

錦江河口 潮間帶 底土의 物理化學의 特性, 底生硅藻의 種組成 및 生物量

金 俊 鎬·趙 京 濟

(서울大學校 自然科學大學 植物學科)

The Physico-chemical Properties of Sediment, the Species Composition and Biomass of Benthic Diatoms in the Intertidal Zone of Kūm River Estuary

Kim, Joon-Ho and Kyung-Je Cho

(Dept. of Botany, Seoul National University)

ABSTRACT

The physico-chemical properties of sediment, the species composition and biomass of benthic diatoms were investigated in the intertidal zone of Kūm river estuary, from July 1983 to May 1984. Sandflat sediment was more oligotrophic than mudflat one. The diatom composition was primarily associated with sediment grain size. The dominant epipellic diatoms belonged to the centric diatoms such as *Paralia sulcata* and *Thalassiosira* spp., while the epipsammic diatoms consisted mainly of *Achnanthes haukiana* and *Amphora sabyii*. Diatom flora of sandflat was more significantly diverse than that of mudflat. Mean yearly crop of sandflat diatoms was 2.8 times greater than that of mudflat diatoms and peaked at March reflecting the greater availability of ammonia.

緒 論

河口나 海岸의 潮干帶는 하천과 바다로부터 유입되는 풍부한 營養素로 인하여 그 生産性이 높고, 干滿의 潮差로 노출과 침수가 주기적으로 일어나 독특한 生育環境을 이루어 潮間帶 특유의 底棲生物群集이 形成된다. 底生藻類는 長短期에 걸친 內在的(endogeneous) 및 外在的(exogeneous) 리듬을 형성하여 환경 변화에 빨리

본 연구는 1983년도 문교부 기초과학육성연구비의 지원에 의하여 이루어진 것임.

리 適應한다(Palmer and Round, 1967; Gallagher and Daiber, 1973). 지생조류의 생태학적 연구는 처음에 生産성과 에너지 流轉의 입장에서 접근하였다(Moul and Mason, 1957).

한국에서 조간대의 底生藻類는 순수 硅藻群集임이 밝혀졌고(趙, 1982), 永宗島와 仁川橋 부근의 種組성이 밝혀졌으며(沈과 趙, 1984), 仁川 白石水路의 優占種과 一次生産성이 밝혀졌다(趙, 1982).

본 研究에서는 錦江河口 內草島 앞 상부조간대에서 底土의 物理化學의 특성과 관련된 底生硅藻의 種組成, 生育特性 및 生物량을 조사하였다.

調査地 概況

본 연구는 금강 하구의 남쪽 해안의 돌출부인 내초도와 서방바위 사이(35°56'38"N, 126°35'03"E) 약 60 ha 넓이의 上部潮間帶에서 1983년 7월~1984년 5월 사이에 이루어졌다. 이 조사지의 海水鹽度は 20~30%의 沿岸域이고(鄭 등, 1983), 플랑크톤은 沿岸性, 汽水性 및 淡水性이 혼생한다(Shim and Yang, 1982). 조사지로부터 동북 방향으로 약 4km 거리에 있는 군산 외항의 潮夕은 半日周潮로서 潮差는 大潮時에 6m, 小潮時에 3m이다(李, 1984). 조사지에서 관찰한 바에 따르면 滿潮時의 日中 노출시간은 11~15시간, 침수시간은 9~13시간이고, 노출(또는 침수) 시작부터 완전 노출(또는 침수)까지는 약 1시간이 소요되는 평평한 地面이다.

調査方法

調査定點의 選定 내초도 남쪽 해안선으로부터 약 100m 거리에 50°N 방향의 基線을 치고, 기선상의 200m 간격마다 직각으로(면바다 방향) 5개의 側線을 긋고 이 측선을 따라 100m 간격으로 9개의 調査定點을 정하여 각 정점에 PVC 파이프를 세웠다(Fig. 1).

底土의 粒度分析 저토는 내경 8cm의 원통으로 표층 1cm 또는 30cm 깊이까지 층별로 채취하였다. 저토의

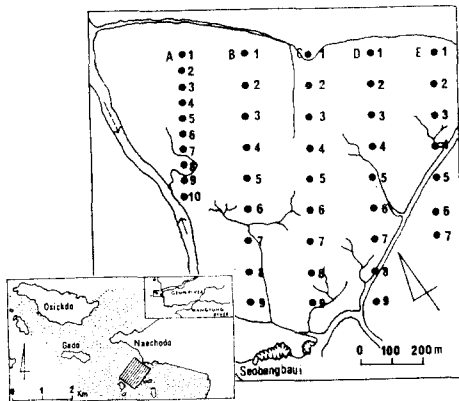


Fig. 1. Map showing study area (hatched area) and sampling sites. Solid arrow indicates high-tide direction, dotted arrow low-tide direction.

입도분석은 陰乾土壤에 6% H_2O_2 와 10% HCl 수용액을 가하여 有機物과 炭酸鹽炭素를 제거한 후 濕式篩別(wet sieving)하여 입도 4φ 이상과 이하의 입자로 분리하였다. 4φ보다 粗粒底土는 체분석법(Ingram, 1971)으로, 4φ보다 細粒底土는 堆積物分析法(Galehouse, 1971)으로 분석하였다.

底土의 物理化學的 性質 저토의 pH와 전기전도도는 음전도양과 증류수의 비율 1:5로 하여 각각 pH meter(Fisher 230A)와 전기전도도계(DM 35)로 측정하였다. 저토의 화학성분 중에서 암모니아(NH_3)는 1M KCl 용액으로, 질산(NO_3)은 2차 증류수로 추출하고, 인산(PO_4)은 0.5M $NaHCO_3$ 용액으로 추출한 후 5N 황산용액으로 酸性化시킨 다음 Strickland and Parsons (1972)의 海水分析法에 따라 정량하였다(Darley *et al.*, 1981). 有機窒素(Org-N)는 micro-Kjeldahl 법으로, 칼륨(K)은 2N ammonium acetate 용액으로 추출하여 flame photometer(Coleman 51)로 측정하였다. 저토의 탄소함량은 0.1g의 시료에 6N 인산 7ml를 가하여 폐각에서 유래한 炭酸鹽炭素를 제거한 후 과황산칼륨 0.5g과 10% 질산은 1ml를 가하여 가열하고 이때 발생하는 CO_2 를 赤外線 CO_2 分析計(Yanaco Air-200)로 CO_2 농도를 측정하여 有機炭素(Org-C)를 정량하였다(Seto, 1978).

底生硅藻의 計數 및 葉綠素 a 抽出 내경 3cm의 원통으로 표토 2~3mm를 채취하여 4% formalin 수용액 5ml에 넣어 고정하였다. 고정된 시료에 濃窒酸을 가하여 2배로 희석하고, 모래중탕에서 30분간 가열하여 규조의 細胞有機物을 제거하고 증류수를 가하여 원심 분리하여 산을 씻어내는 조작을 6회 이상 반복하였다. 이 시료를 슬라이드 유리 위에 놓고 pleurax로 봉입하여 현미경 하에서 1,000배로 확대하여 관찰하고 同定하였다(Moss, 1976). 각 정점마다 최소 표본크기인 300~1,000개의 규조를 관찰하여 種別로 계수한 후 相對頻度를 계산하였다(Moore, 1974).

底土의 葉綠素 a는 내경 3cm, 깊이 1cm의 원통으로 표토를 2~3개 채취하여 냉동시켰다. 이 저토를 100% acetone으로 24시간 추출한 다음 2N HCl 1~2滴으로 酸性化시킨 전과 후의 흡광도를 측정하여 엽록소 a와 pheopigment의 양을 계산하고 후자는 全色素量에 대한 백분율로 표시하였다(Lorenzen, 1967).

結果

底土의 粒度組成 입도분석한 결과를 지도화하여 보면 먼바다쪽(서방바위 쪽)은 silt-clay 함량이 20% 이하의 모래 퇴적물이, 해안 쪽은 80% 이상의 細粒堆積物이, 양자 사이는 20~40%의 불규칙한 모자이크상으로 분포하였다(Fig. 2).

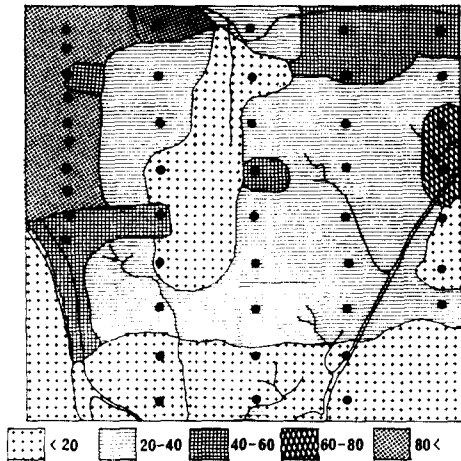


Fig. 2. Map showing horizontal distribution of five grouped silt-clay content(%). Closed circle indicates sampling sites.

평균입도 크기를 기준으로 저토를 분류한 결과 평균 직경이 4φ보다 큰 細粒土로 구성된 진흙밭(mudflat)과 4φ보다 작은 粗粒土로 된 모래밭(sandflat)로 구분되었고, 진흙밭과 모래밭의 silt-clay 함량은 각각 83%와 18%로써 전자가 후자보다 4.6배 많았다(Table 1). 저토의 累積分布曲線은 진흙밭과 모래밭이 비슷한 기울기를 나타냈다(Fig. 3). 저토의 침식과 퇴적은 계절에 따라 1~3cm 두께의 불규칙적 변화가 관찰되었다. silt-clay 함량의 계절변화는 정점 B₁, B₃, B₆ 및 B₈에서 각각 7~

Table 1. Mean sediment texture at the study area

Sediment type	Texture(%)			Mean grain size(φ)	Grain type
	Sand	Silt	Clay		
Mudflat	18.1	71.0	10.9	5.27(±0.26)	Medium silt
Sandflat	82.8	14.2	3.0	3.51(±0.24)	Very fine sand

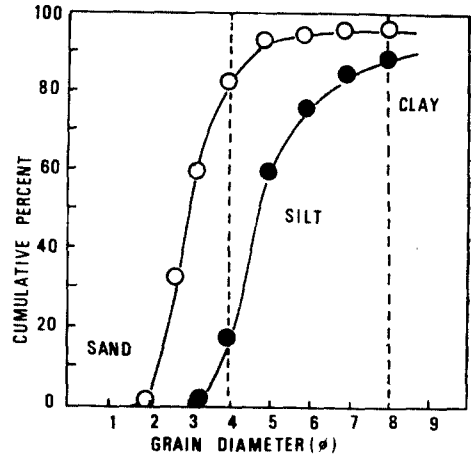


Fig. 3. Cumulative curve pattern of grain diameter of sediment. -●- : mudflat; -○- : sandflat.

22%, 13~34%, 9~19% 및 73~87%로 비교적 좁았는데, 특히 細粒土인 정점 B₁에서는 안정되어 있었다.

底土의 化學的 特性 진흙밭과 모래밭의 저토의 pH 평균값은 비슷하였지만 변화폭은 전자보다 후자가 컸다(Table 2). 전기전도도는 진흙밭이 모래밭보다 약 2배 컸다. 이 측정치에 전환상수 640을 곱한 鹽度는 진흙밭에서 20~42‰, 모래밭에서 12~22‰였다. NH₃ 함량은 7~11월에 2.4~2.8 μg N/cm²으로 높았고, 3월에 1.1 μg N/cm²로 가장 낮았다(Fig. 4). NO₃(NO₂ 포함) 함량은, 이와는 대조적으로, 9~11월에 0.7~1.0 μg N/cm²로 가장 낮았고, 3월에 2.4 μg N/cm²로 가장 높았다. 계절적 변동에 따른 상관계수는 -0.63으로 負의 相關을 보였다.

저토의 Org-N와 Org-C량은 모래밭에서 각각 0.20~0.28 mg N/g·dw와 0.84~1.39 mg C/g·dw으로 좁은 변화폭이었지만, 진흙밭에서 각각 0.35~0.51 mg N/g·dw와 1.46~2.86 mg C/g·dw으로 넓은 변화폭을 보였다. 유기질소와 유기탄소 함량은 진흙밭이 모래밭보다 1.4~1.9배 많아서 모래밭이 보다 貧營養性이었다. 본 조사지의 저토의 유기질소 함량은 해안 水路의 1.5 mg N/g·dw(趙, 1982)과 해안 염생식물군락의 0.65~1.80 mg N/g·dw(金과 閔, 1983)보다 적었다.

저토의 silt-clay 함량이 많을수록 Org-N, Org-C, PO₄, 및 K 함량이 비례하였는데, 그들 사이의 상관계수는 각각 0.83, 0.89, 0.78 및 0.90으로 높은 正相關을 보였다(Fig. 5).

Table 2. Physico-chemical properties of upper sediment of the study area at the Küm river estuary*

Item	Sediment type	Content		
		Mean	Range	Unit
pH	mudflat	7.59(7.10~7.83)		
	sandflat	7.52(6.83~8.05)		
Conductivity	mudflat	4.82(3.08~6.56) mmho/cm		
	sandflat	2.65(1.83~3.50) mmho/cm		
Ammonia	mudflat	2.70(1.82~3.70) $\mu\text{g N/cm}^2$		
	sandflat	1.89(0.75~3.79) $\mu\text{g N/cm}^2$		
Nitrate + nitrite	mudflat	1.97(0.54~3.42) $\mu\text{g N/cm}^2$		
	sandflat	1.30(0.53~2.77) $\mu\text{g N/cm}^2$		
Phosphate	mudflat	10.42(7.45~13.14) $\mu\text{g P/g}$		
	sandflat	5.98(4.30~7.21) $\mu\text{g P/g}$		
Potassium	mudflat	7.76(6.03~9.18) mg K/g		
	sandflat	5.04(4.64~5.55) mg K/g		
Organic nitrogen	mudflat	0.40(0.35~0.51) mg N/g		
	sandflat	0.24(0.20~0.28) mg N/g		
Organic carbon	mudflat	1.94(1.46~2.86) mg C/g		
	sandflat	1.04(0.84~1.39) mg C/g		

*These values are 6 replicate measurements.

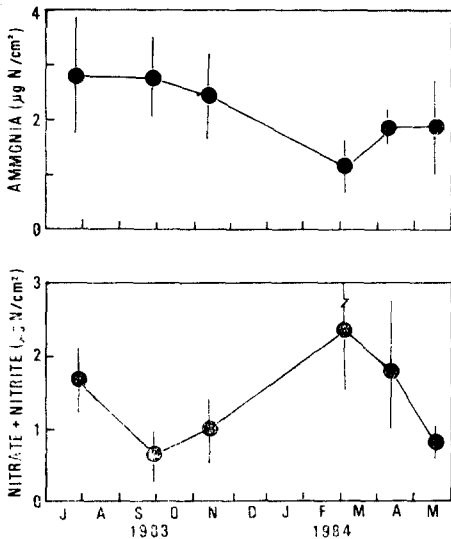


Fig. 4. Seasonal change of ammonia and nitrate including nitrite in upper sediment.

해수의 염분농도 1984년 5월 19일~20일에 측정된 만조시의 NH_4 , NO_3 및 PO_4 의 농도는 오후에는 각각 $302 \mu\text{g N/l}$, $552 \mu\text{g N/l}$ 및 $39 \mu\text{g P/l}$ 이었고, 오전에는 각각 $76 \mu\text{g N/l}$, $355 \mu\text{g N/l}$ 및 $18 \mu\text{g P/l}$ 로써 두 潮夕

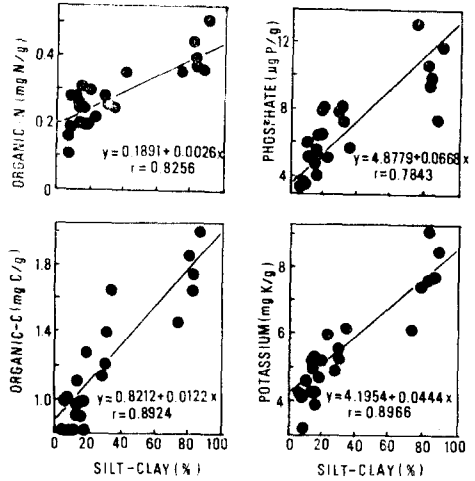


Fig. 5 Relationships between silt-clay content and organic nitrogen, organic carbon, phosphate and potassium in upper sediment.

周期的 측정치가 각각 달랐다. 저토 밑 地下水의 NH_4 , NO_3 및 PO_4 농도는 $545 \mu\text{g N/l}$, $324 \mu\text{g N/l}$ 및 $18 \mu\text{g P/l}$ 로써 오후의 해수중의 그들 함량과 비슷하였다. 본 해수의 영양소농도는 낙동강 하구에서 갈수기에 측정 한 것 보다 훨씬 낮은 값이었다(金 등, 1981).

底生硅藻의 種組成 및 生物量

種組成: 본 조사지 저토에서 153종류의硅藻가 관찰되었는데 이 중 88種은 同定되었고, 65種은 미동정종이었다. 이들硅藻를 Hendey(1964)의硅藻分類體系에 따라 총 40屬의相對數를 정리하면 Table 3과 같다. 진흙에서는 상대 수도가 *Paralia*, *Cymatosira*, *Thalassiosira*, *Navicula* 및 *Skeletonema*의 순으로 적어졌고, 모래에서는 *Achnanthes*, *Amphora*, *Cocconeis*, *Thalassiosira*, *Cylindrotheca* 및 *Cymatosira*의 순으로 적었다. *Amphora*, *Cocconeis* 및 *Eunotia*는 모래에서만 특이하게 출현하였는데, 前二屬에는 각각 15여 다양한 種이 포함되었다.

규모의 계절에 따른 出現頻度(최소 3% 이상)는 진흙에서는 *Paralia sulcata*, *Thalassiosira* spp. 및 *Skeletonema costatum* 등의 中心型硅藻가 優占하였는데, 특히 *Paralia sulcata*는 年中 21~37%의 頻度로 출현하였다(Fig. 6). 이밖에 *Cymatosira* sp. 1은 3% 이상 출현하였고, *Navicula* spp.는 주로 3월에 30% 이상의 높은 빈도로 나타났다. 플라크톤성硅藻

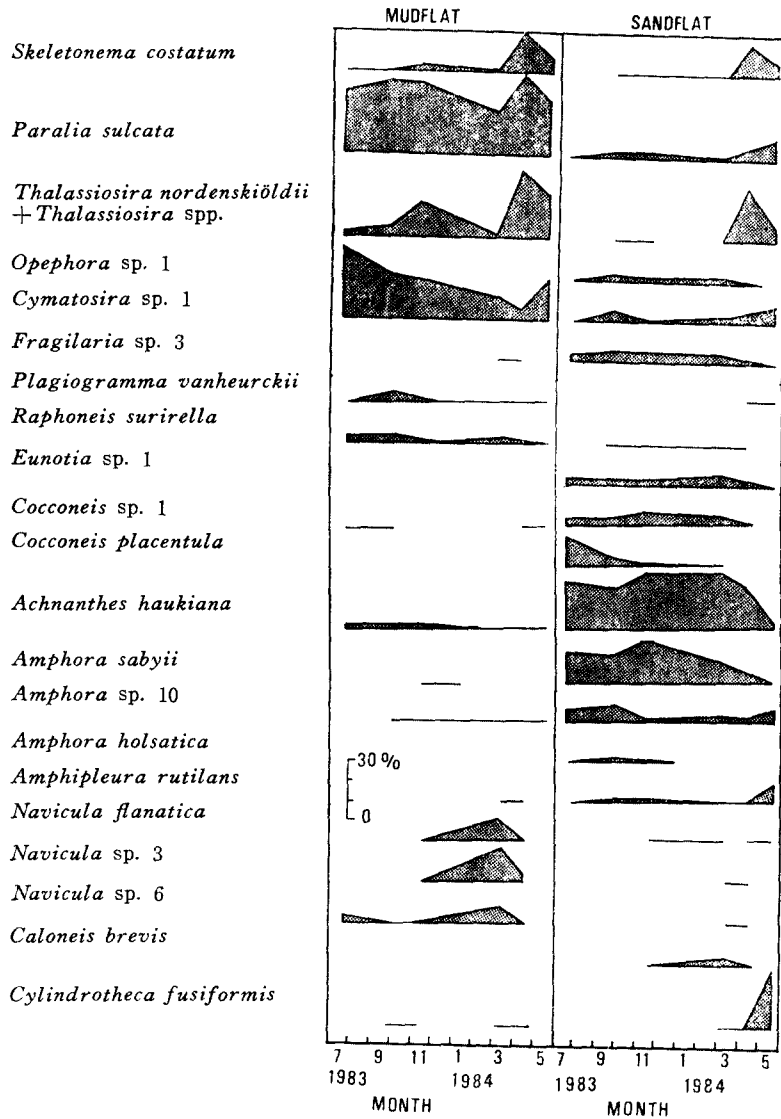


Fig. 6. Relative abundance of benthic diatom in the intertidal zone, Kūm river estuary.

인 *Thalassiosira* spp.와 *Skeletonema costatum*은 모든 정점에서 4월에 각각 20% 이상 출현하는 것으로 보아 플랑크톤의 blooming시에 이들이 저토에 침전한 것으로 생각된다.

모래펄에는 *Achnanthes haukiana*와 *Amphora sabyii* 등의 單背線 및 兩背線硅藻가 우점하였다. 특히 전자는 5월을 제외하고 연중 5~28%의 頻度를 유지하

였다. 연중 5% 이상의 빈도로 1회 이상 나타나는 種은 *Cymatosira* sp. 1, *Fragilaria* sp. 3, *Eunotia* sp. 1, *Cocconeis* sp. 1, *Cocconeis placentula*, *Amphora* sp. 10 및 *Amphipleura rutilans*이었고, *Paralia sulcata*, *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira* spp. 및 *Cylindrotheca fusiformis*는 4~5월의 blooming시에 10% 이상 출현하였다.

Table 3. Relative abundance of genus of benthic diatom at the intertidal zone, Küm river estuary

Genus	Relative abundance(%)		Genus	Relative abundance(%)	
	Mudflat	Sandflat		Mudflat	Sandflat
<i>Paralia</i>	30	4	<i>Synedra</i>	1	+
<i>Cyclotella</i>	1	+	<i>Plagiogramma</i>	1	+
<i>Coscinodiscus</i>	r	r	<i>Eunotia</i>		3
<i>Actinocyclus</i>	+	r	<i>Achnanthes</i>	1	21
<i>Thalassiosira</i>	14	6	<i>Cocconeis</i>	+	7
<i>Podosira</i>	r	r	<i>Navicula</i>	9	2
<i>Skeletonema</i>	5	4	<i>Diploneis</i>	+	+
<i>Actinoptychus</i>	1	r	<i>Caloneis</i>		+
<i>Auliscus</i>		r	<i>Pinnularia</i>	+	1
<i>Biddulphia</i>	r	+	<i>Trachyneis</i>	+	r
<i>Triceratium</i>	+	r	<i>Amphipectora</i>	r	2
<i>Anaulus</i>		+	<i>Pleurosigma</i>	+	r
<i>Eunotogramma</i>		+	<i>Gyrosigma</i>	1	r
<i>Fragilaria</i>	+	6	<i>Amphiprora</i>	r	r
<i>Raphoneis</i>	2	+	<i>Cymbella</i>	r	r
<i>Dimeregramma</i>	r	1	<i>Amphora</i>	+	20
<i>Glyphodesmis</i>	+	1	<i>Cylindrotheca</i>	+	5
<i>Campylosira</i>		+	<i>Nitzschia</i>	1	+
<i>Opephora</i>	r	2	<i>Hantzschia</i>	r	r
<i>Cymatosira</i>	18	4	<i>Surirella</i>	r	+

+ : 0.1~1.0% abundance, r : less than 0.1% abundance

이들 주요硅藻들, *Paralia sulcata*, *Cymatosira* sp. 1, *Fragilaria* sp. 3, *Eunotia* sp. 1, *Cocconeis* sp. 1, *Achnanthes haukiana* 및 *Amphora sabyii* 등은 20µm 정도의 小形硅藻인 점이 특징이고, 특히 *Cocconeis* sp. 1과 *Amphora sabyii*는 평균 10µm의 小形이었다. 淡水性硅藻인 소수의 *Cymbella* spp.를 제외하면 본 저토에는 대부분 沿岸性과 汽水性硅藻가 생육하였다.

葉綠素 a 量 : 저토 표면의 엽록소 a 양은 진흙펄과 모래펄에서 3월에 각각 54 mg/m²와 71 mg/m²의 최고치를 보이고, 진흙펄은 7월에 8 mg/m²로, 모래펄은 4월에 27 mg/m²의 최소치를 보였다(Fig. 7). 진흙펄과 모래펄의 연평균 葉綠素 a 含量은 각각 15 mg/m²와 43 mg/m²으로 전자가 후자보다 많았다. 葉綠素 分解産物인 pheopigment 양은 엽록소 a 량과 역상관계에 있었다(Fig. 7). Booth and Dromgoole(1984)에 의한硅藻의 葉綠素 a 量과 乾物量의 관계식, 乾物量 1g=10,771±656 µg 엽록소 a, 를 이용하여 본 저생구조의 乾物量을 계산한 결과 진흙펄과 모래펄에서 연평균 각각 1.43g·

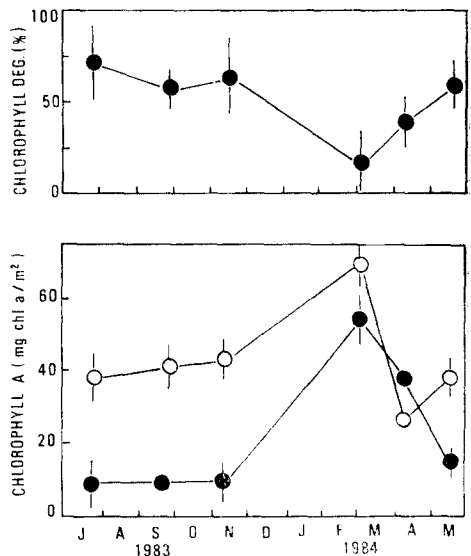


Fig. 7. Seasonal change of chlorophyll degradation percentage and chlorophyll a content. -●- : mudflat; -○- : sandflat

dw/m²와 3.97 g/dw/m²이었다.

論 議

이상의 결과로 보아 底土는 細粒과 粗粒底土로 구별되는데, 전자는 후자보다 전기전도도, PO₄, 유기질소 및 유기탄소 함량이 약 2배나 많이 포함되고, NH₃, NO+NO₂ 및 K함량도 많았다(Fig. 5 와 Table 2). 그 이유로서 細粒底土는 海流가 완만한 해변에 분포하므로(Fig. 2) 해수나 담수에 의하여 운반된 물질이 세립토 상에 침전되고, 粒子的 표면적이 넓으므로 많은 양을 축적한 것으로 생각된다. 이러한 細粒과 粗粒底土의 분포는 후술하는 것처럼 底生硅藻의 種組成과 生物量을 달리한다(Fig. 6, Fig. 7 및 Table 3). 본 潮間帶 底土의 입도분포 패턴은 單最頻分布(unimodal distribution)인데 이런 패턴을 보이는 것은 하나의 運搬作用에 의해 堆積된 것으로 생각된다(鄭과 박, 1978). 底土의 鹽度범위가 12~42‰로 넓은 까닭은 본 조사지의 저토표면의 하루 중 노출시간이 11~15시간만큼 길어서 淡水로 희석되는 영향보다는 강한 日射로 건조하거나 降水로 희석되기 때문이다. 여기에서 사는 底生硅藻는 廣耐鹽性으로 생각된다(Amspoker and McIntire, 1978). 해수의 무기영양소나 저토의 유기영양소는 貧營養性이었다.

Round(1971)는 底生硅藻의 生育型을 細粒底土에 부착하지 않고 서식하는 epipellic diatom과 粗粒의 모래 표면에 부착하여 서식하는 epipsammic diatom으로 구분하였는데, 본 조사지에서도 細粒과 粗粒底土에 따라 種組成이 다른 두 生育型이 구별되었다. epipellic diatom으로는 *Paralia sulcata*가, epipsammic diatom으로는 *Achnanthes haukiana*, *Amphora sabyii*, *Cocconeis* spp. 및 *Eunotia* sp. 1 등이 속한다. 모래펄의 硅藻는 小形(10~20μm)이 많았는데 이는 epipsammic diatom의 한 특징이다(Round, 1971; Rao and Lewin, 1976).

특히 *Paralia sulcata*는 인천 주변의 潮干帶에서 연중 優占種으로 나타나고(趙, 1982; 沈과 趙, 1984), 식물성 플랑크톤의 우점종으로 나타나는 것(崔, 1984; 沈과 趙, 1984)으로 보아 한국의 서해안 潮間帶 및 沿岸에서 본 種이 優占하는 것으로 생각된다. 底生硅藻는 沿岸과 하구의 식물성 플랑크톤 군집에서 출현 種數의 14~58%만큼 출현하고, 이들은 底土에서의 出現頻度와 비례하는 것으로 보아 底生硅藻의 生態的 중요성이

강조되고 있다(沈과 趙, 1984).

저생규조의 계절적 변화는 진흙펄에서 3~4월에, 모래펄에서 4~5월에 컸다. 진흙펄과 모래펄에서 底生硅藻의 출현 種數는 각각 73종과 117종으로 모래펄에서 많았다. 種의 多樣性指數(Shannon-Wiener)의 연평균치도 각각 0.55와 0.75로 모래펄이 진흙펄보다 다양하였다. 前述한 바와 같이 모래펄이 진흙펄보다 貧營養性인데도 엽록소 a 량에서 계산된 生物量은 많았다. 이 결과는 모래펄이 貧營養性이지만 그 粒子的 간극을 통하여 햇빛과 기체의 출입이 많이 일어나서 生物量을 증가시킨 것으로 생각된다. 그러나 저생규조의 一次生産은 모래 堆積物이 silt 堆積物 위에서 보다 적다는 보고도 있다(McIntire and Moore, 1977).

葉綠素 a 량과 저토의 NH₃ 및 NO₃ 량 사이의 계절변화는 전자 사이에서는 負의 相關(r=-0.45)이, 후자 사이에서는 正의 相關(r=0.55)이 나타났다. 이 사실은 엽록소 a의 생성에 NH₃-N을 이용하는 것을 시사해 주며, 특히 春季에는 그 이용율이 높았다(Fig. 4와 7). 실제로 鹽生植物 群落 밑의 저생조류에 NH₃-N을 施肥하여 生物量을 증가시키고 있다(Darley et al., 1981). 그러나 海藻나 葉생식물이 없는 본 조사지에서 NH₃-N만이 저생규조 生物量의 제한 요인이라고 생각하기는 어렵다. 저생규조의 種組成과 生物量은 저토의 粒度組成(Amspoker and McIntire, 1978), 鹽分濃度(Amspoker and McIntire, 1978), 노출시간(McIntire and Wulff, 1969), 含水量(趙, 1982) 및 日射量(McIntire, 1968) 등에 영향을 받는데, 본 조사지 처럼 계절에 따른 鹽분구배가 크지 않고, 저토면이 안정되고 평평하여 노출시간이 비슷하며, 함수량이 많아 間隙水가 풍부하고, 일사량이 동일한 沿岸 干潟地에서는 粒度組成이 種組成과 生物量을 결정하는 主要因이 될 것이다.

摘 要

錦江河口 潮間帶에서 底土의 물리화학적 特性 및 底生硅藻의 種組成, 生育特性 및 生物量을 조사하였다.

모래펄의 底土는 진흙펄보다 貧營養性이었다. 底土의 粒度가 기본적으로 硅藻의 種組成을 결정하는 主要因이었다. 細粒底土에 부착하지 않고 서식하는 epipellic diatom으로는 *Paralia sulcata*와 *Thalassiosira* spp. 였고, 모래 표면에 부착하는 epipsammic diatom은 주로 *Achnanthes haukiana*와 *Amphora sabyii* 등이었다. 모래펄의 硅藻類가 진흙펄의 硅藻類보다 種數 및

種의 多樣性指數가 높았다.

底生硅藻의 生物量은 3월에 가장 많았는데, 모래편이 진흙편보다 年 평균 2.8배 많았으며, 3월에 암모니아(NH₃-N)의 이용율이 가장 높았다.

引用 文 獻

- Amspoker, M.C. and C.D. McIntire. (1978). Distribution of intertidal diatoms associated with sediments in Yaquina estuary, Oregon. *J. Phycol.*, **14** : 387~395.
- Booth, W.E. and F.I. Dromgoole. (1984). Photosynthetic activity of enzymatically separated epiphytic diatoms using an infra-red gas analyzer (IRGA). *Bot. Mar.*, **27** : 319~326.
- 趙京濟. (1982). 仁川 底位干潟地 底生藻類의 種構造 및 一次生産. 碩士學位論文, 서울大學校. 43pp.
- 崔仲基. (1984). 京畿灣 植物플랑크톤의 生態學的 研究. 博士學位論文, 서울大學校. 320pp.
- 鄭公洙·朴龍安. (1978). 南陽灣 南部潮間帶 堆積環境의 堆積學的 特性에 關하여. 韓國海洋學會誌, **13** : 9~18.
- 鄭鍾律·李載學·安希洙. (1983). 錦江 河口의 海水循環 學. I. 鹽分 境界層의 變化性. 韓國海洋學會誌, **18** : 142~148.
- Darley, W.M., C.L. Montague, F.E. Plumley, W.W. Sage and A.T. Psalidas. (1981). Factors limiting edaphic algal biomass and productivity in a Georgia salt marsh. *J. Phycol.*, **17** : 122~128.
- Galehouse, J.S. (1971). Sedimentation analysis. *In* (Carver, R.E., ed.) *Procedures in sedimentary petrology*. Wiley-Interscience. pp. 69~94.
- Gallagher, J.I. and F.C. Daiber. (1973). Diel rhythms in edaphic community metabolism in a Delaware salt marsh. *Ecology*, **54** : 1160~1163.
- Hendey, N.I. (1964). An introductory account of the smaller algae of British coastal waters. Part V. Bacillariophyceae (diatoms). *Fishery Investigations Series IV*, London. 317pp.
- Hustedt, F. (1927~1930). Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. *In* (Rabenhorst, L., ed.) *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*. Akad. Verlagsges., Band VII, Teil I: 920pp. (1931~1959). *Ibid.*, Teil II: 845pp. (1961~1966). *Ibid.*, Teil III: 816pp.
- Hustedt, F. (1930). Bacillariophyta (Diatomeae). *In* (Pascher, A., ed.) *Die Süßwasser-Flora Mitteleuropas*. Heft 10, Gustav Fischer, Jena. 468pp.
- Ingram, R.L. (1971). Sieve analysis. *In* (Carver, R. E., ed.) *Procedures in sedimentary petrology*. Wiley-Interscience. pp. 49~67.
- 金俊鎬·閔丙未. (1983). 海邊鹽生植物群集에 對한 生態學的 研究(Ⅲ). 仁川 干拓地의 土地環境, 種의 多樣性 및 鹽類循環에 對하여. *식물학회지*, **26** : 53~71.
- 金俊鎬·金薰洙·李仁圭·金鍾元. (1981). 洛東江河口 生態系의 構造와 機能에 關한 研究. 서울大學校自然科學綜合研究所 報告書. 84pp.
- 이창복. (1984). 금강 하구 부유 퇴적물의 퇴적작용과 지화학적 특성에 대한 연구. *한국과학재단보고서*.
- Lorenzen, C. (1967). Determination of chlorophyll and pheo-pigments: spectrophotometric equation. *Limnol. Oceanogr.*, **12** : 343~346.
- McIntire, C.D. (1968). Structural characteristics of benthic algal communities in laboratory streams. *Ecology*, **49** : 520~537.
- McIntire, C.D. and W.W. Moore. (1977). Marine littoral diatoms: Ecological considerations. *In* (Werner, D., ed.) *The biology of diatom*. Botanical Monographs Vol. **13**, Blackwell Sci. Publ. pp. 333~371.
- McIntire, C.D. and B.L. Wulff. (1969). A laboratory method for the marine benthic diatoms. *Limnol. Oceanogr.*, **14** : 667~678.
- Moore, J.W. (1974). Benthic algae of southern Baffin Island. III. Epilithic and epiphytic communities. *J. Phycol.*, **10** : 456~462.
- Moss, B. (1976). The effects of fertilization and the fish on community structure and biomass of aquatic macrophytes and epiphytic algal population: An ecosystem experiment. *J. Ecol.*, **64** : 313~342.
- Moul, E.T. and D. Mason. (1957). Study of diatom populations on sand and mudflats in the Woods

- Hole area. Biol. Bull., **113** : 351.
- Palmer, J.D. and F.E. Round. (1967). Persistent, vertical migration rhythms in benthic microflora. VI. The tidal and diurnal nature of the rhythm in the diatom *Hantzschia virgata*. Biol. Bull., **132** : 44~55.
- Patrick, R. and C.W. Reimer. (1966). The diatoms of the United States. Vol. 1. Acad. Nat. Sci. Phil., Monographe no. 13. 688pp. *Ibid.*, 1975. Vol. 2. 213pp.
- Rao, V.N. and J. Lewin. (1976). Benthic marine diatom flora of False bay, San Juan Island, Washington. *Syysis*, **9** : 173~213.
- Round, F.E. (1971). Benthic marine diatoms. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **9** : 83~139.
- Seto, M. (1978). Rapid and sensitive method for determination of total organic carbon by wet oxidation-nondispersive infrared gas analyzer. *Japan Analyst*, **27** : 660~663.
- 沈載亨·趙炳喆. (1984). 仁川附近 潮間帶의 底生硅藻類群集. 서울大學校 自然科學大學 論文集, **9** : 135~150.
- Shim, J.H. and J.S. Yang. (1982). The community structure and distribution of phytoplankton of the Geum river estuary. *J. Oceanol. Soc. Korea*, **17** : 1~11.
- Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons. (1972). A practical handbook of seawater analysis. *Fish. Res. Bd. Canada Bulletin* 167. 310pp.

(1985年 1月 12日 接受)