

鎮海灣의 養殖海洋學的 研究의 業績과 未來의 課題

趙昌煥

統營水產專門大學

Contribution and Future Direction in the Study of Aquacultural Oceanography in Jinhae Bay, Korea

Chang-Hwan CHO

Tong-yeong Fisheries Technical College
Chungmu 650-160, Korea

ABSTRACT

This is a review of the studies on aquaculture and its environments in Jinhae Bay, one of the most productive areas in the south coastal waters in Korea, carried out since 1960's. It's content consists of describing the outlines of, (1) a brief history of shellfish culture development and the study of oceanic environments relating to the aquaculture, (2) the oceanographic studies on the eutrophication, red tides, and the mass mortality of shellfish due to pollution and (3) the studies on forecasting aquaculture and oceanographic conditions, and on the direction of aquacultural oceanographic studies in the near future.

序言

우리 나라 진해에서 양식되는 패류는 최근 5년간 (1985~1989)의 평균으로 보아 연 생산고 약 40만 M/T이다 (농림수산부 1985~1990). 주 약식 종은 굴, 바지락, 피조개, 꼬막 그리고 홍합이다. 이 중, 굴과 피조개는 전국 생산량의 약 87% 그리고 홍합은 98.5%가 진해만을 포함한 남해 동부 연안해역에서 생산된다. 특히, 양식산 피조개와 홍합은 거의 모두가 진해만에서 생산된다.

진해만은 우리 나라 연안에서 가장 큰 만으로 패류양식의 본고장이지만 근래에는 富栄養化와 赤潮多發 海域으로 문제점이 노출되고 있으며 만의 표면적은 약 500km²이고 수심은 평균 20m 이다. 그리고 진해만은 가덕水道와 견내량 해협으로 외부와 연결되지만 진해만 해수의 대부분은 가덕수도를 통하여 진해만은 보통 마산 수도 (마산만), 행암만, 웅천만, 진동만, 원문만, 신현만, 그리고 진해만 중앙부로 구분되고 전형적인 半閉鎖性 灣이다.

진해만 일대의 평균기온은 8월이 가장 높고 1월이 가장 낮으며, 연평균 강수량은 약 1,400mm이고 이 중 약 50%가 여름철 (6-8월)에 내린다. 평균 풍속은 2-3m/sec로서 풍향은 忠武 지방에서는 연중 서-남서 방향이고 巨濟 지방에서는 겨울철에는 북서, 여름철에는 남-남서 방향을 나타내는 데, 복잡한 지형적 영향을 많이 받는다 (해양개발연구소 1980).

현재 진해만의 汚染은 심각하다. 진해만의 일부인 마산만은 이미 1970년 대 중반부터 수산물의 채포가 금지된 상태이다. 마산만 주변의 공단이나 행암만 인근의 비료공장이 1970년 대에 가동되었기

때문에 초기 얼마간은 부영양화가 서서히 진행되어 큰 주목을 받지 않았으나 1970년 대 말에서 1980년 대 초에 그 영향이 나타나기 시작했다. 그 후부터 진해만은 적조현상이 빈발하게 되어 근래에 와서는 매년 적조가 발생하고 1989년 하계에는 貧酸素水塊가 거의 만 전체 중, 저층에 형성되었다. 이에 따라 진해만에서는 1985년부터 홍합 생산이 매년 감소 추세이고 또 지난 3년간 피조개 양식은 매우 부진하여 생산이 전혀 안된 곳도 있다. 그런 까닭에 양식 해역으로서의 진해만의 기능을 되살리기 위한 대책이 조속히 강구되어야 한다.

본 논문은 이런 문제를 어떻게 대처할 것인가에 대한 해답을 얻기 위해 진해만에 관해 발표된 기존의 자료 및 문헌을 중심으로하여 문제를 진단하고 그 처방을 마련코저하는 데 목적을 두었다.

양식 현황

2-1. 패류 양식 略史

우리 나라 패류 양식이 본격적으로 시작된 것은 1960년 대 말 일본으로부터 垂下式 양식法이 도입되면서 부터다. 이에 따라 굴 수하식 양식이 시작되었는데 굴 (*Crassostrea gigas*) 수하식 양식의 성패는 種苗 확보에 있다. 1960년대 초 진동만의 이명리 지선, 용호리 지선, 가덕도의 놀차 지선에서의 採苗 시험 (鄭 1961; 裴 等 1964; 裴 1967)과 용호리 지선에서 수하식 養成 시험 (裴 等 1964)을 기반으로 하여 1970년 대의 본격적인 조사 (유 等 1971; 裴와 裴 1971, 1972a, b, c; 裴 1971, 1972, 1973; 李와 柳 1975)로 굴 수하식 양식은 뿌리를 내렸다. 피조개 (*Anadara broughtonii*)는 종묘 확보의 어려움으로 양식이 거의 불가능한 것 처럼 보였지만 1970년 대 초 진해만 석곡리 앞 바다와 곡천 앞 바다에서는 채묘 시험과 中間育成 시험의 성공으로 (劉와 柳 1974; 盧와 卞 1977) 피조개 양식은 활기를 띠게 되었다. 이와 더불어 양식굴에 피해를 끼치는 다모환충류, 납작벌레, 기생충, 그리고 부착생물에 대한 조사도 (田 1974; 柳 等 1975; 權 1977; Paik 1980; 鄭과 姜 1980) 초기 양식에 도움이 되었다.

이상과 같이, 패류 양식의 초기 시험, 조사 등과 아울러 피조개와 홍합 생산량의 거의 전부가 진해만에서 생산되고 있다는 점에서 (농림수산부 1985-1990) 진해만이야말로 우리 나라 패류 양식의 본 고장이라 하겠다. 그런 진해만이 본격적인 양식이 시작될지 겨우 20여년 만에 황폐 위기에 놓였다.

2-2. 양식 현황

진해만에서 표면적의 7.5%가 양식장으로 이용되고 있는데 이중에서 굴이 10.3km² 홍합이 4.9km² 그리고 피조개가 22.3km²를 차지한다 (해양개발연구소 1983). 굴과 홍합은 주로 수하식으로, 피조개는 살포식으로 양식되고 있다.

피조개와 홍합 생산량은 1984년 도까지는 각각 15,000 M/T과 26,000 M/T미만이었으며 이중 피조개는 1985년에 44,000 M/T, 1986년과 1987년에는 49,000톤, 1988년에는 43,000 M/T이 생산되어 연 평균 약 46,000 M/T이었지만, 1989년에는 16,000 M/T으로 급격히 감소되어 생산이 가장 높았던 1987년도에 비해 32%에 불과했다. 그리고 홍합은 1985년에 생산이 가장 많아 48,000 M/T 이었는데, 반해 1986년에는 전년비 72%, 1987년은 전년비 75%, 1988년은 전년비 60% 그리고 1989년은 전년비 39%로 매년 감소 하였고, 1989년 생산량은 가장 많이 생산되었던 1985년도 생산량의 12.6%에 불과했다.

이상과 같이, 진해만에서는 1985년도에 피조개와 홍합의 생산량이 그 전에 비해 폭발적으로 증산되었지만 피조개는 그 후 4년간 그 수준을 지탱하였을 뿐이고 홍합은 더욱 부진하여 2년간 유지된 후 계속 감소되었다. 같은 기간동안 施設臺數 (면허)가 별로 증가하지 않았고 계속된 생산 부진으로

중간에 그만둔 양식업자가 있다 하더라도 그 같은 생산 감소의 이유는 역시 진해만 (양식장) 환경이 문제였으므로 다른 이유를 들 수가 없는 상황이다.

海水流動 및 富榮養化

3-1. 해수 유동

진해만은 3 개의 水道로 外海와 연결된다. 가덕水道와, 가덕도 북쪽 水道 그리고 건내랑 해협이다. 가덕水道에는 작은 섬들이 산재해 있고 수심은 대체로 20m 이상이며 중앙부에는 巨濟島 쪽에 약간 치우쳐 깊은 골을 이루는 데, 그 범위가 거제도 북단 광지말에 이르고 최고 수심은 약 52m이다. 건내랑 해협은 폭이 대단히 좁고 최고 수심은 약 8m로서 매우 얇다. 만 중앙인 서부 해역은 수심 약 20m의 분지를 형성하고 있고, 진해만 입구인 부도 근처는 수심이 10m정도로 얕아졌다가 마산만 입구에서 갑자기 깊어져 25m에 달하여 마치 sill과 같은 해저 지형을 이룬다 (張 等 1984).

가덕도 북쪽 수도는 건마도 부근을 중심으로 동쪽과 서쪽 해역의 流向이 서로 반대 방향을 나타낸다는 (수산진흥원 1978) 보고로 서로 상충되는 점이 있어서 보다 정확한 究明이 요구된다. 건내랑 해협에서는 지도 부근에서 진해만 水와 통영만 水가 부딪치므로 이 해협을 통한 外海水와의 교환은 적다. 따라서 진해만의 해수 유동은 대부분이 가덕 수도를 통하여 유출입한다.

半潮汐週期 동안에 大潮期에는 가덕 수도가 전체 해수 교환량의 86-90%이고 건내랑 해협이 10-14%이다. 小潮期에는 각각 61-80%와 20-39%이다. 만의 중앙 단면에서는 흐름의 二重構造가 뚜렷하며 淡水 유입량이 많은 경우에는 7-8m 층을 경계로 하여 二重構造가 형성되어 해수는 상, 하층이 서로 반대 방향으로 흐른다 (張 등 1984).

마산만의 해수교환 率은 대조기 2.4-11.7%, 소조기 2.0-9.1%로 대체로 10% 미만이며 潮差에 따른 변동이 거의 없다는 것이 특징이다 (金 等 1986b). 만 입구인 덕동과 동도 사이의 단면에서는 4m까지의 표층에서는 담수가 유출되고 6m 이심의 저층에서는 外海水가 유입하는 흐름의 이중 구조를 나타낸다. 유속은 대조기, 소조기 모두 4m 이심에서는 0-2 cm/sec로 저층에서는 흐름이 없다 (金 등 1986a). 만 내의 담수량은 전 해수 체적의 8.3%이고 담수 교체 시간은 대체로 139 일이 소요된다 (南 1982).

연안 해역에서 염분 분포는 水塊의 경계를 구분짓는 하나의 指標가 되는 데 진해만의 11 월중 염분 분포에 의하면, 外海水의 영향이 크게 작용하는 범위는 거제도의 광지말과 실리도를 잇는 선으로 35% 이상의 염분을 지닌 바깥 해역이고 다른 하나는 가조도 서남방 (건내랑 쪽에서 수도까지의)으로 33.2% 이상을 지닌 해역이다. 진해만 중앙부는 33.2% 미만의 저염수인 고유 해역이다. 이 염분 분포에 의한 해역의 구분은 透明度 분포와도 일치한다 (林과 河 1978).

진해만에서 한 여름인 7 월과 8 월에 때로는 9 월에 표층수는 수온이 높은 데 반해, 저층에는 수온이 낮은 수괴가 존재한다. 그리고 이 低層水는 外해 (한국 해협의 저층수)에서 0.2 knot로 유입되어 만 전체에 퍼지고 가조도 부근까지 이른다. 이 때, 수온이 높은 상층수는 같은 속도로 灣外로 유출된다. 이런 상층 유출, 하층 유입이라는 수직 순환 영상이 탁월하다 (林 등 1979).

진해만 해수 유동에서 취약점은 數值 modeling에 의하면 표층의 경우, 만내 서부 해역과 마산 만의 유동이 매우 불량하고 저층에서는 동부를 제외하고는 유동이 거의 없다는 것이다 (해양연구소 1989).

3-2. 부영양화

마산만 인근에는 마산, 창원 공업 단지와 그에 따른 인구 증가로 인해 산업 폐수와 도시 하수가

하루에 약 20만 m³씩 마산만으로 유입된다 (徐 1987). 또한 행암만은 근처에 있는 한국 비료에서 나오는 배출수의 영향으로 인해 다량의 인이 함유되어 있다 (朴 1975). 부유 물질 (SS)만 보아도 마산만과 행암만이 20 mg/l 이상인 데, 다른 해역은 10 mg/l 정도이다 (수산진흥원 1989). 산업 폐수와 도시 하수에는 많은 양의 영양염 특히 무기態 질소와 인이 포함되어 있어 해수의 부영양화를 초래하고 그 밖에도, 진해만에는 굴, 홍합, 피조개 등의 양식 대상종들로 인한 自家汚染도 있어 이 두가지 경로의 오염이 진해만의 부영양화를 촉진하게 된다. 게다가, 진해만은 폐쇄성이 짙어, 오염물의 外海로의 확산이 불량하여 南海岸의 그 어느 해역보다 부영양화가 심한 곳이다.

水質 조사는 1967년부터 본격적으로 실시되었다 (박 등 1969). 해수중 COD는 1970년대만 해도 마산만과 행암만의 표층과 저층의 평균이 각각 2.33 ppm과 1.44 ppm 이었고 그 밖의 해역에서는 1.0 ppm 정도였다 (수산진흥원 1983). 그런데, 1985-1988년에는 마산만과 행암만은 이미 3等級 (COD 3 ppm 以上)이 되었고 그 외 해역도 2等級 (COD 2 ppm 以上)으로 전락하였다. 반면, 거제도 서부 외양과 한산-거제만 해역은 1等級 (COD 1 ppm 前後)을 약간 상회하였다 (수산진흥원 1989). 수질의 변화폭이 큰 반면에, 低質은 변동이 적다. 따라서, 저질은 그 해역의 오염 역사를 대변하는 좋은 지표가 될 수 있다. 우리 나라 연안의 저질 조사는 1971년 진해만에서 처음 실시하였는데, 당시 조사 항목은 입도(φ)와 유기탄소 (%)였다 (수산진흥원 1972). 그 후는 동일항목의 조사가 없었다. 1980년대 初 주로 양식장이 있거나 있었던 해역 (칠천도 수도, 신현만, 진동만, 원문만)의 表層泥 중 COD는 21 mg/g 乾泥였고, 1980년대 말에는 24 mg/g 乾泥, 그리고 硫化物은 0.4 mg/g 乾泥에서 0.7 mg/g 乾泥로 증가하였다 (趙 등 1982; 朴 1990).

이들의 기준치는 COD는 20 mg/g이고 유화물은 0.2 mg/g 인것과 비교할 때, 1970년대는 그래도 기준치(COD 20 mg/g), 유화물 0.2 mg/g)를 유지했지만 1980년대는 점차 악화되었다.

赤潮

진해만의 적조는 1970년대까지는 그 원인종이 주로 硅藻類였다 (朴과 金 1967, 朴 1980). 그러나 1970년대 말부터 서서히 편모조류 (대부분이 渦鞭毛藻)로 바뀌었다 (趙 1978, 1978; 朴 1980; 해양개발연구소 1980).

1972년에서 1979년 사이에 진해만에서 발생한 적조는 주로 原因種이 *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros* spp., *Nitzschia seriata*의 규조 적조였던게 특징이다. 그러나, 1978-1979년 사이에는 편모조류에 의한 적조가 증가했다 (朴 1980). 1979년 8월부터 1980년 9월 사이에는 총 21건의 적조가 발생했는데, 규조류에 의한 것이 57% 이었고 나머지는 편모조류에 의한 것이었다. 규조류에선 1970년대와 마찬가지로 *Skeletonema*와 *Nitzschia*의 출현 빈도가 높았지만 *Chaetoceros* spp.는 단 1건 밖에 없었고 대신 *Prorocentrum*, *Gymnodinium* 등의 편모조 적조가 많아졌다 (해양연구소 1980). 그런 현상은 1980년대에 더욱 심해져 1981-1985년 사이에 발생한 100건의 적조 중, 편모조 적조가 67%나 되었다 (수산진흥원 1987).

빈산소화(貧酸素化)

여름철 成層期에 성층기간이 길면 低層水의 酸素는 점차 감소하여 빈산소 내지 무산소 상태가 된다. 진해만 저층수에 빈산소 상태는 1970년대 중반부터 발견되기 시작했다. 1977년 7월 진해만 서부 해역 일대에서 *Gonyaulax*에 의한 적조가 발생하여 약 일주일 간 머물렀는데, 이 때 당동灣에서 어의島 西北까지 5-10 m층에서 불포화상태 (30-80%)였고 10m이심에서는 빈산소 내지 무산소 상태로 5%

이하였다 (趙 1978).

그 후, 진해만에서는 여름철에 종종 저층수에서 빈산소화 현상이 발견되었고, 1983년 9월에는 저층에 40% 이하의 빈산소 해역이 진해만 전체 해역의 50%를 넘었다. 마산만 및 그 수로, 행암만 그리고 가조도 동부 해역도 거의 무산소 상태였고 그 밖의 마산만 수로 입구, 행암만 입구 그리고 진해만 중앙부, 중부 해역 일대가 빈산소 상태였다 (Hong 1987).

1989년에는 6월 초순부터 일부 해역의 저층에서 용존 산소가 3 ppm 이하로 감소하기 시작하여 7-9월에는 진해만 거의 전 해역 저층이 빈산소 또는 무산소 상태로 되었다. 마산만 및 그 수로, 행암만, 진동만 그리고 가조도에서 견내량까지의 모든 해역이 1 ppm 이하였고 진해만 중앙부, 마산만 수로 입구 그리고 행암만 입구는 1-3 ppm이었다. 진해만 저층수의 빈산소화는 1980년대에는 거의 매년 일어나는 현상이다 (朴 1990).

양식장 自家汚染

自然生産力에 의존하는 양식장에서 다른 큰 이유없이 單位生産量이 계속 감소하게 되면 일단은 그 양식장에 老化가 진행 중임을 말해 준다. 노화의 원천은 密殖과 連作이다. 1970년대 진해만과 그 인접 해역에서 뗏목 1대 (162m²)에서 생산된 굴은 생굴로 3-4 M/T이었다. 그러나 1980년대에는 2-3 M/T이다. 게다가 채취 시기도 점차 늦어져 越夏 굴이 늘어나고 있는 실정이다 (趙 1980, 1990).

1986년 경남 연안 해역의 굴 양식에 있어 不定 시설 (무면허와 초과 시설)은 15.2%였다. 초과 시설의 경우, 100m 짜리 연승 1대에 수하연 수는 142연이 기준인 데 반해 170-200연을 수하하였다 (수산기술훈련소 1986). 또, 피조개는 ha 당 종묘 살포량은 기준이 20-25만마리 인데 반해 실제로는 50-60만마리를 살포하였다. 밀식임을 단적으로 입증한 예다. 따라서, 밀식은 생산성을 감소시켰고 자가 오염을 촉진시켰다. 진해만 피조개 생산은 지난 3년간 매우 부진했고 생산이 전혀 안된 곳도 있다.

결 론

진해만의 통합 양식은 과거 5년간 계속 감소 추세이고 피조개는 양식장 자체를 폐쇄할 위기에 처해 있다. 그 원인의 하나는 과도한 配水(도시 하수 및 산업 폐수 등)가 진해만 수를 부영양화 하기 때문이고 다른 하나는 밀식 (자가오염 초래) 때문이다. 피조개 양식장이 많은 웅천 부근 해역은 진해만에서는 가덕수도 다음으로 해수 유통이 양호한 곳인 데, 과거 5년 사이에 수, 저질이 심하게 오염된 것은 밀식 때문이다. 規定上 어장간 거리는 50m로 되어 있으나 현장에서는 그 거리가 10m도 안될 정도로 어장을 확대 사용하고 있을 뿐 아니라 치패 살포량도 규정의 2배 정도 사포하므로 (수산기술훈련소 1986) 地力이 유지될 수 없음은 당연하다. 低質에 잠입치 못한 치패는 죽게 되고 죽은 치패의 無機化 과정에서 많은 양의 산소 소모가 또 다른 치패를 죽게 하는 악순환을 초래하므로 저질과 수질은 악화될 수 밖에 없다. 밀식이 자가오염을 촉진하는 좋은 예다.

마산만과 그 수도에는 하루 약 20만 톤 이상의 각종 배수가 유입된다. 도시 하수 및 분뇨의 절반 이상이 처리되지 않은채 유입되고 과도한 영양염으로 해수는 부영양화가 촉진된다.

이상의 두가지 오염源에 의해 진해만의 수질과 저질은 부영양화되고 부영양은 적조를 유발하고 적조는 저층 빈산소화를 초래하는 악순환이 반복된다. 이런 문제를 예방 또는 해결코저 1980년대 초부터 노력했다. 예를 들면, 1986년에 전국 일선 수산 담당 공무원들의 전문 교육 과정 (수산기술훈련소 1986)을 통해 문제점을 도출, 진단, 처방까지 내렸지만 그 처방에 따른 후속 조치가 없었고, 또 1990년에도 연안 양식 어업 부진 대책 세미나 (경상남도 1990) 등이 있었지만 아직도 이렇다

할 조치가 취해지지 않고 있는 현실이다. 1986년에 제시된 처방(수산기술훈련소 1986)에 의하면 (1) 生産量 쿼터제 도입, (2) 저질 환경 改善, (3) 輪作制 도입, (4) 閉鎖灣 또는 半閉鎖灣에서는 水道 개설 등이 있었다. 이상의 처방들은 현실적인 것이다. 다시 말하면 해역 부영양화의 主 요인이 도시 하수의 공장 폐수, 밀식과 그로 인한 자기 오염인 이상, 前者는 완벽한 처리와 엄격한 통제로 최소화 할 수 있다. 반면, 후자 즉 밀식은 適正密度를 산출하여 그를 토대로 양식 시설(양식장)을 再整備 하면 된다. 양식 생물의 적정 밀도 산출은 그 해역의 먹이량과 自淨 능력을 감안해야 하므로 현재까지의 산출 접근 방법은 (1) 양식 대상 패류의 濾過水量, (2) 양식장 표층泥가 함유한 有機物量, (3) 해역內 energy flow 등을 근거로 하여 적정 밀도 모델이 만들어졌지만 그 모델의 적용에는 한계성이 있다. 왜냐하면, 해역 마다의 먹이량과 水理條件이 다르기 때문이다. 그러므로, 현재로는 이상의 3 가지 방법중 한가지 또는 복합적인 방법을 사용하여 각 灣別 모델을 개발해야만 한하고 이를 위한 기본 자료로서 그 해역의 水理와 기초 생산력의 정보가 필수적이다. 따라서, 보다 나은 접근 방법을 제시한다면 해역이 지닌 먹이량과 자정력(정화능력)을 함께 고려하여 적정 밀도를 산정하는게 바람직하다. 그 구체적인 방법은 첫째, 오염 부하량의 조사다. 육상 기원의 오염 물질의 양 및 양식으로 인한 자기 오염 부하량을 산정한다. 둘째, 자정 능력을 조사한다. 해수 유동과 오염 물질 확산 simulation을 통해 오염 물질의 농도 및 그 收支를 계산하고 해수 중 유기물의 분해 속도 측정으로 부영양화의 절감 방안을 강구한다. 셋째, 물질 收支를 계산한다. 오염 부하량과 자정 능력을 계산하여 물질 순환 모델을 수립하여 산소 수지에 의한 환경 容量을 산정한다. 넷째, 적정 부하량을 산정한다. 환경 용량에 따른 오염 물질의 적정 부하량과 양식 시설의 적정 밀도 및 총량을 산출한다. 끝으로, 이상의 조사를 기초로 육상 기원의 오염과 양식으로 인한 오염의 저감 및 해수 교환율을 증대시켜 자정 능력을 증대하는 방안을 강구한다(해양개발연구센터 1990). 이상과 같은 일련의 조사를 통해 진해만의 자정능력을 산정하고 그 자정 능력 한계 내에서 양식 적정 밀도를 조정하게 되면 해역도 保全하고 생산도 지속될 수 있으므로 조속한 시행이 요구된다 하겠다.

參 考 文 獻

- 경상남도 1990. 沿岸 養殖漁業 不振對策 세미나. 143p.
- 權우燮 1977. 굴 養殖場의 附着生物에 關하여. 통영수전논문집 12 : 25-30.
- 金鍾華·張善德·金三坤 1986a. 馬山灣의 海水流動에 關하여. 韓水誌 19(3) : 274-280.
- 金鍾華·張善德·金海龍 1986b. 馬山灣의 海水交換率. 韓漁技誌 22(3) : 29-35.
- 南基樹 1982. 馬山灣의 淡水交替時間. Bull KORDI 4, 1-10.
- 盧龍吉·卞忠圭 1977. 피조개 *Anadara broughtonii*(Schrenck)의 自然採苗에 關한 研究. 수진 연구보고 16 : 135-147.
- 농림수산부 1985-1990. 농림수산통계연보.
- 박상윤, 오윤근, 박경길, 조상영 1969. 진해만 부근 해역의 해수 화학성분의 계절적 변화에 관하여. 수진연구보고 4 : 59-68.
- 朴周錫 1980. 韓國 南海岸의 植物性 plankton의 出現量 및 組成과 이들의 먹이와 赤潮로서 養殖生物에 미치는 영향. 수진연구보고 23 : 7-157.
- 朴周錫 1990. 沿岸漁場의 環境條件, p. 3-29. 沿岸養殖漁業不振對策 세미나, 慶尙南道.
- 朴周錫·金鍾斗 1967. 鎭海灣의 赤潮現像에 關한 研究. 수진연구보고 1 : 65-79.
- 朴清吉 1975. 鎭海灣 海域의 磷酸鹽 分布의 特性에 關하여. 韓水誌 8(2) : 68-72.

- 裴景萬 1967. 참굴 採苗에 관하여. 수진연구보고 1 : 109-115.
- _____ 1972. 참굴 채묘에 관하여 3. 노출시간과 치폐부착. 韓水誌 5(1) : 23-28.
- _____ 1973. 참굴 수하양식에 관한 연구 (II). 해역별 성장도에 대하여. 수진연구보고 11 : 59-69.
- _____, 배평암 1971. 참굴채묘에 관하여(II). 수진연구보고 8 : 45-53.
- _____, 배평암 1972a. Portugal 굴 (*Crassostrea ostrea angulata*) 및 Olympia굴 (*Ostrea Iurida*)의 이식 성장에 관한 연구. 韓水誌 5(1) : 17-22.
- _____, 배평암 1972b. 참굴 채묘에 대하여. 수진연구보고 9 : 47-54.
- _____, 배평암 1972c. 참굴 수하양식에 관한 연구. (I). 양성장의 성장도에 대하여. 수진연구보고 9 : 71-84.
- _____, 鄭申來·崔圭福 1964. 참굴의 採苗 및 연승 垂下養殖 試驗報告. 農林部水産振興院 別冊. 34p.
- 배영만 1971. 수출용 중굴 생산의 성장억제에 대하여. 수진연구보고 8 : 55-66.
- Paik, E. I. 1980. Polychaetous annelids growing in oyster farms. Bull, Korean Fish. Soc. 13(1) : 33-44.
- 徐鳳洙 1987. 馬山灣의 汚染物質負荷와 對策, 赤潮現像과 漁場保全. p. 19-26. 赤潮 및 漁場 保全對策에 關한 심포지움, 水産振興院.
- 수산기술훈련소 1986. 效率的 養殖漁場 管理方案. 1986 政策세미나 研究報告書 74p.
- 수산진흥원 1972. 연안어장 환경조사보고. 사업보고 제 12 호.
- _____ 1978. 沿岸漁場 및 臨海 工業團地 周邊海域의 海水流動. 206p.
- _____ 1983. 한국 연안어장 보전을 위한 환경오염 조사연구. 사업보고 제 58 호.
- _____ 1987. 한국연안의 적조발생과 천이에 관한 연구. 사업보고 제 69 호.
- _____ 1989. 한국연안어장 보전을 위한 환경오염 조사연구. 사업보고 제 84 호.
- 劉明淑·柳晟奎 1974. 피조개의 채묘와 초기 성장. 韓水誌 7(2) : 79-86.
- 유성규·김경성·유명숙 1971. 참굴의 채묘 기술 확립에 관한 연구. 과학기술처 R-71-93. 15p.
- _____, 李澤烈·陳平·洪性潤·劉明淑 1975. 굴 養殖場의 保全을 爲한 生態學的 環境調査 研究. 釜山水大臨海研報 8 : 15-30.
- 李鍾九·柳晟奎 1975. 加助島 養殖場의 굴 成長에 關한 研究. 釜山水大研報 14(2) : 41-50.
- 李鍾華·奉鍾憲·韓相準 1974. 鎮海灣의 海水流動에 關하여. 韓水誌 9(1-2), 19-30.
- 林斗柄·河晶植 1978. 秋季의 鎮海灣海況. 통영수전논문집 13 : 1-3.
- _____, _____·金光弘 1979. 여름철 鎮海灣의 海水 循環. 통영수전논문집 14 : 1-7.
- 張善德·李文沃·金鍾華·朴光淳·金福起·林琦奉 1984. 鎮海灣 東部海域의 海水流同. 수진연구보고 32 : 7-33.
- 田世圭 1974. 南海岸 굴의 *Bucephalus*屬 寄生과 病理. 釜山水産臨海研報 7 : 77-85.
- 鄭成采·姜海遠 1980. 얇은 납작벌레, *Notoplana bumilis*(STIMPSON)의 피조개 稚貝에 對한 食害現像과 驅除에 關하여. 수진연구보고 25 : 55-61.
- 鄭址烘 1961. 참굴의 採苗 및 垂下養殖 試驗. 農林部 中央水誌 別冊. 62p.
- 趙昌煥 1978. 鎮海灣의 *Gonyaulax* 赤潮에 關하여. 韓水誌 11(2) : 111-114.
- _____ 1979. 1978년 진해만 적조와 양식 굴의 대량폐사. 韓水誌 12(1) : 27-33.
- _____ 1980. 閑山 巨濟灣 굴 養殖場의 養殖密度에 關한 研究. 韓水誌 13(2) : 45-46.
- _____ 1990. 沿岸 養殖場의 自家汚染. p.33-37. 제3회 공동세미나 Proceedings. 부산수산대학교,

해양산업개발 연구센터.

趙昌煥, 染漢燮 · 朴旻洋 · 廉末九 1982. 鎭海灣 貝類養殖場의 低質에 關한 研究. 韓水誌 15(1) : 35-41.

Hong, J-S. 1987. Summer oxygen deficiency and benthic biomass in the Chinhae Bay system Korea. J. oceanol. Soc. Kor. 22(4) : 246-256.

해양개발연구소 1980. 진해만의 적조 및 오염모니터링 시스템 개발을 위한 기초연구. BSPE : 00022-43-7. 459P.

_____ 1983. 적조 및 오염모니터링 연구, 진해만. BSPE 00048-80-7. 222p.

_____ 1989. 연안환경보존 기술개발연구.

해양산업개발연구센터 1990. 제4회 공동세미나 Proceedings. 부산수산대학교. 49p.