

# ĐẶC ĐIỂM CẤU TRÚC VÀ LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN ĐỊA CHẤT TRÙNG SÔNG HỒNG TRÊN CƠ SỞ PHÂN TÍCH CỔ KIẾN TẠO - CỔ ĐỊA LÝ

NGÔ GIA THẮNG

## I. MỞ ĐẦU

Trùng Sông Hồng là một vũng sụt Kainozoi lớn nằm hoàn toàn trên khu vực thêm lục địa Bắc Việt Nam (vịnh Bắc Bộ) và ăn sâu vào phần lục địa đồng bằng sông Hồng, đồng bằng Thanh Hoá và các đồng bằng nhỏ ven biển miền Trung. Về phía nam nó còn kéo dài đến ngoài khơi vùng biển Quy Nhơn nhưng bị thu hẹp đáng kể. Diện phân bố hiện thấy của trùng ghi nhận theo ranh giới của lớp phủ trầm tích Đệ Tứ trên cùng của mặt cắt trầm tích Kainozoi được bắt đầu từ các thành tạo trầm tích lục địa tuổi Eocen-Oligocen. Trùng Sông Hồng là một đối tượng quan trọng trong tìm kiếm dầu khí hiện nay, nhất là sau khi đã được phát hiện ở một số nơi. Hơn thế nữa, như là một tổ phân của vùng Biển Đông đang được khai thác ngày một mạnh mẽ để phát triển kinh tế - xã hội, vùng biển vịnh Bắc Bộ cũng ngày càng được chú ý nghiên cứu tổng hợp và toàn diện hơn để đảm bảo phát triển bền vững và lâu dài.

Trong các nghiên cứu địa chất, đặc biệt là các mô hình kiến tạo - địa động lực thì sự hình thành và phát triển các cấu trúc của Biển Đông trong đó trùng Sông Hồng là một bộ phận đang được bàn cãi sôi nổi cả trong nước và trên các diễn đàn khoa học thế giới. Điều đáng chú ý là trùng Sông Hồng nằm ngay ở đầu mút phía đông nam của "đới khâu" (suture) hành tinh cùng tên, hoặc đới "xiết trượt" (shear zone) hay đới đứt gãy "xuyên dòng" (transcurrent fault) quy mô lớn trong rất nhiều mô hình phân tích kiến tạo - địa động lực nhưng phát triển tương đối độc lập, không đơn thuần theo một cơ chế đơn giản nào. Một số mô hình gắn sự hình thành và phát triển của trùng hay từng phần của nó với các chuyển động dịch trượt dọc đới đứt gãy Sông Hồng (là trùng kéo căng-pull-apart do dịch trượt trái, Tapponnier và nnk, 1985, 1987...), trùng Hà Nội kiểu "hoa âm" [14], số khác giải thích sự

hình thành của các trùng thêm lục địa và trung tâm Biển Đông do sinh rift hay sinh rift tích cực kiểu phân tán [1, 14, 15], sụt lún trên đứt gãy uốn cong (P.V. Phách, 2001), hoặc thuộc kiểu trùng vừa do sinh rift vừa do dịch trượt [7]...

Trong bài này, chúng tôi chưa có tham vọng nêu lên một mô hình, một cơ chế đầy đủ về sự hình thành, phát triển của bồn trùng và mối quan hệ của nó với hoạt động của đới đứt gãy Sông Hồng mà chỉ tập trung phân tích về đặc điểm kiến trúc và lịch sử phát triển của trùng thông qua những nghiên cứu, tài liệu địa chất, địa vật lý hiện có trên cơ sở phân tích cổ kiến tạo - cổ địa lý để làm sáng tỏ các bối cảnh động lực trong quá trình phát triển đó làm cơ sở cho các mô hình lựa chọn và đánh giá.

## II. VỊ TRÍ VÀ ĐẶC ĐIỂM KIẾN TRÚC ĐỊA CHẤT

Bồn trùng Sông Hồng là một đới tách dần - sụt lún nguồn rift có móng uốn nếp đa sinh và nằm trùng vào diện kéo dài ra vịnh Bắc Bộ của đới khâu Sông Hồng theo phương TB-ĐN có lịch sử hoạt động lâu dài từ Tiền Cambri và đặc biệt mạnh mẽ trong Kainozoi.

Đới khâu Sông Hồng là một thực thể địa chất đặc thù, có kiến trúc phức tạp nằm kẹp giữa các hệ thống đứt gãy kéo dài song song trên 1.000 km, khởi nguồn từ phía Đông Tây Tạng (Trung Quốc) cho đến vịnh Bắc Bộ, có chiều rộng dao động từ vài kilomet mở rộng đến trên 10 km về phía lãnh thổ Việt Nam trên diện phân bố của dãy núi Con Voi cao từ vài trăm đến trên 1.000 m, nằm kẹp giữa các hệ thống đứt gãy sâu Sông Hồng và Sông Chảy. Từ lân cận khu vực Việt Trì, móng này chìm sâu dần xuống dưới lớp phủ trầm tích Kainozoi của bồn trùng Sông Hồng (có nơi còn nhô lên trên bề mặt như ở khu vực Nam Định) tạo nên một đồng



bằng châu thổ rộng lớn và tiếp tục mở rộng ra phía biển đến trên 200 km ở phần giữa vịnh Bắc Bộ, sau đó bị thắt lại, uốn cong về phía nam theo phương kinh tuyến ở ngoài khơi Đà Nẵng và kết thúc ở ngoài khơi Quy Nhơn với chiều rộng thu hẹp chỉ còn trên dưới 60 km.

Phần móng lộ ra trên lục địa là một thực thể địa chất gồm các thành tạo siêu biến chất của phức hệ Sông Hồng mà các tổ hợp khoáng vật tạo đá ở một số nơi có thể tương đồng với phức hệ Kannack ở khối nhô Kontum (Trần Tất Thắng và nnk, 2000). Hoạt động kiến tạo (xiết trượt-dịch trái, Tapponnier et al, 1985, Leloup et al, 1993...) mạnh trong nửa đầu Kainozoi dọc theo đới đứt gãy Sông Hồng - Sông Chảy đã gây biến đổi, biến chất mạnh đến mức gần như xoá nhoà các hoạt động biến chất cổ hơn của thực thể địa chất này. Tuy vậy, ngày càng có thêm nhiều bằng chứng về tuổi hình thành và phát triển trước xa biến chất nhiệt động KZ của đới phù hợp với thực thể địa chất tồn tại trong lịch sử xa xưa.

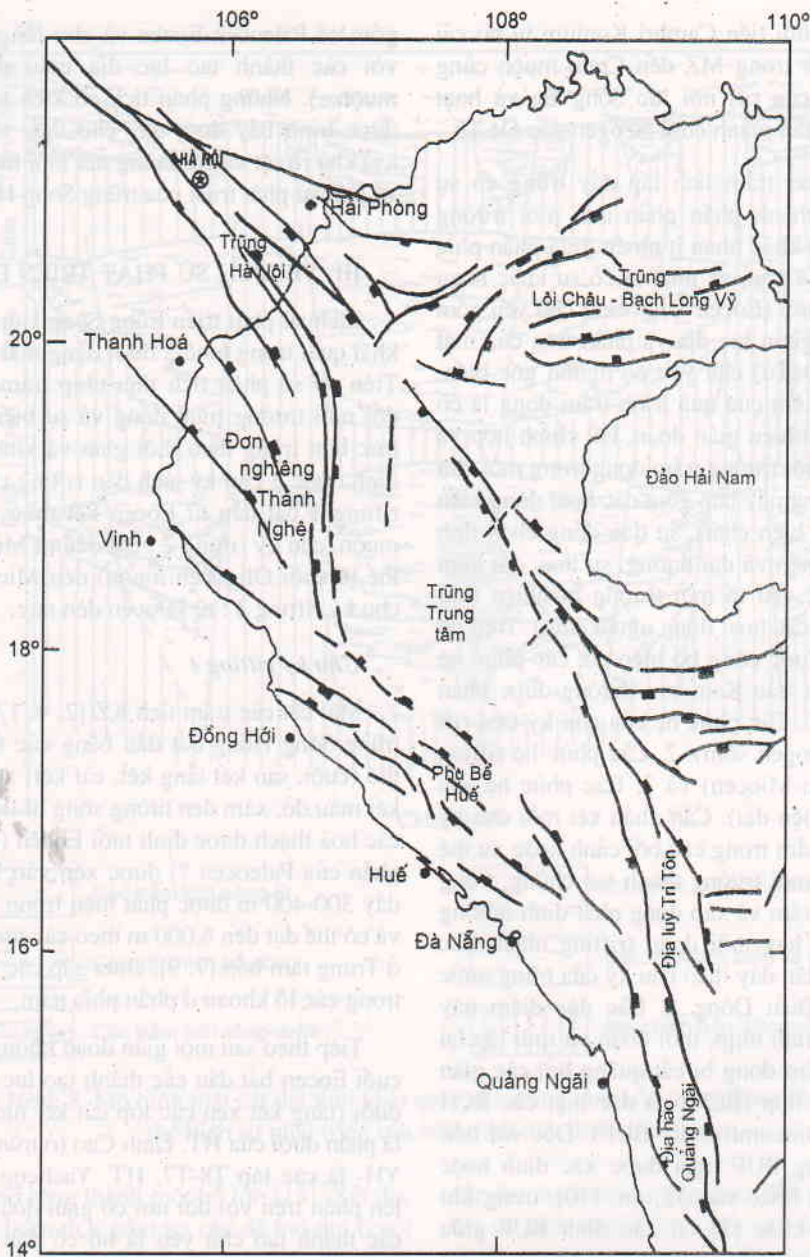
Phần sụt lún trên rìa và thêm lục địa được lấp đầy bù trừ bởi các thành tạo trầm tích - phun trào tuổi KZ không liên quan đến biến chất nhiệt động cùng thời như thấy ở dãy núi Con Voi mà liên quan trực tiếp đến quá trình chôn vùi trầm tích và chế độ nhiệt của quá trình hình thành và phát triển của riêng bồn trũng. Tập trầm tích - phun trào này có chiều dày hiện thấy theo các tài liệu khoan và địa chấn đạt khoảng 15 km ở phần trung tâm trũng (trũng Trung tâm vịnh Bắc Bộ). Trong khi đó các tài liệu trọng lực cho thấy có sự nâng cao của bề mặt Moho bên dưới trũng, có thể đến độ sâu 22-24 km [7], hoặc 26 km [10] cho thấy vỏ Trái Đất ở đây đã bị mỏng đi đáng kể chỉ còn lại trên dưới 10 km ở phần trung tâm trũng có nghĩa mức độ kéo giãn beta của vỏ lục địa đạt tới 2-3 và hơn ở trục rift với giá trị dòng nhiệt đạt từ 65 đến trên 100 mw/m<sup>2</sup>, gradien địa nhiệt đạt tới 4,5 °C/100m [7, 8, 16]. Những dẫn liệu trên cho thấy thạch quyển lục địa bên dưới trũng đã bị căng giãn đáng kể và quyển mềm có thể nằm ở độ sâu không lớn, dưới 100 km, thậm chí chỉ khoảng dưới 60 km [7].

Trũng Sông Hồng bị kiểm soát bởi các hệ thống đứt gãy sâu kiểu thuận kéo dài theo phương TB-ĐN (hệ thống đứt gãy Sông Chảy - Sông Lô) tạo cho bề mặt đáy của các trũng có dạng địa hào hẹp, kéo dài sụt bậc phân dị về phía trung tâm vịnh Bắc Bộ và thu hẹp lại về phía nam đến ngoài khơi Quy Nhơn (hình 1). Đáng chú ý là trong hệ thống này, đứt gãy Sông Hồng chỉ quan sát được rõ ở

phần trên lục địa và không rõ ở phần ngoài khơi vịnh Bắc Bộ. Thứ đến là hệ thống đứt gãy ĐB-TN phát triển chủ yếu ở vùng ven biển châu thổ phía đông bắc và về cơ bản cũng là các đứt gãy thuận cắm về ĐN [12]. Phần nút phía đông - đông nam bồn phát triển các hệ thống đứt gãy phương kinh tuyến - á kinh tuyến tạo nên ranh giới với các bồn thêm lục địa Bắc Biển Đông (Trũng Qiongdongnan, Bắc Hoàng Sa). Hệ thống đứt gãy TB - ĐN phân chia bồn thành 3 kiến trúc chính là địa hào trung tâm vịnh Bắc Bộ và các cánh Đông Bắc và Tây Nam của nó, trong đó cánh Tây Nam là một kiến trúc kiểu đơn nghiêng (đơn nghiêng Thanh Nghệ) có ranh giới là hệ thống đứt gãy thuận phương kinh tuyến mà trong một số mô hình được coi là phần kéo dài tiếp tục của hệ thống đứt gãy Sông Chảy [4-7, 13]. Kiến trúc này về phía nam ở ngoài khơi Bình Trị Thiên bị phức tạp hoá mạnh bởi các hệ thống đứt gãy phương TB-ĐN và á vĩ tuyến tạo nên một bồn trũng rìa phân dị mạnh - á bồn Huế. Cánh ĐB của trũng địa hào trung tâm nằm vào vùng sụt của phần thêm bao quanh rìa Tây đảo Hải Nam và có thể được gọi là bồn Yenggehai theo cách gọi của các nhà địa chất Trung Quốc, phần cực Đông Bắc bồn Sông Hồng chuyển đột ngột sang bồn Lôi Châu - Bạch Long Vỹ (Beibu Wan) có phương ĐB-TN. Hệ thống đứt gãy ĐB-TN ở phần phía bắc bồn phân cách trũng Trung tâm vịnh Bắc Bộ với phần oằn võng sụt lún của đồng bằng châu thổ Sông Hồng nằm trên lục địa và được gọi là võng hay trũng Hà Nội. Phần kéo dài về phía nam của trũng Trung tâm vịnh Bắc Bộ được kiểm soát bởi các hệ đứt gãy phương kinh tuyến - á kinh tuyến. Chúng tạo nên các kiến trúc địa hào - địa lũy có quy mô khác nhau và có thể phân định được kiến trúc địa hào hẹp Quảng Ngãi (còn gọi là Quảng Đà), địa hào (trũng) Tây Tri Tôn (Tây Bắc Hoàng Sa) và nâng địa lũy Tri Tôn (còn được gọi là nâng Quy Nhơn) phân cách 2 bồn địa hào trên [9]. Đới nâng địa lũy này có dạng thu hẹp và chìm dần về phía bắc, nhô cao hơn và mở rộng về phía nam, tạo nên ranh giới phía đông - đông nam của toàn bộ bồn trũng Sông Hồng.

Ngoại suy từ bình đồ kiến trúc kiến tạo phân đất liền bao quanh trũng cũng như các khoan ở ven rìa có thể thấy bồn trũng Sông Hồng này nằm chông gối lên trên một móng uốn nếp đa sinh [1, 5, 6, 14] : phần phía đông, lân cận với đảo Hải Nam các rìa của trũng chông trên các thành tạo uốn nếp Tiền Cambri Nam Hải Nam và tuổi Hecxini của phần trung tâm đảo ; về phía đông - đông bắc là





Hình 1. Sơ đồ kiến trúc trùng Sông Hồng (lập theo [ 1, 6, 4, 7, 12, 13])

diện phân bố của móng uốn nếp Caledonit (*Cathayzia*). Phần trung tâm bốn trùng chống lên **đới** khâu Sông Hồng có hoạt động lâu dài với **móng** uốn nếp tiền Cambri (Baicali), phần rìa **đơn** nghiêng Thanh Nghệ chống trên móng uốn nếp Indoxini (Trias muộn) của trùng Sông Đà, **được** giới hạn phía nam bởi đới khâu Sông Mã ; **toàn** bộ phụ bể Huế ngoài khơi Bình Trị Thiên đến vĩ tuyến Huế là diện phân bố của các thành tạo uốn

nếp tuổi Hecxini bị chống lên bởi các hoạt động MZ (Trùng tafrogen Sầm Nưa - Hoàn Sơn), và tuổi Caledoni (ở phía nam) ; tiếp về phía nam là diện phân bố của đới địa hào MZ muộn Nông Sơn có phương vĩ tuyến chống trên một móng uốn nếp hoạt động mạnh vào cuối PZ đầu MZ, được giới hạn phía nam với địa khối tiền Cambri Kontum bởi đới đường khâu Tam Kỳ - Phước Sơn. Toàn bộ phần trùng địa hào Quảng Ngãi nằm chống trên

móng của địa khối tiền Cambri Kontum bị tái cải hoạt động mạnh trong MZ đến Creta muộn cùng với hoạt động của rift nội lục Sông Ba và hoạt động núi lửa bazan mạnh cuối Neogen đầu Đệ Tứ.

Các thành tạo trầm tích lấp đầy trũng có sự phân dị trong thành phần phản ánh môi trường trầm đọng có sự khác nhau ít nhiều giữa phần phía bắc và phần phía nam và nhất là có sự khác nhau giữa các phần dưới (Eocen-Oligocen) chủ yếu gồm các thành tạo nguồn lục địa và phần trên của mặt cắt (Neogen - Đệ Tứ) chủ yếu có nguồn gốc biển. Mặt khác đặc điểm của quá trình trầm đọng là có tính chu kỳ với nhiều gián đoạn, bất chỉnh hợp và biến động của môi trường trầm đọng trong mỗi chu kỳ. Các biến động này bao gồm các hoạt động kiến tạo (và magma, biến chất), sự dao động chân tĩnh của mực nước biển và đại dương, sự thay đổi kèm theo đó của các yếu tố môi trường tự nhiên (khí hậu, thời tiết và các hoạt động ngoại sinh). Trên cơ sở các tài liệu được công bố hiện có, các phức hệ trầm tích - phun trào Kainozoi thường được phân định như sau : 1. Các phức hệ của chu kỳ tiền rift (cuối Creta-Paleogen sớm), 2. Các phức hệ rifting (Eocen-Oligocen-Miocen) và 3. Các phức hệ sau rift (Pliocen - Hiện đại). Cần nhận xét mỗi chu kỳ chính nêu trên nằm trong các bối cảnh hoặc xu thế chung nhất của môi trường thành tạo chúng, trong đó có sự thăng trầm và xáo động nhất định thường mang tính nhịp hay thời đoạn (rifting nhiều lần, ảnh hưởng của dãn đáy theo chu kỳ của trũng nước sâu trung tâm Biển Đông...). Các đặc điểm này phản ánh trong tính nhịp, thời đoạn và tính lặp lại của quá trình trầm đọng bị cắt quãng bởi các gián đoạn, bất chỉnh hợp (BCH) và đặc biệt các BCH ngắt (Break-up unconformity-BUF). Đối với bồn trũng Sông Hồng BUF ngắt được xác định hoặc vào 30 tr.n [12] hoặc vào 32 tr.n. [10], trong khi một số tác giả khác [7] lại xác định BUF giữa Oligocen muộn và Miocen sớm (23-24 tr.n). Trong ba phức hệ nêu trên thì tiền rift có mức độ xác định còn kém do tài liệu về các phần sâu còn hạn chế. Các thành tạo địa chất của thời kỳ này chủ yếu chỉ gặp trên phần đất liền, diện phân bố hẹp và phân tán, chỉ gặp rải rác trong một vài lỗ khoan ở trũng Hà Nội (HT, Phù Tiên) mà vấn đề tuổi của chúng còn là điều đang tranh cãi (ví dụ tuổi các trầm tích lục địa thô màu đỏ lót đáy gặp trong lỗ khoan 104 được Nguyễn Dịch Dỹ, sau đó Phạm Quang Trung và nnk [17] xác định tuổi Eocen sớm được coi là thời kỳ đầu rifting, trong khi [4, 5] ghép các thành tạo này vào chu kỳ tiền rift - các trũng sót - bao

gồm cả Paleocen-Eocen và cho rằng chúng giống với các thành tạo lục địa màu đỏ tuổi Creta muộn...). Những phân tích cổ kiến tạo - cổ địa lý được trình bày dưới đây cho thấy tính nhịp (chu kỳ) khá rõ rệt và có những nét mới trong nhận thức về lịch sử phát triển của trũng Sông Hồng.

### III. VỀ LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN ĐỊA CHẤT

Lịch sử phát triển trũng Sông Hồng được mô tả khái quát trong hình 2 dưới dạng mặt cắt - địa thời. Trên cơ sở phân tích tính nhịp trầm tích, sự biến đổi môi trường trầm đọng và sự biến đổi của cấu trúc bồn trũng theo thời gian và không gian phân định được 3 chu kỳ tách dần rifting chính : chu kỳ rifting 1 bắt đầu từ Eocen kết thúc vào Oligocen muộn, chu kỳ rifting 2 : bắt đầu từ Miocen sớm (có thể từ cuối Oligocen muộn) đến Miocen muộn và chu kỳ rifting 3 : từ Pliocen đến nay.

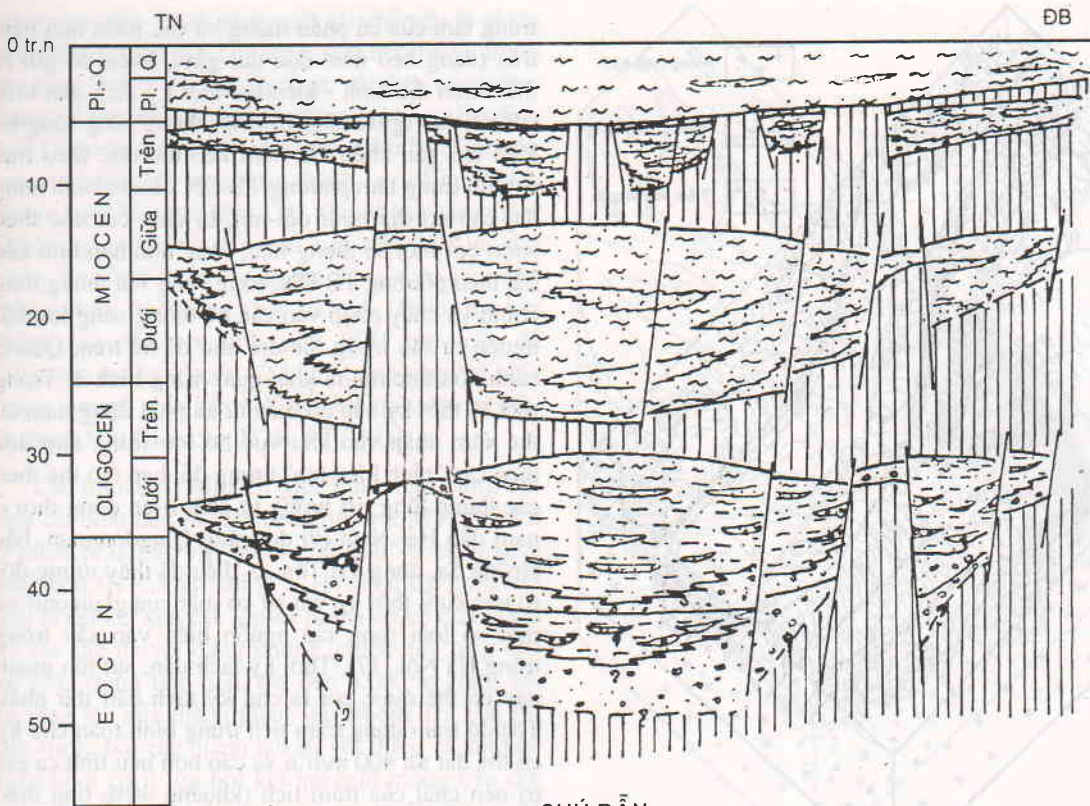
#### *Chu kỳ rifting 1*

Mặt cắt các trầm tích KZ [2, 4, 17] ở phần bắc trũng Sông Hồng bắt đầu bằng các thành tạo vụn thò (cuội, sạn kết tầng kết, cát kết) xen các lớp sét kết màu đỏ, xám đen tương song lữ tích và hồ chứa các hoá thạch được định tuổi Eocen (có thể cả một phần của Paleocen ?) được xếp vào HT. Phù Tiên dày 300-400 m được phát hiện trong lỗ khoan 104 và có thể đạt đến 6.000 m theo các tài liệu địa chấn ở Trung tâm bốn [7, 9], chưa gặp các thành tạo này trong các lỗ khoan ở phần phía nam.

Tiếp theo sau một gián đoạn không lớn vào nửa cuối Eocen bắt đầu các thành tạo lục địa Oligocen dưới (tầng kết xen các lớp cát kết tương song, hồ) là phần dưới của HT. Đình Cao (ở trũng Yanghehai-YH- là các tập T8-T7, HT, Yacheng [7]), chuyển lên phần trên với đôi nơi có gián đoạn trầm tích là các thành tạo chủ yếu là hồ cổ dấu vết của biển ven bờ phần trên của HT. Đình Cao (HT, Lingshui của bồn YH). Phần phía nam bồn Sông Hồng các trầm tích được định tuổi Oligocen (HT, Huế [9]) gồm chủ yếu là sét kết có hoạt tính phóng xạ xen các lớp cát kết và than được phát hiện trong nhiều lỗ khoan (112-BT-1X, 114-KT-1X, 118-CVX-1X) phủ trực tiếp trên móng trước Đệ Tam.

Phân tích tương trầm tích, cổ địa lý - kiến tạo cho thấy môi trường trầm đọng trầm tích thời kỳ Eocen-Oligocen sớm là trong điều kiện lục địa dọc theo các thung lũng sông cắt xẻ sâu năng lượng địa hình tương đối cao trong đó phần trung tâm trũng





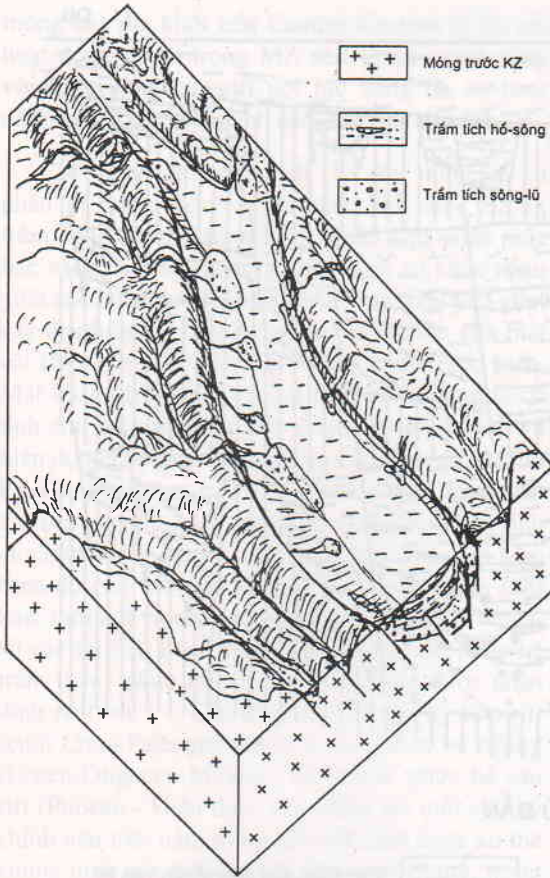
**CHÚ DẪN**

- |  |                          |  |                                |
|--|--------------------------|--|--------------------------------|
|  | Các trầm tích sông-lũ    |  | Các trầm tích sông-biển ven bờ |
|  | Các trầm tích hồ-sông    |  | Các trầm tích biển xa bờ       |
|  | Các trầm tích sông-delta |  | Bất chỉnh hợp, bào mòn         |

Hình 2. Mô hình mặt cắt địa thời khái quát qua trung tâm bồn trũng Sông Hồng, thể hiện sự phát triển của bồn trầm tích theo thời gian

thung lũng mở rộng thành một hồ lớn [13]. Xét đặc điểm các đá trầm tích gồm có các đá hạt thô (cuội sỏi, đôi khi có tầng, cát kết chọn lọc và mài tròn tương đối kém) thì chúng không thể được di chuyển đến từ xa, ví dụ do dòng chảy Sông Hồng cổ, mà chỉ có thể được đưa đến từ các vùng núi tương đối cao (phân dị địa hình tương đối lớn) ở các cánh lân cận bồn tích tụ (các nhánh sông suối bậc 1, 2) (hình 3). Mặt khác trung Hà Nội dường như bị ngăn cách với trung tâm bồn trũng bởi một "gờ nâng" nhỏ có phương ĐB-TN - á vĩ tuyến thể hiện trên các mặt cắt địa chấn - địa chất dọc bởi sự giảm chiều dày trầm tích ở lân cận gờ này và tăng nhanh trong trung Hà Nội về phía TB và vào trung tâm về phía ĐN. Trong khu vực bồn trũng Hà Nội

các thành tạo này được đưa đến từ các dãy núi lộ các đá biến chất cổ cho đến các thành tạo Mesozoi ở lân cận (ví dụ riolit Tam Đảo). Tương tự như vậy về phía đông nam, trong trung tâm vịnh Bắc Bộ, chúng phải được đưa đến từ các dãy núi ở sát các rìa phía tây (dãy Trường Sơn cổ) và phía đông (đảo Hải Nam), trong đó các fan tích tụ lớn kiểu delta có thể tập trung ở các cửa sông cổ lớn như sông Hồng, sông Mã, sông Lam, sông Rào Này, hệ thống sông Hương - Quảng Trị... và có thể một nhánh sông lớn khác đổ vào sông Hồng từ phía đông bắc tại vị trí trung tâm bồn Lôi Châu - Bạch Long Vỹ. Mặt khác, mực đại dương tương đối vào thời kỳ này có xu hướng nâng cao trên mực biển hiện tại (đến trên 200 m - theo Vail et al, 1977, 1979) cho



Hình 3. Mô hình khối chu kỳ rifting 1 (Eocen-Oligocen) phát triển trung hồ - kiến tạo giữa núi

thấy độ cao tương đối của lục địa thời kỳ đó là khá lớn (so mực biển hiện đại) trong khi các vùng biển mở còn nằm xa ở phía đông nam (có lẽ vị trí của Paleo - Biển Đông trước dần đáy). Thời kỳ Oligocen trung Sông Hồng và lân cận được tích tụ các trầm tích hồ, đầm lầy xen các lớp than, sét than có chiều dày lớn, trong đó ghi nhận yếu tố môi trường biển nông ven bờ ở phần trên. Quan sát các mặt cắt địa chấn - địa chất trong khu vực có thể nhận thấy các trầm tích Eocen-Oligocen ở ranh giới trước 30-32 tr.n. một mặt phân bố trong các trũng địa hào - bán địa hào hẹp, có khi tách biệt nhau bởi các nâng không lớn thường nằm ở rìa và các cánh ĐB và TN của bồn Trung tâm thường bị kiểm soát bởi các đứt gãy TB-ĐN và kinh tuyến. Bồn trung tâm nằm kẹp giữa các hệ thống đứt gãy thuận Sông Lô và Sông Chảy được lấp đầy bởi các trầm tích vụn thô ở các phần dưới và rìa chuyển lên các trầm tích đầm-hồ mịn hơn có chiều dày tăng dần vào trung tâm đến cực đại 4-6 km với cấu trúc sụt bậc nghiêng vào

trung tâm của cả phần móng và các trầm tích nằm trên (dạng kéo theo dọc đứt gãy). Điều đó gợi ra điều kiện địa hình - kiến tạo thời kỳ tách dần kiểu rift nội lục (giữa núi) với một thung lũng sông-hồ kiến tạo gần khép kín nằm kéo dài dọc theo trục sụt lún trung tâm phương TB-ĐN và các cánh nâng lân cận có địa hình đồi-núi, bị chia cắt dọc theo sườn bởi một số thung lũng sông nhỏ hẹp hơn kéo dài theo phương TB-ĐN, song song với thung lũng chính và chảy nhập vào các hệ thống sông lớn bắt nguồn từ sâu trong lục địa như đã kể trên. Quang cảnh đó được mô tả khái quát trong hình 3. Trong một số thời kỳ nào đó biển từ xa phía đông nam có thể xâm nhập vào khu vực hồ lớn trung tâm dọc theo các "rãnh kiến tạo" tương đối hẹp (có thể theo các thung lũng rift tương tự phát triển đồng thời ở nam đảo Hải Nam (ví dụ trũng Qingdongnan, bắc Hoàng Sa, đông Tri Tôn...), điều đã thấy tương đối rõ vào cuối thời kỳ với sự có mặt của glauconit và một số loài rong tảo nguồn biển vào sâu trong trũng Hà Nội [17]. Thời kỳ tách dần, sụt lún mạnh này có thể được coi là chu kỳ tách dần thứ nhất. Tốc độ trầm đọng trầm tích trung bình toàn chu kỳ có thể đạt tới 400 m/tr.n và cao hơn nếu tính cả giá trị nén chặt của trầm tích (khoảng 40% tính theo sự suy giảm độ rỗng), vào đầu chu kỳ tốc độ sụt lún có xu hướng vượt trội tốc độ trầm đọng các vật liệu thô. Trong bối cảnh địa hình đó, các thung lũng nhỏ rìa núi sẽ đóng vai trò như các bể trầm tích vụn thô từ lục địa; còn trong trũng trung tâm, vật liệu như thế chỉ phân bố ở sườn các núi lân cận nhất được mang ra từ các sông ngắn, nhỏ bậc 1-2, còn ở cửa các sông lớn đổ ra sẽ hình thành các kiểu đồng bằng châu thổ tương đối rộng chứa chủ yếu là các vật liệu hạt nhỏ và mịn hơn.

### Chu kỳ rifting 2

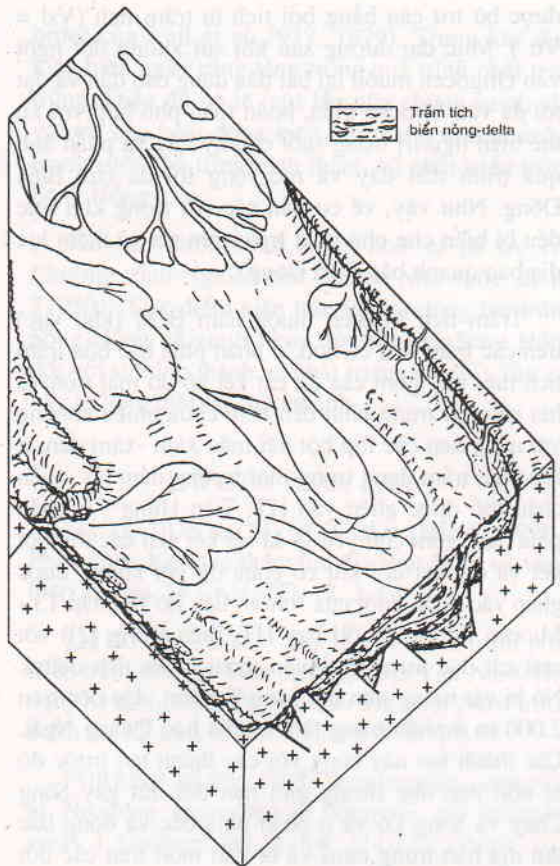
Tiếp theo, sau một gián đoạn, BCH lớn cuối Oligocen muộn - đầu Miocen sớm (được coi là BCH ngắt trong một số văn liệu) trầm tích Miocen dưới có sự phân dị về thành phần ở phía bắc và phía nam bốn trũng cũng như theo hướng từ các phần rìa vào trung tâm: ở phía bắc bốn, các trầm tích Miocen dưới được ghép vào HT. Phong Châu chủ yếu gồm cát kết châu thổ - biển ven bờ xen các lớp bột kết phân lớp mỏng và lớp xiên kẹp các lớp mỏng sét kết màu xám-đen dày 900-1.000 m, về phía đơn nghiêng Thanh Nghệ và ngoài khơi Hải Phòng thành phần sét tăng lên chiếm phần chủ yếu cùng với ít đá vôi, vát mỏng đến mắt hần về phía khối nâng Bạch Long Vỹ. Phần phía nam gắn với



trung tâm bồn thành phần mặt cắt chủ yếu là phiến sét biển sâu hơn đây khoảng 1.000 m ở rìa và trong địa hào Quảng Ngãi, đây hơn về phía trung tâm thuộc về "nhóm Đà Nẵng" - được J. Morris [9] định tuổi Oligocen muộn - Miocen sớm phủ BCH (break-up unconformity) trên các thành tạo cổ hơn (HT. Sanya tuổi Miocen sớm [7]). Các thành tạo nhóm Đà Nẵng vát mỏng đến mất hẳn trên "địa lũy/đới nâng Tri Tôn" chận ngoài rìa đông nam của bồn trũng, theo Bùi Công Quế và nnk, 1996, thì các thành tạo Miocen dưới phủ BCH trên các đá Oligocen muộn ở phần rìa bồn nhưng càng về phía trung tâm và phía bắc phụ bể Huế thì quan hệ này là chỉnh hợp (Báo cáo đề tài KT-03-02).

Các trầm tích Miocen giữa được đặc trưng bởi mặt cắt biển tiến rõ rệt được ghép vào HT. Phù Cừ ở phần phía bắc và "nhóm Tri Tôn" ở phần phía nam bồn (HT. Meishan [7]). HT. Phù Cừ gồm chủ yếu là cát kết xen các lớp đá phiến sét có chứa than và các tập đá vôi dạng khung, chiều dày tăng dần về phía trung tâm bồn, đạt đến 6.000 m cùng với sự tăng lên của thành phần sét. Nhóm Tri Tôn [9] đặc trưng bởi các thành tạo đá vôi thêm và ám tiêu biển khơi có ít lớp bột kết hạt mịn mỏng trên đới nâng Tri Tôn, chuyển ngang sang các đá chủ yếu là phiến sét xám xen bột kết và đôi nơi có các đá carbonat ở trung tâm bồn và địa hào Quảng Ngãi. Chiều dày các thành tạo đá vôi này có nơi hơn 1.000 m trên đới nâng Tri Tôn.

Như vậy địa tầng các trầm tích Miocen sớm-giữa phát triển tương đối liên tục trong điều kiện chuyển tiếp từ ven bờ lục địa ra biển mở : từ các thành tạo aluvi xen với các tướng chủ yếu là delta trên lục địa chuyển sang các delta ngầm (prodelta) phát triển chủ yếu ở phía bắc - tây bắc bồn, các thành tạo đầm - phá và biển nông ven bờ phát triển chủ yếu ở phía nam - tây nam bồn đến các tướng biển khơi và sâu hơn theo hướng đi vào trung tâm. Mặt khác, chiều dày trầm tích cũng tăng rất lớn theo hướng này đến 5-6 km ở trung tâm, vát mỏng đến gần mất hẳn trên các đới nâng ở rìa phát triển từ các thời kỳ trước và vẫn bị chi phối bởi các hệ thống đứt gãy rìa (Sông Hồng, Sông Chảy, Sông Lô) xem các hình 2 và 4. Những đặc điểm nói trên cho thấy thời kỳ này bồn trũng Sông Hồng nằm trong bối cảnh tách dần và sụt lún mạnh (chu kỳ rifting thứ hai) với tốc độ trầm đọng đạt 200-300 m/tr.n (chưa tính giải nén). Quá trình sụt lún mở rộng về các cánh, chôn vùi một số đới nâng (kiểu khối - đứt gãy) tồn tại trong chu kỳ trước đôi khi



Hình 4. Mô hình khối chu kỳ rifting 2 (đến Miocen trung)

Trùng rift mở rộng, biển xâm nhập mạnh, phát triển các đồng bằng châu thổ ở các sông lớn, các delta ngầm và môi trường biển ven bờ

dưới dạng các bar ven bờ tạo nên địa hình đáy biển có dạng phân dị. Các vật liệu thô hơn có thể được đưa đến từ các đới nâng rìa nhô cao trên mặt biển từ các sông suối nhỏ, còn ở cửa các sông lớn như sông Hồng, sông Mã, sông Cả, sông Rào Nạy, hệ thống sông Hương - Quảng Trị, sông Thu Bồn... mà hầu hết phát triển dọc theo các thung lũng - đứt gãy đang phát triển tạo nên nguồn vật liệu trầm tích dồi dào, thì lại phát triển các đồng bằng châu thổ delta lớn, kể cả các delta ngầm phát triển ra rất xa trên đáy trũng trung tâm (hình 4). Về phía đông trũng địa hào Quảng Ngãi cùng với sụt lún rifting mở rộng và dần đáy tiếp tục ở Biển Đông đã dần hình thành đới thêm lục địa rộng lớn trải xa về phía đông quần đảo Hoàng Sa nối với phần đông địa lũy Tri Tôn, trên đó thành tạo các tích tụ đá vôi ám tiêu san hô đáy. Có thể thấy sụt lún thời kỳ này

được bù trừ cân bằng bởi tích tụ trầm tích (Vsl = Vtt). Mực đại dương sau khi sụt xuống đột ngột vào Oligocen muộn lại bắt đầu dâng cao dần và đạt tối đa vào Miocen giữa, hoàn toàn phù hợp với xu thế biển ngự trị trong suốt chu kỳ này và phản ánh quá trình dâng đáy và mở rộng tối đa của Biển Đông. Như vậy, về cơ bản các rift trong khu vực đều bị biển che phủ phát triển trên rìa và thềm lục địa bao quanh bắc Biển Đông.

Trầm tích Miocen muộn nằm BCH (khu vực) trên các trầm tích cổ hơn. ở phần phía bắc bồn trầm tích tuổi này gồm các đá cát kết có độ mài tròn và lựa chọn từ trung bình đến kém chứa nhiều khoáng vật nặng xen các lớp bột kết màu xám - xám đen, ít lớp than trầm đọng trong môi trường đầm lầy - tiền châu thổ được ghép vào HT. Tiền Hưng; ở phần phía nam gồm chủ yếu là đá sét kết xen các lớp bột kết và cát kết đôi khi có chứa đá vôi khung được ghép vào phần dưới của "nhóm Bắc Bộ" (Hệ tập T3 - Miocen dưới-giữa [9] hay HT. Biển Đông [2]) với mặt cắt đặc trưng cho biển thoái (trầm tích delta). Nó bị vát mỏng trên đới nâng Tri Tôn, dày đến trên 2.000 m ở phần trung tâm và địa hào Quảng Ngãi. Các thành tạo này cùng với các thành tạo trước đó bị uốn nếp nhẹ (trong giới hạn đới đứt gãy Sông Chảy và Sông Lô và ở phần phía bắc và đông bắc đới địa hào trung tâm) và bị bào mòn trên các đới nâng uốn nếp hẹp đánh dấu pha nghịch đảo kiến tạo vào cuối Miocen giữa - đầu Miocen muộn. Nếu các trầm tích sông-hồ phát triển trong các trũng sụt nhỏ trên lục địa dọc các hệ thống đứt gãy như Cao Bằng - Tiên Yên, Sông Mã - Sơn La, Sông Cả - Rào Nạy... được định tuổi Miocen (muộn [3]), tuy nhiên tuổi các thành tạo này ở phần phía bắc như HT Rinh Chùa, Cao Bằng, Tuyên Quang... đã tìm thấy nhiều dẫn liệu cổ hơn ví dụ theo Phạm Quang Trung, 2000) thì có thể nhận định trong thời kỳ này có hoạt động kiến tạo kịch phát dọc theo các hệ thống đứt gãy ấy và chúng có khả năng ảnh hưởng nhất định đến các hoạt động kiến tạo - trầm tích ở trũng Sông Hồng. Các hoạt động này kết thúc chu kỳ rifting-sụt lún thứ hai.

### *Chu kỳ rifting 3*

Các thành tạo Pliocen-Đệ Tứ ở phần phía Bắc bồn được ghép vào các HT. Vĩnh Bảo (Pliocen) và Hải Dương, Kiến Xương (Pleistocen và Holocen) gồm chủ yếu là cát kết xen các lớp bột kết ở phần rìa chuyển sang chủ yếu là bột kết xen cát kết, sét kết ở trung tâm, Chúng nằm bất chỉnh hợp trên các thành tạo cổ hơn. Chiều dày tăng nhanh từ khoảng 300-400 m ở rìa đến xấp xỉ 4.000 m [6, 7] ở trung

tâm bồn, đồng thời diện phân bố mở rộng đáng kể chồng lên cả các cánh ở xa trung tâm và ăn sâu vào đất liền dọc các hệ thống thung lũng sông - đứt gãy lớn như nói ở trên. Phần phía nam bồn ngoài các trầm tích như trên được xếp vào HT Biển Đông [2] còn thấy các đá phun trào bazan ở phần dưới. lộ ra nhiều nơi ở các rìa như trên đảo Côn Cỏ, đảo Cù Lao Chàm và vùng ven biển Quảng Ngãi - Bình Định. Tốc độ trầm đọng trầm tích chủ yếu là biển ven bờ, biển nông lên đến trên 500 m/tr.n. Phần lớn các nhà địa chất đều xác định thời kỳ này là sụt lún do nguội lạnh - cân bằng đẳng tĩnh cân cứ vào đặc điểm kiến trúc phủ chồng và mở rộng của phức hệ này. Tuy nhiên, dường như chế độ nhiệt thời kỳ này nói riêng, lịch sử nhiệt trong KZ nói chung lại có nghịch lý: Pliocen - Đệ Tứ là thời kỳ có chế độ nhiệt tăng cao mạnh nhất và chế độ nhiệt thời kỳ này ở vào cực điểm (đồng nhiệt đạt 60 - trên 100  $\text{mw/m}^2$  tương ứng với 1.5 - đến 2 HF [7, 8, 10, 16]). Thêm nữa, các biểu hiện hoạt động núi lửa bazan nói trên, cấu trúc kiểu phân bắc nghiêng vào trung tâm của địa hình đới núi bao quanh trũng sụt Trung tâm, thường được kiểm soát bởi hoạt động đứt gãy tích cực, sự phát triển của các đồng bằng châu thổ lớn, các địa hào hiện đại dọc theo các thung lũng sông lớn thường trùng các đứt gãy có biểu hiện hoạt động Tân kiến tạo... cho thấy đây là thời kỳ hoạt động mới, có thể là một chu kỳ tách dần thứ 3 của bồn trũng Sông Hồng hiện đang tiếp tục phát triển.

## KẾT LUẬN

\* Những phân tích cổ kiến tạo - cổ địa lý bước đầu cho thấy trũng Sông Hồng có lịch sử phát triển kiểu nhịp (thời đoạn) và mang tính chu kỳ. Mỗi chu kỳ thường được bắt đầu bằng tích dân - rifting và sụt lún nhanh, tốc độ sụt lún thường cao hơn tốc độ trầm đọng vào thời kỳ đầu được ghi nhận bởi các thành tạo trầm tích thô nguồn lục địa và cân bằng dân vào cuối chu kỳ với sự tích tụ các thành tạo mịn hơn và thường xa bờ và sâu hơn. Cuối các chu kỳ thường ghi nhận được các giai đoạn trầm tích, bất chỉnh hợp địa tầng khu vực (hoặc ngắt) rõ rệt đánh dấu sự nâng lên, bào mòn cổ tích khu vực. Nhận thấy có 3 nhịp lớn như vậy trong lịch sử phát triển của bồn bắt đầu từ Eocen đến nay là: Chu kỳ rifting 1 (ứng với tiền rift - đồng rift) Eocen-Oligocen: phát triển rift nội lục kiểu giữa núi, cấu trúc địa hào (tập trung ở trung tâm bồn) và bán địa hào (tập trung ở các cánh) hẹp đôi khi tách biệt nhau, tích tụ trầm tích lục địa: tương sông, lũ và hồ (phát triển



ở trung tâm), biển xâm nhập từng phần, đặc biệt vào cuối chu kỳ. Chu kỳ rifting 2 (ứng với pha rifting 2- đồng rift, post-rift) : Miocen (có thể từ cuối Oligocen muộn) : rift phát triển mở rộng đặc biệt là về 2 cánh đẩy vùng núi-đồi trên lục địa ra xa, tăng ảnh hưởng của biển trong khi sụt lún mạnh nhưng khá ổn định (về tốc độ) được bù trừ bởi trầm đọng, phát triển các đồng bằng châu thổ ở phân bắc và rìa tây lẫn vào trung tâm trong khi rìa tây nam phát triển mạnh hơn quang cảnh các đầm-phá và bãi ngập triều. Phía đông trùng Quảng Ngãi (Quảng Đà) hình thành dần thêm lục địa rộng lớn trải về phía đông quần đảo Hoàng Sa trên đó phát triển đá vôi san hô và các thành tạo kiểu turbidit xa bờ. Các đứt gãy rìa vẫn kiểm soát sụt lún và quá trình trầm đọng với xu hướng tăng chiều dày trầm tích và độ sâu vào trung tâm bốn. Cuối chu kỳ (Miocen muộn) có hoạt động phân dị rõ rệt : phân phía bắc của trùng Trung tâm nâng - uốn nếp nhẹ, đỉnh các nếp lồi trên mực biển bị bào mòn trong khi phân phía nam và các rìa tiếp tục sụt lún. Cuối Miocen - đầu Pliocen tổng nâng kèm theo mực biển hạ thấp trong khoảng thời gian tương đối ngắn kết thúc chu kỳ. Chu kỳ 3 (ứng với post-rift) : tổng sụt, tiếp tục mở rộng bốn kèm theo xu thế biển tiến lấn sâu vào lục địa, phát triển đồng bằng châu thổ ở bắc và tây bắc bốn (dọc các sông lớn như sông Hồng, sông Mã, sông Cả), đầm-phá ở tây nam bốn lấn vào trùng biển tương đối sâu ở trung tâm và hướng ra biển khơi Biển Đông ở khu vực phía nam (trùng Quảng Ngãi), hoạt động núi lửa bazan mạnh cả trên đất liền và các đới rìa trùng. Sự tăng cao của giá trị dòng nhiệt, cấu trúc đới - đứt gãy sụt bậc trên các phân lục địa ở ven rìa và độ sâu không lớn của mặt Moho và quyển mềm dưới trung tâm trùng Sông Hồng và hoạt động núi lửa như nêu trên chỉ ra xu thế nóng lên và sụt lún tách dần hơn là sụt lún do nguội đi của bốn trùng trong chu kỳ này hiện còn đang tiếp tục.

Như vậy, lịch sử phát triển bốn Sông Hồng mang tính chu kỳ của tách dần - rifting và sụt lún với sự phát triển tăng dần cả bề rộng (phát triển mở rộng bốn, đẩy ra xa hơn vùng đồi núi), cả về chiều sâu (tăng cường sụt mạnh và sâu) và cả về mức độ hoạt động nội sinh (nóng lên, vỏ và thạch quyển mỏng đi...). Cần nhận xét thêm, trong từng chu kỳ mực biển dao động với xu hướng nâng cao dần vào khoảng giữa chu kỳ, giảm vào cuối chu kỳ thì xu hướng tổng quát là giảm thoái chung kể từ Oligocen muộn đến nay (supercycle hay second-

order của Vail et al., 1977, 1979). Trong khi điều kiện biển ngày càng tăng trong quá trình phát triển trùng. Điều đó có lẽ một lần nữa chứng minh cho vai trò của hoạt động kiến tạo mang tính chủ đạo trong suốt quá trình hình thành và phát triển trùng Sông Hồng.

Bài báo được hoàn thành nhờ sự tài trợ của Chương trình Nghiên cứu Cơ bản Nhà nước, đề tài 710501 "Đặc điểm kiến trúc và địa động lực trùng Sông Hồng và vai trò của đới đứt gãy Sông Hồng đối với sự hình thành và phát triển của nó". Tác giả bày tỏ lòng biết ơn chân thành.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] LÊ DUY BÁCH, NGÔ GIA THẮNG, 1990 : Phân vùng kiến tạo thêm lục địa Việt Nam và vùng biển kế cận. Tc-CKHVTD, 12, 3, 65-73.
- [2] ĐỖ BẠT, 2000 : Địa tầng và quá trình phát triển trầm tích Đệ Tam thêm lục địa Việt Nam. Hội nghị KHCN 2000 "Ngành dầu khí Việt Nam trước thềm thế kỷ 21", TI, Nxb Thanh Niên, 92-99.
- [3] TRINH DZANH, 1995 : Stratigraphic correlation of Neogene sequences of Vietnam and adjacent areas. J. Geology. Ser. B. 5-6, 114-126. Hanoi.
- [4] PHAN TRUNG DIEN. 1995 : Some Cenozoic hydrocarbon bearing basins on the continental shelf of Vietnam. Gol. Soc. Malaysia, Bull. 37, 33-54.
- [5] PHAN TRUNG ĐIỀN và nnk, 2000 : Một số biến cố địa chất Mesozoi muộn - Kainozoi và hệ thống dầu khí trên thêm lục địa Việt Nam. Hội nghị KHCN 2000 : "Ngành dầu khí Việt Nam trước thềm thế kỷ 21" TI, 131-150. Nxb Thanh niên., Hà Nội.
- [6] HỒ DẮC HOÀI, LÊ DUY BÁCH và nnk, 1991 : Địa chất thêm lục địa Việt Nam và các vùng kế cận. Báo cáo khoa học, đề tài 48B-03-01. Hà Nội.
- [7] LI SITIAN et al, 1999 : Episodic rifting of continental marginal basins and tectonic events since 10 Ma in the South China Sea. Chinese Science Bulletin, Vol 44, 1, 10-22.
- [8] TRƯƠNG MINH và nnk, 2000 : Chế độ địa nhiệt và tài nguyên địa nhiệt của các bể trầm tích thêm lục địa Việt Nam. Hội nghị KHCN 2000 "Ngành dầu khí Việt Nam trước thềm thế kỷ 21", TI, 471-484. Nxb Thanh Niên, Hà Nội.
- [9] J.C. MORRIS, 1993 : The Cenozoic stratigraphy of the Southern Bac Bo Basin, offshore Vietnam.

1<sup>st</sup> Inter. Seminar on the stratigraphy of the Southern shelf of Vietnam, HCM City-Dalat.

[10] L.H. NIELSEN et al, 1999 : Modelling of hydrocarbon generation in the Cenozoic Song Hong Basin, Vietnam: a high prospective basin. *J. Asian Earth Sciences*, Pergamon, 269-294.

[11] BÙI CÔNG QUẾ và nnk, 1995 : Một số đặc trưng của các trường địa vật lý và cấu trúc vỏ Trái Đất thêm lục địa Việt Nam và Biển Đông. Các công trình NC ĐC&ĐVL Biển. Nxb KHKT, Hà Nội, 13-26.

[12] C. RANGIN et al, 1995 : The Red River fault system in the Tonkin Gulf. Vietnam. *Tectonophysics* 243, 209-222.

[13] C.P. SLADEN, 1993 : Lake sequences in Tertiary hydrocarbon basins of Vietnam. 1<sup>st</sup> Inter. Seminar on the stratigraphy of the Southern shelf of Vietnam, HCM City-Dalat.

[14] NGÔ GIA THẮNG, 1997 : Đặc điểm kiến trúc thêm lục địa Việt Nam và các vùng kế cận. Mô hình địa động lực về sự hình thành và phát triển của chúng. *Tc Địa chất*, A/239, 31-37.

[15] NGÔ GIA THẮNG, LÊ DUY BÁCH, 1998 : Về tiến hoá kiến tạo Biển Đông Việt Nam. *Tc Các KHvTĐ*, T. 20, 3, 215-227.

[16] ĐINH VĂN TOÀN và nnk, 1994 : Kết quả bước đầu nghiên cứu phân bố nhiệt trong thạch quyển vùng trung Hà Nội. *Tc Các KHvTĐ*, T.16, 2.

[17] PHẠM QUANG TRUNG và nnk, 1998 : Những phát hiện mới về bào tử phấn hoa trong trầm tích Paleogen-Neogen ở bắc bể Sông Hồng. Hội nghị khoa học Viện Dầu khí 20 năm... Hà Nội, 172-185.

## SUMMARY

### Characteristics of geological structures and history of Red River basin

By paleotectonic-paleogeographic analyses the history of development of Red River basin has been defined in three larger rifting cycles: The first rifting cycle (Eocen-Oligocen) is characterised by intermountain rift-lake formation with the development of graben (in Central basin) and half-graben (mostly developed in the flanks of Central basin) fault-controlled structures (isolated in some case), full in alluvial, proluvial and lacustral sediments, the last concentrated in the Central Red River basin. The terrestrial sediments come from

the nearby relatively high mountain zones. The second rifting cycle (Miocen, maybe since the end of Upper Oligocen) is characterised by rift enlargement, intensive subsidence and accumulation of mostly alluvial-deltaic sediments (in Northern and North-western parts of the basin) and mostly bar-lagoon-open sea environment in the South- Southwestern part, the basin development was still controlled by the active border fault zones. The Central basin predominated the intercalation of deltaic (and prodeltaic) and neritic marine sedimentary facies which changed upward and Eastward to continental shelf. This continental shelf seems to be developed largely to the East of Hoang Sa Archipelagos. Late Miocen was manifested by folding in a narrow Northern part of Central basin, caused erosion in the tops of anticlinal folds and continuing sedimentation in the synclinal ones. In the margins and Southern part of the Central basin the subsidence and sedimentation continued to be developed. The end of Second rifting cycle (end of Miocen-beginning of Pliocen) is presented by total basin uplift synchronised with the Global sea level rise causing a large erosion surface. The third rifting cycle (Pliocen-Recent) is characterised by the largest subsidence with the predominate marine environment and involved the formation of large deltaic on-land flood-plains along the biggest river valleys such as Red River, Ma River, Ca River mostly controlled by the NW-SE stretching fault zones ...in Northern and North-western parts of the Basin. In Southern and Southwestern parts there are predominated the shoreline bar-lagoon-swarm environment developed into shelf and open- marine to the East. The high thermal flow (1.5-2 HF) and gradient (4-5 °C/100m), the thin Earth's crust layer (some 7-10 km) and relatively shallow Asthenosphere (60-80 km) beneath the Central Red River basin do not indicate the cooling subsidence but rather continue stretching and rifting. This remark is may also evidenced by the step-shaped (block-faulting) tilting to the Center of the relief in hill-mountain zones bordering the Basin. The third cycle is developing today. Global sea level change may contribute to the distribution and change of sedimentary facies in inner development of each cycle. The tendency of the sea level (second-order of Vail et al, 1977, 1979) by the whole process of initiating and development of the Basin from cycle 1 to 3 is falling down whilst the tendency of rifting-stretching and subsidence (tectonic activities) is increasing, suggest the role of tectonics is predominated.

Ngày nhận bài : 30-9-2002

TKHN&CNQG