

食品添加物に対する γ 線照射の影響に関する研究 (7) : 5'-ヌクレオチドの γ 線照射破壊

浜田, 盛承
水産大学校

合屋, 晏秀
宇部短期大学

石尾, 真弥
九州大学農学部水産化学教室

<https://doi.org/10.15017/22280>

出版情報 : 九州大学農学部学芸雑誌. 36 (1), pp. 7-12, 1981-08. 九州大学農学部
バージョン :
権利関係 :



食品添加物に対する γ 線照射の影響に関する研究

VII. 5'-ヌクレオチドの γ 線照射破壊

浜田 盛承*・合屋 晏秀**・石尾 真弥

九州大学農学部水産化学第一教室

(1981年4月18日 受理)

Studies on the Influences of γ -Ray Irradiation upon Food Additives

VII. Radiolysis of 5'-Nucleotides due to γ -Ray Irradiation

MORITSUGU HAMADA, YASUhide GOHYA
and SHINYA ISHIO

Laboratory of Fisheries Chemistry, Faculty of Agriculture,
Kyushu University 46-04, Fukuoka 812

緒 言

低線量の γ 線照射によつて食品の保蔵効果を高めようとする際に懸念される点は、 γ 線照射による食品添加物の破壊と破壊生成物の人体に対する安全性についてである。

ここでは、5'-ヌクレオチドのうち呈味成分として知られるイノシン-5'-リン酸ナトリウム (5'-IMP) およびグアノシン-5'-リン酸ナトリウム (5'-GMP) の水溶液およびかまぼこ中における γ 線照射破壊について述べる。

実 験 方 法

1. 5'-IMP および 5'-GMP 水溶液

5'-IMP $\cdot$ Na₂ $\cdot$ 6H₂O 30.5 mg および 5'-GMP $\cdot$ Na₂ $\cdot$ 3H₂O 28.3 mg を、それぞれ 100 ml の脱イオン水に溶解した。IMP $\cdot$ Na₂ および GMP $\cdot$ Na₂ として共に 25.0 mg に相当し、これら調味料の濃度はいずれも 0.025 % となる。この濃度は、かまぼこにおける 5'-IMP および 5'-GMP の濃度と同じである。

2. 5'-IMP および 5'-GMP 添加かまぼこ

* 水産大学校

** 宇都短期大学

かまぼこ研究所 (東京) において、次の方法に従つて調製されたものを用いた。すなわち、スケソウダラ冷凍すり身をすり身カッターで細切し、室温で解凍する。これを擂潰機に投入した後、Table 1 に示す配合割合に従つて原料を順次添加し、35~40 分間擂潰する。すり上がりすり身を塩化ビニリデンフィルム (サランフィルム、折径 6.0 cm $\times$ 長さ 25 cm) に 170 g

Table 1. The composition of "kamaboko" for experimental use.

Raw materials	Weight (g)
"surimi"*	1,000
NaCl	28
potato starch	50
water	250
sodium glutamate	10
sucrose	10
inosine-5'-monophosphate	0.25
guanosine-5'-monophosphate	0.25
"mirin"†	40

* Minced and washed flesh of Alaska Pollack containing 4.0 % sucrose, 4.0 % sorbit and 0.2 % polyphosphate.

† Sweet "sake".

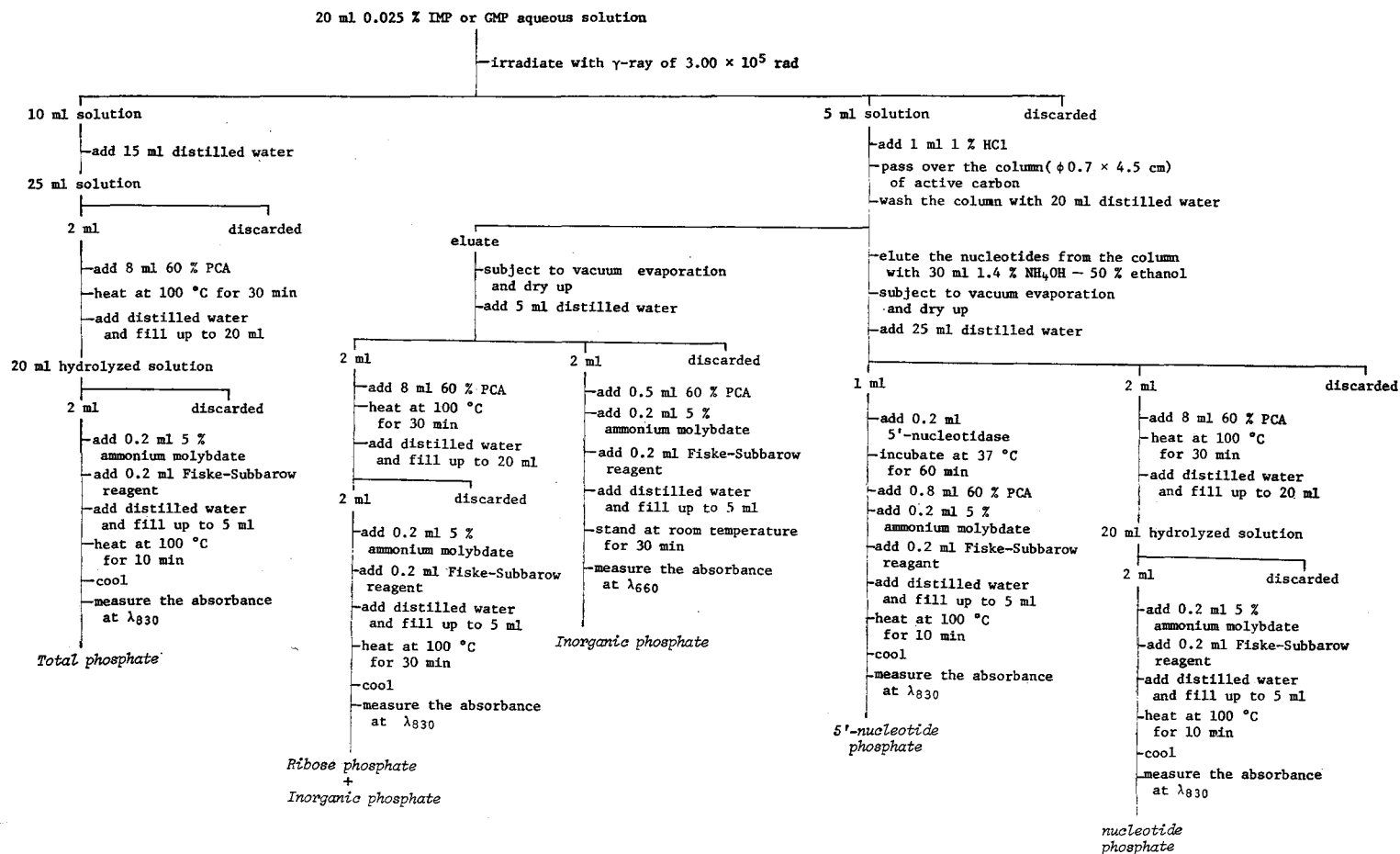


Fig. 1. Fractional phosphorus-analyses of total nucleotide, 5'-nucleotide, ribose phosphate and inorganic phosphate resulted from γ -ray irradiation of inosine-5'-monophosphate (5'-IMP) or guanosine-5'-monophosphate (5'-GMP) in aqueous solution.

Table 2. Radiolysis of inosine-5'-monophosphate (5'-IMP) and guanosine-5'-monophosphate (5'-GMP) in aqueous solution irradiated with 3.00×10^5 rad of γ -ray.

Nucleotide	Irrad. dose (rad)	Nucleotide-P added (μ mol/ml)	Purity (%)	Absorbed to the column of active carbon*			Passed through the column of active carbon		Unknown-P*** (μ mol/ml)
				Total-P of nucleotide (μ mol/ml)	5'-nucleotide-P (μ mol/ml)	2'- and 3'-nucleotide-P** (μ mol/ml)	Ribose-P (μ mol/ml)	Inorganic-P (μ mol/ml)	
5'-IMP	0	0.610	91.0	0.561	0.555	0.006	0	0	0
	3.00×10^5			0.303	0.154	0.149	0.128	0.068	0.062
				54.0%	27.7%	26.6%	22.8%	12.1%	11.1%
5'-GMP	0	0.614	77.4	0.483	0.475	0.008	0	0	0
	3.00×10^5			0.310	0.175	0.135	0.079	0.041	0.053
				64.2%	36.2%	28.0%	16.4%	8.5%	11.0%

* Prepared by Takeda Pharm. Co. Ltd. for the analysis of nucleic acids.

** Total-P of nucleotide - 5'-nucleotide-P.

*** Nucleotide-P - (Total-P of nucleotide + Ribose-P + Inorganic-P).

ずつ充填し、アルミワイヤーで二次結索した後、85°Cの熱水中で40分間加熱し、流水中で20分間冷却する。

3. γ 線照射

0.025% 5'-IMP および 0.025% 5'-GMP 水溶液の各 20 ml を共栓付試験管に入れ、 1.83×10^4 rad/h の線量率で 3.00×10^5 rad の γ 線を照射した。

一方、かまぼこにおいては、供試かまぼこを γ 線の照射線源の周囲に立てて置き、 2.95×10^4 rad/h の線量率で 3.00×10^5 rad の γ 線を照射した。

4. 5'-IMP および 5'-GMP の γ 線照射破壊生成物の分画および測定

5'-IMP 水溶液および 5'-GMP 水溶液に 3.00×10^5 rad の γ 線を照射した時の全リン (T-P)、5'-ヌクレオチドのリン酸基リン (5'-P)、リボース・リン酸化合物のリン酸基リン (R-P) および無機リン酸のリン (Pi) を Fig. 1 に示す方法で分画し、これらを Fiske and Subbarow (1925) の方法で発色させて測定した。

5. かまぼこ中における 5'-IMP および 5'-GMP の測定

旨味の相乗効果を得るために、かまぼこには通常 5'-IMP と 5'-GMP が添加されている。これらの 5'-ヌクレオチドを分画するために、中島ら (1961 a, b) の方法を用いた。かまぼこからこれらヌクレオチドを抽出し、分画、測定する方法を Fig. 2 に示す。

結果および考察

1. 水溶液中における 5'-IMP および 5'-GMP の γ 線照射破壊

5'-IMP および 5'-GMP の各 0.025% 水溶液に 3.00×10^5 rad の γ 線を照射し、T-P, 5'-P, R-P ならびに Pi を測定した。その結果を Table 2 に示す。

5'-IMP および 5'-GMP のモル濃度は、それらの添加重量から、それぞれ 0.610 および 0.614 μ mol/ml と計算されるが、5'-ヌクレオチダーゼを用いて 5'-P を測定した結果、それぞれ 0.555 および 0.475 μ mol/ml であった。したがって、5'-IMP の純度は 91.0%，5'-GMP のそれは 77.4% と評価される。恐らく、吸湿による純度低下と推測される。

3.00×10^5 rad の γ 線照射によつて 5'-IMP は添加量の 27.7% に低下した。(3'-P) + (2'-P), R-P および Pi の生成量は、それぞれ添加した 5'-IMP 含量の 26.6%，22.8% および 12.1% であった。形態不明の P は 11.1% であった。一方、照射後の 5'-GMP は添加量の 36.2% に低下し、(3'-P) + (2'-P), R-P および Pi の生成量は、それぞれ添加した 5'-GMP 含量の 28.0%，16.4% および 8.5% であった。形態不明の P は 11.0% であった。これらの結果から、水溶液における 5'-IMP および 5'-GMP は γ 線照射によつてかなり破壊され易いことが明らかである。さらに塩基とリボース・リン酸化合物への加水分解の程度は 2'-, 3'-ヌクレオチドの生成の程度にほぼ匹敵するか、

あるいは後者が若干高い傾向を示した。

5'-IMP および 5'-GMP について、 γ 線照射破壊のG値を計算すると、5'-IMP では

$$G = \frac{(0.555 - 0.154) \times 10^{-3}}{3.00 \times 10^5} \times 9.66 \times 10^8 = 1.29$$

5'-GMP では

$$G = \frac{(0.475 - 0.175) \times 10^{-3}}{3.00 \times 10^5} \times 9.66 \times 10^8 = 0.97$$

となつた。これらのG値はソルビン酸カリウム、デヒドロ酢酸ナトリウム、クロルテトラサイクリンおよび2-(2-フリル)-3-(5-ニトロ-2-フリル) アクリルアミド、あるいはグルタミン酸ナトリウムのG値(浜田・石尾, 1981; 浜田ら, 1981) とほぼ同レベルであり、5'-IMP および 5'-GMP の破壊速度は食品保存料およびグルタミン酸ナトリウムのそれとほぼ同じである。本実験において 5'-IMP および 5'-GMP の破壊

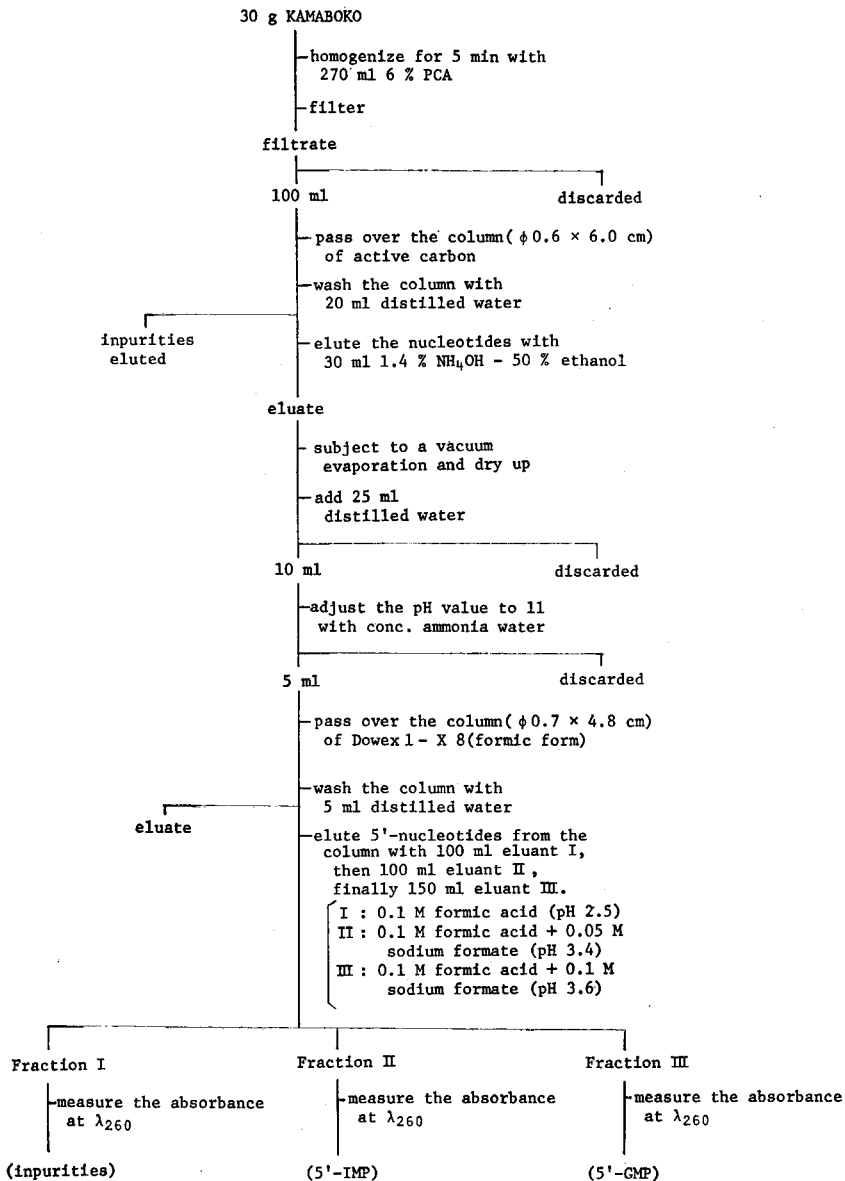


Fig. 2. Fractional determination of inosine-5'-monophosphate (5'-IMP) and guanosine-5'-monophosphate (5'-GMP) in "kamaboko".

の割合が比較的大きくなった理由は、供試濃度が低かった ($5'$ -IMP: $0.555 \mu\text{mol/ml}$, $5'$ -GMP: $0.475 \mu\text{mol/ml}$) ために、添加量に対する破壊量の割合が、見掛け上大きく表わされたことによるものである。すなわち、 γ 線照射破壊の難易は、残存量あるいは残存百分率ではなくG値によつて判定しなければならないことが明白である。

2. かまぼこ中における $5'$ -IMP および $5'$ -GMP の γ 線照射破壊

γ 線照射かまぼこおよび非照射かまぼこにおける $5'$ -IMP および $5'$ -GMP のカラムクロマトグラムを Fig. 3 に示す。

Fig. 3 から、照射および非照射にかかわらず、 $5'$ -IMP および $5'$ -GMP は明瞭に分画されることが明らかであり、照射および非照射かまぼこ中におけるヌクレオチドの分画にこのクロマトグラフィーを適用することができる。この方法によつてかまぼこ中の $5'$ -IMP および $5'$ -GMP 含量を測定し、その結果を Table 3 に示す。

Table 3 から、照射前の $5'$ -IMP および $5'$ -GMP 含量はそれぞれ $0.431 \mu\text{mol/g}$ および $0.267 \mu\text{mol/g}$ であり、 $3.00 \times 10^5 \text{ rad}$ の照射後にはそれぞれ $0.428 \mu\text{mol/g}$ および $0.266 \mu\text{mol/g}$ であった。 $5'$ -IMP および $5'$ -GMP を水溶液として $3.00 \times 10^5 \text{ rad}$ の γ 線を照射した時には、それぞれの残存量は添

Table 3. The radiolysis of inosine- $5'$ -monophosphate ($5'$ -IMP) and guanosine- $5'$ -monophosphate ($5'$ -GMP) in "kamaboko" irradiated with $3.00 \times 10^5 \text{ rad}$ of γ -ray.

Nucleotide	Irrad. dose (rad)	Remained	
		($\mu\text{mol/g}$)	%
$5'$ -IMP	0	0.431	100
	3.00×10^5	0.428	99.3
$5'$ -GMP	0	0.267	100
	3.00×10^5	0.266	99.6

加量の 27.7%および 36.2%に低下したが、かまぼこではほぼ 100%が残存した。

要 約

水溶液ならびにかまぼこ中における $5'$ -IMP および $5'$ -GMP に対する γ 線照射の影響を調べ、次の結果を得た。

1. $5'$ -IMP および $5'$ -GMP の各 0.025% 水溶液に $3.00 \times 10^5 \text{ rad}$ の γ 線を照射することによつて、いずれの $5'$ -ヌクレオチドからもリボース・リン酸化合物、無機リン酸および $2'$ -, $3'$ -ヌクレオチドの生成が認められた。
2. 水溶液における $5'$ -IMP および $5'$ -GMP の γ 線照射破壊のG値は、それぞれ 1.29 および 0.97 で

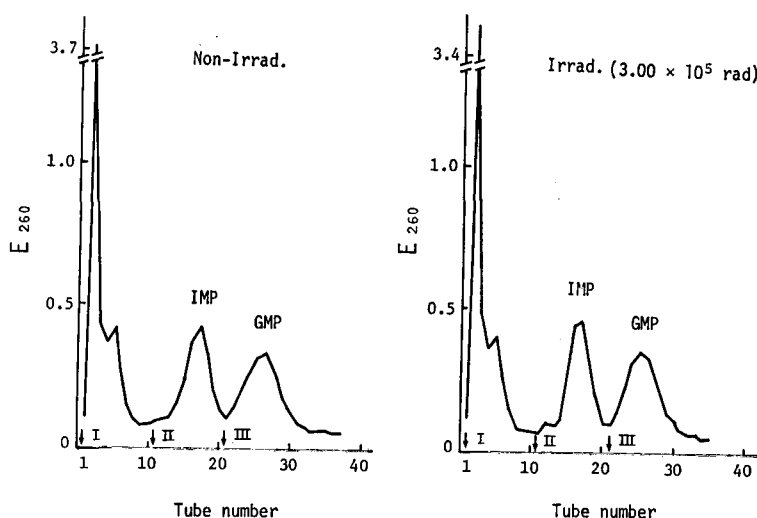


Fig. 3. Column chromatograms of inosine- $5'$ -monophosphate ($5'$ -IMP) and guanosine- $5'$ -monophosphate ($5'$ -GMP) in the PCA-extracts of "kamaboko" irradiated with or without $3.00 \times 10^5 \text{ rad}$ of γ -ray. The methods of extraction, column chromatography and determination of $5'$ -IMP and $5'$ -GMP in "kamaboko" were shown in Fig. 2.

あつた。

3. かまぼこ中における 5'-IMP および 5'-GMP は, 3.00×10^5 rad の γ 線を照射してもほとんど破壊されなかった。

文 献

Fiske, C. H. and Y. Subbarow 1925 The colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.*, **66**: 375-400

浜田盛承・石尾真弥 1981 食品添加物に対する γ 線照射の影響に関する研究 I. 水溶液における食品保存料の放射線分解. 水大研報, **30**: (投稿中)

浜田盛承・合屋晏秀・石尾真弥 1981 食品添加物に対する γ 線照射の影響に関する研究 VI. グルタミン酸ナトリウムの γ 線照射破壊. 九大農学芸誌, **36**: 1-5

中島宣郎・市川恒平・鎌田政喜・藤田栄一郎 1961 a 5'-リボヌクレオチドの食品化学的研究 (第1報) 食品中の 5'-リボヌクレオチドについて (その1) イオン交換クロマトグラフィーによる煮出汁中の 5'-リボヌクレオチドの定量. 農化, **35**: 797-803

中島宣郎・市川恒平・鎌田政喜・藤田栄一郎 1961 b 5'-リボヌクレオチドの食品化学的研究 (第2報) 食品中の 5'-リボヌクレオチドについて (その2) 魚貝肉および食肉中の 5'-リボヌクレオチド. 農化, **35**: 803-808

Summary

The effect of γ -ray irradiation on inosine-5'-monophosphate (5'-IMP) and guanosine-5'-monophosphate (5'-GMP) in aqueous solution and in "kamaboko" was investigated to evaluate the rate of decomposition and to elucidate the safety of the decomposed products, under the concentration of 0.025 % and irradiation dose of 3.00×10^5 rad.

Ribose-phosphate compound, inorganic phosphate and 2', 3'-nucleotides were ascertained when either 5'-IMP or 5'-GMP aqueous solution was irradiated. G value of 5'-IMP and 5'-GMP in aqueous solution were estimated to be 1.29 and 0.97, respectively. The radiolysis of both 5'-IMP and 5'-GMP in "kamaboko" was hardly proceeded.