

濟州道 北方, 咸德沿岸海域에 있어서 春·夏季
植物性 無殼鞭毛藻類의 動態

尹良湖*, 盧洪吉**, 金喚起**

* : 麗水水産大學 海洋學科

** : 濟州大學校 海洋研究所

Variable of naked phytoflagellates in the Coastal Water of
Hamdok, northern Cheju Island during spring and summer
1989

Yang Ho Yoon*, Hong Kil Rho** and Young Gi Kim**

* : *Department of Oceanography, Yosu National Fisheries College*

** : *Marine Research Insutitute, Cheju National University*

Observations were carried out on oceanographic conditions and phytoplankton species composition in the coastal water of Hamdok from April to August 1989.

Water temperature ranged between 27.3°C and 13.4°C, and salinity fluctuated greatly, with a maximum of 35.6‰ in August and two minimum of 21.8‰ in April.

Cell number of Phytoplankton fluctuated between 8.8×10^3 cells/l and 2.4×10^6 cells/l with *Skeletonema costatum* in 1 June, and it was under the control of diatoms in spring season. On the other hand, it consisted of phytoflagellates in summer season. And its occurrence rate between 67.1 and 95.1% was took possession of the naked phytoflagellates.

序 論

海洋에 있어서 植物플랑크톤은 海洋生態系

의 生産者로서, 海洋 生産의 基本礎石을 形成하고 있다고 할 수 있다. 이 같은 植物플랑크톤에는 多種多數의 生物群이 包含되어 있고,

그 중에서도 生態系에서 차지하고 있는 質과 量的인 면으로 부터 珪藻와 過鞭毛藻類 등이 重要的 生物群으로서 認識되어져 왔다. 特別히 過鞭毛藻類를 包含한 植物性 鞭毛藻類에는 細胞의 表面에 단단한 셀룰로우스질의 殼을 가지고 있는 種이 있는가 하면, 그렇지 못한 無殼의 鞭毛藻類도 多量이 包含되고 있다.

또한, 지금까지 海洋 植物플랑크톤의 調查 · 觀察에 있어서는, 檢鏡등 標本의 處理에 많은 어려움이 散在하고 있기에, 살아 있는 標本을 直接 檢鏡에 提供하기 보다는, 포르마린 등 各가지의 固定劑를 使用하여 일단 採集된 標本을 固定한 다음에 檢鏡의 試料로서 提供하는 경우가 많다. 이 같은 固定 試藥으로 植物플랑크톤을 固定 할 때에는, 細胞의 表面이 단단한 殼質로 싸여 있는 珪藻類나 有殼의 鞭毛藻類에는 그다지 큰 影響이 없으나, 殼質을 가지지 않은 無殼의 鞭毛藻類는 상당 수가 破壞되고 있는 事實이 報告(日本水産資源保護協會, 1987)되고 있고, 現在 모든 植物플랑크톤의 固定에 有効한 固定試藥은 없다고 할 수 있다(Thronsen, 1978).

그러나, 現在 固定試藥을 利用한 植物플랑크톤의 研究 方法에 있어서는, 植物플랑크톤의 出現結果로서 상당부분의 生物量이 그 評價에서 漏落되고 있음을 認定하면서도, 漏落되고 있는 量에 대한 具體的인 實例는 거의 없는 實情이다. 그래서 本 研究에서는 咸德沿岸을 對象으로하여 이들 事項에 대해 考察하여 보았기에, 그 結果의 一部를 報告한다.

그리고, 本 研究를 수행함에 있어서, 濟州大學校 海洋研究所의 施設이나 器具의 使用을 善處하여 주시고, 여러가지 有益한 말씀을 아끼지 않으셨던 전임 高 有峰 所長님과 採水와

分析에 도움을 주신 研究所 職員들에게 深深한 謝意를 표한다.

材料 및 方法

濟州島 北東 沿岸에 位置하고 있는 咸德浦口 防波堤 끝의 한 定点(Fig.1)에서, 1989年 4月 부터 同年 8月末 까지, 每日 午前 10시를 前後하여 表層海水를 고무바깡스를 利用하여 採水하였다. 採水된 海水에 대해서는 現場에

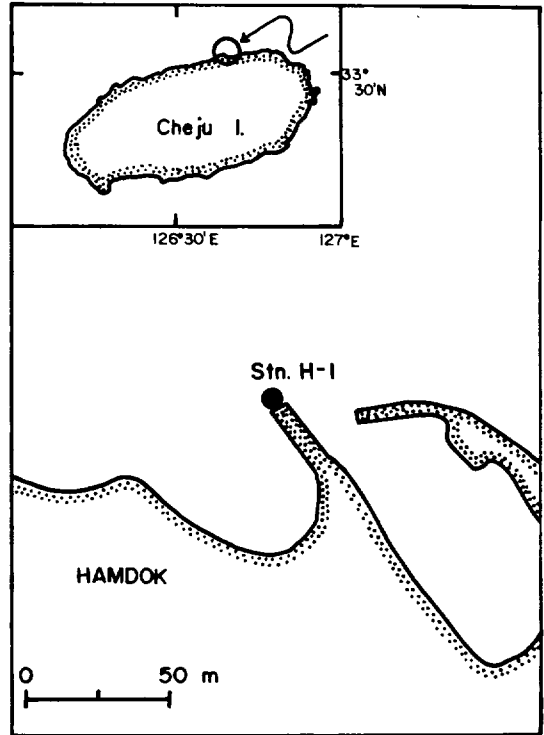


Figure 1. Map showing sampling station

서 水温의 測定과 함께, 實驗室에서는 鹽分, 溶存酸素量과 植物플랑크톤의 種組成 그리고 出現細胞數를 測定, 分析하였다. 方法으로서 는 水温은 現場에서 棒狀水銀溫度計로 採水

直後に測定하고, 鹽分은 窒酸銀을 사용한 Mohr窒酸銀 敵定法으로, 溶存酸素量은 Winkler 變法(以上 海洋觀測指針, 1985)에 의해 分析했다. 特히, 容存酸素量에 대해서는 1989년 6월 부터 隔日 間隔으로 實施하였고, 本文에 表示는 水温과 鹽分の 變化로부터 計算한 理論的인 容存酸素量과 現場의 實測值로부터 計算한 容存酸素의 飽和度를 算出하여 나타내었다.

植物플랑크톤의 種組成과 出現細胞數는 週 3回의 間隔으로 500ml의 生海水를 實驗室에서 Pore Size가 5.0 μ m인 Membrane Filter(直徑 4 μ m)를 가지고 自由落下에 의한 方法으로 濾過시켜, 最終 濃度가 10ml가 되도록 濃縮했다(飯塚, 1986). 種의 同定과 出現細胞數의 計數에는 濃縮된 試料 0.1ml를 Pipet Man으로 正確히 計數板에 採取해, 光學顯微鏡 下에서 檢鏡과 計數를 실시하였다. 出現細胞數는 前述과 같은 檢鏡과 計數를 同一標本에 대해 2회 反復 實施하여, 그의 平均값을 취했다.

그리고, 檢鏡과 計數에 있어서는 無殼鞭毛藻類의 경우는 固定劑로 固定을 하였을 때에는 쉽게 細胞가 破壞되어 버리며, 또한 살아 있는 細胞는 增殖速度가 빠르기 때문에, 採水後 6時間 이내에 檢鏡과 計數를 完了했다.

結果 및 考察

1. 水温

Fig. 2에는 調查期間 中の 水温의 日變化를 나타내었다. 水温의 變化는 調查期間 中에 最低 13.4 $^{\circ}$ C(4월 11日)에서 最高 27.3 $^{\circ}$ C(8월 12日)로 變化하고 있고, 月 平均値는 4月에서 8

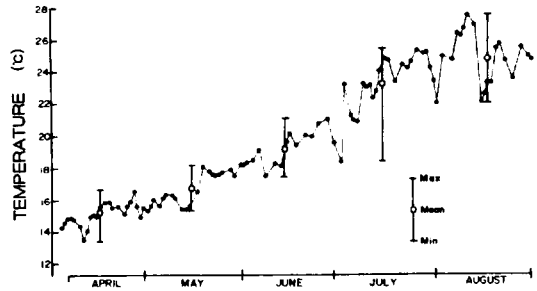


Figure 2. Variation of water temperature($^{\circ}$ C) in the coastal water of Hamdok from April to August 1989

월까지 各各 15.0 $^{\circ}$ C, 16.5 $^{\circ}$ C, 18.9 $^{\circ}$ C 23.0 $^{\circ}$ C와 24.5 $^{\circ}$ C로서, 6月에서 7月에 걸쳐 急激히 水温의 上昇하는 傾向을 보였다.

또한 全般的으로 水温의 日變化의 幅은 크고, 水温 急上昇期인 6月과 7月에 그 같은 傾向은 더욱 顯著해, 7月 3日과 4日 사이의 日變化는 18.2 $^{\circ}$ C에서 23.0 $^{\circ}$ C로 무려 4.8 $^{\circ}$ C의 差를 나타내고 있었다. 이 같이 甚한 日間 水温差는 濟州島의 地形的 與件과 強한 바람 등에 의한 氣象要因의 變化로, 沿岸海域에서의 湧泉水의 流入과 湧昇現象 등에 기인하는 것이라 推測되어 진다.

2. 鹽分

Fig. 3에는 調查期間 中の 鹽分の 日變化를 나타낸 것이다. 鹽分の 變化는 調查期間 中에 最低 21.8‰(8월 2일과 16일)에서 最高 35.35‰(5월 21일)로 變化하고 있고, 月 平均値는 4月에서 8月까지 各各 34.78‰, 34.59‰, 34.06‰ 과 32.44‰ 를 나타내, 水温이 急上昇하는 時期에 鹽分濃度가 低下되는 傾向을 보이고 있다. 特히 5月 中旬을 지나면서 日變化는 甚하게 나타나기 시작하여, 7, 8月에는 最大에 達하였다. 이를 月別로 보면, 7월의 경우

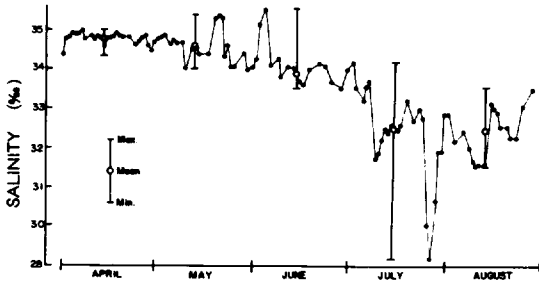


Figure 3. Variation of salinity(‰) in the coastal water of Hamdok

最低濃度 29.20‰ 에서 最高濃度 34.15‰ 로서, 約5‰ 의 差를 나타내고 있었다.

이 같이 温暖期에 鹽分의 日變化가 심하게 되는 것은, 이 期間 濟州道는 장마철에 해당되며, 江이 없고 乾川만이 存在하고 있는 濟州道로서는 大小의 降雨에 依한 淡水가 곧바로 沿岸에 流入되어, 그 影響이 즉시 沿岸海域의 鹽分 變化에 影響을 끼치고 있기 때문으로 보아진다.

3. 溶存酸素飽和量

Fig. 4에는 1989年 6월부터 同年 8월까지 實測·計算한 溶存酸素飽和量의 隔日 變化를 나타낸 것이다. 變化의 範圍는 最低 約 80%에서 最高 約 150%로서, 季節에 따라 그 變化의 幅은 심하나, 全般的으로는 100% 前後의 極히 安定된 飽和度를 나타내고 있다.

그리고, 6월말에서 7월초에 걸쳐 매우 심한 酸素飽和度의 變化를 보이고 있는 것은 植物플랑크톤의 光合成 活性에 의한 것이라기 보다는, 採水 場所의 地形的인 條件과 얕은 水深과 潮汐의 變化로 인하여 海底를 基盤으로 하고 있는 海草類의 光合成 活性에 直接的인 影響을 받고 있기 때문이라 判斷된다.

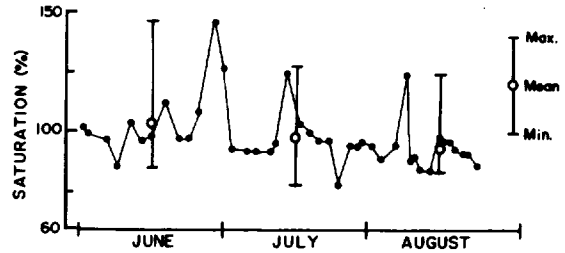


Figure 4. Variation of saturation of dissolved oxygen(DO%) in summer season

4. 出現 植物플랑크톤의 種組成

出現植物플랑크톤의 種組成에 대해서는 全出現植物플랑크톤을 100으로 하여, 그에 對한 全出現 珪藻類, 中心目 珪藻類, 羽狀目 珪藻類, 植物性 鞭毛藻類와 無殼鞭毛藻類의 出現比를 旬別 單位로 各各의 平均 種組成比의 變化를 Table 1에 나타내었다.

봄철인 4~5월에 걸쳐서는 全出現 植物플랑크톤 중에 珪藻, 特히 中心目이 차지하는 比率이 約 85%程度로 높고, 植物性 鞭毛藻類나 羽狀目 珪藻에 의한 比率이 낮다. 이는 温带海域에서 冬季 水塊의 上下 混合이후 表面 海水의 成層과 함께, 一般的으로 觀察될 수 있는 珪藻에 의한 봄철의 大發生(spring bloom) (cf. Parsons et al., 1984 etc)이 이곳 海域에서도 發生하고 있는 것을 意味하는 것이다.

그러나 水温의 急上昇하는 6월 부터 夏季에 걸쳐서는 珪藻類의 出現 比率보다는 植物性 鞭毛藻類의 出現 比率이 높은 傾向을 나타내고 있다. 또한 珪藻類에서도 大部分의 底棲性 珪藻를 包含하고 있는 羽狀目の 出現比가 높은 傾向을 나타내고 있다. 이 같은 原因으로서 是 角皆(1979), Tsunogai and Watanabe (1983) 등은 海水 中에 溶存하고 있는 silicate

濟州道 北方, 咸德沿岸海域에 있어서 春·夏季 植物性 無殼鞭毛藻類의 動態

Table 1. Variation of phytoplankton species composition in the coastal water of Hamdok during spring and summer 1989(%)

Date	Sample No.	Total	Diatoms	Centric Diatoms	Pennate Diatoms	Phytoflage -llates	Nake Phyto -flagellates
4/11~20	3	100	99.73	98.90	0.83	0.27	0.20
4/21~30	3	100	98.40	94.33	4.07	1.60	1.18
5/1 ~10	2	100	95.00	50.20	44.80	5.00	4.41
5/11~20	5	100	89.36	80.78	8.58	10.64	10.57
5/21~31	4	100	96.70	95.66	1.04	3.30	3.07
6/1 ~10	5	100	92.68	81.14	11.54	7.32	6.86
6/10~20	4	100	52.52	15.80	36.72	47.48	44.05
6/21~30	4	100	20.70	5.43	15.27	79.30	58.79
7/1 ~10	3	100	48.87	20.10	28.77	51.13	32.10
7/11~20	5	100	41.28	25.31	15.97	58.72	49.34
7/21~31	5	100	39.08	12.92	26.16	60.92	44.59
8/1 ~10	3	100	51.47	26.85	24.62	48.53	30.88
8/11~20	4	100	65.92	52.53	13.39	34.08	20.36
8/21~31	4	100	75.52	37.38	38.14	24.48	18.88

를 봄철珪藻類에 의한大發生으로, 이들이 이를 모두消耗하여 버림으로 인하여種組成이珪藻에서silicate를必要로 하지 않은植物性鞭毛藻類로遷移한다고 하고 있으나, 금번本調査에서는海水중의溶存營養鹽類에 대한分析은實施하지 않았었기에 그原因의糾明을分明하게 할 수는 없었다.

5. 植物플랑크톤의 出現細胞數

Fig. 5에는 調査期間中 出現하고 있는 植物플랑크톤의 全出現細胞數, 植物性 鞭毛藻類, 그리고 珪藻類 各各의 出現 細胞數의 變化를 나타내었다. 調査期間中에 出現하고 있는 植物플랑크톤 細胞數의 變化는 溫帶海域에서 一般적으로 보아지는 봄철의 珪藻에 의한 Bloom(cf. Parsons et al., 1984 etc.) 現像이, 이 곳에서도 4~5월에 걸쳐 보여져, *Chaetoceros debilis*, *Ch. curvisetus*, *Skeletonema costatum* 등의 珪藻類에 依해 10^5 cells/1 以上

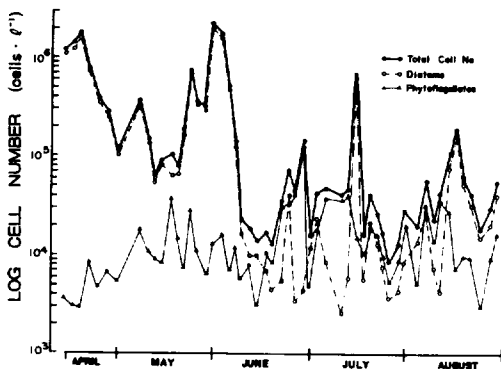


Figure 5. Change of phytoplankton cell number(cells/1) in the coastal water of Hamdok during spring and summer, (Closed circle: Total cell number, Open circle : Diatoms, Triangle : Phytoflagellates)

의 높은 出現量을 보이고 있었다. 그리고, 水溫上昇期에는 10^4 cells/1 程度의 比較的 낮은 出現量을 보이고 있지만, 全調査期間中의 出現 變化幅은 最大 2.4×10^6 cells/1 (6月 1日, *S. costatum*) 에서 最少 8.8×10^3 cells/1 (7月 26日)의 範圍로 많은 差를 나타내고 있었다.

이 같은 出現細胞數는 富營養化가 많이 進行된 沿岸海域에 比하면 적은 出現量이라고도 할 수 있지만(飯塚, 1985), 濟州周邊海域의 貧營養의 淸淨海域(최 등, 1989)임을 考慮하면은 매우 높은 出現細胞數라고 할 수 있다. 또한 이 같은 最高 出現細胞數는 지금까지 濟州沿岸 海域에서 最高 出現量으로 報告되고 있는 10^5 cells/1 대의 出現量에 (고·전, 1984 : 이 등, 1989)에 比하면 約 한개의 오더가 더 높은 값이라고 할 수 있다. 또한 濟州周邊 海域에 있어서도 極限된 海域이기는 하나 季節的으로는 10^7 cells/1 이상이 높은 出現量(尹 등, 未發表)을 보이고도 있다.

6. 植物性無殼鞭毛藻類의 出現變化

Fig. 6에는 全 植物플랑크톤의 出現量에 대한 植物性 鞭毛藻類의 出現比率(上)과 出現하고 있는 植物性 鞭毛藻類에서 포르마린 등의 固定劑에 의해 그 大部分이 破壞되고 있다고 보아지는 無殼鞭毛藻類가 차지하고 있는 比率(下)을 나타내고 있다.

그림에서도 알수있는 것과 같이 이 海域에 있어서 植物플랑크톤의 季節的 變化에서 봄철의 경우는 大部分 珪藻類에 의하여 全出現量이 支配받고 있다고 할 수 있으나, 水溫 急上昇期인 6월부터 여름철 高水溫期에는 珪藻類보다도 植物性 鞭毛藻類의 出現變化에 의해 全植物플랑크톤의 出現量이 支配되고 있다고

濟州道 北方, 咸德沿岸海域에 있어서 春·夏季 植物性 無殼鞭毛藻類의 動態

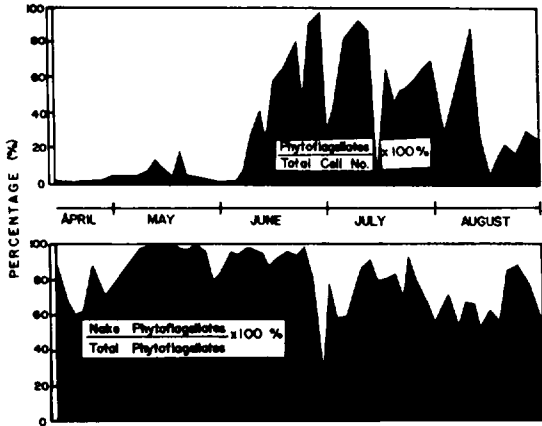


Figure 6. The rates of phytoflagellates on total cell number of phytoplankton (upper), and of naked phytoflagellates on phytoflagellate cell number (lower)

할 수 있다.

또한 植物性 鞭毛藻類의 組成은 그 大部分이 標本採集이나 保存過程에서 破壞되거나 變形되기 쉬운 無殼의 鞭毛藻類에 의해 占有되고 있다. 이 같은 無殼鞭毛藻類가 全植物性 鞭毛藻類의 出現細胞數에서 차지하고 있는 比

率을 月別 平均값으로 하여 Table 2에 나타내었다.

이 같은 結果는 濟州沿岸에 있어서 植物플랑크톤 出現 細胞數의 季節變化는 大部分 珪藻類의 出現量에 의해 支配되고 있고, 渦鞭毛藻類 등의 鞭毛藻類가 차지하고 있는 比率은 매우 微弱하다고 하는 지금까지의 結果(이, 1989; 이 등, 1990)와는 相反되는 內容을 나타내고 있다. 이 같이 相反되는 結果의 差는 濟州 沿岸海域의 경우, 高水温期의 植物플랑크톤의 出現量에 寄與하고 있는 植物性 無殼鞭毛藻類의 比率이 매우 높음에도 불구하고, 固定 등에 의한 植物플랑크톤 研究에서는 이들 無殼鞭毛藻類의 出現量 상당 부분이 漏落되어, 그 時期의 플랑크톤의 群集을 過少 評價하고 있기 때문이 아닌가 생각되어 진다.

따라서, 앞으로 濟州 周邊海域의 植物플랑크톤 研究에 있어서는 이 같은 事項을 再考慮하고 檢討해야 할 課題라고 思科된다.

Table 2. Rate of naked phytoflagellates on total phytoflagellates in the coastal water of Hamdok during spring and summer 1989(%)

Month	Sample No.	Total Phytoflagellates	Naked Phytoflagellates	Variance σ_{n-1}
April	6	100	73.13	11.64
May	11	100	95.07	7.82
June	13	100	87.57	19.04
July	13	100	74.96	12.24
August	11	100	67.12	11.59

要 約

咸德 沿岸海域에서 1989년 4월부터 同年 8월까지, 採水를 實施하여 基本環境要因의 調査와 더불어, 植物性 鞭毛藻類의 出現 變化의 樣相을 考察 하였다.

結果, 水温은 13.4°C에서 27.3°C, 鹽分은 21.8‰에서 35.4‰, 溶在酸素의 飽和度는 80%에서 150%로 變化하고 있고, 특히 5~6월에 걸쳐서 急激한 環境要因이 變化를 보이고 있었다.

植物플랑크톤 出現細胞數의 變化는 8.8×10^5 cell/l에서 2.4×10^6 cells/l의 매우 넓은 範圍로 높은 出現量을 나타내고 있었다.

高水温期에 있어서 全植物플랑크톤이 出現量은 珪藻類보다도 植物性 鞭毛藻類의 出現變化에 의해 支配되고 있었다.

植物性 鞭毛藻類의 組成 중 67.1%에서 95.1%는 無殼의 鞭毛藻類에 의해 占有되고 있었다.

參 考 文 獻

최영찬 · 고유봉 · 이준백, 1989. 제주도 해안선 주변의 해수 특성(1987년 6월~1988년 4월). 韓國地球科學會誌 10 : 54~61.

高有峰 · 全得山, 1984. 濟州道 三陽 沿岸域에서의 플랑크톤 研究. 濟州 大學校 海洋資源研究所 研究報告 8 : 19~30.

飯塚 昭二, 1985. 最近のわが國沿岸内灣域における植物プランクトンの出現狀況 (1). 海域の最高出現細胞數に關するアンケートまとめ. 日本プランクトン學會報 32 : 67~72.

飯塚 昭二, 1986. 植物プランクトン調査 . in

“沿岸環境調査マニコアル (低質・生物編). 日本海洋學會編, 恒星社 厚生閣, 東京” : 133~176.

이준백 · 최영찬 · 고유봉, 1989. 제주도 해안선 주변 식물플랑크톤의 기초생산. 韓國地球科學會誌 10 : 62~67.

이준백, 1989. 제주도 북방 탐동연안해역 식물플랑크톤 군집의 종조성과 동태. 濟州大學校 海洋研究所 研究報告 13 : 35~45.

이준백 · 고유봉 · 좌중현, 1990. 제주도 해안선 주변의 식물플랑크톤 군집동태. 1990년도 한국조류학회 학술발표회 요지

日本氣象協會 編, 1985. 海洋觀測指針. 427 pp.

日本水産資源保護協會 編, 1987. 赤潮生物研究指針. 秀和, 東京. 740 pp.

Parsons, T. R., M. Takahashi and B. Hargrave, 1984. Biological Oceanographic Processes. Pergamon Press, Oxford. 330 pp.

Thronsdon, J., 1978. Preservation and storage. In “Sournia, A. (ed). Phytoplankton manual. Unesco, Paris” : 69~74.

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溶存ケイ素 . 北海道大學水産學部彙報 30 : 314~322.

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