

## 국매리복은 과연 유독한가?

- 국매리복의 독성에 관한 최근의 연구성과 -

강릉대학교 해양생명공학부 전 중 균

### 1. 서 론

**최** 근 국민 소득의 증대와 더불어 국민들의 식생활 패턴이 매우 다양화하고 있다. 그리고 국민들의 음식물 소비형태도 과거의 축육 중심에서 수산물 중심으로 선화하고 있으며, 이와 함께 건강에 대한 관심도 높아지면서 '수산물=건강식'이라는 인식이 확산·정착되고 있다. 더욱이, 수산물의 섭취 형태도 과거에 구이나 찜 등의 가열 조리한 것보다 활어를 선호하는 경향이 두드러지게 나타나고 있으며, 횡감으로서의 소비량은 매년 급격히 늘고 있다. 이 중에서도 복어류의 소비는 매년 늘고 있어 이를 위해 국내에서도 일부 복어의 양식이 이루어지고 있다.

우리가 언제부터 복어를 먹어 왔는지는 분명치 않지만 아마도 선사시대로 거슬러 올라갈 수 있을 것이다. 외국에서는 패총 등지에서 복어의 뼈가 출토되고 있기도 하다. 오늘날 복어를 식용으로 하는 민족은 세계적으로도 매우 드물어 일본, 한국, 중국 등 매우 한정적이며, 우리 나라에서는 황복 *Takifugu obscurus*, 자주복 *T. rubripes*, 검자주복 *T. chinensis*, 까치복 *T. xanthopterus* 등의 고급종 외에도 은밀복 *Lagocephalus wheeleri*, 흑밀복 *L. gloveri*, 까칠복 *T. stictonotus*, 국매리복 *T. vermicularis* 등을 먹고 있다.

이 중에서 국매리복은 우리 나라 서해안과 제주

도 근방의 동중국해에서 다획되며, 가식부인 근육의 저작감(咀嚼感)이 뛰어나고 맛이 우수한데 비해 값은 저렴한 편이라서 대중적이다. 저작감이 좋아 일본에서도 자주복의 대용품으로 이용하였고, 복어의 최대 산지인 시모노세키(下關) 등지에서는 이것으로 각종 가공품을 만들어 판매하기도 하였다. 그러던 중 일본에서는 1992년을 전후하여 한국으로부터 수입한 국매리복에 의한 식중독 사고가 연이어 4건이나 발생한 바 있으며, 이를 계기로 행정당국(日本厚生省)은 자국산 국매리복의 유통과 판매는 물론 외국으로부터의 수입을 1993년부터 전면 금지시킨 바 있다. 이런 조치로 인해 우리나라는 일본으로의 수출(연간 약 700여톤)이 중단되어 관련 업계는 큰 타격을 입었다(연간 약 800여억원).

국매리복의 독성에 관해서는 일찍이 橋本(1950)가 독성을 조사한 바 있고, 이 결과를 근거로 그동안 일본에서는 국매리복을 식용으로 인정하였다. 최근에는 野口 등(1991)이 우리 나라의 부산 자갈치 어시장에서 팔리고 있는 냉동 국매리복을 입수하여 독성을 조사하여 근육은 약독, 껍질은 강독, 간장은 강독, 난소는 맹독, 정소는 강독, 장은 강독이었다고 보고하였다. 그리고 전·유(1995), 錢·野口(1996)도 1992년 5월부터 1995년 6월까지 경기도 인천시 소래포구와 안산시 사리포구에서 입수한 동결 시료를 대상으로 독성을 조사한 결과,

근육은 약독, 난소는 맹독, 정소는 강독, 간장은 맹독, 껍질은 강독이라고 하여 간장의 독성을 제외하고는 野口 등(1991)과 같은 결과를 보고한 바 있다.

이처럼 국매리복은 가식부인 근육에서 약하나 마 독성이 검출되고 있는데도 불구하고 우리 나라와 일본 큐슈지방의 주요 산지에서는 국매리복에 의한 식중독 사고가 거의 발생하지 않고 있는 것은 어째서일까? 혹시 국매리복의 근육은 본래 독성이 없는 것을 아닐까? 만일 그렇다면 근육은 어떻게 해서 독성을 나타내는 것인지 또한 어떤 경위로 근육의 독화가 이루어지는지를 밝힌다면 근육의 독화를 예방할 수가 있을 것이고, 그렇게 되면 식품소재로 판매 재개는 물론이고 관련 업계의 수출활성화 및 저이용 자원의 식량자원으로의 이용극대화 등 국민 복지에도 작게나마 기여할 수 있을 것이다.

이를 위해서는 우선 복어독(tetrodotxin)의 분포에 관해 간략히 설명할 필요가 있겠다. 주지의 사실이지만 복어는 맹독성의 물질이고, 독은 복어의 여러 조직에 분포한다. 그러나 분포조직은 대체로 간장, 난소, 내장 등이고 종류에 따라서는 근육, 정소, 껍질에도 독을 가진 것이 있다. 특히 껍질에 독을 가진 종은 껍질에 을 분비하는 독샘(毒腺, gland)이 분포하고 있어(Kodama et al., 1985), 산복어에게 여러 자극, 즉 '핸드링 조작'을 하거나 '전기 쇼크'를 주면 껍질로부터 독을 분비한다는 것이 여러 연구자들(Kodama et al., 1985; Saito et al., 1985)에 의해서 확인되었다. 게다가 껍질에 독을 가진 것으로 알려진 복섬 *T. niphobles*은 동결과 해동을 반복하는 과정 중에 껍질중의 독이 해동시에 드립으로 빠져 나오면서 근육에 스며들어 근육에서 독성이 검출되는 것이 밝혀진 바 있다(鹽見 등, 1984; 1985). 이처럼 복어의 껍질에 분포하는 독은 물리적인 자극에 의해 용출되는 듯하다. 따라서 다른 복어류와는 달리 껍질이 매우 약한 국매리

복이 어획중이나 유통시키는 동안에 개체간의 접촉에 의하여 껍질이 쉽게 손상된 것을 볼 수가 있으며, 이때 강독인 껍질 중의 독이 독샘에서 빠져 나와 근육으로 이행하므로써 근육이 독화할 가능성은 매우 크다고 여겨진다.

따라서, 국매리복 근육의 독화가 어획 후의 저장이나 유통과정 중에 일어날 수 있음을 확인하기 위해 이하의 연구를 수행하였다.

## 2. 본 론

앞에서도 언급하였듯이 국매리복은 다른 복어와는 달리 껍질이 매우 연약하기 때문에 어획시의 취급이나 저장 및 유통 과정 중에 쉽게 파손되므로 냉동과 해동하는 과정 중에 껍질의 독이 근육으로 이행하여 근육이 독화할 가능성이 매우 크다고 여겨지므로 우선 국매리복 선어와 냉동어의 근육중 독성의 차이 여부를 살펴보았다.

그 결과, 선어에서는 복어독의 식품안전기준치인 10 MU/g 이상의 독성은 단 1개체도 검출되지 않았고 평균독성도 6.0 MU/g 에 불과하였다. 하지만 냉동시료에서는 10 MU/g 이상의 독성을 가진 개체가 조사한 개체 중에서 약 38%나 검출되었고, 최고독성 30 MU/g, 평균독성 9.2 MU/g 나 되어 선어와 비교하였을 때 평균독성은 약 4배, 10 MU/g 이상의 출현율은 약 20 배나 크다는 것을 확인할 수 있었다. 이들 결과는 원래 국매리복의 근육은 무독 수준이지만 어체를 냉동한 다음 해동시키면 근육이 독화하여 독성이 높아질 수 있다는 가능성을 보여주고 있다.

그래서 다음으로는 냉동방법(-40℃의 심온과 -20℃의 일반냉동), 해동방법(상온에서의 완만해동, 저온에서의 유수해동 및 반해동), 냉동 후 보존기간, 냉동하기 전 어체 제거(껍질 제거 후 냉동, 내장 제거 후 냉동, 내장과 껍질 제거 후 냉동)에

다른 독성 차이를 조사하였다. 우선, 냉동방법을 달리하였더니 시료의 최고독성과 평균독성은 별 차이를 보이지 않았기에 냉동방법은 국매리복의 근육 독화에 큰 영향을 미치지 않는다고 여겨졌다. 그래서 해동방법을 달리하였더니 급속냉동하거나 완만냉동하거나 관계없이 상온에서 완만냉동한 검체들이 10 MU/g 이상의 유독개체 출현율, 최고 독성 및 평균독성이 모두 낮게 나타났다. 그러나 반 해동의 상태까지 해동한 경우에는 독성과 유독 개체 출현율이 앞의 방법들보다 훨씬 낮았기에, 어떻게 해동시키느냐가 근육으로의 독 이행과 깊은 관련이 있음을 알게 되었다. 그리고 냉동기간에 따른 근육의 독성도 비교해 보았지만 10 MU/g 이상의 유독개체출현율, 최고독성 및 평균독성 모두 큰 차이가 없었기에 냉동기간도 근육의 독화와는 관계가 없다는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 앞서 선어와 냉동어의 독성 차이가 냉동과 해동하는 동안 생체 안에서 독이 새롭게 만들어졌기보다는 해동중 독성이 강한 다른 조직으로부터 근육으로 독이 이행되었기 때문이라고 보는 것이 타당하다는 것을 제시하고 있다. 만일 근육으로 독이 이행되어 온다고 한다면 근육보다 독성이 높은 간장, 생식선을 포함한 내장 또는 껍질을 제거한 다음에 냉동시켰을 적에 독성이 낮아질 것이라 생각하여 국매리복을 통채로 냉동한 것과 상기 조직을 각각 또는 함께 제거한 다음 냉동하였다가 완만해동 시킨 후 근육 중의 독성을 비교하여 보았다.

그 결과, 5 MU/g 이상 또는 10 MU/g 이상의 유독개체 출현율은 내장을 제거한 복어가 가장 높았고 이어서 껍질과 내장을 함께 제거한 복어, 껍질을 제거한 복어의 순으로 나타나 차이가 났으며, 이런 순서는 최고독성이나 평균독성에서도 같았다. 이처럼 껍질을 제거한 국매리복에서 근육 중의 독성을 포함한 여러 측정항목이 모두 가장 낮은 독성을 보였으므로, 근육이 독성을 보이는 것은 동

결 후 해동하는 과정에 껍질에 분포하는 독샘으로부터 독이 빠져 나와 근육으로 옮겨갔기 때문임을 알 수 있었다. 그렇지만 내장을 제거한 복어의 근육중 독성이 그다지 낮지 않은 것으로 미루어 근육의 독화에는 크게 관여하지 않는 듯 하였다.

### 3. 결 론

본 연구를 통하여, 살아있거나 어획 직후의 국매리복은 근육이 무독 수준이지만 어획 후에 냉동을 시키면 독성을 나타내는데 이것은 강독을 가진 껍질 중의 독이 해동과정 중에 용출되어 나와 근육에 스며들기 때문이라는 것을 알 수 있었다.

이와 관련해서 국매리복은 앞서 말했듯이 껍질이 다른 복어류에 비해 매우 연약하기 때문에 어획시의 핸드링 조작이나 어획 후 유통 과정 중에 쉽게 손상을 입어 표피가 온전한 개체가 거의 없다. 껍질 중의 독샘은 주로 진피층에 분포하고 있으므로(Kodama et al., 1985) 단순한 핸드링 조작으로는 손실이 크지 않겠지만, 냉동이나 해동 등의 물리적인 자극이 가해지면 세포 수준에서의 조직 손상이 일어나게 되어 독샘이 손상을 입을 것이어서 독의 용출도 가능할 것이다. 실제로, 우리나라나 일본의 주요 어획(생산)지에서 국매리복에 의한 식중독 사고가 잘 발생하지 않는 것은 이처럼 선어 상태에서 껍질을 제거한 후에 근육을 먹기 때문이었고, 일본에서의 중독사고는 해동과정 중에 껍질 중의 독이 근육으로 옮겨졌기에 일어난 것이라 볼 수 있다.

이상의 연구결과를 살펴보면 국매리복으로 인한 중독은 얼마든지 예방할 수 있음을 알 수가 있을 것이다. 또한 냉동 국매리복을 어떻게 취급하는 것이 바람직한 방법인지를 생각하는데 중요한 단서를 제공하고 있는데, 우선 국매리복을 식용으로 하는 최선의 방법 즉, 해동 시 근육의 독화를 막을

수 있는 가장 확실하고 최선의 방법은 ① 어획 후 즉시 유독 조직을 제거한 다음에 냉동하는 것이다. 껍질이 강독인 국매리복은 내장뿐 아니라 껍질을 반드시 제거해야만 해동 시 껍질의 독성분이 근육으로 이행하는 것을 막을 수가 있다. 하지만 선어를 통째로 냉동하였을 경우에는 해동방법이라도 주의해야 하므로 ② 가능하다면 냉동한 상태에서 가식 부를 떼어 내거나, 어쩔 수 없는 경우라면 반 해동된 상태에서 가식 부를 떼어내도록 한다. 한편, 어쩔 수 없이 완전히 근육이 풀리도록 해동되었을 경우에는 가능한 한 빠른 시간 내에 껍질이나 간장, 난소 등의 유독 부위를 제거하고 나서 흐르는 물에 담구어 독이 유출되도록 하는 것이 좋겠다.

본 연구에서 얻어진 결과를 토대로 제안한 이들 취급방법을 어획 후 유통현장에서 확실하게만 실행한다면 냉동 국매리복에 의한 식중독은 사전에 예방할 수 있을 것이며, 따라서 외국으로의 수출도 가능하여 관련 산업의 활성화는 물론이고 국민들의 고급 단백질 소재로서의 안전성 확보에도 기여할 수 있을 것이다.

끝으로, 이것과 관련된 희망적인 사항으로는 현재 일본에서도 국매리복의 유통과 판매는 금지되고 있지만 일본의 최대어장인 큐슈의 일부지역에서 잡은 것에 한해서는 유통과 판매를 일본 후생성도 허용하고 있다. 이것은 물론 지역의 산학연의 연구결과를 관계당국이 인정하였기 때문인데, 앞으로는 우리들도 본 연구결과 등을 토대로 일본의 관계당국과 꾸준히 협의를 해 나간다면 머지않아 재차 수출 길도 열릴 것이라 여겨지며, 현재 일본의 학계 연구자들과 공동으로 이 일을 추진하고 있다. 그리고 이 연구는 해양수산부의 수산특정연구비 지원에 의해 수행되었으며, 감사의 말씀을 전합니다.

## 참 고 문 헌

- 전중균·유재명(1993). 한국 복어의 분류와 독성. 한국 해양연구소, BSPE 00313-579-3. pp.61.
- 전중균·유재명(1995). 한국산 복어의 독성. 2. 국매리복의 독성. 한수지 28(2), 141~144.
- 錢重均·野口玉雄(1996). 韓國産ナシフグの毒性. 日水誌 62(6), 944~945.
- 橋本芳郎(1977). 魚貝類の毒. 學會出版センター. p.377, 東京, 日本.
- 野口玉雄·金東洙·加納碩雄·淺川 學·齊藤俊治(1991). ナシフグ *Fugu vermicularis radiatus*의 毒性의 地域差. 日本食品衛生學會誌 32, 149~154.
- 鹽見一雄·紫田 哲·山中英明·菊池武昭(1984). 冷凍フグ解凍時における筋肉の毒化. 日水誌 50, 341~347.
- 鹽見一雄·田中榮治·熊谷純智·山中英明·菊池武昭·河端俊治(1985). 冷凍フグ解凍時における筋肉の毒化に影響をおよぼす諸因子の検討. 日水誌 51, 619~625.
- 赤枝 宏·野口玉雄 (1996). 日本産ナシフグの毒性ならびに中毒アンケート調査. 日水誌, 62(6), 942~943.
- 河端俊治(1978). 食品衛生検査指針II. (厚生省環境衛生局監修). 232~240p. 日本食品衛生協會, 東京.
- Hashimoto, Y.(1950). On the toxicity of a puffer, "Nashifugu" (*Sphoeroides vermicularis radiatus*). Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 16, 43~45.
- Kodama, M., T. Ogata and S. Sata.(1985). External secretion of tetrodotoxin from puffer fishes stimulated by electric shock. Marine Biol. 87, 199~202.
- Noguchi, T., H. Akaeda and J. K. Jeon. (1997). Toxicity of a puffer, *Takifugu vermicularis*-I. Toxicity of alive *T. vermicularis* from Japan and Korea. J. Food Hyg. Soc. Japan, 38(3), 132~139.
- Saito, T., T. Noguchi, S. Kanoh and K. Hashimoto (1985). Tetrodotoxin as a biological defence agent for puffers. Nissuishi 51, 1175~1180.