

## 調理食品中に生成する変異原活性に関する研究

### —変異原活性と脂質成分の相互関係の検索—

Studies on mutagenicity formed during cooking of foods

—Relation between mutagenicity formation and lipid components—

代表研究者	山陽学園短期大学教授 Prof., Sanyo Gakuen Women's Junior College Noriko MURAOKA	村岡 知子
協同研究者	山陽学園短期大学助教授 Assoc. Prof., Sanyo Gakuen Women's Junior College Yoshimi OHONO	大野 佳美
	山陽学園短期大学教授 Prof., Sanyo Gakuen Women's Junior College Ryoko OHASHI	大橋 良子
	山陽学園短期大学助手 Assist., Sanyo Gakuen Women's Junior College Kimiko YASUDA	安田 公子
	山陽学園短期大学助手 Assist., Sanyo Gakuen Women's Junior College Hitomi INAGAKI	稲垣 仁美
	山陽学園短期大学助手 Assist., Sanyo Gakuen Women's Junior College Kumiko FUJII	藤井 久美子
	山陽学園短期大学助手 Assist., Sanyo Gakuen Women's Junior College Sachiko HISAOKA	久岡 祥子

Studies on the formation of mutagenicity of foods by cooking have shown that heated proteinous foods are most mutagenic. Few studies, however, have analyzed the mutagenicity of daily meals. Because the blue-cotton method developed by Hayatsu *et al.* Offer a simple means to isolate frameshift-type mutagens from crude materials, we examined the mutagenicity of typical Japanese meals with this method.

Majority of meals were prepared in the cooking practice room of our college and some were purchased. The cooking practice room cooked item was measured on *S. typhimurium* TA98 with metabolic activation after extraction with water and blue-cotton. The total extract from each cooked was assayed on one plate.

1) Among 302 items examined, 93 formed positive responses and gave His<sup>+</sup> revertant colonies greater than 100. All of those positive meals contained heated proteinous food.

2) There were 3 or 4 items on each meal. When these items were mixed and the mutagenicity was investigated. The mutagenicity of the mixed item was not exceeded more than the sum of mutagenicities of each item tested individually.

3) These mutagenic activities of heated proteinous foods declined on the presence of cooked

vegetable or seaweed.

4) An interesting finding observed during this study was that the grilling of boiled rice patties produced mutagenicity. Rice, after polishing, contains a small amount of proteins (+10%) and it is possible that these proteins are the source of the mutagens formed during the grilling.

5) In the cooking of fish, more mutagens were formed by broiling over the flames (grilling) than by broiling under the flames (broiling). Provably, the fish juice dripped down was burnt over the fire during the grilling, and the smoke thus formed was condensed on the surface of the fish and producing greater mutagenicity.

6) The mutagenicity of broiled fish was depended on the lipid contents of fish and this mutagen formation was varied by heating methods broiling or grilling; less mutagen was formed by broiling.

7) The quantity of mutagens formed in sauteed beef, pork and chicken were compared with a variation of pre-treatment, fat or oil used for cooking, and lipid components changed of cooked foods which were measured after cooking. Chicken was the highest mutagenic among there sauteed meat.

8) We used 4 variety of pre-treatments for meals, pepper-salt, miso-sake-soy sauce-sugar, soy sauce-sake-sugar, and ginger-soy sauce-sake-sugar and then cooked with the or fat or oil. Generally high levels of mutagenic activity were formed with the soy sauce-sake-sugar and ginger-soy sauce-sake-sugar pre-treatment, but high levels of mutagenic activity were formed with the soy sauce-sake-sugar and ginger-soy sauce-sake-sugar pre-treatment for chicken when lard was used for cooking. The mutagenic activity was higher when chicken was cooked with lard than with oil.

9) In these experiments lipid components were not changed markedly by cooking method or during cooking, but the formation of mutagenic activity was reduced. by unsaturated fatty acid in cooking oil.

In these experiments we believe that the typical Japanese meals which were prepared using large variation of food materials were effective not only to serve nutrition value but also to protect cancer.

This work was supported by Nissan Science Foundation. We acknowledge gratefully to the foundation.

---

## はじめに

近年化学物質の発がん性と突然変異原性との関連がしだいに明らかにされるに従って、発がんのメカニズムの解明やがんの予防対策が急速な進展を見るようになった。

発がん性の検出には実験動物を用いて1年以上もの長期間にわたる試験が必要であるが、突然変異原性の検出には細菌を使えば1週間程度で測定が可能である。

そこで、後者の方法を用いて、環境中に存在する変異原物質の検出が活発に行なわれるようになった。なかでもAmes教授の開発したサルモネラ菌のヒスチジン要求性に関する復帰突然変異を利用する方法は感度も良く、再現性も高いので優れた方法として多くの研究者に用いられ、この方面の研究に格段の進歩をもたらした。

その結果、タバコの煙中の発がん物質の検出はもちろん、焼き魚、焼き肉などの中に強力な発がん物質の存在がつきとめられ、また、それ以外の食品についても材料や調理方法次第で、程度の差こそあれ、広く変異原性が確認されるようになった。それゆえ、我々が日常摂取する食事の中に変異原活性がどれほど存在するかを知ることは食生活の安全性という立場から重要である。

一般の家庭で調製される食べものは材料が複雑に組み合わされていたり、また同じ材料でも、調理方法の違いによって、出来上がる食べものは多種多様であるが、ここでは、我々が日常摂っている普通に調理された食べもの (=料理) 1食分でどれだけの変異原活性が示されるのか、どのような料理にどのような変異原物質および、その関連物質が生成されているのかを、実際に即して材

表1. 料理1食分当たりの変異原活性測定件数  
1984年～1986年度末まで

	測定件数	陽性件数	比率 %
献立料理			
主 食	22	3	13.6
副 食	87	8	9.2
汁 物	25	0	0
デザート	15	1	6.6
小 計	149	12	8.05
単品料理			
主 食	22	8	36.4
副 食	131	73	47.4
小 計	153	81	52.9
合 計	302	93	30.8

料・調理方法の明確な条件下で調製した料理について変異原活性を測定し、活性の消長と関連性、とくに動物性食品材料中に存在する脂質の影響に注目して検索することを目的として、食べものの持つ変異原活性を1食でも多くスクリーニングテストすることを試みた。なお、この研究では、突然変異原性のうち、フレームシフト型変異を検出する方法だけについて調査したので、塩基置換型変異、その他の原因による変異原性については実施していないことを付言する。

#### 研究経過

##### 材料と方法

本研究に用いた料理は、主として本学調理教室・集団給食実習室および当研究室など学内で調理を行ない、一部市販品を対象に用いた。

料理中の変異原物質の抽出には、混在する脂質や繊維質の影響が大きく、定量的抽出は非常に困難であった。しかし、銅フタロシアンを結合した木綿綿を用いる青綿吸着法を調理済み食品に応用して多種の料理から抽出することにした。

抽出された変異原活性の測定は、Ames法によった。各料理の1人分ごとに水を加えてホモゲナイズし、均質液を作り青綿吸着法によって抽出した分画を、ヒスチジン要求性のサルモネラ菌TA98菌と共に、代謝活性化酵素(S-9 mix)存在下で培養して、テスト菌のヒスチジン要求株が復

帰突然変異によりヒスチジン非要求性(His<sup>+</sup>)へ変異して最少栄養培地上にコロニーとして生育した菌数で示した。この方法によって料理中のフレームシフト型変異原活性の30～40%が回収されることをすでに確認している(村岡, 変異原研究1982年)。

これらの結果からTA98菌の自然復帰突然変異活性を考慮して、100個以上の突然変異菌数(His<sup>+</sup> revertants)を示した料理を陽性傾向のあるものとして考察することとした。

#### 研究成果

一般料理の変異原活性のスクリーニングテスト3年間にわたってスクリーニングテストを行なった。日本人の日常料理の数は、表1に示すように302種であった。このうち、一般献立ごとに測定したものは149種であり、そのうち変異原活性陽性の傾向を示したものは、12種で、測定料理の8.05%に相当した。

##### 1. 一般家庭用献立料理の変異原活性

本学家政科調理教室の教材として1984年5月～1985年2月までの25回の調理実習において、家族構成6人の規模で調製された平均的な日本料理、主食8種・副食50種・汁物11種・デザート類17種の計86種、市販の料理または他から入手したものについて、フレームシフト型変異原活性を測定した結果は、表2、表3の通りである。

各献立ごとに1人分1品ずつの持つ変異原活性と一献立全体についての測定結果を比較してみると実習料理86種中6種、市販品19種中5種で、これらの測定料理計105食の9.6%が陽性傾向を示していた。

これらの陽性調理は、いずれも動物性食品を主材料としていて、そのタンパク質が比較的高温加熱を受けたものであり、長寿村の宿で供された地元の伝統的料理も、Tデザート惣菜売りのとり合わせ弁当でも、同様の傾向を示していた。すなわち、1食当たりのHis<sup>+</sup>変異菌数は焼き魚:あじ233個、虹ます376個、紅鮭121個、やきとり231個、卵豆腐のあんかけ105個(炒め煮にした鶏挽肉を含む)、野菜の旨煮172個(炒めた鶏肉

表2. 58年度家庭料理1食当たりの突然変異原性  
 検出系 サルモネラ菌 TA98, +S9

測定年月日	品目	His <sup>+</sup> Revertants		材 料
		1品	1食	
84. 5. 1	たけのごはん	72	99	たけのこ, 米, 生しいたけ, 出し汁, 塩, 酒, しょうゆ, 砂糖, 化学調味料
	清汁			かまぼこ, ほうれん草, 出し汁, 塩, しょうゆ
	いんげんキャベツの 胡麻酢和え 一口カツレツ (付け合せ)	78 79		いんげん, キャベツ, しらす干し, 胡麻, 酢, 砂糖, 塩, 化学調味料 鯨肉, 土しょうが, しょうゆ, 小麦粉, 卵, サラダ油, パン粉, じゃが芋, 塩, こしょう
84. 5. 8	白米ごはん	53	94	米 新じゃが芋, 新たまねぎ, さやえんどう, にんじん, 鶏肉, サラダ油, 砂糖, しょうゆ, 塩
	野菜のうま煮	172		
	焼き魚(あじ)	223		
	酢の物	83		
84. 5. 15	えんどうごはん	74	112	えんどう, 米, 塩 あじ, きゅうり, みょうが, 塩, 酢
	あじときゅうりの 酢の物	52		
	卵豆腐のあんかけ	105		
	フルーツの クリーム和え	78		
84. 5. 22	白米ごはん	73	48	米 豆腐, ワカメ(生), にら, 出し汁, 白みそ, 赤みそ 卵, 出し汁, 魚のすり身, 大根, 赤唐辛子, 砂糖, 塩, しょうゆ いか, ちしゃ, 中みそ, しょうが, 酢, 砂糖, サラダ油 いちご, 夏みかん, 寒天, 夏みかん汁, 砂糖
	みそ汁	62		
	卵焼き	58		
	きぬいか利久みそ	40		
	フルーツかん	39		
84. 5. 29	サンドウィッチ	60	62	食パン, 辛子バター, 卵, ハム, マヨネーズ, 牛挽き肉, 塩, こしょう, 玉ねぎ, トマトケチャップ, ウスターソース, 固形スープ, サラダ油, いちご, 卵黄, 砂糖, バター, 酢 じゃが芋, 塩, 人参, きゅうり, 玉ねぎ, レタス, マヨネーズ, 酢, サラダ油, 塩, こしょう バナナ, プレーンヨーグルト, 卵, 牛乳, 砂糖
	ポテトサラダ	53		
	バナナサワーケーキ	44		
84. 6. 5	ロールキャベツ	28	63	キャベツ, 玉ねぎ, 食パン, 塩, こしょう, スープストック, トマトケチャップ ベーコン, 玉ねぎ, 人参, セロリ, グリーンピース, 牛すね肉, 固形スープ 牛乳, 卵黄, コーンスターチ, 砂糖, 卵白, バニラエッセンス, チェリー, レーズン
	角切り野菜スープ	71		
	ブラマンジェ	55		
84. 6. 12	酢豚	55	31	豚肉, 玉ねぎ, 竹の子, 人参, 干し椎茸, さやいんげん, ラード, 酒, しょうゆ, 生が, 片栗粉, サラダ油, スープストック, 砂糖, 酢, 水 海老, 白身魚, 卵, 片栗粉, 塩, サラダ油, 食パン, しょうゆ, 酢, 辛子 くらげ, 鶏ささみ, 芝海老, きゅうり, しょうゆ, 酢, 砂糖 うずら卵, ハム, 葱, スープストック, 酒, 塩, 化学調味料
	海老のパン揚げ	59		
	くらげの酢の物	29		
	うずら卵のスープ	51		
84. 6. 19	紫蘇御飯(こげ)	198	87	青しそ, 米, 塩 かぼちゃ, さやいんげん, 豚挽き肉, ねぎ, 卵, 生が汁, 出し汁, 砂糖, 酒, しょうゆ, 片栗粉, 塩 海老, きゅうり, 卵黄, 酢, 砂糖, 塩, みりん, 出し汁 牛乳, 卵白, 寒天, 砂糖, 水
	煮物	38		
	海老の黄身酢和え	51		
	泡雪かん	71		

表2. つづき

測定年月日	品目	His <sup>+</sup> Revertants		材 料
		1品	1食	
84. 6. 26	冷麦	67	49	冷麦, みりん, 生が, ねぎ, 青しそ, 出し汁, しょうゆ なす, 合い挽き肉, ねぎ, 生が汁, 塩, 小麦粉, 青しそ, かぼちゃ, 卵, 出し汁, みりん, 砂糖, 化学調味料
	なすのはさみ揚げ	58		
	ブレッドレーズン プティング	48		
84. 9. 11	太巻き寿司	89	88	米, 酢, 砂糖, 塩, 化学調味料, 焼きのり, 干びょう, しょうゆ, 卵, サラダ油, 貝割り, 白身魚, 食紅, 紅生 が 卵, 砂糖, 塩, 干し椎茸, 戻し汁, しょうゆ, りんご, さつま芋, 挽茶 海老, 貝割り, 生椎茸, 出し汁, 塩, しょうゆ
	口取り	54		
	清汁	57		
84. 9. 18	五色おはぎ	39	47	もち米, うち米, 塩, 小豆, 砂糖, 黒ごま, しょうゆ, きな粉, 白あん, 食紅, さつま芋, 抹茶 青菜, 生椎茸, しょうゆ, 出し汁, 練り辛子
	青菜と生椎茸のからし あえ	46		
84. 9. 25	栗御飯	26	66	栗, 米, 塩, 酒 蓮根, 人参, 豆腐, 卵, 小麦粉, 塩, 砂糖, 化学調味料, 焼きのり, ごぼう, 青唐辛子, 大根, 出し汁, しょうゆ, みりん 鶏ささ身, 生椎茸, 片栗粉, 春菊, 出し汁, 塩, しょう ゆ さつまいも, 砂糖, バター, 牛乳, 卵黄, バニラエッセ ンス
	蓮根人参の紅葉揚げ	34		
	清汁	55		
	スイートポテト	32		
84. 10. 16	ちらし寿司	43	74	米, 酒, 出昆布汁, 骨の白焼, 酢, 砂糖, 塩, 化学調味 料, 干し椎茸, 干びょう, しょうゆ, 蓮根, 人参, さや いんげん, 海老, さわら, みりん, 鯖, 卵, サラダ油, 生が, 焼きのり, 豆腐, 焼きのり, 柚子の皮, 出し汁, 塩, しょうゆ, 化 学調味料 卵, 牛乳, 砂糖, バニラエッセンス
	菊花豆腐の清汁	43		
	カスタードプティング	23		
84. 10. 23	ビーフシチュー	30	72	牛肉, 塩, こしょう, 玉ねぎ, 人参, じゃが芋, さやい んげん, サラダ油, スープの素, バター, 小麦粉 卵, 牛乳, 塩, こしょう, サラダ油, カリフラワー, じゃ が芋, パセリ, レモン, 酢 小麦粉, ベーキングパウダー, バター, 砂糖, 卵, 牛乳, バニラエッセンス, レーズン, ビーナツ コーヒー粉, 湯, 砂糖, ミルク
	プレーンオムレツ	36		
	カップケーキ	36		
	コーヒー	27		
84. 10. 30	五目揚げそば	126		生中華そば, 揚げ油, 豚肉, 海老, 玉葱, たけのこ, 人 参, グリンピース, 干し椎茸, サラダ油, 出し汁, 砂糖, しょうゆ, 塩, 酒, 片栗粉 ゆでうどん, 豚肉, 海老, 玉葱, たけのこ, 人参, もや し, 葱, 干し椎茸, かまぼこ, サラダ油, 出し汁, 砂糖, しょうゆ, 塩, 片栗粉 牛乳, 寒天, 砂糖, レモンの皮, レモン汁
	長崎ちゃんポン	21		
	牛乳かん	81		
84. 11. 6	ひらめの甘酢煮	53		ひらめ, 小麦粉, サラダ油, 葱, 生が, にんにく, たけ のこ, 人参, 砂糖, しょうゆ, 酢, 酒 鶏肉, カシュナッツ, 酒, 生しょうが汁, 片栗粉, 卵白, サラダ油, たけのこ, ビーマン, 生椎茸, 砂糖, しょう ゆ, 化学調味料 白菜, 木くらげ, サラダ油, 砂糖, しょうゆ, 塩, 酢, 片栗粉 豚肉(赤身), たけのこ, 葱, 干し椎茸, 卵, ラード, スー プ, 塩
	鶏肉とカシュナッツの いため物	28		
	白菜と木くらげの いため物	37		
	五目スープ	25		

表2. つづき

測定年月日	品目	His <sup>+</sup> Revertants		材 料
		1品	1食	
84. 11. 13	カキのグラタン	36		カキ, 海老, マカロニ, 玉葱, サラダ油, 小麦粉, バター, 牛乳, 塩, スープの菜, パン粉, 粉チーズ, こしょう
	ブロッコリーのサラダ	26		ブロッコリー, レタス, パセリ, トマト, 玉葱, トマトピューレ, 酢, サラダ油, 塩, こしょう
	ガードココア	38		ココア, 卵, 牛乳, 小麦粉, ベーキングパウダー, バター, レーズン, ビーナツ, チェリー, アンゼリカ
84. 11. 20	さんまの蒲焼き	54	28	さんま(生), 小麦粉, サラダ油, 砂糖, しょうゆ, 出し汁
	蕪のなます	19		蕪, 人参, 柚子, 酢, 砂糖, 塩
	のっぺい汁	90		人参, 里芋, 大根, 葱, 油揚げ, 出し汁, 塩, しょうゆ, 片栗粉
	ゼリーケーキ	43		卵, 砂糖, 小麦粉, コーンスターチ, ベーキングパウダー, サラダ油, バニラエッセンス, 牛乳, 粉ゼラチン, 果汁, 桃(缶), みかん(缶), チェリー(缶), プラム(缶)
84. 11. 27	チキンロメスキー	53	25	鶏肉, 玉ねぎ, 生椎茸, 白ワイン, 小麦粉, バター, 牛乳, ベーコン, 卵, 塩, こしょう, スープの菜, トマトピューレ
	さやいんげんのソテー	37		さやいんげん, バター, 塩, こしょう
	人参のグラッセ	29		人参, バター, 砂糖, 塩
84. 12. 4	茶碗蒸し	29	30	卵, 出し汁, 鶏ささみ, 干椎茸, 人参, 百合根, 銀杏, かまぼこ, ほうれん草, 塩, しょうゆ, 砂糖, 化学調味料
	菜果なます	24		大根, りんご, 柿, レーズン, 酢, 塩, 砂糖
	天ぶら	27		車海老, 海苔, さやいんげん, さつま芋, 合挽き肉, 春雨, 小麦粉, 卵, 塩, 水, 砂糖, 酒, しょうゆ, 出し汁, みりん, 大根
84. 12. 11	伊達巻き	25		卵, 白身魚, 出し汁, しょうゆ, 砂糖, みりん, 塩, サラダ油
	茶巾絞り	39		さつま芋, 抹茶, 白あん, 砂糖, 塩
	松笠いか	26		すみいか, しょうゆ, みりん
	若竹ほうれん草	23		ほうれん草, 焼きのり, しょうゆ, 化学調味料
	梅花かん	37		寒天, みかん汁, 赤ワイン, 牛乳, 卵黄, 砂糖, 食紅
	里芋の含ませ煮	35		里芋, 出し汁, 砂糖, 塩, しょうゆ
	梅花人参	40		人参, 出し汁, 砂糖, 塩, しょうゆ, サラダ油
	酢蓮根	85		蓮根, 出し汁, 砂糖, 塩, 酢
	たけのこの含ませ煮	39		たけのこ, 出し汁, 砂糖, 塩, しょうゆ
	椎茸の含ませ煮	37		干椎茸, もどし汁, 砂糖, しょうゆ
	かまぼこの含め煮	40		かまぼこ, 出し汁, 砂糖, 塩, しょうゆ
	さやえんどうの含め煮	26		さやえんどう, 出し汁, 砂糖, 塩
	84. 12. 18	親子どんぶり (具のみ)	33 (34)	
ふるふき大根		54		大根, 白胡麻, 白味噌, 赤味噌, 砂糖, 酒, 出し汁, 化学調味料
85. 1. 8	よせ鍋	33	56	白身魚, カキ, さわら, いか, 鶏肉, 白菜, 人参, 葱, 三つ葉, 生椎茸, さやえんどう, 湯葉, 春雨, かまぼこ, 出し汁, 塩, しょうゆ, みりん
	月見とろろ	39		長芋, うずら卵, もみ海苔, 出し汁, 酢, 砂糖, 塩, しょうゆ
	黄味しぐれ	51		白あん, 上新粉, 卵黄, 小豆, 砂糖, 塩, 食紅

表2. つづき

測定年月日	品目	His <sup>+</sup> Revertants		材 料
		1品	1食	
85. 1. 22	炊き込み御飯	55	59	米, モ貝, 人参, 里芋, こんにゃく, 油揚げ, かまぼこ, 出し汁, 砂糖, しょうゆ, 酒
	きぬた巻き	37		大根, きゅうり, 三つ葉, 鶏ささ身, 卵, 砂糖, 塩, 酢, サラダ油
	粕汁	52		塩鮭, 大根, 人参, 葱, 酒粕, 白味噌, 塩, 出し汁
	シュークリーム	209		バター, 薄力粉, 卵, 牛乳, ベーキングパウダー, 砂糖, バニラエッセンス
85. 2. 5	全がゆ	70	47	米
	白身魚のかぶら蒸し,	25		白身魚, かぶら, 人参, ほうれん草, 大根, しょうゆ, 酒, 砂糖, 塩, 片栗粉, 水, 柚子, 出し汁
	はんぺんの清汁	48		白魚, 卵, 三つ葉, 出し汁, しょうゆ, 塩,
	果汁かん	43		果汁, 粉ゼラチン, 砂糖

表3. 調理食品の変異原活性 (TA98, +S9)

献立	食 品 名	変異コロニー数	
		単 品	全 食
長寿村民宿	ご飯 (あわ入り)	61	
	天婦羅	30	
	焼き魚 (にじます)	379	
	煮物 (人参, 昆布, しいたけ)	37	
	たけのこ	121	
	こんにゃく	80	253
	豆腐	65	
	かぼちゃ	51	
	いもみそ煮 (油いため)	63	
	いんげん	59	
	しめじ	27	
酒まんじゅう	41		
T デパートのお惣菜 寄せ集弁当	焼きむすび	182	
	肉団子	65	
	焼き鳥	231	
	紅ざけの塩焼き	121	325
	煮物 (こんにゃく, ちくわ, 人参)	56	
	酢の物	34	
	きくらげ	46	

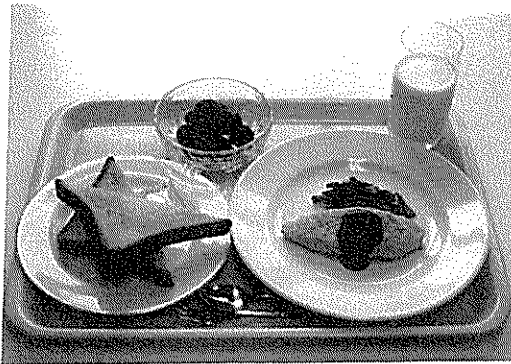
の味で野菜を煮込む), 五目揚げそば 126 個 (豚肉と野菜の炒めもの) などである。

一様に動物性タンパクの高温加熱調理物に活性は高く, 加熱の方法によって活性の差異が見られ, 添えの料理の存在によってその活性が抑制されることも示された。また, 献立ごとに見ても動

物性タンパク料理を多く含む献立は高い活性を示したが, 一献立当たりの変異原活性が個々の活性の総和としては示されなかった。

この一連のスクリーニング中で焦げご飯 198 個, 焼きむすび 182 個, シュークリーム (皮) 209 個で陽性活性を示したことは, 後述のように特に

調理日 61.4.20 カロリー 1718kcal 蛋白質 72.5g 脂質 62.3g



	品目	His+ Revertants	
		一食	-献立
朝	トースト	50	
	プレーンオムレツ	70	93
	アスパラガスとベーコンのソテー	62	

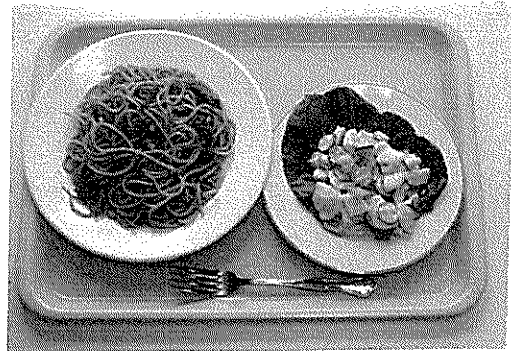
表4. 成人男子(30歳)用標準献立の栄養価

季節	調理日 年月日	カロリー (kcal)	蛋白質 (g)	脂質 (g)
冬	61. 1. 29	1718	72.5	62.5
	61. 3. 6	1837	77.7	66.8
春	61. 4. 20	1719	83.7	36.7
	61. 5. 3	1858	61.4	50.2
夏	61. 6. 25	1785	72.6	68.6
	61. 7. 14	1657	75.1	36.7
秋	61. 10. 13	1699	66.5	57.2
	61. 11. 19	1669	55.9	45.9

興味深い結果であった。

## 2. 季節ごとの献立料理の変異原活性

3枚の写真にみられるように朝、昼、夕の3食の食卓を通じて、食品材料を栄養学的にバランス良く摂取できるように考慮すると同時に、それぞれの季節ごとに材料の特徴を活かせるように献立料理を調製した。その際、表4に示すように栄養所要量の基準を考慮した。すなわち、1日当たりの摂取カロリーを1650~1850 kcal、タンパク質摂取量 60~80 g、脂質摂取量は総摂取カロリー



	品目	His+ Revertants	
		一食	-献立
昼	スパゲティ・ナポリタン	67	53
	ポテトサラダ	68	



	品目	His+ Revertants	
		一食	-献立
夕	西京焼き	323	
	含め煮	81	105
	すまし汁(豆腐 きぬさや)	71	

の20~25%と定め、成人(30歳)男子の標準食を目安として集団給食研究室で調理した。それぞれの料理の変異原活性は、表5に示す通りであった。24献立58種の料理中、陽性傾向を示した料理は、6種であって、10%の料理に相当する。その陽性傾向は、これまでに測定した302種の料理の変異原活性の結果と大差は見られなかった。すなわち、His+ 変異コロニー数が1食当たりで陽性傾向を示した料理は、焼き魚;ぶり110個、さわら西京焼き323個、なまり節香り煮158個、焼



表5. 季節別料理献立の一食当たりの変異原活性  
(TA98, +S9)

調理日 (季節)	分類	品 目	His <sup>+</sup> Revertants		材 料	
			1食	1献立		
1. 29 (冬)	朝	みそ汁	84	68	乾燥わかめ, じゃが芋, 中みそ, 出し汁 いかなご, 酢, しょうゆ ほうれん草, ごま	
		小魚の二杯酢	72			
		おひたし	68			
	昼	ふな飯	89	67	胚芽米, ふな, 油揚げ, 大根, ごぼう, せり, 人参, ねぎ, こんにゃく, しょうが, 植物油, 酒, しょうゆ きゅうり, 塩	
		漬物	67			
	夕	かき卵汁	79	114	卵, でん粉, だしの素(かつお), 塩, しょうゆ ぶり, 大根, 塩, しょうゆ さと芋, 砂糖, しょうゆ 鶏肉, 砂糖, しょうゆ 焼き豆腐, 砂糖, しょうゆ ごぼう, 砂糖, しょうゆ こんにゃく, 砂糖, しょうゆ さやいんげん, 砂糖, しょうゆ 人参, 砂糖, しょうゆ	
		ぶり照り焼き	110			
		煮物: さと芋	83			
		鶏肉	92			
		焼き豆腐	109			
		ごぼう	113			
		こんにゃく	54			
さやいんげん		80				
人参		81				
3. 2 (冬)	朝	みそ汁	68	106	なると, 玉ねぎ, 淡色辛みそ, 出し汁 生揚げ, 合挽き(豚, 鶏), グリンピース(缶), でん粉, だしの素, 砂糖, しょうゆ ほうれん草, 鰹節, しょうゆ	
		生揚げそばろあんかけ	90			
		おひたし	86			
	昼	トースト	160	52	食パン, マーガリン プレスハム, ホールコーン(缶), コンソメ, 塩, こしょう たら, 卵, 玉ねぎ, 小麦粉, パン粉, パセリ, 植物油, マ ヨネーズ, 塩, こしょう	
		コンソメスープ	98			
		タラフライ タルタルソース	48			
	夕	すき焼き	68	56	牛肉(肩ロース), 焼き豆腐, 人参, 白菜, 春菊, 長ねぎ, えのき茸, 砂糖, しょうゆ 竹輪, 生わかめ, きゅうり, しょうが, 白ごま, 砂糖, 塩, 酢	
		酢のもの	68			
	4. 20 (春)	朝	トースト	50	93	食パン, マーガリン 卵, トマトケチャップ, 塩, こしょう アスパラガス, ショルダーベーコン, バター, 塩, こしょ う
			ブレンオムレツ	70		
			アスパラガスと ベーコンのソテー	62		
		昼	スパゲティ・ ナポリタン	67	53	スパゲティ, 豚もも肉, ピーマン, 玉ねぎ, トマトケチャッ プ, 植物油, こしょう, 塩 じゃがいも, 人参, きゅうり, サラダ菜, マヨネーズ, 塩
ポテトサラダ			68			
夕		西京焼き	323	105	さわら, 白みそ, みりん, 塩 がんとどき, ふき, 筍, 生しい茸, わらび, 酒, みりん, 砂糖, しょうゆ 絹こし豆腐, きぬさや, 塩, しょうゆ, 出し汁	
		含め煮	81			
		すまし汁	71			
5. 3 (春)		朝	みそ汁	65	84	じゃが芋, わかめ, 淡色辛みそ 卵, 木綿豆腐, さやえんどう, 人参, 植物油, 砂糖, 塩, しょうゆ
			さやえんどうの卵とじ	82		
		昼	中華どんぶり (具のみ)	56	49	豚バラ肉, なると, 白菜, 玉ねぎ, 筍(缶), 人参, グリン ピース(缶), 植物油, ごま油, でん粉, 塩, こしょう もやし, にら, にんにく, ごま油, 砂糖, 酢, こしょう
			ナムル	69		
	夕	かれいの揚げおろし煮	64	84	かれい, 大根, わけぎ, でん粉, 植物油, 砂糖, みりん 長芋, 刻み海苔, 砂糖, 酢, しょうゆ ほうれん草, えのき茸, 塩, しょうゆ	
		酢のもの	64			
すまし汁		62				

表5. つづき

調理日 (季節)	分類	品 目	His <sup>+</sup> Revertants		材 料
			1食	1献立	
6.25 (夏)	朝	トースト	35	42	食パン、マーガリン
		ベーコンエッグ	55		卵、ショルダーベーコン、植物油、塩、こしょう
		キウイ・ヨーグルト	34		ヨーグルト(無糖)、キウイ
	昼	豚七味焼・織キャベツ	31	36	豚肩ロース、ねぎ、植物油、みりん、しょうゆ、七味唐辛子、キャベツ
		白あえ	32		ほうれん草、木綿豆腐、白ごま、砂糖、塩
	夕	そうめん	34	53	そうめん、削り節、みりん、しょうゆ
天婦羅		81		えび、いか、なす、さつま芋、ししとう、卵、小麦粉、植物油、大根	
からしあえ		65		もやし、きゅうり、人参、しょうゆ、からし	
7.14 (夏)	朝	みそ汁	87	85	卵、わけぎ、淡色辛みそ、出し汁
		含め煮	58		かぼちゃ、いんげん、出し汁、みりん、砂糖、塩、しょうゆ
		おろしあえ	48		大根、白す干し、しょうゆ
	昼	スパゲティ・ミートソース	95	53	スパゲティ、豚挽肉、玉ねぎ、にんにく、ホールトマト(缶)、パセリ、植物油、パイオン、ローリエ、塩、こしょう
		サラダ	32		カリフラワー、サニーレタス、レモン、マヨネーズ
	夕	なまり節香り煮	158	40	なまり節、人参、さつま芋、大葉、出し汁、酒、みりん、しょうゆ
焼きなすのごまあえ		20		なす、黒ごま、砂糖、しょうゆ	
すまし汁		55		そうめん、おくら、出し汁、塩、しょうゆ	
10.13 (秋)	朝	みそ汁	76	115	木綿豆腐、なめこ、ねぎ、みそ
		竹輪とほうれん草の卵とじ	37		竹輪、卵、ほうれん草、みりん、しょうゆ
		浅づけ	56		キャベツ、きゅうり、塩
	昼	ミルクカレー	43	87	鶏胸肉、牛乳、玉ねぎ、人参、じゃが芋、植物油、カレー粉、小麦粉、塩
		サラダ	32		レタス、さやいんげん、りんご、マヨネーズ
	夕	さんまの蒲焼き	85	83	さんま、ししとう、みりん、しょうゆ、植物油
ひじきのいため煮		51		ひじき、大豆、油揚げ、人参、植物油、砂糖、塩、しょうゆ	
すまし汁		53		しめじ、かいわれ菜、塩、しょうゆ	
11.19 (秋)	朝	みそ汁	45	69	さと芋、わかめ、わけぎ、みそ
		いり豆腐	63		木綿豆腐、人参、しいたけ、ぎんなん、砂糖、塩、しょうゆ
		酢ばす	26		れんこん、菊花、酢、砂糖、塩
	昼	次部煮(鶏肉 野菜)	39	60	鶏肉、人参、小松菜、しめじ、砂糖、塩、しょうゆ、酒、
		柿なます	49 27		でん粉、鶏肉 柿、大根、きゅうり、砂糖、酢、塩
	夕	いわしのつみれスープ	26	52	いわし、わかめ、しょうが、スープの素、塩、こしょう
白菜のクリーム煮		37		白菜、ロースハム、牛乳、バター、スープの素、塩、こしょう	
さつまいもレーズンのワイン煮		31		さつま芋、レーズン、ワイン	
		胚芽米御飯	38		胚芽米

表 6. 単品料理の 1 食当たりの変異原活性

料 理 名	1 食当たりの His <sup>+</sup> Revertants	料 理 名	1 食当たりの His <sup>+</sup> Revertants
御飯物		塩焼き魚	
桜御飯	21	マナガツオ	554
炊き込み御飯	60		477
あさり御飯	36		298
親子丼	64	ハマチ	154
煮物			314
さばみそ煮	36		114
ふき	51	イワシ	656
かぼちゃ	54		456
なす	26		279
高野豆腐	32	干魚素焼き	
きんぴらごぼう	27	丸干しイワシ	855
	48	白干しサヨリ	61
	56	みりん干しサヨリ	337
	40	たまご料理	
	71	茶碗蒸し	64
	71	卵焼き	39
和物		卵焼き(甘口)	26
インゲンのピーナッツ和え	44	肉料理	
ホーレン草の胡麻和え	54	牛肉ソテー	104
キュウリとイカの黄身酢和え	22		49
酢の物		豚肉ソテー	118
キュウリの酢の物	24		128
キュウリとカニの酢の物	27	鶏肉ソテー	115
キャベツとワカメの酢の物	28		163

き豆腐煮物 109 個, トースト 160 個であって, 前述の一般献立料理と同じ傾向を示した。その活性を修飾する因子として日本食に特徴的な季節の材料で, とりわけ一つの献立上に特に変異原活性を左右するほどの影響を与える因子は出現しなかった。

### 3. 単品料理の変異原活性

前述の二つのグループとは別に調製した単品料理についての一食当たりの測定値を表 6 に示す。ここに示した料理は, 一般的な日常食として食卓に供されることの多い料理ではあるが, 上記の二つのグループの献立料理の中で興味ある結果を示したもの, あるいは献立上に取り上げられなかった物の中から, 実際に即した組合せの変化を考えて, 改めて調製した料理などで, “主たる副食”としてよりも, “添えの副食”として, 供されることの多い料理をも含んでいる。

ここに示した 28 種の料理の中で, 顕著な変異原活性を示したものは, やはり焼き魚, 獣・鳥肉類の料理であった。

この一連のスクリーニング中で特に興味の深い結果を示した料理について, その変異原活性の生成に関して検討した。

#### 1) 焦げご飯・シュークリームの変異原活性

調理実習中に鍋底にできた焦げご飯が陽性傾向を示した。

米は, タンパク質含量が 3.5%, 糖質 30.8%であって, タンパク質含量の低い材料であり, これまでにデンプン単独の加熱処理によっては, フレームシフト型活性は生成されないと報告されていた。魚類のようにタンパク質含量 8~14%に比べて, 低タンパク質含量の材料でも調理条件の範囲内で焦がした時フレームシフト型の変異原活性が示されることは, 興味のある現象であったの

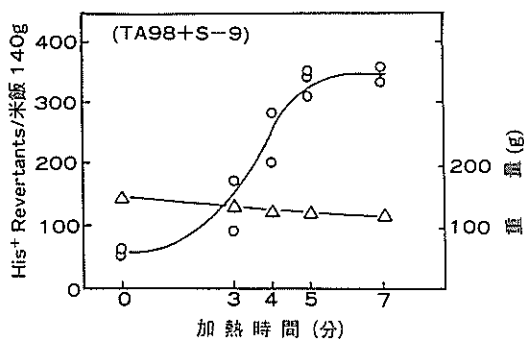


図1. 焼き時間と活性生成.

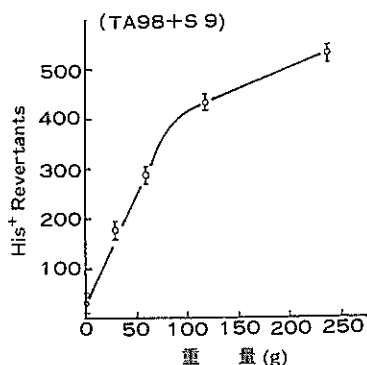


図2. 焼きむすびの変異原活性.

で、焼きむすびを作って変異原活性について検索した。焼きむすびの青綿抽出物の変異原活性は加熱時間に従い活性物質生成が明らかに進行する(図1)。この活性は濃度依存性を示した(図2)。なおその活性はTA100株の示す塩基置換型活性よりも、代謝活性化を必要としてTA98株においてフレームシフト型の活性が強いことが表7に示すように認められた。

焼きむすびは現在でも日常生活で好んで食されるが、その典型的な調理方法に従って、みそ、しょうゆ、わかめなどととも在网上で焼いて比較した結果を表8に示す。焼きむすびに添加したみそ、しょうゆ、わかめなどが調理中に表面で炭化して、食物繊維と同様に、変異原物質の吸着材としての抑制効果を示していることも考えられる結果が得られた。

シュークリームの皮の示した変異原活性を表9に示した。薄力粉に卵・バターを加えたシューの

表7. 焼きむすびの変異原活性

His <sup>+</sup> Revertants/むすび 140 g			
TA98		TA100	
+S9	-S9	+S9	-S9
405	26	114	98
389	38	109	90

表8. 焼きむすびの変異原活性 (TA98, +S9)

品 名	His <sup>+</sup> Revertants/1食	
	無処理	焼く
むすび	57	224
むすび+生みそ	72	117
むすび+焼きみそ	106	-
焼きむすび+生みそ	101	-
焼きむすび+焼きみそ	44	-
焼きむすび+生みそ	32	-
むすび+わかめ	62	240
むすび+焼きわかめ	43	97
焼きむすび+わかめ	145	105
焼きむすび+焼きわかめ	65	-
むすび+しょうゆ	65	227

表9. シュークリームの変異原活性 (TA98, +S9)

	重量	His <sup>+</sup> Revertants
シュークリーム	74 g	193
シューの皮	20 g	204
	40 g	382

成分は、糖質30.3%、タンパク質14.9%、脂質34.4%で、この素材が加熱されて変異原性を示す。これは混合材料によって変異原生成条件が補強される一例として、その活性の本体が揚げご飯とともに注目される。

## 2) 魚料理の変異原活性

いずれの測定においても、常に高い変異原活性を示している料理は、魚や獣鳥類の加熱処理物である。最も日常的にタンパク源として容易に摂取することが出来る上に、日本人の好むものとして焼き魚は重要である。魚の種類、季節的な魚成分

表10. 素焼きハマチ, マナガツオの変異原活性と脂肪含量

	1食当たり His <sup>+</sup> /Revertants	脂質含量 (%)	重 量 (g)	
			加熱前	加熱後
ハ マ チ	82	13.0	115.5 (100%)	101.8 (88.1%)
マナガツオ	157	2.9	78.3 (100%)	62.7 (79.7%)

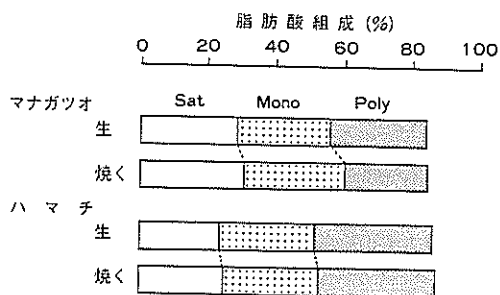


図 3.

の変動などによって変異原活性に差がみられるが、とくに水分含量が低い魚を焼くとその変異原活性は高くなった。また、脂肪分の多いハマチ(脂肪含量 13.0%) は脂肪分の少ないマナガツオ(脂肪含量 2.9%) に比べてその活性は低くなった。この理由の解析のために材料魚の脂肪含量, 脂肪酸組成を比較して表 10, 図 3 に示した。ハマチとマナガツオの脂肪酸組成をみると、飽和脂肪酸含量はマナガツオに多く、不飽和脂肪酸含量はハマチの方が多い。この結果では不飽和脂肪酸含量の多い場合に変異原活性を低くすることが考えられる。オレイン酸, リノール酸がフレームシフト型変異原活性の抑制効果をもつことと考え併せて、生成された変異原の活性が測定時に抑制されるためであると考えられたが、調理中に蒸散する水分はマナガツオの方が多く、加熱時の水分量が熱伝導を押さええて活性物質生成を抑制することの方が影響は大きいと考えられる。

### 3) 焼き魚の調理機器による変異原活性の変動

昨今の家庭では、従来のガステーブルで網の上で焼くことに比べて、煙の出ない調理方法として、ロースターが普及している。グリルでは焼き網をガステーブル上において、下部から加熱する

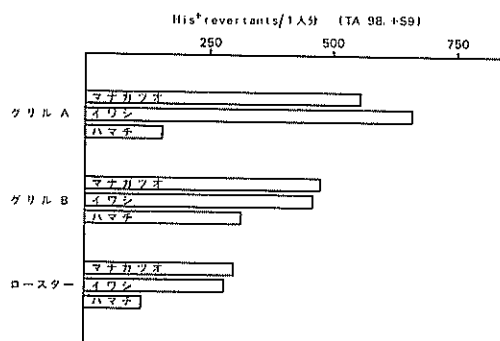


図 4. 魚焼き器の種類による変異原活性の比較.

従来の方法で、ロースターでは、上部から加熱し、加熱中に肉汁は脂とともに溶出して下部の受け皿に落下する。従来の網焼きでは、この肉汁が脂とともに網の上で焼かれて生じた煙は、タバコの煙の中に生成したと同様の変異原活性物質を多量に含み、焼き魚の表面に再び吸収されるために、料理の変異原活性を高めることになる。このことはガステーブルと焼き網との間隔も、ガス熱量の差異につながり、活性物質の生成に大きく関与することを示唆している。

マナガツオ, ハマチ, イワシを塩焼きにした場合の結果を図 4 に示した。網焼きに比べて、ロースターで焼くと活性の生成が低いことが示された。多価不飽和脂肪酸含量の多いイワシの活性は高くハマチの場合と異なり抑制効果を示す不飽和脂肪酸の性質の検討を要する。

### 4) 添えの野菜の変異原活性抑制効果

焼き魚には野菜類が添えられていて食卓に供されるのが一般的である。添えの野菜として生野菜やあえ物, 酢のものなどが供される。このうち、酢のものを塩焼きアジに添えた場合の変異原活性



表12. 調理した獣・鳥肉類の変異原活性  
His<sup>+</sup> Revertants/50 g (TA98, +S9)

調理法	牛 肉			豚 肉			鶏 肉		
	空焼き	サラダ油	ラード	空焼き	サラダ油	ラード	空焼き	サラダ油	ラード
一枚肉	150			199			342		
空焼き	64 49 (88)			186 38 (141)			258 (300)		
ソテー		112 102 98 (104)	62 58 26 (49)		135 125 95 (118)	174 109 90 (124)		123 120 102 (115)	169 157 (163)
みそ漬け焼き		112 42 (77)	140 34 (87)		160 110 (135)	142 24 (83)			
薄切り肉・こま切り肉	空焼き	39		34			70		
	ソテー		40 40		42 45			108	152
	くわ焼き		122 49 40 (70)	163 117 82 (121)		156 83 48 (96)	296 225 95 (205)		210 185 53 (149)
	しょうが焼き		126 103 (115)	157 118 (138)		187 65 (126)	504 55 (280)		141 50 (96)

注) ( ) 内の数値は平均を示す

悪くなる。また、調理に際して植物油を用いることは、後述の肉料理でも示されるように、油が活性の抑制に関与することからも、直焼きの場合と異なる変異原活性を示すようになって当然である。炎にいちばん近い塩焼きと照り焼きでは、加熱温度は高くなる。照り焼きの場合タレによっていくらか変異原活性物質の生成が抑制されているとも考えられる。これは、調理中に何度かタレをつけて味付けをする際に、表面が洗われて生成された物質が焼き身に残らないことも考えられる。タレそのものの加熱物は、しょうゆのみの加熱で生成する変異原物質の活性よりも低くなることを既に報告しているが、むしろ焼け具合と変異原物質生成の関連性が高いとが示された。

#### 6) 加熱調理による獣鳥肉類の変異原活性の比較

一般家庭の購入方法で購入した、牛、豚、鶏も肉などの、獣鳥肉類を、日常の調理方法で加熱した時、その活性は調理方法によって変動した。

すなわち、フライパンで植物油またはラードを用いて、ソテー(塩、こしょう)、みそ漬け焼き(甘口みそ、酒、しょうゆ、砂糖)、くわ焼き(しょうゆ、酒、砂糖)、しょうが焼き(生姜のすりおろし、しょうゆ、酒、砂糖)、の4種の焼き肉とした。脂肪組成検索上の対照として、植物油またはラードを用いない空焼き(塩、こしょう)を調製した。牛と豚のくわ焼き用の材料は薄切り肉を用い、その厚さ0.8~1.0cmのソテー用切り身を用いた。

それぞれの料理の変異原活性測定結果を表12に示した。1食当たりの活性は、焼き魚に見られたような高い活性は示さなかった。鶏肉では対照の空焼き肉が活性を示している。牛肉・豚肉・鶏肉の空焼きでは、鶏肉の変異原活性が、もっとも高く示された。高橋らにより示された、Broiled chickenのMeIQx含有量の高い分析値の反映が示唆される。

すべての調理を通じて牛肉、豚肉に比べて鶏肉が最も高いことが表13のように示された。

肉類を焼く場合には、油が使われる。図7にサラダ油で焼いた各料理の水分含量および脂肪含量と変異原活性の関係を示した。ここで水分含量および脂肪含量は変異原活性に大きな影響を与えていないことが示された。鶏肉では、ラードを用いることによって、顕著にその活性が高まった。しかしサラダ油ではむしろ抑制されていた。しかもこの変化は、特に鶏肉のタレによる前処理すみの、くわ焼き、しょうが焼きに顕著で、豚肉においてもその傾向は観察されたが、鶏肉ほど高い値ではなかった。

脂身の少ないささみ肉では、ソテーする時の焼き油の影響は少なく、胸肉などの調理物よりも高い変異原活性を示していた。この結果は、鶏焼き肉脱脂後の測定値と同様の結果であって、獣鳥肉

表13. 調理した獣鳥肉類の変異原活性 (TA98, +S9)

調理法	His <sup>+</sup> Revertants/50g 焼き油			
	うし	ぶた	とり	サラダ油
ソテー	112	135	102	+
空焼き	150	186	342	-
空焼き (脱脂処理後)	184	226	418	-

表14. 鶏ささみ肉と添え野菜の組合せによる活性の変動 (TA98, +S9)

品名	His <sup>+</sup> Revertants	
	50g当	平均
鶏ささみ肉 添え物		
ソテー -	723 208 355	428
ソテー+野菜	241 241	241
空焼き -	590 286	438
空焼き+野菜	198 233	215
空焼き+野菜サラダ (ドレッシング)	446 179 173	266
空焼き+野菜サラダ (マヨネーズ)	157 222	189
空焼き+ドレッシング	244	
空焼き+マヨネーズ	219	
空焼き+かぼちゃのソテー	161	
かぼちゃのソテー	63	

注) 野菜: レタス, レモン  
ドレッシング: 植物油, 酢, 白ワイン, 塩, こしょう  
マヨネーズ: 卵, 植物油, 酢, 塩, こしょう

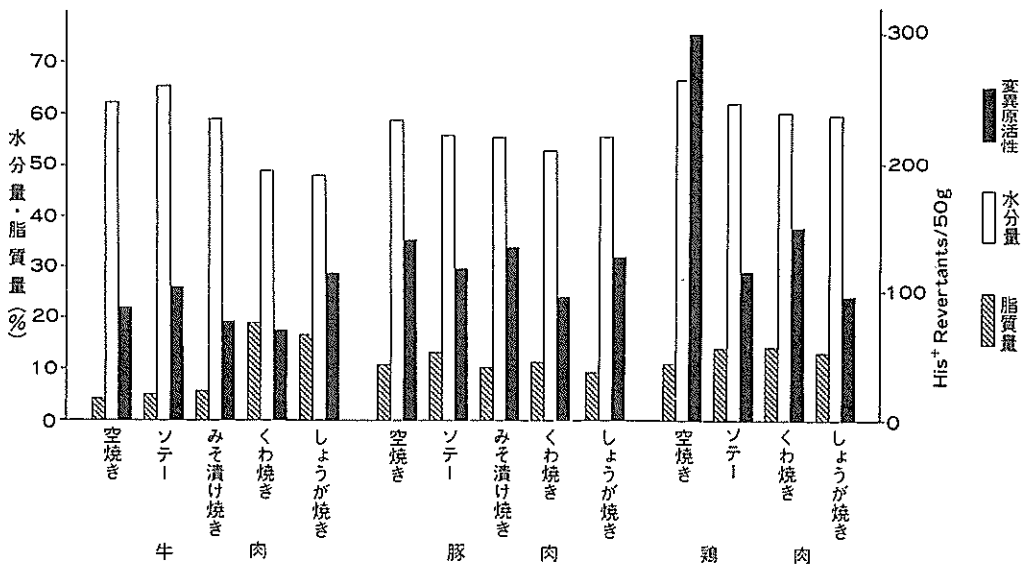


図7.



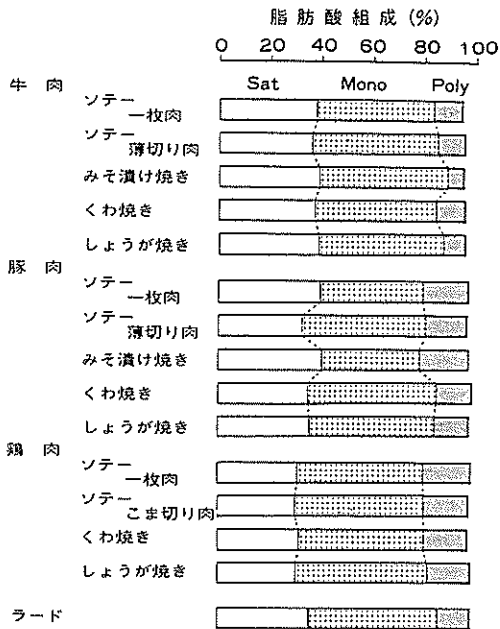


図8. 加熱調理した獣鳥肉類の脂肪酸組成.

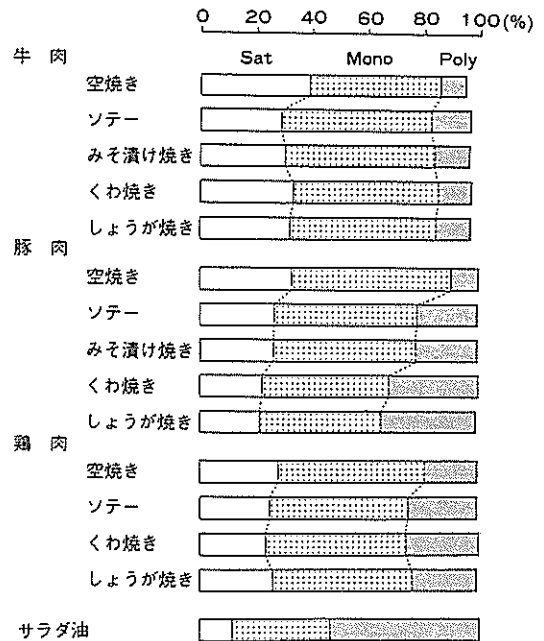


図9. 加熱調理した獣鳥肉類の脂肪酸組成.

類の脂身の混在により生成物の活性測定が抑制されるためであろう。これらの活性も表14に見られるように、添えの野菜によって抑制された。

獣鳥肉類を調理の目的に合わせて薄切りにした場合、または、こま切りにした場合は、同じ焼き方でも、厚さ約0.8~1.0cmの一枚肉の方が相対的に高い変異原活性を示した。高タンパク物質の加熱と変異原活性生成の関係から考えると、加熱時に水分蒸散も多く、熱伝導率も高くなりやすい上に、高温にさらされて調理される、薄切り肉または、こま切り肉が変異原活性生成の可能性はより高いと考えられるが、一方で、加熱時に、用いられる調理油の影響が大きいことを示している。

これらの獣鳥肉食品が調理の過程で受ける脂質の化学的な変化が、変異原活性の生成に与える影響を調べたが、サラダ油の主要な脂肪酸組成は、パルミチン酸、ステアリン酸、オレイン酸、リノール酸、リノレイン酸であって、図8に示すように豚肉では焼き油のサラダ油の脂肪酸組成が、くわ焼き、しょうが焼きの薄切り肉では調理された料理に反映されていたが、牛や鶏肉では、調理

方法による差は認められず、調理中に脂肪酸組成に変動を与えるほどの化学変化は認められなかった。ラードで調製した豚肉料理の脂肪酸組成は、図9に示すように、鶏肉よりもさらに強くラードの脂肪酸組成を受け多価不飽和脂肪酸含量が減少していたが、変異原活性は、脂肪酸組成と関係なく豚肉に比べて鶏肉の方が強く示された。

ラードで焼いた鶏肉のくわ焼き、しょうが焼きの強い変異原活性は、その脂肪酸組成よりもさらに大きく影響を与える因子として調味料の存在することを示唆し、加熱時に生成される物質と、その本体の比較検討が必要である。表2の献立料理の中で野菜のうま煮の活性が高く示されて注目したが、この場合には鶏肉を炒めてその後野菜を加えて調味し煮込む調理方法を使っていた。くわ焼きの鶏肉と同じ結果をもたらしていたことになる。表5中の次部煮では、同じ鶏肉の調理であるが加熱前にデンプンの衣をつけた鶏肉を炒めてから調味料と煮込む、この調理法では活性は認められなかった。加熱時に鶏肉独自の成分と調味料との混合物が活性物質を生成することが示唆され

た。

## 今後の課題

1. 3年間にわたり日本人の一般家庭料理の変異原活性をスクリーニングテストすることによって、いくつかの活性の高い料理、調理法が浮上してきた。これらの料理に生成した変異原物質の本体を究明することが当初の目的の一つであったが、調理食品中に生成される量はきわめて少量であって、確実に本体を究明することができなかった。米、パン、シュークリーム、鶏肉とラードの調理物などは、このスクリーニングテストをすることによって初めて注目された。これら料理の変異原物質の本体を究明し、発がんの可能性の検索をすることが、今後の第1の課題である。

2. 現在の市場に出回っている半加工食品、レトルト食品、加工食品あるいは市販の惣菜についてのスクリーニングテストを続けなければならない。

3. 今回のスクリーニングテストではフレイムシフト型変異原活性をのみ測定したので、塩基置換型変異原活性についてのスクリーニングテストが行なわれなければならない。

## おわりに

これまでのスクリーニングテストを通して高い変異原活性を示す典型的な料理は、魚類や獣鳥肉類の高温加熱処理によるものであった。魚類や獣鳥肉類は良質のタンパク源として食生活に欠かすことができない。とくに鶏肉は現在の一般家庭の良質のタンパク源として安価で入手しやすい材料である。焼き魚と同様に高い変異原活性を示すとして摂取を避けるようなことは、国民の栄養管理上にきわめて大きな影響を及ぼすことになる。

動物性脂肪の摂取量の増加が動脈硬化や高血圧の誘因として憂慮され、一方で植物性油が肥満や成人病予防に有効といわれると一般家庭では敏感に反応し、ラード使用量は減少してはいるが、市販のトンカツや中華料理などで使用されている。今回の測定結果から焼き油として植物油の使用がより安全であることが指摘された。

加熱調理で注意すべきことは過剰加熱を避けることである。調理条件内の温度 250～300℃で

あっても過剰加熱すれば変異原物質の生成は増加する。加熱時の水分含量は変異原生成に影響を及ぼしているため、水分蒸散の多い調理方法を避けることが望ましいことになる。

添えの野菜類の変異原活性抑制効果は、食卓を鮮度の良い野菜類で彩り良く整えることによって有効に活用することが出来る。

目に美しく、美味をおぼえる調理方法がひいては、変異原活性を抑えた料理として有効である。

日本的な献立料理を、季節によって、その材料を選び出して調理することを念頭に置いてスクリーニングテストを行なって気付いたことは、現在の日本人の一般的な食卓は、米を主食にすることによって、非常に国際的な料理をとり合わせることが可能になっていることであった。しかし季節の特性を、地方の特徴を盛り込んだ、独特の日本の食事を調製することは、むしろ贅沢な願望になりつつあるようにさえ考えられた。それは、昨今の一般家庭では、ここで取り上げたような料理は特別料理に属し、手軽な市販食品、半加工食品、レトルト食品などの導入が進んでいることから伺えることであった。

家族の、人々の、健康を願っての食卓の調製に当たって、少し手の込んだ献立で、和・洋・中・韓と多彩な国々の料理が食卓に調えられることが、多種類の食品の摂取につながり、ただ単に、栄養学的にバランスのとれた食事をという目的のためばかりでなく、1食当たりの変異原活性値が、モデル実験の外挿では推定され得ないでその料理の独特の値を示すようになることを再認識させられた。

疫学的な研究成果に現れる日本人のがん発生の部位の変化や、成人病の発生と、食生活の変化との相関が、日本的な食事の減少すなわち、繊維質の多い根菜類、海藻類、魚類の摂取の低下や、手の込んだ日本本来の調理からの逃避などに、大いに由来していることは明らかであり、折に触れて啓蒙を続けなければならない事柄であると考え

謝 辞

集中的なスクリーニングテストによるこの研究

は、1984年から1986年にかけての3年間にわたる日産科学振興財団の研究助成によって進めさせていただいたものであり、同財団と選考委員の先生方および当研究計画をご推薦いただき、この機会を与えて下さった日本環境変異原学会に深く感謝いたします。また本研究の遂行に当たり、本学の家政学専攻調理学教室の西崎純代教授、梶谷婦美江助手の協力により実習師範料理の提供をいただいたこと、また、中西与志子、加藤真理の当教室専攻科生のたいなる協力を感謝します。

#### 研究発表

- 1) 村岡知子, 安田公子: 調理食品の突然変異原性についてIV. 普通食の変異原性について. 日本環境変異原学会第13回大会要旨集, p. 51, 1984年.
- 2) 村岡知子, 安田公子, 中西与志子: 調理食品の突然変異原性について, 青綿法による活性の検索III. 第17回日本栄養食糧学会, 中国四国支部会要旨集, p. 11, 1984年.
- 3) Noriko Muraoka, Yasuda, K., Oshita, I., Akashi, M., Takada, M., Makanishi, Y., and Hayatsu, H.: Mutagenicity of Japanese Meals P 326 (Abstracts of Fourth International Conference on Environmental Mutagens, Stockholm), 1985.
- 4) 村岡知子, 安田公子, 稲垣仁美: 調理食品の突然変異原性についてV. こげご飯の変異原活性. 日本環境変異原学会第14回大会, *Mutation Research*, 164, 275 (1985).
- 5) 村岡知子, 大野佳美, 藤井久美子, 稲垣仁美: 調理食品の突然変異原活性について, ブルーコットン法による活性の検索IV. 第18回日本栄養食糧学会, 中国四国支部会. 要旨集 p.7, 1985年.
- 6) 村岡知子, 大野佳美, 藤井久美子, 稲垣仁美: 動物性食品の加熱処理における変異原活性および脂質組成について, 日本家政学会第38回大会要旨集, p. 86, 1986年.
- 7) 村岡知子, 大野佳美, 大橋良子, 藤井久美子, 加藤真理, 久岡祥子: 調理食品の変異原活性について, VI. 動物性食品の変異原活性と脂質組成. 日本環境変異原学会第15回大会要旨集, p. 66, 1986年.
- 8) 村岡知子, 大野佳美, 大橋良子, 藤井久美子, 加藤真理, 久岡祥子: 調理食品の突然変異原活性について, 青綿法による活性の検索, V, 第19回日本栄養食糧学会, 中国四国支部会要旨集, p. 10, 1986年.