

Note

해양 생물다양성 정보시스템 개발
-한국 해양생물 종 목록 수립을 중심으로-

박수영¹ · 김성대^{1*} · 이윤호² · 배세진³ · 박흥식² · 김충곤²

¹한국해양연구원 해양자료정보실

²한국해양연구원 해양자원연구본부

³한국해양연구원 해양환경연구본부

(425-600) 경기도 안산시 안산우체국 사서함 29

Development of the Korea Marine Biodiversity Information System
-Focus on the Establishment of the Korea Marine Species Inventory-

Soo-Young Park¹, Sung-Dae Kim^{1*}, Youn-Ho Lee², Se-Jin Pae³,
Heung-Sik Park², and Choong-Gon Kim²

¹*Ocean Data and Information Division, KORDI*

²*Marine Resources Research Department, KORDI*

³*Marine Environment Research Department, KORDI*

Ansan P.O. Box 29, Seoul 425-600, Korea

Abstract : For an efficient management and utilization of marine biodiversity information, we made an attempt to develop the Korea Marine Biodiversity Information System (KoMBIS), building a species name inventory of Korea marine organisms. The inventory includes 17 organism groups: phytoplankton, zooplankton, algae and halophyte, sponges, cnidarians, rotifers, nematodes, bryozoans, brachiopods, molluscs, echinoderms, annelids, arthropods, echinoderms, urochordates and fish. The species names were collected from 37 different references and reviewed for validity by taxonomists, which resulted in 9,798 valid names in addition to 1,845 synonyms. The Korea marine species inventory is the first one of this kind, for previous Korean species name inventories were mostly composed of terrestrial and freshwater organisms. KoMBIS, the information system developed, contains not only the species name but also information on morphological and ecological characteristics such as distribution, DNA barcode, and references. This system is convenient for the inputting of new data and servicing users through the internet, so that management and utilization of the biodiversity information is more efficient. Linking the DNA barcode data with species information provides an objective measure for identification of a species, which accommodates the recommendation of Consortium for the Barcode of Life, and makes the Korea marine biodiversity information compatible with international databases. Considering the frequent exchange of marine organisms internationally via ballast water and such issues as climate change, this information system will be useful in many areas of marine biodiversity.

Key words : Korea Marine Species Inventory, Korea Marine Biodiversity Information System, DNA barcode data, integrated management

*Corresponding author. E-mail : sdkim@kordi.re.kr

1. 서 론

생물다양성 보전은 인류의 지속적인 생존을 위한 지구 생태계 유지뿐만 아니라 국가의 지속적인 경제발전 및 인류의 복지향상을 위한 생물자원 확보라는 측면에서도 매우 중요한 의미를 갖는다(한 등 1996). 특히 생물다양성 협약 이후 생물자원은 각국의 주권으로 인정받고 있으며 국제간 교류에서도 지대한 영향을 미치고 있다(환경부 1997). 선진국들은 80년대 생물다양성(biodiversity)이라는 용어를 사용하기 이전부터 이에 대한 연구를 수행하여 왔다(Sugden and Pennisi 2000). 특히 컴퓨터 관련 기술과 인터넷 기술이 발달하면서, 생물다양성 정보를 표준화하고 효율적으로 보존, 이용하는 자료관리 방안에 관심을 가지고 다양한 생물다양성 정보시스템을 운영하고 있다(Bisby 2000). 최근에는 생물다양성 정보의 관리가 전 지구적 사안이라는 인식하에 국가수준의 자료 관리를 넘어서 GBIF(Global Biodiversity Information Facility), Species 2000, OBIS(Ocean Biogeographic Information System), CBOL(Consortium for the Barcode of Life) 등 국제적인 모임을 통한 자료의 공유 및 유통을 도모하고 있다. OBIS의 경우, 전 세계 해양생물·생태정보를 전 지구적 범위로 수집하여 관리하고 제공하는 것을 목적으로, 2007년 9월 현재 230여 개 데이터베이스로부터 80,000여 종에 대한 생물종 다양성 및 생태정보를 제공하고 있다(<http://www.iobis.org>).

국내에서도 생물다양성 관련 연구가 다수 진행되었다. 특히 1996년에는 우리나라 자연생태계를 파악하는 첫걸음이 된다는 인식하에(이 1996) ‘국내 생물종 문헌조사 연구’ 사업을 통해 국내 생물종 목록을 작성하였다. 그러나 육상종과 담수종을 중심으로 연구가 수행되어, 상당수의 해양생물종은 이 목록에 포함되지 않았다. 그 결과 해양생물 분야에서는 지금까지 종다양성정보의 기본이 되는 체계적인 종 목록을 수립하지 못하고 있었다.

한편 국내 생물다양성 정보시스템에 대한 관심도 높아져 국가자연사종합정보시스템 구축, 국가 생물자원정보관리센터 운영 등 국가단위의 생물자원관리가 추진되고 있으며 GBIF의 한국 국가거점노드인 한국생물다양성정보기구(KBIF)가 2001년부터 활동하고 있다. 이들 시스템들은 최근 대규모 시스템 구축 경향인 기 구축 정보의 연계 구축을 지향하고 있으나 기존 해양분야 DB의 소규모성으로 인하여 해양생물정보 제공에 한계를 보이고 있다. 국가자연사종합정보시스템의 경우, 참여 기관 중 해양관련전문기관은 전남 해양수산과학관 정도이다(<http://naris.science.go.kr>). 비록 다른 기관에서도 일부 해양생물종정보를 제공하고 있지만, 국가자연사 종합정보시스템에서 제공하는 총 5,262종에 대한 정보 중 해양 종이 포함되어 있을 것

이라고 추측되는 어류와 패류는 약 17%만을 차지한다(백 2007). 특히 어류의 경우 이 중 상당수가 담수종인 점을 감안한다면 해양생물종에 대한 정보는 이보다 더 빈약하다. 한국생물다양성정보기구(KBIF)의 경우도 비슷하다. KBIF의 데이터 제공자 현황을 보면, 12개 기관 총 1,145,786개의 데이터 중 79%를 국립수목원자료가 차지하고 있어(<http://www.kbif.re.kr>), 해양 분야에서의 체계적인 생물정보 관리가 다른 분야에 비하여 부족하다는 것을 보여주고 있다.

이에 본 연구에서는 해양생물 종 목록 및 관련정보를 수집하여 분야별 정보를 연계 관리하는 해양생물다양성 정보시스템을 구축하고자 한다. 외국의 경우 생물종 목록 수립 작업은 수십 년 또는 그 이상의 기간을 들여 면밀히 이루어지는 것이 보통이지만 최단 시일 내에 생물종의 현황이라도 파악할 수 있어야 자국의 생물자원 보존을 위한 국제간의 협력에 동참할 수 있는(이 1996) 시급함을 고려하여야 한다. 그러므로 먼저 문헌조사를 통해 국내 기록된 우리나라 해양생물 종 목록을 수집한 후 지속적인 수집 정보의 학술적 검증 작업을 이루어 나가고자 한다. 또 여러 문헌에 흩어져 있는 정보와 개별 연구자들이 보유한 정보들을 일시에 수집하는 것은 현실적으로 어려운 만큼, 1차로 해양생물의 종 목록을 수집·정리하고, 이를 근간으로 일부 시범 구현 종에 대하여 분류체계정보, 출현정보, 문헌정보, 분자마커(DNA Barcode)정보 등을 연계하고자 한다.

2. 재료 및 방법

시스템 분석 및 설계

좋은 시스템을 만들기 위해서는 시스템에 대한 충분한 분석을 통해 시스템에 대한 요구사항을 정의하는 시스템 분석 단계가 필요하다(허 2006). 시스템 분석 및 설계단계는 대상자료 및 업무 프로세스를 분석하여 무엇을, 어떻게 개발할 것인가를 정의하는 단계로 이는 데이터 저장의 효율성을 높이고 데이터 관리를 원활하게 하기 위한 필수적인 과정이며 시스템 구축이 완료되었을 때 오류를 최소화한다(이 2006).

본 연구에서도 시스템 구축에 앞서 시스템 사용자 및 기능, 주요 입·출력사항 등을 분석하여 시스템을 설계하였다(Table 1). 생물다양성 정보는 생물·생태학적 자료, 정책입안 기초자료로서의 성격을 가지고 있으므로 정보 사용자층을 해양관련기관 및 해양관련전문가로 한정하였다. 대상정보를 종정보 및 분류체계정보뿐만 아니라 출현정보, 문헌정보, 분자마커정보로 선정하였으며 대상정보의 수집방법으로 문헌조사를 선택하였다. 자료간의 연계성을 강조한 시스템을 구현하기 위하여, 데이터베이스시스템은

개체(Entity)간의 관계를 정의할 수 있는 관계형 데이터베이스 관리시스템을 사용하였고, 수집된 자료를 데이터베이스

이스에서 특성별로 분리하여 관리할 수 있도록 설계하였다. 수집된 정보의 유통 방안으로 사용자가 별도의 프로그램 없이 인터넷 웹브라우저만으로 정보를 활용할 수 있는 인터넷 시스템을 이용하고자 한다.

Table 1. System profile of the Korea Marine Biodiversity Information System.

Division	Contents
Target information	<ul style="list-style-type: none"> - Species information - Taxonomy information - Collection information - Reference information - DNA barcode information
User	<ul style="list-style-type: none"> - Expert on the ocean
Function	<ul style="list-style-type: none"> To collect, manage and distribute - Marine species name inventory - Marine biological information To serve of DNA barcode information for taxonomic use
Information source	<ul style="list-style-type: none"> - Illustrated book of Korean marine flora - Journal - Research reports - Taxonomic expert's works
Service information	<ul style="list-style-type: none"> - Korea marine species information - Appearance record information - Reference to mention a species - DNA barcode information
Information management	<ul style="list-style-type: none"> - Oracle DBMS
Information distribution	<ul style="list-style-type: none"> - Web information System

자료 수집

자료수집의 효율성과 문헌조사의 편이성을 고려하여 생물군별로 나누어 종 목록자료를 수집하였다. 조사대상 생물군을 크게 식물플랑크톤, 동물플랑크톤, 염생식물, 해조류, 해양저서동물, 어류로 분류한 후, 저서동물을 다시 문(Phylum) 단위의 분류체계에 나누어 정보를 수집하였다. 특히 플랑크톤의 경우 분류체계에 의한 생물군은 아니지만 이 분야에 대한 기존 연구자료가 많아, 효과적인 자료 수집을 위하여 나누어 수집하였다. 수집된 플랑크톤 정보를 타 자료와 비교 검토한 후에 분류군별로 체계화하여 사용하였다.

수집 대상 자료를 문(Phylum), 강(Class), 목(Order), 과(Family)의 기본 분류체계와 이명법에 따른 학명으로 설정하였으며 각 분류 범주(category) 및 종명의 한글명칭도 수집하였다.

생물분야별로 전문가의 자문을 통하여 자료수집 대상문헌을 선정하였다(Table 2). 선정된 참고문헌 중 해당 생물분야의 한국동식물도감을 일차 참고문헌으로 정하였으며 저서동물의 경우에는 한국동물분류학회에서 발간한 한국동물명집을 기본 참고문헌으로 하였다. 그 외에도 환경부

Table 2. Surveyed organism groups and its references.

Organism group	References
Phyto-plankton	<ul style="list-style-type: none"> - *Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea, Vol. 34, Phytoplankton. Ministry of Education & Human Resources Development. 1995. - Literature survey on biodiversity in Korea. Ministry of Environment. 1996. - Illustrations of planktons responsible for the blooms in Korean coastal water. National Fisheries Research and Development Institute. 1993. - Illustrations of diatom: I. Suborder Biddulphiineae. Jayu Academy. 1996. - Taxonomic studies on diatoms in Korea, I. Classification system and Koreanization of classification level. Choi, J. K., J. H. Lee and K. Lee. The Korean Journal of Phycology. 10. 1-11. 1995.
Zoo-plankton	<ul style="list-style-type: none"> - *Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea, Vol. 35, Zooplankton. Ministry of Education & Human Resources Development. 1995. - A review on the Copepod in the South Sea of Korea. Kim, W. S., J. M. Yoo and C. S. Myung. J. Korean Fish. Soc. 26(3). 266-278. 1993.
Halophyte	<ul style="list-style-type: none"> - *Studies on inventories and a sustainable use of tidal flats in Korea. Ministry of Maritime Affairs and Fisheries. 2005.
Algae	<ul style="list-style-type: none"> - *A catalogue of the seaweeds in Korea. Youngpil Lee and Seoyoung Kang. Publishing Dept. of Cheju National University. 1997. - Literature survey on biodiversity in Korea. Ministry of Environment. 1996. - A check list of marine Algae in Korea. Lee, I. K. and J. W. Kang. Korean J. Phycol. 1(1). 311-325. 1986.
Sponges	<ul style="list-style-type: none"> - *List of animals in Korea. The Zoological Society of Korea. 1997. - Illustrated flora & fauna of Korea, Vol.20, Porifera, Hydrozoa & Ascidiacea. Ministry of Education & Human Resources Development. 1977.

Table 2. Continued.

Organism group	References
Cnidarians	<ul style="list-style-type: none"> – *List of animals in Korea. The Zoological Society of Korea. 1997. – Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea, Vol. 40, Cnidaria. Ministry of Education & Human Resources Development. 1977. – Literature survey on biodiversity in Korea. Ministry of Environment. 1996. – Animal of Korea, Cnidaria. Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology. 2000. – Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea, Vol. 39, Cnidaria. Ministry of Education & Human Resources Development. 2004.
Rotifers	<ul style="list-style-type: none"> – *List of animals in Korea. The Zoological Society of Korea. 1997. – Literature survey on biodiversity in Korea. Ministry of Environment. 1996.
Nematodes	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Tenuidraconema koreensis</i>, a new species of marine nematodes (Adenophorea: Desmodorida) from South Korea. Rho, H. S. and W. Kim. Korean Journal of Biological Science. 8(3). 155-163. 2004. – Redescription of the free-living marine nematode species, <i>Draconema japonicum</i> Kito, 1976 (Nematoda: Draconematidae), by scanning electron microscopy. Rho, H. S. and W. Kim. Korean Journal of Biological Science. 8(4), 235-245. 2004. – <i>Paradraconema jejuense</i>, a new species of the genus Paradraconema Allen and Noffsinger (Desmodorida: Draconematidae) from Korea. Rho, H. S. and W. Kim. The Korean Journal of Systematic Zoology. 21(1). 81-91. 2005. – Redescription of the free-living marine nematode, <i>Dracograllus filipjevi</i> Allen and Noffsinger, 1978 (Nematoda: Draconematidae) from Korea. Rho, H. S., D. S. Kim and W. Kim. Ocean Science Journal. 41(3). 163-173. 2006. – A new free-living marine nematode species of the genus <i>Dracogalerus</i> Allen and Noffsinger (Nematoda: Draconematidae) from a shallow subtidal zone of Jeju Island, Korea. Rho, H. S. and W. Kim. Integrative Biosciences. 9. 113-122. 2005. – A new marine nematode species of the genus <i>Dinetia</i> (Nematoda: Draconematidae) from South Korea. Rho, H. S. and W. Kim. Zoological Science. 22(5). 599-608. 2005. – <i>Dinetia decraemerae</i> (Nematoda: Draconematidae), a new free-living marine nematode species from a subtidal zone in Korea. Rho, H. S., S. G. Paik and W. Kim. Nematology. 8(4). 591-602. 2006. – Description and SEM observations of two new marine nematode species of <i>Desmolorenzenia</i> (Desmoscolecida: Desmoscolecidae: Desmoscolex) from South Korea. Rho, H. S. and C. Y. Chang. Journal of Natural History, In press. 2006.
Bryozoans	<ul style="list-style-type: none"> – *List of animals in Korea. The Zoological Society of Korea. 1997. – Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea, Vol. 40, Bryozoa. Ministry of Education & Human Resources Development. 2005.
Brachiopods	<ul style="list-style-type: none"> – *List of animals in Korea. The Zoological Society of Korea. 1997.
Molluscs	<ul style="list-style-type: none"> – *List of animals in Korea. The Zoological Society of Korea. 1997. – Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea, Vol.33, Mollusca(II). Ministry of Education & Human Resources Development. 1992. – Literature survey on biodiversity in Korea. Ministry of Environment. 1996. – Commercial molluscs from the freshwater and continental shelf in Korea. National Fisheries Research and Development Institute. 1999. – Mollusks in Korea. HanGeul. 2004. – Studies on inventories and a sustainable use of tidal flats in Korea. Ministry of Maritime Affairs and Fisheries. 2005.
Echiurans	<ul style="list-style-type: none"> – *List of animals in Korea. The Zoological Society of Korea. 1997.
Annelids	<ul style="list-style-type: none"> – *List of animals in Korea. The Zoological Society of Korea. 1997. – Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea, Vol.33, Polychaeta. Ministry of Education & Human Resources Development. 1989. – Literature survey on biodiversity in Korea. Ministry of Environment. 1996. – Studies on inventories and a sustainable use of tidal flats in Korea. Ministry of Maritime Affairs and Fisheries. 2005.

Table 2. Continued.

Organism group	Reference
Arthropods	- *List of animals in Korea. The Zoological Society of Korea. 1997.
	- Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea, Vol.14, Anomura · Brachyura. Ministry of Education & Human Resources Development. 1973.
	- Illustrated flora & fauna of Korea, Vol.19, Macrura. Ministry of Education & Human Resources Development. 1977.
	- Shrimps of the Korean waters. National Fisheries Research and Development Institute. 2001.
	- Literature survey on biodiversity in Korea. Ministry of Environment. 1996.
	- Crab : food & resources. Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology. 2001.
	- Studies on inventories and a sustainable use of tidal flats in Korea. Ministry of Maritime Affairs and Fisheries. 2005.
Echinoderms	- Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea, Vol.38, Crippedia, Symbiotic Copepoda, Pycnogonida. Ministry of Education & Human Resources Development. 1998.
	- *List of animals in Korea. The Zoological Society of Korea. 1997.
	- Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea, Vol. 36, Echinodermata. Ministry of Education & Human Resources Development. 1996.
	- Studies on inventories and a sustainable use of tidal flats in Korea. Ministry of Maritime Affairs and Fisheries. 2005.
Urochordates	- Guide book to marine life of Korea. PoongDeung Pub. 2001.
	- *List of animals in Korea. The Zoological Society of Korea. 1997.
	- A study on the classification and the distribution of the Korean ascidians. Ji-Eun Lee. Ewha Womans Univ. 1989.
Fish	- Guide book to marine life of Korea. PoongDeung Pub. 2001.
	- *Illustrated book of Korean fishes. KyoHakSa. 2005.
	- Literature survey on biodiversity in Korea. Ministry of Environment. 1996.
	- Commercial fishes of the coastal and offshore waters in Korea. National Fisheries Research and Development Institute. 1994.
	- The marine fishes of Korea. HanGeul. 2001.
	- The fishes of Korea. IJiSa. 1977.
	- Marine fishes of Korea. KyoHakSa. 2002.
- Studies on inventories and a sustainable use of tidal flats in Korea. Ministry of Maritime Affairs and Fisheries. 2005.	
- Guide book to marine life of Korea. PoongDeung Pub. 2001.	

*is a basic reference.

에서 발간한 한국생물종목록과 최근 발행된 분야별 각종 도감 자료도 참고문헌에 포함하여 총 37권의 자료수집 대상문헌을 선정하였다.

먼저 기본문헌을 바탕으로 기초 종 목록을 수집한 후, 추가 문헌정보와 비교·검토하면서 목록을 보충 수집하였다. 추가 참고문헌에는 종명이 기재되어 있으나 수집 기본 종 목록에는 해당 종명이 없는 경우, 종명을 분류정보와 함께 삽입하였다. 목록을 추가할 때 해당 참고문헌의 고유색을 삽입한 줄에 표시하여 추후 전문가 검토가 용이하게 하였다. 각 종의 참고문헌 란에 해당 종이 기재되어 있는 참고문헌들을 표시하여 각 종이 기재된 참고문헌을 모두 알 수 있게 하였다. 또한 참고문헌 간에 종명이나 분류체계가 서로 다른 경우, 비교란에 참고문헌 번호와 해당 내용을 적어 추후 전문가가 검토할 수 있게 하였다.

목록 수집 작업이 완료된 후, 수집된 종 목록 자료를 각 분야별 전문가에게 검토 의뢰하여 수정 및 보완하였다. 수집된 종 목록에 포함된 담수종 및 육상종을 삭제하였으며 전문가가 알고 있으나, 목록에 포함되지 않은 새로운 종들을 추가하였다. 특히 전문가 의견과 문헌조사내용을 참고하여 synonym이나 valid name 등은 골라 따로 정리하였으며 참고문헌별 종명의 표기방법이나 분류체계의 차이도 검토하여 확정하였다.

수집된 해양생물종 목록을 기반으로, 일부 시범 구현 종에 대한 상세정보, 출현정보, 분자마커정보 등의 관련 정보를 수집하였다. 문헌에 수록된 상세 설명 자료와 종의 사진정보를 수집하였으며, 시범 구현종의 출현정보도 수집하였다. 수집된 출현정보에 출현지명, 위경도 및 출현지의 격자지리정보를 포함하였으며 가용한 분자마커정보도 같이 수집하였다.

3. 결과 및 토의

해양생물 종 목록 수집

우리나라 해양생물 종 목록 작성을 위하여 17개 생물군을 대상으로 37권의 문헌조사를 수행하였다. 먼저 기본 참고문헌을 대상으로 총 7,257종의 기초 종 목록을 수집하였으며, 여기에 추가 참고문헌 검토를 통해 총 12,267종의 목록을 수집하였다. 이렇게 수집된 종 목록은 자체 질 검증 및 전문가 검토 과정을 거치면서 일부 종이 삭제되면서 총 11,624 종으로 감소하였다. 최종 검토된 11,624종의 종 목록에서 동종이명의 분리작업을 진행한 결과 최종 9,798종, 1,845개 synonym/valid name의 종 목록을 수집하였다(Table 3).

이는 1996년 국내 생물종 문헌조사 연구(자연보호중앙협의회 1996) 자료와 동일 분류군을 대상으로 비교하였을 때, 동종이명 1,800 여개를 제외하고도 약 3,000 여 종이 더 많은 수이며 한국동물명집(한국동물분류학회 1997)의 5,127종보다 약 4,000여종이 많은 수이다(Table 3). 특히 본 연구에서는 국내 생물종 문헌조사 연구나 한국동물명집에 기재되어 있는 종 중 일부 종을 육상·담수종으로 제외시킨 것을 고려한다면 그 수집성과는 이보다 더 크다.

한국 해양생물다양성 시스템(KOMBIS) 구축

수집한 종 목록 및 관련정보를 관리하기 위하여 Oracle DBMS를 이용한 데이터베이스를 구축하였다. 먼저 자료의 성격에 따라 분류(Taxonomy) 정보, 종정보, 출현정보, 분자마커정보로 분류한 후, 정규화에 따라 세분화하여 테이블을 구성하고 이를 종정보를 중심으로 연계하였다(Fig. 1). 먼저 분류(Taxonomy)정보를 분류체계에 따라 계(Phylum) 정보테이블(T_Phylum), 문(Class) 정보테이블(T_Class), 목(Order) 정보테이블(T_Order), 과(Family) 정보테이블(T_Family)로 분리하였으며 각각을 상위단계의 ID를 통하여 연결하였다. 학명과 한글종명 그리고 상세한 종정보를 Species 테이블에서 관리할 수 있도록 하였으며 이를 Family_ID를 통하여 분류체계 정보와 연결하였다. 각 종의 이명정보는 한 종당 여러개의 이명정보가 있을 수 있으므로 Other_Name 테이블에서 따로 관리되며 Spec_ID로 Species 테이블과 연계된다. 출현정보와 분자마커정보를 각각 Collection 테이블과 Sequencing 테이블에서 관리하면서 Spec_ID를 이용하여 종정보와 연결하였다. 출현정보 테이블에 채집시기 및 채집장소 등을 관리할 수 있는 자료항목을 설정하였으며 채집자와 분류자 정보 관리 항목을 넣어 자료의 신뢰성을 확보하고자 하였다.

Table 3. The number of collected species name and synonym/valid name data and comparison with other species inventory data (LSoBiK : Literature survey on biodiversity in Korea. Ministry of Environment. 1996, LoAik : List of Animals in Korea. The Zoological Society of Korea. 1997).

	KoMBIS		LSoBiK	LoAik
	Species name	Synonym	Species name	Species name
Phytoplankton	2578	810	1828	
Zooplankton (include protozoa)	201		736	628
Halophyte	46		46	
Algae	988	808	717	
Invertebrates	Porifera	264	4	204
	Cnidaria	310	10	224
	Rotifera	192		157
	Nematoda	9		230
	Bryozoa	138		135
	Brachiopoda	8		9
	Mollusca	1,842	155	1009
	Echiura	2		2
	Annelida	405	5	360
	Arthropoda	1,573		656
Echinozoa	172		107	
Urochordata	93			89
Fish	977	53	905	935
Total	9,798	1,845	6,541	5,127

*The comparison categories is the KoMBIS categories that are used to collect the data.

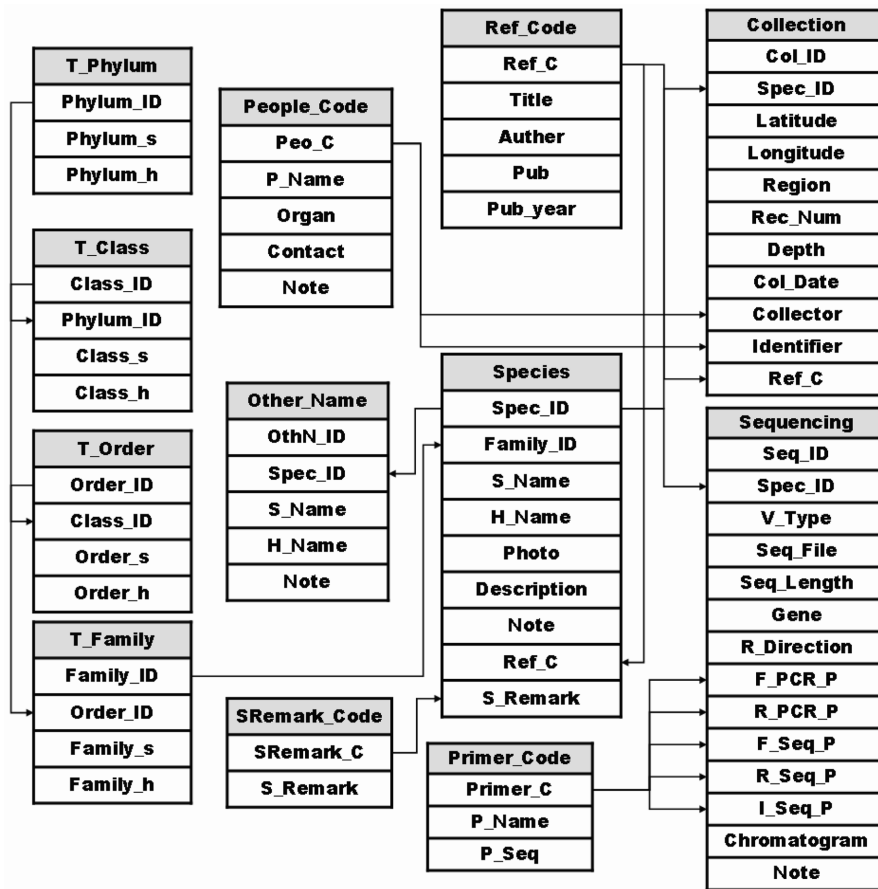


Fig. 1. Entity relationship diagram of the Korea Marine Biodiversity Information System.

분자생물학적인 종 분류정보를 관리할 수 있는 분자마커 정보 테이블을 구성하기 위하여 대표적인 DNA Barcode 정보시스템인 BOLD(Barcode of Life Data System)의 DB 구조를 분석하고 이를 우리나라 현실에 맞게 적용하였다. 즉 자료 항목으로 기본적인 분자마커정보인 gene, sequence, sequence length 등에 대한 정보뿐만 아니라 분석 관련정보(primer, read direction 등)도 포함하였으며 분석 자료의 신뢰성을 위한 voucher type 정보나 chromatogram 항목도 추가하였다. 출현정보와 종 목록정보의 참고문헌을 따로 관리할 수 있도록 설계하여 정보에 따른 참고문헌 활용이 가능하게 하였다. 참고문헌정보 및 인력정보는 반복성을 고려하여 정보관리 테이블을 따로

구성하고 해당자료 항목에서 각각의 해당코드를 사용하도록 구성하였다.

이러한 DB의 구성은 일부 정보만을 중점적으로 다루었던 기존 DB 구성을 보완하고자 하는 시도이다. 지금까지의 시스템들은 그 관심분야에 따라 표본정보(NARIS: 국가자연사종합정보시스템), 출현정보(EGIS: 환경지리정보서비스), 유전자정보(KOBIC: 국가생물자원정보관리센터)로 편중되는 경향을 보였다. 본 시스템에서는 생물다양성 정보간의 연계성을 강화하기 위한 방안으로 종, 생태, 유전자 다양성 정보가 통합된 DB 시스템을 구성하였다 (Table 4).

DB 시스템은 자료 관리에 있어서는 효율적이나 일반사

Table 4. Comparison KoMBIS's service information with other system's (NARIS : Korean natural history research information system, KOBIC : Korean bioinformation center, EGIS : Environmental geographic information system).

	Taxonomy	Specimen	Collection	Sequence	Reference
KoMBIS	○	○	○	○	○
NARIS	○	○	○		
KOBIC		○	○	○	
EGIS		○	○		

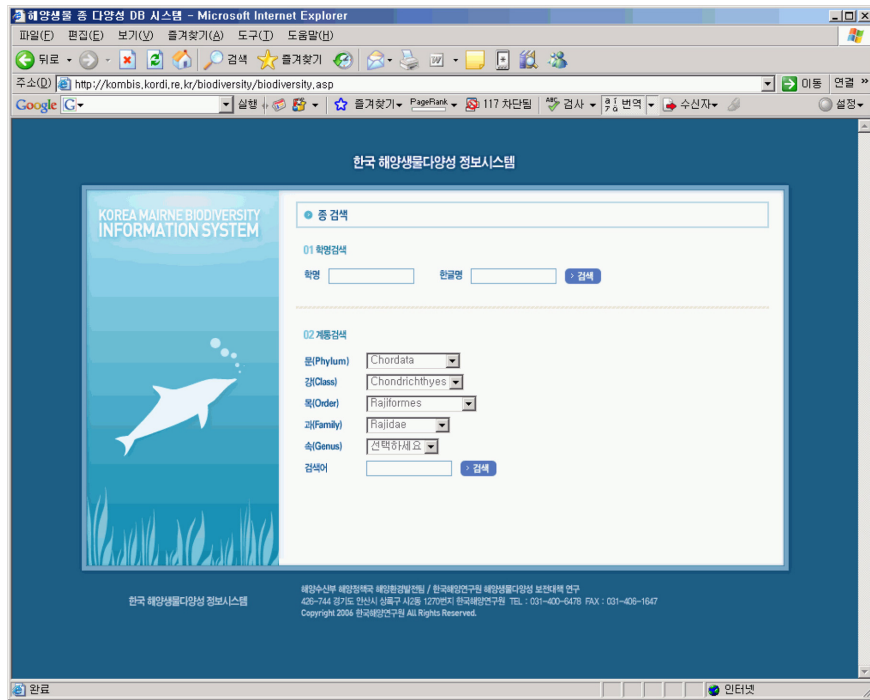


Fig. 2. Search page of the Korea Marine Biodiversity Information System.

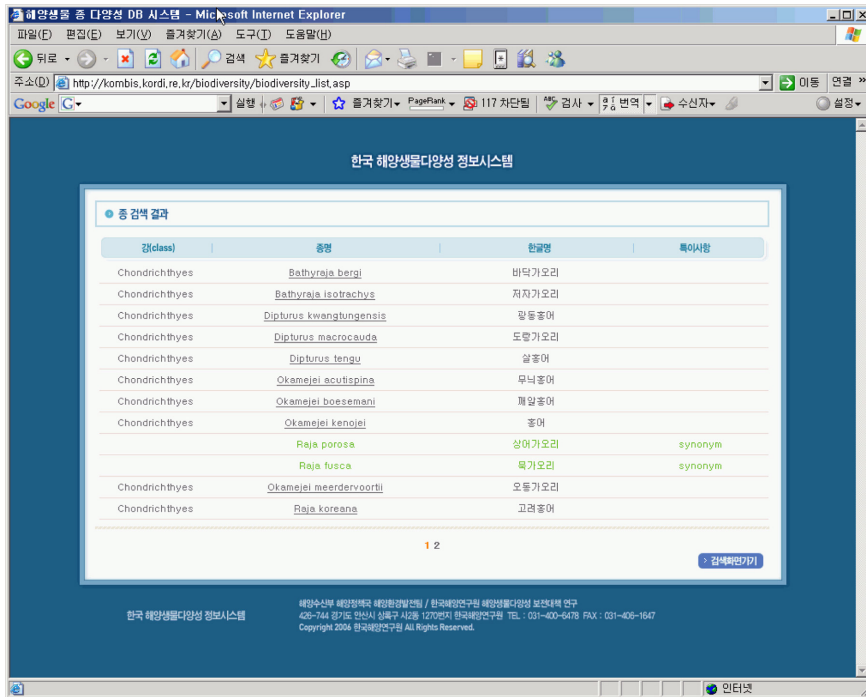


Fig. 3. Search result page of the Korea Marine Biodiversity Information System.

용자들이 자료에 접근하기가 어려운 단점이 있다. 특히 그동안의 생물종 목록 작성 연구 결과들은 책으로만 발견되어(국내 생물종 문헌조사 연구 1996; 한국동물명집 1997) 이들 정보를 활용하는 데에 어려움이 있었다. 본 연구에서는 이러한 점을 보완하고자 구축된 DB 시스템을 기반으

로 자료 활용을 위한 웹서비스 시스템을 구축하였다 (<http://kombis.kordi.re.kr>).

먼저 정보 접근 시 편의성을 위하여 종명과 분류체계에 의한 검색시스템을 구현하였다. 학명과 한글명에 대한 텍스트검색 기능뿐만 아니라 분류체계별 계통검색 기능도

부여하였다. 상위계통 선택 시 해당 계통에 포함되는 하위 분류군만을 펼침목록에 제시하여 사용자가 계통체계를 따라가면서 선택할 수 있게 하였으며 계통검색을 선택하면서 알고 있는 분류군까지만 선택하여도 검색할 수 있도록 구현하였다. 또 검색어 검색란을 추가하여 분류군의 텍스트 검색도 가능하게 하였다(Fig. 2).

특히 synonym이나 valid name도 같이 검색할 수 있도록 하여 알고 있는 종명이 대표종명이 아니라도 검색할 수 있게 하였으며, synonym 또는 valid name 임을 검색목록의 특이사항에 표시하고 대표종과 함께 목록에 나열되도록 하였다(Fig. 3). 이러한 동명이명이나 valid name에 대한 검색 및 정보 제공 기능은 그 동안 국내 시스템에서는 제공되지 않았던 기능으로서 차후 표준화된 종명이 이끌어내는 데 많은 도움이 될 것이다.

종 목록정보 이외의 관련 정보를 종별 상세정보, 출현정보, 분자마커정보 창으로 분리하여 제공하였다. 분자마커정보 창에는 분석한 gene 명과 sequence 정보뿐만 아니라 분석 시 활용하였던 primer, 분석결과 chromatogram 정보 등도 같이 제공한다(Fig. 4). 이러한 종 목록정보와 연계된 분자마커정보의 제공은 최근 활용되고 있는 유전체정보를 이용한 종분류 연구를 지원할 수 있는 시도일 뿐만 아니라 나아가 유전자다양성 정보와 연계하여 관리할 수 있는 방안을 제시하고 있다.

종 분포 지리정보 제공 화면에는 해당종의 분류체계를 포함한 증명, 출현지명이 제공되도록 하였으며 출현정보를 수집한 참고문헌정보도 같이 제공하여 객관성을 확보하였다(Fig. 5). 특히 수집한 출현정보를 1/2도 간격의 격자가 그려진 지도에 표시할 수 있도록 하여 한 눈에 그 종의 출현지역을 파악할 수 있도록 하였다. 이는 제공되는



Fig. 5. Species collection information service page of the Korean Biodiversity Information System.

종다양성 정보에 종 분포정보를 연계한 시도이다.

4. 결 론

생물다양성이란 기본적으로 생물종의 많고 적음을 지칭하며 아울러 생물종을 토대로 하여 이루어지는 자연생태계의 다양성과 생태계를 구성하는 생물종이 지닌 유전자의 다양성도 함께 포괄하는 말이다 할 수 있다(이 등 1994). 그러므로 생물다양성 정보시스템은 분류정보, 종정보, 서식정보, 유전체정보를 총괄하여 관리할 수 있는 시스템이어야 하며 그 정보 제공에 있어서도 타 정보와의 연계를 담보하여야 한다. 이에 본 연구에서는 종 목록정보, 종정보, 문헌정보, 출현정보, 분자마커정보 등을 연계한 정보시스템을 구축하여 효율적인 생물다양성 정보 관리방안을 제시하였다. 또한 생물다양성 정보에 있어서 문헌정보의 중요성을 고려하여 이의 관리방안과 활용방안을 제시하였다. 특히 기존에 수행되어 온 형태학적 종 분류 정보뿐만 아니라 최근 활발하게 진행되고 있는 유전자 분석 정보를 이용한 종 분류 정보도 함께 아우를 수 있도록 분자마커정보를 포함하였다. 이는 DNA 정보에 기반을 둔 생물다양성 조사가 객관적이고 표준화된 생물다양성 정보 확보의 수단으로 대두되고 있는 상황을 고려하였을 때 매우 중요한 시도으로써, 나아가 유·무선 네트워크를 이용한 객관적이며 신속한 생물다양성 관리시스템 개발에 있어서도 중요한 기반이 될 것이다.

또 해양 생물다양성 정보시스템에서 관리, 제공될 우리나라 해양생물 종 목록을 작성하였다. 총 17개 생물군을



Fig. 4. DNA barcode information service page of the Korea Marine Biodiversity Information System.

대상으로 37권의 참고문헌을 검토하여 총 9,798종의 종 목록과 1,845개의 synonym/valid name의 자료를 수집하였다. 생물종 목록의 작성은 체계적인 국가생물자원관리의 필수 불가결한 요소이다. 그러나 과거 국내 생물종 목록 작성 작업을 육상·담수종을 중심으로 진행함으로써 해양생물분야 종 목록은 그 정보가 미진하였다. 이번 연구는 우리나라 해양생물분야의 종 목록을 체계적으로 정리한 최초의 시도로서, 그 정보량이나 대상 범위에 있어서도 괄목할만한 성과를 이루었다.

그러나 앞서 수집과정에서 살펴보았듯이, 자체 질 검증 및 전문가 검토 과정에서 일부 중명 정보를 부적합한 것으로 판단하여 삭제하거나 새로운 중명을 발견하여 추가하였으며 상당수의 종을 동종이명으로 분류하는 등, 종 목록 정보의 유효성 검증과정에서 수집정보에 많은 변동이 있었다. 특히 생물종 목록정보는 관련 연구가 진행되면서 지속적으로 생성되고 변화한다는 것을 고려한다면 앞으로도 꾸준한 전문가 검토 및 유효성 검증을 통하여 보다 신뢰성 있는 종 목록을 수립하고 유지하는 노력이 필요하다. 더불어, 현 정보 시스템에서는 일부 시범 구현 중에 대해서만 출현정보, 분자마커정보 등이 수록된 상태로, 향후 다년간에 걸친 지속적인 정보 수집, 입력이 요구된다.

생물자원을 국가자원의 중요 부분으로 인식하고 생물자원과 환경을 보전하려는 국제 압력이 날로 증가하는 상황에서, 이러한 정보간의 연계성이 강조된 생물다양성 관리 시스템을 구축하는 것은 정보의 관리 및 활용을 더욱 용이하게 할 것이다. 그러므로 이번에 구축된 한국 해양생물 다양성 정보시스템을 지속적으로 발전시켜 나간다면 국가자원을 보호하고 강력한 국가대응체계를 마련하는데 중요한 기본 인프라의 역할을 담당하리라 기대한다.

사 사

본 연구는 해양수산부의 “해양생물다양성 보전대책 연구(PM44600)”의 지원으로 수행되었습니다. 본 연구를 도와주신 여러분께 감사드립니다. 특히 수집된 종 목록 자료를 검토해 주신 김성 박사님, 김원 교수님, 노현수 박사님, 박중기 교수님, 백상규 박사님, 부성민 교수님, 송성준 박사님, 송준임 교수님, 신숙 교수님, 심정자 교수님께 깊이 감사드립니다. 그리고 본 논문을 세심하게 검토해 주신 심사위원님께 진심으로 감사드립니다.

참고문헌

국가 생물자원정보 포털 사이트. <www.bioall.org>[cited 2007.03.02].
국가 생물자원정보관리센터. <<http://www.kobic.re.kr/kobic/>

[index.php](http://www.kobic.re.kr/kobic/index.php)>[cited 2007.03.02].
국가생태계정보네트워크. <<http://ecosystem.nier.go.kr>>[cited 2007.03.02].
국가자연사종합정보 시스템. <<http://naris.science.go.kr>>[cited 2007.07.20].
배세진. 2007. 해양생물다양성 보전대책 연구. 해양수산부. 388 p.
백운기. 2007. 아시아 생명자원정보 워크숍 -국가생물다양성 정보 통합 DB와 네트워크 구축. 한국생명공학연구원. p. 33-45.
이인규. 1996. 국내생물종 문헌조사연구. 사단법인 자연보호중앙협의회. 191 p.
이인규, 김계중, 조채명, 이도원, 조도순, 유종수. 1994. 한국의 생물다양성 2000: 생물자원의 보존, 연구 및 지속적인 이용을 위한 전략. 민음사, 서울. 403 p.
이춘식. 2006. 데이터베이스 설계와 구축. 한빛미디어, 서울. 648 p.
한국동물분류학회. 1997. 한국동물명집(곤충 제외). 아카데미서적, 서울. 489 p.
한국생물다양성정보기구. <<http://www.kbif.re.kr>>[cited 2007.07.20].
한문희. 1996. 생물다양성 모니터링 시스템 사업보고서. 생명공학연구소. 991 p.
허원실. 2006. 시스템 분석과 설계-효과적인 비즈니스 정보시스템 개발. 한빛미디어, 서울. 404 p.
환경부. 1997. 생물다양성 국가전략. 환경부. 72 p.
환경지리정보서비스. <<http://egis.me.go.kr>>[cited 2007.03.02]
Barcode of life data systems. <<http://www.barcodinglife.com>> [cited 2007.02.08].
Bisby, F.A. 2000. The quiet revolution: Biodiversity informatics and the Internet. *Science*, 289, 2309-2312.
Consortium for The Barcode of Life(CBOL). <<http://barcoding.si.edu/>>[cited 2007.02.08].
Distributed Generic Information Retrieval (DiGIR). <<http://digir.sourceforge.net>>[cited 2007.02.08].
Edwards, J.L., M.A. Lane, and E.S. Nielsen. 2000. Interoperability of biodiversity databases: Biodiversity information on every desktop. *Science*, 289, 2312-2314.
Global Biodiversity Information Facility(GBIF). <<http://www.gbif.org>>[cited 2007.02.08].
Ocean Biogeographic Information System(OBIS). <<http://www.iobis.org>>[cited 2007.09.11].
Species 2000. <<http://www.sp2000.org>>.
Sugden, A. and Pennisi, E. 2000. Diversity digitized. *Science*, 289, 2305.

Received Feb. 13, 2007

Revised Jul. 6, 2007

Accepted Aug. 28, 2007