

전남 여자만 해수 및 새꼬막(*Scapharca subcrenata*)의 세균학적 위생 평가

신순범 · 오은경 · 정상현 · 이희정 · 김연계* · 이태식†
(국립수산과학원 남해수산연구소 · *국립수산과학원 식품위생가공과)

Assessment of Bacteriological Safety of the Seawater and Ark shell (*Scapharca subcrenata*) in Yeoja Bay, Korea

SoonBum SHIN · Eun Gyoung OH · Sang Hyeon JEONG · Hee Jung LEE ·
Yeon Kye KIM* · Tae Seek LEE†

(South Sea Fisheries Research Institute, NIFS · *Food Safety and Processing Research Division, NIFS)

Abstract

This study evaluated the sanitary state of seawater and shellfish in Yeoja bay from January 2014 to June 2016. The sampling stations for sanitary survey in Yeoja Bay was composed of 50 stations for seawater and 4 stations for ark shell and the samples have been collected monthly at a stated date. The total and fecal coliforms in seawater and *Escherichia coli* (*E. coli*) in shellfish were investigated as sanitary indicator bacteria, respectively. The geometric mean and the estimated 90th percentile ranges of total and fecal coliforms for seawater were <1.8-3.9, <1.8-2.6 and <1.8-29.7, <1.8-9.3 MPN/100 mL, respectively. The range of *E. coli* levels for ark shell were <20~330 MPN/100 g. The sanitary state in Yeoja bay was evaluated clean area according Korea criteria and conditionally approved area according US criteria and Class B area according EU criteria.

Key words : Yeoja bay, Ark shell, Total coliform, Fecal coliform, *E. coli*

I. 연구의 필요성

패류는 이동성이 거의 없고 여과섭식(Filter-feeding) 으로 먹이를 공급하기 때문에 서식하는 환경이 오염되었을 경우, 패류에 직접 영향을 미칠 수 있다. 즉 패류가 생산되는 해역이 주변의 육·해상오염원들의 영향으로 오염되었을 경우 패류는 먹이섭이 과정에서 이러한 오염물질을 농축할 가능성이 크며, 이러한 오염된 패류 섭취로

인한 식중독 사고 또한 자주 보고되고 있다(Prato et al., 2004; Shin et al., 2014).

따라서 패류가 생산되는 해역은 위생관리가 수반되어야 하며 이를 위하여 미국, 유럽연합 등 선진국에서는 체계적인 위생조사를 바탕으로 해역분류 및 관리를 이행하고 있다.

위생조사의 기본이 되는 것은 해수 및 패류의 분변오염 정도의 파악에 있으며 이를 위하여 인축의 분변에서 유래하는 대장균군, 분변계대장균

† Corresponding author : 051-720-2610, tslee2855@korea.kr

* 이 연구는 국립수산과학원 남해수산연구소 “수출패류생산해역 및 수산물 위생조사(R2016059)” 과제의 일환으로 추진되었습니다.

및 *Escherichia. coli* (*E. coli*)의 농도를 파악하여 해역을 분류하고 있다. 미국의 경우 해수의 대장균군 또는 분변계대장균의 농도에 따라 허가해역, 제한해역 및 금지해역 등으로 구분하고 있으며, 유럽연합의 경우는 패류의 *E. coli* 농도에 따라 A, B 및 C 등급으로 해역을 분류하고 있다. 특히 A 등급의 경우 *E. coli*의 농도가 230 MPN (Most Probable Number)을 이하로 인체에 유해한 세균이 존재할 가능성이 배제되어 날 것으로 섭취할 수 있는 패류가 생산되는 해역으로 분류하고 있다(US FDA, 2016; European Commission, 2004).

우리나라도 이러한 선진국의 사례를 기반으로 수립된 한국패류위생계획(MOF, 2016)에 따라 패류생산해역에 대한 체계적인 위생관리를 실시하고 있으며, 정착성(고착성) 수산동식물 생산해역의 등급설정 기준(MOF, 2013a)에 따라 해역을 분류하고 있다. 또한 농수산물품질관리법에 의거하여 외국으로 수출되는 패류가 생산되는 해역에 대해서는 수출용패류생산지정해역(이하 지정해역)으로 관리하고 있으며 현재 우리나라에는 남해안 7개 해역이 지정해역으로 운영되고 있다(MOF, 2013b).

우리나라 및 외국의 규정에 따라 해역의 분류를 위해서는 2년 6개월(30회) 이상의 위생조사가 수반되어야 하며 이러한 위생조사에는 해수 및 패류의 세균학적 오염도 조사 및 육·해상 오염원의 영향평가 등이 있다(Todd and Campbell, 2002).

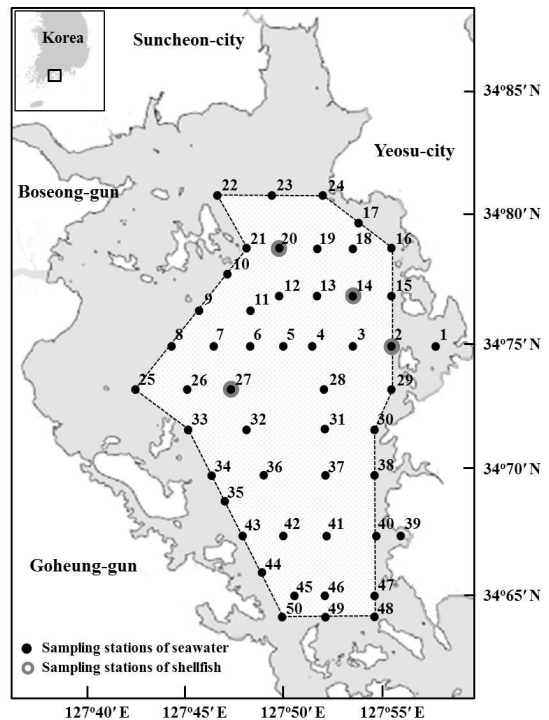
따라서 본 연구에서는 우리나라의 새꼬막 주 생산해역인 전남 여자만에 대하여 해수 및 패류의 세균학적 분석결과를 근거로 위생상태를 평가함으로써 동 해역의 위생안전성 확보를 위한 기초자료를 제공하고자 하였다. 또한 본 연구결과를 적용하여 우리나라의 정착성 수산물 등급기준에 따른 해역분류 및 한국패류위생계획에 근거한 수출용 패류생산지정해역으로의 가능성을 평가하고자 하였다.

II. 조사방법 및 내용

1. 조사지점 및 시료채취

여자만은 우리나라 남해안의 증서부에 위치하고 있으며, 북부는 순천시와 보성군 별교읍, 동부는 여주시 서부는 고흥군과 접하고 있으며, 수역의 면적은 약 330 km² 이다.

해수 및 패류의 조사지점은 지형적 조건, 인접한 오염원 및 패류 양식장의 분포를 고려하여 해수 50개 및 패류 4개 지점을 선정하였다. 특히 패류의 경우 여자만의 주요 생산패류인 새꼬막 (*Scapharca subcrenata*)을 대상 패종으로 선정하였으며, 월 1회 지속적으로 채취가 가능할 것으로 판단되며 여자만 중앙에 위치한 섬인 여자도를 기준으로 여자만 북부 및 남부 각 2개 조사지점을 선정하였다(Fig. 1] 참조).



[Fig. 1] Sampling stations of seawater and shellfish (ark shell) in the Yeosu bay

해수 및 패류의 시료는 2014년 1월부터 2016년 6월까지 매월 1회씩 총 30회 조사를 수행하였다. 해수는 자체 제작한 채수기를 이용하여 수면으로부터 약 10 cm 깊이의 표층수를 채취하였으며 패류는 형망작업이 가능한 선박을 이용하여 직접 채취하였다. 또한 해수 및 패류는 각각 멸균된 250 mL 유리병 및 Whirl pak (Nasco, USA)에 보관하여 저온상태로 실험실까지 운반하였으며, 샘플링 당일 실험에 사용하였다.

2. 위생지표세균 분석

해수 시료의 대장균군 및 분변계대장균 분석은 Recommended Procedures for the Examination of Sea water and Shellfish (APHA, 1970) 방법에 준하여 실시하였으며 조사기간 중 채취된 1,500개의 해수 시료는 각각 다음과 같이 분석하였다. 먼저 해수 10 mL를 2배 농도의 Lauryl tryptose broth (Difco, USA)가 함유된 5개 시험관에 각각 접종하고 해수 1.0 및 0.1 mL을 정상 농도 배지가 함유된 5개 시험관에 각각 접종하여 $35 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 에서 24~48시간 배양하였다. 이 후 가스 생성이 확인된 시험관은 Brilliant Green Bile (2%) broth (Difco, USA) 및 EC broth (Difco, USA)에 일회용 Loop를 사용하여 재접종 하였다. 이 후 Brilliant Green Bile (2%) broth 및 EC Broth는 각각 $35 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 에서 24~48시간 및 $44.5 \pm 0.2^\circ\text{C}$ 에서 24시간 배양한 후 가스 생성이 확인된 시험관을 대장균군 및 분변계대장균의 양성으로 판정하였다.

새꼬막 시료의 *E. coli* 분석은 Most probable number technique using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl- β -D-glucuronide (ISO/TS 16649-3:2015) 준하여 실시하였으며 조사기간 중 채취된 113개의 새꼬막 시료는 각각 다음과 같이 분석하였다. 먼저 새꼬막에서 100g 이상의 패육(패액 포함)을 분리하여 2배의 0.1% Peptone water (Merck, Germany)를 첨가한 후 균질화하였다. 이 후 2배 농도의 Mineral-

modified glutamate medium (Oxoid, UK)이 함유된 5개 시험관에 각각 1.0 g의 시료가 첨가되도록 접종하였으며, 단계희석을 통하여 0.1 및 0.01 g의 시료가 정상농도의 배지가 함유된 5개의 시험관에 각각 접종하였다. $37 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 24시간 배양 후 양성으로 판정된 시험관(Yellow)은 Tryptone bile glucuronide agar (Oxoid, UK)에 도말하여 $44 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 24시간 배양 후 청색 또는 청녹색의 집락을 형성하는 것을 최종적으로 양성으로 판정하였다.

대장균군, 분변계대장균, 및 *E. coli*의 분석결과는 100 mL당 또는 100 g당 최확수(Most Probable Number, MPN)로 표시하였다.

3. 해수 및 패류의 위생상태 평가

여자만 해수의 위생상태는 우리나라(MOF, 2013a) 및 미국(U.S. FDA, 2016)의 기준에 준하여 대장균군 및 분변계대장균의 기하학적 평균(Geometric Mean, 이하 GM) 및 계산된 백분위의 90번째 값(Estimated 90th percentile, 이하 90th percentile)으로 평가하였으며 계산방법은 다음과 같다.

$\text{Est. 90th} = \text{Antilog} [(\text{Slog})1.28 + \text{Xlog}]$ <p>Slog = 각 자료 그룹에서의 각각의 MPN의 대수값의 표준 편차 Xlog = 각 자료 그룹에서의 각각의 MPN의 대수값의 평균</p>
--

또한 여자만 패류의 위생상태는 유럽연합의 기준에 준하여 30개월의 *E. coli* 농도로 평가하였다 (European Commission, 2004).

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 해수의 위생상태 평가

2014년 1월부터 2016년 6월까지 여자만에 설정한 50개소의 조사정점별 해수의 위생지표세균 조사결과 여자만에서 채취된 1,500개의 해수 시료

에서 검출된 대장균군 및 분변계대장균 수의 범 mL으로 분석되었다(<Table 1> 참조).
 위는 각각 <1.8~5,400 및 <1.8~350 MPN/100

<Table 1> Bacteriological water quality in Yeoja bay (2014. 1. ~ 2016. 6.)

Station	Total coliform (MPN ¹⁾ /100 mL)					Fecal coliform (MPN/100 mL)					No. of Samples
	Range	GM ²⁾	90th ³⁾	> 230		Range	GM	90th	> 43		
				No.	%				No.	%	
1	<1.8 ~ 350	3.1	19.1	2	6.7	<1.8~ 79	2.1	5.3	1	3.3	30
2	<1.8 ~ 540	3	15	1	3.3	<1.8~ 41	2.1	5.2	0	0.0	30
3	<1.8 ~ 540	2.2	9.1	1	3.3	<1.8~ 49	1.9	4.2	1	3.3	30
4	<1.8 ~ 350	2.2	8.1	1	3.3	<1.8~ 6.8	1.8	2.5	0	0.0	30
5	<1.8 ~ 170	2.6	9.4	0	0.0	<1.8~ 110	2	5.5	1	3.3	30
6	<1.8 ~ 49	2.2	6.2	0	0.0	<1.8~ 4.5	1.8	2.3	0	0.0	30
7	<1.8 ~ 4.5	1.9	2.7	0	0.0	<1.8~ 4.5	1.8	2.2	0	0.0	30
8	<1.8 ~ 13	2	3.9	0	0.0	<1.8~ 2	<1.8	1.8	0	0.0	30
9	<1.8 ~ 240	3.2	18	1	3.3	<1.8~ 240	2.3	8.6	1	3.3	30
10	<1.8 ~ 350	2.4	10.1	1	3.3	<1.8~ 4.5	1.8	2.2	0	0.0	30
11	<1.8 ~ 24	2.1	4.7	0	0.0	<1.8~ 8.3	1.8	2.6	0	0.0	30
12	<1.8 ~ 26	2.2	5.3	0	0.0	<1.8~ 13	1.9	3.1	0	0.0	30
13	<1.8 ~ 130	2.4	7.6	0	0.0	<1.8~ 22	2	3.7	0	0.0	30
14	<1.8 ~ 350	2.4	9.5	1	3.3	<1.8~ 130	2	5.7	1	3.3	30
15	<1.8 ~ 5400	2.7	19	1	3.3	<1.8~ 170	2.1	6.4	1	3.3	30
16	<1.8 ~ 1600	2.4	12.4	1	3.3	<1.8~ 130	2.1	6.3	1	3.3	30
17	<1.8 ~ 350	3.1	19.6	2	6.7	<1.8~ 27	2	4.5	0	0.0	30
18	<1.8 ~ 540	2.7	12.8	1	3.3	<1.8~ 79	2.3	7.3	2	6.7	30
19	<1.8 ~ 350	2.7	14	1	3.3	<1.8~ 4.5	1.8	2.5	0	0.0	30
20	<1.8 ~ 26	2.5	7.8	0	0.0	<1.8~ 11	2	3.8	0	0.0	30
21	<1.8 ~ 540	3.4	28.4	2	6.7	<1.8~ 350	2.1	7.4	1	3.3	30
22	<1.8 ~ 540	3.3	22.6	2	6.7	<1.8~ 240	2.2	8.1	1	3.3	30
23	<1.8 ~ 330	3.5	25	1	3.3	<1.8~ 170	2.3	7.3	1	3.3	30
24	<1.8 ~ 350	3.9	29.7	2	6.7	<1.8~ 79	2.6	9.3	1	3.3	30
25	<1.8 ~ 9.3	2	3.4	0	0.0	<1.8~ 4.5	1.8	2.2	0	0.0	30
26	<1.8 ~ 4.5	1.8	2.4	0	0.0	<1.8~ <1.8	<1.8	<1.8	0	0.0	30
27	<1.8 ~ 22	2	3.9	0	0.0	<1.8~ 2	<1.8	1.8	0	0.0	30
28	<1.8 ~ 240	2.1	7.3	1	3.3	<1.8~ 7.8	1.9	3.1	0	0.0	30
29	<1.8 ~ 350	2.7	14.5	1	3.3	<1.8~ 23	2.1	4.9	0	0.0	30
30	<1.8 ~ 170	2.5	8.7	0	0.0	<1.8~ 14	2	4.1	0	0.0	30
31	<1.8 ~ 14	1.9	3.2	0	0.0	<1.8~ 2	<1.8	1.8	0	0.0	30
32	<1.8 ~ 4.5	1.8	2.4	0	0.0	<1.8~ 4.5	1.8	2.2	0	0.0	30
33	<1.8 ~ 7.8	2	3.5	0	0.0	<1.8~ 4.5	1.8	2.2	0	0.0	30
34	<1.8 ~ 6.8	1.9	3.2	0	0.0	<1.8~ <1.8	<1.8	<1.8	0	0.0	30
35	<1.8 ~ 11	1.8	2.8	0	0.0	<1.8~ <1.8	<1.8	<1.8	0	0.0	30
36	<1.8 ~ 6.8	1.8	2.5	0	0.0	<1.8~ 4	<1.8	2.1	0	0.0	30
37	<1.8 ~ 33	1.9	4	0	0.0	<1.8~ 2	<1.8	1.8	0	0.0	30
38	<1.8 ~ 27	2.1	4.9	0	0.0	<1.8~ 7.8	2	3.5	0	0.0	30
39	<1.8 ~ 70	2.3	7.5	0	0.0	<1.8~ 33	2	4.3	0	0.0	30
40	<1.8 ~ 23	2.4	6.6	0	0.0	<1.8~ 7.8	1.9	2.8	0	0.0	30
41	<1.8 ~ 29	1.9	3.7	0	0.0	<1.8~ 4.5	1.8	2.2	0	0.0	30
42	<1.8 ~ <1.8	<1.8	<1.8	0	0.0	<1.8~ <1.8	<1.8	<1.8	0	0.0	30
43	<1.8 ~ 2.0	<1.8	1.8	0	0.0	<1.8~ 2	<1.8	1.8	0	0.0	30
44	<1.8 ~ 4.5	1.8	2.3	0	0.0	<1.8~ 2	<1.8	1.8	0	0.0	30
45	<1.8 ~ 2.0	<1.8	1.8	0	0.0	<1.8~ <1.8	<1.8	<1.8	0	0.0	30
46	<1.8 ~ 22	1.9	3.4	0	0.0	<1.8~ 6.1	1.8	2.4	0	0.0	30
47	<1.8 ~ <1.8	2.1	4	0	0.0	<1.8~ 2	<1.8	1.8	0	0.0	30
48	<1.8 ~ 22	2	3.9	0	0.0	<1.8~ 11	1.9	3	0	0.0	30
49	<1.8 ~ <1.8	1.9	3.5	0	0.0	<1.8~ 2	<1.8	1.8	0	0.0	30
50	<1.8 ~ 4.5	1.8	2.3	0	0.0	<1.8~ 2	<1.8	1.8	0	0.0	30

¹⁾ Most probable number; ²⁾ Geometric mean; ³⁾ Estimated 90th percentile

우리나라 및 미국의 경우 해수의 위생지표세균 조사결과에 따라 해역을 분류하고 있으며 우리나라의 경우 해양수산부의 정착성 수산동식물 생산 해역 등급설정 기준(MOF, 2013)에 따르면 우리나라는 청정해역, 준청정해역, 관리해역 및 금지해역으로 생산해역별 위생등급을 구분하고 있다. 상위등급에 해당하는 청정해역의 경우, 해수의 분변계대장균의 중양값 또는 기하학적 평균치가 14 MPN/100 mL을 초과하지 않아야 하며, 43 MPN/100 mL을 초과하는 시료 수가 10%미만으로 조사되어야 한다.

본 연구결과, 50개 조사지점의 분변계대장균의 기하학적 평균은 $1.8\sim 2.6\text{ MPN}/100\text{ mL}$로 나타났으며, 43 MPN/100 mL 시료는 0.9% (13/1500)로 분석되어 청정해역의 기준에 충족하는 것으로 평가되었다.

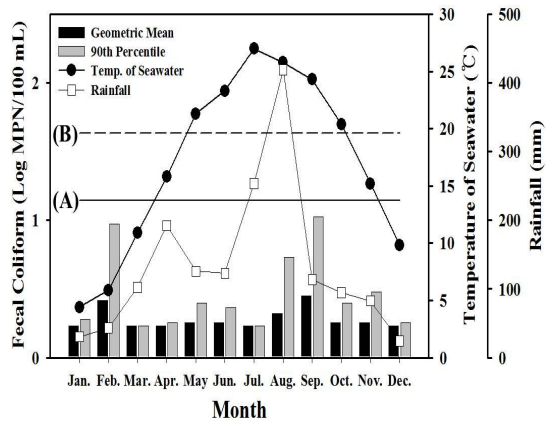
미국은 National Shellfish Sanitation program(U.S. FDA, 2016)에 따라 패류 생산해역을 5개 등급(허가해역, 조건부 허가해역, 제한해역, 조건부 제한해역, 금지해역)으로 분류하고 있으며 그 기준이 되는 것은 해수의 대장균군 또는 분변계대장균의 조사결과이다. 상위 등급의 허가해역의 경우, 대장균군의 기하학적 평균이 70 MPN/100 mL 이하이며, 90th percentile 값이 230 MPN/100 mL 이하이거나 분변계대장균의 기하학적 평균이 14 MPN/100 mL 이하이며, 90th percentile 값이 43 MPN/100 mL 이하로 평가되어야 한다고 규정하고 있다.

본 연구결과, 여자만 내의 50개 조사지점의 대장균군 및 분변계대장균의 기하학적 평균 및 90th percentile 값은 각각 $1.8\sim 3.9$, $1.8\sim 2.6$ 및 $1.8\sim 29.7$, $1.8\sim 9.3\text{ MPN}/100\text{ mL}$으로 분석되어 대장균군 및 분변계대장균 모두 미국의 허가해역 기준을 충족하는 것으로 평가되었다.

하지만, 연도별 및 월별 변화를 비교한 결과 2월, 8월 및 9월의 분변계대장균 농도가 다소 높은 것으로 확인되었다([Fig. 2] 참조).

분변계대장균은 인축의 분변에서 유래하는 세균으로 주변에 산재한 오염원의 영향으로 해역에

유입된다(Todd and Campbell, 2002). 여자만 주변에는 이사천 외 16개의 하천 및 순천시 하수종말처리장의 방출수가 해역으로 직접 유입되고 있으며, 농경수 및 생활하수 또한 직간접적으로 해역에 유입되고 있는 것으로 알려져 있다(Kim et al., 2011). 또한 고흥 나로도, 여수 가막만 및 남해 창선 해역의 경우, 강우량이 많은 시기에 해수의 분변계대장균의 농도가 높아진다고 보고된 바 있으며 이는 강우발생에 따른 오염원의 부하량의 증가에 기인한다고 보고하였다(Park et al., 2012; Kwon et al., 2013; Ha et al., 2013).



[Fig. 2] Changes in monthly fecal coliform levels, average temperature of seawater for all sampling stations and average rainfall in Yeosu Bay. (A) the standard line (≤ 14 MPN/100 mL) of Geometric Mean from the fecal coliform levels for the sanitary survey at total thirty times. (B) the standard line (≤ 43 MPN/100 mL) of estimated 90th percentile from the fecal coliform levels for the sanitary survey at total thirty times.

여자만은 2016년 2월의 경우 조사 4일전부터 당일까지 누적강수량이 순천시지역은 63.4, 여수지역은 64.0 mm의 강우가 발생한 것으로 확인되었다. 그리고 8월과 9월은 강우가 집중되는 시기로 특히 2014년 9월의 경우, 순천시지역이 조사 3일전

10.5 및 2일전 179.5 mm의 집중 강우가 있었으며, 여수지역도 조사 3일전부터 당일까지 72.6 mm의 비교적 많은 강우가 발생한 것으로 확인되었다. 또한 8월 및 9월의 경우 고수온이 유지되어 분변계대장균이 증식이 보다 용이하였을 것으로 판단되며, 2월의 경우 분변계대장균의 증식이 억제되는 저수온기로 이는 강우 발생에 따른 오염원의 유입 또는 비특이적인 오염원 발생에 따른 것으로 판단된다.

따라서 여자만의 경우, 시기에 따라 간헐적으로 분변계대장균의 농도가 높은 것은 주변에 산재한 오염원의 영향으로 판단되며, 강우 및 수온 등의 환경영향과 복합적으로 관계하는 것으로 사료된다.

이상의 결과, 2014년 1월부터 2016년 6월까지 여자만의 해수에 대한 대장균 및 분변계대장균의 농도는 우리나라의 청정해역 및 미국의 허가해역에 해당하지만 미국의 기준의 경우, 해역의 주변에 오염원이 산재해 있으며 강우 등에 영향을 받을 수 있으므로 조건부 허가해역에 적합한 것으로 평가 할 수 있다.

2. 패류의 위생상태 평가

2014년 1월부터 2016년 6월까지 여자만에서 생산된 패류의 위생 상태를 평가하기 위하여 해역 내에 설정된 4개소의 조사정점(2, 14, 20, 26)에서

채취한 새꼬막 113개 시료의 *E. coli* 값의 범위는 <20~330 MPN/100 g으로 나타났다(<Table 2> 참조).

해수의 대장균 또는 분변계대장균의 농도에 따라 해역을 분류하는 미국과는 달리 유럽연합에서는 Regulation (EC) No 854에 근거하여 패류의 *E. coli* 농도에 따라 해역을 3개 등급(Class A, B, C)로 분류하고 있다. A 등급의 경우 패류의 *E. coli* 농도가 230 MPN/100 g을 초과하지 않을 경우, B 등급은 4,600 MPN/100 g을 초과하는 시료가 10% 일 경우, C 등급의 경우 46,000을 초과하지 않을 경우에 해당한다(European Commission, 2004).

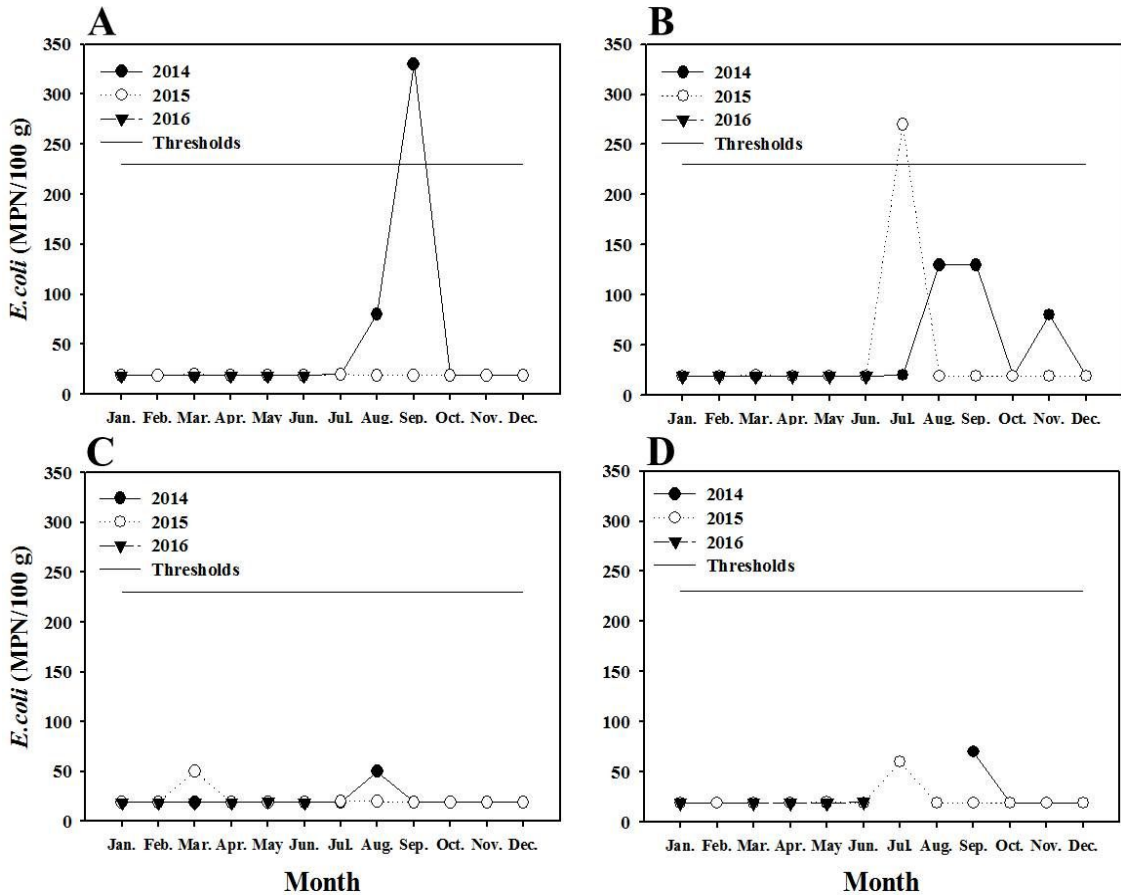
본 연구결과, 조사기간 중 여자만에서 채취된 113개 새꼬막 시료의 *E. coli* 범위는 <20~330 MPN/100 g으로 1.8%(3/135)의 시료에서 유럽연합의 A 등급 기준치를 초과한 것으로 나타났으며 B 등급의 기준에는 충족하는 것으로 확인되었다(<Table 2> 및 [Fig. 3] 참조).

이전의 보고에 따르면 2010년 채취된 여자만 새꼬막에 대한 대장균(*E. coli*)의 상위 그룹인 분변계대장균의 농도 범위가 <18 ~ 110 MPN/100 g으로 조사된 바 있다(Oh Jun-Young 2014). 또한 여자만의 오염물질에 대한 이전의 조사결과 강우량이 높은 시기에 여자만의 유기물에 대한 농도가 높은 것으로 조사된 바 있으므로(Kim et al., 2011; Choi et al., 2013) 본 연구결과 2014년 9월

<Table 2> Bacteriological examination results of shellfish (ark shell) in Yeoja bay (2014. 1. ~ 2016. 6.)

Station	Range	<i>E. coli</i> (MPN ¹⁾ /100 g)						No. of Samples
		> 230		> 4,600		> 46,000		
		No.	%	No.	%	No.	%	
2	<20 ~ 50	0	0.0	0	0.0	0	0.0	30
14	<20 ~ 330	1	3.4	0	0.0	0	0.0	29
20	<20 ~ 270	1	3.3	0	0.0	0	0.0	30
26	<20 ~ 70	0	0.0	0	0.0	0	0.0	24
Total	<20 ~ 700	2	1.8	0	0.0	0	0.0	113

¹⁾ Most probable number



[Fig. 3] Changes in monthly *E. coli* levels for shellfishes (ark shell) harvested from Yeoja Bay. (A) Ark shell harvested from the “14” station. (B) Ark shell harvested from the “20” station. (C) Ark shell harvested from the “2” station. (D) Ark shell harvested from the “27” station. Thresholds indicate the standard (<230 MPN/100 g) which correspond with EU A class for sanitary quality of shellfishes

및 2015년 7월 기준치를 초과한 시료는 수온상승에 따라 새꼬막이 서식하는 갯벌(저질)의 환경변화 또는 강우에 따른 오염원의 영향으로 기준치를 초과하는 것으로 추정된다.

이상의 결과, 여자만의 패류(새꼬막)는 계절적 또는 시기적 영향을 받는 것으로 확인되어, 유럽연합의 해역 분류기준(EC 854/2004) 중 Class B에 부합하는 것으로 확인 되었으며 시기에 따른 분류(6~10월은 Class B, 11-5월은 Class A)도 가능할 것으로 평가되었다.

III. 요약

본 연구에서는 우리나라의 새꼬막 주 생산해역인 전남 여자만에 대하여 해수 및 패류의 세균학적 분석결과를 근거로 위생상태를 평가함으로써 동 해역의 위생안전성 확보를 위한 기초자료를 제공하고자 하였다. 또한 본 연구결과를 적용하여 우리나라의 정착성 수산물 등급기준에 따른 해역분류 및 한국패류위생계획에 근거한 ‘수출용 패류생산지정해역’으로의 가능성을 평가하고자

하였다.

2014년 1월부터 2016년 6월까지 여자만에 설정한 50개소의 조사정점별 해수의 위생지표세균 조사결과, 대장균군 및 분변계대장균 수의 범위는 각각 $1.8 \sim 5,400$ 및 $1.8 \sim 350$ MPN/100 mL으로 분석되었으며 이는 우리나라의 ‘정착성 수산동식물 생산해역 등급설정 기준’(MOF, 2013a)에 따라 청정해역의 기준에 충족하는 것으로 평가되었다.

수출용패류생산지정해역으로 지정을 위해서는 미국이나 유럽연합 등의 기준을 충족하여야 하며 본 조사결과 미국의 National Shellfish Sanitation program (U.S. FDA, 2016)에 따라 해수의 수질은 허가해역에 적합한 것으로 평가되었으나, 여자만은 주변에 오염원이 산재해 있고 강우의 영향을 받을 수 있으므로 오염원 관리가 수반되어야 하는 조건부 허가해역에 적합한 것으로 평가되었다.

또한, 유럽연합의 Regulation (EC) No 854 (European Commission, 2004)에 근거하여 여자만의 패류(새꼬막)는 계절적 또는 시기적 영향을 받는 것으로 확인되어, 해역 분류기준 중 Class B에 부합하는 것으로 확인 되었으며 시기에 따른 분류(6~10월은 Class B, 11-5월은 Class A)도 가능 할 것으로 평가되었다.

아울러 여자만의 위생안전성을 확보하고 외국으로 패류를 수출하기 위해서는 앞으로 오염원 관리계획 수립을 위한 체계적인 오염원 현황과악 및 영향평가가 수반되어야 하며, 패류에 대한 중금속 및 패류독소 등의 추가조사 또한 필요할 것으로 사료된다.

References

A.P.H.A.(1970). Recommended procedures for the examination of seawater and shellfish. 4th Ed. American Public Health Association, Washington DC, USA, 1~47.
Choi, Minkyu · Kim, Hyung Chul · Hwang, Dong-Woon

· Lee, In-Seok · Kim, Young-Sook · Kim, Ye-Jung & Choi, Hee-Gu(2013). Organic Enrichment and Pollution in Surface Sediments from Shellfish Farming in Yeoja bay and Gangjin bay, *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 46, 424~436.
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 journal European Communities*. L139, 206~321.
Ha, Kwang Soo · Yoo, Hyun Duk · Shim, Kil Bo · Kim, Ji Hoe · Lee, Tae Seek · Kim, Poong · Lee, Hee Jung & Yu, Hong Sik(2013). The effects of inland pollution sources around the port of Jeokyang and Jangpo after rainfall events on bacteriological water quality in the Changseon area, Korea. *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 46, 160~167
ISO(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-indoly-β-D-glucuronide. *International Organization for Standardization*. 16649-3.
Kim, Hyung-Chul · Lee, Won-Chan · Kim, Jong-Gu · Hong, Sok-Jin · Kim, Kyoung-Mi · Cho, Yoon-Sik · Park, Sung-Eun & Kim, Jin-Ho(2011). Assessment of permissible inflow load for water quality management in Yeoja Bay, Korea. *Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety* 17, 345~356.
Kwon, Ji-Young · Park, Kunbawui · Song, Ki Cheol · Oh, Eun-Gyoung · Lee, Hee-Jung · Kim, Ji Hoe & Son, Kwang-Tae(2012). The bacteriological quality of seawater in Kamak bay, Korea. *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 45, 460~464.
MOF(2013a). Classification Standard of sedentary Fisheries growing area. The Notification of Ministry of Oceans and Fisheries, Article 2013-154.
MOF(2013b). Designation of the shellfish growing area forexport. The Notification of Ministry of Oceans and Fisheries, Article 2013-153.
MOF(2016). Korean Shellfish Sanitation Program. The

- Notification of Ministry of Oceans and Fisheries, Oh, Jun-Young(2014). Analysis of the inhabited environment and bacteriological characteristic of useful shellfish harvested from Yeoja bay. Department of Fisheries Sciences, Chonnam National University.
- Park, Kunbawui · Jo, Mi Ra · Kim, Yeon Kye · Lee, Hee Jung · Kwon, Ji Young · Son, Kwang Tae & Lee, Tae Seek(2012). Evaluation of the effects of the inland pollution sources after rainfall events on the bacteriological water quality in Narodo area, Korea. *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 45, 414~422.
- Prato, R. · Lopalco, P. H. · Chironna, M. · Barbuti, G. · Germinario, C. & Quarto M.(2004). Norovirus gastroenteritis general outbreak associated with raw shellfish consumption in South Italy. *BMC Infectious diseases*. 4, 37
- Shin, SoonBum · Oh, Eun-Gyoung · Lee, Hee-Jung · Kim, Yeon-Kye · Lee, Tae Seek & Kim, Ji-Hoe(2014). Norovirus quantification in oysters *Crassostrea gigas* collected from Tongyeong, *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 47, 501~507.
- Todd, K. E. & Campbell, A. R.(2002). Growing area 1508 sanitary survey report. Marlborough Public Health Unit, Marlborough, New Zealand, 58.
- U.S. Food and Drug Administration(2016). National shellfish sanitation program. Retrieved from <http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/FederalStateFoodPrograms/ucm2006754.htm> on August 1.
-
- Received : 04 August, 2016
 - Revised : 19 September, 2016
 - Accepted : 23 September, 2016