

여수연안 및 동중국해의 세균상

1. 일반 세균, *Vibrio* spp., 대장균군 군수에 따른 수평 분포

정규진 · 신석우*

국립수산진흥원 남해수산연구소 · *여수수산대학교 식품공학과

Bacterial Flora of East China Sea and Yosu Coastal Sea Areas

1. Horizontal Distributions According to Number of Bacteria, *Vibrio* spp. and Coliform Group

Kyoo-jin JUNG and Suk-U SHIN*

National Fisheries & Development Agency, Yosu 550-120, Korea

*Department of Food Science and Technology, Yosu National Fisheries University, Yosu 550-749, Korea

In order to understand microbial ecosystem in the East china sea and Yosu coastal sea horizontal distributions of bacterial flora, *Vibrio* spp., coliform group, temperature, and salinity in this sea area, were studied 42 sampling stations during 6th-14th August, 1992.

From the results, salinity and temperature were 24.64~33.78‰ and 22.53~29.18°C, respectively. As the open sea far from land goes on, salinity became low while temperature became high.

Viable cell counts of bacterial flora, *Vibrio* spp., and coliform group in Yosu coastal sea water were $1.0 \times 10^2 \sim 3.0 \times 10^4$ /ml, $0.2 \times 10 \sim 9.0 \times 10^3$ /ml, and $0.3 \times 10 \sim 3.0 \times 10^3$ /ml while those of these in the open sea water were $0.4 \times 10 \sim 2.0 \times 10^3$ /ml, $0.8 \times 10 \sim 3.0 \times 10$ /ml, and $0.9 \times 10 \sim 1.3 \times 10$ /ml, respectively.

Key words : bacterial flora, vibrio, coliform group

서 론

해양 미생물 군집은 생태계에 있어서 생산자 이면서 분해자의 기능을 갖고 있다. 즉 미생물은 먹이연쇄를 통해 동물프랑크톤에 의한 2차 내지는 고차 생물생산에 기여함과 동시에 그 대사활동을 통해서 단백질, 지방, 탄수화물 등 고분자 유기물을 단계적으로 분해하여 무기화 내지 무기화합물의 산화 환원을 촉매하고 영양염류를 재생하여 광합성 생물의 1차 생산에 관여하는 등 생태계에 안정한 동적 평형을 유지시키는 중요한 생물군집의 하나이다(Gibbson and Reed, 1930; Macleod et al., 1954; Katoda, 1956; Seki, 1967; Reinheimer, 1985).

해양 생태계에 있어서 미생물 군집중 세균의 동적 관계를 검토하기 위해 Humitaka (1966)는 Sagami만의 Aburatsubo에서 해수중의 종속영양세균에 대한 계절적 변동에 대해 조사한 바 있고, Taga (1968)는 Sagami만의 해수중에 있어서 종속영양세균의 연직분포에 대해, Shin et al. (1976)은 일본 동경만의 Tsukiji와 Sagami만의 Sajima 및 Arasaki연안 해수로 부터 장염 vibrio의 계절적 소장과 세균 flora에 대해, Simidu et al. (1977)은 부영양화된 동경만의 세균상에 대해, Ishida와 Kadoda (1974)는 유기물로 오염된 Osaka만의 해수세균에 관한 생태학적 연구에 대해, Shin et al. (1992.a,b,c)은 가막만의 세균 flora, coliform, *Vibrio* spp., *Salmonella*의 계절적 변동에 대해, Choi (1995)는

북신만의 대장균군 및 해양세균의 분포에 대한 조사 등 연안에서는 많은 연구가 행해져 왔지만 외양에서의 조사는 많지 않은 실정이다. 특히 동중국해는 황금어장으로서 육수의 영향을 적게 받는 해역으로 염분농도, 온도, 탁도, 압력, 유기물 농도 등 생물환경이 연안과 현저한 차가 있어 연안과는 상이점이 많을 것으로 예상되어 이를 비교 검토하기 위해 외양에서는 한반도의 제주남쪽과 중국의 동북부, 일본 서남부의 넓은 해역을, 연안은 제주도 근해 및 여수연안을 대상으로 일반세균, *Vibrio* spp., 대장균군의 양적인 수평 분포를 조사하여 이들 해역의 미생물 생태계의 기초 자료 및 위생학적인 수질 평가자료로 이용하고자 본 실험을 행해 여기에 보고한다.

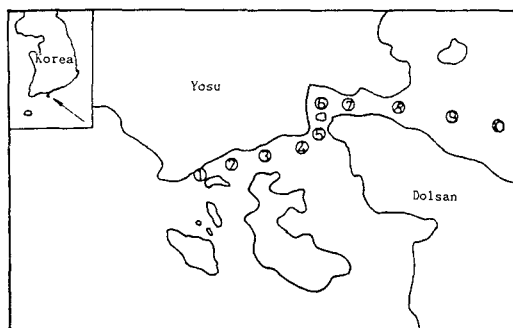


Fig. 1. Location of sampling stations in Yosue coastal sea area.

채수기로 채수하여 선내 실험실에서 균배양을 실시하여 실험에 사용하였다.

재료 및 방법

1. 조사해역 및 채수

실험에 사용된 시료는 하절기 비교적 수온이 높은 1992년 8월 6일부터 8월 14일 사이에 남해안의 여수 연안 (Fig. 1)과 동중국해 (Fig. 2)를 Table 1과 같이 일정한 간격으로 구분하여 수심 30cm하에서 Hyroch

2. 수온 및 염분 측정

수온은 DO meter (YSI #58 type)로, 그리고 염분 농도는 S-C-T meter(YSI #33 type)로 채수 즉시 현장에서 측정하였다.

3. 생균수 측정 및 균주의 분리

해수 1ml에 멸균희석수 9ml를 가하여 10배 희석액을 만들고 이하 단계희석하여 일반세균은 해수 한

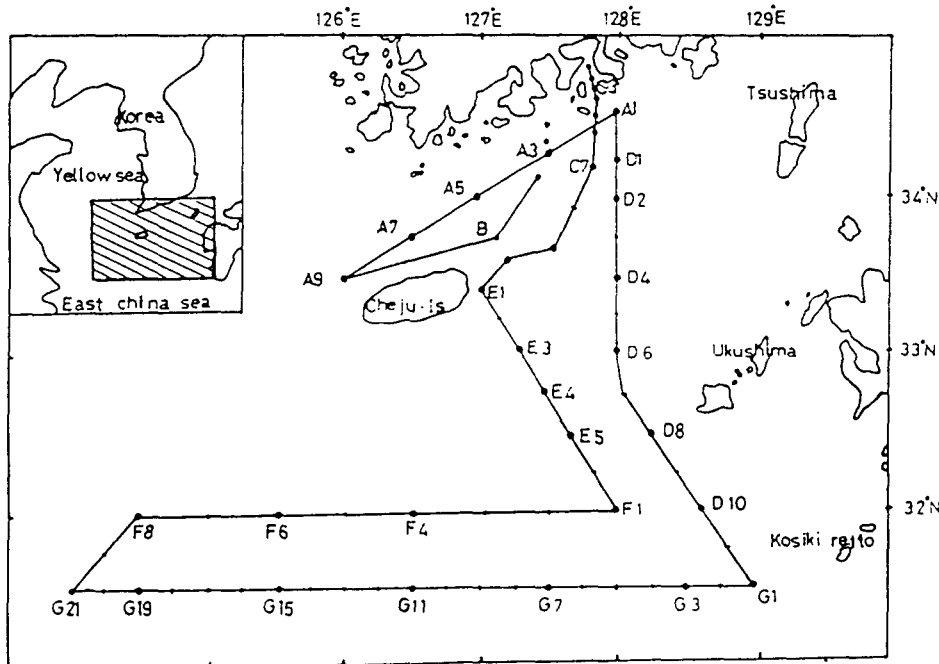


Fig. 2. Location of sampling stations in East China sea.

1. 일반 세균, *Vibrio* spp., 대장균군 균수에 따른 수평 분포

Table 1. Latitude, longitude and observation time of sampling stations in East China Sea at 1992

Station	Latitude	Longitude	Observation Time
A ₁	34°30'00"N	128°00'00"E	AUG.6 17 : 53
A ₃	34°15'00"N	127°30'00"E	AUG.6 19 : 20
A ₅	34°00'00"N	127°00'00"E	AUG.6 22 : 35
A ₇	33°45'00"N	126°30'00"E	AUG.7 02 : 05
A ₉	33°30'00"N	126°00'00"E	AUG.7 05 : 00
C ₁	34°44'35"N	127°46'37"E	AUG.14 14 : 25
C ₂	34°42'48"N	127°47'34"E	AUG.14 14 : 12
C ₃	34°40'00"N	127°50'00"E	AUG.14 13 : 48
C ₄	34°33'32"N	127°49'04"E	AUG.14 13 : 05
C ₅	34°27'47"N	127°49'37"E	AUG.14 12 : 25
C ₆	34°23'20"N	127°49'05"E	AUG.14 11 : 55
C ₇	34°15'00"N	127°52'00"E	AUG.14 10 : 50
D ₁	34°15'00"N	128°00'00"E	AUG.9 12 : 15
D ₂	34°00'00"N	128°00'00"E	AUG.9 14 : 00
D ₄	33°30'00"N	128°00'00"E	AUG.9 17 : 20
D ₆	33°00'00"N	128°00'00"E	AUG.9 20 : 50
D ₈	32°30'00"N	128°16'00"E	AUG.10 00 : 45
D ₁₀	32°00'00"N	128°38'00"E	AUG.10 04 : 45
E ₃	33°00'00"N	127°20'00"E	AUG.12 20 : 15
E ₄	32°45'00"N	127°30'00"E	AUG.12 18 : 20
E ₅	32°30'00"N	127°40'00"E	AUG.12 16 : 05
F ₁	32°00'00"N	128°00'00"E	AUG.12 12 : 30
F ₄	32°00'00"N	126°30'00"E	AUG.12 05 : 05
F ₆	32°00'00"N	125°30'00"E	AUG.12 00 : 15
F ₈	32°00'00"N	124°30'00"E	AUG.11 18 : 55
G ₁	31°30'00"N	129°00'00"E	AUG.10 08 : 30
G ₃	31°30'00"N	128°30'00"E	AUG.10 11 : 50
G ₇	31°30'00"N	127°30'00"E	AUG.10 18 : 10
G ₁₁	31°30'00"N	126°30'00"E	AUG.10 23 : 57
G ₁₅	31°30'00"N	125°30'00"E	AUG.11 06 : 05
G ₁₉	31°30'00"N	124°30'00"E	AUG.11 11 : 44
G ₂₁	31°30'00"N	124°00'00"E	AUG.11 14 : 50

천배지 (polypeptone 10 g, yeast extract 2.5 g, meat extract 2.5 g, glucose 1 g, agar 20 g, sea-water 1000 ml, pH 7.0)에서 25°C, 6일간 배양하여 생균수를 측정하였고, *Vibrio* spp.는 TCBS agar를 이용하여 단계적으로 희석하고 0.1 ml씩 접종하여 37°C에서 3일간 배양한

후 sucrose발효균(황색집락)과 비발효균(녹색집락)의 생성집락으로 생균수를 측정하였고, 대장균의 측정은 단계희석액 1 ml을 멸균 petri dish에 분주한후 42°C 정도의 desoxycholate 한천배지를 분주 혼석한 다음 냉각후 film을 하여 37°C에서 24~48시간 배양후

전형적인 적색 colony로 생균수를 측정하였고 각각의 균종에 따라 colony의 색택이나 표면상태 등을 고려하여 균주분리를 행하였다.

1. 채수해역의 위치, 염분농도 및 수온
 각시료 채수 해역의 위치, 염분농도 및 수온을 측정한 결과는 Table 1, Table 2와 같다.

해수온도는 제주도 해협인 위도 33° 00' 00" ~34° 30' 00" N, 경도 126° 00' 00" ~128° 00' 00" E의 A해역과 위도 34° 15' 00" ~34° 44' 35" N, 경도 127° 46' 37" ~127° 52' 00" E의 C해역에서 각각 평균

결과 및 고찰

Table 2. Sea water temperature and salinity of sampling station in East China Sea

Station	Temp(°C)	mean temp.(°C)	Salinity(‰)	Mean Salinity(‰)
A ₁	25.04		31.78	
A ₃	22.53		32.97	
A ₅	23.15		32.70	
A ₇	27.36		31.00	
A ₉	27.17	25.05	30.78	31.85
C ₁	25.14		32.54	
C ₂	25.13		32.36	
C ₃	25.00		32.19	
C ₄	25.01		32.18	
C ₅	25.12		31.45	
C ₆	25.40		31.36	
C ₇	26.04	25.25	31.14	31.89
D ₁	26.37		30.97	
D ₂	26.92		30.43	
D ₄	27.52		31.09	
D ₆	27.36		32.43	
D ₈	26.78		32.15	
D ₁₀	26.92	26.98	33.52	31.77
E ₃	27.65		29.91	
E ₄	27.88		29.92	
E ₅	27.72	27.75	32.13	30.65
F ₁	27.94		33.78	
F ₄	28.36		28.12	
F ₆	28.89		27.76	
F ₈	29.12	28.58	23.28	28.23
G ₁	27.83		34.03	
G ₃	27.74		33.59	
G ₇	28.68		30.70	
G ₁₁	29.43		28.95	
G ₁₅	28.71		26.00	
G ₁₉	29.18		24.64	
G ₂₁	28.73	28.61	31.78	29.95

1. 일반 세균, *Vibrio* spp., 대장균군 군수에 따른 수평 분포

25.05, 25.25°C로 낮은 편이었고 원양으로 갈수록 높아져 위도 32° 00' 00" N와 경도 124° 30' 00" ~ 128° 00' 00" E의 F해역과 위도 31° 30' 00" N, 경도 124° 00' 00" ~ 129° 00' 00" E의 G해역에서 각각 28.58, 28.61°C로 높은 경향을 보였고 염분농도는 수온과는 반대로 제주도 내만인 A해역과 C해역에서 각각 31.85, 31.89‰, 그외의 해역에서는 31.77~28.23‰로 외양으로 갈수록 낮아지는 경향을 보였으며 조사 해역중 G₁₅와 G₁₉ 해역에서 각각 26.00, 24.64‰로 가장 낮게 나타났는데 이것은 중국 양자강의 육수영향이라 생각된다.

이들 결과에서 보는 바와 같이 수온에 있어서는 외양으로 갈수록 높아지고 염분농도는 낮아지는 경향을 볼 수 있는것은 전자에 있어서 남방해역의 난류에 의한 높은 수온과 후자에 있어서 연안해수의 하계 높은 염분농도에 기인한 것으로 신등(1991)이 가막만의 8월중 수온 및 염분농도에 대한 조사결과에서 같이 수온은 24~27°C였고, 염분농도는 32.50~33.00‰인 것으로 부터 이와 같은 현상을 추정할 수 있었다.

2. 군수 측정

1) 연안의 일반세균, *Vibrio* spp. 및 대장균의 생균수

연안해수의 일반세균, *Vibrio* spp. 및 대장균군의 생균수를 측정된 결과는 Fig. 3과 같다.

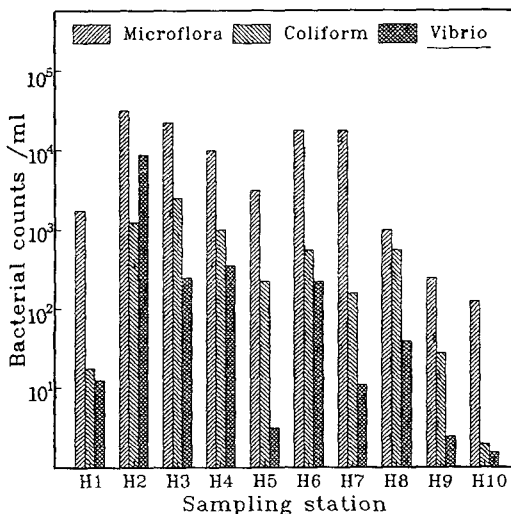


Fig. 3. Bacterial counts during the study period in Yosu Bay, Korea (8/6/1992).

H₁~H₇ 해역은 여수시 도시하수가 대량으로 유입되는 내만으로 일반세균수는 1.0×10³~3.0×10⁴/ml, 대장균군수는 0.3×10²~3.0×10³/ml, vibrio spp.는 0.2×10²~9.0×10³/ml의 범위였고, 도시하수의 영향을 적게 받고 외양수가 혼입되는 H₉~H₁₀ 해역은 일반세균수가 4.2×10~2.5×10²/ml, 대장균군수는 0.2×10~6.2×10/ml, vibrio spp.는 0.1×10~1.1×10/ml로 극히 감소하는 경향을 보였다.

대장균군과 *Vibrio*의 군수는 일반세균수에 비하여 비교적 높은 양이 검출 되었는데 이는 극심하게 오염된 도시하수의 유입에 의한 것으로 추정되며 H₁과 H₅ 해역에서 *Vibrio* spp.가 낮게 나타난 것은 돌산대교하, 여수와 소경도 사이의 유속이 빠른 해역으로 외양의 대량 해수 유입에 따른 내만수의 혼합이 잘 이루어지지 않아서 일어나는 현상으로 보이며 H₉와 H₁₀ 해역에서도 다른 해역보다 군수가 적은 것은 내만수의 영향을 적게 받은 원양해수의 유입에 의한 것으로 추정된다. 이와 같은 현상은 신등(1992.a,b,c)의 가막만내 4개 해역에서 8월 일반세균, 대장균, *Vibrio* spp.의 군수측정시 연안에서 멀어질수록 이들 군량이 감소되었고 유속이 빠른 협소한 해역에서는 군량이 현저하게 적게 출현한다는 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

2) 외양의 일반세균, *Vibrio* spp. 및 대장균군의 생균수

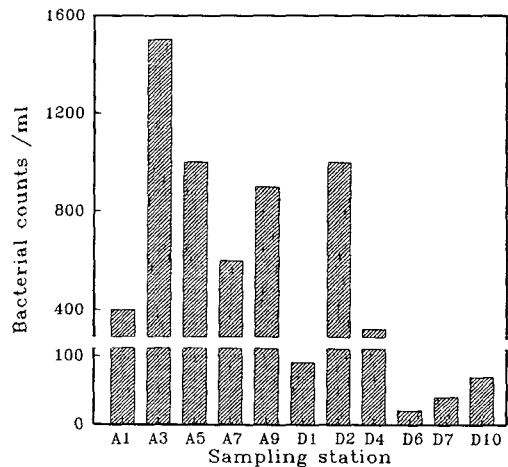


Fig. 4. Bacterial counts during the study period in East China Sea (8/6~8/10/1992).

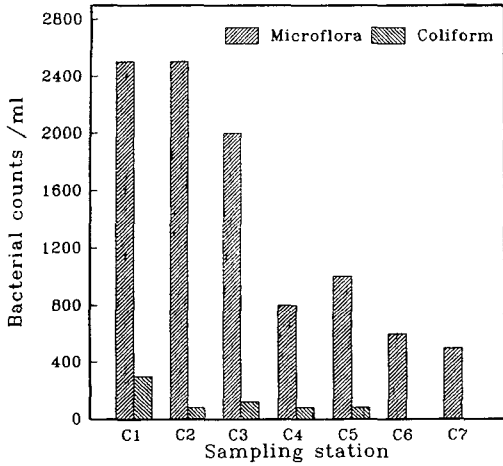


Fig. 5. Bacterial counts during the study period in East China Sea (8/14/1992).

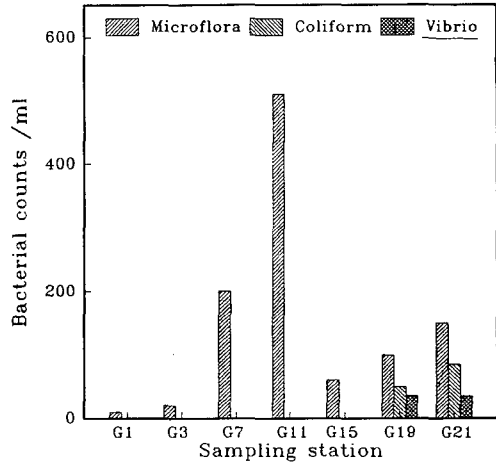


Fig. 7. Bacterial counts during the study period in East China Sea (8/10~8/11/1992).

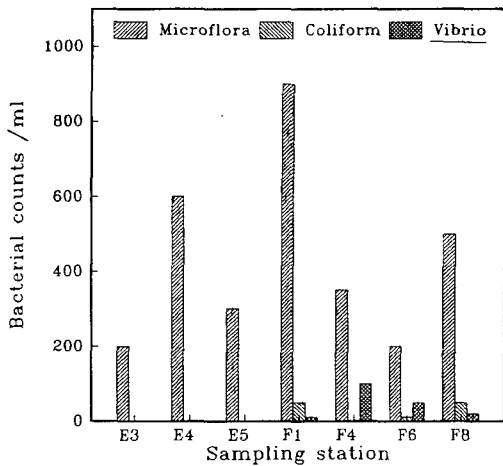


Fig. 6. Bacterial counts during the study period in East China Sea (8/11~8/12/1992).

외양에서의 해역별 일반세균, *Vibrio* spp., 대장균군의 생균수 측정 결과는 Fig. 4, 5, 6, 7과 같다.

일반세균, *Vibrio* spp., 대장균군의 생균수는 각각 $0.4 \times 10^2 \sim 2.4 \times 10^3$ /ml, $0 < \sim 3 \times 10$ /ml, 1.3×10 /ml였다.

해역별로 보면 A해역은 위도 $33^\circ 00' 00'' \sim 34^\circ 30' 00''$ N, 경도 $126^\circ 00' 00'' \sim 128^\circ 00' 00''$ E인 한국본토와 제주도 사이의 해역으로 일반세균수는 $4.0 \times 10^2 \sim 1.5 \times 10^3$ /ml였고, *Vibrio* spp.와 대장균군은 전혀 출현하지 않았다.

D해역은 위도 $32^\circ 00' 00'' \sim 34^\circ 15' 00''$ N, 경도 $128^\circ 00' 00'' \sim 128^\circ 38' 00''$ E인 한국의 남서해안과

일본의 Kosiki 열도를 잇는 해역으로 일반세균수는 $0.1 \times 10^2 \sim 8.0 \times 10^2$ /ml로 A해역보다 적은 양이 출현하였고 대장균군 및 *Vibrio* spp.는 A해역과 공히 검출되지 않았다.

C해역은 돌산 앞바다에서 동남방으로 위도 $34^\circ 15' 00'' \sim 34^\circ 44' 35''$ N, 경도 $127^\circ 46' 37'' \sim 127^\circ 52' 00''$ E로 A해역이나 D해역보다 내만에 위치한 해역으로 일반세균수는 $4.0 \times 10^2 \sim 2.4 \times 10^3$ /ml로 외양 해역에 비해 높게 나타났으며, *Vibrio* spp.는 출현하지 않았으나 대장균군은 4.0×10^2 /ml 이하로 이들 세균은 외양으로 갈수록 현저히 감소하는 경향을 보였다.

E해역은 제주도 동북 3 mile 해상에서 위도 $32^\circ 30' 00'' \sim 33^\circ 00' 00''$ N, 경도 $127^\circ 20' 00'' \sim 127^\circ 40' 00''$ E로 Kosiki 열도 방향의 해역으로 일반세균수는 $2.0 \times 10^2 \sim 6.0 \times 10^2$ /ml였으나 *Vibrio* spp.와 대장균군은 출현하지 않았다.

F해역과 G해역은 각각 위도 $32^\circ 00' 00''$ N, 경도 $124^\circ 30' 00'' \sim 128^\circ 00' 00''$ E와 위도 $31^\circ 30' 00''$ N, 경도 $124^\circ 00' 00'' \sim 129^\circ 00' 00''$ E로 일본의 Kosiki 열도에서 중국의 양자강 하류를 잇는 해역으로 일반세균수는 각각 $2.0 \times 10^2 \sim 9.0 \times 10^2$ /ml, $0.1 \times 10^2 \sim 6.0 \times 10^2$ /ml로 양 해역 모두 큰 차는 보이지 않았으나 F₁~F₈ 해역에서 *Vibrio* spp., 대장균군이 거의 모든 채수점에서 검출되었으며 G해역에서는 Kosiki 열도 해역으로부터 G₁에서 G₁₅까지의 채수점에서는 검출되지 않았지만 G₁₉와 G₂₁ 해역에서 양균 모두 검출되었다.

1. 일반 세균, *Vibrio* spp., 대장균군 균수에 따른 수평 분포

이와 같이 F₄, F₆, F₈ 해역과 G₁₉, G₂₁ 해역에서 *Vibrio* spp.나 대장균군이 검출된것은 본 해역이 중국과 근접한 해역으로 이는 중국 대륙에서 오염된 육수가 양자강을 따라 동중국해 깊숙이 유입되고 있고 F나 G 해역은 A, C, D, E 해역에 비해 온도가 높고 염분농도가 낮게 나타나 *Vibrio* spp.나 대장균군이 출현된 것이 아닌가 추정된다.

본조사를 통해 전반적으로 동지나해는 연안 해역에 비해 일반세균수가 현저하게 적게 나타난 것으로 보아 이들 세균들은 육상세균의 영향을 받지 않은 해양고유세균으로 해양생태계를 유지하기 위해 필요불가결한 균량임을 알수 있었고, 특히 분변오염 지표세균인 대장균이나 병원성 *Vibrio*는 연안에 근접한 해역을 제외하고는 거의 검출되지 않은 것으로 보아 동지나해는 청정해역임을 알 수 있었다.

요 약

1992년 8월 6일부터 8월 14일까지에 걸쳐 조사한 동중국해 및 여수연안의 세균 flora, *Vibrio* spp., 대장균군에 대한 양적인 수평분포를 조사하여 미생물 생태계 해석을 위한 자료를 얻고자 실험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 동중국해의 염분농도는 24.64~33.78‰였고, 외양으로 갈수록 낮아졌다.
2. 수온은 22.53~29.18℃였고, 연안에 비해 외양으로 갈수록 높게 나타났다.
3. 여수 연안 해수중의 일반세균수는 $1.0 \times 10^2 \sim 3.0 \times 10^4$ /ml, *Vibrio* spp.는 $0.2 \times 10 \sim 9.0 \times 10^3$ /ml, 대장균군은 $0.3 \times 10 \sim 3.0 \times 10^3$ /ml로서 연안에서 멀어질수록 균량은 감소하였다.
4. 동중국해 해수중의 일반세균수는 $0.4 \times 10 \sim 2.0 \times 10^3$ /ml, *vibrio* spp.는 $0.8 \times 10 \sim 3.0 \times 10$ /ml, 대장균군은 $0.9 \times 10 \sim 1.3 \times 10$ /ml였고, 외양으로 갈수록 일반세균은 적게 나타났으며, *Vibrio* spp.와 대장균군은 나타나지 않았다.
5. 동중국해에서 *Vibrio* spp.와 대장균군의 출현한 곳은 중국연안에 가까운 해역이었다.

참 고 문 헌

- Choi, J.D. 1995. Distribution of marine bacteria and coliform group in Puksin Bay, Korea. J. Kor. Fish. Soc., 28(2), 202, 202~208 (in Korean).
- Gibbson, N.E. and G.B. Reed. 1930. The effect autolysis in sterile tissues on subsequent bacterial decomposition. J. Bacteriol., 19, 73~88.
- Humitaka, S. 1966. Seasonal fluctuation of heterotrophic bacteria in the sea of Aburatsubo inlet. J. Oceanogr. Soc. Jap., 22(3), 15~26 (in Japanese).
- Ishida, Y. and H. Kadoda. 1974. Ecological studies on bacteria in the sea and lake waters polluted with organic substance. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 40(10), 999~1005 (in Japanese).
- Kadoda, H. 1956. A study on the marine aerobic cellulose decomposing bacteria. Mem. Coll. Agr. Kyoto Univ., 74, 1~128 (in Japanese).
- Macleod, R.A., E. Onofrey and M.E. Norris. 1954. Nutrition and metabolism of marine bacteria. J. Bacteriol., 68, 680~686.
- Reinheimer, G. 1985. Aquatic Microbiology. 3rd ed, Wiley and Sons, pp. 158~159.
- Seki, H. 1967. Mineralization rate of organic carbon by micro-organisms in the sea. J. Oceanogr. Soc. Jap., 23, 18~23 (in Japanese).
- Simidu, U., E. Kaneko and N. Taga. 1977. Microbiological studies of Tokyo Bay. Microbiol. Ecol., 3, 173~191 (in Japanese).
- Shin, S.U., S. Horie, M. Okuzumi and Y. Kobayashi. 1976. Seasonal variation of the bacterial flora in coastal sea-water in relation to the occurrence of *vibrio parahaemolyticus*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 42(9) 1041~1051 (in Japanese).
- Shin, S.U., K.O. Cho, H.I. Kang and S.K. Kang. 1992. Studies on seasonal variation of the bacterial flora in sea-water of Kamak Bay. 1. On the pathogenic *Vibrio* and *Salmonella*. Bul. Mar. Sci.

- Inst. Yosu Natl. Fish. Univ. 1, 29~37 (in Korean).
- Shin, S.U., Y.J. Kim and S.K. Kang. 1992. Studies on seasonal variation of the bacterial flora in sea-water of Kamak Bay. 2. On the distribution of coli-aerogenes bacteria group. Bull. Mar. Sci. Inst. Yosu Natl. Fish. Univ. 1, 39~45 (in Korean).
- Shin, S.U., K.O. Cho, H.I. Kang and S.K. Kang. 1992. Studies on seasonal variation of the bacterial flora in sea-water of Kamak Bay. 3. On the distribution of bacterial flora. Bull. Mar. Sci. Inst., Yosu Natl. Fish. Univ. 1, 47~53 (in Korean).
- Taga, N. 1968. Some ecological aspects of marine bacteria in the Kuroshio current. Bull. Misaki Mar. Biol. Inst Univ., 12, 65~76 (in Japanese).
-
- 1995년 8월 31일 접수
1995년 11월 11일 수리