

강릉 연안산 참가리비의 PSP 독화 및 독조성

전중균·한명수*·박영제**·윤문영***

강릉대학교 생명과학대학 해양생명공학부, *한양대학교 자연과학대학 생물학과,

국립수산진흥원 강릉종묘배양장, *한양대학교 자연과학대학 화학과

Paralytic Shellfish Toxin Composition and Intoxication of Scallops (*Patinopecten yessoensis*) in Kangnung Coastal Waters of East Sea in 1997

Joong-Kyun JEON, Myung-Soo HAN*, Young Je PARK** and Moon-Young YOON***

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

*Dept. of Biology, Col. of Natural Science, Hanyang Univ., Seoul 133-791, Korea

**Kangnung Hatchery, Nat. Fish. Res. & Develop. Inst., Kangwon-do 210-800, Korea

***Dept. of Chemistry, Col. of Natural Science, Hanyang Univ., Seoul 133-791, Korea

Toxicity and toxin compositions of wild and cultured scallops (*Patinopecten yessoensis*), collected from coastal waters near Kangnung of East Sea, were examined from January to June, 1997. By mouse bioassay methods, the toxicity was detected with low toxicity of 2 MU g⁻¹, and paralytic shellfish poisoning (PSP) toxin was detected in the specimens from 30 April to 15 May by HPLC. GTXs and PXs were identified as the major toxin components.

Key words: Scallop, *Patinopecten yessoensis*, PSP

서 론

참가리비 (*Patinopecten yessoensis*)는 큰가리비라고 불리기도 하였으며, 우리 나라에서는 동해안의 영일만 (Lee and Jo, 1980)으로부터 강원 북부 연안에 걸쳐 수심 20~50m의 사략질 해저에 자연 서식하는 것으로 알려져 있다. 생산량은 1970년대 초반에 자연산이 대부분을 차지하여 약 900 여톤 생산되었으나 현재는 생산량이 매우 적고 강원 북부 연안에서만 일부 생산되고 있을 뿐이다. 큰가리비의 양식은 1990년대에 들어서면서 꾸준히 추진되어 1996년에는 성패 1,575톤이 생산되었고 102억원의 생산금액을 올리는 등 동해 북부 연안의 주요 양식품종으로 자리매김을 하고 있다 (강원도농어촌연구소, 1997).

마비성패독 (paralytic shellfish poisoning, PSP)이란 유독 외편모조인 *Alexandrium* spp., *Pyrodinium* spp. *Gymnodinium* sp. 등이 filter-feeding 하는 패류의 소화관에 축적되어, 이를 먹은 사람에게 중독 증세를 일으키는 맹독성 물질로 널리 알려져 있다 (Hashimoto, 1979). 국내에서는 PSP로 이매패류가 독화한다는 사실이 1986년 처음 알려진 이래 (KORDI, 1986; Jeon et al., 1987; Chang et al., 1987), PSP에 관한 본격적인 조사에서 비단가리비·참가리비 등의 가리비류가 독화한다는 사실이 확인되었으며, 포항에서 수집한 참가리비는 독화 정도

가 매우 심하여 동시에 조사한 다른 패류보다 약 2 배나 독성이 높았고 개체당 독량도 145 MU 나 되었다 (Jeon et al., 1988). 그리고 외국에서도 참가리비는 PSP에 의해 쉽게 독화하는 종으로 알려져 있다 (Hashimoto, 1979).

고급 양식품종으로 차츰 자리매김을 하고 있는 참가리비의 PSP 독화에 관해서는 우리 나라에서도 간헐적으로 조사된 바 있지만 (Jeon et al., 1988), 연중 독화시기, 독화해역, 독성 및 독조성 등에 관한 집중적인 연구는 거의 이루어지지 못하였다. 따라서, 본 연구는 해산식량자원의 안전성 확보 및 농어민 소득과 밀접한 수산경제의 활성화를 위한 연구의 일환으로서 강릉 인근해역에서 1997년 1월부터 6월까지 매월 3 회씩 주기적으로 채집한 참가리비의 PSP 독화시기, 독성 및 독조성을 조사한 것으로서 이하 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

시료 : 실험에는 자연산과 양식산의 참가리비 (*Patinopecten yessoensis*)를 사용하였다. 양식산은 강원도 강릉시 사천의 개인 양식장에서, 그리고 자연산은 양양군 기사문항에서 양육한 것을 각각 수집하였다. 수집은 1997년 1월부터 6월말까지 10일 간격으로 매월 3회에 걸쳐

하였으며, 채집후 실험에 사용하기까지는 -25°C 의 냉동고에 보관하였다.

독조성의 분석: 참가리비로부터 조독소의 추출과 독조성 분석을 위한 전처리는 다음과 같이 하였다. 즉, 냉동상태로 보관 중이던 시료를 반해동시켜 증장선만을 떼어낸 다음 3배량의 1% 초산-30% 에탄올 용액과 함께 Tissue homogenizer (Tekmar T25-S1, Ika Lab., Germany)로 1분간 균질화한 다음, 원심분리후 상등액을 모으고나서 잔사는 같은 방법으로 2회 반복하여 상등액을 모았다. 이것을 감압농축기로 농축시켜 일정량으로 한 뒤 이 중에서 1 ml를 ICR계통의 마우스에 복강내 투여하여 독성을 확인하였다. 독성이 확인된 시료는 동결건조하여 일정량의 증류수로 녹인 다음에 Sep-Pak ODS C18 (Waters, U.S.A.), Ultrafree (GC3C, Millipore, U.S.A.)를 사용한 원심환외여과 과정을 거쳐 분석시료로 하였다.

HPLC 분석: Oshima et al. (1989)의 방법에 따라 분석하였으며, 분석에 사용한 독성분의 각 표준은 Jeon et al. (1987)에서와 같다.

결과 및 고찰

Table 1은 독화 시기를 파악하기 위하여 1997년 1월부터 6개월동안 채집한 시료를 대상으로 증장선의 독성을 mouse bioassay로 조사한 결과이다. 여기에서 1 MU는 시료 1 ml를 mouse에 복강내 투여시 15분에 치사시키는 독량이다. 본 독성치는 산(酸)만으로 독소를 추출하여 독량을 측정하는 AOAC (1984)나 日本食品衛生検査指針 (Kawabata, 1978)의 공정법과는 달리 산성에탄올 용액으로 추출한 것이므로 산추출액의 독성과는 다소 차이를 보일 것이다. 한편 독성을 조사하는데 증장선을 사용

하는 것은 독소가 참가리비의 모든 조직에서 비슷한 수준으로 분포하는 것이 아니고 증장선>외투막>아가미>생식선>패주의 순이고, 특히 증장선에 고농도로 농축되어 있고 이들 조직은 일년 내내 높은 수준을 유지하고 있기 때문이다 (Cembella et al., 1994; Cembella et al., 1993a).

본 연구조사 결과, 1997년 4월 30일의 참가리비에서 낮기는 하지만 독성이 검출되었으며 이 독성은 5월 15일까지도 남아 있었다. 같은 지역에서 1994년에 채집한 참가리비의 내장에서는 2월 15일과 3월 17일에 약 $36\sim 41 \mu\text{g}/100 \text{g}$ ($=1.8\sim 2.0 \text{ MU g}^{-1}$)의 독성이 검출되었다 (농림수산부, 1995)고 하였는데, 본 조사와 독성은 비슷한 수준이었지만 Jeon et al. (1988)이 포항산 참가리비에서 확인한 독성에 비하면 낮았다. 비록 이번의 조사에서는 독성이 안전기준치인 4 MU g^{-1} (또는 $80 \mu\text{g}/100 \text{g}$)에 미달하는 수준이었지만, PSP의 독화의 특성상 한번 패류의 독화가 발생한 지역에서는 세월이 지나면서 독화 지역의 확대, 독화 패류의 확산, 독농도의 심화 등이 생기기 때문에 바람직하지 못하다. 그리고 독화 시기의 경우, 금번 조사에서는 4월말~5월중이어서 1994년의 2월 중순~3월 중순에 비해 무려 두 달이나 지연되었는데, 이런 차이는 해수 환경의 차이에 기인한 것이라 여겨진다. 예를 들어, 일본 Hokkaido (北海道)에 위치한 Funka bay (噴火灣)에서는 참가리비가 대개 4~10월경에 독화하지만, Sanriku (三陸) 지방의 Ofunato bay (大船渡灣)에서는 5월경에 독화하며 (Noguchi et al., 1978; Ogata et al., 1982), Honshu (本州) 남부에 위치한 Wakanoura bay에서는 6월경에 주로 독화 (Nagashima et al., 1988) 한다.

한편, 마비성 독성분을 동정하기 위하여 독성을 확인한 4월 30일과 5월 15일 참가리비의 증장선으로부터 부분정제한 조독소를 HPLC로 분석하였으며, 그 결과는 Fig. 1~3과 같다.

우선 gonyautoxin (GTX) (Fig. 1)의 경우에는 GTX 1~4가 두 시료에서 모두 검출되었고, saxitoxin (STX) (Fig. 2)의 경우에는 4월 30일 시료에서만 decarbamoyl-saxitoxin (dcSTX)이 흔적량 정도로 확인되었다. 한편, 저독성성분인 protogonyautoxin (PX 또는 C) (Fig. 3)은 4월 30일 시료에서 확실하게 검출되었지만 5월 15일 시료에서는 PX-1만이 검출되었다. 이것으로 참가리비의 독성분의 특징은 비독성이 비교적 강한 carbamate 유도체인 GTXs와 저독성의 N-sulfocarbamoyl 유도체인 PX-1/PX-2가 주요 성분임을 확인할 수가 있었다. 한편 저독성성분의 PX-1/PX-2는 주로 원인플랑크톤 등에서 확인

Table 1. Paralytic shellfish toxicities in wild and cultured scallops (*Patinopecten yessoensis*) in Kangnung coastal waters of Korean East Sea in 1997

Date of sampling	Toxicity of digestive gland (MU g^{-1})		Date of sampling	Toxicity of digestive gland (MU g^{-1})	
	Wild	Cultured		Wild	Cultured
10 Jan.	-	-	9 Apr.	-	-
20 Jan.	-	-	21 Apr.	-	-
10 Feb.	-	-	30 Apr.	-	2.0
20 Feb.	-	-	15 May	-	2.5
10 Mar.	-	-	30 May	-	-
15 Mar.	-	-	13 June	-	-
25 Mar.	-	-	18 June	-	-
31 Mar.	-	-	30 June	-	-

- : less than 2 MU g^{-1}

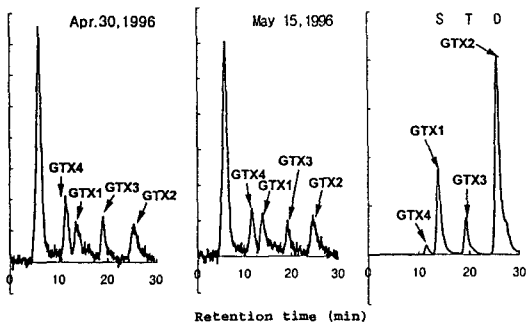


Fig. 1. HPLC analysis for GTXs fractions of cultured scallop collected from Kangnung coastal waters in 30 April and 15 May, 1997.

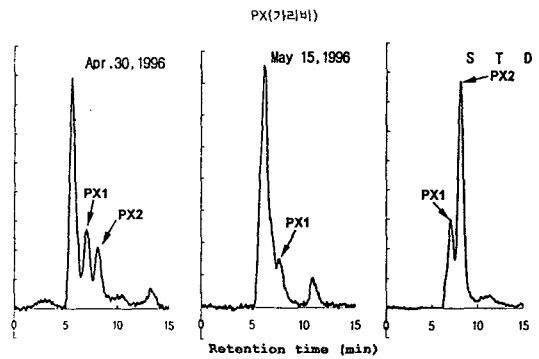


Fig. 3. HPLC analysis for PXs fractions of cultured scallop collected from Kangnung coastal waters in 30 April and 15 May, 1997.

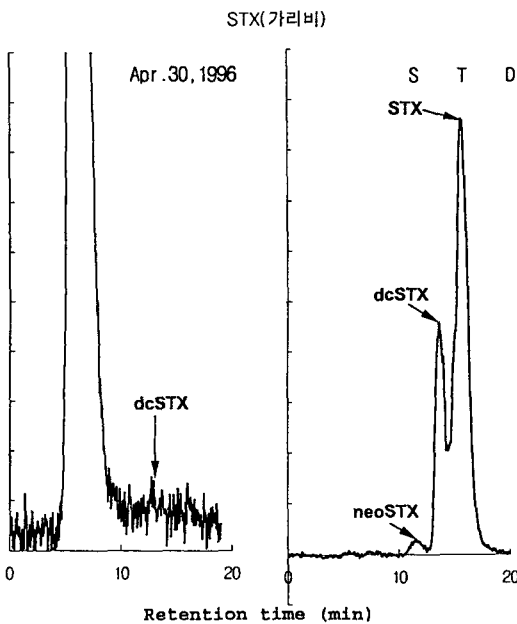


Fig. 2. HPLC analysis for STXs fractions of cultured scallop collected from Kangnung coastal waters in 30 April and 15 May, 1997.

되는데 본 조사 결과 주요 성분으로 확인된 것은 아마도 가리비의 낮은 독성과도 관련이 있을 것으로 보인다. 그리고 Cembella et al. (1993b)은 독화 패류의 독조성과 원인플랑크톤과의 관계에서 독조성은 서로 차이를 보이며, 원인플랑크톤에 N-sulfocarbamoyl 화합물이 많은 것과는 달리 독화한 패류에는 carbamate 화합물이 주성분인 점을 들어 가리비 체내에서 독조성의 변환이 일어났을 가능성을 예상하고 있다. 실제로 Shimizu et al. (1981), Sullivan et al. (1983), Kotaki et al. (1985)

은 패류 체내의 효소나 세균에 의해서 조성간에 상호 변환할 수 있음을 입증하기도 하였다.

이상의 연구 결과에서, 우리 나라 동해 연안에서 양식되고 있는 참가리비는 중장선에서 독성이 검출된 것으로 보아 봄철(4~5월경)동안에 비록 낮은 수준이기는 하지만 PSP에 의해서 독화하며, 독성분은 GTXs와 PXs가 주요 성분이었다. 이것은 국내에서 참가리비의 독성을 확인한 첫 보고이다. 따라서 가리비류는 PSP의 배출기간이 비교적 짧다 (Cembella et al., 1993a)는 점도 고려하여 향후 원인생물의 확인 등 정확한 독화상황을 파악할 필요가 있으며, 이는 수산물의 식량자원으로서 안전성 확보뿐 아니라 독화 해역의 확산을 예방하기 위한 기초자료로 크게 활용될 것이다. 한편, 참가리비를 독화시키는 원인생물에 관해서는 현재 연구를 진행 중에 있다.

요 약

동해안 강릉 연안의 양식산과 자연산 참가리비의 마비성패독(PSP)에 의한 독화상황을 파악하기 위하여 1997년 1월부터 6월까지 중장선의 독성을 조사하였다. 마우스를 이용한 생물검정법으로 조사한 결과, 4월 30일과 5월 15일 시료에서 비록 2 MU g⁻¹의 낮은 하였지만 독성이 검출되었으며, HPLC로 독조성을 분석하였더니 gonyautoxins (GTXs)와 protogonyautoxins (PXs)가 주요 성분으로 확인되었다. 이로써 우리 나라 동해안에서도 PSP에 의해서 패류가 독화된다는 사실을 확인할 수 있었다.

감사의 글

본 연구의 일부는 학술진흥재단의 학제간 연구사업의 지원을 받아 수행되었기에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- AOAC, 1984. Paralytic shellfish poisoning. 18.070. In Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. W. Horwitz, ed. Washington, pp. 319~321.
- Cembella, A.D., S.E. Shumway and R. Larocque. 1994. Sequestering and putative biotransformation of paralytic shellfish toxins by the sea scallop *Placopecten magellanicus*: Seasonal and spatial scales in natural populations. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 180 (1), 1~22.
- Cembella, A.D., S.E. Shumway and N.I. Lewis. 1993a. Anatomical distribution and spatio-temporal variation in paralytic shellfish toxin composition in two bivalve species from the Gulf of Maine. *J. Shellfish Res.*, 12 (2), 389~403.
- Cembella, A.D., N.I. Lewis and S.E. Shumway. 1993b. An interspecific comparison of paralytic shellfish poisons in marine bivalves: Anatomical and spatio-temporal variation in toxin composition. *J. Shellfish Res.*, 12 (1), 141.
- Chang, D.S., I.S. Shin, J.H. Pyeun and Y.H. Park. 1987. A study on paralytic shellfish poison of sea mussel, *Mytilus edulis*. - Specimen caused food poisoning accident in Gamchun bay, Pusan, Korea, 1986-. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 20 (4), 293~300. (in Korean)
- Hashimoto, Y. 1979. Marine toxins and other bioactive marine metabolites. Japan Sci. Soc. Press, 369p. Tokyo, Japan.
- Jeon, J.K., T. Noguchi, D.F. Hwang, O. Arakawa, Y. Nagashima, K. Hashimoto and H.T. Huh. 1987. Studies on the toxic substance of mussel *Mytilus* sp. *J. Ocean. Soc. Korea*, 22 (4), 271~278. (in Korean)
- Jeon, J.K., S.K. Yi and H.T. Huh. 1988. Paralytic shellfish poison of bivalves in the Korean waters. *J. Ocean. Soc. Korea*, 23 (3), 123~129. (in Korean)
- Kawabata, T. 1978. Assay method for PSP. In Japan Food Hygiene Association (ed.), *Food Hygiene Examination Manual 2. Environmental Health Bureau. Ministry of health and Welfare, Tokyo*, pp. 240~244 (in Japanese).
- KORDI. 1986. A study on toxic compounds of mussels *Mytilus* sp. BSPE 00110-131-3. pp. 19. (in Korean)
- Kotaki, Y., Y. Oshima and T. Yasumoto. 1985. Bacterial transformation of paralytic shellfish toxin in coral reef crabs and a marine snails. *Nissuishi*, 51, 1009~1013.
- Lee, B.H. and M.K. Jo. 1980. Study on spat collection method of scallop *Patinopecten yessoensis* (Jay) in Yeongil Bay. *Bull. Fish. Res. Dev. Agency*, 24, 29~66.
- Nagashima, Y., Y. Sato, T. Noguchi, Y. Fuchi, K. Hayashi and K. Hashimoto. 1988. Paralytic shellfish poison in the "hiogi" scallop *Chlamys nobilis*. *Mar. Biol.*, 98 (2), 243~246.
- Noguchi, T., R. Adachi, M. Iguchi, H. Kamiya and K. Hashimoto. 1978. Occurrence of toxic bivalves in association with *Gonyaulax* planktons in Ise, Owase and Ofunato Bays. *Nissuishi*, 44, 1245~1248.
- Ogata, T., M. Kodama, Y. Fukuyo, T. Inoue, H. Kamiya, F. Matsuura, K. Sekiguchi and S. Watanabe. 1982. The occurrence of *Protogonyaulax* spp. in Ofunato Bay, in association with the toxication of the scallop *Patinopecten yessoensis*. *Nissuishi*, 48, 563~566.
- Oshima, Y., K. Sugino and T. Yasumoto. 1989. Latest advances in HPLC analysis of paralytic shellfish toxins. In '7th IUPAC Symposium on Mycotoxins and Phycotoxins'. Natori, S., K. Hashimoto and Y. Ueno eds., Elsevier, Amsterdam, pp. 319~326.
- Shimizu, Y. and M. Yoshioka. 1981. Transformation of paralytic shellfish toxins as demonstrated in scallop homogenates. *Science*, 212, 547~549.
- Sullivan, J.J., W.T. Iwaoka and J. Liston. 1983. Enzymatic transformation of paralytic shellfish toxins in the little clam *Protochata staminea*. *Biochem. Biophys. Res. Comm.*, 114, 465~472.
- 강원도농어촌연구소. 1997. 가리비양식. 농축수산기술경영자료 7집, 127p.
- 농림수산부. 1995. 가리비양식기술개발에 관한 연구. 국립수산진흥원 동해수산연구소. 257p.

1998년 6월 18일 접수

1998년 10월 27일 수리