



TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC

KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG (ERSD 2024)

HÀ NỘI 14 - 11 - 2024

ERSD 2024



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

ĐƠN VỊ TỔ CHỨC

Trường Đại học Mở - Địa chất (HUMG)

CÁC ĐƠN VỊ PHỐI HỢP TỔ CHỨC

Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam

Tổng hội Địa chất Việt Nam

Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam

Cục Bản đồ - Bộ Tổng tham mưu

Hội Cơ học Đá Việt Nam

Hội Công trình ngầm Việt Nam

Hội Dầu khí Việt Nam

Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam

Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam

Hội Địa chất Kinh tế Việt Nam

Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam

Hội Khoa học Kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam

Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam

Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ

BAN TỔ CHỨC

Trưởng ban

GS.TS Trần Thanh Hải, *Trường Đại học Mở Địa - chất*

Phó Trưởng ban

PGS.TS Triệu Hùng Trường, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

GS.TS Võ Chí Mỹ, *Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam*

GS.TS Bùi Xuân Nam, *Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam*

GS.TS Nguyễn Quang Phích, *Hội Công trình ngầm Việt Nam*

GS.TS Đỗ Như Tráng, *Hội Cơ học Đá Việt Nam*

PGS.TS Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Lê Hồng Anh, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

PGS. TS Đỗ Văn Bình, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

PGS.TS Phạm Văn Hòa, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Văn Lâm, *Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam*

PGS.TS Khổng Cao Phong, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Xuân Thảo, *Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam*

PGS.TS Đặng Trung Thành, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

PGS.TS Tạ Đức Thịnh, *Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam*

PGS.TS Lê Đức Tình, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Như Trung, *Hội Khoa học kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam*

PGS.TS Nguyễn Thế Vinh, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

TS Trần Thị Phúc An, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

TS Công Tiến Dũng, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

TS Nguyễn Tiến Dũng, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

TS Nguyễn Đại Đồng, *Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam*

TS Đào Hồng Quảng, *Viện Khoa học Công nghệ Mỏ*

TS Nguyễn Quốc Thập, *Hội Dầu khí Việt Nam*

TS Bùi Thị Thu Thủy, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

TS Lê Ái Thụ, *Hội Địa chất Kinh tế Việt Nam*

TS Bùi Yên Tĩnh, *Cục Bản đồ - Bộ Tổng tham mưu*

BAN KHOA HỌC

Trưởng ban

PGS.TS Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó trưởng ban

TS Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

GS.TSKH Hoàng Ngọc Hà, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
GS.TS Võ Trọng Hùng, *Hội Khoa học và Công nghệ Mở Việt Nam*
GS.TS Trương Xuân Luận, *Tổng Hội Địa chất Việt Nam*
GS.TS Bùi Xuân Nam, *Hội Khoa học và Công nghệ Mở Việt Nam*
GS.TS Đỗ Như Tráng, *Hội Cơ học Đá Việt Nam*
PGS.TS Lê Hồng Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Lê Ngọc Ánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Đỗ Văn Bình, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Văn Hòa, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Nguyễn Quang Minh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Xuân Núi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Không Cao Phong, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Ngô Xuân Thành, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Đức Thọ, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Lê Minh Thống, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Tạ Đức Thịnh, *Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam*
PGS.TS Nguyễn Thế Vinh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Nguyễn Văn Xô, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Đỗ Như Ý, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Thị Mai Dung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Công Tiến Dũng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Đại Đồng, *Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam*
TS Lê Quang Duyên, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Duy Huy, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Cao Khải, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Văn Phóng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Bách Thảo, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Dương Thành Trung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

BAN BIÊN TẬP

Trưởng ban

TS Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó Trưởng ban

PGS.TS Nguyễn Viết Nghĩa, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS. TS Phạm Đức Thọ, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Tô Xuân Bản, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Thị Mai Dung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Khắc Long, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Dương Thành Trung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Ngô Thanh Tuấn, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

BAN THƯ KÝ

Trưởng ban

PGS.TS Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó Trưởng ban

TS Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Đức Thọ, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Tô Xuân Bản, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Khắc Long, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Duy Huy, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Ngô Thanh Tuấn, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Dương Thành Trung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
ThS Hoàng Thu Hằng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
ThS Nguyễn Thanh Hải, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
ThS Phạm Đức Nghiệp, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

WEBSITE HỘI THẢO

Thông tin chi tiết của Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững - ERSĐ 2024 được đăng tải trên trang Website chính thức của Hội nghị tại địa chỉ: <http://ersd.humg.edu.vn/>

ĐỊA CHỈ LIÊN HỆ

Phòng Khoa học công nghệ, Trường Đại học Mở - Địa chất, số 18 phố Viên, phường Đức Thắng, quận Bắc Từ Liêm, thành phố Hà Nội, Việt Nam. ĐT: (+84) 24.3838643

MỤC LỤC

Ban tổ chức hội nghị	i
Mục lục.....	iii
Lời nói đầu	v
Chương trình hội nghị	vii
Tiểu ban Dữ liệu lớn và chuyển đổi số trong khoa học trái đất, tài nguyên môi trường.....	1
Tiểu ban Trí tuệ nhân tạo, IOT, Blockchain và ứng dụng.....	38
Tiểu ban Cơ - Điện.....	71
Tiểu ban Dầu khí tích hợp.....	114
Tiểu ban Địa chất và tài nguyên du lịch.....	238
Tiểu ban Địa chất công trình - Địa kỹ thuật.....	312
Tiểu ban Địa chất thủy văn và Tài nguyên nước.....	430
Tiểu ban Tài nguyên địa chất và Quản lý bền vững.....	516
Tiểu ban Quản lý tài nguyên và Môi trường.....	597
Tiểu ban Công nghệ mới trong xử lý môi trường.....	730
Tiểu ban Phát triển bền vững khoa học công nghệ Mỏ và Môi trường.....	818
Tiểu ban Phát triển bền vững công nghiệp khai thác và Quản lý an toàn.....	899
Tiểu ban Những tiến bộ trong chế biến khoáng sản và tái chế.....	971
Tiểu ban Xây dựng công trình với phát triển bền vững.....	1039
Tiểu ban Kỹ thuật Trắc địa - Bản đồ và Hệ thống thông tin địa lý.....	1301
Tiểu ban Vật lý, Hóa học và ứng dụng.....	1384
Tiểu ban Toán, Cơ học và ứng dụng.....	1512
Tiểu ban Ngôn ngữ học.....	1634

LỜI NÓI ĐẦU

Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững (ERSD) được Trường Đại học Mỏ - Địa chất (HUMG) và các đối tác tổ chức 2 năm một lần với mục tiêu tạo ra một môi trường bổ ích để các nhà chuyên môn trong và ngoài nước tụ hội và giới thiệu những kết quả và hướng mới trong nghiên cứu khoa học, thảo luận về các xu thế phát triển, thách thức và cơ hội đối với nhiều lĩnh vực khác nhau của Khoa học Trái đất, Tài nguyên địa chất, khai thác, chế biến, sử dụng và quản lý tài nguyên địa chất, bảo vệ môi trường và các ngành khác có liên quan.

Tiếp nối thành công của các Hội nghị ERSD2018, ERSD2020, ERSD2022, Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững lần thứ tư (ERSD2024) được Trường Đại học Mỏ - Địa chất (HUMG) đăng cai tổ chức với sự tham gia đồng tổ chức của nhiều cơ quan quản lý, tổ chức nghiên cứu khoa học, đào tạo, và doanh nghiệp có uy tín trong nước gồm Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, Tổng hội Địa chất Việt Nam, Cục Đo đạc - Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam, Cục Bản đồ - Bộ Tổng tham mưu, Hội Cơ học Đá Việt Nam, Hội Công trình ngầm Việt Nam, Hội Dầu khí Việt Nam, Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam, Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam, Hội Địa chất Kinh tế Việt Nam, Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam, Hội Khoa học Kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam, Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam, Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ và nhiều tổ chức và cá nhân khác.

Các chủ đề của Hội nghị tập trung vào nghiên cứu và ứng dụng khoa học công nghệ hướng tới phát triển bền vững đối với nhiều lĩnh vực khác nhau của Khoa học Trái đất và Tài nguyên thiên nhiên, Khai thác và sử dụng tài nguyên địa chất, Môi trường và các lĩnh vực khoa học khác có liên quan như Cơ - Điện, Công nghệ Thông tin, Xây dựng, ...

Trong quá trình tổ chức Hội nghị, Ban Tổ chức đã nhận được sự quan tâm của đông đảo các nhà khoa học, chuyên môn và quản lý trong và ngoài nước. Hơn 300 bản thảo báo cáo khoa học liên quan tới các chủ đề của Hội nghị đã được gửi tới Ban biên tập. Trên cơ sở đó, 269 báo cáo có chất lượng tốt đã được lựa chọn và xuất bản trong Tuyển tập các báo cáo toàn văn của Hội nghị với các chủ đề khoa học sau:

1. Dữ liệu lớn và chuyển đổi số trong khoa học trái đất, tài nguyên môi trường
2. Trí tuệ nhân tạo, IoT, Blockchain và ứng dụng
3. Cơ - Điện
4. Dầu khí tích hợp
5. Địa chất và Tài nguyên du lịch
6. Địa chất công trình - Địa kỹ thuật
7. Địa chất thủy văn và Tài nguyên nước
8. Tài nguyên địa chất và quản lý bền vững
9. Quản lý tài nguyên và môi trường
10. Công nghệ mới trong xử lý môi trường
11. Phát triển bền vững khoa học công nghệ mỏ và môi trường
12. Phát triển bền vững công nghiệp khai thác và quản lý an toàn
13. Những tiến bộ trong chế biến khoáng sản và tái chế
14. Xây dựng công trình với phát triển bền vững
15. Kỹ thuật Trắc địa - Bản đồ và Hệ thống thông tin địa lý
16. Vật lý, Hoá học và ứng dụng
17. Toán học, Cơ học và ứng dụng
18. Ngôn ngữ học

Toàn bộ thông tin khoa học về hội nghị được tích hợp vào Website chính thức của Hội nghị tại địa chỉ: <http://ersd.humg.edu.vn/>.

Ban tổ chức xin trân trọng cảm ơn Trường Đại học Mỏ - Địa chất, với tư cách là đơn vị đăng cai tổ chức Hội nghị, cùng các đơn vị đồng tổ chức đã hợp tác chặt chẽ và góp phần quan trọng vào việc tổ chức Hội nghị này. Cảm ơn các nhà khoa học và nhà chuyên môn đã đóng góp các công bố khoa học có giá trị cho Hội nghị. Ban tổ chức cũng đánh giá cao sự nỗ lực của các chuyên gia đọc bài đã có nhiều

nỗ lực và đóng góp để nâng cao chất lượng khoa học của các báo cáo, góp phần quan trọng vào thành công của hội nghị này.

Ban tổ chức mong muốn tiếp tục nhận được sự hợp tác chặt chẽ và góp ý chân thành của các đơn vị và cá nhân đối với việc chuẩn bị và tổ chức hội nghị, chất lượng báo cáo, biên tập, và xuất bản kỷ yếu hội nghị nhằm nâng cao chất lượng của các hội nghị tiếp theo, góp phần thúc đẩy sự phát triển bền vững của hoạt động nghiên cứu khoa học và trao đổi học thuật thuộc các lĩnh vực Khoa học Trái đất và Tài nguyên và các lĩnh vực khoa học khác có liên quan.

Hà Nội, tháng 11 năm 2024
THAY MẶT BAN TỔ CHỨC

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, flowing characters, likely representing the name Trần Thanh Hải.

GS.TS Trần Thanh Hải

TIỂU BAN TÀI NGUYÊN ĐỊA CHẤT VÀ QUẢN LÝ BỀN VỮNG

MỤC LỤC

Nghiên cứu sử dụng pegmatit bán phong hóa khu vực Dị Nậu, Tam Nông, Phú Thọ làm nguyên liệu sản xuất gạch granite <i>Tạ Thị Toán, Phạm Thị Thanh Hiền</i>	519
Các yếu tố ảnh hưởng đến phát triển sản phẩm du lịch đá quý ở Việt Nam <i>Phạm Thị Thanh Hiền, Tạ Thị Toán</i>	523
Các phương pháp nghiên cứu quặng sheelit ẩn sâu khu vực Pia Oắc, Cao Bằng <i>Hoàng Thị Thoa</i>	529
Đặc điểm chất lượng đá phiến sét khu vực Bim Sơn, Thanh Hóa và khả năng sử dụng làm nguyên liệu xi măng portland <i>Nguyễn Thị Thanh Thảo, Đỗ Mạnh An, Thepphakone SAVATH</i>	535
Đặc điểm chất lượng kaolin khu vực Chơn Thành, Bình Phước và khả năng thu hồi khoáng sản cát đi kèm <i>Nguyễn Thị Thanh Thảo, Phan Viết Sơn, Trần Xuân Tuấn</i>	542
Results on mineralogy and geochemistry of rare earth elements in the Dong Pao deposit and the orientation of Vietnam's rare earth industry <i>Tinh Thanh Bui; Yasushi WATANABE; Khang Quang Luong</i>	548
Nhận định ban đầu về tiềm năng quặng đất hiếm kiểu hấp phụ ion khu vực Muanghiam, tỉnh Houaphan, nước CHDCND Lào <i>Lưu Công Trí, Trịnh Đình Huân, Bùi Hoàng Bắc, Hoàng Văn Dũng</i>	554
Đặc điểm quặng hóa vàng gốc khu Tiến Thành, Yên Thành, Nghệ An <i>Lê Thị Thu</i>	560
Các đặc điểm địa chất và quặng hóa cơ bản của kiểu mỏ vàng tạo núi <i>Lê Xuân Trường</i>	566
Đặc điểm thạch địa hóa granitoid khối Tương Dương khu vực Bắc Trung Bộ, Việt Nam <i>Khuơng Thế Hùng, Nguyễn Văn Đạt</i>	572
Nghiên cứu đặc điểm phân bố, khoáng vật, địa hóa, tuổi thành tạo vỏ, kết hạch Fe-Mn vùng biển khơi Nam Trung Bộ, Việt Nam <i>Nguyễn Khắc Du, Nguyễn Hữu Hiệp, Vũ Trường Sơn</i>	579
Đặc điểm phân bố và chất lượng quặng sa khoáng titan - zircon khu vực Tuy Phong - Bắc Phan Thiết, tỉnh Bình Thuận <i>Đỗ Mạnh An, Đào Thị Nhân, Bùi Hoàng Bắc, Nguyễn Thị Thanh Thảo</i>	585
Hoạt động kiến tạo và điều kiện thời tiết không chế quá trình trầm tích trong các lưu vực sông xung quanh Biển Đông <i>Phạm Như Sang, Nguyễn Hữu Hiệp</i>	591

Nghiên cứu đặc điểm phân bố, khoáng vật, địa hóa, tuổi thành tạo vỏ, kết hạch Fe-Mn vùng biển khơi Nam Trung Bộ, Việt Nam

Nguyễn Khắc Du^{1,2*}, Nguyễn Hữu Hiệp^{1,2}, Vũ Trường Sơn³

¹Trường Đại học Mở - Địa chất

²Trung tâm Phân tích, Thí nghiệm Công nghệ cao

³Trung tâm Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên - môi trường biển khu vực phía Bắc

TÓM TẮT

Vùng biển sâu Nam Trung Bộ có cấu trúc địa chất và địa hình phân dị mạnh mẽ, cùng nhiều khối nâng ngầm nổi cao và bồn trũng, địa hào nằm xen kẽ. Sự hình thành và phân bố của khoáng sản vỏ, kết hạch Fe-Mn có mối liên quan mật thiết với đặc điểm địa hình, địa tầng khu vực cũng như lớp trầm tích tầng mặt. Các mẫu vật thu thập trong vùng đã được nhiều đơn vị nghiên cứu chi tiết dưới kính hiển vi điện tử, SEM, XRD, ICP-MS và tuổi đồng vị ²³⁰Th. Tổng hợp các kết quả nghiên cứu cho thấy thành tạo vỏ, kết hạch Fe-Mn có thành phần khoáng vật chứa mangan là vernadit, ít phổ biến hơn là birnessit, khoáng vật chứa sắt chủ yếu là goethit, ít Mn-feroxyhyt, lepidocrocit và hematit. Thành phần vụn gồm thạch anh, feldspar, calcit. Sự khác biệt về thành phần giữa vỏ, kết hạch Fe-Mn ở biển Đông so với các nơi khác là hàm lượng Fe cao so với Mn, tỷ lệ Ni và Ni/Co cao, hàm lượng Th và Pb cao so với hàm lượng Co, trong khi REEs tương đối thấp. Sự tăng trưởng của lớp vỏ Fe-Mn thay đổi từ 1,01 đến 44,4 mm/Myr với mức trung bình là 8,4 mm/Myr dựa trên phương pháp tính tuổi Co. Do sự thay đổi lớn về chiều dày và thành phần của vỏ, kết hạch Fe-Mn ở Biển Đông, cần phải thực hiện thêm nhiều các nghiên cứu chi tiết theo từng lớp/ vành tăng trưởng trên vỏ, kết hạch Fe-Mn để có mô hình nguồn gốc thành tạo chi tiết hơn.

Từ khóa: Đặc điểm phân bố; khoáng vật-địa hóa-tuổi thành tạo; kết hạch Fe-Mn; biển khơi Nam Trung Bộ.

1. Giới thiệu chung

Trên thế giới, vỏ và kết hạch Fe-Mn đã được phát hiện từ cuối thế kỷ 19 và trong hơn một thế kỷ qua đã được các nước coi trọng đầu tư nghiên cứu. Tính đến nay, việc xác định các khu vực phân bố, đặc điểm, thành phần hóa học, khoáng vật, địa hóa, mô hình nguồn gốc hình thành, cũng như kỹ thuật điều tra, tìm kiếm, thăm dò khoáng sản rạn biển sâu đã được nghiên cứu trên phạm vi toàn cầu (Hein và nnk, 2014; Halbach và nnk, 2017). Khu vực Biển Đông đã được các nhà nghiên cứu Trung Quốc và quốc tế nghiên cứu, đã xác định và phân loại được các vùng tồn tại vỏ mangan và kết hạch Fe-Mn ở khu vực phía bắc Biển Đông (Zhong và nnk, 2017, 2019; Pinxian Wang và nnk, 2014).

Trên phạm vi khu vực Biển Đông, hiện nay, kết hạch và vỏ Fe-Mn đã được tìm thấy tại nhiều vị trí như trên bề mặt cao nguyên Bắc Hoàng Sa, phía Đông Bắc Biển Đông gần eo biển Luzon, phía Tây Nam trũng sâu Biển Đông,... Điều này cho thấy môi trường thành tạo, phát triển và tồn tại của vỏ, kết hạch Fe-Mn có đặc điểm hình thái địa hình, chế độ thủy động lực và đặc điểm sinh địa hóa đa dạng, phức tạp. Vùng biển sâu Nam Trung Bộ nằm về phía Tây của Biển Đông, giáp thêm lục địa Nam Trung Bộ có cấu trúc địa chất và địa hình phân dị mạnh mẽ, cùng nhiều khối nâng ngầm nổi cao và bồn trũng, địa hào nằm xen kẽ trên bề mặt địa hình, kéo theo sự phân dị trong trầm tích (Phùng Văn Phách và nnk, 2015). Sự hình thành và phân bố trên bề mặt đáy biển của khoáng sản rạn biển sâu, điển hình như vỏ, kết hạch Fe-Mn, có sự liên hệ mật thiết với đặc điểm địa hình, địa tầng khu vực cũng như lớp trầm tích tầng mặt.

Tính đến thời điểm hiện tại, mặc dù trong một số dự án hợp tác quốc tế, và một số đề tài nghiên cứu khoa học cấp Nhà nước đã được thực hiện trong những năm gần đây đã thu thập được một số mẫu kết vỏ và kết hạch Fe-Mn ở khu vực biển khơi Nam Trung Bộ, bước đầu đã đạt được những kết quả nghiên cứu nhất định. Tuy nhiên, do điều kiện khảo sát lấy mẫu rất khó khăn nên lượng mẫu vỏ, kết hạch Fe-Mn mà các đề tài, nhiệm vụ nói trên thu được là rất hạn chế. Chính vì thế, tác giả đã tiến hành các nghiên cứu chuyên sâu hơn về đặc điểm khoáng vật, địa hóa của vỏ, kết hạch Fe-Mn đã có với mong muốn góp phần cung cấp thông tin khoa học nhằm nâng cao hơn chất lượng công tác điều tra, đánh giá tiềm năng khoáng

* Tác giả liên hệ

Email: nguyengkacdu@humg.edu.vn

sản rắn biển sâu, đồng thời góp phần phục vụ định hướng công tác nghiên cứu, điều tra khoáng sản biển ở các giai đoạn nghiên cứu tiếp theo.

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp thu thập, tổng hợp và xử lý tài liệu

Các tài liệu thu thập được từ 4 Đề tài cấp Nhà nước có liên quan đến vỏ, kết hạch Fe-Mn thuộc chương trình Khoa học và Công nghệ trọng điểm cấp quốc gia “Nghiên cứu khoa học và công nghệ phục vụ quản lý biển, hải đảo và phát triển kinh tế biển”, mã số: KC.09/16-20 là cơ sở quan trọng để thực hiện các nghiên cứu về khoáng sản rắn biển sâu. Bên cạnh đó, nguồn số liệu, mẫu vật rất đa dạng gồm các tài liệu khảo sát, mẫu vật đang lưu trữ, các kết quả phân tích, các chuyên đề, báo cáo tổng hợp các Đề tài khoa học công nghệ các cấp do Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên - môi trường biển khu vực phía Bắc, Cục Biển và Hải đảo Việt Nam thực hiện qua các giai đoạn khác nhau. Trong đó, nổi bật lên là các dự án: (1) “Nghiên cứu, điều tra, đánh giá khoáng định các cấu trúc địa chất có tiềm năng và triển vọng khí hydrate ở các vùng biển Việt Nam” (gọi tắt là Dự án băng cháy) và (2) Dự án “Điều tra đặc điểm địa chất, cấu trúc - địa động lực, hiện trạng môi trường và dự báo tai biến vùng biển Bình Thuận - Cà Mau (đến độ sâu 300 m nước), tỷ lệ 1:500.000 bắt đầu điều tra từ năm 2018. Các tài liệu thu thập được phân tích, tổng hợp trong nghiên cứu này nhằm đưa ra những thông tin tổng quát nhất về khoáng sản rắn biển Đông Việt Nam.

2.2. Phương pháp phân tích trong phòng thí nghiệm

Tổng hợp các phương pháp phân tích trong và ngoài nước có thể được chia làm 3 nhóm gồm các phương pháp sau:

(1) Nhóm phương pháp phân tích khoáng vật:

- Thành phần khoáng vật được phân tích bằng phương pháp nhiễu xạ tia Ronghen (XRD). Phương pháp này sử dụng máy đo nhiễu xạ Rigaku Mini Flex II với bức xạ CoK α và máy đơn sắc than chì, quét từ 2 đến 70° 2 θ ở 30 kV và 100 MA, kích thước bước 0,04 (2 θ) và thời gian bước 0,5⁰/phút.

- Xác định bán kính lượng thành phần và cấu trúc khoáng vật bằng kính hiển vi điện tử quét (Scanning Electron Microscope-SEM).

(2) Nhóm phương pháp phân tích hóa học:

- Phân tích XRF: Sử dụng máy phân tích Huỳnh quang tia X (X-ray Fluorescence, XRF) nhằm xác định thành phần các oxit chính trong các mẫu trầm tích, mẫu vỏ và kết hạch Mn-Fe.

- Phân tích ICP-MS: Sử dụng máy Quang phổ nguồn plasma cảm ứng cao tần kết nối khối phổ (Quang phổ ICP-MS, viết tắt của tên: Inductively Coupled Plasma emission Mass Spectrometry, ICP-MS). Phương pháp phân tích này được sử dụng nhằm định lượng thành phần hóa học các nguyên tố vết, nguyên tố phóng xạ và các nguyên tố nhóm đất hiếm với độ chính xác cao.

(3) Nhóm phương pháp phân tích xác định tuổi thành tạo vỏ, kết hạch Fe-Mn.

Các mẫu định tuổi theo phương pháp đồng vị ²³⁰Th cho lớp vỏ, kết hạch Fe-Mn được gửi phân tích tại Viện nghiên cứu địa chất và khoáng sản đại dương thế giới toàn Nga (FSBI "VNIIOkeangeologia"). Phương pháp đồng vị ²³⁰Th_{excess} nhằm xác định tốc độ phát triển trung bình của 2 lớp vỏ. Đầu tiên, mẫu được hòa tan trong hỗn hợp HCl-HNO₃. Các phần U và Th đã được tinh chế và tách ra bằng cách áp dụng trao đổi anion. Sau đó, chúng được lắng đọng trên đĩa bạch kim bằng dung dịch rượu etylic. Các đồng vị ²³⁸U, ²³⁴U, ²³²Th và ²³⁰Th được đo bằng máy đo alphaspectrometer “Alpha Duo”.

3. Kết quả và thảo luận

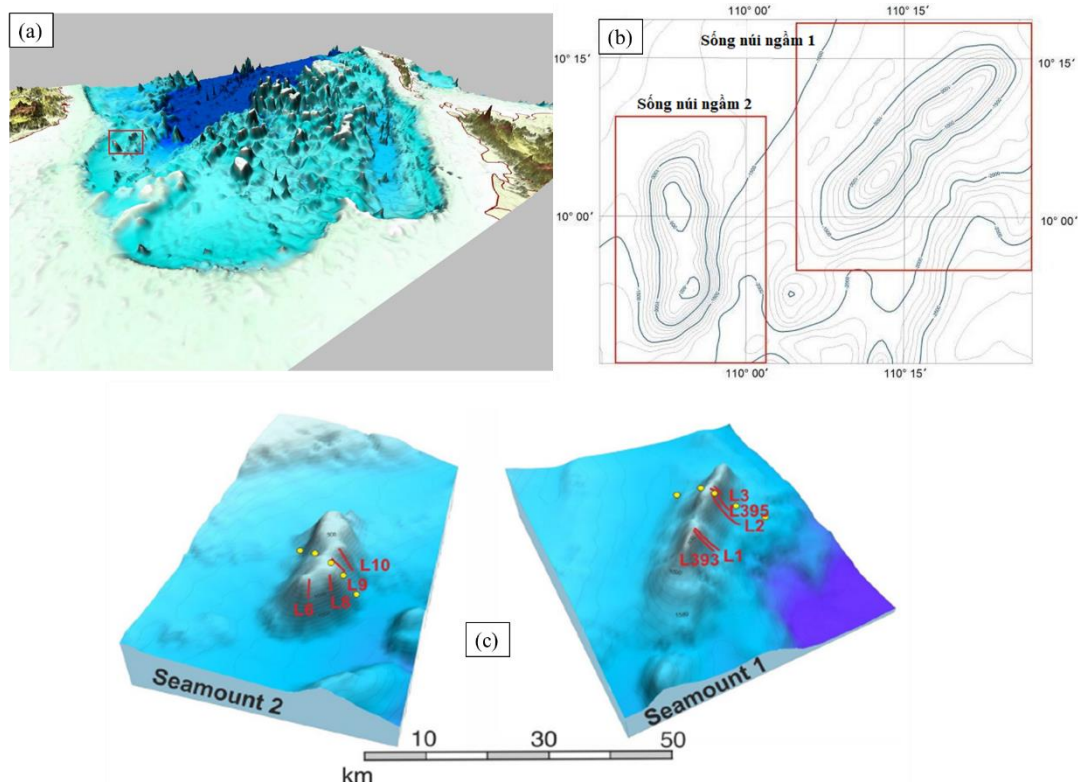
3.1. Đặc điểm phân bố trầm tích tầng mặt

Trên cơ sở các phương pháp xây dựng, phân chia các trường trầm tích (Folk.R, 1980), các số liệu phân tích độ hạt được ghép theo các nhóm: sạn sỏi (%), cát (%), bùn (bột và sét)%, bột (%) và sét (%). Với bộ số liệu kết quả thu thập được, nhóm tác giả tiến hành xử lý mẫu, phân chia ra các trường trầm tích khác nhau, bao gồm: (1) Trầm tích cát sạn – gS; (2) Trầm tích cát lẫn sạn – (g)S; (3) Trầm tích cát bột – zS; (4) Trầm tích bùn cát – sM; (5) Trầm tích bột cát – sZ; (6) Trầm tích bùn – M; (7) Trầm tích bột cát – zS; (8) Trầm tích sét – C; và (9) San hô – Co.

3.2. Đặc điểm phân bố, hình thái vỏ, kết hạch Fe-Mn vùng biển khơi Nam Trung Bộ

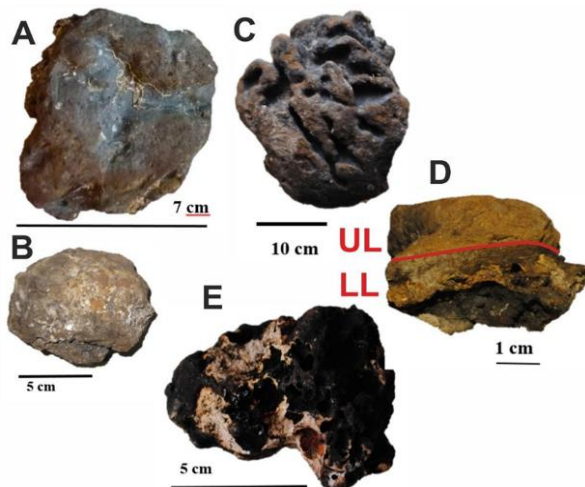
Tổng hợp các kết quả nghiên cứu trước đây từ một số đề tài, dự án và đặc biệt là kết quả nghiên cứu của các nhà địa chất Liên bang Nga trong các chương trình hợp tác nghiên cứu khoa học qua nhiều giai đoạn cho thấy: Vùng nghiên cứu có hai kiểu địa hình có khả năng xuất hiện vỏ, kết hạch Fe-Mn: (1) Bề mặt phun trào trẻ, (2) Bề mặt nằm ngang mài mòn và bề mặt phân dị của các đồi, núi ngầm dưới đáy biển. Kết quả khảo sát, nghiên cứu do VNIIOkeangeologia (Liên bang Nga), Cục Biển và Hải đảo Việt Nam thực hiện ở một số khu vực trong vùng biển Nam Trung Bộ vào các năm 2009, 2010, 2014 và 2020 bước đầu chứng

minh cho các quan điểm trên. Cụ thể tại hai núi ngầm trong vùng nghiên cứu (Hình 1) đã phát hiện và cào vét được mẫu vỏ, kết hạch Fe-Mn.



Hình 1. (a) Bản đồ độ sâu 3 chiều của thềm lục địa Việt Nam. Khung hình vuông màu đỏ là khu vực núi ngầm 1 và núi ngầm 2 đã được khảo sát chi tiết. Khu vực lấy mẫu nghiên cứu lớp vỏ, kết hạch Fe-Mn tại núi ngầm 1 và núi ngầm 2; (b) Sơ đồ đẳng sâu; (c) Mô hình 3D. Trong đó: các đường màu đỏ là các tuyến cào lấy mẫu nghiên cứu, chấm màu vàng là các trạm đo xác định vùng oxy cực tiểu (Vũ Trường Sơn và nnk, 2023).

Kết hạch và Vỏ Fe-Mn thường phủ hoặc bao bọc các thành tạo vật chất có trước. Ranh giới giữa phần vỏ và vật chất ở nhân (mảnh vụn) hoặc đá nền hoặc đá gốc là rất khác biệt. Điều này được thể hiện rõ ràng khi quan sát dưới kính hiển vi điện tử quét (SEM) và kết hợp với EDS. Thành phần của vỏ, kết hạch Fe-Mn lấp đầy các lỗ hổng của nhân và đá nền và có ranh giới không theo quy luật nào cả. Nhân là các mảnh vụn được đặc trưng bởi đá vôi sinh học có chứa các mẫu hóa thạch được bảo tồn khá tốt, đôi chỗ bị lấp đầy bởi hydroxit Fe-Mn. Đôi chỗ phần nhân gồm geothit dạng chùm nhỏ phát triển trong các lỗ hổng bất gặp khá phổ biến (Hình 2).



Hình 2. Hình ảnh vỏ, kết hạch Fe-Mn vùng nghiên cứu.

3.3. Đặc điểm thạch học, khoáng vật các thành tạo vỏ - kết hạch Fe-Mn

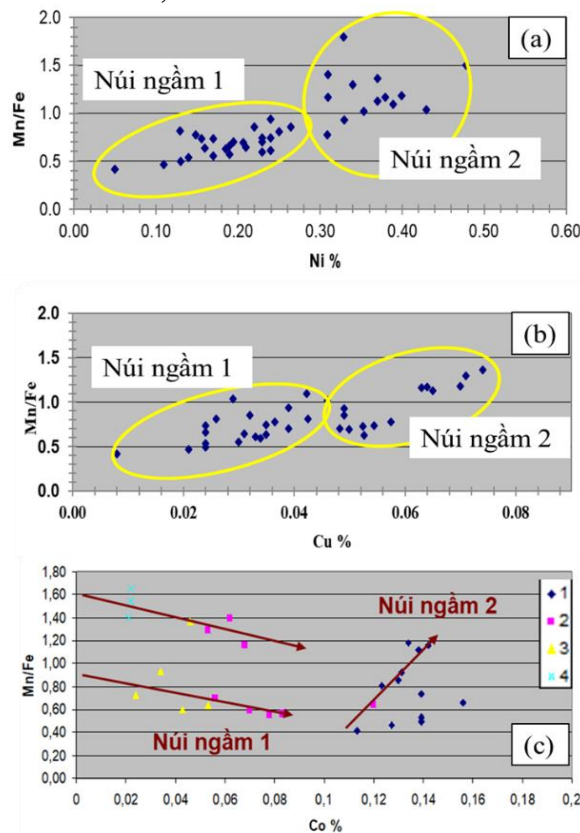
Các mẫu vỏ, kết hạch Fe-Mn vùng biển khơi Nam Trung Bộ thu thập được ở độ sâu từ 1650 đến 550 m gồm cả các khoáng vật quặng và các khoáng vật phi quặng. Tổng hợp các kết quả phân tích XRD cho thấy, khoáng vật mangan chính là vernadit, ít phổ biến hơn là birnessit, trong khi khoáng vật sắt chủ yếu là goethit, ít Mn-feroxyhyt, lepidocrocit và hematit. Thành phần của các lớp vỏ chứa lượng lớn các khoáng vật vụn bao gồm thạch anh, fenspat, calcit và các khoáng vật thuộc nhóm sét.

Kết quả nghiên cứu cho thấy mẫu kết hạch, vỏ Fe-Mn hoàn toàn có thể phát triển trên các loại mảnh vụn đá khác nhau từ đá magma, đá trầm tích và đá biến chất. Do phân bố ở độ sâu lớn nên chi phí để khảo sát lấy mẫu vỏ, kết hạch Fe-Mn cao và gặp nhiều khó khăn nên lượng mẫu vỏ, kết hạch Fe-Mn thu được còn hạn chế. Tuy nhiên từ kết quả quan sát, phân tích mẫu có thể dự báo vỏ, kết hạch Fe-Mn vùng biển Nam Trung Bộ hình thành chủ yếu ở các đồi, núi ngầm dưới đáy biển trên các diện tích có độ dốc nhỏ.

3.4. Đặc điểm địa hóa vỏ - kết hạch Fe-Mn

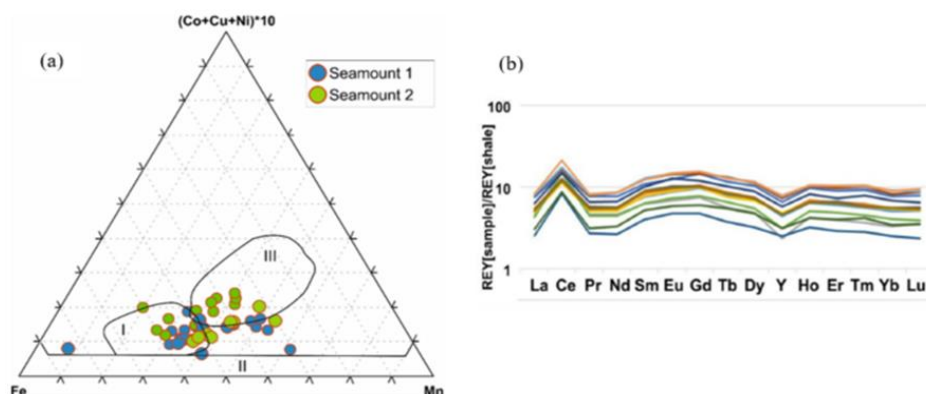
Thành phần hóa học vỏ, kết hạch Fe-Mn được đặc trưng bởi các nguyên tố tạo quặng chính (Mn, Fe, Co, Ni, Cu) và các nguyên tố đất hiếm (REEs). Các nguyên tố tạo quặng chính có ý nghĩa hơn về mặt kinh tế, nhưng các nguyên tố đất hiếm cho thấy nguồn gốc của các thành tạo vỏ, kết hạch Fe-Mn. Trong số đó, người ta quan tâm nhất tới các nguyên tố có giá trị kinh tế cao, như Co và Ni. Vỏ, kết hạch Fe-Mn lắng đọng từ nước lạnh xung quanh (thủy sinh) trên nền đá cứng của các núi ngầm. Sự tích tụ, lắng đọng theo con đường thủy sinh của vỏ, kết hạch Fe-Mn được không chế bởi sự kết tủa của chất keo của oxit Mn và Fe ngậm nước, mà chứa các nguyên tố kim loại vết do các quá trình hấp thụ bề mặt. Vỏ sắt mangan ở Biển Đông có tỷ lệ Mn/Fe gần bằng 1. Giá trị trung bình hàm lượng của các nguyên tố tạo quặng chính và mô-đun Fe/Mn cho phép chúng tôi đưa ra thứ tự biến đổi hàm lượng trong các thành tạo vỏ, kết hạch Fe-Mn như sau: mảnh đá nền nhiễm hydroxit Fe-Mn → kết hạch → vỏ Fe-Mn. Theo chiều mũi tên, hàm lượng trung bình của Fe, Cu, Co, Ni tăng dần.

Vỏ Fe-Mn ở khu vực núi ngầm 2 được đặc trưng bởi hàm lượng cao các nguyên tố quặng (Hình 3). Tuy nhiên, các giá trị hàm lượng này thấp hơn so với kết quả phân tích lớp vỏ ở khu vực núi ngầm 1, ngoại trừ Co. Thành phần trung bình của Co là 0,115%.



Hình 3. Sự thay đổi mô-đun mangan và thành phần (a) Ni (%), (b) Cu (%), và (c) Co (%). Trong đó 1, 2 - vỏ Fe-Mn; 3 - kết hạch Fe-Mn; 4 - chất nền có chứa hydroxit Fe-Mn.

Kết quả xử lý thành phần hóa học các thành tạo Fe-Mn vùng nghiên cứu theo sơ đồ Bonatti cho thấy vị trí của các mẫu lấy ở núi ngầm 1 và núi ngầm 2 đều nằm trong trường vô, kết hạch Fe-Mn có nguồn nhiệt dịch ở rìa đại dương và trường kết hạch, vô nguồn thủy sinh ở vùng biển khơi (Hình 4).



Hình 4. (a) Sơ đồ Bonatti cho các thành tạo vô, kết hạch Fe-Mn vùng nghiên cứu. Trong đó: (I)-Trường nhiệt dịch và các kết hạch thành tạo từ rìa đại dương; (II)-Trường tích tụ vô, kết hạch Fe-Mn nguồn nhiệt dịch; (III)-Trường kết hạch, vô Fe-Mn biển khơi nguồn thủy sinh; (b) Biểu đồ các nguyên tố đất hiếm và ytri (REE) của các thành tạo vô, kết hạch Fe-Mn từ núi ngầm 1 (màu cam) và núi ngầm 2 (màu xanh) được chuẩn hóa theo đá phiến sét (PAAS).

3.5. Tuổi thành tạo, tốc độ sinh trưởng vô, kết hạch Fe-Mn

Phương pháp đồng vị $^{230}\text{Th}_{\text{excess}}$ sử dụng sự phân rã phóng xạ của nguyên tố ^{230}Th so sánh với hoạt độ của urani mẹ. Hoạt độ cụ thể của đồng vị $^{230}\text{Th}_{\text{excess}}$ trong các mẫu giảm dần từ bề mặt xuống theo chiều sâu do sự phân rã phóng xạ. Các phép đo được thực hiện trong các lớp con với chiều dày 0,4 mm. Dựa trên số liệu, tính toán tuổi được thời gian bắt đầu phát triển của lớp vỏ Fe-Mn là 640 ± 80 ka và tốc độ tăng trưởng trung bình là 11 ± 1 mm/Tr.năm. Trong khi đó, sự tăng trưởng của vỏ, kết hạch Fe-Mn thay đổi từ 1,01 đến 44,4 mm/Tr.n. với mức trung bình là 8,4 mm/Tr.n. dựa trên phương pháp tính tuổi Co (Manheim và Lane-Bostwick, 1988). Do đó, tuổi tính toán được của lớp vỏ ban đầu còn khá phân tán và cần được xem xét kỹ càng hơn nữa.

Theo một số tác giả người Trung Quốc (Pinxian Wang và nnk, 2014; Zhong và nnk, 2017, 2019), sự tăng trưởng của vỏ, kết hạch Fe-Mn ở Biển Đông có lẽ bắt đầu vào khoảng 1,5÷1,6 triệu năm trước đây, khoảng thời gian trùng với sự kiện băng hà Toàn cầu cách đây 1,6 triệu năm. Sự kiện băng hà Mid-Brunhes cách đây 0,4 triệu năm có lẽ cũng ảnh hưởng đến sự hình thành vỏ, kết hạch ở biển Đông, phản ánh cấu trúc hai lớp và những thay đổi trong thành phần hóa học của các thành tạo Fe-Mn.

Do sự thay đổi lớn về độ dày và thành phần hóa học trong vỏ, kết hạch ở Biển Đông, cần phải thực hiện các nghiên cứu chi tiết bổ sung theo từng lớp trên kết vỏ và đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến sự hình thành lớp vỏ như chế độ dòng chảy địa phương và đầu vào của mảnh vụn, thành phần đồng vị và nghiên cứu chi tiết theo từng lớp để có mô hình nguồn gốc chi tiết hơn.

4. Kết luận

Mẫu vỏ, kết hạch Fe-Mn được thu thập từ 2 khu vực núi ngầm có đặc điểm địa hóa, đặc điểm khoáng vật khá tương đồng, cho thấy rằng vỏ, kết hạch Fe-Mn tại hai khu vực này được hình thành trong cùng một điều kiện, môi trường thành tạo. Đối với các mẫu lấy ở núi ngầm 1 sự thay đổi thành phần của Co và mô-đun Fe/Mn phản ánh xu hướng tích tụ của Co trong các khoáng vật sắt. Trong khi đó, Co có xu hướng tích tụ các khoáng vật mangan tại núi ngầm 2. Xu hướng biến đổi như vậy cho phép nhận định rằng các thành tạo vỏ, kết hạch sắt-mangan từ núi ngầm 1 được hình thành sớm hơn. Thực tế nghiên cứu mẫu vật cũng cho thấy một số mẫu vỏ, kết hạch Fe-Mn ở núi ngầm 2 có một cấu trúc hai lớp, còn các thành tạo ở núi ngầm 1, cơ bản là có cấu trúc một lớp.

Tốc độ hình thành vỏ, kết hạch Fe-Mn được xác định bằng phương pháp đồng vị $^{230}\text{Th}_{\text{excess}}$. Kết quả phân tích cho thấy thời gian thành tạo vỏ, kết hạch Fe-Mn tại hai khu vực trong vùng nghiên cứu là 11 ± 1 mm/triệu năm và $4,4 \pm 0,5$ mm/triệu năm. Sự phát triển của vỏ, kết hạch Fe-Mn vùng nghiên cứu có thể được bắt đầu vào khoảng 1,5 triệu năm trước đây.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu được hỗ trợ bởi Đề tài KHCN cấp Bộ Tài nguyên và Môi trường, mã số TNMT.2019.06.02.

Tài liệu tham khảo

- Folk, R. L. (1980). *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphill publishing company.
- Halbach, P.E., Jahn, A., Cherkashov, G., 2017. *Marine co-rich ferromanganese crust deposits: description and formation, occurrences and distribution, estimated worldwide resources*. In: Sharma, R. (Ed.), *Deep-Sea Mining: Resource Potential, Technical and Environmental Considerations*. Springer, Cham, pp. 1–535, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-52557-0>.
- Hein, J. R. and A. Koschinsky (2014). 13.11 - *Deep-Ocean Ferromanganese Crusts and Nodules. Treatise on Geochemistry (Second Edition)*. H. D. Holland and K. K. Turekian. Oxford, Elsevier: 273-291.
- Manheim, F.T., Lane-Bostwick, C.M., (1988). Cobalt in ferromanganese crusts as a monitor of hydrothermal discharge on the Pacific sea floor. *Nature* 335, 59–62. <http://dx.doi.org/10.1038/335059a0>.
- Phùng Văn Phách và nnk, (2015). *Nghiên cứu cấu trúc địa chất và tiến hóa Biển Đông phục vụ xác lập đường chủ quyền lãnh hải Việt Nam và dự báo tài nguyên năng lượng và khoáng sản*. Báo cáo tổng kết đề tài cấp nhà nước KC.09.02/11-15. Lưu trữ Viện địa chất – Địa vật lý biển.
- Vũ Trường Sơn và nnk, 2023. *Nghiên cứu đặc điểm khoáng vật, địa hóa và dự báo tiềm năng khoáng sản rạn biển sâu Nam Trung Bộ Việt Nam phục vụ định hướng điều tra khoáng sản rạn biển sâu*. Lưu trữ Trung tâm Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên - môi trường biển khu vực phía Bắc.
- Pinxian Wang, Qianyu Li, Jun Tian, (2014). Pleistocene paleoceanography of the South China Sea: Progress over the past 20 years. *Marine Geology*. Volume 352, Pages 381-396, ISSN 0025-3227, <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2014.03.003>.
- Zhong et al., (2019). Tectonic and paleoceanographic conditions during the formation of ferromanganese nodules from the northern South China Sea based on the high-resolution geochemistry, mineralogy and isotopes. *Marine Geology* 410 (2019) 146-163.
- Zhong, Y., Chen, Z., González, F.J., Hein, J.R., Zheng, X., Li, G., Luo, Y., Mo, A., Tian, Y., Wang, S., (2017). Composition and genesis of ferromanganese deposits from the northern South China Sea. *J. Asian Earth Sci.* 138, 110–128.

ABSTRACT

Study on the distribution, mineralogy, and geochemistry, geochronology of ferromanganese crusts and nodules in the offshore area of South Central Bien Dong, Vietnam

Nguyen Khac Du^{1,2}, Nguyen Huu Hiep^{1,2}, Vu Truong Son³

¹Hanoi University of Mining and Geology

²Center for Excellence in Analysis and Experiment

³Northern Centre for Planning and Investigation of Marine Resources (CIPM)

The deep-sea region of South Central Vietnam features a strongly differentiated geological structure and topography, with many high-rising underwater uplift blocks, basins, and alternating grabens. The formation and distribution of Fe-Mn crusts and nodules are closely related to the area's topographical and stratigraphic characteristics and surface sediment layers. Samples collected from the region have been thoroughly studied using electron microscopy, SEM, XRD, ICP-MS, and ²³⁰Th_{excess} isotope dating. The results show that the mineral composition of Fe-Mn crusts and nodules contains manganese minerals, predominantly vernadite, with birnessite being less common. Iron minerals mainly consist of goethite, with minor Mn-feroxyhyte, lepidocrocite, and hematite. The detrital components include quartz, feldspar, and calcite. A notable difference in the composition of Fe-Mn crusts and nodules in the East Sea compared to other regions is the high Fe content relative to Mn, high Ni content and Ni/Co ratio, and a higher Th and Pb content compared to Co. In contrast, the REE content is relatively low. The growth rate of the Fe-Mn crust layers varies from 1.01 to 44.4 mm/Myr, with an average rate of 8.4 mm/Myr, based on Co age dating methods. Due to the significant variation in thickness and composition of Fe-Mn crusts and nodules in the study area, further in-depth studies on individual layers are necessary to develop a comprehensive model of their origin and formation.

Keywords: Distribution characteristics; mineralogy-geochemistry-geochronology; Fe-Mn nodules; South Central of Bien Dong, Vietnam.