

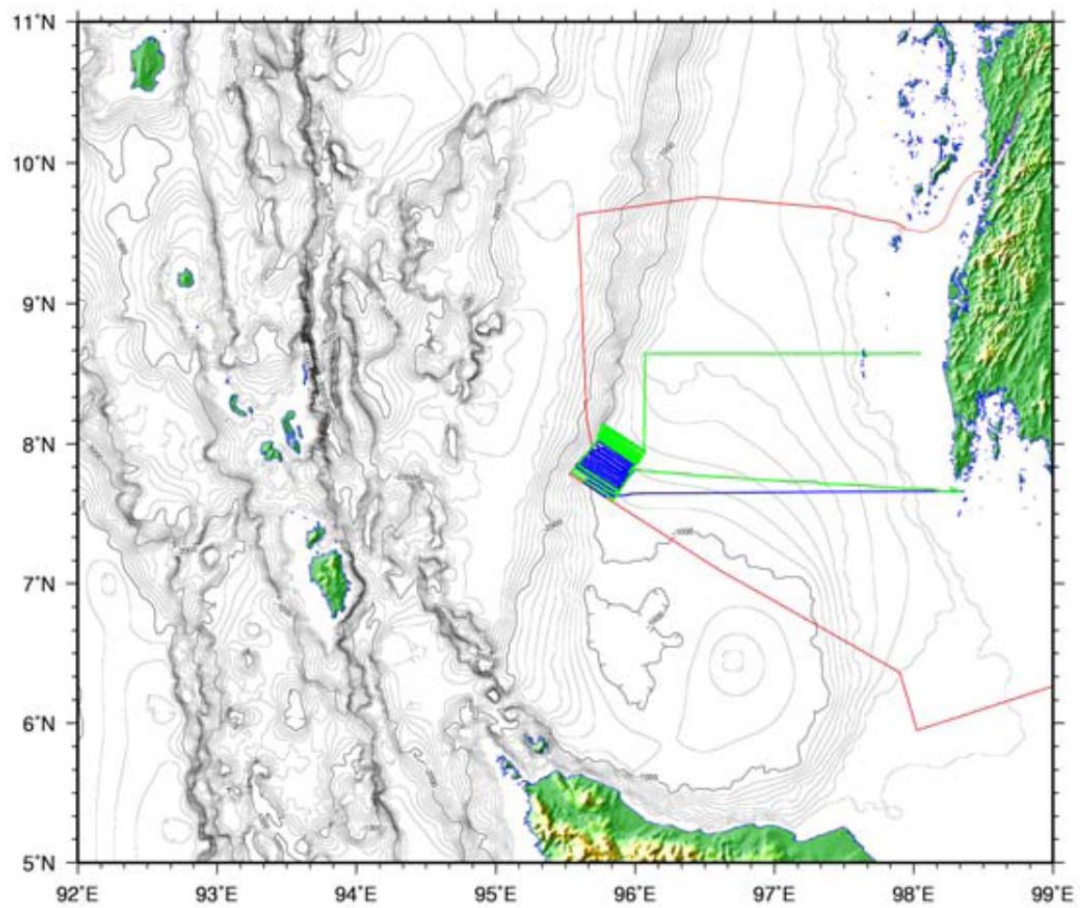
บทที่ 3

ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล

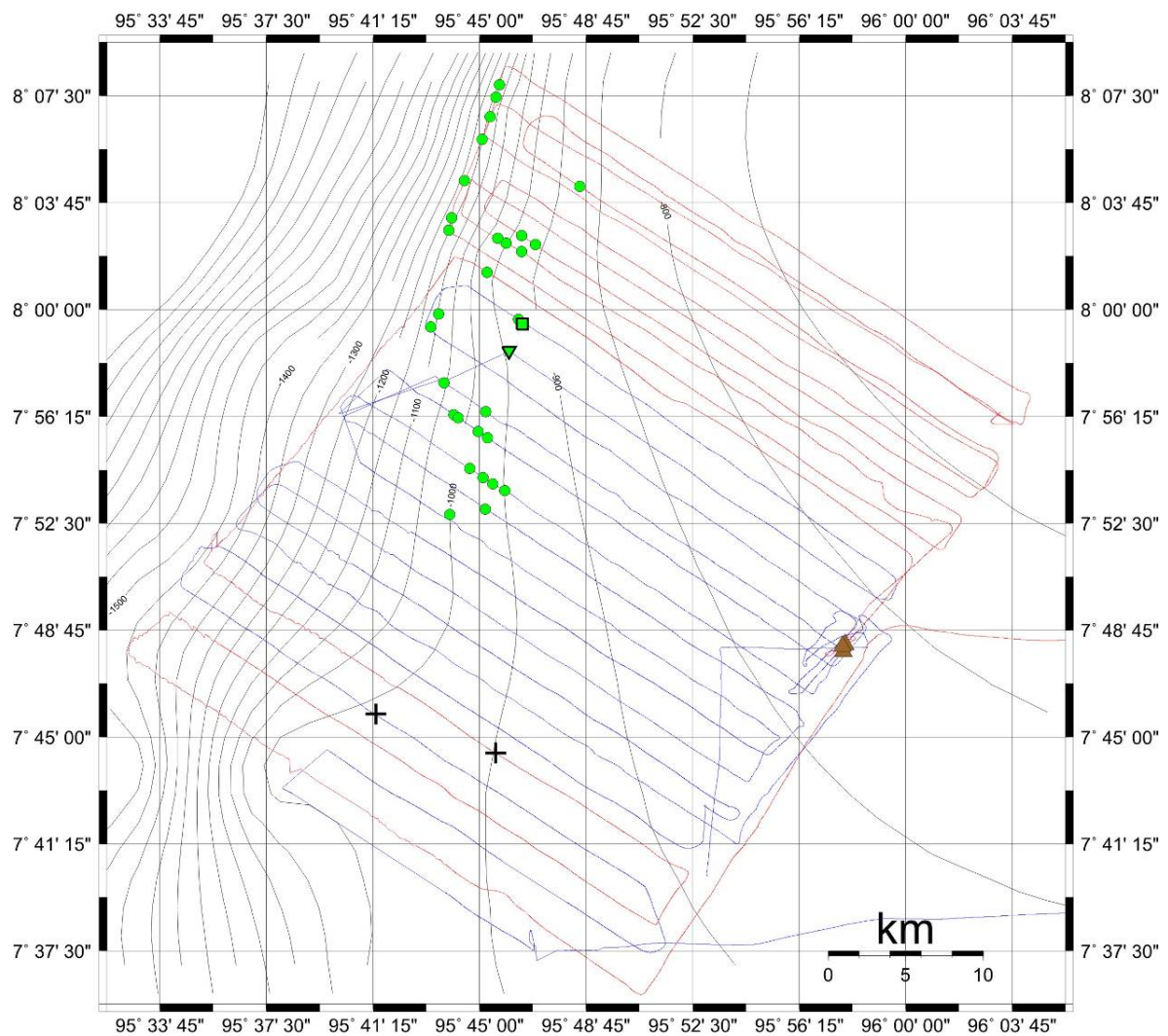
3.1 ผลดำเนินการวิจัยปีที่ 1

การสำรวจในปีที่ 1 ของโครงการนี้ โดยใช้เรือสำรวจวิจัยจักรทอง ทองใหญ่ ระหว่างวันที่ 20 พฤศจิกายน - 6 ธันวาคม 2549 เพื่อหยั่งความลึกพื้นทะเลด้วยคลื่นเสียงสะท้อนแบบหลายความถี่ (Multibeam bathymetric echo sounding) และศึกษาการเรียงตัวของชั้นตะกอนโดยใช้คลื่นเสียงทุติยภูมิ (Parametric sediment echo sounding) ในพื้นที่สำรวจกว่า 700 ตารางกิโลเมตร (รูปที่ 3.1) ภายในเขตเศรษฐกิจจำเพาะของประเทศไทย ด้านตะวันตกเฉียงใต้ ที่ความลึกของทะเลช่วง 500–1,400 เมตร การวิเคราะห์ข้อมูลในเบื้องต้นได้พบตำแหน่งที่พื้นทะเลที่มีลักษณะทางธรณีสัณฐานหรือชั้นตะกอนมีลักษณะทางเสียงที่ไม่ปกติจำนวน 34 แห่ง (รูปที่ 3.2) ซึ่งในจำนวนนี้ 30 แห่งเป็นตำแหน่งที่พื้นทะเลอาจจะมีของเหลวหรือก๊าซที่มีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำแทรกตัวอยู่ในชั้นตะกอน โดยที่ตำแหน่งทั้งหมดที่พบการแทรกตัวเหล่านี้ในชั้นตะกอนจะอยู่ในบริเวณที่มีความลึกน้ำมากกว่า 900 เมตร และนอกจากนี้ยังพบเนินใต้น้ำในบริเวณขอบด้านบนของลาดทวีปซึ่งอาจจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางกว่า 500 เมตรและสูงจากพื้นทะเลโดยรอบกว่า 50 เมตร โดยอาจจะมีการพุดของก๊าซหรือของเหลวออกมาจากเนินเหล่านั้นด้วย เนื่องจากการพบการสะท้อนกลับของคลื่นเสียงจากชั้นน้ำเหนือพื้นทะเล ซึ่งสันนิษฐานว่าเกิดจากฟองก๊าซที่ลอยกระจายอยู่ในมวลน้ำ (Snidvongs et al. 2007)

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในปีที่ 1 ของโครงการฯ แสดงให้เห็นว่าเทคนิคและวิธีการที่โครงการเลือกใช้สามารถระบุร่องรอยความผิดปกติที่พื้นทะเล รวมทั้งจำแนกชนิดตามลักษณะธรณีสัณฐานของชั้นตะกอนในเบื้องต้นได้แต่ทั้งนี้การเชื่อมโยงข้อมูลชุดนี้กับกระบวนการของเปลี่ยนแปลงทางธรณีสัณฐานทั้งในอดีตและอนาคตนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องวิเคราะห์ในเชิงลึก ซึ่งต้องมีการพัฒนาบุคลากรเพิ่มเติมและทาง IFM-GEOMAR ได้ตกลงที่จะจัดฝึกอบรมดังกล่าวเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ในเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ 2551 ซึ่งเป็นช่วงเวลาเดียวที่ผู้เชี่ยวชาญในทุกด้านของฝ่ายเยอรมันว่างตรงกัน ซึ่งหลังจากการฝึกอบรมดังกล่าวนักวิจัยฝ่ายไทยน่าจะวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่และที่จะได้มีเพิ่มเติมในปีที่ 2 ได้เองทั้งหมด โดยมีฝ่ายเยอรมันเป็นที่เลี้ยงเท่าที่จำเป็น



รูปที่ 3.1 พื้นที่สำรวจการออกเรือสำรวจรอบที่ 1/2549 ทั้งสิ้น 700 ตร.กม.



Legend:

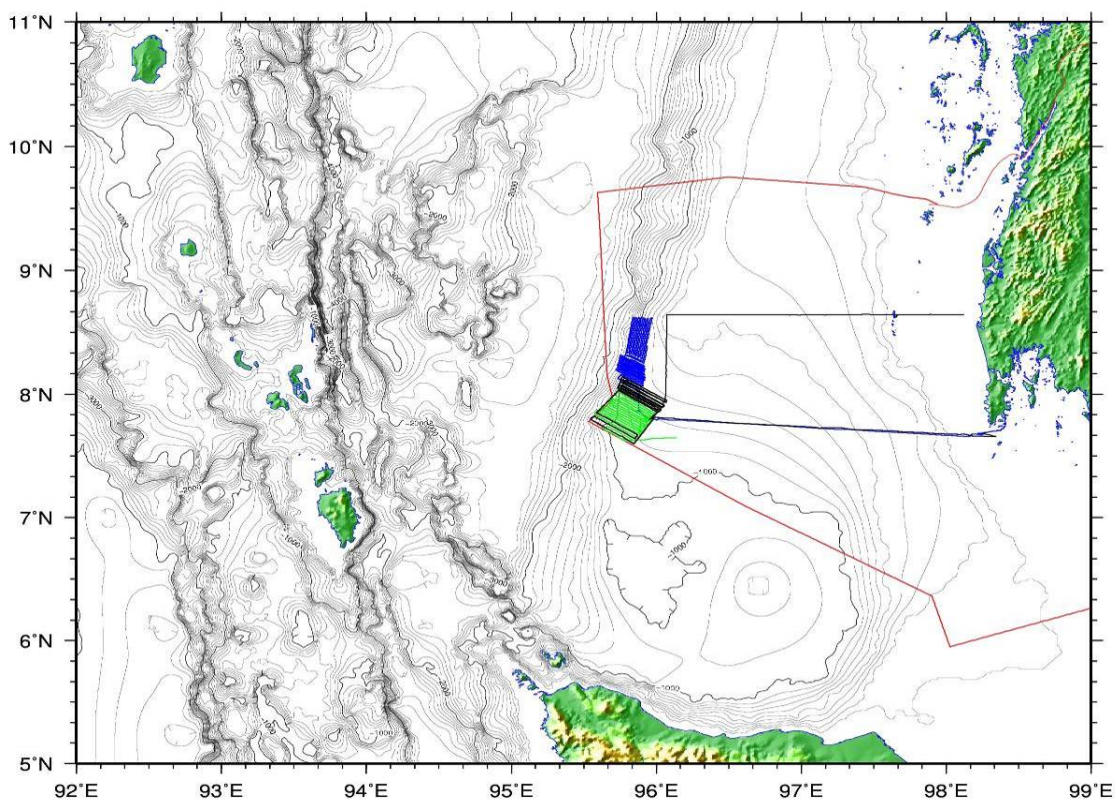
- Possible deposits of fluids or gases below the seafloor in a shallow deep
- Possible slump with the occurrence of possible fluids or gases
- ▼ Possible Mud-Dome below the seafloor with deposits of fluids or gases above
- ▲ Striking Mud-Dome or Mud-Vulcano with possible deposits of fluids or gases
- + Steep slope with possible landslide

รูปที่ 3.2 การจำแนกลักษณะพื้นทะเลโดยข้อมูลจาก subbottom profiler ของการสำรวจปีที่ 1

3.2 ผลดำเนินการวิจัยปีที่ 2

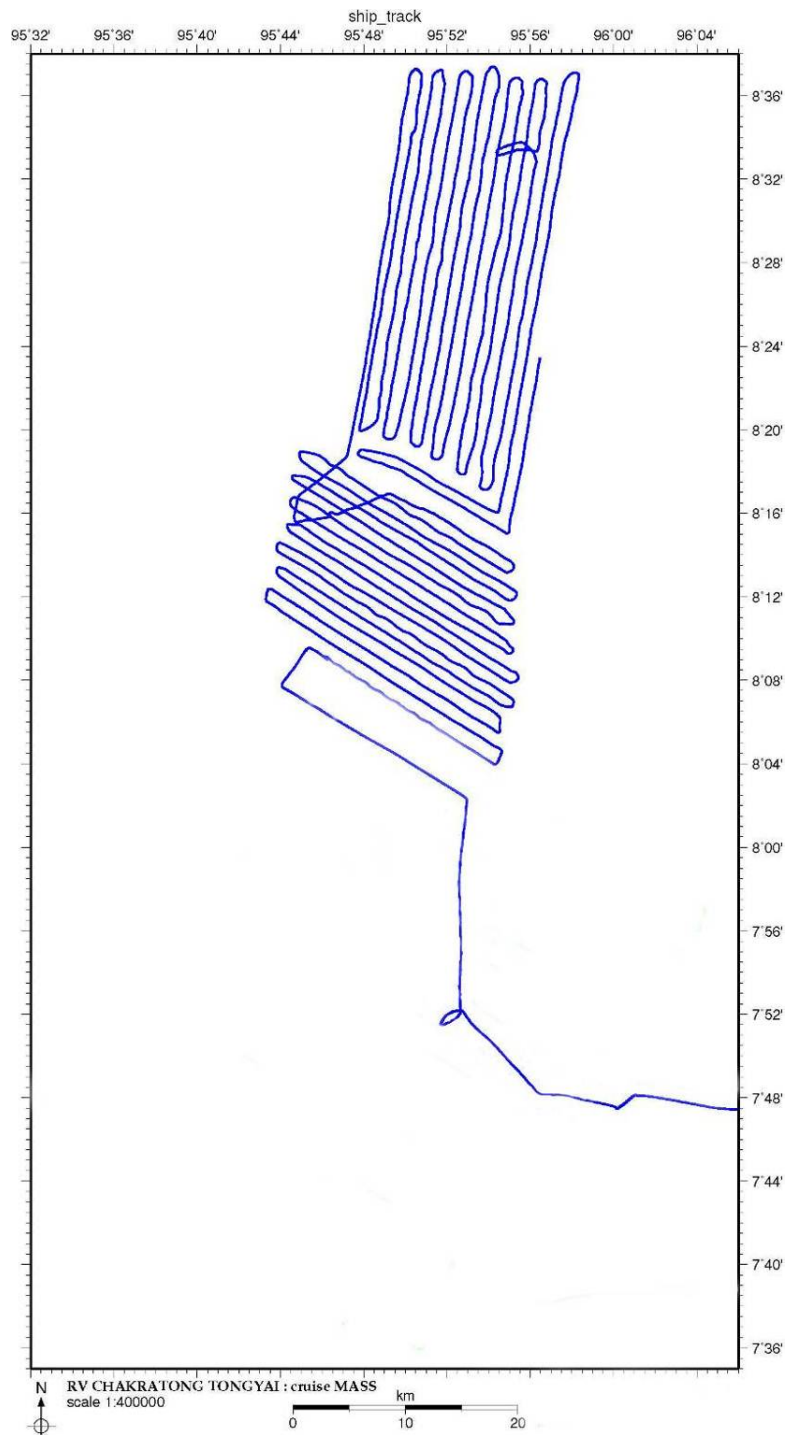
จากออกเรือสำรวจเที่ยวเรือที่ 2/2550 โดยเรือจักรทอง ทองใหญ่ ของสถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเลและป่าชายเลน จ.ภูเก็ต ระหว่างวันที่ 5-15 พฤศจิกายน 2550 จำนวน 11 วัน โดยการวิ่งเรือสำรวจบริเวณขอบไหล่ทวีปทะเลอันดามัน ด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ภายในเขตเศรษฐกิจจำเพาะของราชอาณาจักรไทยด้านทะเลอันดามัน หรือ EEZ โดยเครื่องมือสำรวจทางธรณีวิทยา 2 ชนิด คือ เครื่องมือสำรวจผิวพื้นท้องทะเล Multibeam bathymetry and backscatter รุ่น SEABEAM 1000 (ELAC Nautik) และ เครื่องมือศึกษาชั้นตะกอน High-resolution parametric echosounding- SES-2000 Parametric Sediment Echo Sounder (Innomar Technology) ที่ยืมจาก Leibniz-Institut of Marine Sciences (IFM-GEOMAR) Christian Albrechts University of Kiel, Germany

การสำรวจทำการสำรวจและบันทึกข้อมูลพื้นทะเลต่อเนื่องในช่วงความลึกน้ำตั้งแต่ 500 - 1,400 เมตร ต่อเนื่อง 11 วัน ได้พื้นที่สำรวจทั้งสิ้น 1,300 ตร.กม. ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 พื้นที่สำรวจการออกเรือสำรวจรอบที่ 2/2550 (สีน้ำเงิน) ทั้งสิ้น 1,300 ตร.กม.

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจนั้นเป็นการเก็บข้อมูลในแนวตะวันออก-ตะวันตก 17 แนว เป็นระยะทาง 319 กม. และแนวเหนือใต้ 15 เส้นเป็นระยะทาง 510 กม. ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 1,300 ตร.กม. ซึ่งยังได้ข้อมูล ดังรูปที่ 3.4

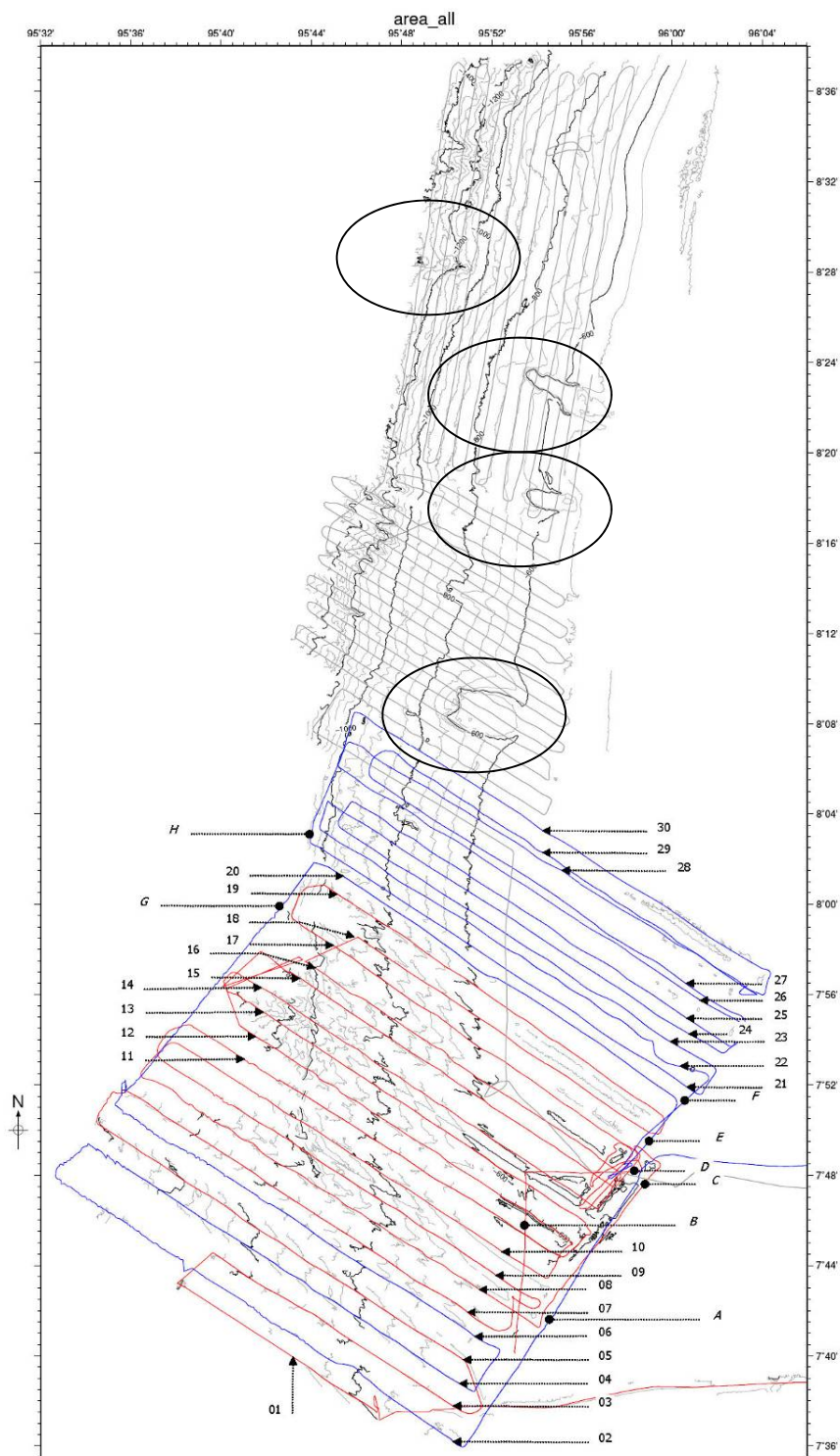


รูปที่ 3.4 เส้นทางเดินเรือการออกเรือสำรวจรอบที่ 2/2550

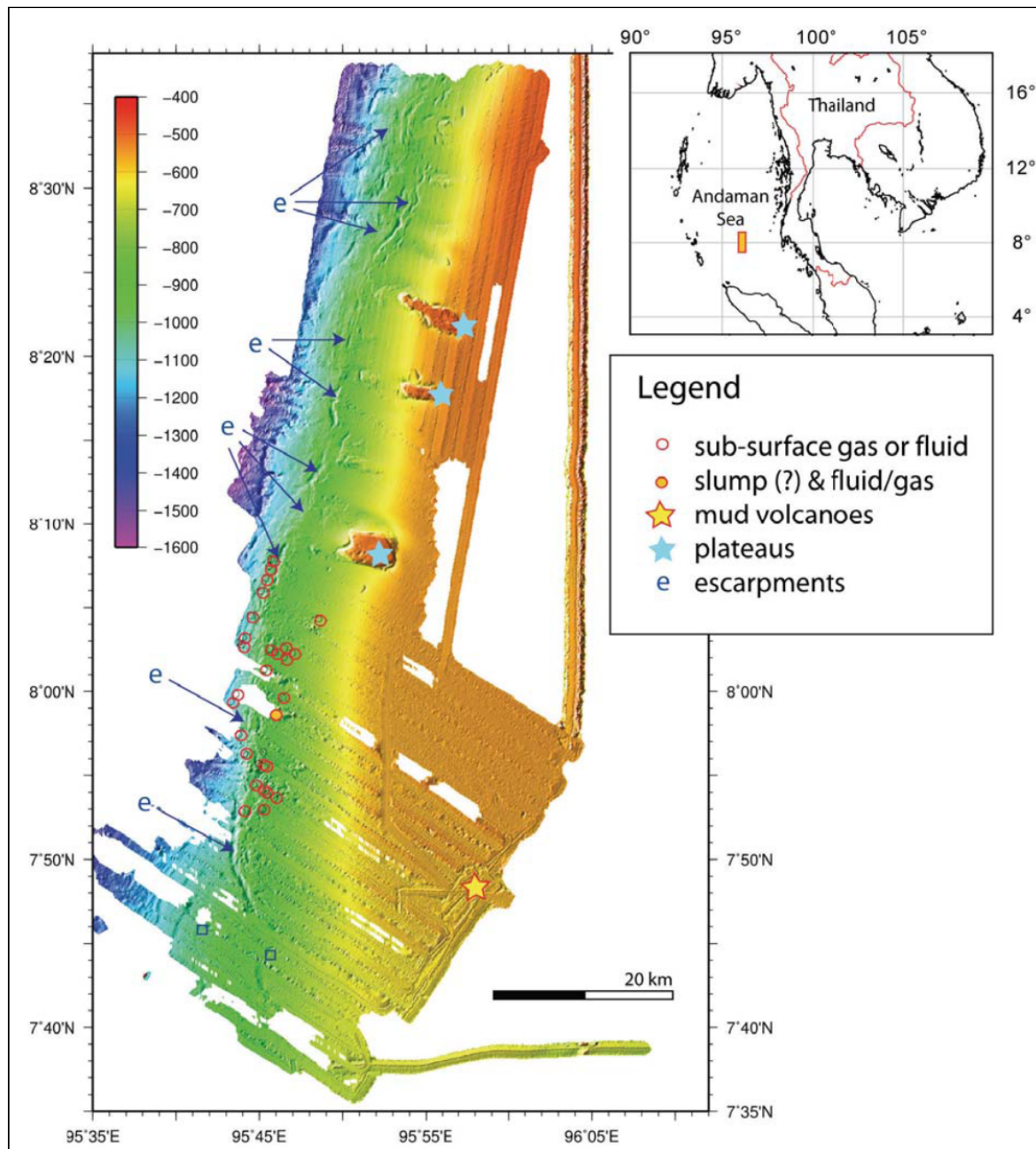
3.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

จากการเก็บข้อมูลชั้นตะกอนด้วยเครื่องมือ subbottom profiler แบบ High-resolution parametric echosounding เป็นการเก็บข้อมูลความหนาแน่นของชั้นตะกอนและสามารถวิเคราะห์ลงลึกถึงแนวตั้งได้ชั้นตะกอนลงไปประมาณ 5 เมตร ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงแนวการเปลี่ยนแปลงของชั้นตะกอนและร่องรอยได้ ทั้งนี้ การวิเคราะห์ชั้นตะกอนจะต้องมีการวิเคราะห์และแปลผลโดยผู้ที่มีความเชี่ยวชาญอย่างสูงในการแปลภาพและสรุปผลการวิเคราะห์ นอกจากนี้การสำรวจด้วยเครื่องมือชนิดนี้ยังสามารถทราบถึงความหนาแน่นของชั้นตะกอน รวมถึงคุณสมบัติของชั้นตะกอนได้อีกด้วย การวิเคราะห์ผลจากการเก็บข้อมูลการสำรวจนี้ ดังแสดงในรูปที่ 3.5 และยังแสดงโครงสร้างพื้นทะเล ตามแนวขอบไหล่ทวีปอีกด้วย ซึ่งจะเห็นได้ว่าลักษณะในวงกลมในรูปที่ 3.5 นั้นแสดงลักษณะของพื้นทะเลที่ไม่ราบเรียบซึ่งจะมีการวิเคราะห์โดยละเอียด ต่อไป

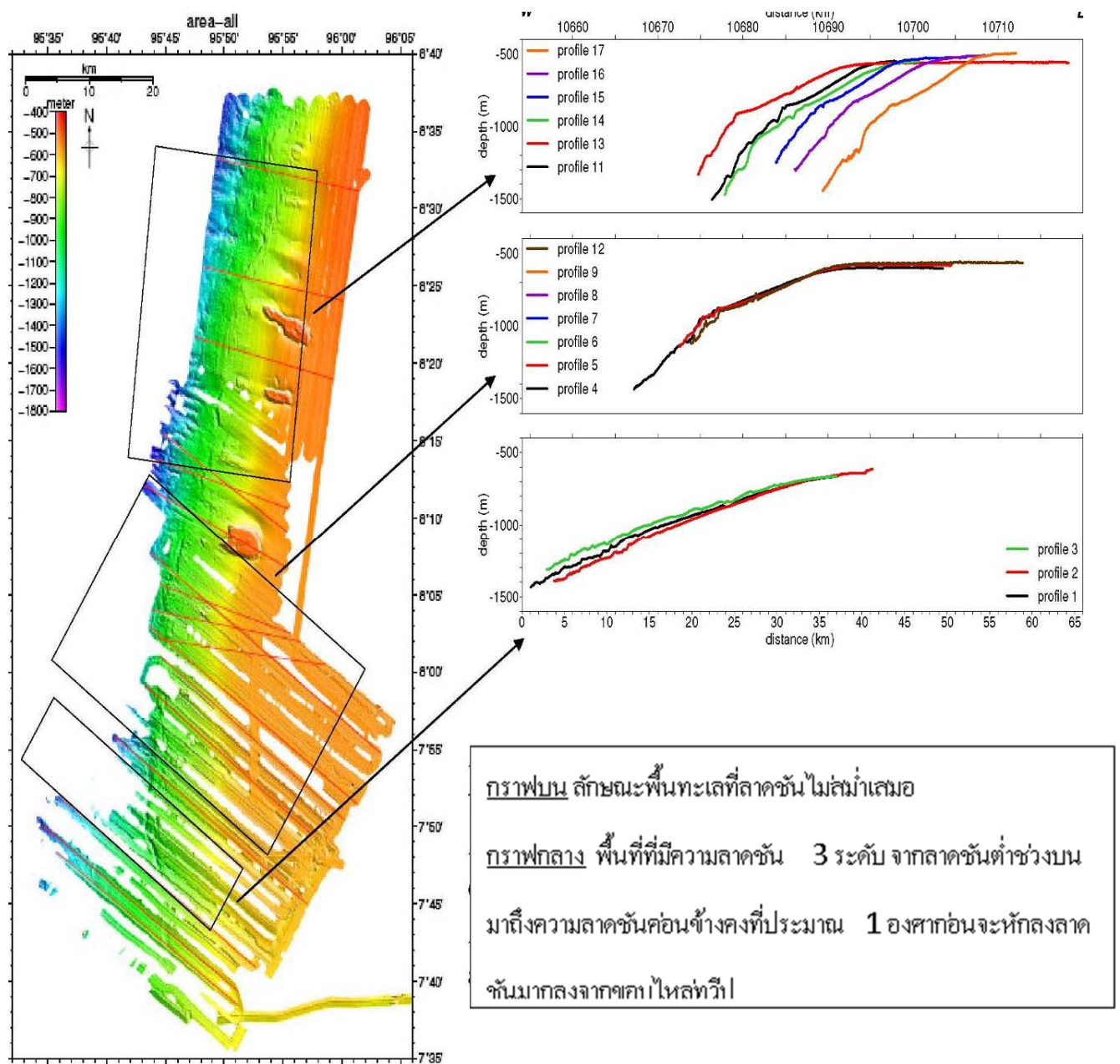
จากการสำรวจด้วย Multibeam bathymetry and backscatter รุ่น SEABEAM 1000 (ELAC Nautik) ได้ข้อมูลการสร้างแบบจำลองพื้นทะเลเบื้องต้น ดังรูปที่ 3.6 แสดงให้เห็นลักษณะของพื้นทะเลในแนวราบ และนอกจากนี้ยังพบลักษณะหรือโครงสร้างพิเศษต่างๆ ในบริเวณสำรวจ เช่น Plateaus (รูปที่ 3.8), ร่องรอยการยุบตัวของชั้นตะกอน pockmark (รูปที่ 3.9) อีกด้วย ซึ่งจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ในแนวดิ่งจากข้อมูล subbottom profiler ประกอบด้วยเพื่อทราบลักษณะความลาดชัน ดังรูปที่ 3.7 และนอกจากนี้การสร้างแบบจำลอง แบบ 3 มิติ จะทำให้เห็นโครงสร้างพื้นทะเลที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังรูปที่ 3.8



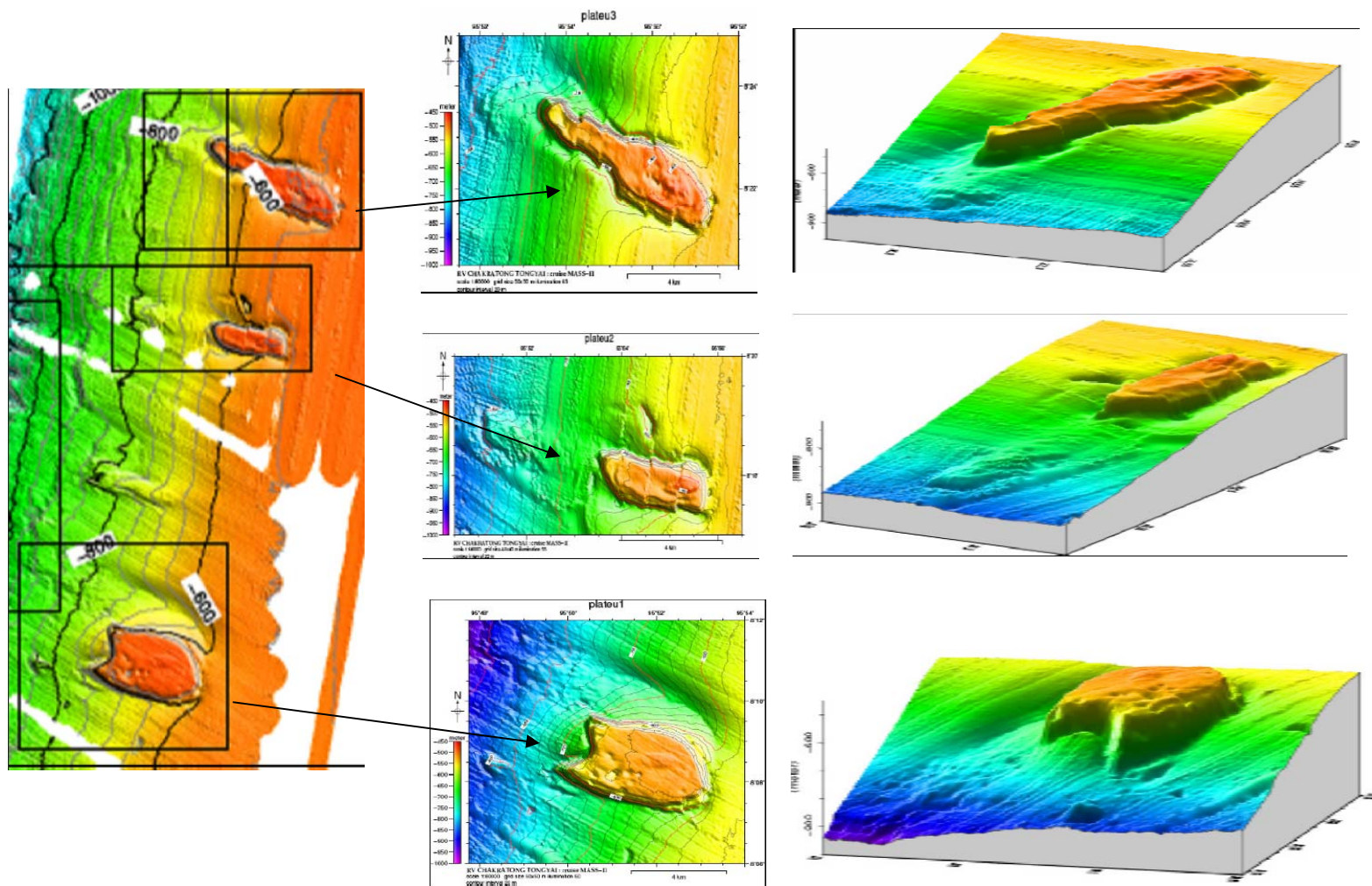
รูปที่ 3.5 เส้นทางการสำรวจโดยแปลการวิเคราะห์ข้อมูลจาก subbottom profiler



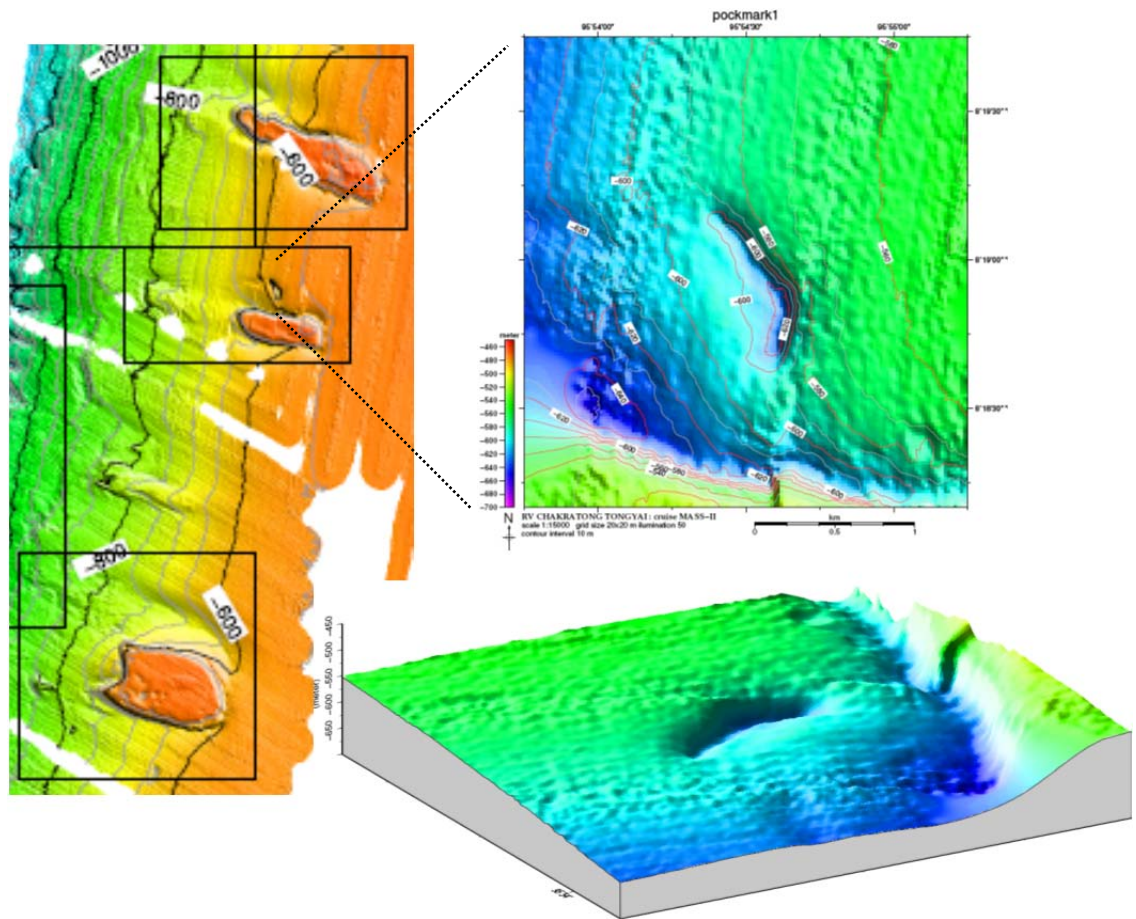
รูปที่ 3.6 การสร้างแบบจำลองพื้นทะเลด้วย Multibeam echosounder system และแสดงโครงสร้างลักษณะพิเศษที่พบในการสำรวจ



รูปที่ 3.7 ภาพตัดขวางข้อมูลจากการสำรวจด้วย Multibeam echosounder system



รูปที่ 3.8 ลักษณะพื้นที่ongทะเล แบบ Plateaus 3 บริเวณแบบ 2 และ 3

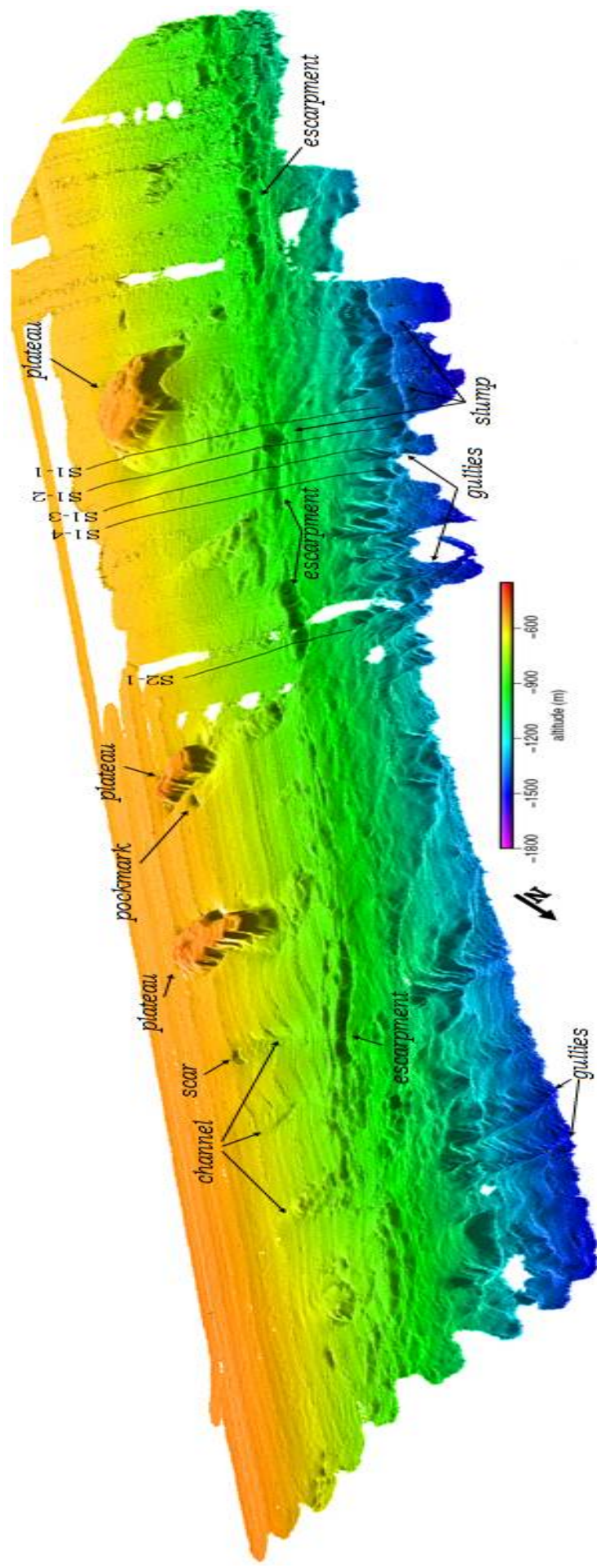


รูปที่ 3.9 ลักษณะพื้นที่ของทะเลแบบร่องรอยการยุบตัวของชั้นตะกอน pockmark 3 บริเวณแบบ 2 และ 3

3.3 ผลดำเนินการวิจัยปีที่ 3

กล่าวโดยสรุปคือแผนที่พื้นทะเลและการจัดเรียงตัวของชั้นตะกอนที่พื้นที่ท้องทะเลที่ได้จากการสำรวจ ภายใต้โครงการเสถียรภาพของชั้นตะกอนและการเกิดแผ่นดินถล่มใต้ทะเลบริเวณขอบไหล่ทวีปในทะเลอันดามันในปีที่ 1 และ 2 ครอบคลุมบริเวณลาดทวีปส่วนบนของขอบทวีปตอนนอกในทะเลอันดามัน คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 3,000 ตารางกิโลเมตร ที่ความลึกของน้ำทะเลระหว่าง 500 ถึง 1,600 เมตร ข้อมูลเสียงสะท้อนที่ได้ถูกนำมาประมวลผลและสร้างเป็นแผนที่พื้นทะเลด้วยความละเอียด 50 เมตร โดยทั่วไปพื้นที่ด้านบนสุดของลาดทวีปตอนนอกค่อนข้างราบเรียบและลาดเทลงไปทางทิศใต้ ขณะที่ลาดทวีปที่โค้งงอถูกตัดด้วย gullies หรืออาจจะเป็น submarine canyon ลักษณะพื้นทะเลหลายแบบที่ไม่เคยมีการสำรวจมาก่อน ถูกจำแนกจากแผนที่พื้นทะเลรายละเอียดสูงนี้ ได้แก่ พุโคลนใต้ทะเล (mud volcano) pockmark ที่ราบใต้ทะเลที่ถูกล้อมรอบด้วยร่องที่ถูกกัดเซาะด้วยตะกอน (plateau) ก๊าซที่บรรจุในตะกอน (gaseous sediment) จากข้อมูลเสียงสะท้อนจากชั้นตะกอนพื้นทะเล

จากการวิเคราะห์พบการจัดเรียงชั้นตะกอนพื้นทะเลจำนวน 7 แบบ (รูปที่ 3.10) ที่จำแนกได้จากข้อมูลเสียงสะท้อนแบบทุติยภูมิประกอบกับแผนที่พื้นทะเลความละเอียดสูงและแผนภาพการสะท้อนกลับของเสียงสะท้อนถูกใช้เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของกระบวนการของตะกอนบนพื้นทะเล จากข้อมูลพบว่าพื้นที่ด้านบนของลาดทวีปมีแนวโน้มถูกปกคลุมด้วยตะกอนชนิดละเอียดซึ่งเชื่อว่าถูกขนส่งมาจากลาดทวีปด้านบนและบริเวณพื้นที่ด้านใต้ของพื้นที่ศึกษาแสดงการเคลื่อนย้ายตะกอนซึ่งเชื่อได้ว่าเป็นการกัดเซาะ ไหลของตะกอน หรือการถล่มของตะกอนพื้นทะเล ตะกอนเหล่านี้ตกลงในที่ลึกกว่าผ่านทาง gullies จากบริเวณตอนกลางของลาดทวีป และมีความเป็นไปได้ว่ากระแสน้ำขึ้นขึ้นประกอบกับอิทธิพลของกระแสน้ำตะวันออกเฉียงใต้เป็นตัวการขนส่งตะกอนเหล่านี้จากไหล่ทวีปด้านในมาสู่ลาดทวีปด้านนอก กระแสน้ำที่ไหลผ่านช่องแคบสุมาตราเป็นอีกตัวการหนึ่งที่เป็นไปได้ว่าน่าจะขนส่งตะกอนจากช่องแคบสุมาตราเข้าสู่พื้นที่ศึกษาทางด้านใต้



รูปที่ 3.10 การวิเคราะห์ภาพการจัดเรียงชั้นตะกอนพื้นทะเลจำนวน 7 แบบ

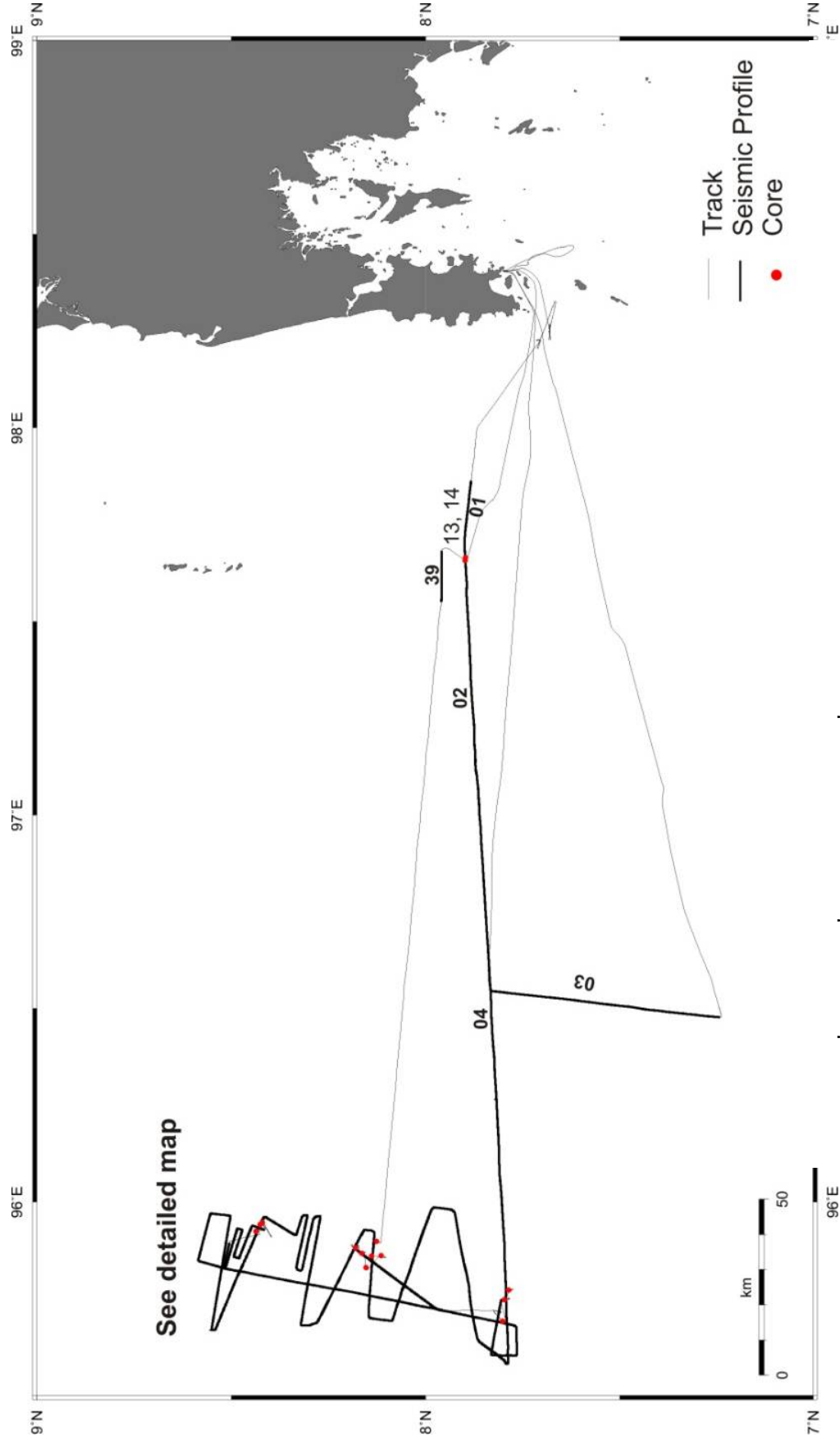
การวิเคราะห์ข้อมูลจากแผนที่รายละเอียดสูง ข้อมูลการสะท้อนกลับของเสียงสะท้อนและข้อมูลเสียงสะท้อนจากตะกอนพื้นทะเลแสดงให้เห็นว่าลาดทวีปมีการถล่มอย่างมากและมีการเคลื่อนตัวของมวลตะกอนตลอดทั้งลาดทวีป พื้นที่ทางตอนเหนือและตอนกลางถูกกระทบด้วยกระบวนการเคลื่อนที่ของมวล เช่น การกัดเซาะ การไหลของตะกอน และการถล่มใต้ทะเล เหตุการณ์เหล่านี้ดูเหมือนจะเกิดขึ้นซ้ำกัน กลไกที่เกิดดูเหมือนจะเป็นความลาดเทของลาดทวีปประกอบกับแรงโน้มถ่วง หลักฐานที่ปรากฏอย่างชัดเจนหลายอย่างและแนวขนานของลักษณะที่คล้ายกับการถล่มของลาดทวีปแสดงว่าการถล่มเกิดเมื่อไม่นานมานี้ โดยเกิดในเวลาที่แตกต่างกัน ทางตอนใต้ของพื้นที่ศึกษา ดินถล่มใต้ทะเลจำนวน 11 ตำแหน่งถูกศึกษาจากข้อมูลเสียงสะท้อนจากชั้นตะกอน แผ่นดินถล่มใต้ทะเลที่เป็นไปได้จำนวน 2 แห่งถูกศึกษาจากแผนที่พื้นทะเลและข้อมูลเสียงสะท้อนจากชั้นตะกอน ดินถล่มใต้ทะเลจำนวน 1 แห่งถูกจำแนกเป็นการเคลื่อนย้ายตะกอนด้วยการถล่ม ซึ่งมีปริมาตรประมาณ 2.2 ล้านลูกบาศก์เมตร ข้อมูลจากการศึกษาไม่พบว่าแผ่นดินถล่มใต้ทะเลเป็นที่มาของคลื่นสึนามิในเวลาที่ผ่านมา แม้ว่าไม่ปรากฏอย่างชัดเจนสำหรับสึนามิที่เกิดจากดินถล่มใต้ทะเล แต่ดินถล่มดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงการเกิดขึ้นของการทรุดตัวของลาดทวีปและการเคลื่อนที่ของมวลที่นำไปสู่การประเมินความไม่เสถียรของลาดทวีป ข้อมูลเบื้องต้นที่ได้นี้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับประกอบกับเหตุการณ์การทรุดตัวในบริเวณที่ศึกษา อย่างไรก็ตาม การสำรวจเพิ่มเติม เช่น การเก็บแท่งตะกอน และภาพถ่ายใต้น้ำ จำเป็นสำหรับสอบทวนข้อเท็จจริงสำหรับการศึกษากระบวนการของตะกอนบริเวณพื้นที่ศึกษา

อนึ่งเนื่องจากการสำรวจในปีที่ 1 และ 2 จะมุ่งเน้นที่จะทำการสำรวจในระยะเวลาใกล้เคียงมือสำรวจใต้น้ำดังกล่าวเพียงอย่างเดียว ดังนั้นการสำรวจในปีที่ 3 จึงเริ่มมีการเก็บตะกอนพื้นท้องทะเลโดยใช้เทคนิคทางธรณีเทคนิค เพื่อต้องการศึกษากระบวนการ Mass wasting เพื่อศึกษาองค์ประกอบของ Shear strength, ความหนาแน่น, ปริมาณน้ำและความพรุน ทำให้ทราบถึงความสามารถในการต้านต่อแรงกระทำที่เกิดขึ้นภายนอก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเกิด แผ่นดินไหวที่ส่งผลให้มีการเกิดแผ่นดินถล่มใต้น้ำและสืบเนื่องสมมติฐานของโครงการในปีที่ 3 จึงมุ่งเน้นที่จะทำการศึกษาถึงกระบวนการทางเคมีเพื่อทราบถึง Microbiological ของชั้นตะกอนที่เกิดการเปลี่ยนแปลงไปซึ่งจะมีการเก็บตะกอน โดย Long gravity corer ขึ้นมาอย่างน้อย 10 ตัวอย่างเพื่อจะศึกษาค่าความหนาแน่น, ปริมาณน้ำ, ความพรุน, Shear strength จากอัตรา การตกตะกอนโดยใช้สารกัมมันตรังสีธรรมชาติและทำการแยกน้ำออกจากชั้นตะกอนด้วยกระบวนการ Standard squeezing and Rhizone sampling methods และจะทำการวิเคราะห์หา Alkalinity ที่เป็น indicator

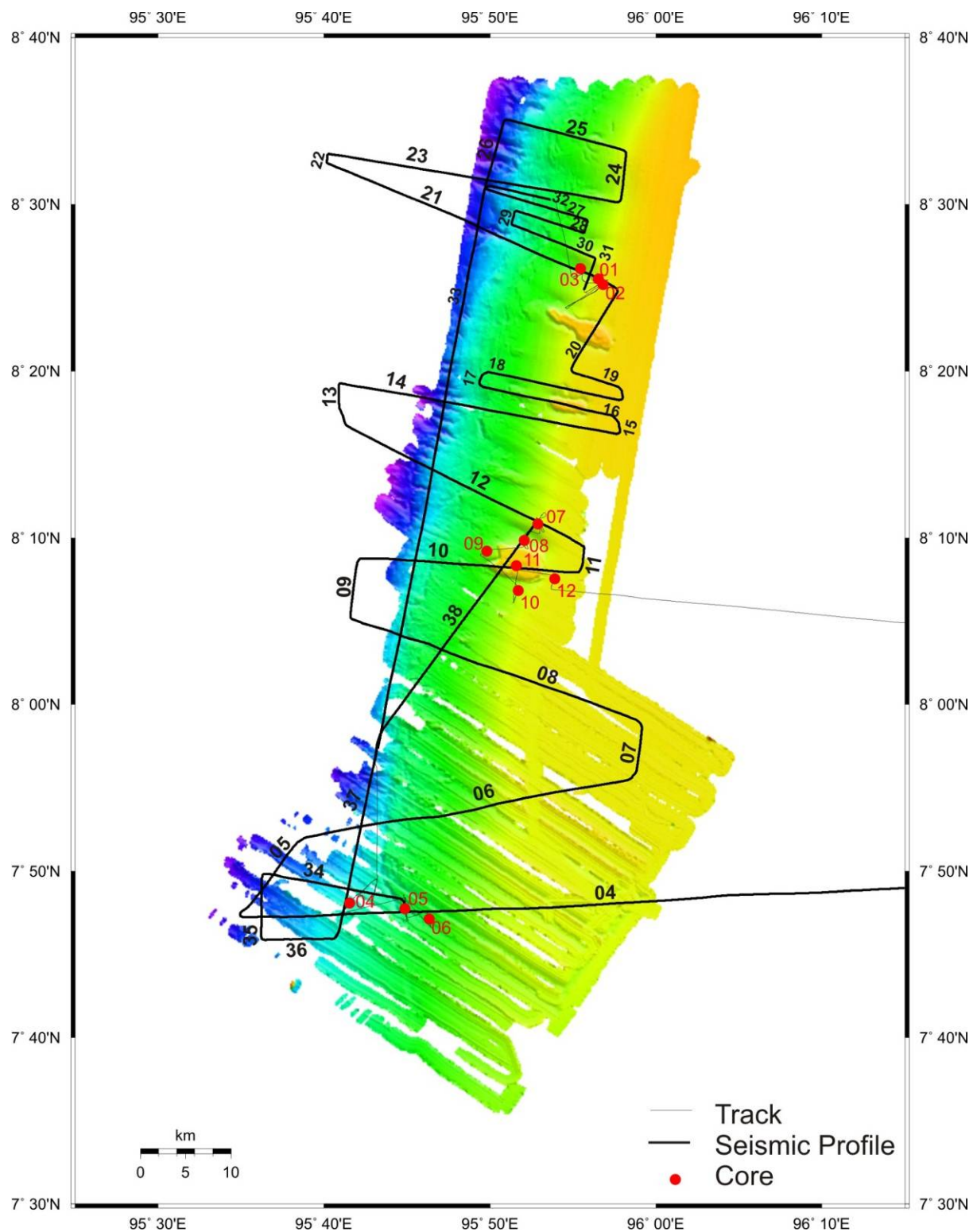
จากการหาอัตราการ reduction ของซัลไฟด์ในตะกอนหรือสารประกอบแร่ของซัลไฟด์ และ ปริมาณสารอาหารที่ละลายน้ำ เช่น ไนเตรท, ไนไตรท์ และ ฟอสเฟต เพื่ออัตราการย่อยสลายของสารอินทรีย์ โดยการตรวจสอบจะทำในเรือทันทีเนื่องจากค่าดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ส่วนพวก Major ion เช่น คาร์บอเนตและซัลเฟตไอออน และ Methane hydrate จะเก็บรักษาน้ำตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการบนบกและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงธรณีวิทยา

การสำรวจของโครงการฯ ที่ปีที่ 3 ปี 2554 เพื่อทำการสำรวจทางธรณีสัณฐานของทะเลอันดามันที่มีความลึกมากกว่า 500 เมตรต่อจากปีที่ 1 และปีที่ 2 ภายในเขตเศรษฐกิจจำเพาะของราชอาณาจักรไทยต่อจากแนวเดิมขึ้นไปทางเหนือโดยจะเน้นที่บริเวณขอบไหล่ทวีปและบริเวณที่คาดว่าอาจจะมี submarine canyon และทั้งยังทำการสำรวจโดยวิธีทางตะกอนวิทยา (Sedimentology) ด้วยการเก็บแท่งตะกอนพื้นทะเลด้วย Gravity Core โดยการสำรวจภาคสนามบนเรือจักรทอง ทองใหญ่ ระหว่างวันที่ 11-22 มกราคม 2554 รวมทั้งสิ้น 12 วัน โดยการสำรวจทำการสำรวจและบันทึกข้อมูลพื้นทะเลต่อเนื่องในช่วงความลึกน้ำตั้งแต่ 500-1,400 เมตร ต่อเนื่อง 12 วัน ดังรูปที่ 3.11 และ 3.12 นั้น

แต่ทั้งนี้ จากการออกสำรวจภาคสนามนั้น พบปัญหาและอุปสรรคทำให้การเก็บแท่งตะกอนพื้นทะเลนั้นเพื่อจะศึกษาค่าความหนาแน่น, ปริมาณน้ำ, ความพรุน, Shear strength ในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ไม่สามารถทำการตรวจสอบโดยการแยกน้ำออกจากชั้นตะกอนด้วยกระบวนการ Standard squeezing and Rhizone sampling methods วิเคราะห์อัตราการย่อยสลายของสารอินทรีย์โดยการวิเคราะห์หา Alkalinity และพวก Major ion เช่น คาร์บอเนตและซัลเฟตไอออน และ Methane hydrate จากน้ำตัวอย่างได้ เนื่องจากข้อจำกัดที่จะต้องดำเนินการในเรือทันทีเนื่องจากค่าดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ด้วยข้อจำกัดเรื่องเวลาในการเก็บแท่งตะกอน นักวิจัยฯ จึงหาวิธีและสรุปที่จะไม่ทำการเปิดแท่งตะกอนทันทีบนเรือสำรวจ ดังนั้นการวิเคราะห์ทางตะกอนวิทยาจะดำเนินการในส่วน การศึกษากระบวนการ Mass wasting เท่านั้น



รูปที่ 3.11 แผนที่เส้นทางการสำรวจปีที่ 3 และจุดสีแดงคือสถานีเก็บตัวอย่างตะกอน

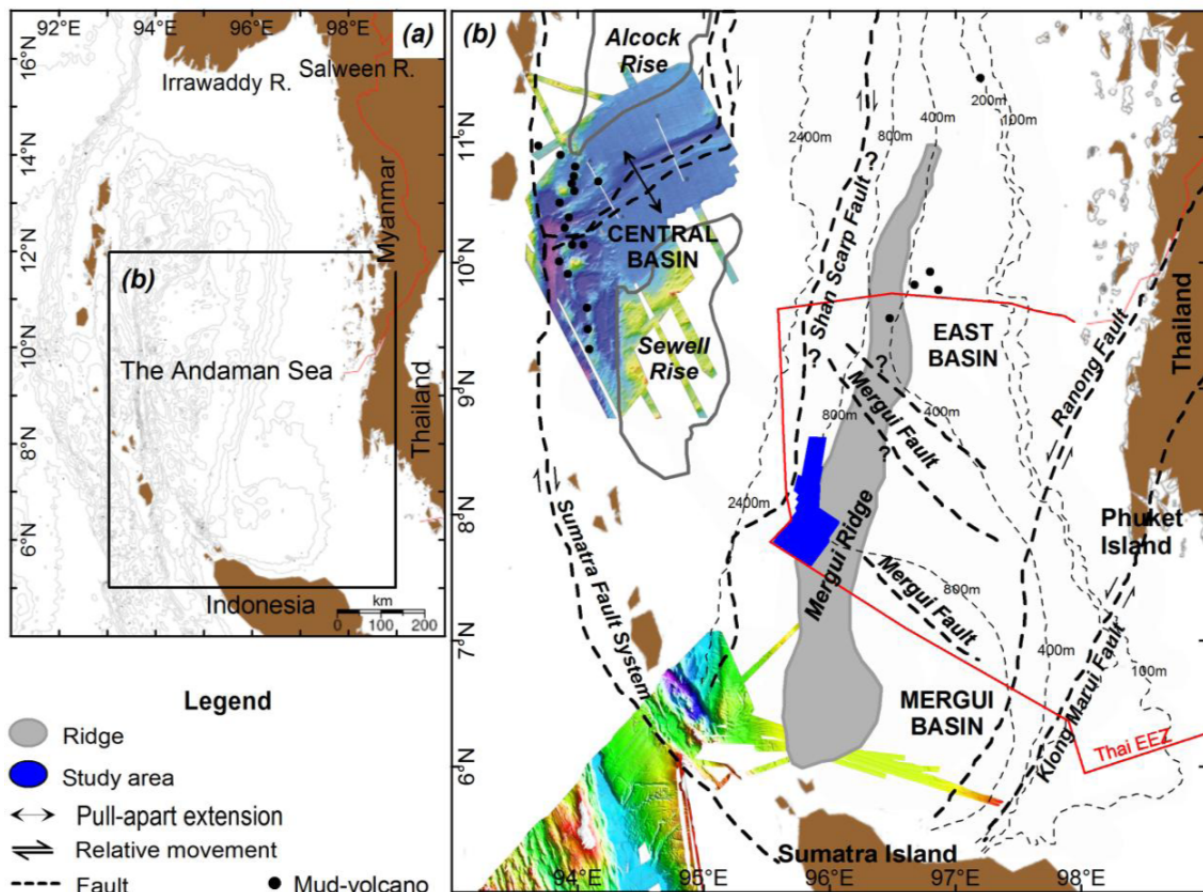


รูปที่ 3.12 เส้นทางการสำรวจปีที่ 3 และสถานีเก็บตัวอย่างตะกอนชั้นทับบนภาพพื้นทะเลความ

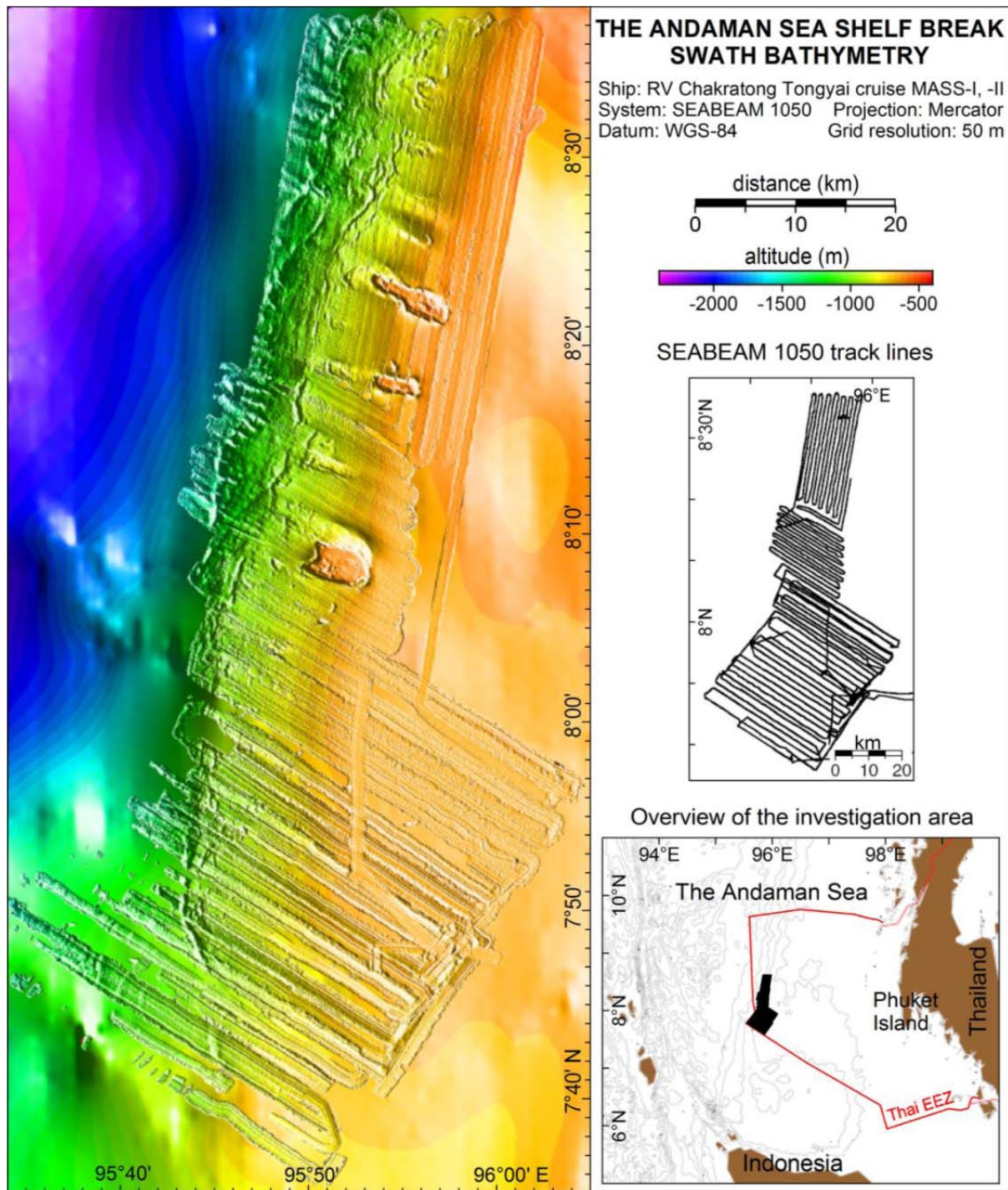
ละเอียดสูงโดยวิธี Multibeam bathymetry

3.3.1 ผลการศึกษาด้านธรณีสัณฐาน

กล่าวโดยสรุป การศึกษาทางธรณีสัณฐานด้วยการสำรวจลักษณะพื้นที่ทะเลที่ความลึกระหว่าง 500 ถึง 1600 เมตรบริเวณตอนบนของไหล่ทวีปด้านทะเลอันดามัน (รูปที่ 3.13) บริเวณเขตเศรษฐกิจจำเพาะของประเทศไทย (ครั้งที่ 1-3) ด้วย multibeam echosounder และการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม MB-system แสดงผลเป็นภาพจำลองแผนที่พื้นทะเลแบบสีผสม (ด้วยโปรแกรม Generic Mapping Tool-GMT) พบว่าจากการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะพื้นทะเลทางธรณีสัณฐานนี้ ร้อยละ 95 ของข้อมูลความลึกมีความแม่นยำมากกว่า ร้อยละ 1 ของข้อมูลความลึก (Beyer et al., 2003; de Alteriis et al., 2003; Beyer et al., 2005) หรือมีความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ระหว่าง 5-16 เมตร ทำให้สามารถสร้างภาพจำลองลักษณะพื้นทะเลรายละเอียดสูงได้ค่อนข้างแม่นยำโดยแต่ละกริดมีขนาด 50 เมตร(50x50เมตร) ดังรูป 3.14 การวิเคราะห์ยังแสดงอีกด้วยว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลที่ได้นี้สามารถยอมรับได้ที่ความเชื่อมั่น 95% เมื่อมีค่าเบี่ยงเบนน้อยกว่า 16 เมตร ผลการศึกษาจักแสดงในหัวข้อย่อยถัดไปและการศึกษาเสถียรภาพของชั้นตะกอนโดย subbottom profiler records วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม SES และแสดงผลด้วยโปรแกรม KINGDOM Suit ซึ่งได้ข้อมูลชั้นตะกอนจากการตรวจวัดด้วยเครื่องมือนี้ความละเอียดค่อนข้างสูงคือ จากพื้นทะเลลึกลงไปในช่วง 5-10 เมตร ดังแสดงผลในหัวข้อย่อยถัดไป



รูปที่ 3.13 จาก Jintasaeranee, 2012 (a) แสดงพื้นที่ศึกษาในภาพมุมกว้างของทะเลอันดามัน (b) ภาพ Synthesis tectonic ของแอ่งทะเลอันดามันตะวันออกโดยการซ้อนทับข้อมูลพื้นทะเลจาก Curry (2005) ประกอบกับข้อมูลการขยายตัวของรอยเลื่อนตอนกลางของทะเลอันดามัน pull-apart extension fault (Raju et al., 2004) ตำแหน่งแนวรอยเลื่อน เช่น Shan Scarp Fault และ Mergui Faults ในแอ่งด้านตะวันออก (Richter et al., 1993; Polachan and Racey, 1993; Curry, 2005) และข้อมูลรายละเอียดชั้นความลึก (detailed bathymetry) (Raju et al., 2004; Krabbenhoft et al., 2010) โดยบริเวณสีน้ำเงินคือพื้นที่สำรวจของโครงการฯ และแสดงขอบเขตพื้นที่ทางทะเลของประเทศไทยด้วยกรอบสีแดง เพื่อให้เห็นภาพมุมกว้างของทะเลอันดามันอย่างชัดเจน

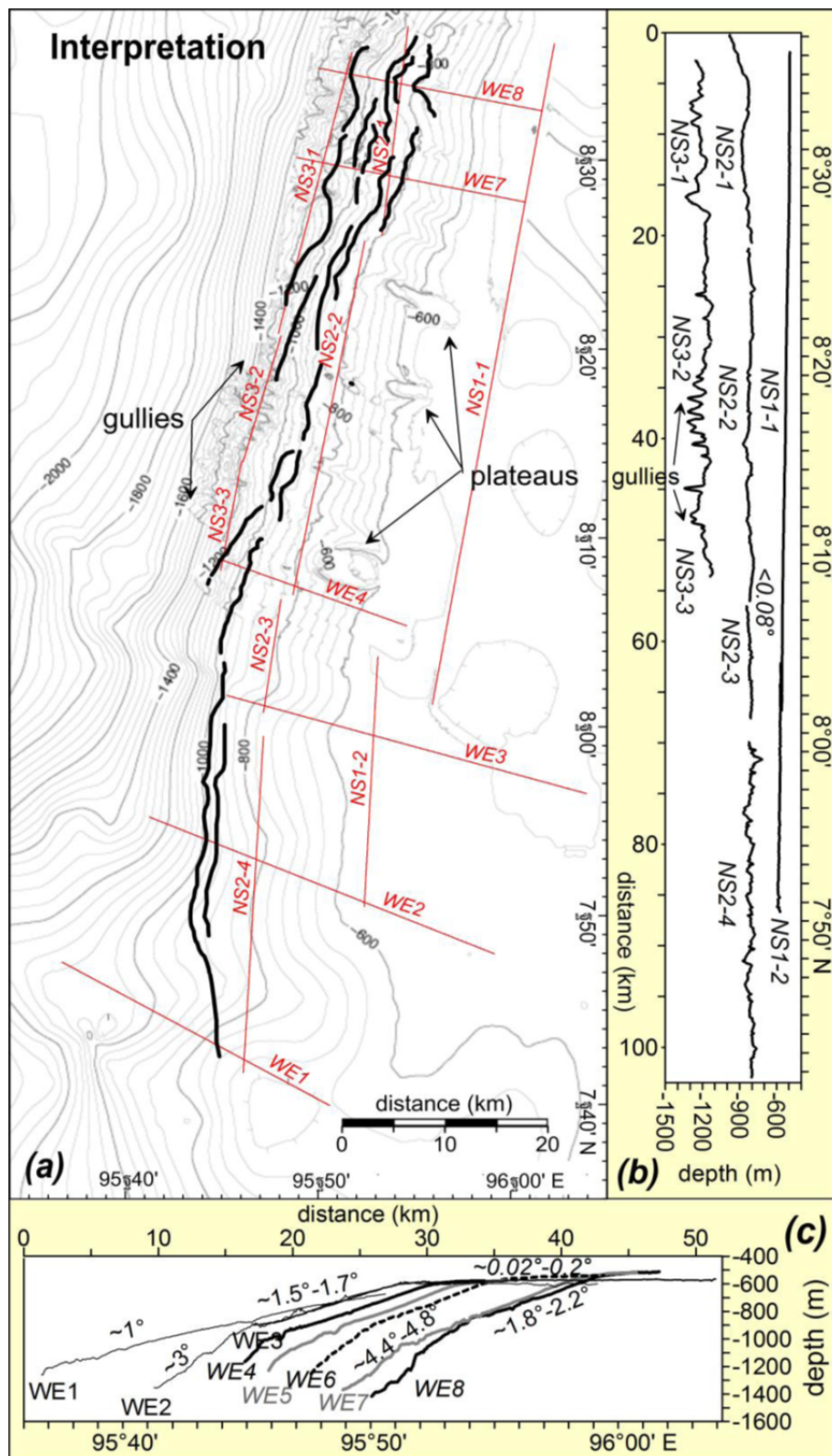


รูปที่ 3.14 จาก Jintasaerane, 2012 แผนที่พื้นท้องทะเลรายละเอียดสูง โดยแต่ละกริดมีขนาด 50 เมตร
ซ้อนทับด้วยข้อมูล GEBCO ขนาด 30 arc-second

- ผลการศึกษา

จากแบบจำลองลักษณะพื้นทะเลบริเวณไหล่ทวีปด้านทะเลอันดามันและข้อมูลชั้นตะกอน แสดงลักษณะพื้นทะเลและลักษณะเด่นซึ่งไม่เคยถูกสำรวจมาก่อนหลายแห่ง (รูปที่ 3.15a) เมื่อพิจารณา ลักษณะทั่วไปบริเวณตอนบนของไหล่ทวีปในเขตเศรษฐกิจจำเพาะของไทยในแนวเหนือใต้ (รูปที่ 3.15b) พบว่าบริเวณตอนบนซึ่งมีความลึกระหว่าง 500-600 เมตร มีลักษณะค่อนข้างราบเรียบและลาดเทเล็กน้อยไป ทางด้านทิศใต้ โดยมีความลาดเทน้อยกว่า 0.08 องศา ในขณะที่บริเวณที่ลึกกว่าไม่ราบเรียบแต่มีลักษณะ เป็นร่อง ในทางตรงกันข้ามเมื่อพิจารณาในแนวตะวันออกตะวันตก (รูปที่ 3.15c) จะสามารถแบ่งไหล่ทวีป ได้เป็นสองส่วน ส่วนแรกเป็นบริเวณตอนบนของไหล่ทวีปซึ่งมีความลาดเทเล็กน้อย ประมาณ 1 องศา ทางด้านใต้ของพื้นที่ศึกษา ระหว่างความลึกน้ำ 700-1200 เมตร ส่วนทางด้านเหนือขึ้นไปมีความลาดเทมาก ขึ้น ระหว่าง 1.5-2.2 องศา ที่ความลึกน้ำระหว่าง 600-900 เมตร ส่วนที่สองเป็นบริเวณตอนกลางของไหล่ ทวีปซึ่งมีความลาดชันมากกว่า โดยมีความลาดชันประมาณ 3 องศา ทางด้านใต้ที่ความลึกน้ำระหว่าง 900-1300 เมตร และลาดชันมากขึ้นถึง 4.8 องศา ทางตอนเหนือ

ทั้งนี้รูปที่ 3.15 เป็นวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแปลข้อมูลแผนที่พื้นทะเลกับข้อมูลชั้นตะกอน เพื่อ แสดงลักษณะพิเศษที่พบ โดยแสดงในระยะเส้นชั้นความลึกที่ 40 เมตร โดยแบบจำลองลักษณะพื้นทะเล แสดงบริเวณที่มีลักษณะเด่นหลายแห่ง ได้แก่ fault traces บริเวณที่มีดินโคลนถล่มใต้ทะเล (submarine landslides) บริเวณที่อาจมีแก๊สหรือของเหลวใต้พื้นทะเล ร่องรอยของ gullies บริเวณที่อาจเป็นพูโคลน (mud-dome) บริเวณที่ราบสูงใต้ทะเล (plateaus)



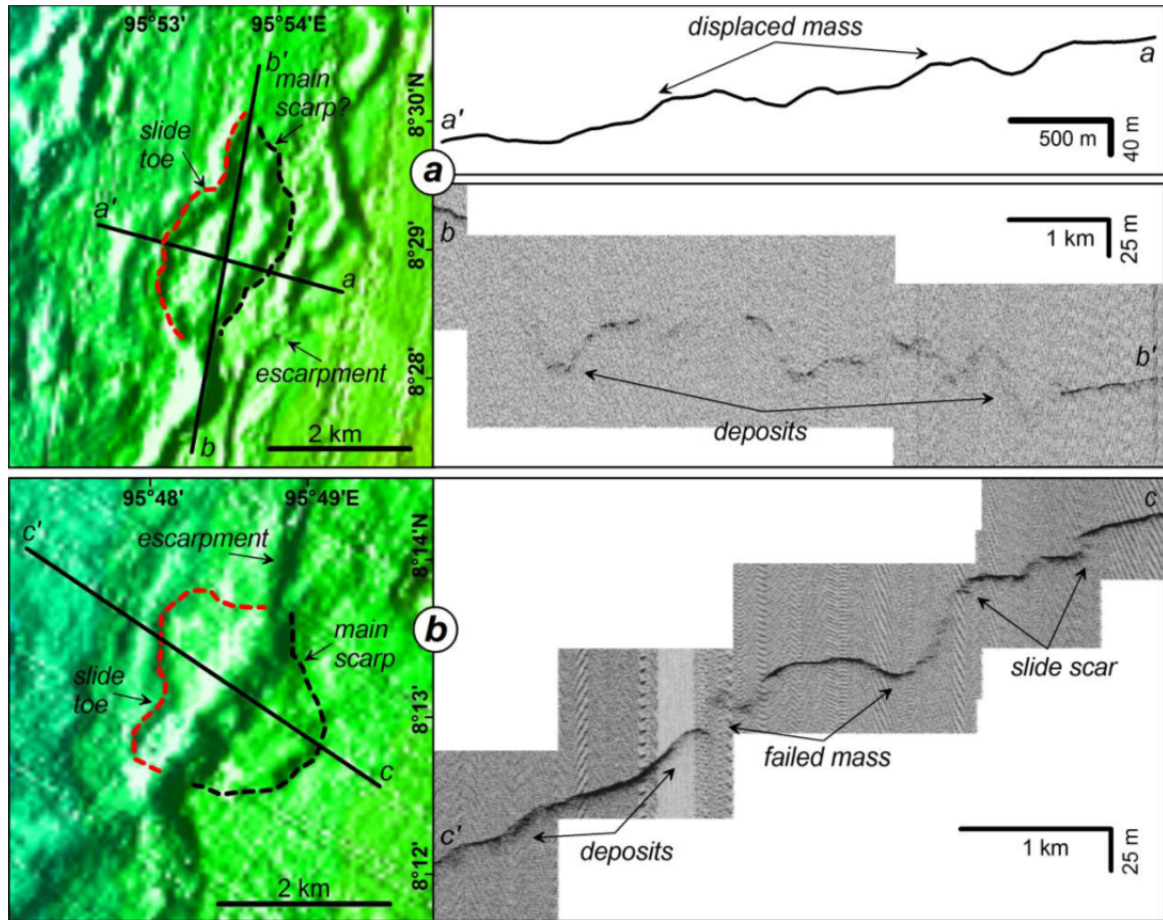
รูปที่ 3.15 ภาพการแปลข้อมูลแผนที่พื้นทะเลร่วมกับข้อมูลชั้นตะกอนที่ขึ้นความลึกทุก 40 เมตร บริเวณโครงสร้างพิเศษที่พบ ได้แก่ fault traces บริเวณที่มีดินโคลนถล่มใต้ทะเล (submarine landslides) บริเวณที่อาจมีแก๊สหรือของเหลวใต้พื้นทะเล ร่องรอยของ gullies บริเวณที่อาจเป็นพุดโคลน (mud-dome) และบริเวณที่ราบสูงใต้ทะเล (plateaus)

ดินโคลนถล่มใต้ทะเล

บริเวณตอนเหนือของไหล่วีป แบบจำลองพื้นทะเล ณ พิกัด $8^{\circ}29'$ เหนือ และ $95^{\circ}53.65'$ ตะวันออก ที่ความลึกประมาณ 870 เมตร พบลักษณะที่แสดงให้เห็นร่องรอยของดินถล่มใต้ทะเล (รูปที่ 3.16) ซึ่งมีขนาดกว้างประมาณ 700 เมตร ยาวประมาณ 2000 เมตร ลึกประมาณ 18 เมตร คิดเป็นตะกอนประมาณ 4×10^7 ลูกบาศก์เมตร ข้อมูลในแนว aa' แสดงให้เห็นว่าการดินถล่มเป็นระยะประมาณ 1200 เมตร จากร่องรอยการถล่ม การแปลผลข้อมูลชั้นตะกอนในแนว bb' เทียบกับที่เคยมีการศึกษาในบริเวณอื่น (Damuth and Hayes, 1977; Damuth, 1975; 1980; Pratson and Laine, 1989; Domzig et al., 2009) แสดงให้เห็นลักษณะการจัดชั้นตะกอนเช่นเดียวกันซึ่งชี้ให้เห็นว่าเป็นบริเวณที่มีการสะสมของตะกอนบริเวณด้านล่างของร่องรอยการถล่ม

ถัดลงมาทางด้านทิศใต้ของไหล่วีป แบบจำลองพื้นทะเล ณ พิกัด $8^{\circ}12.94'$ เหนือ และ $95^{\circ}48.80'$ ตะวันออก แสดงตำแหน่งซึ่งเป็นดินโคลนถล่มใต้ทะเล (รูปที่ 3.16b) บริเวณพื้นลาดเทของไหล่วีป ที่ความลึกประมาณ 945 เมตร ร่องรอยดินถล่มดังกล่าวมีลักษณะคล้ายรูปสี่เหลี่ยมคางหมู โดยมีความลึกประมาณ 25 เมตร จากพื้นทะเลโดยรอบ และมีขนาดกว้างประมาณ 1100 เมตร ยาวประมาณ 800 เมตร คิดเป็นปริมาณดินถล่มประมาณ 2.2×10^7 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งข้อมูลชั้นตะกอนในแนว cc' แสดงให้เห็นว่าการถล่มมากกว่า 1 ครั้ง ครั้งแรกเป็นร่องลึกประมาณ 13 เมตร และครั้งที่สองเป็นร่องลึกประมาณ 10 เมตร และพบลักษณะการจัดชั้นตะกอนแสดงให้เห็นบริเวณที่ตะกอนที่ถล่มลงมามีการสะสม เมื่อเปรียบเทียบกับที่เคยมีรายงานไว้ (Pratson and Laine, 1989) ดินตะกอนดังกล่าวเคลื่อนที่ห่างประมาณ 2.5 กิโลเมตรจากร่องรอยการถล่ม

นอกจากนั้นยังพบลักษณะดินถล่มขนาดเล็กอีกจำนวน 11 แห่ง บริเวณทิศตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีความลาดเทประมาณ 1 องศา ซึ่งแม้ว่าจะมีความลาดเทน้อยก็ตาม แต่พื้นที่ที่มีความลาดเทน้อยเช่นนี้ก็มีรายงานการถล่มของดินตะกอนในบริเวณอื่นหลายบริเวณ (Hampton et al., 1996) ขนาดของตะกอนที่ถล่มนี้ระหว่าง 500 และ 1000 เมตร และลึกระหว่าง 10-20 เมตร ดินถล่มนี้ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 200 ตารางกิโลเมตร



รูปที่ 3.16 (a) ข้อมูลชั้นตะกอนในแนวตัดขวางในแนว profile aa' (b) การแปลความหมายภาพข้อมูลชั้นตะกอนในแนวตัดขวาง profile bb' เพื่อดูร่องรอยที่น่าจะเป็นไปได้ของ submarine landslide (c) รายละเอียด Subbottom profiler records profile cc' ที่แสดงร่องรอยที่น่าเป็นลักษณะที่น่าสนใจ เช่น slide scar, convex-upward slopes และร่องรอยการเคลื่อนย้ายตะกอน

ซึ่งการแปลความหมายภาพข้อมูลชั้นตะกอนในแนวตัดขวางเพื่อดูร่องรอยที่น่าจะเป็นไปได้ของ submarine landslide และจาก profile aa' ที่แสดงร่องรอยที่น่าเป็นลักษณะที่น่าสนใจ แสดงในรูปที่ 3.16 อธิบายได้ดังนี้

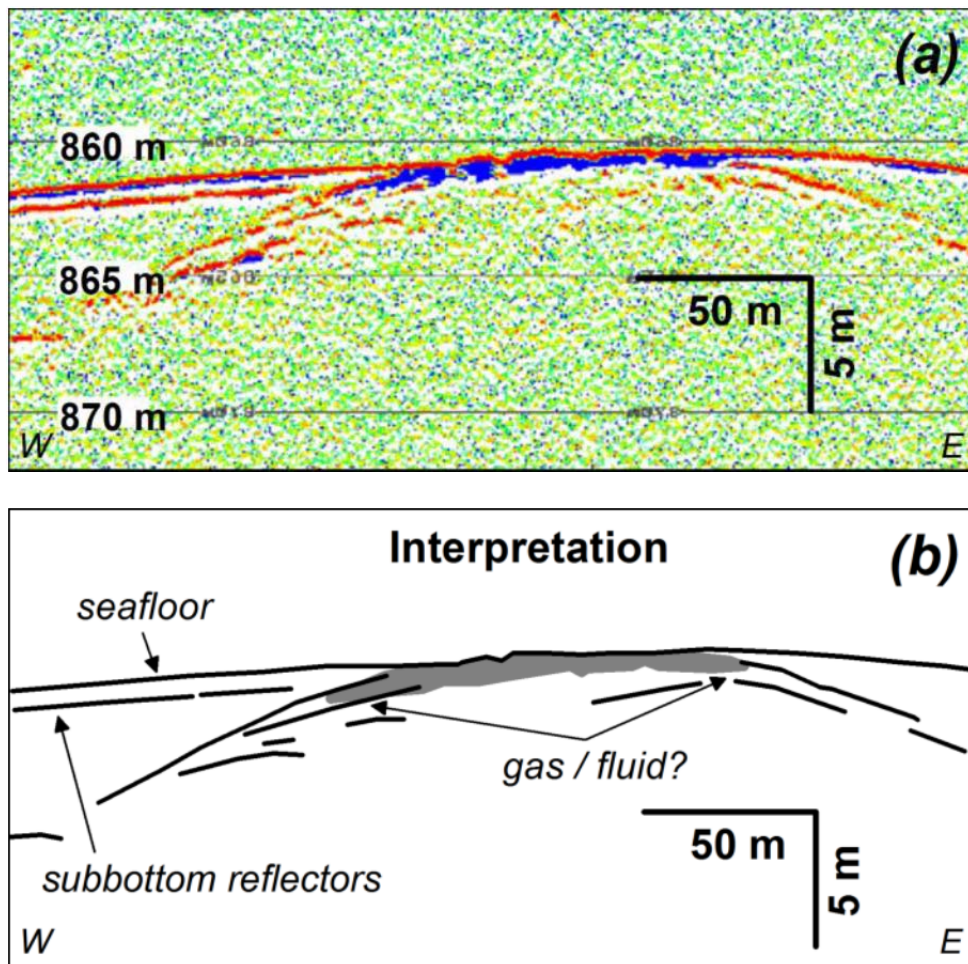
ร่องรอยการเคลื่อนย้ายตะกอน

บริเวณไหล่ทวีปยังพบร่องรอยการเคลื่อนย้ายตะกอนมีลักษณะเป็นแนวยาววางตัวในแนวเหนือใต้ขนานกับแนวไหล่ทวีปและตั้งฉากกับความลาดเท ที่ความลึกระหว่าง 600 -1300 เมตร ร่องรอยดังกล่าวมีหลายขนาดตั้งแต่ยาวหลายกิโลเมตรจนถึงยาวมากกว่าสี่สิบกิโลเมตร และมีความสูงหลายสิบลเมตร

(รูปที่ 3.15) แม้ว่าข้อมูลที่ได้จากการสำรวจไม่แสดงรายละเอียดมากจนสามารถจำแนกได้ชัดเจน แต่ก็แสดงให้เห็นร่องรอยดังกล่าวได้

ก๊าซหรือของเหลวใต้พื้นทะเล

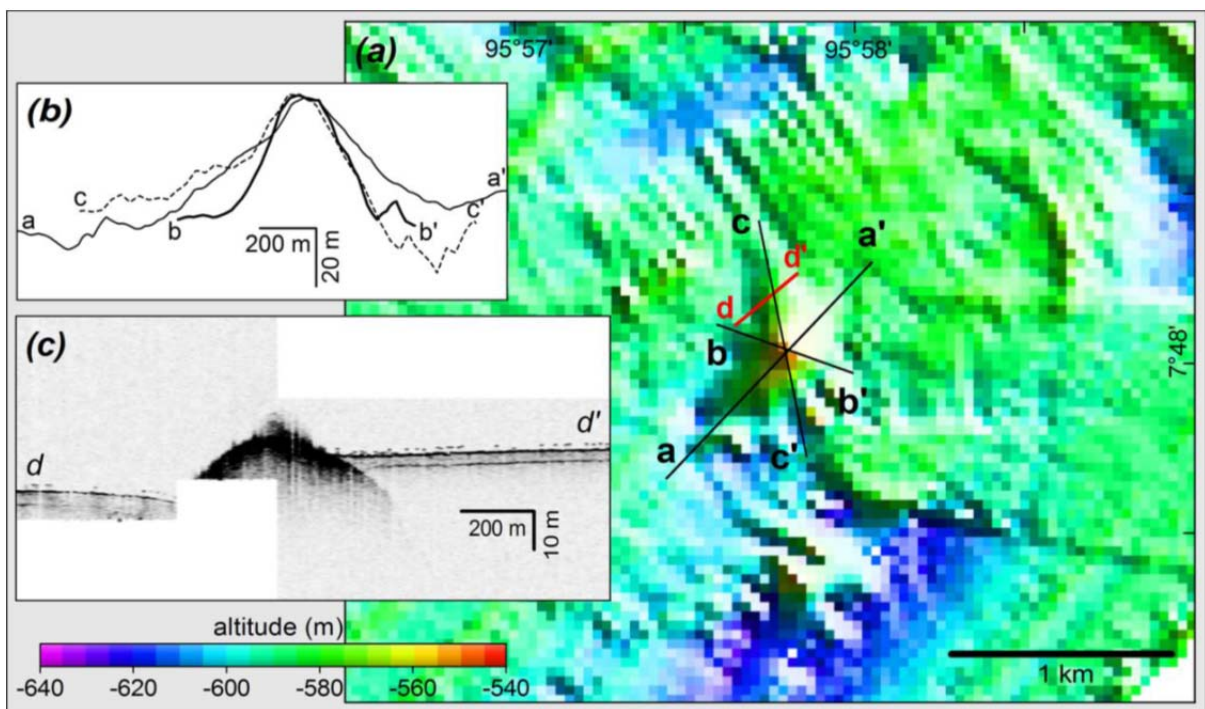
มีข้อมูลการจัดชั้นตะกอนอย่างน้อย 24 ตำแหน่ง ที่แสดงให้เห็นว่าอาจเป็นก๊าซหรือของเหลวที่สะสมอยู่ใต้ตะกอนพื้นทะเลบริเวณทิศตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษา (รูปที่ 3.17) ที่ความลึกประมาณ 950 เมตร ข้อมูลแสดงลักษณะเป็นโดมมีขนาดกว้างอย่างน้อย 200 เมตร และสูงอย่างน้อย 10 เมตร การสะท้อนคลื่นที่ยืดของโดมแสดงความหนาแน่นแตกต่างจากพื้นทะเลโดยรอบซึ่งเป็นตะกอน



รูปที่ 3.17 (a) แสดงข้อมูลชั้นตะกอน ในพิกัด $7^{\circ}58.6'$ เหนือ , $95^{\circ}45.97'$ ตะวันออกและ (b) การแปลความหมายของการบริเวณที่มีก๊าซหรือของเหลวที่สะสมอยู่ใต้ตะกอนพื้นทะเล

พูโคลน

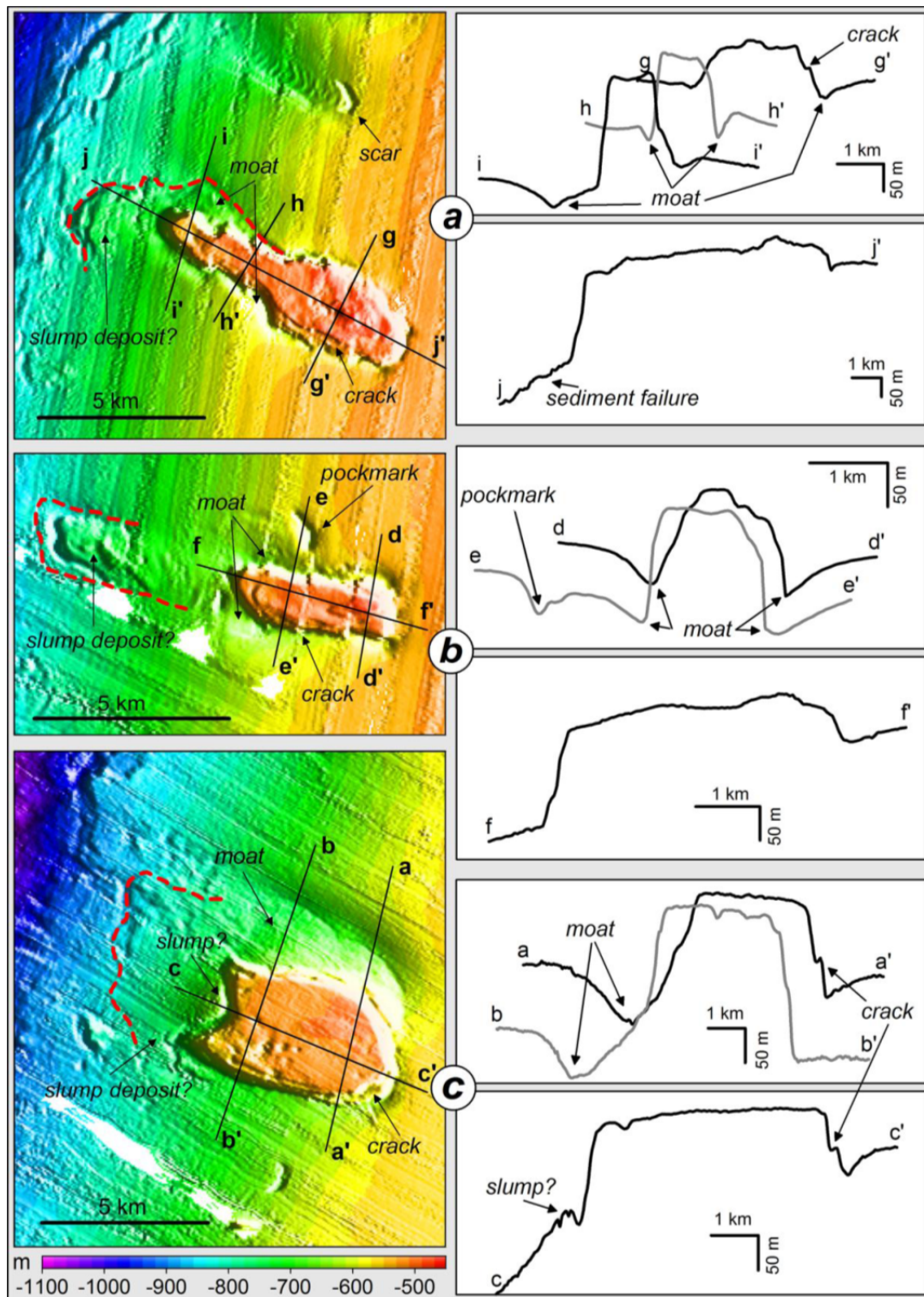
ที่ตำแหน่ง $7^{\circ}48.04'$ เหนือ และ $95^{\circ}57.80'$ ตะวันออก ที่ความลึกประมาณ 500 เมตร พบภูเขาใต้ทะเล (รูปที่ 3.18a) มีขนาดกว้างประมาณ 400 เมตร ยาวประมาณ 900 เมตร และสูงประมาณ 40 เมตร (รูปที่ 3.18b) ด้านข้างของภูเขาได้นำที่ตำแหน่ง $7^{\circ}48.19'$ เหนือ และ $95^{\circ}57.75'$ ตะวันออก พบเนินเตี้ยๆ ขนาดยาวประมาณ 400 เมตร สูงประมาณ 20 เมตร ข้อมูลชั้นตะกอนบริเวณยอดเนินแสดงให้เห็นว่ามีตะกอนหรือก๊าซถูกผลักดันออกมาสู่ผิวน้ำ (รูปที่ 3.18c)



รูปที่ 3.18 (a) แสดงพื้นทะเลบริเวณเนินเขาที่พบในพื้นที่วิจัยและการแปลความหมายแผนที่พื้นทะเล ซึ่งมีการเก็บข้อมูลโดยลากเครื่องมือผ่านบริเวณยอดดังกล่าวทั้งหมด 3 รอบ ดังเส้นสีดำในรูป คือ profiles aa', bb', cc' และข้อมูลสีแดง profiles dd' ที่เก็บโดยลากเครื่องมือผ่านที่ฐานของเนินเขา (b) ภาพตัดขวางชั้นตะกอน profiles aa', bb', cc' (c) ภาพตัดขวางชั้นตะกอน profiles dd' ที่คาดว่าจะเป็ mud-dome

ที่ราบสูงใต้ทะเล

บริเวณพิกัด $8^{\circ}07'$ ถึง $8^{\circ}24'$ เหนือ และ $95^{\circ}50'$ to $95^{\circ}57'$ ตะวันออก พบลักษณะคล้ายที่ราบสูงใต้ทะเลจำนวน 3 แห่ง ทางด้านเหนือของพื้นที่ศึกษา พบที่ราบสูงใต้ทะเลลักษณะคล้ายรูปวงรีคลุมพื้นที่ประมาณ 2×8 กิโลเมตร (รูปที่ 3.19a) ตอนกลางขนาดประมาณ 2×4 กิโลเมตร (รูปที่ 3.19b) และทางด้านใต้ขนาดประมาณ 4×6 กิโลเมตร (รูปที่ 3.19c) ลักษณะผิวหน้าโดยทั่วไปของที่ราบสูงใต้ทะเลค่อนข้างและลาดเทเล็กน้อยลงสู่ที่ลึก ขอบมีความลาดชันสูงและลักษณะขรุขระและมีร่องรอยแตกหัก บริเวณรอบๆ มีลักษณะเป็นร่องโคจรอบ (moat) ซึ่งเป็นร่องรอยการกัดเซาะของตะกอน ซึ่งพบว่าถูกกัดเซาะและไหลมาสะสมในบริเวณที่ลึกกว่าอยู่บริเวณด้านหน้าของทุกที่ราบสูงใต้ทะเล ยิ่งกว่านั้นยังพบร่องลึกบริเวณพื้นวางตัวขนาดก้นไหลทวีปที่พิกัด $8^{\circ}18.90$ เหนือ และ $95^{\circ}54.64$ ตะวันออก ใกล้เคียงกับที่ราบสูงใต้ทะเลบริเวณตอนกลางของพื้นที่ศึกษา จากลักษณะที่แสดงนั้นอาจเป็น pockmark ซึ่งมีขนาด 1×0.3 กิโลเมตร และลึก 30 เมตร



รูปที่ 3.19 (a) (b) (c) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของที่ราบสูงใต้ทะเล (plateau) เรียงลำดับในแนวเหนือ-ใต้ และอธิบายรายละเอียดการแปลความหมายข้อมูลชั้นตะกอนในรูปด้านขวา ดังแสดง profile ตามเส้นสีดำ และแสดงความเป็นไปได้ของร่องรอยการเคลื่อนที่ของตะกอนที่เกิดขึ้น ดังเส้นประสีแดง

- บทสรุป

แบบจำลองลักษณะพื้นทะเลบริเวณไหล่ทวีปในทะเลอันดามันใกล้เขตเศรษฐกิจจำเพาะของไทยซึ่งสร้างจากข้อมูลการสำรวจด้วยเครื่องสะท้อนคลื่นเสียงแบบหลายช่อง มีความละเอียดของกริด 50 เมตร แบบจำลองแสดงลักษณะพื้นทะเลและลักษณะเด่นหลายประการซึ่งไม่เคยมีการรายงานไว้มาก่อน ได้แก่ พูโคลน ดินโคลนถล่มใต้ทะเลจำนวน 2 แห่ง ที่ราบสูงใต้ทะเลซึ่งคลุมพื้นที่ประมาณ 10 ตารางกิโลเมตร จำนวน 3 แห่ง และลักษณะสำคัญหลายประการที่แสดงให้เห็นการไหลของตะกอนบริเวณตอนบนของลาดทวีป

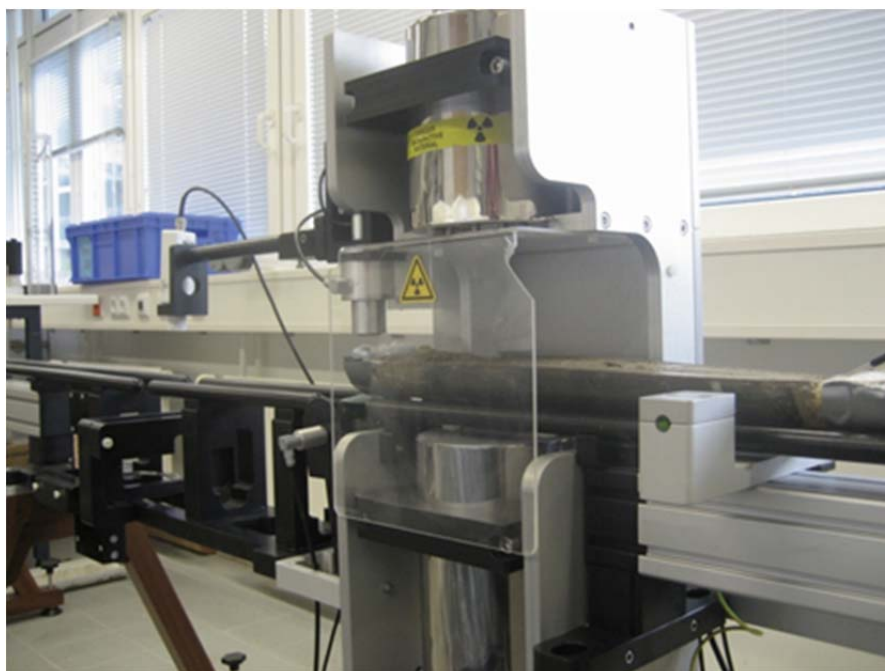
แบบจำลองนี้มีความสำคัญสำหรับการศึกษาทางธรณีวิทยาทางทะเล แหล่งทรัพยากร รวมถึงการประเมินในแบบจำลองคลื่นสึนามิ อย่างไรก็ตามยังต้องมีการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้เข้าใจประวัติและธรรมชาติของไหล่ทวีปในทะเลอันดามันนี้

3.3.2 ผลการศึกษาตะกอนวิทยา

- การวิเคราะห์ทางธรณีเคมี

จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างแท่งตะกอนแบบความละเอียดสูงที่ทุกๆ 1 เซนติเมตร ตลอดความยาวของแท่งตะกอน โดยการวิเคราะห์โครงสร้าง (Structure) และสมบัติทางกายภาพ (Physical properties) ของตะกอน โดยเครื่อง MSCL (รูปที่ 3.20)

และถ่ายภาพตะกอนด้วยเทคนิค X-radiography ดูความแตกต่างและรายละเอียดของชั้นตะกอน ซึ่งเทคนิคนี้ดำเนินการในห้องปฏิบัติการที่ IFM-GEOMAR รายละเอียดดังตารางที่ 3.1



รูปที่ 3.20 เครื่อง multi sensor core logger (MSCL)

ตารางที่ 3.1 ผลการวิเคราะห์แท่งตะกอนหมายเลข MASS III 001-1, MASS III 002-1, MASS III 006-1 และ MASS III 007-1

แท่งตะกอนหมายเลข	ความยาวที่ตรวจวัด (ซม.)	โครงสร้าง (Structure) และสมบัติทางกายภาพ (Physical properties)
MASS III-001-1	188	ดังแสดงในหน้า 3-32
MASS III-002-1	72	ดังแสดงในหน้า 3-33
MASS III-006-1	25.5	ดังแสดงในหน้า 3-33
MASS III-007-1	125	ดังแสดงในหน้า 3-34

จากรายละเอียดตารางที่ 3.1 นั้นได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิค ดังนี้

- รูปตะกอนถ่ายด้วยเทคนิค X-radiography
- การตรวจวัดโดยเครื่อง MSCL

- เพิ่มเติม การตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุ โดยเครื่อง X-ray Fluorescence scanner หรือ XRF scanner เพื่อตรวจหาปริมาณสัมพัทธ์ขององค์ประกอบธาตุต่างๆในตะกอนในทุกๆ 1 เซนติเมตร โดยการตรวจวัดที่ 0 kV, 30 kV และ 50 kV โดยแสดงสัดส่วนธาตุ K/Al, Ti/Ca, Ba/Ti และ Si/Ca ดังข้อมูลในรูปหน้า 3-35 และ 3-36



รูปที่ 3.21 เครื่อง X-ray Fluorescence scanner (XRF scanner)

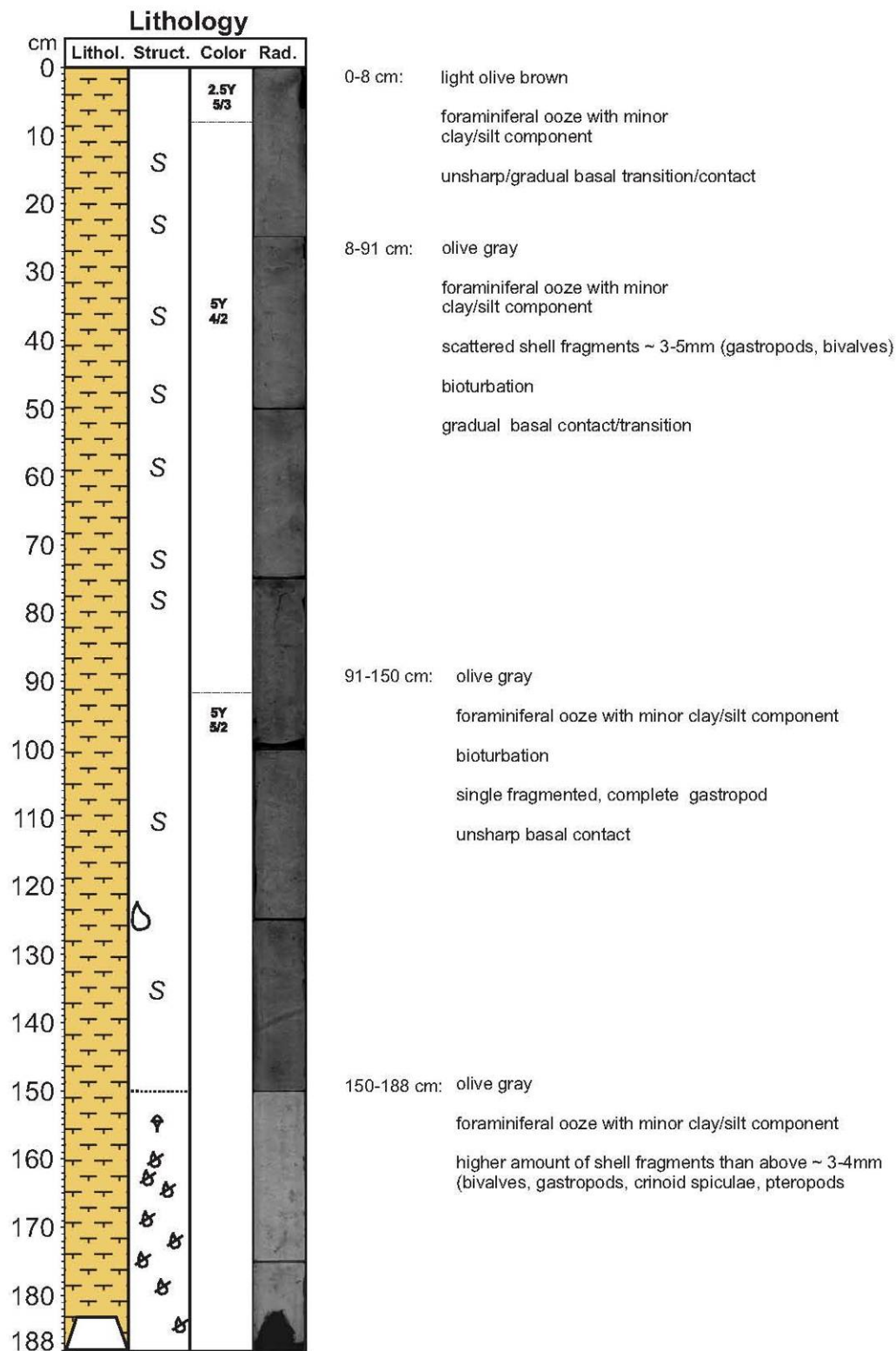
การตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุโดย XRF โดยทำการเปรียบเทียบสัดส่วนของธาตุ ดังนี้ คือ อัตราส่วนของ Ti/Ca, Ba/Ti และ K/Al ที่ระดับความลึกต่างๆ ในแท่งตะกอน ดังแสดงในรูปหน้า 3-35 และ 3-36 สำหรับแท่งตะกอน MASS III-001-1 และ MASS III-007-1 พบว่าอัตราส่วนค่อนข้างคงที่ ในขณะที่ สัดส่วน Si/Ca มีการแกว่งของสัดส่วน

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลสัดส่วน Ti/Ca, Ba/Ti และ K/Al ที่ค่อนข้างคงที่นั้น แสดงว่าในชั้น ตะกอนนั้นเป็นตะกอนชนิดเดียวกัน ไม่มีการผสมกันของมวลตะกอน ซึ่งไม่ปรากฏร่องรอยการถล่มในชั้น ตะกอนจากแท่งตะกอนทั้งสอง แต่สัดส่วนของ Si/Ca นั้น แสดงว่ามีการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างของพื้น ทะเลเท่านั้น

*หมายเหตุ: แท่งตะกอน MASS III-002-1 และ MASS III-006-1 ไม่ได้นำมาประกอบการวิเคราะห์ เนื่องจากความยาวของแท่งตะกอนสั้นเกินไป

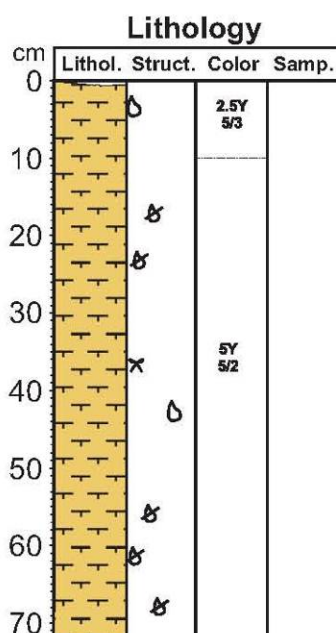
MASS III 001-1

Date: 19.01.11 Pos: 8°25.48'N 95°56.66'E
Water Depth: 573 m Recovery: 188 cm



MASS III 002-1

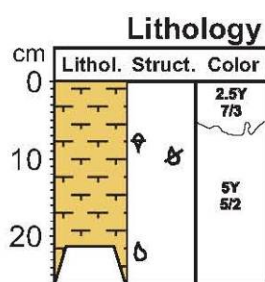
Date: 19.01.11 Pos: 8°25.31'N 95°35.58'E
Water Depth: 602 m Recovery: 72 cm



shell fragments scattered throughout core, 2-5 mm (gastropods, bivalves, crinoid spiculae)

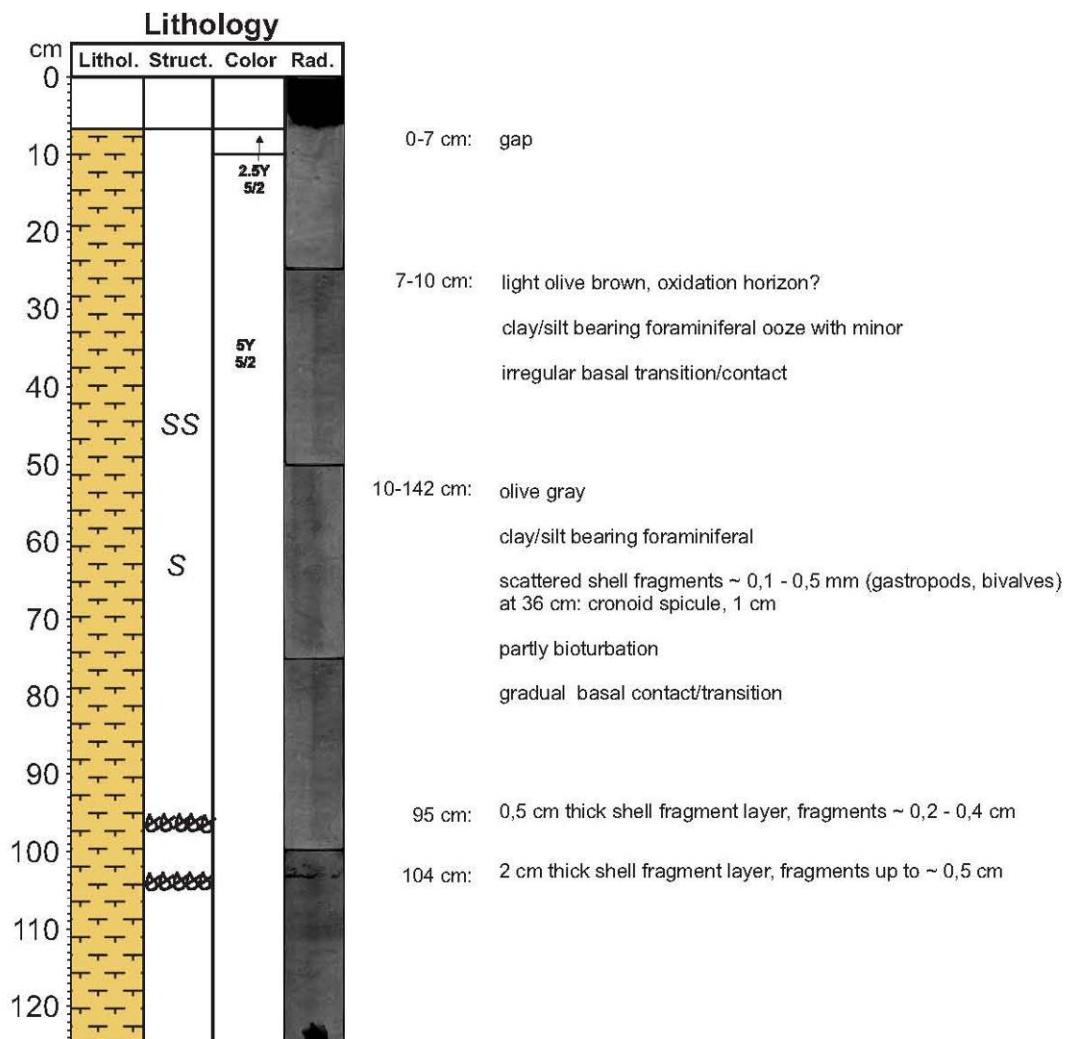
MASS III 006-1

Date: 20.01.11 Pos: 7°47.12'N 95°46.33'E
Water Depth: 822 m Recovery: 25.5 cm

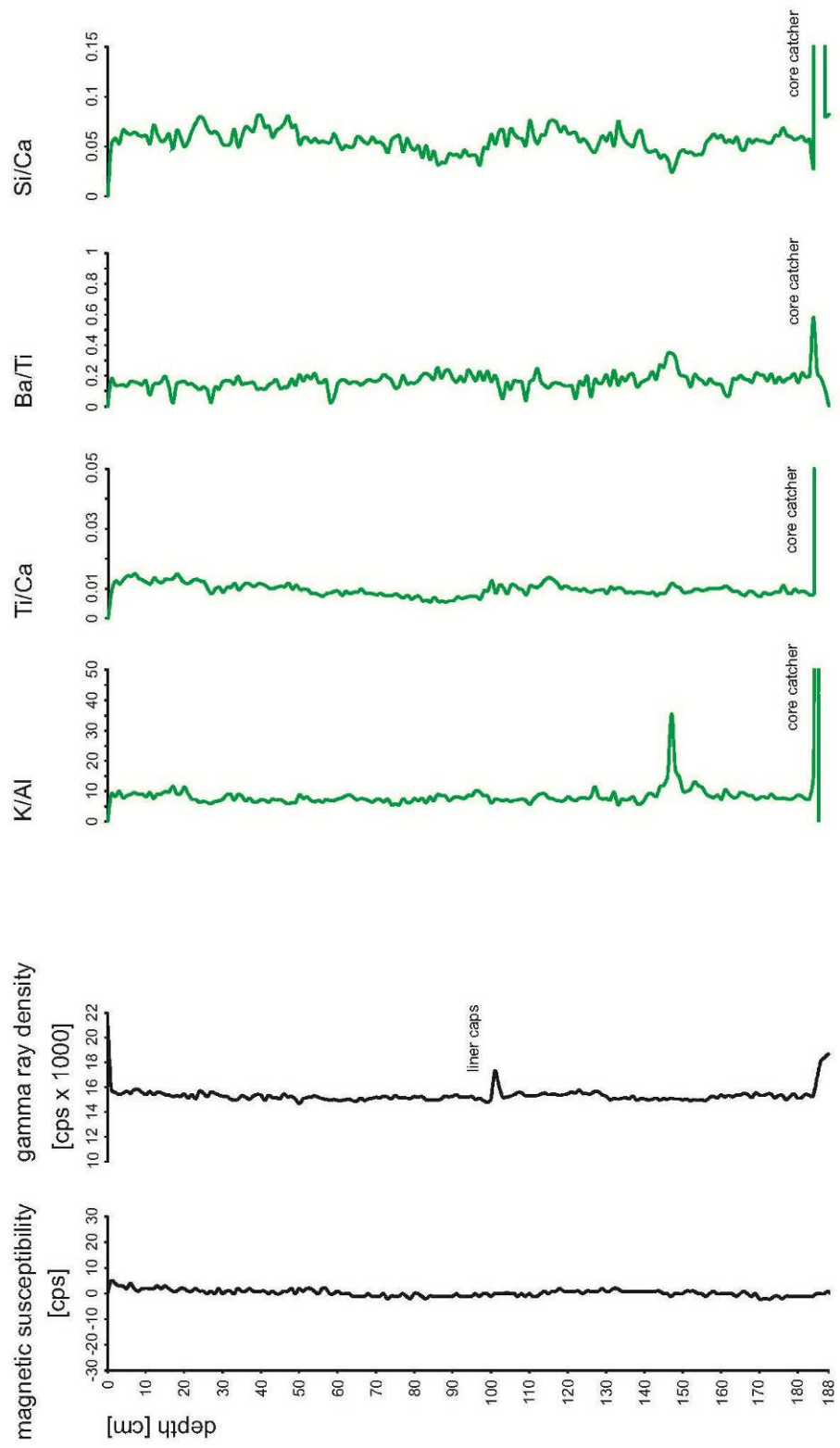


MASS III 007-1

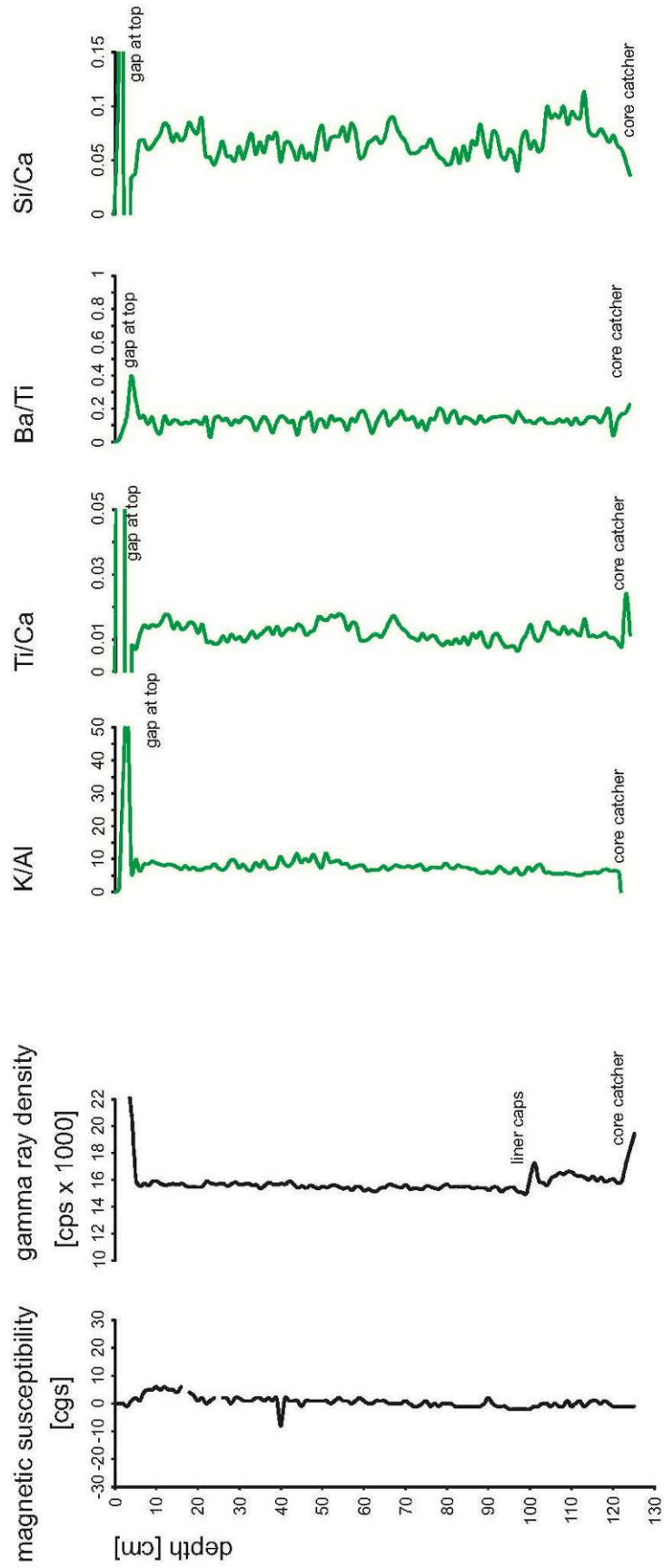
Date: 21.01.11 Pos: 8°10.84'N 95°52.88'E
Water Depth: 595 m Recovery: 125 cm



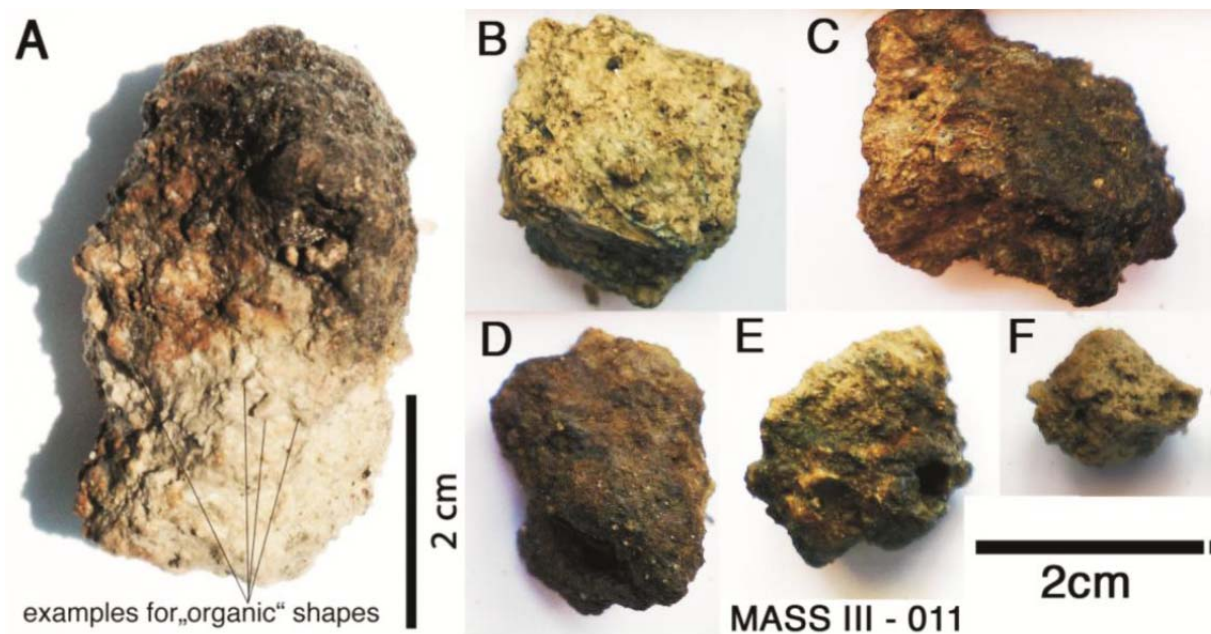
MASS III 001-1



MASS III 007-1



นอกจากนี้ยังมีการเก็บตัวอย่างหินได้จากการเจาะเก็บแท่งตะกอนที่สถานี MASS III 011 บริเวณที่ราบสูงหัวตัดใต้ทะเล ทั้งนี้เนื่องจากโครงสร้างที่บริเวณยอดดังกล่าว มีลักษณะเป็นโครงสร้างแข็งไม่สามารถเจาะเก็บแท่งตะกอนได้ ดังสังเกตได้ว่าหัวเจาะของเครื่องมือ Gravity core นั้นบิ่นและเสียหาย และทั้งนี้ในหัวเจาะพบเศษหินและตะกอนบางส่วน ตัวอย่างเพื่อประกอบการวิเคราะห์ข้อมูลดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 ตัวอย่าง biogenic (carbonate) nodules จาก ตัวอย่าง MASS III 011 (from Gross, 2012)

จากรูปจะเห็นว่า องค์ประกอบของตัวอย่างที่สถานีนี้มีลักษณะของเศษหินเป็นเศษชิ้นส่วน จาก Biogenic (carbonate) rock ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบ Heterogenous โดยประสานด้วย fine grained matrix และจากสีและสารที่เคลือบเศษหินนั้น เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ (Benthic organic matter)

- การวิเคราะห์ทางธรณีเทคนิค

จากการเก็บตะกอนพื้นท้องทะเลโดยใช้เทคนิคทางธรณีเทคนิค เพื่อต้องการศึกษากระบวนการ Mass wasting เพื่อศึกษาองค์ประกอบของ Shear strength, ความหนาแน่น, ปริมาณน้ำและความพรุน จากอัตราการตกตะกอนโดยใช้สารกัมมันตรังสีธรรมชาติ เพื่อให้ทราบถึงความสามารถในการต้านต่อแรงกระทำที่เกิดขึ้นภายนอก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเกิดแผ่นดินไหวที่ส่งผลให้มีการเกิดแผ่นดินถล่มใต้น้ำและการศึกษากระบวนการทางเคมีเพื่อทราบถึง Microbiological ของชั้นตะกอนที่เกิดการเปลี่ยนแปลงไป

การวิเคราะห์การเคลื่อนที่มวลตะกอน (Mass wasting)

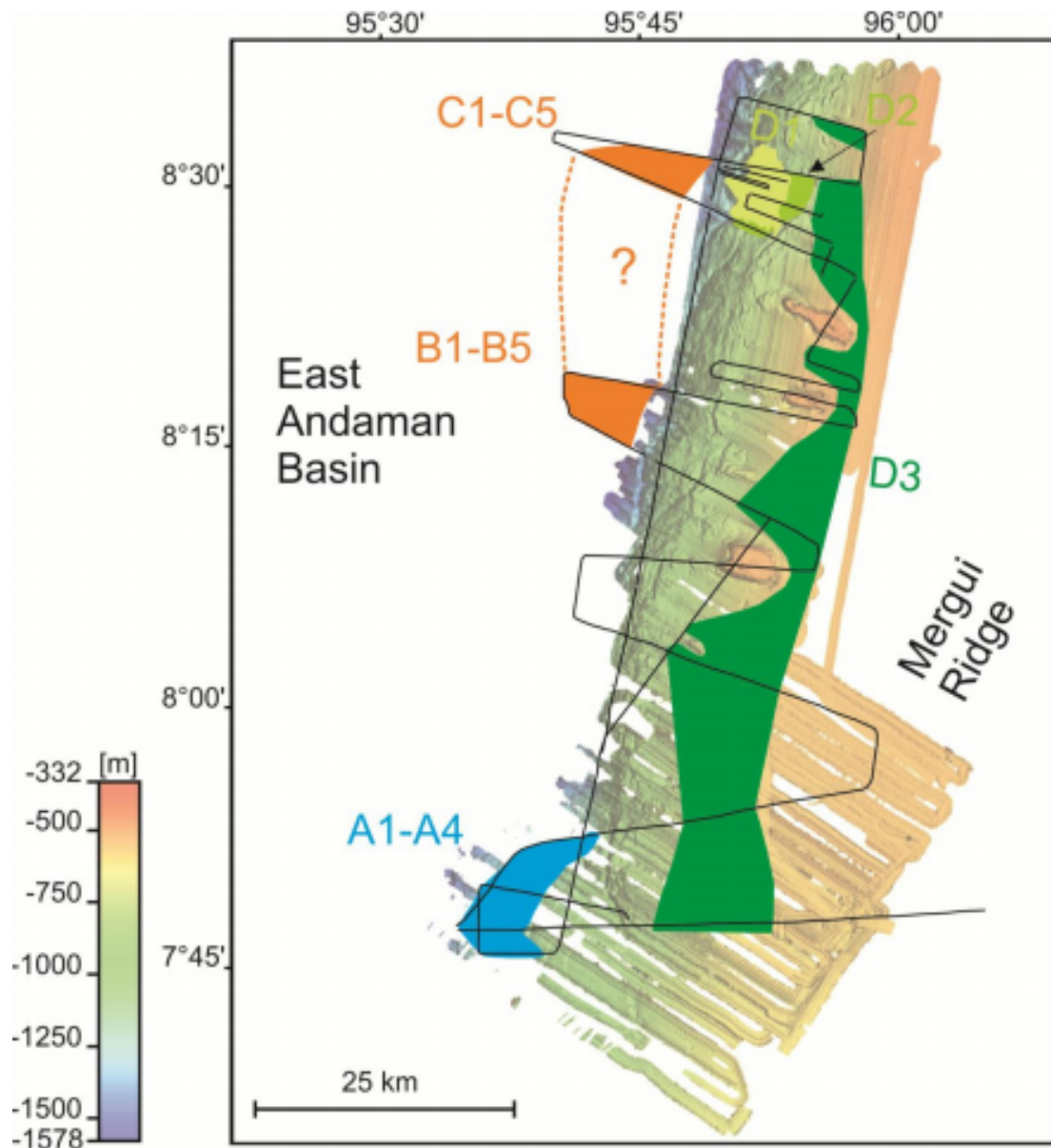
การวิเคราะห์การเคลื่อนที่มวลตะกอน (Mass wasting) โดยการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวของมวลตะกอนที่พื้นทะเลและคำนวณระยะขอบเขตของการสะสมตัวของมวลตะกอนที่มีการขนส่ง หรือ Mass Transport Deposits (MTDs) จากการแปลข้อมูลคลื่นไหวสะเทือน (seismic) บริเวณ MTDs นั้นจะถูกตีความตามรูปทรงภายนอกของการสะสมตัวและลักษณะสะท้อนของคลื่นที่เห็นจากภาพชั้นตะกอน โดยถ้าลักษณะเป็นการสะสมที่คล้ายกับรูปสามเหลี่ยม (wedge-shaped) ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางธรณีเทคนิคพบบริเวณ MTDs 17 แห่ง คือ A1-4, B1-5, C1-5 และ D1-3 (รูป 3.23) โดยที่

- A1-4 อยู่บริเวณตอนใต้ของพื้นที่ศึกษา
- B1-5 และ C1-5 อยู่บริเวณตอนเหนือของพื้นที่ศึกษา
- D1-3 อยู่บริเวณ Mergui Ridge

แต่ทั้งนี้การแปลความหมายจากภาพไม่ใช่การวิเคราะห์ที่แม่นยำในเชิงปริมาณ และขอบเขตระยะห่างของบริเวณ MTDs มีความแม่นยำอยู่ระหว่างประมาณ 1 กม. และ 7 กม. โดยการเปรียบเทียบ MTDs เป็นรูปทรงเรขาคณิต โดยพื้นฐานการคำนวณที่ความเร็วเสียงคงที่ $1,500 \text{ ms}^{-1}$ ดังตารางที่ 3.2 โดยการวิเคราะห์ข้อมูลจะแบ่งบริเวณขอบเขตการวิเคราะห์ดังรูปที่ 3.23

ตาราง 3.2 การคำนวณคุณลักษณะ MTDs ที่สามารถจำแนกได้ (Schwab et al., 2012)

MTD	พื้นที่จากการคำนวณ Interpolated areal extent (ตร.กม.)	ความหนาของชั้น MTD สูงสุดจากการคำนวณ (ม.)	ปริมาตรของ MTD แบบ Approximately (ลบ.กม.)	ความลึกจาก ผิวน้ำทะเล (ม.)
A1	70	56	1.3	1,130
A2	27	36	0.3	1,280
A3	33	55	0.8	1,350
A4	69	166	3.0	1,210
B1	24	91	1.0	1,850
B2	10	46	0.3	1,950
B3	43	135	3.0	1,570
B4	53	150	3.4	1,710
B5	27	125	1.5	2,020
C1	23	76	0.7	1,480
C2	46	89	2.6	1,420
C3	45	90	2.1	1,550
C4	32	62	1.0	1,530
C5	22	72	1.0	1,560
D1	40	75	0.9	880
D2	33	234	4.0	830
D3	585	62	14.0	640



รูปที่ 3.23 แผนที่พื้นทะเลแสดงตำแหน่งของ MTDs และการบ่งชี้ตำแหน่งที่เกิดเหตุการณ์ในพื้นที่ areal extent

การคำนวณอายุของเหตุการณ์การเคลื่อนที่มวลตะกอน (Mass-wasting events)

ผลการคำนวณอายุของเหตุการณ์การเคลื่อนที่มวลตะกอน (mass-wasting events) และความถี่ของ Slope failures จากการคำนวณด้วยข้อมูลชั้นตะกอน ดังแสดงค่าในตาราง 3.2 พบว่าช่วงระยะเวลาโดยประมาณระหว่างเหตุการณ์ถล่มแต่ละ Profile A1-A4, B1-B5, C1-C5 พบการสะสมตัวแบบ MTDs ในตอนใต้และตะวันออกเฉียงเหนือของทะเลอันดามัน (รูปที่ 3.23) ซึ่งทางตอนใต้ของพื้นที่ศึกษา Profile A1-A4 มีช่วงเวลาการถล่มอยู่ระหว่าง 940 ka และ 1.19 Ma ส่วนตอนเหนือ Profile B1-B5 มีช่วงเวลาการถล่มอยู่ระหว่าง 220 ka และ 1.47 Ma และ Profile C1-C5 อยู่ระหว่าง 370 และ 950 ka ตามลำดับ (ตารางที่ 3.3) สำหรับ MTDs บริเวณ Mergui Ridge (D1-D3) ไม่มีการคำนวณเนื่องจากเป็นชั้นตะกอนที่เกิดการกวน จึงไม่สามารถคำนวณจากช่วงเวลาที่เกิดขึ้นได้

ตาราง 3.3 ค่าการคำนวณช่วงเวลาระหว่างการถล่มแบบ minimum โดยคิดอัตราการตกตะกอนคงที่ 10 ซม./ka (Rodolfo, 1969)

ระยะระหว่าง MTDs (Profile)	ค่าสูงสุดของความหนาชั้นตะกอนที่ ไม่ได้รับการกวน ระหว่าง MTDs (ม.)	ค่าการคำนวณช่วงเวลา การถล่ม (ka)
A1-A2	94	940
A2-A3	91	910
A3-A4	11.9	119
B1-B2	39	390
B2-B3	22	220
B3-B4	96	960
B4-B5	147	1,470
C1-C2	47	470
C2-C3	95	950
C3-C4	37	370
C4-C5	48	480