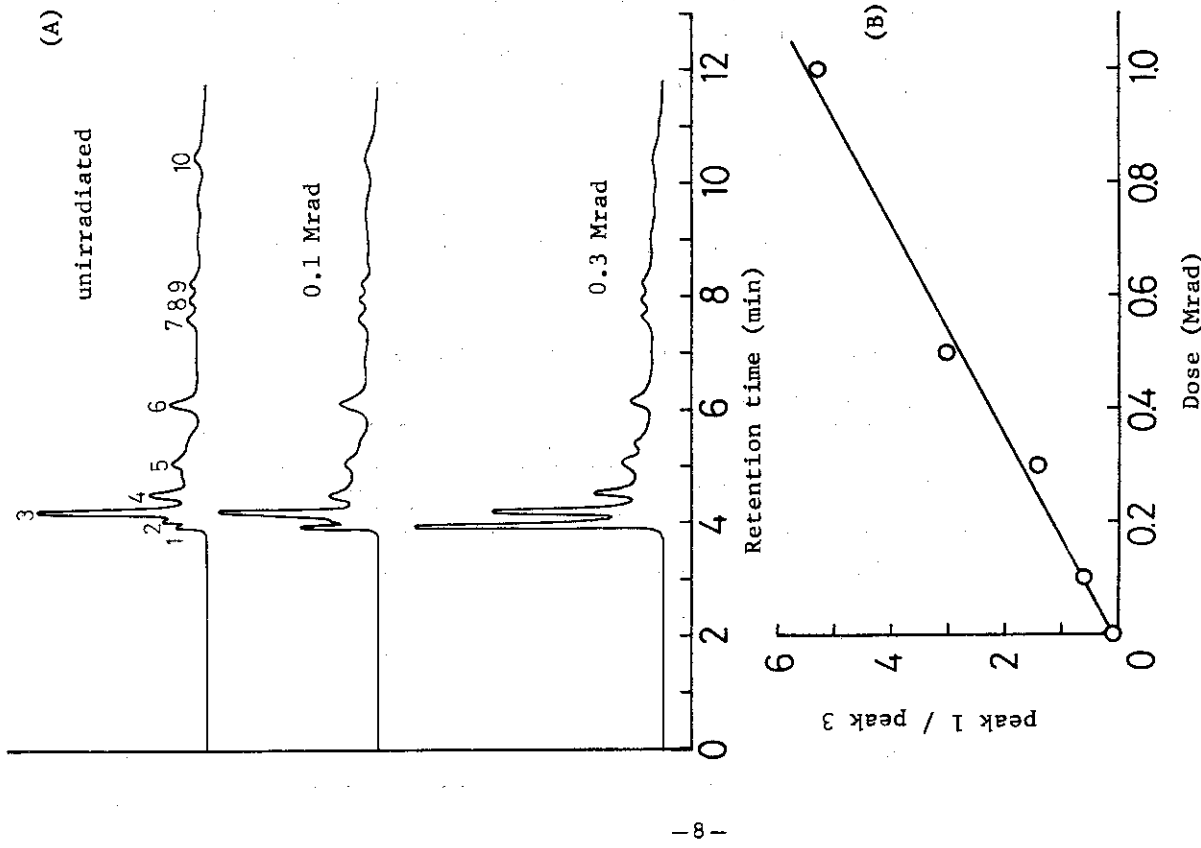


Fig.3 (A) Gas Chromatograms of Head Space Vapor of Commercial Vienna Sausage (B) Relation between Peak 1 and Dose

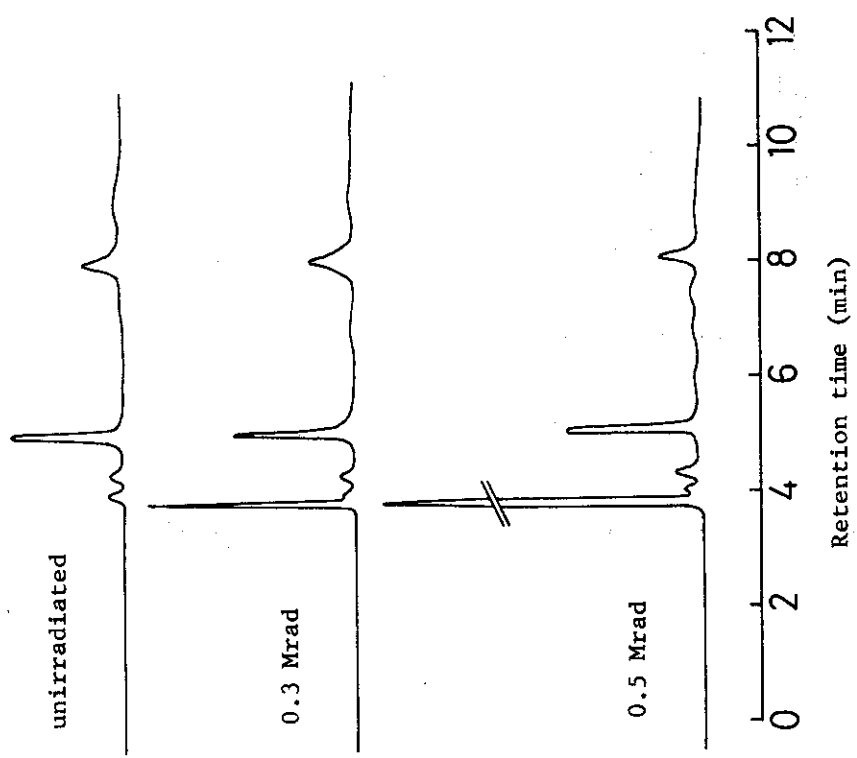
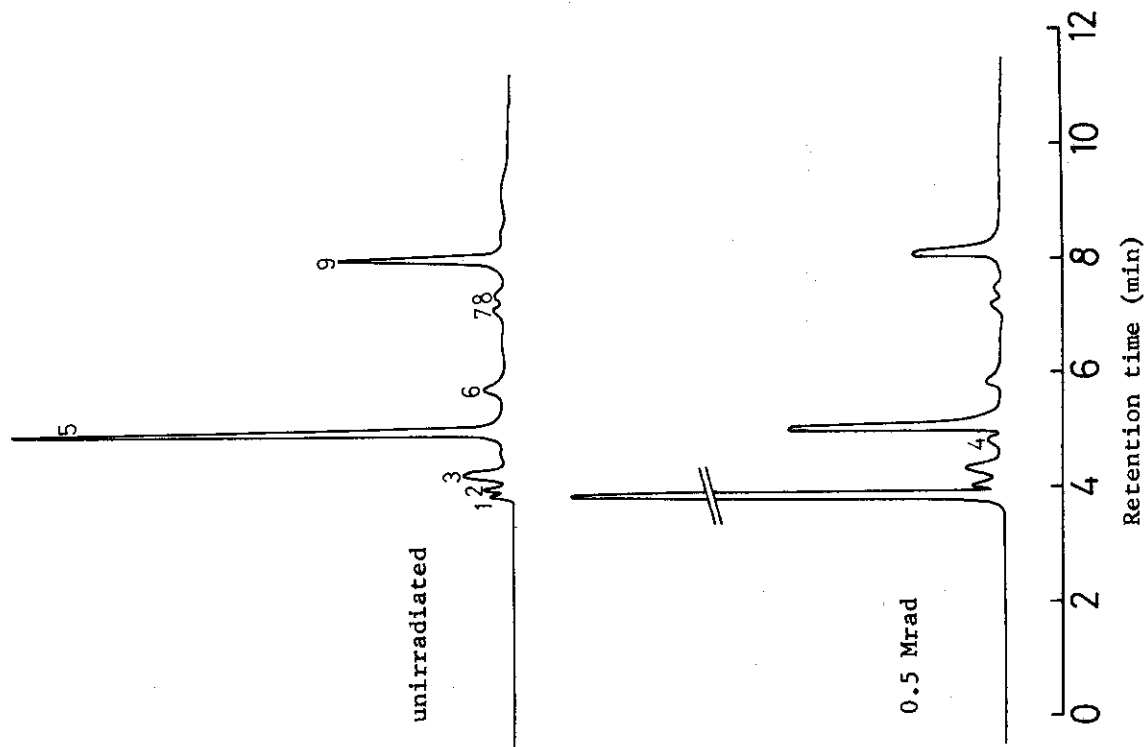


Fig.5 Gas Chromatograms of Head Space Vapor of Specially Made Vienna Sausage

Fig.6 Gas Chromatograms of Head Space Vapor of Specially Made Vienna Sausage Heated for 7 min at 80°C after Irradiation

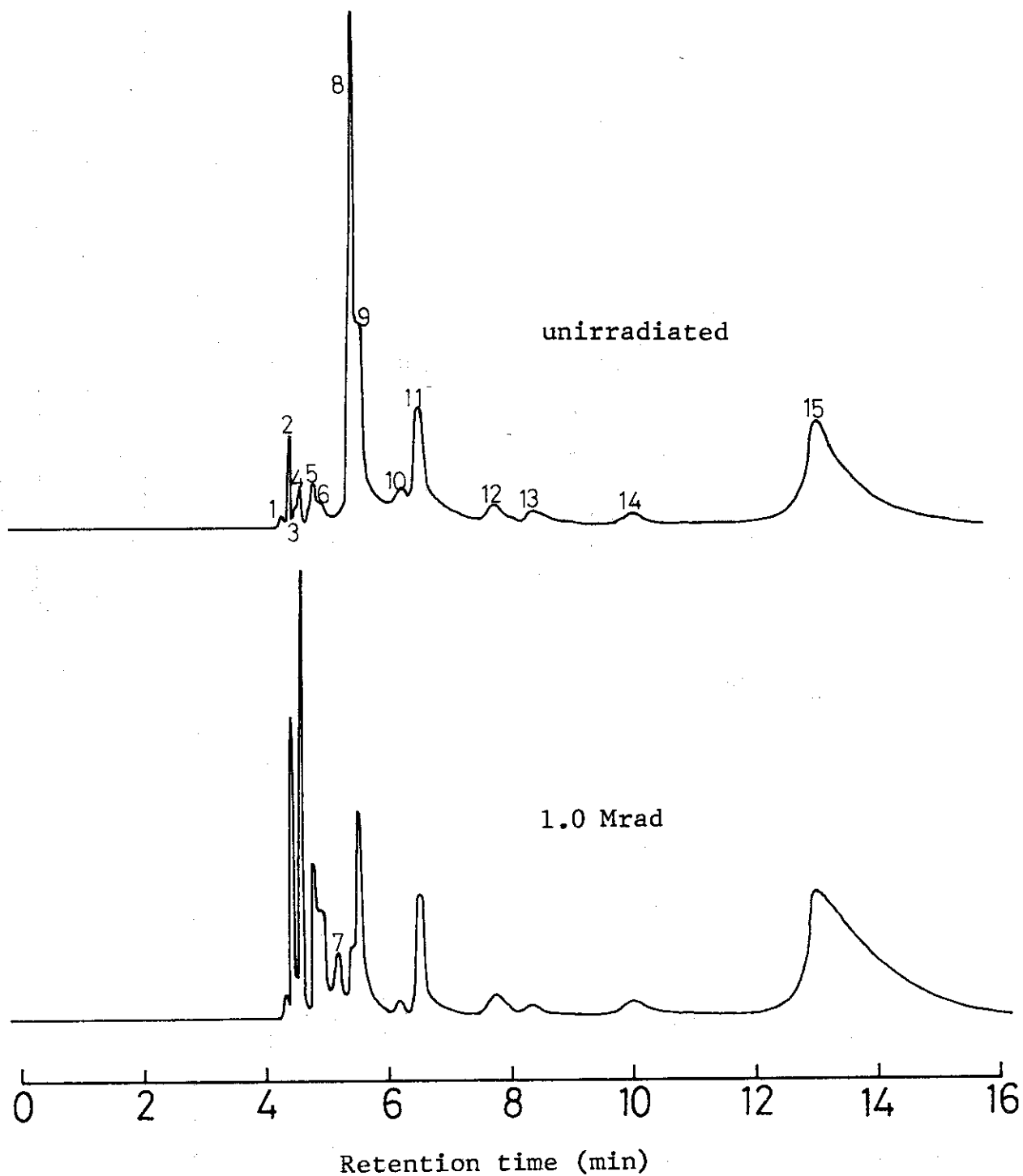


Fig.7 Gas Chromatograms of Head Space Vapor Trapped directly in Column with Liquid Nitrogen (Specially made vienna sausage)

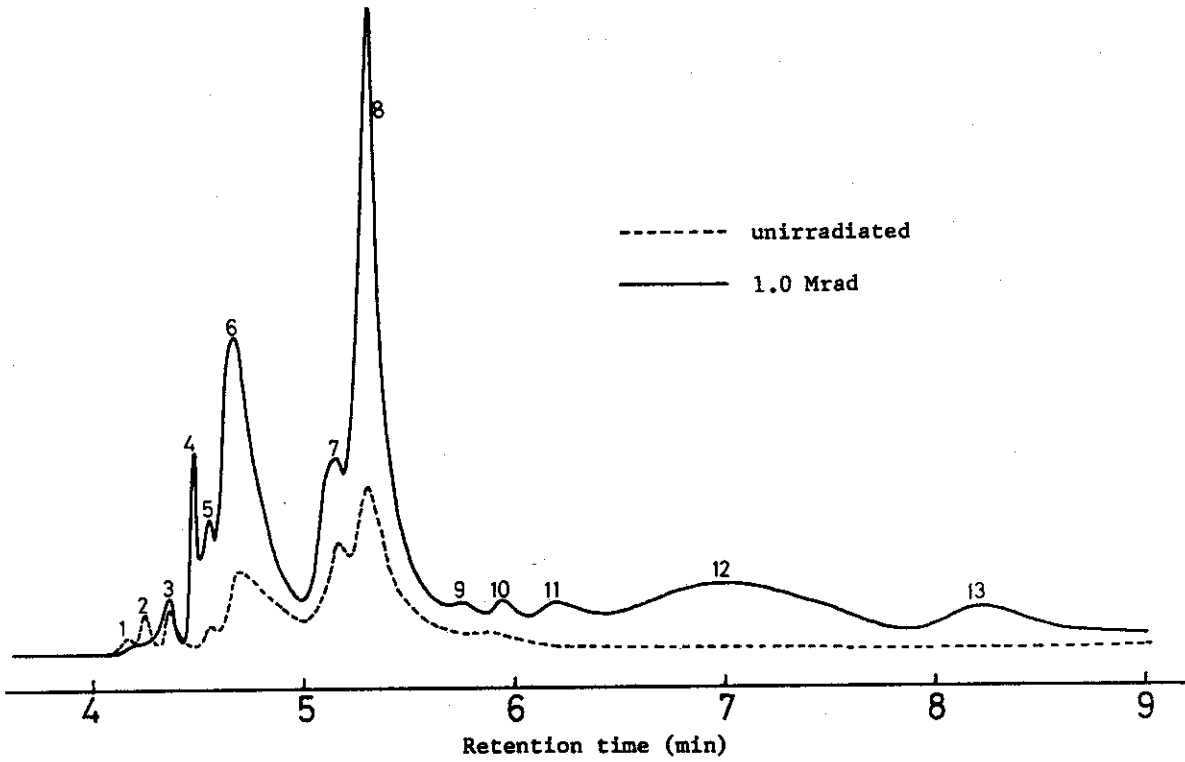


Fig.8 Gas Chromatograms of Head Space Vapor Concentrated in Trap Cooled with NaCl-Ice
(Commercial vienna sausage)

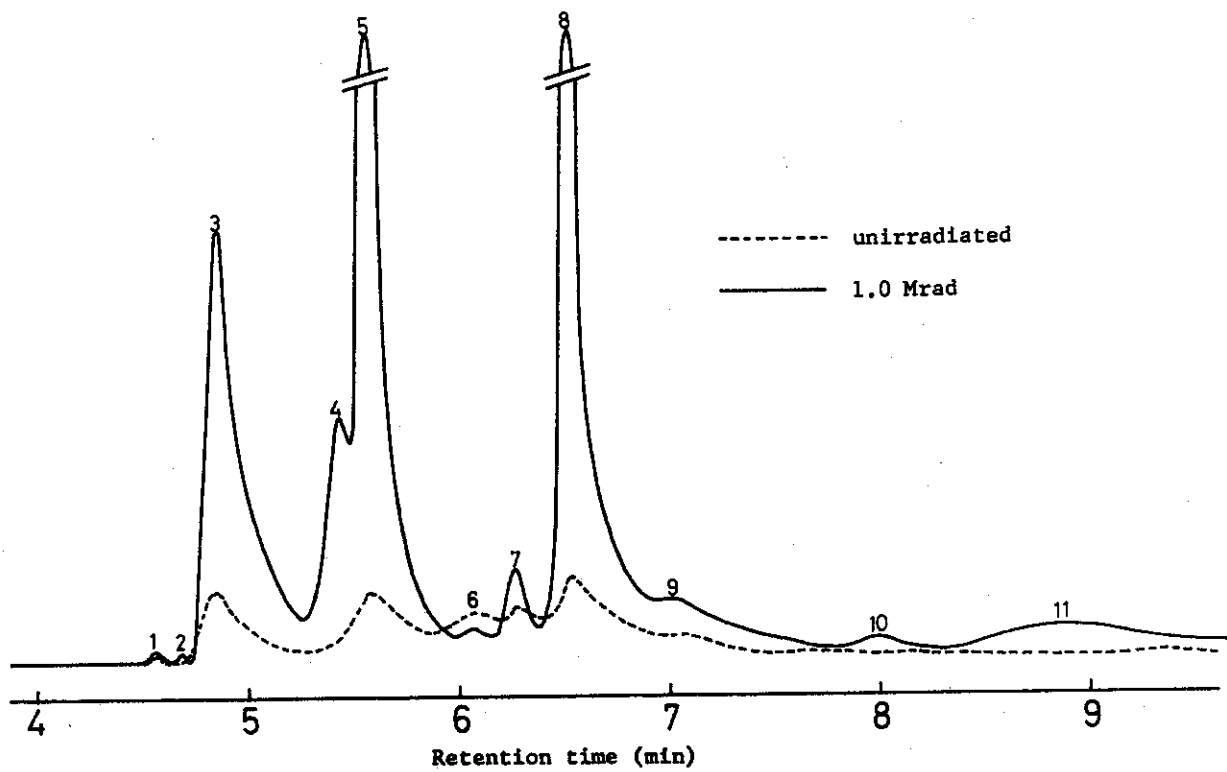


Fig.9 Gas Chromatograms of Head Space Vapor Concentrated in Trap Cooled with NaCl-Ice
(Specially made vienna sausage)

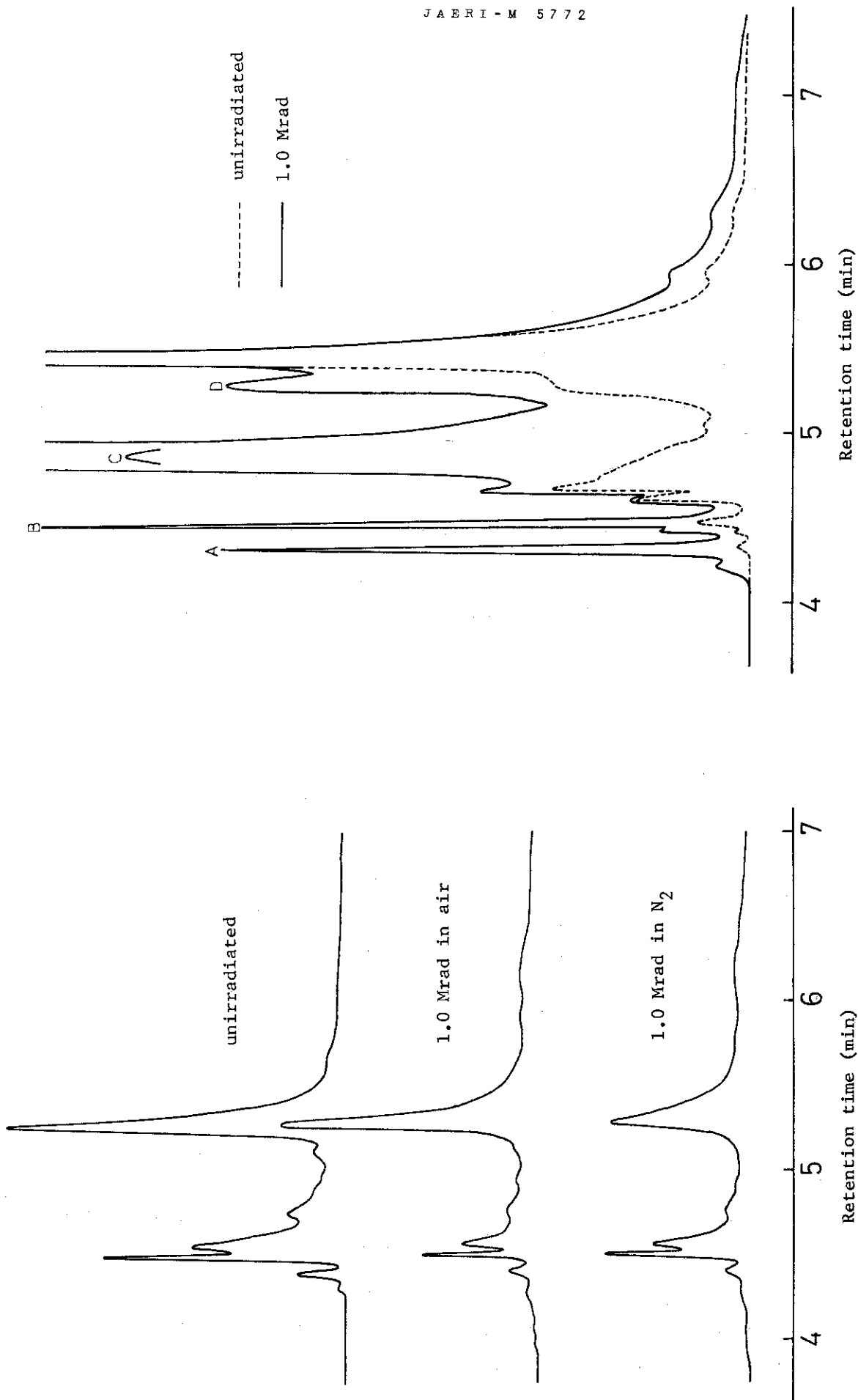


Fig.10 Gas Chromatograms of Head Space Vapor Concentrated in Trap Cooled with Dryice-Acetone (Commercial vienna sausage)

Fig.11 Gas Chromatograms of Head Space Vapor Concentrated in Trap Cooled with Liquid Nitrogen (Commercial vienna sausage)

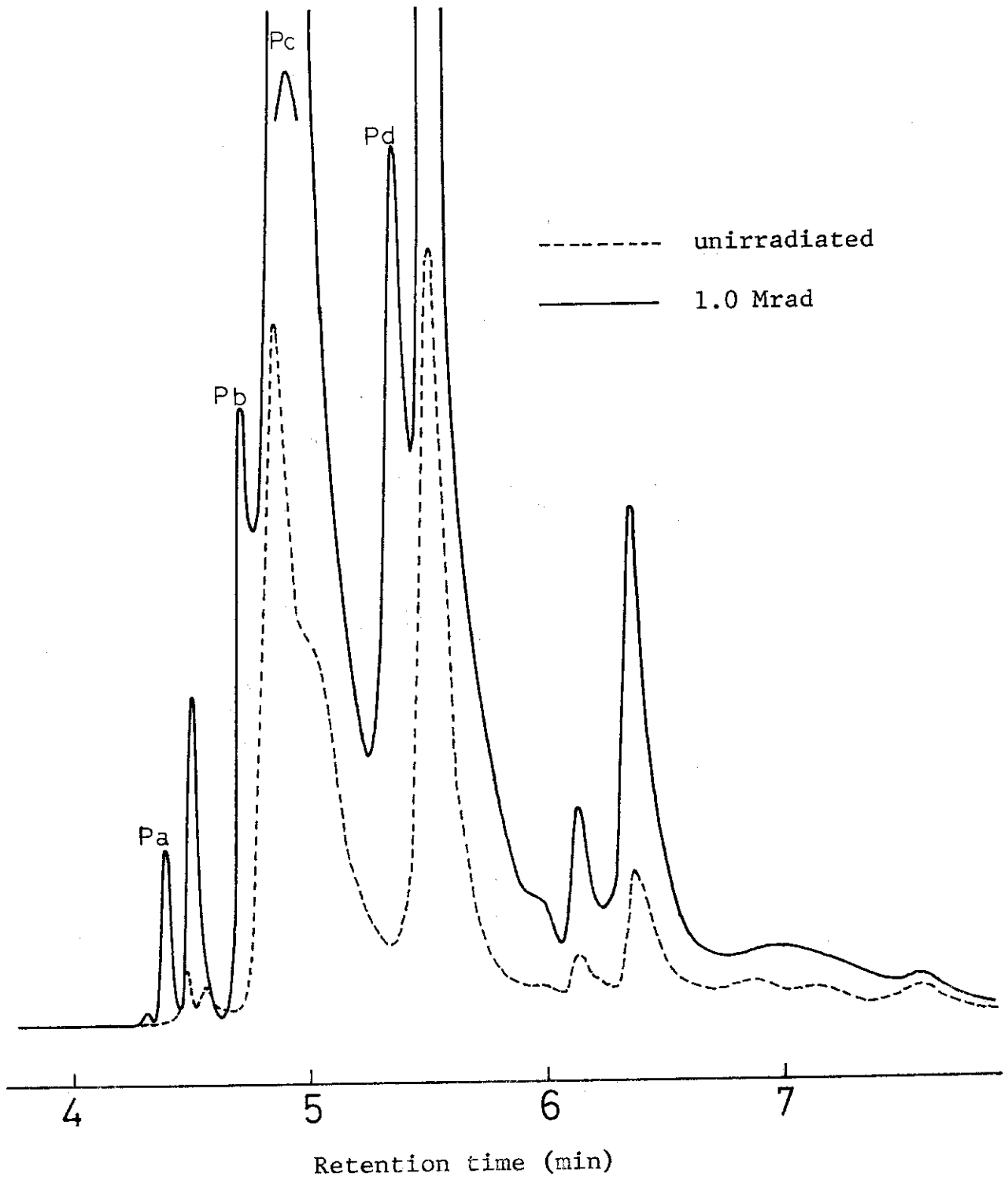


Fig.12 Gas Chromatograms of Head Space Vapor Concentrated in Trap Cooled with Liquid Nitrogen (Specially made vienna sausage)