

## 자란만·사랑도해역 패류에 대한 위생학적 안전성평가

하광수<sup>1</sup>, 권지영<sup>1</sup>, 정상현<sup>1</sup>, 박큰바위<sup>2</sup>, 김동욱<sup>2</sup>, 이가정<sup>2</sup>, 정연중<sup>2</sup>, 목종수<sup>2</sup>, 손광태<sup>2</sup>

<sup>1</sup>국립수산과학원 남동해수산연구소, <sup>2</sup>국립수산과학원 식품위생가공과

### Evaluation of Sanitary Safety for Shellfish in the Jaranman·Saryangdo area, Korea

Kwang Soo Ha<sup>1</sup>, Ji Young Kwon<sup>1</sup>, Sang Hyeon Jeong<sup>1</sup>, Kun Ba Wui Park<sup>2</sup>, Dong Wook Kim<sup>2</sup>,  
Ka Jeong Lee<sup>2</sup>, Yeon Jung Jeong<sup>2</sup>, Jong Soo Mok<sup>2</sup> and Kwang Tae Son<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Southeast Sea Fisheries Research Institute, NIFS, Tongyoung 53085, Korea

<sup>2</sup>Food Safety and Processing Research Division, NIFS, Busan 46083, Korea

#### ABSTRACT

To evaluate bacteriological and toxicological safety, the hygienic indicator bacteria and paralytic shellfish toxins in the shellfish produced in the Jaranman·Saryangdo area from 2016 to 2018 were investigated. The bacteriological quality of oysters collected from Jaranman·Saryangdo area meets the standard value based on shellfish hygiene of the Food Sanitation Act of Korea and the Grade A according to the classification of shellfish harvesting areas of European Union, respectively. Paralytic shellfish toxins in mussel samples collected from March to April in 2018 were detected as the range of 0.82-15.26 mg/kg, which was significantly exceeding the standard value. Paralytic shellfish toxins in oyster samples collected from the middle of April in 2018 were also showed as the range of 0.93-3.39 mg/kg. As concerns over the spread and high concentration of marine biotoxins due to recent climate change, the improvement of monitoring and safety management for shellfish toxins are consistently required.

**Key words:** Jaranman·Saryangdo, *E. coli*, fecal coliform, paralytic shellfish poisoning

#### 서 론

자란만·사랑도해역은 북쪽으로는 경상남도 고성군 삼산면과 하일면, 그리고 남서쪽으로는 통영시 사랑도의 해안선과 접해있으며, 수역 면적은 약 76 km<sup>2</sup>이고, 굴 (*Crassostrea gigas*), 가리비 (*Chlamys farreri*), 피조개 (*Seapharca broughtonii*), 지중해담치 (*Mytilus galloprovincialis*), 바지락 (*Ruditapes philippinarum*) 등이 양식되고 있는 경남지역의 주요 패류생산해역이다 (NIFS, 2018).

패류는 연안해역에서 주로 서식하며, 육상에서 유입되는 하

천수, 생활하수, 농업용수 등으로부터 영양염류를 먹이로 섭취하는 동안, 주변 해수에 부유하는 세균, 바이러스 및 중금속 등의 위해인자를 체내에 축적하게 된다. 이처럼 오염된 패류의 섭취는 사람들에게 건강상의 위해를 초래할 수 있다 (Legnani et al., 1998; Wallace et al., 1999). 1890년부터 오염된 이매패류의 소비로 인한 식품안전성에 대한 연구가 시작하였고, 20세기 초반 장티푸스의 대규모 발병은 영국 및 미국에서 연안의 배출수에 대한 오염원 관리를 국가에서 수행하게 되는 계기가 되었다(Buchan, 1910; WHO, 2010). 또한 이러한 오염원들로부터 패류의 위생안전성 확보를 위해서는 서식지의 위생관리가 대단히 중요하며, 미국, 유럽연합 등 위생관리 선진국에서는 패류생산해역의 위생상태에 따라 등급을 부여하여 관리하고 있다 (U.S. FDA, 2007; European commission, 2015).

강우는 패류생산해역의 세균학적 수질에 가장 큰 영향을 미치는 요인으로 육상에서 발생하는 오염물질들을 해역으로 운반하는 중요한 매개체로 알려져 있다 (Sayler et al., 1975), 대형하천과 인구가 밀집되어 있는 지역의 연안이나, 강우가 집중되는 하절기에는 패류생산해역의 해수 및 패류에서 분변계

Received: December 10, 2020; Revised: December 21, 2020;  
Accepted: December 28, 2020

Corresponding author: Kwang Soo Ha

Tel: +82 (55) 640-4760, e-mail: ksha@korea.kr  
1225-3480/24777

This is an Open Access Article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License with permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproducibility in any medium, provided the original work is properly cited.

대장균의 검출이 높아지는 경향을 나타내었다 (Kwon *et al.*, 2008; Shim *et al.*, 2009).

1790년 러시아의 탐험대가 알래스카에서 홍합을 먹고 사망한 것이 마비성패류독에 의한 최초의 중독사고로 기록되어 있으며, 이후 미국과 캐나다의 태평양과 대서양 연안에서 발생한 것으로 보고되었다. 마비성패류독의 대표성분인 saxitoxin은 청산나트륨의 1,000배에 달하는 강력한 독성분으로 알려져 있다 (Lee *et al.*, 2017). 우리나라 진해만 등의 경남 연안은 매년 주기적으로 마비성 패류독소가 발생되고 있으며, 담치류 중심으로 많은 연구가 수행되었다 (Mok *et al.*, 2013).

본 연구는 2016년부터 2018년까지 자란만·사랑도해역의 주요 생산 패류인 굴에 대한 위생지표세균을 분석하여 세균학적 안전성을 확인하였으며, 마비성패류독소의 지표종인 지중해담치와 굴을 대상으로 패류독소의 함량을 분석하여 독물학적 안전성을 확인하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사지점 및 시료의 채취

자란만·사랑도해역은 수출용패류생산지정해역으로 지정되어 있으며, 경계선 내외부에는 주로 굴 어장이 위치하고 있다. 2016년부터 2018년까지 자란만·사랑도해역에 대한 세균학적 안전성평가를 위하여 고성군 송천리 (O-1), 자란도 (O-3), 통영시 읍덕리 (O-5), 고성군 동화리 (O-6), 두포리 (O-7) 에 굴 조사지점 5개소를 선정하여 조사하였다. 또한 마비성패류독소에 대한 안전성을 확인하기 위해 굴 조사지점 3개소 (O-3, O-5, O-7) 와 마비성패류독소의 지표종인 지중해담치 조사지점 2개소를 통영시 돈지리 (M-1), 금평리 (M-2) 에 설정하여 패류독소 분석을 실시하였다 (Fig. 1). 패류시료의 부착물은 채취지점의 해수를 이용하여 깨끗이 제거한 후, 멸균된 시료 용기에 담아 10℃ 이하로 운반하여 분석에 사용하였다.

### 2. 위생지표세균 및 병원성세균 분석

굴 시료에서 위생지표세균인 분변계대장균 및 일반세균수 분석은 American Public Health Association (APHA) 의 시험방법에 준하여 실험하였다 (APHA, 1970). 12개체 이상의 굴 시료에서 200 g 이상을 취하여 동량의 PBS (Merck, Germany) 를 첨가하고 마쇄하였다. 시료를 Lauryl tryptose broth (Difco, USA) 배지에 3단 5개 시험관에 시료를 1 g, 0.1 g, 0.01 g이 되도록 희석하여 접종한 후, 35 ± 0.5℃에서 24시간 및 48시간 배양하고 결과를 확인하였다. LTB 배지에서 가스가 생성된 시험관의 배양액은 Escherichia coli broth (Difco, USA) 에 접종한 후, 항온수조에서 44.5 ± 0.2℃, 24시간하여 배양하여 양성 여부를 확인하였다. 일반세균수 분석을 위해 굴

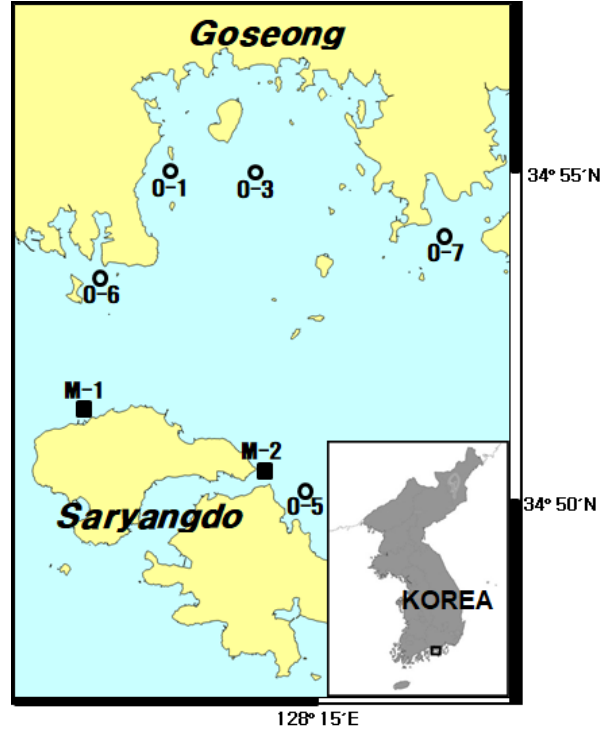


Fig. 1. Sampling sites for shellfishes in the Jaranman · Saryangdo area (○, Oyster; ■, Mussel).

시료를 0.1 g, 0.01 g으로 희석하고, 희석액 1 mL 씩을 일회용 배양접시에 접종한 후, 항온수조에서 44-46℃로 유지된 Plate counter agar (Difco, USA) 를 분주하고 배양기에서 35 ± 0.5℃, 48시간 배양하고 집락을 계수하였다. 대장균 분석은 Most probable technique using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl-β-D-glucuronide (ISO 16649-3:2015) 의 방법에 따라 실험하였다 (ISO, 2015). 패류시료와 2배의 0.1% peptone water (Merck, Germany) 를 넣고 마쇄한 후, 용액과 0.1% peptone water (3:7) 를 3:7의 비율로 희석하였고, 10 mL 희석액을 2배 농도 Mineral modified glutamate medium (Oxoid, UK) 에 접종하였다. 0.1 g 및 0.01 g이 되도록 희석한 시료를 동일배지에 접종한 후, 37 ± 1℃, 24시간 배양하고 양성으로 판정된 시험용액은 Tryptone bile glucuronide agar (Oxoid, UK) 에 도말하고, 44 ± 1℃, 24시간 배양한 후, 양성 집락을 100 g 당 MPN으로 표기하였다.

### 3. 마비성패류독소 분석

자란만·사랑도해역에서 채취한 굴 및 지중해담치 시료에서 마비성패류독소 (Paralytic Shellfish Poisoning, PSP) 함량은 APHA 법에 준하여 분석하였다 (APHA, 1970). 실험에 사용된 패류는 해역에서 이물질을 제거하고, 실험실에 운반하여 수도수로 세척하고 물기를 제거한 후, 패류의 육을 균질화하였

**Table 2.** Results of the bacteriological examinations of oyster during harvesting and non-harvest season in Jaranman · Saryangdo area

Station	Fecal coliform MPN/100g				<i>E.coli</i> MPN/100g				Plate count CFU/g				No. of samples
	Range	GM <sup>1)</sup>	> 230		Range	GM	> 230		Range	GM	> 50,000		
			No.	%			No.	%			No.	%	
(Harvest season)													
O-1	< 18-230	20.6	0	0.0	< 18-230	21.3	0	0.0	70-750	224.0	0	0.0	23
O-3	< 18-130	19.4	0	0.0	< 18-130	20.2	0	0.0	40-690	144.3	0	0.0	24
O-5	< 18-110	19.8	0	0.0	< 18-110	21.7	0	0.0	30-650	116.9	0	0.0	24
O-6	< 18-170	19.7	0	0.0	< 18-170	20.3	0	0.0	70-680	183.6	0	0.0	23
O-7	< 18-110	23.3	0	0.0	< 18-70	20.6	0	0.0	20-530	175.8	0	0.0	24
Total	< 18-230	19.4-23.3	0	0.0	< 18-230	20.2-21.7	0	0.0	20-750	116.9-224	0	0.0	118
(Non-harvest season)													
O-1	< 18-20	19.0	0	0.0	< 18-20	18.3	0	0.0	25-1,200	208.1	0	0.0	11
O-3	< 18-20	18.0	0	0.0	< 18-19	18.3	0	0.0	60-550	174.9	0	0.0	12
O-5	< 18-330	23.6	1	10.0	< 18-20	18.8	0	0.0	35-1,700	187.7	0	0.0	10
O-6	< 18-45	19.6	0	0.0	< 18-19	18.3	0	0.0	45-1,100	251.7	0	0.0	9
O-7	< 18-78	20.1	0	0.0	< 18-80	22.8	0	0.0	65-740	263.5	0	0.0	11
Total	< 18-330	18.0-23.6	1	2.0	< 18-80	18.3-22.8	0	0.0	25-1,700	174.9-263.5	0	0.0	53

<sup>1)</sup>Geometric Mean

다. 100 g의 시료에 같은 량의 0.1 N HCl을 첨가하고, 시료의 pH가 2.0-4.0 범위가 되도록 조정후, 100℃에서 5분간 가열하였다. 냉각한 시료의 pH를 다시 조정하고, 시료량을 200 mL로 정량하였다. 3,000 rpm에서 5분 동안 원심분리한 상등액을 시료로 하여 ICR 계열의 4 주령 수컷 mouse의 복강 내에 주사기로 1 mL씩 주입하였다. 사망에 소요된 시간을 계산하여 sommer's table에 준하여 마비성패류독소의 독력을 분석하였다.

**결과 및 고찰**

**1. 세균학적 안전성평가**

2016년 1월부터 2018년 12월까지 자란만·사량도해역 내에 위치한 5개 조사지점 (O-1, O-3, O-5, O-6, O-7) 에서 매월 1회씩 총 36회에 걸쳐 171점의 굴 시료에 대한 위생조사를 실시하였다. 각 시료에 대해 분석한 분변계대장균과 대장균 및 세균수의 검출범위와 기하평균 값에 대한 결과를 나타내었다. 검출된 분변계대장균과 대장균의 범위는 < 18-330 및 < 18-230 MPN/100g이었고, 대장균의 기하평균은 19 MPN/100g으로 낮게 나타났다 (Table 1).

우리나라의 생식용 굴에 대한 기준규격은 식품공전에 준하여 대장균 230 MPN/100g을 초과하지 않도록 규정되어 있다

**Table 1.** Bacteriological examination results of oyster in Jaranman · Saryangdo area

Station	Fecal coliform MPN/100g				<i>E.coli</i> MPN/100g				Plate count CFU/g				No. of samples
	Range	GM <sup>1)</sup>	> 230		Range	GM	> 230		Range	GM	> 50,000		
			No.	%			No.	%			No.	%	
O-1	< 18-230	< 18	0	0.0	< 18-230	< 18	0	0.0	10-1,200	220	0	0.0	34
O-3	< 18-130	< 18	0	0.0	< 18-130	< 18	0	0.0	15-690	140	0	0.0	36
O-5	< 18-330	< 18	1	2.9	< 18-110	< 18	0	0.0	10-1,700	140	0	0.0	34
O-6	< 18-170	< 18	0	0.0	< 18-170	< 18	0	0.0	N.C. <sup>2)</sup> -1,100	225	0	0.0	32
O-7	< 18-110	< 18	0	0.0	< 18-80	< 18	0	0.0	10-740	210	0	0.0	35

<sup>1)</sup>Geometric Mean, <sup>2)</sup>No Colony

(MFDS, 2020). 또한 세균수의 기준은 최종 소비자가 바로 섭취할 수 있도록 위생·처리하여 용기포장한 동물성 냉동수산물물의 경우, 100,000 CFU/g를 넘지 않도록 정하고 있다. 자란만·사랑도해역에서 생산된 굴의 대장균은 230 MPN/100g을 초과하지 않았고, 세균수는 1,100 CFU/g이하로 나타나 우리나라 식품위생 위생기준을 만족하였다. 또한 유럽연합은 생식용 패류생산해역에 대한 위생기준을 Commission Regulation (EU) 2015/2285에 규정하고 있다 (ISO, 2015). 즉시 생식할 수 있는 패류가 생산되는 해역을 A 등급해역으로 분류하고 있으며, 그 기준은 80%의 시료에서 대장균이 230 MPN/100g를 초과하지 않아야 하고, 초과한 20%의 시료에서 대장균은 700 MPN/100g을 넘지 않아야 한다. 따라서 조사기간 동안 생산된 패류시료에 대한 분석결과, 자란만·사랑도해역은 유럽연합의 생식이 가능한 패류생산해역 기준인 A등급을 만족하였다.

강진만해역에 대한 조사에서 굴, 바지락, 새꼬막에서 대장균을 분석한 결과, < 18-230 MPN/100g을 초과하지 않는 것으로 보고하였으며, 한산·거제만 및 가막만해역의 굴에서 대장균을 분석한 결과, 230 MPN/100g을 초과하지 않았다고 보고하였다 (Shin *et al.*, 2017; Ha *et al.* 2018). 따라서 최근 경남과 전남 지역의 대표적인 굴 생산해역인 자란만·사랑도해역, 한산·거제만해역, 가막만해역 및 강진만해역에서 생산되는 패류의 세균학적 안전성은 국내 및 유럽연합의 기준을 만족하였다.

### 2. 수확기 굴의 위생학적 성상

자란만·사랑도해역에서 생산되는 굴은 10월부터 다음해 5월까지 주로 수확되며, 6월부터 9월까지 비수확시기로 구분한다. 수확기와 비수확기 분변계대장균의 기하평균 범위는 각각 19.4-23.3 및 18.0-23.6 MPN/100g으로 나타났다. 또한 수확기와 비수확기 대장균의 기하평균 범위는 각각 20.2-21.7 및 18.3-22.8 MPN/100g으로 비수확기의 값이 다소 높게 나타났다 (Table 3). 또한 가막만해역의 굴에 대한 수확기와 비수확기의 분변계대장균의 기하평균은 각각 19.6 및 26.5 MPN/100g으로 다소 큰 차이를 나타내었다 (Ha *et al.*, 2018). 비수확기에 패류의 세균학적 오염정도가 높아지는 원인은 강우빈도가 높아지고 강우량이 증가하는 하절기를 포함하고 있기 때문이다. 다량의 강우 시 자란만·사랑도해역 및 창선해역에 육상으로부터 오염물질의 유입이 증가하고, 해수의 염분이 낮아져 대장균의 생육에 좋은 환경이 조성되어 패류의 위생상태가 악화된 것으로 보고하였다 (Shim *et al.*, 2009; Yoo *et al.*, 2010).

### 3. 강우량에 따른 굴의 세균학적 안전성

강우량과 경과시간에 따른 패류의 위생학적 안전성을 확인하기 위하여 조사 3일전부터 당일까지 강우량과 조사지점별 분변계대장균, 대장균 및 일반세균수의 변화를 나타내었다 (Table 4). 조사기간 동안 30 mm 이상의 강우가 내린 일곱 번의 조사결과를 강우 영향평가를 위해 사용하였다. 조사 3일 전과 조사 3일부터 2일 전까지 약 100 mm의 강우가 내린 2016년 9월 및 2018년 5월에도 6개소의 패류조사 지점에서 채취한 굴에서는 대장균 및 분변계대장균의 변화가 거의 없었다. 또한 2일부터 1일 전까지 약 32-58 mm의 강우가 내린 2017년 6월, 2018년 3월 및 10월에도 대장균은 크게 증가하지 않았다. 조사 3일부터 당일까지 112.3 mm의 강우가 내린 2016년 7월에도 고성만 인근에 위치한 O-7 지점에서만 대장균이 다소 높아진 80 MPN/100mL으로 나타났다. 하지만, 조사 전날 120 mm 이상의 폭우가 집중된 2016년 10월에는 굴 조사지점 5개소에서 대장균 범위가 70-230 MPN/100mL으로 크게 증가하였다. 하지만 여러 조건의 강우 후에도 자란만·사랑도해역에서 생산되고 있는 굴의 대장균은 230 MPN/100mL를 초과하지 않아 우리나라와 유럽연합의 세균학적 기준을 만족하였다.

한산·거제만해역의 강우에 대한 영향평가결과, 82-351 mm의 강우 후, 대부분의 시료에서 대장균은 증가하는 경향을 보였으며, 특히 조사 2일전 174 mm 강우 후에 대부분의 패류 조사지점에서 대장균이 매우 높은 범위로 증가한 것을 확인하였다 (Ha *et al.*, 2018). 또한 가막만해역에 대한 강우 영향평가결과에서도 조사 2일전 180 mm의 강우 후에 대장균이 높게 증가한 것으로 보고하였다 (Ha *et al.*, 2017). 이러한 결과는 해수의 세균학적 영향은 24-48시간 내에 악화된 후, 평소의 수질로 회복되지만, 세균을 체내에 축적하는 패류는 해수보다 강우의 영향을 다소 늦게 받으며, 그 영향은 오래 유지하는 것으로 보고하였다 (Yoo *et al.*, 2010; Park *et al.*, 1990).

자란만·사랑도해역에서 생산된 굴은 주로 2월에서 5월까지 수확되며, 많은 양이 냉동공정을 거쳐 미국으로 수출되고 있다. 수입국의 위생기준에 따라 강우량에 따른 조건부 허가해역으로 지정 받아 관리되고 있으며, 한국패류위생계획에 준하여 강우량에 따른 패류채취 금지기간이 설정되어 있다. 일일 강우량 기준으로 15-22 mm의 강우가 내린 후에는 1일, 22-50 mm의 강우가 내린 후에는 4일, 50 mm 이상의 강우 후에는 7일 동안 패류채취가 금지되어 있다. 하지만 본 연구결과 2016년부터 2018년까지 조사 3일전부터 32-58 mm 정도의 강우는 자란만·사랑도해역 패류의 위생성상에는 전혀 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었다. 향후 동 해역에 대해 강우량 및 경과시간에 따른 해역영향평가를 추진하여 현재의 강우량에 따른 패류채취 금지조건의 완화가 요구된다.

**Table 3.** Effect of rainfall and time on the bacteriological quality of oyster in Jaranman-Saryangdo area

Sampling date (Total amount of rainfall)	Rainfall date	Rainfall amount (mm)	Station	MPN/100g		CFU/g
				Fecal coliform	<i>E. coli</i>	Plate count
'16.07.05 (112.3 mm)	'16.07.02	59.6	O-1	20	20	500
	'16.07.03	17.5	O-3	< 18	< 18	500
	'16.07.04	34.9	O-5	- <sup>1)</sup>	-	-
	'16.07.05	0.3	O-6	-	-	-
	'16.07.05	0.3	O-7	78	80	390
'16.09.06 (104.1 mm)	'16.09.03	104.1	O-1	< 18	< 18	140
	'16.09.04	0.0	O-3	< 18	< 18	180
	'16.09.05	0.0	O-5	< 18	< 18	480
	'16.09.05	0.0	O-6	< 18	< 18	340
	'16.09.06	0.0	O-7	< 18	< 18	470
'16.10.06 (124.6 mm)	'16.10.03	0.1	O-1	230	230	300
	'16.10.04	2.3	O-3	130	130	130
	'16.10.05	122.2	O-5	110	110	200
	'16.10.05	122.2	O-6	170	170	290
	'16.10.06	0.0	O-7	68	70	160
'17.06.08 (32.5 mm)	'17.06.05	0.0	O-1	20	< 18	180
	'17.06.06	3.3	O-3	< 18	< 18	60
	'17.06.07	29.2	O-5	< 18	< 18	70
	'17.06.07	29.2	O-6	20	< 18	190
	'17.06.08	0.0	O-7	< 18	< 18	130
'18.03.06 (45.5 mm)	'18.03.03	0.0	O-1	< 18	20	400
	'18.03.04	30.5	O-3	20	20	550
	'18.03.05	15.0	O-5	< 18	20	520
	'18.03.05	15.0	O-6	20	< 18	260
	'18.03.06	0.0	O-7	45	20	210
'18.05.09 (92.8 mm)	'18.05.06	60.7	O-1	< 18	< 18	230
	'18.05.07	32.1	O-3	< 18	< 18	250
	'18.05.08	0.0	O-5	< 18	< 18	160
	'18.05.08	0.0	O-6	< 18	< 18	250
	'18.05.09	0.0	O-7	< 18	< 18	220
'18.10.01 (58.0 mm)	'18.09.28	0.0	O-1	20	< 18	350
	'18.09.29	46.8	O-3	< 18	< 18	280
	'18.09.30	12.2	O-5	20	45	140
	'18.09.30	12.2	O-6	20	< 18	150
	'18.10.01	0.0	O-7	< 18	< 18	450

<sup>1)</sup> No sample

**4. 마비성 패류독소 검출**

2016년부터 2018년까지 자란만·사량도해역 굴 3개 조사 지점 및 지중해담치 2개 조사지점에서 각각 240점 및 158점의 패류시료에 대한 마비성패류독소 분석을 실시하였다. 패류독소가 검출된 2016년 4월부터 5월 및 2018년 3월부터 5월 까지의 결과를 Table 4에 나타내었다. 우리나라의 마비성패독 기준은 식품공전에 준하여 마우스시험법을 사용하여 패류 및 피낭류에서 0.8 mg/kg 이하로 규정되어 있다 (MFDS, 2020). 자란만·사량도해역에서 2017년에는 마비성 패류독소가 전혀

검출되지 않았으나, 2016년에는 지중해담치에서 기준치 이하로 검출되었다. 또한 2018년 3월초 지중해담치에서 검출된 마비성 패류독소는 3월 27일 기준치를 초과하여 검출되었다. 또한 4월 16일에는 15.26 mg/kg으로 기준치의 19배로 최대치를 나타내었고, 동일한 시기에 굴에서도 기준치를 초과하여 0.93-3.39 mg/kg 범위로 확인되어, 국내외 기준을 초과하여 검출되었다. 지중해담치에서 마비성패류독소가 가장 높게 검출된 시기에 굴 시료에서도 기준치를 초과하였으며, 소멸하는 시기에도 유사한 경향을 보여 지중해담치가 다른 패류 품종의 마

**Table 4.** Paralytic Shellfish Poisoning results for mussel in Jaranman · Saryangdo area

Sample station	Toxicity (mg/kg)																		
	2016						2018												
	4.15	4.20	4.27	5.5	5.11	5.18	3.14	3.23	3.27	4.2	4.5	4.10	4.12	4.16	4.19	4.23	4.26	4.30	5.3
O-3	ND <sup>1)</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	- <sup>2)</sup>	ND	-	-	-	-	-	-	ND	-	ND	-
O-5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	-	0.47	3.39	2.79	0.93	0.39	ND	ND	ND
O-7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	-	0.54	0.42	ND	ND	ND	ND	ND	ND
M-1	0.50	0.40	ND	0.46	ND	ND	0.59	1.80	0.82	1.28	0.95	6.69	13.99	15.26	9.19	5.07	2.69	0.70	ND
M-2	ND	0.40	0.40	0.63	0.68	0.40	ND	-	1.36	1.41	1.87	3.02	10.83	9.83	7.51	3.57	1.58	0.59	0.43

<sup>1)</sup> Not detected (all three mice were not dead within 1 hrs.), <sup>2)</sup> No sample

비성패류독소 지표종으로 유용함을 확인하였다 (Mok *et al.*, 2012). 2013년부터 2017년 한산·거제만해역에 대한 마비성 패류독소 조사에서 2013년 지중해담치에서 0.58-2.29 mg/kg 범위로 검출되어 기준을 초과한 것으로 나타났다. 또한 가막만 해역에서는 2012년-2014년 및 2016년에 지중해담치에서 기준치 이하로 검출되었으며, 강진만해역에서는 2015년부터 2017년 굴, 바지락, 새꼬막의 패류에 대해 조사하였지만, 마비성 패류독소는 검출되지 않은 것으로 보고하였다 (Ha *et al.*, 2017 & 2018; Shin *et al.*, 2017). 지금까지 국내 마비성 패류독소에 대한 검출결과 보고에 따르면 진해만해역의 지중해담치 및 굴, 피조개 등에서 주로 높게 검출되는 것으로 확인되고 있으나, 2018년에는 국내 주요 굴 생산해역인 자란만·사랑도해역에서도 마비성 패류독소가 기준치를 높게 초과하여 검출되었다. 따라서 앞으로 기후변화 등 패류독소의 확산 및 고농도 검출 가능성에 대비하여 패류생산해역의 독물학적 안전성 확보를 위한 모니터링 및 감시체계를 강화해야 할 것으로 판단된다.

**결 론**

본 연구는 2016년부터 2018년까지 경남 자란만·사랑도해역에서 생산되는 패류에 대한 위생지표세균 및 마비성패류독소를 분석하여 패류생산해역에 대한 위생학적 안전성을 평가하였다. 자란만·사랑도해역에서 생산되는 굴의 세균학적 안전성 평가 결과, 우리나라 식품위생법의 생식용 생굴에 대한 위생기준을 만족하였고, EU의 패류생산해역 A등급 기준에 부합하였다. 마비성패류독소는 2018년 3월부터 4월까지 지중해담치에서 0.82-15.26 mg/kg 범위로 기준치를 크게 초과하여 검출되었으며, 4월 중순 굴 시료에서도 0.93-3.39 mg/kg 범위로 검출되었다. 최근 기후변화에 따른 해양생물독소 검출의 확산 및 고농도화의 우려가 높아지고 있는바, 패류독소에 대한 지속적인 모니터링 및 안전관리의 강화가 요구된다.

**감사의 말씀**

본 논문은 국립수산물과학원 수산과학연구소 중 「수출패류 생산해역 및 수산물 위생조사 R2020052」의 지원으로 수행된 연구결과입니다.

**REFERENCES**

American Public Health Association (APHA) (1970) Recommended Procedures for the Examination of Sea Water and Shellfish. 4th ed. pp. 1-105. American Public Health Association, Inc. Washington, D.C.

Buchan, G.F. (1910) Typhoid fever and mussel pollution. *Journal of Hygiene*, **10**: 569-585.

European Commission (2015) Commission Regulation(EU) 2015/2285 amending Annex II to Regulation (EC) No 854/2004 of the European Parliament and of the Council laying down specific rules for the organisation of official controls on products of animal origin intended for human consumption as regards certain requirements for live bivalve molluscs, echinoderms, tunicates and marine gastropods and Annex I to Regulation (EC) No 2073/2005 on microbiological criteria for foodstuffs. Official J. Eur. Union.

Ha, K.S., Shin, S.B., Lee, K.J., Jeong, S.H., Oh, E.G., Lee, H.J., Kim, D.W. and Kim, Y.G. (2017) Evaluation of the bacteriological and toxicological safety for the shellfish growing area in the Kamakman area, *Korean Journal of Food Hygiene Safety*, **32**: 542-549.

Ha, K.S., Lee, K.J., Jeong, Y.J., Mok, J.S., Kim, P.H., Kim, Y.K., Lee, H.J., Kim, D.W. and Son, K. T. (2018) Evaluation of sanitary safety for shellfish in Hansan · Geojeman, *Korean Journal of Food Hygiene Safety*, **32**: 404-411.

International organization for standardization (ISO) 16649-3 (2015) : Microbiology of the food chain-Horizontal method for the enumeration of beta-

- glucuronidase positive *Escherichia coli*-Part 3: Detection and most probable number technique using 5-bromo-4-chloro-3-indol- $\beta$ -D-glucuronide. International Organization for Standardization, Geneva.
- Kwon, J.Y., Park, K.B.W., Song, K.C., Lee, J.H., Park, J.H., Kim, J.D. and Son, K.T. (2008) Evaluation of the bacteriological quality of a shellfish-growing area in Kamak Bay, Korea. *Journal of Fisheries and Science Technology*, **11**: 7-14.
- Lee, T.S., Mok, J.S., Ha, K.S., Lee, K.J., Kim, P.H. and Kim, Y.K. (2017) Analysis of Marine Biotoxins for Korean Shellfish Sanitation Program (KSSP). No. 11-1192266-000189-01, pp. 1-110, National Institute of Fisheries Science, Busan.
- Legnani, P., Leono, E., Lev, D., Rossi, R., Villa, G.C. and Bisbini, P. (1998) Distribution of indicator bacteria and bacteriophages in shellfish and shellfish growing waters. *Journal of Applied Microbiology*, **85**: 790-798.
- Ministry of Food and Drug Safety (MFDS) (2020): General test method in Food Code. Retrieved from [http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01\\_01.jsp](http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_01.jsp).
- Mok, J.S., Song, K.C., Lee, K.J. and Kim, J.H. (2013) Variation and profile of paralytic shellfish poisoning toxins in Jinhae bay, *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **16**: 137-142.
- Mok, J.S., Oh, E.G., Son, K.T., Lee, T.S., Lee, K.J., Song, K.C., Kim, J.H. (2012) Accumulation and depuration of paralytic shellfish poisoning in marine organisms. *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **45**(5): 466.
- National Institute of Fisheries Science (NIFS) (2018) Sanitary Survey of Shellfish Growing Area in Jaranman Saryangdo area. No. 11-1192266-000223-14, pp. 1-50. National Institute of Fisheries Science, Busan.
- Park, J.H. (1990) Bacteriological quality study of sea water and oyster in association with rainfall in Kamakman. M.S. Thesis. pp. 13-25, National Fisheries University of Pusan, Busan.
- Sayler, G.S., Nelson, J.D.Jr, Justice, A. and Colwell, R.R. (1975) Distribution and significance of fecal indicator organisms in the upper Chesapeake Bay. *Applied Microbiology*, **30**: 625-638.
- Shim, K.B., Ha, K.S., Yoo, H.D., Kim, J.H. and Lee, T.S. (2009) Evaluation of the bacteriological safety for the shellfish growing area in Jaranman-Saryangdo area, Korea. *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **42**: 442-448.
- Shin, S.B., Ha, K.S., Lee, K.J., Jung, S.H., Lee, J.H., Oh, E.G., Kim, Y.K. and Lee, H.J. (2017) Assessment of sanitary safety of the oyster (*Crassostrea gigas*), short neck clam (*Ruditapes philippinarum*) and small ark shell (*Scapharca subcrenata*) in Gangjin Bay, Korea. *Korean Journal of Malacology*, **33**: 275-283.
- U.S. Food and Drug Administration (U.S. FDA): National Shellfish Sanitation Program, Guide for the control of molluscan shellfish (2015). Retrieved from <http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/FederalStateFoodPrograms/ucm2006754.htm>.
- Wallace, B.J., Guzewich, J.J., Cambrige, M., Altekruise, S. and Mores, D.L. (1999) Seafood-associated disease outbreak in New York, 1980-1984, *American Journal of Prevention Medicine*, **17**: 48-54.
- World Health Organization (WHO) (2010) Safe Management of Shellfish and Harvest Waters. pp. 1-360, IWA Publishing, London.
- Yoo, H.D., Ha, K.S., Shim, K.B., Kang, J.Y., Lee, T.S. and Kim, J.H. (2010) Microbiological quality of the shellfish-growing waters and mussels in Changseon, Namhae, Korea. *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **43**: 298-306.

