

노르웨이 해역 수산생명자원 관리모델

오현택* · 이원찬 · 송치문¹ · 김형철 · 김정배 · 정래홍

국립수산과학원 어장환경과, ¹㈜더비엔아이

The Norwegian Model of Fisheries Bio-Resources Management

Hyun Taik Oh*, Won Chan Lee, Chi Mun Song¹, Hyung-Chul Kim,
Jeong-Bae Kim and Rae-Hong Jung

Department Marine Environment, National Fisheries Research & Development Institute, Busan 619-902, Korea
¹The BNI Cooperation, Seoul 137-044, Korea

The Norwegian coastal area is the most efficient region for fishery production in the world's oceans, the Norway is the world's top 10 fisheries countries through efficient fishing and fishing aquaculture technology and its scientific management of fisheries bio-resources, with Norwegian salmon having attained the world's highest level. In the late 1980s, fisheries resources were depleted due to overfishing and fish diseases, resulting in a crisis in the fishing industry that lasted until the early 1990s. Since the national fishery emergency, people involved in the fishing industry, including fishermen, research scientists, and government officers, have tried to overcome the challenges facing the industry and identify an appropriate management model for fisheries bio-resources in the Norwegian coastal area. First, research vessels were used to monitor water and sediment conditions and fishery species, with the long-term aim of predicting fishery resources in real time and collecting information on species diversity, abundance, and distribution. Second, a "Healthy Fish Project" was promoted to counter natural disasters and fish disease problems with the development of vaccines against viruses and bacteria, eventually allowing for a decrease in the use of antibiotics and the production of notably healthier fish in the 2000s. Third, a systematic management model was developed to help with preparations for decreases in the total number of fishermen and increases in the proportion of elderly fishermen in the fishery industry using the development of automatic fishing aquaculture systems and short-chain systems. We could learn from the Norwegian model of fisheries bio-resources, management and could adopt it for the preparation of fishery bio-resources management policy for South Korean coastal areas in the near future.

Key words : Norwegian waters, Fishery bio-resources, Ocean ecosystem monitoring, Healthy fish, Develop the production system

서론

국제연합은(UN, United Nations)은 현재 추세대로 인구증가가 계속되면 2050년 전세계 인구는 2010년보다 30% 증가한 90억 명에 달하게 된다고 전망하고 있다(U.N., 2010; Cohen, 2003). 세계 인구 증가 추세로 인해 각국의 식량안보 인식은 강화되고 있으며, 수산물 수요가 증가 추세이다. 수산물의 1인당 연간 소비량은 2007년에 16.7 kg에 달해 약 50년 전의 9 kg보다 1.8배 증가했으며(FAO, 2012), 이러한 수산물 소비 추세가

이어지면 2050년 1인당 연간 수산물 소비량은 20 kg에 달할 것으로 전망된다. 하지만, 전세계적으로 수산생명자원은 남획과 연안의 과도한 개발로 인해 고갈되고 있으며, 이로써 미래 수산물 공급이 수요에 못 미치는 위험에 처할 수 있다(FAO, 2010). 특히, 소비자가 선호하는 특정 어종의 과도한 어획으로 인한 수산생명자원의 연쇄적 멸종현상이 불가피하며, 추가로 개발 가능한 수산생명자원은 급격히 감소할 수 밖에 없다. 이에 대해 각국은 과학적 증거를 고려하여 남획으로 인한 배타적 경제수역(EEZ, Exclusive Economic Zone) 내에서 생물자원의 유지가

Article history;

Received 31 January 2013; Revised 21 March 2013; Accepted 23 March 2013

*Corresponding author: Tel: +82. 51. 720. 3086 Fax: +82. 51. 720. 2515

E-mail address: ohtek@korea.kr

Kor J Fish Aquat Sci 46(2) 111-118, April 2013

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2013.0111>

pISSN:0374-8111, eISSN:2287-8815

© The Korean Society of Fishereis and Aquatic Science. All rights reserved

위태롭지 않도록 조치를 취하고 있다(World Bank and FAO, 2009; Srinivasan et al., 2012).

한반도 주변 해역 수산생명자원에 대해 대내외적 여건 변화가 급격히 이뤄지고 있다. 대외적으로 국제무역기구(WTO, World Trade Organization) 체제 출범, 한미 자유무역협정(Korea-U.S. FTA, Free Trading Agreement) 체결, FTA 확대에 따라 수산물 시장 개방이 확대되었으며, 기후변화로 인한 아열대어종의 북상 등 자원의 변동폭이 크게 나타나고 있다(Kang et al., 2012; Hannesson, 2007). 게다가 1990년대 이전까지 인류공동의 자산으로 인식되어온 수산생명자원은 UN 주도로 체결된 생물다양성협약(CBD, Convention on Biological Diversity)에 따라 자국의 자산으로 귀속시키고자 각국의 노력이 활발해졌고(McGraw, 2002; Park, 2008), 나고야 의정서(Nagoya Protocol) 이행에 따른 자원의 이익공유(ABS, Access to General Resources and Benefit-Sharing)를 위해 다양성 연구가 시급해졌다.

우리나라의 수산물 소비량은 지난 10년간 꾸준히 증가했지만, 국내 수산물 생산량 정체와 수입 수산물 증가로 인해 수산물 자급률은 2000년에 93.9%에서 10년 동안 약 11% 감소했다(KSA, 2012). 반면, 1980년대 이후 내만 위주의 장기간 밀집양식으로 인해 어류질병발생과 노로 바이러스 발생에 따른 생산성 저하와 피해 발생액은 증가하고 있다. 그리고, 어업인은 최근 10년간 30% 감소했으며, 이 중 65세 이상 노인의 비율이 전체 어업인의 40%를 넘어서서 어촌의 노령화가 심화되었다(Shin, 2009). 게다가 물가상승에 따른 가격상승, 어류 사료값 상승 등으로 생산금액은 지속적으로 증가하여 수산업 성장 한계 극복을 위한 첨단 생산기술 개발이 요구되는 실정이다.

노르웨이는 세계 10위의 수산업 선진국으로, 효율적인 어업 활동과 과학적인 노르웨이해역의 수산생명자원 관리를 통해 성공한 모범적인 사례로 꼽힌다(Shin et al., 2009; NMFCA, 2012). 2011년 현재 노르웨이의 수출산업 중 수산업이 차지하는 비율은 5.9%로 석유(42.6%), 천연가스(24.7%), 철강산업(5.2%)와 함께 경제부흥에 차지하는 비율이 높다. 주요 수출 어종은 연어, 송어, 대구 등이며 품종개량과 안전한 생산과정을 확보를 통해 고부가가치 산업으로 성장해서 어민소득이 높고 안정적이며, 국제 수산물 수출시장에서 경쟁력이 매우 높다(NMFCA, 2010). 이러한 성과는 1980년대 후반 노르웨이해역 수산생명자원 고갈과 어류 질병으로 인한 양식업의 위기를 극복하고자 연구개발에 착수해서 자원관리방식 개선, 안전한 수산물 생산환경 구축, 자동화 생산시스템 개발, 종별 바이러스 및 박테리아 맞춤형 백신개발을 통해 생산력을 극대화시키는 전기를 맞이했기에 가능한 결과다.

본 논문에서는 1980년대 노르웨이 해역 수산생명자원 고갈과 어류 질병으로 인한 수산업의 위기를 겪고 난 뒤, 이를 극복하기 위해 집중적인 연구개발에 착수한 노르웨이 해역 수산생명자원 관리 모델의 특성을 살펴보고자 한다. 노르웨이 해역 수산생

명자원 관리의 중요성에 대한 인식을 통한 위기극복방안과 수산업을 통한 일자리 창출, 수출 활성화, 연구에 집중할 수 있었던 정책요인을 점검하고자 한다. 이를 국내의 정책동향과 비교하여 향후 한반도 중심해역 수산생명자원 관리정책에 도움이 될 수 있는 방향을 제시하고자 한다.

수산생명자원 현황

일반 특성

노르웨이는 대한민국의 3.2배나 되는 육지 면적을 갖고 있으며, 육지의 7배나 되는 배타적 경제수역(EEZ, Norwegian Exclusive Economic Zone)을 관리하고, 북해는 다른 주변국과 기준 기선을 정해 해역을 관리한다. 노르웨이 해안 서쪽으로 노르웨이 해류가 흐르는데, 이 해류는 고염분, 고수온을 보이는 만류에 해당하며, 이 해류는 북극까지 전달되어 겨울철 대류와 해수교환에 큰 영향을 미친다(Ikeda et al., 1989). 이 해류가 노르웨이 서안을 따라 북상할 때 북극에서 공급되는 찬 대기 에너지와 교환을 하며 해양 기후에 영향을 미치게 된다. 이러한 해양성 기후의 영향으로 노르웨이 서쪽 해역은 북대서양으로부터 회유성 어종이 통과하는 이동경로가 되며, 찬공기와 더운 해수가 섞이면서 많은 영양분이 공급되어 수산업에 최적의 장소로 여겨진다(Johannessen et al., 1989).

노르웨이 해역은 크게 4가지로 구분한다(IMR, 2003). 가장 넓은 해역은 배타적 경제수역(Norwegian EEZ)이며, 잔 메운

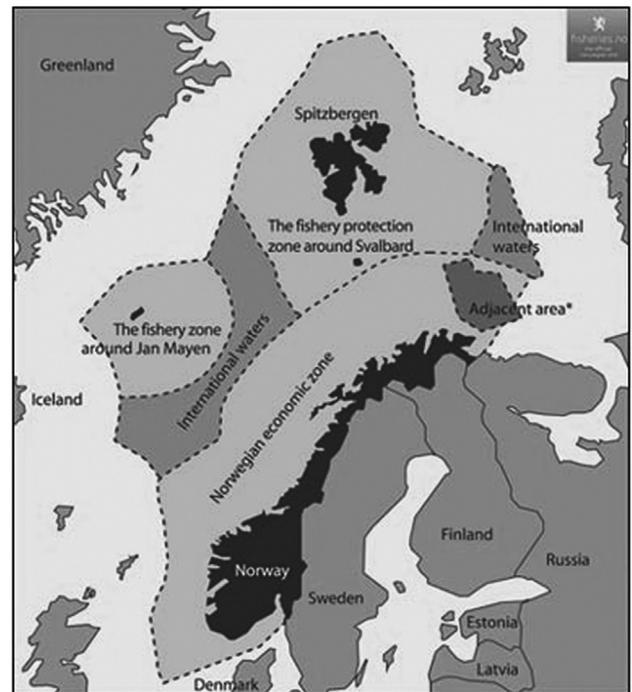


Fig. 1. Map of Norwegian fishing policy (source : NMFCA, 2010; IMR, 2003).

섬(Jan Mayen) 주변의 어업구역(FZ, fishery zone), 스발바르 제도(Svalbard) 주변의 수산자원보호구역(FPZ, fishery protection zone), 그리고 국제공동어로구역(IW, international waters)이 해당한다(Fig. 1). 노르웨이와 러시아 양국은 2010년에 이른바 그레이 존(Gray Zone)을 합의하여, 바렌 해역(Barents Sea)와 북극해(Arctic Ocean)에서 해양 경계를 합의한 바 있으며, 이런 조약을 기반으로 양국간 수산분야 협력이 강화되고 있다. 배타적 경제수역 내에서는 수산업과 양식업 모두 활발하며, 특히 양식업은 오염물질이 가라앉아 쌓이지 않을 정도로 조류 소통이 양호하며 어장이 밀집되어 있지 않아 친환경적인 양식업에 적합하다. 일반적으로 양식어장간 통상 거리는 1 km 이상으로 제한하고 있으며, 복합양식을 금지하고 수심이 깊은 곳에 양식시설을 설치토록 하고 있다. 잔 메온섬(Jan Mayen)은 상시 조업을 허가하고 있으며, 스발바르 제도(Svalbard)는 수산보호구역으로 수산생명정보 보호 법령에 근거하여 정부가 종 다양성과 희귀종을 보존하고, 상업적 어업활동을 규제하고 있으며(NMFC, 2010), 이 두 해역 중간에 위치한 곳은 국제공동어로구역에 해당한다.

노르웨이 어업인수는 1990년대 2만 7천 여명에서 2000년에 2만 여명으로 약 30% 감소했으며, 2010년에는 1만 3천 여명으로 어업인구가 크게 줄었다. 이는 2010년 한국 어업인수 183,710명의 12%에 해당한다(NMFC, 2010). 노르웨이의 어업가구와 어가인구는 줄어들고 있으나, 양식어업가구당 양식량은 꾸준히 증가하고 있다. 양식어업의 수익률은 2000년대 중반 이후 투자대비 3배 이상이며, 어업인구감소 및 노령화 추세에 대비하여 어업 장비 및 자동화 시스템 구축등을 통해 양식 산업의 효율성을 증대시키고 있다(Maroni, 2010). 양식어가 생산량이 3년 이내에 허가생산량의 1/3을 생산하지 못하면 양식시설을 철거하고, 양식 면허 매매를 허가함으로써 경영상태가 건전한 양식업자들은 도산한 양식어가의 소유권을 이전 받을 수 있도록 함으로써 자본 집중 및 규모를 확대시키는 제도를 마련했다(Maroni, 2000). 이렇듯 양식산업의 사업규모를 기존 영세규모에서 대규모의 수산업으로 육성하여 수산산업의 대형화, 과학화를 통해 고부가가치 산업으로 도약하는 계기를 마련했다(Nam and Kim, 2009).

수산업 환경변화

노르웨이는 수산업과 양식업을 합쳐 전세계 130여 개국으로 수산물을 수출하고 있으며, 중국에 이어 세계 2위의 수산물 수출국이다(FAO, 2012). 노르웨이 주요 양식어종의 다양성은 5개종에 불과하며, 이 가운데 무지개 송어, 대서양 연어 등 우수종 개발에 집중하고 있고, 2000년대 들어 양식을 통한 수입이 수산업보다 많아졌으며, 2004년 이후에 그 격차가 벌어지기 시작해서 2010년에는 양식업을 통한 수익창출이 어선 어업활동을 통한 것의 2배에 달하는 고부가가치를 창출하고 있다(Fig. 2).

수산업은 노르웨이 해안지역 주민의 주요 일자리에 해당하며,

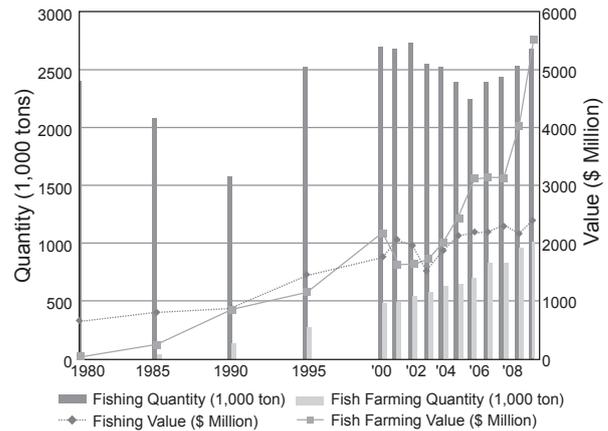


Fig. 2. Comparison of fishery trends between fishing and fish farming for 1980-2010 (Source : Norwegian Directorate of Fisheries).

기술 개발과 어획장비 발전에 따라 과거보다 효율적이고 과학적인 작업 환경을 갖게 되었다. 수산업이 1980년대 후반부터 1990년대 초반 자원남획과 질병발생으로 인해 급격한 감소를 나타냈고, 이런 영향으로 수산업 정책기조가 장기적으로 안전한 수산물을 적정한 물량으로 생산해내는 것으로 변화되었다(Holm and Jorgensen, 1987). 당시 위기를 극복하기 위해 법과 제도 정비, 위생강화조치를 통해 1990년대 중반 이후 1인당 어획량이 높아짐에 따라 정부는 총 어획량에 한계를 가하는 정책을 통해 미래에도 안정적인 수산자원을 활용할 수 있도록 했다. 최근 노르웨이 양식량은 약 1백만 톤이며, 잡는 어업 2백 6십만 톤을 합치면 총 3백 6십만 톤을 생산해서 전세계 10위에 해당한다. 양식중에 있어서 세계 최고 육종기술은 노르웨이 연어가 가장 앞서며, 이는 국가주도의 전략중에 대한 집중적인 투자를 통한 성과로 꼽는다. 이에 따라 국가에서 전략적으로 필요하다고 판단되는 1-2개 어종에 대하여 양식관련 모든 분야에 연구 투자를 하도록 하는 전략중 개념을 활용할 필요가 있다.

노르웨이 대서양 연어 일부는 수산업 어획량을 통해 시장에 나오기도 하지만, 대부분은 양식을 통해서 시장에 공급되며, 끊임없는 품종 개량을 통해 자연산보다 지방산과 오메가3 등이 풍부한 고부가가치 상품을 공급하여 높은 가격에 수출된다. 어민의 노령화 및 인건비 상승에 대비하고자 자동화 시스템 개발이 이뤄지고 있어, 대형 양식어장의 관리가 소수의 인원에 의해 이뤄지며, 먹이까지 자동으로 공급할 수 있는 시스템이 구축되어 있다. 특히, 양식산업의 근시안적 미래보다는 장기적으로 안정적인 수산물 공급을 강조하기 때문에 양식시기와 출하량까지 정부가 통제하고 있다(Maroni, 2010).

연구개발 및 법령정비

노르웨이의 양식업은 정부의 허가를 받은 양식업자만이 면허증을 갖고 양식과 어획을 할 수 있어, 양식을 하는 동아시아

국가의 일반적인 양식 면허 및 어업 면허와 다름없다. 어업인은 친환경적인 용법을 이용하여 자연을 해치지 않는 생태 양식기법을 적용하고 있으며, 어류의 안전과 건강 상태를 최우선의 과제로 여기고 있다. 노르웨이 양식관련 법령에 따라 양식업자는 월 단위로 어장을 조사하고, 그 결과를 5년간 보관해서 정부가 제출을 요구할 시 언제든지 보고토록 되어 있다(Ervik et al., 1997). 이런 시스템을 MOM (Modeling - Ongrowing fish farms - Monitoring) 이라 부르며, 환경 기준을 근거로 적절한 조사 및 평가업무가 수행되고 있다. 이러한 노르웨이 해역의 통합관리를 위한 시스템을 EIA (Environmental Impact Assessment) 라 칭하며, 어장규제를 위한 협의 및 의결과 관련된 의사결정 시스템이 상시 구축되어 있다.

노르웨이 양식어업의 성공 요인으로는 풍부한 영양물질을 공급하는 자연환경 및 기술개발을 위한 투자와 더불어 정부 차원의 엄격한 관리와 통제가 중요한 역할을 한다. 노르웨이 해양수산부(NMFCA, The Norwegian Ministry of Fisheries and Coastal Affairs)는 수산업, 양식업, 수산물안전, 연안관리, 오염사고에 대한 방제업무를 수행하는 중앙정부부처이다. 이 부처 산하에 해양연구소(IMR, Institute of Marine Research), 국립해양수산물연구소, 수산물안전연구소등을 두고 있어 해양생태계 및 양식분야의 연구를 수행한다. 현재 노르웨이의 수산생명자원과 관련된 법령을 살펴보면, 해양자원법령(The Marine Resources Act)에 의거 해양동식물을 포함한 수산생명자원의 보존과 관리가 이뤄지고 있으며, 이와 관련한 어업인의 생활보장과 안전에 관련한 업무가 수행된다. 양식업법(The Aquaculture Act)은 지속적인 발전을 기반으로 한 가운데, 양식업의 발전과 경쟁력 확보를 위해 마련한 법령으로, 양식면허의 거래와 임대에 대해서 상세한 조항을 갖고 있으며, 면허자체를 보유하

는 것보다는 양식업을 부흥시키는 것에 더욱 강조를 두고 있다 (Table 1).

수산물 보호법(The Food Act)는 안전하고 건강한 수산물이 소비자에게 공급될 수 있도록, 양식에서 유통에 이르는 전 과정을 관리하고 있으며, 법령의 권한에 의거 수산물의 안전과 위생이 의심되는 경우에는 조사 및 자료제출 등의 조치를 책임지고 있다. 수산물 질병법(The Fish Diseases Act)은 감염된 수산생명자원이 타 매체로 전염되는 것을 막고, 질병이 있는 수산물의 유통을 관리하여 건강하고 안전한 수산물이 공급되도록 하는 법률에 해당한다. 동물보호법(The Animal Protection Act)에 기반하여 수산생물자원의 불필요한 오남용과 활용을 막고, 적당한 관리범위 내에서 지속적인 활용과 보존이 가능하도록 조치한다. 이 밖에도 계획 및 건축법(The Planning and Construction Act), 오염통제법(The Pollution Control Act), 수산물 및 수산제품 품질통제법(The Act Concerning Quality Control of Fish and Fish Product), 동물사료검역법(The Animal Feed Inspection Act), 항구 및 연안해역법(The Harbours and Coastal Waters Act)등이 마련되어 어업관리가 철저하게 이뤄진다 (Table 1). 그리고, 노르웨이 경제 수역내에서 이뤄지는 자국 및 외국선박에 의한 수산업에 대한 법령은 수산업법(Regulations Relating To Sea-Water Fisheries)에 의거하여 어업 규정과 어종이 정해지며, 해양법과 동물보호법 및 식품 제조 및 안전에 관한 법률에 따라 해양 어업이 관리된다.

수산생명자원 관리모델

20세기 후반까지 풍부한 수산자원의 공급이 이뤄지는 자연적인 입지로 인해 수산업 강국이었던 노르웨이는 1980년대 중반 이후 남획 등으로 자원고갈이 나타나 수산생명자원 관리에 관

Table 2. Research vessels of the institute of marine research (Source: IMR)

Vessel	Features	GRT (tons)	Built (year)	Cruise (days)
G.O. SARS	Norwegian Exclusive Economic Zone Pelagic and bottom trawling, plankton sampling, CTD/rosette operations, towed body operations, hydrographic operations, water sampling	4,067	2003	223
Johan Hjort	Norwegian Exclusive Economic Zone Advanced acoustic instruments for fish detection, echo integration, gear for operating bottom and mid water trawls Gear for plankton samplers, CTD, lowering probes, water samplers for environmental observation	1950	1990	295
Dr. Fridtjof Nansen	Norway ~ West coast of Africa Support a number of bilateral science programs between Norway and West African countries	1444	1993	284
Haakon Mosby	Svalbard Islands ~ Bergen Seas Scientific programs and education of students in marine biology, oceanography and geology	701	1980	276
G.M. Dannevig	Kristiansand ~ Halden Fishery and ecosystem research	171	1979	142

한 중요성을 인식하게 됐다. 이를 극복하기 위해 수산생명자원 연구 전용선박을 건조하여 이를 통한 자원조사 및 관리를 수행했으며, 어선 모니터링을 통한 실시간 어획량 및 어장정보전달을 할 수 있도록 시스템을 개선했다. 법령정비 및 HFP (Healthy Fish Project) 를 통해 안전한 수산물을 제공할 수 있도록 했으며, 양식시설 자동화를 통한 대량생산 체제를 도입하여 노령화 및 노동력 부족현상을 극복했다. 일련의 노력으로 노르웨이는 2011년 총 수출산업 중 석유, 가스 등 자원을 제외하고 수산업이 가장 큰 수출산업이 되었다. 특히, 연어, 송어, 대구 우수품종 대량양식을 통한 기르는 어업의 경쟁력을 강화했고, 연구개발에 집중 투자하여 수출활성화 및 일자리 창출에 기여했다.

선박 모니터링(Ship for monitoring)

국제적으로 자원고갈과 상업성 어종 남획으로 인해 어획량 통제가 강화되고 있다. 1980년대 후반부터 수산생명자원의 급격한 감소를 경험한 노르웨이는 생태계관리를 통한 자원회복의 중요성을 인식하게 되었고, 해역의 집중적인 조사와 관리를 통해 해양생태계와 멸종되는 수산생명자원 보호를 위한 인식전환이 나타났다. 노르웨이 해양연구소는 수산생명자원을 정기적으로 조사하여 수산자원 관리를 위한 자료로 활용하는데, 이를 위해서 전용연구선과 임대선박을 이용한다. 이러한 선박 모니터링을 통해 어장의 해양환경의 물리적 조건 및 기후변화에 따른 해양의 장기 변동, 수산 자원량의 변동, 수산생명자원 샘플을 분석하여 영양분과 조류를 관찰한다. 이런 조사를 위해 선

박에는 음파 탐지기를 운용하며 이를 통해 수산자원량, 어류군의 크기, 연령분포 등을 실시간으로 모니터링한다(Handegard et al., 2012).

조사선의 가장 중요한 임무는 수산생명자원을 실시간 모니터링하고 장기간 변동을 파악하기 위한 자료 조사 및 생명자원정보 표본 확보에 있다. 조사선은 해수, 퇴적물, 해양생물등 수산생명자원 샘플 채취를 통해 해양생태계의 진단, 어류자원의 크기, 무게, 건강상태를 확보한다. 또한, 최첨단 음파탐지기 등을 활용해 조사해역의 총괄적인 어군 정보를 확인한다. 이러한 조사선은 연간 계획에 의거하여 연구활동을 수행하며, IMR의 2011년 총 선박조사일수는 2,269일이다. 이 가운데 G.O. SARS는 배타적 경제 수역에서 연간 223일을 운항하며, 이 기간 동안 해양연구, 심해연구, 플랑크톤 샘플조사, CTD 조사업무를 수행한다(Table 2). 또한 하콘 모스비(Haakon Mosby) 호는 스발바드(Svalbard) 해역을 포함한 노르웨이 북부 버젠(Bergen) 해역을 관할하며, 운항일수는 연간 276일이고, 해양과학 연구활동과 수산생명정보 교육을 위한 실험선으로 활용된다. 이 밖에, Dr. Fridtjof Nansen호는 개발도상국과 협력하여 자국 해 이외의 수역인 아프리카등의 해역에서 제3세계 수산생명자원 연구에 활용되며, 연간 총 출항일수는 284일이다. 특히, 노르웨이 어업의 중심지인 배타적 경제수역에서 Johan Hjort호에 의해서 조사가 이뤄지며, 이 조사선은 연간 295일의 운항일수를 보여 최다 출동을 기록한다(Rong et al., 2006). 노르웨이의 수산생명자원 탐사, 확보, 보존 기술은 세계 최고 수준이며, 이에 비해 한국의 조사선박 출동일수는 200일 이하로 선진국 대

Table 1. Norwegian fishery regulation

Title	Contents
The Marine Resources Act	Ensure sustainable and economically profitable management of wild living marine resources Promote employment and settlement in Norway's coastal communities Harvesting and other utilization of wild living marine resources and genetic material
The Aquaculture Act	Promote the profitability and competitiveness of the aquaculture industry within the framework of sustainable development Focus more on how the enterprise is run rather than aquaculture ownership Introduce the right to transfer and mortgage license
Food Act	Ensure food safety and promote health benefits, quality and consumer considerations throughout the entire aquaculture production chain Empower to take any decisions and measures deemed necessary to ensure implementation of the provisions
The Animal Welfare Act	Animals shall be treated well and not be subject to unnecessary stress and strain Animals may only be kept for as long as it is deemed proper to the animal's welfare
The Fish Diseases Act	Prevent, control and eradicate infectious diseases in fish and other aquatic animals Exercise the necessary care to ensure that there is no danger of infectious diseases developing or spreading between aquatic animals
Regulations Relating to Sea-Water Fisheries	The term fish includes echinoderms, crustaceans and mollusks As regards fishing operations by Norwegian vessels, the regulations apply to waters under Norwegian fisheries jurisdiction and outside

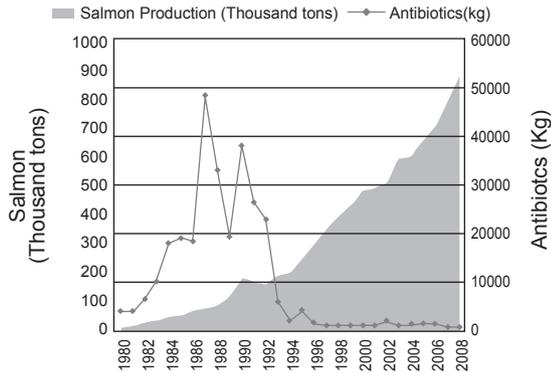


Fig. 3. Norwegian salmon production and antibiotics use in aquaculture (Statistics Norway, 2012).

비 약 70%대에 지나지 않는다

노르웨이해역이 자원고갈 위기에 직면하자, 수산생명자원 조사와 관리를 통해 생태계를 보호하고 파괴행위를 방지하고자 수산생명자원 조사전용선을 활용하여 정기적으로 집중조사를 실시했다. 이 경우 노르웨이 해양연구소의 연구원이 탑승하여 체계적인 조사 및 분석이 실시간으로 이뤄지도록 했으며, 노르웨이정부와 케이프 버드(Cape Verde)가 공동으로 연구비를 지원하여 공동수역에서 활발한 연구가 진행될 수 있도록 협력했다. 국제적인 자원고갈과 혼획에 따른 유럽과 국제 수산기구의 어획량 통제에 대비하여, 노르웨이 해역에 대해서 모니터링 시스템을 설치했고, 월 단위 조사를 실시하여 환경파괴로부터 수산생명자원을 지키고자 했다. 어민 노령화 및 연구인력 감소로 인한 인건비와 노동력감소현상에 대비하여 조사선박에도 자동화 시설을 구비해서, 인력부족으로 인한 문제점들을 구조적으로 해소하고자 노력했다. 최근까지 한국의 수산생명자원조사를 위해서는 국립수산과학원의 조사선과 용선선박을 이용하여 수행했으나, 우리나라 연안은 복잡한 해안선을 지녀 대형선박의 운항이 쉽지 않거나, 자국 영토인 독도와 이어도 등 먼 바다까지 출항하기에는 선박의 규모가 작아서 정기적이고 지속적인 조사가 이뤄지지 못했다. 향후 과학적이고 정기적인 한반도 중심해역의 수산생명자원 조사를 위해서 청정시스템과 수질 자동분석시스템 및 음향 탐지기 등 첨단장비를 갖춘 선박을 통해 국가 수산생명자원 관련 인프라 확충이 필요한 실정이다. 특히, 최근 해양환경관리공단이 건조하여 해양환경 측정망과 해양생태계 기본조사에 투입되는 '아라미 1호(90톤급)'와 같은 종합 연구선을 통한 전 해역에 대한 정기적이고 집중적인 조사가 필요하다.

안전한 수산물 공급(Safety first)

1980년대 후반 노르웨이는 남획으로 어획량이 감소하고, 어류 질병 확산으로 양식업등이 위기에 처하자, 수산생명자원의 중요성에 대해 각성하게 되었고, 이를 계기로 건강한 수산물 프로그램(HFP, Healthy Fish Program)을 마련하여 집중 투자를

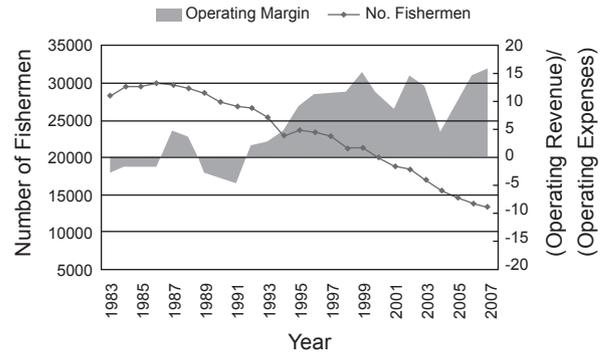


Fig. 4. Total number of Norwegian fishermen and operating margin.

했다. 당시 계속되는 수산물의 바이러스 감염은 양식 수산물의 질을 떨어뜨리고, 소비자의 구매의욕을 감소시켰기에, 이러한 바이러스 관리와 기생충 방제대책을 국가적인 문제로 인식했다(Lyngstad et al., 2008). 백신연구소(HVI, Norwegian Veterinary Institute)가 이러한 HFP를 수행하는 주관 기관이 되어, 각 어종별 바이러스, 박테리아 백신 개발을 통해 안전한 수산물을 안정적으로 공급하기 위한 연구사업을 수행했다(Maroni, 2000). HFP는 양식 수산물의 상태에 대해 연구를 수행하며, 질병의 감염이 낮은 자연수산물 상태에 대한 연구는 매우 제한적이다. 노르웨이 주요 양식 수출어종인 연어의 상태관리와 체계적인 정보제공을 위해 보고서를 연중 발행하여 온라인(<http://www.nifes.no>)으로 공유하게 했으며(Olsen and Hellberg, 2012), 이 보고서는 국가 수산물 보건 서비스와 NVI 지역 연구소의 질병에 관한 자료를 포함한다.

백신연구소(NVI)는 기획부, 연구부, 방역부로 구성되어 있고, 질병모니터링을 담당하는 DHS에서 월 단위로 수집된 수산물을 모니터링하여 전염성 바이러스 및 수산물의 건강상태를 확인한다. DLS에서는 수산물 바이러스 및 질병에 대한 연구를 통해 백신을 개발하며, 유전자 변형방법을 사용하지 않고 교배를 통해 성장율과 생존율이 뛰어난 품종을 개발하여 안전한 수산자원을 개발하는 연구를 수행한다. DHS는 수산생명자원의 전염병, 재해 대응, 질병에 관련된 연구를 수행하여, 원인을 제거하고 질병의 감염과 확산을 막고자 한다. 현장에서 바이러스, 수산물 건강상태를 모니터링하고, 양식현장을 직접 방문하여 수산생명자원 질병 감염 예방활동도 수행한다. DLS는 수산물 질병을 연구하여 새로운 치료방법과 예방방법 및 질병을 박멸하는 연구를 수행한다. 특히, 사료로부터 감염될 수 있는 바이러스 병균을 관리하여 양식생물이 대량 감염되는 사태를 막고자 한다. 안전한 수산물 공급의 차원에서 질병예방과 질병치료를 위한 기술을 확보하는 것은 모두 중요하지만 현실적으로 치료기술은 양식산업에서 치료의 한계를 나타내기에 질병예방이 더 중요하게 취급되며 양식장 청결과 오염원 차단이 우선이다. 노르웨이는 NVI의 주도로 수행된 HFP의 핵심 결과는 '항생

제로부터 효율적 백신 개발'이며, 추가로 냉수성 비브리오균과 히드라와 같은 어류 질병을 퇴치했기에 가능했다(Holm and Jorgensen, 1987; Liu et al. 2011). 자연재해 및 위해 생물에 대비하여 각 어종별 바이러스, 박테리아 백신개발을 통해 항생제 사용량을 기존의 10% 미만으로 대폭 감소시켰고, 프로젝트를 수행 연어와 송어의 생산량은 360%까지 급증했다(Fig. 3). 한국을 비롯한 아시아 수산업은 다양한 품종을 인간활동으로 인한 오염물질이 유입되기 쉬운 내만에서 장기간 밀집양식을 하고 있기에 어류질병발생 및 폐사가 나타나서 생산성이 저하되는 일이 많다. 최근 들어 기후변화 등의 원인으로 해파리의 발생 및 대형해파리 발생으로 어업 생산량에 손실이 나타나기에 이에 대응할 수 있는 방제기술 개발이 필요하다. 이 밖에 노르웨이 NVI에서 대형사고 발생으로 인한 피해 가능성이 상존하기에 이에 대비한 연구개발도 지속적으로 추진 중이다. 이는, 한반도 부근 해역에서 발생한 1995년 전남 소라도 해역 씨프린스호 사고 및 2007년 12월 충남 태안해역에서 발생한 허베이 스프리트호 사고로 인해 인근 양식장에 큰 피해를 입은바 있다(Rho, 2009). 한국의 경우 사고 이후 대형사고에 대한 관심이 일시적으로 있었으나, 점차 관심과 예산부족으로 연구중단 및 재난발생시 수산생명자원 방제에 대한 대비가 부족하다.

양식 시스템 개선(Short Chain)

노르웨이 어업인수는 1990년대에 비해 2000년에 20,075명으로 약 30% 감소했으며, 이후 감소폭은 줄어들었으며 최근에는 약 1만 3천 여명에 달한다. 어업인구 노령화 추세에 대비한 어업 장비 및 자동화 시스템 구축 등을 통해 양식 산업의 효율성을 증대시켜, 양식어업가구당 투자대비 이익율은 양의 값을 유지하고 있다(Statistics Norway, 2007). 1980년대 후반 양식 어가의 이익이 소비비용보다 낮게 나타난 이후, 90년대 초반부터는 투자대비 이익의 비율이 양의 값을 나타내기 시작했고, 이후 2000년과 2004년 이익율이 감소했지만 손실을 입은 적은 없었으며, 어민의 수가 1만 5천명 이하로 떨어진 2000년대 중반 이후에도 이익율은 이전보다 높아진 상태를 유지했다(Fig. 4). 수산물 수출 확대정책에 힘입어 고부가가치 산업으로 도약함으로써 어업인구 고령화에 대응하며 어촌 일자리 창출에 중요한 역할을 하고 있다. 이는 양식 산업의 사업 규모를 기존 영세한 면허업자 위주에서 대규모의 수산업 구조로 개편한 결과이다(Maroni, 2010).

수산업 인력이 많이 필요한 어망정비는 노령화 및 인력감소의 영향을 가장 크게 받게 된다. 노르웨이에서는 선망 어업의 단선화 기술 개발로 인해 고령화로 부족한 어업인 일손을 크게 줄일 수 있게 되었다. 20세기 후반 노르웨이는 트리플렉스 양망기 설치로 높은 파도하에서도 조업이 가능한 양식시설을 갖추게 됐다(Olsen, 2008). 이러한 환경하에 트리플렉스 시스템(Triplex net handling system)이 설치되어, 이전보다 높은 효율로 그물 정비 작업이 가능해졌다(Thorvaldsen and Ellingsen, 2012). 이러한 선망어선의 어획물은 펌프에 의해 갑판으로 올려지고 물

이 분리되어 어획물만 어창으로 이동하여, 이동 및 육상 하역시 인력과 하역시간을 크게 줄일 수 있는 단축 생산라인(Short Chain)을 구축했다. 최근에는 사람이 양식장에 거주하지 않고, 육상에서 컴퓨터로 사료 공급, 어장환경을 자동으로 관리하는 유비쿼터스 시스템개발에 집중하고 있다.

한국의 수산업현실도 10년간 어업경영주 20%, 어업인이 31% 감소했고, 어촌과 어업인의 노령화가 심화되어 어업인중 65세 이상의 노인의 비율이 40%를 넘어섰다. 이러한 수산업 성장 한계 극복을 위해 첨단 생산기술 개발이 절실한 실정이다. 이에 물가상승에 따른 가격 상승, 사료값 상승으로 생산금액이 지속적으로 상승하고 있기에, 노르웨이의 생산에서부터 유통까지의 단계를 축소화한 사례가 좋은 시사점이 된다.

결론

본 논문에서는 1980년대 중반 노르웨이 해역 수산생명자원 고갈을 극복하기 위한 노르웨이 수산생명자원 관리모델의 특성을 살펴봤다. 노르웨이 해역 수산생명자원 관리의 중요성에 대한 인식을 통한 위기극복방안과 수산업을 통한 일자리 창출, 수출 활성화, 연구 및 개발에 집중할 수 있었던 정책요인을 점검했다. 1980년대 후반 노르웨이 수산업 위기 극복을 위해 수산업계, 연구기관, 정부부처가 합심하여 찾은 관리모델은 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 해역별 특화된 조사전용선을 활용하여 집중적인 수산생명자원 모니터링과 어획자원을 실시간 평가하여 해양환경과 수산자원의 상태를 세밀하게 조사하고 평가하였다. 둘째, 자연재해 및 위해 생물에 대비하여 어종별 바이러스, 박테리아 백신 개발을 위한 '건강한 수산물 프로젝트(Healthy Fish Project)'를 추진하여, 항생제 사용량을 최대한으로 줄이고 연어와 대구 등 선택어종에 대한 양식기술개발을 집중하여 건강한 어류 생산량을 늘리는 계기를 마련했다. 셋째, 어민 노령화 및 어업인구 감소에 대비한 자동화 어업 장비 개발과 양식산업의 유통구조를 간단화 시키는 관리모델 구축을 통해 수산업을 고부가가치 산업으로 도약할 수 있는 계기를 마련했다. 이와 같은 노르웨이 해역 수산생명자원 관리모델은 향후 한반도 중심해역 수산생명자원 정책 수립에 도움이 될 수 있을 것으로 여긴다.

사사

본 연구는 국립수산과학원의 '연안어장 생태계 통합평가 및 관리연구'의 지원(RP-2013-ME-008)으로 수행되었음을 밝힙니다.

참고문헌

- Cohen J. 2003. Human population : The next half century. *Science*. 302, 1172-1175.
 Ervik A, Hansen P, Anve J, Stigebrandt A, Johannessen O, and

- Jahnsen T. 1997. Regulating the local environmental impact of intensive marine fish farming : I. The concept of the MOM system (modeling-ongrowing fish farms-monitoring). *Aquaculture* 158, 85-94.
- FAO(Food and Agriculture Organization). 2010. The state of world fisheries and aquaculture (SOFIA). FAO fisheries and aquaculture department. Food and agricultural organization of the United Nations: Rome, Italy.
- FAO(Food and Agriculture Organization). 2012. Food balance sheets and annual statistics on fishery and aquaculture production.
- Handegard N, Buisson L, Brehmer P, Chalmers S, Robertis A, Huse G, Kloser R, Macaulay G, Maury O, Ressler P, Stenseth N, and Godo O. 2012. Towards an acoustic-based coupled observation and modeling system for monitoring and predicting ecosystem dynamics of the open ocean. *Fish and Fisheries*, 1-11. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-2979.2012.00480.x>.
- Hannesson R. 2007. Global warming and fish migrations. *Natural Resources Modeling* 20, 301-319.
- Holm K, and Jorgensen T. 1987. A successful vaccination of Atlantic salmon, *Salmosalar L.*, against 'Hitra disease' or cold-watervibriosis. *Journal of Fish Diseases* 10, 85-90.
- Ikeda, M., J.Johannessen, K.Lygre, and S.Sandven.1989. A Process Study of Mesoscale Meanders and Eddies in the Norwegian Coastal Current. *Journal of Physical Oceanography*, 19-20.
- IMR(Institute of Marine Research). 2003. Picture gallery. Bergen, Norway.
- Johannessen J, Svendsen, E, Sandven, S, Johannessen, O., and Lygre K. 1989. 3-Dimensional structure of mesoscale eddies in the Norwegian Coastal Current. *Journal of Physical Oceanography* 19, 3-19.
- Kang Y, Jung S, Zuenko Y, Choi I and Dolgaova N. 2012. Regional differences in the response of mesozooplankton to oceanographic regime shifts in the Northeast Asian Marginal Seas. *Progress in Oceanography* 97, 120-134.
- KSA(Korea statistics administration). 2012. Fisheries production statistics - Fisheries import and export statistics (<http://www.index.go.kr>), Korea.
- KSA(Korea statistics administration). 2017. Fisheries production statistics - Fisheries import and export statistics (<http://www.index.go.kr>), Korea.
- Liu Y, Olausson J and Keonhoft A. 2011. Wild and farmed salmon in Norway - A review. *Marine Policy* 35, 413-418.
- Lyngstad T, Jansen P, Sindre H, Jonassen C, Hjortaa M, Johnsen S, and Brun E. 2008. Epidemiological investigation of infectious salmon anaemia (ISA) outbreaks in Norway. *Preventive Veterinary Medicine* 84, 213-227.
- Maroni K. 2010. Monitoring and regulation of marine aquaculture in Norway. *Journal of Applied Ichthyology* 16, 192-195.
- McGraw D. 2002. The CBD-key characteristics and implications for implementation. *Review of European Community and International Environmental Law* 11, 17-17.
- MIFAFF(Ministry for Food, Agriculture, Forestry, and Fisheries). 2011. Regulations relating to sea-water fisheries. MIFFAF. Seoul, Korea, 65-66.
- Nam J. and S. Kim. 2009. Status of Norwegian aquaculture development and suggestion. *Journal of fishery policy* 2, 117-137.
- NMFCA(Norwegian Ministry of Fisheries and Coastal Affairs). 2010. Act relating to the management of wild marine living resources-Marine resources act . NMFCA. Seoul, Korea.
- NMFCA(Norwegian Ministry of Fisheries and Coastal Affairs). 2012. Facts about fisheries and aquaculture 2012. NMFCA. Seoul, Korea, 10-14.
- Olsen A, and Hellberg H. 2012. The health situation in Norwegian aquaculture 2011 - The health situation in salmonids & The health situation in marine fish. *Norwegian veterinary institute. Veterinarinstituttet*. Oslo, Norway, 30-33.
- Olsen S. 2008. Technological developments in Norwegian fisheries - Norwegian spring-spawning herring and northeast arctic cod. *Institute of marine research. Veterinarinstituttet*. Oslo, Norway, 33-40.
- Park SJ. 2008. The decision making strategy research for the convention of the bio-diversity through the analysis of major issues. *The Journal of Marine Policy* 23, 65-106.
- Rho J. 2009. Function and limits of national disaster management-based on Hebei spirit oil spill disaster. *Social Science - Conversation and Policy* 2, 115-144.
- Rong V, Gjertsen K, and Enersen S. 2006. Report on oceanographic cruises and data stations. *Institute of Marine Research*. Bergen. Oslo, Norway, 1-38.
- Shin Y., 2009. The future strategy of Korean fishery industry. *The Journal of Marine Policy* 1, 1.7-15.
- Shin Y., J. Ryu, S. Choi, M. Jung, J. Kang, Y. Lee, H. Lee and C. Ma. 2009. The research for the advancement of Korean fisheries - based on domestic and foreign examples of fisheries development. *Korea maritime institute* 1-372. Korea.
- Srinivasan U, Watson R and Sumaila U. 2012. Global fisheries losses at the exclusive economic zone level, 1950 to present. *Marine Policy* 36, 544-549.
- Statistics Norway. 2007. Official Statistics of Norway - Fishery Statistics 2007. 11-19.
- Statistics Norway. 2012. Norwegian statistics - Fishing and fish farming (<http://www.ssb.no>).
- Thorvaldsen T, and Ellingsen H. 2012. Modernization of fisheries technology to cope with challenges and profitability environmental life cycle assessments of fish food products with emphasis on the fish catch process. *Norwegian University of Science and Technology. Thesis for the degree of doctor*. 39-41.
- U.N. (United Nations). 2010. *World Population Prospects*. United Nations. New York, United States.
- World Bank and FAO. 2009. *Sunken billions : the economic justification for fisheries reform*. Washington, DC: The World Bank (<http://go.worldbank.org/MGUTHSY7U0>).