

第 VI 報 魚肉に対する Fission Product の挙動*

高 田 幸 二 ・ 西 元 諄 一

VI. The Behaviour of Fission Product for the Fish Meat

Koji TAKADA, Jun-ichi NISHIMOTO

緒 言

放射性物質によつて汚染せられた魚肉を摂取した場合の人体に対する影響については、医学方面から種々論議せられている。その許容量は未だに確定した値が示されていないが、何れにしてもこれを摂取することは出来る限り避ける事が望ましい。従つて汚染肉より放射能の除去については原子力産業の発達と共に一応考慮を要する問題である。その除去については、煮熟、水晒、凍結、解凍等の手段方法が実験的に試み¹⁾られて、各方面から検討せられている。何れの方法を行うにしても魚肉蛋白に対する各種の放射性物質の理化学的作用から検討した基礎的結果にまたねばならぬことは当然のように思われる。

この基礎的実験結果は更に魚肉加工処理中に於ける特定成分の品質その他におよぼす影響並びに魚の死後体内に於ける特定成分の移動等の観察追究の場合に利用し得るのではないかとの見地から、余等は F. P. を用いて実験を試みた。

実 験

I 測定方法

当実験の結果は試料を灰化又は乾物としたものを Net-count で表わし、自己吸収、その他の影響は特に考慮しなかつたものが大部分である。使用した G. M. 計数器は科研製 Model 32 で雲母板と検体との距離は 10 mm, 35 mm の何れかである。

II 実験その一 魚肉蛋白に対する F. P. の作用

A. 試料の調製

新鮮なサバ (*Scomber tapeinocephalus*) を試料に用い、これを三枚におろし、皮、血合を取り除き精肉のみとなし、ミキサーで均一化し、Xanthoprotein 反応で蛋白量を測定²⁾したが蛋白量 23.2% であった。

B. 魚肉の TCA (CCl_3COOH) 処理による放射能の吸着

試料を 0.1, 0.5, 1.0% の蛋白質量となるように採取し、これに汚染水 20 cc (5 ± 2 cpm/cc) を加え 5 分間よくかき混ぜた後 50 cc となし遠心分離する (3,000 r. p. m. 10 分)。その上澄液と十分に洗った残渣について試験した。上澄液は 20% TCA の 5 cc を加え 10 分後遠心分離して沈澱を取り去つたものである。その結果は Table 1 に示した。この実験では上澄液の蛋白質の濃度は判らないが既に齊藤、鮫島は既知濃度の水溶性蛋白についての実験結果を発表している。その事から生の魚肉に加えられた F. P. が肉蛋白は勿論水溶性で TCA によつて沈澱する区分にも可なり吸着せられるものであると考えられる。

* 昭和 31 年 4 月、日本水産学会年次大会 (シンポジウム) にて発表。

Table 1. Change in counts of fish meat.

Fish meat protein %	Solid (Muscle stroma)			Supernatant liquid					
	Ash			Ppt. by TCA. ash			Filt. ash		
	Yield(mg)	c/m	%	Yield(mg)	c/m	%	Yield(mg)	c/m	%
0.1	1.2	30±1	36.5	Trace	17±1	20.7	4.4	35±3	42.6
0.5	2.7	31±2	39.2	0.6	16±1	20.2	25.4	32±2	40.5
1.0	7.7	35±4	47.2	1.2	14±2	18.9	53.4	35±1	33.7

C. 魚肉水溶性蛋白部分の熱処理による放射能の吸着

上記と同様に処理した上澄液を沸騰後 10 分間加熱を続け凝固区分と非凝固区分とに分ち凝固区は充分に水洗して夫々灰化した。その結果は Table 2ノI のようである。

Table 2. (I, II) Change in counts of fish meat.

No.	Fish meat protein %	Solid (Muscle stroma)			Supernatant liquid					
		Ash			Ppt. by heating ash			Filt. ash		
		Yield(mg)	c/m	%	Yield(mg)	c/m	%	Yield(mg)	c/m	%
I	0.1	1.9	48±5	36.0	Trace	30±3	22.5	5.3	55±1	41.4
	0.5	2.6	55±2	42.0	0.3	34±2	26.2	28.4	41±4	31.5
	1.0	8.6	68±3	51.5	1.1	41±4	31.1	42.0	33±2	25.0
II	0.1	1.5	96±1	45.3	Trace	7±2	3.3	4.5	109±2	51.5 ☆
	0.1	1.6	100±4	47.2	Trace	24±2	11.3	5.2	88±1	41.5 ☆☆

Table 2-I (Add count 160 c/m)

☆ 5% CH₃ COOH

Table 2-II (Add count 255 c/m)

☆☆ 20% TCA (Trichloroacetic acid)

これを TCA 処理のものと比較すれば TCA 沈澱部の灰分は熱凝固区より明かに count 数が少い。もし F. P. の吸着が蛋白量に比例して多くなるものであるとするならば、この場合も当然 count 数が多くなる筈であるのに、かえって少ない傾向となつている。これは TCA 処理のものが酸性になつているためではないかと考え、これを同程度の酸度となるように 5% 酢酸液を加えて加熱処理したところ Table 2ノII のような結果を得た。これにより酸性の水溶性蛋白溶液の沈澱部に吸着せられる放射性物質は少ない傾向がわかり、酸性とすれば F. P. の吸着が少なくなるのではないかと考えられる。

D. 熱凝固(変性)蛋白の F. P. の吸着

上記の実験結果から生蛋白については相当量の放射能が吸着される傾向にあることを知つたのであるが、更に熱変性蛋白について実験を試みた。すなわち魚肉蛋白は 0.1, 0.5% の魚肉に 30 cc の水を加え沸騰後 10 分間加熱し、冷却後その凝固区(凝固区蛋白量は測定していない)に汚染水 5 cc (51 ± 2 cpm/cc) を加え、ガラス棒にてよく細碎し、かき混ぜ、水で 50 cc となし 10 分後、凝固区分を取り充分洗つた後灰化し count を測つた。その結果は Table 3 に示した。変性した魚肉蛋白は生蛋白ほどではないが、やはり或る程度の吸着があるように思われる。すなわち F. P. は自然状態の蛋白によく吸着せられるが変性した蛋白に対しての吸着は減少するのではないかと考えられる。

Table 3. Fission product adsorption of heat coagulated fish meat.

Fish meat protein %	Yield (mg)	Coagulated part ash	
		c/m	%
0.1	1.1	53±4	20.8
0.5	5.8	72±1	28.2

III 実験その二 汚染魚の透析による放射能の変化

前述のように F. P. は自然或は変性状態の何れの蛋白に対しても程度の差はあるが吸着せられることを知った。ところで吸着せられた放射能がその処理方法によつて如何なる挙動をなすかを知ることは重要なことである。そこで余等は、動物膜及び人工透析膜を用いて実験を行った。動物膜としてはサバ表皮、サメ腸間膜、人工膜は硫酸紙とセロファンを選んだ。

A. 透析に使用せる膜の種類による F. P. の移動の差異

内径 28 mm のガラス管を適宜の長さになり円筒を作りその一端に透析膜を張り管内に汚染水を充たし 50 cc の水中及び流水中で透析し、乾燥した後 count を測定した。尚動物膜は 5%ホルマリン液に浸漬して処理せるもの及び未処理のものにつき実施した。(腸間膜は 20 時間、魚皮は 18 時間浸漬固定) 透析時間は 6 時間及び 24 時間でその間の温度は 10~15°C であつた。管内の液、透析膜自体及び水中で行つたものはその水の部分について計算した。結果は Fig. 1 に示したようである。これを見ると硫酸紙はセロファンに比べてよく透析しセロファ

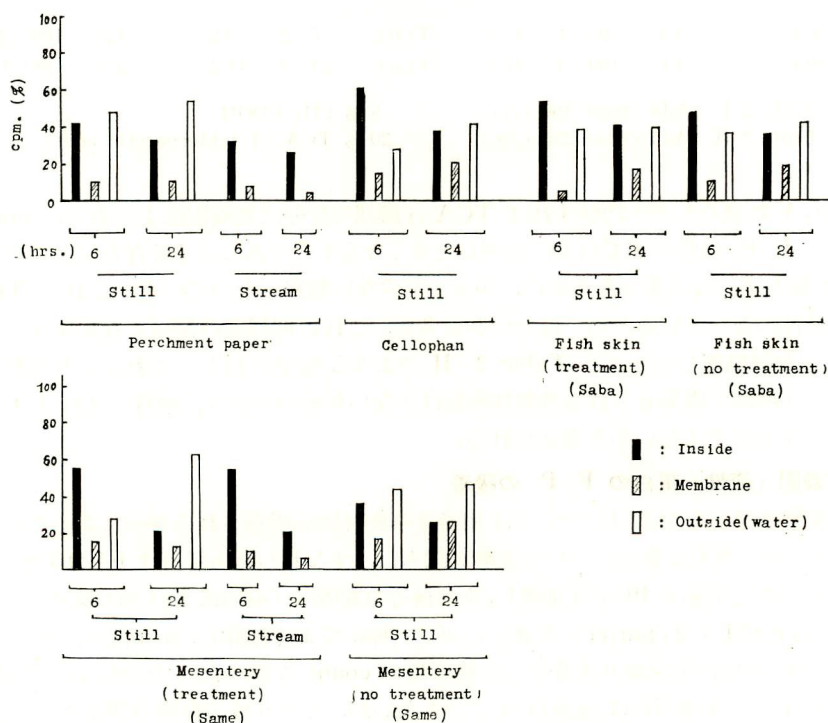


Fig. 1. Chang of radioactivity by treated with dialysis on the various membrane.

ンでは膜自体に硫酸紙の約 2 倍の放射能吸着が見られた。動物膜では何れも大体同じ程度の透析をなす傾向を示すが腸間膜のホルマリン液で固定のものは透析時間の経過と共に透析により残存放射能が最も小となつている。こゝで注目せられる事にホルマリン処理をしたものと然らざるもの、すなわち蛋白が変化したものとししないものとの間において未処理の膜自体に放射能が多く吸着されるのではないかと推測されたがそれ程大きくなく透析率は、むしろ大きくなつてゐるものもある。勿論この場合未処理のものは透析中に組織が軟化膨潤したために透析率が増加したとも考えられるが、サメの腸間膜ではホルマリン液処理のものより未処理のものが膜自体に吸着せられた放射能が多い事実も認められた。

B. 汚染魚の透析

前述の実験結果から硫酸紙がよい透析率であつたのでそれを用いて透析を行つた。すなわち均一乳化したサバ精肉の一定量に汚染水 5 cc (51 ± 2 cpm/cc), 水 30 cc を加えて 5 分間よくかき混ぜ 10 分間遠心分離 (3,000 r.p.m.) を行い上澄液を除き残渣をよく水洗してこれを適当量の水に懸濁して管内に入れ 50 cc の静水及び流水中で透析して夫々灰化し、その放射能を測つた結果が Table 4 である。

Table 4. Change in counts of contaminated fish meat by dialysis.

Fish meat g.	Time of dialysis hr.	Contaminated meat ash		Still water						Running water		
				Inside ash			Outside ash			Inside ash		
		Yield	c/m	Yield	c/m	%	Yield	c/m	%	Yield	c/m	%
0.4	6	1.8	112 \pm 1	1.2	102 \pm 1	91.0	0.7	9 \pm 2	8.0	1.3	107 \pm 1	95.5
	24			0.9	96 \pm 1	85.6	0.9	15 \pm 3	13.4	0.9	97 \pm 1	96.6
2.1	6	6.2	147 \pm 1	4.9	103 \pm 1	88.5	2.0	16 \pm 1	10.9	4.8	130 \pm 3	88.5
	24			4.1	128 \pm 1	87.0	3.1	17 \pm 1	11.5	4.2	108 \pm 1	73.5

汚染魚肉中の F. P. は約 10 % 程度が透析によつて水に移行し魚肉量により透析率が著しく異なる事はない様である。又静水と流水とは流水で透析したものが、透析率はよいのではないかと思われたが、甚だしい差異は認められなかつた。これは試料が少量のためであつて、もつと多量を用い透析水と試料の量の割合を変えて実験を行わなければ確かな事は言えない。

IV 実験その三 魚類の死後体内に注入せられた F. P. の移動について

活魚について放射性物質含有汚染水中で飼育しその放射能の体内移動についての実験³⁾はあるが死後の汚染水注入による移動の実験は殆んどない。魚類死後に於ける体液特に内臓液の移動又その魚肉中への浸透が鮮度に如何に影響を及ぼすかと云う事は一つの重要な問題である。そこでこの体液の移動を追究する一つの方法として放射能で「マーク」した内臓液を使用して実験をした。すなわちサバ(体長約 30 cm)の腹腔内(肛門上方約 5 cm)に放射能汚染水 0.4 cc 又は 0.8 cc (Ca. 70 cpm/0.1cc) を注入して背立して室温 (8 \sim 13 $^{\circ}$ C), 冷蔵庫 (-6 \pm 1 $^{\circ}$ C) 及び -25 \pm 3 $^{\circ}$ C の室に放置し魚体各部の放射能を検した結果は Table 5 に示した様に、殆んど注射部位より移動していない様である。これは前述の様に F. P. は組織蛋白によく吸着せられるためであろう。F. P. は生活時は新陳代謝により吸収排泄に伴い放射能の生理的移動は既に明かに認められているが、この実験では生活機能を失つた魚体に於ける理化学的移動は殆んど認められぬ様に思われる。

Table 5. The transition of the radioactivity in the fish meat which is injected in the post mortem.

Temperature	Stock hour	State	Count on part of fish body							
			Surface	Backbone on internal org. side	Tail	Back bone on tail	Abdominal region (Except internal org.)	Gill	Kidney	Internal organe
8°~13°C	72 hrs.	meat soften. putre- fied odor.	10±2	3±2	3±3	3±2	104±2	11.5±1	3±2	131±1
	3 days at 0°C after stock in 72 hrs.	meat soften. brown, putre- fied odor.	2±1	89±1	10±1	23±2	73±2	28±4	22±3	284±4*
5°~7°C	55 days	slimy brown. rancidity little putrefied odor.	2±1	6±1	3±3	5±3	43±4	4±4	3±2	84±4
-25°C (±3°C)	55 days	good	9±1	1±1	4±2	1±1	14±2	3±2	1±1	105±3
			4±1	4±2	1±1	3±2	183±2	1±1	86±2	219±1*

* 0.8 cc. contaminate water added.
700 cmp/cc.

要 約

1) 生魚肉蛋白及び水溶性蛋白に放射能 (F. P.) は吸着せられるが、殊に熱凝固の水溶性蛋白との吸着が最も強く、酢酸添加のものは最も弱い。同じ酸度の三塩化酢酸で沈澱する部分は中間で酸性の場合は吸着が減少する傾向がある。

2) 熱変性 (凝固) せる魚肉蛋白は生蛋白に比べ放射能の吸着は少ない。

3) 硫酸紙, セロファン, 及び動物性膜等の透析膜の中 F. P. に対しては, 硫酸紙が最も透析し易く汚染魚肉中の放射能は透析により或る程度除去せられるが, F. P. は魚肉組織に非常に吸着せられ易い性質がある様に思われる。

4) 死後の魚体腹腔内に F. P. を注入し内臓液の移動を検したがその理化学的移動は殆んど認められなかった。

本報は昭和 30 年度 文部省総合研究 (水産物に関する放射化学的研究) による業績の一部で、御支援を賜った当局並に同研究班委員長、東京大学教授森高次郎先生に深謝の意を表する。

Résumé

The working influence of the fission product on fish meat was examined with the following results.

1) A radioactivity adsorbing propensity was seen in fish protein and other water soluble protein.

In the both cases, the propensity was "strongest" in some of the heat coagulative among the water soluble protein; and was "weakest" in the one added with acetic acid, while it was "middle" in the one which was to be deposited by trichloroacetic acid of the equivalent acidity: and in case of the one with a certain acidity a somewhat decreasing tendency was observed in the propensity.

2) The heat coagulated protein of a fish meat showed the less radioactivity adsorbing propensity than the ordinary protein in the live one.

3) Among the various membranes of dialysis, e. g. parchment paper, cellophan and animal membrane, to the fission product the first one showed the most strong dialytic propensity.

And, by using the means of "dialysis", it was not impossible to remove some of the radioactivity from the contaminated fish meat; but, as might have been supposed, the tenacious adsorbing propensity of fish meat prevented us to cleanse thoroughly the contamination from it.

4) The transferring of fission product injected into the abdominal cavity of fish body was examined, but hardly any transference was perceptible.

文 献

- 1) 齊藤 要, 鯨島宗雄: 本誌, 4, 124, (1955)
- 2) 高田幸二, 西元諄一: 昭和 30 年, 日本水産学会秋季大会発表.
- 3) 森 高次郎, 佐伯誠道: 昭和 31 年, 日本水産学会シンポジウム.