J. Fd Hyg. Safety 15(4), 293–296 (2000)

이매패류의 품종별 마비성패류독 축적능 및 독소 구성성분 비교

박미정† · 이희정 · 이태식 · 손광태 · 변한석 · 박정흠 · 장동석*
국립수산진흥원 위생가공연구실
**부경대학교 식품생명공학부*

Comparison of Paralytic Shellfish Poison Contents and Components in the Different Bivalve Species

Mi Jung Park†, Hee Jung Lee, Tae Seek Lee, Kwang Tae Son, Han Suck Byun, Jeong Heum Park, and Dong Suck Jang*
Sanitation & Processing Research Division, National Fisheries Research & Development Institute, Pusan 619-900, Korea
**Division of Food Science and Biotechnology, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea*

ABSTRACT – Paralytic shellfish poison (PSP) occurrence and variation in the different bivalve species including oyster, *Crassostrea gigas* and mussel, *Mytilus edulis* in Jinhae bay Korea from January to December in 1997 were surveyed. And also compositional characteristics of PSP ingredients in the different bivalve species were investigated. PSP in shellfish was detected from late February and increased continuously until the middle of April in Jinhae bay. And after April PSP level had been decreased gradually and the toxicity was not detected by mouse bioassay in the early of June. Of the examined bivalve species, PSP content in the mussel exhibited the highest value and the PSP content in the mussel in the middle of April, PSP high season in Jinhae bay, was 6 times higher than that in the oyster. Gonyautoxin (GTX)1~4 group occupied 59.0~78.8% of whole PSP contents and identified as dominant ingredient in the examined bivalves except oyster. And it is also identified that the PSP toxicity in the tested species were derived from the GTX group. And the dominant ingredient of PSP in the oyster was carbamoyl-N-sulfo-11α- hydroxysaxitoxin sulfate(C1)(37.9%) and neosaxitoxin(neoSTX)(26.2%). But the toxicity of C1 in the tested oyster could be ignorable and most toxicity (80.0%) was derived from saxitoxin (STX) group.

Key words □ Paralytic Shellfish Poison, Bivalve

마비성패류독(Paralytic Shellfish Poison, PSP)은 진주담치, 굴, 가리비 등의 이매패류가 *Alexandrium tamarense, A. catenella* 등의 유독 플랑크톤을 여과 섭식함으로써 플랑크톤의 독성 물질이 패류 체내에 축적된 것이다[1].

마비성패류독의 패류 체내 축적 정도는 패류의 품종에 따라 달라질 수 있는 것으로 보고되고 있으며[2-3], 패류 품종에 따라 독소 축적율이 다른 것은 패류마다 먹이 선택성과 여과 섭식 효율성이 각기 다르기 때문이라고 보고하고 있다[4]. 또한 패류의 체내에 축적된 마비성패류독의 구성성분도 패류의 품종에 따라 달라질 수 있으며, 이는 패류 종에 따라 먹이 선택성이 각기 다르고[5], 생체 내에 축적된 독소 성분이 각각의 패류 종의 독특한 대사 기구에 의하여 상호 변환되거나 다른 물질로 전환되기 때문이라고 보고되고 있다[6-7].

본 연구에서는 마비성 패류독에 의하여 독화된 패류의 효율적 활용 방안 모색과 제독 방법 구명을 위하여, 경남 진해만 패류 양식장에서 채취한 진주담치, 굴, 바지락, 피조개, 그리고 왕우럭을 대상으로 독화 정도의 차이와 축적된 독소 구성성분을 비교 분석하였다.

재료 및 방법

시료

1997년 1월부터 1998년 3월 사이에 경남 마산시 구복리, 거제시 칠천도, 이수도(Fig. 1) 등에서 채취한 양식산 진주담치(*Mytilus edulis*), 굴(*Crassostrea gigas*), 바지락(*Ruditapes*

†Author to whom correspondence should be addressed.

philippinarum), 피조개(*Scapharca broughtonii*)와 자연산 왕우럭(*Tresus keenae*)등 패류 5종을 시험 대상으로 하였다.

독소추출 및 독력 측정

마비성패류독 추출과 독력 측정은 A.O.A.C.[8] 및 Oshima[9]의 high performance liquid chromatography (HPLC)법에 준하였다.

표준독소

독소 정량 및 구성성분 분석에 사용된 표준 독소[carbamoyl-N-sulfo-11 -hydroxysaxitoxin sulfate (CTX), gonyautoxin (GTX), saxitoxin (STX) group]는 미국 FDA 및 일본 東北大學에서 분양받아 사용하였다.

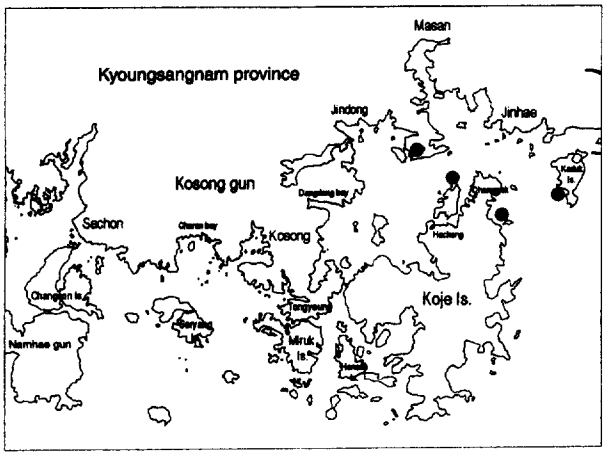

Fig. 1. Location of sampling stations (●) in southern coastal area.

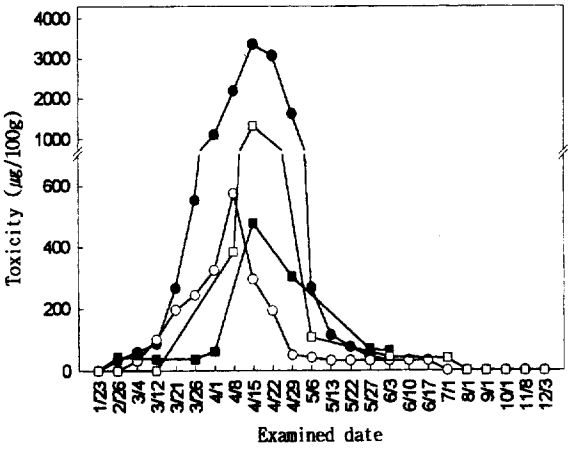

Fig. 2. PSP content in the different bivalve species in Jinhae bay in 1997.
●, Mussel; ○, Oyster; ■, Ark shell; □, Manilla neck clam.

마비성패류독 구성성분 분석

시료 중의 마비성패류독 구성성분은 Oshima[9]의 post-column을 이용한 미량 형광 HPLC법으로 분석하였다.

결과 및 고찰

이매패류 품종별 마비성패류독 독화 경향

경남 진해만 해역에서 1997년 1월부터 12월까지 채취한 패류 종류별 시료에 대한 마비성패류독의 분석 결과는 Fig. 2와 같다.

패류 독화는 2월 하순에 시작되어 4월 중순에 최성기에 도달한 후 5월부터 급격히 감소하여 6월말 경에는 검출되지 않았다. 6월말에 소멸한 독소는 7월 이후부터 12월까지는 다시 출현하지 않았다.

패류의 독화 및 감독 경향은 패류의 종류에 따라 현격한 차이가 있었다. 즉 독소 출현 최성기였던 4월 중순의 진주담치 중의 독소 함량은 3,351 μg/100 g으로 독화의 정도가 바지락 (1,324 μg/100 g), 굴 (574 μg/100 g)에 비하여 각각 2.5 및 6배 정도 높았으며, 독화의 정도가 상대적으로 가장 낮았던 피조개 (478 μg/100 g)에 비하여는 약 7배 높은 독성치를 나타내었다.

패류 중의 마비성패류독 함량이 식품에서의 허용기준치[10] (80 μg/100g) 이상 유지되었던 기간은 진주담치가 약 2개월로 가장 길었으며, 다른 종에 있어서도 약 1개월 정도 지속되었다. 한편 진해만에서의 주요 양식 대상 품종인 진주담치와 굴의 경우 최고 독력인 3,351 및 574 μg/100g에서 50% 수준으로 자연 감소하는데는 각각 15일과 7일이 소요되었으며, 기준치 이하로 감소하는데는 각각 약 1개월과 20일이 소요되었다.

한편 水田 等[11]은 굴과 진주담치의 독화 경향을 비교한 실험에서 진주담치가 85MU/g, 굴이 30MU/g으로 진주담치가 약 3배 정도 높은 경향을 나타내었다고 보고한 바 있으며, 大島[12], Asakawa et al.[13]도 진주담치가 굴이나 바지락 등 다른 패류에 비하여 독화 경향이 높았다고 보고한 바 있다. 大島[12]는 진주담치가 굴에 비하여 상대적으로 높게 독화되는 것은 진주담치가 *A. tamarense, A. catenella*와 같은 마비성패류독 원인 플랑크톤만을 선택적으로 섭취하는 여과섭식 체계가 잘 발달되어 있기 때문이라고 추정한 바 있다. 그리고 Jorgenson[4]은 진주담치가 백합류보다 높게 독화되는 것은 진주담치가 백합류에 비하여 상대적으로 높은 여과섭식능을 가지기 때문이라고 보고한 바 있다.

이매패류 품종별 마비성패류독 구성성분 비교

진주담치, 굴 등 패류 품종에 따른 마비성패류독 축적의

Table 1. Comparison of PSP components in the different bivalve species

Species	C1	C2	GTX1	GTX2	GTX3	GTX4	GTX5	neoSTX	dcSTX	STX	Total	Mouse bioassay (μg/100 g)
	Toxicity (MU/g)											
	Toxin composition (mole %)											
Mussel	0.0	0.2	3.0	0.4	0.6	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6[1)]	110
	20.8	14.4	23.3	8.6	7.1	25.1	0.0	0.0	0.7	0.0	100[2)]	
Manilla neck clam	0.0	0.0	3.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	3.6	60
	14.0	2.6	70.6	0.0	4.1	4.1	0.0	0.0	0.0	4.5	100	
Ark shell	0.0	0.0	1.3	0.6	0.6	0.3	0.0	0.0	0.3	0.3	3.4	52
	8.9	2.2	21.4	29.0	16.1	7.3	0.0	0.0	10.4	4.7	100	
Surf clam	0.0	0.0	1.2	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.2	0.0	1.8	38
	22.5	6.8	40.0	4.4	2.7	11.9	0.0	0.0	11.7	0.0	100	
Oyster	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.9	0.3	0.0	1.5	32
	37.9	0.0	0.0	8.8	9.5	0.0	0.0	26.2	17.6	0.0	100	

[1)] Toxicity (MU/g) calculated by Oshima's method
[2)] Toxin composition (mole %)

정도와 축적 독소의 구성성분, 그리고 각 구성성분의 상대적 독성치 분석 결과는 Table 1과 같다.

1998년 3월 24일에서 27일 사이에 경남 거제시 칠천도에서 채취한 진주담치, 굴, 바지락과 거제시 이수도에서 채취한 왕우럭, 피조개를 시험 대상으로 하였으며, 시험 대상 패류 중의 독소 함량은 진주담치가 110 μg/100g으로 가장 높았으며, 다음이 바지락 (60 μg/100g), 피조개 (52 μg/100g), 왕우럭 (38 μg/100g), 굴 (32 μg/100g)의 순으로 (Table 1), 패류 종류별 독화 경향은 1997년과 거의 유사하였다 (Fig. 2).

한편 패류 체내에 축적된 마비성패류독 구성성분은, 진주담치의 경우 GTX1과 GTX4 가 각각 23.3 및 25.1%로 전체 구성의 48.4%로 우점을 차지하였으며, GTX1, 4의 독성은 시료에서의 검출 독성의 81.8%로 절대 우점을 차지하였다. 바지락의 경우는 GTX1이 독소 구성의 70.6%와 검출 독성의 88.8%를 차지하였다. 그러나 피조개에서는 PSP 구성성분 중에서 상대적으로 비독성이 강한 것으로 알려진 GTX1~4 group이 구성성분의 73.8% (7.3~29.0%)를 차지하였으며, 전체 독성의 82.3%를 나타내었으며, 그 중 GTX1이 전체 독성의 38.2%를 나타내는 것으로 확인되었다. 그러나 피조개와 검출 독량이 거의 비슷하였던 왕우럭의 경우, GTX1이 구성비는 40.0%, 전체 독성의 66.6%를 차지하였다. 한편 시험 대상종 중에서 가장 낮은 독소 함량을 나타낸 굴은 C1이 구성비의 37.9%였으나 독성은 거의 나타내지 못하며, 굴에서 발현되는 마비성패류독의 독성은 STX group에 의한 것으로 확인되었다.

Takatani et al.[14]은 굴의 마비성패류독 구성성분 분석 시험 결과, C1이 53.7%로 절대 우점을 차지하였으며, 다음이 C2 (25.9%), GTX5 (3.8%), GTX6 (7.1%), dcSTX (1.3%), neoSTX (0.3%)이었다고 보고한 바 있다.

Lee et al.[15]과 Murakami et al.[16-17]은 서로 다른 패류 중에 축적된 마비성패류독의 구성성분에 차이가 나는 것은 패류별로 먹이 선택성과 체내 대사 기구가 다른 데에 기인하는 것으로 추정하였다.

국문요약

마비성패류독에 의하여 독화된 패류의 활용 방안 모색과 제독 방법 구명을 위하여 1997년 1월부터 12월까지 경남 진해만산 이매패류의 마비성패류독에 의한 독화 경향과 각각의 패류 종에 축적된 독소 구성성분 특성을 조사한 결과는 다음과 같다. 진해만 해역에서의 마비성패류독에 의한 이매패류 독화는 2월부터 시작하여 4월 중순에 최성기에 도달한 후 점차 감소하여 6월에는 완전히 소멸되었으며, 주요 양식 대상 품종인 진주담치와 굴 중의 마비성패류독이 식품에서의 허용기준치 (80 μg/100g) 이상 지속되었던 기간은 각각 2개월과 40일이었다. 패류 종에 따른 마비성패류독에 의한 독화의 정도는 진주담치가 가장 높았으며, 바지락, 굴, 피조개의 순이었다. 독소 출현 최성기인 4월

중순에서의 진주담치 독화의 정도는 굴의 6배에 달하였다. 독화된 진주담치와 굴의 경우 최고 독력 3,351 및 574 μg/100 g에서 50% 수준으로 자연 감소하는데는 각각 15일과 7일이 소요되었으며, 기준치 이하로 감소하는데는 각각 1개월과 20일이 소요되었다. 패류의 체내에 축적된 마비성패류독의 구성성분은 진주담치, 바지락, 피조개, 그리고 왕우럭에서는 GTX1~4 group이 59.0~78.8%로 절대 우점을 차지하였으며, 검출 독성도 대부분 GTX group에 의한 것이었다, 그러나 굴의 경우 C1과 neoSTX가 각각 37.9%, 26.2%를 차지하였으나 C1에 의한 독성은 거의 없었으며, 검출 독성의 대부분 (80.0%)이 STX group에 의한 것으로 확인되었다.

참고문헌

1. Schantz, E. J., Mold, J. D., Stranger, D. W., Shavel, J., Riel, F. J., Bowden, J. P., Lynch, J. M., Wyler, R. S., Reigel, B. and Sommer, H.: Paralytic shellfish poison . A procedure for the isolation and purification of the poison from toxic clams and mussel tissues. *J. Am. Chem. Soc.*, **79**, 5230-5235 (1957).
2. Medcof, J. C.: PSP characteristics of ocean clams in the Bay of Fundy. *Dep. Fish. Forest.*, pp. 1-4 (1970).
3. Medcof, J. C.: PSP characteristics of ocean clams. *Dep. Fish. Forest.*, pp. 9-10 (1971).
4. Jorgenson, C. B.: Biology of suspension feeding. Pt. 3. Food of suspension feeders. Pergamon Press, New York, pp. 242-294 (1966).
5. 村上りっ子, 野口玉雄: 麻痺性貝毒 "最近の知見を中心に". 食衛誌, **41**, 1-10 (2000).
6. Shimizu, Y. and Yoshioka, M.: Transformation of paralytic shellfish toxins as demonstrated in scallop homogenates. *Science*, **212**, 547-549 (1981).
7. Sullivan, J. J., Iwaoka, W. T. and Liston, J.: Enzymatic transformation of PSP toxins in the littleneck clam *Protothaca staminea*. *Biochem. Biophys. Res. Comm.*, **114**, 465-472 (1983).
8. A.O.A.C. Official methods of analysis. 16th ed., Association of Official Analytical Association of Official Analytical Chemists, Ch. 35, Arlington, Virginia, pp. 21-22 (1995).
9. Oshima, Y.: Postcolumn derivatization liquid chromatographic method for paralytic shellfish toxins. *J. AOAC International*, **78**, 528-532 (1995).
10. Ministry of Health and Welfare: Standard of Food, Notice of Ministry of Health and Welfare, No. 1995-34 (1995).
11. 水田滿里, 山田圭一, 高田久美代, 島岡眞佐子, 高山晴義, 大內晟: カキ, ムラサキイガイ及びホタテガイにおける痲痺性貝毒の蓄積と低下の相違. 食衛誌, **40**, 19-22 (1999).
12. 大島泰克: まひ性貝毒の發生狀況. "有毒プランクトン-發生・作用機構·毒成分"(日本水產學會編), 水產學シリーズ No. **42**. 恒星社厚生閣, 東京, pp.73~87 (1982).
13. Asakawa, M., Miyazawa, K. and Noguchi, T.: Studies on paralytic shellfish poison (PSP) toxification of bivalves, in association with appearance of *Alexandrium tamarense*, in Hiroshima Bay, Hiroshima Prefecture. *J. Food Hyg. Soc. Japan.*, **34**, 50-54 (1993).
14. Takatani. T., Akaeda, H., Kaku, T., Miyamoto, M., Mukai, H. and Noguchi, T.: Paralytic shellfish poison infestation to Oyster *Crassostrea gigas* due to dinoflagellate *Gymnodinium catenatum* in the Amakusa Islands, Kumamoto Prefecture. *J. Food Hyg. Soc. Japan.*, **39**, 292-295 (1998).
15. Lee, J. S, Jeon, J. K., Han, M. S., Oshima, Y. and Yasumoto, T.: Paralytic shellfish toxins in the mussel *Mytilus edulis* and dinoflagellate *Alexandrium tamarense* from Jinhae Bay, Korea. Bull. *Korean Fish. Soc.*, **25**, 144-149 (1992).
16. Murakami, R., Yamamoto, K. and Noguchi, T.: Toxicity and paralytic shellfish poison composition of three species of bivalves collected in Ibaraki Prefecture, Japan. *J. Food Hyg. Soc. Japan.*, **40**, 46-54 (1999a).
17. Murakami, R., Yamamoto, K. and Noguchi, T.: Difference in PSP composition among various parts of surf clam. *J. Food Hyg. Soc, Japan.*, **40**, 55-61 (1999b).