

한국 연안산 까치복 (*Takifugu xanthopterus*)과 까칠복 (*Takifugu stictonotus*)의 독성

김지회* · 목종수 · 손광태 · 김주경 · 조미라 · 김풍호 · 이태식
국립수산과학원

Toxicity of the Puffer fish, *Takifugu xanthopterus* (Kkachibok) and *Takifugu stictonotus* (Kkachilbok) from Coastal Area of Korea

Ji Hoe KIM*, Jong Soo MOK, Kwang Tae SON, Ju Gyeong KIM,
Mi Ra JO, Poong Ho KIM and Tae Seek LEE
National Fisheries Research & Development Institute, Gijang, Busan 619-902, Korea

The toxicity of two species of puffer fish, *Takifugu xanthopterus* and *T. stictonotus*, collected from coastal regions of Korea, was determined using a mouse bioassay. The highest toxin scores in the muscle, skin, fins, and testis in both species were below 50 mouse units (MU) per gram, and for each organ of both species the proportion of toxic specimens containing ≥ 10 MU/g was less than about 10%. In *T. xanthopterus*, the highest toxin levels in the liver, gallbladder, and ovary exceeded 1,000 MU/g (1,275-1,910), while less than 200 MU/g (12-136) was detected in the same organs of *T. stictonotus*. Therefore, the toxicities of muscle, skin, and testis in both species of puffer fish were within acceptable levels for human consumption.

Key words: Puffer fish, Puffer fish toxin, *Takifugu xanthopterus*, *Takifugu stictonotus*

서 론

복어독(Tetrodotoxin)의 독성은 마비성패류독의 대표적 성분인 saxitoxin과 유사하고, 청산나트륨의 1,000배에 달할 정도로 강력하여 복어를 즐겨 섭취하는 우리나라에서는 복어독 중독으로 인한 사망사고가 끊이지 않고 있다(Kim et al., 2003). 이에 따라 위생당국에서는 복어독으로 인한 식중독 예방을 위하여 복어의 가식부(근육과 껍질)의 독성 기준을 각각 10 MU/g으로 설정하고 있고(KFDA, 2004), 식용 가능한 복어 21종도 고시하였다(식품의약품안전청고시 제2006-55호, 2006. 12. 1). 그러나 복어의 독성은 어종뿐만 아니라 개체, 부위, 계절, 어획지 등 여러 가지 요인에 따라 변화가 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 복어중독 예방을 위해서는 이러한 차이를 극복하고 일반적으로 적용할 수 있는 특별한 관리 지침이 필요한 것으로 사료되는데 이러한 지침 마련을 위해서는 다양한 복어류에 대한 독성조사 자료는 필수적이다. 지금까지 우리나라에서도 복어류의 독성에 대해서는 연안산 또는 시중에서 유통되고 있는 일부 어종에 대하여 보고된 바 있다(Jeon and Yoo, 1995a; 1995b; Jeong et al., 1994; Kim et al., 1991; 1994; 1995; 2000; 2002; 2006; Noguchi et al., 1991; Ryu et al., 2003).

까치복(*Takifugu xanthopterus*, Fig. 1)은 우리나라 전 연안, 일본 중부 이남, 황해, 동중국해 등에 서식하며, 성숙한 개체의

전장은 60 cm에 달한다. 몸 빛깔은 등쪽은 진한 회색 또는 흑갈색 선모양의 반문(斑紋)이 있고, 배쪽은 흰색이다. 가슴지느러미 뒤쪽에는 3-4줄의 흑색 띠가 줄지어 있고, 그 뒤에 3줄의 흑색 세로띠가 있으며, 각 지느러미는 선명한 황색을 띤다(Chyung, 1977; NFRDI, 2004). 우리나라에서 까치복의 독성에 대해서는 다른 어종에 비하면 분석된 개체수가 상당히 많지만(Kim et al., 1991; Jeong et al., 1994; Kim et al., 1994) 분석에 사용된 시험어는 전부 부산의 자갈치 시장에서 유통되고 있는 것에 한정되고 있다.

한편, 까칠복(*Takifugu stictonotus*, Fig. 2)은 우리나라 전 연안, 일본 중부 이남, 황해, 동중국해 등에 서식하는데, 몸이 곤봉모양으로 가늘고 길며, 성숙한 개체의 전장은 40 cm에 달한다. 몸 빛깔은 등쪽이 어두운 청색이고, 배쪽은 흰색이고, 목에서 가슴지느러미 기저를 지나 꼬리자루 뒤끝까지 황색의 세로띠가 있다. 이 세로띠보다 위의 등쪽에는 진한 회색의

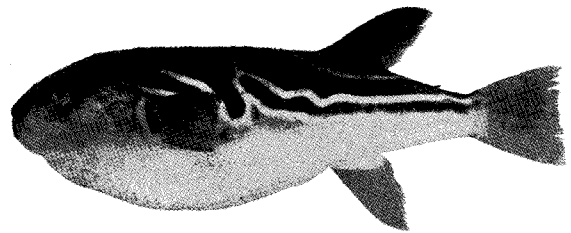


Fig. 1. Puffer fish, *Takifugu xanthopterus* (Korean name: Kkachibok)

*Corresponding author: kimjh@nfrdi.re.kr

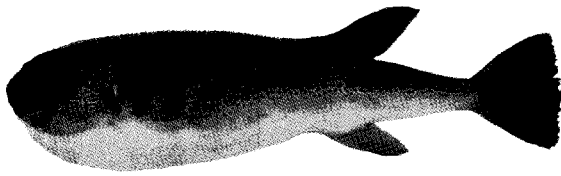


Fig. 2. Puffer fish, *Takifugu stictonotus* (Korean name: Kkachilbok)

작은 반점이 조밀하게 분포한다. 가슴지느러미의 아랫부분은 황색이고, 뒷지느러미도 황색으로 앞 끝 가까이에 긴 흑점이 하나 있다 (Chyung, 1977; NFRDI, 2004). 경북 죽변 등 동해안에서는 까칠복을 '청복'이라 하며, 연안에서 비교적 많이 어획되어 식용하고 있으나 지금까지 그 독성에 대해서는 자갈치 시장에서 판매되고 있는 10개체에 대한 조사가 전부이다 (Kim et al., 1995).

본 연구는 우리나라 연안산 복어의 어종별 독성을 파악하여 식중독 예방을 위한 자료로 제공하고자 동해안과 남해안에 양륙되는 연안산 까치복과 까칠복의 부위별 독성을 측정하였다.

재료 및 방법

재 료

분석에 사용된 까치복 (*Takifugu xanthopterus*)과 까칠복 (*T. stictonotus*)은 경북 죽변, 포항, 부산 기장, 경남 통영 및 제주 등지에서 양륙되는 활어 또는 선어를 2004년과 2005년에 걸쳐 구입하였는데 분석에 사용된 시험어의 개체수는 양 어종 모두 각 39개체이었다. 구입한 시험어는 폴리에틸렌 주머니에 넣어 밀봉하고 스티로폼 용기에 담아 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, 시료 일정량에 0.1% 초산용액을 가하여 비등수에서 10분간 증탕하여 독을 추출하고 냉각한 후 여과 (Toyo No. 5A)하고, 잔사는 다시 0.1% 초산용액으로 세정하여 여과하고, 여액을 합하여 일정량으로 정용하여 조독소 용액으로 하였다.

각 시료의 독성은 추출한 각 조독소 용액을 체중 19-21g의 ICR계 mouse (수컷) 3-5마리에 각각 1 mL씩 복강주사하고, 각 mouse의 체중과 치사시간을 河端·小林의 표 (Kawabata, 1978)에서 mouse unit (MU)로 환산하여 곱하고, 중앙값을 취하여 독성 (MU/g)을 나타내었다. 한편, 조독소를 주사한 3-5마리의 mouse 중 중앙 치사시간이 5분 이내인 경우에는 5-10분 사이에 들도록 증류수로 조독소 용액을 적절히 희석하여 독성

을 측정하고 시료 g당 MU로 나타내었다. 이 때 1 MU는 체중 20g의 mouse를 30분에 치사시키는 독량을 의미한다.

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 까치복의 개체별 부위별 독성

2004년 3월부터 2005년 7월까지 경북 죽변·포항, 부산 기장, 경남 통영 및 제주에서 채취한 까치복 총 39개체의 부위별 독성은 Table 1에, 그리고 시험에 제공된 전체 시험어의 부위별 유독개체 출현율, 최고독성치 및 평균독성치는 Table 2에 각각 나타내었다.

시험에 제공된 연안산 까치복은 전장 17.5-37.0 cm, 체중 105.3-1,059.3 g이었고, 총 39개체 중 암컷은 5개체, 수컷이 9개체이었고, 나머지 25개체는 생식소가 완전히 발달하지 않아 성별 구분이 곤란하였다 (Table 1).

까치복의 부위별 독성은 근육, 껍질, 지느러미 및 정소의 경우 최고 독성치가 <5.31 MU/g이었고, 평균독성치는 모두 10 MU/g 미만이었으며, 이들 부위에서의 유독개체 출현율 (시험개체 중 10 MU/g 이상의 독성을 나타내는 개체의 출현빈도)은 0.0-11.1%를 나타내어 이러한 부위는 식품으로 섭취하여도 대체로 안전한 것으로 확인되었다. 한편, 간, 난소 및 쓸개 등의 부위에서는 최고 독성치가 1,275-1,910 MU/g, 평균 독성치도 104-536 MU/g을 나타내어 이러한 부위의 독성은 유사한 것으로 나타났다. 그러나 유독개체 출현율은 간과 쓸개의 경우 각각 28.2% (11/39) 및 29.7% (11/37)로 비슷하였지만 난소는 80.0% (4/5)로 상당히 높았다 (Table 2). 따라서 본 연구결과 연안산 까치복의 부위별 독성은 개체에 따른 차이는 있었으나 대체로 간·쓸개·난소 > 내장 > 정소 > 껍질·지느러미 > 근육의 순이었다.

Tani (1945)는 일본 후쿠오카 (福岡) 인근에서 채취한 까치복 10개체의 부위별 독성을 보고하였는데 당시의 결과를 본 연구에서 나타낸 단위 (MU/g)로 환산하면, 근육, 껍질 및 정소 등에서는 10 MU/g 이상의 독성을 나타내는 유독개체가 없었다. 그러나 내장은 10개체 중 4개체가 유독하였고 최고 독성치는 20 MU/g이었으며, 간장과 난소에서는 최고 독성치가 200-500 MU/g을 나타내어 본 연구결과와 유사한 경향이였다. 한편, 본 연구에서 나타난 결과를 부산 자갈치 어시장에서 판매되고 있는 까치복에 대한 부위별 독성조사 결과 (Jeong et al., 1994; Kim et al., 1991; 1994)와 비교하면, 근육, 껍질 및 정소에 있어서는 자갈치 시장의 까치복이 본 연구에서 조사된 것보다 최고독성치 및 유독개체 출현율 모두 약간 높은 경향을 나타내었다 (Table 3). 그러나 간, 난소, 내장 및 쓸개에 있어서는 자갈치 시장의 까치복이 본 연구에서 조사된 것보다 유독개체

Table 1. Toxicity of *Takifugu xanthopterus* (Kkachibok) specimens collected from coastal area 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	36.0	971.3	♀	<5	13	<5	1,539	469	1,275	1,616
"	June 2004	26.0	375.0	Unid. ¹⁾	<5	<5	<4	<5	<5	73	<6
"	"	21.0	192.2	Unid.	<5	<5	<3	<5	<4	- ²⁾	<10
"	"	20.5	173.7	Unid.	<5	<5	<3	<5	<4	-	<10
"	"	20.5	140.1	Unid.	<5	<5	<3	<3	<4	-	<17
"	June 2005	27.0	414.1	Unid.	<5	<5	5	<5	<5	<12	<5
"	"	22.0	247.2	Unid.	<5	<5	<6	<5	<5	-	14
"	"	20.0	187.1	Unid.	<5	<5	<6	<5	<3	-	<20
"	"	19.0	163.2	Unid.	<5	<5	<10	<5	<4	-	<50
"	"	21.0	182.9	Unid.	<5	<5	<8	<5	<3	-	<33
"	"	21.4	164.9	Unid.	<5	<5	<8	<5	<4	-	<33
"	"	22.6	207.3	Unid.	<5	<5	<7	<5	<6	-	<20
"	July 2005	25.0	211.6	Unid.	<5	<5	<6	<5	<8	-	<14
"	"	22.0	190.3	Unid.	<5	<5	<7	<5	<5	-	<20
"	"	21.5	180.8	Unid.	<5	<5	<7	<5	<5	-	<11
Pohang	May 2005	21.0	208.1	Unid.	<5	<5	<5	<5	<4	<5	<12
"	"	21.5	277.9	Unid.	<5	<5	<4	<5	<5	<50	<14
"	"	20.5	214.9	Unid.	<5	<5	<7	<5	<5	<33	<16
Gijang	Jan. 2005	37.0	1059.3	♀	<5	9	7	252	55	343	771
"	"	32.0	522.6	♀	<5	<5	<6	<5	<5	<8	<33
"	"	31.0	693.3	♂	<5	<5	9	32	<5	<5	63
"	"	34.0	640.0	♂	<5	15	13	13	6	<6	-
"	"	33.0	706.1	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<16
"	"	31.8	630.0	♂	<5	<5	<6	<5	<5	<8	-
"	"	32.2	619.6	♂	<5	<5	<5	10	8	31	23
"	"	31.0	673.5	♂	<5	<5	<6	<5	<5	<5	<25
"	"	30.0	521.3	Unid.	<5	6	9	90	17	<16	154
"	June 2005	20.0	179.6	Unid.	<5	<5	<5	<5	<4	-	<25
"	"	19.5	159.0	Unid.	<5	<5	<6	<5	<4	-	<25
"	"	19.0	128.8	Unid.	<5	<5	<11	141	45	-	116
"	"	18.5	131.4	Unid.	<5	<5	<5	<5	<6	-	<33
"	"	17.5	105.3	Unid.	<5	<5	<12	<5	<5	-	<33
Tongyeong	Feb. 2005	29.0	481.9	♂	<5	<5	<5	103	23	<5	61
"	"	28.5	466.8	♂	<5	<5	<6	<5	<5	<5	<25
Juju	Jan. 2005	31.0	540.1	♀	<5	7	<6	1,910	277	453	852
"	"	28.5	414.0	♀	<5	18	<5	473	100	611	34
"	"	26.0	408.7	♂	<5	<5	<5	199	40	<5	139
"	"	27.5	452.5	Unid.	<5	<5	<5	<5	<5	25	<7
"	"	28.0	414.5	Unid.	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<10

¹⁾Unid., Unidentified; ²⁾-, Not tested.

Table 2. Comparison of toxicity in each tissues of the puffer fish, *Takifugu xanthopterus* (Kkachibok)

Tissue	Frequency of toxic specimens (%)	No. of specimens ¹⁾				Highest toxicity (MU/g)	Average toxicity ± S.E. (MU/g)
		Extremely toxic	Strongly toxic	Weakly toxic	Non-toxic		
Muscle	0.0 (0/39) ²⁾	0	0	0	39	<5	0±0
Skin	7.7 (3/39)	0	0	3	36	18	2±1
Fin	2.6 (1/39)	0	0	1	38	13	1±1
Liver	28.2 (11/39)	2	5	4	28	1,910	122±63
Intestine	20.5 (8/39)	0	2	6	31	469	27±14
Testis	11.1 (1/ 9)	0	0	1	8	31	4±4
Ovary	80.0 (4/ 5)	1	3	0	1	1,275	536±210
Gonad (Unidentified)	25.0 (2/ 8)	0	0	2	6	73	12±9
Gallbladder	29.7 (11/37)	1	5	5	26	1,616	104±52

¹⁾Extremely toxic, ≥1,000 MU/g; Strongly toxic, 100-999 MU/g; Weakly toxic, 10-99 MU/g; Non-toxic, <10 MU/g.

²⁾The numbers in parenthesis represent toxic specimens/total specimens. 'Toxic' defined here is ≥10 MU/g.

Table 3. Comparison of toxicity between the puffer fish, *Takifugu xanthopterus* (Kkachibok) specimens collected from coastal area and fish market in Korea

Place of landing or collection	Highest toxicity (MU/g)							Reference
	Muscle	Skin	Liver	Ovary	Testis	Intestine	Gallbladder	
Coast of Korea (Mar. 2004-Jul. 2005)	<5 (0/39) ¹⁾	18 (3/39)	1,910 (11/39)	1,275 (4/ 5)	31 (1/ 9)	469 (8/39)	1,616 (11/37)	Present study
Busan fish market (Oct. 1988-Aug. 1989)	20 (1/26)	40 (9/27)	550 (15/27)	528 (10/12)	265 (4/12)	382 (15/27)	368 (10/22)	Jeong et al. (1994)
Busan fish market (April 1990-Nov. 1990)	17 (3/24)	112 (13/24)	417 (21/24)	403 (12/15)	39 (5/ 7)	387 (18/24)	178 (17/24)	Kim et al. (1991)
Busan fish market (Jul. 1991-Aug. 1991)	27 (4/24)	79 (18/24)	917 (24/24)	459 (13/15)	72 (7/ 9)	312 (22/24)	101 (17/24)	Kim et al. (1994)

¹⁾Numbers in parenthesis represent toxic specimens/total specimens. 'Toxic' defined here is ≥ 10 MU/g.

Table 4. Toxicity of *Takifugu stictonotus* (Kkachilbok) specimens collected from coastal area of Korea

Collected area	Collected month	Total length (cm)	Total weight (g)	Sex	Toxicity (MU/g)						
					Muscle	Skin	Fin	Liver	Intestine	Gonad	Gallbladder
Jukbyeon	Feb. 2004	30.5	392.0	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<16
"	"	36.0	649.4	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<8
"	"	23.0	168.5	Unid. ¹⁾	<5	6	<5	<4	<3	<40	<125
"	March 2004	27.6	269.3	Unid.	<5	7	8	12	7	<15	14
"	"	24.7	186.7	Unid.	<5	<5	11	<6	<3	80	<13
"	"	22.2	149.4	Unid.	<5	14	15	<6	<3	<15	<11
"	"	24.2	183.9	Unid.	<5	6	8	<5	<3	19	<20
"	"	25.7	203.7	Unid.	<5	12	30	8	<5	333	-
"	April 2004	27.0	236.1	Unid.	<5	19	5	6	3	<27	<35
Pohang	Nov. 2004	38.0	895.8	♀	<5	<5	<5	<5	<5	37	<13
"	"	38.0	892.9	♀	<5	<5	<5	<5	<5	11	<18
"	"	39.0	903.2	♀	<5	<5	<5	<5	<5	7	<8
"	Dec. 2004	34.0	611.2	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<4	<10
"	"	35.0	597.4	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<6	<10
"	"	37.0	625.1	♀	<5	<5	<5	<5	<5	16	11
"	May 2005	30.0	518.3	♂	<5	<5	<4	<5	<5	<5	<11
Gijang	Feb. 2004	34.3	593.8	♀	<5	<5	<5	<5	<5	9	²⁾
"	"	35.3	622.6	♀	<5	<5	<5	<5	<5	11	-
"	"	34.0	578.8	♀	<5	<5	<5	<5	<5	20	-
"	"	34.5	593.3	♀	<5	<5	<5	<5	<5	11	-
"	"	34.0	630.3	♀	<5	<5	<5	<5	<5	19	-
Tongyeong	March 2004	34.5	590.8	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<10
"	"	33.7	594.1	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<6	<10
"	"	33.0	576.1	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<17
"	"	36.7	666.6	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<10
"	"	34.5	717.7	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
"	Dec. 2004	32.5	510.6	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<13	<25
"	"	32.5	498.6	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<10	<19
"	"	32.5	504.5	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<8	<35
"	"	37.0	641.9	♀	<5	<5	<3	<5	<5	81	<41
"	"	36.0	614.4	♀	<5	<5	<5	<5	<5	76	<22
"	"	33.0	518.5	♀	<5	<5	<5	<5	<5	129	<35
"	"	34.5	614.0	♀	<5	<5	<5	<5	<5	20	<41
Jeju	March 2004	33.3	492.9	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
"	"	32.4	475.8	♀	<5	<5	<5	<5	<5	13	<25
"	"	34.0	591.0	♀	<5	<5	<5	11	24	136	55
"	"	33.6	577.8	♀	<5	<5	<5	<5	<5	11	<4
"	Jan. 2005	32.5	416.7	♀	<5	<5	<5	<5	<5	85	<5
"	"	32.5	461.8	♀	<5	<5	<5	<5	<5	77	<5

¹⁾Unid., Unidentified; ²⁾-, Not tested.

출현율은 높았으나 최고독성치는 오히려 약간 낮은 경향이였다. 그리고 본 연구에서는 우리나라 연안산 까칠복의 근육에서 10 MU/g을 초과하는 개체가 없었으나 자갈치 시장에서 판매되는 것에서는 조사된 총 74개체 중 8개체 (유독개체 출현율 10.8%)가 유독하였던 것으로 확인되었고 (Table 3), 또 다른 부위에 있어서도 유독개체 출현율은 연안산 보다 자갈치 시장의 것이 상당히 높았다. 이렇게 같은 어종이지만 연안에서 직접 구입한 복어와 어시장에서 판매되는 것에 있어 부위별 독성의 차이가 있는 것은 조사 시기나 어획지 등의 차이에 기인하는 것인지, 아니면 시장에서 판매되고 있었던 것을 감안하였을 때 Shiomi et al. (1984)이 보고한 바와 같이 동결저장과 해동에 따라 유독부위에서 독이 없는 부위로 독성의 이행 때문인지에 대해서도 보다 검토가 필요한 것으로 사료된다.

이상에서 연안산 까칠복의 부위별 독성에 대하여 조사한 결과, 근육, 껍질 및 정소에서 독성이 거의 없거나 약한 독성을 나타내어 식용하여도 위험이 없을 것으로 사료되지만, 이 외 간, 내장, 난소, 쓸개 등의 부위는 독성이 강하여 식용이 불가능한 것으로 판단되었다.

연안산 까칠복의 개체별 부위별 독성

2004년 2월부터 2005년 5월까지 경북 죽변·포항, 부산 기장, 경남 통영 및 제주에서 채취한 까칠복 총 39개체의 부위별 독성은 Table 4에, 그리고 시험에 제공된 전체 시험어의 부위

별 유독개체 출현율, 최고독성치 및 평균독성치는 Table 5에 각각 나타내었다.

시험에 제공된 까칠복은 전장 22.2-39.0 cm, 체중 149.4-903.2 g이었고, 총 39개체 중 18개체가 암컷, 14개체는 수컷이었으며 7개체는 생식소가 발달하지 않아 성별 구분이 곤란하였다 (Table 4). 까칠복의 부위별 독성은 근육과 정소에서 마우스 시험으로 독성이 검출되는 개체는 없었고, 껍질, 지느러미, 간, 내장 및 쓸개의 경우에도 유독개체 출현율이 10% 미만이었으며, 검출된 최고독성치도 100 MU/g을 초과하지 않아 독성이 비교적 약하였다. 그러나 대부분의 난소에서는 10 MU/g 이상의 독성을 나타내었고, 최고독성치도 100 MU/g을 초과하여 독성이 비교적 강하였다 (Table 5). 따라서 까칠복은 부위별 평균독성치가 난소와 미성숙 생식소를 제외하면 모두 10 MU/g 미만으로 비교적 독성이 약한 종으로 판단되었다.

지금까지 까칠복의 독성에 대해서는 부산 자갈치 어시장에서 유통 중인 10개체 (Kim et al., 1995)와, 일본 후쿠오카 (福岡) 근해에서 어획된 23개체 (Tani, 1945)에 대한 독성조사 결과가 보고되어 있는데 이들 보고에서 각 부위별 최고 독성치와 유독개체 출현율은 본 연구결과와 유사한 경향이였다 (Table 6). 그러나 Kanoh et al. (1985)은 일본 동북부의 태평양에 접한 산리쿠 (三陸) 연안에서 어획된 까칠복의 각 부위별 독성치가 본 연구 및 다른 연구 (Kim et al., 1995; Tani, 1945)에서 나타난

Table 5. Comparison of toxicity in each tissues of the puffer fish, *Takifugu stictonotus* (Kkachilbok)

Tissue	Frequency of toxic specimens (%)	No. of specimens ¹⁾				Highest toxicity (MU/g)	Average toxicity \pm S.E. (MU/g)
		Extremely toxic	Strongly toxic	Weakly toxic	Non-toxic		
Muscle	0.0 (0/39) ²⁾	0	0	0	39	<5	0 \pm 0
Skin	7.7 (3/39)	0	0	7	36	19	2 \pm 1
Fin	7.7 (3/39)	0	0	3	36	30	2 \pm 1
Liver	5.1 (2/39)	0	0	2	37	12	1 \pm 1
Intestine	2.6 (1/39)	0	0	1	38	24	1 \pm 1
Testis	0.0 (0/14)	0	0	0	14	<13	0 \pm 0
Ovary	88.9 (16/18)	0	2	14	2	136	43 \pm 10
Gonad (Unidentified)	42.9 (3/ 7)	0	1	2	4	333	62 \pm 47
Gallbladder	9.1 (3/33)	0	0	3	30	55	2 \pm 2

¹⁾Extremely toxic, \geq 1,000 MU/g; Strongly toxic, 100-999 MU/g; Weakly toxic, 10-99 MU/g; Non-toxic, <10 MU/g.

²⁾The numbers in parenthesis represent toxic specimens/total specimens. 'Toxic' defined here is \geq 10 MU/g.

Table 6. Comparison of toxicity between the puffer fish, *Takifugu stictonotus* (Kkachilbok) specimens collected from coast of Korea and those from Japan

Place of landing or collection	Highest toxicity (MU/g)							Reference
	Muscle	Skin	Liver	Ovary	Testis	Intestine	Gallbladder	
Coast of Korea	<5 (0/39) ¹⁾	19 (3/39)	12 (2/39)	136 (16/18)	<13 (0/14)	24 (1/39)	55 (3/33)	Present study
Busan fish market Korea	0 (0/10)	29 (2/10)	107 (2/10)	109 (3/5)	6 (0/5)	82 (3/10)	93 (3/10)	Kim et al. (1995)
Fukuoka, Japan	2 (0/23)	10 (2/23)	2 (0/23)	100 (3/11)	2 (0/12)	5 (0/23)	-	Tani (1945)
Sanriku, Japan	57 (1/15)	660 (13/15)	3,300 (5/15)	2,700 (6/7)	15 (1/8)	1,000 (4/15)	700 (6/14)	Kanoh et al. (1985)

¹⁾Numbers in parenthesis represent toxic specimens/total specimens. 'Toxic' defined here is \geq 10 MU/g.

결과보다 최고독성치는 10배 이상 높고, 유독개체 출현율도 훨씬 높다고 하여 어획지역에 따른 독성의 차이를 확인할 수 있다.

이상의 결과, 우리나라 연안에 서식하는 까칠복은 가식부위인 근육, 껍질 및 정소 등에서는 독성이 거의 없거나 약하였으며, 난소에서는 비교적 강한 독성을 나타내었는데, 일본의 산리쿠 연안에서 어획된 것은 껍질에서도 비교적 강한 독성이 검출된다고 보고되어 어획장소에 따라 독성에 차이가 심하였다. 따라서 보건당국에서 식용 가능한 어종으로 고시(식품의약품안전청고시 제2006-55호, 2006. 12. 1.)한 까칠복에 있어서 우리나라 연안에서 어획된 것은 비교적 독성이 약하였지만, 일본에서 수입 시에는 독성 모니터링이 필요한 것으로 판단되었다.

사 사

이 연구는 국립수산물학원(독물학적 위생안전 위해관리 연구, RP-2007-FS-003)의 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

Chyung, M.-K. 1977. The Fishes of Korea. Iljisa, Seoul, 599-610.

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, S. Kamimura and K. Hashimoto. 1985. Toxicity of the pufferfish *Fugu stictionotus* ("Gomafugu") collected from the Sanriku coasts. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 51, 121-125.

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, H.-D., Y.-H. Park and D.-S. Kim. 1994. Tetrodotoxin in a pufferfish, *Fugu xanthopterus* (Korean Name, Ggachibog). J. Kor. Soc. Food Nutr., 23, 502-508.

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., 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, 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., K.T. Son, J.S. Mok, E.G. Oh, J.K. Kim and T.S. Lee. 2006. Toxicity of the puffer fish *Takifugu porphyreus* and *Takifugu rubripes* from coastal area of Korea. J. Kor. Fish. Soc., 39, 447-453.

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 stictionotus* ("Ggachilbog") collected at a fish market of Pusan. Bull. Kor. Fish. Soc., 28, 31-34.

NFRDI (National Fisheries Research & Development Institute). 2004. Commercial Fishes of the Coastal & Offshore Waters in Korea. NFRDI, Busan, 273-283.

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. Jap., 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., E. Tanaka, S. Kumagai, H. Yamanaka, T. Kikuchi and T. Kawabata. 1984. Toxification of muscle after thawing of frozen puffer fish. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 50, 341-347.

Tani, I. 1945. Toxicological Studies of Puffers in Japan. Teikokutosho, Tokyo, 1-103.

2007년 8월 2일 접수
2007년 10월 15일 수리