

NHỮNG KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU BAN ĐẦU VỀ TRẦM TÍCH ĐỆ TỬ VÀ SỰ DAO ĐỘNG CỦA MỤC NƯỚC BIỂN VÙNG QUẢN THỂ DANH THẮNG TRÀNG AN (NINH BÌNH)

TRẦN TÂN VĂN¹, NGUYỄN ĐẠI TRUNG¹, VŨ VĂN HÀ², TRINH THỊ THÚY¹

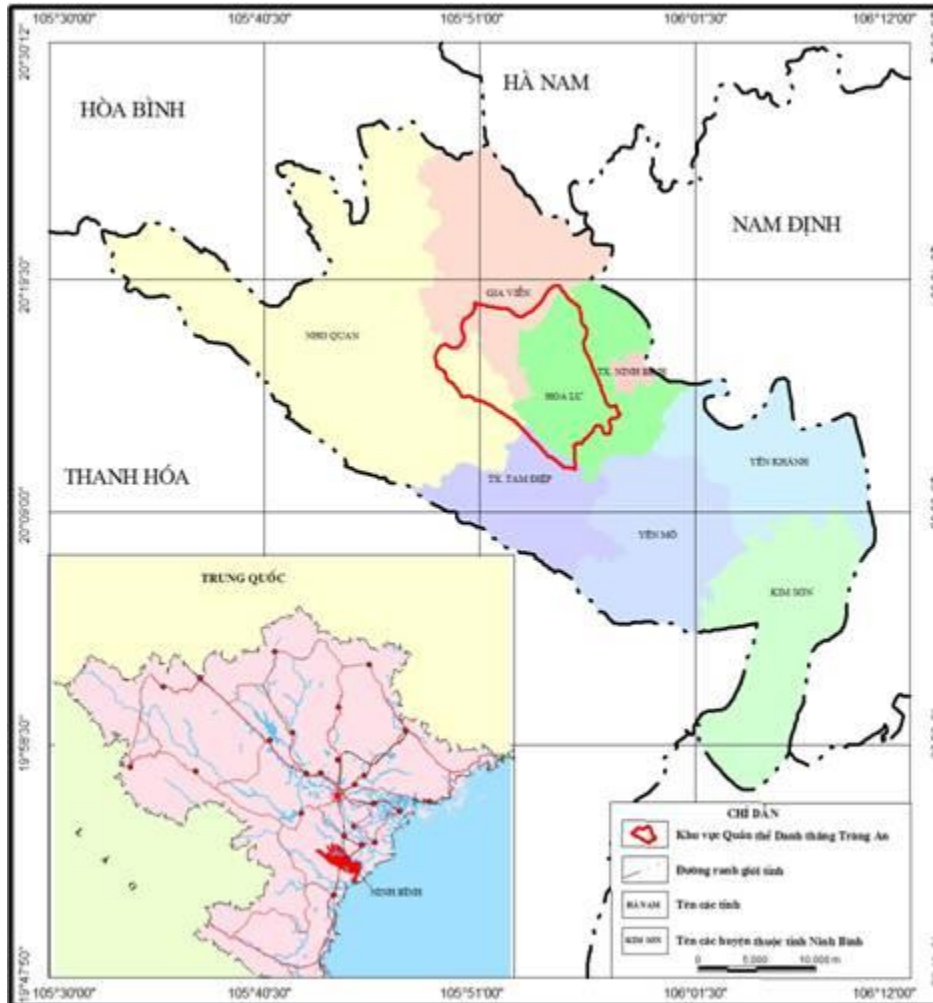
¹Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Thanh Xuân, Hà Nội

²Viện Địa chất - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Phố Chùa Láng, Đống Đa, Hà Nội

Tóm tắt: Vùng Tràng An đã trải qua các đợt biển tiến, biển thoái tương ứng với các chu kỳ băng hà và gian băng trên thế giới suốt từ Pleistocen sớm đến Holocen muộn và đặc biệt là đợt biển tiến Flandrian. Các đợt biển tiến, biển thoái đan xen có ảnh hưởng đến vùng Ninh Bình là: Biển tiến Cát Lâm, Bim Sơn vào đầu Pleistocen muộn, biển tiến Vĩnh Phúc vào cuối Pleistocen muộn. Các đợt biển thoái và biển tiến nêu trên đã để lại dấu vết của các trầm tích Đệ tử tương ứng của các hệ tầng Vĩnh Phúc, Hải Hưng và Thái Bình. Các trầm tích Đệ tử ứng với thời gian biển tiến nêu trên chủ yếu là bột sét màu xám ghi, xám xanh hạt mịn hoặc lẫn mùn thực vật màu xám đen thể hiện tương vũng vịnh với độ sâu trăm mét; còn các trầm tích Đệ tử ứng với biển thoái chủ yếu là sét, bột cát lẫn sạn laterit tương sông, sông biển. Sau đó là thời kỳ biển tiến Đổng Đa (hay còn gọi là biển tiến Hải Hưng và ứng với biển tiến Flandrian ở khu vực các nước Bỉ, Hà Lan v.v.) đạt cực đại vào giai đoạn Holocen giữa (7.000-4.000 năm trước). Một số ngân biển phức hợp có thể nhận biết qua các bằng chứng về sự dao động nước biển nhỏ hơn trong thời gian từ 500 đến 1.000 năm trước. Các dấu vết của hoạt động biển được lưu giữ lại trên đá vôi tạo thành các ngân nước ăn mòn với các độ cao khác nhau tương ứng với từng thời kỳ biển tiến trong Đệ tử. Theo các kết quả phân tích tuổi tuyệt đối ¹⁴C của các mảnh hài hà bám vào các ngân nước ăn mòn trên đá vôi Tràng An ở độ cao 2m có độ tuổi dao động từ 6.500 năm đến 4.300 năm trước tương ứng với giai đoạn Holocen sớm - giữa (biển tiến Hải Hưng - biển tiến Flandrian). Các hang động ở vùng Tràng An rất điển hình, chủ yếu là hệ thống các hang luôn karst và hang hóa thạch được hình thành trong 4 giai đoạn: Giai đoạn 1 là các hang cổ nhất có độ cao trên 60m được thành tạo trong giai đoạn cuối Pleistocen sớm-đầu Pleistocen giữa như hang Trống, hang Bói, mái đá Chợ. Giai đoạn 2 là các hang có độ cao từ 10 đến 15m; 20 đến 30m được thành tạo trong Pleistocen muộn như các hang Thung Bình, Mòi. Giai đoạn 3 là các hang có độ cao từ 2 đến 9 m được thành tạo trong giai đoạn Holocen sớm-giữa như mái đá Vàng, mái đá Ông Hay, hang Ốc, Trâu Bái Đình, Động Thiên Hà v.v.. Giai đoạn 4 là các hang có độ cao dưới 2m chủ yếu là các hang luôn karst như Sinh, Séo, Thuốc, Địa Linh, Quy Hậu v.v. Hàng chục hang đã phát hiện có công cụ đồ đá của người tiền sử ở các hang Ốc, Động Thiên Hà, mái đá Vàng, mái đá Ông Hay, hang Mòi, là nơi cư trú của con người trong giai đoạn biển tiến Hải Hưng (Đổng Đa) và Holocen sớm-giữa khi biển ngập toàn bộ vùng Tràng An đến độ cao lớn hơn 2 và đến 10m. Một số hang như hang Trống, hang Bói, mái đá Chợ v.v. có thể là nơi cư trú của con người trong giai đoạn Pleistocen muộn (23.000 năm trước).

I. MỞ ĐẦU

Khu quần thể danh thắng Tràng An (Ninh Bình) và vùng đệm có diện tích khoảng 130 km² bao gồm các diện tích của 10 xã thuộc 4 huyện của tỉnh Ninh Bình là: Yên Sơn (thị xã Tam Điệp), Sơn Hà, Sơn Lai (huyện Nho Quan), Ninh Hải, Ninh Thắng, Ninh Xuân, Ninh Vân, Trường Yên, Ninh Hòa (huyện Hoa Lư), Gia Sinh (huyện Gia Viễn). Vùng cách thủ đô Hà Nội khoảng 90km về phía đông nam và được giới hạn tọa độ địa lý trong khung tọa độ như ở Hình 1.



Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu

Vùng nghiên cứu có đặc trưng là vùng bán sơn địa (nửa núi nửa đồi), địa hình có xu hướng thấp dần về phía nam, ĐN. Đỉnh cao nhất là 246 m ở núi Cột Đèn vùng xã Trường Yên. Phía bắc và tây bắc vùng là các dải đồi núi Bái Đính ở độ cao đến 187m. Phía tây nam và nam vùng là dải đá vôi Đồng Tâm-Sơn Hà, Tam Cốc-Bích Động theo hướng TB-ĐN ở độ cao trung bình đến 162m. Phía ĐN và ĐB vùng là dải đá vôi Trường Yên có độ cao đến 246m. Phía ĐB và Bắc vùng là dải đá vôi Tràng An thấp hơn, có độ cao đến 198m. Xen vào các dải đá vôi nêu trên là các thung lũng karst cùng phương hoặc vòng cung có đáy khá bằng phẳng ở độ cao vài mét mở rộng về phía TB hoặc ĐN. Hệ thống các vùng trũng karst đầm lầy phát triển như ở Đền Trần-Tràng An, Trường Yên, Bái Đính v.v. Địa hình đá vôi phân cắt với các vách đá vôi thẳng đứng, khá dốc. Các hệ thống suối nguyên thủy hoặc khai đào tạo nên các thung nước thông nhau. Thảm thực vật chủ yếu phát triển trên các dải núi đá vôi và nằm trong diện tích của rừng đặc dụng Hoa Lư. Các vùng đồng

bằng bằng phẳng bao quanh khối núi đá vôi Tràng An-Tam Cốc-Bích Động (hình quả xoài hoặc hình chim Phượng) là nơi tập trung dân cư, cụm cây trồng và phát triển lúa nước.

Vùng chịu ảnh hưởng của khí hậu nhiệt đới gió mùa của miền Bắc Việt Nam, được phân biệt rõ hai mùa khô và mưa. Ngoài ra trong khu vực núi đá vôi, khí hậu ngày nóng nhưng đêm mát, thậm chí còn lạnh.

Mạng lưới sông suối, ở vùng nghiên cứu khá phát triển với các con sông suối bao bọc là sông Hoàng Long ở phía bắc, sông Luồn ở phía đông, sông Mới ở phía Nam và sông Tam Cốc-Bích Động. Đây là các con sông thu nước từ các trũng karst trong các dải núi đá vôi Trường Yên, Tam Cốc-Bích Động và Bái Đính. Tuy nhiên, việc xây dựng các tuyến đường giao thông đã làm cho một số dòng chảy bị chặn lại gây nên các hiện tượng úng ngập như ở khu vực phía bắc (Trường Yên) và phía tây nam (Sơn Hà).

II. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN TRẦM TÍCH ĐỆ TỨ VÀ GIAO ĐỘNG MỰC NƯỚC BIỂN Ở VÙNG TRÀNG AN

1. Tổng quanchung

Trong kỷ Đệ tứ, quá trình biến đổi khí hậu diễn ra rất phức tạp và có tính chu kỳ. Các hoạt động băng hà và gian băng phản ánh các quá trình biến tiến, biến thoái diễn ra trên toàn cầu. Bên cạnh đó, sự xuất hiện của con người cũng có ảnh hưởng không nhỏ đến các quá trình phát triển địa chất trong thời kỳ này. Ở Việt Nam, những hiểu biết về hệ Đệ tứ vẫn còn hạn chế chỉ với nghiên cứu của các nhà địa chất Đệ tứ như Nguyễn Đức Tâm (1974, 1994, 2011); Hoàng Ngọc Kỳ (1973, 1978, 1986); Nguyễn Dịch Dỹ và nnk. (1986, 1987, 1995); Trần Nghi và Ngô Quang Toàn (1999), Vũ Quang Lâm và nnk., (2002) và Nguyễn Ngọc (2005) v.v. Tuy nhiên, những phát hiện của các nhà địa chất này không phải luôn luôn thống nhất với nhau. Một bảng tóm tắt về hệ Đệ tứ của Việt Nam, dựa trên các kết quả nghiên cứu của những tác giả này trong Bảng 1 (các đợt biến tiến theo Nguyễn Đức Tâm, 1994 và 2011), trình bày những sự kiện địa chất chính, xác định ở Việt Nam trong kỷ Đệ tứ với những thông tin được đăng tải quốc tế.

Nhìn chung, trầm tích Đệ tứ ở Việt Nam được chia làm 5 chu kỳ trầm tích lớn, mỗi chu kỳ bắt đầu với các trầm tích lục địa (chủ yếu là bồi tích) hạt thô và kết thúc với các trầm tích biển, bồi tích - biển và biển-gió hạt mịn. Ở những nơi có thể, những chu kỳ lớn này lại được chia thành các nhịp trầm tích trật tự thứ hai và chúng có liên quan đến các giai đoạn biến tiến-biến thoái chính cho đến nay đã nhận biết ở các khu vực khác nhau của Việt Nam và một số các địa phương khác. Những dao động mực nước biển chính này có mối tương quan với các giai đoạn băng hà - gian băng đã biết trên thế giới và các giai đoạn đồng vị ôxy biển (MIS). Ngoài ra, những thông tin có sẵn còn cho biết về tuổi địa chất, các mực nước biển tương đối và các thành tạo địa chất liên quan trong vùng Tràng An.

Quá trình phát triển trầm tích Đệ tứ trong vùng Tràng An và các vùng lân cận gắn liền với sự giao động của mực nước biển. Bao quanh khối đá vôi Tràng An là các trầm tích sông, sông-biển; len lỏi trong các thung lũng karst bắt gặp các trầm tích sông - đầm lầy, đôi nơi gặp cả trầm tích biển. Ranh giới Neogen - Đệ tứ được lấy theo bề mặt phong hóa của hệ tầng Vĩnh Bảo, còn ranh giới Pleistocen-Holocen được lấy theo bề mặt phong hóa của hệ tầng Vĩnh Phúc.

Bảng1. Tóm tắt hệ Đệ tứ ở Việt Nam

Giai đoạn phát triển trầm tích	Đặc điểm trầm tích	Biển tiến-biển thoái đã biết ở Việt Nam		Giai đoạn đồng vị ô xy biển	Tuổi địa chất	Ghi chú
Giai đoạn Holocen muộn	Chủ yếu là trầm tích biển, hạt mịn, gồm 3 đợt biển tiến Hậu kỳ Pleistocen, một đợt biển tiến Trung kỳ Holocen và một đợt biển tiến quy mô nhỏ Hậu kỳ Holocen, xen kẽ với các lớp bồi tích mỏng, tất cả tạo nên 4 nhịp trầm tích trật tự hoàn chỉnh và một nhịp trầm tích không hoàn chỉnh ở lớp trên cùng.	Sau biển tiến Đông Đa tới nay	0-500 năm BP	1	Giai đoạn Holocen muộn phần trên	Biển tiến hiện tại
			500-1500 năm BP	1		Q ₂ ^{3,3} Biển rút, mực nước biển thấp hơn mực nước hiện tại 1-2m
			Biển tiến Quảng Xương quy mô nhỏ	1	Giai đoạn Holocen muộn phần giữa, 1500-2500 năm BP. (¹⁴ C 1600±120 năm BP; 2500±70 năm BP; Saurin ~2300 năm BP)	Q ₂ ^{3,2} Hệ tầng Thái Bình, Mực nước biển cao hơn hiện tại, tạo thành các thềm và ngân nước cao 1,5-2m so với mực nước biển hiện tại
			Biển thoái sau biển tiến Đông Đa	1	Giai đoạn Holocen muộn phần dưới	Q ₂ ^{3,1} Mực nước biển thấp hơn 4m so với mực nước hiện tại
Giai đoạn Holocen sớm – giữa		Biển tiến Đông Đa	Biển tiến Flandrian	1	Giai đoạn Holocengiữa, (¹⁴ C 5645±115 năm BP; 6095±60 năm BP)	Ở châu thổ miền Bắc Việt Nam: - Giai đoạn muộn, biển và bồi tích-biển (m, amQ ₂ ²) (Các tên khác: Lớp Đông Đa hay phụ hệ tầng Hải Hưng muộn). Thềm biển cao hơn mực nước biển hiện tại 4-6m -Giai đoạn sớm, trung biển (bmQ ₂ ¹) (các tên khác: lớp Giảng Võ hay phụ hệ tầng Hải Hưng sớm.

Giai đoạn Pleistocen muộn	Chế độ lục địa trước biển tiến Đổng Đa	Băng hà cuối cùng	2	Giai đoạn Pleistocen muộn phần trên - Giai đoạn Holocen sớm, (11.7-30 ka BP, bao gồm giai đoạn Băng hà cuối cùng at 18-27 ka BP)	aQ ₁ ^{3.3} -Q ₂ ¹ . Mực nước biển thấp hơn mực hiện tại 120m. Bề mặt phong hóa yếu và ăn mòn của hệ tầng Vĩnh Phúc được coi là ranh giới giữa thời kỳ Pleistocen và thời kỳ Holocen
	Biển tiến giai đoạn Pleistocen muộn phần trên (Vĩnh Phúc)	Gian băng	3	Giai đoạn Pleistocen muộn phần trên, 30-60 ka BP.	Hệ tầng Vĩnh Phúc (bm, m, am, mvQ ₁ ^{3.3})
	Biển tiến giai đoạn Pleistocen muộn phần giữa (Bim Sơn)	Gian băng cuối cùng	5	Giai đoạn Pleistocen muộn phần giữa, ~120 ka BP.	Hệ tầng Bim Sơn (bm, m, am, mvQ ₁ ^{3.2})
	Biển tiến giai đoạn Pleistocen muộn phần dưới (Cát Lâm)	Gian băng cuối cùng	5	Giai đoạn Pleistocen muộn phần dưới, ~130 ka BP.	Hệ tầng Cát Lâm (bm, m, am, mvQ ₁ ^{3.1})
Giai đoạn Pleistocen giữa	Hạt thô, lục địa, bồi tích, gồm một số lớp hạt thô xen kẽ các lớp hạt mịn, chưa chia thành các nhịp trầm tích trật tự thứ hai	Biển thoái giai đoạn Pleistocen giữa phần trên (Hải Dương)	6-10	Giai đoạn Pleistocen giữa phần trên, ~130-350 ka BP	Hệ tầng Hải Dương (aQ ₁ ^{2.2}) (tên khác: Hải Nội). Phủ lên hệ tầng Yên Mô phong hóa và ăn mòn
	Hạt mịn, biển, bồi tích-biển hòa lẫn với biển-gió. Vẫn chưa chia thành các nhịp trầm tích trật tự thứ hai	Biển tiến giai đoạn Pleistocen giữa phần dưới (Yên Mô)	11-21	Giai đoạn Pleistocen giữa phần dưới, ~350-870 ka BP	Hệ tầng Yên Mô (mQ ₁ ^{2.1}) (tên khác: phụ hệ tầng Thái Thụy). Bị phong hóa yếu, nằm bên dưới hệ tầng Hải Dương.

Giai đoạn Pleistocen sớm (hiện nay thấy chủ yếu ở miền Nam Việt Nam)	Hạt thô, lục địa, bồi tích, bồi tích-biên. Vẫn chưa chia thành các nhịp trầm tích trật tự thứ hai	Biển thoái giai đoạn Pleistocen sớm phần trên	Băng hà kết thúc ~ 870 ka BP	≥ 22	Giai đoạn Pleistocen sớm phần trên	Hệ tầng Lê Chi (aQ_1^{1-3}) (tên khác: phụ hệ tầng Thái Thụy). Nằm bên trên và bên dưới hệ tầng Vĩnh Bảo và Yên Mô không chính hợp
	Hạt mịn, biển, bồi tích-biên hòa lẫn với biển-gió. Vẫn chưa chia thành các nhịp trầm tích trật tự thứ hai	Biển tiến giai đoạn Pleistocen sớm phần giữa (Cà Mau hoặc Phú Mỹ)	Băng hà		Giai đoạn Pleistocen sớm phần giữa	Hệ tầng Cà Mau ($mQ_1^{1,2}$). Nằm bên trên và bên dưới hệ tầng Năm Căn (N_2nc) và Long Toàn
	Hạt thô, lục địa, bồi tích.	Biển thoái giai đoạn Pleistocen sớm phần dưới	Băng hà, gồm các gian băng ngắn hơn		Giai đoạn Pleistocen sớm phần dưới	Hệ tầng Bình Minh ($aQ_1^{1,1}$). Tương tự như hệ tầng Vĩnh Bảo (N_2vb) ở ranh giới N-Q

Ngoài các thành tạo sườn tích và tàn tích không phân chia, trầm tích Đệ tứ ở Tràng An được chia thành 5 phân vị địa tầng có tuổi từ Pleistocen sớm (Q_1^1) đến Holocen muộn (Q_2^3) bao gồm: 1/ Hệ tầng Lê Chi (Q_1^1lc); 2/ Hệ tầng Hà Nội ($Q_1^{2-3}hn$); 3/ Hệ tầng Vĩnh Phúc (Q_1^3vp); 4/ Hệ tầng Hải Hưng ($Q_2^{1-2}hh$); 5/ Hệ tầng Thái Bình (Q_2^3tb).

+) *Giai đoạn Pleistocen sớm (Q_1^1):*

Phát triển các trầm tích nguồn gốc sông, sông-biển của hệ tầng Lê Chi (Q_1^1lc) (Ngô Quang Toàn, 1987; Vũ Quang Lâm và nnk., 2002; Nguyễn Đức Tâm và nnk., 1974, 1994 và 2011), có diện phân bố hẹp, chỉ gặp trong hố sụt cục bộ ở phía đông-đông bắc Tràng An ở độ sâu 81-62m với chiều dày khoảng 19m. Thành phần gồm ít sạn cát, chuyển tiếp lên chủ yếu là sét bột loang lổ, chứa sạn laterit. Hệ tầng được hình thành vào thời kỳ biển thoái băng hà Pleistocen sớm kết thúc vào khoảng 870.000 năm trước. Hệ tầng phủ không chính hợp trên hệ tầng Vĩnh Bảo, hệ tầng Đồng Giao và bị các trầm tích hệ tầng Hà Nội phủ không chính hợp lên trên.

+) *Giai đoạn Pleistocen giữa (Q_1^2):*

Trong giai đoạn Pleistocen giữa có một đợt biển tiến lớn vào giai đoạn Pleistocen giữa phần sớm (kéo dài khoảng từ 870-350 nghìn năm trước), là biển tiến Yên Mô ở Việt Nam, tiếp sau đó là một đợt biển thoái diễn ra vào giai đoạn Pleistocen giữa phần muộn là biển thoái Hải Dương (từ 350-130 nghìn năm). Một số nhà nghiên cứu (như Nguyễn Đức Tâm và nnk., 2011) đã nhận ra những đợt biển tiến, biển thoái này tương ứng với hệ tầng Yên Mô ($mQ_1^{2,1}ym$) và hệ tầng Hải Dương ($aQ_1^{2,2}hd$), nhưng một số nhà nghiên cứu khác (Hoàng Ngọc Kỳ 1973, 1978; Phạm Văn Công và Vũ Quang Lâm và nnk., 2002) gọi là hệ tầng Hà Nội. Ở Tràng An, các trầm tích nguồn gốc sông và sông-biển bắt gặp phổ biến ở độ sâu 62-15m, thành phần gồm ít cát sạn, hoàn toàn không có cuội sỏi, nguồn gốc lục địa, đôi chỗ chuyển tiếp sang chủ yếu là bột sét. Phần trên của

các trầm tích sông-biển bị phong hóa có màu sắc loang lổ và kết vón laterit-băng chứng cho một thời kỳ hệ tầng bị nâng cao khỏi mặt nước và chịu phong hóa, bóc mòn trong điều kiện cổ khí hậu nóng ẩm. Hệ tầng Hà Nội ($Q_1^{2-3}hn$) phủ không chỉnh hợp trên hệ tầng Lệ Chi, đá vôi hệ tầng Đồng Giao và bị hệ tầng Vĩnh Phúc phủ không chỉnh hợp lên trên.

+) *Giai đoạn Pleistocen muộn (Q_1^3):*

Giai đoạn Pleistocen muộn chứng kiến ba đợt biển tiến nối tiếp nhau tương đối ngắn, đó là biển tiến Cát Lâm (khoảng 130 nghìn năm), biển tiến Bim Sơn (khoảng 120 nghìn năm) và biển tiến Vĩnh Phúc (60-30 nghìn năm) có thể có các giai đoạn ám xen kẽ giữa chúng tuy vẫn chưa xác định được cụ thể. Thời kỳ này chấm dứt với chế độ lục địa trong thời kỳ băng hà cuối cùng (30-12 nghìn năm), bao gồm giai đoạn băng hà cao trào (vào khoảng 27-18 nghìn năm) trước khi có đợt biển tiến Flandrian nổi tiếng bắt đầu vào khoảng 18 nghìn năm trước. Một số nhà địa chất Đệ tứ như Nguyễn Đức Tâm và nnk (1974, 1994, 2011) lại chia thành các hệ tầng Cát Lâm (bm, m, am, mv $Q_1^{3.1}cl$), hệ tầng Bim Sơn (bm, m, am, mv $Q_1^{3.2}bs$) và hệ tầng Vĩnh Phúc (bm, m, am, mv $Q_1^{3.3}vp$), nhưng một số nhà địa chất khác như Hoàng Ngọc Kỳ (1973, 1978) và Vũ Quang Lân và nnk., (2002) lại sáp nhập chúng vào một hệ tầng duy nhất là hệ tầng Vĩnh Phúc (Q_1^3vp). Các trầm tích thấy ở Tràng An chủ yếu từ ba nguồn gốc sông, sông-biển và biển. Chúng chỉ lộ ra thành những dải nhỏ ở độ cao từ 10 m ở ven rìa phía Tây và Tây nam Tràng An, khu vực Đồng Tâm, Sơn Hà, Sơn Lai v.v., còn lại bị phủ dưới các trầm tích trẻ hơn ở độ sâu 43-3m với chiều dày thay đổi từ vài mét đến 26m, phần trên cùng của nó là ranh giới phân biệt giữa Pleistocen muộn và Holocen sớm. Hệ tầng phủ không chỉnh hợp lên trên hệ tầng Hà Nội, đá vôi hệ tầng Đồng Giao và bị các trầm tích tuổi Holocen phủ không chỉnh hợp lên trên.

+) *Giai đoạn Holocen sớm-giữa (Q_2^{1-2}):*

Phát triển các trầm tích biển, biển - đầm lầy của hệ tầng Hải Hưng ($Q_2^{1-2}hh$) (Hoàng Ngọc Kỳ, 1978; Nguyễn Đức Tâm và nnk., 1974, 1994 và 2011), chủ yếu là các trầm tích sét xám xanh, xám đen lẫn mùn thực vật, hạt rất mịn, phản ánh thời kỳ biển tiến Flandrian trong Holocen sớm-giữa (bắt đầu khoảng 11.000 năm BP, đạt cực đại trong khoảng 7.000-4.000 năm BP), tạo nên một vũng vịnh bao quanh khối đá vôi Tràng An (như vịnh Hạ Long hiện nay). Chính vì vậy mà Tràng An được ví như vịnh Hạ Long trên cạn. Ở Tràng An, hệ tầng Hải Hưng lộ ra ở phía đông bắc và rải rác ven theo các chân núi đá vôi ở phía tây và tây nam, tạo nên bậc thềm cao khoảng 4-5m. Hệ tầng Hải Hưng phủ không chỉnh hợp trên bề mặt bóc mòn, phong hóa loang lổ của hệ tầng Vĩnh Phúc và bị hệ tầng Thái Bình phủ trên. Kết quả phân tích ^{14}C một số mẫu hữu cơ lấy ở các hang động và ngân biển ở Tràng An ở các độ cao khác nhau (thường là 4-6m, một số ở độ cao 8,9m) cho tuổi trong khoảng 4.330-6.620 năm BP. Có nhiều bằng chứng từ khu vực Thái Bình Dương cho thấy biển đã đạt gần mức hiện tại vào khoảng 7.000 năm trước và sau đó phủ phần lớn khu vực này, mực nước có thể đạt +1m tới +1,5m, nhưng rồi lại rút xuống về mức hiện tại. Nếu câu chuyện tổng quát này áp dụng cho Tràng An, với trầm tích hệ tầng Hải Hưng và các vỏ hữu cơ tìm thấy ở độ cao trên 1,5m thì có thể hàm ý về việc nâng kiến tạo đang diễn ra. Việc nâng này có thể chỉ diễn ra mang tính chất địa phương.

+) *Giai đoạn Holocen muộn (Q_2^3):*

Giai đoạn Holocen muộn có hệ tầng Thái Bình (Q_2^3tb) (Hoàng Ngọc Kỳ, 1978; Nguyễn Đức Tâm và nnk., 1974, 1994 và 2011; Phạm Văn Công, Vũ Quang Lân và nnk., 2002) nguồn gốc biển, biển-đầm lầy, sông-biển, sông-đầm lầy và sông có diện phân bố khá rộng, phủ trên mặt hầu hết phần đồng bằng bao quanh khối đá vôi Tràng An cũng như trong các thung lũng karst, tạo nên các bề mặt địa hình cao 0,5-2,0m. Xu hướng nguồn gốc trầm tích biển đổi từ dưới lên theo trật tự:

biển, biển-đầm lầy, sông-biển, sông-đầm lầy và sông. Hệ tầng được hình thành trong thời kỳ biển thoái sau Flandrian và sau đó là biển lấn Quảng Xương (kéo dài trong khoảng 2.500-1.500 năm BP) và là đợt biển tiến cuối cùng xuất hiện ở đồng bằng Bắc Bộ Việt Nam cho đến hiện tại.

2. Lịch sử tiến hóa địa chất vùng Trảng An

Thành tạo cách ngày nay khoảng 250 Tr.n trong đại dương cổ Tethys, kể từ khoảng 230 Tr.n trước khối đá vôi Trảng An đã trở thành lục địa. Quá trình karst hóa diễn ra bên cạnh nhiều quá trình địa chất khác như hoạt động đứt gãy đã và đang vẫn diễn ra từ trước đó. Thế nhưng các pha nâng lên tạo núi lại chỉ diễn ra ở dạng xung, đan xen với các giai đoạn san bằng kiến tạo. Vì thế, địa hình cảnh quan như ta thấy ngày nay ở Trảng An được cho là chỉ mới được hình thành trong kỷ Pliocen, tức là khoảng 5,3Tr.n trở lại đây, trong điều kiện khí hậu nhiệt đới nóng ẩm gió mùa.

Trong bối cảnh rìa rift, tương chừng như vùng Trảng An sẽ có một lịch sử tiến hóa địa chất phẳng lặng, nhưng các chuyển động dọc theo đứt gãy sâu Sông Hồng, hệ quả của va chạm giữa các mảng kiến tạo Ấn Độ và Á-Âu, với sự hình thành của đồng bằng châu thổ Sông Hồng và Biển Đông đã khiến cho vùng Trảng An trở nên có một lịch sử tiến hóa địa chất Đệ tứ đầy biến động và lịch sử đó càng trở nên sống động hơn với sự xuất hiện và tác động của con người.

Lịch sử tiến hóa địa chất Đệ tứ ở khu vực Trảng An gồm hai yếu tố chủ yếu là các chuyển động tân kiến tạo và quá trình biển tiến-biển thoái liên quan đến các chu kỳ băng hà và gian băng.

a) Các chuyển động tân kiến tạo: Trong giai đoạn tân kiến tạo, vùng Trảng An chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của đới đứt gãy sâu Sông Hồng với đặc điểm biến dạng chung là nén ép, xiết trượt ở phần Tây Bắc, căng dãn về Đông Nam. Trong pha I tân kiến tạo (Oligocen-Miocen), khu vực được nâng mạnh, tạo cấu trúc dạng địa lũy kéo dài phương tây bắc- đông nam, hệ thống đứt gãy Tây Bắc-Đông Nam biểu hiện trượt bằng trái, hệ thống đứt gãy Đông Bắc-Tây Nam biểu hiện trượt bằng phải. Trong pha II tân kiến tạo (Pliocen- Đệ tứ) chế độ chung là nâng yếu, nhưng phần Đông-Đông Bắc bị sụt lún do bị lôi cuốn vào hoạt động của đồng bằng châu thổ Sông Hồng và Biển Đông. Một trong những hệ quả là đồ lở xảy ra phổ biến ở các vách đá, như trong các hang động như Mái đá Ốc, Mái đá Ông Hay, Mái đá hang Vàng, Hang Mòi v.v. Các đồng đồ lở trong hang thường thấy ở độ cao 5-9m và thường bị các tầng tích tụ ốc núi phủ lên hoặc đan xen ở các có thể xảy ra trong Holocen sớm-giữa.

b) Các quá trình biển tiến-biển thoái:

Trong kỷ Đệ tứ ở Việt Nam nói chung và vùng Trảng An nói riêng đã chịu ảnh hưởng của các quá trình biển tiến, biển thoái tương ứng với các chu kỳ băng hà và gian băng trên toàn cầu. Những đợt biển tiến và biển thoái chính ở Trảng An đã được biết là (xem chi tiết Hình 2):

-Biển tiến Phù Mỹ giữa Pleistocen sớm (Q_1^1), tương ứng gian băng trong một thời kỳ băng hà cuối Pliocen-đầu Pleistocen. Đợt biển tiến này diễn ra sau đợt biển thoái toàn cầu kết thúc khoảng 870 nghìn năm trước, tạo nên hệ tầng Lệ Chi với trầm tích nguồn gốc sông và sông-biển tìm thấy ở trong các lỗ khoan ở độ sâu 81-62m ở Trảng An.

-Biển tiến Yên Mô đầu Pleistocen giữa (Q_1^2) khoảng 870-350 nghìn năm trước, được cho là đã bao gồm một số các đợt biển tiến và biển thoái tương ứng với vài đợt băng hà và gian băng ngắn hơn. Tiếp theo sau là đợt biển thoái Hải Dương trong giai đoạn Pleistocen giữa từ 350-130 nghìn năm trước. Các đợt biển tiến và thoái này đã tìm thấy ở Trảng An, ở độ sâu 62-15m. Một số hang động nâng lên và các bề mặt bào mòn hiện vẫn quan sát thấy ở cao độ 40-60m có thể được hình thành trong thời gian này.

Ba đợt biển tiến nối tiếp nhau tương đối ngắn trong Pleistocen muộn (Q_1^3), tương ứng gian băng cuối cùng và băng hà, có thể có các khoảng thời gian ấm lên giữa chúng mà kết thúc bằng chế độ lục địa trong thời kỳ băng hà cuối cùng (30-12 nghìn năm), bao gồm cả đợt băng hà cuối cùng cực đại (27-18 nghìn năm) trước khi diễn ra biển tiến Flandrian bắt đầu từ 18 nghìn năm:

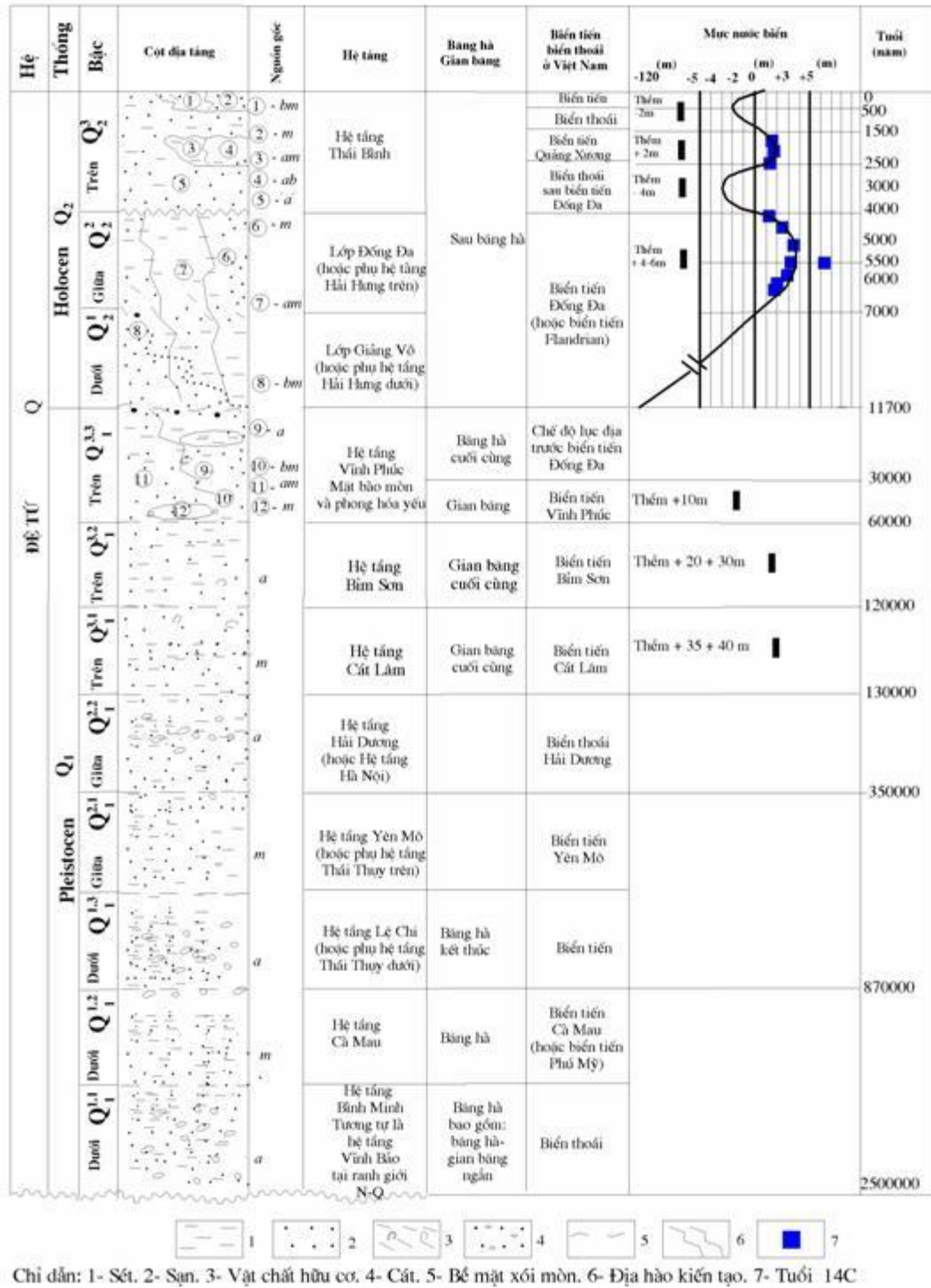
-Biển tiến Cát Lâm vào đầu Pleistocen muộn vào khoảng 130 nghìn năm trước, được nhận biết ở Tràng An qua tàn tích các hang nâng, trần tường và các thềm mài mòn ở độ cao 30-40m so với mực nước biển.

-Biển tiến Bim Sơn vào khoảng 120 nghìn năm, diễn ra ở Tràng An dưới dạng các tàn tích hang nâng, trần tường và các bề mặt mài mòn ở độ cao 20-30m so với mực nước biển.

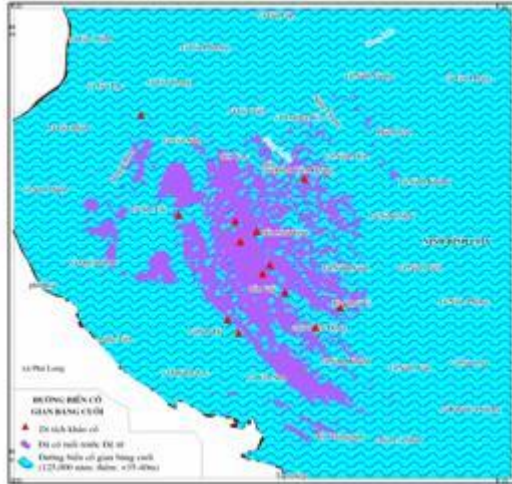
-Biển tiến Vĩnh Phúc vào khoảng 60-30 nghìn năm, diễn ra ở Tràng An dưới dạng các tàn tích hang nâng, trần tường và các bề mặt mài mòn ở độ cao 10-15m so với mực nước biển. Trong giai đoạn này biển tiến rất sâu, bao trùm toàn bộ khối đá vôi Tràng An (Hình 3, a).

- Thời kỳ băng hà cực đại cuối cùng khiến mực nước biển thấp hơn 120 m so với mực nước biển hiện tại, toàn bộ khu vực chịu ảnh hưởng của khí hậu khô-nóng, trầm tích biển của hệ tầng Vĩnh Phúc bị phong hóa tạo nên các trầm tích sét loang lổ rất đặc trưng. Sau đó là thời kỳ biển tiến Đổng Đa (hay Flandrian) đạt cực đại vào giai đoạn Holocen giữa (7.000-4.000 năm). Vỏ hào hà tìm thấy ở độ cao lên đến 8,9 m ở Hang Ốc (Đông Tâm, Sơn Hà), các thềm và các ngấn biển quan sát thấy ở độ cao khoảng 4-5 m có thể đã hình thành trong thời gian này và được nâng lên sau đó (Ảnh 1, 2). Kết quả phân tích các mẫu hào hà ở Bảng 2 cho thấy trong giai đoạn này biển đã tràn ngập hầu hết khối núi đá vôi Tràng An (Hình 3, b). Một số ngấn biển phức hợp có thể nhận biết qua các bằng chứng về sự dao động nước biển nhỏ hơn trong thời gian từ 500-1.000 năm.

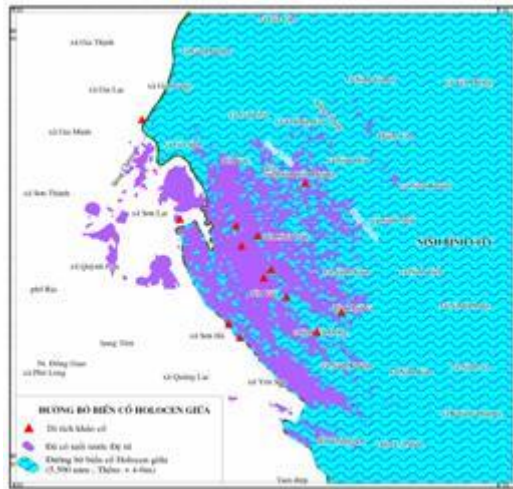
- Biển lần Quảng Xương trong Holocen muộn (2.500-1.500 năm BP), hình thành các hang luôn hiện đại và ngấn biển ở độ cao khoảng 1,5-2,0 m ở vùng Tràng An như ngấn nước núi Dục Thủy, Tam Cốc - Bích Động v.v.



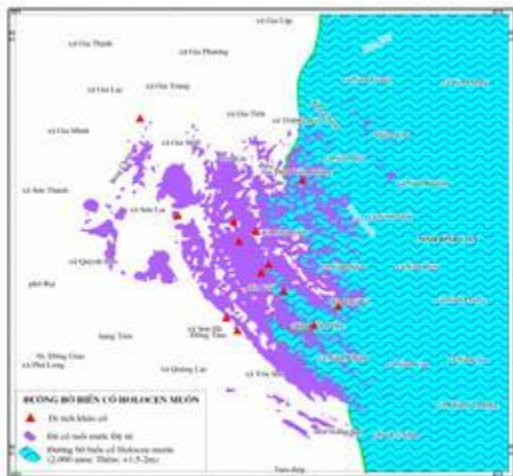
Hình 2. Sơ đồ đối sánh địa tầng với các sự kiện băng hà-gian băng, biến tiến-biến thoái giai đoạn Pleistocen muộn-Holocen ở Việt Nam nói chung và Tràng An nói riêng.



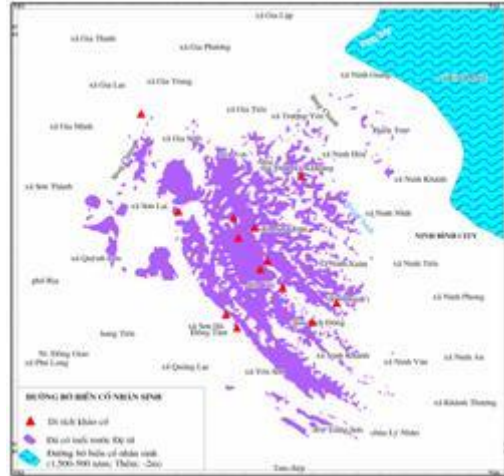
(a)



(b)



(c)



(d)

Hình 3. Đường bờ biển: (a) Giai đoạn Pleistocen muộn, gian băng cuối cùng; (b) Giai đoạn Holocen sớm-giữa; (c) Giai đoạn Holocen muộn; (d) Hiện đại.



Ảnh 1. Ngấn các đợt biển tiến Holocen sớm-giữa ở Động Thiên Hương.



Ảnh 2. Ngấn các đợt biển tiến giai đoạn Holocen sớm-giữa ở Cốc Viên Lâu.

Bảng 2. Kết quả tuổi tuyệt đối của các mẫu hà biển lấy ở vùng Tràng An

TT		Vị trí lấy mẫu		Loại mẫu gửi	Tuổi
----	--	----------------	--	--------------	------

	Số hiệu mẫu		Độ cao (m)		Tuyệt đối (năm)	Tương đối
1	TA51	Hang Thiên Hà, Đồng Tâm	2,31	Hầu hà biển	5500±325	Q ₂ ¹⁻²
2	TA52	Hang Thiên Hà	2,31	Hầu hà biển	5390±320	Q ₂ ¹⁻²
3	TA54	Hang Thiên Hà	2,31	Hầu hà biển	5260±240	Q ₂ ¹⁻²
4	TA6	Cổ Viên Lâu, Tam Cốc	2,2	Mẫu hầu hà	4350±300	Q ₂ ¹⁻²
5	TA7	Ngấn nước Động Thiên Hương	3,29	Hầu hà biển	4530±320	Q ₂ ¹⁻²
6	TA8	Hang Quán, Trường Yên	2,68	Hầu hà biển	4720±300	Q ₂ ¹⁻²
7	TA034	Hang Mòi, Tràng An	16,22	Hầu hà biển	5270±290	Q ₂ ¹⁻²
8	TA0482	Hang Ốc, Đồng Tâm	8,93	Hầu hà biển	5500±300	Q ₂ ¹⁻²
9	TA 52B	Hang Chùa, Đồng Tâm	(4)	Mảnh hầu hà biển	6440±230	Q ₂ ¹⁻²
10	TA60	Hang Công Binh, Bích Động	(20)	Hầu hà biển	5950±295	Q ₂ ¹⁻²
11	TA76	Hang Vòng, Bái Đính	2,43	Hầu hà biển	6530±290	Q ₂ ¹⁻²
12	TA620	ĐB Yên Thịnh 600m	?	Mảnh hầu hà	6340±300	Q ₂ ¹⁻²

3. Tuổi các ngấn nước ăn mòn đá vôi và hang động karst vùng Tràng An

a) Tuổi các ngấn nước ăn mòn đá vôi:

Ở vùng Tràng An, các ngấn nước ăn mòn đá vôi thay đổi ở độ cao từ 0,45 đến 3,8m. Một số ngấn nước ăn mòn đá vôi có hầu hà biển bám vào đã được phân tích tuổi của các hầu hà đó. Bằng chứng hầu hà biển bám vào chứng tỏ các ngấn nước ăn mòn đá vôi đó được thành tạo trong các đợt biển tiến. Qua kết quả phân tích tuổi hầu hà biển có thể dự đoán tuổi của các ngấn nước ăn mòn đá vôi vào các thời gian: Holocen sớm-giữa tương ứng với biển tiến cực đại Flandrian. Tất cả các ngấn ăn mòn nước vào đá karst ở độ cao dưới 2m đều chưa quan sát được mảnh hầu hà bám vào và do đó tuổi của các ngấn dưới 2m đều là tuổi dự đoán (Bảng 2). Các ngấn nước ăn mòn vào đá vôi ở vùng Tràng An có bề rộng ngấn thay đổi từ 25 cm đến 1,8m; chiều sâu thay đổi từ 10 cm đến 2,2m; Các ngấn ăn mòn nước biển đều đối xứng; Một số ngấn có hầu hà biển bám vào dạng gắn kết thành cụm (Động Thiên Hương, Cổ Viên Lâu, hang Quán v.v.) hoặc gắn trực tiếp vào đá

vôi (ở Động Thiên Hà, Núi Dục Thúy v.v.) (Ảnh 1,2,3, 5). Tại một số ngấn nước ăn mòn đá vôi đã lấy được hà hà biển và đã phân tích tuổi tuyệt đối (^{14}C) để xác định tuổi như trong Bảng 3.



Ảnh 3. Ngấn nước ăn mòn đợt biển tiến giai đoạn Holocen muộn ở núi Dục Thúy.



Ảnh 4. Ngấn nước ăn mòn đá vôi hang Quàn, Trường Yên.



Ảnh 5. Ngấn nước ăn mòn đá vôi Động Thiên Hương.



Ảnh 6. Ngán nước ăn mòn đá vôi Cổ Thiên Lâu 1, Tam Cốc.



Ảnh 7. Ngán nước ăn mòn đá vôi Động Thiên Hà, Đền Tâm-Sơn Hà

b) Tuổi các hang động có di tích khảo cổ:

Một số hang động ở vùng Tràng An đã phát hiện được các công cụ của người tiền sử bằng đá, hoặc các đồng ốc núi, xương động vật, hài hà biển v.v (Nguyễn Khắc Sử và nnk, 2012). Những hang đó cũng đã được đo đạc độ cao bằng máy trắc địa toàn đạc như trong Bảng 3, 4. Tuổi các hang động này theo giả định với tuổi của các độ cao bậc thềm do các đợt biển tiến, thoái, lấn v.v. thành tạo trong Đệ tứ được nêu lên trong bảng 3, 4. Như vậy ở các hang có từ 3 đến 9m thành tạo trong giai đoạn Holocen sớm-giữa (Q_2^{1-2}), có người tiền sử sinh sống với các công cụ bằng đá vôi đều sau giai đoạn biển tiến Flandrian (hay tương ứng với biển tiến Đông Đa của Nguyễn Đức Tâm). Ở một số hang cao từ 10 đến 30m được thành tạo trong giai đoạn Pleistocen muộn (Q_1^3) hoặc cao hơn nữa từ 70 đến 145m cũng đã có các công cụ đồ đá của người xưa. Giả thiết rằng người xưa đã xuất hiện sớm nhất và sinh sống ở các hang cao 75m như ở hang Bói, mái đá Chợ và hang Trống (tương ứng với thời gian biển tiến Vĩnh Phúc, nước ngập lên đến độ cao 10 đến 30m ở vùng Tràng An). Sau đó toàn vùng Tràng An chịu đợt biển tiến Flandrian (hay biển tiến Đông Đa), nước ngập đến độ cao 9m, một số hang ở độ cao lớn hơn 10m có thể là nơi trú ngụ của người xưa trong giai đoạn Holocen sớm-giữa như ở hang Mòi, hang Thung Bình, hang Áng Nồi, hang Tiên.

Bảng 3. Tuổi tương đối của các ngán nước nước ăn mòn đá vôi vùng Tràng An (Ninh Bình)

TT	Vị trí	X	Y	H(m)	Ghi chú	Tuổi
1	Ngán nước Áng Nồi	595630	2242226	2,40	Vạch dưới ngán nước	Q_2^{1-2}
2	Ngán nước Tràng An	596202	2239819	2,29	Vạch trên ngán nước	Q_2^{1-2}
3	Ngán nước hang Quàn	594883	2243486	2,68	Cửa hang	Q_2^{1-2}
4	Ngán nước núi Dục Thúy	602367	2240883	0,45	Vạch dưới ngán nước	Q_2^3
5	Ngán nước động Thiên Hương	597076	2236608	3,29	Vạch dưới ngán nước	Q_2^{1-2}
6	Ngán nước bên Thánh	597215	2236782	2,71	Vạch dưới ngán nước	Q_2^{1-2}

7	Ngấn nước Đông Đanh	596143	2237334	2,46	Vách dưới ngấn nước	Q ₂ ¹⁻²
8	Ngấn nước Cổ Thiên Lầu 1	597480	2235997	2,22	Vách dưới ngấn nước	Q ₂ ¹⁻²
9	Ngấn nước Cổ Thiên Lầu 2	597576	2236180	2,25	Vách dưới ngấn nước	Q ₂ ¹⁻²
10	Ngấn nước trong động Thiên Hà	592214	2236074	2,31	Vách dưới ngấn nước	Q ₂ ¹⁻²
11	Ngấn nước hang Mòi	593279	2239947	2,21	Vách dưới ngấn nước	Q ₂ ¹⁻²
12	Ngấn nước hang Bụt	592615	2235746	1,70	Vách dưới ngấn nước	Q ₂ ³
13	Ngấn nước Bích Động	595657	2236007	2,86	Vách trên ngấn nước	Q ₂ ¹⁻²
14	Ngấn nước mái đá Vàng	594754	2237188	3,88	Vách dưới ngấn nước	Q ₂ ¹⁻²
15	Ngấn nước Ông My	595080	2242484	2,08	Vách dưới ngấn nước	Q ₂ ¹⁻²
16	Ngấn nước hang Ròng	591702	2243207	2,43	Vách dưới ngấn nước	Q ₂ ¹⁻²

Sau đó biển thoái dần dần, chỉ còn đợt biển lần Quảng Xương (theo Nguyễn Đức Tâm, 1974, 1994 và 2011) cuối cùng vào 1.500 năm đến 2.500 năm trước. Nước biển ngập dưới 2m toàn vùng Tràng An và người xưa xuống các hang thấp hơn nữa để sống cho gần với nguồn thức ăn của biển (hàu hà) ở độ 3 đến 5m hoặc đến 9m như ở các mái đá Vàng, mái đá Ông Hay, hang Trâu Bái Đính, Động Thiên Hà, hang Ốc v.v. Trong giai đoạn Holocen sớm-giữa và Holocen muộn, người xưa thường chọn nơi sinh sống là các hang động bằng phẳng, gần với ánh sáng, với nước v.v.

Bảng 4. Tuổi tương đối các hang động có di tích công cụ người tiền sử ở vùng Tràng An

TT	Tên hang	X (m)	Y (m)	H (m)	Tuổi
1	Hang Trống	592769	2239580	145	Q ₁ ¹
2	Cổng phụ Động Thiên Hà	592218	2236079	9,27	Q ₂ ¹⁻²
3	Hang Tiên	596035	2235749	24	Q ₁ ³
4	Động Thiên Hương	597101	2236614	10,44	Q ₁ ³
5	Hang Trâu (Bái Đính)	588467	2245229	4	Q ₂ ¹⁻²
6	Hang Bói	592548	2240487	75	Q ₁ ³

7	Mái đá Chợ	593736	2238149	91	Q ₁ ³
8	Hang Ốc	592665	2235439	8,93	Q ₂ ¹⁻²
9	Mái đá Vàng	594710	2237302	3,58	Q ₂ ¹⁻²
10	Mái đá Ông Hay	593995	2238379	3,42	Q ₂ ¹⁻²
11	Hang Áng Nội	595540	2242390	10,11	Q ₂ ¹⁻²
12	Hang Mòi	593279	2239947	16,22	Q ₁ ³
13	Hang Thung Bình 4	590117	2240777	27,51	Q ₁ ³

III.KẾT LUẬN

Vùng Trảng An chịu ảnh hưởng của các quá trình biển tiến, biển thoái tương ứng với các chu kỳ băng hà và gian băng trên toàn cầu. Quá trình phát triển trầm tích Đệ tứ ở vùng Trảng An gắn liền với sự dao động của mực nước biển.

Những đợt biển tiến và biển thoái đã được ghi nhận ở Trảng An bao gồm:

-Biển tiến Phù Mỹ giữa Pleistocen sớm (Q₁¹), tương ứng gian băng trong thời kỳ băng hà cuối Pliocen-đầu Pleistocen. Đợt biển tiến này diễn ra sau đợt biển thoái toàn cầu kết thúc khoảng 870 nghìn năm trước, tạo nên hệ tầng Lệ Chi với trầm tích nguồn gốc sông và sông-biển.

-Biển tiến Yên Mô đầu Pleistocen giữa (Q₁²) khoảng 870-350 nghìn năm trước, được cho là đã bao gồm một số các đợt biển tiến và biển thoái tương ứng với vài đợt băng hà và gian băng ngắn hơn. Tiếp theo sau là đợt biển thoái Hải Dương trong giai đoạn Pleistocen giữa từ 350-130 nghìn năm trước. Các đợt biển tiến và thoái này đã tìm thấy ở Trảng An, ở độ sâu 62-15m. Một số hang động nâng lên và các bề mặt bào mòn hiện vẫn quan sát thấy ở cao độ 40-60m có thể được hình thành trong thời gian này.

Ba đợt biển tiến nối tiếp nhau tương đối ngắn trong Pleistocen muộn (Q₁³), tương ứng gian băng cuối cùng và băng hà, có thể có các khoảng thời gian ấm lên giữa chúng mà kết thúc bằng chế độ lục địa trong thời kỳ băng hà cuối cùng (30-12 nghìn năm), bao gồm cả đợt băng hà cuối cùng cực đại (27-18 nghìn năm) trước khi diễn ra biển tiến Flandrian bắt đầu từ 18 nghìn năm:

-Biển tiến Cát Lâm vào đầu Pleistocen muộn vào khoảng 130 nghìn năm trước, được nhận biết ở Trảng An qua tàn tích các hang nâng, trần tường và các thềm mài mòn ở độ cao 30-40m so với mực nước biển.

-Biển tiến Bim Sơn vào khoảng 120 nghìn năm, diễn ra ở Trảng An dưới dạng các tàn tích hang nâng, trần tường và các bề mặt mài mòn ở độ cao 20-30m so với mực nước biển.

-Biển tiến Vĩnh Phúc vào khoảng 60-30 nghìn năm, diễn ra ở Trảng An dưới dạng các tàn tích hang nâng, trần tường và các bề mặt mài mòn ở độ cao 10-15m so với mực nước biển.

Các đợt biển thoái và biển tiến nêu trên đã để lại dấu vết của các trầm tích Đệ tứ tương ứng của các hệ tầng Lệ Chi, Hà Nội, Vĩnh Phúc, Hải Hưng và Thái Bình. Các trầm tích Đệ tứ ứng với thời gian biển tiến nêu trên chủ yếu là bột sét màu xám ghi, xám xanh hạt mịn hoặc lẫn mùn thực vật màu xám đen thể hiện tương vũng vịnh với độ sâu trăm mét; còn các trầm tích Đệ tứ ứng với biển thoái chủ yếu là sét, bột cát lẫn sạn laterit tương sông, sông biển.

- Thời kỳ băng hà cực đại cuối cùng khiến mực nước biển thấp hơn 120m so với mực nước biển hiện tại, toàn bộ khu vực chịu ảnh hưởng của khí hậu khô - nóng, trầm tích biển của hệ tầng Vĩnh Phúc bị phong hóa tạo nên các trầm tích sét loang lổ rất đặc trưng. Sau đó là thời kỳ biển tiến Đổng Đa (hay Flandrian) đạt cực đại vào giai đoạn Holocen giữa (7.000-4.000 năm). Một số ngấn biển phức hợp có thể nhận biết qua các bằng chứng về sự dao động nước biển nhỏ hơn trong thời gian từ 500-1.000 năm trước.

- Vùng Trảng An không chỉ đã lưu giữ các dấu ấn trầm tích biển, biển dâng lầy của các đợt biển tiến nêu trên mà còn lưu giữ các ngấn nước ăn mòn đá vôi của các đợt biển tiến. Các ngấn nước ăn mòn đá vôi đều có dạng đối xứng với chiều rộng và chiều sâu thay đổi. Các ngấn ở độ cao dưới 2 m là dấu vết mực nước biển lần Quảng Xương xảy ra trong Holocen muộn như các ngấn nước Núi Dục Thúy v.v còn các ngấn nước cao trên 2 m là dấu vết mực nước biển tiến Đổng Đa (hay Hải Hưng) xảy ra trong Holocen sớm-giữa như ở ngấn nước hang Quán, ngấn nước Động Thiên Hương, ngấn nước cầu đá hang Vòng, ngấn nước Động Thiên Hà, ngấn nước Bến Thánh, ngấn nước núi Đong Đanh, ngấn nước Trảng An, ngấn nước chùa Bích Động, ngấn nước Cỏ Viên Lầu 1 và 2 v.v. Một số mảnh hài hà biển gắn kết ở các ngấn nước ăn mòn đá vôi ở độ cao trên 2m được phân tích tuổi tuyệt đối ^{14}C đều có tuổi từ 4.300 năm đến 6.500 năm.

- Vùng Trảng An có hệ thống hang luồn karst và hang hóa thạch chủ yếu được thành tạo trong 4 giai đoạn: Giai đoạn 1 là các hang cổ nhất có độ cao trên 60m được thành tạo trong giai đoạn cuối Pleistocen sớm-đầu Pleistocen giữa như hang Trống, hang Bói, mái đá Chợ. Giai đoạn 2 là các hang có độ cao từ 10 m đến 15 m ; 20 m đến 30 m được thành tạo trong Pleistocen muộn như các hang Thung Bình, Mòi. Giai đoạn 3 là các hang có độ cao từ 2 đến 9 m được thành tạo trong giai đoạn Holocen sớm-giữa như mái đá Vàng, mái đá Ông Hay, hang Ốc, Trâu Bái Đính, Động Thiên Hà v.v. Giai đoạn 4 là các hang có độ cao dưới 2m chủ yếu là các hang luồn karst như Sinh, Séo, Thuốc, Địa Linh, Quy Hậu v.v. Hàng chục hang đã phát hiện có công cụ đồ đá của người tiền sử ở các hang Ốc, Động Thiên Hà, mái đá Vàng, mái đá Ông Hay, hang Mòi, là nơi cư trú của con người trong giai đoạn biển tiến Đổng Đa (Hải Hưng) trong giai đoạn Holocen sớm-giữa khi biển ngập toàn bộ vùng Trảng An đến độ cao lớn hơn 2 m và đến 10 m. Một số hang như hang Trống, hang Bói, mái đá Chợ v.v. có thể là nơi cư trú của con người trong giai đoạn Pleistocen muộn (23.000 năm).

Các luận giải tuổi các hang động karst vùng Trảng An mới dựa trên kết quả đo độ cao và bậc thềm tương ứng. Để có thể nghiên cứu chính xác hơn nữa tuổi thành tạo các hang động karst và điều kiện cổ địa lý trong thời gian thành tạo hang, các nghiên cứu về phân tích nhũ đá trong các hang động karst cần phải được tiến hành.

VĂN LIỆU

1. Nguyễn Đức Tâm và nnk, 1974. Báo cáo Trầm tích Thứ tư vùng đồng bằng-Tờ Ninh Bình tỉ lệ 1:200.000. *Lưu trữ tại Viện KH Địa chất và Khoáng sản.*

2. Nguyễn Đức Tâm và nnk, 1994. Báo cáo Bản đồ Địa chất Đệ tứ Việt Nam, tỉ lệ 1:500.000. *Lưu trữ tại Viện KH Địa chất và Khoáng sản.*

3. Nguyễn Đức Tâm và nnk, 2011. Báo cáo Hiệu đính và biên tập Bản đồ Địa chất Đệ tứ Việt Nam, tỉ lệ 1:500.000. *Lưu trữ tại Viện KH Địa chất và Khoáng sản.*

4. Phạm Văn Công, Vũ Quang Lân và nnk, 2002. Báo cáo điều tra địa chất đô thị Ninh Bình tỉ lệ 1:25.000. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội, 323 trang.*