JOURNAL OF AQUACULTURE 8 (1) : 47~58 (1995) 韓國養殖學會誌 8 (1) : 47~58 (1995)

居金水道內 養殖漁場의 海洋環境特性 I. 植物플랑크톤 群集의 季節變動*

尹 良 湖 · 高 楠 表**

麗水水産大學校 海洋學科,
**麗水水産大學校 養殖學科

Studies on the Environmental Characteristics of the Breeding Ground in the Kogum-sudo, Southern Part of Korean Peninsula I. Seasonal Succession of Phytoplankton Population

Yang Ho Yoon and Nam Pyo Koh**

Department of Oceanography, Yosu National Fisheries Univesity, Yosu 550-749, Korea
**Department of Aquaculture, Yosu National Fisheries Univesity, Yosu 550-749, Korea

ABSTRACT

Field studies on the seasonal succesion of phytoplankton population were carried out at the 25 stations of the breeding ground in Kogum-sudo, Southern coast of Korean peninsula in Feburuary, April, August and October, 1993.

Sixty four species belonging to 40 genera were identified. Predominant species were mainly centric diatoms throughout the four seasons, two centric diatoms, *Skeletonema costatum* and *Thalassiosira* sp. and a pennate diatom, *Thaiassionema nitzschioides* in the winter; two pennate diatoms, *Thaiassionema nitzschioides* and *Asterionella kariana*, and especially a dinoflagellate, *Heterocapsa triquetra* (station 10) in the spring, two centric diatoms, *S. costatum* and *Chaetoceros diadema* in the summer; and a centric diatom, *Rhizosolenia alata* and a pennate diatom, *Bacillaria paxillifer* in the fall.

The main red tide organisms in the breeding ground were dinoflagellates, *Prorocentrum dentatum, P. minimum, P. triestinum, Ceratium furca, Gymnodinium sanguineum, Noctiluca scintillans, H. triquetra, Scrippsiella trichoidea* and a diatom *S. costatum* in the Kogum Sudo.

Seasonal phytoplankton cell numbers were in a wide range between 8.8×10^3 cells/ℓ and 1.4×10^6 cells/ℓ; The seasonal average cell numbers were $12.2\times10^4\pm5.9\times10^4$ cells/ℓ (mean

* 본 연구는 1992년 전라남도의 연안 복합어장 조성에 따른 어장환경조사 연구비에 의해 수행되었음.

±standard diviation) in the winter, $3.3\times10^4\pm1.4\times10^4$ cells/ℓ in the spring, $48.4\times10^4\pm40.0\times10^4$ cells/ℓ in the summer, and $3.6\times10^4\pm1.9\times10^4$ cells/ℓ in the fall, respectively.

序 論

海洋生態系는 매우 多樣한 生物群에 의하여 複雜·多樣하게 構成되어 있으며, 特히 沿岸海域 生態構造에서 그 傾向은 더욱 顯著하다. 이와 같은 海洋生態系의 構成因子 中, 植物플랑크톤은 海洋生態系에서 無機物을 有機物로 轉換시켜 주는 生産者로서의 役割을 隨行하고 있어, 海域의 有用水産資源은 물론, 海域에 棲息하는 모든 海洋動物의 生産活動을 維持·支撑시키고 있는 근원이 되고 있다. 따라서, 海洋生態系의 構造나, 海域의 生物生産機構의 파악 및 海域의 效率的 利用·管理라는 側面에서도 해역의 植物플랑크톤 群集의 動態를 무엇보다 우선 把握되어야 하는 要因이라고 할 수 있다.

따라서 본 조사는 沿岸海域에 無計劃的으로 亂立하고 있는 沿岸養殖漁場을 整備하고 複合的인 海域 利用構想을 마련하기 위해 全羅南道가 施行한 어장의 입체적 이용방안을 위한 綜合的인 연구의 일부로서, 海洋生態系의 低次營養段階를 占有하고 있는 植物플랑크톤의 出現特性을 把握하여 本 海域의 生物生産機構를 解明과 養殖漁場 環境 파악에 필요한 基礎資料를 제공하고자 한다.

본 조사의 대상해역인 거금수도는 전남 고흥반도와 거금도 사이에 위치하는 狹水路로서, 서쪽으로는 득량만과 연결되어 있고, 남쪽으로는 南海와 연결되어 있어, 주로 남쪽 開放口를 통해 圓滑한 海水交換이 이루어지는 해역이다(Lee 1994). 수도내의 수심은 수로부에서는 20 m이상을 나타내고 있으나, 수도의 북쪽과 동쪽인 고흥반도 연안, 즉 풍남만 등은 10 m이하의 낮은 수심을 나타낸다.

또한 본 해역은 海水流動이 원활하고 거금도 등 대소 도서에 의해 둘러싸여 온화한 해역특성을 나타내고 있기에 오래전 부터 水産增養殖 등의 漁業活動이 활발하게 이루어 지고 있는 곳으로, 조사시점에도 미역, 김 등의 海藻類養殖과 전복 등 貝類 양식이 盛行하고 있다. 특히 이와 같은 養殖施設利用은 만의 북부 해역인 풍남만을 중심으로하여 水路 北部와 東部 海域에서 주로 행사되고 있다.

그러나, 이와 같은 활발한 海域利用에도 불구하고 본 해역을 대상으로한 學術的인 海洋環境 把握이나 海洋生物相 등에 대한 조사연구는 현재까지 전무한 실정이며, 다만 득량만의 해수 유동 현상을 수치모델 등에 의해 해석하면서 본 해역을 포함한 보고가 보여질 뿐이다(Lee 1994).

材料 및 方法

거금수도 養殖漁場의 海洋環境特性을 파악하기 위한 現場調査는 1993년 2월(대조), 4월(소조), 8월(소조) 및 10월(대조)의 4회에 거쳐 계절별로 Fig. 1에 標示된 거금수도 내의 25개 觀測點을 대상으로 실시하였다. 그 중 식물플랑크톤 標本의 採集은 표층해수를 대상으로 고무 바께쓰에 의한 採水法에 의하였다. 채집된 해수 표본은 現場에서 300 mℓ용 플라스틱 標本瓶에 넣어 中性포르마린으로 첨가 포르마린 最終濃度가 0.4%가 되게 固定하였다(Throndsen 1978).

검경시료는 實驗室에서 固定한 海水 250 mℓ를 採取하여 pore size가 5.0 ㎛인 membrane filter (dia., 47 mm)가 裝着된 플라스틱 濾過器를 利用하여, 自然落下 方法으로 最終濃度가 5 mℓ 되도록 濃縮한 試料를 만들어 제공하였다. 植物플랑크톤의 種組成과 出現細胞數의 파악을 위한 검경은 검경시료 0.1 mℓ를 pipetman을 이용하여 正確히 計數板에 取하여 Nikon光學顯微鏡下에서 出現種의 同定과 단위 체적당의 出現細胞數를 計數하였다(飯塚 1986).

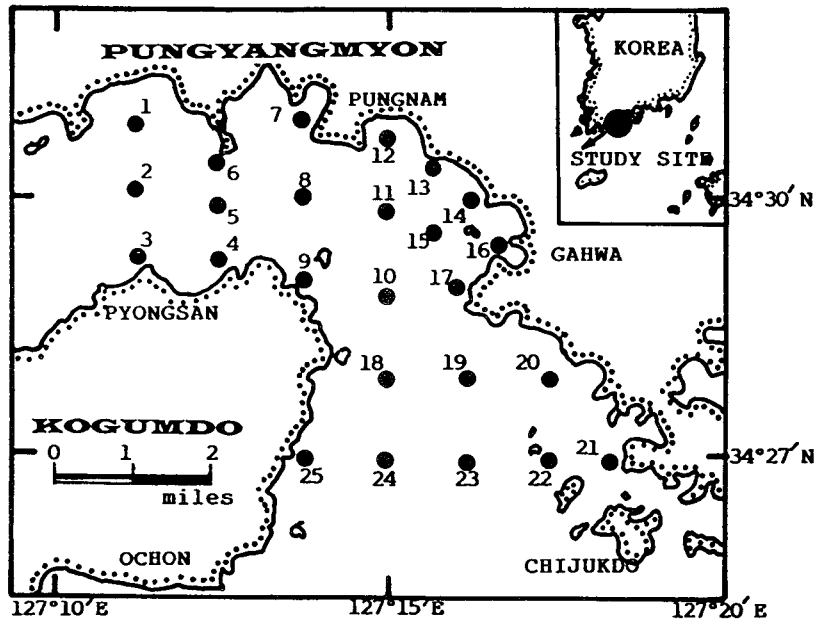

Fig. 1. Map showing sampling stations.

結果 및 考察

1. 植物플랑크톤의 種 組成과 出現種의 季節變化

調査期間에 出現이 확인된 植物플랑크톤의 總 種數는 40屬 65種이였으며, 이를 內容別로 보면, 中心目 珪藻類가 16屬 32種으로 約 50%程度의 出現 占有率을 차지하고 있으며, 다음으로 羽狀目 珪藻類가 8屬 11種, 渦鞭毛藻類가 9屬 13種, 그리고, 硅酸質鞭毛藻類가 3屬 3種, 유글레나藻類가 2屬 3種 및 녹조類가 2屬 3種으로 出現하는 樣相을 보여, 出現하는 식물플랑크톤 군집이 大部分은 珪藻類에 의하여 占有되고 있었다. 그러나 여름철에는 渦鞭毛藻類가 다른 계절에 비해 比較的 多樣한 出現을 보이고 있으며, 장마철 담수 유입이 많을 때에는 淡水産 綠藻와 유글레나 藻類가 많은 양으로 出現하는 特性을 보였다(Table 1).

Table 1. Seasonal change of phytoplankton species composition in the Kogum-sudo

Species	Winter	Spring	Summer	Fall
Dinoflagellates				
Ceratium furca			+	+
C. fusus			+	+
C. tripos		+		
Dissodinium pseudolunula			+	
Gymnodinium sanguineum	+			
Katodinium rotundatum			+	

Continued

Species	Winter	Spring	Summer	Fall
Noctiluca scintillans	+		+	
Prorocentrum dentatum			+	+
P. minimum		+	+	
P. triestimum			+	+
Protoperidinium spp.	+			
Scrippsiella trichoidea			+	
Silicoflagellates				
Distyocha fibula	+		+	+
Distephanus speculum	+	+		
Ebria tripartita		+	+	+
Centric diatoms				
Actinoptychus senarius	+		+	
A. undulatus	+			
Bacteriastrum sp.			+	
Chaetoceros diadema	+		+	+
Ch. diversus			+	
Ch. lorenzianus			+	
Ch. pendulus	+			
Ch. peruvianus			+	
Ch. pseudocurvisetus	z		+	
Ch. spp.	+			
Corethron criophilum			+	
Coscinodiscus gigas			+	+
C. spp.	+	+	+	+
Ditylum brightwellii	+	+	+	+
Eucampia zodiacus			+	+
Guinardia flaccida	+		+	+
Hemiaulus hauckii			+	
H. sinensis				+
Leptocylindrus danicus			+	+
Melosira sp.			+	
Odontella mobiliensis		+	+	
O. sp.	+	+	+	+
Rhizosolenia alata	+		+	+
Rh. alata f. gracillima				+
Rh. calar-avis				+
Rh. flagillissima			+	+
Rh. setigera	+	+		+
Rh. stoltherforthii	+	+	+	+
Skeletonema costatum	+	+	+	
Stephanophyxis palmeriana	+		+	+
Thalassiosira rotula	+	+	+	
T. spp.	+	+	+	
Pennate diatoms				
Asterionella glacialis	+	+	+	+
A. kariana		+		
Bacillaria paxillifer	+	+	+	+
Cylindrotheca closterium	+			

Continued

Species	Winter	Spring	Summer	Fall
Neodelphineis pelagica			+	+
Nitzschia longissima	+	+	+	+
N. pungens			+	+
N. seriata	+			
Thalassionema nitzschioides	+	+	+	
Thalassiothrix frauenfeldii			+	+
Euglenoids				
Eutreptiella gymnastica	+			
E. spp.		+	+	
Phacus longicauda			+	
Green algas				
Pediastrum duplex			+	
Scendesmus acuminatus			+	
S. quadricauda			+	

계절에 따른 식물플랑크톤 出現種의 多樣함은 高水溫期인 8월에 가장 많아 34屬 48種이 출현이 확인되었으며, 봄철에 16屬 20種이 출현하여 가장 낮은 출현종수를 나타내고 있다. 반면 겨울과 가을에는 각각 22屬 29種, 21屬 27種이 同定되어 유사한 경향을 나타내고 있다(Table 2와 Fig. 2).

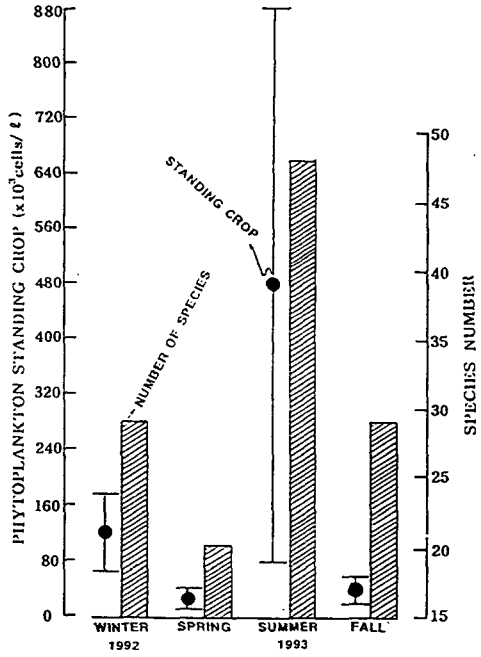

Fig. 2. Seasonal changes of phytoplankton standing crop and species number in the Kogum-sudo.

Table 2. Seasonal changes of phytoplankton species number in the Kogum-sudo

Seasons	Diatoms		Dinoflage-llates	Sillico-flage-llates	Euglenoids	Green algae	Total
	centric	pennate					
Winter	10G,* 16S**	6G, 7S	3G, 3S	2G, 2S	1G, 1S	-	22G, 29S
Spring	6G, 9S	4G, 5S	3G, 3S	2G, 2S	1G, 1S	-	16G, 20S
Summer	16G, 25S	6G, 7S	6G, 9S	2G, 2S	2G, 2S	2G, 3S	34G, 48S
Fall	10G, 16S	6G, 7S	3G, 4S	2G, 2S	-	-	21G, 27S
Sum	16 genera	8 genera	9 genera	3 genera	2 genera	2 genera	40 genera
	32 species	11 species	13 species	3 species	3 species	3 species	65 species

*G; genera, **S; species.

2. 優占種의 季節變化

조사기간 거금수도의 식물플랑크톤 군집에서 優占種으로 出現하고 있는 植物플랑크톤 種은 겨울인 2월에는 中心目 珪藻인 *Skeletonema costatum, Thalassiosira* sp.와 羽狀目 珪藻인 *Thalassionema nitzschioides*에 의해 점유되고 있으며, 봄인 4월에는 겨울철 優占種으로 출현 했던 羽狀目 珪藻인 *Thalassionema nitzschioides* 가 全 海域에서, 또한 같은 羽狀目 珪藻인 *Asterionella kariana* 가 일부 관측점에서 우점으로 출현하는 현상이 보여지고 있다. 특히, 봄철에 觀測點 10에서는 渦鞭毛藻類인 *Heterocapsa triquetra* 가 優占하는 樣相을 나타내고 있다. 본 *H. triquetra*는 일부 부영양화가 진행된 내만, 연안해역에서 春季에 赤潮를 誘發시키는 種으로 報告되어 있다(尹 1989; Yamochi 1989). 한편 여름인 8월에는 재차 中心目 珪藻인 *S. costatum*과 *Chaetoceros diadema* 에 의해, 가을인 10월에는 中心目 珪藻인 *Rhizosolenia alata* 와 羽狀目 珪藻인 *Bacillaria paxillifer*가 優占種으로 出現하여, 연중 珪藻類에 의한 優占現象이 보여지고 있으며, 계절에 따른 우점종의 천이도 비교적 뚜렷하게 나타나고 있다(Table 3).

특히, 植物플랑크톤 現存量이 높은 여름에는 優占種에 의한 優占率이 매우 높은 反面, 現存量이 낮은 기타의 季節에는 優占種에 의한 優占率이 낮아 뚜렷한 優占種이 보여지지 않았다.

Table 3. Seasonal change of predominant phytoplankton species in the Kogum-sudo

Dominant species seasons	Centric diatoms	Pennate doatoms	Dinoflagellates
Winter	*Skeletonema costatum* *Thalassiosira* sp.	*Thalassionema nitzschioides*	
Spring		*Th. nitzschioides* *Asterionella kariana*	*Heterocapsa triquetra*
Summer	*S. costatum* *Chaetoceros diadema*		
Fall	*Rhizosolenia alata*	*Bacillaria paxillifer*	

한편, 본 해역에서 식물플랑크톤 群集이 年中 규조류에 의해 우점되고 있는 것은, 養殖의 盛行으로 부영양화가 진행된 沿岸海域에서는 봄철 규조류에 의한 大繁殖 이후 種組成이 渦鞭毛藻類 등, 植

物性鞭毛藻類로 遷移한다는 내용(角皆 1979; Tsunogai and Watanabe 1983; 坂本 1986)과는 상반되는 결과로서, 아직 거금수도의 해역은 年中 珪藻類에 의한 基礎生産이 營爲되고 있어, 비교적 人爲的 汚染負荷 現象이 없는 海域으로 판단된다.

3. 居金水道에 出現하는 赤潮原因生物

거금수도 養殖漁場 周邊海域에서 赤潮原因生物(尹 等 1990)은 주로 高水溫期에 보여지고 있으나, 低水溫期인 겨울과 봄에도 渦鞭毛藻類인 *Gymnodinium sanguineum, Noctiluca scintillans, Heterosigma triquetra*, 硅酸質鞭毛藻類인 *Dictylu fibula*, 珪藻類인 *Skeletonema costatum* 등의 出現이 보여지고 있으며, 高水溫期인 여름과 가을에는 이들 종외에 渦鞭毛藻類인 *Ceratum furca, C. fusus, Prorocentrum dentatum, P. minimum, P. triestinum, Scrippsiella trichodea* 및 유글레나조류인 *Eutreptiella gymnastica* 등의 赤潮生物의 出現하고 있다. 다만 이 중, 봄철의 *H. triquetra*를 제외하면 出現量的으로 아직 赤潮發生 등을 염려할 정도의 密度는 아니라 할 수 있으나, 이들 種은 앞으로 본 해역에 施設된 가두리 養殖場 등, 人爲的인 汚染物質 負荷量의 조그만 變化에도 急速한 異常發生을 誘發시킬 수 있는 種들이기에, 본 海域의 效率的 利用側面에서도 앞으로 細心한 主意를 必要로 한다고 할 수 있다.

4. 植物플랑크톤의 現存量

調査期間 中, 거금수도 海域의 植物플랑크톤 現存量을 出現細胞數로서 살펴보면, 거금수도에서 植物플랑크톤 현존량의 시간적 변화 폭은 8.8×10^3 cells/ℓ에서 1.4×10^6 cells/ℓ 範圍로서 매우 큰 幅으로 變化하고 있다. 계절별 植物플랑크톤 現存量의 空間的인 變化는 겨울인 2월이 $12.2\times10^4\pm5.9\times10^4$ cells/ℓ, 4월이 $3.3\times10^4\pm1.4\times10^4$ cells/ℓ, 8월이 $48.4\times10^4\pm40.0\times10^4$ cells/ℓ 및 10월에 $3.6\times10^4\pm1.9\times10^4$ cells/ℓ으로 變動하여 겨울과 여름이 봄과 가을에 비해 한 單位 더 높은 出現樣相을 나타내고 있다(Fig. 2).

그러나 溫帶海域에서의 식물플랑크톤 군집의 季節變動은 봄과 가을에 규조류에 의한 대번식이 보여지고 있는 것으로 알려지고 있으나(尹 等 1992; Nybakken 1993), 本 海域에서는 이와는 반대로 봄철에 매우 낮은 現存量을 나타내고 있다. 이에 대해서는 앞으로 더욱 檢討해야 할 내용이라 보아지나, 南海沿岸海域과 같이 水深이 낮고, 潮汐差가 큰 海域에서의 植物플랑크톤 群集의 變動 把握은 季節에 의한 變動要因에 調査時點의 潮汐混合에 의한 變動要因 등을 考慮하여야만 할 것(尹 等 미발표)으로 推定 되어 진다.

조사시점별 植物플랑크톤 現存量의 空間的 分布樣相은 겨울의 경우, 풍남만을 중심으로한 수도의 북쪽인 고흥반도 연안해역에서 높은 값을 나타내고 있는 반면, 比較的 水深이 깊은 수도 남쪽 해역인 거금도 沿岸海域과 수로부에서 낮은 現存量을 보이고 있다. 특히 풍남만 내의 가화 연안해역과 풍남항에서는 1.5×10^5 cells/ℓ 이상의 높은 細胞密度를 나타내고 있다(Fig. 3). 봄철의 경우에는 겨울철의 분포양상에 거금도 연안해역에서 높은 現存量이 附加되는 양상으로, 수로부에서 3.0×104 cells/ℓ 보다 낮은 細胞密度를 보이고 있으며, 수도 남북 연안해역에서 3.0×104 cells/ℓ 보다 높은 값을 나타내고 있다(Fig. 4). 그러나 봄철 出現 植物플랑크톤 現存量의 空間的 분포는 全般的으로 매우 안정되어 있고 낮은 값을 나타내고 있다.

한편 여름에는 現存量의 空間的 變化 폭이 매우 커, 수로부에서는 2.0×10^5 cells/ℓ 이하의 값을 나타내고 있으나, 풍남만에서는 5.0×10^5 cells/ℓ 이상, 특히 풍남항과 가화리 연안에서는 1.0×10^6

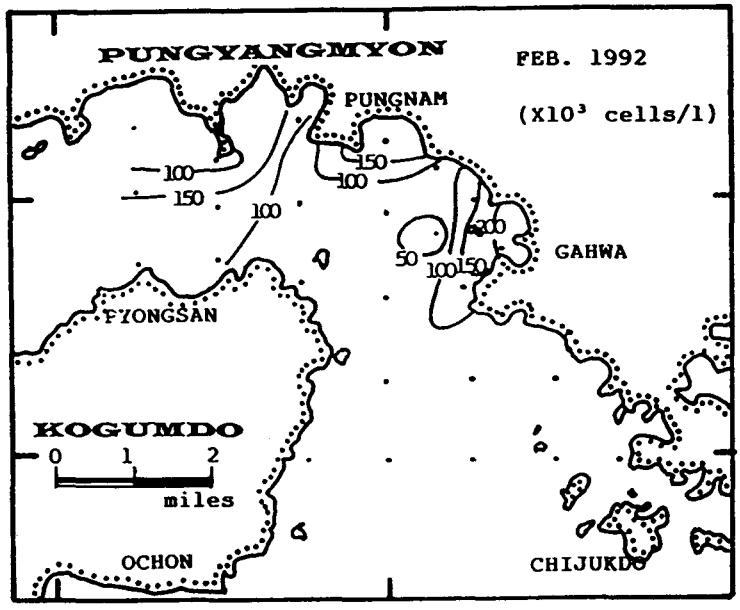

Fig. 3. Spatial distributions of phytoplankton standing crop in winter.

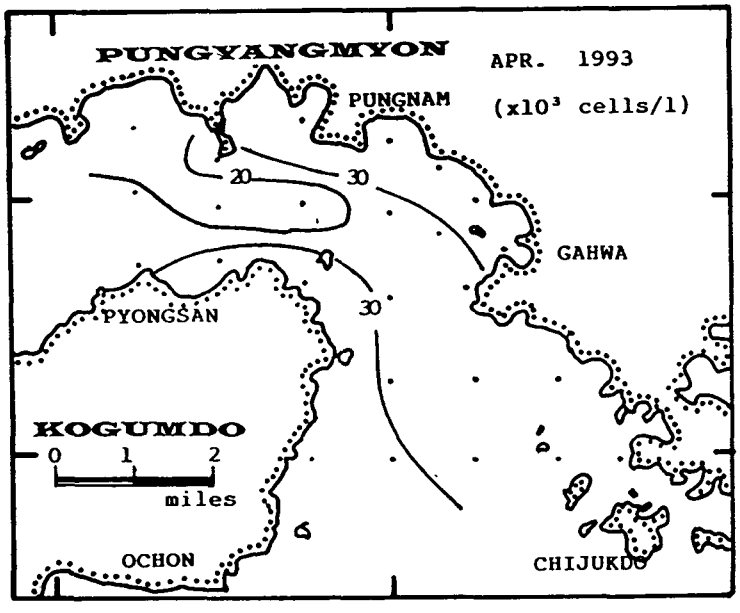

Fig. 4. Spatial distributions of phytoplankton standing crop in spring

cells/ℓ 보다 높은 매우 높은 細胞密度를 나타내고 있다(Fig. 5). 가을의 경우는 봄과 分布傾向이 類似하여 수로부에서 3.0×10^4 cells/ℓ 이하의 現存量 값을 나타내고 있는 반면, 수도의 兩側 沿岸部에서 3.0×10^4 cells/ℓ 이상의 높은 값을 나타내고 있다(Fig. 6).

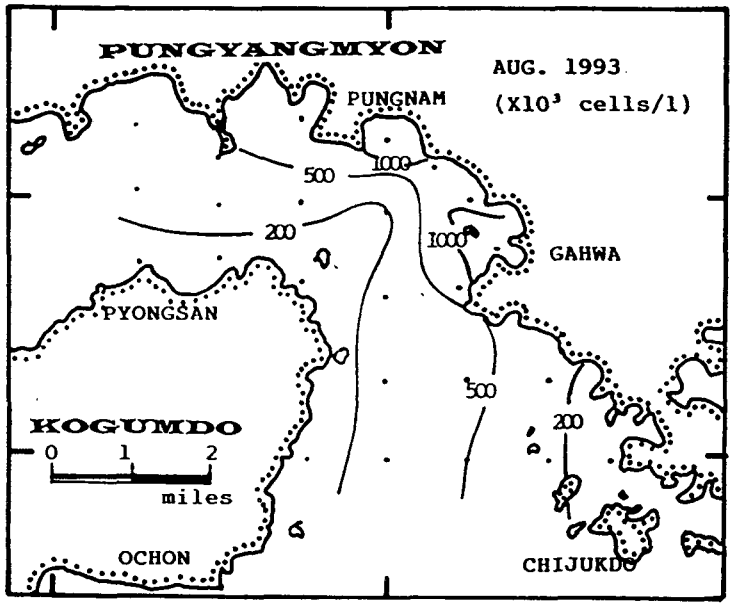

Fig. 5. Spatial distributions of phytopankton standing crop in summer.

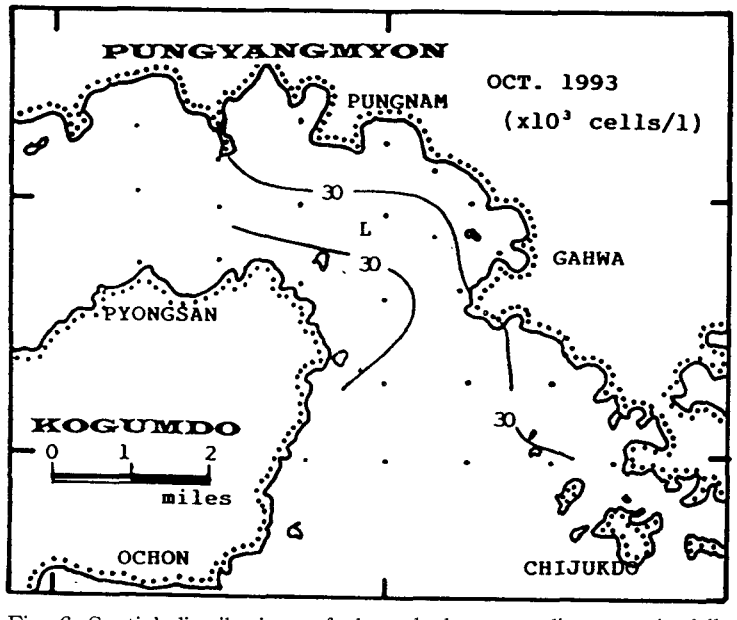

Fig. 6. Spatial distributions of phytoplankton standing crop in fall.

이와 같은 空間的 分布樣相으로 부터 본 해역의 식물플랑크톤 現存量은 出現 細胞數의 密度가 높은 시기에 空間的인 變動幅도 크게 나타나고 있는 반면, 出現 細胞數의 密度가 낮은 시기에 空間的 變化幅도 낮아 比較的 全海域에서 均一한 出現分布를 나타내고 있다. 특히, 연중을 통해 거금수도내 식물플랑크톤 群集의 空間的 分布樣相은 豊南에서 加和를 잇는 水深이 낮고, 養殖施設이 많이 設置되어 있는 海域에서 높은 現存量을, 比較的 水深이 깊은 水路部에서 낮은 植物플랑크톤의 現存量을 나타내고 있어, 養殖이 주로 이루어지는 海域에 높은 生物生産이 이루어지고 있음을 推定할 수 있었다.

이상과 같은 植物플랑크톤 群集의 現存量 分布 特性은 海水流動現象(추 미발표)과 密接한 關聯性을 가지고 있는 것으로 보아 진다. 즉, 水深이 낮고, 海水流動이 比較的 緩慢한 水路의 兩側 海域에서 높은 植物플랑크톤의 現存量을 나타내고 있으며, 水深이 比較的 깊고 海水流動이 强한 水路部에서 낮은 現存量을 나타내고 있다고 할 수 있다.

植物플랑크톤의 現存量의 季節變化樣相을 分類群別로 살펴 보면, 周年 식물플랑크톤 群集 現存量이 珪藻類에 의해 占有되는 比率이 큰 것에 비해, 渦鞭毛藻類나 其他 植物性 鞭毛藻類에 의한 占有率은 매우 낮게 나타나고 있다. 특히, 植物性 鞭毛藻類의 季節變化 樣相은 全體 植物플랑크톤 現存量이 높은 季節에 多樣한 生物種의 出現과 높은 出現量을 보이고 있으며, 現存量이 높은 季節에 鞭毛藻類에 의한 占有率도 낮게 나타나고 있다(Fig. 7). 즉, 全體 植物플랑크톤 植物性 鞭毛藻類의 占有率은 겨울이 0.7%, 봄이 7.8%, 여름이 2.9%, 그리고 겨울이 8.8%로서 年中 매우 낮은 占有率을 나타내고 있다. 이는 南海의 淸淨海域 등에서도 여름철에는 植物性 鞭毛藻類에 의한 占有率의 높게 나타난다는 硏究報告(尹 等 1989)와는 相反되는 내용이다. 이와 같은 原因으로서는 植物플랑크톤 標本準備過程에서 포르마린 등 固定液 添加에 의한 無殼鞭毛藻類의 破壞 등 여러가지 要因을 考慮할 수 있으나, 구체적인 내용은 더욱 檢討해야 할 것이다.

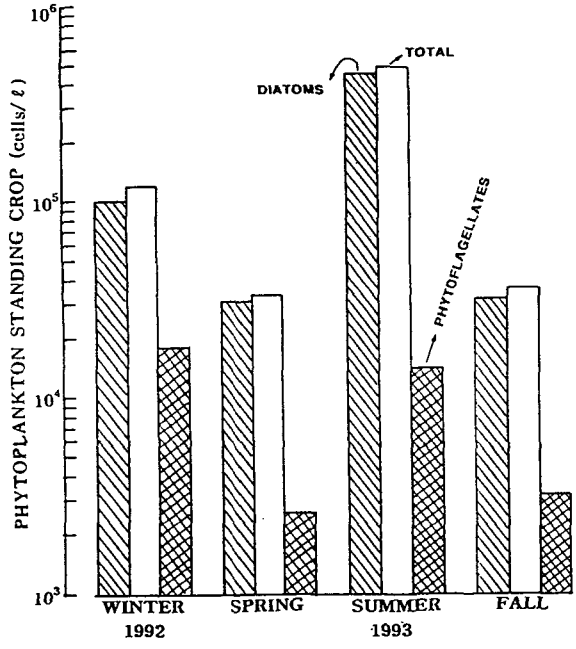

Fig. 7. Seasonal changes of cell number of diatoms and phytoflagellates in Kogum-sudo.

結　論

居金水道內 植物플랑크톤 群集의 季節變化 特性을 파악한 결과, 種 組成은 珪藻類에 의해 支配되고 있으며, 種의 多樣性은 高水溫期가 低水溫期보다 높게 나타나고 있다. 季節에 따른 優占種도 季節的 遷移現象이 비교적 뚜렷하게 보이고 있으나, 年中 珪藻類에 의해 占有되고 있어, 아직 人爲的 汚染負荷 등은 未備한 것으로 判斷되었다.

또한 植物플랑크톤 群集의 季節變動은 계절에 따른 種의 遷移와 現存量의 變化보다도 調査時의 潮汐混合 등 物理·化學的 環境要因의 變動에 매우 敏感하게 影響을 받고 있는 것으로 推定되었다.

要　約

居金水道의 養殖漁場環境 特性 중, 植物플랑크톤 群集의 季節變化 特性을 把握하기 위한 現場調査를 1993년 2월, 4월, 8월 및 10월 四季節에 거쳐 25개 관측점을 대상으로 실시하였다.

조사 결과 거금수도에 출현하는 植物플랑크톤 群集의 種組成은 총 40屬 65種에 의해 이루어지고 있었다. 특히 中心目 珪藻類의 出現이 16屬 32種으로 전체 출현種의 약 50%를 차지하고 있었다. 種의 多樣性은 高水溫期에 높고, 低水溫期에 낮게 나타나고 있었다.

優占種의 季節變化는 겨울에 *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira* sp. 및 *Thalassionema nitzschioides*에 의해, 봄에는 *Th. nitzschioides* 와 *Asterionella kariana* 가, 여름에는 *S. costatum* 과 *Chaetoceros diadema* 에 의해, 가을에는 *Rhizosolenia alata* 와 *Bacillaria paxillifer*가 優占種으로 出現하여, 연중 珪藻類에 의한 優占現象이 보여지고 있으며, 계절에 따른 優占種의 遷移도 比較的 뚜렷하게 나타나고 있었다.

또한, 本 海域에 出現하는 赤潮生物은 주로 여름철에 보여지고 있으나, 出現量으로서는 아직 赤潮發生이 이루는 密度의 水準은 아니나, 가두리 養殖場 設置 등 人爲的 汚染負荷量의 變動에 의해서 發生可能性이 높은 것으로 判斷된다.

現存量의 變化는 時間的으로는 年間 8.8×10^3 cells/ℓ에서 1.4×10^6 cells/ℓ 範圍로 變化하고 있으며, 空間的인 變化는 겨울인 2월이 $12.2\times0^4\pm5.9\times10^4$ cells/ℓ, 봄이 $3.3\times10^4\pm1.4\times10^4$ cells/ℓ, 여름이 $48.4\times10^4\pm40.0\times10^4$ cells/ℓ 및 가을이 $3.6\times10^4\pm1.9\times10^4$ cells/ℓ로 變動하여 겨울과 여름이 봄과 가을에 비해 한 單位 더 높은 변화 樣相을 나타내어, 지금까지의 溫帶海域에서는 봄에 높은 現存量을 나타낸다는 내용과 相反되는 結果를 나타내었다. 이와 같은 결과는 본 海域의 낮은 水深과 큰 潮汐差에 의한 海水의 潮汐混合 등에 의해 植物플랑크톤 群集이 쉽게 影響을 받고 있기 때문으로 推定되었다.

감사의 글

본 연구는 1992년 全羅南道가 施行한 "漁場의 立體的 利用을 위한 漁場環境調査와 複合利用 方案"의 一環으로 이루어진 내용으로, 연구에 도움을 준 전라남도 水産局長이하 關係職員 여러분에게 感謝의 뜻을 전한다. 아울러 現場調査 및 資料分析에 도움을 준 麗水水産大學校 海洋學科 김성아, 김남동, 정성희, 문경원, 오석진君 및 同學科 生物海洋學 硏究室 所屬學生 諸君들에게도 감사의 뜻을 전한다.

參考文獻

Lee, B.-G. 1994. A study of physical oceanographic characteristics of Deukryang Bay using numerical and analytical model in summer. Ph. D thesis, Nat'l Fish. Univ. Pusan, 145pp.

Nybakken, J. W. 1993. Marine Biology, An ecological approach (3rd ed.). Harper Collins College Publisher, New York, 462pp.

Throndsen, J. 1978. Preservation and Storage. In "Sournia, A. (ed.), Phytoplankton Manual. Unesco, Paris": 69~74.

Tsunogai, S.and Y. Watanabe. 1983. Role of dissolved silicate in the occurrence of a phytoplankton bloom. J. Oceanogr. Soc. Japan, 39: 231~239.

Yamochi, S. 1989. Machanisms for outbreak of *Heterosigma akashiwo* red tide in Osaka Bay, Japan. Bull. Osaka Pref. Fish. Exp. Stn. No 8: 1~110 (in Japanese with English abstract)

尹良湖・盧洪吉・金暎起. 1989. 濟州道 北方, 咸德沿岸海域에 있어서 春・夏季 植物性 鞭毛藻類의 動態. 濟州大學校 海洋硏報 14: 1~8.

尹良湖・盧洪吉・金暎起. 1990. 濟州道沿岸海域에 出現하고 있는 赤潮生物. 濟州大學校 海洋硏報 15: 1~14.

尹良湖・盧洪吉・金暎起. 1992. 濟州 北方, 咸德沿岸海域에 있어서 植物플랑크톤 群集의 季節變動 特性. 濟州大學校 海洋硏報 16: 27~42.

飯塚 昭二. 1986. 植物プランクトンの調査-試料 採取,固定,濃縮,計數,同定- In "日本海洋學會編, 沿岸環境マニュアル(底質.生物編). 恒星社厚生閣, 東京": 144~147.

角皆 靜男. 1979. 植物プランクトン組成を決定する第一因子としての溶存ケイ素. 北海道大學水産學部彙報 30: 314~322.

坂本 市太郎. 1986. 魚類給仕養殖の視點からの窒素.リン負荷の規制. In "村上 彰男 編, 漁業からみた閉鎖性海域の窒素.リン規制. 恒星社厚生閣, 東京": 96~133.

尹良湖. 1989. 瀨戶內海の植物プランクトン, 特に赤潮生物の增殖に及ぼす環境特性. 日本廣島大學 大學院 生物圈科學硏究科 博士學位論文, 361pp.