

진해만 남서부 해역의 해수와 저질의 세균학적 및 이화학적 특징

최종덕* · 김정균
경상대학교 수산기공학과/해양산업연구소

Bacteriological and Physicochemical Character of Sea Water and Sediments in South Western Part of Jinhae Bay, Korea

Jong-Duck CHOI* and Jeong-Gyun KIM

Department of Marine Food Science and Technology / Institute of Marine Science,
Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea

The bacteriological and physicochemical analysis of sea water and sediments in south western part of Jinhae Bay was conducted. The samples were collected from 40 stations, which were established once a month from January to December, 2000. During the study period, the range of temperature was from 5.5 to 23.7°C, the concentration of chemical oxygen demand ranged from 1.20 to 1.55 mg/L, dissolved oxygen ranged from 3.7 to 9.1 mg/L, dissolved inorganic nitrogen ranged from 2.79 to 7.09 µg-at/L, phosphate phosphorus ranged from 0.39 to 0.57 µg-at/L, and chlorophyll-*a* ranged from 4.28 to 9.66 mg/m³. The chemical oxygen demand, acid volatile sulfide and ignition loss of sediments in south western part of Jinhae Bay ranged from 0.04 to 0.40, from 24.23 to 35.52 mg/L and from 10.49 to 11.09% respectively. The coliform group and fecal coliform MPN's of sea water in south western part of Jinhae Bay ranged from <3.0 to 1,600 MPN/100 mL (means <3.0 MPN/100 mL) and from <3.0 to 93 MPN/100 mL (means <3.0 MPN/100 mL), respectively. The coliform group was classified with IMViC reactions were analyzed. Two hundred eighteen strains that were obtained from sea water samples in south western of Jinhae Bay represented *Escherichia coli* group, 61.9%; *Citrobacter freundii* group, 12.1%; *Enterobacter aerogenes*, 14.1%; and unknown, 11.9%.

Key words: South western part of Jinhae Bay, Sea water, Sediment, Coliform group

서 론

안정만과 고현만을 포함한 진해만 남서부 해역은 통영시의 북동쪽, 거제시의 북서쪽에 위치하고 있고, 서로는 건너량의 좁은 수로와, 동쪽으로는 진해만의 주류를 따라 해수가 교환되고 있는 곳이다 (NFRDA, 1978). 이 해역에서는 굴, 진주담치, 우렁쉥이 및 미더덕 등 수산물 양식어장과 가두리 및 정치망 어장 등이 분포하고 있다. 그러나 1970년대에 들어서면서 도시 및 산업의 발달로 인한 각종 오염물질 및 산업폐수의 유입으로 환경이 급격히 악화되고 있는 실정이다. 또한 이 해역은 넓게 보면 진해만의 일부로 반폐쇄성 해역이며 수심이 10~25 m 내외로 낮아 이러한 오염이 더욱 가속화되고 있는 실정이다. 최근에는 부영양화로 인한 빈산소 수괴 및 적조현상이 빈번하게 발생하여 어장으로서의 효용가치가 떨어지고 있다 (Lee, 1993).

이러한 어장의 환경개선과 회복을 위해서는 환경악화 현상에 대한 메카니즘의 규명이 이루어져야한다. 이러한 메카니즘을 밝히기 위해서는 무엇보다도 자연환경의 변화과정을 수리역학적, 화학적, 물리학적 및 생물학적 그리고 지리학적 접근을 통한 종합적 연구 및 해석이 요구된다.

지금까지 관련된 연구 보고는 안정만에 대하여서는 거의 없고, 이곳이 진해만의 일부이므로 진해만에 1970대 후반부터 일부 연구가 보고되고 있다. 환경과 적조와 관련하여 Park and Kim (1967), Yoo and Lee (1979; 1980a, b), Park (1980) 등이, 빈산소수괴의

형성과 퇴적물 오염에 대하여 Kim and Lee (1994)가 저서생물상의 변동에 따른 진해만의 환경평가를 Lim and Hong (1994) 등이 각각 보고한 바 있다. 우리나라에서 연안해수에 대한 물리 화학적 연구보고는 Cho and Kim (1977; 1978)이 수질과 저질의 부영양화에 대하여, Yoo et al. (1980)이 물리, 화학, 생물학적 조사를, 그 밖의 많은 연구자들의 보고가 있다 (Choi, 1995; 1999; Choi and Jeong, 2001; Choi et al., 1974; 1991; 1997; 1998; Kim et al., 1969; Lee, 1993; Song and Park, 1991). 그러나 해수와 저질의 특성이 어장의 환경개선과 회복에 대한 기초자료를 제공할 수 있을 것으로 생각되나 이들에 대한 체계적인 자료가 미진한 실정이다.

이 연구에서는 진해만 남서부해역의 수질과 저질의 특성을 조사하고, 어장의 환경개선과 회복에 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 조사해역 및 채수지점

조사지점은 Fig. 1에 제시하였다.

조사점 (St.) 1에서 14는 안정만 안쪽 주변해역을 (Zone I), 조사점 15에서 21은 고성군 동해면 주변해역을 (Zone II), 조사점 22에서 33은 고현만을 중심으로 (Zone III), 조사점 34에서 40은 고현만과 안정만의 중간해역 (Zone IV)을 각각 선정하였다. 조사 기간은 2000년 1월부터 12월까지로 하고 각 조사점의 상층수와 하층수 및 저질에 대하여 물리화학적 특성을 분석하였다. 일반 분석용 시료는 전통 수중펌프를 이용하여 2L 용량의 플라스틱 용기에 채수하였고, 저질은 중력식 주상시료 채취기를 이용하여 채

*Corresponding author: choijd@nongae.gsnu.ac.kr

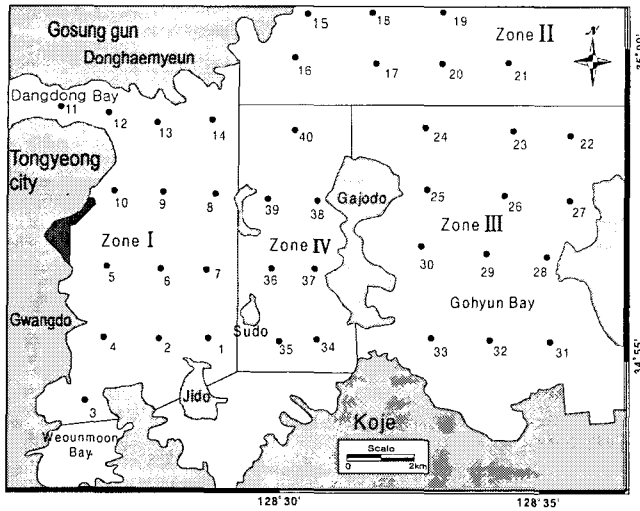


Fig. 1. Location of sampling stations in south western of Jinhae Bay, Korea.

취한 후 지층별로 구분하여 동결저장 한 후 분석에 이용하였고, 세균용 시료는 멸균된 광구시료병에 채수하여 ice-box에 보관하여 실험실로 옮겨 8시간 이내에 실험하였다.

2. 실험방법

해수의 수온, 염분, pH, 투명도, 용존산소, chlorophyll-*a* 등은 현장에서 (표층에서 1m와 5m 부근) 직접 측정하였고, 부유물질, 화학적산소요구량, 영양염류는 시료를 실험실로 운반하여 분석하였다. 수온 및 용존산소 (dissolved oxygen, DO)는 현장에서 DO meter (YSI Co, Model 58)로, 투명도는 Secchi disk로 측정하였다. 화학적산소요구량 (chemical oxygen demand, COD)은 알카리성 과망간산칼륨법, chlorophyll-*a*는 현장에서 수중펌프로 해수를 공급하면서 형광광도계 (Turner Designs, Model 10-AU)로 직접 측정하였다. 영양염류는 GF/C여과지 (직경 47 μm)로 시료 500 mL를 여과하여 Strickland and Parsons (1968)법에 따라 암모니아

질소 (인도페놀법), 아질산질소 (Sulfanilamide와 N-(1-naphthyl)-ethylenediamine을 이용한 NED법), 질산질소 (카드뮴환원법), 인산인 (Ascorbic acid법) 등을 분광광도계 (Shimadzu UV-160A)로 측정하였다. 용존무기질소는 암모니아질소, 아질산질소, 질산질소의 합으로 하였다. 저질의 강열감량은 회화법, 화학적 산소요구량은 알카리성 과망간산칼륨법, 산취발성 황화물은 검지관법으로 분석하였다.

병원성 세균분석 시험은 Bacteriological Analytical Manual (US FDA, 1992)에 준하였고, 대장균군과 분변계 대장균은 Recommended Procedures for the Bacteriological Examination of Sea Water and Shellfish (APHA, 1962)에 따랐다.

결 과

1. 해수의 일반적 성상

실험기간 중 안정만 및 고현만 해수에 대한 평균수온, 염분, 투명도, 용존산소, 화학적산소요구량, 영양염류 측정결과는 Table 1과 같다.

조사기간 중 조사해역의 수온은 5.5°C~23.7°C로 평균값은 14.9°C였으며, 2월이 가장 낮았고, 8월이 가장 높았다. 조사기간 중 상층수와 하층수의 온도차이는 적었으나 2월에서 8월로 가면서 상하층의 온도차이가 커지다가 9월부터 다시 작아지는 경향을 보였다 (결과 미제시). 염분농도의 범위는 30.08~31.75로 중앙치 30.87이었으며 10월과 11월이 높았고 5월 6월이 낮았다. 용존산소는 3.7~9.1 mg/L로 평균 6.8 mg/L였으며 8월이 가장 낮은 값을 나타내었다. 화학적 산소요구량은 1.20~1.55 mg/L로 중앙치 1.40 mg/L로 비교적 높게 나타났고, 월별로는 큰 차이가 없었다. 부유물질은 11.7~29.8 mg/L 범위, 평균 20.4 mg/L이었고 월별로는 6월이 높았고 3월이 낮았다. Chlorophyll-*a*는 4.28~9.66 mg/m³, 평균 6.74 mg/m³로 조사되었다.

인산인의 농도는 0.39~0.57 $\mu\text{g-at/L}$, 중앙치가 0.47 $\mu\text{g-at/L}$ 로 월별로는 큰 차이가 없었다. 암모니아 질소는 1.75~6.07 $\mu\text{g-at/L}$, 중

Table 1. Mean values of physiochemical water quality in south western of Jinhae Bay in 2000

Date	Temp. (°C)	Trans. (m)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	DO (mg/L)	Sal. (‰)	Nutrients ($\mu\text{g-at/L}$)				Chl- <i>a</i> (mg/m ³)
							NO ₂ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	PO ₄ -P	
Jan. 18	8.0	9.6	16.3	1.52	7.6	31.26	0.25	0.77	6.07	0.53	7.26
Feb. 17	5.5	9.0	18.3	1.42	7.9	31.31	0.77	0.29	4.85	0.54	9.66
Mar. 24	8.0	7.4	11.7	1.38	9.1	31.09	0.53	0.25	5.93	0.40	5.81
Apr. 8	13.0	7.4	18.1	1.52	8.5	30.11	0.55	0.67	3.07	0.39	5.25
May 5	14.8	7.5	14.6	1.41	7.7	30.15	0.63	0.48	1.88	0.42	7.87
Jun. 21	19.2	6.8	28.2	1.31	4.3	30.08	0.54	0.50	1.75	0.42	7.32
Jul. 26	20.2	4.0	19.5	1.26	5.8	30.29	0.85	1.71	1.84	0.57	6.22
Aug. 22	23.7	3.0	29.8	1.20	3.7	30.46	0.87	1.13	1.87	0.51	5.75
Sep. 29	21.2	3.6	20.5	1.53	4.3	30.78	1.42	0.36	2.41	0.47	4.28
Oct. 7	21.1	2.8	21.5	1.26	5.1	31.64	1.54	0.34	2.25	0.55	9.30
Nov. 18	14.2	9.2	24.7	1.39	8.5	31.75	0.72	0.72	3.18	0.45	4.56
Dec. 20	9.5	7.5	22.1	1.55	8.8	31.48	0.68	0.68	3.47	0.42	7.65
Median	14.9	6.5	20.4	1.40	6.8	30.87	0.78	0.66	3.21	0.47	4

Trans., transparency; SS, suspended solid; COD, chemical oxygen demand; DO, dissolved oxygen; Sal., salinity; Chl-*a*, chlorophyll-*a*.

양치 3.21 $\mu\text{g-at/L}$ 이었다. 아질산질소는 0.25~1.54 $\mu\text{g-at/L}$ 범위로 중앙치는 0.78 $\mu\text{g-at/L}$ 였다. 질산질소는 0.25~1.71 $\mu\text{g-at/L}$ 범위, 중앙치 0.66 $\mu\text{g-at/L}$ 였으며, 용존무기질소는 최저 2.79 $\mu\text{g-at/L}$, 최고 7.09 $\mu\text{g-at/L}$, 평균 4.65 $\mu\text{g-at/L}$ 로 조사되었다.

2. 저질의 특성

진해만 서부해역의 각 지역별, 조사지점에서 중력식 주상시료 채취기를 이용하여 채취한 저질의 깊이별 강열감량, 화학적산소요구량(COD) 및 산취발성황화물(AVS) 분석결과는 Table 2와 같다.

Table 2. COD, acid volatile sulfide and ignition loss mean values of the sediment in south western of Jinhae Bay in 2000

	COD (mg/g · dry)			AVS (mg/g · dry)			IL (%)		
	0~5 cm	5~10 cm	10~15 cm	0~5 cm	5~10 cm	10~15 cm	0~5 cm	5~10 cm	10~15 cm
Zone I	34.17	27.40	24.50	0.34	0.11	0.04	11.22	10.82	10.64
Zone II	35.88	27.20	24.33	0.26	0.08	0.03	10.10	10.07	9.84
Zone III	38.40	29.17	24.09	0.28	0.09	0.06	11.75	11.22	10.90
Zone IV	32.50	26.35	23.74	0.26	0.14	0.06	10.69	10.32	10.13
Minimum	24.77	21.11	15.95	0.14	0.04	0.01	9.29	9.20	9.14
Maximum	49.67	40.06	35.94	0.51	0.23	0.08	13.48	12.67	12.45
Means	35.52	27.72	24.23	0.30	0.10	0.04	11.09	10.72	10.49

COD, chemical oxygen demand; AVS, acid volatile sulfide; IL., ignition loss.

1) 화학적 산소요구량

조사해역 저질의 화학적산소요구량의 지층별, 조사점별로 측정된 값을 Fig. 2에 나타내었다.

표층 0~5 cm에서 24.77~49.67 mg/g · dry, 평균 35.52 mg/g · dry, 5~10 cm에서 21.11~40.06 mg/g · dry, 10~15 cm에서 15.95~35.94 mg/g · dry으로 조사되었으며, 0~15 cm에서의 평균값은 29.16 mg/g · dry으로 부영양 기준인 20.0 mg/g (일본수산자원보호협회, 1980)을 초과하였다.

지역별로는 Zone I이 28.69 mg/g · dry, Zone II가 29.14 mg/g · dry, Zone III이 30.55 mg/g · dry, Zone IV가 27.53 mg/g · dry로 Zone III이 높았고 Zone IV가 낮았다. 조사지점별로는 육지와 가까운 쪽이 높았으며, 먼쪽이 다소 낮았으나 큰 차이는 없었다.

2) 산취발성황화물

조사점별 지층별 황화물의 함량은 Fig. 3과 같다. 표층 0~5 cm

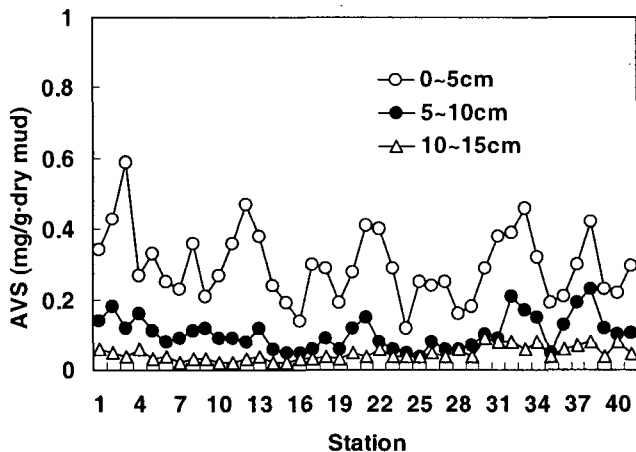


Fig. 3. Acid volatile sulfide contents in sediments of south western of Jinhae Bay at each station and depth in 2000.

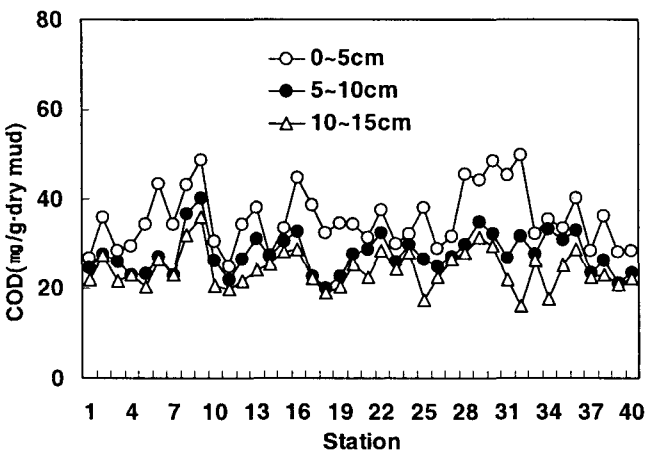


Fig. 2. Chemical oxygen demand contents in sediments of south western of Jinhae Bay at each station and depth in 2000.

에서 0.14~0.51 mg/g · dry, 평균 0.30 mg/g · dry, 5~10 cm에서 0.04~0.23 mg/g · dry, 평균 0.10 mg/g · dry, 10~15 cm에서 0.01~0.08 mg/g · dry, 평균 0.04 mg/g · dry으로 조사되어, 표층은 부영양 기준인 0.20 mg/g · dry를 초과하였고, 0~15 cm에서의 평균값은 0.15 mg/g · dry로서 부영양 기준 이내에 있었다.

지역별로는 Zone I이 0.16 mg/g · dry, Zone II가 0.12 mg/g · dry, Zone III이 0.14 mg/g · dry, Zone IV가 0.15 mg/g · dry로 Zone I이 높았고 Zone II가 낮았다. 조사지점별로는 육지와 가까운 31~35지점에서 높았고, 그 밖에 지점에서는 뚜렷한 차이가 없었다.

3) 강열감량

조사해역 저질의 지층별, 조사점별로 측정된 강열감량 값은 Fig. 4와 같다.

표층 0~5 cm에서 9.29~13.48%, 평균 11.09%, 5~10 cm에서 9.20~12.67%, 10~15 cm에서 9.14~12.45%로 측정되었다. 0~15 cm에서의 평균값은 10.77%로 비교적 높은 값을 보였다.

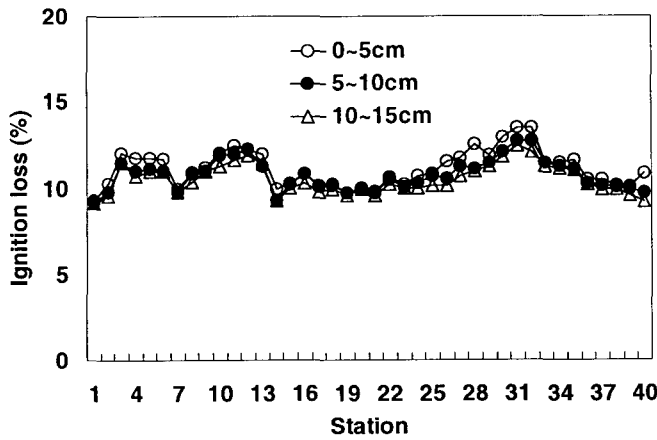


Fig. 4. Ignition loss contents in sediments of south western of Jinhae Bay at each station and depth in 2000.

지역별로는 Zone I 이 10.90%, Zone II가 10.00%, Zone III이 11.29%, Zone IV가 10.38%로 Zone III이 높았고 Zone II가 낮았다. 조사점별로는 육지와 가까운 곳이 높았고, 그 밖에 지점에서는 뚜렷한 차이가 없었다.

3. 해수의 세균학적 성상

1) 위생지표세균의 함량

조사해역 해수에 대한 대장균군 및 분변계 대장의 분석결과를

월별로 구분하여 Table 3에, 지역별로 구분하여 Table 4에 각각 나타내었다.

해수의 대장균군 함량은 <3.0~1,600 MPN/100 mL 범위로 중앙치는 <3.0 이하였다. 분변계 대장균은 <3.0~93 MPN/100 mL 범위로 중앙치는 <3.0 이하였다. 이것은 통영항에서 대장균군이 23~4,600 MPN/100 mL, 중앙치는 540 MPN/100 mL이었고, 분변계 대장균은 11~1,600 MPN/100 mL 범위로 중앙치는 210 MPN/100 mL으로 보고한 것과 비교하여 낮은 수치를 보였다 (Choi and Jeong, 2001). 지역별로는 고현만이 위치하고 있는 Zone III이 다른 지역보다 높게 나타났다.

2) 대장균의 조성

해수에서 검출되는 오염지표세균의 조성을 파악하면 장관계 병원성 세균의 오염가능성을 예측할 수 있다. 대장균군 확정시험에서 양성시험관으로부터 EMB agar 평판에 확산배양하여 대장균으로 의심되는 480개의 균주를 취하여 IMViC test에 의한 분류를 시도한 결과는 Table 5와 같다.

대장균군형은 분리된 480개 균주 중에서 *Escherichia coli* group이 297균주로 61.9%를 차지하였고, 그 중 type I이 50.2%로 제일 많았다. *Citrobacter freundii* group는 58균주로 12.1%, *Enterobacter aerogenes* group이 68균주로 14.1%, 기타 57균주로 11.93%에 해당하였다. 그런데 전형적인 온혈동물의 장관유래균인 *E. coli* type I (IMViC reaction +++-)이 전체의 50.2%를 차지한 것은 안정만과 고현만이 육상으로부터 유입되어진 인축에 의한 분변오

Table 3. The result of bacteriological examination of sea water in south western of Jinhae bay at each month in 2000

Date	Coliform group (MPN/100 mL)			Fecal coliform (MPN/100 mL)			No. of Samples
	Median	Range	%, >0	Median	Range	%, >43	
Jan. 18	<3.0	<3.0~93	-	<3.0	<3.0~15	-	40
Feb. 17	<3.0	<3.0~150	-	<3.0	<3.0~15	-	40
Mar. 24	<3.0	<3.0~240	5.0	<3.0	<3.0~15	-	40
Apr. 8	9.1	<3.0~240	5.0	<3.0	<3.0~23	-	40
May 5	9.1	<3.0~460	10.0	<3.0	<3.0~43	5.0	40
Jun. 21	43	9.1~460	10.0	<3.0	<3.0~93	5.0	40
Jul. 26	91	9.1~1,100	12.5	<3.0	<3.0~75	10.0	40
Aug. 22	43	23~1,600	15.0	<3.0	<3.0~93	15.0	40
Sep. 29	23	3.6~460	10.0	<3.0	<3.0~75	10.0	40
Oct. 7	9.1	<3.0~240	5.0	<3.0	<3.0~23	-	40
Nov. 18	<3.0	<3.0~240	5.0	<3.0	<3.0~23	-	40
Dec. 20	<3.0	<3.0~150	-	<3.0	<3.0~15	-	40
Over all	<3.0	<3.0~1,600	6.5	<3.0	<3.0~93	3.8	480

Table 4. The result of bacteriological examination of sea water in south western of Jinhae bay at each zone in 2000

Zone	Coliform group (MPN/100 mL)			Fecal coliform (MPN/100 mL)			No. of Samples
	Median	Range	%, >230	Median	Range	%, >43	
I	23	<3.0~11,000	4.8	<3.0	<3.0~75	3.0	168
II	<3.0	<3.0~460	2.4	<3.0	<3.0~75	2.4	84
III	91	<3.0~16,000	11.1	<3.0	<3.0~93	5.6	144
IV	<3.0	<3.0~460	6.0	<3.0	<3.0~75	3.6	84
over all	<3.0	<3.0~16,000	6.5	<3.0	<3.0~93	3.8	480

Table 5. Classification of coliform group bacteria isolated from sea water in south western of Jinhae Bay by IMViC reaction in 2000

Coliform types	Composition (%)	No. of strains/ No. of tested strains
<i>Escherichia coli</i> group		
variety I	50.2	241/480
variety II	7.1	34/480
variety III	4.6	22/480
<i>Citrobacter freundii</i> group		
variety I	12.1	58/480
<i>Enterobacter aerogenes</i> group		
variety I	5.6	27/480
variety II	4.6	22/480
variety III	3.9	19/480
Etc.	11.9	57/480

염에 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다.

고찰

진해만은 남해안의 동측에 위치한 만으로 굴, 피조개, 진주담치 및 미더덕이 양식되고 있는 해역이다. 진해만의 남서쪽 일부분에 속하는 안정과 고현만은 과거에 양식이 활발하게 이루어져 왔으나, 최근 인근도시와 공단으로부터 유입되는 도시하수 및 폐수 등으로 인하여 부영양화 현상이 초래되어 적조현상이 빈번히 발생하기도 한다.

이 조사가 이루어진 진해만 남서부의 해역은 수심이 낮고 조류의 소용이 원활하지 않은 곳으로하여 상·하층간의 온도차이는 겨울철에는 거의 없었으나, 여름철로 접어들면서 3~4°C 이상의 차이를 보였다. 용존산소는 5.7~10.1 mg/L로 다른 해역에 비하여 다소 낮게 나타났다.

인산인의 농도는 0.39~0.57 µg-at/L로 연평균 농도는 0.47 µg-at/L 이었고, 통영항에서보다 낮은 값을 보였다. 월별로 큰 차이가 없었는데 이것은 식물플랑크톤의 활성이 낮아서 변화가 없는 것으로 판단되었다. 암모니아질소, 아질산질소, 질산질소의 합으로 나타낸 용존 무기질소는 전 조사기간을 통하여 2.79~7.09, 평균 4.65 µg-at/L로 나타났다. 이것은 용존무기질소량이 한산만에서 0.30~1.97 µg-at/L (평균 0.83 µg-at/L)로 보고한 것 보다 높았고, 북만에서 0.08~19.65 µg-at/L (평균 4.68 µg-at/L)로 보고 (Choi et al., 1997; Choi and Jeong, 1998)된 것과 비슷하였으며, 진해만에서 보고 (Kim, 1994)된 0.64~107.05 (평균 13.03) µg-at/L보다 낮았으나 비교적 높은 값을 나타내었다. 저질의 화학적산소요구량은 15.95~49.67 mg/g·dry, 평균 29.16 mg/g·dry로 통영항 (18.62~48.92, 평균 32.92 mg/g·dry, Choi and Jeong, 2001) 보다는 낮았지만, Choi et al. (1997)이 환산·거제만 조사에서 보고한 15.37~43.48 (평균 24.47 mg/g·dry) mg/g·dry 보다 높았으며 평균농도로 볼 때 부영양화기준인 20 mg/g를 초과하였다. 그리고 자료는 제공하지 않았으나 이곳의 해저 바닥에는 그 동안 이곳에서 양식을 한 어민

들이 버려둔 엄청난 양의 폐그물과 로프가 엉겨있어서 양식에 부적절한 곳으로 판단되었다.

미국의 FDA에서는 패류 양식장의 위생학적 수질에 따라 허가해역, 조건부 허가해역, 제한해역, 금지해역 등으로 나누는데 (US FDA, 1995), 우리나라에서는 허가해역에 해당하는 지역을 청정해역으로 취급하여 수출용 패류생산 지정해역으로 정하고 있다 (수산물검사법시행규칙, 해양수산부령 제138호, 1999.9.1).

이 조사결과 안정 및 고현만 해수의 대장균군은 <3.03~1,600 MPN/100 mL (중앙치 <3.0 MPN/100 mL) 였고, 분변계 대장균은 <3.0~93 MPN/100 mL (중앙치 <3.0 MPN/100 mL)로 수출용 패류생산지역해역의 허가기준인 대장균군과 분변계대장균수 230 MPN/100 mL와 43 MPN/100 mL에 비교하였을 때, 기준을 초과하는 비율은 각각 6.5%와 3.8%로 나타났다. 또한 최확수의 중앙값이 <3.0 MPN/100 mL로 허가해역의 세균학적 수질기준에 적합하지만 이들을 유지하기 위하여 수질관리에 관심을 가져야 할 것으로 판단되었다.

진해만 남서부 해수에서 *Salmonella* sp.이나 *Shigella* sp.은 검출되지 않았으나 대장균군형은 분리된 균주중에서 *Escherichia coli* group이 61.9%, 그 중에서 전형적인 온혈동물의 장관유래균인 *Escherichia coli* type I (IMViC reaction +++-)이 전체의 50.2%를 차지한 것은 진해만 남서부해역의 해수가 인축의 분변에 크게 영향을 받고 있음을 알 수 있었다. 따라서 주변 도시나 공장폐수의 유입을 차단하거나 이들에 대한 적절한 처리가 요구되었다.

요약

진해만 남서부해역 해수 및 저질의 물리 화학적 해양환경 특성과 위생지표세균을 조사하여 어장의 환경개선과 회복에 기초자료를 제공하고자 하였다.

조사기간중 안정 및 고현만 해수의 수온은 5.5~23.7°C, 평균 14.9°C, 화학적산소요구량은 1.20~1.55, 평균 1.40 mg/L·dry, 용존산소는 3.7~9.1, 평균 6.8 mg/L, 용존무기질소 2.79~7.09, 평균 4.65 µg-at/L, 인산인은 0.39~0.57, 평균 0.47 µg-at/L, chlorophyll-a는 4.28~9.66, 평균 6.74 mg/m³ 범위였으며 염분농도는 30.08~31.75, 평균 30.87이었다.

진해만 남서부 해역 저질 중의 0~15 cm에서 화학적산소요구량은 15.95~35.52 mg/g·dry, 평균값은 29.16 mg/g·dry이었고, 황화수소는 0.01~0.51 mg/g·dry, 평균값 0.15 mg/g·dry, 강열감량은 9.14~13.48, 평균값은 10.77%로 조사되었다.

진해만 남서부 해역 해수의 6.5%와 3.8%가 패류 수출해역 수질기준 중 total coliform group과 fecal coliform group의 기준치를 각각 초과하였다.

대장균군형은 *Escherichia coli* group이 61.9%를 차지하였고, 그 중 type I 이 50.2%, *Citrobacter freundii* group이 12.1%, *Enterobacter aerogenes* group이 14.1%, 기타 11.9%에 해당하였다. 대장균군 중에서 전형적인 온혈동물의 장관유래균인 *Escherichia coli* type I 이 전체의 50.2%를 차지하였다.

참 고 문 헌

- APHA. 1962. Recommended Procedures for the Bacteriological Examination of Sea Water and Shellfish. American Public Health Association, U.S.A., pp. 17~51.
- Cho, C.H. and Y.S. Kim. 1977. Micro environment in oyster farm area, 1. On the eutrophication and raft density in Geoje Bay. J. Kor. Fish. Soc., 10, 259~265 (in Korean).
- Cho, C.H. and Y.S. Kim. 1978. Environment in oyster farm area Chungmu. J. Kor. Fish. Soc., 11, 243~247 (in Korean).
- Choi, J.D. 1995. Distribution of marine bacteria and coliform groups in Puksin Bay, Korea. J. Kor. Fish. Soc., 28, 202~208 (in Korean).
- Choi, J.D. 1999. Marine bacteriological quality and dynamics in Tongyeong coastal area, Gyung-nam, Korea. J. Food Hyg. Safety, 14, 372~379 (in Korean).
- Choi, J.D. and W.G. Jeong. 1998. A bacteriological study on the sea water and oyster in Puk Man, Korea. Kor. J. Malacol., 14, 19~26.
- Choi, J.D. and W.G. Jeong. 2001. Bacteriological and physiochemical water quality of seawater in Tongyeong harbor, Korea. J. Kor. Fish. Soc., 34, 612~617 (in Korean).
- Choi, J.D., W.G. Jeong and P.H. Kim. 1998. Bacteriological study of sea water and oyster in Charan Bay, Korea. J. Kor. Fish. Soc., 31, 429~436 (in Korean).
- Choi, W.J., G.H. Na, Y.Y. Chun and C.K. Park. 1991. Self-purification capacity of eutrophic Buk Bay by DO mass balance. J. Kor. Fish. Soc., 24, 21~30 (in Korean).
- Choi, W.J., Y.Y. Chun, J.H. Park and Y.C. Park. 1997. The influence of environmental characteristic on the fatness of pacific oyster, *Crassostrea gigas*, in Hansan-Koje Bay. J. Kor. Fish. Soc., 30, 794~803 (in Korean).
- Choi, W.K., D.S. Chang, J.G. Lee and J.G. Kwon. 1974. Sanitary survey of oyster growing area in Geoje Bay. Bull. Pusan Fish. Coll., 14, 28~42 (in Korean).
- Kim, C.K. and P.Y. Lee. 1994. Water mass structure and dissolved oxygen distribution in Chinhae Bay. Bull. Kor. Fish. Soc., 27, 572~582 (in Korean).
- Kim, J.G. 1994. The Eutrophication Modeling for Jinhae Bay in Summer. Ph. D. Thesis, Pukyong Univ. pp. 54 (in Korean).
- Kim, S.J., D.S. Chang, K.S. Kim and J.K. Lee. 1969. Bacteriological survey of shellfish growing area on Puk Man estuary-Chung Mu. Bull. Fish. Res. Dev. Agency, 4, 155~180 (in Korean).
- Lee, P.Y. 1993. Occurrence and seasonal variation of oxygen-deficient watermass in Wonmun Bay. J. Kor. Fish. Soc., 26, 392~400 (in Korean).
- Lim, H.S. and J.S. Hong. 1994. An environmental assessment based on the benthic macrofauna in Chinhae, Korea. Bull. Kor. Fish. Soc., 27, 659~672 (in Korean).
- NFDRA. 1978. Handbook of the Tide Current Pattern in the Coastal Growing and Heavy Industrial Areas of Korea. Nat'l. Fish. Res. Dev. Agency, Korea, pp. 136~142 (in Korean).
- Park, J.S. 1980. Studies on seasonal changes in population and species composition of phytoplankton and their effects on oysters and local fishery resources as food organisms and as a cause of red tide in the South coast of Korea. Bull. Nat'l. Fish. Res. Dev. Agency, Korea, 23, 7~157 (in Korean).
- Park, J.S. and J.D. Kim. 1967. A study on the "red-water" caused at Chinhae bay. Bull. Nat'l. Fish. Res. Dev. Agency, Korea, 28, 89~126 (in Korean).
- Song, K.O. and C.K. Park. 1991. A study on the decomposition of organic matter and regeneration of nutrient in seawater. J. Kor. Fish. Soc., 24, 356~361 (in Korean).
- Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons. 1968. A Practical Handbook of Seawater. Fish. Res. Board of Canada. Office of the editor 116 Ligar street. Ottawa 4, Ontario, Canada, pp. 311.
- US FDA. 1992. Bacteriological Analytical Manual. 7th ed. AOAC international, U.S.A. pp. 17~140.
- US FDA. 1995. National Shellfish Sanitation Program Manual of Operation. Part I. Sanitation of Shellfish Growing Areas. U.S. A., pp. 1~30.
- Yoo, K.I. and J.H. Lee. 1979. Environmental studies of the Jinhae bay. 1. Annual cycle of phytoplankton population, 1976~1978. J. Oceanol. Soc. Korea, 14, 26~31 (in Korean).
- Yoo, K.I. and J.H. Lee. 1980a. Environmental studies of the Jinhae bay. 2. Environmental parameters in relation to phytoplankton population dynamics. J. Oceanol. Soc. Korea, 15, 62~65 (in Korean).
- Yoo, K.I. and J.H. Lee. 1980b. Environmental studies of the Jinhae bay. 3. Ecological succession of phytoplankton population 1974~1980. J. Oceanol. Soc. Korea, 15, 100~107 (in Korean).
- Yoo, S.K., J.S. Park, P. Chin, D.S. Chang, C.K. Park and S.S. Lee. 1980. Comprehensive studies on oyster culture in Hansan, Geoje Bay. Bull. Fish. Res. Dev. Agency, 24, 7~46 (in Korean).

 2002년 9월 3일 접수

2002년 11월 14일 수리