

# CẤU TRÚC ĐỊA CHẤT - KIẾN TẠO MESO-KAINOZOI VÙNG TRÀNG AN (NINH BÌNH)

ĐỖ TUYẾT<sup>2</sup>, NGUYỄN ĐẠI TRUNG<sup>1</sup>, TRẦN TÂN VĂN<sup>1</sup>, NGUYỄN ĐÌNH HỮU<sup>3</sup>,  
ĐÀM NGỌC<sup>2</sup>, ĐINH TIẾN DŨNG<sup>1</sup>, TRẦN MINH THUẬN<sup>1</sup>, TRỊNH THỊ THÚY<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Thanh Xuân, Hà Nội

<sup>2</sup>Hội Địa mạo - Đệ tứ Việt Nam

<sup>3</sup>Hội Cổ sinh - Địa tầng Việt Nam

**Tóm tắt:** Quần thể danh thắng Tràng An, Ninh Bình được hầu hết người Việt Nam và bạn bè quốc tế ngưỡng mộ bởi cảnh quan đặc sắc của nó. Nơi đây có địa tầng đá vôi Trias bao phủ gần như toàn bộ diện tích. Đá vôi có cấu trúc phân lớp từ mỏng đến vừa, có thể nằm ngang hoặc nghiêng thoải, có thành phần tinh khiết với độ thuần vôi cao, đặc biệt lại chịu ảnh hưởng mạnh của các hoạt động kiến tạo Tiền Đệ tam và cả trong Kainozoi. Thế nên móng cứng Tiền Đệ tam bị sụt lún chìm hình thành bể Kainozoi sâu 5000 m ở đồng bằng Hà Nội và trên 15000 m ở vịnh Bắc Bộ. Sự kiện này dẫn đến biến dạng nghiêng của móng cứng trong đó có vùng Tràng An. Theo đó ở Tràng An một hệ thống các khe nứt, đứt gãy cắt vào đá vôi có các phương TB-ĐN, ĐB-TN, kinh tuyến và á kinh tuyến được thiết lập và tạo nên kiểu cấu trúc ô mạng. Quá trình karst hóa lâu dài trong điều kiện khí hậu nhiệt đới ẩm có gió mùa với lượng mưa cao đã thuận lợi cho karst hóa phát triển để tạo ra cảnh quan đặc sắc ở nơi này. Tràng An nằm vùng bờ biển vịnh Bắc Bộ từng chịu tác động cải biến của biển tiến một vài lần trong Pleistocen. Những tác động đó thể hiện rõ rệt hơn nhiều trong Holocen liên quan đến biển tiến Flandrian với mức biển cực đại có độ cao đến 6m vào khoảng 5000 năm trước, biển Tràng An khi ấy thành quần đảo, xung quanh là các vịnh lớn nhỏ. Sau đó biển rút dần và trên đường biển thoái ấy có biểu hiện biển dừng ở các độ cao 3-4 m và 1,5-2 m và biển Tràng An thành “Hạ Long trên cạn”. Những khoảng biển ngừng hay ổn định trong một thời gian tương đối dài đã dẫn đến hình thành 3 mức ngấn biển và những mái đá ăn sâu vào các khối đá vôi có hầu, hà biển bám ở các độ cao 5-6 m, 3,5-4 m, 1,5-2 m. Từ độ sâu -2 m biển tiến trở lại cho đến vị trí ngày nay, bề mặt thấp nhất của Tràng An đồng thời là cơ sở xâm thực địa phương khiến cho nhiều thung lũng, trũng kín karst trở thành đầm lầy ngập nước. Các hang động nằm ngang xuyên núi nối các thung lũng, trũng kín ngập nước có vách dựng đứng lại với nhau đưa du khách từ hang âm u, tĩnh mịch trở lại vùng trời mây non nước chói lòa mà lãng mạn - một chốn tiên cảnh trên đất liền.

## I. VỊ TRÍ CỦA TRÀNG AN TRÊN BÌNH ĐỒ KIẾN TRÚC MIỀN BẮC VIỆT NAM

Tràng An, Ninh Bình tuy có diện tích không lớn nằm trên địa phận hành chính thuộc một phần các huyện Gia Viễn, Nho Quan, Tam Điệp, thành phố Ninh Bình, nhưng lại có những nét đặc trưng riêng về cấu trúc địa chất kiến tạo, cùng với quá trình karst hóa lâu dài và từng chịu tác động của biển tiến gần đây trong Holocen nên đã tạo ra được cảnh quan địa mạo đặc sắc mà không nơi nào ở Việt Nam có được... Nó trở thành nơi du lịch sinh thái và du lịch tâm linh nổi tiếng, khiến không chỉ người dân trong nước mà cả những du khách, các nhà nghiên cứu ngoại quốc, bốn mùa tìm đến đây để thưởng ngoạn. Đây là một vùng trời nước bình yên của những thung lũng karst ngập nước với bốn bề vách đứng đá vôi bao bọc, cùng hệ động thực vật phong phú mà vẻ hoang sơ như còn được bảo tồn. Thung nổi thung, núi nổi núi, các hang động ngầm xuyên núi, khiến du khách không

thể không đặt câu hỏi: vì sao Tràng An lại có được cảnh quan tuyệt trần như thế? Mỗi dạng địa hình trên mặt đất bao giờ cũng là kết quả tác động đồng thời của các quá trình nội ngoại sinh. Trong đó vai trò của đất đá, của cấu trúc địa chất - kiến tạo đã luôn hướng dẫn sự phát triển của địa hình.

Khi tiến hành phân vùng cấu trúc miền Bắc Việt Nam, Dovjikov A. E. và đồng nghiệp [8] đã thiết lập “Đới tương cấu trúc Ninh Bình” thuộc miền uốn nếp Tiền Nôri trong hệ uốn nếp Tây Việt Nam. Trong đó, các thành tạo Trias có thành phần phun trào bazơ, lục nguyên - núi lửa, lục nguyên - carbonat và carbonat, lục nguyên hạt nhỏ và trên cùng là thành tạo molas phản ánh uốn nếp tạo núi mà đới đã trải qua. Cũng có tác giả quan niệm rằng đới Ninh Bình là hợp phần của đới Sông Đà, đó là một đới rift hoạt động trong Mesozoi [16], hoặc rift nội lục Permi muộn-Mesozoi [35].

Quan điểm trên đây chi phối các nhà nghiên cứu khác nhau khi nghiên cứu vùng Ninh Bình, trong đó Vũ Quang Lân và đồng nghiệp [41] khi tiến hành lập bản đồ địa chất đô thị thành phố Ninh Bình- Tam Điệp đã thể hiện cấu trúc vùng Tràng An, Ninh Bình ở dạng các cấu trúc nếp lồi và nếp lõm có dạng tuyến kéo dài theo phương TB-ĐN.

Kết quả nghiên cứu địa chất - kiến tạo trong Đề tài: “Nghiên cứu, điều tra, khảo sát các giá trị nổi bật về cảnh quan địa chất, địa mạo và xây dựng hồ sơ trình UNESCO công nhận khu vực quần thể danh thắng Tràng An (Ninh Bình) là di sản thế giới” cho cơ sở tài liệu để làm rõ bản chất cấu trúc của khu vực Tràng An.

## **II. MỘT ĐỊA TẦNG CHỦ YẾU ĐÁ CARBONAT - MỘT YẾU TỐ TIÊN QUYẾT CHO SỰ HÌNH THÀNH CẢNH QUAN KARST ĐẶC SẮC CỦA TRÀNG AN**

Về phương diện địa tầng, Tràng An có một địa tầng khá đơn giản. Đá gốc chỉ gồm hai địa tầng là hệ tầng Pa Khôm ( $T_{10pk}$ ) mà trước đây nhiều tác giả xếp vào phần trên của loạt Cò Nòi [8, 13, 27, 28, 31, 35, 38, 39, 40] và hệ tầng Đồng Giao ( $T_{2ađg}$ ) và các thành tạo Đệ tứ phủ trên.

Người ta cho rằng phần thấp của địa tầng vùng Tràng An, Ninh Bình chắc hẳn phải là các thành tạo đất đá có tuổi trước Mesozoi giống như đất đá có mặt trên đới Phan Si Păng. Một số tác giả cho rằng chính đới Ninh Bình là phần chìm kéo dài về phía ĐN của đới Phan Si Păng trước khi xảy ra sự cố thành tạo rift Sông Đà [16, 23, 35]. Trên phạm vi nhỏ hẹp của Tràng An không phát hiện các thành tạo phun trào thuộc phần thấp và giữa của cột địa tầng như thường gặp tại các vùng Sơn La, Hòa Bình thuộc vùng trung tâm rift Sông Đà. Trong đó, hệ tầng Pa Khôm ( $T_{10pk}$ ) có vị trí địa tầng cao của Trias hạ [11, 12]. Trên vùng quần thể danh thắng Tràng An, hệ tầng Pa Khôm ( $T_{10pk}$ ) xuất lộ với diện tích nhỏ ở vùng chùa Bái Đính và kế cận. Kết quả nghiên cứu của đề tài đã cho phép hiểu biết sâu sắc hơn về địa tầng Pa Khôm ở vùng này mà các công trình đi trước chưa có được. Đó là tập hợp các đá lục nguyên hạt nhỏ gồm bột kết, sét kết, bột kết vôi, sét vôi, vôi sét có màu xám, xám trắng, xám xanh, xám vàng có cấu tạo phân lớp mỏng, rất mỏng đến trung bình, thể nằm ngang hoặc nghiêng thoải với góc dốc ít khi vượt  $20^\circ$ , trong trạng thái phong hóa có màu tím, hồng, nâu.

Hệ	Thông	Bậc	Hệ tầng	Tập	Thạch học	Bề dày (m)	Vết lộ	Đặc điểm thạch học và hóa thạch
T R I A S (T)	Trung (T <sub>2</sub> )	Anisi (T <sub>2a</sub> )	Đồng Giao (T <sub>2adg</sub> )	2		50	TA1093 TA1092	Đá vôi màu xám xám, xám đen phân lớp tương đối dày, trong nội bộ lớp có hiện tượng chia lớp mỏng hơn nhưng không rõ, chuyển lên đá vôi phân lớp mỏng - trung bình
				1		83	TA915 TA1091 TA916 TA1090	Đá dolomit vôi, đá vôi dolomit màu xám, xám đen phân lớp mỏng - trung bình, đôi khi có lớp tương đối dày
	Hạ (T <sub>1</sub> )	Olenek (T <sub>1o</sub> )	Pa Khôm (T <sub>1opk</sub> )	4		75	TA1089 TA1000 TA999	Đá sét vôi, đá vôi sét phân lớp mỏng - rất mỏng phong hóa màu nâu vàng nâu đất chứa di tích Hai mảnh vỏ <i>Unionites</i> sp., có chỗ chứa nhiều vật liệu hữu cơ màu đen
				3		50	TA998 TA910 TA909	Đá vôi sét cấu tạo vón cục, màu xám xen kẽ với đá sét vôi, đá vôi sét phân lớp mỏng - trung bình chứa các di tích Cúc đá: <i>Kashmirites</i> sp., <i>Preflorianites</i> sp.,... Hai mảnh vỏ: <i>Trigonodus trapezoidalis</i> , <i>Gervillia</i> sp.
		2			>80	TA997	các di tích Chân bụng, Tay cuộn và dấu vết hoạt động của sinh vật	
						TA987	Sét vôi phân lớp mỏng màu xám xanh lục, phong hóa màu vàng lục vàng đất chứa di tích Hai mảnh vỏ bào tón xấu ( <i>Enantiostreon?</i> sp. hoặc <i>Costatova?</i> sp.)	

Hình 1. Cột địa tầng mặt cắt qua Đồi Sào Ngang - Núi Đỉnh - Bắc Sơn Tiến.

Trong trầm tích này lần đầu tiên chúng tôi phát hiện được ở vùng chùa Bái Đỉnh một tập hợp phong phú các hóa thạch thuộc lớp Chân đầu, Chân bụng được bảo tồn tốt như Cúc đá: *Kashmirites* sp., *Clypeoceras* sp., *Preflorianites* sp., *Proptychitoides* sp.; các Hai mảnh vỏ: *Trigonodus trapezoidalis*, *Gervillia* sp., *Aviculopectinidae*, *Halobiidae* (*Daonella* ?); các Chân bụng, Tay cuộn cùng các dấu vết các hoạt động sống của sinh vật cỡ kích thước khác nhau. Có chỗ các di tích hóa thạch tập trung rất phong phú.

Những hóa thạch trên đây cho tuổi Trias sớm, bậc Olenek, chúng sinh sống trong môi trường biển nông, có tính phổ biến trên phạm vi rộng. Trầm tích hệ tầng Pa Khôm nằm chuyển tiếp lên hệ tầng Đồng Giao. Tổng bề dày của hệ tầng Pa Khôm trên phạm vi nghiên cứu khoảng 295-305 m.

Hệ tầng Đồng Giao có phần thấp nhất là lớp đá dolomit, đá dolomit vôi, bị nứt vỡ phong hóa cho cấu tạo sần sùi giống như đá vôi. Đá có cấu tạo phân lớp mỏng đến vừa, cứng chắc hơn đá vôi, có thể nằm chĩnh hợp với các lớp đá sét - vôi của hệ tầng Pa Khôm ở bên dưới. Khả năng hòa tan ăn mòn của đá dolomit kém hơn hẳn so với đá vôi, thế nên trong địa tầng đá dolomit chỉ gặp các hố, hốc nhỏ do hòa tan ăn mòn, trong khi đá vôi cho các hệ thống hang động to lớn.

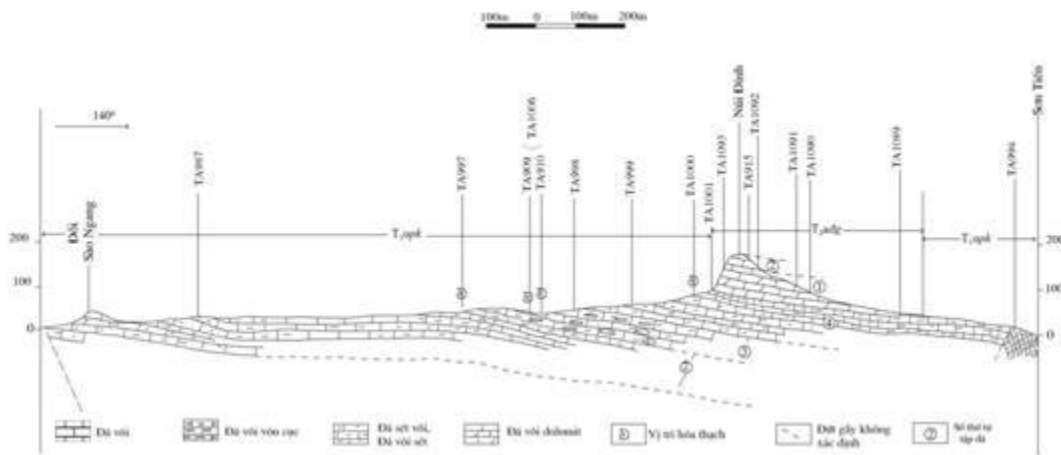
Trên đá dolomit là đá vôi hạt nhỏ, đôi nơi hạt vừa, có nhiều ổ, gân calcit, đôi nơi có những lớp mỏng màu nâu đỏ, nâu vàng, đá tổng thể có màu xám màu, thường gặp nhất có màu xám, xám đen, xám xám, có cấu tạo phân lớp từ mỏng đến trung bình, bề dày các lớp thay đổi từ dưới 10 cm đến 50-60 cm, cá biệt có lớp đến 2-3 m nhưng trong trường hợp này thì vẫn quan sát thấy cấu trúc của những vi phân lớp song song kiểu như đá vôi dạng dải.

Ở trung tâm Tràng An, đá vôi có thể nằm ngang hoặc nghiêng thoải với góc dốc thay đổi từ dưới 5° đến 10-15°, phản ánh kiểu cấu trúc rất bình ổn. Càng lên phía trên cột địa tầng thì đá vôi Đồng Giao có cấu tạo với bề dày phân lớp càng tăng lên đến 3 m hoặc hơn, đồng thời màu sắc đá vôi cũng trở nên nhạt hơn với màu xám sáng ưu thế. Trên thực địa thật khó để nhận ra sự biến động của đá vôi Đồng Giao nên việc phân chia ra các tập khác nhau để vẽ trên bản đồ nhiều khi

mang tính ước lệ. Toàn khối Tràng An, nhất là ở vùng trung tâm thì đá vôi nằm ngang hoặc nghiêng thoải khá ổn định, nhưng ở phần rìa và những nơi gần đứt gãy thì thể nằm đá vôi thay đổi, nhiều nơi góc dốc tăng đến 30° như vùng núi Tượng ở rìa TN khối. Thậm chí có nơi độ dốc tăng đột biến đến gần 90° như vùng núi Rồng ở bắc Bái Đính (Ảnh 2, 3).



Ảnh 1. Đá sét - vôi, đá vôi - sét hệ tầng Pa Khôm có thể nằm nghiêng thoải chuyển tiếp lên hệ tầng Đồng Giao ở chân núi Đính.



Hình 2. Mặt cắt địa chất qua núi Đính.

Tổng bề dày của đá vôi ở vùng Tràng An không vượt quá 350 m chủ yếu là đá vôi có độ thuần vôi cao với hàm lượng  $\text{CaCO}_3$  thường xuyên vượt trên 98%.



Ảnh 2. Đá vôi nằm ngang ở Tam Cốc - Bích Động.



Ảnh 3. Đá vôi nằm nghiêng vùng  
Cố đô Hoa Lư.

Thành phần carbonat cao như vậy cộng thêm với cấu trúc phân lớp mỏng đến trung bình cùng với độ khe nứt khá cao do hoạt động đứt gãy kiến tạo đã là nhân tố tiên quyết cho sự hình thành cảnh quan karst đặc sắc của khu quần thể danh thắng Tràng An, Ninh Bình.

### **III. TRÀNG AN ĐƯỢC ĐẶC TRƯNG BỞI CẤU TRÚC KIỂU “Ô MẠNG” - KIỂU CẤU TRÚC QUYẾT ĐỊNH CHO SỰ HÌNH THÀNH CẢNH QUAN KARST ĐỘC ĐÁO**

Về phương diện cấu trúc, một số tác giả xếp Tràng An, Ninh Bình vào miền uốn nếp [21, 23, 24]. Nhưng hình thái cấu trúc của Tràng An, Ninh Bình hiện tại lại mang những đặc trưng riêng. Ở đây không bàn đến tầng cấu trúc sâu bên dưới các thành tạo Trias không lộ trên mặt ở Tràng An, Ninh Bình, mà chúng tôi chỉ nói đến cấu trúc của các thực thể địa chất lộ trên mặt trực tiếp tạo ra cảnh quan đặc sắc của vùng mà thôi - tức các hệ tầng Pa Khôm và Đồng Giao.

Về bối cảnh cổ địa lý - kiến tạo thời kỳ đầu Mesozoi ứng với thời kỳ hình thành tầng vật chất cấu trúc trên cùng của Tràng An, Ninh Bình. Khi đó theo Brian J. et al [2] thì vào khoảng 250 Tr.n trước, siêu lục địa Pangea bị tách vỡ để hình thành nên các mảng khác nhau trôi trên quyển mềm ngày càng xa nhau để cuối cùng tạo nên các lục địa ngày nay của Trái đất. Theo đó, một vết tách đã cắt vào lãnh thổ TB Việt Nam và còn phát triển sang phía Trung Quốc. Sự kiện này đã đưa đến hình thành ở TB Việt Nam đới cấu trúc tách giãn - rift Sông Đà hoặc được gọi với nhiều tên khác nhau [3, 5, 6, 8, 9, 35...]. Trung tâm của đới thuộc vùng Sơn La, Lai Châu, Hòa Bình, Thanh Hóa. Theo đó, một biển hẹp kéo qua TN Tràng An lên phía TB được thiết lập. Vào Trias hạ phần lớn diện tích của Ninh Bình được bao phủ bởi biển nông đưa đến thành tạo các trầm tích lục nguyên hạt nhỏ, lục nguyên - vôi của hệ tầng Pa Khôm ( $T_1 o pk$ ) và chuyển tiếp lên trên là hệ tầng Đồng Giao ( $T_{2a} đg$ ). Trong khi chế độ biển sâu còn tồn tại ở phần trung tâm rift Sông Đà vào Trias giữa

và muộn, thì sau Anizi, vào Ladini, Tràng An, Ninh Bình đã thoát khỏi chế độ biển. Khi mà chế độ rift ở Sông Đà kết thúc, chuyển động tách giãn được thay thế bằng chuyển động nén ép thì toàn vùng lâm vào trạng thái uốn nếp đứt gãy cùng với hoạt động xâm nhập magma. Các thành tạo trầm tích - phun trào ở chính đới rift Sông Đà bị uốn nếp mạnh mẽ hình thành các kiểu nếp uốn hẹp dạng đường kéo dài, nếp uốn đẳng tà, thậm chí cả nếp uốn đồ, nếp uốn chòm nghịch và cả những thành tạo địa di mà các nhà địa chất Pháp trước đây đã đề cập.

Tuy không nằm ở trung tâm rift Sông Đà, nhưng Tràng An, Ninh Bình không thoát khỏi ảnh hưởng của sự kiện nén ép – uốn nếp tạo núi kết thúc rift Sông Đà hay có người còn gọi là uốn nếp Indosini [9, 15, 16, 23] hoặc là uốn nếp cực phát sát trước Nori [9, 35]. Ảnh hưởng của sự kiện ấy dẫn đến sự thiết lập các đứt gãy có phương TB-ĐN được coi là đứt gãy đầu tiên cắt vào các thành tạo đá gốc hệ tầng Pa Khôm và Đồng Giao ở vùng Tràng An, Ninh Bình.

Tuy nhiên, vì ảnh hưởng của chuyển động nén ép uốn nếp không nhiều nên đá vôi Tràng An đã có cấu trúc hầu như nằm ngang hoặc nằm nghiêng thoải tạo nên đặc trưng trong cấu trúc của vùng. Trên vùng đá nằm ngang của Tràng An thấy xuất hiện những nếp uốn thoải. Trong đó rõ nhất là nếp lồi Bái Đính, có dạng một vòm thoải, trục hơi kéo dài theo phương TB-ĐN, các cánh ĐB và TN độ dốc của đá gốc tăng lên 20-30°. Vùng Cổ đô Hoa Lư cũng thể hiện khá rõ nét cấu trúc của một nếp lồi đoạn. Các nếp lồi đoạn còn gặp được ở vùng núi Tượng, vùng gần Văn phòng Trung tâm khu du lịch sinh thái Tràng An.

Bước vào Kainozoi, sự di chuyển lên phía bắc của mảng tiểu Ấn Độ tạo nên va chạm cứng với đại lục Châu Á, tạo nên dãy Hymalaya đồng thời đã gây biến cải sâu sắc bình đồ cấu trúc mới khu vực Nam Á và Đông Nam Á nói chung và Đông Dương nói riêng [36]. Mặc dầu sinh thời học thuyết kiến tạo mảng chưa ra đời, nhưng Fromaget J. [15] đã là người sớm nhận biết và chỉ ra vai trò to lớn của chuyển động Hymalaya đối với sự hình thành và phát triển các cấu trúc mới trên lãnh thổ Việt Nam và kế cận. Sụt lún Đồng bằng Hà Nội và bể Sông Hồng ra đời trong hoàn cảnh như thế. Ở bể Sông Hồng móng cứng trước Đệ tam đã bị chìm rất sâu, tại vùng trung tâm của nó trên 15.000 m và trên đó phủ địa tầng trầm tích trẻ Kainozoi cũng là đối tượng chứa dầu khí và nhiều loại khoáng sản triển vọng khác [4].

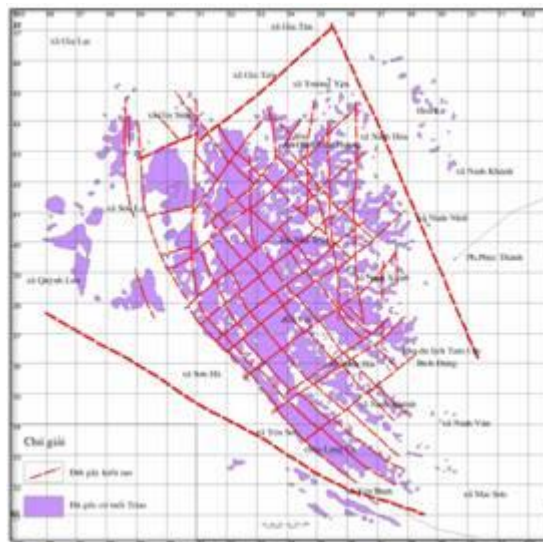
Tràng An, Ninh Bình là rìa của bồn sụt trũng Đồng bằng Hà Nội và bể Sông Hồng nên đã chịu ảnh hưởng rõ rệt của các chuyển động xảy ra trên các trũng ấy. Ở trạng thái bị dạng hạ thấp, bị kéo căng vào sụt lún trẻ, móng cứng vùng Tràng An, Ninh Bình đặc biệt là vùng đá vôi đã xuất hiện hệ thống các đường đứt gãy có phương ĐB-TN vào Mesozoi và sau đó là phương kinh tuyến, á kinh tuyến vào Kainozoi. Tất cả các đứt gãy trên đều là đứt gãy thuận, có góc cắm gần như thẳng đứng và cắt xuyên qua địa tầng đá vôi Đồng Giao và dưới nữa là hệ tầng Pa Khôm.

Nét đặc trưng của các hệ thống đứt gãy ở đây là chúng tạo nên ô mạng giống như ô bàn cờ vậy.

Chính tại nơi giao cắt của các hệ thống đứt gãy khác nhau, đá vôi bị nứt vỡ kếp, trở nên sung yếu, thuận lợi cho quá trình karst hóa phát triển. Đó là tiền đề tiên quyết cho sự xuất hiện các ô trũng là những trũng đầm lầy karst ngập nước, xung quanh là những khối đá vôi có vách dốc đứng và những hang ngang xuyên núi nối các trũng lại với nhau để cho Tràng An trở thành nơi bồng lai tiên cảnh có một không hai trên thế giới.



Hình 2. Hệ thống đứt gãy vùng Trảng An.



Hình 3. Các ô trũng đầm lầy karst được hình thành tại nơi giao nhau của các hệ thống đứt gãy.

#### **IV. LỊCH SỬ TIẾN HÓA ĐỊA CHẤT CỦA TRẢNG AN, NINH BÌNH**

Trảng An, Ninh Bình, một diện tích nhỏ bé nằm kẹp giữa đới sụt trẻ Đồng bằng Hà Nội ở phía ĐB, và đới Sông Đà ở phía TN, cũng như tiếp giáp với đới Phan Si Păng ở phía TB và tiếp giáp với bể Sông Hồng, đồng thời là vịnh Bắc Bộ ở phía ĐN, nên lịch sử tiến hóa địa chất của nó đã gắn liền với lịch sử phát triển địa chất của các khu vực kế cận. Lịch sử tiến hóa địa chất vùng Trảng An, Ninh Bình và các khu vực kế cận từ Tiền Cambri đến Phanerozoï theo các quá trình tách giãn - nén ép hay “tách mở - đóng khép” của biển cổ Tethys và Thái Bình Dương hình thành lục địa Đông Nam Á ngày nay [20]. Từ Arkei tới Đệ tứ, Trảng An, Ninh Bình đã trải qua 5 vĩ kỳ (episode) [1, 31] sau:

**Vĩ kỳ Paleozoi muộn- Mesozoi** (C<sub>1</sub>-J<sub>2</sub>: 350-255 Tr.n.). Người ta chia vĩ kỳ này ra 3 giai đoạn: Carbon - Permi giữa, Permi muộn - Trias muộn, Trias muộn - Jura giữa [31]. Vào giai đoạn Carbon - Permi, Trảng An, Ninh Bình cũng như nhiều nơi ở miền Bắc Việt Nam có chế độ biển. Biển này lan rộng sang Nam Trung Quốc, vùng Lào - Thái Lan và nhiều nơi khác trên bán đảo Đông Dương.

Đó là biển nông kiểu thềm lục địa rộng lớn. Đây cũng là thời kỳ mà phần tây của lục địa Pangea có chế độ hoang mạc khô cằn nóng bức, còn phần Đông của nó thì mát mẻ, thực vật phát triển để tạo ra những mỏ than khổng lồ mà người ta gọi là “kỷ Carbon”, còn phần Nam thì khiên băng bao phủ [2]. Ngoài biển thuận lợi cho sự hình thành địa tầng đá vôi có tính ổn định trên khu vực rộng lớn ở Nam Trung Quốc và Đông Dương. Ở nước ta, đây là loạt đá vôi có tuổi Carbon - Permi với nhiều tên gọi khác nhau như đá vôi Antracolithique, hệ tầng Bắc Sơn (C-P *bs*), hệ tầng Phong Nha (C-P *pn*), hệ tầng Hà Tiên (P<sub>1-2</sub>*ht*)...

Hơn 200 Tr.n trước, siêu lục địa Pangea bị đập vỡ nứt tách trở lại thành các mảng thạch quyển khác nhau và bị trôi về các hướng ngược nhau để rồi hình thành nên các lục địa và đại dương như ngày nay.

Khi ấy miền Bắc Việt Nam cũng bị nứt tách để hình thành nên các đới tách giãn nội mảng (rift zone) có thể kể như đới rift Sông Đà, đới rift Sông Hiến, đới rift An Châu, đới rift Sầm Nưa, đới rift Sông Bung, đới rift An Khê... Biển Tethys theo các đới tách giãn này tràn vào tạo nên kiểu biển nội lục hay biển rìa, bởi thế mà có một sự biến động lớn về điều kiện tự nhiên, theo đó có tính đa dạng cao về trầm tích. Phần chính của rift Sông Đà cắt qua TN Ninh Bình và ĐB Thanh Hóa, phần trung tâm của nó là vùng Hòa Bình, Sơn La và còn kéo dài lên phía TB sang Trung Quốc. Vùng Trảng An, Ninh Bình bị biển xâm lấn chỉ vào cao trào mở rộng của hoạt động rift Sông Đà. Thế nên ở đây không có được mặt cắt đầy đủ thường thấy của thành tạo rift Sông Đà mà chỉ có một phần mà thôi. Cụ thể chỉ gặp được phần trên của hệ tầng Pa Khôm (T<sub>10</sub> *pk*) gồm sét kết, bột kết, sét kết vôi, đá vôi vón cục phân lớp mỏng có chứa phong phú hóa thạch gồm các đại biểu Cúc đá với các giống *Prefloriamites*, *Kashmirites*, *Clypeoceras*, *Protychitoides*, các hóa thạch Hai mảnh vỏ sống bám đáy với các giống *Trigonodus*, *Unionites*, *Gervillia*... là những sinh vật sống trong môi trường biển nông ấm, cá thể đông đúc có nơi gần như là vật liệu tạo đá, phân bố có tính khu vực gặp ở Đông Ti Mo, vùng Dãy Muối, Albani, Madagasca, Malaysia, Viễn đông Nga, nam Trung Quốc... Chúng cho tuổi Olenek. Vào cuối Olenek - đầu Anizi, biển cổ của đới rift Sông Đà có biến động thuận lợi cho sự hình thành tầng dolomit, dolomit - vôi, và vôi chứa dolomit ở vùng Trảng An, Đồng Giao, Cúc Phương (thuộc phần ĐN bồn trũng rift Sông Đà). Sau đó chuyển lên trên là các lớp carbonat có độ thuần vôi cao của hệ tầng Đồng Giao (T<sub>2a</sub> *đg*).

Chuyển động Indosini vào trước Nori đã kết thúc về cơ bản các bồn trầm tích ở Việt Nam và kết nối Việt Nam với Sundaland và Nam Trung Quốc thành một lục địa thống nhất. Liên quan đến chuyển động Indosini còn có hoạt động xâm nhập granit, gabroid cùng tổ hợp đá núi lửa có tuổi sát trước Nori gặp được ở nhiều nơi [5, 8]. Trên địa hình núi phân cắt cuối Trias còn tồn tại những những trũng địa phương như địa hào Hòn Gai có trầm tích lục nguyên chứa than, bồn Mường Tè -Điện Biên cũng có than.

**Vĩ kỳ Mesozoi muộn – Kainozoi** (J<sub>3</sub>-N<sub>2</sub>: 150-1,75 Tr.n.) gồm hai giai đoạn. Giai đoạn Jura thượng - Paleocen được xem là thời kỳ mà mảng Tây Thái Bình Dương dịch chuyển nhanh về phía tây gặp mảng đại lục địa Châu Á tạo nên kiểu rìa hút chìm (subduction). Vật chất vỏ đại dương của mảng Thái Bình Dương chìm xuống sâu, bị nóng chảy tạo các lò magma rồi magma đó xuyên lên vào vỏ lục địa rìa Đông mảng Châu Á hình thành nên đai núi lửa - pluton của đai động rìa Đông Châu Á. Trong đó trũng núi lửa - pluton Tú Lệ, bồn núi lửa - pluton Đà Lạt là tiêu biểu. Cùng với các bồn chủ yếu núi lửa - xâm nhập vào thời kỳ này còn tồn tại các bồn chủ yếu tích tụ lục nguyên có muối mỏ, thạch cao như bồn Cò Rạt, bồn Đồng Hén và một số bồn ở Tây Bắc phản ánh điều kiện khí hậu khô nóng có tính hành tinh của thời Creta [31].



Vào cuối Paleocen, khi mà mảng Tiểu lục địa Ấn Độ di chuyển lên phía bắc tạo va chạm cứng với mảng đại lục Âu Á để hình thành nên đai Himalaya và cao nguyên Tibet thì đồng thời bình đồ kiến trúc trước Đệ tam của Nam Á, Đông Nam Á bị biến đổi mạnh mẽ. Các kiến trúc núi, các hệ thống thủy văn chính của Đông Dương và Nam Trung Quốc được xác định liên quan đến sự kiện này để tiến dần đến hệ thống sơn văn hiện đại. Theo đó, đứt gãy Sông Hồng biểu thị hoạt động mạnh mẽ hơn bao giờ hết. Nó tạo ra bồn trũng trẻ “Đồng bằng Sông Hồng” có móng trước Đệ tam chìm sâu hơn 5.000 m và bồn trũng “Bể Sông Hồng” có móng cứng trước Đệ tam bị chìm sâu tới 20.000 m [4]. Trong thời gian này hoạt động hút chìm của mảng Tây Thái Bình Dương còn dẫn đến sự hủy hoại lục địa Sundaland cũng như sự hình thành biển Đông.

Tràng An, Ninh Bình sau thời kỳ phát triển lục địa lâu dài từ sau Anizi đến Đệ tứ thì chịu ảnh hưởng chịu khá mạnh của sụt lún Đồng bằng Sông Hồng ở phía ĐB và của Bể Sông Hồng ở ĐN nên móng cứng đã bị biến dạng nghiêng về các phía ấy. Đồng thời do móng đã được cố kết và được cấu tạo bằng đá vôi phân lớp nên đã bị nứt vỡ. Theo đó các hệ thống đứt gãy cấp bậc khác nhau có phương TB-ĐN và phương kinh tuyến, á kinh tuyến đã xuất hiện. Cùng với hệ thống các đứt gãy cổ có phương TB-ĐN, các hệ thống đứt gãy trên đây đã tạo nên kiểu cấu trúc “ô mạng”, với địa hình vừa nghiêng về phía ĐB, vừa nghiêng về phía ĐN đã tiêu biểu cho tính địa phương đặc hữu của Tràng An, Ninh Bình.

Đó cũng là điều kiện tiên quyết để tạo ra cảnh quan độc đáo của quần thể du lịch Tràng An.

**Kỷ Đệ tứ** kéo dài chỉ gần 2 Tr.n, quả là khoảng thời gian thật ngắn ngủi so với hàng nghìn triệu năm lịch sử địa chất dài lâu của khu vực, song lại rất quan trọng đối với Tràng An. Tràng An bước vào Đệ tứ thể hiện là một vùng karst thấp kiểu cụm đỉnh - lũng, và là bộ phận đầu mút phía ĐN của dải karst Tây Bắc Việt Nam. Nó chịu ảnh hưởng sâu sắc của các sự kiện địa chất diễn ra tại vùng sụt trẻ Đồng bằng Sông Hồng và sụt lún Bể Sông Hồng ở vịnh Bắc Bộ. Hoạt động sụt lún ở các bồn sụt trên đây vẫn chưa có dấu hiệu ngừng nghỉ trong Đệ tứ.

Trong Đệ tứ vùng Tràng An nói riêng và Việt Nam nói chung thể hiện rõ rệt hơn bao giờ hết đặc trưng khí hậu nhiệt đới ẩm có gió mùa với lượng mưa khá lớn. Cùng với đó là sự dao động mực nước biển với biên độ lớn liên quan đến các thời kỳ băng hà và gian băng xảy ra nhiều lần trong Đệ tứ... Đây là những sự kiện lớn trực tiếp ảnh hưởng đến sự hình thành và phát triển cảnh quan địa hình của Tràng An.

Sự xuất hiện của khí hậu nhiệt đới ẩm có gió mùa với lượng mưa trung bình lên đến 2000 mm/năm đã là nhân tố cực kỳ quan trọng định hướng quá trình karst hóa, dẫn đến hình thành cảnh quan karst nhiệt đới ở Việt Nam nói chung và Tràng An nói riêng. Mưa nhiều khiến cho tốc độ hòa tan ăn mòn đá vôi tăng lên dẫn đến hình thành các dạng địa hình karst mặt như các hệ thống karren, các lũng kín, khe, thung lũng, cùng các hệ thống hang động ngầm. Ở những vị trí giao nhau của các hệ thống đứt gãy, đá vôi bị ăn mòn hòa tan mạnh hơn nữa dẫn đến hình thành các lũng, các thung lũng có sườn là những vách thẳng đứng, đáy bằng ngập nước giống như những ô bàn cờ, chúng được nối với nhau bằng các hang xuyên núi.

Vào Pleistocen giữa, khi mà hoạt động sông - lũ diễn ra mạnh mẽ trên đồng bằng Hà Nội kề liền mà ở đó đã hình thành hệ tầng Hà Nội (ap  $Q_1^2hm$ ) thì trầm tích hệ tầng này cũng được tìm thấy ở nhiều nơi thuộc Đ-ĐN Tràng An ở độ sâu thay đổi từ 5m đến hơn 20 m. Khi biển tiến Vĩnh Phúc vào Pleistocen muộn khoảng trên 300 nghìn năm trước thì Tràng An khi ấy như một quần đảo, ở vịnh Nho Quan, Rịa lúc ấy, nhiều vịnh nhỏ phía ĐB và ĐN Tràng An đã xảy ra tích tụ hình thành hệ tầng Vĩnh Phúc (am  $Q_1^3vp$ ). Khi biển tiến Vĩnh Phúc rút đi, Tràng An lại trở thành vùng lục

địa. Người tiền sử sống trong các hang động như Hang Trống, Hang Bói... đi lại trên mặt đất và tìm kiếm thức ăn là hoa quả tự nhiên, thú vật và các loại ốc núi để sống.

Bước vào Holocen, lần nữa biển lại tiến [7, 14, 22, 37...], còn gọi là biển tiến Flandrian, dần dần xâm nhập vào đất liền. Vùng Quảng Ninh, biển tiến Holocen tạo ra cảnh quan đặc sắc vịnh Hạ Long. Khi biển tiến Holocen đến cực đại thì Trảng An biến thành vùng quần đảo có dáng dấp như vùng đảo Cát Bà hiện nay.

Biển tiến Flandrian cực đại đạt đến độ cao 5-6 m thì biểu hiện dừng lại. Thời gian mực biển dừng đã hình thành các ngấn hay các mái đá ăn mòn. Thời gian mực biển ổn định càng lâu thì ngấn nước ăn mòn khoét càng sâu vào khối đá. Sau đó biểu thị biển rút dần đến khoảng 3,5 m thì tiếp tục biểu thị dừng lại.

Biển sau đó lại tiếp tục rút xuống mức 2,5 m thì lại dừng một thời gian tương đối dài để rồi rút xuống dưới mực hiện nay khoảng - 2 m [7]... Sau đó biển dâng trở lại đến mực như hiện nay. Tương ứng với các thời kỳ mực biển ổn định trên đây, tại các vách đá vôi vùng Trảng An đã phát hiện được hệ thống 3 mức ngấn biển cổ có vỏ sinh vật biển bám trên vách ở các mức độ cao 5-6 m, 3,5-4 m, 1,5-2 m. Các hang ngang xuyên núi có độ cao tương ứng với các mức ngấn nước biển thấp. Do mực thủy văn ngầm ứng với mặt đồng bằng hiện tại nên các trũng, thung lũng karst trên vùng trở thành các trũng, thung lũng đầm lầy karst ngập nước, chúng được kết nối với nhau bởi các hang ngang xuyên núi tạo nên cảnh quan đặc sắc của Trảng An hiện nay. Khi bị ngập bởi biển tiến Flandrian cực đại thì cảnh quan Trảng An là vùng đảo có các vịnh như vịnh Nho Quan - Rịa, vịnh Hệ Dưỡng... không khác mấy cảnh quan Hạ Long, khi biển rút thì Trảng An nổi hoàn toàn trên đất liền và được nhiều người gọi với cái tên “Hạ Long trên cạn”.

## VĂN LIỆU

1. **Bùi Minh Tâm (Chủ biên), 2010.** Hoạt động magma Việt Nam. *Viện KHĐC và KS. Hà Nội.*
2. **Brian J., Skinner, Stephen C., Porter, 1995.** The Dynamic Earth. *John Wiley and Sons, Inc. New York. USA.*
3. **Carter, Roques D., Bristow C., Kinny P., 2001.** Understanding Mesozoic aceleration in SE Asia. Signification of Triassic thermotectonism (Indosinian Orogeny) in Vietnam. *Geology 29 : 211-214.USA.*
4. **Clift Piter D., Zhen Sun., 2006.** The sedimentary anh tectonic evolution of the Yinggeha-Song Hong basin anh Southern Hainan mergin, South China Sea: Impppication for Tebetn uflift and monsoon intencification. *Journal goophysical Vol.III, B06405, doi: 10.1029/2005JB004048. USA.*
5. **Đào Đình Thục, Huỳnh Trung (Đồng chủ biên), 1995.** Địa chất Việt Nam, Tập II, Các thành tạo magma Việt Nam. *Cục Địa chất Việt Nam. Hà Nội.*
6. **Deprat, 1914.** Les terrains paleozoiques et le Trias dans la region de Hoabinh et Chobo, Tonkin. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences de France. 158/26 : 2024-2027. Paris.*
7. **Doãn Đình Lâm, Boyd W.E., 2002.** Tài liệu về đợt hạ thấp mực nước biển trong Holoxen giữa- muộn ở vịnh Hạ Long. *TC Địa chất, 270: 1-7. Hà Nội.*
8. **Dovjikov A.E.. (Chủ biên), 1971.** Địa chất miền Bắc Việt Nam. *NXB Khoa học - Kỹ thuật. Hà Nội, 1971.*

9. **Dusault L., 1929.** Contribution à l'étude géologique la feuille de Vanyen (Tonkin). *Bulletin du Service Géologique de l'Indochine. XVIII/2 : 120p. Hanoi.*
10. **Đặng Trần Huyền, Đoàn Nhật Trường, Nguyễn Đình Hữu và nnk, 2004.** Báo cáo "Các trầm tích Permi thượng - Trias hạ và khoáng sản liên quan ở Bắc Bộ, Việt Nam". *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*
11. **Đặng Trần Huyền, Nguyễn Đức Phong, Nguyễn Đình Hữu và nnk, 2011.** Báo cáo "Hoàn thiện thang địa tầng Phanerozoi ở Tây Bắc Bộ". *Lưu trữ địa chất. Hà Nội.*
12. **Đặng Trần Huyền, Đoàn Nhật Trường, Nguyễn Đình Hữu và nnk, 2004.** Tài liệu mới về các trầm tích Permi thượng - Trias hạ ở Tây Bắc Bộ. *TC Địa chất, A/283. Hà Nội.*
13. **Đình Minh Mộng (Chủ biên), 1978.** Địa chất tờ Ninh Bình. *Thuyết minh bản đồ địa chất tờ Ninh Bình tỷ lệ 1/200.000. Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*
14. **Fairbridge R.W., 1961.** Eustatic changes in sea level. *Physics and Chemistry of Earth. USA.*
15. **Fromaget J., 1941.** L' Indochine française, sa structure géologique, ses roches, ses mines et leur relation possible avec la tectonique. *Bulletin du Service Géologique de l' Indochine. XXVI/2 : 140p. Hanoi.*
16. **Gatinski và nnk, 1973.** Các yếu tố cấu trúc của lãnh thổ nước Việt Nam ĐCCH (Bản tiếng Nga). *Sov. Geol., 9 : 95-110. Moskva.*
17. **Gatinsky Yu.A., Hutchison C.S., Nguyễn Nghiêm Minh, Trần Văn Trị, 1984.** Tectonic evolution of Suetheast Asia. *Asia Tectonics of Asia. 27th IGC, 5 : 225-241. Moscow*
18. **Han Yousong, Meng Guanglan, 1986.** On the sea level changes along the Eastern coast of China during the past 12.000 years. *In: Late Quaternary sea level changes. Proc. Inter. Symp. on sea -level changes, Qingdao & Yantai, 1986 : 119-136. China.*
19. **Hoàng Ngọc Kỹ, Nguyễn Tiến Chủ, 1977.** Đặc điểm biển tiến Holocen giữa và ý nghĩa của nó đối với khảo cổ học. *Những phát hiện mới về khảo cổ học năm 1977 : 59-65. Ủy ban KHXH. Hà Nội.*
20. **Huchison C.S. 1994.** Gondwanaland and Cathaysia blocks, Paleotethys structure and Cenozoic tectonics in SE Asia. *Geologische Rundschau, 82 :388-405. Berlin.*
21. **Izok E.P., Dovjikov A. E. 1981.** Sơ đồ tổng quát Magma Việt nam. *Bản đồ Địa chất, 50 : 13-32, Liên đoàn BĐĐC. Hà Nội.*
22. **Lê Đức An, 1996.** Về dao động mực nước biển ở thềm lục địa ven bờ Việt Nam trong Holocen. *TC Các KHVTĐ, 4 : 365-367. Hà Nội.*
23. **Lê Duy Bách, 1989.** Kiến tạo lãnh thổ Đông Dương. *Địa chất biển Đông và các miền kề cận.75-78. TTNC Biển. Hà Nội.*
24. **Lê Duy Bách, Bùi Minh Tâm, 2008.** Lịch sử phát triển magma - kiến tạo Việt Nam. *TC Các KHTĐ 30/4 : 388-395, Viện KHCNVN. Hà Nội.*
25. **Lê Đức An, 1996.** Về dao động mực nước biển ở thềm lục địa ven bờ Việt Nam trong Holocen. *TC Các KHVTĐ, 4 : 365-367. Hà Nội.*

26. **Li Z.X., et al, 2008.** Assembly, configuration and break up of Rodina. A synthesis. *Precambrian Res.*, 179-210.
27. **Nguyễn Văn Hoàn (Chủ biên), 2000.** Báo cáo kết quả hiệu đính lần thứ hai bản đồ địa chất và khoáng sản tỷ lệ 1:200.000 Tây Bắc. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*
28. **Nguyễn Trí Vát, 1964.** Những tài liệu mới về tầng Cò Nòi và tầng Đồng Giao tuổi Trias. *Tập san Địa chất số 38 : 4-7. Hà Nội.*
29. **Nguyễn Văn Tình, Nguyễn Đình Hợp, 1995.** Mặt cắt Permi thượng - Trias hạ ở thị xã Sơn La. *TC Địa chất A/229 : 421-43. Hà Nội.*
30. **Nguyễn Xuân Bao, Trần Tất Thắng, 1979.** Các thành tạo biến chất Arkeozoi ở Nam Việt Nam. *Địa chất và khoáng sản Việt Nam, 1 : 9-16, LDBĐDC. Hà Nội.*
31. **Tổng Duy Thanh, Vũ Khúc (Chủ biên), 2005.** Các phân vị địa tầng Việt Nam. *Nxb Đại học Quốc gia. Hà Nội*
32. **Trần Ngọc Nam, 2001.** Tuổi của các phức hệ Ca Vịnh và Xóm Giầu. Chứng liệu tin cậy đầu tiên từ phân tích SHRIMP U-Pb zircon. *TC Địa chất A/262 : 1-11. Hà Nội.*
33. **Trần Ngọc Nam, 2003.** Tuổi U-Pb zircon 760 triệu năm của granit Posen và ý nghĩa kiến tạo của nó. *TC Địa chất A/274 : 11-16. Hà Nội*
34. **Trần Văn Trị, Nguyễn Đình Uy, 1975.** Trầm tích Silur - Devon ở rìa Tây Bắc vịnh Bắc Bộ và điều kiện thành tạo chúng. *TTCT Nghiên cứu Địa tầng : 55-65, Nxb KHKT. Hà Nội*
35. **Trần Văn Trị và nnk, 1977.** Địa chất Việt Nam, Phần miền Bắc. *Nxb Khoa học Kỹ thuật. Hà Nội.*
36. **Trần Văn Trị, Vũ Khúc (đồng chủ biên), 2009.** Địa chất và tài nguyên Việt Nam. *Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam. Hà Nội.*
37. **Trần Văn Trị, Lê Đức An, Lại Huy Anh, Trần Đức Thạnh, Tony Waltham, 2003.** Di sản thế giới vịnh Hạ Long. Những giá trị nổi bật về địa chất - địa mạo. *TC Địa chất. A/277 : 6-20. Hà Nội.*
38. **Trần Xuyên, 1981.** Báo cáo Địa chất nhóm tờ Kỳ Sơn - Vụ Bản, kèm theo bản đồ địa chất nhóm tờ Kỳ Sơn - Vụ Bản tỷ lệ 1: 50.000. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*
39. **Vũ Khúc (Chủ biên), 1984.** Cúc đá Trias Việt Nam. 136 tr. *Tổng cục Địa chất. Hà Nội.*
40. **Vũ Khúc (Chủ biên), 2000.** Sách tra cứu các phân vị địa chất Việt Nam. 430tr. *Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam. Hà Nội.*
41. **Vũ Quang Lân và nnk, 2002.** Bản đồ Địa chất và Khoáng sản Đô thị Ninh Bình - Tam Điệp, tỷ lệ 1:25.000. (Trong Báo cáo điều tra địa chất đô thị Tp Ninh Bình - Tam Điệp). *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*