

인공어초어장 관리조사기술의 현상과 개선방안

김창길⁺·김호상⁺⁺·서장우⁺⁺⁺·김두봉⁺⁺⁺⁺

The maintenance technology and their improvement of artificial reef fishing grounds

Chang Gil Kim⁺, Ho Sang Kim⁺⁺ Jang Woo Seo⁺⁺⁺ and Doo Bong Kim⁺⁺⁺⁺

This study describes the postinstallation maintenance technology of artificial reefs and their improvement. The maintenance technology of artificial reefs consists of four steps; the investigation of volumes of installed reefs, the removal of fishing gears entangled in reefs, the estimation of reef functions, and the establishment of surveyed results in the data base. The proper understandings of their steps is the key to improve the maintenance technology of artificial reefs.

Key words : Artificial reefs (인공어초), Burying (매몰), Deterioration of reef (인공어초 열화), Subsidence (침하), Maintenance of reef (어초관리)

1. 서론

인공어초는 대상으로 하는 생물을 위집 혹은 배양을 목적으로 인위적으로 수중에 시설하는 구조물을 말한다. 어초의 시설형태에 따라 침설어초와 부어초로 나누어지며, 시설 수심은 전자의 경우 약 100m 이천, 그리고 후자는 대개 200-300m의 정도이다. 재질은 콘크리트, 강재 등이 사용되고 있으며, 내구년수는 약 30년 정도로 설계되고 있다. 우리나라에서 시설되고 있는 어초의 종류는 30종이다. 이들 어초는 적지로 선정된 곳에 1개의 어초단체(魚礁單體)로 일정 거리를 두고 시설되거나 혹은 단위어초(單位魚礁)로 한 곳에 집중되어 시설되고 있다. 우리나라 각 해역에 시설된 어초들은 시설 연대별, 해역별로 차이는 있으나, 비시설지에 비해 2.6배의 어획효과가 있는 것으로 보고되고 있다 [1]. 그러나 최근 어초어장에서 빈번한 조업으로 인해 어초에 그물이 걸린다거나 혹은 과도한 조업 등 인위적 또는 태풍 등의 자연적 재해로 인한 어초의 전도, 이탈, 매몰 등으로 인해 어초의 기능이 약화되어 커다란 문제점을 야기하고 있다. 따라서 정부에서는 기능이 약화된 어초에 대해 기능을 회복시키고자 상당한 예산을 투입하여 어초가 시설된 전 연안에 대해 조사(인공어초어장관리사업)를 수행하고 있다. 조사는 어초의 시설 높이, 면적 등 시설상태조사, 어초에 걸린 폐그물 등 폐기물의 산정 및 제거, 어초의 안정성, 효과 등 어초 기능분석, 관련 자료의 전산화 등 4단계로 수행되고 있다 [2]. 그러나 각 단계별 조사 과정에 있어서의 수행 목적에 대한 정확한 인식 부족, 관련 장비의 성능 미비 혹은 미개발, 자료 분석의 미흡 등으로 인해 많은 어려움을 안고 있다. 본 논문에서는 인공어초어장관리조사 기술의 개발 및 증진을 위해 각 조사 단계별 목적, 문제점 및 개선방안을 중심으로 사용기기 및 공법에 초점을 맞추어 기술하고자 한다.

2. 인공어초어장관리 조사에 필요한 요소기술

인공어초어장관리란 어초의 기능 유지에 필요한 수단으로 어초에 걸린 폐그물 등 폐기물 제거, 전도나 이탈된 어초의 보수·보강을 의미한다. 이를 위해 앞서 언급한 바와 같이 시설상태조사(1단계 조사), 어초에 걸린 폐기물 제거(2단계 조사), 어초의 기능분석(3단계 조사), 관련 자료 전산화(4단계 조사) 등 4단계로 수행된다. 그러나 이들 단계 중 관련 자료의 전산화는 현장에서 수행되는 조사라기보다는 조사에 필요한 위치정보

제공, 자료의 비교 등을 위한 과정이기 때문에 본 논문에서는 언급을 피하고자 한다. 1단계조사에서는 어초의 시설위치, 시설높이, 면적, 집적 혹은 분산, 매몰, 세굴 등 어초시설상태, 시설량의 산정 등이 행하여지며, 주로 사용된 장비로는 양방향음파탐사기(Side Scan Sonar)와 다중빔음향측심기(Multi Beam Echo Sounder) 등이다. 위치조사는 과거에 시설된 어초의 대부분이 동경측지계로 되어 있으며, 시설시 주어진 좌표와 실제 시설 좌표와는 많은 차이가 있어 교정위성측위시스템(Differential Global Positioning System)을 이용하여 세계측지계로 변경 수정하는 것이다. 이 과정은 어초의 정확한 위치정보, 어초(단위어초) 간의 거리 유지 등 투영면적(해저면적 당 실제어초 시설율)의 정확한 확보를 위해 필요하다. 우리나라에서는 1개 어초시설단지의 량(단위어초 시설량)의 최소 규모를 800 空m²로 하고 있으며, 단위어초 간의 거리(어초 시설로 인한 유효어장 범위)는 저층성 어류의 경우 400 m, 회유성 어류의 경우 600 m로 하고 있다. 따라서 단위어초 간의 정확한 거리 유지는 유효어장의 확보 측면, 즉 시공비와 관련된 중요한 요소인 것이다. 1단계 조사에서 중요한 것은 어초의 시설 높이의 계측이며, 이 과정에서 매몰, 세굴, 침하, 상적어초의 이탈 원인이 분석된다. 어초의 높이는 어류의 위집에 중요한 요소로서 저층성 어류의 경우 5 m, 회유성 어류는 수심의 1할 혹은 수온 약층이 자주 일어난 지역은 수온약층의 윗부분에 어초의 높이가 유지되도록 해야 한다. 또한 1단계 과정에서 중요한 요소는 시설량 산정(확인)이다. 단위어초의 시설량은 어류의 위집 혹은 배양과 관련된 것으로 궁극적으로는 조업의 면적과 관계가 있다. 따라서 기존 시설된 어초의 규모 산정은 중요한 요소로 이 과정에서 앞서 언급한 어초의 계측에서와 같이 매몰, 세굴, 침하의 원인을 분석하여 신규 사업 수행시 반영해야 한다.

2단계 조사에서는 어초에 걸린 폐그물 산정 및 제거를 실시하고 있다. 주로 잠수조사에 의존하고 있으며, 어초에 걸린 폐그물 등 폐기물 산정은 잠수부(2인1조)를 이용하여 조사대상 어초의 중앙점을 중심으로 4방위(동, 서, 남, 북)에 대하여 조사한 후 폐기물의 종류, 걸린 위치를 표기하고 어초의 전체 걸린 량을 계측한다. 조사된 폐기물은 종류 및 중량에 따라 직접 잠수부가 인양하든지 혹은 선상크레인을 이용하여 인양·제거하고 있다. 그러나 어망 등의 어구가 어초에 걸려 조업과 어초기능에 지장을 줄 경우라도 비용과 효과와의 관계를 검토하여 제거해야 한다. 어초에 걸린 폐그물의 제거방법은 잠수작업에 의한 제거

+ 김창길(국립수산과학원 자원회복단),E-mail:cgkim@nfrdi.re.kr, Tel: 051)720-2360

++ 김호상(국립수산과학원 자원회복단)

+++ 서장우(국립수산과학원 자원회복단)

++++ 김두봉(국립수산과학원 자원회복단)

방법, 땅에 걸린 어초를 선상에 끌어 올려 제거 후, 다시 시설하는 방법, 절단용 갈고리에 의한 제거방법, 자기항해식 수중비디오가 장착된 절단기에 의한 제거방법 등을 들 수 있다. 잠수작업에 의한 제거방법은 잠수부에 의해 어초에 걸린 어망을 절단한다든지, 회수하여 선상으로 올리는 방법으로 비교적 수심이 얇은 (일반적으로 30 m 이천) 어초에서 행하여지지만, 많은 비용이 소요된다. 땅에 걸린 어초를 선상에 끌어 올려 제거 후, 다시 시설하는 방법은 어초 자체를 크레인 등으로 바지선에 올린 후 망을 제거하고 다시 시설하는 방법이다. 한편, 절단용 갈고리에 의한 제거 방법은 어선에 절단용 갈고리를 부착한 체인을 끌어 어초에 걸린 망을 제거하는 방법이다. 그리고 자기항해식 수중비디오가 장착된 절단기에 의한 제거방법은 주로 일본에서 제안된 방법으로 원형의 절단기를 자기 항해식 수중 비디오에 정착시켜 선상에서 비디오를 보면서 조작하여 망, 로프 등을 절단하는 방법이다. 이러한 방법들은 수심 등의 작업조건에는 영향을 덜 받지만 효율적인 측면에서 개발의 여지가 많다고 할 수 있다.

3단계조사는 어초기능의 분석과정으로 생물적, 공학적, 사회경제적 조사로 세분된다. 생물적 조사에서는 어초의 구조형태(종류), 시설결과 연도별로 생산성을 분석하는 것으로 주로 어획량에 의해 평가되며, 공학조사는 어초의 세굴, 매몰, 침하, 전도 등 어초의 안정성과 어초의 열화에 의한 내구성 저하 등에 대해 분석을 실시한다. 그리고 사회경제적 조사에서는 어초에서의 사용어구, 이용률 등을 분석한다. 동 조사는 3가지의 목적을 갖는다. 첫째는 어초의 생산성 분석을 통해 어초의 효과를 파악하여 생산성 향상 요인과 저하 요인을 구명하는 것이다. 둘째는 어초의 안정성을 분석하여 현재의 시설지 조건이 설계조건과 차이가 있는지를 분석하여 설계된 내구연수동안 어초의 기능을 유지토록 하는데 있다. 셋째는 주로 콘크리트 어초에 대해 열화요인을 구명하여 새로운 사업 수행시 반영해 주는 것이다. 동 조사의 각 공정별 필요기술은 생물적 조사의 경우 개량어군탐시기에 의한 어획량 추정기술, 공학적 조사의 경우 매몰, 세굴 등의 조사는 양방향음파탐사기와 다중빔음향측심기 운용기술, 내구성 조사는 파괴 및 비파괴검사기술 등이 요구된다.

3. 어초어장 관리조사 기술의 문제점 및 개선방안

현 시점에서 어초어장관리조사 기술의 문제점은 조사목적과 도출해야 될 결과의 정확한 이해부족에 있다고 해도 과언은 아니다. 어초어장 관리조사의 목적은 어초의 기능을 지속적으로 유지하는데 필요한 요인을 분석하여 관리하는 데 있으며, 요인 분석은 주로 어초의 기능저하요인과 기능강화 요인으로 나누어 실시되고 있다. 기능저하요인으로는 1단계조사(어초시설상태조사)의 경우 원래 시설된 어초의 양이 침하나 매몰 등의 피해 없이 보존되어 있는가를 확인하는 것이다. 이 과정에서의 문제점은 어초의 매몰이나 세굴의 깊이 등의 계측자료에 대해 신뢰성이 높지 않고, 사각어초와 같이 집적된 어초에 대해 정확한 량을 산정하기 어렵다는 것이다 (Fig. 1). 2단계조사 (어초에 걸린 폐기물의 산정 및 제거)의 경우 수심 30m보다 깊거나 탁도가 낮고 조류가 강한 해역은 현실적으로 잠수에 의해서는 조사가 불가능하다고 할 수 있다. 또한 잠수관찰이 가능한 해역이라 할지라도 잠수시간의 제약으로 인해 많은 시간과 예산이 소요되고 있어 기기 사용을 통한 개량화면 방법이 절실히 요구되고 있다. 한편 3단계조사 (어초기능의 분석)중 공학적 조사의 경우 어초의 세굴, 매몰, 침하 등이 있을 경우 이러한 현상이 적지조사 등 사전조사과정에서 기인된 것인지 혹은 어초시설지 인근해역의 바다모래 채취 등의 원인에 의한 것인지 즉, 단일요인에 의한 것인지 복합요인에 의한 것인지 조사자료 만으로는 분석이 어려운 경우가 많다. 또한 어초의 열화에 의한 내구성 평가조사의 경우

강도 등 비파괴조사에서 압축강도, 배합비 추정과정에서의 기초자료 부족, 철근부식 등의 경우 자료의 신뢰성 확보에 많은 어려움이 있다.

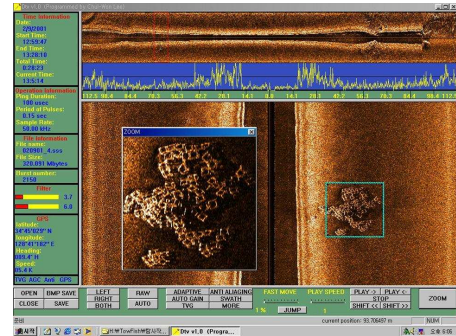


Fig. 1 Installation shape of dice reefs

어초어장 관리조사 기술의 개선은 앞서 제기된 문제점에 대한 대책을 의미하며, 1단계조사(어초시설상태조사)의 경우 어초의 매몰이나 세굴의 깊이 등의 계측자료의 신뢰성 확보를 위해서는 단순히 탐사적 차원을 벗어나 주조류 방향, 모래의 입자, 표사나 流砂 이동거리 등 관련 자료에 대한 정보를 입력함으로써 퇴적이나 세굴의 정보를 획득할 수 있는 프로그램을 개발하는 등 종합적인 분석기술이 필요하다. 또한 사각어초와 같이 집적된 어초의 정확한 양의 산정은 어초단체(單體)의 공극율도 중요하지만 집적된 형상에 따른 전체형상의 공극율도 정확히 산정하여 전체용적을 구해야 한다. 2단계조사 (어초에 걸린 폐기물의 산정 및 제거)의 경우 잠수부에 의한 조사는 조사자의 주관 등 관능적인 오차의 유발요인이 많으므로 기계적인 방법으로 량을 산정하고 제거하는 기술이 필요하다. 어초에 걸린 폐기물의 량 산정과 관련해서는 고주파 양방향음파탐사에 의한 방법도 고려할 필요가 있다. 동 기기는 현재 저주파로 개발된 것이며, 고주파의 것은 폐기물의 걸린 위치, 걸림형태, 량의 추정 등에 대해 충분한 정보를 줄 수 있다고 판단된다. 폐기물의 제거도 앞서 언급한 바와 같이 걸림형태의 분석이 무엇보다 중요하며, 분석된 자료를 토대로 예산과 시간의 절감 차원에서 적절한 공법을 적용, 개선해 나아가야 할 것이다. 한편, 어초의 기능평가 기술 중 내구성 평가조사의 경우 강도 등 물리적 조사, 염분량, 배합비 추정, 철근부식 등 화학적 조사에 대해서도 기계적 오차 등에 의한 신뢰성 확보에 각별한 주의가 요망된다.

4. 결 론

어초어장관리 조사기술은 시설상태조사 (1단계 조사), 어초에 걸린 폐기물 등 폐기물 제거(2단계 조사), 어초의 안정성, 효과 등 어초 기능분석 (3단계 조사), 관련 자료 전산화 (4단계 조사) 등 4단계로 수행된다. 동 조사기술은 각 단계별로 많은 개선이 요구되고 있으며, 이를 위해서는 어초어장 관리조사의 목적과 도출해야 될 결과의 명확한 이해가 무엇보다 중요하다. 또한, 조사된 자료가 동 목적에 부합되는 지를 끊임없이 분석하여 정확한 정보를 취득토록 해야 한다. 이와 함께 부족한 기술은 산학협력을 통해 개발하는 것도 중요한 방법 중의 하나라고 할 수 있다.

참고문헌

- [1] 해양수산부-국립수산진흥원, 인공어초시설 사후관리 실태 및 개선방안보고서, 18-20, 2002.
- [2] 국립수산물품질관리원, 경남도 인공어초 사후관리조사 보고서, 1-77, 2005.