

Review

<https://doi.org/10.7850/jkso.2021.26.3.263>
pISSN : 1226-2978 eISSN : 2671-8820

해양저서동물의 정량적 자료에 대한 정도관리 현실과 개선안

최진우^{1*} · 김종성² · 송성준³ · 류종성⁴ · 권봉오⁵¹서울대학교 해양연구소 책임연구원, ²서울대학교 지구환경과학부 교수, ³서울대학교 해양연구소 연구부교수,⁴안양대학교 스마트창의융합대학 해양바이오시스템공학과 교수, ⁵군산대학교 해양과학대학 해양생명응용과학부 조교수

Present Status of the Quality Assurance and Control (QA/QC) for Korean Macrozoobenthic Biological Data and Suggestions for its Improvement

JIN-WOO CHOI^{1*}, JONG SEONG KHIM², SUNG JOON SONG³, JONGSEONG RYU⁴ AND BONG-OH KWON⁵¹Senior Research Scientist, Research Institute of Oceanography, Seoul National University, Seoul 08826, Korea²Professor, School of Earth and Environmental Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Korea³Research Associate Professor, Research Institute of Oceanography, Seoul National University, Seoul 08826, Korea⁴Professor, Department of Marine Biotechnology, Anyang University, Incheon 23038, Korea⁵Assistant Professor, Department of Marine Biotechnology, Kunsan National University, Kunsan 54150, Korea*Corresponding author: choi6212@snu.ac.kr

Editor Wonho Yih

Received 27 May 2021; Revised 7 July 2021; Accepted 7 July 2021

ABSTRACT

해양저서동물은 해양의 환경오염에 대한 모니터링과 평가에 활용되었고, 최근에는 생물다양성과 생태계 복원의 관점에서 매우 중요한 요소로서 인식되고 있다. 한국에 있어서도 오염상태를 평가하는 환경영향평가에 주요 구성원으로 들어가 있어서 많은 연안역에서 저서동물군집에 대한 정량적 연구가 1970년대 중반 이후 50년간 수행이 되었다. 이런 연구의 종 동정에는 생태전문가가 일정 기간 분류에 대한 교육을 받아서 수행해 온 것이며, 그 과정에서 저서동물의 동정을 소홀히 하거나 잘못 동정하여 정보축적에 혼선이 있었으며, 분류전문가 부족으로 저서생물 시료를 종 수준까지 다루지 못한 것이 현실이었다. 해양생태계 기본조사와 같은 국가적인 연구조사에서도 저서동물에 대한 종 동정에 분류학 전문가의 참여가 적다는 것이 현실이고, 이로 인한 저서동물군집 자료에서 일부 분류군의 종 동정이 미흡하여 자료의 질적 저하를 초래한 면이 있었다. 영국에서는 해양생물의 정량적 자료 생성을 표준화하기 위해서 1990년대 국가해양생물분석질관리계획(National Marine Biological Analytical Quality Control, NMBAQC Scheme)이라는 정도 관리체제를 만들었고, 국가 해양모니터링 프로그램에 참여하는 모든 기관에 해양생물 분석역량을 측정하고, 미흡하면 재교육과 훈련을 수행하고 있다. 하지만 국내에는 아직 이러한 해양생물을 조정할 수 있는 기관과 인력이 미흡한 실정이다. 국립 해양생물자원관과 같은 공인기관이 존재하고 있어도 생태자료를 담당할 인력 부족으로 생태자료의 정도관리를 맡기에는 현실적으로 어렵다. 따라서 이에 대한 개선안으로서 단기적으로는 (1) 최소한 주요 우점종에 대한 종 동정을 분류전문가에게 확인을 받는 방안, (2) 가능하면 생물군별로 분류전문가를 연구조사에 참여시키는 방안이 필요하고, 장기적으로는 (3) 다양한 분류전문가를 포함하는 (가칭) ‘(재단법인) 해양생물 분류협회’를 설립하여 생물자료에 대한 정도관리와 전문가 양성과 훈련을 주관하는 방안 등을 제안하는 바이다. 향후 법인의 설립에 대한 구체적인 방안이나 법적적인 문제는 학회나 공청회를 통하여 보완하는 방안이 있겠다.

Marine benthic organisms have been used as the indicators for the environment assessment and recently considered as a very important component in the biodiversity and ecosystem restoration. In Korean waters, the quantitative data on marine benthos was used as one of major components for the marine pollution assessment for 50 years since 1970s. The species identification which is an important factor for the quantitative biological data was mainly performed by the marine benthic ecologists. This leads to the deterioration of the data quality on marine benthos from the misidentification of major taxonomic groups due to the lack of taxonomic expertise in Korea. This taxonomic problem has not been solved until now and remains in most data from national research projects on the marine ecosystems in Korean waters. Here we introduce the quality assurance and control (QA/QC) system for the marine biological data in UK, that is, NMBAQC (Northeast Atlantic Marine Biological Analytic and Quality Control) Scheme which has been performed by private companies to solve similar species identification problems in UK. This scheme asks for all marine laboratories which want to

participate to any national monitoring programs in UK to keep their identification potency at high level by the internal quality assurance systems and provides a series of taxonomic workshops and literature to increase their capability. They also performs the external quality control for the marine laboratories by performing the Ring Test using standard specimens on various faunal groups. In the case of Korea, there are few taxonomic expertise in two existing national institutions and so they can't solve the taxonomic problems in marine benthic fauna data. We would like to provide a few necessary suggestions to solve the taxonomic problems in Korean marine biological data in short-terms and long-terms: (1) the identification of all dominant species in marine biological data should be confirmed by taxonomic expertise, (2) all the national research programs should include taxonomic experts, and (3) establishing a private company, like the Korea marine organism identification association (KMOIA), which can perform the QA/QC system on the marine organisms and support all Korean marine laboratories by providing taxonomic literature and species identification workshops to enhance their potency. The last suggestion needs more efforts and time for the establishment of that taxonomic company by gathering the detailed contents and related opinions from diverse stakeholders in Korea.

Keywords: Marine benthos data, Quality assurance/quality control, NMBAQC Scheme, Korea Marine Organism Identification Association (KMOIA)

1. 서론

조하대 연성저질에 서식하는 해양저서동물에 대한 정보를 얻기 위해서는 인간 접근이 쉬운 조간대와 달리 채집장비를 운용해야 하는 제한으로 이들에 대한 세계 최초의 본격적인 정성적 및 정량적인 조사기록을 사실상 찾기 어렵다. 해저에 채집장비를 사용한 기록으로는 대략 1800년대 유럽의 여러 항만의 항로준설을 위해서 드레지(dredge)로 해저의 퇴적물을 준설하는 과정에서 저서동물이 채집되었고, 이들에 대한 분류학적 조사가 시작하였던 것으로 추정된다(Forbes and Goodwin-Austin, 1859). 그 후에 ‘Challenge Expedition(1872-1876)’ 등의 대양탐사 시대에 수행된 많은 조사에서 천해 및 심해의 저서동물이 채집되었다. 그러나 해양저서동물에 대한 본격적인 생태학적인 조사는 1900년에 발틱해의 넓치 자원량이 감소한 원인을 넓치의 먹이생물 부족에서 찾고자 하는 시도에서 수행된 Petersen and Jensen (1911)의 조사와 이후 수행된 조사를 종합한 Petersen(1918) 조사보고서 등을 들 수 있다. 이후 저서동물은 저서 어류의 먹이원 역할 이외에도 전 세계 해저에 유사한 퇴적상에서는 유사한 종 조성을 보이는 군집이 형성되어 있다는 ‘Parallel Bottom Community’라는 해양저서생태계에 서식하는 저서동물군집의 공간 분포에 관한 개념을 발달시켰다(Thorson, 1957). 이러한 가설의 근거에는 해양저서동물에 대한 분류학적 결과가 존재하고 있었다.

해양저서동물은 3년에서 4년에 달하는 그들의 긴 수명과 고착성 생활, 체내 오염물질의 축적 등의 생태적 특성을 가진다. 이들은 하구나 연안역의 각종 오염 현상에서 군집의 조성과 현존량에서 오염 구배에 따른 변화를 잘 나타내는 지시종으로의 역할을 한다. 이러한 관점에서 해양저서동물은 유기물 축적이나 빈산소수괴 발생 등 다양한 저서환경의 모니터링에 활용되었다(Pearson and Rosenberg, 1978). 국내에서도 인간 활동에 의한 해양 환경영향을 평가하는 과정에서 필수적인 조사항목으로 해양저서동물의 군집에 대한 조사와 영향을 예측하는 보고서를 요구하고 있고, 기본적인 해양생태계 조사에서도 저서동물은 주요 조사 대상으로 평가되고 있다(어장관리법, 2020; 해양생태계의 관리 및 보전에 관한 법률, 2020). 최근 국제적으로 관심 사항으로 대두되고 있는 해양에서의 생물다양성에 대한 평가에서도 저서동물 군집은 중요한 위치를 차지하고 있으며, 해양생태계 건강성 평가와 파괴된 생태계의 복원과정에서도 중요한 구성원으로서 이해되고 있다(Weisberg *et al.*, 1997; Borja *et al.*, 2000; Seo *et al.*, 2014). 이러한 중요성에도 불구하고 해양 생태학자들이 저서동물을 동정하는 과정에서 오동정으로 해양저서동물의 군집 생태 및 개체군 생태에서의 생물자료에 오류가 나타나기도 하였다. 분류학적 인력과 문헌이 부족한 국내에서는 더욱 심한 오류가 있었다.

유럽에서는 이러한 저서생물의 오 동정 문제점을 해결하기 위해 해양생물 자료에 대한 정확도와 신뢰도를 높이는 노력이 있었는데, 이는 전통적으로 저서동물 분류군에 대한 종 동정 전문가를 많이 보유한 유럽이기에 가능하였던 것으로 보인다.

유럽에서는 자연사박물관을 통해서 일찍부터 다양한 생물분류군의 종 동정 전문가를 배출하였으며, 또한 많은 시료와 많은 분류 문헌을 갖추고 있었다. 그 결과 생태연구자들이 쉽게 그들이 다루는 대상 생물을 동정할 수 있었고, 해양생물 자료의 질을 높일 수 있는 여건을 형성하였다. 특히 영국의 경우에는 국가적인 해양생태계 모니터링에는 적절한 자격을 갖춘 분류전문가를 보유한 연구실만 참여할 수 있는 제도를 정립하였고, 이를 통해서 해양생물 자료의 정도관리를 할 수 있다(NMBAQCS, 2021).

반면에 국내에서는 2000년대에 들어서 비로소 국립 자연사박물관을 설립할 수 있었으나, 그 규모는 유럽의 국가들에 비해서 매우 적은 실정이다. 뿐만 아니라 국내에서는 주요 해양저서동물의 분류와 생태에 대한 연구인력이 매우 부족하며, 국외의 경우와는 달리 국내에서 채집되는 많은 생태학 시료에 대한 종 동정 자문에 대응할 여력이 부족한 실정이다(국립생물자원관, 2021; 국립해양생물자원관, 2021). 따라서 대부분의 국가적인 해양생태계 조사에서 거의 분류전문가의 참여가 미흡한 상태에서 수행되어 온 것이 현실이었다. 지금부터라도 해양생태계 조사에 참여하는 연구실에서 신뢰성 있는 해양생물 자료를 생산할 역량을 높이기 위한 현실적인 방안이 강구되어야 할 것으로 판단된다. 본 연구에서는 이러한 국내의 열악한 여건에 놓여 있는 해양저서동물 분류의 문제를 진단하고, 국외의 사례를 참고하여 향후 개선할 방안을 제안하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 해양생태계 관련 법령 조사

현재 해양생태계에서 해양저서동물 군집을 대상으로 조사 분석하는 법령이 무엇이 있는지와 각 법령에서 다루고 있는 조항을 파악하였다.

2.2 해양저서동물 자료 획득 방법

해양 생물자료 생산과정, 즉 해양저서동물을 어떻게 채집하고, 어떤 분석과정을 거치는지에 대한 방법론적인 절차를 파악하였다.

2.3 국내 해양저서동물 분류역량 및 전문가 인력 현황

국내의 해양저서동물에 대한 종 동정 역량을 평가하기 위해서 동물분류학회와 생물자원관에서 발행하는 분류학술지에서 발표된 해양저서동물 분류 논문을 1985년부터 2019년까지 검색하여 연구역량으로 평가하였다. 분류전문가 현황을 파악하기 위해서 현재 국립생물자원관과 국립해양생물자원관에 재직 중인 연구인력을 각 기관의 홈페이지에서 탐색하였다.

2.4 국외 해양생물 정도관리 사례

국외에서 수행되고 있는 해양생물 자료의 정도 관리실태를 파악하기 위해서 영국의 사례를 집중하여 분석하였다. 특히 영국의 NMBAQC (Northeast Atlantic Marine Biological Analytical Quality Control) Scheme을 사례로 소개하고자 하였다(www.nmbaqc.org). 해양생물 자료를 분석할 수 있는 전문가에게 위탁하여 NicoMarine Ltd.와 같은 민간법인체를 설립하였고, 이곳에서는 해마다 보고서를 발간하고 있는데, 국가 해양생태계 조사프로그램에 참가하는 모든 실험실의 능력과 자질을 높일 조치로서 QA와 QC를 수행하고 있다. 이곳에서 수행하는 절차와 과정을 집중적으로 소개하고자 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 국내 해양저서생태계 조사 관련 법령

해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률(일명 “해양생태계법”)의 제4조(국가 등의 책무) 제3항에는 ‘해양생태계의 보전 및 관리에 관한 조사·연구·기술개발 및 전문인력 양성’을 명시하고 있다. 동법 시행령 제5조(국가해양생태계종합조사의 내용 및 방법 등)에서는 국가해양생태계종합조사의 내용 및 방법에 대해 규정하고 있는데 제1항에서는 6호에 걸쳐 조사내용을 제시하고 있으며, 제2항에서는 조사방법으로 직접 조사방법과 항공기, 인공위성, 선박 등을 통한 원격탐사, 설문 및 문헌 조사를 통한 간접 조사방법을 할 수 있다고 규정되어 있다. 본 논문에서 다루고자 하는 상세한 조사 및 분석방법에 대한 내용은 하위법령에서 다루고 있지 못하며, 해양환경공단에서 발간한 국가해양생태계종합조사 지침서가 비법령 정보로서 제공되고 있다. 그러나, 조사지침서에서도 저서동물 분류의 정도관리에 대한 내용을 다루고 있지 못하다.

어장관리법에서는 제6조(어장환경의 조사) 3항과 제11조의 1(어장환경 기준의 설정 등)과 2(어장환경평가)에 조사내용과 방법을 대통령령으로 정하도록 하고 있다. 동법 시행령 제5조(어장환경의 조사내용 및 방법 등)의 5항에서 조사방법을 해양수산부령으로 정하고 있으며, 시행규칙 제3조의 2(어장환경평가대상 및 평가항목)에서 별표 1에 총유기탄소량과 저서동물지수 2가지 항목에서 어장의 점수를 산출하여 평가한다고 하였다. 어장환경평가의 방법 및 절차 등에 관한 규정(해양수산부고시) 제2017-6호의 제2조(분석, 평가방법)의 별표 3에서 저서동물지수 산출에 대한 방법이 명시되어 있다. 이처럼 어장관리법에서는 해양저서동물의 종 동정에 대한 정도관리가 필요함을 시사하고 있지만, 정도관리를 수행하기 위한 구체적인 사항은 아직 법률에 규정되지 않았다.

제2차 해양생태계 보전관리 기본계획은 우리나라 해양생태계 관리를 위한 최상위 계획으로 2019년부터 2028년까지 10개년 기간을 대상으로 한다. 이 계획에서는 해양생태계 자료의 높은 품질이 확보되어야 해양생태계 관리정책의 신뢰성을 높일 수 있다고 명시하고 있으며, 이에 따라 다양한 시책을 제시하고 있다. 국가해양생태계종합조사 지침서를 법제화하고, 조사참여기관의 숙련도를 향상하며, 해양생태계조사 관련 전문기관 및 전문가 양성을 위한 자격제도를 운영하는 내용의 사업이 계획에 명시되어 있다. 지침서의 법제화는 기관과 대학별로 산재되어 있는 해양생태계 조사 방법을 검증하여 조사 매뉴얼을 표준화하고 조사기관들이 동 매뉴얼에 따라 조사하도록 하는 것을 의미한다. 참여기관의 숙련도를 향상하기 위해서는 조사참여기관을 대상으로 교차 평가를 실시하고 인증제도를 운영한다고 되어 있다. 해양생태조사업을 전문업종으로 등록하여 국가가 인증한 자격을 갖춘 전문가가 조사에 참여할 수 있도록 유도하는 정책도 추진될 예정이다.

3.2 해양저서생태계의 자료 획득 과정

해양저서생태계에 대한 조사에서 가장 먼저 고려해야 할 사항이 저서동물을 어떤 장비를 사용하여 채집하며, 어떤 망목의 체를 사용하여 골라내며, 어떻게 고정할 것인가이다. 이에 따라서 연구자가 얻을 수 있는 저서생물의 자료의 양과 질이 달라진다. 일반적으로 채집면적이 증가함에 따라서 얻어지는 저서동물의 종수가 증가하는 경향을 보이기 때문에 채집면적에 대한 정보가 필요하다. 같은 채집면적을 취할 경우에도 채집장비의 크기에 따라서 얻을 수 있는 생물량에 차이를 나타낼 것이다. 예로서 소형 그랩(채집면적 0.025 m²)을 사용할 경우에는 채집장비의 채집깊이가 수십cm로 얕아서 깊게 파고들어 서식하는 대형의 저서동물을 채집하지 못할 확률이 높다. 반면에 Box Core(채집면적 0.25 m²)와 같은 대형 채집장비를 사용하여 최대 50 cm까지 퇴적물을 채집하는 경우에는 소형 그랩 채집기에 비해서 큰 개체의 저서동물도 채집할 확률이 높다.

채집 장비의 선택이 결정된 이후에도 한 정점에서 몇 개의 반복시료를 얻을 것인가에 따라서 연구자가 받는 부담은 큰 차이를 보이게 된다. 연구목적이 저서동물의 출현 여부에 맞추어져 있다면 반복시료를 크게 늘리지 않아도 되지만, 정점 간이나

시기간의 비교를 할 시에는 채집 반복수를 최소한 3회 이상으로 늘려야 할 것이다. 3개 이상의 자료가 각 정점에 있어야 두 정점 간 출현종수, 서식밀도, 생물량 등이나 종다양성지수 등의 군집 지수를 비교할 수 있는 통계처리(예, 변량분석, ANOVA)를 산출할 수 있기 때문이다. 현장에서는 실제로 2회 채집하여 두 그랩 시료를 채질한 후 합쳐서 고정하는 경우가 많은데, 이는 하나의 시료만 가지게 되어 더 이상의 정점간 비교를 할 수 없다. 보통 많이 사용하는 반빈그랩 채집기의 반복수를 늘려서 증가하는 종수가 대부분의 경우에 최대치에 도달하지 않고 계속해서 증가하는 양상을 보이는데, 이는 그 반복채집으로도 그 정점을 대표한다고 할 수 있는 시료를 얻지 못했음을 의미한다. 동해 영일만에서 반빈그랩(0.1 m²)으로 50회 시료를 채집한 후 출현종수의 75%를 확보하기 위해서는 15회의 반복시료가 필요하고, 종 다양성지수 값의 75%에 근접하기 위해서는 5회에서 12회의 반복시료가 필요함을 보고하였다(고 등, 1999). 현실적으로 이처럼 한 정점에서 12회의 반빈그랩 채집이 이루어질 수 없는 실정이며, 4-5회의 반복시료가 통상적으로 수행되었다. 반복시료가 많으면 생태자료를 산출하는데 너무 많은 시간이 소요될 것이다. 국내에서는 통상 3번의 반복시료가 이루어지고 있으며, 채집기의 크기가 작은 경우에는 반복시료의 수를 5번으로 늘릴 수도 있을 것이다.

일반적으로 채집된 퇴적물과 그 속에 포함된 저서동물을 어떤 크기 이상의 저서동물을 선택해서 채집할 것인지에 따라서 사용하는 체의 망목 크기가 달라지며, 망목이 작을수록 채집되는 저서동물의 양과 종류가 증가하게 된다. 따라서 연구자들이 사용하는 다양한 장비와 체의 종류 등 조사 방법에 따라서 연구지역의 생물자료의 정량적, 정성적 특성이 달라진다. 연구조건에 따른 자료의 불일치를 해소하기 위해서는 각 생태계에 적용 가능한 표준 채집 방법이 필요하다. 국내에서는 해양 저서생물의 채집 방법에 대해서도 현재까지도 정립이 되지 않은 상태이며, 각 과제에서 요구하는 목표를 달성하기 위해 각 전문가의 경험과 직관에 의존해서 채집하는 실정이었다. 대체로 국내 연안역에서의 저서동물 군집의 자료를 생산하기 위해서는 소형선박을 이용한 저서동물의 현장 채집과 체질, 실험실에서의 선별작업과 현미경 하에서의 종 동정 과정을 거쳐서 수행된다(Fig. 1).



Fig. 1. Photographs showing the procedures for producing the quantitative biological data on macro- and meiozoobenthic samples in coastal areas from sample collection in the fields and sieving and species identification in laboratories.

이렇게 현장에서 채집된 저서동물을 10% 포르말린이나 95%의 에탄올로 고정하여 실험실로 운반되어 저서동물을 퇴적물로부터 선별해 내는 작업을 하게 된다. 이 선별 효율을 높이기 위해서는 망목이 작은 체에 걸린 저서동물을 쉽게, 그리고 가능하면 전부 골라내기 위해서는 Rose Bengal을 사용하여 생물체를 붉은색으로 염색을 한다. 필요하면 해부현미경으로 보면서 저서동물을 골라내야 한다. 여기서 누락이 된 동물은 생물자료에서 빠지게 되니, 이 선별작업이 해양생물 자료 생성에 있어서 매우 중요한 과정이다. 보통 선별과정에서는 골라진 저서동물은 주요 분류군별로 별개의 시료 통에 넣어서 분리한 후 종 동정 전문가에게 넘겨져 종 동정 과정을 거치게 된다.

이후 종 동정이 완료되면 종별 개체수와 생물량(biomass)이 측정된다. 이러한 자료는 통상 다음 분석을 위해서(종 × 정점)으로 이루어진 자료행렬(matrix)의 형태로 입력이 된다. 이 행렬자료에서 출발하여 저서생물 군집에 대한 단변량 및 다변량 분석을 수행하게 된다. 따라서 이 자료행렬은 이후의 군집분석 결과에 결정적인 영향을 미치게 되므로, 이 해양생물 자료행렬의 생산이 그만큼 중요성을 가진다.

3.3 해양 저서생태학에서 종 동정의 중요성

위에서 언급된 자료행렬에 종 목록이 들어가게 되는데, 종 목록을 만들기 위해서는 시료에 포함된 저서동물의 종명(학명)을 밝히는 동정이 필요하다. 종 동정은 저서 생태학의 출발점이 되는 이유이며, 저서동물 군집의 단변량 및 다변량 분석을 위해서도 필요하다. 다음의 이유에서도 종 목록이 갖는 중요성은 매우 높다고 하겠다.

첫 번째는 정확한 종 동정은 생물다양성을 비롯한 제반 생태학적 지표를 산출하는 출발점이다. 생물다양성의 시대적 요구에 따라 건강한 해양생태계는 다양한 종류의 생물 구성원으로부터 유지된다는 가설하에 해당 저서생태계가 얼마나 많은 종을 보유하고 있느냐에 대한 궁금증을 해결하기 위해서, 그리고 각 구성원의 이차생산량과 같은 저서생태계의 서비스를 산정할 경우에도 정확한 종 동정이 요구되고 있다. 해양 저서환경의 모니터링에서 저서동물을 이용한 평가에서 분류의 어려움 때문에 일부 오염지역에서는 분류군의 수준을 종 수준 이상으로 높여서 평가하여도 서로 유사하다는 의견이 있었다(Ellis, 1985). 그런데 암반 생태계에서는 과(Family) 수준에서는 어느 정도 종 수준의 자료에 의한 평가와 유사한 결과를 보이지만 강(Class) 수준이나 문(Phylum) 수준에서는 큰 차이가 있었다(Terlizzi *et al.*, 2003; Fig. 2). 특히 최근의 국제생물다양성협

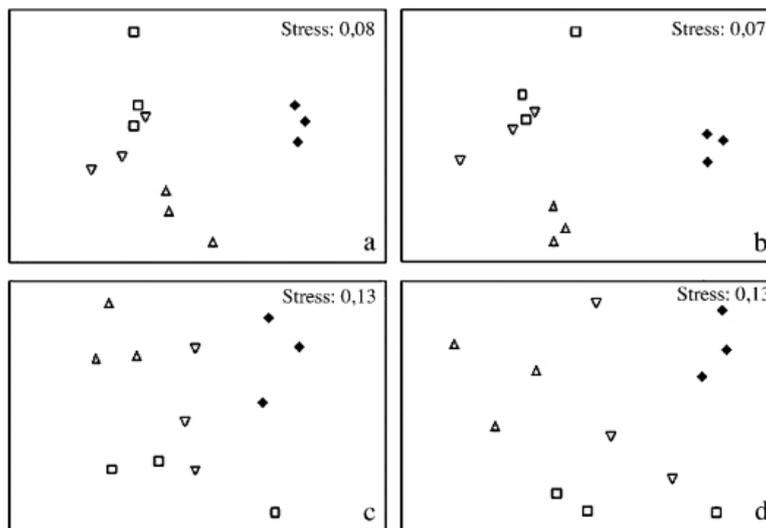


Fig. 2. The nMDS plots showing the faunal similarities between sites based on the sample identification levels. (a) species level; (b) family level; (c) class level; (d) phylum level. (modified from Terlizzi *et al.*, 2003).

약이 활발히 논의되는 상황이지만 국내에서 분류전문가가 점차 감소하고 있는 실정은 시대를 역행하는 경향으로 보인다. 유럽에서는 2000년에 저서동물의 교란에 대한 민감 정도에 따른 저서생물의 조성비율을 이용하여 저서생태계의 건강상태를 평가하는 지수로서 AMBI (AZTI's Marine Biotic Index)를 개발하였고(Borja *et al.*, 2000), 2007년에는 다양한 서식지에 적용하기 위해서 AMBI에 종수(S), 종다양성지수(H') 등의 변수를 사용한 판별함수를 구하여 M-AMBI를 고안하여 사용하고 있다(Muxica *et al.*, 2007). 국내에서도 서식지 환경조건에 따른 저서동물의 섭식생태에 기반한 기능군의 조성비에 따라 산출된 지수인 BPI (benthic pollution index)를 사용하여 유기물 오염이 있는 특별관리해역에 적용하였고(최 등, 2007; Seo *et al.*, 2014), 이와 유사한 개념으로 어장의 유기물 농도에 반응하는 저서 다모류의 조성비로 산출된 BHI (Benthic Habitat Index)를 개발하여 어장환경평가에 적용하고 있다(어장관리법, 2020). 어장관리법에서 정한 어장의 평가방법에서는 출현 다모류를 중동정한 후에 퇴적물 내 유기물축적 정도에 따라서 높은 출현개체수를 보이는 4개의 반응군으로 분류하고, 출현 종을 그중 하나에 할당하여 전체 군집의 반응군의 조성비로 BHI지수를 산출한다. 따라서 이 지수값 산출의 정확도는 다모류 군집의 종 조성에 대한 정확한 동정에 의해 좌우된다.

두 번째로는 해양 저서환경에 대한 지시종의 개념이 정착하는 과정에서 환경에 적응한 우점종의 정확한 종 동정이 요구되고 있다. 특히 다모류의 등가시버들갯지렁이(*Capitella capitata*)는 다양한 환경에 적응한 자매종을 보였는데, 이들의 초기 유생은 형태와 생태에서도 완전히 다른 생활사를 보였다(Grassle and Grassle, 1976). 이 때문에 형태 분류가 어렵고, 분자생물학적 도구를 사용해야만 종 동정이 가능한 실정이다. 현재 WoRMS에 등록된 등가시버들갯지렁이과(Family Capitellidae)의 등가시버들갯지렁이속(Genus *Capitella*)에 속하는 종은 무려 22종에 이른다. 한국의 서해와 남해의 서부 연안의 니질에 분포하는 종은 *Capitella teleta* Blake, Grassle & Eckelbarger, 2009로 동정되었다(Jeong *et al.*, 2019). 이 종은 미국의 유류 오염지역에서 우점종으로 출현하였던 종으로 *Capitella* sp.1로 표기해왔던 종이다. 국내에서 흔히 *Capitella capitata*로 동정된 종은 원산지가 그린랜드로서 극지역에 국한하여 분포하는 종으로 정리되었다(Blake, 2009). 과거 1970년대까지 널리 인식된 다모류의 범세계종(cosmopolitan species)에 대한 개념도 하나의 이름으로 불리던 종에서 정확한 종 동정을 통해서 지역적으로 구분되는 많은 종이 포함되어 있었다는 사실을 발견하였고, 종래의 잘못된 개념을 수정하고 있다(Hutchings and Kupriyanova, 2018).

세 번째로는 자원생물로서의 중요성 때문에 생물자원 관리를 위해서 정확한 종 동정이 요구된다. 예로서 서해 조건대 상부 니질에 서식하는 두토막눈썩참갯지렁이(*Perinereis lineata*)는 1975년에서 1989년까지 해외수출량이 연간 1,000톤(수출고 100 억원)에 달하는 중요한 낚시 미끼용 갯지렁이 자원이었다. 이 종은 인천 경기만 청라도 갯벌에서 이차생산량이 연간 습중량으로 267 g/m²/yr 또는 건중량으로 29.4 g(dry)/m²/yr였고, P/B ratio가 3.4에 이르는 높은 생산성을 보이는 중요한 이차생산자였으며(Choi and Lee, 1997), 당시의 수출에 많은 기여를 하였다. 그런데 자원생물로서 중요한 이 종의 학명이 일본과 한국의 다모류 분류학자와 생태학자에 의해서 3차례나 변경되는 일이 발생하였다. 처음 발견된 모식종의 서식지는 중국 서면(Xiamon) 주변의 조건대였으며, 그때의 학명은 *Nereis lineata* Treadwell, 1936였고, 1967년에 중국학자에 의해 속(genus)이 변경되어 *Perinereis lineata*로 정착되었다(Wu, 1967). 그 후 일본 학자가 명명한 *Perinereis vancaurica tetradentata* Imajima, 1972을 국내에서는 이 종의 학명으로 잘못 인식하였고(백, 1989), 1992년에 국내 학자들에 의해서 *Perinereis aibuhitensis*로 종 동정이 되었다(Lee *et al.*, 1992). 이로부터 10년 후인 2013년에 스페인으로 수출된 한국산 다모류가 지중해의 Mar Menor 석호에 정착한 것을 동정한 결과 *Perinereis lineata*로 종 동정이 되었다(Arias *et al.*, 2013). 국내에서는 1992년 이전까지는 *P. vancaurica tetradentata*로 분류학 논문이나 생태학 논문에 기록되었고, 1992년 이후 2013년까지의 기간에는 *P. aibuhitensis*로 기재되었으며, 다양한 생태학 논문에서 이 종명으로 기록되었다. 잘못된 종 동정으로 인하여 중요한 생물자원 종에 대한 많은 정보가 혼동되거나 잘못 기재되는 사례가 발생하게 된 것이다.

네 번째로는 외래 유입종의 조기 발견과 피해 방지에 대한 정보를 위해서도 정확한 종 동정이 요구된다. 일례로서 미국 서부의 워싱턴주 Columbia 강의 하구역에서 기수종인 일본산 강어귀참갯지렁이(*Hediste diadroma*)가 유입되어 서식지를 확장하고 있었지만, 미국 고유종인 *Hediste limnicola*와 외래 유입종의 종 구분이 미흡하여 많은 시간이 지난 후에 외래 유입종의 존재를 인지하게 되었다(Nishizawa *et al.*, 2014).

다섯 번째로는 소실된 해양생태계의 복원을 위해서 소실되기 전 자생종에 대한 정확한 정보가 필요하다. 보통의 경우에는 복원 초기에 열악한 환경을 잘 견디는 외래종을 선택하여 투입하는 경우가 많았지만, 외래종의 피해가 인식되면서 자생 고유종을 복원생물로 사용하기는 기류가 강해지고 있다. 따라서 해양생태계 복원을 위해서도 고유종에 대한 정보, 정확한 종 동정이 요구된다. 특히 해수온의 상승에 따라서 한반도 주변의 고유종이 그들의 분포범위를 확장하고 있어서 생물지리학적 정보를 위해서도 정확한 종 동정이 중요하다. 예로서 그간 중국과 일본에서 동정이 되었던 한토막는뿔참갯지렁이(*Perinereis cultifera*)가 최근에 *Perinereis euiini*로 새롭게 동정이 되었다(Park and Kim, 2017). 이같이 같은 개체를 두고 다양한 아종으로 나누어 불리던 종명을 정리하여 정보축적의 효율을 높이게 되었고, *P. euiini*는 한반도 주변 고유종으로서 지위도 가지게 되었다.

3.4 영국에서의 해양 저서동물 종 동정에 대한 정도관리 사례

영국에서는 정부에서 주도하는 모든 해양생물 모니터링에 참여하는 저서동물 전문가나 연구실의 저서동물에 대한 종 동정 능력을 매년 점검하고 있으며, 이를 위해서 영국 정부기관인 Environment Agency/Joint Nature Conservation Committee에서 NMBAQC (National Marine Biological Analytical Quality Control) 계획서를 매년 발간하고 있다. 이러한 정도관리는 민간회사인 NicoMarine Co. Ltd.가 맡아서 영국 내 저서동물 연구실의 동정 능력을 평가하도록 하고 있다. 영국의 국가과제에 참여하고자 하는 연구실은 모두 NMBAQC 제10절의 해양생물 모니터링에 대한 표준방법(Section 10: Standards for Marine Biological Monitoring – revised November 2014)을 따르도록 하고 있다.

이 표준방법을 보면 각 연구실이 QA를 위해서 자체적인 내규(Standard Operating Procedure: SOP)를 문서로 작성하여 가지도록 의무화한다. 또한 각 연구실의 QA 체계나 정책을 Quality Manual로 작성하여 QA을 유지하도록 하고 있다. 아울러 국제적인 표준방법(ISO)이나 지침서 등을 준수하도록 하며, 생물자료 생성에 필요한 장비의 유지와 보수, 종 동정에 도움이 되게 검증표본(voucher specimens)의 확보 및 준비, 연구원의 동정 능력 향상을 위한 훈련, 워크숍 개최, 연구원 동정 및 자료산출 능력 시험, 자격증 부여 등을 각 연구실에서 수행할 것을 요구한다.

QC를 위해서는 내부적인 QC와 외부적인 QC로 나눌 수 있는데, 내부적인 수준조절에는 각 연구실 연구원들의 해양생물 자료생산에 관련된 기술적인 수행 능력을 점검하는 일들이며, 외부적으로는 외부 전문가 주도로 여러 연구실이 참여하여 해양생물 자료를 생산하는 능력을 전문가의 결과와 비교해서 10% 이내로 가까우면 합격, 그렇지 못하면 불합격 등 정성적, 정량적 평가를 받는 과정이다.

마지막으로는 각 연구실이 Quality management system을 잘 유지하고 있는지를 검사하는 과정이다. 여기에는 크게 5가지를 점검하는데, (1) 연구실의 QC data 검사, (2) 임의자료를 지정하여 점검하는 수직적 검사, (3) 장비 유지와 보수상태 검사, (4) 수행 방법의 검증으로 문서의 방법과 실제 수행 방법 비교, (5) 훈련 manual에 대한 점검으로 연구원의 동정 능력에 대한 기준과 상태를 기술하였는가를 검사한다.

구체적인 QA를 위한 수행과정을 보면 전문회사인 NicoMarine에서 주도하고 있는데, 각 연구실에서 채집된 해양저서동물이 포함된 시료를 대상으로 전문회사의 직원과 각 연구실 직원이 별도로 처리하고 동정을 한 결과를 비교하여 능력을 평가하는 Own Sample Standards를 시행한다. 여기서는 1) 분류군에 대한 선별 효율, 2) 개체수에 대한 선별 효율, 3) 생물량 측정 정확도, 4) Bray-Curtis 유사도 지수 비교 등을 평가하는 일차수행평가(primary performance targets)와 1) 선별 효율(체질 후

남은 것에서 저서동물을 얼마만큼 골라내는가에 대한 비율), 2) 종 동정 정확도, 3) 개체수 선별 효율, 4) 계량화 효율 등으로 강화된 이차수행평가(secondary performance targets)를 수행한다. 대체로 2개 종, 2개체, 10% 이내 수준에서 생물량 자료나 유사도 지수가 나와야 분야별 합격이며, 종합적으로 90% 이상의 점수를 받아야 최종 합격이다.

해양생물 자료의 동정 능력에 대한 QC를 위해서 해양생물 모니터링에 참여할 각 연구실에 미리 동정이 된 다양한 분류군이 포함된 표준 자료를 전달하고 약 3개월 후에 각 연구실로부터 동정이 된 종 목록을 제출받는 Ring Test를 수행한다. Ring Test는 민간업체인 APEM Ltd.에서 주관하며, 시험 결과를 속(genus) 수준과 종(species) 수준에서 평가하고 분석한 후 보고서를 정부에 제출한다. 가장 최근에 수행된 Ring Test를 보면 2019년 11월에 22개 연구실에 25종의 시료를 제시하였다. 시료

Table 1. The report from the 58th Ring Test performed on the 19 laboratories by the NMBAQC Scheme using 25 species which were considered as non-native species and similar in the UK waters (From www.nmbaqcs.org)

Specimen	Genus	Species	Size	Total differences for 19 returns	
				Genus	Species
RT5801	<i>Crassicorophium</i>	<i>crassicome</i>	medium, female	1	1
RT5802	<i>Mulinia</i>	<i>lateralis</i>	medium, 10-18 mm	7	7
RT5803	<i>Schizoporella</i>	<i>japonica</i>	small portions	3	6
RT5804	<i>Musculus</i>	<i>subpictus</i>	small, 2-3 mm	0	9
RT5805	<i>Monocorophium</i>	<i>insidiosum</i>	medium, female	2	6
RT5806	<i>Crassicorophium</i>	<i>crassicome</i>	medium, male	1	1
RT5807	<i>Alitta</i>	<i>succinea</i>	small	6	6
RT5808	<i>Palaemon</i>	<i>macrodactylus</i>	medium	1	4
RT5809	<i>Austrominius</i>	<i>modestus</i>	small	0	0
RT5810	<i>Clymenella</i>	<i>torquata</i>	small	6	6
RT5811	<i>Spisula</i>	<i>subtruncata</i>	small, 3-5 mm	3	4
RT5812	<i>Caprella</i>	<i>mutica</i>	medium, female	0	7
RT5813	<i>Tubificoides</i>	<i>heterochaetus</i>	medium	2	8
RT5814	<i>Dikerogammarus</i>	<i>haemobaphes</i>	medium	9	10
RT5815	<i>Ruditapes</i>	<i>philippinarum</i>	small, 3-4 mm	2	3
RT5816	<i>Tricellaria</i>	<i>inopinata</i>	small portions	8	8
RT5817	<i>Crepidula</i>	<i>fornicata</i>	small, 5-8 mm	1	1
RT5818	<i>Sinelobus</i>	<i>vanhaareni</i>	medium	7	13
RT5819	<i>Urosalpinx</i>	<i>cinerea</i>	small, 10-14 mm	4	4
RT5820	<i>Asciella</i>	<i>aspersa</i>	small	9	9
RT5821	<i>Neomysis</i>	<i>integer</i>	medium	1	2
RT5822	<i>Sabella</i>	<i>pavonina</i>	medium	1	6
RT5823	<i>Euchone</i>	<i>limnicola</i>	medium	6	6
RT5824	<i>Chelicorophium</i>	<i>curvispinum</i>	medium	3	3
RT5825	<i>Potamopyrgus</i>	<i>antipodarum</i>	medium, 2-3 mm	9	9
Total difference				92	139
Average difference/lab.				4.8	7.3

RING TEST DETAILS

Ring Test #58

Type/Contents - targeted - Non native species and similar

Circulated - 01/11/19 ; Results Deadline - 31/01/20

Number of Subscribing Laboratories - 22

Number of Participating Laboratories - 19 ; Number of Results received - 19

제공 약 3개월 후 2020년 1월에 각 연구실로부터 종 동정 결과를 받아서 속 수준과 종 수준에서의 동정 여부를 확인하였다 (Table 1). 속 수준에서 오답을 제출한 연구실은 92회의 잘못된 동정이 있어서 연구실별로 4.8회의 실수가, 종 수준에서는 139회의 오동정이 나타나서 평균 7.3회의 실수가 있었다. 이를 연구실별 오동정 빈도를 보면 0회에서 18회까지 나타나서 연구실 간에 종 동정 능력에 큰 차이를 보였다(Fig. 3). Table 2에서는 시험에 제공된 4개 종(갯지렁이 2종, 단각류 1종, 고동류 1종)에 대한 각 연구실의 동정결과를 나타낸 것인데, 시험표본에 비해서 어떤 종으로 오동정을 한 것인지를 보여 주고 있다.

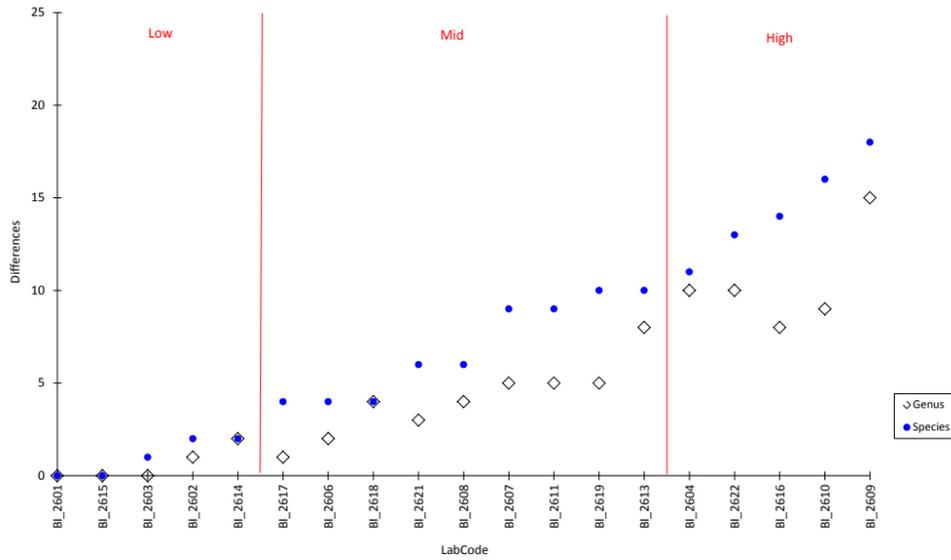


Fig. 3. The results of the 58th Ring Test showing the misidentified numbers at species (blue circle) and genus (diamond) levels. Two laboratories (LB_2601 and LB_2615) perfectly identified all target samples (From www.nmbaqcs.org).

Table 2. The result of the 58th Ring Test for the 19 laboratories using 4 species (from RT5822 to RT5825) (From www.nmbaqcs.org)

	RT5822	RT5823	RT5824	RT5825
Lab./Taxon	<i>Sabella pavonina</i>	<i>Euchone limnicola</i>	<i>Cheilcorophium curvispinum</i>	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>
BL_2601	--	--	--	--
BL_2602	- <i>spallanzanii</i>	--	--	--
BL_2603	--	--	--	--
BL_2604	--	--	--	<i>Ecrobia ventrosa</i>
BL_2606	- <i>spallanzanii</i>	<i>Dialychone longiseta</i>	--	--
BL_2607	--	<i>Potamilla torelli</i>	--	--
BL_2608	- <i>spallanzanii</i>	--	--	<i>Semisalsa stagnorum</i>
BL_2609	<i>Pseudopotamilla reniformis</i>	--	<i>Corophium arenarium</i>	<i>Ecrobia ventrosa</i>
BL_2610	--	<i>Jasmineira elegans</i>	<i>Corophium volutator</i>	<i>Ecrobia ventrosa</i>
BL_2611	--	<i>Chone kroyerii</i>	--	<i>Ecrobia ventrosa</i>
BL_2613	- <i>spallanzanii</i>	--	--	<i>Ecrobia ventrosa</i>
BL_2614	--	--	--	--
BL_2615	--	--	--	--
BL_2616	--	<i>Dialychone dunerificta</i>	--	<i>Ecrobia ventrosa</i>
BL_2617	- <i>spallanzanii</i>	--	--	--
BL_2618	--	--	--	--
BL_2619	--	--	--	--
BL_2621	--	--	[<i>cuvispinum</i>]	<i>Hydrobia acuta neglecta</i>
BL_2622	--	<i>Jasmineira caudata</i>	<i>Corophium volutator</i>	<i>Ecrobia ventrosa</i>

예로서 꽃갯지렁이인 *Sabella pavonina* 을 *S. spallanzanii*로 동정하였거나 혹은 전혀 속명이 다른 *Pseudopotamilla reniformis* 로 동정하기도 하였다. Table 3에서는 어떤 연구실이 시험에서 어떤 오동정을 하였는지를 나타내는 도표이다. BL-2601에서는 시험에 제공된 표본을 전부 제대로 동정을 한 연구실이며, 연구실 BL-2602와 BL-2603도 2종에서 오동정을 하였지만 다른 연구실에 비해서 높은 동정능력을 갖춘 연구실로 평가된다.

Ring Test의 결과 기록에서 각 연구실에서 어떤 분류군의 시료에 취약한지를 지시해 주며, 이에 따른 부족한 종 동정 능력을 향상하기 위해서 분류 워크숍의 필요성을 시사한다. 이러한 각 연구실 인력들의 종 동정 역량을 높이기 위해서 국가연구 사업에 참여하고자 하는 연구실을 대상으로 NMBAQC Scheme에서는 각종 분류군별 종동정 워크숍을 2003년부터 2020년 까지 대략 30회 정도 정기적으로 개최해 왔다.

Table 3. The results of the 58th Ring Test for 6 laboratories (BL_2601 to BL_2607) using 25 species (from RT5801 to RT5825) showing the potency of each laboratory on the species identification (From www.nmbaqcs.org)

	Taxon	BL_2601	BL_2602	BL_2603	BL_2604	BL_2606	BL_2607
RT5801	<i>Crassikorophium crassicomae</i>	--	--	--	--	--	--
RT5802	<i>Mulinia lateralis</i>	--	--	--	<i>Maetra glauca</i>	--	--
RT5803	<i>Schizoporella japonica</i>	--	--	--	<i>Pentapora foliacea</i>	--	--
RT5804	<i>Musculus subpictus</i>	--	--	--	<i>costulatus</i>	<i>discors</i>	--
RT5805	<i>Monocorophium insidiosum</i>	--	--	--	--	--	<i>acherusicum</i>
RT5806	<i>Crassikorophium crassicomae</i>	--	--	--	--	--	--
RT5807	<i>Alitta succinea</i>	--	--	--	<i>Eunereis longissima</i>	--	<i>Eunereis elitoral</i>
RT5808	<i>Palaemon macrodactylus</i>	--	--	--	--	--	--
RT5809	<i>Austrominius modestus</i>	--	--	--	--	[<i>Amphibalanus</i>]	--
RT5810	<i>Clymenella torquata</i>	--	--	--	--	--	<i>Nicomache lumbricalis</i>
RT5811	<i>Spisula subtruncata</i>	--	--	--	--	--	--
RT5812	<i>Caprella mutica</i>	--	--	--	--	--	<i>linearis</i>
RT5813	<i>Tubificoides heterochaetus</i>	--	--	--	--	--	<i>pseudogaster</i>
RT5814	<i>Dikerogammarus haemobaphes</i>	--	--	--	<i>Echinogammarus pirloti</i>	--	<i>E. pirloti</i>
RT5815	<i>Ruditapes philippinarum</i>	--	--	--	<i>Venerupis corrugata</i>	--	--
RT5816	<i>Tricellaria inopinata</i>	--	--	--	<i>Cradoscrupocellaria reptans</i>	--	--
RT5817	<i>Crepidula fornicata</i>	--	--	--	--	--	--
RT5818	<i>Sinelobus vanhaareni</i>	--	<i>Tanais dulongii stanfordi</i>	<i>Tanais dulongii</i>	<i>Tanais dulongii</i>	<i>Tanais dulongii</i>	<i>stanfordi</i>
RT5819	<i>Urosalpinx cinerea</i>	--	--	--	--	--	--
RT5820	<i>Asciidiella aspersa</i>	--	--	<i>scabra</i>	<i>Molgula citrina</i>	--	<i>Corella eumyota</i>
RT5821	<i>Neomysis integer</i>	--	--	--	<i>Euphausia 0</i>	--	--
RT5822	<i>Sabella pavonina</i>	--	<i>spallanzanii</i>	--	--	- <i>spallanzanii</i>	--
RT5823	<i>Euchone limnicola</i>	--	--	--	--	<i>Dialychone longiseta</i>	<i>Potamilla torelli</i>
RT5824	<i>Chelicorophium curvispinum</i>	--	--	--	--	--	--
RT5825	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	--	--	--	<i>Ecrobia ventrosa</i>	--	--

4. 국내 해양저서동물 분류 역량 및 전문인력 현황

국내 해양저서동물의 종 분류역량에 대한 평가지수로서 한국동물분류학회지에 게재된 논문 편수를 측정하였으며, 그 결과 2000년대 총 논문 편수는 연간 40편에서 50편이었지만 해양저서동물이 포함된 분류군으로 세분하면 연간 10편에서 15편 내외로 매우 적은 편이었다(Fig. 4). 이 중에서 갑각류가 절반 이상을 차지하고 있고, 나머지 분류군에서 5편 이하의 논문이 발표되는 실정이었다. 이는 1980년대 들어서 국내에서의 형태 분류전문가의 양성이 감소한 것과 해양 무척추동물의 분류 논문이 증가하지 않은 현상 사이에 관련이 있었을 것으로 생각한다.

한편 연구인력의 관점에서 보면 현재 국내에는 해양생물을 동정하여 군집 분석 자료를 생산할 수 있는 국립기관이 환경부 소속의 국립생물자원관과 해양수산부 소속의 국립해양생물자원관 등 두 개가 존재한다. 이 두 기관에 소속된 분류전문가 중에서 해양 무척추동물을 중 수준으로 동정할 수 있는 인력이 인천의 국립생물자원관에는 7명, 서천의 국립해양생물자원관에는 14명(분자생물학 분류전문가 1명 포함)에 불과하다(Table 4). 분류군별로 보아도 국립생물자원관에는 환형동물에서 2명, 해면동물, 연체동물 및 저서성 요각류에서 1명씩 재직하고 있으며, 국립해양생물자원관에서는 절지동물이 4명으로 가장 많고, 해면동물과 부유성 요각류에 각각 2명씩, 자포동물, 해면동물, 연체동물, 환형동물, 척삭동물, 저서성 요각류 등에서 각 1명

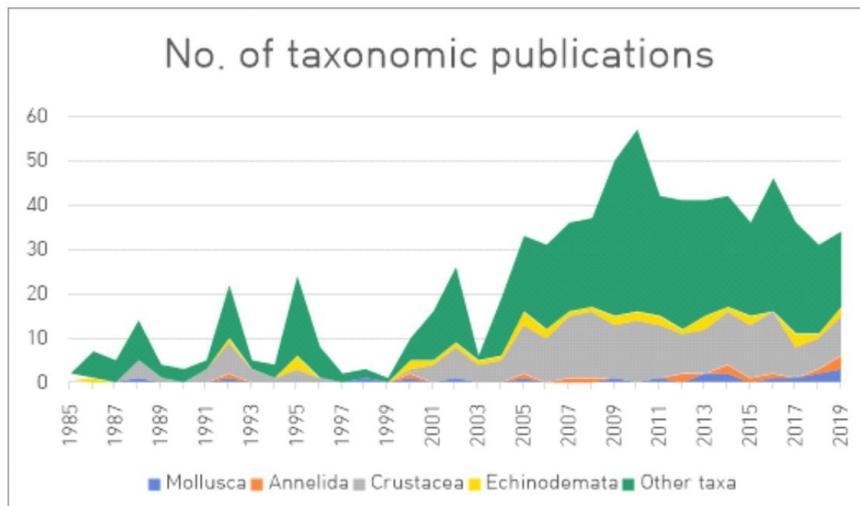


Fig. 4. The number of publications on the taxonomy of the marine invertebrates in Korea.

Table 4. The number of taxonomic expertise on the marine benthic organisms from the national institutes in Korea

Taxa / Institution	National Institute of Biological Resources(NIBR)	National Marine Biodiversity Institute of Korea(MABIK)	note
Total expertise	5	13	
Porifera	1	2	
Cnidaria		1	
Macrobenthos			
Mollusca	1	1	
Annelida	2	1	molecular biology
Crustacea		4	crabs, amphipods
Urochordata		1	
Meiobenthos			
Benthic Copepoda	1	1	
Plankton			
Pelagic Copepoda		2	

씩 재직하고 있는 상태이다. 이러한 인력분포는 해양생물의 다양한 분류군을 감당하기가 어렵고, 인력도 적어서 국가에서 수행하는 해양생태계 기본조사에서 채집되는 해양생물의 종 동정을 맡을 수도 없는 실정이다. 즉, 현재로서는 국가공인기관에서 해양생물 자료의 정도관리를 맡기에는 역부족인 상태이다. 이러한 국내 연구기관의 현실을 고려하면 결국 해양생물의 동정을 위해서는 대학이나 연구소에서 재직하고 있는 분류전문가에게 시료를 맡기거나, 이나마도 해당 분류군에 전문가가 없는 경우에는 필요한 인력을 양성해야 하는 실정이다.

5. 저서동물 종 동정 문제해결에 대한 제안

이러한 국내의 해양저서동물 자료의 생성에 존재하는 문제점을 해결할 방안으로는 현재 국내 해양저서동물 분류전문가를 최대한 활용하는 방안과 국외의 전문가를 초대하여 공동으로 문제를 해결하는 방안이 있을 수 있겠다.

당장 현실에 부딪힌 문제는 정부에서 매년 계속해서 수행하는 해양생태계 기본조사에서 (1) 국내의 분류전문가의 참여를 통한 해양저서동물을 정확하게 동정하고, (2) 조사 후 주요 우점종에 대한 동정을 분류전문가에게 의뢰하는 것 등이다. 두 번째 항목에서는 연구수행 능력의 인증제도의 하나로서 해당 연구실의 연구원 능력 향상을 위한 분류군별 워크숍 개최, 확증표본(voucher specimens)의 보관, 분류 문헌의 확보와 제공 등이다. 중장기적으로는 (3) 필요한 인력을 양성하여 해양생물의 분류전문가를 확보하는 방안이 있겠고, (4) 현재 대학이나 연구소에서 재직하고 있거나 퇴직하였던 분류전문가를 대상으로 (가칭) “(재) 해양생물분류협회(Korea Marine Organism Identification Association; KMOIA)”와 같은 단체를 창립하여 기존의 시료와 앞으로 생성될 수많은 해양생물 자료의 정확한 종 동정과 동정에 대한 자문을 수행하는 것이다. 해양생물 분류협회의 창설에 대한 사안과 협의 업무에 관한 내용은 향후 학회나 별도 모임에서 외국의 사례를 참고하여 더 많은 토론과 협의가 되어야 할 사안이다.

이러한 단기적인 방안과 중장기 방안을 통해서 향후 생산될 한국의 모든 해양저서동물 시료에 대해서 국제적으로 인정을 받을 수 있도록 정도 관리제도를 확립하고 시행하는 방안을 마련할 수 있다고 생각한다.

사 사

본 연구는 2021년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원(과학기술기반 해역이용영향평가 기술개발, 20210427)의 지원을 받아 수행하였습니다.

참고문헌(References)

- 고철환, 강성길, 이창복, 1999. 송도갯벌과 영일만 조하대 저서동물의 군집조사를 위한 적정 채집면적의 결정. 한국해양학회지 “바다”, 4(1): 63-70.
- 국립생물자원관, 2021. www.nibr.go.kr
- 국립해양생물자원관, 2021. www.mabik.re.kr
- 백의인, 1989. 한국동식물도감. 제31권 동물편(갯지렁이). 문교부, 764 pp.
- 어장관리법, 2020.08.28. 시행.
- 최진우, 서진영, 2007. 마산만 저서생태계를 중심으로 연안역 건강성 평가를 위한 저서생물지수의 적용. *Ocean and Polar Research*, 29(4): 339-348.
- 해양생태계의 관리 및 보전에 관한 법률, 2020.08.28. 시행

- Arias, A., A. Richter, N. Anadon and C.J. Glasby, 2013. Revealing polychaetes invasion patterns: Identification, reproduction and potential risks of the Korean ragworm, *Perinereis linea* (Treadwell), in the Western Mediterranean. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **131**: 117-128.
- Blake, J.A., 2009. Redescription of *Capitella capitata* (Fabricius) from West Greenland and designation of a neotype (Polychaeta, Capitellidae). *Zoosymposia*, **2**: 55-80.
- Borja A., J. Franco and V. Perez, 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin*, **40**(12): 1100-1114.
- Choi, J.-W. and J.-H. Lee, 1997. Secondary production of a nereid species, *Perinereis aibuhitensis* in the intertidal mudflat of the west coast of Korea. *Bulletin of Marine Science*, **60**(2): 517-528.
- Ellis, D., 1985. Taxonomic sufficiency in pollution assessment. *Marine Pollution Bulletin*, **16**: 459.
- Forbes, E. and R. Goodwin-Austen, 1859. *The Natural History of the European Seas*. London: Van Voorst.
- Grassle, J.P. and J.F. Grassle, 1976. Sibling species in the marine pollution indicator *Capitella* (Polychaeta). *Science*, **192**: 567-569.
- Hutchings, P. and E.K. Kupriyanova, 2018. Cosmopolitan polychaetes – Fact or fiction? Personal and historical perspectives. *Invertebrate Systematics*, **32**: 1-9.
- Jeong, M.-K., J.H. Wi and H.-L. Suh, 2019. A reassessment of *Capitella* species (Polychaeta: Capitellidae) from Korean coastal waters, with morphological and molecular evidence. *Marine Biodiversity*, **48**: 1969-1978.
- Lee, J.-H., J.-G. Je and J.-W. Choi, 1992. Taxonomic review of *Perinereis aihitensis* Grube, 1878 (Nereidae, Polychaeta) in Korea. *Korean Journal of Systematic Zoology*, **8**: 1-10.
- Muxica, I., A. Borja and J. Bald, 2007. Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin*, **55**: 16-29.
- Nishizawa, R., M. Sato, T. Furota and H. Tosuji, 2014. Cryptic invasion of northeast Pacific estuaries by the Asian polychaete, *Hediste diadroma* (Nereididae). *Marine Biology*, **161**: 187-194.
- Northeast Atlantic Marine Biological Analytical Control Scheme (NMBAQCS), 2021. www.nmbaqcs.org.
- Park, T. and W. Kim, 2017. Description of a new species for Asian populations of the ‘cosmopolitan’ *Perinereis cultrifera* (Annelida: Nereididae). *Zoological Science*, **34**: 252-260.
- Pearson, T.H. and R. Rosenberg, 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, **16**: 229-311.
- Petersen, C.G.J. and P.B. Jensen, 1911. Valuation of the sea. I. Animal life of the sea bottoms, its food and quantity. Report of the Danish Biological Station to Board of Agriculture, **10**: 1-76.
- Petersen, C.G.J., 1918. The sea bottom and its production of fish food. Reports of the Danish Biological Station, No. **25**: 1-62.
- Seo, J.Y., H.-S. Lim and J.-W. Choi, 2014. Threshold value of Benthic Pollution Index (BPI) for a muddy healthy benthic faunal community and its application to Jinhae Bay in the southern coast of Korea. *Ocean Science Journal*, **49**(3): 313-328.
- Terlizzi, A., S. Bevilacqua, S. Fraschetti and F. Boero, 2003. Taxonomic sufficiency and the increasing insufficiency of taxonomic expertise. *Marine Pollution Bulletin*, **46**: 556-561.
- Thorsen, G., 1957. Bottom communities (sublittoral or shallow shelf). *Geological Society of America Memoir*, **67**: 461-534.
- Weisberg, S.B., J.A. Ranasinghe, D.M. Dauer, L.C. Schaffner and J.B. Frithsen, 1997. An estuarine benthic index of biotic integrity (B-IBI) for Chesapeake Bay. *Estuaries*, **20**(1): 149-158.
- Wu, S.-K., 1967. The nereid worms of Taiwan. *Bulletin of Institute of Zoology, Academia Sinica*, **6**: 47-76.