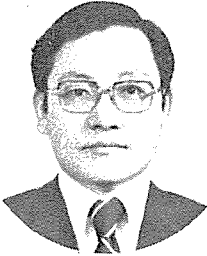


海洋生物資源개발



沈 載 亨

〈서울大 海洋學科교수〉

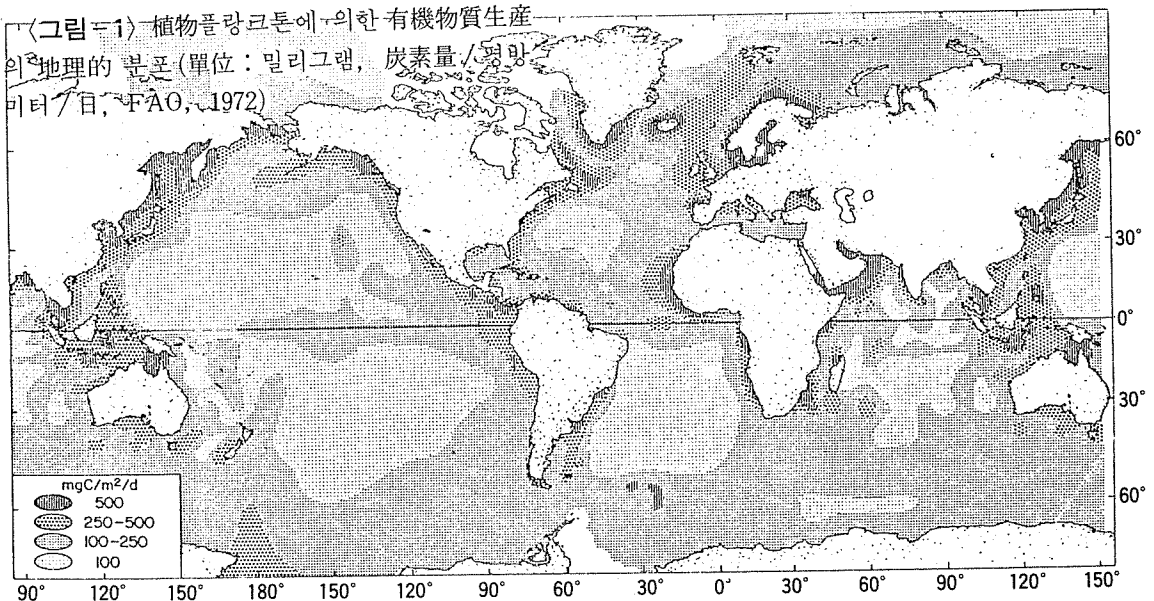
◇ 序 言

세계의 食糧問題는 全 人口의 절반정도인 약 20억이나 되는 사람들이 단백질이 부족한 食事を 하고 있다는 점과 이러한 부족을 보충하기 위한 食糧의 생산능력의 증진보다 인구증가에 따른 문제의 심각성이 더욱 빨리 진행되고 있다는 데 있다.

이러한 현실을 감안할 때 海洋의 生物資源은 현재와 미래에 共히 중요한 가치가 있다. 특히

海洋生物體의 良質의 동물단백질에 대한 요구는 필연적이다. 불행히도 海洋生物資源의 主가 되는 魚類產物은 이러한 세계적인 단백질의 需要에 적은 부분을 차지 하고 그것도 일부는 가축이나 닭을 통해 간접적으로 이용되고 있다. 어떤 사람들은 단백질 공급을 증가시키기 위하여 플랑크톤(현미경으로 볼 수 있는 微小한 浮游生物)의 수확을 制限하고 있으나 플랑크톤 1kg을 수확하려면 海水를 약 100萬kg을 걸러야 하는 收穫能率 및 味覺의 문제등 몇가지 이유로 不適合한 면이 있다. 그러므로 이용할 수 있는 단백질源을 찾기 위해서는 魚類와 같이 먹이連

〈그림 1〉 植物플랑크톤에 의한 有機物質生産의 地理的 分포 (單位: 밀리그램, 炭素量/평방미터/日, FAO, 1972)



〈表-1〉 海洋의 有機物質 생산과 추정魚類生産量

區 域	海洋의比 (%)	有機物質의 平均生産力 (g ^C /m ² /年)	總一次生産量 (10억tC)	먹 이 단계수	轉換效率 (%)	總魚類生産量 (萬t)
外海域	90	50	16.3	5	10	160
沿岸域	9.9	100	3.6	3	15	12,000
湧昇域	0.1	300	0.1	1.5	20	12,000

Ryther, J. (1969). 먹이 단계수는 식물플랑크톤으로부터 수확할 수 있는 어류생산까지의 단계수
鎖의 上位에 있는 生物을 생각하여야 하고 그것
을 수확할 수 있는 새로운 기술을 개발하지 않
으면 안된다. 또한 食糧資源외에 工業用 原料
源으로서도 海洋生物의 중요성이 提高되고 있다.

◇ 세계 海洋有機物생산

海洋의 生物資源은 육상에서와 마찬가지로 植
物에 의한 有機物質의 生産과 직접적으로 관련
된다. 현미경적인 생물인 植物플랑크톤이 해양
에서는 기본적인 식물이고 먹이連鎖의 기초가
된다. 이들 植物은 光合成에 필수적인 光條件
때문에 그 분포가 海洋의 表層에 한정되며 또다
른 필수요인인 無機營養鹽類는 海水의 순환에
의해 크게 조절된다.

植物플랑크톤에 의한 有機物質 生産의 세계적
인 분포는 〈그림-1〉에서 보는 바와 같으며 大
洋에서 4개의 뚜렷한 區域을 나타낸다. ① 페
루, 캘리포니아, 西아프리카 등의 近海에서 보
는 湧昇海域으로 生産량이 극단으로 높은 區域
② 대부분의 大陸棚海域으로 水深이 낮고 일반
적으로 生産량이 높은 區域. ③ 南極, 北極, 熱
帶의 海域에서 처럼 海流와 바람에 의한 海水
의 混合으로 生産량이 어느 정도 높은 區域. ④
육지로부터 멀리 떨어지고 水深이 깊은 海域으
로 생물학적으로 보아 不毛帶에 가까운 區域.

식물플랑크톤을 먹고 사는 동물플랑크톤의 분
포도 이와 유사하며 마찬가지로 海洋의 주요 漁
場의 위치도 식물플랑크톤의 生産량의 양상에
따른다.

海洋의 有機物 生産量에 관한 중요한 연구는
Ryther博士에 의해 1969년에 이루어졌다. 그는
有機物質의 生産량을 기초로 하여 海洋을 3개

의 主區域으로 나누었다. 〈表-1〉 여기서 보면
海洋의 90%는 전세계 魚類生産량의 1%정도밖
에 생산하지 못하는 低生産域임에 반해 沿岸域
과 湧昇域은 각각 海洋의 9.9%와 0.1%에 불
과하지만 全 魚類生産량의 50%씩을 담당하고
있다. 이에 대한 가장 중요한 원인은 外洋域에
있어서는 無機營養鹽類의 공급이 적고, 먹이段
階數가 많은데 비해 沿岸 및 湧昇域에서는 반대로
營養鹽類의 공급이나 순환이 빠른데다가 먹
이단계수가 적어서 물질의 轉換效率이 크다는
데 있다. 즉, 식물플랑크톤으로부터 우리가 이
용할만한 大形動物에 이르기까지의 각 먹이段
階마다 有機物質의 약 90%가 손실되기 때문이다.

◇ 세계의 魚類생산

1976년의 전 세계의 魚類 生産量은 약 7,340
萬t이었고, 生産國은 일본·소련·중공·페루·
노르웨이·미국·한국의 순위로 나타났는데 주
로 아세아의 몇 나라가 대부분을 生産·利用하
고 있다. 魚類生産에 있어서 繁殖資源이 위협스
럽게 감소하지 않는 범위내에서 얼마나 많은 양
을 수확할 수 있는가. 즉, 最大 持續生産량이
얼마나 되느냐에 대한 추정량은 生物海洋學者와
水産專門家 사이에 다소 異見이 있는 것도 사실
이지만 현재 수확하고 있는 것보다 數倍이상 漁
獲이 가능하다는데에는 많은 사람들이 同意하고
있다. 더 많은 양의 漁獲이 가능하다면 이를 위
해 보다 발달된 漁獲方法이나 기술이 요구될 것
이다. 한편 魚業의 성공은 어부나 政策決定者의
조정범위를 넘어서는 여러가지 요인에 의해 영
향받는다. 海洋學的 및 氣象學的 요인들의 변화
때문에 漁撈의 성공율이 극적으로 바뀔 수 있

다. 가장 좋은 예로서 페루의 漁業을 들 수가 있다. 페루의 近海域은 주로 南風에 의해 강력한 湧昇이 일어나 一次生産량이 세계적으로 가장 높은 海域의 하나를 이룬다. 그러나 때때로 北風에 의해 大氣의 變化가 일어나는 경우가 있고 이 때에는 表層水가 따뜻해지고 湧昇作用이 약화된다. 이 결과로 營養鹽類가 급속히 소모되고 계속적인 공급이 이루어지지 않아 植物플랑크톤에 의한 有機物質 생산이 크게 감소되어 이에 의존하는 海洋生物들이 사라지거나 죽게 된다. 이와 같은 바람 조건의 변화를 엘·니뇨(El Niño)라 하고 이는 페루의 漁業에 치명적인 타격을 준다. 1971년이 페루의 魚類生産은 1,000萬t에 달했는데 엘·니뇨 現象이 나타난 1972년에는 480만t, 1973년에는 180萬t까지 감소하였다. 그 결과 페루의 經濟뿐만 아니라 안초비 魚類에 의존하는 세계 각국의 産業, 그리고 안초비를 먹이로 하는 새의 糞化石 産業에 심각한 영향을 미쳤다.

◇ 海洋食糧 增産방법

최근 數年間 漁獲 增加率은 다소 감소하는 경향에 있다. 그러나 漁獲量을 증가시킬 수 있다고 믿는 사람은 많다. 漁獲努力의 증가 외에도 혁신적인 방법을 개발하거나 未利用 資源을 收獲하는 일이 漁獲量 增加의 주요한 방법이 될 것이다.

여기에 강조해야 할 점은 陸地에서 멀리 떨어진 海域등 海洋의 많은 水域이 生物學的으로 불모지에 가까우며, 이런 환경의 이용이 요구된다는 것이다. 魚類生産을 증가시키는 데 이용할 수 있는 방법으로 다음의 4가지를 들 수 있다.

첫째, 變敗를 最少化하기 위한 관리개선, 처리·운반 등의 개선과 電機技術을 통한 魚類의 誘引, 音響利用, 훈련된 魚類의 이용, 化學物質 사용등의 漁業技術 발전이 필요하며 아프리카 近海와 南半球와 같은 漁場에서도 실제로 漁撈을 한다면 생산량이 증가할 것이다. 이런 현상은 세계의 많은 江, 湖水 및 沿岸域에서도 마찬가지이다.

가치이다.

둘째, 未利用 種을 개발해서 이용할 수 있도록 하는 것이다. 예컨대 상어나 오징어는 極東 地域에서 활용할 수 있다. 또한 濃漁蛋白質(Fish Protein Concentrate)의 이용 증가와, 먹이連鎖의 上層에 속하는 捕食者보다 量的으로 풍부한 下層에 속하는 生物를 收獲하는 것도 좋은 방법이다. 예로서 크릴(Krill)이란 이름으로 알려진 大型 새우와 유사한 생물을 들 수 있다. 南極에서 주로 棲息하는 크릴은 體內에 良質의 高蛋白을 함유하며 現存量도 극히 많아 全人類의 生體量보다 많은 약 4억 5천만t으로 추정된다. 이의 最大持續生産量은 약 2억t인 것으로 믿고 있다. 이 數量은 다른 漁業生産량의 3배에 해당된다. 크릴은 5~7cm의 크기로 大集團 生活를 하므로 收獲이 용이하여 西獨에서는 시간당 8~12t의 수확을 하는 기술을 개발한 바 있다. 크릴의 變敗 速度가 큰 것을 생각하여 日本의 船上에서 크릴을 즉시 가공하여 새우와 유사한 맛을 내는 된장같은 제품을 만드는 방법을 개발하여 충분한 크릴資源에 대한 投資價値가 큰 것을 示唆하였다. 먹이 연쇄의 下層에 속하는 生物收獲의 다른 예로 lantern fish를 들 수 있다. 크기는 작으나 全海洋의 中層水에 대집단을 이루고 있어 연간 1억t의 생산이 가능한 것으로 보고 있다. 또 다른 예인 海藻類는 크게 이용될 수 있는 중요한 海洋生物資源의 하나이다. 현재 全世界的으로 약 170만이 생산되며 이는 5억弗의 가치가 된다. 일부 海藻는 多糖類, 寒天, 알진, 카라키닌 등의 원료가 되어 치약, 캔디, 아이스크림, 비누, 페인트 등에 널리 이용된다.

특히 寒天은 細菌培養 및 醫藥用으로서 중요하다. 이러한 海藻類産物의 잠재 이용량이 생산량을 초과하기 때문에 養殖에 의한 大量生産의 전망이 밝다.

셋째, 營養鹽類를 첨가하여 식물에 의한 1차 생산량을 증대시키는 일이다. 이에 몇 가지 혁신적인 방법이 강구될 수 있다. 海洋熱에너지 시스템의 일부로서 營養鹽類가 풍부한 深海水를 끌어 올려 식물플랑크톤의 성장을 증가시키고 결과적으로 식물플랑크톤을 먹이로 하는 각종

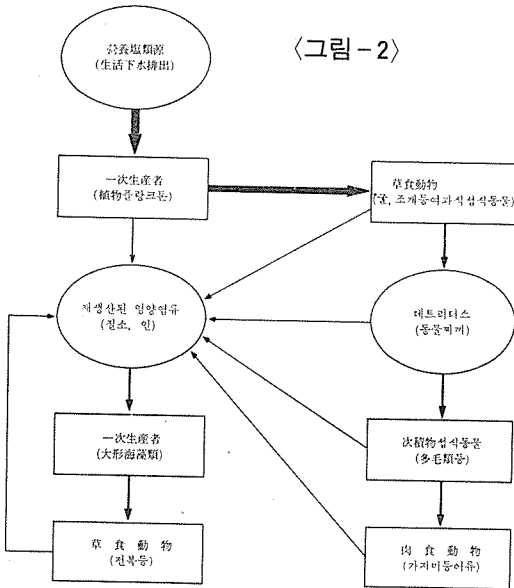
동물의 성장을 추진하는 일이다. 生活下水나 기타 營養塩이 풍부한 廢棄物을 沿岸域에 합리적으로 投棄함으로써 같은 결과를 얻을 수 있다 <그림-2>. 또 하나의 좋은 방법은 發電所의 溫排水를 이용해서 有用生物(例, 바다가재 등)의 성장을 추진하는 것인데, 대량의 냉각수를 사용하는 原子力 發電所가 多數 건설될 우리나라의 경우 研究價値가 크다.

네째, 養殖 또는 鹹水養殖의 방법으로 海洋生物을 制御시스템에서 生育시키는 기술이다. 이 기술은 世界 到處에서 시행되고 있으나 中公에서 가장 크게 이루어 지고 있고, 우리나라는 魚類 54위, 새우 9위, 굴 4위, 조개 1위에 있으나 개발의 여지가 크다. 특히 일본에서 개발한 수하식 굴 養殖은 3차원적 방법으로서 천적으로 부

더 요구되지만 매우 효과적인 방법으로 개발의 가치가 크다. <그림-2>는 이러한 多種養殖의 시스템을 나타내는 것인데 植物플랑크톤이 대부분의 營養塩類를 흡수하고 성장한 뒤 굴 같은 草食動物의 먹이로 이용된다. 노폐물은 沈積物 食性 生物 또는 海草類를 통해 다시 동물로 되돌아 가도록 한다. 有用生物 生産 이외에 이들의 이점은 汚水의 淨化이며, 이러한 시스템의 문제는 바이러스 등의 病原, 重金屬의 축적, 다른 유기오염물 등의 처리이다.

일반적으로 海洋環境에서 養殖이 시행될 때 海岸에 가까운 灣이나 河口가 보통이지만 外洋에서도 가능하다. 外洋에서의 養殖은 보다 크고 다양한 食糧資源에 접근할 수가 있고, 한정된 시스템 內에서의 중요한 단점인 노폐물 축적의 문제를 해결할 수가 있다. 물론 이 경우 養殖生物의 천적과 일부 생물을 도피를 막는 문제가 생길 수도 있을 것이다. 海洋工學的 技術問題는 海洋 에너지개발과 연관해서 시스템(예를 들어 OTEC System)을 개발할 경우 多目的의 효과를 기대할 수 있다.

<그림-2>



터의 피해를 줄이고, 먹이를 얻기 쉽게 하며, 더 넓은 棲息 空間등 유리한 점이 여러가지가 있어 收穫量을 크게 증대 시킬 수 있다. 이 외에도 溫排水를 이용한 養殖에 적합한 種類로서 바다가재를 들 수 있는데, 自然狀態에서는 8년 이던 成熟期間이 養殖시스템에서는 2년 밖에 걸리지 않는다는 실험결과가 나왔다. 가장 바람직한 養殖方法은 최근에 시행되고 있는 多種養殖(poly culture) 기술이다. 下水 오물을 이용하는 養殖에 있어서 오염의 문제는 아직 연구가

◆ 結 論

上記한 기술이나 방법을 적용하면 식량으로 이용될 수 있는 海洋資源을 3배 이상 收穫할 수 있을 것으로 기대된다. 그러므로 우리는 앞으로 대략 2억t의 식량을 확보할 수 있을 것이다. 이러한 양은 현재의 세계 인구가 2배가 되었을 때 1인당 약 23kg의 魚類産物을 갖게 되는 양이다. 이 양은 生態效率을 10%로 보면 1인당 년 4~7.5kg의 動物蛋白質 요구량에 크게 미달된다. 그러나 상당한 도움이 될 것은 명확하다. 이러한 계산의 허점은 많은 魚類産物이 사료로서 사용되어, 직접적으로 인류에게 이용되지 않고, 동물을 통하여 간접적으로 이용되어 그 효율이 크게 저하되는 데 있다. 더우기 海洋生物로 부터 動物蛋白質을 직접 취하는 데는 경제적, 문화적, 사회적 문제들이 도사리고 있음도 간과할 수는 없다.