

固城·紫蘭灣 貝類養殖場 底泥의 富榮養化

趙 昌 煥·朴 炅 洋
統營水產專門大學

Eutrophication of Bottom Mud in Shellfish Farms, the Goseong-Jaran Bay

Chang-Hwan CHO and Kyung-Yang PARK
Tong-Yeong Fisheries Junior College
Chungmu, 603 Korea

Organic matters as COD, ignition loss, phaeophytin pigment, and sulfide in the superficial bottom mud in the shellfish farms during summer in 1981 were determined to find an eutrophication level for the conservation of the farms. Both the Goseong Bay and the Jaran Bay, which are productive shellfish farms, are located along the southern coast of the Korean Peninsula. The Goseong Bay is 8 m deep with a narrow mouth and approximately 17.5 km² in area, and the Jaran Bay 10 m deep with 27.3 km². The bottoms are silty. Major shellfishes cultured are the oyster by the off-bottom method and the arkshell in the bottom.

COD contents were 12.5~19.5 mg/g dry mud, ignition loss 6.70~11.83%, phaeophytin pigment 6.8~11.0 μg/g dry mud, and sulfide 0.18~0.64 mg/g dry mud. There were no significant differences in the determined quantities between two bays. All quantities except the sulfide which is a little over than an eutrophication level, 0.3 mg/g dry mud, shows that the bottom muds are in an early stage of eutrophication.

In addition, there was no particular increase in quantities of aforementioned four parameters in comparison with those of 1976. It means that the eutrophication in the Goseong-Jaran Bay makes slow progress.

序 言

연안 패류양식장 底泥 중에 함유된 有機物이나 硫化物量의 과다는 양성증인 패류의 대량 폐사나 赤潮의 발생 등에 직접, 간접으로 연관되어 있는 경우가 많다(淸石·富山, 1942; 澤田등, 1958; Hirayama and Numaguchi, 1972; Iizuka and Nakashima, 1975). 또, 養成貝의 바람직한 성장이나 지속적인 생산을 위해 貝의 密度를 조절해야 하는데, 이를 위해서는 저니중의 유기물과 유화물양을 파악할 필요가 있다(澤田·谷口宮, 1969; 趙, 1980).

固城·紫蘭灣에 대한 底泥조사는 1976년 水産振興院(1977)에서 처음 실시했다. 굴양殖도 그 때를 전

후하여 본격화, 대형화했기에 그간의 底質의 변화 즉 富榮養化 정도를 파악하여 현재의 양식장상태를 진단하고 금후의 養成貝 適正密度 산출을 위한 기초 자료를 수립코저 본 조사를 실시하였다.

材料 및 方法

固城灣에 11個, 紫蘭灣에 6個 그리고 兩灣口밖에 6個 모두 23個의 調査點을 定하고 (Fig. 1), 1981년 6월중에 예비조사를 행한 후 7, 8, 9월 3개월간에 걸쳐 본 조사를 실시하였다.

調査項目은 底泥중에 함유된 COD量, 強熱減量, 페오파이친色素量 그리고 硫化物量이었고 시료 채취 및 분석방법은 前報(趙등, 1982a)와 同一하였다.

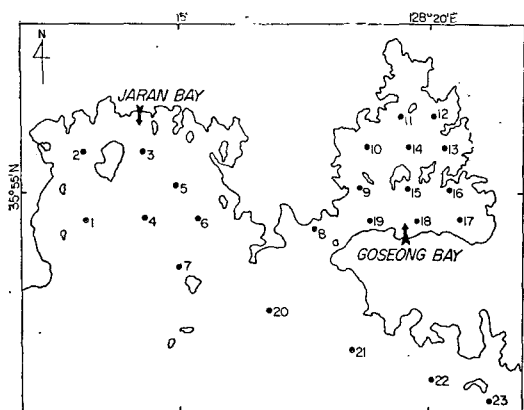


Fig. 1. Map showing the study area and sampling stations.

고성·자란만의 표면적은 海圖上에서 planometer 로 계산하여 km^2 로 표시하였다.

結果 및 考察

1. 調査區의 記述

固城灣은 表面積이 $17.5 km^2$ 정도이고 水深은 8 m 미만이다. 紫蘭灣은 $27.3 km^2$ 정도이고 10 m 미만이다

다. 底質은 固城灣은 泥質, 紫蘭灣은 砂泥質이다(수산진흥원, 1977). 두灣 모두 外海와 직접 연결되어 있다(Fig. 1). 이곳의 해수유동은 주로 潮流에 의한 유동이 크다(林 등, 1975). 자란만 입구는 터져 있지만 고성만 입구는 좁고 만내에는 산재한 군소 도서, 불규칙한 수심, 지형 등으로 와류현상이 곳곳에서 생긴다. 만내에서의 유속은 0.2 knot 정도의 미약한 흐름이다(水産振興院, 1978). 1971~1976년간의 최고수온은 $28.2^{\circ}C$ 인 적도 있었지만 평균 $26.5^{\circ}C$ 이었고, 底層水의 용존산소는 9월중에 낮아 $3.0 ml/l$ 이하인 적도 있었으나 대체로 $5.0 ml/l$ 을 상회하였다(林, 1978). 식물플랑크톤의 量은 클로로필-a 量으로서 약 $2\sim3 \mu g/l$ 로서 인근해역과 별 차이가 없다(조·김, 1978).

灣内外에 분포되어 있는 貝類養殖場은 Fig. 2에서 보듯이 密度가 비교적 높은 편이다. Fig. 2에서 검게 표시된 부분은 수하식 양식장으로 주로 굴양식장이고 점으로 표시된 부분은 바닥양식장으로, 거의가 피조개 양식장이다.

2. 底泥중 有機物 및 硫化物量

COD 量 : 고성만에서는 읍도 뒷쪽의 내만이 $15 mg/g$ 이하였고, 읍도와 오륜리 사이에서 약간 많아 17

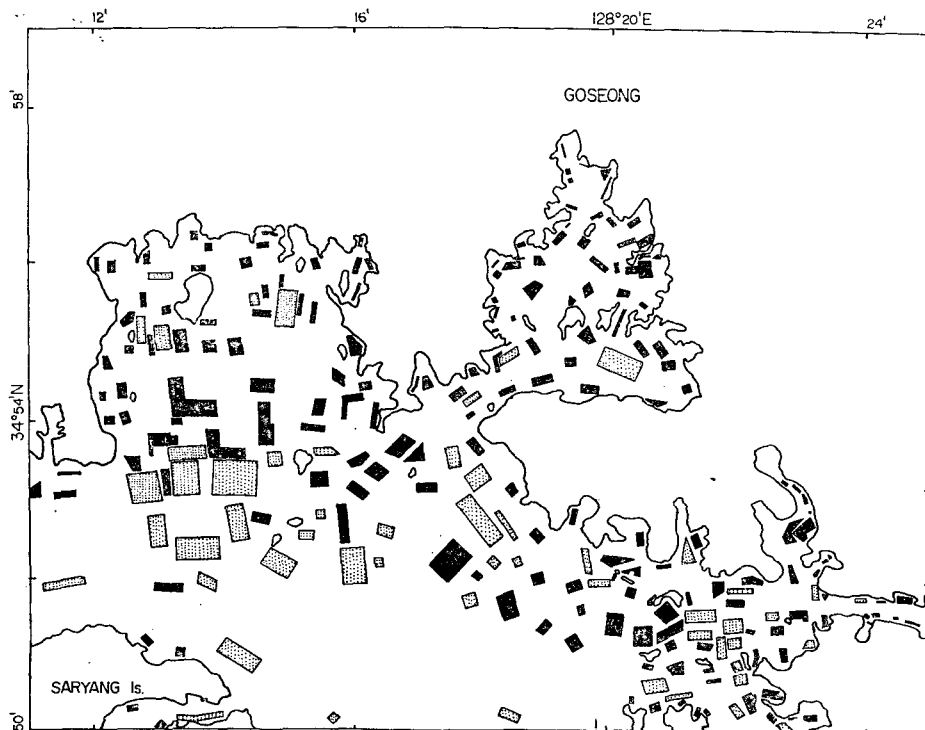


Fig. 2. Shellfish farms in the Goseong and the Jaran Bays in 1981. The black are off-bottom farms for the oyster and the dotted are bottom farms for the arkshell.

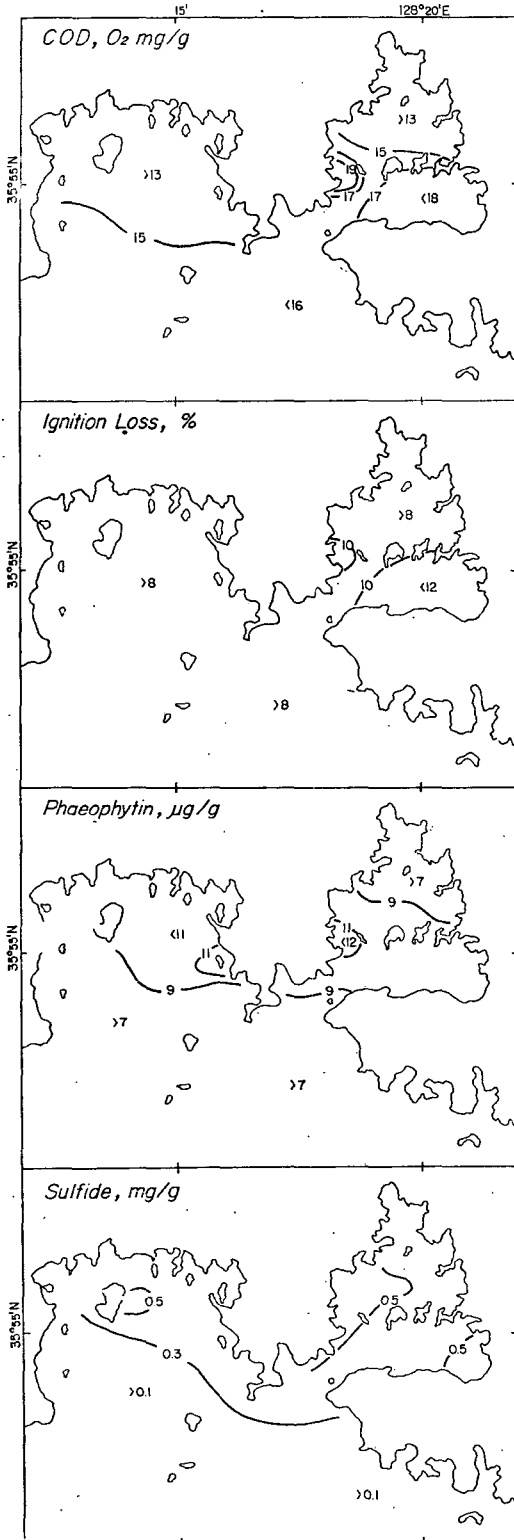


Fig. 3. Distributions of COD, ignition loss, phaeophytin, and sulfide contents in dry base in the superficial bottom mud in the Goseong and the Jaran Bays in summer 1981.

mg/g 정도였다. 최고치는 St. 9에서 19.5 mg/g이었다. 자란만에서는 13~15 mg/g 정도로 대체로 적게 나타났다. 단, 만의 동쪽에 위치한 St. 6에서는 약간 많아 16.3 mg/g을 나타내었다. 灣口灣은 15 mg/g 정도였다(Fig. 3). 평균치로 볼 때, 고성만은 16.0 mg/g(13.0~19.5 mg/g), 자란만은 14.2 mg/g(12.5~16.3 mg/g) 그리고 灣口灣은 15.1 mg/g(13.9~16.2 mg/g)으로서 거의 유사한 양이었다. 조사구 전체로는 약 15 mg/g인데, 이 양은 진해만의 25 mg/g(趙 등, 1982a)이나 한산·거제만의 17 mg/g(趙, 1980)에 비하면 적은 양이지만 득량만이나 가막양만의 10 mg/g(趙 등, 1982b)에 비하면 약간 많았다. 1976년에 조사된 저니중 COD 량은 고성만, 자란만 모두 내만에서는 8.1~10.0 mg/g 이었고, 灣口灣에서는 4.1~8.0 mg/g이었는데(수신진홍원, 1977), 6년후의 본 조사치를 비교하면, 灣內에서 보다는 灣外에서 더 증가하였음을 알 수 있다.

強熱減量 : 전반적으로 8~10%이었다. 고성만의 읍도와 오룬리 사이에서 10% 이상으로 많았고 최고치는 St. 19에서 12.4%이었다(Fig. 3). 평균적으로, 고성만에서는 9.5% (6.7~12.4%), 자란만에서는 8.1% (6.8~8.8%) 그리고 灣外에선 9.8% (9.4~10.2%)이었다. 灣內에서 보다는 灣外에서 약간 많았음이 특이하였다. 지역적인 비교에선, 고성·자란만의 평균치가 9%인데 비해 진해만은 약 12%(趙 등, 1982a)이었고, 한산·거제만은 7.6~8.7%(柳 등, 1980) 그리고 득량만과 가막양만은 8%정도(趙 등, 1982b)이었음을 볼 때, 진해만을 제외하고는 거의 유사함을 알 수 있다. 1976년 조사시 고성·자란만에서는 8.1~10.0%이었고 금번엔 6.7~12.4%이었다. 약간 증가하였음을 알 수 있다.

페오파이진量 : 조사구 전체로 보아 8~10 μg/g 이었다(Fig. 3). 고성만에서는 9.5 μg/g(7.3~11.8 μg/g), 자란만에서는 8.7 μg/g(6.8~11.0 μg/g) 그리고 灣外에서는 8.6 μg/g(8.5~9.0 μg/g)이었다. 전체적인 평균은 9.1 μg/g으로서 득량만과 가막양만의 3~5 μg/g(趙 등, 1982b)에 비하면 약 2배 정도가 되지만 한산·거제만의 20 μg/g정도(趙, 1980), 진해만의 30 μg/g 정도(趙 등, 1982a)에 비하면 아주 적은 양이었다. 본포의 특징은 자란만에서는 만 동쪽의 St. 6에서 11.0 μg/g으로 많은 편이었고 고성만에서는 만의 동남쪽인 읍도와 오룬리 사이에 많았다(Fig. 3). 조사구 전체의 최고치는 고성만의 St. 9에서의 11.8 μg/g이었다.

硫化物量: 분포범위는 0.18~0.64 mg/g 이었으며 (Fig. 3) 평균함량은 0.36 mg/g이었다. 자란만의 St. 3에서 0.64 mg/g으로 의외로 높은 양을 보였지만 전체로 보아서는, 자란만에서의 0.36 mg/g(0.23~0.64 mg/g)에 비해 고성만에서는 0.41 mg/g(0.23~0.55 mg/g)으로 약간 많았다. 灣外에서는 앞의 有機物의 분포와는 달리 灣內의 양에 비해 적어서 0.25 mg/g(0.18~0.39 mg/g)이었다. 灣 전체의 평균 함량인 0.36 mg/g은 한산·거제만의 0.2 mg/g 정도 (柳 등, 1980), 득량만과 가막양만의 0.15 mg/g(趙 등, 1982b)에 비하면 약간 많았지만 진해만의 0.5 mg/g(趙 등, 1982a)에 비하면 적었다. 1976년 조사시, 고성만은 0.41~0.47 mg/g이었고, 자란만은 0.21~0.40 mg/g이었다(수산진흥원, 1977). 그 6년 후의 값은 각각 0.23~0.55 mg/g과 0.23~0.64 mg/g이었음을 볼 때 유화물량의 뚜렷한 증가현상은 볼 수 없었다.

3. 底泥汚染度

총 23個 調査點에서 얻어진 表層泥 중 COD 량과 페오파이치틴色素량의 관계는 Fig. 4와 같았다. 座標上에 흩어진 點들의 모양에 따라 回歸直線을 구하고 直線上에서 각 조사점의 汚染度를 구하였다(趙 등, 1982a). 다음, 각 조사점의 汚染度를 자료로 하여

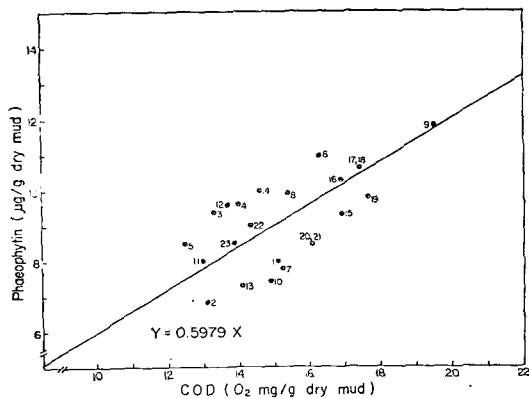


Fig. 4. Relationship between COD and phaeophytin contents in the superficial bottom mud in the Goseong and the Jaran Bays in summer 1981.

조사구 전체에 대한 底泥汚染圖를 作成하였다(Fig. 5). Fig. 5에서와 같이 조사구 중 오염도가 가장 높은 곳은 고성만 서쪽의 St. 9와 그 주위였고, 자란만의 동남안과 고성만의 동남안인 읍도와 오륙리 사이가 높았다. 그 밖의 구역은 비교적 낮은 분포를 보였다.

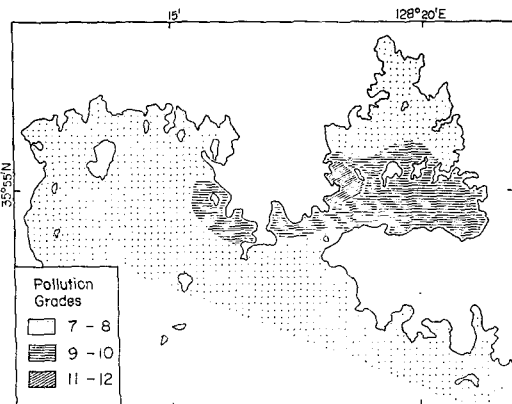


Fig. 5. Distribution of pollution grades in the superficial bottom mud in the Goseong and the Jaran Bays in summer 1981. Numbers of legend show pollution grades calculated from the Fig. 5.

底泥汚染度는 數值가 클수록 汚染이 심한 상태를 표시하는데, 진해만은 가장 심하고 한산·거제만이 그 다음이고 득량만과 가막양만은 매우 낮다(趙, 1980; 趙 등, 1982a, 1982b). 고성·자란만은 득량만이나 가막양만에 비해 약간 높지만 부영양화의 초기 단계에 불과하다. 그리고 Fig. 4에서의 回歸直線의 기울기 값은 득량만과 가막양만의 기울기 값과 유사했고(趙 등, 1982b), 한산·거제만과 진해만은 각각 1.0 이상으로 기울기의 값이 컸다(趙, 1980; 趙 등, 1982a). 기울기 값이 클수록 COD 량보다는 페오파이치틴色素량이 많음을 표시한다. 페오파이치틴色素량이 많음은, 赤潮原因生物의 다량 침전으로 인한 경우를 제외한다면, 養成員로부터의 배설물의 축적이 상대적으로 많음을 나타낸다. 따라서, 고성·자란만의 저니오염 정도는 현재까지는 비교적 양호한 상태라 할 수 있고 양성패의 증가가 없다면 당분간은 양호한 상태가 유지되리라 추측된다.

要 約

固城·紫蘭灣 패류 양성장 저질의 부영양화 정도와 부영양화속도를 구명하고 양성장의 적절한 관리, 보존을 위한 기초자료를 얻고자 1981년 하계중 양성장 저지중에 함유된 有機物量 및 硫化物量을 측정하였다.

1. 표층저지 중 COD 량은 12.5~19.5 mg/g 으로 평균 15.3 mg/g이었고 強熱減量은 6.7~12.4%로 평균 9.1%, 페오파이치틴色素량은 6.8~11.0 µg/g으로

평균 9.1 $\mu\text{g/g}$ 이었다. 硫化物量은 0.18~0.64 mg/g 으로 평균 0.36 mg/g 이었다.

2. 上記 量들은 硫化物의 경우, 富榮養化의 上限值인 0.3 mg/g 을 약간 상회하고 있지만, 그 밖의 값들은 대체로 낮은 값이고, 1976년의 조사치와 비교해도 6년간 약간만이 증가한것으로 보아, 富榮養化의 速度는 매우 완만하였다.

3. 底泥汚染度로 보아, 득량만과 가막양만에 비하면 약간 나쁜 편이었지만 인근에 위치한 진해만이나 한산·거제만에 비하면 매우 양호한 편이었다. 또, 페오파이친色素量이 적은 것으로 보아 養成貝에 의한 배설물의 다량 축적으로 인한 문제는 없는 것 같다.

文 獻

- 수산진흥원. 1977. 연안어장 환경조사. 사업보고, 제36호.
- 水産振興院. 1978. 沿岸漁場 및 臨海工業團地周邊海域의 海水流動. P206.
- 柳長奎·朴周錫·陳平·張東錫·林琦璋·朴清吉·洪性潤·趙昌煥·許宗秀·李三碩·朴炅洋·姜弼愛·李明淑·金潤. 1980. 筍養殖場 綜合調査, 水振研報, 24, 7~46.
- 林琦璋. 1978. 夏季嶺海灣과 그 隣接海域의 海水化學成分의 月別變化. 水振研報, 20, 7~19.
- 林斗柄·趙昌煥·權堽燮. 1975. 忠武附近 筍 養殖漁場의 環境에 關하여. 韓水誌, 8(2), 61~67.
- 趙昌煥. 1980. 閉山·巨濟灣 筍養殖場의 養殖密度에 關한 研究. 韓水誌, 13(2), 44~56.
- 趙昌煥·梁漢燮·朴炅洋·廉末九. 1982a. 嶺海灣 貝類養殖場의 底質에 關한 研究. 韓水誌, 15(1), 35~41.
- 趙昌煥·朴炅洋·梁漢燮·洪在上. 1982b. 得糧灣과 獨莫洋 貝類養殖場의 富榮養化. 韓水誌, 15(3), 233~240.
- Hirayama, K. and K. Numaguchi. 1972. Growth of *Gymnodinium* type-65, causative organism of red tide in Omura Bay, in medium supplied with bottom mud extract. Bull. Plankton Soc. Japan 19, 13~21.
- Iizuka, S and T. Nakashima. 1975. Response of red tide organisms to sulphide. Bull. Plankton Soc. Japan 22, 27~32.
- 清石禮造·富山哲夫. 1942. 濱名湖に於ける牡蠣と底土中の硫化物含量との關係. 日海誌, 1(1, 2), 75~84.
- 澤田保夫·丹下孚·關政夫. 1958. 眞珠養殖漁場의 養殖海洋學的研究, I. 1958年7月 英虞灣立神浦における眞珠貝異常斃死漁場의 觀測結果について. 國立眞珠研報, 4, 347~355.
- 澤田保夫·谷口宮三郎. 1969. 眞珠養殖漁場의 養殖海洋學的研究, VI. 漁場底泥からみた眞珠漁場의 汚染度と漁場收容密度의 算定について. 國立眞珠研報, 14, 1719~1734.