

## 2014-2016년 경남 용남·광도해역 해수 및 굴(*Crassostrea gigas*)의 세균학적 위생평가

윤현진 · 권지영 · 이가정 · 권순재 · 목종수<sup>1</sup> · 김풍호<sup>2</sup> · 정연중\*

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

### Assessment of the Bacteriological Safety of Seawater and Oysters *Crassostrea gigas* in Yongnam-Gwangdo Area, Korea 2014-2016

Hyun Jin Yoon, Ji Young Kwon, Ka Jeong Lee, Soon Jae Kwon, Jong Soo Mok<sup>1</sup>, Poong Ho Kim<sup>2</sup> and Yeoun Joong Jung\*

Southeast Sea Fisheries Research Institute, National Institute of Fisheries Science, Tongyeong 53085, Korea

<sup>1</sup>Food Safety and Processing Research Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 40683, Korea

<sup>2</sup>West Sea Fisheries Research Institute, National Institute of Fisheries Science, Incheon 22383, Korea

This study evaluated the sanitary state of seawater and shellfish in Yongnam-Gwangdo area from January 2014 to December 2016. The sampling stations for sanitary survey in Yongnam-Gwangdo area were composed of 41 seawater stations and 5 oyster *Crassostrea gigas* stations. The samples were collected monthly at each station. Shellfish-borne disease is associated with bacteria and viruses in the presence of fecal coliforms. Bacteriological pollution levels of shellfish increase with seawater quality. Therefore, fecal coliforms are very important criteria for evaluating the safety of fisheries in coastal areas. The geometric mean and the estimated 90th percentile ranges of total and fecal coliforms for seawater were 1.8-11.7, 2.8-233.6, <1.8-6.7 and 1.8-100.2 MPN/100 mL, respectively. The range of *E. coli* levels for oysters was <20-1,300 MPN/100 g. Based on various standards, the sanitary condition in Yongnam-Gwangdo area was evaluated as follows: clean area (Korean criteria), conditionally approved area (US criteria) and class B (EU criteria).

Key words: Yongnam-Gwangdo area, Oyster, Total coliform, Fecal coliform, *E. coli*

## 서 론

패류는 연안해역에 서식하므로 육상으로부터 유입되는 여러 오염물질에 쉽게 영향을 받을 수 있다. 또한 패류는 이동성이 거의 없고, 여과섭이 활동을 통해 먹이를 섭취하므로 해수 중에 존재하는 세균, 바이러스 및 병원성 미생물을 체내에 축적하게 되어, 이러한 오염된 패류 섭취로 인해 식중독 사고가 빈번하게 보고되고 있다(Grimes, 1991; Feldhusen, 2000; Shin et al., 2014).

패류의 식품위생안전 확보를 위해서는 패류가 생산되는 해역은 위생관리가 대단히 중요하며, 미국, EU 등에서는 연안 패류 생산해역의 위생상태에 따라 등급을 부여하여 관리하고 있다. 미국은 해수 중의 분변계대장균(fecal coliform)의 수에 따라 패류생산해역을 크게 허가해역, 제한해역 및 금지해역 등으로 구

분하여 관리하고 있다. 유럽연합에서는 패류 중의 대장균(*Escherichia coli*)의 수에 따라 A, B, C 해역으로 구분된다(European Commission, 2004; FDA, 2018).

우리나라에서도 패류를 외국에 수출하기 위하여 패류가 많이 생산되는 연안해역에 대하여 위생조사를 실시한 후 위생기준에 부합하는 수역을 수출용 패류생산 지정해역으로 설정하여 관리하고 있다(Kwon et al., 2007; Ha et al., 2009; Park et al., 2010).

우리나라는 최근 5년간 패류를 연 평균 41만톤 생산하고 있으며, 그 중 굴(*Crassostrea gigas*)은 평균 29만톤(총 패류 생산량의 70%)을 차지하고 있다(MOF, 2018a). 용남·광도 해역은 경상남도 진해만 서부에 위치하고 있으며, 북쪽은 고성군 거류면과 동해면, 서쪽과 남쪽은 통영시 광도면과 용남면, 동쪽은 거제시 사등면과 접하고 있다. 총 91건의 양식어업권 중 굴 양식어

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2018.0535>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Korean J Fish Aquat Sci 51(5), 535-541, October 2018

Received 2 October 2018; Revised 8 October 2018; Accepted 18 October 2018

\*Corresponding author: Tel: +82. 55. 640. 4762 Fax: +82. 55. 641. 2036

E-mail address: jyj3626@korea.kr

업권은 49건(약 55%)으로 대부분을 차지하고 있다(Shin et al., 2012). 그러나 동 해역은 신도시개발로 인한 다세대 주택, 아파트 및 상가와 인접해있으며, 대형조선소 및 안정산업단지가 인근에 위치하고 있어 수산물의 위생안전성에 영향을 미칠 수 있다고 판단된다. 따라서 본 연구에서는 우리나라의 굴 생산량이 많은 용남·광도 해역에 대하여 해수 및 패류의 세균학적 분석결과를 근거로 위생상태를 평가함으로써 동 해역의 위생안전성 확보를 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 조사지점 및 시료채취

용남·광도 해역의 위생조사를 위하여 배수구역의 오염원, 해류 이동상태, 지형적 여건 등을 고려하여 41개의 해수 채취지점과 5개소의 패류 채취지점을 설정하고 2014년 1월부터 2016년 12월까지 매월 1회씩 총 36회에 걸쳐 해수 및 패류 시료를 채취하였다(Fig. 1). 해수는 표층 채수기를 사용하여 수면에서 약 10 cm 깊이의 표층수를 채취하였으며, 패류는 수하식 양식장에 설정된 채취지점에서 1개 수하연의 상, 중, 하층 각 1개 부착기를 채취하였다. 또한 해수 및 패류는 각각 멸균된 250 mL 유리병 및 Whirl-pak (Nasco International Inc., USA)에 보관

하여 저온상태로 실험실까지 운반하였으며, 샘플링 당일 실험에 사용하였다.

### 실험방법

해수의 수온 및 염분은 현장용 수질분석기(YSI, Yellow Springs, OH, USA)를 사용하여 측정하였고, 해역의 위생상태는 해수 및 패류의 위생지표세균(대장균군, 분변계대장균 및 *E. coli*)을 분석하여 평가하였고 분석결과는 100 mL당 또는 100 g당 최확수(most probable number, MPN)로 표시하였다. 위생지표세균 중, 대장균군은 장내 세균과에 속하는 균으로 사람, 동물의 장내 및 자연계에도 널리 분포하는 균이며, 분변계대장균은 분변에 존재하며 직·간접적인 분변오염의 가능성을 나타낸다. 그리고 *E. coli*는 이러한 분변오염을 더욱 확실하게 나타내는 지표세균으로의 의미를 가진다.

해수 시료의 대장균군 및 분변계대장균 분석은 Laboratory procedures for the examination of sea water and shellfish의 방법(APHA, 1985)에 준하여 단계적으로 희석한 시료를 5개 시험관법으로 측정하였고, 추정시험으로는 lauryl tryptose broth (LTB; Difco, Detroit, MI, USA) 배지를, 확정시험으로 대장균군은 brilliant green bile lactose broth (BGB; Difco, Detroit, MI, USA), 분변계대장균은 EC broth (EC; Difco, Detroit, MI, USA) 배지를 각각 사용하였다(APHA, 1985). 굴 시료의 *E. coli* 분석은 최초 시료를 10배 희석하여 분석하는 most probable number technique using 5-bromo-4chloro-3-indolyl-β-D-glucuronide에 준하여 실시하였다(ISO, 2015).

### 해수 위생상태 평가

해수의 위생상태는 우리나라의 정착성 수산동식물 생산해역의 등급설정 기준(MOF, 2018b)과 미국의 패류양식장에 대한 세균학적 수질 기준(FDA, 2018)에 준하여 평가하였다. 패류 생산해역의 위생조사는 점 오염원과 비점 오염원의 영향을 고려하여 systematic random sampling 방식으로 수행되며 대장균군 및 분변계대장균의 결과는 단위 용적 당 세균수를 통계적으로 산출한 추정 값인 MPN으로 나타낸다. 수질기준은 MPN 값에 내재된 가변성과 패류 생산해역의 수질에 영향을 미치는 다양한 간헐적 환경조건에서 야기될 수 있는 가변성을 반영하고, 일부 높은 MPN 값에 의해 결과가 왜곡되지 않도록 대장균군 및 분변계대장균의 기하학적 평균(Geometric mean, GM)과 계산된 백분위의 90번째 값(Estimated 90th percentile, 90th percentile)으로 평가하였으며, 계산방법은 다음과 같다(FDA, 2018).

$$\text{Est. } 90^{\text{th}} = \text{Antilog} [(\text{Slog})1.28 + X\text{log}]$$

Slog=각 자료 그룹에서의 각각의 MPN의 대수값의 표준편차  
Xlog=각 자료 그룹에서의 각각의 MPN의 대수값의 평균

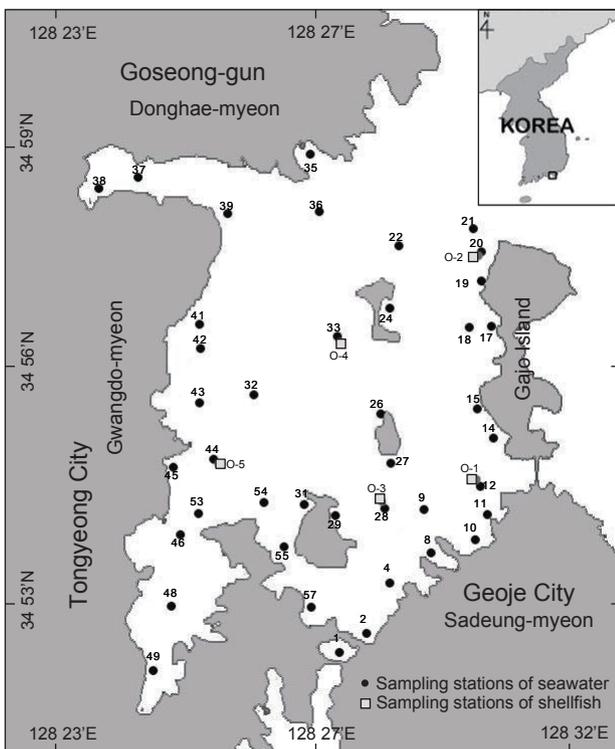


Fig. 1. Sampling stations of seawater (●) and oyster *Crassostrea gigas* (□) in the Yongnam-Gwangdo area.

Table 1. Bacteriological water quality at the sampling station in Yongnam-Gwangdo area (2014-2106)

Station	Coliform group (MPN <sup>1</sup> /100 mL)					Fecal coliform (MPN/100 mL)					No. of Samples
	Range	GM <sup>2</sup>	90th <sup>3</sup>	>230		Range	GM	90th	>43		
				No.	%				No.	%	
1	<1.8-79	5.7	25.4	0	0.0	<1.8-49	3.1	9.5	1	2.8	36
2	<1.8-240	5.1	29.1	1	2.8	<1.8-170	3.5	13.9	1	2.8	36
4	<1.8-1,600	11.1	135.4	3	8.3	<1.8-1,100	6.2	54.7	6	16.7	36
8	<1.8-49	3.2	13.0	0	0.0	<1.8-49	2.8	8.7	1	2.8	36
9	<1.8-49	3.8	13.0	0	0.0	<1.8-23	2.7	7.1	0	0.0	36
10	<1.8-79	2.7	8.1	0	0.0	<1.8-49	2.2	5.0	1	2.8	36
11	<1.8-540	6.9	62	3	8.3	<1.8-49	3.4	13.3	1	2.8	36
12	<1.8-130	3.5	15.8	0	0.0	<1.8-79	2.6	8.2	1	2.8	36
14	<1.8-23	2.5	5.8	0	0.0	<1.8-23	2.0	3.8	0	0.0	36
15	<1.8-540	2.4	9.1	1	2.8	<1.8-240	2.1	6.3	1	2.8	36
17	<1.8-130	2.5	8.8	0	0.0	<1.8-49	2.1	5.1	1	2.8	36
18	<1.8-240	4.7	30.9	1	2.8	<1.8-240	2.9	13.5	2	5.6	36
19	<1.8-130	2.2	6.1	0	0.0	<1.8-7.8	1.8	2.5	0	0.0	36
20	<1.8-17	2.2	4.2	0	0.0	<1.8-4.5	1.8	2.5	0	0.0	36
21	<1.8-49	2.1	4.8	0	0.0	<1.8-11	1.9	3.1	0	0.0	36
22	<1.8-34	1.9	3.5	0	0.0	<1.8-9.3	1.8	2.6	0	0.0	36
24	<1.8-21	1.8	3.1	0	0.0	<1.8-7.8	1.8	2.5	0	0.0	36
26	<1.8-79	2.0	4.8	0	0.0	<1.8-4.5	1.8	2.2	0	0.0	36
27	<1.8-79	2.1	5.4	0	0.0	<1.8-2.0	<1.8	1.8	0	0.0	36
28	<1.8-11	1.9	3.0	0	0.0	<1.8-7.8	1.8	2.6	0	0.0	36
29	<1.8-17	2.1	4.1	0	0.0	<1.8-7.8	1.9	2.9	0	0.0	36
31	<1.8-79	2.3	6.3	0	0.0	<1.8-11	1.9	3.5	0	0.0	36
32	<1.8-170	2.5	8.4	0	0.0	<1.8-49	2.1	4.7	1	2.8	36
33	<1.8-79	2.1	5.2	0	0.0	<1.8-13	1.8	2.8	0	0.0	36
35	<1.8-17	2.0	3.6	0	0.0	<1.8-4.5	1.8	2.4	0	0.0	36
36	<1.8-13	1.8	2.8	0	0.0	<1.8-13	1.8	2.8	0	0.0	36
37	<1.8-170	3.0	12.4	0	0.0	<1.8-33	2.2	5.3	0	0.0	36
38	<1.8-790	4.2	37.5	2	5.6	<1.8-490	3.1	17.3	2	5.6	36
39	<1.8-540	3.1	19.6	1	2.8	<1.8-49	2.1	5.1	1	2.8	36
41	<1.8-240	5.2	29.2	1	2.8	<1.8-33	3.1	10.4	0	0.0	36
42	<1.8-17	2.3	4.6	0	0.0	<1.8-6.8	1.9	2.9	0	0.0	36
43	<1.8-22	2.5	6.3	0	0.0	<1.8-4.5	1.8	2.5	0	0.0	36
44	<1.8-540	2.5	10.4	1	2.8	<1.8-79	2.1	5.3	1	2.8	36
45	<1.8-490	2.6	11.7	1	2.8	<1.8-140	2.0	5.0	1	2.8	36
46	<1.8-240	2.6	11.1	1	2.8	<1.8-130	2.2	8.0	2	5.6	36
48	<1.8-130	2.4	7.6	0	0.0	<1.8-33	2.1	4.4	0	0.0	36
49	<1.8-540	4.2	31.1	2	5.6	<1.8-350	3.3	20.2	3	8.3	36
53	<1.8-2,400	11.7	233.6	5	13.9	<1.8-2,400	6.7	100.2	8	22.2	36
54	<1.8-49	2.2	5.2	0	0.0	<1.8-33	2.0	4.3	0	0.0	36
55	<1.8-7.8	1.9	3.1	0	0.0	<1.8-4.5	1.8	2.2	0	0.0	36
57	<1.8-540	2.3	8.8	1	2.8	<1.8-49	2.0	4.2	1	2.8	36
Total	<1.8-2,400	3.1	19.6	24	1.6	<1.8-2,400	2.1	5.1	36	2.4	1,476

<sup>1</sup>MPN, Most probable number. <sup>2</sup>GM, Geometric mean. <sup>3</sup>90th, Estimated 90th percentile.

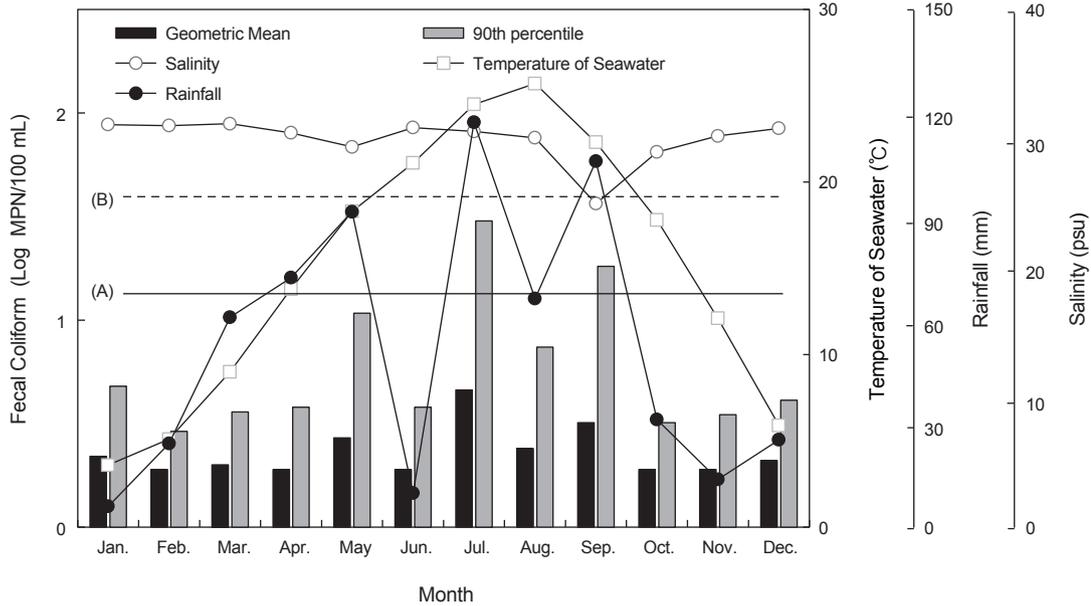


Fig. 2. Changes in monthly fecal coliform levels, average temperature of seawater for all sampling stations and average rainfall in Yongnam-Gwangdo Area. (A) the standard line ( $\leq 14$  MPN/100 mL) of Geometric Mean from the fecal coliform levels for the sanitary survey at total thirty-six times. (B) the standard line ( $\leq 43$  MPN/100 mL) of estimated 90th percentile from the fecal coliform levels for the sanitary survey at total thirty-six times. MPN, Most probable number.

## 결과 및 고찰

### 해수의 세균학적 위생상태 평가

2014년 1월부터 2016년 12월까지 용남·광도 해역에 위치한 41개 조사지점별 해수 1,476개 시료 중의 대장균군 및 분변계대장균의 범위는 모두  $< 1.8$ -2,400 MPN/100 mL이었다 (Table 1). 우리나라의 지정해역 기준에 따르면 우리나라는 지정해역, 준지정해역 및 조건부해역으로 구분하고 있다. 지정해역의 경우 모든 조사정점이 분변계대장균의 기하학적 평균치가 14 MPN/100 mL 미만인 해역으로 조사되어야 한다(MOF, 2018b).

본 연구결과, 41개 조사지점의 분변계대장균의 기하학적 평균은  $< 1.8$ -6.7 MPN/100 mL로 나타났으며, 14 MPN/100 mL를 초과하는 지점은 없어 지정해역의 기준에 충족하는 것으로 평가되었다. 미국은 National Shellfish Sanitation program에 따라 패류 생산해역을 허가해역, 조건부 허가해역, 제한해역, 조건부 제한해역, 금지해역으로 분류하고 있으며 그 기준이 되는 것은 해수의 대장균군 또는 분변계대장균의 조사결과이다. 허가해역의 경우, 대장균군의 기하학적 평균이 70 MPN/100 mL 이하이며, 90th percentile 값이 230 MPN/100 mL 이하이거나 분변계대장균의 기하학적 평균이 14 MPN/100 mL 이하이며, 90th percentile 값이 43 MPN/100 mL을 초과하는 시료가 10%를 넘지 않아야 한다고 규정하고 있다(FDA, 2018).

본 연구결과, 41개 조사지점의 대장균군 및 분변계대장균의 기하학적 평균 및 90th percentile 값은 각각 1.8-11.7, 2.8-233.6 및  $< 1.8$ -6.7, 1.8-100.2 MPN/100 mL로 분석되었다. 분변계대장균 값이 43 MPN/100 mL를 초과한 비율이 10%를 넘는 지점은 오랑리의 오랑천 부근에 위치한 4번(16.7%)과 원문만 입구에 위치하고 있는 53번(22.2%) 조사지점으로 미국의 허가해역의 세균학적 수질기준에는 부합하지 않았으며, 동 해역에 설정된 총 41개 위생조사지점 중 39개소의 세균학적 위생상태가 우리나라 지정해역과 미국 허가해역기준에 부합하는 것으로 나타났다. 또한, 원문만 해역에 위치한 조사지점이 분변계대장균의 90th percentile 값이 43 MPN/100 mL을 초과하여 지속적인 관리가 필요하다고 나타내었다(Shin et al., 2012). 분변계대장균의 월별 비교 결과 5월, 7월, 9월의 농도가 다소 높은 것으로 확인되었다. 우리나라 기상학적 특성상 하절기 장마기간인 7월의 분변계대장균 기하학적 평균이 4.6 MPN/100 mL으로 다소 높은 값을 나타내었으나, 지정해역의 수질기준인 14 MPN/100 mL을 초과하지는 않았다(Fig. 2).

여러 환경인자의 조사결과, 3년간 조사 7일 전부터 조사 당일까지의 월별 평균 강수량은 52.1 mm 이었고, 7월의 평균 강수량이 117.3 mm로 가장 많았고, 우리나라에서 강우가 집중되는 7월부터 9월 사이에 월 강수량 66.2-117.3 mm이었으나, 굴 채취가 왕성하게 이루어지는 1월, 11월 및 12월의 강수량의 범위는 6.0-25.3 mm로 다른 월과 비교하였을 때 비교적 낮게 나타

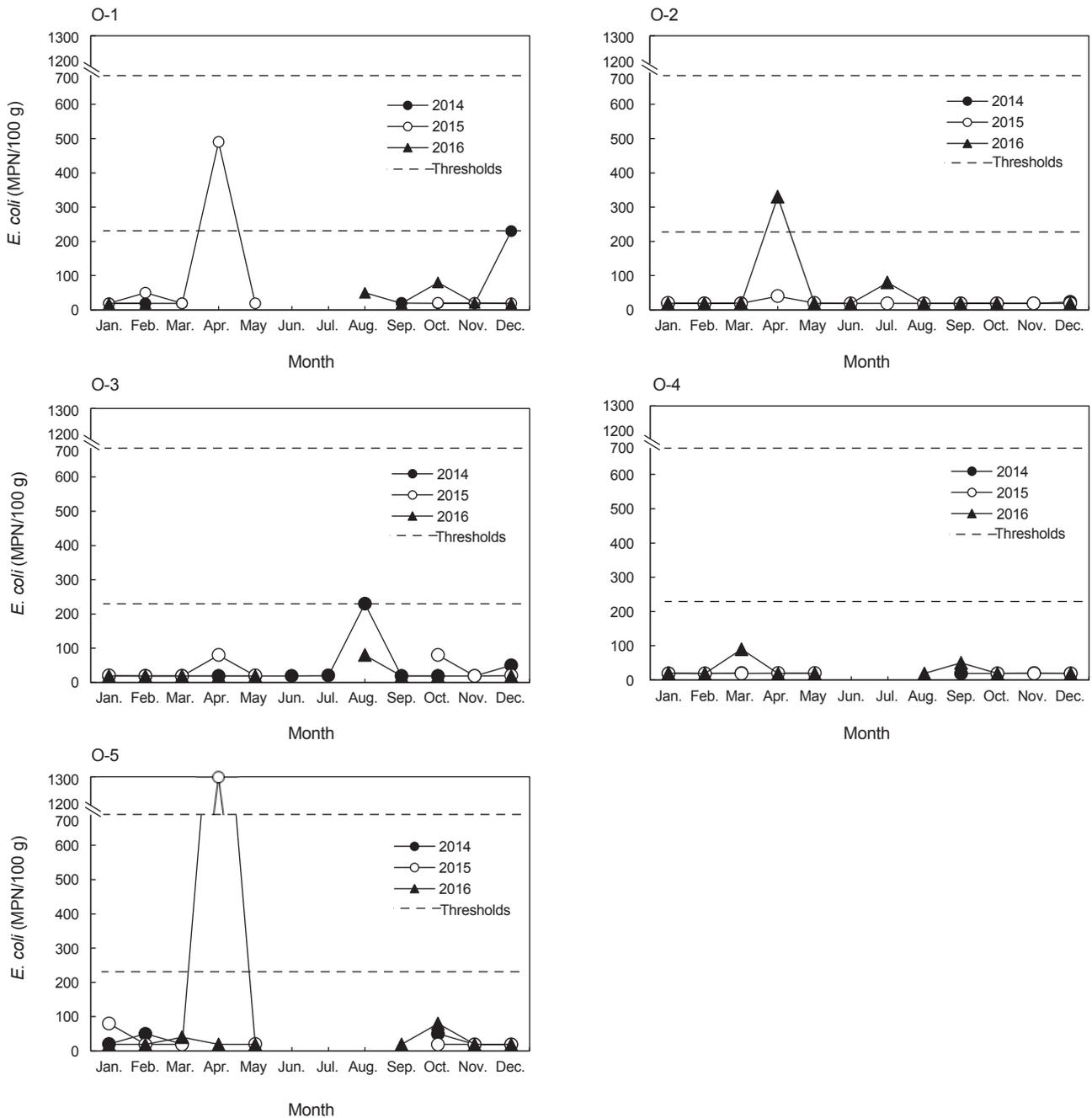


Fig. 3. Changes in monthly *Escherichia coli* levels for shellfishes oyster *Crassostrea gigas* harvested from Yongnam-Gwangdo Area. Thresholds indicate the standard (<230 MPN/100 g and >700 MPN/100 g) which correspond with EU A class for sanitary quality of shellfishes. MPN, Most probable number.

났다. 3년간 해수의 평균 수온은 17.3℃이었고, 월별 수온은 2월이 6.7℃로 가장 낮았으며 8월에는 27.6℃로 가장 높았다. 굴 수확기인 1월부터 5월, 10월부터 12월까지의 평균 범위는 6.7-22.6℃이었다. 그리고 해수 중의 염분은 3월이 32.50 psu으로 가장 높았으며, 9월에는 23.66 psu으로 가장 낮았고, 평균 염분

은 31.31 psu이었다. 위생지표세균 함량과 환경인자와의 상관성을 살펴본 결과, 조사 전 내린 강우량이 많을수록 위생지표세균의 함량이 증가하는 비례관계를 나타내며 가장 밀접한 상관성을 나타내었다(Fig. 2).

용남·광도 해역의 2014년 9월에는 조사 하루 전부터 당일까

지 38.2 mm의 강우가 발생하였으며, 해수 중의 분변계대장균 범위는 <1.8-2,400 MPN/100 mL이었고, 기하학적 평균의 값은 6.0 MPN/100 mL으로 가장 높게 나타났으나, 14 MPN/100 mL를 초과하지는 않았다. 8월에는 조사 4일 전부터 지속적인 강우가 발생하여 조사 당일까지 누적강우량이 198.1 mm에 달하였고, 기하학적 평균값은 3.5 MPN/100 mL, 5월에는 조사 2일 전부터 조사 하루 전까지 87.4 mm의 강우가 발생하였고, 기하학적 평균값은 3.4 MPN/100 mL로 나타났다. 2015년 7월에는 조사 하루 전부터 당일까지 100.0 mm의 강우가 발생하였으며, 해수 중 분변계대장균의 기하학적 평균은 9.3 MPN/100 mL로 가장 높게 나타났으나, 14 MPN/100 mL를 초과하지는 않았다. 2016년 7월에는 조사 5일 전부터 당일까지 156.3 mm의 강우가 발생하였으며, 해수 중 분변계대장균의 기하학적 평균은 5.3 MPN/100 mL로 가장 높게 나타났으나, 14 MPN/100 mL를 초과하지는 않았다. 비교적 많은 강우가 발생한 것으로 확인된 5, 7, 8, 9월의 분변계대장균의 기하학적 평균 및 90th percentile의 값이 높게 나타났으며, 이는 8월 및 9월의 경우 고수온이 유지되어 분변계대장균의 증식이 용이하였을 것으로 판단된다. 따라서 용남·광도 해역의 경우, 시기에 따라 간헐적으로 분변계대장균의 기하학적 평균 및 90th percentile의 값이 높은 것은 주변에 산재한 오염원의 영향으로 판단되며, 강우 및 수온 등의 환경인자가 복합적으로 관계하는 것으로 판단된다.

이상의 결과, 2014년 1월부터 2016년 12월까지 용남·광도 해역의 대장균군 및 분변계대장균의 농도는 우리나라의 지정해역 수준에 해당하지만 미국의 기준의 경우, 직·간접적인 오염원으로부터 지속적으로 상당한 영향을 받고 있고, 강우 등에 영향을 받을 수 있으므로 조건부 허가해역으로 평가할 수 있다.

### 굴의 세균학적 위생상태 평가

용남·광도 해역의 5개 패류 채취지점에서 2014년 1월부터 2016년 12월까지 채취한 132개 굴의 대장균군 및 분변계대장균의 범위는 각각 <18-16,000 및 <18-1,300 MPN/100 g이었으며, 일반세균수는 <30-2,900 CFU/g이었다(Table 2). 우리

나라 식품공전의 생식용 굴에 대한 기준규격은 분변계대장균의 농도가 230 MPN/100 g을 초과하지 않아야 한다. 미국은 패류에 기준이 따로 없으며, 유럽연합에서는 패류의 *E. coli* 농도에 따라 해역을 3개 등급으로 분류하고 있다. 패류에서 시료수의 80%가 230 MPN/100 g 이하를 충족하고, 모든 시료가 700 MPN/100 g 이하일 경우 A등급, 시료수의 90%가 4,600 MPN/100 g 이하를 충족하고, 모든 시료가 46,000 MPN/100 g 미만일 경우 B등급, 46,000 MPN/100 g을 초과하지 않을 경우 C등급으로 분류한다(European Commission, 2004; MFDS, 2018).

본 연구결과, 조사기간 중 용남·광도 해역에서 채취된 132개 굴 시료에서는 생식용 굴의 분변계대장균 기준인 230 MPN/100 g을 초과한 시료는 4개로 3.0% (4/132)이었으며, *E. coli* 값은 1개의 시료에서 1,300 MPN/100 g으로 나타나 EU의 A등급 기준에는 부합하진 않았으나 B등급의 기준에는 충족하는 것으로 확인되었다(Fig. 3). 2015년 4월 조사일의 경우 조사 6일전부터 당일까지 지속적인 강우가 발생하여 2개의 굴 시료에서 기준치를 초과하였고, 2016년 4월 조사일의 경우에도 조사 3일전부터 당일까지 강우가 발생하여 1개의 굴 시료에서 기준치를 초과하였는데 이는 강우에 따른 오염원이 다량으로 유입되어 나타난 결과로 추정된다.

다른 패류생산해역인 한산·거제만 해역(Ha et al., 2009), 강진만 해역(Park et al., 2010)의 굴의 분변계대장균은 각각 <18-230, <18-20으로 230 MPN/100 g을 초과하는 시료는 없었고, 가막만 해역(Kwon et al., 2007)의 굴의 분변계대장균은 <18-700 MPN/100 g으로 2개의 시료가 230 MPN/100 g을 초과한 것으로 나타났는데 이들 해역에 비해 용남·광도 해역은 생식용 굴 기준을 초과한 시료가 많았으며 EU의 A등급 기준에 부합하지 않았다. 동 해역에서 굴의 세균학적 오염도를 저감하기 위해서는 비점오염원 관리대책을 마련해야 할 것이다. 조류의 흐름이 원활하지 않은 원문만 입구에서는 낚시 및 수상보트와 같은 레저활동들이 많이 이루어지고 있어 분변오염이 상시적으로 발생할 가능성이 높다. 따라서, 관련 행정기관에서의 공중화장실

Table 2. Bacteriological examinations results of oyster *Crassostrea gigas* in Yongnam-Gwangdo area (2014-2016)

Station	MPN <sup>1</sup> /100 g									Plate count/g, at 35°C			No. of Samples.
	Coliform group			Fecal coliform			<i>E. coli</i>			Range			
	Range	>2,300 No.	%	Range	>230 No.	%	Range	>230 No.	%	Range	>50,000 No.	%	
O-1	<18-790	0	0.0	<18-490	1	4.5	<20-490	1	4.5	50-1,800	0	0.0	22
O-2	<18-16,000	2	6.5	<18-330	1	3.2	<20-330	1	3.2	<30-1,900	0	0.0	31
O-3	<18-790	0	0.0	<18-330	1	3.3	<20-230	0	0.0	<30-1,500	0	0.0	30
O-4	<18-790	0	0.0	<18-93	0	0.0	<20-90	0	0.0	<30-920	0	0.0	25
O-5	<18-5,400	1	4.2	<18-1,300	1	4.2	<20-1,300	1	4.2	<30-2,900	0	0.0	24
Total	<18-16,000	3	2.3	<18-1,300	4	3.0	<20-1,300	3	2.3	<30-2,900	0	0.0	132

<sup>1</sup>MPN, Most probable number.

신설 및 홍보 활동이 강화되어야 하며 주기적으로 하천 및 생활 하수의 세균학적 오염도를 모니터링하여 오염도가 높은 지역에서의 하수처리장 신설 등과 같은 대책이 마련되어야 할 것이다.

## 사 사

이 논문은 2018년 국립수산물품질관리원 수산물안전연구사업 수출패류 생산해역 및 수산물 위생조사(R2018056)의 지원으로 수행된 연구이며 연구비 지원에 감사드립니다.

## References

- APHA (American Public Health Association). 1985. Laboratory procedures for the examination of seawater and shellfish. American Public Health Association, Washington D.C., U.S.A.
- European Commission. 2004. Regulation (EC) No 854/2004 of the European parliament and of the council of 29 April 2004 laying down specific rules for the organization of official control on products of animal origin intended for human consumption. Official J Eur Commun L226, 83-127.
- Feldhusen F. 2000. The role of seafood in bacterial foodborne disease. *Microbes Infect* 2, 1651-1660.
- Grimmes DJ. 1991. Ecology of estuarine bacteria capable of causing human disease: A review. *Estuaries* 14, 345-360.
- Ha KS, Shim KB, Yoo HD, Kim JH and Lee TS. 2009. Evaluation of bacteriological safety for the shellfish growing area in Hansan-Geojeman, Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 42, 449-455. <http://dx.doi.org/10.5657/kfas.2009.42.5.449>.
- ISO (International Organization for Standardization). 2015. Microbiology of the food chain-Horizontal method for the enumeration beta-glucuronidase-positive *Escherichia coli* Part 3: Detection and most probable number technique using 5-bromo-4-chloro-3-indoly- $\beta$ -D-glucuronide. International Organization for Standardization, 16649-16653.
- Kwon JY, Park KBW, Song KC, Lee HJ, Park JH, Kim DS and Son KT. 2007. Evaluation of the bacteriological quality of a shellfish-growing area in Kamak Bay. *J Fish Sci Technol* 11, 7-14. <http://dx.doi.org/10.5657/fas.2008.11.1.007>.
- MOF (Ministry of Oceans and Fisheries). 2018a. Product statistic. Retrieved from <http://www.fips.go.kr/p/s020304> on Jun 11, 2018.
- MOF (Ministry of Oceans and Fisheries). 2018b. Classification Standard of sedentary Fisheries growing area. The Notification of Ministry of Oceans and Fisheries, No 2018-63.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2018. 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) on Jun 08, 2018.
- Park KBW, Jo MR, Kwon JY, Son KT, Lee DS and Lee HJ. 2010. Evaluation of the bacteriological safety of the shellfish-growing area in Gangjinman, Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 43, 614-622. <http://dx.doi.org/10.5657/kfas.2010.43.6.614>.
- Shim KB, Ha KS, Yoo HD, Lee TS and Kim JH. 2012. Impact of pollution Sources on the bacteriological water quality in the Yongnam-Gwangdo shellfish growing area of western Jinhae Bay, Koera. *Korean J Fish Aquat Sci* 45, 561-569. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2012.0561>.
- Shin SB, Oh EG, Lee HJ, Kim YK, Lee TS and Kim JH. 2014. Norovirus quantification in oysters *Crassostrea gigas* collected from Tongyeong, Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 47, 501-507. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2014.0501>.
- FDA (Food and Drug Administration). 2018. National Shellfish Sanitation Program 2015, Guide for the Control of Molluscan Shellfish, Model Ordinance. Center for Food Safety and Applied Nutrition, Office of Seafood, U.S. Food and Drug Administration, Washington D.C., U.S.A.