

ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT MIOCEN-ĐỆ TƯ BÃI NGÀM PHÚC TẦN Ở VÙNG BIỂN ĐKI VIỆT NAM THEO ĐỊA CHẤN NÔNG PHÂN GIẢI CAO

TRỊNH NGUYỄN TÍNH¹, PHAN ĐỨC TUẤN³, NGUYỄN BIỂU², VŨ TRƯỜNG SƠN¹,
VŨ BÁ DŨNG¹, NGUYỄN VĂN CỬ¹

¹ Trung tâm Địa chất và Khoáng sản biển, ² Tổng hội Địa chất Việt Nam, ³ Bộ Tư lệnh Công binh.

Tóm tắt: Việc xử lý và luận giải địa chất 16 tuyến địa chấn nông phân giải cao với 350 km tuyến cho thấy: a/ Bãi ngầm Phúc Tần có cấu trúc địa chất Miocen-Đệ tứ khá phức tạp với đáy đa thành phần, gồm đá magma xâm nhập trước Miocen muộn, basalt Miocen trung, trầm tích lục nguyên và basalt Miocen thượng; b/ Bãi hình thành trên nền basalt Miocen thượng nhờ sự phát triển của san hô, các sinh vật khác và sản phẩm phong hóa cơ học của chúng từ Pliocen đến Holocen theo 6 chu kỳ dâng-hạ mực nước biển đại dương; c/ Cột địa tầng có tuổi từ Miocen thượng đến Holocen có thể phân chia thành 7 dãy theo dãy (sequence) địa tầng. Phần lớn các dãy có đủ ba miền hệ thống: biển tiến, biển mức cao và biển lùi. Lớp cuội san hô lộ ra ở đáy biển hoặc chôn vùi dưới trầm tích Đệ tứ dày 7-10 m nằm giữa mặt vỏ phong hóa R4 và basalt-lục nguyên Pliocen khá quan trọng cho đối sánh địa tầng Pliocen-Đệ tứ và tìm kiếm khoáng sản rắn.

Vùng nghiên cứu có thể chia ra 4 đới cấu trúc nhỏ: đới san hô trung tâm, đới nâng ĐN, đới sụt TN và đới TB hoạt hóa trong Đệ tứ.

MỞ ĐẦU

Địa chất Miocen-Đệ tứ bãi ngầm Phúc Tần bao gồm các thành tạo địa chất từ đáy biển đến độ sâu 700-800 m hay độ sâu thu nổ địa chấn nông phân giải cao (ĐCN PGC) có vai trò quan trọng đối với địa chất công trình biển, môi trường, khoáng sản, song chưa được nghiên cứu nhiều. Vì vậy, trong hè năm 2011 Trung tâm Địa chất và Khoáng sản biển tiến hành khảo sát địa vật lý (địa chấn và từ biển) và địa chất vùng biển này trên diện tích 500 km². Bài viết này giới thiệu kết quả xử lý và luận giải địa chất 16 tuyến ĐCN PGC có tổng chiều dài 350 km tuyến thu nổ ở bãi ngầm Phúc Tần.

Bãi Phúc Tần (có tên là Prince of Wales Bank trên bản đồ hàng hải) nằm về phía ĐB bãi Tư Chính, thuộc đới nông Phúc Nguyên - Phúc Tần, ở góc TN lô dầu khí 157 (Hình 1).

Bãi này và vùng và kế cận đã được các công ty Dầu khí trong và ngoài nước tiến hành khảo sát địa vật lý và khoan 1 giếng trên bãi Tư Chính và một số tài liệu đã công bố [5, 6]. Các công trình khác khái quát về Pliocen-Đệ tứ ở quần đảo Trường Sa đã được trình bày trong các bài báo hoặc báo cáo đề tài nghiên cứu và phần lớn do Viện Địa chất và Địa vật lý biển (VĐC ĐVL Biển) và Bộ Tư lệnh Hải quân thực hiện [2, 4, 7].

Sự thực hiện ĐCN PGC thu nổ đến độ sâu $2t = 1000$ ms hay 700-800 m mới có vài tuyến quanh bãi Phúc Tần, song chất lượng kém, cho nên các tài liệu dưới đây hoàn toàn mới về địa chất Miocen-Holocen bãi ngầm Phúc Tần.



Hình 1. Sơ đồ vị trí phân bố tuyến địa chấn ở bãi Phúc Tân. Các số 2a, 2b- 11 chỉ vị trí các bài hình tương ứng trong báo.

I. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Đã xử lý 16 tuyến ĐCN PGC định dạng SEG-Y (do tập thể Vũ Bá Dũng thực hiện thu nổ bằng tổ hợp SIG) nhờ phần mềm Radexpro V 2.11 (phiên bản tháng 2/2011) và lập loạt bản đồ tỷ lệ 1:100 000 theo phần mềm Mapinfo.

Phương pháp xử lý tài liệu gốc theo thông lệ dùng các công cụ hiệu chỉnh biên độ, lọc dải tần,.. để có được các thông tin rõ ràng về các mặt ranh giới các lớp, các tập và nhất là các dạng sóng phản xạ để luận giải địa chất có độ tin cậy cao về môi trường, thành phần thạch học, đứt gãy, hồ đào khoét và các dạng tai biến địa chất v.v.

Lần đầu áp dụng Radexpro V.2.11 cho phép vạch ranh giới các dãy địa tầng (DĐT) và miền hệ thống (MHT), xuất ra dạng số để vẽ bản đồ khá thuận lợi, nhanh và chính xác hơn nhiều so với quy trình thủ công thực hiện lâu nay dùng để xử lý ĐCN PGC ở Việt Nam.

Việc phân chia các dãy trầm tích đã áp dụng phương pháp DĐT. Tuy nhiên, đối với trầm tích các bãi hay quần thể san hô vòng chưa có tài liệu nêu về nguyên tắc phân chia, cho nên các tác giả đưa ra tiêu chí mới trong việc phân chia các MHT và DĐT. Theo quan điểm địa chất truyền thống, trên lục địa, mỗi một phân vị địa tầng được bắt đầu bởi trầm tích biển tiến có lót đáy là lớp "cuối kết cơ sở" và kết thúc là trầm tích biển lùi và trên đó là mặt bất chỉnh hợp do phong hóa, xói mòn, xâm thực hoặc mặt tương đồng đó kéo dài ra biển sâu. Do đó, ở dưới biển cũng nên áp dụng như thế.

Phương pháp DĐT đòi hỏi phải xét đến 3 yếu tố cơ bản: nguồn cấp vật liệu, không gian tích tụ, sự dâng-hạ mực nước đại dương, nâng và sụt địa phương (kiến tạo nói chung ...) của vùng tích tụ. DĐT vùng nghiên cứu có đặc điểm sau:

1/ Nguồn cung cấp vật liệu trước khi bãi hình thành là trầm tích lục nguyên mang ra biển từ lục địa, cho nên sự phân chia các dãy tương tự như ở thềm và biển sâu [3]. Khi san hô và các sinh vật khác phát triển tạo bãi và về sau, sản phẩm phong hóa của chúng tạo nên vật liệu tại chỗ, trên đảo và bãi. Không gian tích tụ hạn chế quanh bãi và trong vịnh .

2/ Trên đá gốc nói chung, khi nước biển dâng các rạn san hô khối cùng các loại sinh vật khác phát triển tạo nên các đảo bao quanh như vành khăn không liên tục và bãi ngầm (vịnh) ở giữa, gồm các loại khối, tầng và cảnh về sau biến đổi thành đá vôi san hô. Ở phần ngập nước xảy ra quá trình tích tụ trầm tích lục nguyên mịn giàu carbonat thuộc trầm tích biển tiến và biển mức cao. Khi nước biển hạ, san hô bị hủy hoại, lộ trên mặt nước bị phong hóa, vận động, tích tụ vào phần trong của vịnh bãi và quanh bãi ngầm. Đây là trầm tích biển lùi dễ phân biệt theo sóng phản xạ đặc trưng cho MHT biển lùi.

Các chi tiết khác của phương pháp đã được trình bày trong [1, 3].

II. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤN

1. Các kiểu ranh giới dây và lớp

Trên bãi cạn và đảo ngầm có thể phân chia 2 ranh giới dây và nhiều ranh giới phụ dây và lớp, bao gồm các kiểu: cắt cụt, kê áp và gá đáy.

1/ Kiểu cắt cụt gặp ở rìa vịnh bãi của bãi như ở Hình 2a.

2/ Kiểu ranh giới kê áp đáy sườn 3a đoạn 3 gặp ở phần trên mặt cắt cụt thể hiện tốt ở bên phải của Hình 2a.

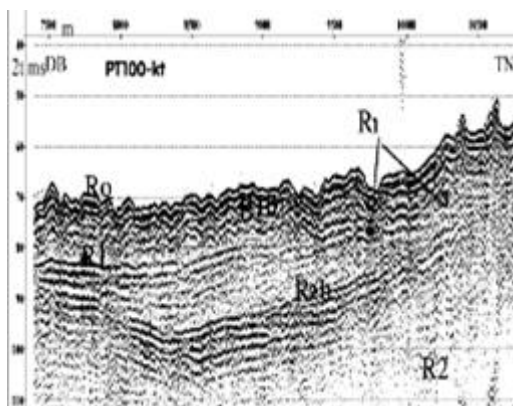
3/ Kiểu ranh giới áp nền đáy với sự cách biệt biên độ rất rõ nét, phản xạ gần trắng ở trên của san hô khối và biên độ rất cao ở dưới của cát sạn san hô (2a). Mặt ranh giới này có nơi như ở tuyến PT100-03 thể hiện khá tốt cho biết sự khác biệt dây dưới và trên như một mặt san bằng biển tiến ở độ sâu khoảng 37,5 m (Hình 2b). Đây là mặt phản xạ R1 (R0 là mặt phản xạ đáy biển).

4/ Mặt phản xạ mờ R2 thể hiện kém, vì sự khác biệt về phản xạ trắng ở dưới của san hô khối tạo mặt phản xạ "móng âm học" và phản xạ lốm đốm ở trên.

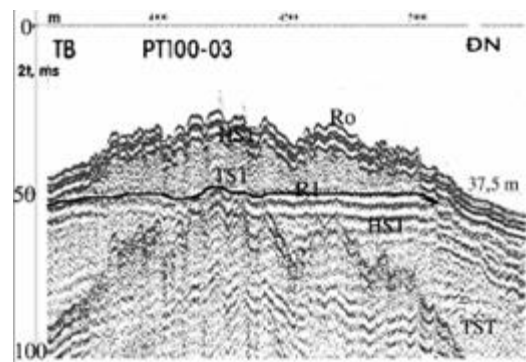
Mặt ranh giới dây ở sườn khó phân biệt, còn ở chân bãi cạn phong phú nhiều kiểu:

1/ Kiểu có phản xạ trên và dưới rất rõ do sự phân biệt thành phần vật chất và thường là bề mặt phong hóa trên lục địa như Hình 3b, mặt R4

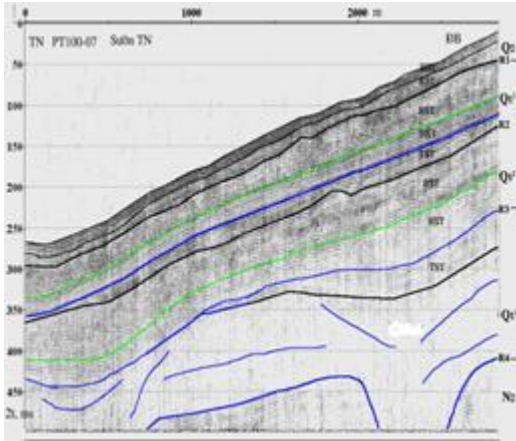
2/ Mặt cắt cụt trên các thành tạo cổ hơn kiểu R5, R6.



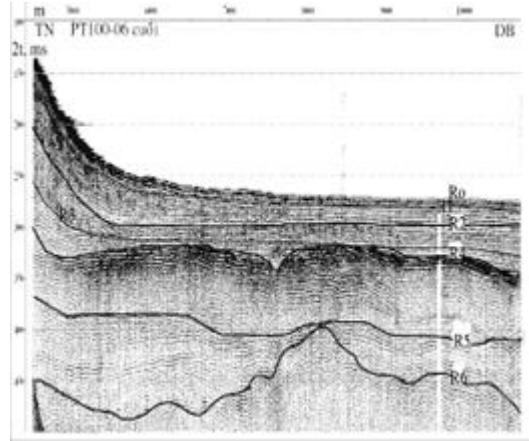
Hình 2a. Ranh giới cắt cụt gặp trên bãi cạn. Đoạn mặt cắt tuyến chéo PT100-kt. (Vị trí các hình trong bài xem ở Hình 1)



Hình 2b. Tuyến địa chấn PT100-03 qua đỉnh đảo ngầm ở góc ĐB bãi Phúc Tân có các MHT không đầy đủ và mặt san bằng R1 ở độ sâu 37,5 m.



Hình 3a. Ba dãy ập trên cùng của trầm tích sườn phân biệt nhau rất tốt, trong mỗi phân vị dễ dàng phân chia ba MHT: biển tiến, biển mức cao và biển lùi.



Hình 3b. Các kiểu mặt ranh giới DĐT chân bãi ĐN. R4- mặt vỏ phong hóa, xói mòn; R5, R6- Mặt cắt cụt trên các thành tạo cổ hơn ; R3, R2 và R1- Mặt tương đồng với mặt bất chỉnh hợp trên bãi.

3/ Kiểu mặt tương đồng với mặt bất chỉnh hợp trên bãi cạn- R3, R2, R1 với sự khác biệt sóng phản xạ và được liên kết với R1, R2 trên bãi (Hình 3a).

Ranh giới phụ dãy ở các vùng này thường dễ phân biệt hơn trên bãi cạn (Hình 3b)

2. Các kiểu cấu tạo sóng phản xạ

Đáy bãi cạn và đỉnh đảo ngầm thể hiện ở các kiểu sau:

1/ *Phản xạ điểm lổm đổm trên nền phản xạ trắng*, đôi nơi chèn các đoạn phản xạ độ liên tục, biên độ kém (luận giải là san hô chết bị biến đổi tạo đá vôi san hô).

2/ *Phản xạ cột chông lớp hay xếp ngói* ở đáy biển là do san hô Holocen tạo nên.

3/ *Phản xạ trắng* (đá vôi san hô).

4/ *Phản xạ hỗn độn* độ liên tục kém, biên độ mạnh nằm trên nền phản xạ trắng hoặc gần trắng (cuội san san hô).

5/ *Phản xạ lớp bán song song thô, hơi nghiêng* biên độ mạnh, rất mạnh, độ liên tục trung bình, tốt (xen kẽ các lớp cuội, sạn và cát san hô). Dọc hai bên đứt gãy cấu tạo này bị biến dạng (ĐB tuyến PT100-02).

6/ *Phản xạ song song hơi xiên, mịn* biên độ trung bình, thấp, có nơi gần như trắng, độ liên tục tốt (xen kẽ cát-bùn san hô ở lòng vịnh).

Ở sườn dưới và chân bãi cạn gặp:

1/ *Phản xạ parabol thô* có dạng chén úp ngược, biên độ rất mạnh, phân biệt với phần trên dạng khối nhô ở đáy như ở một số tuyến phía TN bãi (dự báo là đá magma xâm nhập).

2/ *Phản xạ xếp ngói* khá đồng đều, biên độ trung bình và mạnh, dạng khối, tách biệt rõ với phần lớp phủ, phía dưới chuyển từ từ sang phản xạ trắng (dự báo là basalt).

3/ *Phản xạ á song song hơi bị uốn lượn*, biên độ cao không đều, độ liên tục trung bình, kém bị cắt bởi các đứt gãy đứng (xen kẽ cát hạt vừa-nhỏ với bột kết).

4/ *Phản xạ song song trung bình uốn lượn yếu*, biên độ trung bình, độ liên tục tốt và trung bình (xen kẽ cát mịn-bột, sét).

5/ *Phản xạ song song tốt*, biên độ trung bình đến đậm, độ liên tục trung bình và kém (xen kẽ cát mịn-bột-sét và các thấu kính cát mịn).

6/ *Phản xạ song song mịn*, biên độ trung bình đến yếu, độ liên tục tốt (xen kẽ cát mịn-bột-sét giàu carbonat và các thấu kính cát hạt nhỏ).

7/ *Phản xạ song song đều thô* có biên độ mạnh (do có carbonat), độ liên tục rất tốt (xen kẽ bùn-sét giàu carbonat).

8/ *Phản xạ uốn lượn dạng trượt* dọc sườn bãi, có nơi gần chân bãi cạn có kiểu chất đóng (bùn-sét-cát-sạn turbidit).

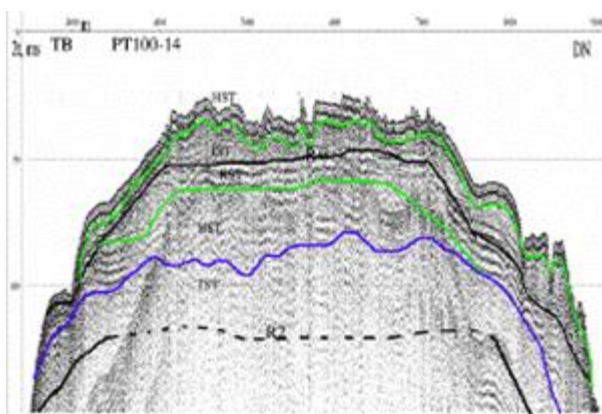
9/ *Phản xạ uốn lượn biến dạng do đứt gãy* có đặc điểm tương tự kiểu trên song ở dốc sườn.

10/ *Phản xạ phân tán* lốm đốm theo từng đoạn có biên độ yếu, trung bình và mạnh, độ liên tục rất kém (vụn san hô mảnh và các sinh vật khác).

3. Phân chia dãy địa chấn

a/ Bãi ngầm và đảo ngầm:

- *Các đỉnh đảo*: Do bối cảnh địa chất hiện nay là đảo ngầm nên trên đó phát triển san hô sống hoặc không có, song trước đây khi bị phơi trên mặt nước sản phẩm phong hóa cơ học do sóng, dòng chảy của chúng bị vận động xuống quanh đảo nên không có điều kiện tích tụ trầm tích bờ rìa. Về sau san hô sống tiếp tục, trên đó tạo nên một khối gần đồng nhất khó phân biệt các giai đoạn tạo san hô. Tuy nhiên, trên một số đảo ngầm có thể tồn tại mặt san bằng trước khi tạo lớp san hô mới và dưới mặt Ro có thể là san hô sống hoặc ít tầng, mảnh vụn của chúng. Trên rìa một số đảo ngầm có thể chia dãy 1 thành 2 MHT (Hình 4).



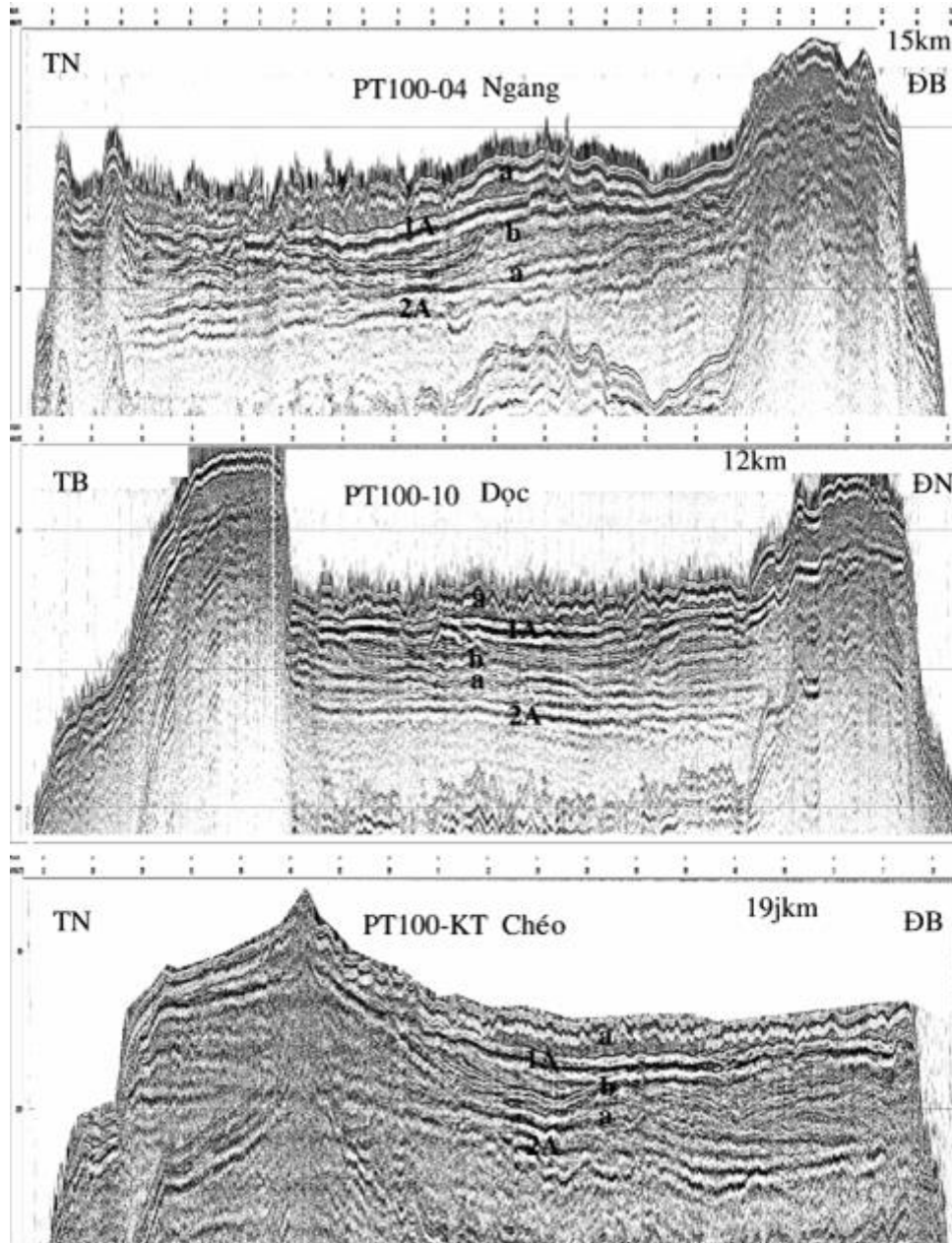
Hình 4. Đoạn mặt cắt PT100-14 qua đỉnh đảo góc ĐB bãi Phúc Tần có dãy 2 nằm giữa R2 và R1 (mặt san bằng) có 3 MHT.

- *Đáy bãi ngầm hay vịnh bãi*. Bãi ngầm được bao quanh bởi các đảo ngầm, thường tạo nên vành khăn do san hô phát triển mạnh ở rìa bãi vì môi trường sống thuận lợi. Phía trong vành khăn là một vịnh nửa kín có điều kiện tích tụ trầm tích - sản phẩm phong hóa từ san hô và các sinh vật biển khác. Do có dòng triều hoạt động tạo nên các rãnh đào khoét, về sau được lấp đầy trầm tích. Chiều dày trầm tích đáng kể, có thể chia dãy 1 thành 2 phụ dãy và dãy 2 ở dưới thành 3 MHT đầy đủ.

Khác với dãy vụn cơ học đơn thuần, mỗi dãy san hô và vụn của chúng bắt đầu là phản xạ trắng hoặc lốm đốm thuộc, tiếp theo là phản xạ hỗn độn hoặc phân lớp thô (biển mức cao) và trên

cùng là phản xạ với nhiều hố đào khoét do lạch triều, hoặc xiên kiểu nôm vịnh (hồ) khi biển lùi và sau đó phơi trên cạn (biển lùi). Bối cảnh điển hình thể hiện ở Hình 5.

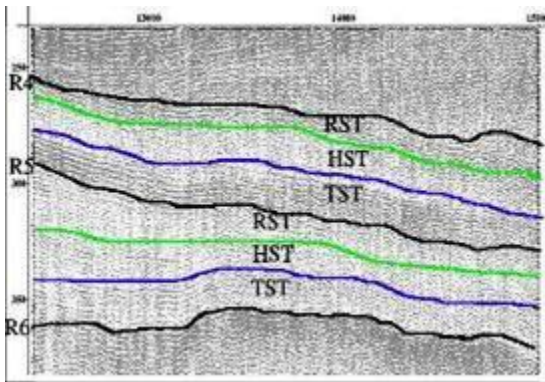
b/ Sườn và chân bãi: Tại những nơi này có nhiều kiểu dãy trầm tích và từ dưới mặt cắt (600-750 m) lên đáy biển có các kiểu cho lục nguyên và lục nguyên-san hô.



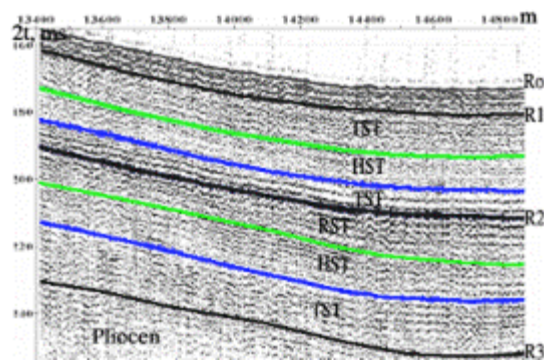
Hình 5. Các mặt cắt ĐCN PGC ngang, dọc và chéo bãi ngầm Phúc Tần cho thấy giữa các mặt bất chỉnh hợp xói mòn R2A và R1A có thể phân chia 2 MHT: a- biển tiến và biển mức cao, b- biển lùi khá rõ nét ở vịnh và trên đỉnh đảo.

- Hai dãy dưới cùng nằm giữa R5-R7 là trầm tích lục nguyên năng lượng thấp có thể theo biên độ và độ liên tục của sóng chia làm 3 phụ dãy, phụ dãy ở giữa mức độ phân lớp kém, biên độ thấp hơn phụ dãy trên và dưới (Hình 6a).

- Dây nằm giữa R4-R5 có dạng sóng nôm vát nhọn về phía ĐN, thường đặc trưng cho châu thổ.
- Các dây nằm giữa bất chỉnh hợp R3-Ro đặc trưng cho trầm tích yên ngựa của chân bãi (Hình 6b).



Hình 6a. Hai dây nằm giữa R4-R6 phân chia thành 6 phụ dãy lục nguyên phân biệt nhau bởi dạng và biên độ sóng.



Hình 6b. Phụ dãy trầm tích lục nguyên đáy chân bãi TB Phúc Tần.

III. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT BÃI NGÀM PHÚC TẦN

Theo tài liệu ĐCN PGC có thể xác lập các đặc điểm địa chất của bãi đá ngầm Phúc Tần như sau.

1. Địa tầng

Tuổi địa chất của các dây được xác định trên cơ sở so sánh, liên kết với tài liệu lỗ khoan dầu khí TL 02-1X ở rìa thềm, PV-94-2X ở bãi ngầm Tư Chính và ở đảo Song Tử Tây [2].

Từ dưới lên có thể chia các phân vị như sau:

a/ Miocen thượng (N_1^3): Phân vị bao gồm 2 dây: số 7 và 8.

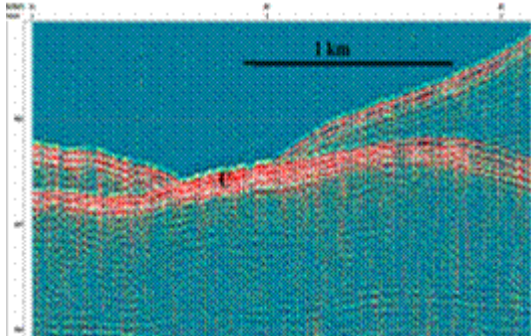
Dãy 8 và 7: Trầm tích khá phát triển và xuất hiện ở các góc ĐN, TB của bãi, chiều dài trên tuyến PT100-01 hơn 15 km, ở PT100-07, 08 hơn 5-7 km, gồm hệ xen kẽ cát kết hạt nhỏ với bột và sét kết chứa carbonat, nên có độ phản xạ cao, bị biến dạng nhẹ do đứt gãy hoạt động. Trầm tích gồm hai dây, giữa chúng có mặt bất chỉnh hợp R7 với mặt bào mòn mạnh. Thành phần hai dây tương tự nhau, song trên tuyến PT100-08 thấy trong dây trên (dãy 7) hàm lượng cát kết nhiều hơn và hay tạo nên các ổ, còn phần dưới (dãy 8) giàu carbonat. Chiều dày dãy 8 trên 60 m, dãy 7: 70-85 m.

b/ Pliocen (N_2): Trầm tích phân vị này chia được thành 2 dây 6 và 5.

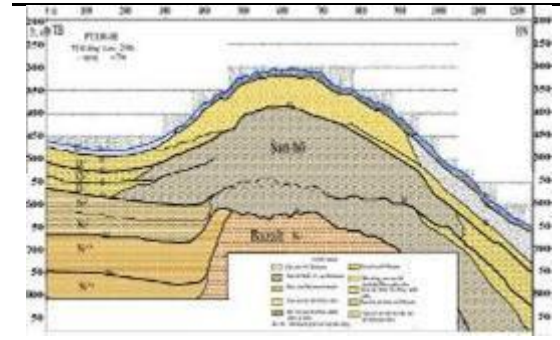
Dãy 6: Mặt cắt Pliocen ở phía TB và ĐN bãi có khác nhau. Ở vùng 1 trên mặt bất chỉnh hợp là cát hạt nhỏ xen bột kết, phân lớp mỏng chuyển lên phụ dãy trên chủ yếu là bùn-sét và trên cùng là bùn-cát hạt vừa-nhỏ, tương châu thổ. Chiều dày dãy 6: 0-47 m.

Ở góc ĐN bãi, trên mặt bào mòn khối basalt là cuội sạn và cát kết trầm tích biển tiến, chuyển lên trên là các lớp bùn-sét giàu carbonat kỳ biển nước cao và trên cùng là xen kẽ cát, sạn-bột, sét kết với các hố đào khoét nhẹ (Hình 6a). Dây có tuổi dự kiến là Pliocen sớm. Chiều dày dãy 6 (giữa R6-R5) là 51-74 m. Chuyển lên trên, qua mặt bất chỉnh hợp với mặt bào mòn.

Dãy 5: nằm giữa R5-R4 và gặp ở hầu hết các nơi ở chân bãi. Thành phần dãy được đặc trưng bởi lục nguyên xen vật liệu vụn san hô tạo các ổ lớn phản xạ hỗn độn hoặc trắng, dưới tâm bãi là san hô (trên basalt). Trên cùng, ở góc ĐN của bãi có mặt hệ lớp trầm tích giàu carbonat, phân lớp hơi thô có phản xạ rất mạnh có thể là vỏ laterit, dày 7-10 m (Hình 7). Tuổi giả thiết là Pliocen giữa. Chuyển lên trên là mặt bất chỉnh hợp bào mòn khu vực có thể dùng để so sánh giữa các tuyến. Cuối Pliocen giữa, khối basalt nằm ở tâm bãi (Hình 8) nguội dần tạo điều kiện san hô phát triển, kèm theo hoạt động của đứt gãy, nên có hiện tượng nâng ở phía đông và sụt ở phía tây, xảy ra bào mòn khu vực, tạo lớp cuội sạn với vỏ phong hóa ở trên cùng. Chiều dày dãy 5: 0-63 m (ở tuyến PT100-08 là 28-32 m).



Hình 7. Mặt bất chỉnh hợp phong hóa nằm trên lớp cuội san hô ?, lộ ra ở đáy biển hoặc bị phủ lớp mỏng bùn-sét Đệ tứ.



Hình 8. Mặt cắt ở sườn TN bãi (PT100-08) thấy rõ khối basalt và trên đó san hô phát triển; phía TB vùng yên ngựa nâng lên và có mặt các phân vị Miocen-Đệ tứ.

c/ Đệ tứ. Pleistocen: gồm các dãy 4, 3, 2.

- *Dãy 4:* nằm giữa R4-R3, gặp hầu hết trong các tuyến chạy qua chân, sườn dưới của bãi có cấu tạo dạng nêm. Từ ngoài chân đi sâu vào tâm bãi, thành phần thay đổi từ xen kẽ cát nhỏ lục nguyên, carbonat với bùn, sét phân lớp tốt, tiếp theo là cuội, sạn, cát vụn san hô phân lớp kém, có ranh giới trên-dưới rõ và đá vôi San hô dạng khối, mặt ranh giới thể hiện kém. Các hố sụt và hòng núi lửa được lấp đầy bởi vụn cơ học (Hình 3a). San hô phát triển trên San hô Pliocen. Chiều dày dãy: 26-160 m, trung bình 18-60 m.

- *Dãy 3:* nằm giữa R3-R2, gặp hầu hết trong các tuyến chạy qua chân, sườn dưới của bãi, tạo nên vành khăn có chiều dày khá đồng đều (trừ mép sườn bãi). Dãy chia làm 3 miền hệ thống với thành phần tương tự nhau, song cấu tạo khác biệt ở chân bãi, có thêm San hô khối, cát-sạn San hô ở miền hệ thống mức biên cao, biển lùi và cấu tạo turbidit của biển lùi. Dãy này ở cánh TN thường chỉ chia được hai miền HST và biển lùi ở góc ĐN khó phân ra các miền. Dưới tâm bãi, thành phần của dãy gồm đá vôi san hô và khó phân biệt ranh giới trên cũng như dưới.

Chuyển lên dãy trên qua mặt bất chỉnh hợp tương đồng ở chân bãi với mặt bất chỉnh hợp bào mòn ở trên bãi cạn và khá rõ bởi trầm tích turbidit nằm dưới có cấu tạo lộn xộn và trầm tích biển tiến cấu tạo song song mịn ở trên (xem các hình đã dẫn). Chiều dày: 10-160 m.

- *Dãy 2:* Sự phân bố trầm tích của dãy không những ở sườn và chân bãi tương tự như các dãy 3, 4 nêu trên, mà còn ở đáy bãi cạn.

Tại sườn và chân bãi, dãy biển tiến, biển mức cao và biển lùi. Biển tiến này chia làm 3 MHT: biển tiến, biển mức cao và biển lùi. Biển tiến gồm hệ xen kẽ bùn-cát nhỏ-sét phân lớp song song mịn, biển mức cao chủ yếu là bùn và sét xen kẽ, ở sườn còn có thêm rạn San hô và biển lùi - cát-

bùn-sét có cấu tạo turbidit cùng San hô chỉ có ở sườn bãi. Loại trầm tích dạng trượt này ít gặp ở góc ĐN. Chiều dày 30-40 m. Dưới đáy bãi cạn, phần dưới của trầm tích bờ rời thuộc dãy này có thể phân chia 3 MHT:

- *Biển tiến*: có thành phần là San hô khối phần nào bị nứt nẻ, không xác định được đáy, chuyển từ từ lên trên là trầm tích mà sóng âm có thể xuyên qua (tầng-cuội-cát).

- *Biển mức cao*: với thành phần gồm cuội-sạn-cát san hô phân lớp thô, kém (sản phẩm phong hóa cơ học các đảo san hô). Sóng, bão đại dương phá hủy các đỉnh San hô, lõi cuốn sản phẩm phong hóa cơ học về phía sườn, song chủ yếu vào vịnh ngầm của bãi. Chiều dày của lớp này khá lớn: 20-50 m.

- *Biển lùi*: Trầm tích này khá phổ biến trong vịnh, không có trên đỉnh đảo ngầm, trong đó có cả kiểu nôm lẩn như trầm tích tiền châu thổ ở thềm lục địa. Cấu tạo phân lớp kém, kèm theo hệ thống rãnh đào khoét do các lạch triều tạo khi nước biển rút mạnh, các đảo nổi lên, vịnh bãi thực sự hình thành. Thành phần chính là sạn, cát thô-nhỏ, bùn San hô chứa các sinh vật biển khác. Ở phần cuối các nôm lẩn theo dạng sóng phản xạ yếu, vi song song ...có thể dự báo là bùn San hô-sét. Chiều dày 0-30 m.

Chuyển lên dãy trên qua mặt bào mòn bất chỉnh hợp gồ ghề trên cạn, tạo nên kiểu cắt cụt ở nhiều nơi, tạo mặt san bằng trên đảo và mặt bất chỉnh hợp tương đồng ở sườn và chân bãi ngầm.

- *Dãy 1*: Có thể phân chia 2 MHT: biển tiến và biển mức cao ở sườn và chân và cũng như trên đảo, bãi ngầm.

- *Biển tiến*: Trên đảo và bãi ngầm mặt cắt được bắt đầu bằng San hô khối nằm trên mặt san bằng (Hình 4, 5) hoặc trên mặt bất chỉnh hợp trên cạn và chuyển lên trên từ từ với chiều dày 2-12 m, ở trên đảo có thể đạt 20-25 m. Ở sườn và chân bãi ngầm là bùn-sét phân lớp mỏng, giàu vật liệu lục nguyên, chiều dày mỏng 3-5 m và có nơi chứa ổ san hô. Chuyển tiếp rõ và trên dưới khác nhau về cấu tạo.

- *Biển mức cao*: Trên đảo và bãi ngầm phủ lên san hô là trầm tích bờ rời và san hô hiện đại, tạo nên địa hình gồ ghề hoặc khá phẳng (Hình 5). Do đáy biển là san hô và sản phẩm của chúng nên phản xạ của sóng tăng gấp bội, bị lặp lại dạng vệ tinh (không phải đáy biển) nên việc luận giải chi tiết phần mặt cắt sát đáy biển gặp khó khăn

Tuy chiều dày không lớn (7-12 m) nhưng ở sườn và chân bãi ngầm có thể chia hai miền hệ thống với thành phần là bùn-sét xen kẽ song ở dãy trên - trầm tích biển mức cao giàu carbonat hơn nên sóng có biên độ cao, đôi nơi có ổ San hô. Tổng hợp địa tầng trình bày ở Bảng 1.

d/ Magma: Hoạt động magma xảy ra mạnh mẽ trong diện tích khảo sát. Theo quan hệ địa tầng, trên tuyến địa chân ghi nhận có năm loại theo tuổi: trước Miocen muộn, Miocen giữa, Miocen muộn, Pliocen muộn và Pleistocen muộn.

a. Đá magma xâm nhập bắt gặp cuối các tuyến PT100-05, -06, -07, -08 ở khoảng $2t = 970-1000$ ms, chiều dài gần 1-7 km, có phần trên cùng là lớp phong hóa, dưới nó có cấu tạo chóp nón, biên độ mạnh mặc dù bên trên có khối basalt khá dày. Theo quan hệ địa tầng, khối magma này có thành phần là granodiorit, tuổi cổ hơn Miocen muộn.

b. Basalt có dạng sóng điển hình ở phía trái, phần đáy tuyến PT100-01 bị phủ bởi trầm tích Miocen thượng và Pliocen, có thể dự báo tuổi Miocen giữa. Đây là loại basalt khá phát triển trong vùng biển đới nâng Phúc Nguyên - Phúc Tần.

Bảng 1. Cột địa tầng bãi Phúc Tần (đánh số tập từ trên xuống dưới).

TUỔI	ĐỊA CHẤT	TUỔI THỜI GIAN	Sequen đặc trưng ở 1-1 Ma Miền hệ thống	Chiều dày m	Bất chỉnh hợp	Trầm tích	
MIOCEN		11.5Ka	S 1	HST TST	5-25	R0	Vụn san hô, lục nguyên. Bazalt. San hô khối, lục n.
PLEISTOCEN	Trên	0.126Ma	S2	RST HST TST	20-50	R1	Vụn san hô, lục n. Turbidit ở sườn. Vụn san hô, lục n. San hô ở sườn. San hô khối, lục n.
	Giữa	0.781Ma	S3	RST HST TST	10-160	R2	Vụn san hô, lục n. Turbidit ở sườn. Vụn san hô, lục n. San hô ở sườn.
	Dưới	2.58Ma	S4	RST HST TST	20-60	R3	Vụn san hô, lục n. Turbidit ở sườn. Vụn san hô, lục n. San hô ở sườn. San hô khối, lục n.
PLIOCEN	Trên	3.6Ma		?	?	R4	
	Giữa	4.2Ma	S5	RST HST TST	0-60	R5	Kiểu nằm lẫn biển. Bazalt. Xen kẽ cát-bùn-sét với cấu tạo khác nhau.
	Dưới	5.5Ma	S6	RST HST TST	50-75	R6	Xen kẽ cát-bùn-sét với cấu tạo khác nhau.
MIOCEN	Trên		S7		70-80	R7	Cát kết, bột kết và sét kết xen kẽ Bazalt.
			S8		>60		

Ghi chú: Sequen: dãy; HST: biển mức cao; TST: biển tiến; RST: biển lùi; Ma: triệu năm, Ka: ngàn năm.

c. Basalt bắt gặp nằm gần khối magma xâm nhập nêu trên, làm biến dạng trầm tích Miocen thượng và phủ trên đó là trầm tích tập 1 của Pliocen ở cánh TN, ĐN của bãi. Theo bối cảnh này basalt có tuổi cuối Miocen muộn.

d. Basalt có dạng sóng tương tự như loại trên, song biên độ yếu hơn bắt gặp ở ĐN bãi ngầm và tuyến PT100-07, xuyên qua các tập 5, 6 Pliocen và khi nguội lạnh tạo vành sụt bao quanh. Các hố sụt được lấp đầy bởi trầm tích dãy 4 của Đệ tứ (Hình 3a). Trên mặt loại basalt này ở độ sâu khoảng 500-600 m có lớp vỏ phong hóa rất đặc trưng (Hình 3b, 7). Bối cảnh này cho phép dự báo tuổi basalt loại này là cuối Pliocen.

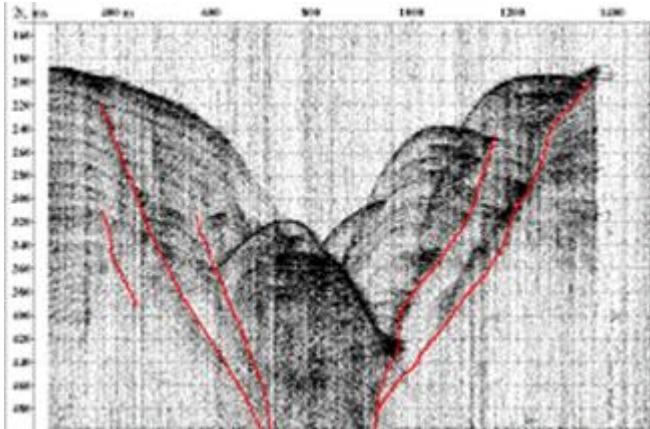
e. Basalt (?) xuyên lên theo vùng có hệ đứt gãy bắt gặp ở góc ĐB vùng trên các tuyến PT100-01,15 (Hình 9). Tuổi dự báo là Pleistocen muộn (?).

e. **Kiến tạo:** Bãi ngầm Phúc Tần nằm trên đới nâng Phúc Nguyên - Phúc Tần [5, 6]. Tài liệu khảo sát cho nhiều hiểu biết về kiến tạo sau rift: Miocen giữa - Đệ tứ: basalt Pliocen thượng. Gián đoạn trầm tích tạo vỏ phong hóa mạnh.

a. Tầng cấu trúc sau rift:

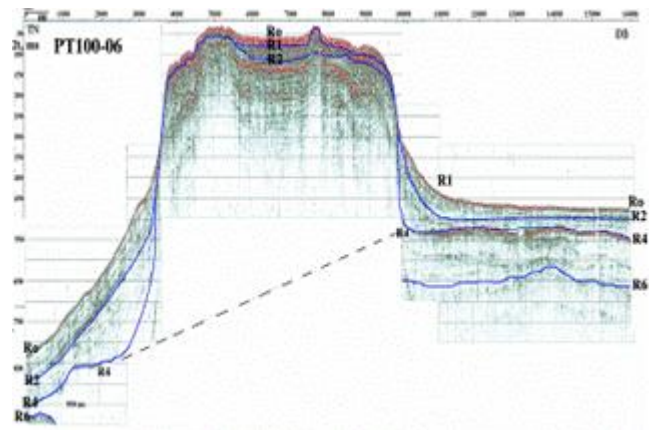
Tầng cấu trúc của vùng có thể chia làm 3 phần theo chu kỳ tích tụ trầm tích và hoạt động của basalt:

- Phần đáy là các thành tạo basalt Miocen trung, Miocen thượng với hai dãy lục nguyên dày trên 70 m và basalt Miocen muộn. Bất chỉnh hợp khá rõ.
- Phần giữa gồm trầm tích lục nguyên ở rìa và đá vôi san hô ở đáy bãi ngầm tuổi Pliocen.



Hình 9. Khối basalt nhô lên trong đới đứt gãy ĐB bãi Phúc Tân.

- Phần trên cùng gồm trầm tích Đệ tứ đặc trưng bởi đá vôi San hô ở tâm đáy bãi và xen kẽ vụn San hô, lục nguyên ở sườn, chân bãi thuộc phần dưới. Hai dãy trên cùng là xen kẽ san hô khối với vụn San hô cùng các sinh vật khác ở đáy bãi, xen kẽ cát-bùn-sét lục nguyên turbidit, vụn San hô, ở San hô ở sườn và chân bãi. Trầm tích thành tạo theo quy luật dâng-hạ mực nước biển.



Hình 10. Mặt cắt PT100-06 cho thấy bất chỉnh hợp R4 ở cánh ĐB cao hơn ở cánh TN khoảng 200 m khi qua khối đá vôi san hô.

b. Hoạt động nâng-sụt: Hiện tượng này đã được ghi nhận và bắt gặp trên các tuyến PT100-05, 06, 07 khi so sánh độ sâu mặt bất chỉnh hợp R4, cách nhau khoảng 200 m ở cánh ĐB và TN khối San hô (Hình 10).

Khi phân tích tuyến PT100-07, ta thấy rõ khối san hô phát triển trên hòng núi lửa cuối Pliocen, khi nguội lạnh làm sụt lún cánh nam, nhưng nguyên nhân chính có lẽ do đứt gãy sụt ở phía TN bãi ngầm.

Góc TB của bãi ngầm Phúc Tân là yên ngựa nằm giữa hai khối nâng.

c. Hoạt động đứt gãy: xảy ra trong Miocen, Pliocen và mạnh mẽ ở góc ĐB. Hai đứt gãy quan trọng là F1-F1 và F2-F2 (Hình 12) với đặc điểm sau:

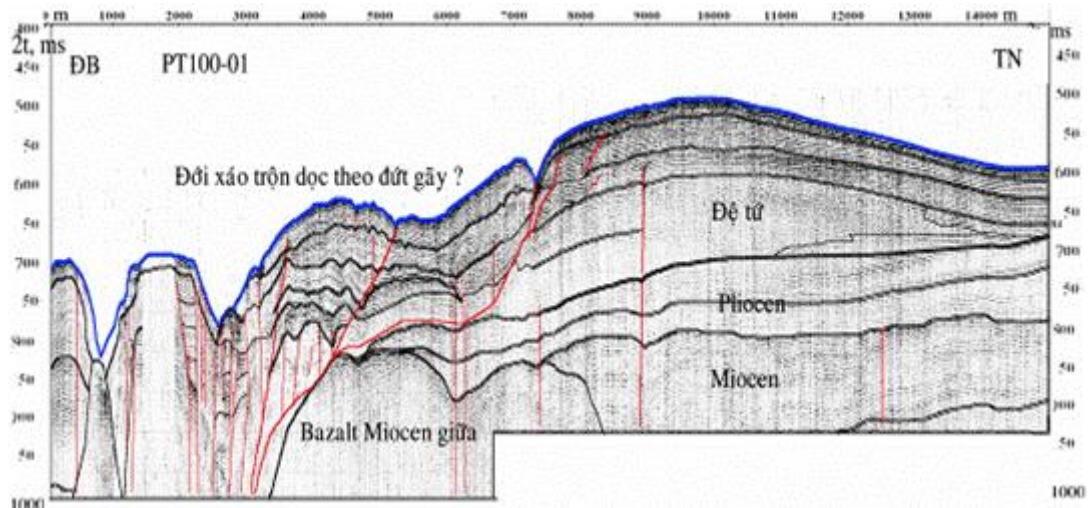
- Đứt gãy F1 có hướng gần á kinh tuyến, thể hiện rõ trên các tuyến PT100-08-15 theo sụt bậc địa hình. Basalt Miocen thượng nằm về phía nam, còn phía bắc có basalt Miocen trung và chủ yếu

là trầm tích lục nguyên. Đứt gãy có lẽ được thành tạo vào trước Miocen muộn và hoạt động cho đến Holocen.

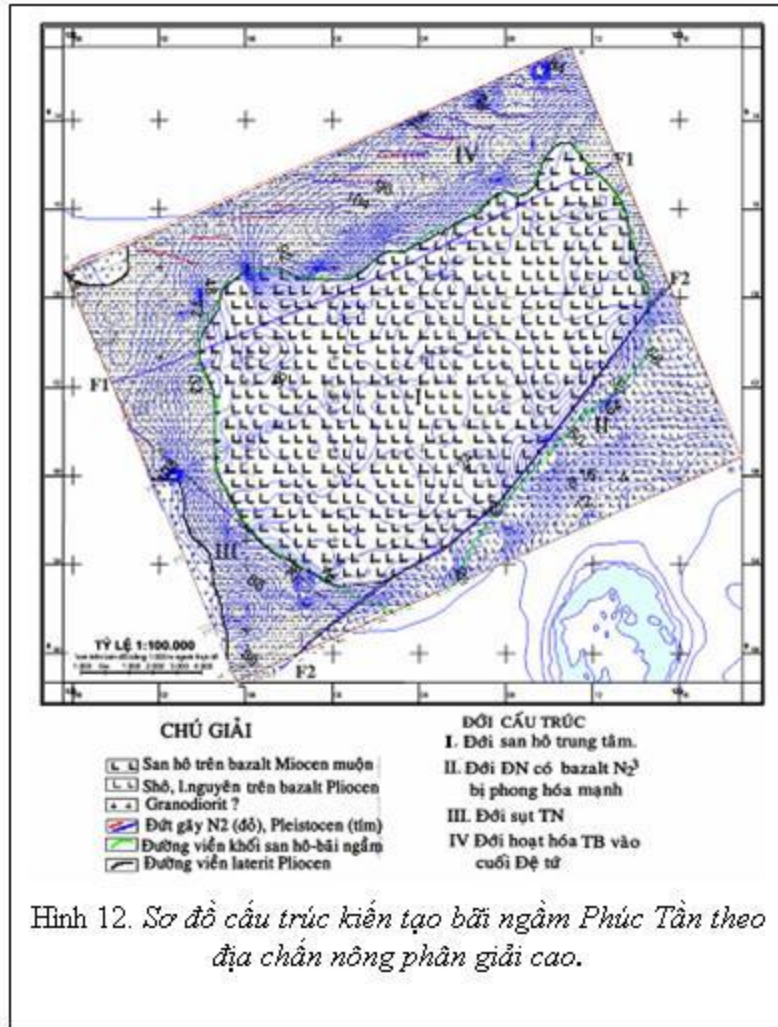
- Đứt gãy F2 ở phía nam F1 ngăn cách giữa khối basalt nói trên và basalt Pliocen muộn. Đây là đứt gãy có thể gây nên sự chênh lệch độ sâu góc ĐN và góc TN của bãi?.

Ngoài ra, hoạt động đứt gãy xảy ra mạnh mẽ vào cuối Pleistocen-Holocen ? tạo nên hệ đứt gãy cắm đứng và xiên nghiêng về phía ĐB làm biến dạng trầm tích Pleistocen (Hình 11).

Theo tài liệu ĐCN PGC các đứt gãy cỡ nhỏ phát triển trên đỉnh các đảo ngầm của vùng biển.



Hình 11. Cấu tạo mặt cắt địa chấn PT100-01, ở phía trái là đới đứt gãy Pleistocen muộn-Holocen ?. Có mặt basalt Miocen trung và Pleistocen thượng.



Hình 12. Sơ đồ cấu trúc kiến tạo bãi ngầm Phúc Tân theo địa chấn nông phân giải cao.

f. Các đới cấu trúc: Kết quả đo vẽ cho phép phân chia 4 đới cấu trúc: Đới san hô trung tâm, đới basalt Pliocen phong hóa mạnh, đới sụt TN có khối magma và đới hoạt hóa cuối Đệ tứ có basalt Miocen trung. Đặc điểm của chúng như sau:

- **Đới trung tâm** nhô cao nhờ san hô hình thành và phát triển trên basalt Miocen thượng và Pliocen thượng, lớn dần lên theo thời gian cùng với sự dâng-hạ mực nước đại dương tạo nên san hô vòng (bãi). San hô ở đây có tuổi Pliocen muộn-Holocen. Có hai đứt gãy hướng gần á vĩ tuyến. Các đảo cao 200-300 m, cấu tạo đơn giản (Hình 5).

- **Đới nâng DN:** có basalt Pliocen phong hóa mạnh. Cột địa tầng của đới Miocen thượng-basalt-Pliocen hạ, giữa và trên basalt có lớp vỏ phong hóa dày 8-10 m, có nơi lộ ra trên đáy biển hoặc phủ lớp mỏng bùn-sét Đệ tứ (Hình 12).

- **Đới sụt TN:** Đới có cột địa tầng khác với các đới trên bởi có mặt đầy đủ các phân vị mô tả ở trên, khối basalt Miocen muộn và trầm tích turbidit ở sườn.

- **Đới hoạt hóa TB:** vào cuối Đệ tứ. Đới đặc trưng bởi sự đầy đủ cột địa tầng từ Miocen đến Đệ tứ, rất phát triển turbidit ở sườn, có khá nhiều đứt gãy Pliocen muộn. Đặc biệt, đứt gãy Pleistocen muộn-Holocen có dạng đứng thẳng, tạo nên các khối và dạng trượt làm biến dạng, phá hủy phân lớp ban đầu của trầm tích hoặc tạo nên các rãnh, hồ sụt cùng basalt Pleistocen ở đáy. Điều này

chứng minh hoạt động đứt gãy xảy ra trong cuối Pleistocen và Holocen. Ít khi gặp bối cảnh địa chất tương tự ở Biển Đông Việt Nam.

KẾT LUẬN

Cấu trúc địa chất Miocen-Đệ tứ bãi ngầm Phúc Tần phức tạp. Qua nghiên cứu phát hiện nhiều điểm chưa thấy trong văn liệu địa chất:

1/ Đáy của bãi đa thành phần: magma xâm nhập trước Miocen thượng, basalt Miocen trung, lục nguyên và basalt Miocen thượng, trầm tích lục nguyên.

2/ Bãi hình thành trên nền basalt Miocen trung-thượng nhờ sự phát triển của san hô, các sinh vật khác và sản phẩm phong hóa cơ học của chúng từ Pliocen đến Holocen theo 6 chu kỳ dâng-hạ mực nước biển đại dương.

3/ Nhờ có bối cảnh địa chất nêu trên, tài liệu ĐCN PGC ghi nhận 19 kiểu sóng phản xạ, 7 mặt bất chỉnh hợp làm cơ sở phân chia được 7 dãy trầm tích bỏ rời theo dãy (sequence) địa tầng lục nguyên - san hô; biểu hiện magma xâm nhập và basalt có tuổi khác nhau.

4/ Mặt bất chỉnh hợp R4 là vỏ phong hóa trên basalt và lục nguyên chứa vật liệu từ núi lửa (?) Pliocen, trên lớp cuội san hô là bất chỉnh hợp quan trọng không những phân chia Pliocen và Đệ tứ vùng chân bãi, mà còn có khả năng làm mặt chuẩn liên kết ranh giới này ở Biển Đông và tìm kiếm khoáng sản rắn.

5/ Mặt cắt địa chất phân nông có tuổi từ Miocen muộn đến Holocen có thể phân chia thành 7 tập theo tập địa tầng dãy, trong đó Miocen có 2 dãy, Pliocen - 2 dãy, Pleistocen - 3 dãy và Holocen - 1 dãy. Phần lớn các dãy có đủ ba miền hệ thống: biển tiến, biển mức cao và biển lùi.

6/ Hoạt động sụt lún xảy ra ở góc TN; hoạt hóa ở góc ĐB tạo nên đứt gãy trong Pleistocen muộn - Holocen; có hai đứt gãy hướng gần á vĩ tuyến nằm hai phía đối trung tâm hoạt động từ Miocen đến nay và nhiều đứt gãy nhỏ hiện đại.

7/ Vùng nghiên cứu có thể chia ra 4 đới cấu trúc nhỏ: đới san hô trung tâm, đới nâng ĐN có basalt Pliocen phong hóa mạnh, đới sụt TN và đới có đáy basalt Miocen trung hoạt hóa vào cuối Đệ tứ ở về cánh TB.

Lời cảm ơn: Để hoàn thành bài viết này, chúng tôi đã nhận được sự giúp đỡ của Ban Chủ nhiệm dự án ĐTB.11 thuộc Bộ Tư lệnh Công binh, của Ban lãnh đạo và các kỹ sư Trung tâm Địa chất và Khoáng sản biển cùng nhiều đồng nghiệp khác. Tập thể tác giả xin tỏ lời chân thành cảm ơn.

VĂN LIỆU

1. **Catuneanu O., 2006.** Principles of sequence stratigraphy. Elsevier, New York, 375 p.
2. **Hoàng Xuân Lượng (Chủ biên), 2006.** Báo cáo Nghiên cứu đặc điểm địa chất công trình của nền san hô ở một số vùng trọng điểm và các giải pháp thích hợp cho xây dựng các công trình biển phục vụ phát triển kinh tế và quốc phòng. Lưu trữ tại Viện Thông tin-Lưu trữ Viện KH& CN VN. Hà Nội.
3. **Nguyễn Biểu, Mai Thanh Tân, 2008.** Sequen địa tầng phân giải cao trầm tích Pliocen-Đệ tứ biển Nam Trung Bộ. *TT BCKH Hội nghị KH Địa chất biển toàn quốc lần thứ nhất.* tr.199-210, Nxb KHTN&CN, Hà Nội.
4. **Nguyễn Biểu, Nguyễn Thế Tiệp, nnk, 2008.** Địa chất quần đảo Trường Sa và kế cận. *Tt Địa chất và Khoáng sản.* 10 : 63-79. Viện KH ĐC&KS. Hà Nội.

5. Nguyễn Hiệp (*Chủ biên*), 2007. Địa chất và tài nguyên dầu khí Việt Nam. *Nxb KH&KT, Hà Nội*.

6. Nguyễn Quang Bô, Nguyễn Du Hưng, Trần Quang Hoan, Nguyễn Văn Đắc, Trần Đức Chính, 1998. Bãi Tư Chính trong bình đồ cấu trúc thềm lục địa Đông Nam Việt Nam. *TC Dầu khí, 5* : 25-43. *Hà Nội*.

7. Nguyễn Thế Tiếp (*Chủ biên*), 2010. Báo cáo Nghiên cứu cấu trúc địa chất vùng biển nước sâu (trên 200 m) Nam Việt Nam làm cơ sở khoa học để tìm kiếm khoáng sản liên quan (vĩ tuyến 6-16⁰N và kinh độ 109-113⁰E). *Lưu trữ tại Viên Thông tin-Lưu trữ, Viện KH& CN VN. Hà Nội*.