

연안 어시장에서 유통되는 별복 (*Arothron firmamentum*)과 밀복류 (*Lagocephalus* spp.)의 독성

김지회* · 손광태¹ · 목종수² · 김주경² · 조미라² · 심길보 · 이태식
 국립수산물품질관리원 양식환경연구센터, ¹국립수산물품질관리원 남해수산물연구소,
²국립수산물품질관리원 식품안전연구과

Toxicity of Puffer Fish, *Arothron firmamentum* (Byeolbok) and *Lagocephalus* spp. in Korea

Ji Hoe KIM*, Kwang Tae SON¹, Jong Soo MOK², Ju Gyeong KIM²,
 Mi Ra JO², Kil Bo SHIM and Tae Seek LEE
 Aquaculture and Environment Research Center, National Fisheries Research &
 Development Institute, Tongyeong, Gyeongnam 650-943, Korea
¹South Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research &
 Development Institute, Yeosu, 556-823, Korea
²Food Safety Research Division, National Fisheries Research &
 Development Institute, Gijang, Busan 619-705, Korea

The toxicity of five species of puffer fish, *Arothron firmamentum* (Byeolbok), *Lagocephalus gloveri* (Heukmilbok), *L. wheeleri* (Eunmilbok), *L. inermis* (Minmilbok) and *L. lunaris* (Milbok), collected from fish markets in Korea, was determined using a mouse bioassay. In *A. firmamentum*, the proportion of toxic specimens containing >10 MU/g was 87.5% in the ovaries, and 10.0% in the skin; no toxicity was detected in the muscle, fin, liver, intestine and gallbladder using the mouse bioassay. The highest toxin levels were found to be 87 MU/g in the ovaries, and 13 MU/g in the skin. Toxic specimens containing >10 MU/g were not detected from samples taken from any of the organs in *L. wheeleri* and *L. inermis*. In *L. gloveri*, most specimens were found to be non-toxic, but toxin levels of 11-72 MU/g were detected from within the skin, fins, and intestines in one specimen. In *L. lunaris*, the proportion of toxic specimens was 50.0% in the ovaries, and 7.1% in the gallbladder; no toxicity was detected in the other organs by the mouse bioassay. The highest toxin levels were 75 MU/g in the ovaries, and 14 MU/g in the gallbladder. Therefore, the toxicities of edible muscle and skin in the five species of puffer fish marketed in Korea were found to be within acceptable levels for human consumption.

Key words: Puffer fish, Puffer fish toxin, *Arothron firmamentum*, *Lagocephalus* spp.

서 론

수산물 중 복어류에 독이 함유되어 있다는 사실은 이미 오래 전부터 잘 알려져 있다. 복어독은 수산물에 함유된 자연 독 중에서는 마비성 패류독과 더불어 독성이 가장 강한 부류에 속하고, 중독 시 치사율이 높아 수산식품 위생분야에서는 특히 중요시 되고 있으며, 우리나라에서도 복어 중독으로 인하여 매년 인명이 희생되어 문제로 되고 있다 (Kim et al., 2003). 우리나라 연근해에는 20여 종의 복어가 서식하는 것으로 알려져 있고 (Kim et al., 2001), 유독 복어로 인한 식중독 예방을 위하여 식품위생법에서는 복어독 허용기준을 ‘근육과 껍질에 대하여 각각 <10 MU/g’로 설정하고 있으며 (KFDA, 2004), 최근에는 식용할 수 있는 복어 21종도 고시하였다 (식품의약품안전청고시 제2006-55호, 2006.12.1.). 그런데 복어의 독성은 어종은 물론 동일 어종에 있어서도 개체, 부위 및

어획시기에 따라 차이가 있는 것으로 알려져 있으나 아직 우리나라에서는 어종별 식용 가능부위는 명확히 규정되어 있지 않다.

일본에서는 1980년대 초까지만 하여도 복어 중독으로 인한 사망사건이 많았으나 1983년 당시까지 보고된 복어의 어종 및 부위별 독성조사 결과를 근거로 섭취 가능한 어종과 부위를 명시한 복어 처리 및 취급에 관한 규정을 후생성에서 제정한 후 사망률이 획기적으로 감소한 것으로 보고되어 있다 (Yamanaka, 1986; Shiomi, 1996). 우리나라도 지속적으로 발생하고 있는 복어중독 예방을 위해서는 일본에서와 같은 규정의 제정이 시급한 것으로 생각되며, 동 규정의 제정을 위해서는 각종 복어류에 대한 부위별 독성조사 결과는 필수적이다. 지금까지 우리나라 연근해에서 어획 또는 시중에서 유통되고 있는 자주복 (Kim et al., 2000; 2006), 검복 (Kim et al., 2006), 까치복 (Kim et al., 1991; Kim et al., 2007b), 까칠복 (Kim et al., 1995; Kim et al., 2007b), 황복 (Jeon and Yoo, 1995a), 국매리

*Corresponding author: kimjh@nfrdi.go.kr

복 (Jeon and Yoo, 1995b), 복섬 (Ryu et al., 2003; Kim et al., 2007a), 졸복 (Kim et al., 2007a) 및 그 외 일부 복어류 (Jeong et al., 1994; Kim et al., 2002)에 대한 부위별 독성이 보고되어 있다.

별복 (*Arothron firmamentum*)은 체형이 긴 타원형이고, 꼬리지느러미의 모양은 둥근형이며, 몸 전체에 크고 강한 피부가 시가 촘촘히 덮여 있다. 몸 빛깔은 등쪽과 옆쪽이 청흑색 또는 청색 바탕에 눈보다 크기가 작은 흰색 원형반점이 흩어져 있고, 배쪽으로 갈수록 커진다. 우리나라의 동해와 남해, 일본 중부 이남, 동중국해, 남중국해, 호주, 뉴질랜드 등지에 분포한다 (Han, 1995). 별복의 독성에 대해서는 일본에서도 Oita 연안 산에 대한 Fuchi et al. (1991)의 보고 외에는 거의 없으며, 우리나라에서도 부산 어시장에서 유통되는 6개체에 대한 독성 보고가 있을 뿐이다 (Jeong et al., 1994).

한편, 밀복류 (*Lagocephalus* spp.)에 속하는 어종은 보통 몸이 가늘고 길며, 복부는 원통형이고, 등쪽과 배 부분에는 피부가 시가 있는 종과 없는 종이 있는데 없는 종의 배 부분에는 과립 모양의 작은 돌기가 있다. 밀복류는 세계적으로 온대와 열대해역의 원양에 분포하며, 우리나라 시중에서 유통되고 있는 흑밀복 (*L. gloveri*), 은밀복 (*L. wheeleri*), 민밀복 (*L. inermis*) 및 밀복 (*L. lunaris*) 등은 태평양과 인도양에 분포한다 (Han, 1995). 지금까지 밀복류의 대부분의 종은 독성이 거의 없는 것으로 알려져 있었으나, 일본에서는 1959년, 1980년 및 1981년도에 밀복 (*L. lunaris*) 섭취로 인한 식중독이 발생한 바 있어 '독밀복'이라 칭하고 (Tabeta, 1983) 수입 및 유통을 금하고 있다.

본 연구는 복어류에 의한 식중독 예방을 위한 자료를 제공하고자 우리나라 시중에서 유통되고 있는 별복과, 흑밀복, 은밀복, 민밀복 및 밀복 등 밀복류의 부위별 독성을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

분석에 사용된 별복 (*Arothron firmamentum*) 10개체, 흑밀복 (*Lagocephalus gloveri*) 12개체, 은밀복 (*Lagocephalus wheeleri*) 8개체, 민밀복 (*Lagocephalus inermis*) 11개체 및 밀복 (*Lagocephalus lunaris*) 15개체 등은 부산 기장, 경남 통영 및 제주 등지에서 구입하였다. 시험어는 2004년부터 2005년에 걸쳐 연안지역에서 양륙되거나 시중에서 유통되는 것을 선어 또는 동결어 상태로 구입하였다.

구입한 시험어는 스티로폼 용기에 넣고 얼음을 채워 실험실로 옮겨 전장과 체중을 측정 후 지느러미, 껍질, 근육, 간, 생식소, 쓸개 및 장 등의 부위로 구분 채취하여 독성을 측정하였다. 동결어의 경우는 완전히 해동되지 않은 상태에서 각 부위를 채취하였으며, 즉시 독성을 측정할 수 없는 경우에는 부위별로 취한 시료를 각각 -20℃에 동결 보관하면서 분석하였다.

독의 추출 및 독성측정

시료에서 복어독은 일본의 식품위생검사지침 II (Kawabata, 1978)의 복어독 검사법에 따라 초산용액으로 추출하여 마우스 시험법으로 측정하였다. 즉, 시료 일정량에 0.1% 초산용액을 가하여 비등수에서 10분간 중탕하여 독을 추출하고 냉각한 후 Toyo No. 5A로 여과하였다. 잔사는 다시 0.1% 초산용액으로 씻어 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 독성을 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

별복의 부위별 독성

부산시 기장에서 구입한 별복 (*A. firmamentum*) 각 개체의 부위별 독성은 Table 1에 나타내었다. 시험에 제공된 별복은 전장 29.0-33.0 cm, 체중 501-819 g이었고, 총 10개체 중 8개체가 암컷, 2개체는 생식소가 발달하지 않아 성별 구분이 곤란하였다.

별복의 부위별 독성은 근육, 지느러미, 간, 장 및 쓸개 등에서는 마우스 시험으로는 독성이 확인되지 않았으며, 껍질에서는 10개체 중 9개체에서는 독성이 검출되지 않았으나, 1개체에서는 13 MU/g이 검출되었다. 그리고, 난소에서는 분석된 8개체 중 7개체에서 10 MU/g을 초과하는 25-87 MU/g의 독성이 검출되었고 (유독개체 출현율 87.5%), 평균독성치 (평균치±표준오차, 이하 같음)는 47±10 MU/g으로 다른 부위에 비하여 월등히 강한 독성을 나타내었다.

Jeong et al. (1994)은 부산시내에서 유통 중인 별복 6개체에 대한 독성 시험결과, 근육과 간에서는 독성이 검출되지 않았으나 장과 껍질에서는 최고 18 및 57 MU/g의 독성이 검출되었고, 쓸개에서는 6개체 중 1개체에서 140 MU/g이 검출되었다고 하였다. 또한 Fuchi et al. (1991)은 일본 Oita 연안에서 어획된 별복 30개체의 부위별 독성 분석결과, 근육, 간, 장, 정소 등에서는 10 MU/g을 초과하는 개체가 없었으나 껍질에서는 최고 36.9 MU/g, 난소에서는 최고 333 MU/g의 독성이 검출되었다고 보고하여 본 연구결과와 유사하였다.

Table 1. Toxicity of *Arothron firmamentum* (Byeolbok) specimens collected at Gijang market in Korea

Collection month	Total length (cm)	Body weight (g)	Sex	Toxicity (MU/g)						
				Muscle	Skin	Fin	Liver	Intestine	Gonad	Gall-bladder
Jan. 2005	30.0	662	♀	<5	<5	<8	<5	<5	25	<11
"	31.0	612	♀	<5	<5	<8	<5	<5	65	<5
"	32.0	819	♀	<5	<5	<7	<5	<5	65	<5
"	31.0	581	♀	<5	<5	<8	<5	<5	41	<10
"	31.5	501	♀	<5	<5	<5	<5	<5	43	<8
"	32.0	572	♀	<5	<5	<9	<5	<5	53	<5
"	30.5	575	♀	<5	13	<8	<5	<5	<7	<3
"	33.0	766	♀	<5	<5	<6	<5	<5	87	<7
"	31.0	616	Unid. ¹⁾	<5	<5	<7	<5	<5	- ²⁾	<6
"	29.0	536	Unid.	<5	<5	<8	<5	<5	-	<5

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

Table 2. Toxicity of *Lagocephalus gloveri* (Heukmilbok) specimens collected from coastal area of Korea

Collection area	Collection month	Total length (cm)	Body weight (g)	Sex	Toxicity (MU/g)						
					Muscle	Skin	Fin	Liver	Intestine	Gonad	Gall-bladder
Tongyeong	Aug. 2004	30.0	622	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<8	<62
"	"	25.5	418	♂	<5	<5	<4	<5	<5	<14	- ¹⁾
"	"	24.5	353	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<22	-
Jeju	Mar. 2004	33.2	689	♀	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<20
"	"	34.0	699	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<11
"	"	34.0	732	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<20
"	"	31.5	557	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<20
"	"	32.8	697	♂	<5	<5	<3	<5	<5	<3	-
"	May 2004	33.0	738	♂	7	53	72	<5	11	<5	-
"	Jan. 2005	38.5	1,140	Unid. ²⁾	<5	<5	<5	<5	<5	-	-
"	"	31.5	1,082	Unid.	<5	<5	<5	<5	<5	-	-
"	"	32.0	598	Unid.	<5	<5	<5	<5	<5	-	-

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

별복은 우리나라의 동해에서부터 호주, 뉴질랜드 등지에 이르는 광범위한 해역에서 분포하는 종으로 (Han, 1995), 피부에 가시가 많아 이전에서는 식용되는 경우가 드물었으나 최근 복어 어획량이 감소하면서 일부 식용되는 것으로 파악되고 있다. 그러나 우리나라 및 일본의 위생당국에서 규정한 식용 가능한 복어 어종에는 별복이 포함되어 있지 않으며, 본 연구 결과 별복의 가식부위인 근육은 무독인 것으로 판단되었고, 다른 어종에 비하여 독성이 약한 것으로 사료되지만 분석에 제공된 개체수가 제한적이므로 지역적인 혹은 계절적인 차이에 대해서는 보다 더 조사가 필요한 것으로 사료된다.

흑밀복의 부위별 독성

연안산 흑밀복 (*L. gloveri*) 각 개체의 부위별 독성은 Table 2에 나타내었다. 시험에 제공된 흑밀복은 통영에서 3마리, 제주에서 9마리를 각각 구입하였으며, 시험어는 전장 24.5-38.5 cm, 체중 353-1,140 g이었고, 총 12개체 중 8개체가 수컷, 1개체는 암컷 그리고 3개체는 유통과정에서 장의 일부가 부패하여 성별 구분이 곤란하였다. 시험에 제공된 흑밀복의 독성은 1개체를 제외한 다른 개체의 어떠한 부위에서도 마우스 시험으로는 독성이 확인되지 않았다. 그러나 2004년 5월 제주에서 구입한 1개체에서는 간과 정소의 경우 독성이 검출되지 않았으나 껍질, 지느러미 및 장 등의 부위에서 11-72 MU/g의

독성이 검출되었고, 근육에서도 7 MU/g의 독성이 확인되었다.

이러한 연구결과는 부산시내에서 유통되고 있는 흑밀복의 근육, 장, 간, 생식소 및 쓸개에서 10 MU/g을 초과하는 독성이 검출되지 않았으나 일부 개체의 껍질에서는 13-19 MU/g의 독성이 검출되었다는 보고 (Jeong et al., 1994; Kim et al., 2002)와 비슷한 경향이었다.

한편, 대만에서 조사된 흑밀복 188개체의 부위별 평균독성은 어떠한 부위에서도 1 MU/g을 초과하지 않았으며, 각 부위별 최고독성치는 근육에서 13 MU/g, 껍질에서 8 MU/g, 간에서 42 MU/g, 장에서 64 MU/g, 난소 및 정소에서 13 MU/g으로 약한 독성을 나타내었다 (Hwang et al., 1992). 따라서 흑밀복은 어획지역이나 부위에 따라 약한 독성이 검출되는 경우가 있었으나 비교적 독성이 약한 종으로 확인되었다.

은밀복의 부위별 독성

은밀복 (*L. wheeleri*) 8개체의 부위별 독성은 Table 3에 나타내었다. 시험에 제공된 은밀복은 전장 19.5-25.0 cm, 체중 170-315 g이었고, 총 8개체 중 암컷 1개체, 수컷 2개체, 나머지 5개체는 성별 구분이 곤란하였다. 시험에 제공된 은밀복 중 2004년 12월 경남 통영에서 구입한 1개체의 껍질과 지느러미에서 6-8 MU/g의 독성이 검출된 것을 제외한 다른 개체

Table 3. Toxicity of *Lagocephalus wheeleri* (Eunmilbok) specimens collected from coastal area of Korea

Collection area	Collection month	Total length (cm)	Body weight (g)	Sex	Toxicity (MU/g)						
					Muscle	Skin	Fin	Liver	Intestine	Gonad	Gall-bladder
Tongyeong	Dec. 2004	19.5	188	Unid. ¹⁾	<5	6	8	<5	<5	- ²⁾	-
"	Feb. 2005	24.0	315	♀	<5	<5	<12	<5	<6	<5	<33
"	"	24.0	170	♂	<5	<5	<9	<7	<7	<7	<33
Gijang	Oct. 2005	24.2	303	♂	<5	<5	<6	<5	<5	<9	-
"	"	23.0	247	Unid.	<5	<5	<9	<5	<5	-	-
"	"	24.0	293	Unid.	<5	<5	<8	<5	<5	-	-
"	"	24.5	261	Unid.	<5	<5	<8	<5	<5	-	-
"	"	25.0	310	Unid.	<5	<5	<6	<5	<5	-	-

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

Table 4. Toxicity of *Lagocephalus inermis* (Minmilbok) specimens collected at Gijang market in Korea

Collection month	Total length (cm)	Body weight (g)	Sex	Toxicity (MU/g)						
				Muscle	Skin	Fin	Liver	Intestine	Gonad	Gall-bladder
Sept. 2005	41.0	1,539	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<10
"	39.0	1,260	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<20
"	39.0	1,234	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<7
"	41.0	1,327	♀	<5	<5	<5	7	<5	6	<40
"	37.0	1,190	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<20
"	40.0	1,439	♂	<5	<5	<5	7	<5	<14	<25
"	40.0	1,275	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<16
"	41.0	1,400	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<25
"	42.0	1,387	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<21	<25
"	39.0	1,040	♂	<5	<5	<5	<5	<5	10	<14
"	40.0	1,381	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<10

의 어떠한 부위에서도 독성이 나타나지 않아 식품위생학 측면에서 비교적 안전한 종으로 확인되었다.

Hwang et al. (1992)은 대만에서 어획된 은밀복 70개체의 부위별 독성을 조사한 결과, 난소(최고 200 MU/g)를 제외한 어떤 부위에서도 독성이 검출되지 않았다고 하여 본 연구결과와 유사한 경향이였다. 그러나 부산의 어시장에서 유통 중인 은밀복(3개체)에서는 근육, 껍질, 장 및 쓸개에서는 10 MU/g을 초과하는 독성이 검출되지 않았지만, 간(최고 12 MU/g), 정소(61 MU/g) 및 난소(73 MU/g) 등의 부위에서는 독성이 검출되는 경우도 있었다(Jeong et al., 1994). 한편, 인도네시아에서 수입된 은밀복에서는 근육과 껍질에서 10 MU/g을 초과하는 개체가 없었으나 장과 간에서는 일부 개체가 초과하여(Kim et al., 1996) 본 연구결과와는 약간의 차이가 있었는데 이는 지역적인 차이로 여겨진다.

따라서 우리나라 연근해에서 어획되는 은밀복 또한 흑밀복과 마찬가지로 개체에 따라 약한 독성이 검출되는 경우도 있었으나 비교적 안전한 종으로 판단되었다.

민밀복의 부위별 독성

민밀복(*L. inermis*) 11개체의 부위별 독성은 Table 4에 나타내었다. 시험에 제공된 민밀복은 전장 37.0-42.0 cm, 체중 1,040-1,539 g이었고, 총 11개체 중 10개체가 수컷, 나머지 1개체는 암컷이었다. 시험에 제공된 민밀복에서는 전 개체의 어떠한 부위에서도 10 MU/g을 초과하는 독성이 확인되지 않았으며, 특히 종에 따라서는 강한 독성을 나타내는 간과 생식소에서조차도 일부 개체에서 6-10 MU/g의 독성만 나타

내었다.

Tani (1945)는 일본 후쿠오카(福岡) 어시장에서 구입한 민밀복 32개체의 부위별 독성 조사결과, 간에서 100 MU/g의 독성이 검출된 1개체를 제외하면 근육, 껍질, 생식소, 장 등의 부위에서 10 MU/g을 초과하는 개체는 전혀 없었다고 보고하였다. 그리고 Hwang et al. (1992)은 대만 연안산 민밀복 75개체의 부위별 독성에 대하여 근육(최고 불검출)과 껍질(최고 16 MU/g)의 경우 평균독성이 1 MU/g 이하였으나 간(최고 1,100 MU/g), 장(최고 430 MU/g), 난소(최고 200 MU/g)의 평균독성은 100 MU/g 이하였다고 보고하였다.

따라서 민밀복은 조사지역과 시기에 따른 차이는 있으나 주로 식용하는 부위인 근육과 껍질은 거의 무독인 것으로 확인되었다.

밀복의 부위별 독성

부산시 기장에서 구입한 밀복(*L. lunaris*) 15개체의 부위별 독성은 Table 5에 나타내었다. 시험에 제공된 밀복은 전장 35.0-42.0 cm, 체중 621-1,183 g이었고, 총 15개체 중 암컷이 8개체, 수컷이 7개체이었다.

시험에 제공된 밀복의 근육, 껍질, 지느러미, 간, 장 및 정소 등의 부위에서는 독성이 검출되지 않거나, 일부 검출되는 개체도 있어서도 10 MU/g을 초과하지 않아 독이 없는 수준이었다. 그러나 난소에서는 최고 75 MU/g이 검출되었고 8개체 중 4개체에서 10 MU/g을 초과하는 독성이 검출되어 유독개체 출현율은 50%이었으며, 평균독성치는 19±7 MU/g으로 시험된 밀복류 가장 높은 독성을 나타내었다. 쓸개에서는 14개체

Table 5. Toxicity of *Lagocephalus lunaris* (Milbok) specimens collected at Gijang market in Korea

Collection month	Total length (cm)	Body weight (g)	Sex	Toxicity (MU/g)						
				Muscle	Skin	Fin	Liver	Intestine	Gonad	Gall-bladder
Jan. 2005	41.5	836	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<16
"	39.0	822	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<16
"	41.0	859	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<8
"	40.0	886	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<31	<8
"	35.0	674	♀	<5	<5	<5	<5	<5	<22	<25
"	38.0	793	♀	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<10
"	38.5	815	♀	<5	<5	<5	<5	<5	<3	<8
"	42.0	1,183	♀	<5	<5	<5	<5	<5	17	<4
"	37.5	621	♀	<5	<5	<5	<5	<5	<8	<11
"	40.0	855	♀	<5	<5	<5	<5	<5	23	<10
May 2005	36.5	888	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<20
"	36.0	823	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<11	¹⁾
"	37.0	962	♂	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<10
"	38.5	873	♀	<5	<5	<5	<5	<5	38	<10
"	38.5	881	♀	<5	<5	<5	6	8	75	18

¹⁾-, Not tested.

중 1개체에서만 18 MU/g의 독성이 확인되었다.

밀복은 인도양, 남중국해, 동중국해 남부의 중국연안 및 대만 등지에 분포하는 난해성 종으로 알려져 왔으나 일본의 카고시마(鹿兒島)에서 돛토리(鳥取)에 이르는 해역과 우리나라의 동해남부 및 남해 해역에도 분포하는 것으로 보고되었다 (Tabeta et al., 1986b). 남중국해산 밀복(6개체)의 경우, 근육에서는 1개체를 제외한 5개체에서 7.2-171.2 MU/g이 검출되었고 (Harada, 1979), 동중국해 남부해역에서 어획된 밀복(30개체)의 경우 난소(최고 5,320 MU/g)는 맹독이었고, 그 외 근육(최고 368 MU/g), 껍질(최고 363 MU/g), 정소(최고 148 MU/g), 간(최고 483 MU/g), 장(최고 693 MU/g) 등은 강독으로 보고되었다 (Tabeta, 1983). 또한 대만 인근해역에서 어획된 밀복에서는 간, 장 및 난소뿐만 아니라 근육과 껍질에서도 최고 130-140 MU/g, 평균 18 MU/g의 독성이 각각 검출된 바 있다 (Hwang et al., 1992). 그리고 태국에서 양륙되거나 유통되는 밀복의 독성은 개체 및 부위는 물론 계절에 따라서도 심한 차이를 나타내어 3월부터 11월까지의 유독하였으나 12월부터 익년 2월 사이에는 근육, 껍질, 간, 생식소 등 어떤 부위에서도 독성이 검출되지 않은 것으로 보고되었다 (Brillantes et al., 2003). 태국에서 유통되는 밀복의 부위별 최고 독성치는 근육에서 243 MU/g, 간에서 813 MU/g, 껍질에서 148 MU/g, 그리고 생식소에서 2,920 MU/g이었다. 그러나 방글라데시 인근해역에서 어획된 밀복의 경우에는 근육, 껍질, 간, 생식소 및 장 등 어떠한 부위에서도 5 MU/g을 초과하는 독성은 검출되지 않았으며, 계절에 따른 독성의 차이도 거의 나타나지 않았다 (Mahmud et al., 1999). 따라서 밀복의 독성은 개체별, 부위별, 계절별 및 어획지에 따라 독성의 차이가 대단히 심하다는 것을 알 수 있었다.

일본에서는 1959년, 1980년 및 1981년에 이 종에 의한 중독 사고가 발생함에 따라 '독밀복'이라 명명하여 어종 판별법을 확립하고 감시를 철저히 하여 소비지에 반입되는 것을 차단하고 있다 (Tabeta et al., 1986a). 우리나라에서도 밀복은 식용

가능어종에 포함되어 있지 않으며, 분석에 사용된 시료 구입 당시 어획지와 반입경로는 원양어선이 인도네시아 근해에서 어획한 것으로 추측되었으나 정확한 사실은 확인할 수 없었다. 비록 본 연구에서 분석된 밀복 15개체의 근육이나 껍질 등 가식부에서는 독성이 확인되지 않았으나 2001년 3월 태국에서는 인도네시아 인근해역에서 어획된 복어 섭취로 인한 식중독으로 6명이 희생된 바 있고 (Brillantes et al., 2003), 계절에 따른 독성 변화가 심하므로 원양산 복어의 독성에 대하여 보다 지속적이고 세밀한 조사가 필요한 것으로 사료된다.

사 사

이 연구는 국립수산물연구원 (독물학적 위생안전 위해관리 연구, RP-2008-FS-001)의 지원에 의해 수행되었으며, 연구비 지원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- Brillantes, S., W. Samosorn, S. Faknoi and Y. Oshima. 2003. Toxicity of puffers landed and marketed in Thailand. *Fish. Sci.*, 69, 1224-1230.
- Fuchi, Y., H. Narimatsu, S. Nakama, H. Kotobuki, H. Hirakawa, Y. Torishima, T. Noguchi and N. Ohtomo. 1991. Tissue distribution of toxicity in a pufferfish, *Arothron firmamentum* ("Hoshifugu"). *J. Food Hyg. Soc. Japan*, 32, 520-524.
- Han, K.H. 1995. Morphology, osteology and phylogeny of the fishes of the family Tetraodontidae (Teleostei: Tetraodontiformes). Ph.D. Thesis, National Fisheries University of Pusan, Korea, 1-203.
- Harada, Y. 1979. Classification and toxicology examination of "Fugu" imported from Formosa. *J. Food Hyg. Soc. Japan*, 20, 437-441.
- Hwang, D.F., C.Y. Kao, H.C. Yang, S.S. Jeng, T. Noguchi

- and K. Hashimoto. 1992. Toxicity of puffer in Taiwan. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 58, 1541-1547.
- 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. Korean 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. Korean 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. Korean Fish. Soc.*, 27, 682-689.
- 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, D.S., H.J. Lee, M.J. Lee, M.J. Lee and H.D. Kim. 1996. Anatomical toxicity of pufferfishes, Chinese *Fugu obscurus* and Indonesian *Lagocephalus wheeleri*. *Korean J. Food and Nutr.*, 9, 361-365.
- Kim, H.D., D.Y. Jeong and D.S. Kim, 1991. Difference of toxicities among tissues in the pufferfish *Fugu xanthopterus* ("Ggachibog"). *Bull. Korean 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 Hygiene and 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 Hygiene and 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, 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, J.H., K.T. Son, J.S. Mok, E.G. Oh, H.J. Hwang, H.S. Yu and H.J. Lee. 2007a. Toxicity of the puffer fish, *Takifugu pardalis* (Jolbok) and *Takifugu niphobles* (Bokseom) from coastal area of Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 40, 269-275.
- Kim, J.H., J.S. Mok, K.T. Son, J.G. Kim, M.R. Jo, P.H. Kim and T.S. Lee. 2007b. Toxicity of the puffer fish, *Takifugu xanthopterus* (Kkachibok) and *Takifugu stictonotus* (Kkachilbok) from coastal area of Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 40, 276-281.
- 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. Korean 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*. Hangeul, Busan, 294-301.
- Mahmud, Y., M.B. Yanu and T. Noguchi. 1999. First occurrence of a food poisoning incident due to ingestion of *Takifugu oblongus*, along with a toxicological report on three marine puffer species in Bangladesh. *J. Food Hyg. Soc. Japan*, 40, 473-480.
- 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. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 32, 986-990.
- Shiomi, K. 1996. Food poisoning incidents by marine toxins in Japan. *Aquabiology*, 18, 284-288.
- Tabeta, O. 1983. Biological notes on the poisonous swellfish, *Lagocephalus lunaris lunaris*, with special reference to the prevention of their circulation. *Food Sanitation Research*, 33, 565-575.
- Tabeta, O., Y. Dotsu and M. Abe. 1986a. Distribution and ecology of the swellfish *Lagocephalus lunaris* (Bloch et Schneider) in the East China Sea. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 52, 2099-2102.
- Tabeta, O., Y. Dotsu and M. Abe. 1986b. Records of the swellfish *Lagocephalus lunaris* (Bloch et Schneider) from the coastal waters of Japan. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 52, 2103-2105.
- 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.

2008년 7월 22일 접수
2008년 10월 10일 수리