

痲痺性貝類毒의 除毒方法 및 貝類毒性과 原因플랑크톤과의 關係에 關한 研究

張東錫 · 申逸湜 · 金知會 · 卞在亨* · 崔渭卿**

釜山水産大學 食品工學科

*釜山水産大學 食品營養學科

**태창기업주식회사

Detoxification of PSP and relationship between PSP toxicity and *Protogonyaulax* sp.

Dong-Suck CHANG, Il-Shik SHIN, Ji-Hoe KIM, Jae-hueung PYUN*
and Wi-Kung CHOE**

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

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

***Tae Chang Co Ltd, Pusan 609-022, Korea*

The purpose of this study was to investigate the detoxifying effect on PSP-infested sea mussel, *Mytilus edulis*, by heating treatment and correlation between the PSP toxicity and the environmental conditions of shellfish culture area such as temperature, pH, salinity, density of *Protogonyaulax* sp. and concentration of inorganic nutrients such as $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ and $\text{PO}_4\text{-P}$.

This experiment was carried out at Suj'ong in Masan, Yangdo in Jindong, Hach'ong in K'ojedo and Gamch'on bay in Pusan from February to June in 1987~1989.

It was observed that the detection ratio and toxicity of PSP in sea mussel were different by the year even same collected area.

The PSP was often detected when the temperature of sea water about 8.0~14.0 °C.

Sometimes the PSP toxicity of sea mussel was closely related to density of *Protogonyaulax* sp. at Gamch'on bay in Pusan from March to April in 1989, but no relationship was observed except above duration during the study period. The concentration of inorganic nutrients effects on the growth of *Protogonyaulax* sp., then effects of $\text{NO}_3\text{-N}$ was the strongest among them.

When the PSP-infested sea mussel homogenate was heated at various temperature, the PSP toxicity was not changed significantly at below 70 °C for 60 min. but it was proportionally decreased as the heating temperature was increased. For example, when the sea mussel homogenate was heated at 100 °C, 121 °C for 10 min., the toxicity was decreased about 67% and 90%, respectively.

On the other hand, when shellstock sea mussel contained PSP of 150 $\mu\text{g}/100\text{g}$ was

boiled at 100 °C for 30 min. with tap water, the toxicity was not detected by mouse assay, but that of PSP of 5400 µg/100g was reduced to 57 µg/100g even after boiling for 120 min.

緒 論

痲痺性貝類毒(Paralytic Shellfish Poison, PSP)은 *Protogonyaulax tamarensis*, *P. catenella*, *Pyrodinium bahamense* 등이 생산하며, 이들 플랑크톤을 먹이로 하는 二枚貝가 주로 毒化되어 먹이연쇄에 의하여 사람에게 食中毒을 일으키는 것으로 알려져 있다 (Hashimoto et al., 1976; Noguchi et al., 1978; 橋本·野口, 1982; 野口, 1983). 또한 Prakash et al.(1971), Hashimoto et al.(1976), Ogata et al.(1982), Nishitani et al.(1984)은 이들 PSP 原因 플랑크톤이 출현하여 왕성하게 번식을 하면 貝類의 毒化率 및 毒素含量도 높아지나 이들이 檢出되지 않으면 貝類의 毒素含量이 낮아지거나 毒素도 檢出되지 않는다고 하여 PSP 原因 플랑크톤의 增殖 및 密度가 貝類의 毒化 및 毒素含量도 높아지나 이들이 檢出되지 않으면 貝類의 毒素含量이 낮아지거나 毒素含量에 영향을 미친다고 報告한 바 있다. 그러나 PSP 原因 플랑크톤의 增殖 및 密度와 貝類의 毒化 정도가 時期別, 地域別로 차이가 있고 또 같은 海域이라도 環境條件에 따라 貝類의 毒化率 및 毒素含量에 많은 차이가 있으며 張等(1988 a)은 PSP 原因 플랑크톤이 增殖 및 密度와 진주담치(Sea mussel, *Mytilus edulis*)의 PSP含量 사이에는 항상 일정한 상관관계가 성립하는 것은 아니라고 報告한 바 있다. 그래서 최근 PSP 原因 플랑크톤의 增殖과 貝類의 毒化에 영향을 미치는 海水의 溫度, 鹽分濃度, pH, 無機鹽濃度, 降水量 그리고 日照量等 環境的 要素에 관하여 많은 研究가 進行되고 있는데 外國의 경우 Prakash and Medcof (1962), Hall(1982), Therriault et al.(1985), White (1986), Boyer et al.(1987)의 研究報告가 있으나 우리나라에서는 이에 관한 研究報告가 全無한 실정이다.

한편, PSP에 의한 中毒事件은 태평양과 대서양 연안에서는 오래 전부터 발생하여 많은 희생자를 낸 바 있으며 近來에도 세계도처에서 中毒事件이 발생하고 있다(McFarren et al., 1960; 野口, 1983).

특히 日本의 경우 1981年 5월에 Ofunato Bay에서 채취된 가리비(sea scallop, *Patinoptecten yessoensis*) 中腸腺의 毒力이 g당 2100~3500 MU로 나타나

産食品衛生上 심각한 문제가 된 바 있으며(Maruyama et al., 1983) 우리나라에서도 1985年 3月 釜山 甘仙만에서 PSP에 의하여 毒化된 진주담치(*M. edulis*)로 인한 人名被害事故가 일어난 바 있다(張等, 1987). 그래서 최근 이들 高毒性貝類의 有効利用에 관하여 많은 研究가 進行되고 있으며 Prakash et al.(1971), 野口 등(1980 a, b), 淺川 등(1983, 1986)은 여러가지 調理法 및 加工方法에 의한 PSP의 除毒에 대하여 報告한 바 있다. 그러나 우리나라의 경우 PSP의 分布 및 特性에 관한 研究報告는 많이 있으나 除毒에 관한 研究報告는 張 등(1988 c)의 報告외에는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 研究에서는 1987年 2月 부터 6月과 1988年 2月 부터 6月 까지는 우리나라 南海岸의 主要貝類養殖場이 있는 마산의 수정, 진동의 양도, 거제도의 하청과 1989年 3月 부터 6月 사이에는 부산의 감천만을 대상으로 PSP에 의한 진주담치(*M. edulis*)의 毒化率 및 毒素含量과 海水의 溫度, 鹽分濃度, pH, 無機鹽濃도와 PSP 原因 플랑크톤과의 상관관계와 PSP에 의하여 심하게 毒化된 진주담치의 煮熟溫度 및 時間에 따른 除毒效果에 대하여 調査한 結果를 報告하고자 한다.

재료 및 방법

1. 試料

PSP에 의한 진주담치의 毒化와 環境要因, 그리고 PSP 原因 플랑크톤의 상관관계에 대한 實驗은 1987年과 1988年 2月 부터 6月 사이에 수정, 양도, 하청에서 채취한 養殖産 진주담치와 養殖場의 表層海水 및 1989年 부산 감천만에서 채취한 自然産 진주담치와 表層海水를 사용하였으며(Fig. 1, 2), 除毒實驗에 제공된 試料는 1986年 4月 부산 감천만과 마산에서 채취한 진주담치이었고 이들의 毒性은 可食部 100 g당 각각 5400 µg, 150 µg 이었다.

2. 毒素抽出 및 毒力測定

毒素의 抽出 및 毒力測定은 A. O. A. C.(Horwitz, 1980)의 方法에 準하였으며 毒力測定에 사용된 實驗動物은 체중 18~21 g의 ICR(Institute Cancer Research)系 mouse 숫컷이었다.

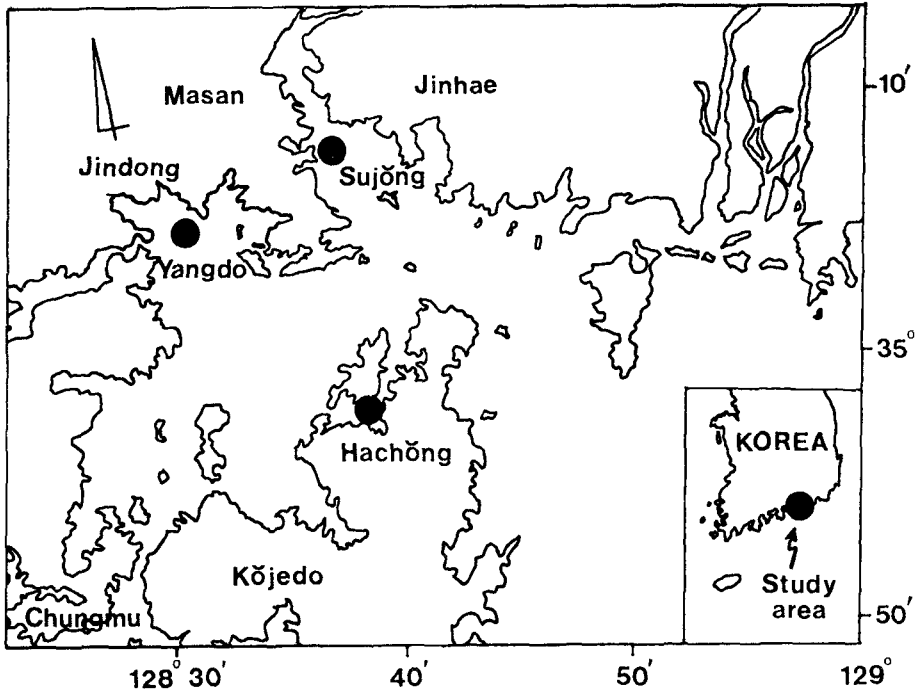


Fig. 1. Location of sampling stations.

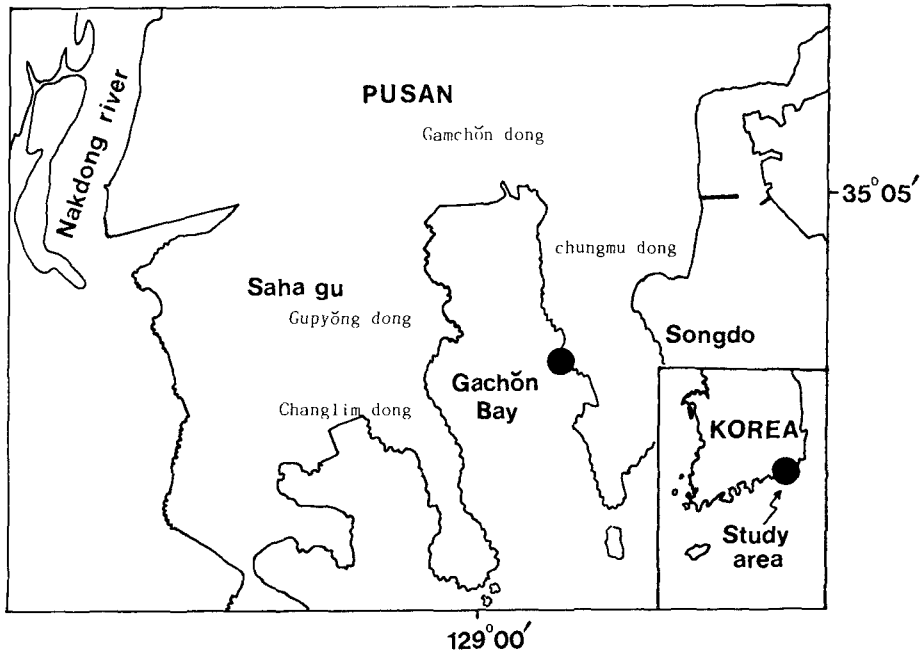


Fig. 2. Location of sampling station.

3. 水溫, pH 및 鹽分濃度 測定

水溫은 表層水溫을 棒狀溫度計로 測定하였으며 pH는 유리전극 pH메타로서 測定하였고, 鹽分濃度는 Inductive Salinometer(Tsumi-Seikei-Kosakkusho Co., 東京, 日本)를 사용하여 測定하였다.

4. 無機鹽濃度の 測定

無機鹽濃度の 測定은 부산 감천만의 表層海水를 週 2회씩 채취하여 常法에 따라 NH_4-N , NO_2-N , PO_4-P 는 吸光度法으로, NO_3-N 은 카드뮴還元法으로 測定하였다.

5. *Protogonyaulax* sp.의 密度測定

PSP 原因 플랑크톤의 일종인 *P. tamarensis*로 추정되는 *Protogonyaulax* sp.의 密度測定은 부산 감천만의 表層海水를 1 l 채취하여 glutaraldehyde solution을 넣어 고정시키고 이를 Sedgwick-Rafter slide상에서 광학현미경으로 測定하였다.

6. 煮熟에 의한 除毒實驗

(1) 煮熟溫度에 따른 毒力變化

煮熟溫度에 따른 毒力變化를 알아보기 위하여 脫殼한 試料肉을 均質化하여 screw cap tube(16×150 mm)에 10 g씩 分取하고 62.8, 70.0, 80.0, 90.0, 100, 110 그리고 121 °C 에서 각각 加熱하면서 毒力變化를 測定하였다. 이 때 62.8~100 °C는 water bath를 110 °C와 121 °C는 autoclave를 각각 사용하였다.

(2) 煮熟時間에 따른 毒力變化

煮熟時間에 따른 毒力變化 實驗은 粗毒素과 脫殼하지 않은 진주담치(生진주담치)로 구분하여 實驗하였다.

즉 粗毒素은 標準方法에 따라 두 試料에서 抽出한 후 cap tube(21×150 mm)에 10 ml씩 分注하여 100 °C의 끓는 물에서 15, 30, 45, 60, 90, 120분씩 加熱하였으며 生진주담치는 煮熟時間이 15분과 30분인 경우에는 350 ml의 水道水를, 45분은 700 ml, 60분은 900 ml, 90분은 1300 ml, 120분은 150 ml의 水道水를 각각 100 °C로 加熱한 후, 試料를 넣어 위와 같은 時間別로 煮熟하였다. 生진주담치의 毒力測定은 固形物과 液汁으로 구분하여 실시하였으며, 液汁의 경우는 煮熟 후 水道水로서 처음의 量으로 定容하여 15分 煮熟한 것은 原液을, 나머지는 50 ml로 농축하여 毒力을 測定한 후 液汁 전체의 毒力으로 환산하였다.

結果 및 考察

1. PSP의 月別, 海域別 檢出率 및 毒素含量

1987년과 1988년 2월 부터 6월 사이에 南海岸의

수정, 양도 그리고 하청의 貝類養殖場에서 다른 貝類에 비하여 PSP의 檢出率이 높은 것으로 알려진 진주담치를 대상으로 PSP의 月別, 海域別 檢出率과 毒素含量을 測定한 結果는 Table 1, 2와 같다.

PSP 檢出率은 海域別로는 큰 차이가 없었으나, 1987年度에 비하여 1988年度 試料의 檢出率이 매우 낮았다. 즉, 1987年度의 경우 수정, 양도, 하청에서 2월 부터 6월 사이에 채취한 총 68群 試料중 25群 試料에서 PSP가 檢出되어 檢出率이 36.8%이었으나, 1988年度에는 同期間중에 채취된 60群 試料중 4群 試料에서만 檢出되어 檢出率은 1987년의 1/6에 지나지 않았다. 또 月別 檢出率을 살펴보면 1988年度에는 2월 과 5, 6월에는 全試料에서 PSP가 檢出되지 않았으며, 3월에는 3개 海域 12개 試料중 1개 試料에서만 檢出되었고 4월에는 全地域에서 檢出되었으나 檢出率은 1987년에 비하여 매우 낮았다. 이러한 結果는 張 등(1988a)이 우리나라 南海岸産 貝類에 대하여 1985年 부터 1987年 까지 PSP를 調査한 結果 2월에서 5월 사이에는 每月 檢出된다고 報告한 내용과는 다소 차이가 있었다. 그리고 毒素含量에 있어서도 1988년에는 80 µg/100 g을 초과하는 경우는 한 번도 없었다(Table 2). 이와 같이 같은 海域에서도 年度에 따라 PSP 含量이 크게 차이가 나는 것은 貝類棲息海域海水의 水溫, pH, 鹽分濃度, 無機鹽濃度 등 環境要因이 영향을 미치는 것으로 추정되어진다.

Table 2. Comparison PSP toxicity of sea mussel during from Feb. to Jun. in 1987 and 1988

Collected area	Year	Toxicity (µg/100g)
Sujong	1987	31-150
	1988	35
Yangdo	1987	31-75
	1988	24
Hachong	1987	37-95
	1988	40-43

2. 진주담치의 PSP 含量과 水溫, pH, 鹽分濃度와의 관계

1987년과 1988년 2월 부터 6월 사이에 수정, 양도, 하청 海域에서 養殖진주담치의 PSP 含量과 水溫, pH, 鹽分濃度와의 관계를 비교조사한 結果는 Fig. 3, 4, 5와 같다.

1987년의 경우 2월에는 水溫이 8.5 °C이었던 수정에서만 PSP가 檢出되었고 5.0 °C 부근으로 水

痲痺性貝類毒의 除毒方法 및 貝類毒性和 原因플랑크톤과의 관계에 관한 研究

Table 1. Experimental results of detection ration of PSP in sea mussel collected at South coast of Korea

Collected area	Year		Month					Total
			2	3	4	5	6	
Sujōng	1987	a/b	1/4	4/4	4/7	3/9	0/4	12/28
		Ratio(%)	25	100	57	33	0	43
	1988	a/b	0/4	0/4	1/4	0/4	0/4	1/20
		Ratio(%)	0	0	25	0	0	5
Yangdo	1987	a/b	0/4	2/4	3/4	1/4	0/4	6/20
		Ratio(%)	0	50	75	25	0	30
	1988	a/b	0/4	0/4	1/4	0/4	0/4	1/20
		Ratio(%)	0	0	25	0	0	5
Hanchōog	1987	a/b	0/4	3/4	3/4	1/4	0/4	7/20
		Ratio(%)	0	75	75	25	0	35
	1988	a/b	0/4	1/4	1/4	0/4	0/4	2/20
		Ratio(%)	0	25	25	0	0	10
Total	1987	a/b	1/12	9/12	10/15	5/17	0/12	25/68
		Ratio(%)	9	75	67	29	0	37
	1988	a/b	0/12	1/12	3/12	0/12	0/12	4/60
		Ratio(%)	0	9	25	0	0	7

a/b ; Number of positive samples/number of tested samples.

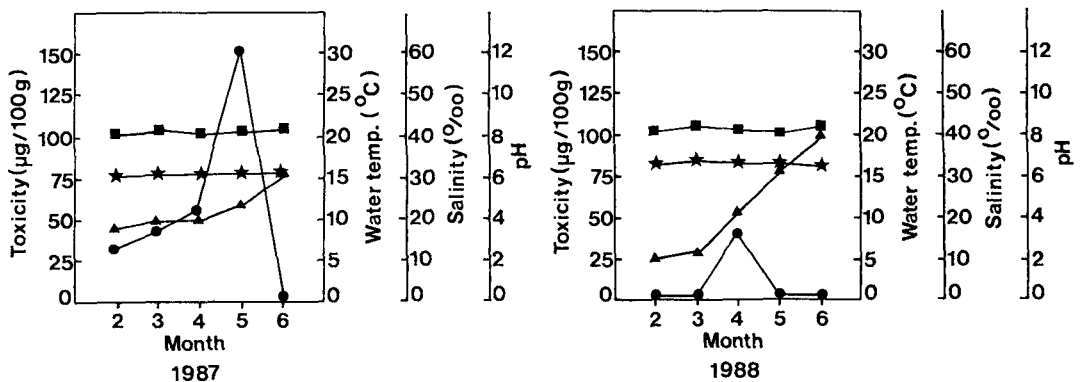


Fig. 3 Experimental results of PSP toxicity of sea mussel and temperature, salinity and pH of sea water in shellfish culture area (Sujōng, Masan) in 1987 and 1988.

●—● ; Toxicity of sea mussel, ▲—▲ ; Water temperature,
 ★—★ ; Salinity, ■—■ ; pH.

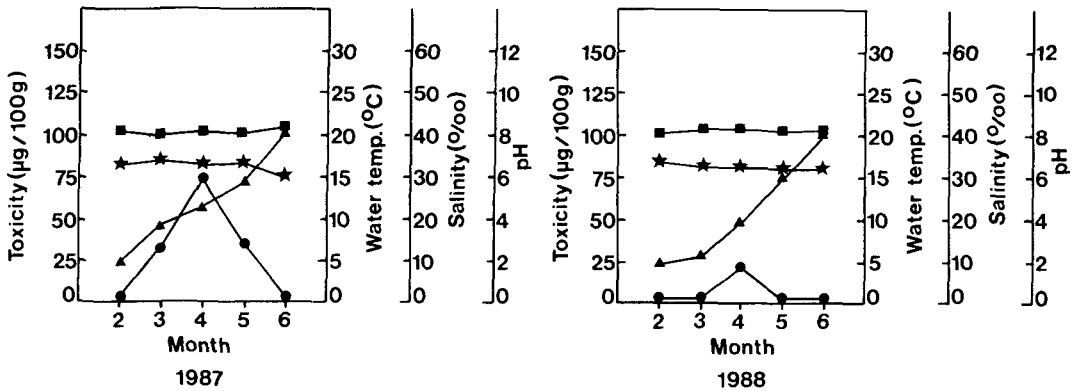


Fig. 4 Experimental results of PSP toxicity of sea mussel and temperature, salinity and pH of sea water in shellfish culture area (Yangdo, Jindong) in 1987 and 1988 (Symbols are same in Fig. 3).

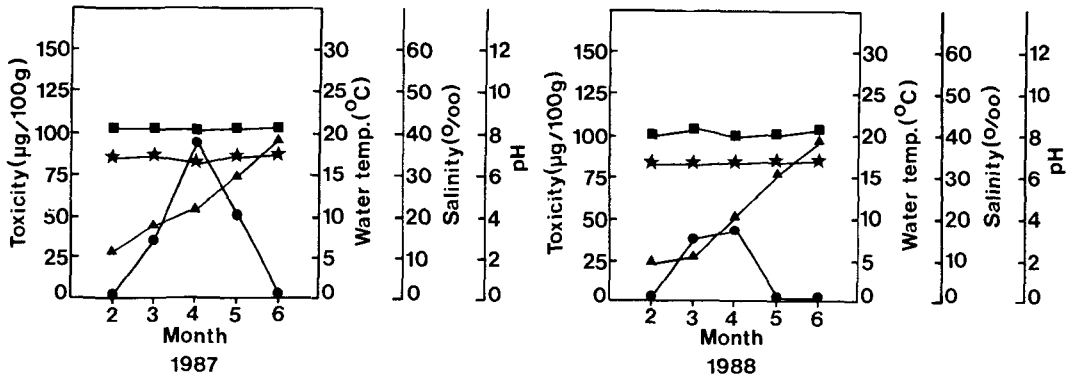


Fig. 5 Experimental results of PSP toxicity of sea mussel and temperature, salinity and pH of sea water in shellfish culture area (Hachōng, Kōjedo) in 1987 and 1988 (Symbols are same in Fig. 3).

溫이 낮았던 양도와 하청은 PSP가 檢出되지 않았으며, 8.0 °C에서 14.0 °C이었던 3, 4, 5월에는 세海域 모두 PSP가 檢出되었고, 16.0 °C 이상이었던 6월 이후로는 檢出되지 않았다.

1988年度에는 水温이 5.0 °C 부근이었던 3월의 경우 하청에서는 PSP가 檢出되었으나 수정과 양도에서는 檢出되지 않았으며 10.0 °C 부근이었던 4월에는 세海域 모두 檢出되었고 16.0 °C 이상이었던 5월 이후로는 檢出되지 않았다.

이상의 結果로 볼 때, PSP는 대체적으로 水温이 8.0 °C에서 14.0 °C 사이에서 檢出되며 특히 水温이 10.0°C 부근일 때 그 含量이 가장 높게 나타나 PSP에 의한 진주담치의 毒化가 水温과 밀접한 상관관계가 있음을 알 수 있었다.

한편 본 實驗海域에서 채취된 海水의 pH와 鹽分濃度는 調査期間동안 8.2와 32.0% 부근으로 거의 변화가 없었기 때문에 貝類棲息海域海水의 pH 및 鹽分濃도와 진주담치의 PSP에 의한 毒化와의 상관관계를 고찰할 수 없었는데, Therriault et al.(1985)은 1980年 캐나다의 St. Lawrence강 어귀의 기수역에서 진주담치의 PSP 含量과 *P. tamarensis*의 密度, 그리고 鹽分濃도와 상관관계를 調査한 結果, 鹽分濃도가 26% 이하일 때는 *P. tamarensis*의 密度와 진주담치의 PSP 含量이 높았고 28% 이상일 때는 반대로 *P. tamarensis*의 密度와 진주담치의 PSP 含量이 낮게 나타나 PSP에 의한 진주담치의 毒化가 鹽分濃도와 밀접한 상관관계가 있음을 報告한 바 있으며, Prakash et al.(1971)은 淡水流入이 거의

없는 海域에서는 水温의 영향을 많이 받는다고 報告한 바 있다. 그래서 앞으로는 淡水流入量이 많은 海域에서의 PSP에 의한 貝類의 毒化程度와 環境要因과의 상관관계에 대하여 정밀한 調査를 할 필요가 있을 것이다.

3. 진주담치의 PSP 含量과 *Protogonyaulax* sp. 密度와의 관계

1989年 3月 부터 6月 사이에 부산 감천만에서 진주담치의 PSP 含量과 *Protogonyaulax* sp. 密度와의 관계를 調査한 結果는 Fig. 6과 같다.

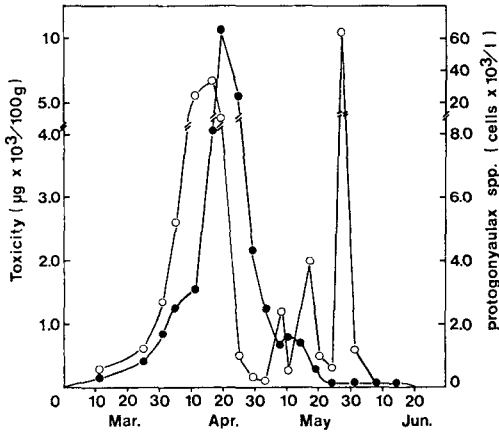


Fig. 6. Density of *Protogonyaulax* sp. and PSP toxicity in sea mussel collected at Gamchon Bay in, Pusan, 1989.

●—● ; Toxicity of sea mussel
○—○ ; Density of *Protogonyaulax* sp.

PSP의 原因 플랑크톤으로 추정되는 *Protogonyaulax* sp.의 최초출현은 3月 11日경으로 진주담치에서 PSP가 檢出되는 시기와 비슷하였으나, 그 이후 *Protogonyaulax* sp.의 密度가 增加함에 따라 진주담치의 PSP 含量도 增加하였으며 *Protogonyaulax* sp.의 密度가 34200 cells/l에 도달한 2日후인 4月 19日에 진주담치의 PSP 含量이 最高值(10800 µg/100g)에 달하였다. 또, 진주담치의 PSP 含量은 *Protogonyaulax* sp.의 密度가 減少하기 시작한 2~3日 후 부터 급격히 減少하기 시작하였으며 *Protogonyaulax* sp.이 사라진 10日후(6月 20日경) 부터는 PSP도 檢出되지 않아 매우 밀접한 상관관계를 나

타내었다. 그러나 5月 3日경 부터 6月 1日경 사이에 *Protogonyaulax* sp.의 密度는 진주담치의 PSP 含量에 큰 관계없이 변화가 심하였으며 특히 5月 27日경 *Protogonyaulax* sp.의 密度는 調査期間중 가장 높은 64400 cells/l를 나타내었으나 PSP 含量은 계속 減少하여 3, 4月과는 다른 경향을 나타내었다.

이상의 結果로 볼 때 진주담치의 PSP 含量과 *Protogonyaulax* sp.의 密度 사이에는 밀접한 상관관계가 있는 것은 확실하지만 항상 일정한 상관관계를 가지는 것은 아니라고 추정되며 이러한 結果는 張 등(1988 a)의 結果와 유사한 경향을 나타내었다.

4. *Protogonyaulax* sp.의 密度와 無機鹽濃度와의 관계

진주담치의 毒化에 영향을 미치는 *Protogonyaulax* sp.의 密度와 *Protogonyaulax* sp.의 增殖에 필수적인 營養素라고 알려진 NH₄-N, NO₃-N, NO₂-N, PO₄-P(光造 등, 1980)의 海水 중의 濃度와의 관계를 調査한 結果는 Fig. 7, 8, 9, 10과 같다.

NH₄-N의 경우(Fig. 7) 3月 25日경 *Protogonyaulax* sp.의 bloom의 시작됨에 따라 NH₄-N의 濃도가 減少하였으며 4月 20日경 *Protogonyaulax* sp.의 密度가 減少됨에 따라 NH₄-N의 濃도는 增加하기 시작하였다. 그리고 5月 8日경 부터는 NH₄-N의 濃도가 다소 增加한 약 3日 후에 *Protogonyaulax* sp.의 密度도 增加하였으며 5月 13日경 NH₄-N의 濃도가 減少한 약 4日 후에 *Protogonyaulax* sp.의 密度도 減少하여 상관관계가 있는 것을 알 수 있었으며 특히 NO₃-N의 경우(Fig. 8), 5月 13日까지의 경향이 NH₄-N과 비슷할 뿐만 아니라 그 이후 NO₃-N의 濃도가 급격히 增加, 減少한 후 *Protogonyaulax* sp.의 濃도도 급격히 增加, 減少하여 NH₄-N보다 더 밀접한 상관관계를 나타내었다. 한편 NO₂-N과 PO₄-P의 경우(Figs. 9, 10), 3月 25日경 부터 4月 30日경까지는 NH₄-N과 NO₃-N과 비슷한 경향을 나타내었으나 그 이후로는 濃度變化가 심하여 *Protogonyaulax* sp.의 密度와 상관관계를 고찰하기는 힘들었으며 6月 10日경 질소 및 인의 濃도가 급격히 增加한 것은 그 당시의 降雨 때문인 것으로 思料된다.

Nishitani et al.(1984)은 海水 중의 총 질소濃도

가 增加한 며칠 뒤에 PSP 原因 플랑크톤의 一種인 *P. catenella*의 bloom이 시작되었으며 bloom이 시작됨과 동시에 질소 인의 濃度가 급격히 減少한다고 報告한 바 있으며 또한 Boyer et al.(1987)은 *P. tamarensis*를 自然海水에서 인이나 질소를 제한하여

培養하였을 때는 잘 增殖하지 못하였으나 인과 질소를 다시 첨가하였을 때는 增殖이 촉진되었다고 報告한 바 있는데 본 實驗의 結果도 이들의 結果와 유사한 경향을 나타내었다.

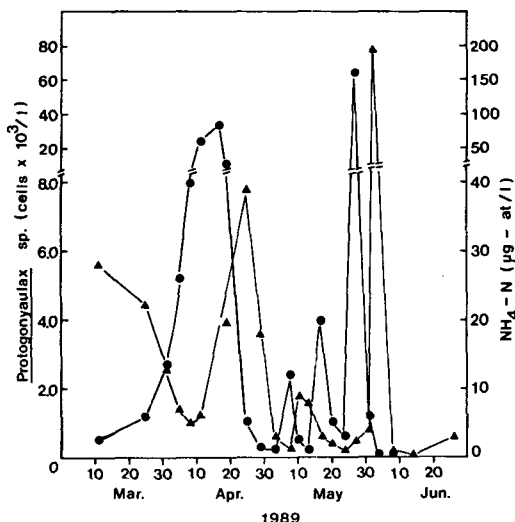


Fig. 7. Density of *Protogonyaulax* sp. and concentration of $\text{NH}_4\text{-N}$ at Gamchŏn Bay in, Pusan, 1989.
●---●; Density of *Protogonyaulax* sp.
▲---▲; Concentration of $\text{NH}_4\text{-N}$.

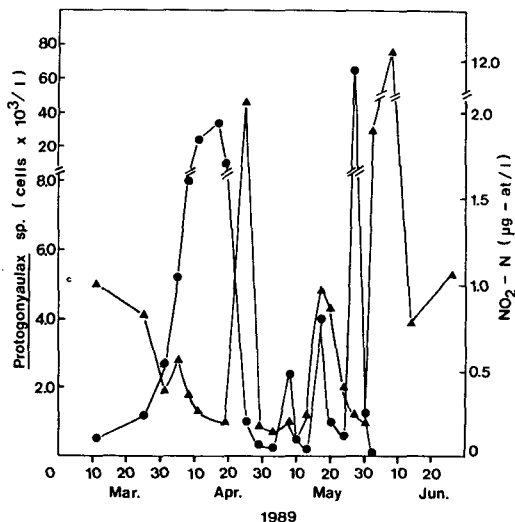


Fig. 9. Density of *Protogonyaulax* sp. and concentration of $\text{NO}_3\text{-N}$ at Gamchŏn Bay in, Pusan, 1989.
●---●; Density of *Protogonyaulax* sp.
▲---▲; Concentration of $\text{NO}_2\text{-N}$.

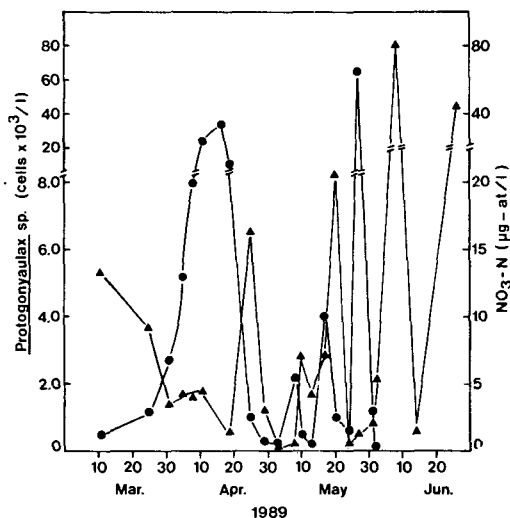


Fig. 8. Density of *Protogonyaulax* sp. and concentration of $\text{NO}_3\text{-N}$ at Gamchŏn Bay in, Pusan, 1989.
●---●; Density of *Protogonyaulax* sp.
▲---▲; Concentration of $\text{NO}_3\text{-N}$.

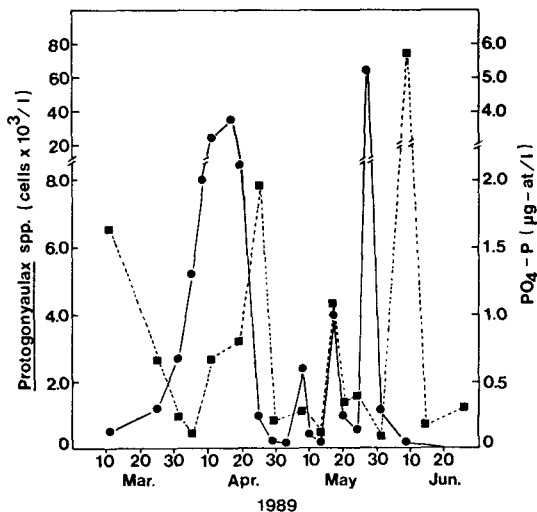


Fig. 10. Density of *Protogonyaulax* spp. and concentration of $\text{PO}_4\text{-P}$ at Gamchŏn Bay in Pusan, 1989.
●---●; Density of *Protogonyaulax* sp.
■---■; Concentration of $\text{PO}_4\text{-P}$.

5. 煮熟에 의한 除毒効果

(1) 煮熟溫度에 따른 毒力變化

貝類 가공처리시에 煮熟溫度가 PSP의 毒力에 미치는 영향을 알아보기 위하여 毒化된 진주담치를 均質化하여 62.8~121. °C 사이에서 煮熟하였을 때 煮熟溫度에 따른 毒力變化는 Fig. 11과 같다.

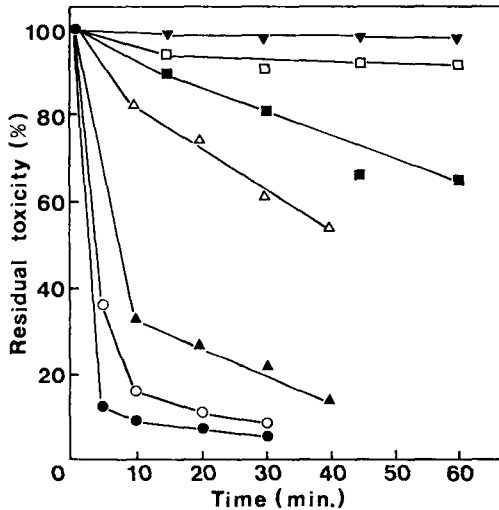


Fig. 11 Change of PSP toxicity of sea mussel homogenate by heat treatment.

▼ --- ▼; 62.8°C, □ --- □; 70°C,
 ■ --- ■; 80°C, △ --- △; 90°C,
 ▲ --- ▲; 100°C, ○ --- ○; 110°C,
 ● --- ●; 121°C.

低温殺菌溫度인 62.8 °C 와 70 °C에서 1時間 煮熟후의 毒力變化는 각각 3%, 9%, 減少하여 거의 變化가 없었으나, 80 °C 이상에서는 溫度가 상승함에 따라 毒力減少率도 增加하여 80 °C의 경우 煮熟시간의 연장에 따라 거의 일정속도로 毒力이 減少하여 1시간 煮熟후에 최초 毒力의 35%가 減少하였고, 90 °C의 경우 최초 10분 동안은 비교적 빠른 속도로 減少하여 약 18%가 減少하였고, 그 후에는 거의 일정속도로 減少하여 40분간 煮熟후에 약 45%가 減少하였다. 100 °C의 경우, 煮熟초기에 급격히 減少하여 10분 煮熟후에 최초毒力의 67%가 減少하였고, 그 이후에는 비교적 완만히 減

少하여 40分 후에 86%가 減少되었고, 110 °C 의 경우도 100 °C의 경우와 비슷한 경향을 나타내어 10分 煮熟후에 84%, 30分 煮熟후에 92%가 減少하였다. 그리고 121 °C에서는 煮熟후 5분만에 88%가 減少하였으며, 그 이후에는 아주 완만히 減少하여 30분후에 95%가 減少하였다.

이상의 結果에 의하면 煮熟에 의한 PSP의 毒力 減少는 100 °C 이상의 溫度에서 현저하였고, 煮熟溫度가 높을수록 煮熟 초기에 毒力減少가 뚜렷함을 알 수 있었다.

(2) 煮熟時間에 따른 毒力變化

脫殼하지 않은 진주담치(生진주담치)를 一般家庭의 調理法과 같이 100 °C의 水道水에서 煮熟하였을 때 경과시간에 따른 毒力의 變化를 標準方法에 의하여 抽出한 粗毒素(pH 3.0)와 비교한 結果는 Fig. 12와 같다.

粗毒素의 경우는 前報(張 등, 1988 b)의 結果와 같이 毒力의 高低에 관계없이 熱에 매우 안정하였다.

生진주담치에서는 毒力이 150 μg/100g인 試料의 경우는 煮熟 30分후 부터 固形物과 液汁 모두 動物實驗 結果 毒性이 나타나지 않았으나, 毒力이 5400 μg/100g인 試料는 固形物의 경우 煮熟 30分후에는 843μg이, 60分 후에는 355 μg의 높은 毒力이 잔존하고 있었으며, 90分간 煮熟한 후에도 毒性이 잔존하고 있었다. 한편, 液汁의 경우는 煮熟 15分후 固形物에서 液汁으로 최초 毒力의 약 5%인 290 μg이 液汁으로 용출되었으나 煮熟時間이 경과함에 따라 점차 減少하여 120分 후에는 40 μg 정도의 毒力만 남아 있었다.

이상의 結果로 볼 때 一般家庭의 調理法인 煮熟에 의하여 毒力이 낮은 試料는 30分 정도의 煮熟으로서 食品衛生上 안전한 수준까지 減毒시킬 수 있었으나 毒力이 높은 試料의 경우 毒力의 減少率은 15分 79%, 30분에 84%, 60분에 93% 등 매우 높았으나, 실제 잔존毒力은 15분에 1140 μg/100g, 30분에 843 μg, 60分 후에도 355 μg으로 높게 나타나, 一般家庭의 調理法으로 PSP에 의한 中毒事故를 예방하기 위하여서는 生産되는 貝類의 PSP 含量이 정확하게 파악되어야 될 것으로 思料된다.

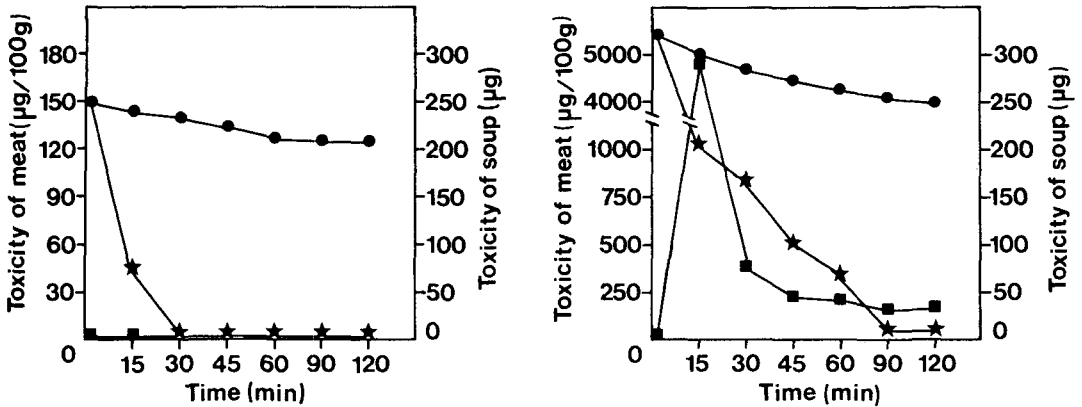


Fig. 12 Comparison of detoxification ratio between high and low PSP infested sea mussel by boiling at 100 °C in tap water.

●—●; Toxicity of crude toxin, ★—★; Toxicity of meat,
 ■—■; Toxicity of soup.

要 約

痲痺性貝類毒의 除毒方法 및 貝類毒性和 原因 플랑크톤과의 關係를 알아보기 위하여 1987年과 1988年 2月 부터 6月 사이에 釜山의 수정, 진동의 양도, 거제도의 하청 海域에서 진주담치의 PSP 含量과 海水의 溫度, pH, 鹽分濃度와의 關係와 1989年 3月 부터 6月 사이에 釜山의 감천만 海域에서 진주담치의 PSP 含量과 *Protogonyaulax* sp.의 密度, 그리고 海水의 無機鹽(질소와 인) 濃度와의 關係를 調査하고 毒化된 진주담치의 煮熟溫度 및 時間에 따른 毒力變化를 實驗한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. PSP가 빈번히 檢出되는 2月과 5月 사이에 있어서 같은 海域이라도 PSP의 檢出率이나 毒素 含量은 年度에 따라 심한 差異가 있었다.
2. 진주담치 棲息海域의 水溫이 8.0 °C에서 14.0 °C 사이일 때 PSP가 주로 檢出되었다.
3. 釜山 감천만 海域에서 진주담치의 PSP 含量과 *Protogonyaulax* sp.의 密度 사이에 出現초기에는 상관관계가 있었지만 항상 일정한 상관관계는 나타나지 않았다.
4. *Protogonyaulax* sp.의 密度는 NO₃-N의 濃度와 가장 밀접한 상관관계가 있었다.
5. 진주담치의 PSP는 70 °C 이하에서는 60분간 煮熟에도 거의 變化가 없었으나, 80 °C 이상

에서는 溫度가 상승함에 따라 減毒率도 增加하였다.

6. 毒力이 150 µg/100g인 진주담치는 煮熟 30분 만에 動物實驗結果 毒性이 나타나지 않았으나, 5400 µg/100g인 진주담치의 경우는 90분 이상 煮熟하여도 食品衛生上 안전한 수준으로 減毒 시킬 수 없었다.

謝 辭

本 研究는 1987年度 東遠學術研究財團의 研究費 支授에 의하여 이루어졌음을 밝히며 아울러 感謝를 드리는 바이다.

參 考 文 獻

Boyer, G. L., J. J. Sullivan, R. J. Anderson, D. J. Harrison and F. J. R. Tayer. 1987. Effects of nutrient limitation on toxin production and composition in the marine dinoflagellate *Protogonyaulax tamarensis*. *Marine Biology*. 96, 123~128.

Hall, S. 1982. Toxins and toxicity of *Protogonyaulax* from the Northeast Pacific. Ph. D. thesis, University of Alaska. pp. 196.

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.
- 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.
- Maruyama, J., T. Noguchi, Y. Onoue, T. 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.
- 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. Regalis, ed. American Chemical Society, Washington, D. C., pp. 139~149.
- 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. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 44(11), 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 toxification of the scallop, *Patinopecten yessoensis*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 48(4), 563~566.
- Prakash, A. and J. C. Medcof. 1962. Hydrographic and meteorological factors affecting shellfish toxicity at Head Harbour, New Brunswick. J. Fish. Res. Bd. Canada. 19(1), 101~111.
- Prakash, A., J. C. Medcof and A. D. Tennant. 1971. Paralytic shellfish poisoning in eastern Canada. Fisheries Research Board of Canada. 177, 1~87.
- Therriault, J. C., J. Painchaud and M. Levasseur. 1985. Factors controlling the occurrence of *Protogonyaulax tamarensis* and shellfish toxicity in the St. Lawrence estuary: Fresh water run-off and the stability of the water column. "Toxic Dinoflagellates", Anderson, D. M., A. W. White and D. G. Baden, ed. Elsevier Science Publishing Co., pp.141~146.
- White, A. W. 1986. High toxin content in the dinoflagellate *Gonyaulax excavata* in nature. Toxicol. 24, 605~610.
- 張東錫·申逸湜·卞在亨·朴榮浩. 1987. 진주담치의 痲痺性毒에 관한 研究(1986年 釜山 감천만 中毒事故를 中心으로), 韓水誌, 20(4), 293~299.
- 張東錫·申逸湜·趙鶴來·金知會·卞在亨·朴榮浩. 1988 a. 韓國產 主要貝類에 대한 毒의 分布, 特性 및 除毒에 관한 研究. 1. 痲痺性貝類毒의 分布에 관하여. 韓水誌. 21(2), 113~126.
- 張東錫·申逸湜·趙鶴來·朴美蓮·卞在亨·朴榮浩. 1988 b. 韓國產 主要貝類에 대한 毒의 分布, 特性 및 除毒에 관한 研究. 2. 진주담치에서 抽出한 PSP의 分離, 精製 및 特性에 관하여. 韓水誌. 21(3), 161~168. 便
- 張東錫·申逸湜·具孝英·吳銀涼·卞在亨·朴榮浩. 1988 c. 韓國產 主要貝類에 대한 毒의 分布, 特性 및 除毒에 관한 研究. 3. 痲痺性貝類毒의 除毒에 관하여. 韓水誌. 21(5), 297~302.
- 淺川學·高木光造. 1983. 痲費性貝毒に 對する pH, 加熱の影響~毒化 ホタテガイのボイル加工, 缶詰加工に關連して~. 北大水産彙報. 34(3), 260~263.
- 淺川學·飯田優·大石圭一. 1986. 痲び性貝毒性分の 加壓加熱處理による組成變化について~毒化 ホタテガイの 缶詰加工に 關連して~. 北大水産彙報. 37(3), 252~256.
- 橋本周ス·野口玉雄. 1982. 海の植物連鎖における 痲び性貝毒. 月刊海洋科學. 14, 46~52.
- 野口玉雄. 1983. 痲痺性貝毒. 衛生化學. 29, 10~15.
- 野口玉雄·上田要一·尾上義夫·河野迪子·小山綱江·橋本周久·妹尾芳郎·三島進. 1980 a. PSPにより 毒化したホタテガイの 缶詰製造中

における 毒性値の變化. 日水誌. 46(10), 1273~1277.

野口玉雄·上田要日·尾上義夫·河野迪子·小山絹江·橋本周久·竹内俊郎·三島進. 1980 b. PSPにより 著しく 毒化した ホタテガイの 缶詰製造 および貯藏中における 毒性値の變化. 日水誌. 46(11), 1339~1344.

1989년 5월 31일 접수

1989년 8월 28일 수리