

한국산 복어의 독성

3. 선어와 냉동어 국매리복의 독성차이

전중균 · 荒川 修* · 野口玉雄*

강릉대학교 생명과학대학 해양생명공학부, *日本國 長崎大學 水産學部

Toxicity of Pufferfish in Korea

3. Comparison in the toxicity of fresh and frozen pufferfish *Takifugu vermicularis radiatus* (Gukmeri-bok)

Joong-Kyun JEON, Osamu ARAKAWA* and Tamao NOGUCHI*

Fac. of Marine Biosci. & Technol., Kangnung Nat. Univ., Kangnung, 210-702, Korea

*Fac. of Fisheries, Nagasaki Univ., Nagasaki, 852, Japan

The toxicity of muscle in pufferfish, *Takifugu vermicularis radiatus*, is known to be weak. However, no food poisoning has reported in this species although market consumption has been relatively high in Korea, especially on western coastal area. It presumes that there could be different toxicity in fish muscle of fresh and frozen specimens. In this regard, the frequency of toxic fish, the toxicity level in fresh and frozen fish as well as highest toxicity and average toxicity were investigated. From the results, weak toxicity was detected in frozen fish muscle whereas no toxicity was measured in fresh fish. According to this, it is suggested that the toxicity of frozen and fresh fish must be tested simultaneously when toxicity of pufferfish is investigated. The above results implicate that toxicity of pufferfish may be due to the physical treatment, such as freezing or thawing process.

Key words: Pufferfish, Toxicity, Muscle, Fresh, Frozen

서 론

최근 국민 소득이 증대하면서 식생활 패턴도 매우 다양화하고 있고, 특히 수산물로부터 각종 기능성 성분이 확인되면서 국민들의 음식물 소비형태도 과거의 축육 중심에서 차츰 수산물 중시로 바뀌고 있다. 더욱이 건강에 대한 관심이 높아지면서 '수산물=건강식'이라는 인식이 확산·정착되고 있어 소비도 매년 늘고 있다.

수산물의 섭취 형태도 과거의 구이나 찜 등의 가열조리한 것보다 활어를 선호하는 경향이 두드러지게 나타나고 있어 횡감의 소비량은 매년 급격히 늘고 있다. 그 중에서도 복어류는 고급 어종이어서 국내에서도 일부 종류이지만 양식을 하고 있다.

복어류를 식용으로 하는 민족은 세계적으로도 매우 드물어 일본, 한국, 중국 등이며, 우리 나라에서는 황복 *Takifugu obscurus*, 자주복 *T. rubripes*, 검자주복 *T. chinensis*, 까치복 *T. xanthopterus* 등의 고급종이 식용으로 쓰이고, 지역에 따라서는 은밀복 *Lagocephalus wheeleri*, 흑밀복 *L. gloveri*, 까칠복 *T. stictonotus*, 국매리복 *T. vermicularis radiatus*을 식용으로 하기도 한다.

이 중에서 국매리복은 우리 나라 서해안과 제주도 근방의 동지나해에서 다뤄지는 어종으로서 가식부인 근육의 저작감이 뛰어나고 맛이 우수한데 비하여 값은 저렴한 편이라서 대중적인 종이다. 일본에서는 저작감이 좋은 까닭에 국매리복을 자주복의 대용품으로 이용하며, 복어의 최대 산지인 시모노세키(下關) 등지에서는 이를 이용한 각종 가공품이 판매되었다고 한다. 하지만, 1990년대 들어서면서 한국에서 수입한 국매리복을 섭취하고 식중독 사고가 4 건이나 발생한 바 있어 일본 후생성(日本厚生省)은 자국산 국매리복의 유통과 판매는 물론 외국으로부터의 수입을 1993년부터 전면 금지시켰다. 이후 일본에서는 일부 지역에서 잡힌 것에 한해 식용할 수 있도록 허용을 하였지만, 여전히 외국산의 수입은 허가

하지 않고 있다. 이런 조치로 인하여 연간 약 700 여톤(약 800 여억원)이나 수출되던 것이 중단됨으로써 양국의 관련 업계는 큰 타격을 입고 있다.

국매리복의 독성에 관해서는 일찍이 Hashimoto (1950)가 독성을 조사한 바 있고, 이 결과를 토대로 하여 일본에서는 국매리복을 식용으로 인정하였다. 이후 Noguchi et al. (1991)은 우리 나라의 부산 자갈치 어시장에서 팔리고 있는 냉동한 국매리복을 조사하여 근육은 약독, 껍질은 강독, 간장은 강독, 난소는 맹독, 정소는 강독, 장은 강독이었다고 보고하였다. 그리고 전보 (Jeon and Yoo, 1995; Jeon and Noguchi, 1996)에서 본 연구자들도 1992년에서 1995년에 걸쳐 인천시 소래포구와 안산시 사리포구에서 입수한 동결 시료를 대상으로 독성을 조사하여 근육은 약독, 난소는 맹독, 정소는 강독, 간장은 맹독, 껍질은 강독이라고 하여 간장의 독성을 제외하고는 Noguchi et al. (1991)과 같은 결과를 보고한 바 있다.

이처럼 국매리복은 가식부인 근육이 유독하다는 여러 보고가 있었음에도 불구하고 우리 나라와 일본 큐슈지방의 주요 산지에서는 이로 인한 식중독 사고가 거의 발생하지 않고 있다. 이는 국매리복의 근육의 독성은 이제까지 알려진 것과 다를 수도 있다는 가능성을 시사하는 것이어서, 본 연구는 이 점을 확인하고자 실시하였으며 이하 그 결과를 기술한다.

재료 및 방법

재 료 : 시료로 사용한 국매리복은 1997년 5월에 경기도 인천의 소래어시장에서 빙장 상태의 것(평균 체중 131g, 평균 체장 19.0cm)을 구입하였다. 구입후 연구실로 옮겨와서 일부는 선어 상태에서 독성을 조사하였고, 일부는 시중에서의 유통 조건과 같이

하기 위해 -20℃의 냉동고에서 2개월간 동결시킨 다음 독성실험에 사용하였다.

독성검사: 본 연구는 국매리복의 근육이 본래 유독한지 여부를 판단하기 위한 것이므로 근육의 독성만을 검사하였으며, 복어독(tetrodotoxin, 이하 TTX로 줄임)의 정량은 '日本食品衛生検査指針 II'의 '복어독 정량법'에 따랐다(Kawabata, 1978). 즉, 조직을 적당량의 0.1% 초산 용액과 함께 비등수조에서 가열하여 유독성분을 추출한 다음, 그 중 1 ml를 18~20 g의 마우스(♂, ICR계통) 복강내에 주사하여 5~10분 내에 사망할 수 있도록 농도를 조절하고 5~7 마리에 제차 동일한 방법으로 주사한다. 이들의 중간치 사시간을 재어 치사시간-MU(mouse unit) 환산표에 따라 독량을 구한다. TTX의 1 MU는 마우스를 30분에 사망시킬 수 있는 독량을 나타낸다.

결과 및 고찰

일본에서는 1990년대 초반에 우리 나라로부터 수입한 국매리복으로 4 건의 중독사고가 발생한 것을 계기로 하여 한국으로부터 국매리복의 수입을 전면적으로 금지시켰으며 아울러 자국산의 국매리복도 판매하지 못하도록 하였다. 하지만 일본의 주요 어장인 Kyushu(九州) 지방에서는 국매리복의 섭취에 의한 식중독 사고가 발생한 적이 없었으며(Akaeda and Noguchi, 1996), 이는 우리나라도 마찬가지일 것이다.

이처럼 식중독 사고의 발생 유무는 국매리복의 생산지와 소비지의 차이와도 관련이 있는 듯 하다. 즉, 생산지에서는 대체로 어획 직후의 선어 상태인 국매리복을 식용으로 하지만 산지에서 떨어진 곳이나 장기간 유통이 필요한 소비지에서는 대부분 냉동하였던 것을 식용하는 수가 많을 것이다. 따라서, 생산지에서 식중독 사고가 발생하지 않는 것은 어획 후 선어를 식용하였기 때문이며, 식중독이 발생한 것은 어획 후 냉동상태로 저장했던 것을 식용하였기 때문일 가능성이 있어 이를 확인하고자 선어와 냉동어의 근육 중 독성을 비교하였다. 본 실험에서는 냉동어를 상온에서 30분간 방치하여 완전 해동시킨 후 독성실험에 사용하였고 빙장 상태의 선어는 바로 공시하여 분석하였다. 선어와 냉동어의 근육 중 독성 결과는 각각 Table 1 및 Table 2와 같다.

Table 1에서 알 수 있듯이, 선어의 독성은 조사한 22 개체 모두에서 5 MU/g 이상의 독성이 검출되어 독성개체출현율은 100%였지만, TTX의 안전기준치인 10 MU/g 이상의 독성이 검출된 것은 단 1 개체도 없었고, 이들의 평균 독성은 6.0 ± 0.4 MU/g에 불과하여 무독 수준이었다. 이 결과는 일본산 국매리복을 대상으로 한 선어의 근육중 독성 결과(Jeon and Noguchi, 1996; Noguchi et al., 1997)와도 일치한다. 일반적으로 TTX의 독성은 조직의 단위중량 당 1,000 MU 이상이면 맹독이라 하고, 100~1,000 MU의 수준이면 강독, 10~100 MU 수준이면 약독이라 하며 10 MU 이하인 경우에는 무독이라 구분한다(Hashimoto, 1979).

한편, 냉동시켜 보관한 시료(Table 2)에서는 5 MU/g 이상의 독성이 검출된 유독 개체가 조사시료 82 개체 중에서 74 개체나

Table 1. Toxicity in muscle of fresh "Gukmeri-bok" pufferfish (*Takifugu vermicularis radiatus*) specimens landed at Sore Fish Market, Korea

Date	Toxicity (MU/g)			
1997. 5. (n=22)	5	5	5	5
	9	5	5	5
	5	9	5	9
	5	5	5	5
	9	5	9	5
5	5			
Highest toxicity 9 MU/g, Toxicity (average ± SD) 6.0 ± 0.4 MU/g.				

Table 2. Toxicity in muscle of frozen "Gukmeri-bok" pufferfish (*Takifugu vermicularis radiatus*) specimens landed at Sore Fish Market, Korea

Date	Toxicity (MU/g)			
1997. 5. (n=82)	<5	<5	<5	<5
	<5	<5	<5	<5
	5	5	5	5
	5	5	5	5
	5	5	5	5
	5	5	6	6
	6	6	6	6
	6	6	7	7
	7	7	7	7
	7	8	8	8
	8	8	8	8
	8	9	9	9
	9	9	9	10
	10	10	10	10
	11	11	11	11
	12	12	12	12
13	13	14	15	
15	15	15	15	
16	16	17	18	
21	21	25	28	
30	30			
Highest toxicity 30 MU/g, Toxicity (average ± SD) 9.2 ± 0.7 MU/g.				

되어 90.2%의 출현율을 보였고, 더욱이 안전기준치인 10 MU/g보다 높은 독성을 가진 개체도 31 개체나 되어 출현율도 37.8%나 되었다. 이들의 최고 독성은 30 MU/g이었고 평균 독성도 9.2 ± 0.7 MU/g나 되었다. 따라서, 비록 평균독성은 무독 수준이라 할지라도 검출된 최고독성이 약독 수준이므로 냉동어의 근육 중 독성은 약독이라 판정한다. 이 결과도 이제까지의 국매리복에서 보고된 결과(Noguchi et al., 1991; Jeon and Yoo, 1995; Jeon and Noguchi, 1996)와도 일치한다. 냉동어에서의 결과를 선어(Table 1)와 비교하면 식용으로 사용할 수 있는 안전기준치인 10 MU/g 보다 높은 독성이 검출된 개체의 출현율에 큰 차이가 있었고 최고 독성도 4 배 가량 높아 분명한 차이를 보였다.

이상의 결과는 국매리복의 근육 독성이 선어 상태에서는 무독

수준에 불과하지만 냉동을 한 것은 선어보다 높아 약독 수준이라는 것을 보여준다. 비록 복어류의 독성이 개체, 산지 및 어획 시기에 따라 차이가 난다고 알려져 있으나 (Hashimoto, 1979), 본 실험에서는 이런 오차를 줄이기 위하여 동일한 시기에 어획된 비슷한 크기의 개체를 한 상점에서만 구입하여 실험에 사용하였으므로 이런 차이는 무시할 수 있을 것이다. 따라서 선어와 냉동어간에 근육 중의 독성 차이는 본래 무독이던 근육이 어획 후 보관 및 유통되는 과정 중에 독화하였을 가능성이 크다고 여겨진다.

일반적으로 복어는 냉동후 해동하는 동안에 유독 부위로부터 TTX가 다른 수용성 성분과 함께 드립 (drip)으로 녹아나와서 근육 중에 스며들어 근육이 독성을 나타낼 가능성이 있다는 것이 Shiomi et al. (1984, 1985)에 의해 복섬을 사용한 실험에서도 확인되었다. 본 실험에서 사용한 국매리복은 복섬보다 어체가 크고 가식부가 많아 음식점에서 많이 애용하는 종이지만, 독성이 강독 내지는 맹독인 껍질은 다른 복어류에 비해 매우 연약해서 어획과 이후의 유통과정 중의 취급에서 쉽게 손상을 입는다. 실제로 시판 중인 개체에서는 피부가 손상된 것을 많이 볼 수 있다. 껍질에 존재하는 TTX는 진피층의 독샘에 들어 있어 (Kodama et al., 1985), 단순한 핸드링 조작으로는 손상을 입지 않겠지만, 국매리복처럼 껍질이 약한 복어는 냉동이나 해동과 같은 물리적인 자극이 가해지면 껍질 조직이 손상되어 껍질 중의 TTX가 유출될 가능성이 매우 크다.

이를 감안하면, 우리 나라나 일본의 주요 생산지에서 국매리복에 의한 식중독 사고가 잘 발생하지 않는 것은 선어 상태에서 식용하였기 때문이고, 식중독 사고의 발생은 어획후 냉동 상태로 저장 또는 유통되던 것을 식용으로 하는 과정에서 껍질의 독이 근육으로 이행하여 일어났을 가능성이 크다.

본 결과는, 국매리복의 근육을 약독이라고 보고하였던 이제까지의 연구결과들 (Hashimoto, 1950; Noguchi et al., 1991; Jeon and Yoo, 1995)은 재검토할 필요가 있으며, 아울러 앞으로 복어의 독성을 파악하기 위해서는 냉동 시료뿐 아니라 선어로도 조사해야 한다는 점을 보여준다. 본 연구자들은 냉동이나 해동과 같은 물리적인 처리가 국매리복의 근육 독화와 관련이 있다는 것을 해명하기 위한 연구를 현재 진행 중에 있으며, 그 내용은 차후 발표할 예정이다.

요 약

국매리복은 근육의 독성이 약독이라고 알려져 왔다. 하지만 국내에서 국매리복의 섭취가 많은데도 불구하고 아직 식중독 사고가 발생하지 않았는데, 이는 근육의 독성이 이제까지 알려진 것보다 가능성을 시사한다. 따라서, 본 연구에서는 선어와 냉동어에서 근육의 독성 (유독개체출현율, 최고독성 및 평균독성)을 조사하였으며, 그 결과 선어의 근육은 무독이었지만 냉동어의 근육은 약독이라는 것을 확인할 수 있었다. 냉동한 국매리복의 근육이 약독인

것은 냉동과 해동과 같은 물리적인 처리로 인해 생긴 것임을 강하게 보여주며, 아울러 앞으로 복어류의 독성을 조사할 경우에는 냉동어뿐 아니라 선어도 조사해야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 1996년도 농림수산부 (현 해양수산부)의 수산특정연구개발사업 (현장애로기술개발사업)의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- Akaeda, H. and T. Noguchi. 1996. Toxicity of a puffer *Takifugu vermicularis* collected in Japan and epidemiological investigation on poisoning due to ingestion of puffer by a questionnaire. Nippon Suisan Gakkaishi, 62, 942~943 (in Japanese).
- Hashimoto, Y. 1950. On the toxicity of a puffer, "Nashifugu" (*Sphoeroides vermicularis radiatus*). Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 16, 43~45 (in Japanese).
- Hashimoto, Y. 1979. Marine toxins and other bioactive marine metabolites. Jap. Sci. Soc. Press, p.377, Tokyo.
- Jeon, J.K. and T. Noguchi. 1996. Toxicity of a puffer *Takifugu vermicularis* collected in Korean sea, Yellow sea. Nippon Suisan Gakkaishi, 62, 944~945 (in Japanese).
- Jeon, J.K. and J.M. Yoo. 1995. Toxicity of pufferfish in Korea. 2. Toxicity of pufferfish *Takifugu vermicularis radiatus* (Gukmeribok). J. Korean Fish. Soc., 28, 141~144 (in Korean).
- Kawabata, T. 1978. Assay method for tetrodotoxin. In Food Hygiene Examination Manual. Vol. 2, (Environmental Health Bureau, Ministry of Health and Welfare, ed.). Japan Food Hygiene Association, Tokyo. p.232 (in Japanese).
- Kodama, M., T. Ogata and S. Sato. 1985. External secretion of tetrodotoxin from puffer fishes stimulated by electric shock. Mar. Biol. 87, 199~202.
- Noguchi, T., H. Akaeda and J.K. Jeon. 1997. Toxicity of a puffer, *Takifugu vermicularis*-1. Toxicity of alive *T. vermicularis* from Japan and Korea. J. Food Hyg. Soc. Japan, 38, 132~139 (in Japanese).
- Noguchi, T., D.S. Kim, S. Kanoh, M. Asakawa and T. Saito. 1991. Local variation in toxicity of *Fugu vermicularis radiatus*. J. Food Hyg. Soc. Japan, 32, 149~154 (in Japanese).
- Shiomi, K., E. Tanaka, S. Kumagai, H. Yamanaka, T. Kikuchi and T. Kawabata. 1984. Toxicification on muscle after thawing of frozen puffer fish. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 50, 341~347 (in Japanese).
- Shiomi, K., S. Shibata, H. Yamanaka and T. Kikuchi. 1985. Some factors affecting the toxicification of muscle after thawing of frozen puffer fish. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 51, 619~625 (in Japanese).

1999년 11월 9일 접수

2000년 4월 22일 수리