

## 한국 연안산 검복 (*Takifugu porphyreus*)과 자주복 (*Takifugu rubripes*)의 독성

김지회\* · 손광태 · 목종수 · 오은경 · 김주경 · 이태식  
국립수산과학원

### Toxicity of the Puffer Fish *Takifugu porphyreus* and *Takifugu rubripes* from Coastal Areas of Korea

Ji Hoe KIM\*, Kwang Tae SON, Jong Soo MOK, Eun Gyoung OH,  
Joo Kyung KIM and Tae Seek LEE

National Fisheries Research & Development Institute, Gijang, Busan 619-902, Korea

Toxicity of two species of puffer fish, *Takifugu porphyreus* and *Takifugu rubripes*, collected from coastal regions of Korea, was determined using a mouse bioassay. In *T. porphyreus*, the proportion of toxic specimens containing  $\geq 10$  MU/g was 58.3% for the ovary, 32.6% for the skin, 12.0% for the gallbladder, 11.6% for the liver and intestine, and 9.3% for the fin; no toxicity was detected in the muscle and testis using the mouse bioassay. The highest toxin levels were 531 MU/g in the liver, 253 MU/g in the intestine, 136 MU/g in the gallbladder, 118 MU/g in the skin, 116 MU/g in the ovary, and 108 MU/g in the fin. The skin, which is used for human consumption, showed significantly high toxicity with an average of  $11 \pm 3$  (mean  $\pm$  SE) MU/g. *Takifugu porphyreus* toxicity also exhibited remarkable regional variation. In *T. rubripes*, the proportion of toxic specimens was 25.0% for the ovary, 15.8% for the liver, 11.1% for the gallbladder, and 5.3% for the fin and intestine; no toxicity was detected in the muscle, skin, or testis. Among the organs, the highest toxin levels were 228 MU/g in the ovary, followed by 112 MU/g in the liver, 28 MU/g in the gallbladder, 18 MU/g in the intestine, 11 MU/g in the fin, and 8 MU/g in the skin. Thus, we found acceptable toxin levels in the edible muscle and skin of *T. rubripes* and in the muscle of *T. porphyreus*. However, the skin of *T. porphyreus*, which showed significantly high toxicity, requires special attention when used for human consumption.

Key words: *Takifugu porphyreus*, *Takifugu rubripes*, Puffer fish, Tetrodo toxin

#### 서 론

해양에 서식하는 생물 중에는 독을 보유하는 종류도 많은데 해파리와 같이 접촉에 의하여 피해를 입는 경우가 있는가 하면, 복어독, 각종 패류독, 시과테라 등과 같이 섭취하였을 때 식중독을 유발하는 경우도 많다 (Yamanaka, 1986; Shiomi, 1996). 이러한 해양생물독 중 복어독은 마비성패류독과 더불어 중독 시 치사량이 대단히 높으므로 식품위생상 특히 중요시 되고 있으며, 우리나라에서도 복어 식중독으로 인하여 매년 인명이 희생되어 사회적인 문제로 되고 있다 (Kim et al., 2003). 우리나라와 마찬가지로 일본의 경우에도 복어를 많이 소비하고, 중독사고 또한 발생하는 것이 사실이다. 그러나 근년 복어 중독 시 사망률은 양국간에 큰 차이가 있었으며, 일본에서의 사망률이 우리나라보다 훨씬 낮았다 (Kim et al., 2003). 이전에는 일본에서도 복어 중독시 사망률이 상당히 높았으나 1983년 일본의 위생당국 (현 厚生労働省)에서는 당시까지 보고된 복어류 어종별 부위별 독성연구 결과를 근거로 섭취 가능한 어종과 부위를 명시한 복어 처리 및 취급에 관한

규정을 제정한 것이 사망률의 획기적 감소에 기여한 것으로 지적되고 있다 (Yamanaka, 1986; Shiomi, 1996).

우리나라 연안에는 20여 종의 복어가 서식하는 것으로 알려져 있으며 (Kim et al., 2001), 복어에 대한 독성 기준은 근육과 껍질에 대하여 각각 10 MU/g으로 설정되어 있다 (KFDA, 2004). 그러나 복어의 독성은 개체에 따라 차이가 있으므로 식중독 방지를 위해서는 일본에서와 같이 일반적으로 적용할 수 있는 특별한 관리지침이 필요한 것으로 사료되지만 이러한 지침의 제정을 위해서는 다양한 복어류에 대한 독성조사 자료가 필수적이다. 일본에서는 복어의 어종별 독성에 관하여 Tani (1945)의 광범위한 조사자료가 보고된 이후 많은 연구가 이어졌으나 우리나라에서는 자주복 (Kim et al., 2000), 까치복 (Kim et al., 1991), 까칠복 (Kim et al., 1995), 황복 (Jeon and Yoo, 1995a), 국매리복 (Noguchi et al., 1991; Jeon and Yoo, 1995b), 복점 (Ryu et al., 2003) 및 일부 연안산 복어류 (Jeong et al., 1994; Kim et al., 2002) 등의 독성에 관한 연구가 있다. 그런데 복어의 독성은 품종, 개체, 계절 및 서식지역에 따라 차이가 있는 것으로 보고되고 있는데 (Tani, 1945; Noguchi et al., 1991) 우리나라에서의 보고는 대부분 한정된 지역에서

\*Corresponding author: kimjh@nfrdi.re.kr

실시되었고, 분석된 개체수 또한 그다지 많지 않은 것이 현실이다.

본 연구에서는 우리나라 연안산 복어에 의한 식중독 방지를 위한 자료를 제공하고자 검복 (*Takifugu porphyreus*)과 자주복 (*Takifugu rubripes*)의 지역별, 부위별 독성을 측정하였다.

## 재료 및 방법

### 재 료

분석에 사용된 검복 (*Takifugu porphyreus*)과 자주복 (*Takifugu rubripes*)은 2004년부터 2005년에 걸쳐 경북 죽변 및 포항, 부산 기장, 경남 통영, 제주 등 우리나라 연안지역에 양륙되는 활어 또는 선어 상태의 것을 구입하였다. 어종별 시험어 개체수는 검복이 총 43개체이었고, 자주복은 총 19개체이었다.

구입한 시험어는 스티로폼 용기에 넣고 얼음을 채워 실험실로 운반 후 지느러미, 껍질, 근육, 간장, 생식소, 쓸개 및 내장 등의 부위로 구분하여 독성을 측정하였다. 즉시 독성을 측정할 수 없는 경우에는 부위별로 취한 시료를 각각 -20℃에 동결 보관하면서 분석하였다.

### 독의 추출 및 독성측정

시료에서 복어독은 일본의 食品衛生検査指針II (Kawabata, 1978)의 복어독 검사법에 따라 초산용액으로 추출하여 mouse bioassay법으로 측정하였다. 즉, 일정량의 시료에 0.1% 초산용액을 가하여 비등수에서 10분간 중탕하여 독을 추출하고, 냉각한 후 여과지 (Toyo No. 5A)로 여과하고, 잔사는 0.1% 초산용액으로 다시 세정하여 여액을 합하고 일정량으로 정용하여 조독소 용액으로 하였다.

각 시료의 독성은 추출한 조독소 용액을 체중 19-21 g의 ICR계 mouse (수컷)의 복강에 1 mL씩 주사하고, mouse의 체중과 치사시간에 대한 mouse unit (MU)를 독성 환산표에서 각각 구하여 독성치를 계산하여 MU/g으로 나타내었다. 이때 1 MU는 체중 20 g의 mouse를 30분에 치사시키는 독량을 의미한다. 한편, mouse의 치사시간이 5분 이내인 경우 5-10분 사이에 들도록 증류수로 조독소 용액을 적절히 희석하여 측정하고 시료 g당 MU로 나타내었다.

Mouse를 사용하는 생물시험에서 복어독의 검출한계와는 달리 식품위생학적 관점에서 10 MU/g 미만은 무해한 것으로 간주하고 있으므로 (Kawabata, 1978), 본 연구에서 결과를 표기할 때 10 MU/g 이상의 독성을 나타낸 것만을 '유독'한 것으로 간주하였다.

## 결과 및 고찰

### 연안산 검복 (*T. porphyreus*)의 부위별 독성

경북 죽변 및 포항, 부산 기장 및 제주에서 채취한 검복 (*T. porphyreus*) 43개체에 대한 부위별 독성은 Table 1에, 그리고 시험에 제공된 전체 시료의 부위별 유독개체 출현율, 최고 독성치 및 평균독성은 Table 2에 각각 나타내었다.

시험에 제공된 연안산 검복의 부위별 독성은 근육의 경우 최고 5 MU/g을 나타내었으나, 껍질의 경우 유독개체 출현율이 32.6% (43개체 중 14개체가 10 MU/g 이상의 유독개체, 이하 14/43으로 표기)이었고, 최고독성치는 118 MU/g이었으며, 평균독성은  $11 \pm 3$  MU/g (평균치  $\pm$  표준오차)이었다. 지느러미의 경우 유독개체 출현율이 9.3% (4/43)이었고, 최고독성치는 108 MU/g이었으며, 평균독성은  $5 \pm 3$  MU/g이었다. 간과 내장의 경우 유독개체 출현율은 두 부위 모두 11.6% (5/43)이었고, 최고독성치는 각각 531 MU/g 및 253 MU/g으로 비슷한 수준이었다. 그리고 생식소에서는 정소의 경우 시험에 사용한 18개체 전부에서 5 MU/g 이상의 독이 검출되지 않았으나, 난소의 경우에는 유독개체 출현율이 58.3% (7/12), 최고독성치는 116 MU/g이었으며, 평균독성은  $35 \pm 13$  MU/g로 시험 부위 중 유독개체 출현율과 평균독성이 가장 높았다. 그리고 쓸개의 경우에는 유독개체 출현율이 12.0% (3/25), 최고독성치는 136 MU/g이었으며, 평균독성은  $10 \pm 7$  MU/g이었다.

검복은 비교적 대형종으로, 사할린 이남의 우리나라 동해와 남해, 동중국해, 일본의 태평양 연안 등지에 분포하며 (Kim et al., 2001), 동해안 지방에서는 '밀복'이라고도 하여 많이 식용하고 있는 품종이다. 본 연구결과, 우리나라 연안산 검복의 주요 가공부위인 근육에서는 식품공전 (KFDA, 2004)에서 정한 허용기준 (10 MU/g)을 초과하는 경우가 없었으나 껍질에서는 32.6% (43개체 중 14개체)가 기준을 초과하는 것으로 나타났다. 이는 우리나라 연안에서 어획된 검복 중 약 70%는 껍질의 독성이 10 MU/g 미만으로 기준에 적합하지만 나머지 약 30%는 기준을 초과하고 있다는 의미이다. 따라서 시중에서 유통되는 검복의 식용가능 여부는 각 개체마다 독성을 분석하여 기준초과 여부를 판단하는 것이 가장 좋겠지만 현실적으로 거의 불가능하므로 일반적으로 적용될 수 있는 지침이 필요한 것으로 사료된다.

우리나라 연안산 검복에 대한 독성은 극히 일부 개체에 대하여 보고되어 있는데 Jeong et al. (1994)은 부산에서 5개체를 구입하여 분석하였으나 어떠한 부위에서도 독이 검출되지 않았다고 보고하였고, Kim et al. (2002)은 울산 연안에서 어획된 1개체의 근육과 껍질에서는 독이 검출되지 않았으며 간에서 43 MU/g의 독이 검출되었다고 보고한 바 있으나 분석 개체수가 너무 적어 본 연구결과와의 비교는 곤란하였다.

한편, Tani (1945)는 일본의 福岡魚市場에서 구입한 검복 총 53개체의 부위별 독성에 대하여 보고하였다. 당시의 독성 시험 및 표기법은 본 연구에서 나타낸 것과는 차이가 있으므로 Tani (1945)의 결과를 본 연구에서 나타낸 단위 (MU/g)로 환산하면, 근육에서는 10 MU/g 이상의 독성을 나타내는 유독개체가 없었고, 최고독성치는 5 MU/g이었다. 그리고 껍질의 경우에는 유독개체 출현율은 58.5% (31/53)이었고, 최고독성치는 200 MU/g이었으며, 간장의 경우에는 유독개체 출현율이 30.2% (16/53)이었고, 최고독성치는 1,000 MU/g이었다. 난소의 경우에는 유독개체 출현율이 77.3% (17/22)이었고, 최고독

Table 1. Toxicity of *Takifugu porphyreus* specimens collected from coastal areas of Korea

Collected area	Collected month	Total length (cm)	Body weight (g)	Sex	Toxicity (MU/g)						
					Muscle	Skin	Fin	Liver	Intestine	Gonad	Gall-bladder
Jukbyeon	Jan. 2004	31.5	686	♂	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	NT <sup>2)</sup>
"	"	35.0	881	♀	< 5	6	< 5	< 5	< 5	6	NT
"	"	32.5	720	♂	< 5	19	6	5	< 5	< 5	NT
"	"	31.5	566	♀	< 5	9	< 5	< 5	< 5	12	NT
"	"	30.5	635	♂	< 5	7	5	< 5	< 5	< 5	NT
"	Feb. 2004	29.5	445	♀	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 11	< 14
"	Mar. 2004	29.0	408	♂	< 5	11	< 5	< 5	< 5	< 5	< 8
"	"	16.3	75	Unid. <sup>1)</sup>	< 5	118	108	531	253	NT	NT
"	Apr. 2004	28.0	515	♂	< 5	11	< 5	< 5	< 3	< 5	< 8
Pohang	Dec. 2004	32.0	775	♂	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 11
"	"	33.0	701	♀	< 5	5	< 5	< 5	< 5	78	< 14
"	"	32.0	727	♂	< 5	6	< 5	< 5	< 5	< 5	< 10
Jukbyeon	June 2005	27.0	333	Unid.	< 5	39	15	8	< 5	< 16	< 5
"	"	24.2	253	Unid.	< 5	9	< 5	18	< 5	21	< 5
"	"	27.2	395	Unid.	< 5	63	37	58	33	10	136
"	"	24.1	320	Unid.	< 5	< 5	< 5	45	39	NT	104
Gijang	Jan. 2004	29.5	447	♂	< 5	6	< 5	< 5	< 5	< 5	NT
"	"	28.0	358	Unid.	< 5	16	< 5	< 5	< 5	< 5	NT
"	"	27.0	401	Unid.	< 5	20	13	< 5	< 5	< 5	NT
"	"	28.5	414	Unid.	< 5	18	8	< 5	< 5	< 5	NT
"	Feb. 2004	28.0	454	♂	< 5	9	< 5	5	< 5	< 5	NT
"	"	26.5	394	Unid.	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	39	NT
"	"	29.5	414	Unid.	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 13	NT
"	"	27.5	361	♂	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 7	NT
"	"	27.0	401	Unid.	< 5	10	< 5	5	< 5	< 5	NT
"	Mar. 2004	29.0	462	♂	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 6
"	"	30.0	444	Unid.	< 5	14	3	< 5	< 5	< 5	< 14
"	"	31.7	547	♂	< 5	< 5	< 3	< 5	< 5	< 5	< 7
"	"	33.0	525	♀	< 5	6	< 3	< 5	< 5	12	< 5
"	Dec. 2004	33.0	639	♀	< 5	6	< 5	< 5	< 5	48	< 25
"	"	32.5	633	♀	< 5	6	< 5	< 5	< 5	32	< 18
"	"	34.0	729	♂	< 5	6	< 5	< 5	< 5	< 5	14
"	"	31.5	663	♂	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 31
"	"	34.0	821	♂	< 5	13	5	< 5	< 5	< 5	< 20
Jeju	Feb. 2004	33.5	724	♀	5	11	7	6	11	116	NT
"	"	32.5	812	♂	< 5	7	8	22	15	< 5	NT
"	"	31.0	560	♀	< 5	8	4	6	7	116	NT
"	May 2004	36.0	980	♀	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
"	"	30.0	746	♀	< 5	< 5	< 6	< 5	< 5	< 5	< 7
"	"	29.0	597	♂	< 5	< 5	< 7	< 5	< 5	< 5	< 7
"	Jan. 2005	28.0	383	Unid.	< 5	< 5	< 6	< 5	< 5	< 42	< 12
"	"	28.5	412	♀	< 5	9	< 7	< 5	< 5	< 14	< 7
"	"	30.5	430	♂	< 5	15	9	< 5	< 5	< 7	< 7

<sup>1)</sup>Unid., Unidentified.

<sup>2)</sup>NT, Not tested.

성치는 2,000 MU/g이었으며, 정소는 31개체가 분석되었으나 유독개체는 없었고, 최고독성은 5 MU/g이었으며, 내장의 경우에는 유독개체 출현율이 20.8% (11/53)이었고, 최고독성치는 11 MU/g이었다. 본 연구에서 조사된 우리나라 연안산 검복의 독성을 Tani (1945)의 결과와 비교하면 각 부위별 유독개체 출현율 및 최고독성치에서 일부 수치상의 차이는 확인되었으나, 유독부위 그리고 독성 출현경향 등은 유사하였다.

이상 우리나라 연안산 검복의 부위별 독성 시험 결과, 평균 독성은 난소가 가장 강하였고, 다음이 간장, 껍질, 쓸개 순이었으며, 유독개체 출현율도 난소에서 가장 높았고, 다음으로 껍질, 쓸개, 간 및 내장 순이었다. 그리고 근육과 정소를 제외한

다른 부위에서는 10 MU/g 이상의 독성이 검출되는 개체가 있었고, 특히 분석시료의 약 33%에서는 식품으로 제공되는 껍질에서도 기준을 초과하는 독성이 검출되어 식품위생학적 측면에서 검토가 있어야 할 것으로 사료된다.

#### 시료 채취지역에 따른 검복의 부위별 독성

분석된 검복의 부위별 유독개체 출현율, 최고 및 평균 독성치 그리고 출현한 유독개체의 독성수준 등을 죽변 및 포항, 부산 기장, 제주 등 시료 채취지역별로 구분하여 Table 2에 나타내었다.

근육과 정소의 경우, 전 지역의 시료에서 10 MU/g를 초과하

Table 2. Comparison of toxicity in each tissues of the puffer, *Takifugu porphyreus* by collected area

Tissue	Collected area	Frequency of toxic specimens(%)	No. of specimens <sup>1)</sup>			Highest toxicity (MU/g)	Mean toxicity±S.E. (MU/g)
			Strongly toxic	Weakly toxic	Non-toxic		
Muscle	Jukbyeon & Pohang	0.0 ( 0/16) <sup>2)</sup>	0	0	16	< 5	< 5
	Gijang	0.0 ( 0/18)	0	0	18	< 5	< 5
	Jeju	0.0 ( 0/ 9)	0	0	9	5	< 5
	Total	0.0 ( 0/43)	0	0	43	5	< 5
Skin	Jukbyeon & Pohang	37.5 ( 6/16)	1	5	10	118	19±8
	Gijang	33.3 ( 6/18)	0	6	12	20	7±2
	Jeju	22.2 ( 2/ 9)	0	2	7	15	6±2
	Total	32.6 (14/43)	1	13	29	118	11±3
Fin	Jukbyeon & Pohang	18.8 ( 3/16)	1	2	13	108	11±7
	Gijang	5.6 ( 1/18)	0	1	17	13	< 5
	Jeju	0.0 ( 0/ 9)	0	0	9	9	< 5
	Total	9.3 ( 4/43)	1	3	39	108	5±3
Liver	Jukbyeon & Pohang	25.0 ( 4/16)	1	3	12	531	42±33
	Gijang	0.0 ( 0/18)	0	0	18	5	< 5
	Jeju	11.1 ( 1/ 9)	0	1	8	22	< 5
	Total	11.6 ( 5/43)	1	4	38	531	17±12
Intestine	Jukbyeon & Pohang	18.8 ( 3/16)	1	2	13	253	20±16
	Gijang	0.0 ( 0/18)	0	0	18	< 5	< 5
	Jeju	22.2 ( 2/ 9)	0	2	7	15	< 5
	Total	11.6 ( 5/43)	1	4	38	253	8±6
Testis	Jukbyeon & Pohang	0.0 ( 0/ 7)	0	0	7	< 5	< 5
	Gijang	0.0 ( 0/ 8)	0	0	8	< 5	< 5
	Jeju	0.0 ( 0/ 3)	0	0	3	< 5	< 5
	Total	0.0 ( 0/18)	0	0	18	< 5	< 5
Ovary	Jukbyeon & Pohang	50.0 ( 2/ 4)	0	2	2	78	24±13
	Gijang	100.0 ( 3/ 3)	0	3	0	48	31±11
	Jeju	40.0 ( 2/ 5)	2	0	3	116	46±28
	Total	58.3 ( 7/12)	2	5	5	116	35±13
Gallbladder	Jukbyeon & Pohang	20.0 ( 2/10)	2	0	8	136	24±16
	Gijang	11.1 ( 1/ 9)	0	1	8	14	2±2
	Jeju	0.0 ( 0/ 6)	0	0	6	< 5	< 5
	Total	12.0 ( 3/25)	2	1	22	136	10±7

<sup>1)</sup>Strongly toxic, 100-999 MU/g; Weakly toxic, 10-99 MU/g; Non-toxic, <10 MU/g.

<sup>2)</sup>The numbers in parenthesis represent toxic specimens/total specimens. "Toxic" defined here is  $\geq 10$  MU/g.

는 유독개체는 전혀 없었고, 그 외의 부위에 있어서는 평균독성과 유독개체 출현율 등에서 지역별로 다소 차이를 나타내었다. 유독개체 출현율은 내장과 난소를 제외하면 껍질, 지느러미, 간, 쓸개 등의 부위에 있어서는 죽변과 포항 등 동해안 시료에서 높게 나타났다. 그리고 평균독성은 난소의 경우 제주 시료에서 다소 높은 경향을 나타내었으나 그 외의 껍질, 지느러미, 간, 내장, 쓸개 등의 경우에는 동해안산에서 일관되게 높게 나타나 지역에 따른 차이를 확인할 수 있었다. 또한 각 부위에서 검출된 유독개체 중 100 MU/g 이상의 강한 독성을 나타낸 개체는 근육과 정소의 경우에는 없었고, 껍질, 지느러미, 간, 내장 및 쓸개의 경우에는 동해안 시료에서, 난소의 경우에는 제주 시료에서 각각 검출되었다.

Kanoh et al. (1984a)은 東京市場에 반입되는 줄복 (*T. pardalis*)에 있어서는 어획 시기 및 장소에 따라 유독개체의 출현빈도와 독성에 상당한 변동이 있다고 보고하였고, Noguchi et al. (1991)은 국매리복 (*T. vermicularis*)의 독성이

황해, 제주 근해 및 일본 九州 인근 등 어획지역에 따라 상당한 차이가 있다고 보고한 바 있다. 본 연구에서 분석한 검복의 독성에 있어서는 각 개체별 차이는 물론 지역별 차이를 확인할 수 있었다.

#### 연안산 자주복 (*T. rubripes*)의 부위별 독성

경북 죽변, 부산 기장, 경남 통영 및 제주 등지에서 각각 채취한 자주복 (*T. rubripes*) 총 19개체의 부위별 독성시험 결과를 지역별로 구분하여 Table 3에 나타내었다.

분석된 자주복의 근육, 껍질 및 정소에서는 10 MU/g을 초과하는 유독개체가 전혀 없었으나 그 외 지느러미, 내장 및 난소 등의 경우 각 1개체, 쓸개의 경우 2개체, 간의 경우 3개체가 유독 개체인 것으로 나타났다. 각 지역별로 분석한 시험어의 개체수가 상당히 적지만 개략적으로 보면 죽변과 기장에서 채취한 시료에서는 어느 부위에서도 기준을 초과한 경우가 없었으나 통영의 1개체 (난소·쓸개) 및 제주의 2개체 (간·내장 및 간·쓸개·지느러미)가 기준을 초과하여 지역별 차이를

Table 3. Toxicity of *Takifugu rubripes* specimens collected from coastal areas of Korea

Collected area	Collected month	Total length (cm)	Body weight (g)	Sex	Toxicity (MU/g)						
					Muscle	Skin	Fin	Liver	Intestine	Gonad	Gall-bladder
Jukbyeon	Mar. 2004	38.0	871	♀	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 3
"	Apr. 2004	22.0	207	Unid. <sup>1)</sup>	< 5	< 5	< 5	< 5	< 4	NT <sup>2)</sup>	< 41
"	"	24.0	301	Unid.	< 5	< 5	< 4	< 5	< 5	< 10	< 10
"	Jun. 2005	33.2	588	Unid.	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 19	< 10
Gijang	"	31.0	672	♂	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 10	< 10
"	"	32.0	627	♂	< 5	< 5	< 7	< 5	< 5	< 5	< 12
"	"	34.0	677	♂	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 6	< 10
"	"	20.5	172	Unid.	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	NT	< 33
"	"	19.0	150	Unid.	< 5	< 5	< 7	< 4	< 6	NT	< 17
Tongyeong	Mar. 2004	32.0	556	♀	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
"	Aug. 2004	32.0	615	Unid.	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 31	< 15
"	Feb. 2005	25.0	429	Unid.	< 5	< 5	< 8	< 5	< 5	< 10	< 25
"	Jul. 2005	50.0	2,077	♀	< 5	< 5	< 5	15	< 5	228	24
"	"	35.9	863	♂	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 8	< 5
Jeju	Feb. 2004	38.0	1,059	♂	< 5	8	8	112	18	< 5	NT
"	"	39.5	1,138	♂	< 5	5	5	< 5	< 5	< 5	< 10
"	"	37.0	827	♂	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 11	< 28
"	"	36.0	955	♀	< 5	< 5	6	< 5	< 5	< 6	< 13
"	"	39.0	1,216	♂	< 5	< 5	11	26	< 5	< 5	28

<sup>1)</sup>Unid., Unidentified.

<sup>2)</sup>NT, Not tested.

Table 4. Comparison of toxicity in each tissues of the puffer fish, *Takifugu rubripes*

Tissue	Frequency of toxic specimens (%)	No. of specimens <sup>1)</sup>			Highest toxicity (MU/g)	Mean toxicity ± S.E. (MU/g)
		Strongly toxic	Weakly toxic	Non-toxic		
Muscle	0.0 (0/19) <sup>2)</sup>	0	0	19	< 5	< 5
Skin	0.0 (0/19)	0	0	19	8	< 5
Fin	5.3 (1/19)	0	1	18	11	< 5
Liver	15.8 (3/19)	1	2	16	112	8 ± 6
Intestine	5.3 (1/19)	0	1	18	18	< 5
Testis	0.0 (0/ 8)	0	0	8	< 5	< 5
Ovary	25.0 (1/ 4)	1	0	3	228	57 ± 57
Gallbladder	11.1 (2/18)	0	2	16	28	< 5

<sup>1)</sup>Strongly toxic, 100-999 MU/g; Weakly toxic, 10-99 MU/g; Non-toxic, <10 MU/g.

<sup>2)</sup>The numbers in parenthesis represent toxic specimens/total specimens. "Toxic defined here is  $\geq 10$  MU/g.

일부 보였다.

한편, 본 연구에서 분석된 자주복의 부위별 유독개체 출현율, 최고독성치 및 평균독성 등은 Table 4에 나타내었다.

자주복의 근육과 정소에서는 mouse 시험으로 독성이 검출되지 않았고, 껍질에서는 일부개체에서 독성이 검출되었으나 최고독성치는 10 MU/g 미만으로 유독개체가 없었다. 지느러미, 내장 및 쓸개에서는 유독개체가 확인되었으나 최고독성치는 11-28 MU/g 정도의 약한 독성으로 나타났다. 그러나 간과 난소에서는 유독개체 출현율이 각각 15.8% (3/19), 25.0% (1/4) 이었고, 최고독성치도 각각 112 MU/g 및 228 MU/g으로 상당히 고독성이었다.

저자 (Kim et al., 2000)들은 부산의 자갈치시장에 판매 중인 자주복 27개체의 독성에 대하여 보고한 바 있는데 본 연구결과와 비교하면 근육과 정소에서는 독이 검출되지 않은 점은 같았으며, 껍질에서 유독개체 출현율이 자갈치 시장의 시료에서는 14.8% (4/27)이었으나 본 연구에서는 유독개체가 없어

약간의 차이를 보였다. 그리고 간에 있어서 유독개체 출현율과 최고독성치 및 평균독성이 거의 같았으며, 난소에 있어서도 유사한 경향이였다. Jeong et al. (1994)은 부산시내의 자갈치 어시장에서 구입한 자주복 10개체의 간장, 생식소, 껍질 및 근육에서는 독성이 전혀 검출되지 않았다고 보고하여 본 조사결과와는 차이가 있었다. Tani (1945)는 일본의 福岡魚市場에서 구입한 자주복의 부위별 독성조사 결과, 근육, 껍질 및 정소에서는 10 MU/g 이상의 독성을 나타내는 유독개체가 전혀 없었으나, 간과 난소의 유독개체 출현율은 각각 36.1% (56/155) 및 63.6% (82/129)이었고, 최고독성치는 양 부위 모두 500 MU/g이었다고 보고하였다. Kanoh et al. (1984b)은 東京市場에서 반입된 자주복의 간에서 유독개체 출현율은 15.9%, 최고 독성치 510 MU/g이었고, 난소에서는 유독개체 출현율이 65.2%, 최고 독성치는 820 MU/g이라 보고하였다. 이상의 결과에서 보면 자주복은 조사시기 및 장소에 따라 유독개체 출현율과 최고독성치 등에서 일부 차이가 있었으나 간, 난소

Table 5. Toxicity of cultured *Takifugu rubripes* specimens collected at Tongyeong

Collected area	Collected month	Total length (cm)	Body weight (g)	Sex	Toxicity (MU/g)						
					Muscle	Skin	Fin	Liver	Intestine	Gonad	Gall-bladder
Tongyeong	Feb. 2004	30.5	675	♂	<2	<2	<2	<2	<2	<2	NT <sup>1)</sup>
"	"	29.5	608	♂	<2	<2	<2	<2	<2	<2	NT
"	"	29.5	623	♀	<2	<2	<2	<2	<2	<2	NT
"	"	31.5	629	♂	<2	<2	<2	<2	<2	<2	NT
"	"	31.5	700	♀	<2	<2	<2	<2	<2	<2	NT

<sup>1)</sup>NT, Not tested.

등 유독한 부위는 다른 연구에서도 대체로 유독한 것으로 나타났다.

한편, 연안에서 어획되는 자연산 자주복 뿐만 아니라 양식산 자주복의 독성을 알아보기 위하여 2004년 2월 경남 통영에서 양식 자주복 5개체를 구입하여 부위별 독성을 시험한 결과, 전 개체의 어떠한 부위에서도 2 MU/g 이상의 독성이 검출되지 않아 (Table 5) 독성의 측면에서는 자연산 복어보다 안전한 것으로 확인되었다.

이상 연안산 자주복에 대한 독성조사 결과, 양식산 자주복에서는 어떠한 부위에서도 독성이 검출되지 않았으나 연근해에서 어획된 자연산에서는 지느러미, 간, 난소, 내장 및 쓸개 등에서 10 MU/g 이상의 독성을 나타내는 경우도 일부 있었다.

## 사 사

이 연구는 국립수산물과학원 (독물학적 위생안전 위해관리 연구, RP-2006-FS-006)의 지원에 의해 수행되었으며, 연구비 지원에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

- Jeon, J.K. and J.M. Yoo. 1995a. Toxicity of pufferfish in Korea 1. Anatomical distribution of toxicity of pufferfish *Takifugu obscurus* (Hwang-bok). J. Kor. Fish. Soc., 28, 137-140.
- Jeon, J.K. and J.M. Yoo. 1995b. Toxicity of pufferfish in Korea 2. Toxicity of pufferfish *Takifugu vermicularis radiatus* (Gukmeri-bok). J. Kor. Fish. Soc., 28, 141-144.
- Jeong, D.Y., D.S. Kim, M.J. Lee, S.R. Kim, D.S. Byun, H.D. Kim and Y.H. Park. 1994. Toxicity of several puffers collected at a fish market of Pusan, Korea. Bull. Kor. Fish. Soc., 27, 682-689.
- Kanoh, S., T. Noguchi, J. Maruyama and K. Hashimoto. 1984a. Toxicity of the pufferfish *Fugu pardalis* ("Higanfugu") landed at Tokyo metropolitan central wholesale market. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 50, 985-990.
- Kanoh, S., T. Noguchi, M. Otsuka and K. Hashimoto. 1984b. Comparison of toxicity of two pufferfish, *Fugu rubripes chinensis* ("Karasu") and *Fugu rubripes rubripes* ("Torafugu"). J. Food Hyg. Soc. Japan, 25, 436-439.
- Kawabata, T. 1978. Pufferfish toxin. In: The Manual for the Methods of Food Sanitation Tests. II. Japan Food Hygienic Association, Tokyo, 231-140.
- KFDA (Korean Food and Drug Administration). 2004. Provisional standard on fisheries product. In: Food Standard ("Sikpumgongjeon"). Munyeongsa, Seoul, 504.
- Kim, H.D., D.Y. Jeong and D.S. Kim, 1991. Difference of toxicities among tissues in the pufferfish *Fugu xanthopterus* ("Ggachibog"). Bull. Kor. Fish. Soc., 24, 363-368.
- Kim, J.H., T.S. Lee, H.J. Lee, K.S. Kim, J.H. Park, H.S. Byun and K.T. Son. 2000. Toxicity of the tiger puffer, *Fugu rubripes rubripes*, sold at Jagalchi fish market in Pusan. J. Food Hyg. Safety, 15, 46-50.
- Kim, J.H., Q.L. Gong, J.S. Mok, J.G. Min, T.S. Lee and J.H. Park. 2003. Characteristics of puffer fish poisoning outbreaks in Korea (1991-2002). J. Food Hyg. Safety, 18, 133-138.
- Kim, J.H., J.H. Park, T.S. Lee, H.J. Lee and H.D. Yoon. 2002. Toxicity of puffer fish collected from the fish markets in Korea and toxin reduction in the fish muscle. Bull. Natl. Fish. Res. Dev. Inst. Korea, 61, 111-116.
- Kim, K.C., J.W. Park, M.J. Lee, S.R. Kim, D.S. Kim, H.D. Kim and Y.H. Park. 1995. Toxicity of the pufferfish *Fugu stictonotus* ("Ggachilbog") collected at a fish market of Pusan. Bull. Kor. Fish. Soc., 28, 31-34.
- Kim, Y.U., J.G. Myoung, Y.S. Kim, K.H. Han, C.B. Kang and J.G. Kim. 2001. The Marine Fishes of Korea. Hanguel, Busan, 294-301.
- Noguchi, T., D.S. Kim, S. Kanoh, M. Asakawa, T. Saito, O. Tabeta and K. Hashimoto. 1991. Regional differences in toxicity of pufferfish *Fugu vermicularis radiatus* (Nashifugu). J. Food Hyg. Soc. Japan, 32, 149-154.
- Ryu, C.H., D.G. Kim, J.H. Kim, J.H. Jang and J.S. Lee.

2003. Toxicity of the glass puffer, *Takifugu niphobles* (Bogseom). J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr., 32, 986-990.
- Shiomi, K. 1996. Food poisoning incidents by marine toxins in Japan. Aquabiology, 18, 284-288.
- Tani, I. 1945. Toxicological Studies of Puffers in Japan. Teikokutosho, Tokyo, 1-103.
- Yamanaka, H. 1986. Recent food poisoning incidents caused by marine toxins. J. Food Hyg. Soc. Japan, 27, 343-353.
- 
- 2006년 10월 18일 접수  
2006년 12월 20일 수리