東京都中央卸売市場に入荷したヒガンフグの毒性

加納 碩雄・野口 玉雄・丸山 純一・橋本 周久

(1983 年 10 月 4 日受理)

Toxicity of the Pufferfish *Fugu pardalis* ("higanfugu")
Landed at Tokyo Metropolitan Central Wholesale MarketSekio KANO^{*1}, Tamao NOGUCHI^{*2}, Junichi MARUYAMA^{*2} and
Kanehisa HASHIMOTO^{*2}

Ninety-six specimens of the pufferfish *Fugu pardalis* ("higanfugu") landed at Tokyo Metropolitan Central Wholesale Market were assayed for toxicity of liver, ovary, bile and digestive canal contents.

Frequency of toxic specimens were 92, 96, 69 and 50%, in terms of liver, ovary, bile and digestive canal contents, respectively. Their highest toxicity scores were 4,900, 4,100, 1,700 and 270 MU/g, respectively; and average toxicity values were 565 ± 93 , 590 ± 66 , 162 ± 34 and 43 ± 8 MU/g, respectively.

A significant correlation between the toxicities of liver and bile ($r=0.63$), and between those of bile and digestive canal contents ($r=0.69$) was observed.

ヒガンフグ *Fugu pardalis* の毒性は、谷¹⁾の北九州産試料の毒性試験結果から、卵巣：猛毒、^{*3} 精巣：弱毒、^{*3} 肝臓：猛毒、腸：強毒、^{*3} 皮：強毒、筋肉および血液：無毒^{*3}とされてきた。ところで、著者ら²⁾は 1975 年に東京都中央卸売市場（以下、東京市場と略記）に水揚げされたヒガンフグ 10 個体につき毒性を調べたところ、筋肉に最高 16 MU/g の毒性を認めるなど、必ずしも谷の結果と一致しなかった。関連して、これまで無毒とされてきたサバフグおよびカナフグでも南シナ海産のもの筋肉にそれぞれ 11.8, 21.5 MU/g の弱毒が検出されている。³⁾

本研究はこのようなフグ毒の地域差についてさらに検討する目的で、1983 年 2~4 月に東京市場に入荷したヒガンフグにつき、あらためてその部位別毒性を調べたものである。その結果、これまで報告がない胆汁と消化管内容物にかなりの毒性を検出し、さらに胆汁と肝臓あるいは消化管内容物の間に有意の相関を認めるなど、若干の知見を得ることができた。以下にその経過を述べる。

材料および方法

材料 1983 年 2 月から 4 月にかけて、東京市場に入荷したヒガンフグ *Fugu pardalis* から市場内フグ除毒場において摘出された内臓 96 個体分を供試した。これらの内臓は摘出後直ちに氷冷下、水産化学研究室に搬入し、卵巣、肝臓、胆汁および消化管内容物に分け、下記により毒性を調べた。

毒性試験法 毒性試験は「食品衛生検査指針 II」⁴⁾中の「フグ毒検査法」にしたがって行った。

結果および考察

個体別毒性試験結果を Table 1 に、また有毒個体出現頻度、最高・平均毒性値を既報のデータとともに Table 2 に示す。

肝臓 有毒個体出現頻度 92%、最高毒性値 4,900 MU/g、平均毒性値 565 ± 93 MU/g と認められた。1975 年に同じく東京市場に入荷したヒガンフグ (10 個体) ではそれぞれ 100%、1,500 MU/g および 334 MU/g であった。また北九州産ヒガンフグ^{1)*4}の場合にはそれぞ

^{*1} 東京都市場衛生検査所 (Tokyo Metropolitan Central Wholesale Market Sanitation Inspection Station, Chuo, Tokyo 104, Japan).

^{*2} 東京大学農学部水産化学研究室 (Laboratory of Marine Biochemistry, Faculty of Agriculture, The University of Tokyo, Bunkyo, Tokyo 113, Japan).

^{*3} 各組織につき数十試料の毒性を調べ、その最強の毒力を基に設定されたランキングで、その具体的数値は次のとおりである：猛毒： $\geq 1,000$ MU/g、強毒：100~999 MU/g、弱毒：10~99 MU/g、無毒： < 10 MU/g。

^{*4} 本論文では、谷¹⁾の毒性値はすべて現行の MU に換算してある。

Table 1. Toxicity of a pufferfish *Fugu pardalis* "higanfugu" landed at Tokyo Metropolitan Central Wholesale Market in 1983

Date of landing	Specimen No.	Liver		Ovary		Bile	Digestive canal contents
		Weight (g)	Toxicity (MU/g)	Weight (g)	Toxicity (MU/g)	Toxicity (MU/g)	Toxicity (MU/g)
Feb. 7	1	24	56	40	460	—	—
	2	39	330	64	690	—	—
Mar. 2	3	19	1,400	55	930	78	<10
	4	26	20	71	<10	<10	<10
	5	9	1,500	52	570	14	<10
	6	15	4,700	47	1,700	1,700	120
	7	23	1,700	27	1,200	37	<10
Mar. 7	8	34	240	54	630	240	19
	9	41	29	92	260	65	17
	10	35	1,300	78	420	480	220
	11	32	2,400	57	630	—	83
	12	42	210	71	360	64	25
	13	30	2,200	130	650	1,100	390
	14	46	180	94	600	470	31
	15	40	200	9	1,800	380	100
Mar. 17	16	62	230	200	630	10	<10
	17	29	550	189	<10	<10	<10
	18	26	630	96	660	<10	<10
	19	31	<10	174	210	<10	<10
	20	35	<10	88	370	<10	<10
	21	28	60	192	570	<10	<10
	22	36	<10	103	420	<10	<10
	23	18	13	83	<10	<10	<10
Mar. 24	24	22	2,200	132	900	42	<10
	25	20	<10	31	11	17	<10
	26	31	37	134	96	63	<10
	27	14	99	1	480	38	20
Mar. 26	28	12	<10	107	360	10	<10
	29	20	<10	113	600	<10	<10
	30	16	<10	97	280	<10	<10
	31	36	38	190	180	<10	<10
Apr. 1	32	11	1,000	100	500	630	160
	33	18	240	105	200	150	55
	34	20	32	82	210	110	<10
	35	11	1,300	104	720	600	83
	36	24	29	75	45	78	<10
	37	11	1,400	74	390	440	140
	38	25	36	140	170	44	10
Apr. 7	39	8	300	66	1,000	100	69
	40	25	1,000	134	380	480	190
	41	14	37	57	340	—	—
	42	40	300	120	380	130	48
	43	36	950	78	750	—	270
	44	14	38	6	420	—	46
Apr. 8	45	13	740	1.8	2,000	600	100
	46	22	130	2.2	1,400	—	<10
	47	10	2,200	35	800	240	14
	48	11	430	1.0	1,200	—	<10

Table 1. (Continued).

Date of landing	Specimen No.	Liver		Ovary		Bile	Digestive canal contents
		Weight (g)	Toxicity (MU/g)	Weight (g)	Toxicity (MU/g)	Toxicity (MU/g)	Toxicity (MU/g)
Apr. 13	49	16	22	66	190	—	<10
	50	21	42	68	330	—	<10
	51	35	75	88	780	80	15
	52	25	520	74	720	250	66
	53	16	33	30	420	—	<10
	54	15	57	40	400	—	<10
	55	20	21	56	140	44	<10
	56	12	63	49	330	—	10
Apr. 14	57	96	13	298	680	—	<10
	58	34	120	125	520	170	86
	59	66	230	35	120	—	20
	60	67	160	176	1,100	370	240
	61	22	75	98	370	31	11
	62	17	18	88	240	—	22
	63	43	72	220	660	—	27
	64	23	220	75	640	190	90
	65	65	25	49	480	22	11
	66	8	69	18	690	—	<10
	67	34	2,000	8	270	14	19
	68	28	1,100	11	170	<10	<10
	69	26	4,900	11	1,200	—	<10
	70	33	120	22	130	<10	<10
	71	32	420	14	390	<10	<10
Apr. 19	72	57	1,300	32	<10	250	230
	73	32	650	171	380	300	210
	74	15	25	87	620	49	15
	75	34	2,600	105	540	310	210
	76	28	21	67	250	—	11
Apr. 20	77	36	1,900	129	500	22	<10
	78	36	48	11	93	<10	<10
	79	28	<10	13	10	<10	—
	80	54	60	49	900	—	13
	81	16	1,900	49	800	60	20
	82	12	1,100	10	400	10	<10
	83	18	570	4	4,100	<10	—
	84	21	560	6	950	<10	<10
	85	55	11	28	26	<10	<10
	86	22	44	1.0	160	—	<10
	87	25	56	10	130	<10	<10
	88	29	110	1.6	1,400	—	<10
	89	23	22	20	19	<10	<10
	90	12	140	0.8	550	—	—
	91	30	16	17	340	—	13
	92	15	470	1.5	1,300	—	38
	93	28	950	1.7	4,000	—	130
Apr. 23	94	20	790	33	160	380	170
	95	34	35	7	38	21	<10
	96	34	10	54	450	—	<10

Table 2. Comparison of toxicity between the pufferfish specimens landed at Tokyo Metropolitan Central Wholesale Market and those collected off Kitakyushu¹⁾

	Place of landing or collection	Frequency of toxic specimens (%)	No. of specimens* ¹				Highest toxicity (MU/g)	Average toxicity (MU/g)
			Extremely toxic	Strongly toxic	Weakly toxic	Nontoxic		
Liver	Tokyo	92 (88/96)* ²	21	30	37	8	4,900	565±93
	Tokyo ²⁾	100 (10/10)	2	3	5	0	1,500	334
	Kitakyushu ¹⁾	57 (28/49)	7	9	12	21	5,000	337
Ovary	Tokyo	96 (92/96)	13	71	8	4	4,100	590±66
	Tokyo ²⁾	100 (4/ 4)	0	4	0	0	950	420
	Kitakyushu ¹⁾	80 (20/25)	1	12	7	5	1,000	161
Bile	Tokyo	69 (47/68)	2	22	23	21	1,700	162±34
	Tokyo ²⁾	90 (9/10)	1	3	5	1	1,800	289
Digestive canal contents	Tokyo	50 (45/90)	0	15	30	45	270	43±8

*¹ Extremely toxic, $\geq 1,000$ MU/g; Strongly toxic, 100~999 MU/g; Weakly toxic, 10~99 MU/g; Nontoxic, <10 MU/g.

*² Numbers in parenthesis represent toxic specimens/total specimens. "Toxic" defined here is ≥ 10 MU/g.

れ 57%, 5,000 MU/g および 337 MU/g と報じられており, 同一市場でも年により, また場所によって, 有毒個体出現頻度, 毒性ともかなりの変動がみられる。

卵巣 有毒個体出現頻度は 96%, 最高毒性値 4,100 MU/g, また平均毒性値は 590±66 MU/g であった。1975 年東京市場入荷のものでは供試した 4 試料すべてが有毒で, 最高・平均毒性値はそれぞれ 950 MU/g, 420 MU/g であり, また北九州産¹⁾のものでは有毒個体出現頻度 80%, 最高・平均毒性値はそれぞれ 1,000 MU/g および 161 MU/g と報じられている。これらのデータに比べ, 本結果はいずれも明らかに高い。

胆汁 著者ら²⁾は 1975 年に東京市場に入荷したヒガンフグの胆汁 (10 試料) の毒性を調べ, 9 試料が有毒, かつ最高 1,800 MU/g という高い値を得た。その後, フグの胆汁の毒性に関するデータをみないが, 今回採取し得た 68 試料につき毒性を調べた。その結果は, 有毒個体出現頻度 69%, 最高毒性値 1,700 MU/g, また平均毒性値 162±34 MU/g と, 前回の結果と傾向において一致した。

消化管内容物 フグの消化管内容物の毒性データはこれまでとくにみないが, 毒化機構について何らかの知見が得られるかもしれないとの期待の下に, 今回 90 試料につき調べたものである。その結果は有毒個体出現頻度 50%, 最高毒性値 270 MU/g, また平均毒性値は 43±8 MU/g であった。

今回供試したヒガンフグの漁獲地は明らかでないが, 一般に東京市場に入荷するものは東京湾産のもののほか, 三陸など他地域産のものをかなり含むとされている。本結果と前回 (1975 年) のデータの相違は一部は地

域差によるかもしれない。

前記のようにヒガンフグの胆汁および消化管内容物にかなりの毒性が認められた。両者の毒性を測定中, 同一個体内で両毒性相互間に, また胆汁と肝臓の毒性相互間に, 何らかの相関があるように思われたので, この点に若干の検討を加えた。

まず, 肝臓と胆汁相互間では, 肝臓の毒性が高い場合に胆汁毒性は高いものから無毒のものまで区々であった。肝臓が弱毒ないし無毒の場合には胆汁も 1 例を除いて弱毒ないし無毒であった。両者の毒性をプロットしたところ, Fig. 1 のようになった。相関係数 (r) は 0.63 と算定された。

次に, 胆汁と消化管内容物の毒性相互間では, 胆汁が猛毒ないし強毒のとき, 1 例を除き消化管内容物も有毒であった。また胆汁が弱毒のときは消化管内容物は 13 試料が無毒, 11 試料が有毒 (すべて 25 MU/g 以下) であった。さらに, 胆汁が無毒のものでは消化管内容物もまた無毒と認められた。Fig. 2 は両者の毒性の関係を示したものである。r は 0.69 とかなり高かった。

いずれにせよ, これらの解析結果は, フグ毒 (tetrodotoxin) がフグ体内で肝臓から胆汁, さらに消化管へと排出されるルートが存在することを示唆するもののように思われる。関連して, 著者ら³⁾は先に, フグの肝臓中に RNase の作用で tetrodotoxin を遊離する高分子物質が存在することを認めた。フグ肝臓中に tetrodotoxin が先ずこのような機作で生成, 蓄積するものと考えられるが, この高分子物質の真の来源などは今後に残された問題と思われる。

Fig. 1. Correlation between toxicities of liver and bile in the pufferfish specimens.

Fig. 2. Correlation between toxicities of bile and digestive canal contents in the pufferfish specimens.

本研究費は一部、厚生科学研究費によった。ここに記して謝意を表する。

文 献

- 1) 谷 巖：日本産フグの中毒学的研究，帝国図書，東京，1945，pp. 31-35.
- 2) 高久 久・足達卓治・加納 碩雄・白坂 康郎・三好和彦・宮崎奉之・新井加代子・向島 雄：昭和 51 年版東京都市場衛検事業概要，東京都市場衛生検査所，1976，pp. 79-83.
- 3) 原田禎顕：食衛誌，20，437-441 (1979).
- 4) 厚生省環境衛生局編：食品衛生検査指針Ⅱ『食品別』，日本食品衛生協会，1978，pp. 232-240.
- 5) M. KODAMA, T. OGATA, T. NOGUCHI, J. MARUYAMA, and K. HASHIMOTO: *J. Biochem.*, 93, 243-247 (1983).