

COMISIÓN PREPARATORIA DE LA AUTORIDAD
INTERNACIONAL DE LOS FONDOS MARINOS
Y DEL TRIBUNAL INTERNACIONAL DEL
DERECHO DEL MAR

Nueva York, 1° a 12 de agosto de 1994

INFORMES SOBRE LA FORMACIÓN RECIBIDA EN EL MARCO
DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN DEL JAPÓN

	<u>Página</u>
I. INFORME DEL SR. PRAMUAN KOHPINA (TAILANDIA), PASANTE EN GEOLOGÍA	2
II. INFORME DEL SR. EU-DUG HWANG (REPÚBLICA DE COREA), PASANTE EN GEOFÍSICA	5
III. INFORME DEL SR. MAHMOUD MOHAMMAD-TAHERI (REPÚBLICA ISLÁMICA DEL IRÁN), PASANTE EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA	10

I. INFORME DEL SR. PRAMUAN KOHPINA, PASANTE EN GEOLOGÍA

Curso de capacitación: "Explotación de los recursos minerales de los fondos marinos", en el Instituto Geológico del Japón y a bordo del buque de investigación Hakurei Maru No. 2.

Duración: Del 17 de mayo de 1993 al 27 de febrero de 1994

Programas de capacitación

Se espera que el pasante adquiriera conocimientos y técnicas en esta disciplina, para llevar a cabo:

- a) Análisis y resúmenes de los datos geológicos en el área reservada para la Autoridad;
- b) Establecimiento y gestión de una base de datos geológicos;
- c) Supervisión o seguimiento de las actividades de exploración en el área reservada para la Autoridad;
- d) Selección de una zona para la explotación minera.

Primera fase: 17 de mayo a 19 de junio de 1993

Curso de lengua japonesa en el Instituto de Idiomas del Organismo Japonés de Cooperación Internacional en Hatagaya-Tokio.

Los pasantes asistieron al "curso intensivo de lengua japonesa", que tuvo lugar de lunes a viernes, cinco horas diarias, durante cuatro semanas, con un total de 95 horas. El programa del curso consistía en prácticas de conversación en el idioma japonés utilizado en la vida cotidiana del país, por ejemplo para realizar compras en unos grandes almacenes, cenar en un restaurante, viajar en tren o conversar con personas de habla japonesa.

Segunda fase: Del 22 de junio al 23 de octubre de 1993

Formación teórica y práctica en el Instituto Geológico del Japón (GSI).

Programas de capacitación

Resultado

- | | |
|--|-----------|
| 1. Petrografía, minerología y geoquímica de los nódulos | Con éxito |
| 2. Características de los sedimentos de los fondos marinos | Con éxito |
| 3. Presentación y génesis de los nódulos | Con éxito |
| 4. Métodos sistemáticos para la exploración de los nódulos | Con éxito |
| 5. Evaluación de las reservas de nódulos | Con éxito |

Actividades

1. Conferencias sobre diversos temas relacionados con los yacimientos de nódulos de manganeso

Conferencias colectivas para todos los pasantes durante 10 días (dos semanas) a cargo de geólogos experimentados, geofísicos, ingenieros del Instituto Geológico (GSI), del Deep Ocean Resources Co. Ltd. (DORD) y del National Institute for Resources and the Environment (NIRE). Estas conferencias versaron sobre geología, estudios geológicos marinos, estudios geofísicos marinos, geología de los nódulos de manganeso, recursos minerales de los fondos marinos, métodos de prospección de los nódulos, evaluación del impacto ambiental de las actividades mineras en los fondos marinos, métodos de refinamiento de los nódulos, actividades del Japón relacionadas con la prospección de los recursos minerales marinos, evaluación de los yacimientos de nódulos, tecnología para la explotación minera de los nódulos, y actividades de investigación japonesas sobre geología marina.

2. Evaluación de las reservas de minerales: informe de 35 páginas

Ejercicio de evaluación de las reservas de nódulos en el Pacífico central sobre la base de los datos reunidos por el Instituto Geológico del Japón. Estos datos, que se referían a 555 nódulos recogidos en 178 estaciones de muestreo, fueron analizados a fin de evaluar el potencial económico de los yacimientos de nódulos de manganeso. Los resultados revelaron la existencia de cinco zonas con potencial económico, que cubría una superficie de unos 660.000 km², con unas reservas totales de 9.000 millones de toneladas métricas de nódulos aproximadamente. Preparación del informe titulado "Estimación de las reservas de nódulos de manganeso de una zona del sector septentrional de la cuenca central del Pacífico".

3. Nódulos del crucero de exploración NH93: ejercicios de laboratorio

Ejercicios con muestras de sedimentos y nódulos de manganeso obtenidos durante el crucero NH93, en el Pacífico septentrional. Experiencias de laboratorio para analizar la morfología, estructura interna y minerología de los nódulos de manganeso, incluido el análisis de los nódulos con el microscopio electrónico.

Tercera fase: 24 de octubre a 2 de diciembre de 1993

Programa de capacitación a bordo del buque de investigación Hakurei Maru No. 2.

Programas de capacitación

Resultado

- | | |
|---|-----------|
| 1. Planificación del crucero de exploración | Con éxito |
| 2. Muestreo de nódulos y sedimentos | Con éxito |
| 3. Tomas y análisis de fotografías de los fondos marinos | Con éxito |
| 4. Análisis químico de los nódulos, a bordo | Con éxito |
| 5. Cálculo de la posición exacta de la plataforma remolcada | Con éxito |
| 6. Procesamiento de los datos sobre los nódulos | Con éxito |
| 7. Evaluación de las reservas de mineral | Con éxito |

/...

Actividades

1. Conferencias

Los miembros del Deep Ocean Resources Development, Co. (DORD) dieron conferencias sobre los temas antes mencionados.

2. Ejercicios de exploración

Los miembros del (DORD) proporcionaron capacitación práctica en las disciplinas antes mencionadas en la zona Clarion-Clipperton, en el Océano Pacífico, durante seis semanas aproximadamente. Entre las actividades de exploración, figuraron la toma de muestras de los fondos marinos, la toma de fotografía en los fondos marinos, los análisis químicos a bordo y los estudios geofísicos.

Cuarta fase: del 3 de diciembre de 1993 al 27 de febrero de 1994

Continuación de la capacitación teórica y práctica en el Instituto Geológico del Japón.

Programas previstos

Resultado

Investigación sobre algunos temas seleccionados

Con éxito

Actividades

1. Informe sobre el crucero de exploración, 70 páginas

Análisis y compilación de los datos recogidos a bordo del Hakurei Maru No. 2, y preparación de un informe sobre el crucero. Estos datos se referían en particular a la topografía de los fondos marinos, distribución de la abundancia de los nódulos a partir de señales acústicas según el sistema de exploración de multifrecuencias (MFES), perfiles de los sedimentos de los fondos submarinos, morfología y forma de presentación de los nódulos, reservas de nódulos y metales, y minerología de los nódulos y sedimentos.

2. Manual de instrucciones para la prospección de los nódulos de manganeso: informe de 113 páginas

Preparación de un manual de instrucciones titulado "Geología y prospección de los nódulos de manganeso", compuesto de tres partes y escrito en colaboración con los otros dos pasantes, cada uno de los cuales se encargó de una parte. El informe constituye un resumen de los conocimientos sobre los nódulos de manganeso adquiridos durante todo el período de capacitación, incluida la capacitación a bordo, con miras a la preparación de un manual provisional de instrucciones para el estudio de las reservas de nódulos de manganeso en el área reservada para la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos en la zona de Clarion-Clipperton, que constituye el objetivo final de este curso de capacitación.

II. INFORME DEL SR. EU-DUG HWANG (REPÚBLICA DE COREA),
PASANTE EN GEOFÍSICA

Asistí al curso de capacitación en exploración de los recursos minerales de los fondos marinos ofrecido por el Japón como primer inversionista con arreglo a la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar.

Los programas de capacitación se dividieron en las cuatro fases siguientes.

1. Introducción general (17 de mayo a 20 de junio de 1993, 5 semanas en Tokio): orientación y curso de lengua japonesa.

2. Capacitación teórica y práctica (21 de junio a 20 de octubre de 1993, 17 semanas, en el Instituto Geológico del Japón (GSJ)¹.

2.1 Conferencias

- Geología marina y nódulos de manganeso: Dr. Nakao y Dr. Okuda (GSJ);
- Estudio geofísico marino: Dr. Ishihara (GSJ);
- Evaluación del impacto ambiental de la explotación minera de los fondos marinos: Dr. Nakata (NIRE);
- Método de refinamiento de los nódulos de manganeso: Dr. Saito (NIRE)²;
- Actividades del Japón en materia de prospección de los recursos minerales marinos y evaluación de los yacimientos de los nódulos de manganeso: Sr. Fujioka (DORD);²
- Tecnología de la explotación de los nódulos de manganeso: Dr. Yamazaki (NIRE);
- Actividades de investigación del Japón en geología marina y sedimentología: Dr. Nakao (GSJ).

2.2 Estudio teórico

El Instituto Geológico facilitó diversos informes sobre cruceros de investigación relacionados con la geología marina, geofísica y yacimientos de nódulos de manganeso en el sector meridional de la cuenca central del Pacífico, llevados a cabo por el Instituto entre 1976 y 1982. El Instituto nos facilitó diversos manuales, computadoras, datos y muestras. Personalmente, estudié los métodos sistemáticos para la exploración de los nódulos de manganeso, utilizando a tal efecto el informe sobre estos cruceros de investigación y otros muchos textos.

- 1) Planificación de la exploración (objetivo, programa y método);
- 2) Método de exploración acústica y evaluación del programa de exploración:
 - Topografía submarina;

- Perfiles de los substratos;
- Relación entre la distribución de los nódulos de manganeso y la estratigrafía acústica;
- Procesamiento informático de los datos geofísicos (el Dr. Ishihara nos enseñó cómo levantar mapas topográficos, mapas de anomalías magnéticas y mapas de anomalías gravimétricas;
- Interpretación de los datos geofísicos.

2.3 Viaje de estudio (13 a 17 de octubre, 5 días)

1) Actividades de investigación del Japón sobre los fondos marinos: Centro Japonés de Ciencia y Tecnología Marina (JAMSTEC)³;

2) Geoquímica de los sedimentos de los fondos marinos (Universidad de Kyoto);

3) Mineralización vulcanogénica y su relación con los yacimientos hidrotérmicos submarinos (Instituto de Investigaciones Vulcanológicas, dependiente de la Universidad de Kyoto).

3. Capacitación a bordo (seis semanas)

3.1 Descripción del crucero DORD 93-5

1) Duración: del 24 de octubre al 30 de noviembre (38 días)

2) Resumen del crucero:

24 a 26 de octubre. Preparación del crucero

27 de octubre, 15.00 horas. Salida de Honolulu

31 de octubre, 03.00 horas. Llegada a la zona de estudio; recuperación del medidor de corrientes y estudio geológico (toma de muestras) y geofísico

26 de noviembre, 14.00 horas. Terminación de la exploración acústica y salida

30 de noviembre, 8.00 horas. Llegada a Honolulu.

3.2 Finalidad del curso de capacitación a bordo

1) Adquirir experiencia y aprender la metodología de la exploración de los nódulos de manganeso como pasante en el marco de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar;

2) Un geofísico tiene que aprender los siguientes métodos de exploración:

- Planificación de la exploración;

- Métodos acústicos de exploración de los nódulos con el fin de levantar un mapa topográfico, calcular la estructura de los substratos submarinos, estimar la abundancia de nódulos y levantar un mapa de presión acústica;
- Procesamiento informático y filtraje de los datos acústicos;
- Técnicas de posicionamiento;
- Medición de las propiedades físicas del agua por el sistema de conductividad/temperatura/profundidad (CTD).

3.3 Programas de capacitación

1) Introducción general: finalidad del crucero de estudio, actividades del DORD, presentación del Hakurai Maru No. 2 y tripulación (científico principal: Sr. Fujioka; capitán, Sr. Endo);

2) Métodos de muestreo: equipo de muestreo y tratamiento de muestras (geólogo principal: Sr. Kuriyama);

3) Métodos de exploración acústica: explicación de los diferentes sistemas de exploración acústica (registrador de profundidad (PDR), perfilador de los fondos submarinos (SBP), batímetro de haz estrecho (NBS), ecobatímetro de haces múltiples (MBES), sonar de barrido lateral (SSS) y conductividad/temperatura/profundidad (CTD) y teoría de la exploración acústica (geofísico principal: Sr. Maeda y Sr. Saito);

4) Observación de los fondos marinos: cámara de toma fija y cámara de toma continua de los fondos marinos (Ku);

5) Posicionamiento: GPS y NNSS (Ma y oficial);

6) Registro y procesamiento de datos: funciones en conexión con la computadora y sin conexión con la computadora (Ma y el ingeniero jefe de computadoras: Sr. Murayama);

7) Planificación de la exploración: planificación y procedimientos en la zona de capacitación (Fu, Ku y Ma).

3.4 Investigaciones en la zona de capacitación

DORD nos dejó dos días para que realizásemos exploraciones por nuestra cuenta. Aprendimos muchas cosas gracias al crucero DORD 93-5.

4. Fase final (13 semanas)

Al término del período de capacitación, estudié⁴ métodos de exploración acústica y diseño del estudio de los nódulos de manganeso, y preparé un informe final.

5. Conclusiones e impresiones

Las principales consideraciones por lo que respecta a los aspectos económicos de los nódulos de manganeso de los fondos marinos son el contenido de metal, la extensión y gama de tamaños de los nódulos, la continuidad de los yacimientos, la topografía del fondo del mar y el carácter de los sedimentos asociados.

Gracias al curso de capacitación y al crucero de estudio adquirí múltiples conocimientos sobre los nódulos de manganeso:

- 1) Planificación del crucero para los estudios acústicos;
- 2) Estudios acústicos (NBS, PDR, SPB, MFES y MBES);
- 3) Procesamiento de datos;
- 4) Posicionamiento (GPS, NNSS, Loran-C).

Ha sido para mí un gran placer participar en este curso de capacitación. El Instituto Geológico y el Hakurai Maru No. 2 estaban equipados con todos los instrumentos necesarios para estudiar los aspectos importantes de los nódulos de manganeso. Los científicos del Instituto y del DORD poseen una experiencia y unos conocimientos considerables en materia de exploración.

Quiero dar las gracias al Director de Geología Marina, Dr. Nakao y al Dr. Usui y demás científicos del Instituto y miembros de la tripulación del Hakurei Maru No. 2 así como a todos los miembros del DORD.

Notas

¹ El Instituto Geológico del Japón (GSJ) forma parte de la Agencia de Ciencia y Tecnología Industrial (AIST) del Ministerio de Comercio Internacional e Industria (MITI). El Instituto está equipado con una de las mejores instalaciones y dotado de una plantilla de investigadores de primera categoría del Japón en la esfera de las ciencias terrestres.

² National Institute for Resources and the Environment (NIRE) (Instituto Nacional de Recursos y Medio Ambiente.

Deep Ocean Resources Development Co. Ltd. (DORD).

³ JAMSTEC es una organización semioficial dependiente de la Agencia de Ciencia y Tecnología. Posee buques de investigación de superficie (el Natusushima, el Yokosuka y el Kaiyo) así como buques de investigación sumergibles (el Shinkai 2.000 y el Shinkai 6.500). JAMSTEC ha construido un batiscafo de control a distancia adecuado para la exploración de los fondos marinos.

⁴ Viaje de estudio (12 a 15 de enero de 1994, cuatro días): visité la Oficina Hidrográfica y la Universidad de Yamagata (la Oficina Hidrográfica publica diversos mapas y folletos hidrográficos, tales como cartas náuticas e instrucciones de navegación que contienen distintos tipos de información necesaria para la seguridad de la navegación en el mar).

/...

III. INFORME DEL SR. MAHMOUD MOHAMMAD-TAHERI (REPÚBLICA ISLÁMICA DEL IRÁN), PASANTE EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Introducción

1. Intensas actividades de investigación llevadas a cabo durante los últimos 20 años han revelado ciertos recursos minerales nuevos en los fondos marinos, tales como los nódulos de ferromanganeso, que cubren la superficie relativamente llana del lecho oceánico, a una profundidad de 4.000 a 6.000 metros, capas de ferromanganeso ricas en cobalto así como yacimientos de sulfuro masivo polimetálico.

2. Los nódulos de manganeso están distribuidos en extensas zonas en forma de yacimientos bidimensionales que contiene más de 30 tipos de metales útiles, tales como manganeso, níquel, cobre y cobalto. Se ha confirmado que estos metales representan unas reservas varias veces superiores al volumen total de los recursos terrestres, equivalentes a decenas de miles de años de consumo en todo el mundo. Así pues, se han hecho grandes esfuerzos para explorar estos enormes recursos.

3. A este respecto, las Naciones Unidas han establecido una organización denominada "Derecho del Mar", que trata de capacitar a distintos participantes a fin de explorar los mencionados recursos en las aguas internacionales. El Japón, como país primer inversor en esta esfera, ha aceptado a tres pasantes en acuerdo con las Naciones Unidas para seguir un curso de "Exploración de los recursos minerales de los fondos marinos" cuyos detalles figuran en las secciones siguientes.

Capacitación

4. La capacitación se llevó a cabo entre el 17 de mayo de 1993 y el 27 de febrero de 1994 en las cuatro fases siguientes.

5. Primera fase. Se impartió un curso de orientación general, incluido un curso de lengua japonesa, en el Centro Internacional Tokio, en Hatagaya, del 24 de mayo al 19 de junio de 1993. Durante este período, obtuvimos un conocimiento suficiente del japonés para podernos adaptar en la vida en el Japón.

6. Segunda fase. Las clases teóricas comenzaron el 29 de junio de 1993 en el Instituto Geológico del Japón (GSJ). El contenido del curso fué el siguiente: Geología marina, por el Dr. Okuda, del GSJ; Estudio geológico marino; Geología de los nódulos de manganeso; Sedimentología; Actividades japonesas de investigación en geología marina y métodos de prospección de los nódulos de manganeso, por el Dr. Nakao, del GSJ; Estudio geofísico marino, por el Dr. Ishihara, del GSJ; Evaluación del impacto ambiental de la explotación minera de los fondos marinos, por el Dr. Nakata, del NIRE; Métodos de refinamiento de los nódulos de manganeso, por el Sr. Saito, del NIRE; Actividades japonesas de prospección de los recursos minerales marinos y evaluación de los depósitos de nódulos de manganeso por el Sr. Fujioka del DORD; y Tecnología marina de los nódulos de manganeso, por el Dr. Yamazaki, del NIRE.

7. Los ejercicios prácticos de esta fase se llevaron a cabo a bordo del R/V Hakurei-Marú No. 1, en el mar del Japón, del 11 al 30 de julio de 1993. La finalidad de esta capacitación era familiarizar a los pasantes con el equipo e instalaciones del buque y con los experimentos sísmicos en el mar. A continuación figura una breve descripción de las instalaciones en el R/V Hakurei-Marú No. 1.

Laboratorio No. 1

8. En este laboratorio utiliza el método de reflexión sísmica, el sonar y la medición del campo magnético. Durante los trabajos de exploración sísmica, el buque remolca dos cañones de aire comprimido así como un explorador de transductores de canal único "ell". Los cañones de aire comprimido constituyen fuentes sonoras neumáticas no explosivas y disparados simultáneamente cada seis segundos transmiten energía acústica al fondo del mar. Parte de esta energía penetra los fondos marinos y se refleja en las rocas del subsuelo oceánico que la retransmiten de nuevo al explorador. El explorador está compuesto de varios transductores que convierten la señal acústica en una señal eléctrica, que seguidamente se registra en el buque. Hay tres métodos para registrar la señal sísmica a bordo, a saber, registro sobre papel, sistema de cinta analógica, y sistema digital que utiliza filtros con diferentes bandas de paso.

9. Otros dos sistemas de reflexión sísmica funcionan de manera continua con frecuencias de 12 KHz y 3,5 KHz. El registrador de profundidad (PDR) de 12 KHz se utiliza sobre todo para la batimetría de precisión. El perfilador de fondos submarinos (SBP) de 3,5 KHz detalla la estructura de los sedimentos superiores y es especialmente útil para la toma de muestras. Ambos aparatos están montados en el propio buque.

10. También se utiliza un sonar de barrido lateral (SSS). Este sistema consiste en una plataforma "fish" remolcada a una profundidad de 100 a 200 metros sobre el fondo del mar que envía energía acústica de 59 KHz y puede registrar la señal acústica reflejada desde el fondo del mar, no sólo bajo la plataforma sino también desde una zona de 500 metros a ambos lados de la misma.

11. Además de estos sistemas, el laboratorio No. 1 utiliza también como equipo de medición de campo magnético el magnetómetro de saturación de tres elementos juntamente con un magnetómetro de protones, remolcados a 600 metros detrás del buque durante los trabajos de exploración sísmica.

Laboratorio No. 3

12. En este laboratorio se llevan a cabo los análisis de sedimentos y muestras del agua. Se utilizan dos métodos de adquisición primaria, a saber la toma de muestras al azar y la toma de muestras por gravedad. Las muestras recuperadas se analizan siguiendo diferentes técnicas.

Laboratorio No. 5

13. En este laboratorio se encuentra el gravímetro y se utiliza fundamentalmente para registrar y procesar los datos geofísicos y de navegación. Los tres sistemas de navegación utilizados a bordo son el GPS, el Loran-C y el NNSS. Se utiliza un gravímetro Lacostle-Romberg para medir continuamente la

aceleración gravitacional observada de la Tierra. Este laboratorio funciona también como centro de registro y procesamiento de datos.

14. En este crucero se utilizó también un sismómetro de fondos oceánicos (OBS). Este sistema consta de tres geófonos que detectan los tres componentes de las vibraciones sísmicas de ondas transversales (dos componentes verticales y uno horizontal) y un hidrófono que detecta las señales sísmicas de ondas P.

15. Tercera fase. En esta tercera fase, la capacitación práctica se llevó a cabo a bordo del buque R/V Hakurei-Marú No. 2, a cargo del DORD, en la zona de Clarion Clipperton (CCZ) del Océano Pacífico, del 23 de octubre de 1993 al 30 de noviembre de 1993. La capacitación se inició con la familiarización con los dispositivos de prospección y exploración. Estos dispositivos pueden clasificarse en la forma siguiente: 1) dispositivos de exploración geológica; 2) dispositivos de exploración geofísica; 3) dispositivos de observación de los fondos marinos; 4) dispositivos de posicionamiento para la navegación; 5) dispositivos auxiliares.

1) Dispositivos de exploración geológica

16. Se trata de diversos dispositivos para la toma de muestras de los fondos marinos, tales como la draga de caída libre (FFG), que consiste en un flotador, una draga, una cámara de acero y un lastre que se hunde en el agua por su propio peso; la pala sacatestigos (SC) que consiste en una pala para recoger muestras, de 50 cm x 50 cm x 50 cm, que se hace descender hasta el fondo del mar con un torno y que penetra en los sedimentos; y la draga de cubo (DB) que consiste en una draga tipo jaula con un lastre de 500 kg. La señal directa y la señal reflejada por un emisor de onda acústica confirma la penetración de la red de muestreo.

2) Dispositivos de exploración geofísica

17. La exploración geofísica de los fondos marinos y de los substratos submarinos se realiza por reflexión de la presión acústica. Los dispositivos utilizados para el estudio geofísico del fondo del mar son los siguientes: el batímetro de haz estrecho (NBS) que proyecta un haz de ángulo muy reducido (92,6 grados a 30 KHz) y que utiliza un transductor de gran superficie para aumentar la resolución topográfica, lo que permite conocer el perfil topográfico de los fondos marinos de las aguas profundas; el sistema de exploración de multifrecuencias (MFES), que mide la presión acústica a 30 KHz (del batímetro de haz estrecho), a 12 KHz (del registrador de profundidades (PDR) y a 3,5 KHz (del perfilador de fondos submarinos (SBP) y que utiliza la presión acústica combinada de los tres para calcular la abundancia y el diámetro de los nódulos de manganeso en los fondos marinos en tiempo real y sobre una base continua; el ecobatímetro de haces múltiples (MBES) es un sistema batimétrico de barrido utilizado para representar y registrar las estructuras topográficas de los fondos marinos en forma de mapas coloreados, perfiles transversales e isogramas en tiempo real.

3) Dispositivos de observación de los fondos marinos

18. Estos dispositivos consisten en cámaras fotográficas de toma fija montadas en la draga de caída libre, en la pala sacatestigos y en otros dispositivos de

/...

toma de muestras y no sirven para fotografiar los fondos marinos inmediatamente antes de tomar las muestras. La cámara submarina de toma continua (CDC) proporciona una serie de fotografías del fondo del mar como método visual de exploración de los nódulos de manganeso. La cámara submarina con sistema de televisión (FDC) constituye una técnica avanzada de fotografía submarina a base de imágenes ópticas. En vez de imágenes fijas únicas, el sistema de televisión transmite continuamente una banda coherente de los fondos marinos.

4) Sistema de posicionamiento para la navegación

19. Los métodos para determinar la posición del buque pueden clasificarse en dos categorías generales: el método tradicional de radiolocalización con referencia a la tierra y el método relativamente reciente de posicionamiento por satélite. Conforme al primer método, la posición de un punto se determina mediante mediciones casi simultáneas de señales de radio recibidas de varios transmisores fijos. En el método de localización por satélite, puede determinarse la posición de un observador con relación al satélite, controlando el tiempo de recorrido (en el sistema GPS) o la desviación de frecuencia (en el sistema NNSS) de las señales electromagnéticas emitidas desde un satélite hasta el observador.

5) Equipo auxiliar

20. Estos dispositivos se utilizan para medir las diferentes características del agua del mar, para el procesamiento de datos y para el análisis químico de las muestras de nódulos. Estos dispositivos son los siguientes: el analizador fluorescente de rayos X, para analizar la composición de las muestras de manganeso; y el sistema de medición de conductividad, temperatura y profundidad (CTD) para medir las variaciones en la velocidad del agua en función de la profundidad, calculando las variaciones de conductividad y temperatura según la profundidad del agua; y el sistema de computadoras para analizar y elaborar los datos.

Prácticas a bordo

21. Durante las operaciones de muestreo se utilizaron los sistemas de draga de caída libre y palas sacatestigos, y los datos estimados sobre abundancia y extensión de los nódulos de manganeso se compararon con los datos obtenidos por el sistema de exploración de multifrecuencias durante la exploración acústica. Asimismo, para medir las variaciones de conductividad y temperatura del agua de acuerdo con su profundidad, se acopló un dispositivo CTD a la pala sacatestigos. La medición de la conductividad y la temperatura se utilizó después para calcular la velocidad del sonido en el agua.

22. Cuarta fase. En la cuarta fase, se analizaron los datos obtenidos en la tercera fase de acuerdo con las actividades realizadas en el RV Hakurei-Maru No. 2 y también en la segunda fase. Se preparó el informe sobre nuestras actividades.

Conclusión

23. El curso de capacitación sobre "exploración de los recursos minerales de los fondos marinos", de 41 semanas de duración, patrocinado por el Organismo Japonés de Cooperación Internacional (JICA), en virtud de un acuerdo con las Naciones Unidas, se llevó a cabo en el Japón, del 17 de mayo de 1993 al 27 de febrero de 1994. La capacitación comenzó con un curso intensivo de lengua japonesa de 4 semanas en Tokio. El curso principal se inició el 21 de junio de 1993 en el Instituto Geológico del Japón (GSJ) e incluyó dos semanas de conferencias en geología y geofísica y tres semanas de capacitación a bordo del R/V Hakurei-Marú No. 1 en el mar del Japón. Durante la capacitación a bordo del buque, se llevaron a cabo diversos experimentos tales como exploraciones sísmicas, toma de muestras y sismometría de los fondos oceánicos (OBS) así como sondeos acústicos, y se obtuvo información detallada sobre los fondos marinos y submarinos. Entre el 2 de agosto de 1993 y el 23 de octubre de 1993, se llevaron a cabo en el Instituto estudios específicos sobre prospección sísmica, sondeos acústicos y posicionamiento. A partir del 23 de octubre de 1993 comenzó la capacitación a bordo del R/V Hakurei-Marú No. 2, que terminó el 2 de diciembre de 1993.

24. Durante los 40 días del estudio llevado a cabo a bordo del Hakurei-Marú No. 2, en la zona de Clarion-Clipperton del Océano Pacífico, se utilizaron diversos dispositivos de muestreo, tales como la draga de cubos, la pala sacatestigos y la draga de caída libre, para determinar el contenido de metal, la abundancia y la extensión de los nódulos de manganeso, a una profundidad de más de 5.000 metros. Sobre la base de los datos obtenidos con el sistema de exploración de multifrecuencias, se calculó asimismo durante la prospección acústica la abundancia y extensión de los nódulos. También se prepararon mapas topográficos y batimétricos a base de los datos obtenidos durante el viaje con el ecobatímetro de haces múltiples y el perfilador de fondos submarinos. La comparación entre los datos obtenidos por el sistema de exploración multifrecuencias y el sistema de muestreo demostraron que los valores calculados sobre la abundancia y extensión de los nódulos de manganeso podían utilizarse para corregir los datos obtenidos por el sistema de exploración de multifrecuencias, si se tomaba un número suficiente de muestras en la zona.

25. En este crucero se enseñó la utilización de diversos dispositivos acústicos y de muestreo y se obtuvo un buen conocimiento de los mismos y de sus métodos de funcionamiento. Quisiera dar las gracias al Dr. Seizo Nakao por su labor de supervisión y el interés demostrado durante todo el período de la capacitación. También quisiera expresar mi agradecimiento a todo el personal del DORD y del Instituto Geofísico por el interés demostrado y para la asistencia prestada durante los dos estudios.