

남해 퇴적토에서 종속영양 세균의 분포 및 세포외 효소 활성력

김상진* · 이건형¹

한국해양연구소 해양미생물연구실 ¹군산대학교 생물학과

제주도를 중심으로한 남해해역(123°30'E-128°30'E, 32°00'N-34°30'N)을 대상으로 퇴적토 시료를 1988년 7월 31일부터 8월 10일, 1989년 3월 9일부터 3월 13일에 걸쳐 2회 채취하였다. 퇴적토시료는 숙성된 해수와 중류수를 각각 넣은 ZoBell 2216 E 평판배지를 사용하여 해양 세균과 담수 세균을 계수하였고 종속영양 세균분포와 세포외 효소활성을 측정 분석하였다. 종속영양 세균의 분포는 하계의 경우 해양 세균과 담수 세균 각각 $0.3 \times 10^6 \sim 15 \times 10^6/\text{cm}^3$ sediment, $0.05 \times 10^5 \sim 23 \times 10^5/\text{cm}^3$ sediment이고 춘계의 경우 각각 $0.3 \times 10^7 \sim 30 \times 10^7/\text{cm}^3$ sediment, $0.01 \times 10^6 \sim 19 \times 10^6/\text{cm}^3$ sediment로 나타났다. 1989년 춘계, sediment 표층 종속영양 세균의 절대값은 정점에 따라 1988년 하계에 비해 최고 100배 이상으로 상승하였고, 대부분의 정점에서 많은 세균수를 관찰할 수 있었다. 한편 총세균에 대한 담수세균의 비율은 하계보다 춘계에 높은 분포를 보였다. 또한 해양세균의 세포외 효소활성도는 하계보다 춘계에 상승하는 결과를 나타냈다. 퇴적토 합수율은 하계보다 춘계에 낮게 나타났으나 유기물량을 나타내는 회분량은 높음을 알 수 있었다. 즉 춘계에는 하계에 비해 입자가 큰 퇴적토가 많이 분포되어 있으나 유기물의 유입이 많음을 시사한다. 이와 같은 결과를 종합해 볼때 남해해역 퇴적토 세균군집은 계절에 따라 매우 높은 분포를 보이고 이 요인으로는 육수의 유입으로 인한 영향을 들 수 있다. 또한 춘계에 해수의 혼합으로 무기영양물질 공급이 일어나고 이어 중식한 프랑크톤이 침강하여 퇴적토에 유입되므로써 세포외 효소 활성력이 높은 세균에 의해 고분자물질이 분해되고 이로 인한 영양물질 공급이 세균상승의 원인 중 하나일 것으로 사료된다.

KEY WORDS □ Heterotrophic bacterial number, Extracellular enzyme activities, Sediment, South Sea

종속영양 세균의 분포는 해양 생태계에서 생물학적인 조건에 대한 중요한 정보를 제공해 준다. 종속영양 세균은 유기영양 물질을 첨가한 agar 배지에서 자랄 수 있어 평판 배지법으로 계수 측정할 수 있으나 (13) 사용하는 배지에 영양물질의 양이 비교적 높으므로 이 배지 상에서 자랄 수 있는 세균은 높은 농도의 영양물질을 요구하는 것들이다. 여기에 속하는 세균들은 높은 대사능을 갖고 있고 대부분 단백질 또는 탄수화물을 신속히 분해할 수 있다. 그러므로 이 세균은 다른 범주에 속하는 세균보다 환경의 변화에 매우 민감하게 반응하고 생태계에 존재하는 쉽게 분해 가능한 유기물질의 양을 시사한다. 이와 같은 이유로 종속영양 세균은 비록 생태계에 존재하는 총 세균수의 몇 %에 불과한 일부에 지나지 않지만 생태계에 부하되는 오염의 정도를 나타내는 좋은 지표로 사용된다 (12).

한편 수계 생태계에서 고분자 영양물질은 세균에 의해 직접 이용되지 않고 효소에 의해 저분자 물질로 분해되어야 비로소 세균이 흡수, 분해하게 된다. 따라서 고분자 영양물질의 미생물에 의한 분해과정은 수계생태계에서 물질의 이동 및 전환에 매우 중요한 역할을 한다(6, 14). 특히 sediment에서의 유기물질

분해는 생태계 탄소 및 영양물질 순환에 중요한 구성원일 뿐 아니라 이와 같은 유기물질 대사는 sediment biogeochemistry를 결정짓는 중요한 요인이다 (9).

한국의 남해해역은 수심이 40~200 m의 범위인 천해로서 대마난류의 북상으로 수온이 연중 고르고 따뜻하며, 해안지형이 복잡하여 다양한 생물상이 분포되어있는 천해의 어장이다. 제주도를 중심으로 동쪽해역은 대부분 100 m 정도의 수심을 보이며 동남 방향으로 갈수록 깊어지는 경향을 나타내며 제주도 서쪽해역은 70~90 m의 범위로 서쪽 방향으로 갈수록 수심이 낮아지는 양상이며 동지나해로 연결되는 남서해역은 남해해역에서 제일 낮다. 이 해역의 수심 40 m 이하 지역은 양자강 퇴적물로 인하여 형성된 것이며 이 선을 경계로 동지나해와 황해의 구분을 한다(10). 한편 조사해역의 수위는 하계에는 대마 난류수역, 한국 연안수역, 하층은 대마난류수가 상층은 양자강 희석수가 영향을 미치는 수역과, 하층은 황해냉수가 상층은 중국대륙 연안수가 영향을 미치는 수역으로 구분되고 동계에는 대마 난류수역, 한국 연안수역, 중국대륙 연안수역, 황해냉수역으로 구분된다(3).

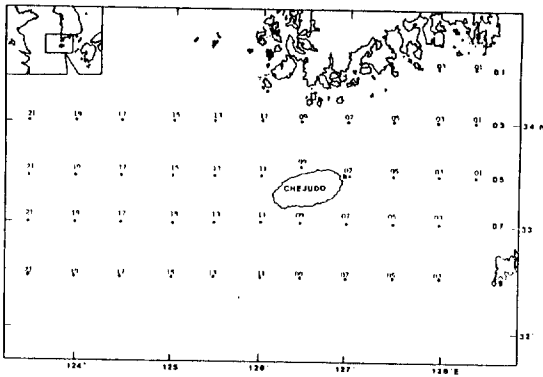


Fig. 1. Map of research area including sampling stations

이러한 지형적 수리적 특성으로 인하여 다양한 종류의 생물자원이 서식하는 남해해역의 sediment를 대상으로 종속영양 세균의 분포와 세균의 세포외 효소 활성력을 조사연구함으로써 남해 생태계를 이해하고자 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

조사해역 및 기간

한국 남해해역의 북위 32°30'~34°30', 동경 123°30'~128°30' 지역을 중심으로 북위 34°30'부터 위도 30° 간격으로 01, 03, 05, 07, 09 정점을 잡고 동경 128°30'부터 경도 30' 간격으로 01에서 21까지 정점을 설정하여 (Fig. 1) 퇴적토 시료는 van Veen grab sampler를 사용하여 채취하였다(2). 시료채취기간은 하계절인 1988. 7. 31.~8. 10. 사이와 1989. 3. 9.~3. 13. 동안 2회 실시하였고 각 정점 수심은 Table 1에 표시하였다.

종속영양 세균수 및 효소활성도 측정

채취한 해양 표층퇴적토 시료는 숙성해수로 조제한 ZoBell 2216 E 고체 평판배지(ZS)와 증류수로 조제한 ZoBell 2216 E 배지(ZL)를 사용하여 25°C에서 2주일간 배양한 후 코로니를 계수하여 전자의 결과를 해양 종속영양 세균 후자를 담수 종속영양 세균으로 하였다(11, 12). 평판배지 상에 형성된 코로니 각각의 효소 활성력을 측정하기 위하여 Kim과 Hoppe(7)의 방법을 사용하였고 그 결과는 각각의 효소별로 활성을 측정된 총 코로니수 중 효소 활성을 나타낸 코로니수를 백분율로 표시하였다.

Sediment의 함수율 및 유기물량 측정

시료 1 cm³를 증발접시에 취하여 80°C에서 3시간 건조 후 무게를 재어 g/cm³·sediment로 나타내었고 ash weight는 이 시료를 다시 500°C에서 1시간 ashing 시킨 후 무게를 재어 mg/cm³·sediment로 표시하였다(5).

결과 및 고찰

해양 종속영양 세균의 분포

숙성 해수를 포함한 ZoBell 2216E 배지에서 자란 해양 종속영양 세균의 분포 중 1988년 7월 31일~1988년 8월 10일의 결과는 Fig. 2에 1989년 3월 7일~1989년 3월 13일의 결과는 Fig. 3에 각각 나타내었다. 1988년 하계, 남해해역 sediment 표층의 해양 종속영양 세균 분포는 남해안 부근과 제주도 주변 그리고 제주도과 일본열도 사이의 해역에서 비교적 높았으며 0517 정점을 제외하고는 제주도 서쪽 해역에는 낮은 분포를 나타냈다. 최고값은 0305 정점에서 1.5×10^7 CFU/cm³ sediment였으며 0711, 0517 정점은 각각 9.2×10^6 CFU/cm³ sediment, 8.3×10^6 CFU/cm³ sediment로 높은 분포를 나타냈다.

1989년 춘계 sediment 표층의 해양 종속영양 세균 분포는 1988년 하계의 분포와 유사한 양상으로 남해안 부근과 제주도 동쪽 해역이 높은 수치를 나타냈고 제주도서쪽 해역은 0319 정점을 제외하고 비교적 낮은 분포를 보였다. 그러나 1989년 춘계, sediment 표층 종속영양 세균의 절대값은 정점에 따라 1988년 하계에 비해 최고 100배이상으로 상승하였고, 대부분의 정점에서 많은 세균수를 관찰할 수 있었다.

이 등(4)의 보고에 의하면 조사해역의 식물플랑크톤 현존량을 나타내는 크로로필 a 농도는 하계에 각 정점 표층수에서 0.04~0.41 µg/l, 평균 0.16 µg/l로 나타난 반면 춘계에는 0.06~1.5 µg/l의 범위와 평균 0.57 µg/l의 분포를 보였다. 또한 1차생산력은 하계표층수에서 2.8~56.4 mg C/m³/d의 범위로 평균 18.4 mg C/m³/d를 보이고 분포양상은 크로로필 a와 거의 유사하였다. 춘계의 1차 생산력은 22.8~222 mg C/m³/d의 범위로서 평균 99.8 mg C/m³/d로 하계보다 약 4배 정도 높은 값을 보였다. 이와 같은 요인은 하계에 성층형성으로 인하여 영양염의 공급이 제한되었고 고온 빈영양의 대마난류 확장 또한 하나의 원인으로 고찰하였다(4).

이와 같은 요인으로 하계에는 퇴적토내에서 낮은 세균의 분포를 보였던 반면 춘계에는 육수의 유입과 (담수 종속영양 세균의 분포 참조) 상층수로 부터 침강에 의한 영양물질의 공급이 상대적으로 높은 세균의 분포를 나타냈던 요인으로 작용하고 있다고 사료된다.

담수 종속영양 세균의 분포

숙성해수 대신 증류수로 만든 ZoBell 2216E 배지에서 자란 담수 종속영양 세균의 분포는 1988년 7월 21일~1988년 8월 10일의 결과는 Fig. 4에, 1989년 3월 7일~1989년 3월 13일의 결과는 Fig. 5에 각각 나타내었다. 1988년 하계, 남해해역 sediment 표층의 담수 종속영양 세균분포는 제주도 주변과 제주도과 일본 열도사이의 해역에서 비교적 높은 분포를 보였으며 제주도 서쪽 해역의 정점은 대체적으로 낮은 분포 경향을 보였다. 정점 0507, 0711에서 각각 2.3×10^6 CFU/cm³ sediment, 2.1×10^6 CFU/cm³ sediment로 높은 분포를 나타냈다. 한편 1989년 춘계,

Table 1. Percent of bacterial colonies grown on the ZL medium against the ZS medium and their counts during 1988 summer season (July 31~August 10) and 1989 spring season (March 7~13)

Sampling period		July 31-August 10, 1988			March 7-March 13, 1989		
Sampling	Depth	ZS medium ⁽¹⁾	ZL medium ⁽²⁾	(2) ———×100* (1)	ZS medium ⁽³⁾	ZL medium ⁽⁴⁾	(4) ———×100* (3)
0101	57	4.1	8.3	20	19	25	1.3
0301	100	—	—	—	15	24	1.6
0303	87	5.9	5.1	0.9	17	190	11.2
0305	72	15	—	—	24	2.4	0.1
0307	90	2.8	19	6.8	30	68	2.3
0309	49	—	—	—	20	110	5.5
0311	70	2.6	2.3	9	6.5	36	5.5
0313	61	0.6	2.1	3.6	1.5	46	30.7
0315	92	0.3	4.7	14.2	3.2	56	17.5
0317	79	0.4	3.7	9.7	14	21	1.5
0319	76	0.3	0.9	2.9	7.9	0.1	0.01
0321	67	0.4	2.1	5.3	1.5	21	14
0501	124	5.2	24	4.6	9.2	2.6	0.3
0503	116	3.9	3.7	0.9	2.2	14	6.4
0505	98	—	—	—	8.3	84	10.1
0507	117	—	230	—	8.0	35	4.4
0509	69	7	5.6	0.8	10	60	6.0
0511	90	2.3	1.3	0.6	2.4	8.1	3.4
0513	63	2.8	1.1	0.4	1.3	16	12.3
0515	80	2	0.5	0.3	1.7	2.4	1.4
0517	73	8.3	1.7	0.6	1.4	0.8	0.6
0519	66	2.2	1.5	0.7	0.9	12	14.1
0521	65	0.8	1.2	1.4	0.3	11	37.9
0703	163	4.5	29	6.4	6.1	5.3	0.9
0705	143	1.9	1.2	0.6			
0707	102	4.7	1.5	0.3			
0709	104	3.4	3.0	0.9			
0711	109	9.2	210	22.8			
0713	94	1.3	0.3	0.2			
0715	82	0.3	1.9	6.6			
0717	62	2.9	6.8	2.3			
0719	45	0.4	3.3	7.9			
0721	42	0.6	3.1	5.5			
0905	133	4.3	7.5	1.7			
0907	120	3.9	18	4.6			
0909	111	0.4	2.1	5.7			
0915	51	0.3	1.8	5.6			
0917	46	0.3	1.0	2.9			
0919	38	1.6	1.6	1.0			
0921	38	2.1	5.7	2.7			

(1): Number of bacterial colonies grown on the ZoBell 2216E agar medium with aged sea water (ZS) ($\times 10^6$ CFU/cm³ sediment)(2): Number of bacterial colonies grown on the ZoBell 2216E agar medium with distilled water (ZL) ($\times 10^4$ CFU/cm³ sediment)(3): Number of bacterial colonies grown on the ZoBell 2216E agar medium with aged sea water (ZS) ($\times 10^7$ CFU/cm³ sediment)(4): Number of bacterial colonies grown on the ZoBell 2216E agar medium with distilled water (ZL) ($\times 10^5$ CFU/cm³ sediment)

*: %

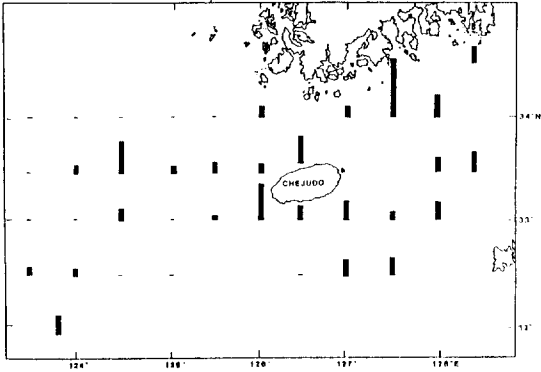


Fig. 2. Map showing the distribution of heterotrophic bacteria grown on the ZoBell 2216 E agar medium with aged sea water during 1988 summer season (The bar located at the lower left corner represents 5×10^6 CFU/cm³ sediment)

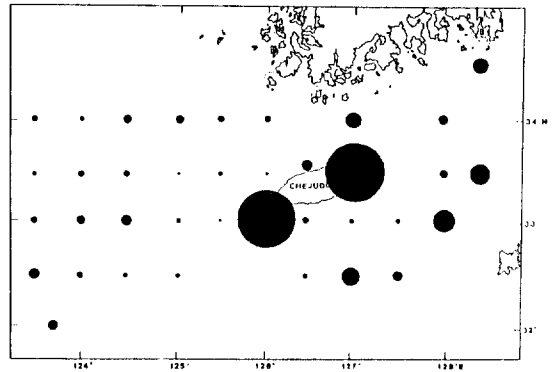


Fig. 4. Map showing the distribution of heterotrophic bacteria grown on the ZoBell 2216 E agar medium with distilled water during 1988 summer season (The disk located at the lower left corner represents 5×10^6 CFU/cm³ sediment)

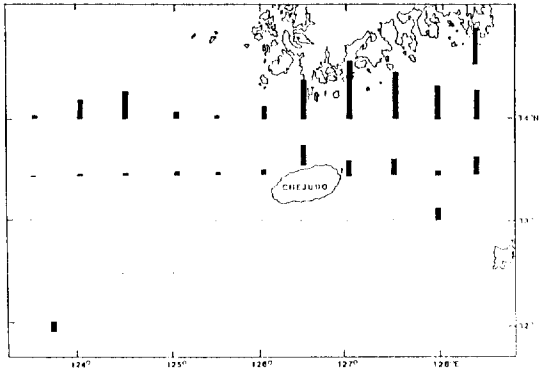


Fig. 3. Map showing the distribution of heterotrophic bacteria grown on the ZoBell 2216 E agar medium with aged sea water during 1989 spring season (The bar located at the lower left corner represents 5×10^7 CFU/cm³ sediment)

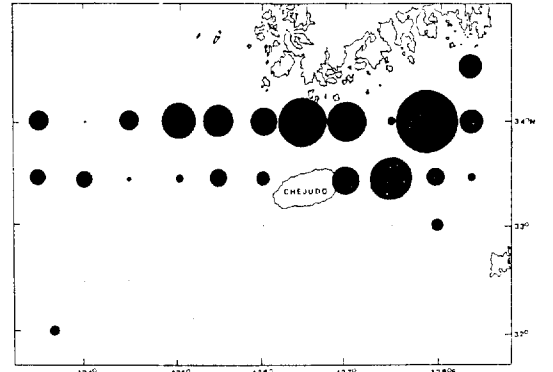


Fig. 5. Map showing the distribution of heterotrophic bacteria grown on the ZoBell 2216 E agar medium with distilled water during 1989 spring season (The disk located at the lower left corner represents 5×10^6 CFU/cm³ sediment)

sediment 표층의 담수 종속영양 세균분포는 해양 종속영양세균의 경우와 유사한 경향으로 1988년 하계보다 100배 이상의 세균분포를 보여주었다. 분포 양상은 03 line의 오른쪽 즉 남해안 해역에서 비교적 높은 경향을 나타냈고 서쪽 방향으로 갈수록 낮은 경향을 나타냈다.

이상의 결과는 해양 sediment의 담수 종속영양 세균의 분포는 육지로부터의 거리와 상관관계를 나타내고 있어 육지로부터의 유입을 시사하고 있다.

Table 1에는 1988년 하계와 1989년 춘계의 해양 종속영양 세균에 대한 담수종속영양 세균의 비율을 백분율로 나타냈다. 1988년 하계의 경우 0101, 0315, 0711정점에서 각각 20%, 14.2%, 22.8%를 나타냈고 그

외의 정점에서는 10% 미만을 나타내고 있는데 반해 1989년 춘계의 경우 0521정점에서 37.9%로 최고값을 나타냈으며 10% 이상을 나타내는 정점이 매우 많아 하계보다는 춘계에 담수배지에서 자랄 수 있는 세균의 분포가 높음을 알 수 있었다. 이와 같은 결과는 남해해역 퇴적토의 세균분포가 하계보다 춘계에 육지로부터 유입되는 담수의 영향을 많이 받고 동시에 육지로부터 유입되는 영양물질의 영향이 춘계의 세균분포를 높게하는 원인 중 하나인 것을 시사한다. 발틱해 길만의 퇴적토내에서 담수종속영양세균의 비율에 대한 연구결과는 연중 30% 이하의 분포로 본 실험결과와 유사한 경향을 나타냈다(12).

세포외 효소 활성력

Table 2. Percent of enzymatically active bacterial colonies against total bacterial colonies on the ZS medium and the ZL medium during 1988 summer season (July 31~August 10)⁽¹⁾ and 1989 spring season (March 7~13)⁽²⁾

Sampling station	ZS medium								ZL medium								
	α -Glucosidase		β -Glucosidase		N-Acetyl- β -Glucosaminidase		Amino-peptidase		α -Glucosidase		β -Glucosidase		N-Acetyl- β -Glucosaminidase		Amino-peptidase		
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	
0101	24	7	22	7	41	6	54	68	16	23	23	12	23	5	19	86	
0301	—	33	—	10	—	19	—	83	—	40	—	16	—	20	—	78	
0303	7	18	5	17	13	39	39	73	30	14	18	0	26	0	31	67	
0305	37	35	9	12	4	30	—	76	—	28	—	13	—	16	—	—	
0307	4	—	11	—	21	—	67	—	7	52	14	14	6	8	43	72	
0309	—	57	—	27	—	39	—	88	—	5	—	20	—	13	—	93	
0311	4	19	10	29	7	55	—	83	15	3	2	8	4	8	36	90	
0313	18	33	7	23	19	11	66	49	14	52	29	18	22	16	45	92	
0315	19	6	31	8	27	15	83	91	8	15	60	7	11	0	72	56	
0317	17	13	8	22	13	58	61	80	22	11	19	13	19	5	61	79	
0319	8	9	39	9	34	72	79	86	29	8	50	19	22	6	56	81	
0321	11	20	15	24	11	62	68	84	28	25	19	—	19	86	35	—	
0501	2	3	5	2	7	27	52	91	29	—	14	—	4	—	50	—	
0503	3	13	11	6	33	30	40	44	12	41	2	9	10	18	64	35	
0505	—	8	—	8	—	30	—	88	—	38	—	6	—	13	—	0	
0507	—	35	—	11	—	8	—	90	14	28	13	12	8	3	—	93	
0509	6	39	4	13	23	31	52	94	7	25	25	18	35	15	20	83	
0511	50	6	26	6	46	21	48	69	17	4	15	0	47	0	43	56	
0513	10	18	16	16	24	32	66	87	55	56	4	14	56	17	70	79	
0515	2	12	41	13	26	58	61	80	50	38	57	13	14	22	50	41	
0517	62	39	67	17	75	54	81	74	28	23	7	4	29	0	60	69	
0519	29	55	5	25	18	37	88	83	23	67	29	15	29	11	78	28	
5021	35	80	7	93	22	96	73	69	45	43	29	28	7	11	79	57	
0703	9	33	2	8	10	15	38	70	25	3	9	6	7	7	59	55	
0707	6	—	9	—	26	—	58	—	23	—	6	—	5	—	46	—	
0709	10	—	12	—	14	—	59	—	26	—	7	—	5	—	42	—	
0711	4	—	2	—	14	—	54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0713	2	—	13	—	7	—	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0715	25	—	31	—	16	—	54	—	41	—	14	—	9	—	62	—	
0717	17	—	19	—	10	—	62	—	21	—	11	—	20	—	42	—	
0719	6	—	24	—	8	—	64	—	18	—	9	—	11	—	26	—	
0721	5	—	6	—	20	—	64	—	15	—	11	—	4	—	65	—	
0905	8	—	5	—	29	—	83	—	22	—	8	—	2	—	87	—	
0907	10	—	6	—	20	—	46	—	15	—	4	—	4	—	26	—	
0909	10	—	13	—	21	—	40	—	70	—	17	—	28	—	79	—	
0915	24	—	32	—	23	—	63	—	18	—	16	—	22	—	32	—	
0917	30	—	19	—	18	—	75	—	28	—	20	—	33	—	63	—	
0919	9	—	21	—	38	—	70	—	40	—	50	—	45	—	53	—	
0921	32	—	15	—	37	—	57	—	26	—	13	—	7	—	84	—	
n =	20	23	20	23	20	23	18	23	20	23	20	22	20	23	19	21	from st.
x =	18	25	17	18	24	37	58	78	24	28	22	12	20	13	51	71	#0101
σ_{n-1} =	17	20	16	18	17	23	15	13	14	19	17	7	14	17	18	20	to 0703
n =	35	—	35	—	35	—	33	—	33	—	33	—	33	—	32	—	from st.
x =	16	—	16	—	22	—	60	—	25	—	19	—	18	—	52	—	#0101
σ_{n-1} =	14	—	14	—	14	—	15	—	14	—	16	—	14	—	19	—	to 0921

Table 3. Percent of ash weight against net dry weight of South Sea sediment during 1988 summer and 1989 spring seasons

Sampling station	July 31-August 10, 1988			March 7-March 13, 1989			
	Net Dry Weight ⁽¹⁾ (g/cm ³)	Ash Weight ⁽²⁾ (mg/cm ³)	(2) / (1) × 100*	Net Dry Weight ⁽¹⁾ (g/cm ³)	Ash Weight ⁽²⁾ (mg/cm ³)	(2) / (1) × 100*	
0101	0.7553	4.24	5.6	0.5779	6.72	11.6	
0301	—	—	—	1.1515	4.53	3.9	
0303	0.8985	6.16	6.7	0.7643	7.72	10.1	
0305	0.7820	6.45	8.3	0.8076	6.73	8.3	
0307	1.0103	6.83	6.8	1.1988	5.92	4.9	
0309	—	—	—	1.2391	6.22	5.0	
0311	1.5025	4.55	3.0	1.2867	6.62	5.1	
0313	1.0149	4.12	4.1	1.0969	6.67	6.0	
0315	0.9571	3.73	3.7	1.0568	5.74	5.4	
0317	1.0622	4.36	4.1	1.0457	6.62	6.3	
0319	0.7518	3.66	4.9	0.7587	6.03	7.9	
0321	0.7814	4.10	5.3	0.8803	6.90	7.8	
0501	1.3557	4.17	3.1	0.6207	7.03	11.3	
0503	0.9789	3.52	3.6	1.4926	4.81	3.2	
0505	—	—	—	1.4169	6.11	4.3	
0507	0.9792	4.34	4.4	1.5534	5.40	3.4	
0509	0.8115	6.97	8.6	0.9843	7.16	7.2	
0511	0.8915	6.39	7.2	0.8801	7.33	8.3	
0513	0.6069	4.65	7.7	1.0458	6.64	6.3	
0515	0.8015	4.67	5.8	1.2221	6.92	5.7	
0517	0.7948	5.09	6.4	0.9909	7.40	7.5	
0519	0.7800	4.63	5.9	0.8844	7.69	8.7	
0521	0.6641	4.64	7.0	0.8237	8.04	9.8	
0703	1.4526	3.26	2.2	1.4837	5.42	3.7	
0705	1.2405	3.39	2.7				
0707	0.9840	4.88	5.0				
0709	1.0421	5.33	5.1				
0711	1.2438	3.70	3.0				
0713	1.0397	4.15	4.0				
0715	0.9625	5.14	5.3				
0717	0.9439	4.97	5.3				
0719	0.5141	3.90	7.6				
0721	0.9685	4.73	4.9				
0905	1.4479	3.85	2.7				
0907	1.1372	4.01	3.5				
0909	1.0784	5.79	5.4				
0915	1.1147	4.43	4.0				
0917	0.9688	4.23	4.4				
0919	0.9879	4.07	4.1				
0921	0.9909	4.61	4.7				
n =	21	21	21	24	24	24	from st.
x =	0.9349	4.78	5.45	1.0526	6.52	6.74	#0101
σ_{n-1} =	0.2422	1.12	1.82	0.2722	0.90	2.44	to 0703
n =	38	38	38				from st.
x =	0.9864	4.68	5.04				#0101
σ_{n-1} =	0.2263	0.98	1.63				to 0921

*: %

총세균수에 대한 세포의 각 효소 활성력을 갖는 세균수 백분율의 1988년도 하계, 1989년 춘계 결과를 Table 2에 표시하였다. 해양, 담수 종속영양 세균군 간에 효소활성의 차이가 각 정점별 또는 효소 종류에 따라 나타났으나 평균값에 있어서는 두드러지지 않았다. 그러나 1989년도 춘계, N-acetyl- β -glucosaminidase 평균값은 해양 종속영양 세균의 경우가 담수 종속영양세균의 경우보다 각각 37%, 13%로서 약 3배 정도 높음을 알 수 있었다. 계절별 효소 활성력의 차이는 해양종속영양 세균의 경우 β -glucosidase를 제외하고 조사한 모든 효소에서 1988년도 하계보다 1989년도 춘계에 높은 값을 보였다. 따라서 부철 상층수로부터 유입되는 유기물로 인하여 sediment 내의 유기물의 함량이 높아지고 이를 이용할 수 있는 세균, 즉 효소 활성이 높은 세균군이 상승하고 이로부터 생성된 영양물질은 남해해역 sediment 종속 영양세균을 상승시키는 요인으로 작용하는 것으로 사료된다.

담수 종속영양 세균군은 1988년 하계에 비해 1989년 춘계에 α -glucosidase 는 별 변동이 없으나 β -glucosidase, N-acetyl- β -glucosaminidase는 오히려 감소하였고 aminopeptidase는 상승하여 해양 종속영양 세균군에서 나타난 바와는 다른 양상을 보였다. 이와 같은 결과는 1988년도 하계와 1989년도 춘계의 퇴적토 담수 종속영양 세균군 간에 상이한 생화학적 특성을 나타내고 있다는 사실을 시사한다.

남해해역의 퇴적토 해양 종속영양 세균 효소활성도 결과는 팔당호지역에서 조사보고한 담수퇴적토 세균 효소 활성도와 비교할 때에 α -glucosidase, β -glucosidase에서는 낮은 값을 나타내고 aminopeptidase는 비슷한 경향을 보이거나 N-acetyl- β -glucosaminidase는 비교적 높은 분포를 보이고 있다(8). 이와 같은 경향은 남극도양의 결과와 비교할 때에 유사하게 나타났다 (1). 이 결과들을 고찰해 볼때 해양퇴적토에는 담수 퇴적토 또는 육지도양에 비해 chitin을 이용할 수 있는 세균이 우점하고 있다는 사실을 알 수 있다. 따라서 해양퇴적토에서의 chitin은 세균 영양물질로 중요한 역할을 하고 있다는 점을 시사하고 앞으로 해양의 chitin물질 순환에 대한 연구는 해양세균을 이해하는데 매우 중요하다고 사료된다.

퇴적토의 함수율 및 유기물량

퇴적토의 건조량 및 회분량과 그 백분율을 Table 3에 표시하였다. 건조량 값이 나타내고 있는 것은 단위체적당 건조량이 작을 수록 함수율이 높고 퇴적토 입자의 크기가 적다고 볼 수 있다. 퇴적토의 건조량 결과를 살펴보면 평균값이 춘계의 경우 1.0526 g/cm^3 로서 하계의 경우 0.9349 g/cm^3 보다 높음을 알 수 있다. 따라서 춘계의 퇴적토 입자 경도는 하계의 경우보다 평균적으로 크다고 볼 수 있다. 한편 춘계 퇴적토의 회분량과 백분율은 각각 6.52 mg/cm^3 , 6.74% 로서 입자경도가 큼에도 불구하고 하계의 경우 4.78 mg/cm^3 , 5.45% 보다 높아 퇴적토내 유기물 함량이 높음을 시사한다.

이와 같은 결과는 춘계에 담수유입으로 입자가 큰 퇴적토가 퇴적되는 한편 이와 동시에 유기물의 유입이 예상되고 또는 상층수로부터 프랑크톤의 침강으로 인한 영양물질 공급이 예상된다.

사 사

실험준비와 분석을 도와준 최성찬, 이승복 군과 본 연구에 필요한 시료채취를 도와준 한국해양연구소 남해 종합해양자원도 탐사팀 해양생물연구실 실원계 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 김상진, 이승복. 1990. 남극 King George Island 토양의 종속영양세균 분포상과 효소 활성도. 한국미생물학회지. **28**, 199-203.
2. 남기수 외 62인. 1989. 한국해역 종합해양자원도 작성연구 -남해(3차년도)- 한국해양연구소 보고서. BSPG 00091-251-7. p. 555.
3. 유재명. 1991. 한국남해의 치자어 분포. 박사학위논문. 부산수산대. p. 238.
4. 이수형 외 9인. 1989. 해수자원 p. 167-264; 한국해역 종합해양자원도 작성연구 -남해(3차년도)- 남기수 외 62인. 한국해양연구소 보고서. BSPG 00091-251-7.
5. APHA, AWWA and AWWA. 1985. Standard methods for the examination of water and wastewater.
6. Hoppe, H.-G.. 1983. Significance of exoenzymatic activities in the ecology of brackish water: measurements by means of methylumbelliferyl substrates. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **11**, 299-308.
7. Kim, S.-J. and H.-G. Hoppe. 1986. Microbial extracellular enzyme detection on agar plates by means of fluorogenic methylumbelliferyl substrates. GERBAM-Deuxieme Colloque International de Bacteriologie Marine. Actes de Colloques. 3. IFREMER. Brest, France., 175-183.
8. Kim, S.-J. and H.-G. Hoppe. 1990. Microbial extracellular enzyme detection on agar plates by means of fluorogenic methylumbelliferyl substrates. *Kor. Jour. Microbiol.*, **28**, 229-235.
9. King, G.M.. 1986. Characterization of β -glucosidase activity in intertidal marine sediments. *Appl. Environ. Microbiol.* **51**, 373-380.
10. Kondo, M.. 1985. Oceanic investigation of fishing grounds in the East China Sea and Yellow Sea. I. Characteristics of the mean temperature salinity distribution measured at 50 m and near the bottom. *Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab.*, **62**, 19-66.
11. Rheinheimer, G.. 1968. Beobachtungen über den Einfluß von Salzgehaltsschwankungen auf die Bakterienflora der westlichen Ostsee. *Sarcina*, **34**, 253-262.
12. Rheinheimer, G.. 1977. Regional and seasonal distribution of saprophytic and coliform bacteria.:

- 121-137 In: Microbial ecology of a brackish water environment. Rheinheimer, G.(ed.) Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
13. Rheinheimer, G., 1981. Mikrobiologie der Gewässer. 3rd ed. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.
14. Somville, M. and G. Billen, 1983. A method for determining exoproteolytic activity in natural waters. *Limnol. Oceanogr.*, **28**, 190-193.

(Received August 12, 1992)

(Accepted August 24, 1992)

ABSTRACT: Distribution of Heterotrophic Bacteria and Extracellular Enzyme Activities of Bacteria in the Sediment of South Sea, Korea

Kim, Sang-Jin* and Geon-Hyoung Lee¹ (Korea Ocean Research and Development Institute, Marine Microbiology Lab., Ansan P.O. Box 29, Seoul 425-600, Korea. ¹Dept. of Biology, Kunsan National University, Miryongdong, San 68, Kunsan City, Jeon-Buk Do, 573-360, Korea)

In the periods of July 31 to August 10, 1988 and March 9 to 13, 1989, sediment samples were collected from the South Sea stations (0101 to 0921) located in the area from N 32°30' to 34°30' of latitude and from E 123°30' to 128°30' of longitude. These samples were analyzed for the number of total heterotrophic bacteria and extracellular digesting enzyme activities. In the 1989 spring period the number of heterotrophic bacteria in the sediment surface layer was increased more than 100 times at the maximum compared to that in the 1988 summer period. The proportion of fresh water bacteria to total heterotrophic bacteria was also higher in the spring period than the summer period. The extracellular digesting enzyme activities were higher in spring season than summer. Although the water content of sediment in the spring period was lower than that the summer period, the ash weight indicating organic material content was higher. These results means that the diameters of sediment particles were larger in spring than summer but the input of organic material into the sediment was greater. Based on these results bacterial distributions in the sediment layer of South Sea depend greatly on the season due to the effect of fresh water. During the spring season plankton could grow extensively owing to the inorganic nutrients input by the vertical mixing in the water column, then be precipitated into the sediment. Organic nutrients supplied from enzymatic degradation of polymeric particle from plankton can increase the bacterial number, too.