

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN
KHOA ĐỊA CHẤT**

Phạm Lê Tuyết Nhung

**CỎ KHÍ HẬU KHU VỰC TÂY NGUYÊN
10 NGÀN NĂM QUA
GHI NHẬN TRONG TRẦM TÍCH BIỂN HỒ**

Khóa luận tốt nghiệp đại học hệ chính quy
Ngành Đại chất học
(Chương trình đào tạo chất lượng cao)

Hà Nội - 2022

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN
KHOA ĐỊA CHẤT

Phạm Lê Tuyết Nhung

**CỔ KHÍ HẬU KHU VỰC TÂY NGUYÊN
10 NGÀN NĂM QUA
GHI NHẬN TRONG TRẦM TÍCH BIỂN HỒ**

Khóa luận tốt nghiệp đại học hệ chính quy
Ngành Địa chất học
(Chương trình đào tạo chất lượng cao)

Người hướng dẫn: **TS. Nguyễn Văn Hường**
TS. Phan Thanh Tùng

Hà Nội - 2022

LỜI CẢM ƠN

Được trở thành sinh viên của khoa Địa chất, trường Đại học Khoa học và Tự nhiên – ĐHQGHN trong suốt 4 năm vừa qua là một điều vô cùng quý giá đối với bản thân em. Là một sinh viên năm cuối, em càng cảm thấy trân trọng và biết ơn những điều mà bản thân được nhận khi trở thành một phần của khoa Địa chất.

Lời cảm ơn đầu tiên và sâu sắc nhất em muốn gửi tới TS. Nguyễn Văn Hương và TS. Phan Thanh Tùng, giáo viên đã trực tiếp hướng dẫn, tận tình chỉ bảo, định hướng và tạo điều kiện tốt nhất để em có thể học hỏi, trau dồi kiến thức hoàn thành khóa luận tốt nghiệp. Tiếp theo, em xin cảm ơn cô giáo chủ nhiệm lớp K63 Địa chất – PGS.TS. Nguyễn Thùy Dương, đã luôn bên cạnh hỗ trợ và động viên lớp trong cả học tập cũng như đời sống tinh thần trong suốt 4 năm học.

Em xin chân thành cảm ơn sự giúp đỡ của nhóm Nghiên cứu Biển Hồ, đề tài NAFOSTED 105.99-2018.316 đã tạo điều kiện cho em tham gia chuyên thực địa lấy mẫu trầm tích tại Biển Hồ và tạo điều kiện để em có thể sử dụng các thiết bị thực hiện thí nghiệm cũng như cho phép sử dụng kết quả, dữ liệu nghiên cứu để phục vụ cho việc thực hiện khóa luận tốt nghiệp.

Bên cạnh đó, em xin bày tỏ lòng biết ơn tới toàn thể thầy cô trong Khoa Địa chất đã giúp đỡ, quan tâm và định hướng cho chúng em trong quãng thời gian vừa qua. Em kính chúc các thầy, cô luôn có thật nhiều sức khỏe và thành công trong sự nghiệp giảng dạy.

Lời cảm ơn cuối cùng em xin gửi tới gia đình, bạn bè, tập thể lớp K63 Chất lượng cao Địa chất và toàn thể các bạn sinh viên trong Khoa đã luôn bên cạnh giúp đỡ, tin tưởng động viên, chia sẻ và đồng hành cùng em trong những năm học vừa qua.

Trong quá trình thực hiện khóa luận tốt nghiệp, do trình độ học vấn của em còn hạn chế nên sẽ khó tránh khỏi các sai sót không đáng có. Vì vậy, em rất mong nhận được những lời góp ý và nhận xét của thầy, cô để bản thân em có thể hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn!

Sinh viên thực hiện

Phạm Lê Tuyết Nhung

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

Kí hiệu chữ viết tắt	Chữ viết đầy đủ
EASM	Gió mùa hè Đông Á (East Asian Summer Monsoon)
EAWM	Gió mùa đông Đông Á (East Asian Winter Monsoon)
ISM	Gió mùa hè Ấn Độ (India Summer Monsoon)
WNPSM	Gió Tây Bắc Thái Bình Dương (Western North Pacific Summer Monsoon)
BP	Năm trước hiện tại trong tuổi địa chất (Before Present, Present = 1950 theo quy ước tính tuổi carbon-14)

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN TÀI LIỆU VÀ KHU VỰC NGHIÊN CỨU	3
1.1. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU TRÊN THẾ GIỚI	3
1.2. KHU VỰC NGHIÊN CỨU	5
1.2.1. Địa hình, địa mạo	5
1.2.2. Điều kiện khí hậu	6
1.2.3. Đặc điểm địa chất	7
1.2.4. Điều kiện kinh tế - xã hội và hệ thống giao thông	8
CHƯƠNG 2: CƠ SỞ TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP LUẬN	10
2.1. CƠ SỞ PHƯƠNG PHÁP LUẬN	10
2.1.1. TRẦM TÍCH HỒ NÚI LỬA VÀ ĐỒNG VỊ BỀN CARBON	10
2.1.2. Ảnh hưởng đồng vị	11
2.1.3. Phân đoạn đồng vị.....	12
2.2. CƠ SỞ LUẬN GIẢI ĐIỀU KIỆN CỔ KHÍ HẬU	12
2.2.1. Thành phần trầm tích và cổ khí hậu	12
2.2.2. Giá trị $\delta^{13}C$ và chỉ thị cổ khí hậu	13
2.3. CƠ SỞ TÀI LIỆU	13
2.4. PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ VÀ PHÂN TÍCH MẪU	15
2.4.1. Phương pháp mô tả thạch học.....	15
2.4.2. Phân tích hàm lượng nước và vật chất hữu cơ.....	16
2.4.3. Phân tích giá trị đồng vị bền $\delta^{13}C$	17
CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN	19
3.1. ĐẶC ĐIỂM THẠCH HỌC TRẦM TÍCH	19
3.1.1. Độ sâu 4,5 m – 3,5 m (C1)	19
3.1.2. Độ sâu 3,5 m – 3,3 m (B3)	20
3.1.3. Độ sâu 3,3 – 0,64 m (B1, b2).....	20
3.1.4. Độ sâu 0,64 – 0,4 m (A2)	21
3.1.5. Độ sâu 0,4 – 0 m (A1).....	21
3.2. KẾT QUẢ PHÂN TÍCH HÀM LƯỢNG NƯỚC VÀ HÀM LƯỢNG VẬT CHẤT HỮU CƠ	22
3.3. KẾT QUẢ PHÂN TÍCH ĐỒNG VỊ BỀN	23
3.4. THẢO LUẬN	24
3.4.1. Đặc điểm thạch học trong trầm tích biển hồ.....	24
3.4.2. Hàm lượng nước và vật chất hữu cơ trong mẫu trầm tích.....	25
3.4.3. Giá trị đồng vị bền $\delta^{13}C$ vật chất hữu cơ biển hồ.....	27
3.4.4. Biến đổi khí hậu và môi trường: thời kì khô hạn khắc nghiệt đạt đỉnh tại 4,8 ngàn và 2,1 ngàn năm.....	29
KẾT LUẬN	32
TÀI LIỆU THAM KHẢO	33

DANH MỤC HÌNH

- Hình 1.1.** Vị trí địa lý (A), bản đồ độ sâu (B) và đặc điểm địa chất-thủy văn (C) Biển Hồ - Gia Lai. Bản đồ độ sâu thành lập theo số liệu đo năm 2017 [29] cho thấy độ sâu cực đại lên đến 21m, với địa hình đáy bằng phẳng. 6
- Hình 1.2.** Các hệ thống gió mùa ở Đông Nam Á gồm : gió mùa mùa hè Ấn Độ (ISM), gió mùa mùa hè Đông Á (EASM), gió mùa mùa đông Đông Á (EAWM) và gió mùa Đông bắc Thái Bình Dương (WNPSM) [11]. **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 1.3.** Sơ đồ địa chất tỉnh Gia Lai thể hiện vị trí của Biển Hồ nằm ở gần rìa phía bắc của cao nguyên núi lửa Pleiku [8]. **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 2.1.** Các đồng vị carbon đều có 6 proton nhưng số notron khác nhau. **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 2.2.** Giá trị đồng vị ^{13}C quy định về sự phổ biến của các loài thực vật C_3 , C_4 và CAM [10]..... **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 2.3** Vị trí lấy mẫu tại Hồ phía Bắc Biển Hồ (theo mũi tên trên hình). **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 2.4.** Lấy mẫu trầm tích bằng thiết bị piston tại Biển Hồ.**Error! Bookmark not defined.**
- Hình 2.5.** (A) Hộp chụp ảnh lõi trầm tích tránh ánh sáng chói phản xạ từ bề mặt mẫu ướt với ánh sáng phân cực. (B) Một phần cột mẫu đã được chụp ảnh**Error! Bookmark not defined.**
- Hình 2.6.** Sơ đồ các bước xử lý mẫu trầm tích để thực hiện phân tích đồng vị bền và thiết bị phân tích đồng vị ^{13}C tại đại học Indiana – Hoa Kỳ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.1.** Trầm tích giàu sét tại mẫu 2C2 – D3 75 cm tương ứng với vị trí C 1 trong cột trầm tích **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.2.A.** Trầm tích giàu diatome tại mẫu 2C2 – D2 90 cm tương ứng với vị trí B3 trong cột trầm tích B. Vivianite dưới ánh sáng phân cực C. Hạt khoáng vật Vivianite ($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) kích thước 4-5 mm **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.3.A,B.** Trầm tích giàu diatome tại mẫu 2C2 – D1 46 cm và 2C2 – D2 tương ứng với vị trí B1,B2 trong cột trầm tích..... **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.4.** Trầm tích giàu sét, càng nông sét có màu đỏ vàng tại mẫu 32cm tương ứng với vị trí A1 trong cột trầm tích **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.5.** (A) Các đơn vị thạch học. (B) Độ sâu cột mẫu tương ứng với các nhóm đơn vị thạch học. (C) Một số mẫu đặc trưng cho các đơn vị thạch học.**Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.6.** Đồ thị về hàm lượng nước và hàm lượng VCHC có mối tương quan thuận với nhau trong cột trầm tích Biển Hồ có độ sâu từ 0 - 450 cm tương ứng với tuổi từ 10 ngàn năm đến nay..... **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.7.** Đồ thị phân tích đồng vị bền ^{13}C trên 25 mẫu tại Biển Hồ..... 24

- Hình 3.8.** Sự biến đổi khí hậu theo từng giai đoạn dựa theo kết quả phân tích và đặc điểm khí hậu tại giai đoạn đó..... **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.9.** Liên hệ giữa giá trị đồng vị ^{13}C và thành phần thạch học trong cột trầm tích Biển Hồ . Vị trí 1,4. Giá trị ^{13}C tăng, đạt đỉnh – mưa ít – khí hậu khô. Vị trí 2,3. Giá trị ^{13}C giảm, mưa nhiều – khí hậu ẩm..... **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.10.** Giá trị đồng vị $\delta^{13}\text{C}_{\text{wax}}$ và nhiệt độ trung bình trong khoảng 20 ngàn năm **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.11.** Bức xạ nhiệt (A), cường độ gió mùa hè Đông Á – EASM (B) mùa đông - EAWN(C) trong Holocen [20]. **Error! Bookmark not defined.**

MỞ ĐẦU

Những hoạt động của con người đặc biệt trong Holocen có tác động tiêu cực đến môi trường và khí hậu, có thể làm cho khí hậu trên trái đất nóng lên một cách nhanh chóng và không tuân theo chu kỳ của tự nhiên. Vì vậy, sự biến đổi khí hậu cũng như cổ khí hậu là những vấn đề nhận được nhiều sự quan tâm của cộng đồng khoa học quốc tế trong vài chục năm trở lại đây. Trong đó, cổ khí hậu là những biến đổi trong quá khứ, nghiên cứu về đặc điểm cổ khí hậu nhằm đánh giá làm sáng tỏ cho điều kiện khí hậu đã xảy ra trong quá khứ. Các dữ liệu về cổ khí hậu có vai trò quan trọng trong việc xây dựng mô hình luận giải sự biến đổi khí hậu sẽ xảy ra trong tương lai [25]. Dữ liệu về cổ khí hậu có thể được ghi nhận trong những chỉ thị của môi trường như kích thước và đồng vị oxy-18 ở vòng sinh trưởng của thực vật [31], vi cổ sinh trong trầm tích (bào tử phấn hoa, diatom), đồng vị oxy-18 trong măng đá [32], đồng vị oxy-18 trong san hô [26], trầm tích hồ núi lửa [22,41],...

Trầm tích hồ núi có nguồn gốc chủ yếu từ quá trình bào mòn vỏ phong hóa ở lưu vực xung quanh hồ và lắng đọng xuống đáy hồ. Thành phần trầm tích ít biến đổi bởi hệ thống sông ngòi, nên quá trình lắng đọng trầm tích diễn ra một cách liên tục theo thời gian. Bên cạnh đó, thực vật xung quanh khi được lắng xuống hồ sẽ lắng đọng và có nhiều khả năng được bảo toàn nguyên vẹn. Quá trình lắng đọng trầm tích chịu ảnh hưởng của điều kiện cổ khí hậu (cụ thể là nhiệt độ và lượng mưa) nên đặc điểm về lượng mưa và nhiệt độ không khí, thảm thực vật là yếu tố chỉ thị quan trọng cho sự biến đổi khí hậu. Vì vậy, trầm tích hồ núi lửa là một đối tượng quan trọng để thực hiện nghiên cứu phục hồi điều kiện cổ khí hậu.

Trong Holocen, sự nóng lên toàn cầu xảy ra làm độ ẩm trong khí quyển tăng và có thể ảnh hưởng đến hệ thống gió mùa Đông Á trên toàn bộ lãnh thổ Việt Nam nói chung và khu vực Tây Nguyên nói riêng. Nghiên cứu cổ khí hậu ở Việt Nam vẫn chưa có dữ liệu rõ ràng mà phụ thuộc chủ yếu vào các tài liệu về gió mùa trong quá khứ hay những thay đổi cổ môi trường trong khu vực Đông Nam Á để đánh giá về các xu thế thay đổi khí hậu hiện tại [22,15]. Một nghiên cứu về sự biến thiên nhiệt độ trong Holocen thông qua bào tử, phấn hoa ở lõi trầm tích ở khu vực Hà Nội đã được thực hiện bởi Nguyễn Thùy Dương và nnk. (2011) [5]. Trầm tích Biển Hồ ở Tây Nguyên với đặc điểm là trầm tích hiếu khí và thể hiện thời gian tích lũy lên đến vài chục nghìn năm sẽ góp phần minh giải dữ liệu về cổ khí hậu ở Việt Nam.

Tuy nhiên, các nghiên cứu tại khu vực Tây Nguyên chỉ mới tập trung vào việc phân tích và giải thích dữ liệu địa hóa, thông qua hàm lượng các nguyên tố vô cơ như Mn, Fe, Rb, Zr trong lõi trầm tích [30] hay dựa trên vòng sinh trưởng của thực vật và

sự tích tụ trầm tích để đưa ra các sự kiện thời tiết cực đoan tại tỉnh Kon Tum [1], mà chưa có nghiên cứu nào phân tích được sự ảnh hưởng trực tiếp của khí hậu lên thảm thực vật khu vực Tây Nguyên. Lịch sử khí hậu và môi trường của khu vực Việt Nam vẫn còn rời rạc và chưa liên tục. Vì vậy, sinh viên lựa chọn đề tài “**Cổ khí hậu khu vực Tây Nguyên 10 ngàn năm qua ghi nhận trong trầm tích Biển Hồ**” nhằm làm rõ sự biến đổi của khí hậu có tác động đến thảm thực vật và khôi phục điều kiện cổ khí hậu khu vực Tây Nguyên nói riêng và Việt Nam nói chung.

Khu vực Biển Hồ, thành phố Pleiku, tỉnh Gia Lai. Biển Hồ là một hồ núi lửa kín, không bị chi phối bởi hệ thống sông, nguồn nước chủ yếu đến từ mưa, nên lượng trầm tích lắng đọng một cách liên tục, ít bị xáo trộn nên đây là một thông tin có độ chính xác cao cho nghiên cứu khôi phục điều kiện cổ khí hậu. Khóa luận sử dụng cột trầm tích có chiều dài 4,5m được thu thập từ khu vực Biển Hồ, tỉnh Gia Lai vào năm 2018. Nghiên cứu tiến hành phân tích hàm lượng nước và hàm lượng vật chất hữu cơ, phân tích tỷ lệ đồng vị bền $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ trong cột trầm tích.

Nghiên cứu nhằm mục tiêu: (i) Tìm ra lịch sử biến đổi của điều kiện cổ khí hậu ở Tây Nguyên trong 10 ngàn năm qua thông qua các kết quả phân tích hàm lượng nước, hàm lượng vật chất hữu cơ và giá trị $\delta^{13}\text{C}$ trong mẫu lõi trầm tích được lấy từ Biển Hồ; (ii) và liên hệ, đối sánh đặc điểm cổ khí hậu ở Tây Nguyên với những ghi nhận khác ở Đông Nam Á.

Cấu trúc khóa luận gồm 3 chương, không bao gồm phần Mở Đầu. Chương 1 trình bày tổng quan tài liệu để đặt vấn đề nghiên cứu và các đặc điểm chính của khu vực nghiên cứu Biển Hồ. Chương 2 trình bày cơ sở tài liệu, mẫu lõi trầm tích và các phương pháp phân tích hàm lượng nước, vật chất hữu cơ và đồng vị bền. Chương 3 trình bày các kết quả nghiên cứu và thảo luận về các sự kiện biến đổi mùa xảy ra trong khu vực nghiên cứu ghi nhận trong trầm tích Biển Hồ.

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN TÀI LIỆU VÀ KHU VỰC NGHIÊN CỨU

1.1. Tổng quan nghiên cứu trên thế giới

Trong thời kỳ địa chất lâu dài của Trái đất, đã chứng kiến rất nhiều lần khí hậu toàn cầu thay đổi. Những thay đổi đó được tìm thấy thông qua các dữ liệu về vi cổ sinh (bào tử - phấn hoa, diatom), thành phần vật chất hữu cơ và cô cơ, thành phần khoáng vật và đồng vị bền... Trong đó, bất kỳ dữ liệu nào được bảo tồn qua thời gian, dưới các lớp trầm tích đều được sử dụng làm công cụ có độ chính xác khi khôi phục lại điều kiện cổ khí hậu. Trong quá trình phát triển lâu dài, các cột trầm tích được lắng đọng và tích tụ và mang đặc trưng của môi trường, điều kiện cổ khí hậu, đặc điểm của quá trình sinh địa hoá trên trái đất. Các đặc trưng của khí hậu như lượng mưa, nhiệt độ tác động đến quá trình phong hoá cả hoá học và vật lý. Tùy vào mức độ và quy mô của các quá trình phong hoá mà lượng vật chất hữu cơ được vận chuyển và lắng đọng trong trầm tích. Trong các lớp trầm tích này có khả năng lưu trữ đồng vị bền của các nguyên tố. Giá trị đồng vị bền của một số nguyên tố như C, H, N, O trong trầm tích được áp dụng có hiệu quả để khôi phục điều kiện cổ khí hậu và môi trường. Từ các dữ liệu trên, đã ghi nhận được những giai đoạn ấm lên và lạnh của Trái Đất trong suốt thời kỳ địa chất kéo dài hàng triệu năm. Điển hình với việc phân tích đồng vị bền của nguyên tố oxy tại lõi băng ở Nam cực, đã ghi nhận được tám chu kỳ băng hà trong 740 ngàn năm qua [17]. Trong Holocen, đặc biệt sự xuất hiện của con người đã làm cho khí hậu có những biến đổi bất thường và không tuân theo quy luật tự nhiên. Ngoài ra, những hiểu biết về biến đổi khí hậu trong thời gian này còn vấp phải nhiều ý kiến khác nhau.

Trong Holocen, có thể khôi phục điều kiện cổ khí hậu dựa vào việc phân tích hoá thạch thực vật (bào tử phấn hoa) [5], phương pháp phân tích đồng vị bền đồng vị oxy-18 trong măng đá [32] đã được thực hiện ở trên thế giới và cả Việt Nam.

Phân tử khí CO₂ trong khí quyển sẽ trao đổi với thực vật thông qua các tế bào quang hợp. Mỗi loài thực vật điển hình cho từng môi trường lại có một cơ chế tổng hợp CO₂ khác nhau. Nguyên tử carbon (có mặt trong CO₂ được chuyển hóa vào tế bào quang hợp của thực vật) có đồng vị bền và đồng vị phóng xạ, đồng vị bền carbon-13 có khả năng lưu trữ thông tin về cổ khí hậu trong thời gian dài. Ứng dụng đồng vị bền trong cổ khí hậu được Emiliani công bố lần đầu tiên vào năm 1955 [7]. Khí hậu bao gồm nhiệt độ, lượng mưa, độ ẩm, đặc điểm gió mùa,... những yếu tố này sẽ tương tác lên thảm thực vật và trầm tích trong hồ. Các nghiên cứu ứng dụng đồng vị bền ¹³C thường sử dụng carbon hữu cơ tổng (bulk organic carbon) có trong trầm tích hoặc

một số nghiên cứu tách riêng carbon trong sáp biểu bì thực vật (leaf wax) [7] nhằm đánh giá biến đổi tỉ số đồng vị bền $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ và phục hồi điều kiện cổ khí hậu trong trầm tích.

Khi khí hậu thay đổi, cũng dẫn đến sự thay đổi về tỉ lệ của các thành phần hữu cơ và vô cơ trong dẫn đến trầm tích có sự thay đổi về tính chất vật lý. Chẳng hạn sự gia tăng hàm lượng vô cơ (khoáng vật sét) trong trầm tích tương đi kèm với việc tăng cường tích tụ và bảo tồn vật chất hữu cơ. Trong khi đó sự giảm thành phần khoáng vật sét dẫn đến tăng tỉ lệ tương đối của hợp phần khung xương tảo silic trong trầm tích, khi đó trầm tích trở nên xốp hơn, tỉ trọng thấp hơn, tỉ lệ nước trong lỗ rỗng cao hơn.

Trong Holocen (11.700 năm đến ngày nay), trên thế giới có sự thay đổi khí hậu từ lạnh và khô sang ẩm và ẩm, tuy nhiên theo nghiên cứu về cổ sinh tại hồ Kumphawapi - đông bắc Thái Lan [7] và phần hoa, carbonat ở các hồ núi lửa ở tỉnh Ratanakiri, đông bắc Campuchia [13] lại cho rằng khí hậu chuyển từ lạnh và khô sang khô dẫn đến hiện tượng hạn hán hoặc cháy rừng rồi mới ẩm và ẩm. Bên cạnh đó, tại khu vực Đông Nam Á, hay Đông Á có độ lệch về thời gian của các sự kiện cực đại và cực tiểu ở các vị trí nghiên cứu khác nhau. Ví dụ như gió mùa ở Đông Á có cường độ mạnh khoảng 8.000 năm và cực đại ở khoảng 7-6.000 năm rồi mới suy yếu cực tiểu ở 4.000 năm [38] hay cường độ gió mùa tăng lên ở 8.400 và suy yếu ở 5.300 ở Đông Nam Á [13]. Hay có những khoảng thời gian khô hạn ở Đồng bằng Lanyang – miền trung và nam Đài Loan từ 4 -2 ngàn năm, từ việc ghi nhận dữ liệu trong hồ Retreat và hồ Dongyuan [39] và ở Ấn Độ [33]. Các sự kiện này không xảy ra một cách đột ngột, chỉ có khi đến các khu vực cực đại và cực tiểu mới có sự thay đổi nhanh chóng và giữa các cực đại và cực tiểu, cường độ gió duy trì trạng thái ổn định trong khoảng thời gian dài. Kết quả nghiên cứu giai đoạn đầu Holocen (10-8 ngàn năm) tại một số địa điểm như hồ Nong Thale Prong (Thái Lan) [7], Ratanakiri (Campuchia) [13], thể hiện khí hậu ẩm và ẩm lượng mưa tăng do ảnh hưởng của gió mùa mùa hè Ấn Độ. Theo kết quả nghiên cứu trong khoá luận phù hợp với điều kiện cổ khí hậu của hai hồ kể trên nhưng trong giai đoạn Holocen giữa và muộn có những sai khác. Hiện các nghiên cứu về cổ khí hậu ở Tây Nguyên còn đang tương đối thưa, chủ yếu chỉ tập trung trong khoảng 1500 năm trở lại đây sử dụng vòng sinh trưởng của thực vật [39] hoặc sử dụng trầm tích hồ Ea Tyn ở Đắk Lắk [28].

Với đặc điểm nằm trong đới khí hậu savan nhiệt đới, Biển Hồ là một hồ núi lửa có địa hình đáy bằng phẳng, vách thẳng đứng, ít bị chi phối bởi hệ thống sông ngòi, nên trầm tích Biển Hồ là đối tượng thích hợp để nghiên cứu cổ khí hậu (cổ lượng mưa và nhiệt độ) trong khu vực Tây Nguyên. Câu hỏi đặt ra nghiên cứu: “Có

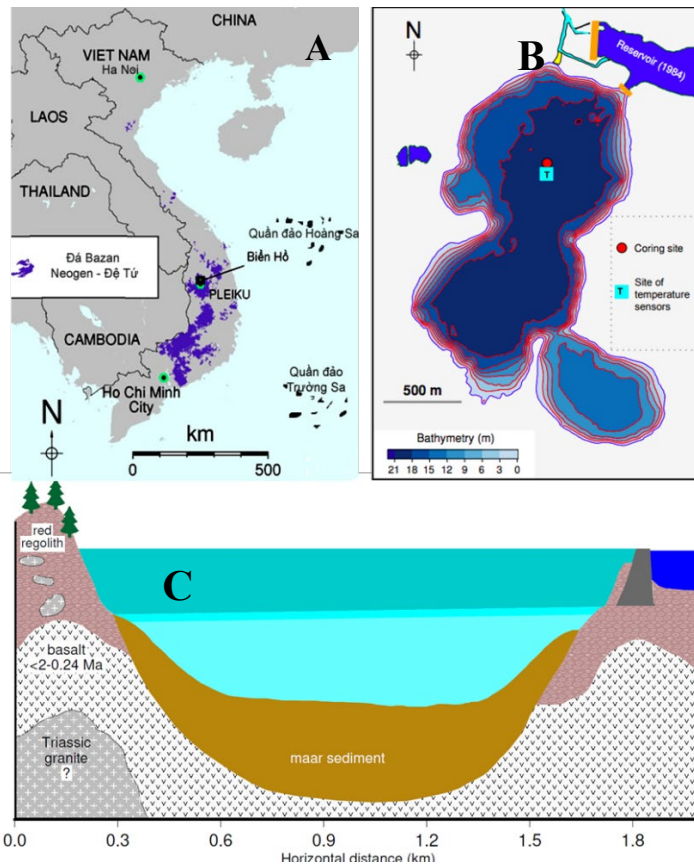
sự thay đổi khí hậu từ lạnh và khô trong kỷ băng hà cuối cùng sang ấm và ẩm trong Holocen. Vậy ở khu vực Tây Nguyên có tuân theo xu thế biến đổi này trên thế giới không?” Để trả lời câu hỏi trên, sinh viên đưa ra giả thuyết như sau: “thảm thực vật bị thay đổi do điều kiện cổ khí hậu và cổ môi trường bị thay đổi. Sự biến đổi của thảm thực vật có thể được ghi nhận thông qua đặc điểm địa hóa và tỷ lệ đồng vị bền $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ trong lõi trầm tích”. Kết hợp với đặc điểm thạch học trầm tích, sự hỗ trợ của dữ liệu hàm nước nước và vật chất hữu cơ từ trầm tích thu được qua phương pháp mất khi nung (LOI) sẽ cho phép luận giải đặc trưng thay đổi của hệ thống gió mùa, lượng mưa, sự biến đổi từ thời kỳ biến đổi từ lạnh – khô nếu xảy trong Holocen ở khu vực Tây Nguyên.

1.2. Khu vực nghiên cứu

Biển Hồ (Hồ T’Nung) cách trung tâm thành phố Pleiku (Gia Lai) khoảng 7 km về phía Bắc có diện tích khoảng 230 ha (Hình 1.1). Thành phố Pleiku có đường danh giới phái đông giáp huyện Đak Đoa, phía tây giáp huyện Ia Grai, phía nam giáp huyện Chư Prông và phía bắc giáp huyện Chư Păh. Tổng diện tích tự nhiên của thành phố là 26 ngàn ha, là trung tâm kinh tế, chính trị và văn hóa - xã hội của tỉnh Gia Lai.

1.2.1. Địa hình, địa mạo

Biển Hồ được hình thành trên ba miệng núi lửa có tuổi được xác định cách đây khoảng 2 triệu năm đến 200 ngàn năm. Nằm trên cao nguyên có độ cao trung bình 700 – 800 m so với mực nước biển, Biển Hồ có độ sâu trung bình khoảng 17 - 20 m, đạt cực đại ở 21 m vào mùa mưa. Đáy hồ bằng phẳng ở trung tâm nhưng có sự thay đổi đột ngột độ sâu ở ven rìa, đặc trưng cho hồ núi lửa với vách đứng, thể hiện rõ trên bản đồ độ sâu hồ. Dưới đáy có lớp trầm tích dày hàng chục mét tích tụ trong hàng trăm ngàn năm qua (Hình 1.1)

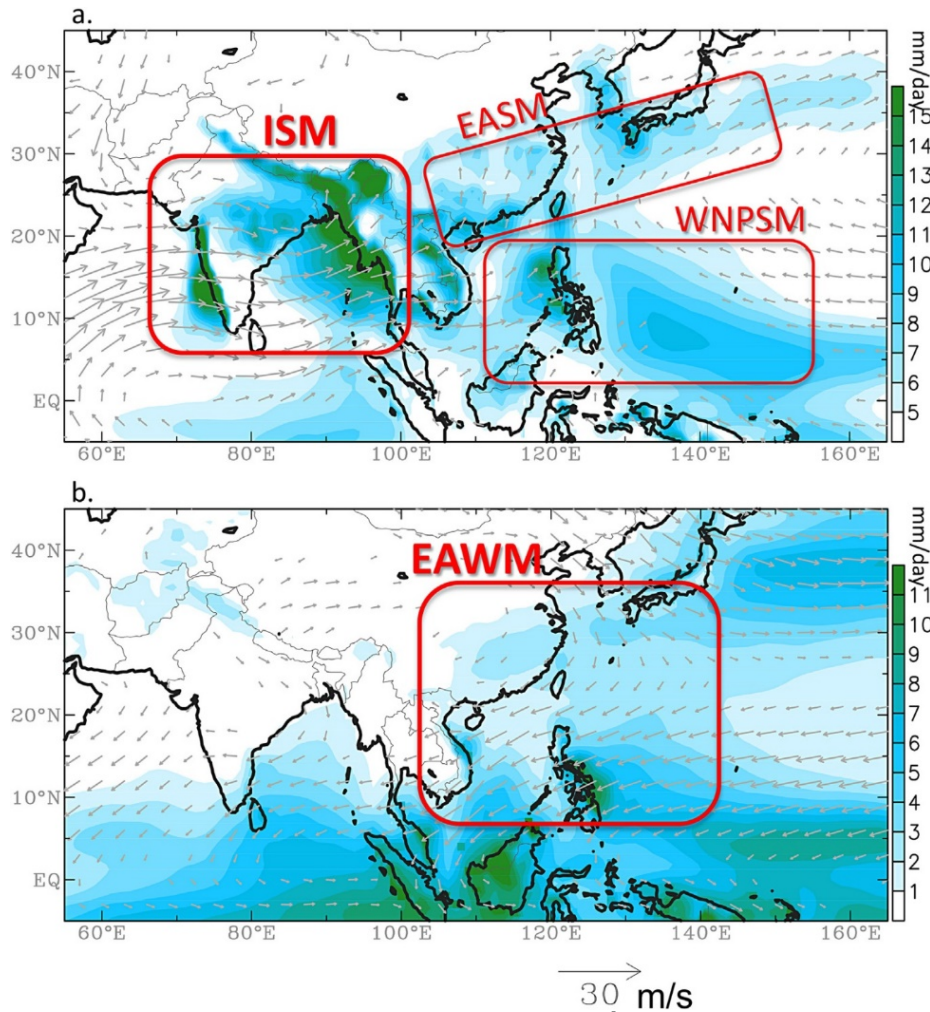


Hình 1.1. Vị trí địa lý (A), bản đồ độ sâu (B) và đặc điểm địa chất-thủy văn (C) Biển Hồ - Gia Lai. Bản đồ độ sâu thành lập theo số liệu đo năm 2017 [29] cho thấy độ sâu cực đại lên đến 21m, với địa hình đáy bằng phẳng.

1.2.2. Điều kiện khí hậu

Khu vực Tây Nguyên nói chung và khu vực Biển Hồ nói riêng đặc trưng cho khí hậu savan nhiệt đới với nền nhiệt và lượng mưa cao, được chia làm hai mùa rõ rệt là mùa khô và mùa mưa. Mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 11 và mùa khô từ tháng 11 đến tháng 4 (đỉnh điểm khô nóng vào tháng 3 và tháng 4).

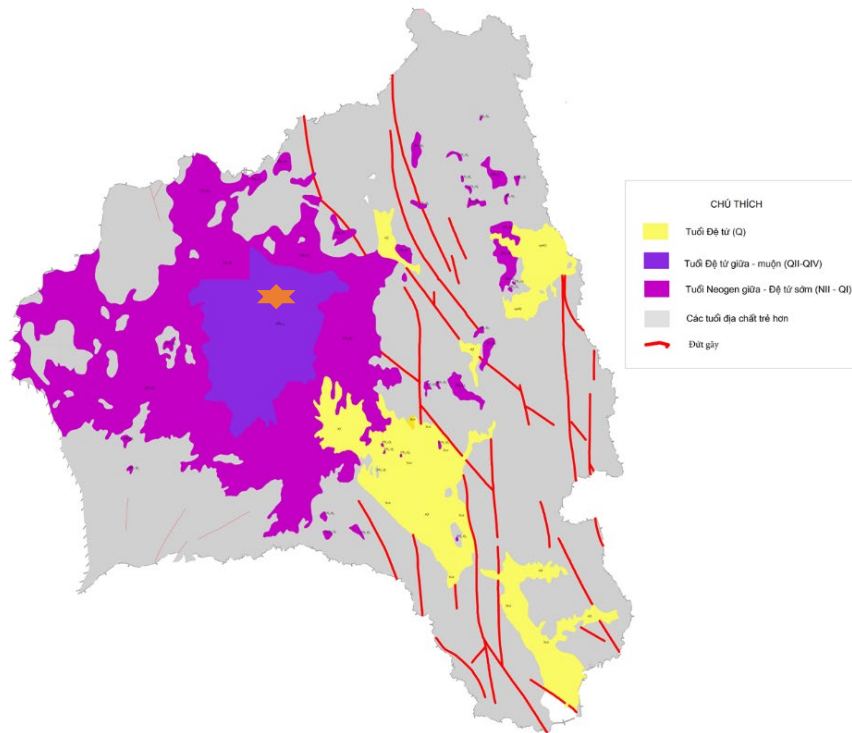
Tây Nguyên chịu ảnh hưởng của hai hệ thống gió mùa chính: gió mùa thổi từ Ấn Độ Dương (ISM) theo hướng Tây Nam, gió mùa Đông Á (gồm hai thành phần là gió mùa hè - EASM và gió mùa Đông - EAWM) [11]. Ngoài ra hiện nay khu vực này còn chịu ảnh hưởng của gió thổi từ Thái Bình Dương – Gió mùa mùa hè Đông Bắc Thái Bình Dương (WNPSM) (Hình 1.2)



Hình 1.2. Các hệ thống gió mùa ở Đông Nam Á gồm : gió mùa mùa hè Ấn Độ (ISM), gió mùa mùa hè Đông Á (EASM), gió mùa mùa đông Đông Á (EAWM) và gió mùa Đông bắc Thái Bình Dương (WNPSM) [11].

1.2.3. Đặc điểm địa chất

Biển Hồ nằm ở phía bắc rìa phía bắc của khiên núi lửa Pleiku tạo nên cao nguyên bazan quy mô lớn có tuổi Neogen đến Đệ Tứ (8,3 – 0,2 triệu năm). Các đá bazan xung quanh miệng núi lửa Biển Hồ nhiều khả năng là sản phẩm của hoạt động phun trào núi lửa thuộc pha trẻ nhất có tuổi khoảng 0,2 triệu năm [27].



Hình 1.3. Sơ đồ địa chất tỉnh Gia Lai thể hiện vị trí của Biển Hồ nằm ở gần rìa phía bắc của cao nguyên núi lửa Pleiku [8].

1.2.4. Điều kiện kinh tế - xã hội và hệ thống giao thông

Điểm nổi bật trong những năm qua là kinh tế của thành phố Pleiku đạt mức tăng trưởng khá cao và ổn định, tốc độ giá trị sản xuất tăng bình quân 10 %/năm. Cơ cấu kinh tế của thành phố bao gồm: tỷ trọng nông – lâm nghiệp chuyển dịch phù hợp với điều kiện của thành phố, trong đó, tỷ trọng ngành dịch vụ chiếm 53%, ngành công nghiệp - xây dựng chiếm 43 %, ngành nông nghiệp chiếm 4 %. Giá trị sản xuất ngành dịch vụ tăng bình quân 11 %/năm. Công nghiệp - xây dựng có tốc độ phát triển khá, tăng bình quân 10 %/năm, gấp 1,6 lần so với năm 2015 (Niên giám thống kê tỉnh Gia Lai năm 2020) [25].

Nông nghiệp phát triển theo hướng sản xuất hàng hoá, áp dụng công nghệ, khoa học kỹ thuật tiên tiến vào sản xuất góp phần nâng cao năng suất và chất lượng sản phẩm. giá trị sản phẩm ước đạt 105 triệu đồng/ha đất trồng trọt. Trong những năm gần đây, du lịch và nông nghiệp là ngành nghề được ưu tiên hàng đầu tại Pleiku, sở dĩ nơi đây được thiên nhiên ban tặng một danh thắng Biển Hồ. Vì vậy ngành du lịch trở thành ngành mũi nhọn khi nhắc đến thành phố Pleiku. Ngoài ra, tại thành phố Pleiku nói riêng, Tây Nguyên nói chung tiếp tục duy trì các sản phẩm đặc thù như cà

phê, điều, tiêu,.. và các cây công nghiệp khác (**Niên giám thống kê tỉnh Gia Lai năm 2020**)[25].

Thành phố có 37/80 trường học đạt chuẩn quốc gia, đạt tỷ lệ 46 %. Sự nghiệp văn hóa, thông tin, thể dục - thể thao được đầu tư theo hướng xã hội hóa. Công tác bảo tồn và phát huy bản sắc văn hóa các dân tộc được quan tâm. Hệ thống cơ sở hạ tầng giao thông đã được chú trọng phát triển. Hiện nay, tất cả cá đường nội liên thành phố Pleiku đến trung tâm các huyện đã được trải nhựa và hầu như các xã đều có đường ô tô có thể đến. Bên cạnh đó, tại thành phố Pleiku có sân bay Pleiku phục vụ những chuyến bay thẳng nội địa (**Niên giám thống kê tỉnh Gia Lai năm 2020**) [7].

CHƯƠNG 2

CƠ SỞ TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP LUẬN

2.1. Cơ sở phương pháp luận

2.1.1. Trầm tích hồ núi lửa và đồng vị bền carbon

a. Quá trình lắng đọng trầm tích hồ núi lửa

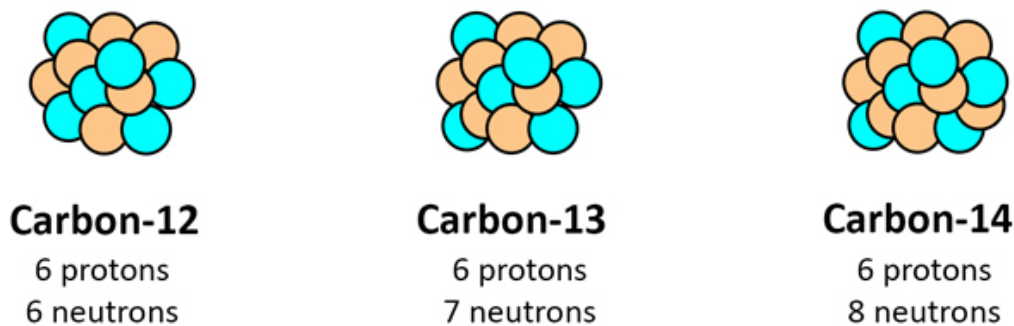
Trầm tích hồ nói chung, trầm tích hồ núi lửa nói riêng được sử dụng để khôi phục lại đặc điểm cổ khí hậu và sự biến đổi khí hậu theo thời gian. Khi có sự thay đổi khí hậu theo mùa, lượng mưa sẽ thay đổi, đồng nghĩa với việc lượng trầm tích (vụn cơ học) và sinh khối (nguồn của trầm tích hữu cơ) được bổ sung vào hồ theo mùa cũng khác nhau. Vì vậy, lượng trầm tích hình thành hàng năm có thành phần thạch học và độ dày khác nhau [31]. Với đặc điểm là hồ núi lửa không bị chi phối của hệ thống sông ngòi, nên quá trình lắng đọng trầm tích có điều kiện diễn ra liên tục. Ngoài ra, trong hồ ít có sự hoạt động của dòng chảy đáy và lượng oxi ở tầng đáy nghèo, điều này ngăn cản sự phát triển của sinh vật bám đáy, nên các lớp trầm tích được lắng đọng liên tục, ít bị xáo trộn.

Trong tự nhiên, theo mưa lượng CO_2 trong khí quyển có thể được bổ sung trực tiếp vào hồ hoặc được sản sinh từ hoạt động phân hủy xác các loài thực vật và được chôn vùi dưới lớp trầm tích hồ. Các hồ ở điều kiện bão hòa carbonat có thể tích tụ trầm tích carbonat tự sinh, tăng lượng carbon tích tụ trong trầm tích. Ngoài ra, khi mưa, quá trình phong hóa diễn ra một cách nhanh chóng, đặc biệt là quá trình phong hóa hóa học, làm tăng lượng trầm tích vụn vô cơ và chất dinh dưỡng vào hồ. Đối với những hồ khác nhau, lượng tảo và sinh vật phù du sẽ khác nhau. Trong số đó, tảo lục dễ bị phân hủy, ngược lại, tảo silic thường được bảo tồn tốt trong lớp trầm tích. Vì vậy, quá trình lắng đọng trầm tích khiến vật chất hữu cơ có thể tồn tại trong trầm tích hồ.

b. Khái niệm đồng vị bền

Trong nguyên tử, số proton luôn bằng số electron, nhưng số neutron khác nhau khiến số khối (khối lượng) nguyên tử của nguyên tố có thể khác nhau [4].

Đồng vị là những nguyên tử có cùng vị trí (cùng số electron và proton) nhưng có sự khác nhau về số khối (số neutron). Ví dụ: carbon có ba đồng vị carbon 12 (6p và 6n); carbon 13 (6p và 7n) và carbon 14 (6p và 8n) (Hình 2.1).



Hình 2.1. Các đồng vị carbon đều có 6 proton nhưng số notron khác nhau.

Các nguyên tố trong bảng tuần hoàn hầu hết có đồng vị nhiều hơn 2. Đồng vị của các nguyên tố có hai dạng tồn tại là đồng vị bền và đồng vị phóng xạ. Đồng vị phóng xạ là đồng vị của nguyên tố có proton dễ bị biến đổi thành hạt nhân của các nguyên tử nguyên tố khác theo thời gian. Trong số ba đồng vị của carbon, chỉ có đồng vị ^{14}C là đồng vị phóng xạ.

Đồng vị bền là đồng vị của nguyên tố có mức năng lượng nguyên tử ổn định và cân bằng, không có khả năng phân rã thành những nguyên tố khác và phóng xạ. Đồng vị bền gồm: đồng vị nặng và đồng vị nhẹ. Trong đó, đồng vị nặng là đồng vị có độ phổ biến thấp và có khối lượng nguyên tử lớn. Ngược lại, đồng vị nhẹ là đồng vị có độ phổ biến cao và có khối lượng nguyên tử nhỏ. Tỷ lệ đồng vị nặng và đồng vị nhẹ có thể thay đổi khi trải qua thời gian địa chất lâu dài và nhiều chu trình địa hóa khác nhau. Sự thay đổi của môi trường có thể được thể hiện thông qua thành phần đồng vị ^{18}O trong san hô (Pereiraa, 2018).

Trong đó, đồng vị của nguyên tố C tham gia vào hầu hết quá trình sinh địa hoá trên Trái Đất. Cụ thể, đồng vị của nguyên tố C có mặt trong vật chất cấu tạo nên cơ thể sống của các loài thực vật và động vật trên Trái Đất. Việc nghiên cứu sự có mặt các đồng vị C trong hợp chất có thể cho biết thông tin về đặc điểm sinh địa hoá và các quá trình xảy ra trên Trái đất. Ngoài ra, từ những thông tin này, có thể cho biết điều kiện cổ khí hậu, môi trường và xây dựng mô hình dự báo về biến đổi trong tương lai [4].

2.1.2. Ảnh hưởng đồng vị

Ảnh hưởng đồng vị là sự khác nhau về tính chất hóa lý liên quan đến sự khác nhau về số notron (hay số khối) của các đồng vị. Các nguyên tố có tính chất hóa học khác nhau do electron ở ngoài cùng của nguyên tử quy định. Trong các đồng vị, chỉ có số notron khác nhau, số electron không đổi nên tính chất hóa học của đồng vị nguyên tố không có sự khác nhau.

Đối với cacbon, đồng vị nhẹ ^{12}C phổ biến hơn các đồng vị nặng ^{13}C , do vậy, khi tham gia vào các phản ứng hoá lý, đồng vị nhẹ ^{12}C có xu thế dễ tham gia vào các

pha của phản ứng hơn đồng vị nặng ^{13}C [4]. Vì vậy, khi phân tích đồng vị của nguyên tố C là phân tích đồng vị nặng ^{13}C đã tham gia vào các pha trong phản ứng hoá lý.

2.1.3. Phân đoạn đồng vị

Phân đoạn đồng vị là sự phân tách các đồng vị nặng và nhẹ của nguyên tố trong các pha khác nhau cùng tồn tại trong hệ thống tự nhiên hoặc phản ứng hóa lý, từ đó tạo ra sự chênh lệch về tỷ số đồng vị nặng/đồng vị nhẹ.

Đặc điểm của phân đoạn đồng vị được xác định bằng hệ số phân đoạn đồng vị (α_{A-B}). Được tính dựa trên tỷ số đồng vị nặng và nhẹ của hợp chất (hay pha) A và tỷ số tương ứng trong hợp chất (pha) B. Đồng vị nhẹ có xu hướng tham gia vào quá trình di chuyển và phản ứng (pha) hoặc tương tác để tạo ra sản phẩm. Đối với đồng vị nặng có chiều hướng tồn tại trong các chất (pha) chưa tham gia phản ứng. Trong tự nhiên, khi thực vật quang hợp, phân tử khí carbonic chứa đồng vị nhẹ của carbon là $^{12}\text{CO}_2$ được khuếch tán vào tế bào dễ dàng hơn so với đồng vị nặng $^{13}\text{CO}_2$. Vì vậy, có thể xác định được xu thế thay đổi theo nhiều pha khác nhau, tỷ số đồng vị nặng/nhẹ có sự thay đổi theo từng pha.

Quá trình trầm tích hồ có thể có sự lắng đọng vật chất hữu cơ (nguồn gốc thực vật...) xuống dưới đáy hồ, việc phân tích tỷ số $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ trong trầm tích sẽ giúp xác định khoảng giá trị đặc trưng quy định môi trường thực vật phát triển. Ngoài ra, giá trị đồng vị $\delta^{13}\text{C}$ cho biết quá trình khí hậu ảnh hưởng lên thực vật biến đổi theo chiều hướng ấm lên hay lạnh đi.

2.2. Cơ sở luận giải điều kiện cổ khí hậu

2.2.1. Thành phần trầm tích và cổ khí hậu

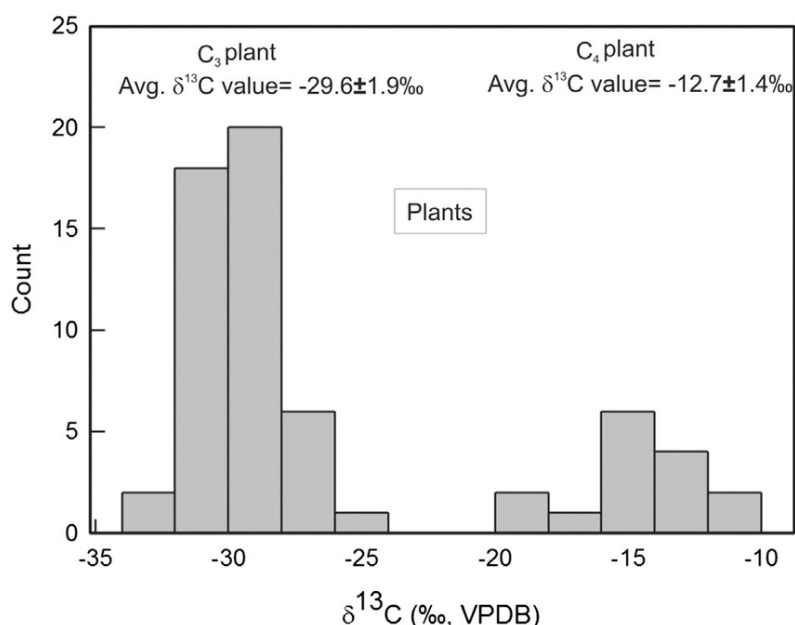
Thành phần trầm tích bao gồm hàm lượng nước trong trầm tích, thành phần vô cơ (vụn cơ học và hóa học), thành phần hữu cơ (sinh học). Đối với những hồ có quy mô nhỏ, dễ dàng ghi lại và phản ứng nhanh chóng đối với những biến đổi bên trong nó khi có bất kỳ yếu tố bên ngoài tác động như lượng mưa, nhiệt độ thay đổi [12]. Đặc điểm thành phần trầm tích có thể cho biết được điều kiện hình thành và quá trình bào mòn đá gốc và lắng đọng trầm tích. Đất sét và khoáng vật sét xuất hiện phổ biến trong điều kiện nóng và ẩm. Hầu hết các khoáng vật sét hình thành nơi đá bị phong hóa mạnh có điều kiện tiếp xúc với nước, không khí hoặc hơi nước. Khi lượng mưa lớn, quá trình phong hoá đá gốc xảy ra nhanh, thành tập hợp vụn cơ học có kích thước nhỏ hơn theo dòng nước lắng đọng vào các bồn chứa, như sông, hồ.

Nếu lượng mưa ít đồng nghĩa với việc nguồn vật chất hữu cơ từ bên ngoài lắng đọng vào hồ ít, và ngược lại, lượng mưa nhiều, hàm lượng vật chất hữu cơ có xu thế

tăng. Khi mưa ít, chỉ có hoạt động của sinh vật ở bên trong hồ chiếm ưu thế, vật chất hữu cơ có thể bị phân huỷ nhanh hơn, khi đó tỉ lệ hợp phần của các sản phẩm của sinh vật (khung xương của tảo silic – diatom). Các trầm tích giàu diatom thường có tỉ trọng thấp, độ rỗng lớn do vậy thường có hàm lượng nước cao hơn các thành tạo giàu khoáng vật sét và vụn hữu cơ.

2.2.2. Giá trị $\delta^{13}\text{C}$ và chỉ thị cổ khí hậu

Các quá trình ảnh hưởng đến phân đoạn đồng vị carbon trong quá trình quang hợp và tổng hợp vật chất hữu cơ do thực vật đảm nhiệm, phụ thuộc vào hai yếu tố: Lượng khí CO_2 trong khí quyển được khuếch tán vào môi trường nước bởi các tế bào quang hợp và quá trình các enzym chuyển hoá và tổng hợp carbon trong tế bào thực vật. Giá trị $\delta^{13}\text{C}$ được sử dụng để luận giải môi trường sống của thực vật, hay đặc điểm của thảm thực vật. Theo đó, dựa vào giá trị $\delta^{13}\text{C}$ có thể chia thực vật thành những dạng chính sau. Dạng thứ nhất thực vật C_3 là những loài thực vật lục địa, cây bụi thảo mộc và các loài thủy sinh, giá trị $\delta^{13}\text{C}$ nằm trong khoảng -33 ‰ đến -23 ‰. Dạng thứ hai thực vật C_4 là các loài thảo dược, mía ngô và một số loài cỏ sống trong vùng nhiệt đới. Giá trị $\delta^{13}\text{C}$ của thực vật C_4 khoảng -16 ‰ đến -9 ‰. Dạng thứ ba thực vật CAM có khoảng giá trị nằm giữa giá trị $\delta^{13}\text{C}$ của thực vật C_4 và C_3 (Hình 2.2). Đối với thực vật C_3 là những loài thực vật ưa khí hậu mát mẻ, thực vật CAM thể hiện cho môi trường khô hạn ở vùng sa mạc, giá trị của đồng vị biểu thị cho thực vật C_4 thể hiện cho thực vật sống tại khu vực có khí hậu khô và nóng [4].



Hình 2.2. Giá trị đồng vị ^{13}C quy định về sự phổ biến của các loài thực vật C_3 , C_4 và CAM [10]

2.3. Cơ sở tài liệu

Dựa trên phương pháp định tuổi đồng vị carbon-14, trầm tích Biển Hồ ở độ sâu khoảng 15 m cho kết quả tuổi là 33 ngàn năm [30]. Khóa luận sử dụng lõi trầm tích thu được ở Biển Hồ - Gia Lai năm 2018 có độ sâu từ 0 - 4,5 m, tương đương với khoảng tuổi 0-10.000 năm. Mẫu được lấy nguyên dạng bằng thiết bị piston với đường kính lõi 60 mm. Sinh viên được thực hành lấy mẫu ở độ sâu tương tự vào tháng 4 năm 2021 tại Biển Hồ (Hình 2.2. và 2.3). Lõi trầm tích năm 2018 được tách tại Khoa Địa chất và bắt đầu tiến hành các phân tích. Mẫu trầm tích Biển Hồ được tiến hành chia với độ phân giải 1 cm/1 mẫu ở 1 m đầu, 2 – 2,5 cm/1 mẫu ở độ sâu tiếp theo cho đến hết 4,5 m với tổng khoảng 480 mẫu. Phân tích giá trị đồng vị bền $\delta^{13}\text{C}$ được lựa chọn với độ phân giải khoảng 25 cm. Kết quả phân tích đồng vị bền ^{13}C của 25 mẫu thu thập tại Biển Hồ, Gia Lai sinh viên được phép sử dụng từ đề tài NAFOSTED 105.99-2018.316.



Hình 2.3 Vị trí lấy mẫu tại Hồ phía Bắc Biển Hồ (theo mũi tên trên hình).



Hình 2.4. Lấy mẫu trầm tích bằng thiết bị piston tại Biển Hồ.

2.4. Phương pháp xử lý và phân tích mẫu

2.4.1. Phương pháp mô tả thạch học

a. Dụng cụ chia mẫu

Dụng cụ được sử dụng để mô tả thạch học gồm cưa để chia đôi cột mẫu, thước đo với chiều dài 1,4 m, hộp chụp ảnh lõi trầm tích tránh ánh sáng chói phản xạ từ bề mặt mẫu ướt với ánh sáng phân cực

b. Quy trình chia mẫu và mô tả thạch học

Ông chứa mẫu sau khi được đưa về phòng thí nghiệm sẽ được tiến hành chia đôi theo chiều dọc ống thành hai phần bằng nhau. Sau đó, mỗi bề mặt được làm sạch và chụp ảnh bằng thiết bị có hệ thống lọc ánh sáng phân cực (Hình 2.4). Mục đích chính là giúp giảm hiện tượng bóng lóa phản xạ từ bề mặt trầm tích có hàm lượng nước cao, khiến ảnh thu được có chất lượng tốt hơn ánh sáng thường. Lõi trầm tích được mô tả thạch học trước khi chia mẫu vào các túi zip. Độ hạt trầm tích xác định tương đối bằng cách miết trên kính (smear test). Các lát mỏng kính phết được chuẩn bị đại diện cho các đơn vị trầm tích và soi dưới kính hiển vi để hỗ trợ việc mô tả thành phần trầm tích.

Công việc chia mẫu được diễn ra trong phòng thí nghiệm, thực hiện một cách cẩn thận và chính xác. Dụng cụ trước và sau khi chia mẫu được lau, rửa sạch sẽ. Mẫu trầm tích được chia vào túi zip, ghi rõ số liệu mẫu. Mẫu được chia với độ phân giải 1

cm/1,3 m đầu và 2 cm đối với các độ sâu còn lại. Với độ sâu cột mẫu là 4,5 m tổng số mẫu chia được là 480 mẫu. Mẫu được cấp đông, sau đó phân tích hàm lượng nước, hàm lượng vật chất hữu cơ, cũng như đồng vị bền ^{13}C .



Hình 2.5. (A) Hộp chụp ảnh lõi trầm tích tránh ánh sáng chói phản xạ từ bề mặt mẫu ướt với ánh sáng phân cực. (B) Một phần cột mẫu đã được chụp ảnh

2.4.2. Phân tích hàm lượng nước và vật chất hữu cơ

Hàm lượng nước, chất hữu cơ, khoáng carbonat và siliciclastic và tảo silic thường được tính toán sau khi đo trọng lượng mất đi trong các mẫu phụ lõi trầm tích sau khi tăng nhiệt độ. Trong khóa luận, hàm lượng vật chất hữu cơ trong trầm tích được xác định bằng phương pháp mất khi nung (LOI). Đối với trầm tích có hàm lượng vật chất hữu cơ từ 10% trở lên, độ chính xác của phương pháp mất khi nung là 1-2%. Mẫu ướt sẽ được chia và đựng trong các túi zip. Sau đó, mẫu được cho vào chén nhôm đã cân từ trước, rồi trải qua các bước sấy ở 105 °C và nung ở 550 °C. Khối lượng mẫu giảm đi sau mỗi bước sấy/nung được dùng để xác định hàm lượng nước và hàm lượng vật chất hữu cơ trong mẫu khô.

Cụ thể, đầu tiên mẫu sau khi được chụp ảnh sẽ được chia vào các túi zip với độ phân giải 1 cm ở 1 m đầu và 2-2,5 cm ở các độ sâu tiếp theo cho đến hết 5m. Ở 1 m đầu, hàm lượng nước trong trầm tích cao, mẫu lỏng, việc chia mẫu với độ phân giải lớn nhằm tối ưu hóa lượng trầm tích có thể lấy được. Ở khoảng độ sâu tiếp theo, trầm tích chặt sít hơn nên không nhất thiết chia mẫu có độ phân giải lớn.

Sau đó, chia khoảng 0,5-1 g vào chén nhôm đã cân và sấy mẫu ở 105 °C qua đêm. Sau khi cân mẫu đã sấy, sẽ xác định được hàm lượng nước mất đi trong mẫu và tính được hàm lượng nước trong mẫu theo công thức:

$$\text{Hàm lượng nước (\%)} = \frac{\text{Khối lượng nước}}{\text{Khối lượng mẫu}} \times 100 (\%)$$

Sau khi cân, tiếp tục nung mẫu trực tiếp trên chén nhôm ở nhiệt độ 550 °C trong 4 giờ nhằm làm đốt cháy hoàn toàn vật chất hữu cơ có trong mẫu (LacCore, 2013). Hàm lượng vật chất hữu cơ sẽ được tính theo công thức:

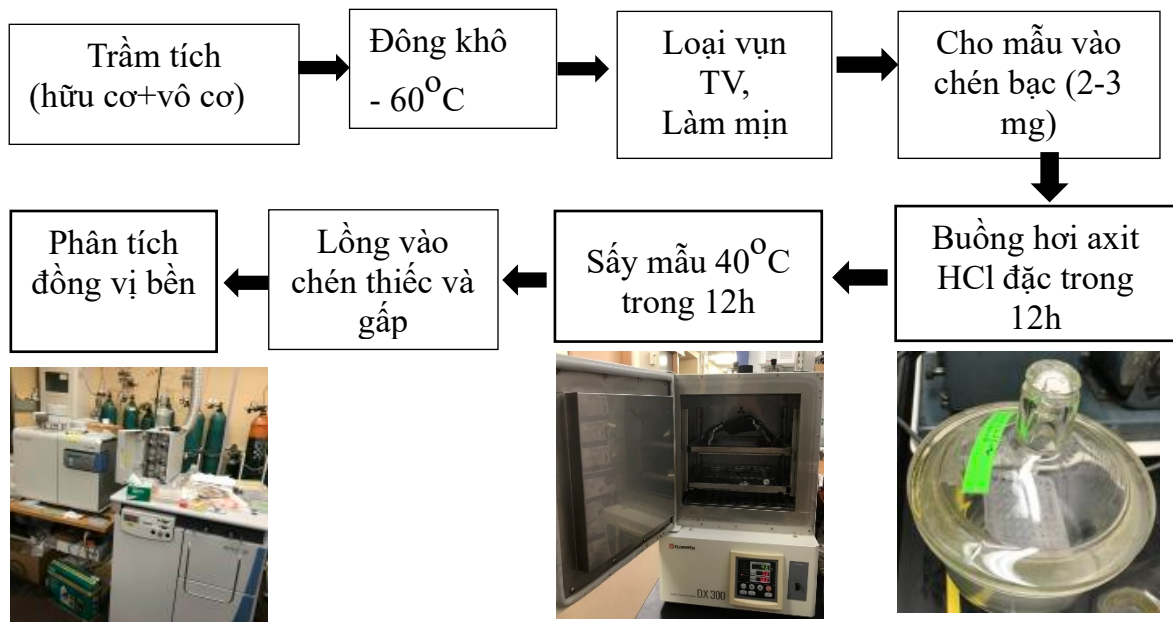
$$\text{Hàm lượng VCHC (\% KL khô)} = \frac{\text{Lượng vật chất hữu cơ mất đi}}{\text{Lượng mẫu}} \times 100 (\%)$$

Do chi phí không cao, dễ thực hiện, nghiên cứu sẽ phân tích với độ phân giải cao hơn mẫu đồng vị bền, với khoảng 1-2,5 cm/mẫu, tương ứng với tổng 480 mẫu.

2.4.3. Phân tích giá trị đồng vị bền $\delta^{13}\text{C}$

Mẫu được lựa chọn phân tích giá trị tỷ số đồng vị bền $\delta^{13}\text{C}$ có độ phân giải 20 cm. Sau khi tiến hành chia mẫu trầm tích với khối lượng mỗi túi khoảng 2-5 g, mẫu được giữ trong tủ đông ở nhiệt độ khoảng -20 °C. Sau đó, tiến hành làm khô mẫu ở -60 °C trong môi trường chân không. Mẫu trầm tích sau khi được làm khô được loại bỏ các mảnh vụn thực vật kích thước lớn nếu có, sau đó được đồng nhất hóa bằng cách xoa và miết vỏ túi zip bằng tay do mẫu đông khô tương đối xốp.

Quy trình phân tích giá trị đồng vị bền $\delta^{13}\text{C}$ sau đây được tiến hành tại PTN Đồng vị bền của Đại học Indiana, Hoa Kỳ. Lấy khoảng 2-3mg mẫu trầm tích mịn cho vào chén bạc kích thước 2 x 4 mm và ghi lại chỉ số cân nặng của mẫu. Dùng xi lanh nhỏ nước tinh khiết Milli-Q làm ướt trầm tích trong chén. Các chén bạc được đặt vào buồng hơi axit HCl đậm đặc trong 12 giờ để loại bỏ carbonat (CaCO_3 chứa carbon vô cơ) nếu có trong mẫu trầm tích (Hình 2.6). Từ buồng hơi axit, mẫu được chuyển sang tủ sấy ở 40 °C trong 12h để loại bỏ hơi nước và axit dư còn lại trong mẫu. Các chén bạc sau đó được lồng vào chén thiếc kích thước 3 x6 mm, gấp kín lại và ép dẹt. Cuối cùng, mẫu trong chén thiếc được đốt ở nhiệt độ 980 °C và đo tỉ số đồng vị bền bằng thiết bị Thermo Delta V PLUS IRMS. Các mẫu chuẩn trong phân tích được sử dụng là Acetanilide X ($\delta^{13}\text{C}$ vs VPDB: -28.77), USGS77 ($\delta^{13}\text{C}$ vs VPDB: -30.71), và EDTA-1 ($\delta^{13}\text{C}$ vs VPDB: -40.38).



Hình 2.6. Sơ đồ các bước xử lý mẫu trầm tích để thực hiện phân tích đồng vị bền và thiết bị phân tích đồng vị ^{13}C tại đại học Indiana – Hoa Kỳ

Giá trị tỉ số của đồng vị được xác định bằng tỉ số của giá trị thu được từ mẫu phân tích với giá trị của Vienna Pee Dee Belemnite (VPDB - Bảng 2.1):

$$\delta^{13}\text{C} = \left[\frac{R_m}{R_s} - 1 \right] \times 1000 = \left[\frac{\left(\frac{H_C}{L_C} \right)_m}{\left(\frac{H_C}{L_C} \right)_s} - 1 \right] \times 1000$$

Trong đó: H là đồng vị nặng (^{13}C), L là đồng vị nhẹ (^{12}C); m là mẫu phân tích; s là chất chuẩn.

Chất chuẩn quốc tế được sử dụng nghiên cứu đồng vị bền C trong trầm tích hồ là Pee Dee Belemnite (PDB) với giá trị H/L là 0,011180 trong đó %H là 1,1056 và %L là 98,8944 (Nguyễn Tài Tuệ, 2018)

CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

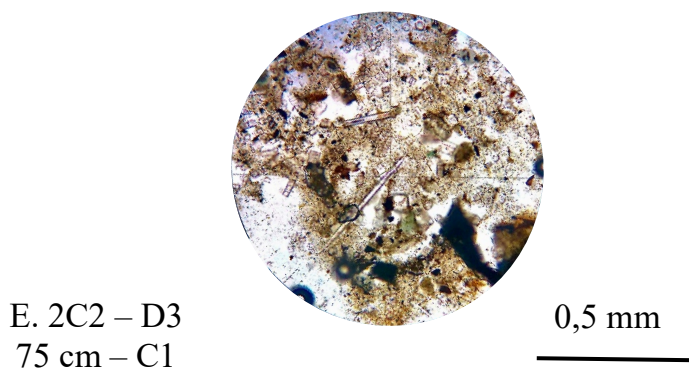
3.1. Đặc điểm thạch học trầm tích

Đặc điểm lõi trầm tích Biển Hồ trong cột mẫu BH-2018 với độ sâu 15 m cho kết quả đồng vị định tuổi bằng đồng vị carbon-14 là 33 ngàn năm [30]. Dựa vào kết quả phân tích này, với phạm vi khóa luận thực hiện với cột trầm tích Biển Hồ có độ sâu 4,5 m tương ứng với 10 ngàn năm. Với khoảng thời gian này, đối với phạm vi khóa luận thực hiện sẽ nằm trong thế Holocen tại khu vực Tây Nguyên.

Trong cột trầm tích nhìn chung, thành phần chủ yếu là sét xen lẫn các lớp tảo silic. Lõi trầm tích Biển Hồ, có sự thay đổi thành phần thạch học theo độ sâu từ 0 – 450 cm. Càng đi xuống sâu, trầm tích có màu càng tối dần. Dựa vào sự khác nhau về màu sắc, độ hạt trầm tích xác định tương đối bằng cách miết trên kính (smear test), mức độ phong phú của diatom xác định trên lát mỏng kính phết, có thể chia cột trầm tích thành 6 đơn vị thạch học như sau:

3.1.1. Độ sâu 4,5 m – 3,5 m (C1)

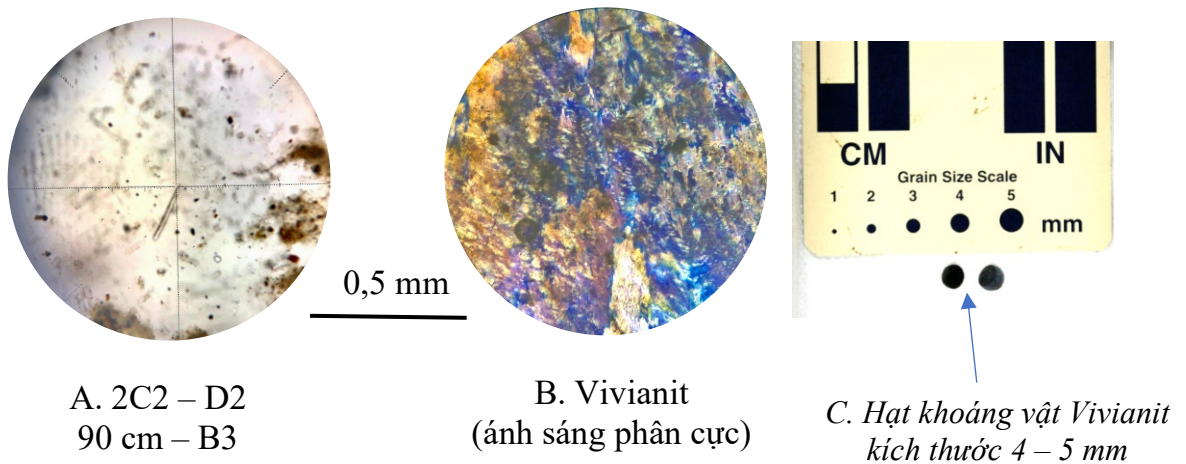
Trầm tích trong giai đoạn này tương ứng với độ sâu tương đương với tuổi từ 10 - 8 ngàn năm. Thành phần thạch học rất giàu sét, tối màu, khi khô bằng phương pháp đông khô vón cục, khó nghiền thành bột (chiều dài của cột trầm tích với vị trí C1). Nhìn chung, kích thước hạt sét là chủ yếu, tương đối chặt xít, độ rỗng thấp. Quan sát dưới kính hiển vi phân cực có thể thấy tổng thể mật độ sắp xếp các hạt khoáng vật sét rất dày đặc (Hình 3.4.A). Ngoài ra, dưới lát mỏng thạch học, có sự xuất hiện của diatom (tảo silic) xen với lớp trầm tích giàu sét.



Hình 3.1. Trầm tích giàu sét tại mẫu 2C2 – D3 75 cm tương ứng với vị trí C1 trong cột trầm tích

3.1.2. Độ sâu 3,5 m – 3,3 m (B3)

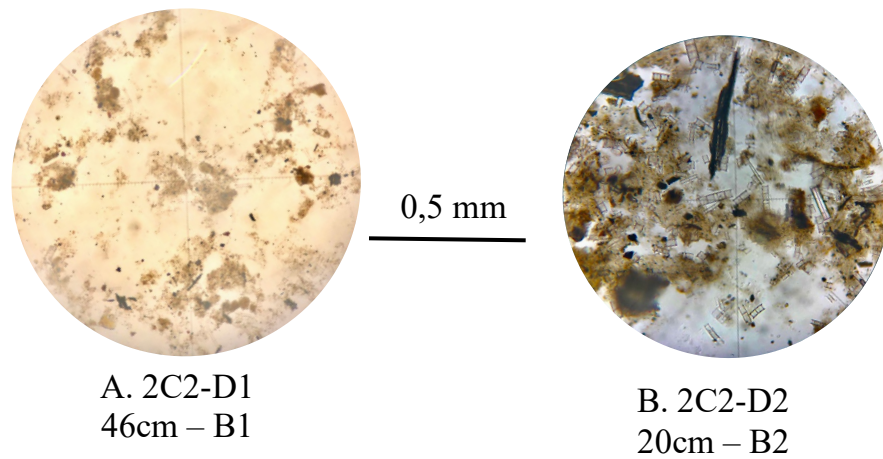
Giai đoạn là giai đoạn huyền tiếp của trầm tích màu oliu sáng, giàu sét sang lớp trầm tích ít sét hơn, thay vào đó là sự giàu lên nhanh chóng của diatom tảo silic (xương diatom có kích thước bột) tương ứng với vị trí B3 (Hình 3.5.C). Tại khoảng độ sâu này rất phong phú các kết hạch vivianite ($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) – photphat ngậm nước của sắt – hình dạng tròn, đường kính phổ biến 1-4 mm. Ở trạng thái nguyên sinh, khoáng vật này không có màu, khi tiếp xúc với không khí, Fe (II) bị oxi hóa gây nên hiện tượng vivianite có màu xanh (hình 3.2.B) [19].



Hình 3.2.A. Trầm tích giàu diatome tại mẫu 2C2 – D2 90 cm tương ứng với vị trí B3 trong cột trầm tích B. Vivianite dưới ánh sáng phân cực C. Hạt khoáng vật Vivianite ($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) kích thước 4-5 mm

3.1.3. Độ sâu 3,3 – 0,64 m (B1, B2)

Trầm tích ở độ sâu này đặc trưng chủ yếu màu oliu sáng màu, trầm tích giàu diatom (hình 3.5.C) tương ứng với vị trí B1 và B2, khi khô mẫu trầm tích rất xốp, nhẹ, dễ bóp thành bột. Dưới kính hiển vi phân cực, phát hiện nhiều xương diatom ở đoạn B2 hơn B1- (Hình 3.3.A,B). Trong quá trình chia mẫu, phát hiện trong mẫu trầm tích còn bảo tồn nguyên vẹn nhiều mảnh lá, ở vị trí B1 phát hiện lá có màu xám đến đen, vị trí B2 lá cây vẫn giữ được sắc tố.



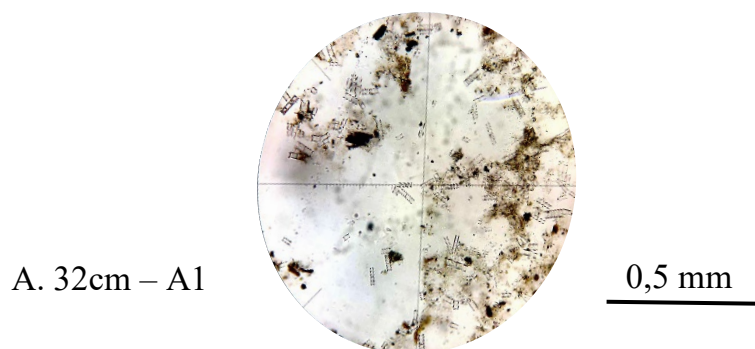
Hình 3.3.A,B. Trầm tích giàu diatome tại mẫu 2C2 – D1 46 cm và 2C2 – D2 tương ứng với vị trí B1,B2 trong cột trầm tích

3.1.4. Độ sâu 0,64 – 0,4 m (A2)

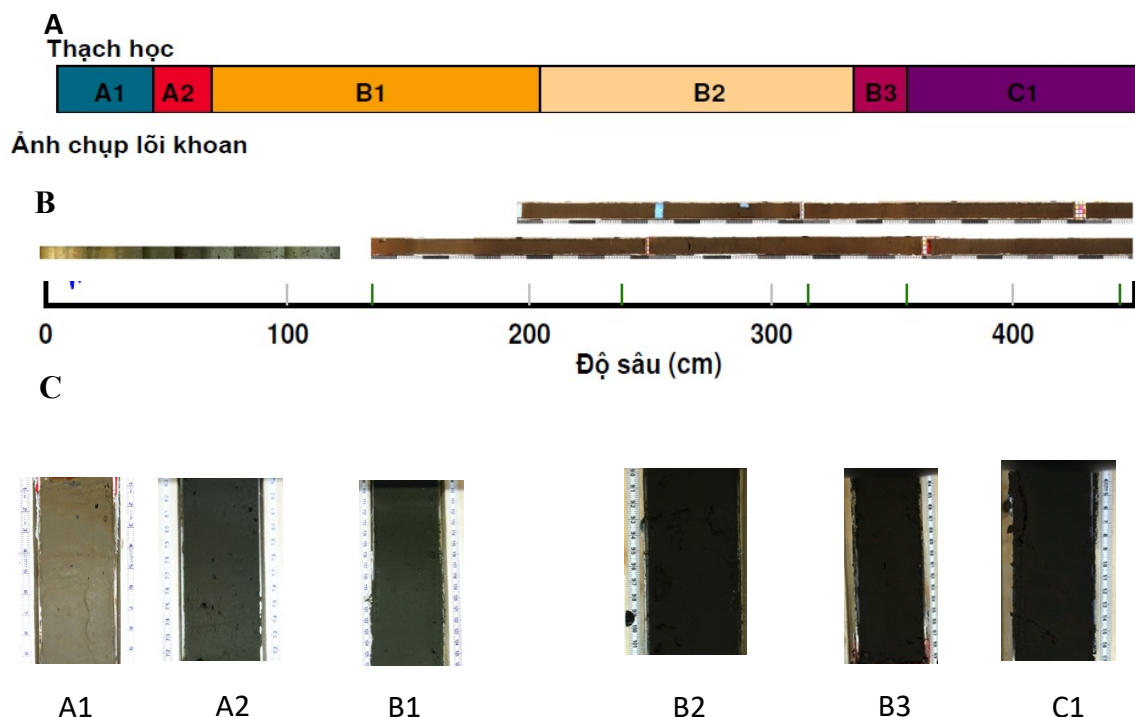
Độ sâu khoảng này tương ứng với nhóm A2, trầm tích màu oliu đậm, tối màu hơn đơn vị A2. Trầm tích đơn vị giàu sét hơn các đơn vị phía dưới nhưng nghèo sét hơn đơn vị A1. (hình 3.5)

3.1.5. Độ sâu 0,4 – 0 m (A1)

Thành phần thạch học của trầm tích giàu sét, lẫn màu đỏ và vàng của đất xung quanh hồ. Qua ảnh chụp mẫu trầm tích, cho thấy màu của mẫu thuộc nhóm A1 có màu sáng hơn so với các mẫu còn lại xuyên suốt cột trầm tích (hình 3.5.C). Dưới kính hiển vi phân cực, trong mẫu có xuất hiện diatom nhưng nghèo hơn các đơn vị dưới sâu (hình 3.4).



Hình 3.4. Trầm tích giàu sét, càng nông sét có màu đỏ vàng tại mẫu 32cm tương ứng với vị trí A1 trong cột trầm tích



Hình 3.5. (A) Các đơn vị thạch học. (B) Độ sâu cột mẫu tương ứng với các nhóm đơn vị thạch học. (C) Một số mẫu đặc trưng cho các đơn vị thạch học.

3.2. Kết quả phân tích hàm lượng nước và hàm lượng vật chất hữu cơ

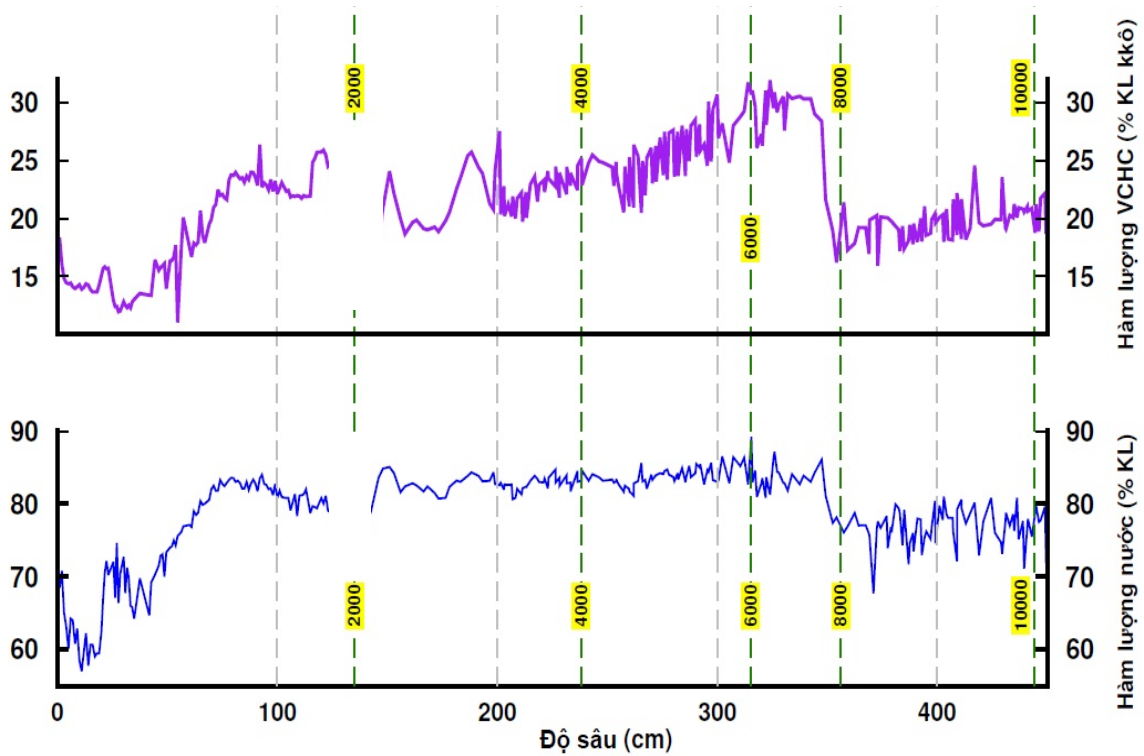
Kết quả phân tích hàm lượng nước và hàm lượng vật chất hữu cơ có trong cột trầm tích với mẫu ở độ sâu từ 0 – 4,5 m cho kết quả thể hiện như đồ thị dưới đây - Hình 3.6. Dữ liệu về hàm lượng nước và vật chất hữu cơ ở khoảng độ sâu này cho thấy trầm tích Biển Hồ hình thành trong giai đoạn Holocen (khoảng 10 ngàn năm trước đây). Trước những khoảng thời gian có hàm lượng nước và VCHC tăng luôn có khoảng thời gian giảm. Hàm lượng nước và VCHC có mối tương quan thuận chặt chẽ ($P < 0,01$) với $r = 0,72$ với nhau, có nghĩa là nếu hàm lượng nước tăng thì hàm lượng VCHC sẽ tăng. Trong đó, công thức tính hệ số tương quan r dùng hàm correl trong excel, còn P là significance level ở mức 0.01 tức là độ tin cậy đến 99%.

Điều này thể hiện rõ nhất ở khoảng thời gian từ 10 – 8 ngàn năm, hàm lượng nước và vật chất hữu cơ đều dao động nhưng có xu thế ổn định. Trong giai đoạn này, đối với hàm lượng nước dao động trong khoảng 70 - 80%, hàm lượng vật chất hữu cơ dao động trong khoảng 17 – 23%.

Đặc biệt, mối tương quan thuận giữa hàm lượng nước và vật chất hữu cơ thể hiện rõ nhất ở khoảng 8-6 ngàn năm, lúc này hàm lượng nước tăng lên nhanh chóng từ 75 - 85% (khoảng 10 %) khiến hàm lượng vật chất hữu cơ cũng tăng lên đột ngột từ 17 – 30% (khoảng hơn 10%).

Tuy nhiên, ở giai đoạn tiếp theo, từ 6-2 ngàn năm, hàm lượng vật chất hữu cơ giảm từ 29% xuống còn 20% (giảm gần 1%) nhưng hàm lượng nước trong cột trầm tích vẫn được duy trì ổn định trong khoảng 82-85%.

Trong giai đoạn cuối cùng tương ứng với cột mẫu có tuổi từ 2 ngàn năm đến nay, hàm lượng nước và vật chất hữu cơ và hàm lượng nước đã có sự tương quan thuận trở lại. Trong khoảng thời gian này, hàm lượng nước giảm từ hơn 80% xuống còn 70% và hàm lượng vật chất hữu cơ cũng có xu thế giảm từ hơn 20% xuống dưới 15%. Khoảng 500 năm gần đây, hàm lượng nước có sự dao động lên xuống.



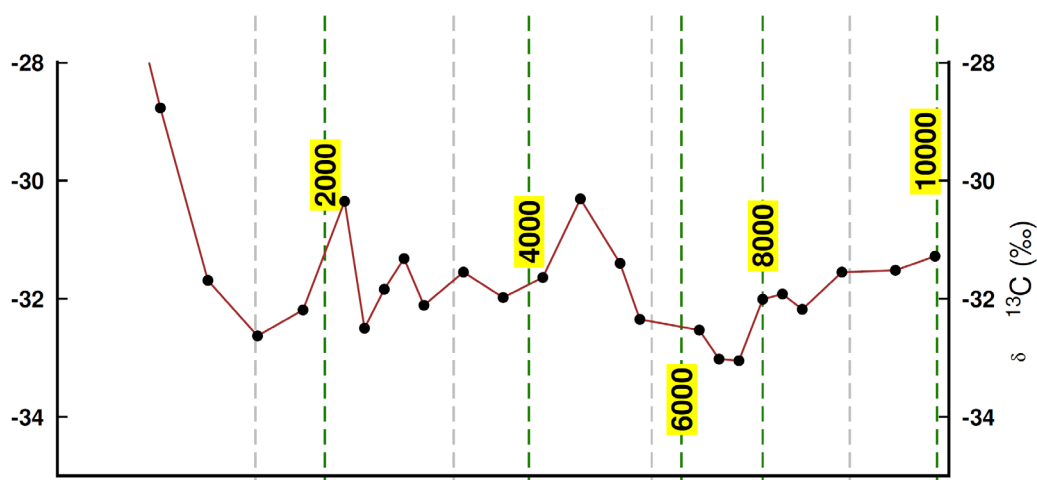
Hình 3.6. Đồ thị về hàm lượng nước và hàm lượng VCHC có mối tương quan thuận với nhau trong cột trầm tích Biển Hồ có độ sâu từ 0 - 450 cm tương ứng với tuổi từ 10 ngàn năm đến nay.

3.3. Kết quả phân tích đồng vị bền

Trong phạm vi khóa luận này, thực hiện phân tích đồng vị bền ^{13}C với 25 mẫu từ 0 đến 4,5 m tương ứng với khoảng tuổi 10 ngàn năm đến nay. Kết quả phân tích giá trị đồng vị bền $\delta^{13}\text{C}$ ổn định, không có sự chênh lệch lớn, nằm vào khoảng -28 đến -31‰ được thể hiện ở Hình 3.8.

Giai đoạn đầu, với khoảng thời gian từ 10 – 8 ngàn năm tương ứng với độ sâu từ 3,5 -4,5 m, giá trị đồng vị bền $\delta^{13}\text{C}$ có xu thế giảm từ -31,2 ‰ đến -32 ‰, giá trị trung bình là -31,7 ‰. Trong giai đoạn thứ 2, từ khoảng 8-6 ngàn năm, tương ứng với độ sâu từ 3,3 – 3,5 m, tỷ số đồng vị bền $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ có sự suy giảm nhẹ từ -32 ‰

xuống còn -33,0 ‰, giá trị trung bình là -32,7 ‰. Trong giai đoạn từ 6 - 4 ngàn năm, ứng với độ sâu 2,2 – 3,3 m giá trị đồng vị bền $\delta^{13}\text{C}$ có xu thế tăng nhanh từ -32.5 ‰ đến -31.9 ‰, giá trị trung bình là -31,7 ‰. Ở khoảng độ sâu từ 2,3 – 1,2 m, tương ứng với tuổi từ 4 -2 ngàn năm trước, giá trị đồng vị bền $\delta^{13}\text{C}$ có dao động nằm trong khoảng -32 ‰ đến -31 ‰, giá trị trung bình là -31,7 ‰. Tuy nhiên, ở giai đoạn từ 2 ngàn năm đến nay, tương ứng với cột trầm tích có độ sâu 1,2 m trở lên, tỷ lệ đồng vị bền $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ tăng nhanh từ -32.2 ‰ đến -28.8 ‰, với giá trị trung bình là -31,3 ‰.



Hình 3.7. Đồ thị phân tích đồng vị bền ^{13}C trên 25 mẫu tại Biển Hồ

3.4. Thảo luận

3.4.1. Đặc điểm thạch học trong trầm tích biển hồ

Trong trầm tích Biển Hồ chủ yếu là trầm tích giàu sét, với kích thước hạt mịn tuy nhiên vẫn có những giai đoạn trong lớp trầm tích ít sét hẳn so với các vị trí khác. Đặc điểm về độ hạt thay đổi, phản ánh sự thay đổi về mực nước trong hồ. Cụ thể, khi mực nước trong hồ tăng đồng nghĩa với việc lượng nước bổ sung vào hồ cũng tăng. Hơn nữa, bản thân Biển Hồ là một hồ núi lửa, ít chịu ảnh hưởng của hệ thống sông ngòi, vì vậy, lượng mưa là nguồn bổ sung nước chính vào Biển Hồ. Trong tự nhiên, quá trình lắng đọng trầm tích xảy ra mạnh mẽ khi lượng mưa tăng lên gây nên hiện tượng phong hóa vật lý các vật liệu vụn cơ học. Lượng mưa tiếp tục tăng, quá trình bào mòn xảy ra nhanh chóng, các hạt vụn cơ học trải qua quá trình vận chuyển và lắng đọng kéo dài, khiến độ mài tròn của chúng tốt hơn. Có thể thấy, trầm tích hạt mịn được lắng đọng trong môi trường ẩm ướt. Ngược lại, khi điều kiện mưa ít, điều kiện lạnh khô, lượng nước trong hồ thấp, trầm tích có kích thước hạt thô hơn, độ mài tròn kém [21].

Trong cột trầm tích, xen giữa lớp giàu sét là những lớp giàu diatom (tảo silic). Silica không bão hòa trên thế giới do sự hấp thụ sinh học của silica ở vùng nước bề

mặt và sau đó được chôn vùi dưới tầng trầm tích. Silica giảm khi nhiệt độ tăng, do sự phụ thuộc phi tuyến của tốc độ phản ứng hóa học vào nhiệt độ. Nghĩa là, khi nhiệt độ tăng, tốc độ hoàn tan silica xảy ra nhanh, silicat sinh học có khả năng chống lại sự hòa tan cao hơn, khả năng tảo silic ít bị chôn vùi dưới lớp trầm tích. Ngược lại, khi nhiệt độ giảm, lượng CO₂ giảm, dẫn đến sự suy giảm nhiệt độ, làm gia tăng tốc độ lắng đọng trầm tích, tăng cường bảo tồn silica. [38]

Ở khoảng độ sâu 3,3 -3,5 m tại Biển Hồ thấy có xuất hiện lớp vivianit là kết quả của quá trình khử sulfat của sinh vật. Quá trình này diễn ra ở ranh giới oxi hóa khử. Vivianit trong trầm tích Biển Hồ có thể là vivianit được tìm thấy trong phần diatom pha sét [36], trong phân, rãnh và xương của những xác chết sinh vật bị chôn vùi trong điều kiện ngập, gần với nguồn Fe [24]. Kết tinh của vivianit có mối liên hệ chặt chẽ với diatom. Sự hình thành vivianit xảy ra trong các điều kiện giàu chất hữu cơ [18].

Dựa vào đặc điểm của thạch học qua ảnh chụp cột trầm tích, nhìn chung trầm tích bị biến đổi xen giữa lớp trầm tích giàu sét là lớp trầm tích giàu diatome. Các lớp trầm tích giàu sét thể hiện cho khí hậu nhiều mưa, quá trình xói mòn rửa trôi xảy ra nhanh, vật liệu vụn cơ học dễ bị bào mòn có kích thước hạt nhỏ và bị rửa trôi xuống hồ. Đối với những vùng giàu diatome chứng tỏ khu vực có khí hậu khô hơn, trong hồ chỉ có hoạt động của sinh vật ở bên trong nó, ít bị tác động bởi các yếu tố bên ngoài như lượng mưa.

3.4.2. Hàm lượng nước và vật chất hữu cơ trong mẫu trầm tích

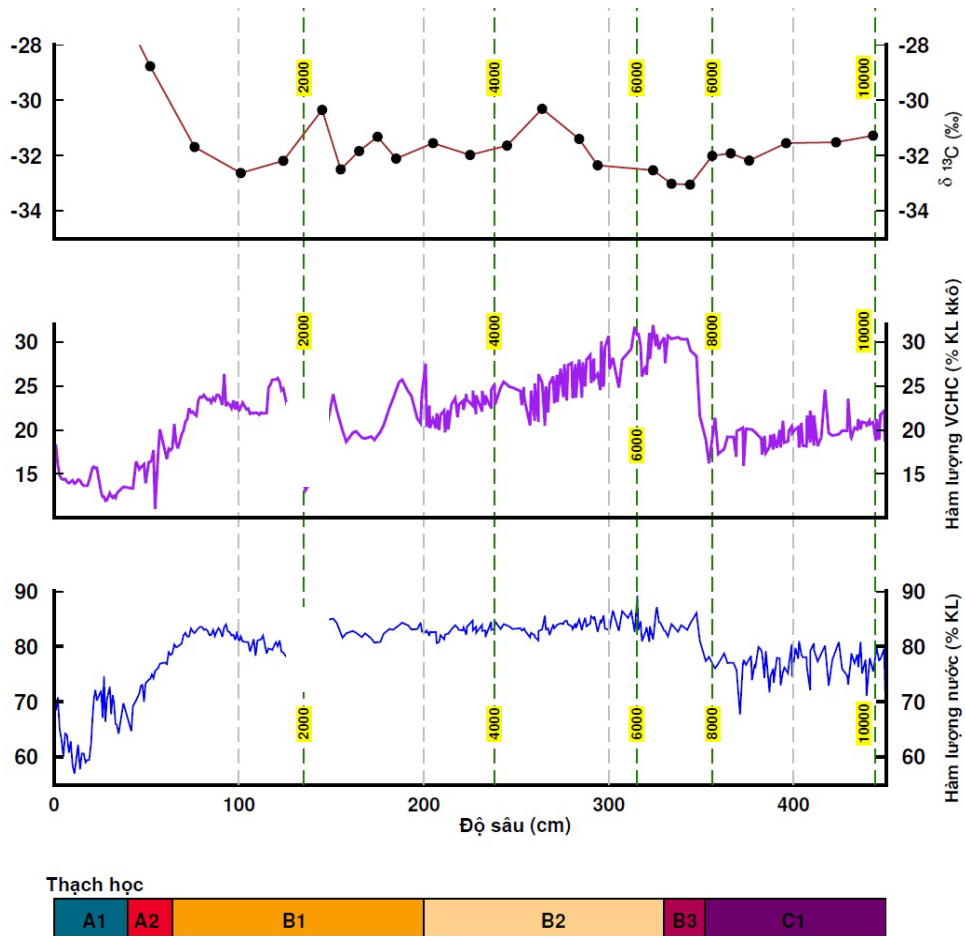
Quá trình lắng đọng trầm tích ở Biển Hồ bị chi phối chủ yếu bởi khí hậu, yếu tố quan trọng nhất là gió mùa và lượng mưa của khu vực. Sự thay đổi hàm lượng nước, hàm lượng vật chất hữu cơ được sử dụng để khôi phục môi trường lắng đọng trầm tích.

Hàm lượng nước và hàm lượng vật chất hữu cơ có mối tương quan thuận với nhau. Cụ thể, có những khoảng thời gian (ví dụ: từ 10-8 ngàn năm hay 2 ngàn – 0 BP) hàm lượng nước và vật chất hữu cơ đều tăng. Tuy nhiên, trong giai đoạn 8-2 ngàn năm, hàm lượng vật chất hữu cơ có xu hướng giảm, nhưng hàm lượng nước vẫn duy trì ở trạng thái ổn định.

Vật chất hữu cơ trong môi trường trầm tích Biển Hồ có thể có nguồn gốc từ thực vật xung quanh hồ, các loài sinh vật phù du, tảo, thực vật thủy sinh và xác của các động vật khi chết lắng xuống hồ. Bản thân trong lớp trầm tích có độ rỗng nhất định, nếu độ rỗng càng lớn (khoảng cách giữa các hạt khoáng vật lớn) hàm lượng nước càng cao. Ngược lại, nếu độ rỗng thấp, hàm lượng nước trong lõi trầm tích thấp.

Chi tiết ở khoảng độ sâu 3,5 - 4,5 m và 0,5 – 0,2 m, thành phần thạch học giàu sét, khiến trầm tích có độ rỗng thấp, hàm lượng nước trong các mẫu phân tích ở khoảng độ sâu này thấp dần. Trái lại, ở khoảng độ sâu 3,3 - 0,6 m, trong trầm tích có sự hiện diện của diatom. Bản thân tảo silic có lớp vỏ ngoài có khả năng tích trữ lượng nước bên trong, hơn thế, độ rỗng của trầm tích ở khoảng độ sâu này lớn, nên hàm lượng nước ổn định và cao hơn so với những khoảng độ sâu trầm tích giàu sét khác.

Tốc độ lắng đọng trầm tích trong những giai đoạn thời gian bằng nhau lại khác nhau và có sự chênh lệch. Trong khoảng 2 ngàn – 0 BP, cột trầm tích có thể lắng đọng được đến 1,3 m. Tương tự, giai đoạn 4-2 ngàn năm, trầm tích được lắng đọng khoảng 1 m (từ 1,3 đến 2,3m). Giai đoạn 6 - 4 ngàn năm, tốc độ lắng đọng trầm tích giảm, từ 2,3 m tại 4 ngàn năm đến 3,1 m tại 6 ngàn năm, tốc độ lắng đọng trầm tích khoảng 0,8m, giảm 0,2m so với giai đoạn có tuổi trầm tích trẻ hơn. Đặc biệt, 8-6 ngàn năm, tốc độ lắng đọng trầm tích giảm nhanh chóng, chỉ khoảng 0,4m. Giai đoạn 10 - 8 ngàn năm, cột trầm tích đã lắng đọng được 1 m.

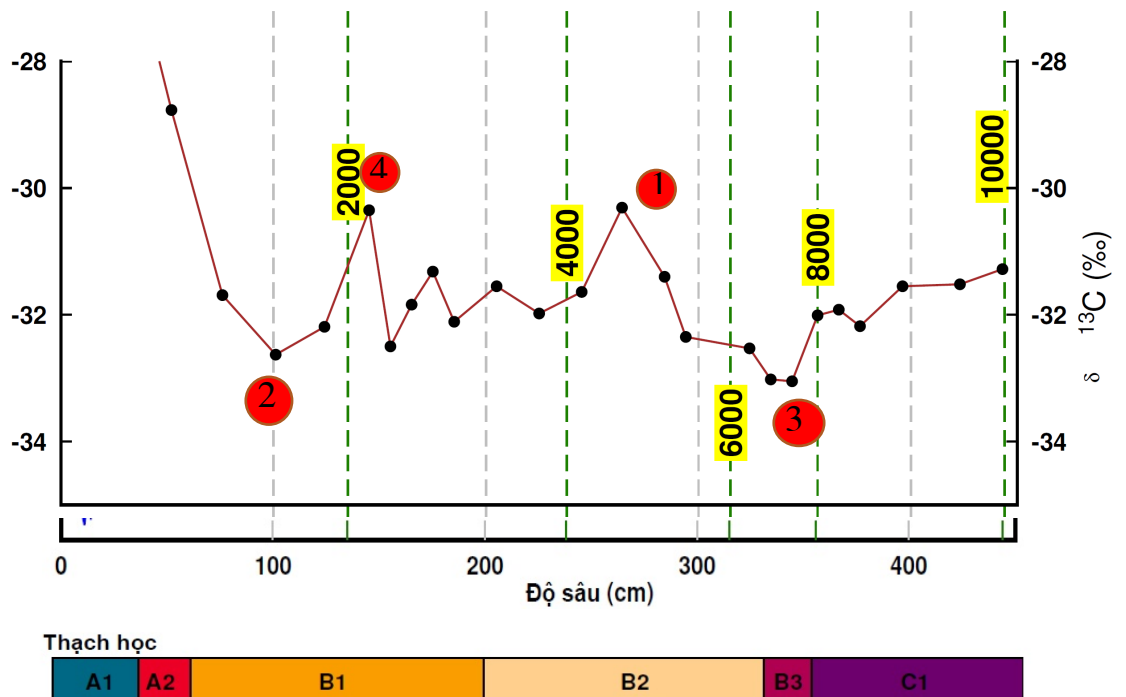


Hình 3.8. Sự biến đổi khí hậu theo từng giai đoạn dựa theo kết quả phân tích và đặc điểm khí hậu tại giai đoạn đó

3.4.3. Giá trị đồng vị bền $\delta^{13}\text{C}$ vật chất hữu cơ biển hồ

Giá trị đồng vị bền $\delta^{13}\text{C}$ trong trầm tích được phân tích và xử lý có nguồn gốc là vật chất hữu cơ lắng đọng xuống lớp trầm tích. Giá trị $\delta^{13}\text{C}$ có thể bị chi phối bởi sự thay đổi sinh khối của thực vật do sự thay đổi về nguồn gốc dinh dưỡng, khối lượng vật chất hữu cơ lắng đọng xuống lớp trầm tích. Nếu giá trị $\delta^{13}\text{C}$ trong trầm tích chủ yếu từ thực vật xung quanh hồ, thì có thể sử dụng kết quả để đánh giá sự thay đổi điều kiện cổ môi trường của các loài thực vật sống xung quanh hồ [4]

Tảo và các sinh vật phù du thường sử dụng CO_2 và HCO_3^- hòa tan trong nước để quang hợp. Nếu mực nước trong hồ giảm (thời tiết khô hạn, ít mưa) hàm lượng khí CO_2 hòa tan giảm, thực vật sẽ có xu thế sử dụng HCO_3^- nên giá trị $\delta^{13}\text{C}$ có xu thế cao hơn. Tuy nhiên, trong giai đoạn mưa nhiều, lượng CO_2 trong hồ có thể tăng, tạo ra nguồn vật chất hữu cơ có giá trị thấp hơn [25]. Từ kết quả phân tích giá trị đồng vị ^{13}C trong lõi trầm tích Biển Hồ có thể thấy tại vị trí 1, 4 (Hình 4.1), giá trị đồng vị ^{13}C đã đạt đỉnh, trước đó giá trị đồng vị ^{13}C có xu hướng tăng, có thể thấy điều kiện khí hậu thời điểm này khô hạn, ít mưa so với những giai đoạn khác. Ở vị trí 2, 3, giá trị đồng vị ^{13}C giảm và đạt cực tiểu, dựa vào đặc điểm này, có thể suy luận rằng khoảng thời gian này, Biển Hồ được bổ sung một lượng nước từ quá trình mưa, khí hậu đặc trưng tại hai giai đoạn này có thể là khí hậu ẩm. Giá trị $\delta^{13}\text{C}$ nằm trong khoảng $-32,63\text{‰}$ đến $-28,77\text{‰}$ thể hiện cho thực vật C3 chiếm ưu thế.



Ảnh chụp lõi khoan

Hình 3.9. Liên hệ giữa giá trị đồng vị ^{13}C và thành phần thạch học trong cột trầm tích Biển Hồ. Vị trí 1,4. Giá trị ^{13}C tăng, đạt đỉnh – mưa ít – khí hậu khô. Vị trí 2,3. Giá trị ^{13}C giảm, mưa nhiều – khí hậu ẩm.

3.4.4. Biến đổi khí hậu và môi trường: thời kì khô hạn khắc nghiệt đạt đỉnh tại 4,8 ngàn và 2,1 ngàn năm

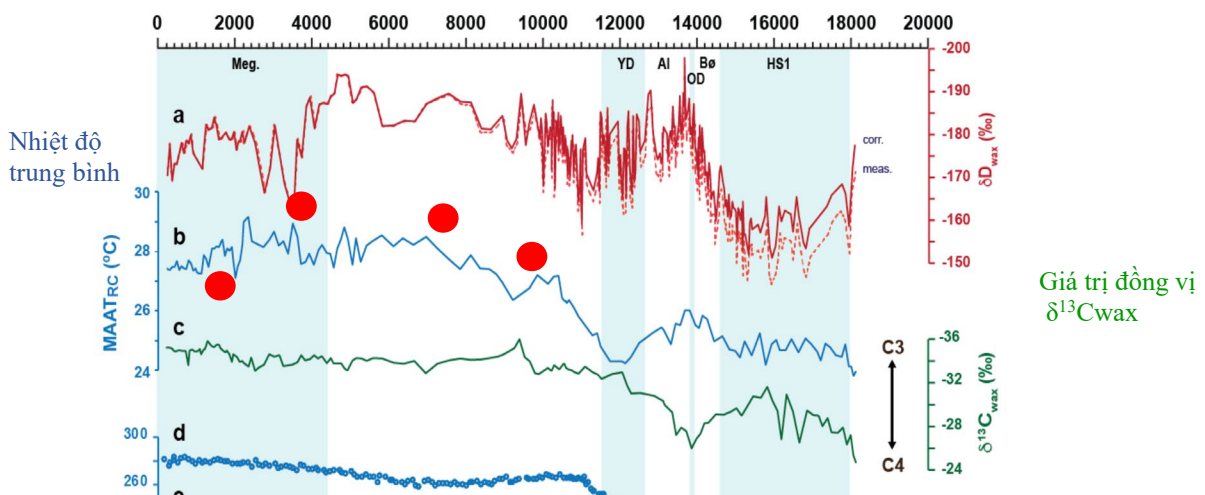
Một vài nghiên cứu ở khu vực Đông Nam Á, cũng chỉ ra rằng sự biến đổi khí hậu toàn cầu cũng ảnh hưởng đến khí hậu khu vực Đông Nam Á. Vì vậy, để làm rõ sự ảnh hưởng của sự kiện khí hậu toàn cầu như hệ thống gió mùa, tới trầm tích tại khu vực nghiên cứu, sinh viên đã so sánh kết quả đồng vị $\delta^{18}\text{O}$ hóa thạch cao trong hang động Dongge - Trung Quốc [23], kết quả đồng vị $\delta^{13}\text{C}$ tại hồ Nong Thale Prong – Thái Lan [15], hồ Xingyun, Trung Quốc [41], dựa trên dữ liệu trầm tích phấn hoa và carbonat của hồ Kara, Đông Bắc Campuchia [22], kết quả phân tích đồng vị bền ^{13}C trong măng đá ở hang Tham Doun Mai ở Lào [16].

Trong hình 3.8, mặc dù kết quả đồng vị $\delta^{13}\text{C}$ được tách từ sáp biểu bì lá cây (leaf wax) trong trầm tích hồ Nong Thale Prong, còn tại Biển Hồ, kết quả giá trị đồng vị $\delta^{13}\text{C}$ phân tích từ tổng lượng vật chất hữu cơ nhưng vẫn có sự tương đồng. Trong giai đoạn Holocen sớm (10-8 ngàn năm), giá trị $\delta^{13}\text{C}$ tại Biển Hồ có xu thế giảm, điểm thấp nhất khoảng 8,7 ngàn năm có giá trị $\delta^{13}\text{C}$ là $-32,5\text{‰}$, giá trị nằm trong khoảng phát triển của thực vật C3. Trong khi đó, giá trị $\delta^{13}\text{C}$ trong hồ Nong Thale Prong đã đạt cực tiểu trước đó khoảng 300 năm. Giá trị $\delta^{13}\text{C}$ giảm và ở mức thấp cho thấy khoảng thời gian này lượng mưa ở Biển Hồ nhiều [16]. Ngoài ra, thành phần thạch học ở độ sâu này là trầm tích siêu giàu sét, chứng tỏ các mảnh vụn đã trải qua quá trình phong hoá cơ học mạnh mẽ, nguyên nhân chính là do lượng mưa tăng. Mặc dù lượng mưa tăng, nhưng theo kết quả nghiên cứu tại hồ Nong Thale Prong [15] tại giai đoạn này, gió mùa Đông Á hoạt động với cường độ rất yếu thậm chí không có ảnh hưởng đến khí hậu trong khu vực (Hình 3.9 B,C). Mặt khác, trong nghiên cứu tại hồ Xingyun, Trung Quốc [37] tỉ lệ C/N, $\delta^{13}\text{C}$ và giá trị $\delta^{14}\text{N}$ tương đối thấp cho thấy chất hữu cơ trong trầm tích nước hồ chủ yếu có nguồn gốc từ thực vật C4 và khí hậu ẩm và ấm. Hơn nữa, cường độ gió Tây Nam châu Á với cường độ lớn gây lượng mưa trong khu vực này tăng [14]. Tóm lại, trong giai đoạn 10 – 8 ngàn năm, lượng mưa trong khu vực Biển Hồ tăng, khí hậu ẩm và ấm do gió mùa Tây Nam châu Á (ISM) hoạt động với cường độ lớn, tại đây, không ghi nhận được sự hoạt động của gió mùa Đông Á (EASM).

Giai đoạn 8-6 ngàn năm, giá trị $\delta^{13}\text{C}$ tại Biển Hồ giảm cực tiểu, cường độ gió mùa Đông Á gồm gió mùa Đông Á vào mùa đông (EAWWM) và gió mùa Đông Á vào mùa hè (EASM) trong Holocen cũng tăng, khí hậu giai đoạn này vẫn là điều kiện khí hậu ẩm và ấm, lượng mưa nhiều.

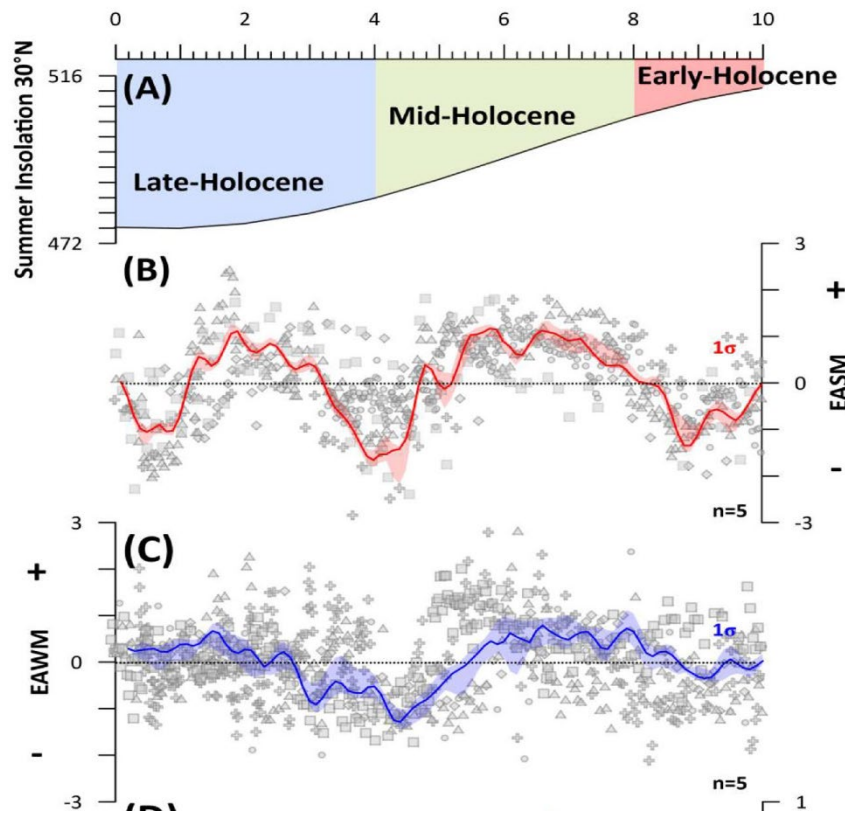
Giai đoạn từ 6-2 ngàn năm, có hai lần giá trị $\delta^{13}\text{C}$ đạt đỉnh tại 4,3 ngàn năm và 2,1 ngàn năm lần lượt là $-30,3\text{‰}$ và $30,3\text{‰}$, giá trị $\delta^{13}\text{C}$ trong trầm tích Biển Hồ tăng dần, điều đó cho thấy khí hậu ở giai đoạn này khô hơn, ít mưa. Điều này cũng trùng với

khoảng thời gian khô hạn ở Đồng bằng Lanyang – miền trung và nam Đài Loan từ 4-2 ngàn năm, từ việc ghi nhận dữ liệu trong hồ Retreat và hồ Dongyuan [39] và ở Ấn Độ [33]. Dựa vào việc phục hồi hệ thống gió mùa theo tại hồ Nong Thale Prong [7], nghiên cứu đã chỉ ra, cường độ gió mùa Đông Á hoạt động yếu. Hơn nữa, năng lượng bức xạ từ mặt trời chiếu xuống Trái đất vào giai đoạn 4-2 ngàn năm tăng (Hình 3.9 A). Điều này càng được minh chứng rõ ràng trong thành phần trầm tích Biển Hồ, khi hàm lượng vật chất hữu cơ suy giảm trong giai đoạn 6-2 ngàn năm (từ 30% xuống còn khoảng 20%). Ngoài ra, trầm tích giai đoạn này giàu diatom (tảo silic) thay vì giàu sét so với các giai đoạn trước đó. Trên thực tế, lượng mưa ít dẫn đến quá trình bào mòn xảy ra chậm nên lượng trầm tích lắng đọng dưới hồ ở mức thấp, thay vào đó chỉ có hoạt động của các sinh vật phù du trong hồ. Có thể thấy điều kiện cổ khí hậu tại Biển Hồ khô hạn kéo dài trong khoảng 6-2 ngàn năm, đặc biệt khắc nghiệt ở giai đoạn 4-2 ngàn năm.



Hình 3.10. Giá trị đồng vị $\delta^{13}C_{wax}$ và nhiệt độ trung bình trong khoảng 20 ngàn năm

Giai đoạn 2 ngàn năm đến nay, giá trị $\delta^{13}C$ giảm, đồng nghĩa với việc lượng mưa nhiều hơn. Thành phần trầm tích giàu sét cũng bắt đầu xuất hiện và tăng lên nhanh chóng trong giai đoạn 1 ngàn năm trở lại đây. Vào thời điểm 3,5 - 4 ngàn năm, chủ nhân của văn hóa Biển Hồ đã cư trú ở khu vực này từ giai đoạn Hậu kỳ Đá mới [2] đánh dấu sự xuất hiện của con người. Sau hàng trăm đến hàng ngàn năm, khoảng 70 năm trở lại đây, tương đương với cột trầm tích có độ sâu 124 cm [41], bắt đầu chiến tranh nạn phá rừng và phát triển nông nghiệp trên diện rộng những năm sau đó trong lưu vực hồ đã làm mất nhiều đất và trầm tích hạt mịn dễ dàng được vận chuyển vào hồ.



Hình 3.11. Bức xạ nhiệt (A), cường độ gió mùa hè Đông Á – EASM (B) mùa đông - EAWN(C) trong Holocen [20].

KẾT LUẬN

Kết quả phân tích đặc điểm thạch học, hàm lượng nước, vật chất hữu cơ và giá trị đồng vị $\delta^{13}\text{C}$ trong cột trầm tích BH 2018 ở Biển Hồ cho phép khôi phục điều kiện cổ khí hậu của khu vực nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu khóa luận đã rút ra một số kết luận sau:

1. Dọc cột trầm tích từ 0-4,5 m, trầm tích Biển Hồ thể hiện tương đối giàu nước và vật chất hữu cơ. Có sự xen kẽ của các đơn trầm tích vị giàu sét đi kèm giàu vật chất hữu cơ và nghèo nước với các đơn vị giàu diatom, nghèo sét hơn và giàu nước hơn. Các đơn vị giàu diatom trùng với giai đoạn khí hậu mưa ít; giai đoạn giàu sét trùng với giai đoạn khí hậu mưa nhiều.

2. Giá trị $\delta^{13}\text{C}$ của trầm tích Biển Hồ đến 4,5 m nằm trong khoảng -33 đến -29 ‰ cho thấy thực vật C3 chiếm ưu thế tại khu vực nghiên cứu.

3. Giai đoạn đầu Holocen (10-8 ngàn năm) ở Biển Hồ, khí hậu ẩm và ảm, lượng mưa nhiều. Tuy nhiên, vẫn có sự sai khác với khí hậu như tại hồ Nong Thale Prong - Thái Lan tại một số thời điểm nhất định, ví dụ như tại giai đoạn 2 ngàn và 4 ngàn năm, khí hậu trở nên khắc nghiệt và khô hạn hơn so với giai đoạn 10 – 8 ngàn năm và 2 ngàn năm - 0 BP có khí hậu ẩm hơn.

4. Đặc điểm khí hậu của Biển Hồ được khôi phục thông qua phân tích cột trầm tích cho thấy sự tương đồng với các khu vực lân cận (Trung Quốc, Campuchia, Lào...), cho thấy trầm tích Biển Hồ vẫn phản ánh được các biến đổi khí hậu mang tính toàn cầu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

- [1] Đỗ Trọng Quốc, Nguyễn Thị Oanh, Trịnh Thị Thúy, Vũ Văn Tích, Phạm Nguyễn Hà Vũ, Nguyễn Ngọc Linh. Các sự kiện cổ thời tiết cực đoan xảy ra tại tỉnh Kon Tum trên cơ sở nghiên cứu các tích tụ trầm tích và đặc điểm vòng sinh trưởng của cây. *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*, [S.l.], v. 32, n. 2S, June 2016. ISSN 2588-1094.
- [2] Nguyễn Khắc Sử, 2007. Khảo cổ học Tiền sử Tây Nguyên – Prehistoric archaeology in the Central Highlands. Education Publishing House, 277p, Hanoi.
- [3] Nguyễn Tài Tuệ (2009). Nghiên cứu xây dựng và áp dụng phương pháp hồi phục đặc điểm cổ khí hậu Holocen bằng phân tích đồng vị bền trong trầm tích ở miền Bắc, Việt Nam. Đề tài Nghiên cứu khoa học, Đại học Quốc gia Hà Nội, Việt Nam.
- [4] Nguyễn Tài Tuệ (2018), Địa chất đồng vị bền, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội.
- [5] Nguyễn Thùy Dương và Dương Mạnh Linh (2011) Kết quả phân tích bào tử, phấn hoa trong hai lỗ khoan vùng Hà Nội và mối liên hệ với biến đổi khí hậu và hệ thực vật trong holocene. *Vietnam Journal of Earth Sciences*, 33(3): 297-305.
- [6] Nguyễn Đình Thái, Nguyễn Thị Ánh Nguyệt, Nguyễn Thùy Dương, Nguyễn Văn Hường, Nguyễn Ánh Dương, 2019. Đặc điểm khoáng vật học lõi trầm tích BHM8-2C1-D1 chỉ thị thay đổi môi trường Biển Hồ trong 70 năm qua. Kỷ yếu hội thảo CAREES 2019: Nghiên cứu cơ bản trong lĩnh vực Khoa học Trái đất và Môi trường, 28/11/2019, Publishing House for Science and Technology, ISBN: 978-604-913-958-
- [7] Niên giám thống kê tỉnh Gia Lai 2020, Cục Thống kê Tỉnh Gia Lai.
- [8] Trần Đức Lương, Nguyễn Xuân Bao, Lê Văn Trảo, Trần Phú Thành và nnk., 1988. Bản đồ Địa chất, Việt Nam tỷ lệ 1/500.000 (tờ Pleiku và tờ Quy Nhơn). Tổng cục Mỏ và Địa chất Việt Nam.

Tiếng Anh

- [9] Augustin, L., C. Barbante, P.R. Barnes, J.M. Barnola, M. Bigler, E. Castellano, O. Cattani, J. Chappellaz, D. Dahl-Jensen, and B. Delmonte (2004), "Eight glacial cycles from an Antarctic ice core", *Nature*, 429, p. 623-628.
- [10] Basu, Sayak & Agrawal, Shailesh & Sanyal, Prasanta & Mahato, Poritosh & Kumar, Satyam & Sarkar, Anindya. (2015). Carbon isotopic ratios of modern C3–C4 plants from the Gangetic Plain, India and its implications to

- paleovegetational reconstruction. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*. 440. 10.1016/j.palaeo.2015.08.012.
- [11] Buckley, B.M., Fletcher, R., Wang, S.-Y.S., Zottoli, B., Pottier, C. (2014), Monsoon extremes and society over the past millennium on mainland Southeast Asia, *Quat. Sci. Rev.* 95, pp. 1-19.
- [12] Chen, C. T. A., Lan, H. C., Lou, J. Y., and Chen, Y. C. (2003). The Dry holocene megathermal in inner Mongolia. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 193, 181–200. doi: 10.1016/s0031-0182(03)00225-6
- [13] Doiron, K., Schimmelmann, A., Nguyễn-Văn, H., Nguyễn-Thùy, D., Saue, P.E., and Brassell, S., 2018. Laminated Sediment Archives from a Maar Lake in the Central Highlands, Vietnam, as a Recorder of Holocene Hydroclimatic Variability in the Monsoon. AGU Fall Meeting 2018 (abstract), Washington, D.C, 10-14 Dec, 2018.
- [14] Dykoski, Carolyn & Edwards, R. & Cheng, Hai & Yuan, Daoxian & Cai, Yanjun & Zhang, Meiliang & Lin, Yushi & Qing, Jiaming & An, Zhisheng & Revenaugh, J.. (2005). A High Resolution, Absolute-Dated Holocene and Deglacial Asian Monsoon Record From Dongge Cave, China. *epsl.* 233. 71-86. 10.1016/j.epsl.2005.01.036.
- [15] Gornitz, V. (2009), "Encyclopedia of Paleoclimatology and Ancient Environments", Springer Smittenberg, Rienk & Yamoah, Afrifa Kweku Kyei & Jirapinyakul, Akkaneewut & Chawchai, Sakonvan & Schenk, Frederik & Väiliranta, Minna & Wohlfarth, Barbara. (2021). A 18,000 yr record of tropical land temperature, convective activity and rainfall seasonality from the maritime continent. 10.31223/X52W4H.
- [16] Griffiths, M.L., Johnson, K.R., Pausata, F.S.R. et al. End of Green Sahara amplified mid- to late Holocene megadroughts in mainland Southeast Asia. *Nat Commun* 11, 4204 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17927-6>
- [17] Heinz W., Jürg Beer, Jonathan Bütikofer, Thomas J. Crowley, Ulrich Cubasch, Jacqueline Flückiger, Hugues Goosse, Martin Grosjean, Fortunat Joos, Jed O. Kaplan, Marcel Küttel, Simon A. Müller, I. Colin Prentice, Olga Solomina, Thomas F. Stocker, Pavel Tarasov, Mayke Wagner, Martin Widmann, (2008) Mid- to Late Holocene climate change: an overview, *Quaternary Science Reviews*, Volume 27, Issues 19–20,
- [18] Henderson, G.S., P.M. Black, K.A. Rodgers, P.C. Rankin New data on New Zealand vivianite and metavivianite *N. Z. J. Geol. Geophys.*, 27 (3) (1984), pp. 367-378, 10.1080/00288306.1984.10422304

- [19] Hush, N.S., Intervalence-transfer absorption. Part 2. Theoretical considerations and spectroscopic data *Prog. Inorg. Chem.*, 8 (1967), pp. 401-405
- [20] Kaboth-Bahr, S., Bahr, A., Zeeden, C. *et al.* A tale of shifting relations: East Asian summer and winter monsoon variability during the Holocene. *Sci Rep* **11**, 6938 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85444-7>
- [21] Janbu, A.D., Paasche, Ø. & Talbot, M.R. Paleoclimate changes inferred from stable isotopes and magnetic properties of organic-rich lake sediments in Arctic Norway. *J Paleolimnol* 46, 29 (2011). <https://doi.org/10.1007/s10933-011-9512-2>
- [22] Maxwell, A. (2017). Holocene Monsoon Changes Inferred from Lake Sediment Pollen and Carbonate Records, Northeastern Cambodia. *Quaternary Research*, 56(3), 390-400. doi:10.1006/qres.2001.2271
- [23] Maxwell, A., Zhang WWang YJ, Cheng H, Edwards RL, He YQ, Kong XG, et al. (2005) The Holocene Asian monsoon: links to solar changes and North Atlantic climate. *Science* 308: 854–857. [PubMed] [Google Scholar]
- [24] McGowan, G., J. Prangnell. The significance of vivianite in archaeological settings *Geoarchaeology*, 21 (1) (2006), pp. 93-111, 10.1002/gea.20090
- [25] MELANIE J. LENG, ANGELA L. LAMB, TIMOTHY H.E. HEATON, JAMES D. MARSHALL, BRENT B. WOLFE, MATTHEW D. JONES, JONATHAN A. HOLMES & CAROL ARROWSMITH (2006) ISOTOPES IN LAKE SEDIMENTS. Springer.
- [26] Moyer, R.P., Grottoli, A.G. Coral skeletal carbon isotopes ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{14}\text{C}$) record the delivery of terrestrial carbon to the coastal waters of Puerto Rico. *Coral Reefs* 30, 791 (2011). <https://doi.org/10.1007/s00338-011-0758-y>
- [27] Nguyễn Hoàng, Flower, M.F.J., Cung, T.C., Phạm, T.X., Hoàng, V.Q., Trần, T.S., 2013. Collision-induced basalt eruptions at Pleiku and Buôn Mê Thuột, south-central Vietnam. *Journal of Geodynamics* 69: 65-83. <https://doi.org/10.1016/j.jog.2012.03.012>
- [28] Nguyễn-Đình T., Unkel, I. et al., 2022. High-resolution, 1250-year long drought record from Ea Tyn Lake, Central Highlands of Vietnam. *The Holocene* (accepted)
- [29] Nguyễn Văn Hương, Schimmelmann, J.P., Nguyễn-Thùy D., Ojala, A.E.K, Unkel, I., Nguyễn-Đình, T., Fukumoto, Y., Doiron, K.E, Sauer, P.E., Drobniak, A., Nguyễn-Thùy, D, Nguyễn, T.A.N, Đỗ-Trọng, Q., Nguyễn-Thị, H., Nguyễn-Ánh, D., Nguyễn-Văn, T., and Schimmelmann, A. (2022),

Environmental history recorded over the last 70 years in Biển Hồ Maar sediment, Central Highlands of Vietnam. *Quat. Int.*, 621, pp. 84-100.

- [30] Nguyễn-Văn, H., Schimmelmann, A., Nguyễn-Thùy, D., Unkel, I., Schimmelmann, J.P., Nguyễn-Đình, T., Doiron, K.E., Ojala, A.E.K., Sauer, P.E, Drobniak, A., Nguyễn-Thùy, D., Nguyễn, N.T.A, Đỗ-Trọng, Q., Nguyễn-Thị, H., Nguyễn-Trọng, H., Nguyễn-Hồng, N., Vũ -Ngọc, A., Brassell, S.C., Schimmelmann, M.N., 2019. Biển Hồ maar sediment as a time capsule of past environmental and climate conditions in Vietnam's Central Highlands back to the last glacial maximum. *Asia Oceania Geosciences Society (AOGS) 16th Annual Meeting*, 28 Jul to 2 Aug, 2019, Singapore. Session IG18 – Tropical Hydroclimate Changes Since the Late Pleistocene
- [31] Philip A. Meyers và Elisabeth Lallier-Vergès (1999). Lacustrine sedimentary organic matter records of Late Quaternary paleoclimates.
- [32] Polag, D., D. Scholz, C. Mühlinghaus, C. Spötl, A. Schröder-Ritzrau, M. Segl, and A. Mangini (2010), "Stable isotope fractionation in speleothems: Laboratory experiments", *Chemical Geology*, 279(1-2), p. 31-39.
- [33] Ponton C, L. Giosan TI, Eglinton DQ, Fuller JE, Johnson P, et al.. (2012) Holocene aridification of India. *Geophysical Research Letters* 39(3), L03704.
- [34] Rothe, M., Andreas Kleeberg, Michael Hupfer, The occurrence, identification and environmental relevance of vivianite in waterlogged soils and aquatic sediments, *Earth-Science Reviews*, Volume 158, 2016, Pages 51-64, ISSN 0012-8252, <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.04.008>.
- [35] Rouzies, D., J.M.M. Millet, Mössbauer study of synthetic oxidized vivianite at room temperature *Hyperfine Interact.*, 77 (1) (1993), pp. 19-28
- [36] Stamatakis, M.G., N.K. Koukouzas. The occurrence of phosphate minerals in lacustrine clayey diatomite deposits, Thessaly, Central Greece *Sediment. Geol.*, 139 (1) (2001), pp. 33- 47, 10.1016/S0037-0738(00)00154-8
- [37] Webb, Megan & Barker, Philip & Wynn, Peter & Heiri, Oliver & Van Hardenbroek, Maarten & Pick, Frances & Russell, James & Stott, Andy & Leng, Melanie. (2016). Interpretation and application of carbon isotope ratios in freshwater diatom silica: CARBON ISOTOPE RATIOS IN FRESHWATER DIATOM SILICA. *Journal of Quaternary Science*. 31. 300-309. 10.1002/jqs.2837.
- [38] Westacott S., Noah J. Planavsky, Ming-Yu Zhao, Pincelli M. Hull (2021) Revisiting the sedimentary record of the rise of diatoms
- [39] Xiaodong Ding, Zheng Liwei, Zheng Xufeng, Kao Shuh-Ji, Holocene East Asian Summer Monsoon Rainfall Variability in Taiwan (2020)

- [40]Zahajská P., Rosine Cartier, Sherilyn C Fritz, Johanna Stadmark, Sophie Opfergelt, Ruth Yam, Aldo Shemesh, Daniel J Conley (2021). Impact of Holocene climate change on silicon cycling in Lake 850, Northern Sweden.
- [41]Zhang W, Ming Q, Shi Z, et al. Lake sediment records on climate change and human activities in the Xingyun Lake catchment, SW China. PLoS One. 2014;9(7):e102167. Published 2014 Jul 17.
doi:10.1371/journal.pone.0102167

TÓM TẮT KHOÁ LUẬN TỐT NGHIỆP NĂM 2022
PHÂN TÍCH CÂU HỎI TRONG HỆ THỐNG HỎI ĐÁP TIẾNG VIỆT
Cổ khí hậu khu vực Tây Nguyên qua 10 ngàn năm ghi nhận trong trầm tích
Biển Hồ

Sinh viên: Phạm Lê Tuyết Nhung Mã SV: 18001764

Khoa: Địa chất Khoá: QH.2018.T

Họ và tên cán bộ hướng dẫn: Nguyễn Văn Hương; Phan Thanh Tùng

Tóm tắt nội dung khoá luận tốt nghiệp:

Những biến đổi khí hậu và hoạt động nhân sinh đặc biệt trong Holocen có tác động lớn đến sự thay đổi của môi trường sống. Khí hậu khu vực Tây Nguyên Việt Nam chịu ảnh hưởng của hai hệ thống gió mùa lớn ở Châu Á bao gồm gió mùa mùa hè Nam Á (gió mùa Ấn Độ) và gió mùa mùa đông Đông Á. Lân cận Việt Nam, hiện đã có một số nghiên cứu dựa trên trầm tích hồ và thạch nhũ ở Thái Lan, Campuchia và Lào, tuy nhiên ít có công trình công bố ở Tây Nguyên. Biển Hồ là hồ hình thành trên núi lửa cổ, đã tích tụ trầm tích liên tục từ ít nhất 200 ngàn năm qua là đối tượng lý tưởng để phục hồi cổ khí hậu ở Tây Nguyên. Báo cáo trình bày kết quả nghiên cứu lõi khoan Biển Hồ (2018) với chiều sâu 4,5 mét tương ứng với tuổi ^{14}C khoảng 10 ngàn năm. Kết quả phân tích hình ảnh chụp lõi khoan, đặc điểm thạch học, hàm lượng nước và vật chất hữu cơ, và tỉ số đồng vị ^{13}C cho thấy trầm tích Biển Hồ ghi nhận sự biến đổi mạnh cường độ gió mùa diễn ra trong khoảng 8 và 4 ngàn năm.

Từ khoá: gió mùa, đồng vị bền, trầm tích hồ, cổ khí hậu.