pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 30, No. 4, pp. 350~358 (2015)
http://dx.doi.org/10.13103/JFHS.2015.30.4.350

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

남해안 일부해역 해수의 세균학적 위생안전성 평가

박영민 · 윤현진 · 함인태 · 유헌재 · 최종덕*
경상대학교 해양식품생명의학과/해양산업연구소

Evaluation of the Microbiological Safety for the Seawater in a Part of the South Coast, Korea

Yeong Min Park, Hyun Jin Yoon, In Tae Ham, Hean Jae Yoo, and Jong-Duck Choi*
Department of Seafood and Aquaculture Science / Institute of Marine Science, Gyeongsang National University, Cheondaegukchigil 38, Tongyeong, Gyeongnam 52828, Korea
(Received August 17, 2015/Revised October 10, 2015/Accepted December 9, 2015)

ABSTRACT - This study was designed to evaluate the sanitary characteristics of sea water in a part of the south coast, Korea and to check the seawater which is in compliance with the recommended bacteriological criteria for shellfish cultivation. The samples of sea water were collected at 14 sampling stations established in the survey area between March 2014 and October 2014. Food poisoning caused by seafood consumption is often associated with pathogenic microorganisms originated from fecal contamination. Therefore, fecal coliform is very important criteria for evaluating the safety of fisheries in coastal areas. The range of geometric mean (GM) and the estimated 90th percentile values of total coliform were 4.1~83.1 MPN/100 mL, and 11.7~834.1 MPN/100 mL, respectively. The GM and the estimated 90th percentile values of fecal coliform were 2.5~22.7 MPN/100 mL and 2.5~170.0 MPN/100 mL, respectively. Therefore, the bacteriological safety of seawater at this shellfish-growing area met with the Korean Shellfish Sanitation Program (KSSP) criteria for a growing area. However, the values are seasonally exceed the KSSP criteria, suggesting that the monitoring and evaluation of seawater quality is very important in shellfish-growing area.

Key words : South coast, coliform group, fecal coliform, Korean Shellfish Sanitation Program (KSSP), bacteriological safety of seawater

연안 해역은 육상으로부터의 오염원의 유입과 해상오염원, 주변환경 등 여러 가지 요인으로 인해 오염이 되고 있다.

배수유역에서 유입되는 여러 가지 오염물질은 인근 해역에 오염을 확산시키는데, 특히 연안에 서식하는 패류 등은 이동성이 없는 정착성 수산물이어서 해양의 수질의 오염도가 패류의 위생을 좌우한다고 볼 수 있다[1-2].

오염된 해역에서 생산된 패류가 장질환의 원인이 되고 있다는 것은 오래 전부터 잘 알려진 사실이다. 또한 패류는 섭이활동을 통하여 그들 주위의 해수 중에 부유하고 있는 인체에 유해한 세균이나 바이러스뿐만 아니라 여러 가지 공해물질을 섭취하고 이들 물질을 쉽게 축적한다는 점이나 패각을 제외하고 내장을 포함한 전 생체를 식용하고 있다는 점에서 서식 해수의 위생적인 관리는 중요한 문제가 되고 있다[3-4].

미국과 유럽 등 여러 나라에서는 패류의 안전한 수입과 수출을 위해 패류생산물의 식품안전성을 확보하기 위해 패류의 가공에서부터 유통까지 전반에 걸쳐 철저한 관리를 하고 있다[5-8].

우리나라의 경우에도 다수의 연구자들이 1961년 이후 남해안의 주요 패류생산해역에 대한 위생조사를 지속적으로 실시하고 있으며[9-10], 남해안 지정해역인 한산, 거제만에 대한 수질과 패류의 위생조사를 실시한 바 있다[11-12].

해수의 화학적 특성에 대하여서는 Lee[13]가 통영연근해역 원문만의 빈산소에 대하여, Choi 등[14-15]이 북만의 자정능력과 굴 어장의 환경에 대하여 보고한 바 있고, 세균학적 특성에 대하여서는 Chang 등[16-17]이 비브리오 분포와 특성에 대하여, 병원성비브리오와 동물성 플랑크톤과의 관계에 대하여 보고한 바 있고, 연안해역에서 대장균군 및

*Correspondence to: Jong-Duck Choi, Department of Seafood and Aquaculture Science/Institute of Marine Science, Gyeongsang National University, Cheondaegukchigil 38, Tongyeong, Gyeongnam 52828, Korea
Tel: 82-55-772-9140, Fax: 82-55-772-9149
E-Mail: choijd@gnu.ac.kr

대장균에 대하여서는 Choi 등[18-23]이 북신만, 자란만, 진해만 및 통영항에서, Park 등[24-25]이 사천만과 통영항에서, Shim 등[26]이 자란만에서, Song 등[27]이 충남 태안 패류생산해역에서의 세균학적 위생안전성 평가를, Ha 등[28]이 한산·거제만해역 패류양식장에 대한 세균학적 위생안전성 평가에 대하여, Yoo 등[29]이 남해 창선해역의 해수 및 진주담치의 위생학적 안전성 평가에 대하여, Byun 등[30]이 충남 서천 패류생산해역에서의 세균학적 안전성 평가에 대하여, Lee 등[31]이 패류양식장의 세균학적 수질이 미치는 강우의 영향에 대하여, Kwon 등[32]이 남해안 패류생산지역에서 보고한 바 있다. 그러나 남해안 일부 폐쇄성 내만해역 해수에 대한 세균학적 안전성 평가에 대한 보고는 거의 없는 실정이다.

조사 해역은 경상남도 고성군 삼산면 두포리 군령포 남동단과 통영시 도산면 저산리 유촌마을 북서단을 연결한 선내에 있는 해역으로 만의 입구는 남만으로 열려 있으며 매우 좁고 안으로 갈수록 삼각형의 형상으로 크게 벌어지는 전형적 반 폐쇄적인 만의 형상이고, 만의 입구는 수심 10~20 m 범위로 비교적 깊지만, 내부는 모두 수심 10 m 미만으로 계절에 따른 영향을 가장 많이 받는 것으로 알려지고 있다.

조사해역의 안쪽은 리아스식 해안으로 비사도, 읍도를 비롯한 몇 개의 섬이 분포하고 있으며, 해역의 해류는 사량도 앞 수로를 통하여 들어오는 남해안 연안수의 영향을 받는 해역이다. 이 해역에서는 주로 굴 양식업이 성행하고 있고 바지락 및 기타 어종의 양식어장이 분포하고 있다. 또한 배수유역 주변은 여객선터미널과 오토캠핑장 등 유동인구가 많은 지역이 산재하고 있고, 해안선을 따라 많은 음식점이 분포하여 이 유역 내에서 생산되는 어패류의 오염이 우려되는 지역이다.

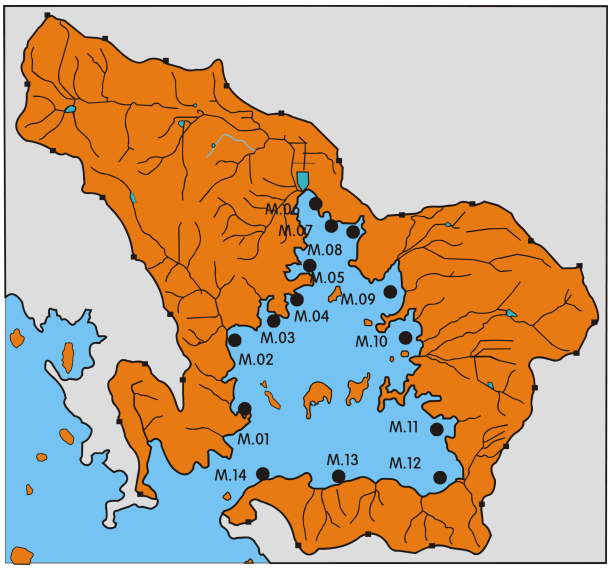

Fig. 1. Sampling station in a part of the south coast, Korea.

본 연구는 폐쇄성 내만 해역 해수의 세균학적 안전성 평가를 통하여 패류위생에 대한 기초자료를 제공하기 위하여 굴 양식이 성행하고 있는 조사해역 내에 14개 조사점을 선정하여 2014년 3월부터 11월까지 해양수질의 이화학적 특성을 조사하고 대장균군, 분변계대장균 등의 세균학적 위생조사를 실시하였으며 그 결과를 정리하여 보고하였다.

Materials and Methods

조사해역의 지리적 특성

조사해역 내의 양식현황 및 생산량, 조사해역에 영향을 미치는 행정구역 및 배수유역, 가축사육 현황, 토지이용현황 및 분뇨처리율은 통계자료(고성군 통계연보, 2013)를 통하여 조사하였다.

조사지점

이 연구는 남해안 일부해역 해양수질의 위생학적 특성을 알아보기 위하여 Fig. 1과 같이 조사해역 내에 14개 조사지점을 선정하였다.

해수 조사지점은 조사해역 서쪽에 M01, M02, M03, M04 및 M05번을, 육상유입수에 영향을 받을 것으로 예상되는 안쪽에 M06, M07, M08번 조사점을, 월평천에 영향을 받을 수 있는 M09번 조사점을, 원산천에 영향을 받는 M10번 조사점을, 도산면에 영향을 받는 M11, M12번 조사점을, 조사해역 남쪽에 M13 및 M14번 조사점을 포함하여 조사지점을 각각 선정하였다.

시료의 채수

해수의 채수방법은 수심 1 m 부근의 해수를 2인치 양수기(GX-120, HONDA, Japan)를 사용하여 해수를 품어 올려 멸균된 프리필터(CSA-10, CS TECHNOL, USA)로 1차 걸러서 대장균군 및 분변계대장균 시료를 멸균광구병(250 mL)에 200 mL 정도 채수하였다.

채수된 시료는 아이스박스에 넣어 저온(5°C)을 유지시키며 실험실로 운반 후 실험을 실시하였다.

이화학적 특성 조사

조사지역 육상유입수의 수온, 염분농도, 용존산소 및 pH는 검·교정을 받은 휴대용 측정기(Pro Model, YSI Co., USA)로 직접 측정하여 현장에서 기록하였고, 해수의 경우 선상에서 휴대용 측정기로 수심 1 m 부근에서 측정하였다.

전도도는 휴대용 전도도 측정기(Model 63-10FT, YSI Co., USA)로 현장에서 직접 측정하여 기록하였다.

탁도는 현장에서 직접 시료를 채수하여 10 mL 큐벳에 시료를 넣고, 깨끗하게 물기를 제거한 후 탁도계(HI93414

Model, HANNA Ins., Germany)로 측정하였다.

대장균군과 분변계대장균의 측정

대장균군과 분변계대장균 측정은 미국 APHA와 한국식품의약품안전처에서 제안한 방법으로 실시하였다[33-34].

추정시험은 유당액체(Laurly tryptose broth, Difco, USA) 배지 10 mL에 시료를 각각 10배 희석법에 따라 희석하여 연속적인 5단계를 선택하였으며, 각 단계마다 5개의 시험관을 사용하였다. 시료가 접종된 시험관은 35.5 ± 0.5°C의 배양기에서 48 ± 2시간 배양하였고, 가스가 발생한 시험관은 확정시험을 실시하였다. 확정시험은 BGLB (Brilliant Green Bile Broth, Difco, USA) 배지에 접종하여 35.5 ± 0.5°C의 배양기에서 48 ± 2시간 동안 배양하여 양성관에 대해서 MPN법으로 균수를 산출하였다.

분변계대장균은 추정시험에서 가스가 발생한 시험관을 EC (EC Broth Difco, USA) 배지에 이식한 후 44.5 ± 0.2°C의 water bath에서 24 ± 2시간 배양하여 증식이 되면 확정시험 양성으로 판정하여 MPN법으로 균수를 산출하였다.

패류생산해역의 안전성 평가

조사해역 내 각 조사지점의 패류생산해역으로의 안전성 평가는 대한민국 정부와 미합중국 정부간의 패류의 위생적 처리에 관한 협정인 National Shellfish Sanitation Program (U.S. FDA, 2009)[39-40]와 우리나라의 정착성 수산동식물 생산해역의 등급설정(해양수산부 고시 제 2013-154호)에 준하여 평가하였다. 즉 각 시료별로 총 6회의 분변계대장균 분석결과를 활용하여 "기하학적 평균치 14 MPN/100 mL를 초과하지 않고, 계산된 90번째 백분위(the estimated 90th percentile)가 43 MPN/100 mL이하"의 기준에 부합하는 지를 평가하였다. 이 때 90th percentile 값은 다음과 같은 방법으로 계산하였다.

Est. 90th = Antilog[(Slog)1.28 + Xlog]

Slog = 각 자료 그룹에서 각각의 MPN의 대수값의 표준편차

Xlog = 각 자료 그룹에서 각각의 MPN의 대수값의 평균

Results and Discussion

주변의 지리적 특성

조사해역의 양식현황 및 생산량은 Table 1과 같다. 조사해역 내에서 양식어업은 2013년 12월말 현재 굴 양식이 150건 665.8 ha, 굴 채묘장이 22건 274.0 ha, 바지락이 9건 26.6 ha, 기타 6건 26.0 ha, 마을어업 굴양식이 28건 1,286.6 ha로 조사해역 내 총 어업권은 215건, 면적은 2,279.0 ha이었다. 조사해역 내에서는 굴 양식이 178건 1,952.4 ha로 82.8%를 차지하여 이 해역은 주로 굴 양식이 이루어지고 있는 것으로 나타났다.

배수유역은 Fig. 2와 같다. 배수유역의 전체 면적은 약 51.4 km^2, 가구수는 4,203가구에 총 9,772명이 거주하고 있는 것으로 조사되었다. 이 해역의 배수유역에 점유 면적과 인구밀도는 만 안쪽에 위치한 읍지역이 차지하였다.

해역에 영향을 주는 하천은 총 4개의 하천으로 사계천, 성수천, 월평천 및 대독천이며 모두 지방 2급 하천이었다. 이들 하천의 방류량은 30.5 km^2로 전체 하천에서 약 20%

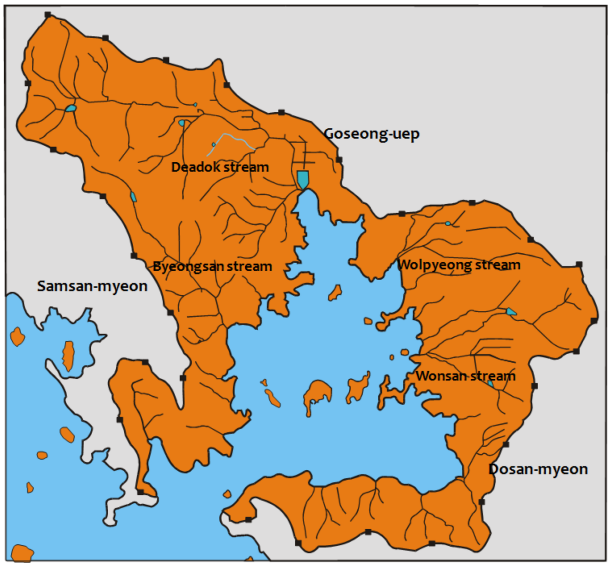

Fig. 2. Drainage in a part of the south coast, Korea.

Table 1. Maritime aquaculture in a part of the south coast, Korea

Fishery type	Species	No. of licence	Area (ha)	Ratio (%)	Harvest period (month)
Aquaculture shellfish	Oyster (*Crassostrea gigas*)	150	665.8	69.8	9~4
	Seeding fisheries Oyster (*Crassostrea gigas*)	22	274.0	10.2	9~4
	Short-neck clam (*Ruditape philipinarum*)	9	26.6	4.2	
	Others	6	26.0	2.8	
Village aquaculture	Oyster (*Crassostrea gigas*)	28	1,286.6	13.0	All the year
Total		215	2,279.0	100	

Source : Goseong-gun yearbook (2013)[35].

가 정비되지 않은 상태였다.

가축 사육수는 총 231,231마리 중 소가 4,795마리, 돼지 18,239마리, 닭 195,951마리, 염소 407마리, 오리 8,046마리 그리고 기타가축 3,793마리로 조사되었다.

주변 인접한 행정구역에서의 분뇨처리율은 2008년 이후 모두 100% 처리되고 있는 것으로 조사되었고, 해양배출 사례는 없었다. 하수처리시설은 고성군 고성읍 송학리 1-1번지에 위치하고 있으며, 하수처리시설은 1일 최대 13,000 규모의 처리능력을 갖추었고, 조사해역으로 유입되는 것으로 조사되었으며, 배수유역의 하수종말 처리수의 배출기준을 초과하지는 않았다.

해수의 이화학적 특성

조사해역 해수 14개 조사지점의 월별 물리화학적 특성은 Table 2와 같다. 조사기간 중 월별 수온은 3월이 14.3ºC 8월이 25.4ºC, 평균 21.2 ± 3.83ºC이었다. pH는 9월 7.25, 5월에 8.41로 평균 7.92 ± 0.46, 전도도는 3월에 38,536.4 μs/cm로 평균에 비하여 6,070.3 μs/cm 낮았고 7월 50,114.3 μs/cm으로 높았으며 평균 44,606.7 ± 4,820.7 μs/cm으로 조사되었다. 염분농도는 5월에 31.7 ‰로 낮았고, 7월에 33.7 ‰로 높았으며, 평균 32.4 ± 0.92 ‰, 용존산소량은 9월에 7.45 mg/L, 8월에 8.27 mg/L로 평균 7.83 ± 0.40 mg/L로 조사되었다. 탁도는 7월과 8월에 1.53 NTU로 낮았고 5월에 2.54 NTU로 높았으며, 평균 1.93 ± 1.10 NTU로 조사되었다. 이상의 결과에서 조사해역의 이화학적 특성은 일반적인 다른 해역과 뚜렷한 차이는 없었다.

조사해역 14개 해수시료의 조사점별 물리화학적 특성은 Table 3과 같다. 조사기간 중에 조사점별 수온은 조사점 6, 9, 10번이 21.4ºC로 높았고, 조사점 13번이 20.7ºC로 낮았으며 차이는 0.7ºC이었다. pH는 조사점 6번이 7.78로 낮았고, 조사점 1번이 7.98로 높았으며 차이는 0.2이었다. 전도도는 조사점 6번이 40,948.3 μs/cm로 낮았고, 조사점 12번이 46,723.3 μs/cm로 높았으며 차이는 5,775.0 μs/cm이었다. 염분농도는 조사점 6번이 32.0 ‰로 낮았고 조사점 13번이 33.3 ‰로 높았으며 차이는 1.3 ‰ 이었다. 용존산소량은 조사점 1번이 7.47 mg/mL로 낮았고, 조사점 9번이 8.05

Table 2. The range and means of physicochemical characteristics of seawater in a part of the south coast, Korea for each month (2014)

Date	Temp. (ºC)	pH	Conductivity (μs/cm)	Salinity(‰)	DO (mg/L)	Turbidity (NTU)
Mar. 31th	13.9~14.6	8.20~8.52	35,500~39,210	32.0~33.7	7.55~8.12	0.84~3.74
May 14th	19.1~20.6	8.25~8.52	31,360~48,680	30.0~32.8	7.02~7.69	0.06~4.89
Jul. 7th	23.3~23.7	7.96~8.23	49,500~51,200	32.7~34.2	7.58~8.48	0.78~2.49
Aug. 13th	23.4~26.3	7.25~7.46	46,560~51,210	31.5~35.9	7.77~8.68	1.0~2.2
Sep. 17th	24.1~24.9	7.22~7.29	41,520~45,720	31.4~34.2	6.89~7.99	1.2~4.3
Oct. 16th	18.3~20.4	7.34~8.10	36,250~49,570	30.9~32.4	7.01~8.21	0.33~6.01
Over all	21.2±3.83	7.92±0.46	44,606.7±4,820.7	32.43±0.92	7.83±0.40	1.93±1.10

Table 3. The range and means of physicochemical characteristics of seawater in a part of the south coast, Korea for each station (2014 year)

Station	Temp. (ºC)	pH	Conductivity (μs/cm)	Salinity (‰)	DO (mg/L)	Turbidity (NTU)
M01	14.1~24.8	7.25~8.52	38,840~51,200	31.4~33.6	7.02~7.77	1.54~3.22
M02	14.1~25.0	7.22~8.42	38,720~49,500	31.7~33.6	7.02~8.21	0.99~3.42
M03	14.2~24.9	7.22~8.43	38,940~50,000	31.5~33.9	7.43~8.35	1.60~2.16
M04	14.3~25.3	7.24~8.41	38,820~50,000	31.6~32.7	7.56~8.15	1.80~3.74
M05	14.2~25.8	7.29~8.52	33,750~50,000	31.3~33.8	7.58~8.33	1.58~6.01
M06	14.6~26.3	7.24~8.25	31,360~49,560	30.0~34.2	6.89~8.42	0.06~4.25
M07	14.4~26.2	7.26~8.35	35,680~51,210	30.7~33.4	7.11~8.16	1.26~4.89
M08	14.5~26.3	7.25~8.44	39,200~50,060	31.4~33.8	7.32~8.54	0.45~4.88
M09	14.6~26.3	7.25~8.46	39,210~50,400	31.2~34.2	7.28~8.53	0.33~3.64
M10	14.4~25.9	7.25~8.44	38,910~50,500	31.5~34.1	7.46~8.05	1.21~3.12
M11	14.2~25.8	7.25~8.39	38,740~50,400	31.8~34.0	7.09~8.68	0.84~1.85
M12	14.2~25.5	7.25~8.43	38,020~50,300	31.7~34.0	7.47~8.10	0.69~1.71
M13	14.0~24.1	7.26~8.45	38,540~49,900	31.9~35.9	7.31~8.34	1.08~1.78
M14	13.9~24.3	7.25~8.43	38,840~49,800	31.9~33.9	7.01~8.32	0.36~1.86
Over all	21.2±3.83	7.92±0.46	44,606.7±4,820.7	32.43±0.92	7.83±0.40	1.93±1.10

mg/mL로 높았으며, 차이는 0.58 mg/mL, 탁도는 조사점 12번이 1.12 NTU로 낮았고, 조사점 5번이 3.05 NTU로 높았으며 차이는 1.93 NTU로 조사되었다. 조사 해역의 물리화학적 조사결과에서 조사지점별로는 뚜렷한 차이를 볼 수 없었다.

남해안 해역은 여름철이 되면 대량의 강우로 인하여 담수의 영향을 직접적으로 받기 때문에 저염화 현상이 나타난다고 보고되고 있는데[36], 조사해역은 그렇지 않은 것으로 조사되었다. 이러한 이유는 일반 폐쇄성 만과는 다르게 조사해역으로 유입되는 큰 하천이 거의 없고 주변 육상유입수에 크게 영향을 받지 않는 것으로 판단되었다.

해수 중의 대장균군과 분변계대장균

조사해역 해수의 대장균군 및 분변계대장균의 월별 조사결과는 Table 4와 같다. 2014년 3월 조사에서 대장균군 및 분변계대장균은 < 1.8~790, < 1.8~49 MPN/100 mL, 기하학적 평균값은 12.3, 4.7 MPN/100 mL, 90번째 값은 176.8, 23.3 MPN/100 mL으로 각각 나타났다. 대장균군 기준치 230 MPN/100 mL를 초과하는 시료는 14.3%, 분변계대장균 43 MPN/100 mL를 초과하는 시료는 7.1%로 나타났다. 5월 조사에서는 < 1.8~790, < 1.8~790 MPN/100 mL, 기하학적 평균값은 83.1, 22.7 MPN/100 mL, 90번째 값은 834.1, 170.0 MPN/100 mL으로 다른 달에 비하여 월등하게 높게 나타났으며, 기준치를 초과하는 시료도 대장균군 및 분변계대장균이 각각 42.9%, 35.7%로 나타나 불안정한 해역으로 조사되었다.

이러한 이유는 시료채취 전 일주일간 누적 강우량이 39.0 mm를 기록하여 강우에 영향을 받은 것으로 추측되었다.

7월 조사에서는 < 1.8~790, < 1.8~790 MPN/100 mL, 기하학적 평균값은 12.1, 9.0 MPN/100 mL, 초과하는 시료는 14.3%, 28.6%로 나타났다. 8월 조사에서는 < 1.8~130, < 1.8~22 MPN/100 mL, 기하학적 평균값은 5.4, 2.5 MPN/

Table 4. The total and fecal coliform of seawater in a part of the south coast, Korea for each month (2014)

Date	Total coliform (MPN/100 mL)				Fecal coliform (MPN/100 mL)				No. of Samples
	Range	GM	90th	%, > 230	Range	GM	90th	%, > 43	
Mar. 31th	< 1.8~790	12.3	176.8	14.3	< 1.8~49	4.7	23.3	7.1	14
May 14th	< 1.8~790	83.1	834.1	42.9	< 1.8~790	22.7	170.0	35.7	14
Jul. 7th	< 1.8~790	12.1	199.3	14.3	< 1.8~790	9.0	144.3	28.6	14
Aug. 13th	< 1.8~130	5.4	21.1	0.0	< 1.8~22	2.5	2.5	0.0	14
Sep. 17th	4~490	16.5	27.5	14.3	4~490	11.9	13.1	7.1	14
Oct. 16th	< 1.8~210	4.1	11.7	0.0	< 1.8~46	2.6	5.4	7.1	14
Over all	< 1.8~790	12.8	168.1	15.8	< 1.8~790	6.5	50.5	15.8	84

Table 5. The total coliform and fecal coliform of seawater in a part of the south coast, Korea for each station (2014 year)

Station	Total coliform (MPN/100 mL)				Fecal coliform (MPN/100 mL)				No. of Samples
	Range	GM	90th	%, > 230	Range	GM	90th	%, > 43	
M01	< 1.8~330	7.2	71.3	16.7	< 1.8~33	3.4	13.4	0	6
M02	< 1.8~330	30.8	331.7	16.7	< 1.8~49	6.8	36.9	16.7	6
M03	2.0~490	20.4	251.9	16.7	2.0~130	10.0	70.2	16.7	6
M04	< 1.8~490	12.5	207.6	16.7	< 1.8~49	5.9	35.5	16.7	6
M05	4~790	15.7	153.3	16.7	< 1.8~790	7.9	124.3	16.7	6
M06	49~790	154.6	637.8	33.3	22~49	32.7	53.5	50.0	6
M07	< 1.8~490	9.7	129.6	16.7	< 1.8~490	7.5	102.9	16.7	6
M08	2.0~130	15.0	86.6	0	< 1.8~49	8.0	33.5	16.7	6
M09	2.0~26	8.1	25.4	0	< 1.8~23	3.7	12.7	0	6
M10	< 1.8~490	9.7	166.2	16.7	< 1.8~490	6.0	79.5	16.7	6
M11	< 1.8~790	21.4	538.7	33.3	< 1.8~790	11.3	195.5	16.7	6
M12	< 1.8~33	5.2	24.6	0	< 1.8~14	3.5	11.1	0	6
M13	< 1.8~49	3.8	18.7	0	< 1.8~33	3.5	14.8	0	6
M14	< 1.8~490	5.1	71.6	16.7	< 1.8~49	3.4	16.6	16.7	6
Over all	< 1.8~790	12.8	168.1	15.8	< 1.8~790	6.5	50.5	15.8	84

100 mL, 초과하는 시료는 없는 것으로 나타났다. 9월 조사에서는 4.0~490, 4.0~490 MPN/100 mL, 기하학적 평균값은 16.5, 11.9 MPN/100 mL, 초과하는 시료는 14.3%, 7.1%로 나타났다. 10월 조사에서는 < 1.8~210, < 1.8~46 MPN/100 mL, 기하학적 평균값은 4.1, 2.6 MPN/100 mL, 초과하는 시료는 0.0%, 7.1%로 나타났다. 전 조사기간 중에 84개 시료에 대한 분석결과는 대장균군이 < 1.8~790 MPN/100 mL, 분변계대장균이 < 1.8~790 MPN/100 mL 범위, 기하학적 평균값은 각각 12.8, 15.8 MPN/100 mL, 90번째 값은 168.1, 50.5 MPN/100 mL로 각각 나타났고, 초과시료는 대장균군과 분변계대장균이 동일하게 15.8%로 나타났다. 이상의 결과에서 전 조사기간 중에 조사해역은 5월과 7월에 기준치를 초과하여 불안정한 해역으로 나타나 계절별로 관리가 요구되었다. 조사해역 해수의 대장균군 및 분변계대장균의 조사점별 조사결과는 Table 5와 같다. 조사점 M01에서 해수 중의 대장균군은 < 1.8~330, 분변계대장균은 < 1.8~33 MPN/100 mL, 기하학적 평균값은 7.2, 3.4 MPN/100 mL, M02에서는 < 1.8~330, < 1.8~49 MPN/100 mL, 기하학적 평균 30.8, 6.8 MPN/100 mL, M03에서 2.0~490, 2.0~130 MPN/100 mL, 기하학적 평균 20.4, 10 MPN/100 mL, M04에서 < 1.8~490, < 1.8~49 MPN/100 mL, 기하학적 평균 12.5, 5.9 MPN/100 mL, 조사점 M05에서 4.0~790, < 1.8~790 MPN/100 mL, 기하학적 평균 15.7, 7.9 MPN/100 mL, M06에서 49~790, 22~49 MPN/100 mL, 기하학적 평균 154.6, 32.7 MPN/100 mL, M07에서 < 1.8~490, < 1.8~490 MPN/100 mL, 기하학적 평균 9.7, 7.5 MPN/100 mL, M08에서 2.0~130, < 1.8~49 MPN/100 mL, 기하학적 평균 15, 8.0 MPN/100 mL, M09에서 2.0~26, < 1.8~23 MPN/100 mL, 기하학적 평균 8.2, 3.7 MPN/100 mL, M10에서 < 1.8~490, < 1.8~490 MPN/100 mL, 기하학적 평균 9.7, 6.0 MPN/100 mL, M11에서 < 1.8~790, < 1.8~790 MPN/100 mL, 기하학적 평균 21.4, 11.3 MPN/100 mL, M12에서 < 1.8~33, < 1.8~14 MPN/100 mL, 기하학적 평균 5.2, 3.5 MPN/100 mL, M13에서 < 1.8~49, < 1.8~33 MPN/100 mL, 기하학적 평균 3.8, 3.5 MPN/100 mL, M14에서 < 1.8~490, < 1.8~49, 기하학적 평균 5.1, 3.4 MPN/100 mL로 조사되었다. 이상의 결과에서 조사기간 중 해수의 조사점별 대장균군 및 분변계대장균의 검출범위는 < 1.8~790 MPN/100 mL로 나타났고, 기하학적 평균값은 각각 12.8, 6.5 MPN/100 mL, 90번째 값은 각각 168.1, 50.5 MPN/100 mL로 조사되었다. 조사점 M06에서 월등하게 높은 이유는 인구 밀집지역과 인접하여 높게 나타난 것으로 판단되었다.

해수의 월별 및 조사점별 대장균군의 변화는 Fig. 3에 나타내었다. 대장균군은 조사점 M01에서 5월에 330 MPN/100 mL로 가장 높았고, 7월과 8월에 < 1.8 MPN/100 mL로 낮았으며 평균 58.2 MPN/100 mL로 나타났다. M02에서는 5월에 330 MPN/100 mL로 높았고, 10월에 < 1.8 MPN/100 mL로 낮았으며 평균 96.4 MPN/100 mL이었다. M03에서는 5월 490 MPN/100 mL로 높았고, 8월 2.0 MPN/100 mL로 낮았으며 평균 107.3 MPN/100 mL이었다. 조사점 4번에서는 3월이 490 MPN/100 mL로 높았고, 7월과 10월이 < 1.8 MPN/100 mL으로 낮았으며 평균 105.4 MPN/100 mL이었다. 조사점 5번에서는 5월이 790 MPN/100 mL로 높았고, 9월이 4.0 MPN/100 mL로 낮았으며 평균 138 MPN/100 mL으로 나타났다. 조사점 6번에서는 3월이 790 MPN/100 mL로 높았고, 5월과 7월이 49 MPN/100 mL로 낮았으며 평균 276.3 MPN/100 mL로 조사되었다. 조사점 7번에서는 7월이 490 MPN/100 mL로 높았고, 5월과 8월이 < 1.8 MPN/100 mL로 낮았으며 평균 88.4 MPN/100 mL이었다. 조사점 8번에서는 7월에 130 MPN/100 mL로 높았고, 3월이 2.0 MPN/100 mL로 낮았으며 평균 34.6 MPN/100 mL이었다. M09에서는 3월에 26 MPN/100 mL로 높았고, 7월에 2.0 MPN/100 mL로 낮았으며 평균 11.7 MPN/100 mL이었다. M10에서는 9월에 490 MPN/100 mL로 높았고, 7월과 8월, 10월에 < 1.8 MPN/100 mL로 낮았으며 평균 96.4

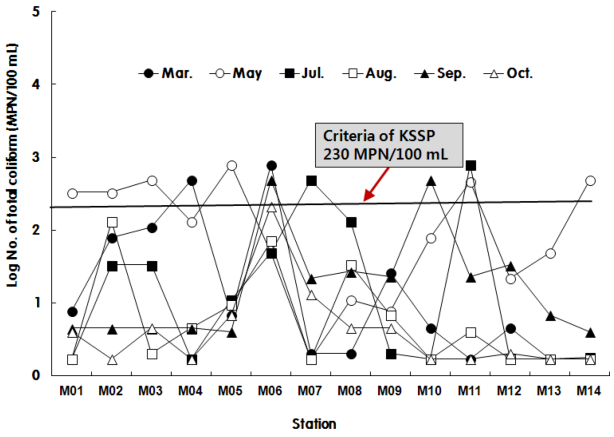

Fig. 3. The MPN of total coliform in Seawater in a part of the south coast, Korea for each month and station (2014 year).

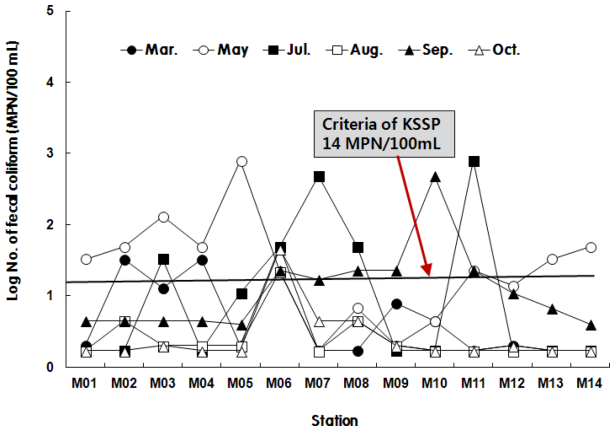

Fig. 4. The MPN of fecal coliform in seawater in a part of the south coast, Korea for each month and station (2014 year).

MPN/100 mL이었다. M11에서는 7월에 790 MPN/100 mL로 높았고, 3월과 10월에 < 1.8 MPN/100 mL로 낮았으며 평균 213.4 MPN/100 mL이었다. M12에서는 9월에 33 MPN/100 mL로 높았고, 7월과 8월에 < 1.8 MPN/100 mL로 낮았으며 평균 10.8 MPN/100 mL이었다. M13에서는 5월에 49 MPN/100 mL로 높았고, 3월과 7월, 8월, 10월에 < 1.8 MPN/100 mL로 낮았으며 평균 10.4 MPN/100 mL이었다. 조사점 M14번에서는 5월에 490 MPN/100 mL로 다소 높았으나, 3월과 8월, 10월에 < 1.8 MPN/100 mL로 낮았으며 평균 83.5 MPN/100 mL로 조사되었다.

월별로 대장균군 기준치 230 MPN/100 mL을 초과한 시료는 3월에 2개 지점에서 5월에 6개, 7월에 2개, 9월에 2개의 지점에 초과하였고, 8월과 10월에는 초과 지점이 없었으며 총 84개 시료 중에 12개 시료가 초과하여 14.3%를 나타내었다. 이상의 결과에서 기준치 230 MPN/100 mL를 14.3% 초과한 이유는 해수의 수온보다는 강우와 오염원의 유입에 관련이 있을 것으로 추측되었다. 조사점별로는 인구가 밀집되어 있는 조사해역 안쪽 M06에서 다소 높았고 주변 영향을 적게 받고 있는 M12, M13 및 M14가 낮게 나타났다.

조사해역 해수의 월별 및 조사점별 분변계대장균의 변화는 Fig. 4에 나타내었다. 대장균군은 M01에서 5월에 33 MPN/100 mL로 가장 높았고, 7월과 8월, 10월에 < 1.8 MPN/100 mL로 낮았으며 평균 7.4 MPN/100 mL로 나타났다. M02에서는 5월에 49 MPN/100 mL로 높았고, 7월과 10월에 < 1.8 MPN/100 mL로 낮았으며 평균 15.7 MPN/100 mL이었다. M03에서는 5월 130 MPN/100 mL로 높았고, 8월과 10월 2.0 MPN/100 mL로 낮았으며 평균 30.8 MPN/100 mL이었다.

M04에서는 5월이 49 MPN/100 mL로 높았고, 7월과 10월이 < 1.8 MPN/100 mL으로 낮았으며 평균 15.3 MPN/100 mL이었다. M05에서는 5월이 790 MPN/100 mL로 높았고, 10월이 < 1.8 MPN/100 mL로 낮았으며 평균 135.1 MPN/100 mL으로 나타났다. M06에서는 7월이 49 MPN/100 mL로 높았고, 5월이 22 MPN/100 mL로 낮았으며 평균 35 MPN/100 mL로 조사되었다. M07에서는 7월이 490 MPN/100 mL로 높았고, 3월과 5월, 8월이 < 1.8 MPN/100 mL로 낮았으며 평균 86.1 MPN/100 mL이었다. M08에서는 7월에 49 MPN/100 mL로 높았고, 3월이 < 1.8 MPN/100 mL로 낮았으며 평균 14.9 MPN/100 mL이었다. M09에서는 9월에 23 MPN/100 mL로 높았고, 7월에 < 1.8 MPN/100 mL로 낮았으며 평균 6.4 MPN/100 mL이었다. M10에서는 9월에 490 MPN/100 mL로 높았고, 7월과 8월, 10월에 < 1.8 MPN/100 mL로 낮았으며 평균 84 MPN/100 mL이었다. M11번에서는 7월에 790 MPN/100 mL로 높았고, 3월과 8월, 10월에 < 1.8 MPN/100 mL로 낮았으며 평균 140.2 MPN/100 mL이었다. M12에서는 5월에 14 MPN/100 mL로 높았고, 7월과 8월에 < 1.8 MPN/100 mL로 낮았으며 평균 5.4 MPN/100 mL이었다. M13번에서는 5월에 33 MPN/100 mL로 높았고, 3월과 7월, 8월, 10월에 < 1.8 MPN/100 mL로 낮았으며 평균 7.8 MPN/100 mL이었다. M14에서는 5월에 49 MPN/100 mL로 높았고, 3월과 7월, 8월, 10월에 < 1.8 MPN/100 mL로 낮았으며 평균 10 MPN/100 mL로 조사되었다.

월별로 분변계대장균군 기준치 14 MPN/100 mL을 초과한 시료는 3월에 3지점에서, 5월에 9지점에서 7월에 5지점에서, 8월에 1지점, 9월에 5지점, 10월에 1지점으로 총 84개 시료 중에 24지점이 초과하여 28.6%가 초과하여 높은 초과율을 나타내었다. 월별 조사점별로는 M06번에서 6회 모두 기준치를 초과하여 높게 나타났고 M01, M12, M13 및 M14에서 낮았다. 이러한 이유는 M06 지점은 인구가 밀집되어있는 지역으로 생활하수와 밀접한 관련이 있을 것으로 추측되었다.

최근 6년간(2009~2014) 조사해역 전체해역 880개 시료에서 대장균군 및 분변계대장균이 < 1.8~920, < 1.8~11 MPN/100 mL, 90번째 값이 9.9, 1.8 MPN/100 mL, 기학적 평균이 2.4, 1.7 MPN/100 mL으로 대장균군 230과 분변계대장균 43을 초과한 시료는 0.5, 0.0으로 나타나 우리나라 해역수질기준에 따라 청정해역으로 조사된 바 있다.

월별 조사에서 대장균군은 < 1.8~920 MPN/100 mL 범위에 기하학적 평균이 2.5 MPN/100 mL이었고 230 MPN/100 mL을 초과하는 시료가 0.1%, 분변계대장균은 < 1.8~49 MPN/100 mL 범위에 43 MPN/100 mL을 초과하는 시료가 0.1%로 나타난 것으로 조사되어 청정해역에 속하는 것으로 알려져 있다.

이번 연구 결과가 최근 6년간 조사한 결과와 비교하여 대장균군 및 분변계대장균이 높게 나타났는데, 이것은 본 조사의 조사점이 육지에 가까운 곳에 선정되어 검출율에 차이가 있는 것으로 보이며 검출량은 조사지점과 육지와의 거리에 관련이 있을 것으로 판단되었다.

패류 생산해역의 수질환경에 큰 영향을 미치는 요소는 배수유역의 범위 및 인구현황, 강우량 및 육상유입수의 유입량 등에 관련이 있다고 보고한 바 있는 데 이 조사에서도 이와 유사한 결과를 나타내었다[37-38].

패류생산해역의 안전성 평가

패류 생산해역의 평가기준은 대한민국 정부와 미합중국 정부간의 패류의 위생적 처리에 관한 협정인 National Shellfish Sanitation Program (U.S. FDA, 2009)[39-40]와 우리나라의 정착성 수산동식물 생산해역의 등급설정(해양수산부 고시 제 2013-154호)에 준하여 평가되고 있다[41].

정착성 수산동식물 생산해역의 등급설정에 따르면 청정해역은 분변계대장균의 기하학적 평균값이 14 MPN/100 mL를 초과하지 않아야 하며, 43 MPN/100 mL를 초과하는 시료수가 10%를 넘지 않아야 한다고 고시되어 있는 데 지

난 6년간 조사에서 조사 해역은 청정해역으로 나타났다.

그러나 본 조사에서 조사결과는 조사기간 대부분 청정해역에 속하였으나 월별조사에서 기준치(대장균군 230 MPN/100 mL과 분변계대장균 14 MPN/100 mL)를 초과한 시료가 5월 조사에서 14개 중에 6개(42.9%)와 5개(35.7%) 시료가, 7월 조사에는 2개(14.3%)와 4개(28.6%)의 시료가 각각 기준치를 초과하였다. 이상의 결과에서 계절과 조사점에 따라서 검출율에 많은 차이가 나타나고 있으므로 계절과 조사지점에 따라 철저한 패류생산해역의 관리가 요구되었다.

최근 6년간 조사한 결과와 이 조사에서 검출율에 차이가 나는 이유는 이 조사에서 선정한 조사지점이 육지의 유입수와 관련을 확인하기 위하여 조사지점을 육상유입수와 지점과 가깝게 선정하였기 때문에 육상오염원의 영향을 많이 받아서 높게 나타난 것으로 판단되었다.

Acknowledgement

본 연구는 2014년 식품의약품안전처의 연구개발비(14162 식중독973)로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

국문요약

이 연구는 패류가 다량으로 양식되고 있는 남해안 일부 해역 해수의 세균학적 위생안전성을 평가하기 위하여 조사해역 내에 영향을 줄 수 있다고 판단되는 해수 14곳을 선정하여 2014년 3월부터 10월까지 총 6차례 조사를 실시하였으며 그 결과는 다음과 같다.

해수는 수온이 평균 21.2ºC, 염분농도는 32.43 ‰, pH는 7.92, 용존산소는 7.83 mg/L으로 조사되어 우리나라 수질환경기준으로 볼 때 1등급으로 조사되었다. 전도도는 44,600 us/cm, 탁도는 1.93 NTU로 조사되었다.

남해안 일부 조사해역 해수의 위생학적 안전성을 조사한 결과 대장균군은 평균 < 1.8~790 MPN/100 mL, 90번째 값이 168.1 MPN/100 mL, 기하학적 평균이 12.8 MPN/100 mL으로 나타났고, 분변계대장균은 < 1.8~790 MPN/100 mL, 90번째 값이 50.5 MPN/100 mL, 기하학적 평균값이 6.5 MPN/100 mL로 조사되어 정착성 수산물 생산해역 위생관리기준 중 청정해역의 기하학적 평균 기준치인 14 MPN/100 mL를 넘지 않아 청정해역으로 나타났다. 그러나 5월과 7월에 43 MPN/100 mL를 초과하는 시료가 35.7%와 28.6%로 KSSP 기준치인 10%를 초과하여 계절에 따라서 다소 차이가 있는 것으로 나타났다. 조사해역은 폐쇄성 내만으로 적은 오염원에도 크게 영향을 받을 수 있으므로 계절에 따라서 철저한 해역의 관리가 요구되었다.

References

1. Bukhari, Z., Smith, H.V., Sykes, N., Humphreys, S.W., Parton, C.A., Girdwood, R.W., Fricker, C.R.: Occurence of *Crytosporidium* spp. cysts and *Giardia* spp. cysts and influence and effluents from treated plants in England. *Water Sci. Technol*, **35**, 385-390 (1977).
2. Geldreich, E.E.: Pathogenic agents in freshwater resources. *Hydrol. Ptod*, **10**, 315-333 (1996).
3. Jensen, E.T.: Shellfish and public health. *J. Milk and Food Tech*, **19**, 281-283 (1966).
4. Sherwood, H.P.: Some observation of the viability of sewage bacteria in relation to self-purification of mussels. *Proceeding of Soc. for Appl. Bact*, **15**, 21-28 (1952).
5. Codex.: Hazard analysis and critical control point(HACCP) system and guidelines for its application. CAC/RCP 1-1969, Rev.4-2003-Annex (2003).
6. Food and Drug Administration.: FDA Fish and Fisheries Products and Hazards Controls Guidance, 4th ed., U.S. Department of Health and Human services Food and Drug Administration Center for Food Safety and Applied Nutrition. **240**, 402-2300 (2011).
7. U. S. Department of Health and Human Services Public Health Service Food and Drug Administration.: National Shellfish Sanitation Program(NSSP) Guide for the Control of Molluscan Shellfish 2013 Revision (2013).
8. http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/FederalStateFoodPrograms/ ucm2006754.htm.
9. Choi W.K., Chang D.S., Lee J.G., Kwon J.G.: Sanitary survey of oyster growing area in Geoje Bay. *Bull. Pusan Fish. Coll*, **14**, 28-42 (1974).
10. Cho C.H. and Kim Y.S.: Micro environment in oyster farm area, 1. On the eutrophication and raft density in Geoje Bay. *J. Kor. Fish. Soc*, **10**, 259-265 (1977).
11. Cho C.H. and Kim Y.S.: Environment in oyster farm area Chungmu. *J. Kor. Fish. Soc*, **11**, 243-247 (1978).
12. Environmental Report on the Fish Farms in the Southeast Sea, Korea(December 2014).: Southeast Sea Fisheries Reserch Institute National Fisheries Reserch and Development Institute (2015).
13. Lee P.Y.: Occurrence and seasonal variation of oxygen-deficient watermass in Wonman Bay. *J. Kor. Fish.. Soc,* **26**, 392-400 (1993).
14. Choi W.J., Na G.H., Chun Y.Y., Park C.K.: Self-purification capacity of eutrophic Buk Bay by DO mass balance. *J. Kor. Fish. Soc*, **24**, 21-30 (1991).
15. Choi W.J., Chun Y.Y., Park J.H., Park Y.C.: The influence of environmental characteristic on the fatness of pacific oyster, *Crassostrea gigas*, in Hansan-Koje Bay. *J. Kor. Fish. Soc*, **30**, 794-803 (1997).
16. Chang D.S., Shin I.S., Choi S.T., Kim Y.M.: Distribution and bacteriologicalc characteristics of *Vibrio vulnificus*. *J. Kor. Fish.. Soc*, **19**, 118-126 (1986).
17. Chang D.S., Kim C.H., Yu H.S., Kim S.H., Jeong E.T., Shin I.S.: Relationship between pathogenic vibrios and zooplank-

ton biomass in coastal area, Korea. *J. Kor. Fish. Soc*, **29**, 557-566 (1996).
18. Choi J.D.: Distribution of marine bacteria and coliform groups in Puksin Bay, Korea. *J. Kor. Fish. Soc*, **28**, 202-208 (1995).
19. Choi J.D., Jeong W.G., Kim P.H.: Bacteriological study of sea water and oyster in Charan Bay, Korea. *J. Kor. Fish. Soc*, **31**, 429-436 (1998).
20. Choi, J.D. and Jeong W.G.: A bacteriological study on the sea water and oyster in Puk Man, Korea. *Korean J. Malacol*, **14**, 19-26 (1998).
21. Choi, J.D.: Marine bacteriological quality and dynamics in Tongyeong coastal area, Gyung-nam, Korea. *J. Fd Hyg. Safety*, **14**, 372-379 (1999).
22. Choi J.D. and Jeong W.G.: Bacteriological and physicochemical water quality of seawater in Tongyeong Harbor, Korea. *J. Kor. Fish. Soc*, **34(6)**, 611-616 (2001).
23. Choi J.D. and Kim J.G.: Bacteriological and physicochemical Character of Sea Water and Sediments in South Wester Part of Jinhae Bay, Korea. *J. Kor. Fish. Soc,* **35(6)**, 621-626 (2002).
24. Park J.Y., Kim Y.I., Bae K.S., Oh K.S., Choi J.D.: Bacteriological and physicochemical Quality of Seawater and Surface Sediments in Sacheon Bay. *J. of Agriculture and Life Science*, **44(2)**, 7-15 (2010).
25. Park J.Y., Kim Y.I., Bae K.S., Oh K.S., Choi J.D.: Sanitary Characteristics of Seawater and Sediments in Togyeong Harbor. *J. Fd Hyg. Safety*, **25(4)**, 367-375 (2010).
26. Shim K.B., Ha K.S., Yoo H.D., Kim J.H., Lee T.S.: Evaluation of the bacteriological safety for the shellfish growing area in Jaranman·Saryangdo area, Korea. *J. Kor. Fish. Aquat. Sci*, **42**, 442-448 (2009).
27. Song K.C., Lee D.S., Shim K.B., Lim C.W., Mok J.S., Byun H.S., Park Y.J., Cho K.C.: Evaluation of Bacteriological Safety for the Shellfish Growing Waters in Taean Area, Korea. *J. Kor. Fish. Soc,* **41(3)**, 155-162 (2008).
28. Ha K.S., Shim K.B., Yoo H.D., Kim J.H., Lee T.S.: Evaluation of the Bacteriological Safety for the Shellfish Growing Area in Hasan-Geojeman, Korea. Korea. *J. Kor. Fish. Soc,* **42(5)**, 449-455 (2009).
29. Yoo, H.D, Ha K.S., Shim K.B., Kang J.Y., Lee T.S., Kim J.H.: Microbiological Quality of the Shellfish-growing Waters and Mussels in Changseon, Namhae, Korea. *J. Kor. Fish. Soc,* **43(4)**, 298-306 (2010).
30. Byun H.S., Song K.C., Lee D.S., Shim K.B., Lim C.W.: Evaluation of Bacteriological Safety for the Shellfish growing Sea waters in Secheon Area, Korea. *J. Kor. Fish. Soc,* **43(1)**, 25-32 (2010).
31. Lee, T.S., Oh E.G., Yu H.D., Ha K.S., Yu H.S., Byun H.S., Kim J.H.: Impact of Rainfall Events on the Bacteriological Water Quality of the Shellfish Growing Area in Korea. *J. Kor. Fish. Soc,* **43(5)**, 406-414 (2010).
32. Kwon J.Y., Park K.B.W., Song K.C., Lee H.J., Park J.H., Kim J.D. and Son K.T.: Evaluation of the bacteriological quality of a shellfish-growing area in Kamak Bay, Korea. *J. Fish.. Sci. Technol,* **11**, 7-14 (2007).
33. APHA.: Recommended Procedures for the Bacteriological Examination of Sea Water and Shellfish. American Public Health Association), U.S.A., 17-51 (1970).
34. Ministry of Food and Drug Safety.: Korea Food Standards codex. **9**, 3.1-3.25 (2014).
35. Goseong-gun. Goseong-gun Yearbook (2013).
36. Choi Y.K., Yang J.Y., Lee Y.S., Yu J., Kim D.K., Han I.S., Go W.J.: Characteristics of ocean environment in the dry and wet seasons in the south sea of Korea. *J. Environ Sci,* **16**, 459-466 (2007).
37. Ackerman D. and Weisberg S.B.: Relationship between rainfall and beach bacterial concentrations on santa monica bay beaches. *J. Water and Health*, **1**, 85-89 (2003).
38. Park K.B.W., Jo M.R., Kim Y.K., Lee H.J., Kwon J.Y., Son K.T., Lee T.S.: Evaluation of the effects of the inland pollution sources after rainfall events on the bacteriological water quality in Narodo area, Korea. *J. Kor. Fish. Aquat. Sci*, **45**, 414-422 (2012).
39. U.S. FDA (Food and Drug Administration): National Shellfish Sanitation Program, 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. on June 18. 2009 (2014).
40. MOMAF (Ministry of Marine Affairs & Fisheries): Sanitary Criteria of Producing·Processing Facilities and Seawater Area for Fisheries Products. The Notification of the Ministry of Maritime Affairs & Fisheries, Article, 2002, **74** (2002).
41. Ministry of oceans and fisheries: Ministry of oceans and fisheries notice 2013-154 number (2013).