

韓國產 主要貝類에 대한 毒의 分布, 特性 및 除毒에 관한 研究

1. 癪痺性貝類毒의 分布에 관하여

張 東 錫·申 逸 淑·趙 鶴 來·金 知 會·卞 在 亨*·朴 榮 浩*
釜山水產大學 微生物學科

Studies on Distribution, Characterization and Detoxification of Shellfish in Korea

1. A Study on the Distribution of Paralytic Shellfish Poison

Dong - Suck CHANG, Il - Shik SHIN, Hak - Rae CHO, Ji - Hoe KIM, Jae - Hyeung PYEUN*, and Yeung - Ho PARK**

Department of Microbiology, National Fisheries University of Pusan,
 Pusan 608 - 737, Korea

Paralytic shellfish poison(PSP) accumulate in shellfish as a result of feeding toxic dinoflagellates. The shellfish do not seem to be harmed by the toxins, but become toxic to humans and other animals that feed on them.

The purpose of this study was to investigate the distribution and changes of PSP by species of shellfish, collected area and collected month. Also, the correlation between PSP and toxic dinoflagellate, *Protogonyaulax tamarensis*, was investigated.

Five hundred and six samples of 13 kinds of shellfish for PSP bioassay were collected at the shellfish growing area of Pusan, Masan, Chungmu, Samchōnpo, Yōsu, Mokpo and Daechōn located in South Korea during the study period from May, 1985 to Octcber, 1987.

Most of the samples submitted were free from PSP except sea mussel, short - necked clam and ark shell. Among the intoxicated samples, PSP was most often detected in sea mussel.

PSP was detected mainly in spring(February~May) in the southern coast of Korea. In case of Pusan, exceptionally, toxic sea mussel have been found even June and July in 1987.

The toxicity score of toxic shellfishes examined was ranged from 23.44 to 150.26 μ g/100g of edible meat and toxicity of sea mussel was higher than other toxic shellfishes. By the study of anatomical distribution of PSP in sea mussel collected at Masan in Febuary and March, 1986, the toxin accumulated in digestive gland was about 70% of all.

*釜山水產大學 食品營養學科

(Department of Nutrition and Food Science, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608- 737
 Korea)

**釜山水產大學 食品工學科

(Department of Food Science and Technology National Fisheries University of Pusan, Pusan, 608 - 737
 Korea)

There was no significant correlation between toxicity of sea mussel and cell numbers of *P. tamarensis* that one of the causitive organism of PSP during the studying period in Masan area.

There was almost no difference in toxicity of sea mussel by water depth of collection, but toxicity of surface shellfish was a little higher than those of 3.5, and 7. 0m depth.

緒論

貝類毒은 동물성자연독의 하나로 설사를 일으키는 下刺性貝類毒과 瘫瘓를 일으키는 瘫瘓性貝類毒 (Paralytic shellfish poison, PSP)이 식품위생상 문제 가 되고 있으며 이 중 PSP에 관하여 많은 연구가 진행되어 오고 있다.

PSP는 주로 滾鞭毛藻類인 *Protogonyaulax sp.*, *Pyrodinium sp.* 등이 생산하는 신경마비독으로 그 毒性이 *Clostridium botulinum*의 毒性에는 미치지 못 하나 低分子毒 중에는 복어독에 필적하며 청산나트리움의 1,000배에 달하는 강력한 독소이다(橋本・野口, 1982; 野口, 1983). 이 毒에 중독되었을 때는 마비증세를 나타내므로(McFarren et al., 1960; Kawabata et al., 1962) 瘫瘓性貝類毒이라 하였으며 또 毒의 本體인 saxitoxin을 二枚貝인 alaska butter clam, *Saxidomus giganteus*의水管部로 부터 분리하고 독소생성원으로 *Protogonyaulax catenella*를 동정하여 먹이연쇄에 의하여 패류가 毒化되는 것이 밝혀졌으며 독소는 2枚貝의 中腸腺에 주로 축적되어 그 貝類에는 별다른 해가 없으나 사람이 이 패류를 섭취할 경우에는 중독이 되고 심하면 사망하기도 한다(Ueda et al., 1982; Maruyama et al., 1983).

PSP에 의한 중독사건은 미국 카나다 유럽 등지에서는 1930년대부터 알려져 왔으며 (Kawabata et al., 1962) 이웃 일본에서는 1975년 이후로 패류독화 현상이 빈번히 일어나 수산업에 커다란 경제손실뿐만 아니라 수산식품위생상 심각한 문제를 야기시키고 있다.

미국에서는 PSP에 의한 중독사고를 예방하기 위하여 시기별, 지역별로 PSP를 조사하여 독소함량이 可食部 100g 당 80 μ g 이상인 지역에서는 패류의 채취를 금지하고 있으며 일본에서는 g당 4.0mouse unit(MU) 이상이면 패류의 출하를 규제하고 있다.

최근 우리나라에서 패류의 생산량은 매년 증가되어 1985년도에는 약 37만톤에 달하여(韓國水產進興會, 1986) 이제 패류는 국민의 단백질공급은 물론

수출수산물로서도 각광을 받고 있다. 그러나 각종 공장 및 인구의 증가로 인한 연안해수의 오염도는 증가일로에 있으며 馬山灣 鎮海灣 등에는 赤潮現像이 자주 일어나 패류독화에 많은 영향을 미칠 것으로 추정되어 이에 대한 대책이 시급한 실정이다.

한편 PSP에 관한 연구로 미국, 카나다, 일본 등에서는 Medcof et al. (1947), Bates et al. (1975), Buckley et al. (1976), Hashimoto et al. (1976), Shimizu et al. (1978), Nishio et al. (1982), 知見 等 (1983), Onoue et al. (1983), Hwang et al. (1987)에 의하여 많이 보고되고 있으나, 우리나라에서 이에 관한 연구로는 1986년 3월 釜山 감천만 폐선해체작업장에서 인부들이 자연산 진주담치를 먹고 사망한 사고에 대한 원인조사가 張 等(1987)에 의하여 발표된 바 있을 뿐이며 그 이외에는 찾아보기 힘든 실정이다.

따라서 본 연구에서는 韓國產 主要貝類의 毒에 대한 연구의 일환으로 먼저 PSP의 분포와 독소함량 및 독소생성 원인플랑크톤의 관계에 대하여 실험한 결과를 보고하는 바이다.

材料 및 方法

1. 試料

본 실험에 제공된 시료는 1985년 5월부터 1987년 10월까지 釜山, 馬山, 忠武, 麗水, 三千浦, 木浦 및 大川 等地의 양식장과 시장에서 채집한(Fig.1) 진주 담치(sea mussel, *Mytilus edulis*) 215, 굴(oyster, *Cassostrea gigas*) 63, 피조개(ark shell, *Anadara brughtonii*) 49, 바지락(short - necked clam, *Tapes japonica*) 44 대합(clam, *Meretrix lusoria*) 26, 꼬막(cockle shell, *Anadara granosa*) 28, 새조개(heart cockle, *Fulvia mutica*) 7, 개조개(purplish washington clam, *Saxidomus purpuratus*) 15, 키조개(pen shell, *Atrina pectinata japonica*) 3, 전복(abalone shell, *Nordotis discus*) 2, 소라고등(turban shell, *Batillus cornutus*) 21, 북방 매물고등(whelk, *Neptunea polycosta*) 19 및 비틀고등(creeper, *Cerithideopsis cingulata*) 14개

시료 등 한국산 주요폐류 13종 총 506개 시료였다.



Fig.1. Location of sampling area.

2. 標準毒素 및 實驗動物

본 실험에 사용된 표준독소는 日本 東京大學 水產化學研究室로부터 분양받은 Gonyautoxin-1이었으며 美國 Maryland주 Rockville에 있는 환경청 수질위생국의 PSP표준용액으로도 비교검토하였으며 실험동물은 체중 18~21g 되는 Institute cancer research(ICR)계 mouse 수컷을 사용하였다.

3. 粗毒素의 抽出

시료의 PSP 조독소 추출은 日本食品衛生協會의 食品衛生検査指針Ⅱ(1978) 및 Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (Horwitz, 1980)의 方法에 따랐다(Fig. 2).

즉 채집한 시료를 빙장함으로 실험실에 운반하여 바로 脱殼한 다음 플라스틱 밸 위에서 5분간 水切시킨 후 약 200g을 취하여 90초간 균질화하였다. 균질화된 시료 100g을 정확하게 취하여 0.1N 염산 100ml와 잘 섞은 후 5N 염산으로서 pH 3.0으로 조정하여 5분간 끓이고 常温에서 완전히 식힌 다음 0.1N 염산으로 pH 3.0으로 조정한 중류수로서 200ml로

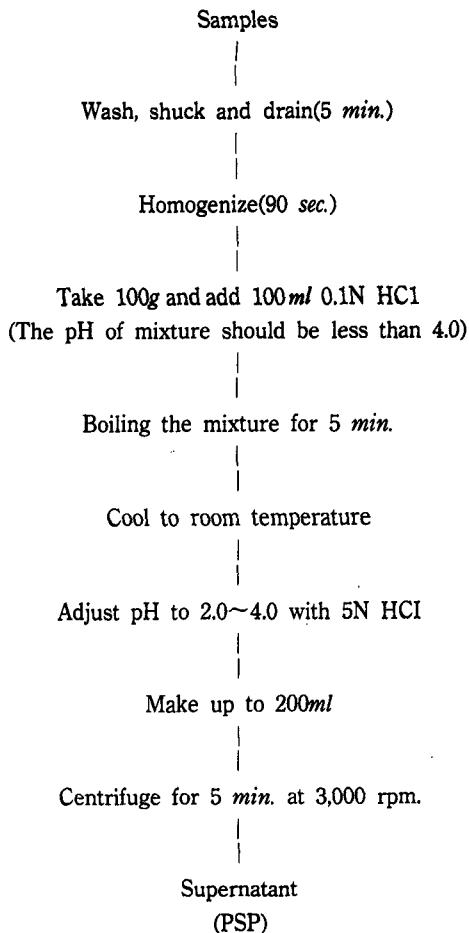


Fig.2. Flow sheet of acid extraction for paralytic shellfish poison (PSP).

정용하여 3,000rpm에서 5분간 원심분리하여 上澄液을 조독소로 하였다.

4. 毒素含量測定

PSP의 독소함량은 A. O. A. C.(Horwitz, 1980)의 방법에 따라 생물시험을 통하여 측정하였다 (Fig. 3).

먼저 독소함량을 알고 있는 표준독소용액 1ml를 실험동물에 복강주사하여 독소 1 μ g에 해당하는 MU를 나타내는 conversion factor (CF value)를 Sommer의 表(McFarren et al., 1960)에 의하여 다음과 같이 구하였다.

$$CF\ value = A \div (W \times T)$$

A : 표준독소용액 1ml에 들어 있는 독소함량(μ g)
W : 실험동물의 체중에 대한 MU

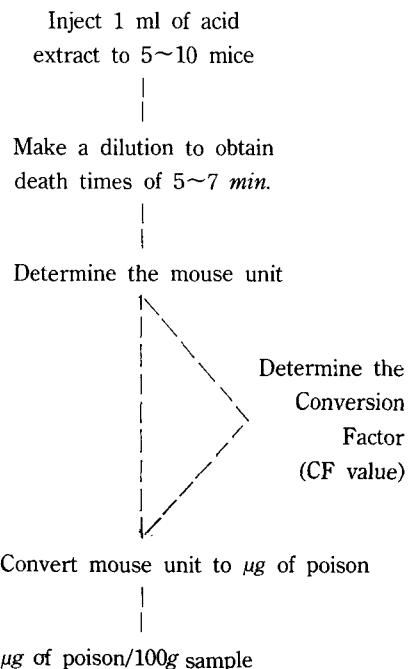


Fig.3. Scheme for bioassay of the acid extract.

T : 실험동물의 사망시간에 대한 MU

이 때 표준독소용액은 단계회석하여 회석된 표준 독소용액 1ml씩을 각각 5마리씩의 ICR mouse에 복강주사하여 사망시간이 5~7분이 되는 회석용액을 CF value를 구할 때 사용하였으며 시료에서 추출한 조독소용액의 독소함량측정도 같은 방법의 생물시험을 통하여 다음 式에 의하여 구하였다.

$$P = W \times T \times CF \text{ value} \times 200$$

P : 시료 100g에 들어 있는 독소량

W : 실험동물의 체중에 대한 MU

T : 실험동물의 사망시간에 대한 MU

200 : 회석배수

5. *Protogonyaulax tamarensis*의 분리 및 동정

독소생성 원인플랑크톤인 *P. tamarensis*의 출현시기 및 개체수와 PSP와의 상관관계를 알아보기 위하여 安達 · 入江(1984)의 방법에 따라 *P. tamarensis*를 분리 동정하였다.

즉, 1987년 2월부터 6月 사이에 馬山의 진주담치 양식장에서 表層海水 1ℓ 를 취하여 25% glutaraldehyde solution 40ml로 플랑크톤을 고정시켜 常温에서 2~3일간 방치한 후 200ml로 농축한 다음 농축된

시료를 잘 섞은 후 slide glass 上에서 현미경으로 검경하면서 *P. tamarensis*로 추정되는 플랑크톤을 순수분리하여 깨끗한 slide glass 위에 옮겨놓고 cover glass를 덮은 후 2% 차아염소산 소다 용액으로 플랑크톤의 原型質을 脱色, 제거하고 제거된 원형질 박피를 현미경검사를 통하여 그 특징을 관찰 *P. tamarensis*를 동정하였다.

6. 本沫剂 毒素含量

그 4월 30일 馬山의 진주담치 양식장에서 수심 0, 3.5, 7.0m의 위치에서 진주담치 15개체씩을 채취하여 수심별 평균독소함량의 차이를 조사하였다.

7. 中腸腺의 毒素含量

중장선에 함유되어 있는 독소함량을 알아보기 위하여 1986년 2월과 3월 馬山에서 3회에 걸쳐 각각 100g씩의 진주담치를 채취하여 총독소함량을 측정한 다음 중장선과 나머지 肉質部로 분리하여 각각의 독소함량을 비교조사하였다.

結果 및 考察

1. 試料別 檢出率

1985년 5월부터 1987년 10月까지 30개월간의 시료별 PSP의 검출율을 조사한 결과는 Table 1과 같다.

진주담치 215시료를 비롯하여 13종류의 패류 총 506시료 중 53개 시료에서 PSP가 검출되어 약 10.5 %의 검출율을 나타내었고 시료별로는 진주담치가 53개 양성시료 중 47개 시료에서 PSP가 검출되어 가장 검출율이 높은 것으로 나타났다. 또 피조개와 바지락에서도 검출율이 낮기는 하나 각각 3개 시료와 2개 시료에서 PSP가 검출되었고 키조개는 3개 시료 중 1개 시료에서 PSP가 검출되어 검출율은 높으나 시료수가 적기 때문에 타시료와 비교하기는 어려웠다. 그리고 굴, 대합, 꼬막, 새조개 등의 2枚貝와 전복, 소라고등, 매물고등 비틀고등 등의 1枚貝에서는 PSP가 검출되지 않았다.

가까운 日本의 경우 진주담치와 바지락 뿐만 아니라 굴, 가리비 등에서도 PSP가 검출된다고 보고 (野口, 1983) 되고 있으며 赤道附近의 Okinawa 地方에서는 게(xanthid crab, *Zosimus aeneus*, *Atergatis floridus*, *Platypodia granulosa*) 등과 草食性腹足類인 고등(turban shell; *Turbo argyrostoma*, green turban

shell; Turbo marmorata, top shell; Tectus pyramis and Tectus nilotica maxima) 등에서도 PSP가 검출된다고 보고되고 있다(Yasumoto et al., 1981; Kotaki et al., 1981). Kotaki et al. (1983)은 이와 같은 게와 고등의 독소생성원이 *Protogonyaulax* sp. 의 플랑크톤이 아니라 热帶海域의 低棲生物인 *Jania* sp.의 紅藻類인 것으로 보고하였다.

한편 본 실험의 경우 日本에서는 PSP가 검출되고

있는 매물고등에서는 PSP가 검출되지 않는 이유로는 우리나라 海域은 温帶海域이므로 *Jania* sp. 의 紅藻類가 자라기에 적합한 환경조건이 아니기 때문에 PSP가 검출되지 않는 것으로 추정된다. 그러나 PSP가 검출되지 않았다는 것이 PSP가 전혀 없다는 것을 뜻하는 것은 아니므로 이들 폐류의 毒化可能性을 전혀 배제할 수는 없을 것으로 料된다.

Table 1. Distribution of PSP in various species of shellfish (May, 1985 – Oct., 1987)

Sample name	Number of samples		Detection rate(%)
	Tested	Positive	
Sea mussel(w) ¹⁾	70	19	27.1
Sea mussel(c) ²⁾	145	28	19.3
Oyster	63	0	0
Ark shell	49	3	6.1
Short - necked clam	44	2	4.5
Cockle shell	28	0	0
Clam	26	0	0
Heart cockle	7	0	0
Purplish washington clam	15	0	0
Pen shell	3	1	33.3
Abalone shell	2	0	0
Turban shell	21	0	0
Whelk	19	0	0
Creeler	14	0	0
Total	506	53	10.5

1) Wild

2) Cultured

Table 2. Monthly changes of detection ratio of PSP by collected area

Collected area		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
Pusan	a/b ¹⁾	0/2	2/14	5/25	3/4	6/49	2/9	2/6	0/13	0/15	0/10	0/10	0/10	20/157
	Ratio(%)	0	14.3	20.0	75.0	12.2	22.2	33.3	0	0	0	0	0	12.7
Masan	a/b	0/2	3/14	5/23	5/18	3/19	0/10	0/5	0/7	0/9	0/12	0/10	0/2	16/131
	Ratio(%)	0	21.4	21.7	27.8	15.8	0	0	0	0	0	0	0	12.2
Chungmu	a/b	0/9	3/16	3/10	6/50	1/14	0/11	0/12	0/11	0/11	0/24	0/2	0/1	13/171
	Ratio(%)	0	18.8	30.0	12.0	7.1	0	0	0	0	0	0	0	7.6
Samchónpo	a/b		0/8											0/8
	Ratio(%)		0											0
Yösü	a/b	0/2	1/8	0/1	1/6	2/2	0/2	0/2		0/2		0/3		4/28
	Ratio(%)	0	12.5	0	16.7	100.0	0	0		0		0		14.3
Etc ²⁾	a/b	0/2	0/7	0/2										0/11
	Ratio(%)	0	0	0										0
Total	a/b	0/17	9/67	13/61	15/78	12/84	2/32	2/25	0/31	0/37	0/46	0/12	0/16	53/506
	Ratio(%)	0	13.4	21.3	19.2	14.3	6.3	8.0	0	0	0	/0	0	10.5

1) a/b : number of intoxicated samples/number of tested samples.

2) Etc. area contains Mokpo and Daechön

Table 3. Toxicity of intoxicated samples by collected area from May, 1985 to October, 1987

Collected area	Sample name	Range of toxicity ($\mu\text{g}/100\text{g}$)
Pusan	Sea mussel	26.74 – 127.62
	Ark shell	39.60 – 71.51
	Short-necked clam	23.44 – 25.52
Masan	Sea mussel	31.36 – 150.26
Chungmu	Sea mussel	29.11 – 104.39
	Ark shell	63.65
Yösü	Sea mussel	37.38 – 81.05
	Pen shell	37.73

2. 月別, 地域別 檢出率

1985년 5월부터 1987년 10월까지 30개월간의 PSP 검출율을 月別로 평균하여 地域別로 비교한 결과를 Table 2에 나타내었으며 月別 검출율은 Appendix table 1과 같다.

전체적으로 볼 때 PSP는 年度에 관계없이 2, 3, 4, 5월에 집중적으로 검출되었고 1987년에만 특이하게 釜山地域에서 6월과 7월에 검출되었으며 그 이외의 달에는 검출되지 않았다. 그리고 PSP가 검출된 시기의 水溫 범위는 8.8~16.9°C 이었으며 조사기간 중 검출율이 가장 높은 달은 1986년 3월이었으며 다음이 1987년 4월로 年度에 관계없이 3월과 4월의 검출율이 높게 나타났다(Appendix table 1). 또한 월별 평균검출율도 3월과 4월이 높아 전체양성시료 53개 중 52%인 28개가 3, 4월에 검출되어 우리나라에서는 봄철에 貝類毒화가 심한 것으로 생각된다(Table 2).

지역별 검출율을 살펴보면 조사한 7개 지역 중 검출율이 가장 높은 지역은 麗水로 나타났으나 검출횟수는 釜山과 馬山이 많았으며 海域別로 보면 釜山, 馬山, 忠武, 麗水 등 남해안에서는 PSP가 검출되었으나 木浦, 大川 등 서해안지역에서는 검출되지 않았다(Table 2).

橋本・野口(1982), 그리고 野口(1983)는 1975년 이후 日本 전국 각지에서 PSP에 의한 貝類毒화 현상이 빈번하게 발생하였으며 그 시기는 주로 1월에서 7월 사이였으며 이 때 水溫의 범위는 4.0~15.4°C 이었다고 보고하였다. 또한 Prakash et al. (1971)도 캐나다의 Fundy만에서 PSP가 가장 많이 검출되는 시기(6월~11월)의 水溫 범위가 5~12°C 였다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 나타내었고, 이와 같은 결과로 볼 때 PSP에 의한 貝類毒화가 水溫과 밀접한 관계가 있음을 확인할 수 있었다.

한편 釜山지역은 다른 지역과는 달리 6월과 7월에도 PSP가 검출되었는데 그 정확한 원인은 밝혀지지 않았지만 이는 PSP 원인플랑크톤의 증식 환경의 차이 때문인 것으로 추측되고 있으며 그 정확한 원인을 밝히기 위하여 현재 실험 중에 있다.

3. 毒素含量

PSP가 검출된 53개 시료의 독소함량을 지역별로 조사한 결과를 Table 3과 Appendix table 2에 나타내었다.

試料別 독소함량은 진주담치가 바지락이나 피조

개에 비하여 높아 검출횟수가 많은 시료가 독소함량도 높은 것으로 나타났으며 독소함량이 가장 높은 시료는 1987년 5월 3일 마산에서 채취한 진주담치로 可食部 100g당 150.26μg이었다. (Appendix table 2).

조사기간 중 독소함량이 美國의 규제치인 可食部 100g당 80μg (Prakash et al., 1971)을 넘는 시료는 모두 13개로 진주담치에서만 나타났으며 전체 시료에서의 비율은 2.6%에 불과하였다. 그리고 地域別로는 釜山 3, 馬山 4, 忠武 5, 麗水 1개로 비교적 고르게 분포되어 있었으나 검출된 시기는 2월과 5월 사이에 국한되어 있었다.

知見 등(1983)은 PSP의 經口致死量을 3,000 MU (약 600μg)/60kg of human이라고 보고하였는데 본 실험기간 중에 致死量에 이르는 독소함량을 가진 패류는 없었으나 환경변화에 따라 그 독소함량의高低가 변화되리라 생각되므로 안심할 수 없고 독소함량이 높은 시료는 어느 한 지역에 국한되어 있지 않고 釜山, 馬山, 忠武등의 지역에서 고르게 검출되고 있기 때문에 지역별 검출체계가 확립되어야 될 것으로 料된다.

그리고 진주담치가 다른 貝類에 비하여 독소함량이 높은 이유는 Prakash et al. (1971)에 의하면 진주담치의 경우 PSP 원인플랑크톤인 *P. tamarensis* 만을 선택적으로 섭취하는 filter-feeding system이 다른 패류에 비하여 잘 발달되어 있기 때문이라고 보고하였다.

4. 釜山과 馬山의 毒素含量 比較

PSP가 많이 검출되고 있는 釜山과 馬山地域의 진주담치를 대상으로 1987년 2월부터 7월까지 PSP의 출현 및 소멸시기와 독소함량을 비교조사한 결과는 Fig. 4와 같다.

PSP의 검출시기는 馬山이 3월초이었으며 釜山이 4월초로 馬山이 약 1개월 정도 빨랐으며 소멸시기도 馬山은 5월 중순, 釜山은 7월 중순으로 馬山이 빨랐다. 또 독소함량이 가장 높은 시기도 馬山이 5월초로 부산의 6월 중순보다 약 1개월 정도 빨랐으며 최고독소함량도 馬山이 釜山에 비하여 높게 나타났다. 그러나 두 지역의 水溫은 거의 차이가 없었다.

Hashimoto et al (1976)은 日本의 Hikimoto-ura에서 채취된 진주담치와 모시조개에서 원인플랑크톤이 번식하는 시기 또는 사라진 직후인 2월과 3월에는 PSP가 검출되었으나 그 후 시간이 경과함에 따

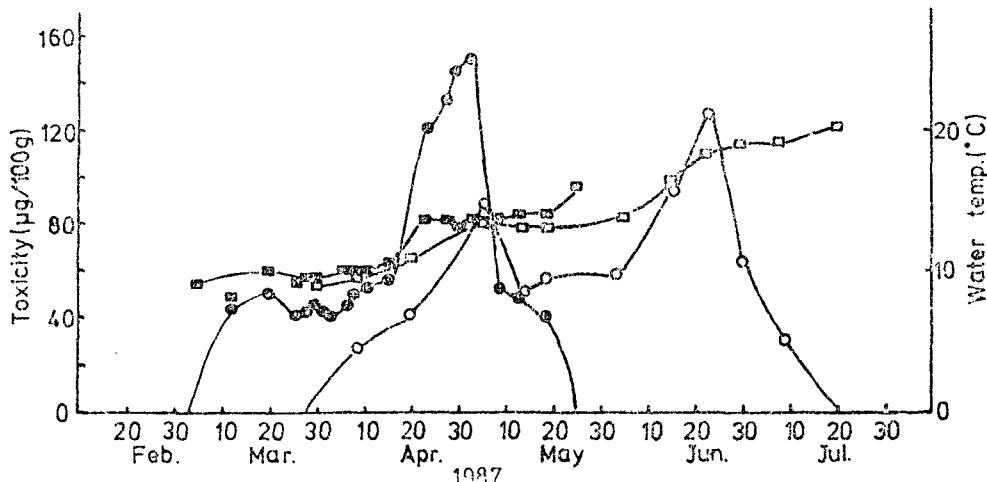


Fig. 4. Comparison of PSP toxicity in sea mussel by month in Masan and Pusan.

●—● : Toxicity of Masan. ○—○ : Toxicity of Pusan.
■—■ : Water temp. of Masan. □—□ : Water temp. of Pusan.

라 PSP가 급속하게 사라져 4월 이후로는 완전히 검출되지 않았다고 보고 하였다.

이 결과에 의하면 馬山과 釜山 두 지역의 PSP 검출시기 및 함량이 다른 이유는 원인플랑크톤의

번식시가 틀리기 때문으로 추정할 수 있으며 따라서 같은 種의 폐류라도 지역에 따라서 독화시기가 다를 수도 있으므로 지역별로 폐류독화시험을 실시하여야 효과적인 위생관리가 될 것으로 사료된다.

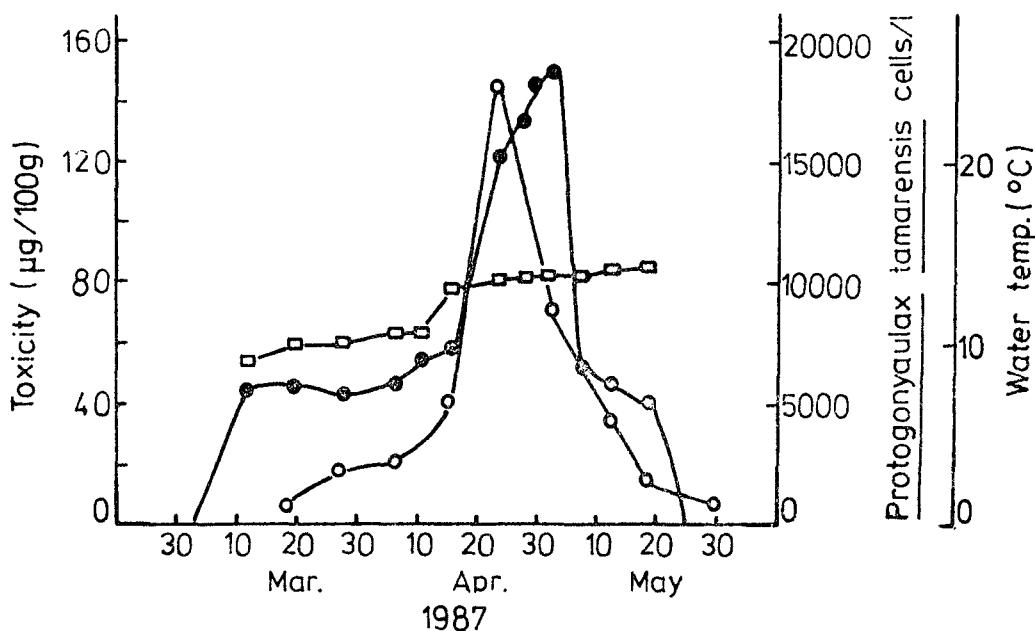


Fig. 5. Density of *Protogonyaulax tamarensis* and PSP toxicity in sea mussel collected at Döck-dong, Masan, 1987.

●—● : Toxicity ○—○ : Density of *Protogonyaulax tamarensis*
□—□ : Water temp.

5. *P. tamarensis*의 數와 毒素含量과의 관계

1987년 3월부터 5월까지 馬山지역의 PSP 원인플랑크톤의 數와 진주담치의 독소함량과의 관계에 대하여 조사한 결과를 Fig. 5에 나타내었다.

馬山지역에서 PSP 원인플랑크톤의 一種인 *P. tamarensis*의 최초출현시기는 3월 18일 경으로 진주담치가 최초로 독화하기 시작한 시기인 3월 10일 경보다 약 1주일 정도 늦게 나타났으며 소멸시기도 PSP가 사라지는 시기보다 약 5일 정도 늦었는데 이는 Hashimoto et al. (1976)이 日本의 Hikimoto-ura에서 채취된 진주담치와 모시조개에서 원인플랑크톤이 번식하는 기간 또는 사라진 직후에 PSP가 검출되었다고 보고한 결과와는 다소 다른 경향을 보였다. 그러나 진주담치의 독소함량이 가장 높은 시기는 *P. tamarensis*가 최고의 수률을 나타낸 시기(해수 1ℓ 당 18,000 cell)보다 약 5일 늦게 나타나 Prakash et al. (1971)의 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

한편 Nishitani et al. (1984)은 美國의 Quartermaster Harbor에서 1981년과 1983년에 진주담치의 PSP 함량과 *P. catenella*의 數와의 관계를 조사한 결과, 원인플랑크톤의 數가 최고에 도달한 후 PSP함량이 최고에 도달한 때 (1983년)도 있었고, PSP 함량이 원인플랑크톤보다 먼저 최고치에 도달한 때 (1981년)도 있었다고 보고하여 원인 플랑크톤의 數와 패류의 PSP함량 사이에 항상 일정한 상관관계가 성립되는 것은 아닌 것으로 추정된다.

6 水深別 毒素含量

1987년 4월 30일 馬山연안의 양식장에서 채취한 진주담치의 수심별 독소함량을 조사한 결과는 Table 4와 같다.

Table 4. Comparison of PSP toxicity of sea mussel by water depth in Masan area

Depth (m)	Number of samples		Mean value of toxicity ($\mu\text{g}/100\text{g}$)
	Tested	Positive	
0	15	9	84.0
3.5	15	8	64.0
7.0	15	5	64.0
Total	45	22	70.0

표총이 15개체 중 9개체에서 PSP가 검출되어 가장 높은 검출율을 나타내었으며 평균독소함량도 피식부 100g당 $84\mu\text{g}$ 으로 가장 높았다. 수심 3.5m의 경우 검출율은 수심 7.0m에 비하여 다소 높았으나 평균독소함량은 $64\mu\text{g}$ 으로 같았다.

이상의 결과로 볼 때 馬山연안 진주담치의 경우水面에 가까울수록 독화경향과 독소함량이 높은 것을 알 수 있었다.

그리나 松浦・緒方(1987)은 日本 大船渡灣內의 진주담치를 대상으로 수심별(1, 5, 10, 15, 20m) 독소함량을 조사한 결과 수심에 관계없이 水温이 9.5~

Table 5. Anatomical distribution of PSP in intoxicated sea mussel

Sample code number	Toxicity of whole body ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	Meat*			Digestive gland		
		Weight (g)	Toxicity		weight (g)	Toxicity	
			(μg)	% in total		(μg)	% in total
I	60.68	81.3	21.07	34.72	18.7	39.59	65.24
II	93.11	82.2	32.77	35.20	17.8	60.32	64.78
III	88.28	80.6	27.41	31.05	19.4	60.85	68.93
Avg.	80.69	81.4	27.08	33.66	18.6	53.59	66.32

*Rest meat except digestive gland

15.0°C 사이일 때 독소함량이 높았다고 보고하여 독소함량의 차이가 수심 때문에 아니라 수온의 영향을 받는 것으로 추정되며 본 실험의 경우 수심별 수온을 측정하지는 않았지만 시료채취시기의 표층 평균수온이 13.5°C(Appendix table 1)로 원인플랑크톤이 중식하기에 적합한 수온이기 때문에 표층이 검출율과 독소함량이 가장 높게 나타난 것으로 사료되나 鹽分, 日照量 등 주위환경요인과 PSP와의 관계에 대하여 더 많은 조사를 하여야 정확히 알 수 있을 것이다.

Table 6. Mouse unit of PSP extracted from digestive gland and the rest part of intoxicated sea mussel

Sample code number	Toxicity (MU/g)		
	Digestive gland	Meat	a/b*
I	10.59	1.30	8.1
II	16.94	1.99	8.5
III	15.68	1.70	9.2
Avg.	14.40	1.66	8.7

*a, toxicity of digestive gland

b, toxicity of meat except digestive gland

7. 中腸腺의 毒素含量

1986년 2월과 3월에 馬山에서 채취한 진주담치의 중장선에 함유되어 있는 독소함량과 그 나머지 肉質部分의 독소 함량을 비교조사한 결과는 Table 5와 같다.

실험에 제공된 세 시료의 可食部 100g당 평균독소함량은 80.69 μg 이었으며 중장선의 평균중량은 18.6g, 나머지 육질부의 평균중량은 81.4g이었다. 중장선의 독소함량은 39.59~60.85 μg 으로 시료에 따라 다소 차이는 있었으나 평균독소함량은 18.6g에 53.59 μg 의 함유되어 있어 전체 독소함량의 약 70%가 중장선에 함유되어 있는 것을 알 수 있었다.

또 독소함량을 g당 MU로 나타낸 경우 중장선의 독소함량은 g당 10.59~16.94MU로 평균 14.40MU이었으며 나머지 육질부는 g당 1.30~1.99MU로 평균 1.66MU로 나타나 중장선의 g당 독성이 나머지 육질부에 비하여 약 9배나 높은 것을 알 수 있었다.

이러한 결과는 패류가 섭취한 플랑크톤의 독소 대부분분이 중장선에 축적된다는 보고(Kawabata et al., 1962, Nagashima et al. 1984)와 일치하고 있으며 Ueda et al. (1982), Maruyama et al. (1983)이 독화된 Scallop에 있어서 중장선에 전체독소의 약 70%가 함유되어 있다고 보고한 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

要 約

1985년 5월부터 1987년 10월에 걸쳐 韓國產 主要貝類인 진주담치, 굴, 피조개 등 13種類 506개 시료를 대상으로 마비성패류독의 시료별, 지역별, 및 수심별 분포를 밝히고 아울러 독소함량과 독소생성원인플랑크톤 중의 하나인 *Protogonyaulax tamarensis*와의 관계에 대하여 실험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 총 506개 시료 중 53개 시료에서 PSP가 검출되어 약 10.5%의 검출율을 나타내었으며 PSP가 검출된 시료는 진주담치, 피조개, 바지락과 키조개 등 4종류 뿐이었고 나머지 시료에서는 검출되지 않았으며 이 중 PSP가 가장 빈번하게 검출된 시료는 진주담치였다.

2. PSP가 검출되는 시기는 주로 2~5월이었으며 특히 3월과 4월에 검출율이 높아 총 양성시료의 약 52%를 점하였다. 지역별로는 남해안지역에서 고루 검출되었으나 釜山지역의 경우 6월과 7월에도 진주담치에서 PSP가 검출되어 지역차를 나타내었다.

3. PSP가 검출된 53개 시료의 독소함량은 진주담치가 피조개, 바지락에 비하여 다소 높았으며 지역별로는 馬山지역이 가장 높았고, 독소 함량이 可食部 100g당 80 μg 을 초과하는 시료는 전체의 2.6%에 불과하였다.

4. 馬山지역에서 PSP의 함량과 *P. tamarensis*의 數 사이에는 일정한 상관관계가 나타나지는 않았다.

5. 패류서식 수심별 패류독화율 및 독소함량은 표준이 다소 높게 나타났으나 큰 차이는 없었다.

6. 독화된 진주담치의 중장선에는 전체독소함량의 약 70%가 함유되어 있었으며 g당 독성은 중장선이 나머지 육질부에 비하여 약 9배나 높았다.

謝 辭

本研究는 1985年度 前半期 韓國科學財團 IBRD 借款研究費 支援資金에 의하여 이루어졌음을 밝히며 아울러 感謝를 드립니다.

文 獻

- Bates, H. A. and H. Rapoport. 1975. A chemical assay for saxitoxin, the paralytic shellfish poison. *J. Agr. Food Chem.* 23(2), 237~239.
- Buckley, L. J., M. Ikawa and J. J. Sasner, Jr. 1976. Isolation of *Gonyaulax tamarensis* toxins from soft shell clams (*Mya arenaria*) and a thin-layer chromatographic - fluorometric method for their detection. *J. Agr. Food Chem.* 24(1), 107~111.
- Hashimoto, Y., T. Noguchi and R. Adachi. 1976. Occurrence of toxic bivalves in association with the bloom of *Gonyaulax* sp. in Owase Bay. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 42(6), 671~676.
- Horwitz, W. 1980. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. A. O. A. C. Washington, D. C. 13th ed., 298~299.
- Hwang, D. F., T. Noguchi, Y. Nagashima, I-C. Liao and K. Hashimoto. 1987. Occurrence of paralytic shellfish poison in the purple clam *Soletellina diplos*(bivalve). *Nippon Suisan Gakkaishi*. 53(4), 623~626.
- Kawabata, T., T. Yoshida and Y. Kubota. 1962. Paralytic shellfish poison - I, A note on the shellfish poisoning occurred in Ofunato city, Iwate Prefecture in May, 1961. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 28 (3), 344~351.
- Kotaki, Y., M. Tajiri, Y. Oshima and T. Yasumoto. 1983. Identification of calcareous red alga as the primary source of paralytic shellfish toxins in the coral reef crabs and gastropods. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 49(2), 283~286.
- Kotaki, Y., Y. Oshima and T. Yasumoto. 1981. Analysis of paralytic shellfish toxin of marine snails. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 47(7), 943~946.
- Maruyama, J. T., Noguchi, Y. Onoue, Y. Ueda, K. Hashimoto and S. Kamimura. 1983. Anatomical distribution and profiles of the toxins in highly PSP - infested scallops from Ofunato Bay during 1980 - 1981. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 49(2), 233~235.
- McFarren, E. F., M. L. Schafer, J. E. Campbell, K. H. Lewis, E. T. Jensen and E. J. Schantz. 1960 Public health significance of paralytic shellfish poison. *Advances in Food Research* 10, Academic Press. 135~179.
- Medcof, J. C., A. H. Leim, A. B. Needler, A. W. Needler, H. J. Gibbaed and J. Naubert. 1947. Paralytic shellfish poisoning on the Canadian Atlantic Coast. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.* 75, 1~32.
- Nagashima, Y., T. Noguchi, J. Maruyama, S. Kamimura and K. Hashimoto. 1984. Occurrence of paralytic shellfish poisons in an ascidian *Holocynthia roretzi*. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 50(2), 331~334.
- Nishio, S., T. Noguchi, Y. Onoue, J. Maruyama, K. Hashimoto and H. Seto. 1982. Isolation and Properties of Gonyautoxin - 5, an extremely low-toxic component of paralytic shellfish poison. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 48(7), 959~965.
- Nishitani, L., R. Hood, J. Wakeman and K. K. Chew. 1984. Potential importance of an endoparasite of *Gonyaulax* in paralytic shellfish poisoning outbreaks. "Seafood toxin" Edward P. Ragelis, ed. American Chemical Society, Washington, D. C. 139~149.
- Onoue, Y., T. Noguchi, J. Maruyama, K. Hashimoto and H. Seto. 1983. Properties of two toxins newly isolated from oysters. *J. Agr. Food Chem.* 31 (2), 420~423.
- Prakash, A., J. C. Medcof and A. D. Tennant. 1971. Paralytic shellfish poisoning in eastern Canada. *Fisheries Research Board of Canada*. 177, 1~87.
- Shimizu, Y., W. E. Fallon, J. C. Wekell, D. Gerber, Jr. and E. J. Gauglitz, Jr. 1978. Analysis of toxic mussel(*Mytilus* sp.) from the Alaskan inside passage. *J. Agr. Food Chem.* 26(4), 878~881.
- Ueda, Y., T. Noguchi, Y. Onoue, K. Koyama, M. Kono and K. Hashimoto. 1982. Occurrence of PSP - infested scallops in Ofunato Bay during 1976 - 1979 and investigation of responsible plankton. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 48(3), 455~458.
- Yasumoto, T., Y. Oshima and T. Konta. 1981. Analysis of paralytic shellfish toxins of xanthid crabs in Okinawa. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 47(7), 957~959.

張東錫 · 申逸湜 · 卞在亨 · 朴榮浩. 1987. 진주담치의

麻痹性貝毒에 관한 연구(1986年 釜山 감천만 中毒事故를 중심으로). 韓水誌 20(4), 293~299.
韓國水產進興會. 1986. 水產年鑑. 進明社. p.137.

知見憲次·奥田輝雄·丸山武紀·兼松洪·新谷 勲·森田 茂·山田明男. 1983. 麻ひ性 貝毒のマウスによる 毒性研究. 食衛誌 24(2), 125~129.

橋本周久·野口玉雄. 1982. 海の食物連鎖における 麻ひ性 貝毒. 月刊 海洋科學 14(1), 46~52.

松浦文雄·緒方武比古. 1977. 東北水域における魚貝類の毒性の測定. “有毒プランクトンの聯する研究”. 文部省科學研究費 補助金總合研究(A). 38~41.

日本食品衛生協会. 1978. 痫痺性貝毒. 食品衛生指針II. 240~244.

野口玉雄. 1983. 痫痺性貝毒. Eisei Kagaku. 29, 10~15.
安達六郎·入江春彦. 1984. 赤潮生物の研究手法(赤潮マニュアル V). 赤潮問題研究會分類班. 25~31.

1988년 3 월 28일 접수
1988년 5 월 17일 수리

Appendix table 1. The examination results of PSP of the samples by month (May, 1985—Oct., 1987)

Collected month	Number of samples		Detection rate (%)	Water temp.(°C)
	Tested	Positive		
May., 1985	5	1	20.0	16.2
Jun.	5	0	0	18.9
Jul.	5	0	0	19.5
Aug.	3	0	0	23.5
Sep.	2	0	0	20.0
Oct.	10	0	0	19.5
Nov.	4	0	0	15.8
Dec.	6	0	0	9.8
Jan., 1986	10	0	0	10.7
Feb.	38	6	15.8	10.7
Mar.	12	3	25.0	12.4
Apr.	36	6	16.7	14.8
May.	20	2	10.0	16.7
Jun.	4	0	0	18.5
Jul.	2	0	0	20.1
Aug.	4	0	0	22.5
Sep.	9	0	0	21.3
Oct.	9	0	0	17.5
Nov.	8	0	0	10.0
Dec.	10	0	0	10.5
Jan., 1987	7	0	0	9.5
Feb.	29	3	10.3	8.8
Mar.	49	10	20.4	11.8
Apr.	42	9	21.4	13.5
May	59	9	15.3	16.9
Jun.	23	2	8.7	18.3
Jul.	18	2	11.1	19.6
Aug.	24	0	0	24.7
Sep.	26	0	0	20.6
Oct.	27	0	0	18.2
Total	506	53	10.5	

Appendix table 2. Examination results of PSP toxicity in intoxicated samples by collected area

Collected area	Collected date	Sample name	Toxicity ($\mu\text{g}/100\text{g}$)
Pusan	Feb. 24, 1986	Ark shell	71.51
	Feb. 24, 1987	Short - necked clam	25.52
	Mar. 13, 1987	Sea mussel	38.91
	"	"	35.02
	"	"	38.04
	"	Short - necked clam	23.44
	Mar. 31, 1987	Sea mussel	44.40
	Apr. 9, 1987	"	28.25
	"	"	26.74
	Apr. 20, 1987	"	39.61
	May 6, 1987	"	113.74
	"	"	88.56
	May 8, 1987	"	76.63
	"	"	36.16
	"	"	45.27
	May 27, 1987	Ark shell	39.60
	Jun. 22, 1987	Sea mussel	127.62
	"	"	33.74
	Jul. 9, 1987	"	30.97
	"	"	28.61
Masan	Feb. 24, 1986	Sea mussel	60.68
	"	"	93.11
	Mar. 1, 1986	"	88.28
	Apr. 12, 1986	"	43.58
	Feb. 24, 1987	"	31.56
	Mar. 3, 1987	"	39.36
	Mar. 12, 1987	"	43.86
	Mar. 13, 1987	"	33.08
	Mar. 27, 1987	"	45.07
	Apr. 8, 1987	"	49.61
	Apr. 13, 1987	"	50.27
	Apr. 25, 1987	"	52.78
	Apr. 28, 1987	"	133.68
	May 3, 1987	"	150.26
	May 18, 1987	"	51.74
	May 19, 1987	"	57.46
Chungmu	May 26, 1985	Sea mussel	97.44
	Feb. 24, 1986	Ark shell	63.65
	Feb. 28, 1986	Sea mussel	84.86

Mar. 1, 1986	〃	104.39
Mar. 12, 1986	〃	87.99
Apr. 12, 1986	〃	47.09
〃	〃	43.57
Apr. 16, 1986	〃	42.27
〃	〃	35.68
Feb. 24, 1987	〃	29.11
Mar. 13, 1987	〃	36.93
Apr. 15, 1987	〃	95.23
Apr. 20, 1987	〃	48.56

Yōsu	Feb. 24, 1986	Sea mussel	81.05
	Apr. 12, 1986	〃	37.38
	May 7, 1986	〃	51.64
	May 8, 1986	Pen shell	37.73