

Note

해양시료도서관에 입고된 심해저 망간단괴 시료 현황

이현복^{1*} · 김원년² · 고영탁² · 오재룡¹ · 지상범²

¹한국해양과학기술원 남해연구소
(656-830) 경상남도 거제시 장목면 장목41길
²한국해양과학기술원 심해저광물자원연구센터
(425-744) 경기도 안산시 상록구 해안로 787

Status of Manganese Nodule Samples in the Library of Marine Samples

Hyun-Bok Lee^{1*}, Wonnyon Kim², Young-Tak Ko², Jae-Ryong Oh¹, and Sang-Bum Chi²

¹South Sea Research Institute, KIOST
Geoje 656-830, Korea

²Deep-sea and Seabed Mineral Resources Research Center, KIOST
Ansan 426-744, Korea

Abstract : The Korea Institute of Ocean Science and Technology has acquired detailed biological, chemico-physical, and geological data in the northeastern Pacific through a manganese nodule program since 1983. Plenty of manganese nodules were collected to estimate the amount of resources by free-fall grab and box corer. The collected manganese nodules have been archived systematically in the rock and mineral storage section of the Library of Marine Samples (LIMS) since 2012. The LIMS provides essential information on the stored samples including sample name, nodule type, sampling location, depth, and equipment. Although a high quality database of the information system is under construction, the samples have tagged information for manganese nodules like chemical composition, morphology, weight, size, abundance, and photograph. In this study, we attempted to provide information on the well-organized and easily accessible archived manganese nodule samples for future studies and to introduce the usefulness of the LIMS.

Key words : manganese nodule, Library of Marine Samples (LIMS), rock and mineral storage, intergrated information system

1. 서 론

첨단기술이 발달함에 따라서 니켈, 구리, 코발트, 망간 등의 국가전략 금속의 수요는 증가하고 있는 반면에 육상 광물자원은 점차 고갈되어감에 따라 세계 각국은 망간단괴와 같은 심해저 자원개발에 관심을 나타내고 있다. 우리나라는 1980년대에 심해저 자원개발을 위한 연구를 시작

하였고 초기에는 주로 국제동향, 자원개발 정책, 법제도 등 유엔해양법 협약 체제하에서 망간단괴 개발 타당성 연구가 수행되었다(과학기술처 1984). 우리나라 최초의 심해저해양과학 탐사는 1983년 11월 하와이 대학의 연구선(R/V Kana Keoki)을 임차하여 수행되었으며, 이는 아시아에서 일본, 인도, 중국에 이어 네 번째로 수행된 심해저 자원개발을 위한 과학 탐사였다(해양수산부 2003a).

심해저 광물자원 탐사, 특히 망간단괴 탐사는 단독광구를 확정하고, 단독광구 내에서 망간단괴 매장량을 기반으

*Corresponding author. E-mail : hblee@kiost.ac

로 일차채광지역을 선정하는 정밀탐사, 향후 상업생산시 예상되는 환경변화 모니터링을 위한 환경탐사, 정밀 해저 지형도 작성을 위한 지구물리 탐사로 나뉘어 수행되었다. 망간단괴 시료는 주로 1989년~2010년 사이에 4단계로 수행된 탐사활동을 통해 집중적으로 채집되었는데, 첫번째는 1989년~1994년 동안 우리나라가 선행투자가 등록과 할당광구 150,000 km²을 승인받기 위한 집중적인 탐사활동을 수행하면서 확보되었으며, 두번째는 1994년 광구 등록 이후 2002년까지 선행투자자로서 유엔에 등록된 할당광구의 50%에 해당하는 75,000 km²를 단독개발광구로 확정하는 광구포기 의무사항을 수행하면서 확보되었다. 세번째는 2002년~2006년으로 단독개발광구 내에서 우선채광지역(40,000 km²)을 선정하기 위한 탐사동안, 그리고 네번째 2006년부터 2010년까지 우선채광지역 내에서 일차채광후보지역(20,000 km²)을 선정하기 위한 탐사활동을 통해 망간단괴 시료를 확보하였다(해양수산부 2007a; 국토해양부 2011a).

획득한 망간단괴 시료는 제련연구를 위해 다량 제공되기도 하였으며, 일부 대표시료는 금속함량 분석을 위해 사용되었다. 소진되지 않고 남아있는 시료는 한국해양과학기술원 안산본원에서 보관되었다가 이후 한국해양과학기술원 남해연구소로 이관되어 보관되었다. 2012년에 한국

해양과학기술원 남해연구소 내에 해양시료도서관이 개관함에 따라, 망간단괴 시료 책임 부서인 한국해양과학기술원 심해저광물자원연구센터와의 협의를 통하여 해양시료도서관 내의 해저 광물시료 저장고에 입고하게 되었다. 본 논문의 목적은 해양시료도서관의 해저 광물시료 저장고에 보관된 심해저 망간단괴 시료의 규모와 시료가 해저 광물시료 저장고로 입고되면서 생성되는 자료의 종류 및 자료 열람과 시료 대여방법에 대한 정보를 소개하는데 있다.

2. 해저 광물시료 저장고

망간단괴, 망간각, 해양화산암 및 열수침니시료, 해양인산염 광물 등 해저광물 시료를 수장하기 위해서 만들어진 해저 광물 시료 저장고는 약 250 m²의 규모이며, 저장고 내부 온도는 항상 약 20°C로 맞춰서 운영되고 있다. 해저 광물시료 저장고 내부에 9층 선반구조물이 총 53동이 배치되어 있는데, 이는 선반 1칸의 크기가 140×60×46 cm인 선반이 477개가 있는 것이다. 선반의 재질은 SS400 소재의 철판을 사용하였으며 각 선반마다 500 kg의 하중을 견딜 수 있도록 설계되어 있다(Fig. 1).

광물시료는 암석의 무게나 형태등을 감안하여 내약품성, 내화학적성, 내구성이 우수한 HDPE(High Density

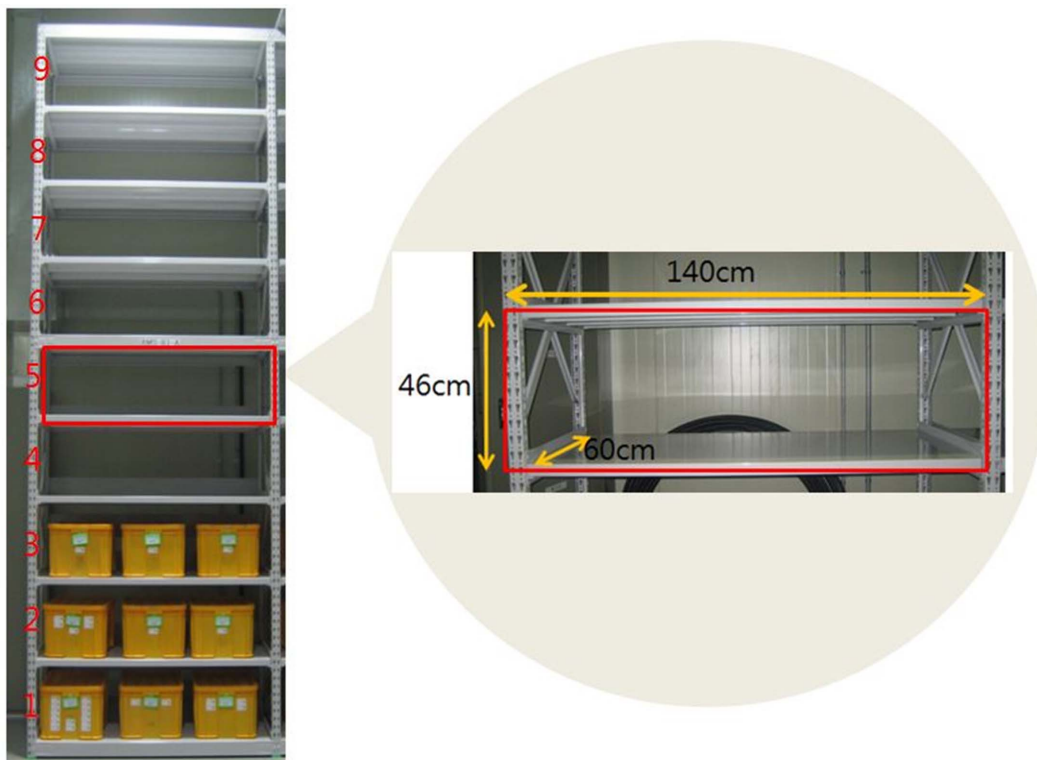


Fig. 1. 477 sample shelves in the rock and mineral storage. Each shelf is measured 140 cm in width, 60 cm in length, and 46 cm in height



Fig. 2. Large (555 × 395 × 310 mm) or small (494 × 344 × 210 mm) box could be accommodated up to 3 boxes (A) or 4 boxes (B), respectively in every shelf

Polyethylene) 재질의 플라스틱으로 제조된 박스를 사용하여 보관하고 있는데, 크기가 작지만 수량이 많은 망간단괴 시료는 555 × 395 × 310 mm 크기의 박스에 보관하며, 망간단괴를 제외한 시료의 크기가 크고 무거운 암석시료는 박스가 너무 무거워지지 않도록 494 × 344 × 210 mm 크기의 박스에 보관하여 입고하고 있다. 선반 1칸에 555 × 395 × 310 mm 크기의 박스 3개가 입고되며, 494 × 344 × 210 mm 크기의 박스는 4개가 입고되며 필요에 따라서는 2단으로 쌓을 수 있도록 하였다(Fig. 2).

3. 망간단괴 시료처리 및 입고절차

남해연구소 연구동 지하창고에 보관중이던 망간단괴 시료를 해양시료도서관으로 옮긴 후에 망간단괴 시료를 탐사 항차별로 구분한 후에 다시 시료채취 정점별로 분류하였다. 망간단괴 시료는 정점별로 플라스틱 병과 박스 그리고 지퍼백 등 다양한 용기에 보관되어 있었지만 때로는 망간단괴를 1개씩 개별적으로 포장되어서 보관된 것도 있었다. 다양한 방법으로 보관된 망간단괴 시료를 해저 광물시료 저장고에 입고시키기 위해서 규격화된 지퍼백으로 재포장하였다. 재포장하기 전에 보관상태가 불량한 망간단괴 시료는 세척을 하였으며 특이한 형태로 성장한 망간단괴 시료는 사진촬영과 야장기록을 하였다. 포장이 끝난 망간단괴 시료는 플라스틱 박스에 담아서 해저 광물시료 저장고로 옮긴 후 MS 엑셀 템플릿 시트를 이용하여 시료에 관한 정보를 입력하였다(Fig. 3A, B).

템플릿 시트에는 1) 시료명, 시료종류, 탐사명, 탐사선명, 채취일자, 채취해역, 채취장비, 채취정점, 위치, 수심, 등과 같은 기본시료정보, 2) 시료갯수, 시료무게, 대표적인 크기, 채취정점의 망간단괴 부존률, 화학분석 자료 유무, 사진자료 유무와 같은 심층시료정보, 3) 탐사주관기관, 사업명, 사업계정번호, 보고서 정보, 사업 및 시료책임자와 같은 사업정보, 4) 입고일자, 광물저장고 보관위치, 관리코드명 등과 같은 시료도서관에서 생성된 정보를 입력하는데 현재는 시료입고의 필수사항인 기본시료정보, 시료도서관 생성정보, 사업 및 시료책임자 정보가 입력되었으며,

망간단괴 시료 뿐만 아니라 그밖의 해양화산암, 망간각 등 입고 대기중인 해양광물시료의 기본 작업이 끝나면 심층시료정보를 보강하여 입력할 예정이다(Fig. 3A).

정리된 엑셀시트에 대해 통합정보시스템 상에서 고유한 시료 관리번호를 부여하였으며, 즉시 라벨을 출력하여 시료를 담은 지퍼백과 플라스틱 박스에 부착하였다(Fig. 3C, D). 라벨에는 시료명, 관리코드명, 시료채취 일자, 채취해역, 관리자 등의 정보가 들어있으며 통합정보시스템과 연결되는 QR 코드가 붙어있어서 PDA를 통해서 기타정보를 확인할 수 있도록 하였다(Fig. 3D). 시료를 담은 박스에는 해저 광물시료 저장고 내의 박스 위치정보를 담은 실리콘 네임택을 부착하여 입고하였다(Fig. 3E).

4. 망간단괴 시료에 대한 자료

망간단괴 탐사 규모

1983년~2012년 기간동안 채취된 망간단괴 시료의 규모를 파악하기 위하여 보고서 자료를 참고하여 정리하였다(과학기술처 1984, 1990, 1991, 1992; 동력자원부 1992; 상공자원부 1993, 1994; 통상산업부 1995; 해양수산부 1996, 1997, 1998, 1999, 2001, 2002, 2003b, 2004, 2005, 2006, 2007b, 2008; 국토해양부 2009, 2010, 2011b, 2012, 2013). 이 기간동안에 망간단괴 사업을 위한 탐사는 총 53회 실시하였는데, 지구물리 자료만 획득했던 KODOS 95-1, KODOS 00-6, KODOS 12-2 탐사를 제외한 50회의 탐사에서 망간단괴 시료를 채취하였다(Table 1). 총 탐사일 수는 출항부터 입항까지의 기간을 기준으로 총 1,532일 동안 탐사를 하였는데, 이 기간동안에 망간단괴 시료 채취 뿐만 아니라 지구물리 탐사와 환경탐사를 위한 해수시료와 생물시료 채취가 병행되었다.

연구선

1983년에 대한민국 망간단괴 사업 최초의 탐사는 하와이대학교 지구물리연구소 소속의 500톤급 전문조사선인 Kana Keoki 호를 임차하여 수행하였으며, 1989년~1991년까지는 영국의 J. Marr사 소속의 종합해양조사선인

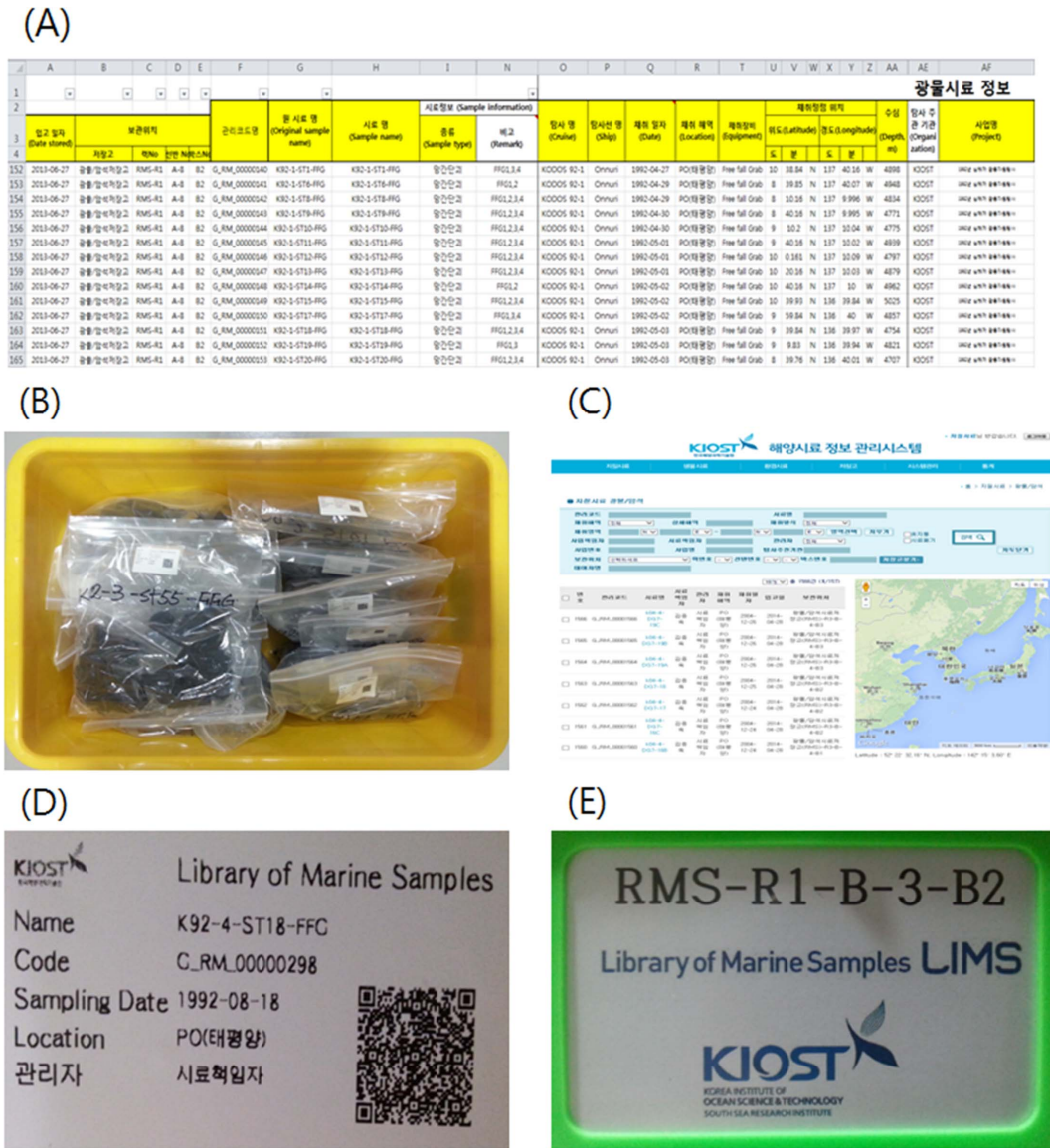


Fig. 3. Sample information on MS Excel spreadsheets (A), nodule samples in the box (B), intergrated information system (C), the label on the box showing name, code, sampling date, location, and manager (D), the tag offering a location information of sample box in the rock and mineral storage (E)

Farnella호(1,431톤)로 탐사를 수행하였다. 대한민국 최초의 본격적인 과학조사선인 온누리호(1,422톤)가 취항함에 따라서 1992년 이후의 망간단괴 탐사는 대부분 온누리호를 사용하여 수행되었다. 1992년 이후 2012년까지 망간단괴 탐사에 온누리호 이외의 연구선을 사용한 경우는 2회가 있다. 러시아 조사선 Yuzhmoregeologiya (5,500톤)는 1985년 우크라이나의 니콜라이에프 조선소에서 건조된 심해저 전용 조사선으로 KODOS 93-1 탐사에 활용되었고, 하와이대학교의 연구선인 KA'IMIKAI-O-KANALOA(1961톤)를 활용하여 KODOS 11-1 탐사를 수행하였다.

망간단괴 시료 채취 방법

수심 4,000~6,000 m의 해저면 위에 놓여 있는 망간단괴는 직경이 1~25 cm인 구형, 타원형, 다단괴형, 쟁반형 불규칙형 등 다양한 형태로 나타난다. 망간단괴는 모스경도로 1~4 정도로 매우 약하기 때문에 채취 방법에 따라서 원형이 깨진 상태로 선상에 올라올 수 있다. 따라서 망간단괴 시료 채취 목적에 맞게 채취방법을 선택해야 한다. 현재까지 우리나라에서 망간단괴를 채취한 장비는 드렛지(dredge), 빔트롤(beam trawl), FFG(free fall grab), BC(box corer), MC(multiple corer) 등이 있다. 드렛지와 빔트롤은 다량의 망간단괴를 회수하기 위하여 해저면을

Table 1. Summary of manganese nodule samples collected for resource evaluation and mine-site identification in 1983-2012

No.	Year	Cruise name	Schedule	Days	Number of stations				R/V	Number of codes				Remark	
					FFG	BC	MC	DG		BT	FFG	BC	MC		DG
1	1983	KONDO 83	11.16~12.07	22	29	7			11	Kana Keoki	13				3
2	1989	KODOS 89-2	10.05~10.28	24	14	19			4	Famellar	13	12			4
3	1990	KODOS 90-1	08.31~09.28	29	27	23			2	Famellar	22	9			3
4	1991	KODOS 91-1	03.27~04.21	26	33	15			2	Famellar	32	10			2
5		KODOS 91-3	08.19~09.11	24	41	7				Famellar	30	2			
6	1992	KODOS 92-1	04.22~05.23	32	67	5				Onnuri	48	1			
7		KODOS 92-2	05.26~06.26	32	57	11				Onnuri	53	4			
8		KODOS 92-3	07.03~08.03	32	62	7				Onnuri	34	1			
9		KODOS 92-4	08.06~09.06	32	59	8				Onnuri	54	3			
10	1993	KODOS 93-1	04.21~06.11	52	150	154				Yuzhmorgeologiya	106	2			
11		KODOS 93-2	06.24~07.22	29	55	4				Onnuri	54	2			
12		KODOS 93-3	07.26~08.24	30	52	6				Onnuri	27	2			
13		KODOS 94-1	05.19~06.19	32	86	4				Onnuri	65				
14	1994	KODOS 94-2	06.22~07.19	28		3				Onnuri		2			
15		KODOS 95-1	05.30~06.28	30	No sampling					Onnuri	No storage				
16		KODOS 95-2	07.01~08.01	32	48	16				Onnuri	41	1			
17		KODOS 95-3	08.06~09.06	32	90	1				Onnuri	78				
18	1996	KODOS 96-1	05.11~06.09	30		41	5	2		Onnuri		20			
19		KODOS 96-2	06.14~07.15	32	37					Onnuri	No storage				
20		KODOS 96-3	07.20~08.19	31	75					Onnuri	No storage				
21		KODOS 97-1	05.19~06.14	27	42					Onnuri	No storage				
22	1997	KODOS 97-2	06.17~07.13	27		15	22	2		Onnuri	No storage				BT 500 kg
23		KODOS 97-3	07.18~08.11	25	11					Onnuri	9				
24	1998	KODOS 98-1	05.22~06.22	32	24			5		Onnuri	No storage				BT 1420 kg
25		KODOS 98-2	06.25~07.26	32		9	27			Onnuri	7				
26	1999	KODOS 99-2	06.15~07.11	27		7	22			Onnuri	No storage				
27		KODOS 99-3	07.14~08.09	27	24			1		Onnuri	15				BT 240 kg

Table 1. Continued

No.	Year	Cruise name	Schedule	Days	Number of stations					R/V	Number of codes			Remark	
					FFG	BC	MC	DG	BT		FFG	BC	MC		DG
28		KODOS 00-4	07.10~08.03	25	20	4	7			Onnuri			No storage		
29	2000	KODOS 00-5	08.09~09.02	25	29		5	2		Onnuri			No storage	BT 1700 kg	
30		KODOS 00-6	09.05~10.05	31			No sampling			Onnuri			No storage		
31	2001	KODOS 01-3	07.08~08.06	30	50		8		40	Onnuri			3	BT 1000 kg	
32		KODOS 01-4	08.12~09.10	30	61		5	3	61	Onnuri				BT 700 kg	
33	2002	KODOS 02-1	05.01~05.30	30	61		5	1	60	Onnuri				BT 700 kg	
34		KODOS 02-2	06.02~07.01	30	65		6		49	Onnuri					
35	2003	KODOS 03-3	07.03~08.01	30		8	17			Onnuri			No storage		
36		KODOS 03-4	08.06~08.29	24	16			3	16	Onnuri				BT 1800 kg	
37	2004	KODOS 04-1	06.30~07.29	30	32		29	3	31	Onnuri				BT 3200 kg	
38		KODOS 04-2	08.02~08.29	28		8	11			Onnuri			No storage		
39	2005	KODOS 05-1	07.17~08.15	30		7	18			Onnuri			No storage		
40		KODOS 05-2	08.19~09.19	32	12		41	7	12	Onnuri				BT 3320 kg	
41	2006	KODOS 06-1	06.28~07.24	27		4	19	4		Onnuri			8	BT 2000 kg	
42		KODOS 06-2	07.27~08.22	27	5		24	2	4	Onnuri			19	BT 580 kg	
43	2007	KODOS 07-1	07.08~08.03	27		10	16			Onnuri			10	9	
44		KODOS 07-2	08.06~09.01	27	50	21		5	28	Onnuri			21	BT 1240 kg	
45	2008	KODOS 08-1	07.15~08.11	27		4	18	2		Onnuri			4	BT 800 kg	
46		KODOS 08-2	08.14~09.10	28	33	13		5	18	Onnuri			13	BT 1700 kg	
47	2009	KODOS 09-1	07.23~08.15	24	11		11	2		Onnuri			9	BT 500 kg	
48		KODOS 09-2	08.18~09.10	24		11	11	2		Onnuri			11	10	
49	2010	KODOS 10-1	07.07~07.30	24		9	14			Onnuri			No storage		
50		KODOS 10-2	08.04~08.27	24		14				Onnuri			No storage		
51	2011	KODOS 11-1	07.10~08.14	36		7	5			KATMIKAI-O-KANALOA			No storage		
52	2012	KODOS 12-1	09.01~09.26	26		9	14			Onnuri			No storage		
53		KODOS 12-2	09.29~10.26	28		No sampling				Onnuri			No storage		
Total				1532	1528	502	349	22	49		1013	146	49	12	BT 21.5 t

BC: box corer; BF: beam trawl; DG: dredge; FFG: free fall grab; MC: multiple corer

훅고 지나가면서 그물망 안으로 망간단괴를 넣는 방법으로 망간단괴의 원형이 많이 깨진 상태로 선상에 올라온다.

드렛지는 1989년~1991년에 Farnella호를 사용하는 동안에만 사용되었으며, 그 후에는 빔트롤을 사용하여 다량의 망간단괴를 회수하였다. FFG는 선상에서 자유낙하식으로 장비를 해저면으로 투하하여 망간단괴를 회수하는 방법으로써, 다른 장비들은 선상으로 올라온 후에 재투하가 가능한 반면에 FFG는 여러대를 거의 동시에 투하할 수 있고, 투하지점과 회수지점이 거의 일치하여 해저면 시료 정점에 대한 신뢰가 높아서 망간단괴 부존률을 파악하는 연구목적으로 가장 적합한 방법이다. 하지만 FFG는 망간단괴 부존률을 계산할 때 반드시 장비의 실수율을 보정하여 사용해야하며 연구선과 연결된 케이블이 없기 때문에 장비가 분실될 가능성이 있는 단점이 있다.

BC는 퇴적물과 망간단괴를 동일한 해저면에서 회수할 수 있는 장비로 BC로 회수된 망간단괴는 부존률을 계산할 때 보정할 필요가 없고, 퇴적물과 망간단괴의 상호작용 연구목적으로 적합한 장점이 있지만 FFG에 비해서 시료 회수에 시간이 많이 걸리는 단점이 있다. MC는 약 30 cm 정도의 표층퇴적물을 안정적으로 회수할 수 있는 장비로 망간단괴 회수장비는 아니다. 하지만 종종 직경이 7 cm 밖에 안되는 코어라이너 안의 표층퇴적물과 함께 회수되는 경우가 발생한다. 따라서 MC로 회수된 망간단괴 시료도 퇴적물과 망간단괴의 관계를 규명하는 연구목적에 사용될 수 있다. 1983년~2012년 기간동안에 채취 장비별 망간단괴 정점수를 파악해보면 FFG를 투하한 정점수가 1528회로 가장 많고, BC가 502회, MC가 349회, 드렛지가 22회, 빔트롤이 49회로 나타났다(Table 1). 빔트롤 장비를 사용하여 1997년~2009년 기간동안 21.5톤의 망간단괴가 채취되었지만 대부분 망간단괴 시료는 제련연구를 위하여 소진되었다.

해저 광물 시료 저장고에 입고된 망간단괴 시료

망간단괴 시료중 일부는 파쇄하여 화학분석을 하거나 전시용 시료를 만드는 과정에서 소진되었으며, 일부 시료는 한국지질자원연구원과 공동연구를 위하여 사용되었고, 2010년 이후에 탐사한 망간단괴 시료는 아직 입고가 되지 않았기 때문에 해저 광물 시료 저장고로 입고된 망간단괴 시료의 규모가 보고서의 기록보다는 적게 나타난다. 보고서 기록과 해저 광물 시료 저장고에 입고된 망간단괴 시료의 항차와 시료채취 방법을 비교하여 정리하였다(Table 1).

현재까지 해저 광물 시료 저장고에는 망간단괴 시료가 1983년~2009년까지 35항차의 시료가 입고되었으며, 555 × 395 × 310 mm 크기의 박스 116개로 정리하여 입고되었다. 망간단괴 시료는 한 정점당 한 개의 관리코드가 부여되었으며 1,220개의 관리코드가 생산되었다(Table 2). 관리코드를 망간단괴 채취방법에 의해 분류하면 FFG가 1013개로 가장 많고, BC 146개, MC 49개, 드렛지 12개의 순으로 입고되었으며 빔트롤로 채취한 망간단괴는 입고되지 않았다. 현재까지 최종적으로 해저 광물 시료 저장고에 입고된 망간단괴 시료는 정점도로 표기하였다(Fig. 4).

5. 해저광물시료 열람 및 대여방법

현재 해저광물시료는 해양시료도서관 포탈에 접속하여 열람이 가능하다. 열람은 '시료보유현황'의 '지질시료'를 클릭한 후에 '시료종류'에서 '광물/암석'으로 검색하면 현재까지 입고된 광물/암석분야의 시료를 확인할 수 있다(Fig. 5A). 시료의 검색은 좌표검색과 영역검색이 모두 가능하며, 검색을 통해 자료가 있는 경우에는 지도에 표기된다. '채취해역'이나 '상세해역'을 이용하여 자료의 범위를 축소할 수 있으며, 지도에 표기된 정점을 클릭하면 시료리스트가 생성되고, 리스트의 시료명을 클릭하면 지질시료

Table 2. The number of boxes and codes stored at the rock and mineral storage in LIMS

Cruse name	No. of boxes	No. of codes	Cruse name	No. of boxes	No. of codes	Cruse name	No. of boxes	No. of codes
KONDO 83	2	16	KODOS 93-3	3	29	KODOS 02-2	3	49
KODOS 89-2	11	29	KODOS 94-1,2	5	67	KODOS 03-4	1	16
KODOS 90-1	4	34	KODOS 95-2	3	42	KODOS 04-1	3	31
KODOS 91-1	5	44	KODOS 95-3	5	78	KODOS 05-2	1	12
KODOS 91-3	2	32	KODOS 96-1	1	20	KODOS 06-1,2	1	31
KODOS 92-1	3	49	KODOS 97-3	1	9	KODOS 07-1	2	19
KODOS 92-2	6	57	KODOS 98-2	1	7	KODOS 07-2	5	49
KODOS 92-3	2	35	KODOS 99-3	3	15	KODOS 08-1	1	4
KODOS 92-4	5	57	KODOS 01-3	5	43	KODOS 08-2	4	31
KODOS 93-1	4	108	KODOS 01-4	7	61	KODOS 09-1	1	9
KODOS 93-2	6	56	KODOS 02-1	8	60	KODOS 09-2	2	21

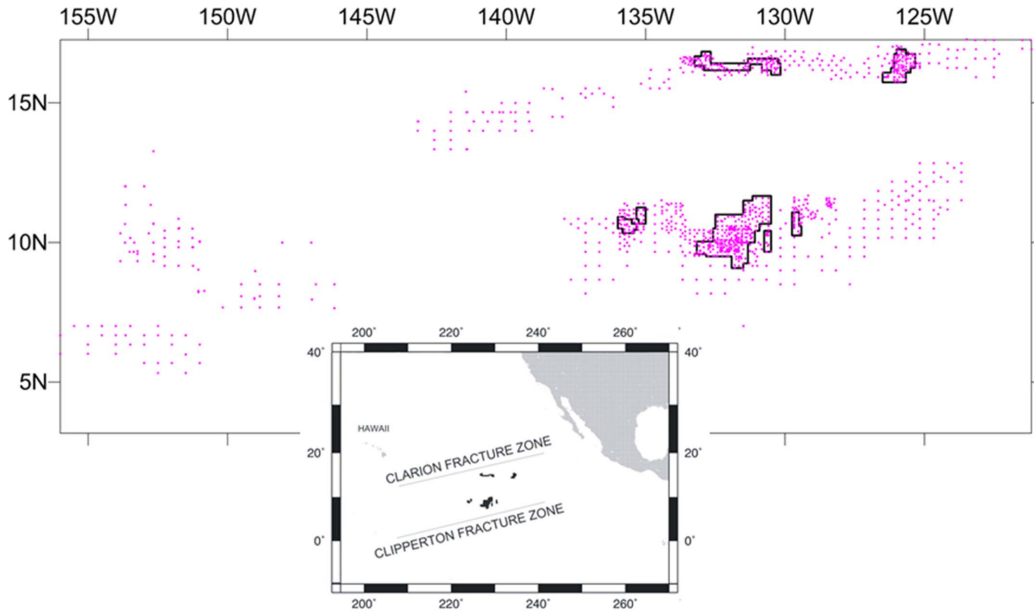


Fig. 4. Manganese nodule sample location map which contains 1220 sample codes

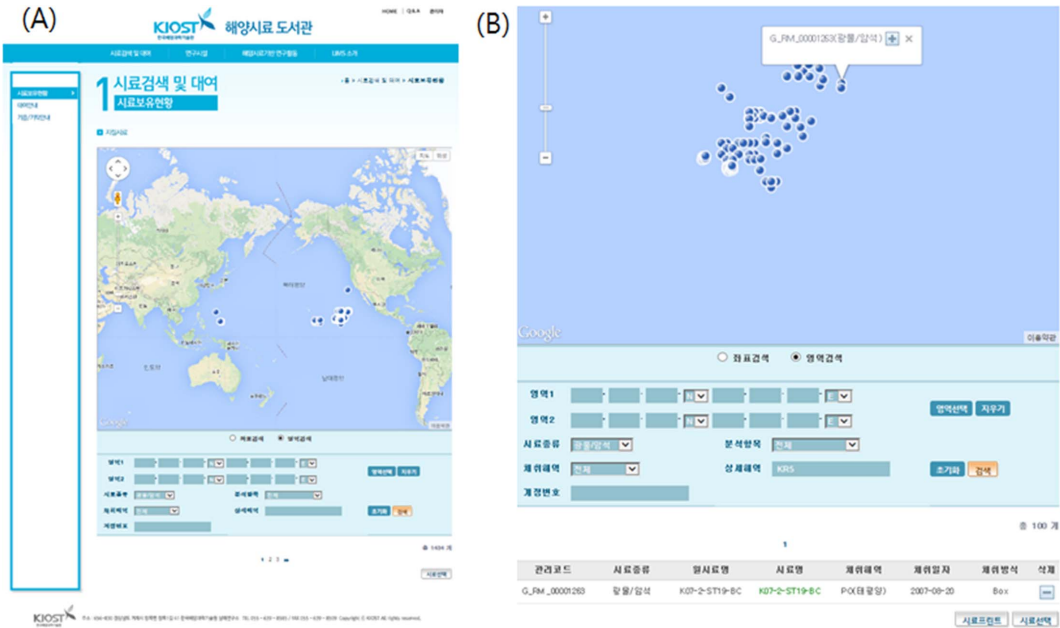


Fig. 5. Sample search and rental page in the LIMS portal site

상세정보가 나타나는데, 현재까지 광물시료 검색시스템을 통하여 열람이 가능한 정보는 관리코드, 시료명, 채취위치, 채취방식, 채취일자, 시료종류 등이 있다(Fig. 5B). 망간단괴는 국가 전략광물로써 시료 대여가 제한적이다. 망간단괴 시료 대여는 ‘대여안내’의 ‘지질시료 대여신청서’ 중 ‘광물시료 대여신청서’를 작성하여 제출하면 시료관리 책임 부서의 심사를 통하여 제한적으로 시료 대여가 가능하다.

6. 결 론

1983년~2012년 동안 망간단괴 시료는 총 50회 탐사를 통하여 2450회 채취되었으며, 채취장비별로 드렛지 22회, 빔트롤 49회, FFG 1528회, BC502회, MC349회 수행하였다. 해저 광물 시료 저장고에는 1983년~2009년까지의 시료가 입고되어 있으며, 드렛지 12회, FFG 1013회, BC146회, MC49회 시료가 입고되어 광물시료 관리코드 1220개

가 생성되었다.

현재 해양시료 정보 관리시스템에 기본시료정보, 사업 정보, 시료도서관 관리정보가 입력되어 있으며, 향후에 심층시료정보가 추가될 예정인데, 분석자료등 심층시료정보는 참고문헌에 명시된 보고서를 통해서 확인이 가능하다.

해저 광물시료 저장고에는 망간간괴 시료가 연도별, 항차별, 시료 채취 장비별로 분류되어 보관되어 있으며, 해양시료도서관 포탈을 통하여 열람이 가능하며, 규정에 의하여 시료 대여요청을 하는 경우에는 시료관리 책임 부서의 심사를 통하여 망간간괴 연구의 목적에 따라 제한적으로 대여가 가능하다.

사 사

본 연구는 한국해양과학기술원의 “해양시료도서관 운영 및 활성화(PO01150)”와 “태평양 심해저 광물자원 개발(PM57950)”의 지원으로 수행되었습니다. 유익한 조언을 해주신 익명의 심사위원님들께 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

- 국토해양부 (2009) 2008 심해저 광물자원 개발사업 보고서: (I) 자원탐사 및 환경연구. 한국해양연구원, CRPM 51101-2042-5, 596 p
- 국토해양부 (2010) 2009 심해저 광물자원 개발사업 보고서: (I) 자원탐사 및 심해환경연구. 한국해양연구원, CRPM 54901-2171-5, 522 p
- 국토해양부 (2011a) 3단계 심해저 광물자원 개발사업 보고서 일차 채광후보지역 선정. 한국해양연구원, BSPM 55650-2267-5, 76 p
- 국토해양부 (2011b) 2010 심해저 광물자원 개발사업 보고서: (I) 자원탐사 및 심해환경연구. 한국해양연구원, BSPM 55650-2267-5, 521 p
- 국토해양부 (2012) 2011 심해저 광물자원 개발사업 보고서: (I) 자원탐사 및 심해환경연구. 한국해양연구원, BSPM 56280-10094-2, 504 p
- 국토해양부 (2013) 2012 심해저 광물자원 개발사업 보고서: (I) 자원탐사 및 심해환경연구. 한국해양연구원, BSPM 56920-10210-5, 517 p
- 과학기술처 (1984) 심해저 광물자원 개발연구 (II): 탐사부문. 한국과학기술원 부설 해양연구소, BSPG 00022-83-5, 252 p
- 과학기술처 (1990) 심해저 광물자원 개발전략 연구(II): 탐사 분야. 한국해양연구소, BSPG 00094-296-5, 1093 p
- 과학기술처 (1991) 태평양 심해저 광물자원 개발 연구. 한국해양연구소, BSPG 00118-369-5, 1101 p
- 과학기술처 (1992) 태평양 심해저 광물자원 개발 연구. 한국해양연구소, BSPG 00143-2-452-5, 720 p
- 동력자원부 (1992) '92 심해저 광물자원 탐사용역 보고서: (I) 실효역 탐사. 한국해양연구소, 한국자원연구소, 366 p
- 상공자원부 (1993) '93 심해저 광물자원 탐사용역 보고서: (I) 실효역 탐사. 한국해양연구소, 한국자원연구소, 496 p
- 상공자원부 (1994) '94 심해저 광물자원 탐사 보고서: (I) 광구 탐사. 한국해양연구소, 한국자원연구소, 대한광업진흥공사, 708 p
- 통상산업부 (1995) '95 심해저 광물자원 탐사 보고서: (I) 광구 탐사. 한국해양연구소, 한국자원연구소, 763 p
- 해양수산부 (1996) '96 심해저 광물자원 탐사 보고서: (I) 정밀탐사 및 환경연구. 한국해양연구소, 한국자원연구소, 954 p
- 해양수산부 (1997) '97 심해저 광물자원 탐사 보고서: (I) 정밀탐사 및 환경연구. 한국해양연구소, 한국자원연구소, 843 p
- 해양수산부 (1998) '98 심해저 광물자원 탐사 보고서: (I) 정밀탐사 및 환경연구. 한국해양연구소, 한국자원연구소, 1209 p
- 해양수산부 (1999) '99 심해저 광물자원 탐사 보고서: (I) 자원탐사 및 환경연구. 한국해양연구소, 대우중공업, CRPM 99019-00-1201-7, 780 p
- 해양수산부 (2001) 2000 심해저 광물자원 탐사 보고서: (I) 자원탐사 및 환경연구. 한국해양연구원, CRPM 00051-00-1315-5, 594 p
- 해양수산부 (2002) 2001 심해저 광물자원 탐사 보고서: (I) 자원탐사 및 환경연구. 한국해양연구원, CRPM 088-00-1387-5, 559 p
- 해양수산부 (2003a) 자원의 보고 심해저. 한국해양연구원, 158 p
- 해양수산부 (2003b) 2002 심해저 광물자원 탐사 보고서: (I) 자원탐사 및 환경연구. 한국해양연구원, CRPM 137-00-1503-5, 683 p
- 해양수산부 (2004) 2003 심해저 광물자원 탐사 보고서: (I) 자원탐사 및 환경연구. 한국해양연구원, CRPM 197-00-1582-5, 770 p
- 해양수산부 (2005) 2004 심해저 광물자원 탐사 보고서: (I) 자원탐사 및 환경연구. 한국해양연구원, CRPM 26800-1685-5, 645 p
- 해양수산부 (2006) 2005 심해저 광물자원 탐사 보고서: (I) 자원탐사 및 환경연구. 한국해양연구원, CRPM 32100-1782-5, 659 p
- 해양수산부 (2007a) 2단계 심해저 광물자원개발 보고서. 한국해양연구원, CRPM 38200-1838-5, 161 p
- 해양수산부 (2007b) 2006 심해저 광물자원 탐사 보고서: (I) 자원탐사 및 환경연구. 한국해양연구원, CRPM 38200-1838-5, 595 p
- 해양수산부 (2008) 2007 심해저 광물자원 탐사 보고서: (I) 자원탐사 및 환경연구. 한국해양연구원, CRPM 44000-1936-5, 755 p

국문 참고자료의 영어 표기

English translation / Romanization of references originally written in Korean

- Ministry of and Energy and Resources (1992) '92 Deep seabed mineral resources exploration report: (I). KORDI, KIGAM, 366 p (in Korean)
- Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2009) 2008 Deep seabed mineral resources exploration report: (I). KORDI, CRPM 51101-2042-5, 596 p (in Korean)
- Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2010) 2009 Deep seabed mineral resources exploration report: (I). KORDI, CRPM 54901-2171-5, 522 p (in Korean)
- Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2011a) Three-phase deep seabed mineral resources exploration report. KORDI, BSPM 55650-2267-5, 76 p (in Korean)
- Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2011b) 2010 Deep seabed mineral resources exploration report: (I). KORDI, BSPM 55650-2267-5, 521 p (in Korean)
- Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2012) 2011 Deep seabed mineral resources exploration report: (I. KORDI, BSPM 56280-10094-2, 504 p (in Korean)
- Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2013) 2012 Deep seabed mineral resources exploration report: (I). KIOST, BSPM 56920-10210-5, 517 p (in Korean)
- Ministry of Maritime Affairs and Fisheries (1996) '96 Deep seabed mineral resources exploration report: (I). KORDI, KIGAM, 954 p (in Korean)
- Ministry of Maritime Affairs and Fisheries (1997) '97 Deep seabed mineral resources exploration report: (I). KORDI, KIGAM, 843 p (in Korean)
- Ministry of Maritime Affairs and Fisheries (1998) '98 Deep seabed mineral resources exploration report: (I). KORDI, KIGAM, 1209 p (in Korean)
- Ministry of Maritime Affairs and Fisheries (1999) '99 Deep seabed mineral resources exploration report: (I). KORDI, Daewoo heavy industries Ltd., CRPM 99019-00-1201-7, 780 p (in Korean)
- Ministry of Maritime Affairs and Fisheries (2001) 2000 Deep seabed mineral resources exploration report: (I). KORDI, CRPM 00051-00-1315-5, 594 p (in Korean)
- Ministry of Maritime Affairs and Fisheries (2002) 2001 Deep seabed mineral resources exploration report: (I). KORDI, CRPM 088-00-1387-5, 559 p (in Korean)
- Ministry of Maritime Affairs and Fisheries (2003a) Repository of resources, deep seabed. KORDI, 158 p (in Korean)
- Ministry of Maritime Affairs and Fisheries (2003b) 2002 Deep seabed mineral resources exploration report: (I). KORDI, CRPM 137-00-1503-5, 683 p (in Korean)
- Ministry of Maritime Affairs and Fisheries (2004) 2003 Deep seabed mineral resources exploration report: (I). KORDI, CRPM 197-00-1582-5, 770 p (in Korean)
- Ministry of Maritime Affairs and Fisheries (2005) 2004 Deep seabed mineral resources exploration report: (I). KORDI, CRPM 26800-1685-5, 645 p (in Korean)
- Ministry of Maritime Affairs and Fisheries (2006) 2005 Deep seabed mineral resources exploration report: (I). KORDI, CRPM 32100-1782-5, 659 p (in Korean)
- Ministry of Maritime Affairs and Fisheries (2007a) Two-phase deep seabed mineral resources exploration report. KORDI, CRPM 38200-1838-5, 161 p (in Korean)
- Ministry of Maritime Affairs and Fisheries (2007b) 2006 Deep seabed mineral resources exploration report: (I). KORDI, CRPM 38200-1838-5, 595 p (in Korean)
- Ministry of Maritime Affairs and Fisheries (2008) 2007 Deep seabed mineral resources exploration report: (I). KORDI, CRPM 44000-1936-5, 755 p (in Korean)
- Ministry of Science and Technology (1984) A study on the deep seabed mining (II): Cruise report. KIST, BSPG 00022-83-5, 252 p (in Korean)
- Ministry of Science and Technology (1990) A study on the strategy for the development of deep seabed mineral resources (II): Cruise report. KORDI, BSPG 00094-296-5, 1093 p (in Korean)
- Ministry of Science and Technology (1991) A study on the strategy for the development of deep seabed mineral resources. KORDI, BSPG 00118-369-5, 1101 p (in Korean)
- Ministry of Science and Technology (1992) A study on the strategy for the development of deep seabed mineral resources. KORDI, BSPG 00143-2-452-5, 720 p (in Korean)
- Ministry of Trade, Industry and Energy (1993) '93 Deep seabed mineral resources exploration report: (I). KORDI, KIGAM, 496 p (in Korean)
- Ministry of Trade, Industry and Energy (1994) '94 Deep seabed mineral resources exploration report: (I). KORDI, KIGAM, KORES, 708 p (in Korean)
- Ministry of Trade, Industry and Energy (1995) '95 Deep seabed mineral resources exploration report: (I). KORDI, KIGAM, 763 p (in Korean)

Received Sep. 30, 2014

Revised Oct. 24, 2014

Accepted Nov. 11, 2014