



ไอโซโทปรังสียูเรเนียม และ ทอเรียมในตะกอนของอ่าวไทย และทะเลอันดามัน

ขนิษฐา ศรีสุขสวัสดิ์ นุญสม พรเทพเกษมสันต์ และ สุนทรี แก้วผลึก

กองขจัดกากกัมมันตรังสี สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ถนนวิภาวดีรังสิต เขตจตุจักร กทม. 10900

โทรศัพท์ : 579-5230 โทรสาร : 561-3013 e-mail: kanitha@oaep.go.th

บทคัดย่อ

ได้ศึกษาปริมาณของไอโซโทปรังสี ยูเรเนียม-238 ทอเรียม-232 ในแท่งตะกอนบริเวณ อ่าวไทยและทะเลอันดามัน เพื่อศึกษาปริมาณและการเปลี่ยนแปลงของระดับกัมมันตภาพรังสีตามความลึกของแท่งตะกอน ขณะเดียวกันได้ศึกษาปริมาณของไอโซโทปรังสียูเรเนียม-234 ทอเรียม-230 และ ทอเรียม-228 โดยจุดประสงค์เพื่อนำไปใช้อธิบายขบวนการทางธรณีชีวเคมีในตะกอนของทะเลทั้งสองแห่ง

ไอโซโทปรังสีทอเรียมในตะกอนของอ่าวไทยและทะเลอันดามัน มีปริมาณสูงกว่าตะกอนในเขตอบอุ่นบริเวณชายฝั่งของทวีปอเมริกาเหนือประมาณ 2-3 เท่าขณะที่ไอโซโทปรังสียูเรเนียมมีปริมาณใกล้เคียงหรือต่ำกว่าตะกอนในเขตอบอุ่นบริเวณชายฝั่งของทวีปอเมริกาเหนือเล็กน้อย แต่มีค่าสูงกว่าในตะกอนใน Amazon Shelf ประมาณ 2-3 เท่า ปริมาณของไอโซโทปรังสีทอเรียมไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อความลึกของชั้นตะกอนเพิ่มขึ้นแสดงถึงความคงที่ขององค์ประกอบของดินและหิน อัตราส่วนไอโซโทป $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ มีค่าน้อยกว่า 1 ที่ระดับลึกมากกว่า 30 ซม. ใน 14 ของ 22 สถานีในอ่าวไทย และ 2 ของ 8 สถานีในทะเลอันดามัน แสดงถึงความสามารถในการแพร่กระจายของเรเดียม-228 จากเนื้อตะกอนสู่ชั้นน้ำและสะท้อนถึงความสามารถในการแพร่กระจายของ สารเคมี มลพิษที่ละลายน้ำ รวมถึงตลอดถึง nutrient จากตะกอนกลับสู่ชั้นน้ำซึ่งมีอัตราส่วนในการแพร่กระจายมากกว่าในอ่าวไทย ตะกอนที่ศึกษามีอัตราส่วน $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ น้อยกว่า 1 ซึ่งยังไม่สามารถสรุปได้ว่าเกิดจากองค์ประกอบของ ดิน หิน ในบริเวณที่ศึกษา การเกิดขึ้นน้อยของทอเรียม-230 หรือ authigenic ^{230}Th ในชั้นน้ำ หรือสารแขวนลอยที่ scavenge ^{230}Th ไว้แล้วถูกพัดพาไปตกตะกอนบริเวณอื่น ไอโซโทปรังสียูเรเนียม-234 และยูเรเนียม-238 มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นตามความลึกของชั้นดินทั้งตะกอนจากอ่าวไทยและทะเลอันดามัน แสดงถึงการเกิด authigenic U ในชั้นตะกอนโดยขบวนการ Diagenesis สนับสนุนคำอธิบายการเกิดสภาวะขาดเรเดียม-228 ในชั้นตะกอนดังกล่าวข้างต้น การนำเข้าของยูเรเนียมสู่ตะกอนในอ่าวไทยและทะเลอันดามันขัดแย้งกับการแพร่ออกของยูเรเนียมจากชั้นตะกอนใน Amazon Shelf .

Isotopic uranium and thorium radionuclides contents in Gulf of Thailand and Andaman Sea Sediment

Kanitha Srisuksawad , Boonsom Porntepkasemsan ,and Suntaree Kaewpluek

Waste Management Division, Office of Atomic Energy for Peace, Chatuchak, Bangkok 10900

Tel: 579-5230 Fax: 561-3013 e-mail: kanitha@oaep.go.th

Abstract

Downcore concentration profiles of natural radionuclides ^{238}U and ^{232}Th were measured in 22 stations in the Gulf of Thailand and 8 station in the andaman sea. The daughter isotopes i.e. ^{234}U , ^{228}Th and ^{230}Th were measured for further evaluation of the biogeochemical process in two basins.

Th concentrations are approximately 2-3 times greater than in sediments from mid latitude North America coastal zone whileas U concentrations are about the same or little higher . U concentrations are 2-3 times higher than in sediments from Amazon Shelf. Th activities do not change with depth in cores indicate no changes in detrital phase texture or mineralogy in Gulf of Thailand and the Andaman Sea . $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ activity ratios are less than one down to 30 cm. in 14 of 22 and 2 of 8 cores reaspectively in Gulf of Thailand and the Andaman sea reveals that Ra and other soluble chemicals including nutrient can be exchanged with overlying water in two basins with greater extent in Gulf of Thailand. $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ activity ratios in sediment are less than one. It can not conclude whether because the mineralogy of the sediment itself, lack of authigenic ^{230}Th in seawater or the transit away of particle scavenged authigenic ^{230}Th .

^{234}U and ^{238}U concentrations increase with depth in sediment cores reveals the induce of authigenic uranium in sediment cores by diagenesis processes support ^{228}Ra deficiency in sediment core discussed above. Flux of uranium into Gulf of Thailand sediment contrasts with the extensive release of uranium out of the Amazon Shelf sediment.

บทนำ

ไอโซโทปของยูเรเนียม และ ทอเรียมเกิดจากการสลายตัวของธาตุในอนุกรม ยูเรเนียม และ ทอเรียม ซึ่งมี ยูเรเนียม-238 และ ทอเรียม-232 เป็นธาตุตั้งต้นตามลำดับ อนุกรม ยูเรเนียม และ ทอเรียม เป็นอนุกรมที่เกิดขึ้นในธรรมชาติมีการสลายตัวเป็นลูกโซ่เกิดเป็นธาตุไอโซโทปต่างๆเนื่องจากครึ่งชีวิตของธาตุตั้งต้นในอนุกรมเหล่านี้มีค่าสูงมากเมื่อเทียบกับครึ่งชีวิตของธาตุลูก (Daughter Product) ดังนั้นถ้าอนุกรมเหล่านี้สลายตัวโดยไม่ถูกรบกวนเป็นระยะเวลาเวลานานพอ อัตราการเกิดและอัตราการสลายตัวของธาตุลูกจะเท่ากัน หรือ กัมมันตภาพรังสีของธาตุลูกจะคงที่ (steady state) ดังนั้นกัมมันตภาพรังสีรวมของทั้งอนุกรมจะลดลงด้วยอัตราการสลายตัวโดยค่าครึ่งชีวิตของธาตุตั้งต้น ถ้าสภาพสมดุลย์ของอนุกรมถูกทำลายลง ธาตุไอโซโทปรังสีลูกแต่ละธาตุจะสลายตัวด้วยค่าครึ่งชีวิตของตนเองโดยไม่มีการเกิดขึ้นใหม่เนื่องจากไม่มีธาตุต้นกำเนิด เราเรียกว่าไอโซโทปรังสีเหล่านี้ว่า unsupported nuclide สำหรับในสถานะแวดล้อมทางทะเลแล้วการทำลายสภาพสมดุลย์นี้เกิดขึ้นได้โดยกระบวนการทางชีวธรณีเคมี (Biogeochemical processes) ในท้องทะเล และอัตราการลดลงหรือเกิดใหม่ของ unsupported nuclides สามารถใช้ศึกษาช่วงระยะเวลา (time scale) ของขบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆในสภาพแวดล้อมได้

ยูเรเนียมในทะเล

จากผลของการศึกษามีรายงานที่ตรงกันว่า น้ำทะเลมีปริมาณยูเรเนียมคงที่คือประมาณ 3.3 $\mu\text{g/L}$ หรือ 2.2 pCi/L ถึงแม้จะเคยมีผู้โต้แย้งบ้างแต่ข้อโต้แย้งนั้นก็ตกไป เนื่องจากวิวัฒนาการของความรู้และเทคนิคการวิเคราะห์ทำให้เราทราบว่า ยูเรเนียมมีรูปแบบการกระจายตัวที่สม่ำเสมอในน้ำทะเล สม่ำเสมอกว่าธาตุจำนวนน้อย (trace elements) ส่วนมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะยูเรเนียมทำปฏิกิริยาเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน ($\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3$)⁻⁴ ซึ่งอยู่ตัวและมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี ยูเรเนียมในสารแขวนลอย (particulate) ในน้ำทะเลมีค่าประมาณ 0.01 $\mu\text{g/L}$ ซึ่งถือว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับยูเรเนียมส่วนที่ละลายน้ำ เราสามารถใช้ประโยชน์จากปริมาณที่คงที่ของยูเรเนียมและธาตุผลผลิตจากการสลายตัวของมันในการอธิบายขบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นในชั้นน้ำ

ในทางตรงกันข้าม กลับพบว่ายูเรเนียมในน้ำจากแม่น้ำมีค่าที่รายงานที่แตกต่างกันมากโดยพบว่ามีช่วงตั้งแต่ 0.3-0.6 $\mu\text{g/L}$ ทำให้เกิดความยุ่งยากในการประมาณค่าเฉลี่ยในน้ำแม่น้ำ อย่างไรก็ตามคาดว่าฟลักซ์ของยูเรเนียมจากน้ำแม่น้ำที่ไหลลงสู่ทะเลและมหาสมุทร มีค่าประมาณ 1×10^{10} g/year ทั้งนี้โดยคิดจากค่าเฉลี่ยของปริมาณยูเรเนียมในน้ำแม่น้ำเท่ากับ 0.3 $\mu\text{g/L}$ และปริมาณของน้ำแม่น้ำที่ไหลลงสู่ทะเลและมหาสมุทรปีละ 3.5×10^{16} L ค่า residence time ของยูเรเนียมในทะเลและมหาสมุทรโดยคำนวณจากปริมาณยูเรเนียมในน้ำทะเลซึ่งมีค่าประมาณ 3.3 $\mu\text{g/L}$ และปริมาณน้ำในทะเลและมหาสมุทรประมาณ 1.37×10^{21} L ดังนั้นปริมาณยูเรเนียมในทะเลและมหาสมุทรทั้งหมดมีค่าเท่ากับ

4.5×10^{15} g residence time ของยูเรเนียมในทะเลและมหาสมุทรจะมีค่าประมาณ 2×10^5 year (1) ต่อมาผู้รายงานค่า residence time ของยูเรเนียมประมาณ 3×10^5 year (2,3)

ไอโซโทปรั้งสียูเรเนียม-234 เป็นผลผลิตจากการสลายตัวของยูเรเนียม-236 และน่าจะมีปริมาณการแผ่รังสีเท่ากัน หรืออัตราส่วนกัมมันตรังสี $^{234}\text{U}/^{236}\text{U}$ ควรมีค่าเท่ากับ 1 แต่เนื่องจากนิวเคลียสของยูเรเนียม-234 เบากว่าของยูเรเนียม-236 ดังนั้นยูเรเนียม-234 จะสามารถเคลื่อนย้ายออกจากโมเลกุลของดินและหินได้ดีกว่าจากปฏิกิริยาสะท้อน (recoil reaction) ดังนั้นอัตราส่วนของกัมมันตรังสี $^{234}\text{U}/^{236}\text{U}$ จะมีค่ามากกว่า 1 ในน้ำแม่น้ำ เช่นเดียวกับในน้ำทะเลซึ่งมีอัตราส่วน $^{234}\text{U}/^{236}\text{U}$ ประมาณ 1.14 ± 0.03

สำหรับตะกอนทะเลแล้ว ปริมาณยูเรเนียมมีค่าประมาณ $0.6-6.0 \mu\text{g/g}$ มักพบยูเรเนียมปริมาณสูงในดินเคลย์ ส่วนยูเรเนียมปริมาณต่ำมักพบในดินทรายหรือคาร์บอเนต ยูเรเนียมปริมาณสูงมักสัมพันธ์กับ hydrothermal activity, ferromanganese deposit และ anoxic sediment ยูเรเนียมสามารถเข้าแทนที่แคลเซียมและซิลิกอน ในโครงสร้างส่วนแข็งของสิ่งที่มีชีวิต เช่น กระดูกและฟันของปลา โครงร่างของ foraminifera ปะการัง mollusc และ ไดอะตอม

ทอเรียมในทะเล

ตรงข้ามกับยูเรเนียม ทอเรียมเป็นธาตุที่ชอบจับกับสารแขวนลอยหรือส่วนที่ไม่ละลายน้ำ ทอเรียม-232 ซึ่งเป็นธาตุตั้งต้นของอนุกรมทอเรียมเข้าสู่วัฏจักรของทะเลและมหาสมุทรโดยการเคลื่อนที่พร้อมกับของแข็งเช่น ดิน หิน ที่ถูกย่อยสลาย (detrital form) ถึงแม้จะการย่อยสลายนี้จะผ่านขบวนการต่างๆที่จะทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายของไอโซโทปรั้งสียูเรเนียม เช่น การเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยสภาพอากาศ หรือการประกอบกันขึ้นเป็นเนื้อดินจาก ดิน หิน ที่ย่อยสลาย ในขณะที่ไอโซโทปรั้งสียูเรเนียมจะเคลื่อนย้ายโดยการละลายไปกับส่วนเป็นน้ำหรือสารละลาย ทอเรียมจะเคลื่อนย้ายไปพร้อมกับส่วนของสารแขวนลอย (suspended particle) ดังนั้นตามทฤษฎีแล้วในชั้นน้ำไม่ควรจะมีไอโซโทปรั้งสียูเรเนียมเป็นผลผลิตของการสลายตัวของ ทอเรียม-232 อยู่เลย แต่ในความเป็นจริงไอโซโทปรั้งสียูเรเนียม-234 ทอเรียม-230 และ ทอเรียม-228 สามารถพบได้ในชั้นน้ำเนื่องจากการสลายตัวของ ยูเรเนียม-238, ยูเรเนียม-234 และเรเดียม-228 ตามลำดับ

เป็นการยากที่จะสรุปค่าความเข้มข้นที่แน่นอนของทอเรียมในน้ำทะเล เนื่องจากเหตุผล 2 ประการ คือ ประการแรก ทอเรียมมีปริมาณน้อยมากในชั้นน้ำ ค่าที่วิเคราะห์ได้มีการเบี่ยงเบนสูง และประการที่สอง ปริมาณทอเรียมในน้ำทะเลจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณหรือฟลักซ์ของสารแขวนลอยในชั้นน้ำ สภาพสมมูลของไอโซโทปรั้งสียูเรเนียมกับธาตุต้นกำเนิด ($^{234}\text{Th}/^{238}\text{U}$, $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$, และ $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$) ในชั้นน้ำจะถูกทำลายโดยปฏิกิริยา particle scavenging ดังนั้น อัตราส่วนของความแรงรังสีหรือ isotopic ratio ของธาตุเหล่านี้จะสัมพันธ์กับ อัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณหรือฟลักซ์ของสารแขวนลอยในชั้นน้ำ พบว่าน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งจะมีอัตราส่วนของ $^{234}\text{Th}/^{238}\text{U}$

น้อยกว่า 1 และมีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆเมื่อห่างฝั่งจนกระทั่งเท่ากับ 1 ในบริเวณของมหาสมุทร ผลการวิจัยพบว่าค่า residence time ของทอเรียม-234 ในทะเลมีค่าตั้งแต่ 1 ถึงมากกว่า 20 วัน (4,5,6) โดย residence time สูงขึ้นในจุดไกลฝั่ง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะบริเวณชายฝั่งมีปริมาณสารแขวนลอยจำนวนมากที่เกิดจากขบวนการต่างๆ หรือ ปฏิกิริยา oxidation-reduction cycling ของ เหล็กและแมงกานีสบริเวณชายฝั่ง (7)

พบว่าทอเรียม-232 ในน้ำแม่น้ำมีค่าประมาณ 0.1-0.01 $\mu\text{g/L}$ และ residence time ของทอเรียมในมหาสมุทร มีค่าประมาณ 60 ปี ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่ต่ำมากเป็นการยืนยันว่า ทอเรียมจับกับสารแขวนลอยและแยกตัวจากชั้นน้ำอย่างรวดเร็ว ทอเรียม-230ในน้ำทะเลมีค่าประมาณ 0.01% ของที่คาดว่าจะเกิดจากการสลายตัวของยูเรเนียม-234 ซึ่งเป็นธาตุต้นกำเนิด ในปริมาณนี้คาดว่าน้อยกว่า 4% เป็นส่วนที่ได้รับจากน้ำแม่น้ำ เช่นเดียวกับทอเรียม-234 ทอเรียม-230 เกิดปฏิกิริยากับสารแขวนลอยและแยกตัวจากชั้นน้ำอย่างรวดเร็ว แต่ทอเรียม-230 มีครึ่งชีวิตที่ยาวกว่า ผลกระทบจากการเกิด scavenging จึงแตกต่างกัน ในทางกลับกันพบว่า ทอเรียม-228 ในน้ำทะเลมีค่าสูงกว่าค่าที่คาดการณ์ไว้ว่าจะเกิดจากการสลายตัวของ ทอเรียม-232 จากการศึกษพบว่าประมาณ 20-40% ของปริมาณนี้เกิดจากน้ำแม่น้ำ ส่วนที่เหลือ 80-60 % คาดว่าเกิดจากการสลายตัวของเรเดียม-228 ในตะกอนซึ่งละลายกลับสู่ชั้นน้ำ(1)

สำหรับทอเรียมในตะกอนทะเล เนื่องจากทอเรียมมีคุณสมบัติชอบจับกับสารแขวนลอยและแยกตัวจากชั้นน้ำอย่างรวดเร็ว ดังนั้นอัตราการสะสมของทอเรียมในตะกอนควรมีค่าเท่ากับอัตราการเกิดของทอเรียมในชั้นน้ำเนื่องจากการสลายตัวของยูเรเนียม สมดุลย์นี้อาจเป็นจริงเมื่อพิจารณาในสเกลใหญ่ แต่เมื่อพิจารณาในสเกลที่เล็กลง สมดุลย์นี้จะถูกรบกวนโดยขบวนการต่างๆบริเวณท้องทะเล เช่น horizontal transport, ความหลากหลายของการเกิด resuspension และชนิดของสารแขวนลอย อัตราการเกิดและลักษณะของ bioturbation ในตะกอน (8)

ถึงแม้ว่าทอเรียมจะไม่ค่อยพบในส่วนที่ละลายน้ำ เนื่องจากปฏิกิริยา scavenging หรือ co-precipitation กับ mineral deposit ทอเรียมกลับถูกพบในปริมาณมากพอควรในส่วนที่เป็นโครงแข็งของสิ่งที่มีชีวิต เช่น กระดูกและฟันของปลา โครงร่างของ foraminifera ปะการัง mollusc และ ไดอะตอม(1)

ในการศึกษาวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยได้ศึกษาปริมาณของไอโซโทปรังสี ยูเรเนียม คือ ยูเรเนียม-234 และ ยูเรเนียม -238 และทอเรียม คือ ทอเรียม-232 ทอเรียม-230 และ ทอเรียม-228 ในตะกอนจากบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน เพื่อศึกษาปริมาณและการเปลี่ยนแปลงของระดับกัมมันตภาพรังสีอัตราส่วนของไอโซโทปรังสีกับธาตุที่ให้กำเนิด โดยจุดประสงค์เพื่อนำไปใช้อธิบายขบวนการทางชีวธรณีเคมีในตะกอนของทะเลทั้งสองแห่ง

พจนานุกรม
พันธุศึกษา

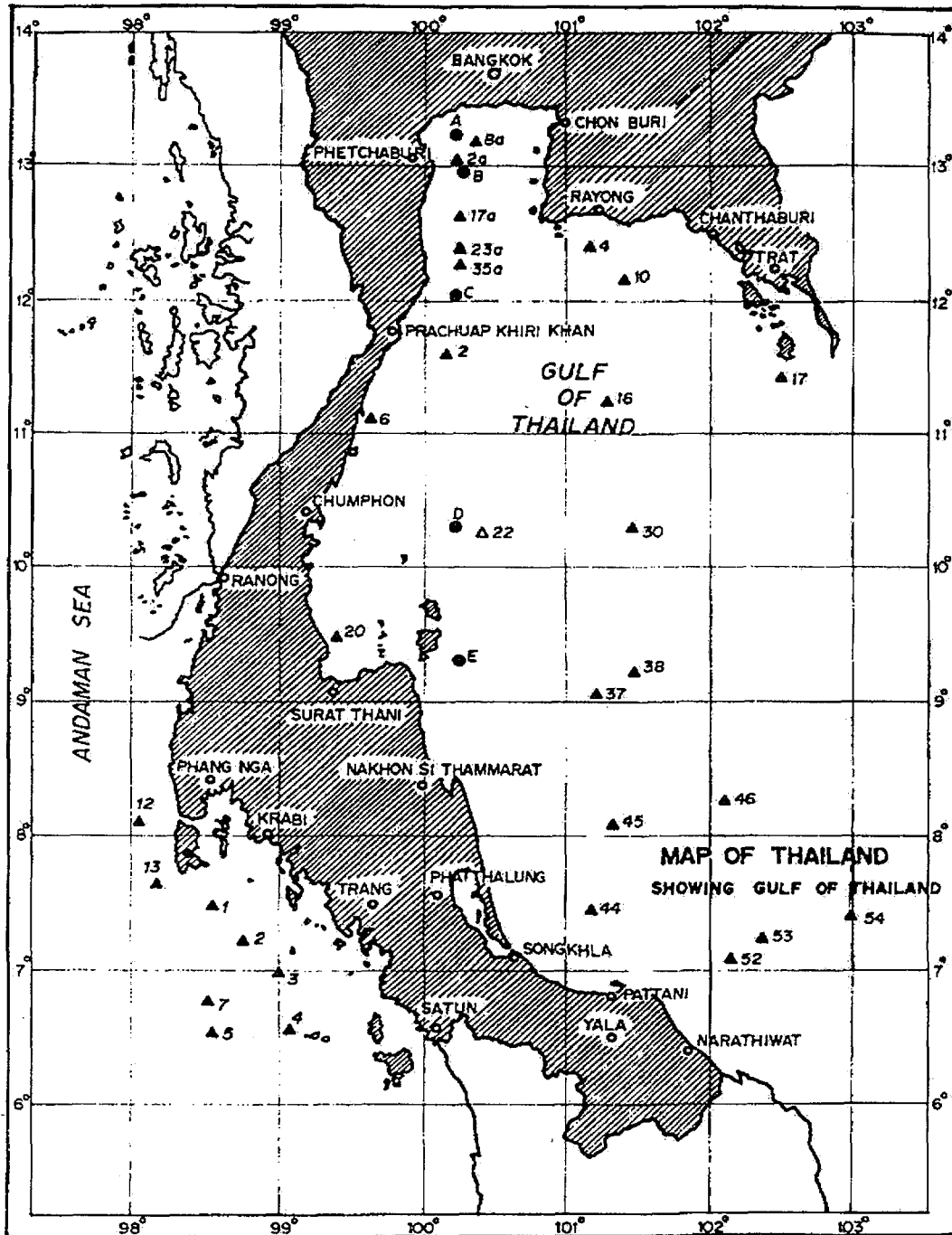


Figure 1. Sampling station in Gulf of Thailand and the Andaman Sea ● Indicate seawater and surface sediment sampling points. ▲ Indicate sediment core sampling points

อ่าวไทย

อ่าวไทยตั้งอยู่ระหว่าง Lat 5°00' ถึง 13°30'N และ Long. 99°00' ถึง 106°00'E อ่าวไทยจัดเป็นส่วนหนึ่งของไหล่ทวีปซึ่งมีอาณาเขตติดต่อกับทะเลจีนใต้ ตัวอ่าวมีความยาวทั้งสิ้น 720 km. มีชายฝั่งทะเลยาว 2900 km. ส่วนที่ลึกที่สุดลึกประมาณ 84 m. บริเวณส่วนกลางของอ่าวมีความลึกโดยเฉลี่ยมากกว่า 60 m. น้ำทะเลในอ่าวถูกแบ่งแยกออกจากน้ำทะเลจากทะเลจีนใต้ด้วยสันตะกอน (Ridge) ที่ระดับความลึก 25 และ 50 m. อ่าวไทยแบ่งออกเป็น สองส่วน คืออ่าวไทยตอนในและอ่าวไทยตอนนอก อ่าวไทยตอนในมีลักษณะเป็นอ่าวเล็กๆกึ่งปิด (semi-enclosed) รูปสี่เหลี่ยมจตุรัสตั้งอยู่ระหว่าง Lat 12°30' ถึง 13°30'N อ่าวไทยตอนในครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 90x90 km² การแลกเปลี่ยนของน้ำในอ่าวไทยตอนในกับอ่าวไทยตอนนอกเป็นไปได้เล็กน้อยและมีข้อจำกัด ขณะที่อ่าวไทยตอนในได้รับอิทธิพลจากแม่น้ำ 4 สาย พัดพาเอาน้ำจืด สารแขวนลอย ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เรือสวนไร่นา และบ้านเรือนลงสู่อ่าวไทย

ลักษณะพื้นทะเลบริเวณอ่าวไทยมีจุดกำเนิดของทรายอยู่สองบริเวณ คือ บริเวณแหลมสตึกหีบ จ.ชลบุรี กับบริเวณชายฝั่งปัตตานี ปริมาณของทรายแผ่กระจายออกไปรอบๆกับโคลนซึ่งเป็นบริเวณทั่วไป อัตราส่วนของทรายจะลดลงพร้อมกับการเพิ่มของโคลนเป็นทรายปนโคลนและโคลนปนทรายจนกระทั่งโคลนล้วนซึ่งเป็นลักษณะของพื้นทะเลโดยทั่วไป พบว่าความหนาของชั้นตะกอนบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออกมีค่าประมาณ 6-71 cm. บริเวณตะวันออกสุดรอบเกาะช้างมีความหนามากที่สุด ถัดมาทางตะวันตกความหนาของตะกอนจะลดลงเรื่อยๆ จนถึงบริเวณแหลมสตึกหีบซึ่งมีลักษณะเป็นทราย สำหรับอ่าวไทยฝั่งตะวันตกพบว่ามีความหนาของชั้นตะกอนระหว่าง 5-50 และ 5-75 cm. สำหรับตะวันตกตอนเหนือและตอนใต้ตามลำดับ บริเวณชายฝั่งมีความหนามากกว่าบริเวณนอกฝั่ง และทางตอนเหนือมีความหนามากกว่าทางตอนใต้ อ่าวไทยตอนในมีความหนาของชั้นตะกอนมากกว่า 75 cm. ขึ้นไป(9)

ทะเลอันดามัน

ทะเลอันดามันเฉพาะที่เป็นทะเลอาณาเขตและเขตเศรษฐกิจจำเพาะของประเทศไทยเกือบทั้งหมดอยู่บนไหล่ทวีปซึ่งประกอบไปด้วยไหล่ทวีปชั้นใน (inner shelf) และส่วนที่เรียกว่า Mergui Terrace ไหล่ทวีปชั้นในจะมีระดับน้ำลึกไม่เกิน 100 m. มีความกว้างประมาณ 130 km. ทางตอนเหนือคือในเขตประเทศพม่า และแคบลงในตอนใต้ โดยจุดที่แคบที่สุดมีความกว้างประมาณ 35 km. ตรงบริเวณเกาะภูเก็ต ไหล่ทวีปชั้นในนี้ส่วนได้สุดจะกว้างขึ้นและเชื่อมต่อกับพื้นทะเลของช่องแคบมะละกา

ส่วนที่ถัดออกมาคือบริเวณ Mergui Terrace มีระดับน้ำลึกในช่วง 200-1000 m. Mergui Terrace แยกออกเป็นสองแฉกตรง Lat ที่ 6°ถึง9° ด้านตะวันตกเรียกว่า Mergui Bank หรือ Mergui Ridge ส่วนด้านตะวันออกจะไปเชื่อมต่อกับไหล่ทวีปที่รองรับช่องแคบมะละกา จากการวิเคราะห์

ตะกอนตลอดแนวชายฝั่งตั้งแต่จังหวัดระนองถึงสตูล (10) พบว่าตะกอนส่วนใหญ่เป็นตะกอนละเอียด ยกเว้นบริเวณใกล้ฝั่งและเกาะจะพบทรายหยาบ องค์ประกอบหลักได้แก่ ควอตซ์ สารอินทรีย์ สารอินทรีย์ คาร์บอเนต แร่หนักชนิดต่างๆ นอกจากนั้นยังพบดินแดง ดินลูกรัง (laterite) ซึ่งตกค้างมาจากสมัยที่ท้องทะเลแห่งนี้โผล่พื้นน้ำ ฤดูกาลและทิศทางลมมรสุมมีส่วนอย่างยิ่งในการควบคุมสัดส่วนของอนุภาคต่างๆในตะกอนใกล้ชายฝั่งของทะเลแห่งนี้(11)

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การเก็บและเตรียมตัวอย่าง

สถานีเก็บตัวอย่างในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน แสดงไว้ในรูปที่ 1 และ 2 เก็บตัวอย่างตะกอนโดยใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างตะกอนทะเลแบบกล่อง (Box Core) พื้นที่หน้าตัด 20x30 ซม. ตัดตัวอย่างแห่งตะกอนออกเป็นชั้นๆชั้นละ 2-3 ซม. โดยกระทำทันทีบนเรือ เก็บตัวอย่างตะกอนแต่ละชั้นในขวดเก็บตัวอย่างโพลีเอทิลีนซึ่งทำความสะอาดและล้างแล้ว แห้งแห้งถ้ายังไม่เตรียมตัวอย่างทันที

เมื่อจะเตรียมตัวอย่าง นำตัวอย่างมาชั่งน้ำหนักแล้วนำไปอบให้แห้งสนิทที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ชั่งน้ำหนัก การตรวจว่าตะกอนแห้งสนิทหรือไม่กระทำโดยชั่งน้ำหนักตะกอนเป็นระยะระหว่างอบ ถ้าตะกอนมีน้ำหนักคงที่แสดงว่าตะกอนแห้งสนิทดีแล้ว บดและร่อนตัวอย่างตะกอนให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องบดชนิด Centrifugal Ballmill

การวิเคราะห์ไอโซโทปรังสียูเรเนียมและทอเรียม

วิเคราะห์โดยวิธี ของ Carpenter *et al* (12,13) โดยนำตัวอย่างตะกอนที่เตรียมไว้ 2-4 g เดิม ²²⁹Th และ ²³⁶U tracer แล้วนำมาย่อยสลายด้วยกรดไนตริก เปอร์คลอริก ไฮโดรฟลูออริก และไฮโดรคลอริก เข้มข้น (conc. HNO₃, HClO₄, HF, HCl) ตามลำดับ กำจัดเหล็กออกจากตัวอย่างโดยวิธีสกัดแยกด้วย isopropyl ether ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 9 โมลาร์ แยกยูเรเนียมและทอเรียมบริสุทธิ์โดยผ่านสารละลายใน Biorad 1x8 anion exchange column ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกและไนตริกที่ความเข้มข้นต่างๆกัน ส่วนของยูเรเนียมและทอเรียมบริสุทธิ์ นำมา electrodeposited บนแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิม โดยใช้กระแสไฟฟ้าความแรง 2 แอมแปร์ผ่านลงในสารละลายของตัวอย่างใน ammonium oxalate/ammonium chloride ที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 2.0 นำแผ่นเหล็กไร้สนิมที่มีตัวอย่างจับอยู่ ไปนับรังสีแอลฟา โดยเครื่องวัด แอลฟาสเปคโตรเมตรี ชนิด Ortec ion-implanted, silicon, partially depleted, charged particle detector ต่อกับ Tennelec multichannel analyzer

การควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์

กระทำโดยวิเคราะห์สารมาตรฐานของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (IAEA) ผลการวิเคราะห์สอดคล้องกับค่าที่รับรองโดย IAEA ดัง แสดงใน Srisuksawad. *et al* (14)

ผลการศึกษาวิจัย

ปริมาณไอโซโทปรังสี ยูเรเนียม-238 ทอเรียม-232 และไอโซโทปรังสีลูก ยูเรเนียม-234 ทอเรียม-228 และ ทอเรียม-230 และ อัตราส่วนของไอโซโทปตั้งต้นกับไอโซโทปลูก ($^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$, $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$, $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$, $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ และ $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$) ในตะกอนของอ่าวไทย และทะเลอันดามัน แสดงไว้ในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ทุกค่ามีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของการนับรังสี (Propagated Counting) ประมาณ 3-5 %

บทวิเคราะห์

อัตราส่วน $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$

อัตราส่วน $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ ในตะกอนจากอ่าวไทยมีค่าตั้งแต่ 0.76-1.60 และมีค่าเฉลี่ย <1 สำหรับตะกอนของทะเลอันดามัน อัตราส่วน $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ มีค่าตั้งแต่ 0.75-1.63 และมีค่าเฉลี่ยประมาณหรือมากกว่า 1 เปรียบเทียบกับอัตราส่วน 0.8-1 ในตะกอนจาก Puget sound(15) Carpenter *et al* (15) สรุปว่าการที่ อัตราส่วนของ $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ มีค่าน้อยกว่า 1 ในตะกอนของ puget sound เนื่องจากการแพร่ของ ^{228}Ra ซึ่งเป็นไอโซโทปแม่ของ ^{228}Th และมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี ออกจากตะกอนสู่ชั้นน้ำทำให้ชั้นของตะกอนมี ^{228}Th น้อยกว่าปรกติ โดยปรกติปริมาณของ ^{228}Th ในตะกอนทะเลมีองค์ประกอบจาก 3 ต้นกำเนิดคือส่วนที่หนึ่ง ^{228}Th ที่ติดมากับดินหรือหินที่ย่อยสลายหรือเป็นส่วนที่มาจากแผ่นดิน ส่วนที่สอง ^{228}Th ที่เกิดจากการสลายตัวของ ^{228}Ra ในชั้นน้ำ และ ส่วนที่สาม ^{228}Th ที่เกิดจากการสลายตัวของ ^{232}Th ในตะกอนสลายตัวให้ ^{228}Ra และ ^{228}Th ในที่สุด ถ้า ^{228}Ra สามารถแพร่จากตะกอนสู่ชั้นน้ำ ก็จะทำให้เนื้อตะกอนขาด ^{228}Th ในทำนองเดียวกันปรากฏการณ์นี้คล้ายคลึงกับมลพิษอื่นๆที่ละลายน้ำ ในตะกอนจากอ่าวไทยเราจะพบภาวะขาด ^{228}Th ถึงจนถึงระดับมากกว่า 30 ซม. และปรากฏแทบทุกสถานี ตรงข้ามกับตะกอนของทะเลอันดามันซึ่งมักพบอัตราส่วนของ $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ ประมาณ 1 หรือ มากกว่า 1 ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าตะกอนจากอ่าวไทยจะถูกครอบงวนด้วยกิจกรรมต่างๆรวมตลอดทั้งการรบกวนจากสัตว์หน้าดินมากกว่าทะเลอันดามัน ดังนั้นการแพร่กระจายของ ^{228}Ra มลพิษ ตลอดจน nutrient จากเนื้อตะกอนจึงเป็นไปได้มากกว่า

อัตราส่วนของ $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ มากกว่า 1 ในตะกอนเกิดจากการที่สารแขวนลอยในชั้นน้ำทำปฏิกิริยา Scavenging จับ ^{228}Th ที่เกิดจากการสลายตัวของ ^{228}Ra ในชั้นน้ำแล้วตกตะกอนอย่างรวดเร็ว

การที่ตะกอนที่ศึกษามีอัตราส่วน $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ น้อยกว่า 1 อาจอธิบายด้วยเหตุผล 3 ประการ ประการแรกคือสภาพดิน หิน ในบริเวณที่ศึกษามีปริมาณไอโซโทป ^{232}Th สูงกว่า ^{238}U มากขณะนี้ยังไม่มีรายงานปริมาณของไอโซโทปยูเรเนียมและทอเรียมในดิน หิน ของประเทศไทย ประการที่ 2 คือ การเกิดขึ้นน้อยของ ^{230}Th ในชั้นน้ำ หรือ authigenic ^{230}Th ในชั้นนี้อาจเป็นไปได้เมื่อพิจารณาถึงสภาพภูมิศาสตร์ของอ่าวไทยและทะเลอันดามัน ทั้งนี้เพราะระดับน้ำในอ่าวไทยตื้นมากเพียงแค่ 20-80 m. และความลึกของทะเลอันดามันในบริเวณที่ศึกษาไม่เกิน 100 m. หรือประมาณ 1 ใน 60 หรือ 1 ใน 50 ของความลึกของมหาสมุทร หรือประการที่ 3 คือการที่ ^{230}Th ที่เกิดขึ้นในชั้นน้ำ (authigenic thorium) ถูก scavenging โดยสารแขวนลอยแล้วสารแขวนลอยถูกพัดพานำ scavenging ^{230}Th ไปตกที่อื่น ผู้วิจัยยังไม่สามารถสรุปได้ว่าสาเหตุใดมีอิทธิพลมากที่สุดต่อการมีปริมาณ ^{232}Th สูงกว่า ^{238}U ในตะกอนจากอ่าวไทยและอันดามัน

ขณะเดียวกันอัตราส่วนของ $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ กลับมีค่ามากกว่า 1 ในตะกอนจากอ่าวไทยและทะเลอันดามัน แสดงถึงการ scavenging ของ ^{230}Th ที่เกิดจากการสลายตัวของ ^{234}U ในชั้นน้ำและคุณสมบัติการละลายน้ำของยูเรเนียม ตรงข้ามกับตะกอนจาก Puget Sound ซึ่งมีอัตราส่วนประมาณ 1 (15) ซึ่งได้อธิบายไว้ว่าเกิดจากการที่ source rock มีปริมาณยูเรเนียมสูงและอาจเป็นไปได้ที่ ขบวนการ scavenging อาจเกิดกับยูเรเนียมได้ดีกว่าทอเรียมใน puget sound

^{238}U และ ^{234}U

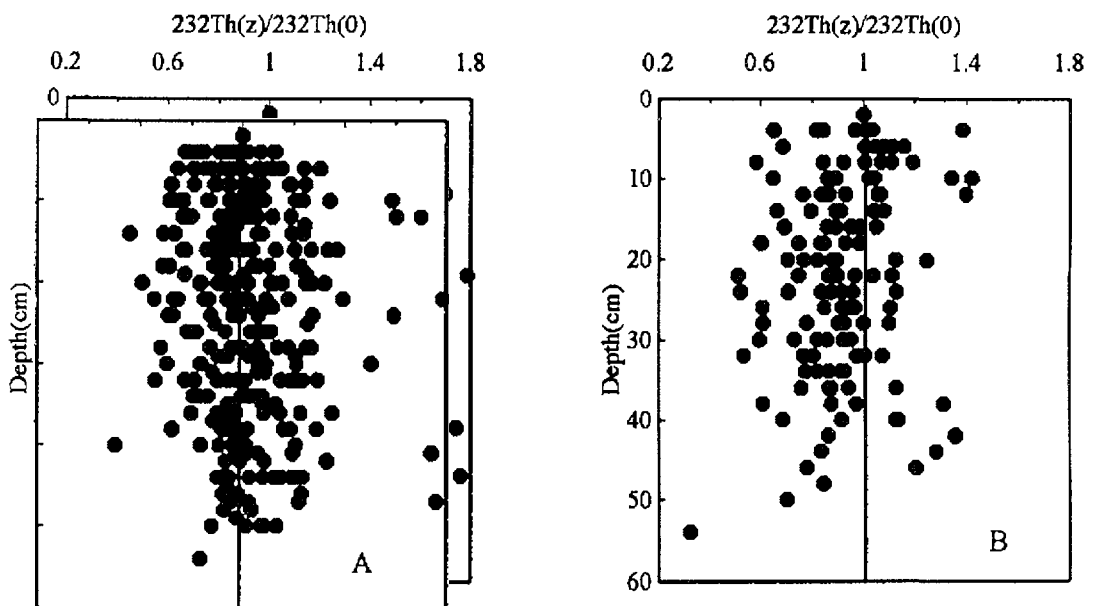
^{238}U ในตะกอนจากอ่าวไทย มีค่าตั้งแต่ 1 - 4 dpm/g โดยมีค่าเฉลี่ย 1.779 ± 0.996 dpm/g ขณะที่ในตะกอนจากทะเลอันดามัน มีปริมาณ ^{238}U ตั้งแต่ 1.5-2 dpm/g และมีค่าเฉลี่ย 1.631 ± 0.766 dpm/g เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ย 1.4 ± 0.2 dpm/g ในตะกอนของ puget sound (15) 2.04 ± 0.67 dpm/g ในตะกอนจาก Washington continental slope (13) และ 0.69 ± 0.09 dpm/g ในตะกอนของ Amazon shelf (20)

^{234}U และ ^{238}U ในตะกอนมีความสัมพันธ์กัน (Fig.3 a และ 3 b) โดยมีค่า r^2 เท่ากับ 0.938 และ 0.900 ตามลำดับ, least Square regression line แสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงของ $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ เท่ากับ 1.119 และ 1.040

ปฏิกริยานี้สัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารแขวนลอย (Mass flux) ในชั้นน้ำ อัตราส่วนของ $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ มากกว่า 1 จะพบในชั้นของตะกอนที่เพิ่งตกตะกอนและ อัตราส่วนนี้จะค่อยๆลดลงจนเข้าใกล้ 1 ในที่สุด อัตราการตกตะกอนในทะเลอันดามันบริเวณพื้นที่ที่ศึกษามีค่าตั้งแต่ 162.8-671.0 mg/cm²/yr (16) เทียบกับอัตราการตกตะกอน 44-490 mg/cm²/yr ในอ่าวไทย (13) Koide *et al* และ Bruno *et al.* รายงานค่าอัตราส่วน $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ สูงถึง 8 ในในชั้นของตะกอนที่ขาดออกซิเจนและเพิ่งตกตะกอนใหม่ๆ (recently deposited anoxic sediment) นอกชายฝั่งแคลิฟอร์เนีย และ เม็กซิโก (17,18) และยังคำนวณอัตราการตกตะกอนจากความเร็วในการลดลงของอัตราส่วน $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ ในตะกอนด้วย

^{232}Th และ ^{230}Th

^{232}Th ในตะกอนของอ่าวไทยมีค่าตั้งแต่ 1.702-6.553 ค่าเฉลี่ย 3.203 ± 1.143 dpm/g และในตะกอนจากทะเลอันดามันมีค่าตั้งแต่ 2.139-5.424 ค่าเฉลี่ย 3.294 ± 1.137 dpm/g เปรียบเทียบกับ 1.2 ± 0.1 dpm/g ในตะกอนของ puget sound (15) ^{232}Th ในตะกอนเกิดจากองค์ประกอบของดิน หินที่ย่อยสลาย(detrital) ดังนั้นถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบของดินและหินที่ประกอบกันเข้าเป็นตะกอน ปริมาณ ^{232}Th ในตะกอนควรมีค่าคงที่ และเป็นจริงในตะกอนจาก อ่าวไทย ดังแสดงในรูปที่ 2 a และ 2 b



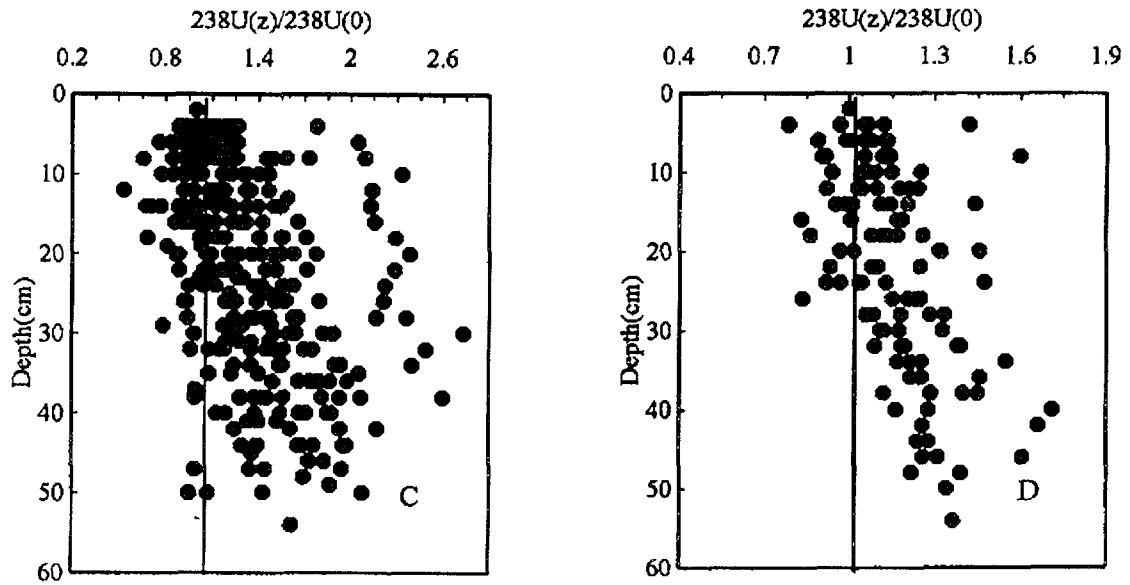


Figure 2. Changes in Th-232 activity and U-238 activity with depths in the gulf of Thailand expressed as the ratio of activity at each depth to activity at top of that core

อัตราส่วน $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$ ในตะกอนจากทั้งอ่าวไทยและทะเลอันดามันมีค่ามากกว่า 1 สอดคล้องกับ ผลการศึกษาในตะกอนจาก Long island sound (19) แต่ตรงข้ามกับผลการศึกษาในตะกอนจาก Puget sound (15) ปรกติแล้ว $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$ ควรจะมีค่ามากกว่า 1 ทั้งนี้เพราะปริมาณที่มากกว่าของ ^{232}Th ในเปลือกโลก ประกอบกับยูเรเนียมเกิดในรูปของเกลือคาร์บอเนตซึ่งเสถียรและมีคุณสมบัติละลายในน้ำทะเลได้ดี

$^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ และ $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ ในตะกอนจากแม่น้ำ และ ฝุ่นละออง (air dust) มีค่าประมาณ 1 (21,22,23) ปรกติแล้วในตะกอนทะเล ^{230}Th ควรจะมีปริมาณมากกว่า ^{232}Th และ ^{234}U ในตะกอน และ ^{230}Th ยังมีมากขึ้นในตะกอนจากทะเลลึก (deep sea sediment) เพราะ ^{230}Th เกิดขึ้นในชั้นน้ำจากการสลายตัวของ ^{234}U จะถูก scavenging โดย particle ขณะที่ ยูเรเนียมยังคงละลายในชั้นน้ำ สำหรับในตะกอนที่ศึกษาพบว่าอัตราส่วนของ $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ มีค่าน้อยกว่า 1 โดยมีค่า ประมาณ 0.6-0.9 ในอ่าวไทย และประมาณ 0.7-0.8 ในทะเลอันดามัน ตรงข้ามกับตะกอนจากทะเลลึก และเปรียบเทียบกับประมาณ 1.01-1.05 ในตะกอนจากPuget sound (15)

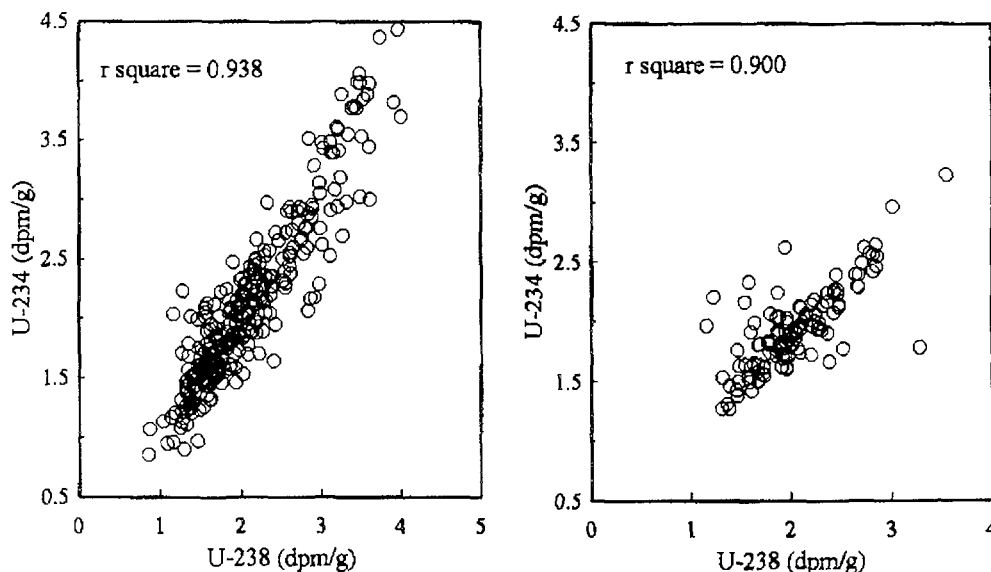


Figure 3 Relationship of U-238 and U-234 activities from all depths in GT and Andaman Sea sediment cores. In the Gulf of Thailand (a) and the Andaman Sea (b). Slope of the least squares lines are 1.119 (a) and 1.040 (b) and r^2 are 0.938 (a) and 0.900 (b)

ในอ่าวไทยและทะเลอันดามันตามลำดับ อัตราส่วนนี้เป็นส่วนผสมของการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในเนื้อดิน หินที่ย่อยสลายและการเพิ่มขึ้นของ authigenic U โดยการ induce ของ seawater ซึ่งมีอัตราส่วนของ $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ เท่ากับ 1.14-1.15 extrapolate กราฟไปที่ศูนย์ จะพบว่าในตะกอนจากอ่าวไทยเมื่อที่ ^{234}U เท่ากับ 0, ^{238}U จะมีค่าเท่ากับ 0.167 dpm/g ปริมาณของ excess ^{238}U ในดินหินที่ย่อยสลายซึ่งเข้าสู่อ่าวไทยด้วยกัมมันตรังสีรวม 1-4 dpm/g ควรให้ค่า activity ratio เท่ากับ 0.86-0.96 ซึ่งโดยปกติในสภาวะอากาศในเขตร้อนของประเทศไทย อัตราส่วน $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ ในดิน หินที่ย่อยสลายควรมีค่าต่ำกว่านี้

สำหรับตะกอนจากทะเลอันดามันมี ^{234}U มากกว่าหรือเท่ากับ ^{238}U กล่าวคือเมื่อ ^{238}U เท่ากับ 0, ^{234}U จะเท่ากับ 0.024 dpm/g เมื่อคิดว่าดิน หิน อนุภาคที่เข้าสู่ทะเลอันดามันด้วยกัมมันตรังสีรวม 1.5-2 dpm/g จะให้ค่า $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ activity ratio ประมาณ 1 (1.012-1.016) ซึ่งเป็น activity ratio ในฝุ่นอากาศ แสดงว่าอาจเป็นไปได้ที่ตะกอนในทะเลอันดามันจะประกอบด้วยฝุ่นที่พัดพามาทางอากาศมากกว่า ตะกอนจากแม่น้ำซึ่งจะถูกโครงสร้างของอนุภาคจะถูกทำลายมากกว่า หรืออาจเป็นเพราะข้อมูลของตัวอย่างจากทะเลอันดามันมีน้อยเมื่อเทียบกับตะกอนจากอ่าวไทย

^{238}U มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามความลึกของชั้นตะกอน โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นประมาณ 2 เท่าในอ่าวไทย และ 1.5 เท่า ในทะเลอันดามัน (Fig 2c และ Fig 2d) การเพิ่มขึ้นของ ^{238}U ตามความลึกแสดงถึงการเกิดของ authigenic U โดย diagenesis process การเพิ่มขึ้นของ authigenic U จะเพิ่มอัตราส่วนของ $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ ในตะกอนจาก 0.9-1.0 ซึ่งเป็นค่าต้นแบบของตะกอนจากแม่น้ำ เป็น 1.15 ซึ่งเป็นค่าต้นแบบของน้ำทะเล อัตราส่วนของ $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ เท่ากับ 1.006 ± 0.130 และ 1.038 ± 0.203 ในอ่าวไทยและอันดามัน ทำให้ประมาณสัดส่วนของ authigenic U ได้ว่าประมาณ 0-42 % และ 0-55 % ตามลำดับ

การเกิดของ authigenic U เกิดจากการที่ น้ำทะเลซึ่งเป็น oxic ถูก induce โดยสัตว์หน้าดินเข้าสู่ชั้นตะกอนที่ระดับลึกที่มีสภาพเป็น anoxic U ที่ละลายน้ำจะเปลี่ยนรูปเป็น U ที่ไม่ละลายน้ำและสะสมในตะกอน การเกิด authigenic U ในตะกอนของอ่าวไทยและทะเลอันดามันโดย diagenesis process สนับสนุนการสูญหายของ ^{228}Th ในตะกอนที่ได้กล่าวไปแล้ว

สาเหตุอีกประการหนึ่ง ของการที่ ^{238}U มีปริมาณสูงขึ้นตามระดับความลึกของชั้นตะกอนคือการสูญหายของยูเรเนียม บริเวณ surface เกี่ยวกับเรื่องนี้ ขณะนี้ในประเทศไทยยังไม่มีผู้ใดศึกษาปริมาณยูเรเนียมใน pore water

บทสรุป

ปริมาณกัมมันตรังสีของไอโซโทปรังสีทอเรียมในตะกอนของอ่าวไทยและทะเลอันดามัน มีปริมาณสูงกว่าตะกอนในเขตอบอุ่นบริเวณชายฝั่งของทวีปอเมริกาเหนือประมาณ 2-3 เท่า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะองค์ประกอบของดินและหินที่ย่อยสลายและประกอบกันขึ้นเป็นตะกอน ปริมาณของไอโซโทปรังสีทอเรียมมีปริมาณไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อความลึกของชั้นตะกอนเพิ่มขึ้นแสดงถึงความคงที่ขององค์ประกอบของดินและหิน อัตราส่วนไอโซโทป $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ มีค่าน้อยกว่า 1 ที่ระดับลึกมากกว่า 30 ซม. ใน 14 ของ 22 สถานีในอ่าวไทย และ 2 ของ 8 สถานีในทะเลอันดามัน แสดงถึงความสามารถในการแพร่กระจายของ ^{228}Ra จากเนื้อตะกอนสู่ชั้นน้ำและสะท้อนถึงความสามารถในการแพร่กระจายของสารเคมี มลพิษที่ละลายน้ำ รวมตลอดถึง nutrient จากตะกอนกลับสู่ชั้นน้ำซึ่งมีอัตราส่วนในการแพร่กระจายมากกว่าในอ่าวไทย ตะกอนที่ศึกษามีอัตราส่วน $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ น้อยกว่า 1 ซึ่งยังไม่สามารถสรุปได้ว่าเกิดจากองค์ประกอบของ ดิน หิน ในบริเวณที่ศึกษา การเกิดขึ้นน้อยของ ^{230}Th หรือ authigenic ^{230}Th ในชั้นน้ำ หรือสารแขวนลอยที่ scavenge ^{230}Th ไปได้แล้วถูกพัดพาไปตกที่อื่น

ปริมาณกัมมันตรังสีของไอโซโทปรังสียูเรเนียมในตะกอนของอ่าวไทยและทะเลอันดามัน มีค่าใกล้เคียงหรือต่ำกว่าตะกอนในเขตอบอุ่นบริเวณชายฝั่งของทวีปอเมริกาเหนือเล็กน้อย แต่มีค่าสูงกว่าในตะกอนใน Amazon Shelf ประมาณ 2-3 เท่า ไอโซโทปรังสี ^{234}U และ ^{238}U มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามความลึกของชั้นดินทั้งตะกอนจากอ่าวไทยและทะเลอันดามัน แสดงถึงการเกิด authigenic U

ในชั้นตะกอนโดยขบวนการ Diagenesis สันับสนุนคำอธิบายการเกิดสภาวะขาด ^{228}Ra ในชั้นตะกอนดังกล่าวข้างต้น การนำเข้าของยูเรเนียมสู่ตะกอนในอ่าวไทยและทะเลอันดามันขัดแย้งกับการแพร่ออกของยูเรเนียมจากชั้นตะกอนใน Amazon Shelf (20).

กิติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนเงินวิจัยจากสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ความรู้และเทคนิคในการวิจัยจากทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศโดยภายใต้โครงการ Asian Pacific Project(RAS/8/080) และโครงการ Regional co-operative project (RAS/8/076) คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ Prof. Dr.Roy Carpenter แห่ง University of Washington ที่ให้ความเอาใจใส่ ความรู้และคำแนะนำอันมีค่ายิ่งต่อคณะผู้วิจัยมาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

1. Burton, J.D. (1975). Chemical Oceanography, 2nd edition, Vol 3, Academic Press, London(1975) 91-139.
2. Langmuir ,D. Geochim. Cosmochim Acta ,42,(1978) 547-569.
3. Cochran , J.K. Uranium Series Disequilibrium. Application to Envirmental Problems. Clarendon. (1982) 384-430
4. Buesseler,K.O. U.S. JGOFs Newsletter (December 1989) 5-11
5. Baskaran,M. and Santschi,P.H. Marine Chemistry,43, (1993)95-114.
6. Szymczak,R. Radioprotection, 32(C2) ,(1997) 183-188.
7. Waite,T.D. and SzymczakR. Aquatic and Surface Chemistry Lewis publishers, Boca Raton, USA.(1994) 39-52.
8. Aller,R.C. and Cochran,J.K Earth and planetary Science Letters, 29, (1976) 37-50.
9. มณฑิรา เปี่ยมทิพย์มโนัส จิตติมา आयुตตะกะ และคเชนทร์ เฉลิมวัฒน์ การสัมมนาวิทยาศาสตร์ทางทะเลแห่งชาติ ครั้งที่ 5 เรื่อง สถานภาพของทะเลไทยและแนวโน้มนในอนาคต คณะกรรมการวิทยาศาสตร์ทางทะเลแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ พ.ศ. 2537
10. อานนท์ สนิทวงศ์ และ รังสิโรจน์ วงศ์พรหมเมฆ การสัมมนาวิทยาศาสตร์ทางทะเลแห่งชาติ ครั้งที่ 5 เรื่อง สถานภาพของทะเลไทยและแนวโน้มนในอนาคต คณะกรรมการวิทยาศาสตร์ทางทะเลแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ พ.ศ. 2537

11. Hylleberg, J., Nateewathana,A., and Chatanantawej. Phuket Marine Biological Research Center Bulletin, **37**,(1985).
12. Carpenter, R., J.T. Bennett and M.L. Peterson . Geochim. Cosmochim. Acta, **45**, (1981)1155-1172.
13. Carpenter, R., M.L. Peterson and J.T. Bennett . Marine Geology, **48**, (1982) 135-164.
14. Srisuksawad, K., Porntepkasemsan,B., Nouchpramool,S., Yamkate,P., Carpenter,R., Peterson, M.L., and Hamilton,T. Continental Shelf Research ,**17(8)**, (1997) 925-965.
15. Carpenter, R., M.L. Peterson , J.T. Bennett and B.L.K. Somayajulu . Geochim. Cosmochim.Acta, **48**, (1984) 1949-1963.
16. จันทน์ แจ่มแสงทอง บุญสม พรเทพเกษมสันต์ และ ขนิษฐา ศรีสุขสวัสดิ์ รายงานวิชาการประจำปี 2541 สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ พ.ศ. 2541
17. Koide M., Bruland D.W., and Goldberg E. Geochim.Cosmochim.Acta ,**37**, (1973) 1171-1187
18. Bruland, K.W., Franks, R.P., Landing, W.M. and Soutar A. Earth Planet. Sci.Lett. ,**53**, (1981) 400-408.
19. Thompson J.,Turrekian K.K. and McCaffrey R.J. Estuarine Research Vol. 1. Academic Press.NY. (1975) 28-44.
20. Moore, W.S. Earth Planet.Sci.Lett,**2**, (1967)231-234.
21. Scott, M.R. Earth Planet.Sci.Lett, **4**,(1968) 245-252.
22. Rydell H.S. and Prospero J.M. Earth Planet Sci.Lett. **14**, (1972) 397-402.
23. Aller R.C., L.K. Benninger and J.K. Cochran . Earth Planet Science Letters,**47**,(1980)161-175.

Table1 Activities of U and Th isotopes in Gulf of Thailand sediments (on salt free, dry basis)(One standard deviations).

Depth (cm)	Sample activity (dpm/g)						Activity ratio					
	228 Th	230 Th	232 Th	234 U	238-U	$\frac{Th228}{Th232}$	$\frac{Th230}{Th232}$	$\frac{U234}{U238}$	$\frac{Th230}{U234}$	$\frac{Th232}{U238}$	$\frac{Th232(z)}{Th232(0)}$	$\frac{U238(z)}{U238(0)}$
Station 8 a 13/20.11N 100/40 E; sedimentation rate 270 mg/cm ² /yr												
0 - 2	3.096	2.804	3.143	1.979	1.879	0.985	0.892	1.053	1.417	1.673	1.000	1.000
2 - 4	2.897	2.210	2.952	1.274	2.225	0.981	0.749	0.573	1.735	1.327	0.939	1.184
4 - 6	2.990	2.668	3.535	1.930	1.579	0.846	0.755	1.222	1.383	2.239	1.125	0.840
6 - 8	2.358	2.042	2.828	1.717	1.593	0.834	0.722	1.078	1.189	1.776	0.900	0.848
8 - 10	2.973	2.422	3.360	1.939	1.460	0.885	0.721	1.328	1.250	2.301	1.069	0.777
10 - 13	2.539	2.340	3.068	2.373	2.200	0.828	0.763	1.079	0.986	1.395	0.976	1.171
13 - 16	2.828	2.344	3.051	1.685	1.628	0.927	0.768	1.035	1.391	1.874	0.971	0.866
16 - 19	2.596	2.254	3.156	2.431	1.947	0.822	0.714	1.248	0.927	1.621	1.004	1.036
19 - 22	2.295	1.917	2.730	----	----	0.841	0.702	----	----	----	0.869	----
25 - 28	----	----	----	2.349	2.328	----	----	1.009	----	----	----	1.239
28 - 31	3.331	2.575	3.422	2.789	2.547	0.973	0.752	1.095	0.923	1.343	1.089	1.356
31 - 34	3.105	2.477	3.247	2.777	2.918	0.956	0.763	0.952	0.892	1.113	1.033	1.553
37 - 40	3.124	2.152	3.185	2.836	2.598	0.981	0.676	1.092	0.759	1.226	1.013	1.383
43 - 47	3.056	2.302	3.208	2.565	2.723	0.953	0.718	0.942	0.898	1.178	1.021	1.449
station 12 a 13/02.244N 100/31 E; sedim												
0 - 2	2.348	1.608	2.369	1.392	1.206	0.991	0.679	1.154	1.156	1.965	1.000	1.000
2 - 4	2.397	1.627	2.530	1.408	1.297	0.947	0.643	1.085	1.156	1.951	1.068	1.075
4 - 6	2.433	1.528	2.520	1.675	1.523	0.965	0.606	1.099	0.912	1.654	1.064	1.263
6 - 8	3.049	1.732	2.822	1.564	2.081	1.080	0.614	0.751	1.107	1.356	1.191	1.726
8 - 10	2.151	1.762	2.477	1.519	1.595	0.869	0.712	0.952	1.161	1.553	1.045	1.323
10 - 13	2.459	1.824	2.943	1.690	1.917	0.835	0.620	0.881	1.079	1.535	1.242	1.590
13 - 16	2.832	1.559	2.678	1.585	1.358	1.057	0.582	1.168	0.983	1.973	1.131	1.126
16 - 19	2.439	1.709	2.793	----	----	0.873	0.612	----	----	----	1.179	----
19 - 22	2.299	1.625	2.585	1.830	1.745	0.889	0.629	1.049	0.888	1.482	1.091	1.447
22 - 25	2.801	1.741	2.968	1.598	1.471	0.944	0.587	1.086	1.090	2.017	1.253	1.220
25 - 28	2.613	1.615	2.509	1.696	1.505	1.042	0.644	1.127	0.952	1.668	1.059	1.248
28 - 31	2.785	1.658	2.502	1.749	1.775	1.113	0.663	0.986	0.947	1.409	1.056	1.472
31 - 34	2.562	1.729	2.523	1.676	1.500	1.016	0.686	1.117	1.032	1.681	1.065	1.244
34 - 36	2.453	1.720	2.715	1.622	1.802	0.903	0.633	0.900	1.060	1.507	1.146	1.494
Station 17a 12/50.0N 100/30 E; sedimentation rate 470 mg/cm ² /yr												
0 - 2	2.126	1.402	2.138	0.878	1.065	0.995	0.656	0.824	1.597	2.007	1.000	1.000
4 - 6	2.787	2.231	2.780	1.184	1.205	1.003	0.803	0.983	1.884	2.307	1.300	1.132
8 - 10	2.496	1.641	2.617	1.299	1.248	0.954	0.627	1.041	1.263	2.097	1.224	1.172
10 - 13	2.040	1.437	2.366	----	----	0.862	0.607	----	----	----	1.107	----
13 - 16	2.554	1.457	2.714	1.431	1.309	0.941	0.537	1.093	1.018	2.073	1.269	1.229
16 - 19	2.376	1.610	2.670	----	----	0.890	0.603	----	----	----	1.249	----
25 - 28	2.510	1.618	2.708	1.721	1.534	0.927	0.598	1.122	0.941	1.765	1.267	1.441
28 - 31	----	----	----	1.492	1.361	----	----	1.096	----	----	----	1.278
31 - 32	2.603	1.692	2.639	1.640	1.551	0.986	0.641	1.057	1.032	1.702	1.234	1.456
Station 23a 12/45 N 100/30 E; sedimentation rate 310 mg/cm ² /yr												
0 - 2	1.955	1.381	2.191	0.856	0.853	0.892	0.630	1.004	1.614	2.569	1.000	1.000
2 - 4	4.284	2.468	4.044	1.383	1.518	1.059	0.610	0.911	1.785	2.665	1.846	1.779
4 - 6	3.964	2.558	4.117	1.838	1.748	0.963	0.621	1.051	1.392	2.355	1.879	2.049
6 - 8	5.644	4.107	5.561	1.350	1.784	1.015	0.739	0.757	3.041	3.116	2.538	2.092
8 - 10	4.248	3.202	4.552	2.050	1.991	0.933	0.703	1.030	1.562	2.287	2.078	2.334
10 - 12	3.597	2.797	3.722	1.717	1.823	0.966	0.751	0.942	1.629	2.042	1.699	2.137
12 - 14	4.410	3.367	4.297	1.879	1.818	1.026	0.784	1.034	1.792	2.363	1.961	2.131
14 - 16	4.148	3.209	4.296	1.934	1.841	0.966	0.747	1.050	1.659	2.333	1.961	2.159
16 - 18	4.197	2.846	4.445	2.197	1.957	0.944	0.640	1.123	1.295	2.271	2.029	2.294
18 - 20	4.352	2.758	4.314	2.214	2.034	1.009	0.639	1.089	1.245	2.121	1.969	2.385
20 - 22	----	----	----	1.942	1.950	----	----	0.996	----	----	----	2.286
22 - 24	----	----	----	2.103	1.896	----	----	1.109	----	----	----	2.223
24 - 26	----	----	----	2.276	1.888	----	----	1.205	----	----	----	2.214
26 - 28	----	----	----	1.946	2.015	----	----	0.966	----	----	----	2.362
28 - 30	----	----	----	2.015	2.336	----	----	0.863	----	----	----	2.738

Depth (cm)	Sample activity (dpm/g)					Activity ratio						
	228 Th	230 Th	232 Th	234 U	238-U	Th228	Th230	U234	Th230	Th232	Th232(z)	U238(z)
						Th232	Th232	U238	U234	U238	Th232(0)	U238(0)
Station 23a(cont'd)												
30 - 32	----	----	----	2.182	2.122	----	----	1.028	----	----	----	2.487
32 - 34	----	----	----	2.307	2.048	----	----	1.127	----	----	----	2.400
34 - 38	5.327	3.277	5.499	1.744	2.220	0.969	0.596	0.786	1.879	2.478	2.510	2.602
Station 35a 12/36 N 100/30 E; sedimentation rate 307 mg/cm ² /yr												
0 - 2	----	----	----	1.997	2.195	----	----	0.910	----	----	----	1.000
2 - 4	4.087	3.707	3.671	1.582	2.121	1.113	1.010	0.746	2.344	1.731	1.000	0.966
4 - 6	4.350	3.999	4.787	1.968	1.863	0.909	0.835	1.056	2.032	2.569	1.304	0.849
6 - 8	4.041	3.821	4.340	1.819	2.242	0.931	0.880	0.811	2.101	1.936	1.182	1.021
8 - 10	4.621	3.557	4.921	2.037	2.194	0.939	0.723	0.928	1.746	2.243	1.340	1.000
10 - 12	4.428	3.383	4.360	1.738	2.013	1.016	0.776	0.863	1.947	2.166	1.188	0.917
12 - 14	3.465	3.405	3.941	1.558	2.008	0.879	0.864	0.776	2.185	1.963	1.074	0.915
14 - 16	4.074	3.786	4.903	2.866	2.167	0.831	0.772	1.322	1.321	2.262	1.336	0.987
16 - 18	3.838	3.408	3.850	1.392	1.511	0.997	0.885	0.922	2.448	2.548	1.049	0.688
18 - 20	4.940	4.135	4.674	1.638	1.945	1.057	0.885	0.842	2.525	2.403	1.273	0.886
20 - 22	6.236	5.660	6.553	2.616	2.550	0.952	0.864	1.026	2.164	2.570	1.785	1.162
22 - 24	5.123	4.709	5.839	2.555	2.295	0.877	0.806	1.113	1.843	2.545	1.591	1.045
24 - 26	----	----	----	1.168	2.031	----	----	0.575	----	----	----	0.926
26 - 30	5.537	4.504	5.521	2.918	2.173	1.003	0.816	1.343	1.544	2.540	1.504	0.990
Station 2 11/55 N 100/20 E; sedimentation rate 310 mg/cm ² /yr												
0 - 2	2.398	1.460	2.540	1.092	0.948	0.944	0.575	1.152	1.337	2.678	1.000	1.000
2 - 4	2.161	1.395	2.452	1.037	1.133	0.881	0.569	0.916	1.345	2.164	0.965	1.195
4 - 6	2.404	1.683	2.824	1.170	0.956	0.851	0.596	1.224	1.439	2.955	1.112	1.008
6 - 8	2.317	1.631	2.674	1.290	1.161	0.867	0.610	1.112	1.264	2.304	1.053	1.224
8 - 10	2.851	2.359	3.138	1.135	1.164	0.909	0.752	0.974	2.079	2.695	1.235	1.228
10 - 12	2.330	1.638	2.637	1.326	1.108	0.883	0.621	1.197	1.236	2.381	1.038	1.168
12 - 14	2.787	2.147	3.140	1.351	1.321	0.888	0.684	1.023	1.589	2.376	1.236	1.394
14 - 16	2.318	1.578	2.564	1.268	1.218	0.904	0.615	1.041	1.245	2.105	1.009	1.285
16 - 18	2.727	1.695	2.798	1.268	1.128	0.974	0.606	1.124	1.336	2.480	1.102	1.190
18 - 20	2.464	1.699	2.852	1.321	1.469	0.864	0.596	0.899	1.286	1.941	1.123	1.550
20 - 22	2.788	2.308	2.994	1.432	1.437	0.931	0.771	0.996	1.611	2.083	1.179	1.516
22 - 24	2.967	2.090	3.232	1.526	1.475	0.918	0.647	1.035	1.370	2.191	1.273	1.556
24 - 26	2.798	1.992	2.738	1.367	1.321	1.022	0.728	1.035	1.458	2.073	1.078	1.393
26 - 28	2.721	1.710	2.885	1.311	1.400	0.943	0.593	0.937	1.304	2.060	1.136	1.477
28 - 30	2.537	1.519	2.700	1.404	1.419	0.940	0.563	0.989	1.082	1.902	1.063	1.497
30 - 32	2.833	1.664	3.014	1.429	1.379	0.940	0.552	1.036	1.165	2.187	1.187	1.454
32 - 34	2.487	1.554	2.573	1.604	1.458	0.967	0.604	1.100	0.969	1.765	1.013	1.538
34 - 36	3.237	2.501	3.430	1.860	1.576	0.944	0.729	1.180	1.344	2.176	1.351	1.663
36 - 38	6.067	5.210	6.495	1.561	1.484	0.934	0.802	1.051	3.339	4.375	2.557	1.566
38 - 40	2.613	1.755	3.067	1.846	1.778	0.852	0.572	1.038	0.951	1.725	1.207	1.875
40 - 44	2.989	1.746	3.022	1.914	1.871	0.989	0.578	1.023	0.912	1.615	1.190	1.973
Station 4 12/33 N 101/13 E; sedimentation rate 113 mg/cm ² /yr												
0 - 2	4.066	3.110	3.966	1.605	1.656	1.025	0.784	0.969	1.938	2.395	1.000	1.000
2 - 4	2.936	2.400	3.074	1.704	1.870	0.955	0.781	0.911	1.409	1.644	0.775	1.129
4 - 6	2.864	2.180	2.962	1.636	1.603	0.967	0.736	1.020	1.333	1.848	0.747	0.968
6 - 8	2.573	2.197	2.864	1.622	1.903	0.898	0.767	0.852	1.355	1.505	0.722	1.149
8 - 10	2.766	2.456	2.843	1.991	2.317	0.973	0.864	0.859	1.233	1.227	0.717	1.399
10 - 12	4.653	4.094	3.971	2.191	2.231	1.172	1.031	0.982	1.868	1.780	1.001	1.347
12 - 14	4.636	2.967	2.905	2.303	2.567	1.596	1.021	0.897	1.288	1.132	0.732	1.550
14 - 16	3.886	2.892	3.593	2.232	2.368	1.081	0.805	0.942	1.296	1.517	0.906	1.430
16 - 18	----	3.984	2.840	2.360	2.570	----	1.403	0.918	1.688	1.105	0.716	1.552
18 - 20	3.218	2.590	3.831	2.612	2.935	0.840	0.676	0.890	0.992	1.305	0.966	1.772
20 - 22	3.387	2.709	2.603	2.523	2.504	1.301	1.041	1.008	1.074	1.040	0.656	1.512
22 - 24	2.025	2.338	2.819	2.396	2.356	0.718	0.829	1.017	0.976	1.197	0.711	1.423
24 - 26	2.840	2.409	3.103	2.335	2.972	0.915	0.776	0.786	1.032	1.044	0.782	1.795
26 - 28	3.179	2.439	3.466	3.208	3.590	0.917	0.704	0.894	0.760	0.966	0.874	2.168
28 - 30	----	----	----	2.429	2.723	----	----	0.892	----	----	----	1.644
30 - 32	----	----	----	2.711	2.902	----	----	0.934	----	----	----	1.752
32 - 34	3.897	3.083	3.955			0.985	0.779	----	----	----	0.997	----
34 - 36	3.835	2.651	3.869	3.322	2.979	0.991	0.685	----	----	----	0.976	1.799

Depth (cm)	Sample activity (dpm/g)						Activity ratio						
	228 Th	230 Th	232 Th	234 U	238-U	Th228	Th230	U234	Th230	Th232	Th232(z)	U238(z)	
						Th232	Th232	U238	U234	U238	Th232(0)	U238(0)	
Station4(cont'd)													
36 -38	2.915	2.769	2.881	3.033	3.428	1.012	0.961	---	---	---	0.726	2.070	
38 -42	4.593	3.414	5.265	3.200	3.607	0.872	0.648	---	---	---	1.327	2.178	
Station 6 11/10 N 99/55 E; sedimentation rate 170 mg/cm2/yr													
0 -2	4.078	2.788	4.242	1.325	1.402	0.961	0.657	0.944	2.105	3.025	1.000	1.000	
2 -4	3.644	2.539	3.601	1.427	1.512	1.012	0.705	0.944	1.779	2.382	0.849	1.078	
4 -6	3.097	2.644	3.458	1.478	1.531	0.896	0.764	0.966	1.789	2.260	0.815	1.092	
6 -8	3.204	2.542	3.802	1.740	1.759	0.843	0.668	0.989	1.461	2.161	0.896	1.255	
8 -10	3.079	2.557	3.699	1.693	1.851	0.832	0.691	0.915	1.510	1.998	0.872	1.320	
10 -12	2.792	2.356	3.390	1.741	1.579	0.824	0.695	1.103	1.353	2.147	0.799	1.126	
12 -14	3.769	3.292	4.027	1.744	1.857	0.936	0.818	0.939	1.888	2.168	0.949	1.325	
14 -16	3.428	2.637	4.137	---	---	0.829	0.637	---	---	---	0.975	---	
16 -18	4.383	3.829	5.142	2.062	2.188	0.853	0.745	0.942	1.857	2.349	1.212	1.561	
18 -20	3.260	2.495	3.562	2.046	2.285	0.915	0.700	0.896	1.219	1.559	0.840	1.630	
20 -22	3.736	2.662	3.978	2.166	2.405	0.939	0.669	0.901	1.229	1.654	0.938	1.716	
22 -24	3.507	2.635	3.727	2.066	2.276	0.941	0.707	0.907	1.276	1.637	0.879	1.624	
24 -26	4.462	3.848	4.486	2.006	2.192	0.995	0.858	0.915	1.918	2.046	1.058	1.564	
26 -28	3.700	2.930	4.097	2.204	2.323	0.903	0.715	0.949	1.329	1.764	0.966	1.657	
28 -30	3.309	2.567	3.550	2.115	2.232	0.932	0.723	0.948	1.214	1.590	0.837	1.592	
30 -32	3.120	2.438	3.458	2.186	2.194	0.902	0.705	0.996	1.115	1.576	0.815	1.565	
32 -34	3.218	2.308	3.424	2.202	2.664	0.940	0.674	---	---	---	0.807	1.900	
34 -36	3.821	2.595	3.981	2.194	2.501	0.960	0.652	---	---	---	0.939	1.784	
36 -38	3.851	2.550	4.023	2.015	2.010	0.957	0.634	---	---	---	0.948	1.433	
38 -40	---	2.838	2.143	2.194	2.335	---	1.324	---	---	---	0.505	1.665	
40 -42	3.761	2.507	3.961	2.150	2.258	0.949	0.633	---	---	---	0.934	1.610	
42 -44	3.704	2.428	3.826	2.240	2.467	0.968	0.635	---	---	---	0.902	1.759	
44 -46	3.929	2.679	3.909	2.114	2.428	1.005	0.685	---	---	---	0.922	1.732	
46 -48	4.052	2.475	3.930	2.180	2.376	1.031	0.630	---	---	---	0.927	1.695	
48 -50	5.025	3.111	4.296	2.579	2.905	1.170	0.724	---	---	---	1.013	2.072	
50 -54	3.802	2.427	3.548	2.394	2.267	1.071	0.684	---	---	---	0.837	1.617	
Station 10 12/10 N 101/45 E; sedimentation rate 44 mg/cm2/yr													
0 -2	3.997	3.482	4.543	2.536	2.397	0.880	0.766	1.058	1.373	1.896	1.000	1.000	
2 -4	3.827	4.042	3.816	2.893	2.927	1.003	1.059	0.988	1.397	1.304	0.840	1.221	
4 -6	3.366	3.329	3.873	2.812	2.754	0.869	0.860	1.021	1.184	1.406	0.853	1.149	
6 -8	3.583	3.592	4.320	3.121	3.484	0.829	0.831	0.896	1.151	1.240	0.951	1.453	
8 -10	4.820	4.748	4.639	2.848	3.517	1.039	1.024	0.810	1.667	1.319	1.021	1.467	
10 -12	3.461	3.400	4.134	3.253	3.188	0.837	0.822	1.020	1.045	1.297	0.910	1.330	
12 -14	3.250	3.482	4.034	2.848	2.886	0.806	0.863	0.987	1.222	1.398	0.888	1.204	
14 -16	3.955	3.609	4.136	2.985	3.050	0.956	0.873	0.979	1.209	1.356	0.910	1.272	
16 -18	---	---	---	3.154	3.394	---	---	0.929	---	---	---	1.416	
18 -20	3.586	3.232	3.782	3.118	2.906	0.948	0.855	1.073	1.036	1.301	0.832	1.213	
20 -22	4.019	3.761	4.423	3.019	2.619	0.909	0.850	1.153	1.246	1.689	0.973	1.092	
22 -24	4.511	4.050	4.492	2.920	3.284	1.004	0.902	0.889	1.387	1.368	0.989	1.370	
24 -26	3.768	3.334	3.721	3.422	3.781	1.012	0.896	0.905	0.974	0.984	0.819	1.577	
26 -28	4.635	4.131	3.961	3.583	3.888	1.170	1.043	0.922	1.153	1.019	0.872	1.622	
28 -30	3.583	3.230	3.809	3.745	4.368	0.941	0.848	0.857	0.862	0.872	0.838	1.822	
30 -32	3.626	3.014	3.687	3.490	4.058	0.983	0.818	0.860	0.864	0.909	0.812	1.693	
32 -34	3.733	2.959	3.755	4.131	4.594	0.994	0.788	0.899	0.716	0.817	0.826	1.916	
34 -36	3.560	3.169	3.635	3.519	4.744	0.979	0.872	0.742	0.900	0.766	0.800	1.979	
36 -38	5.813	4.336	4.402	3.171	3.083	1.320	0.985	1.029	1.367	1.428	0.969	1.286	
38 -40	3.535	3.013	3.794	3.964	4.432	0.932	0.794	---	---	---	0.835	1.849	
Station 16 11/25 N 101/25 E; sedimentation rate 64 mg/cm2/yr													
0 -2	3.223	2.864	3.735	1.885	2.061	0.863	0.767	0.915	1.519	1.812	1.000	1.000	
2 -4	---	---	---	2.012	2.141	---	---	0.940	---	---	---	1.039	
4 -6	3.013	2.922	3.746	---	---	0.804	0.780	---	---	---	1.003	---	
6 -8	3.248	2.822	3.510	1.869	1.952	0.925	0.804	0.957	1.510	1.798	0.940	0.947	
8 -10	2.882	2.789	3.701	1.880	2.085	0.779	0.754	0.902	1.484	1.775	0.991	1.012	
10 -12	3.593	3.092	3.951	1.862	2.042	0.909	0.782	0.912	1.660	1.935	1.058	0.991	
14 -16	3.732	3.337	3.530	1.834	1.884	1.057	0.945	0.973	1.820	1.874	0.945	0.914	
16 -18	3.476	3.327	3.957	2.629	2.897	0.878	0.841	0.908	1.266	1.366	1.059	1.406	

Depth (cm)	Sample activity (dpm/g)					Activity ratio						
	228 Th	230 Th	232 Th	234 U	238-U	Th228	Th230	U234	Th230	Th232	Th232(z)	U238(z)
						Th232	Th232	U238	U234	U238	Th232(0)	U238(0)
Station 16(cont'd)												
18 -20	4.254	4.244	4.659	2.719	2.799	0.913	0.911	0.972	1.561	1.664	1.247	1.358
20 -22	3.797	3.805	3.820	2.308	2.528	0.994	0.996	0.913	1.648	1.511	1.023	1.227
26 -28	3.210	2.849	3.740	2.889	2.852	0.858	0.762	1.013	0.986	1.312	1.001	1.384
28 -30	4.393	3.577	4.522	3.257	3.886	0.971	0.791	0.838	1.098	1.164	1.211	1.885
30 -32	4.428	3.997	4.832	---	---	0.916	0.827	---	---	---	1.294	---
32 -34	4.191	3.280	4.021	3.458	3.989	1.042	0.816	0.867	0.949	1.008	1.077	1.935
34 -36	4.508	4.315	4.583	---	---	0.983	0.941	---	---	---	1.227	---
36 -38	3.499	3.018	3.723	3.614	3.977	0.940	0.811	0.909	0.835	0.936	0.997	1.930
38 -40	3.637	2.719	3.586	3.510	3.531	1.014	0.758	0.994	0.775	1.016	0.960	1.713
40 -42	3.774	3.021	3.704	3.498	3.982	1.019	0.816	0.878	0.864	0.930	0.992	1.932
42 -44	4.870	3.891	4.186	3.008	3.478	1.163	0.930	0.865	1.293	1.204	1.121	1.688
44 -46	3.817	2.900	3.674	3.449	3.773	1.039	0.789	0.914	0.841	0.974	0.984	1.831
46 -49	3.844	2.906	3.646	3.533	3.846	1.054	0.797	0.919	0.823	0.948	0.976	1.866
Station 17 11/40 N 102/50 E; sedimentation rate 150 mg/ci												
0 -2	4.031	3.362	3.947	2.620	2.525	1.021	0.852	1.038	1.283	1.563	1.000	1.000
2 -4	3.523	2.967	3.701	2.524	2.316	0.952	0.802	1.090	1.176	1.598	0.938	0.917
4 -6	3.000	2.925	3.865	3.201	2.942	0.776	0.757	1.088	0.914	1.314	0.979	1.165
6 -8	2.900	2.806	3.720	3.387	3.771	0.779	0.754	0.898	0.828	0.986	0.942	1.493
8 -10	4.911	3.632	4.766	2.887	2.951	1.030	0.762	0.978	1.258	1.615	1.207	1.169
10 -13	3.272	2.907	3.861	2.989	2.756	0.847	0.753	1.085	0.972	1.401	0.978	1.091
13 -16	3.879	2.773	3.835	3.272	2.694	1.011	0.723	1.214	0.848	1.423	0.972	1.067
16 -19	2.628	2.189	3.054	2.840	2.061	0.861	0.717	1.378	0.771	1.482	0.774	0.816
19 -22	3.454	2.664	3.365	2.477	2.655	1.026	0.791	0.933	1.076	1.267	0.853	1.052
22 -25	3.141	2.675	3.519	4.008	3.696	0.893	0.760	1.084	0.668	0.952	0.891	1.464
25 -28	4.038	2.722	3.769	3.124	3.395	1.071	0.722	0.920	0.871	1.110	0.955	1.344
28 -31	3.297	2.537	3.488	3.608	3.002	0.945	0.727	1.202	0.703	1.162	0.884	1.189
31 -34	3.354	2.580	3.405	3.227	3.412	0.985	0.758	0.946	0.799	0.998	0.863	1.351
34 -37	3.177	2.700	3.498	3.123	2.525	0.908	0.772	1.237	0.865	1.385	0.886	1.000
37 -40	3.357	2.743	3.579	3.491	3.021	0.938	0.766	1.156	0.786	1.185	0.907	1.196
40 -45	3.305	2.945	3.709	3.607	3.441	0.891	0.794	1.048	0.817	1.078	0.940	1.363
Station 20 9/50 N 99/35 E; sedimentation rate 260 mg/cm2/yr												
0 -2	1.843	1.269	1.985	---	---	0.928	0.639	---	---	---	1.000	---
2 -4	2.068	1.310	2.237	---	---	0.925	0.586	---	---	---	1.127	---
4 -6	2.196	1.446	2.464	---	---	0.891	0.587	---	---	---	1.241	---
6 -8	2.356	1.319	2.471	---	---	0.953	0.534	---	---	---	1.245	---
8 -10	2.886	2.325	3.148	---	---	0.917	0.739	---	---	---	1.586	---
10 -12	2.498	1.818	3.179	---	---	0.786	0.572	---	---	---	1.601	---
12 -14	2.278	1.260	2.370	---	---	0.961	0.532	---	---	---	1.194	---
14 -16	2.418	1.695	2.718	---	---	0.889	0.624	---	---	---	1.370	---
16 -18	2.095	1.374	2.433	---	---	0.861	0.565	---	---	---	1.226	---
18 -20	2.451	1.974	2.622	---	---	0.935	0.753	---	---	---	1.321	---
20 -22	2.457	1.576	2.764	---	---	0.889	0.570	---	---	---	1.393	---
26 -28	2.425	1.366	2.478	1.252	1.077	0.979	0.551	1.163	1.091	2.300	1.248	---
Station 22 10/20 N 100/45 E; sedimentation rate 80 mg/cm2/yr												
0 -2	---	---	---	1.341	1.681	---	---	0.798	---	---	---	1.000
2 -4	---	---	---	1.485	1.603	---	---	0.926	---	---	---	0.954
4 -6	5.812	5.074	5.660	1.628	1.557	1.027	0.896	1.046	3.117	3.636	1.000	0.926
6 -8	4.212	3.620	4.593	2.745	2.655	0.917	0.788	1.034	1.319	1.730	0.811	1.579
8 -10	4.047	2.992	4.212	1.515	1.730	0.961	0.710	0.876	1.975	2.435	0.744	1.029
10 -12	4.203	3.967	4.381	1.300	0.896	0.959	0.905	1.451	3.051	4.888	0.774	0.533
12 -14	3.701	2.829	4.164	1.442	1.487	0.889	0.679	0.970	1.961	2.800	0.736	0.885
14 -16	4.770	3.883	4.409	1.870	1.604	1.082	0.881	1.166	2.077	2.749	0.779	0.954
16 -18	3.688	3.103	3.898	1.683	1.725	0.946	0.796	0.976	1.844	2.259	0.689	1.026
18 -20	3.684	2.722	3.469	1.855	2.148	1.062	0.785	0.863	1.468	1.615	0.613	1.278
20 -22	3.694	2.899	4.226	1.938	2.025	0.874	0.686	0.957	1.496	2.087	0.747	1.204
22 -24	3.683	2.639	4.119	2.615	2.380	0.894	0.641	1.099	1.009	1.731	0.728	1.416
24 -26	5.376	3.824	4.494	1.989	2.072	1.196	0.851	0.960	1.923	2.168	0.794	1.233
26 -28	4.007	2.921	3.850	1.456	1.589	1.041	0.759	0.917	2.006	2.423	0.680	0.945
28 -30	3.625	2.656	3.998	1.570	2.044	0.907	0.664	0.768	1.691	1.956	0.706	1.216

Depth (cm)	Sample activity (dpm/g)					Activity ratio						
	228 Th	230 Th	232 Th	234 U	238-U	Th228 Th232	Th230 Th232	U234 U238	Th230 U234	Th232 U238	Th232(z) Th232(0)	U238(z) U238(0)

Station22(cont'd)												
30 -32	3.868	2.949	3.750	2.184	2.488	1.032	0.786	0.878	1.350	1.507	0.662	1.480
32 -34	6.691	5.391	6.021	2.970	2.283	1.111	0.895	1.301	1.815	2.637	1.064	1.358
34 -36	5.059	3.843	5.099	2.982	3.137	0.992	0.754	0.951	1.289	1.626	0.901	1.866
36 -40	----	----	----	2.653	2.597	----	----	1.022	----	----	----	1.545
Station 30	10/20 N 101/45 E; sedimentation rate 140 mg/cm2/yr											
0 -2	4.063	2.597	4.013	1.418	1.422	1.012	0.647	0.997	1.832	2.821	1.000	1.000
2 -4	3.214	2.050	3.235	1.650	1.712	0.993	0.634	0.964	1.242	1.889	0.806	1.204
4 -6	3.450	2.549	3.242	1.480	1.743	1.064	0.786	0.849	1.723	1.860	0.808	1.226
6 -8	3.533	2.955	3.571	1.331	1.374	0.989	0.827	0.969	2.219	2.598	0.890	0.967
8 -10	2.810	2.128	3.094	1.338	1.476	0.908	0.688	0.906	1.591	2.097	0.771	1.038
10 -12	2.756	2.175	3.072	1.503	1.567	0.897	0.708	0.959	1.447	1.961	0.766	1.102
12 -14	----	----	----	1.467	0.971	----	----	1.512	----	----	----	0.683
14 -16	----	----	----	1.850	1.882	----	----	0.983	----	----	----	1.323
18 -20	3.733	2.676	3.664	----	----	1.019	0.730	----	----	----	0.913	----
20 -22	3.864	2.697	2.927	----	----	1.320	0.921	----	----	----	0.729	----
22 -24	3.596	2.568	3.855	----	----	0.933	0.666	----	----	----	0.961	----
24 -26	4.024	2.952	4.137	----	----	0.973	0.713	----	----	----	1.031	----
26 -28	4.724	3.528	4.729	----	----	0.999	0.746	----	----	----	1.178	----
28 -30	4.370	2.969	4.372	----	----	1.000	0.679	----	----	----	1.089	----
30 -32	4.153	2.696	3.791	1.705	1.636	1.096	0.711	1.042	1.582	2.316	0.945	1.151
34 -36	4.483	3.136	4.340	1.911	2.468	1.033	0.723	0.774	1.641	1.758	1.081	1.736
36 -38	5.931	4.268	5.177	1.988	2.080	1.146	0.824	0.956	2.147	2.489	1.290	1.463
38 -40	3.992	2.668	3.909	1.775	1.611	1.021	0.682	1.102	1.503	2.426	0.974	1.133
40 -42	5.876	3.747	4.355	2.095	1.779	1.349	0.860	1.177	1.789	2.448	1.085	1.251
42 -44	4.738	3.155	4.335	----	----	1.093	0.728	----	----	----	1.080	----
44 -46	4.737	3.258	4.937	----	----	0.959	0.660	----	----	----	1.230	----
46 -48	4.286	2.744	4.150	----	----	1.033	0.661	----	----	----	1.034	----
48 -50	4.848	3.228	4.546	----	----	1.066	0.710	----	----	----	1.133	----
Station 37	9/00 N 101/20 E; sedimentation rate 80 mg/cm2/yr											
0 -2	3.220	2.426	3.472	1.581	1.885	0.927	0.699	0.838	1.535	1.841	1.000	1.000
2 -4	3.449	2.852	3.548	1.466	1.987	0.972	0.804	0.738	1.946	1.786	1.022	1.054
4 -6	3.990	2.090	3.052	1.680	2.115	1.307	0.685	0.794	1.244	1.443	0.879	1.122
6 -8	3.374	2.118	3.121	1.601	1.742	1.081	0.678	0.919	1.323	1.792	0.899	0.924
8 -10	3.261	2.106	3.002	----	----	1.086	0.702	----	----	----	0.864	----
10 -12	2.861	2.222	3.255	1.853	2.037	0.879	0.683	0.910	1.199	1.598	0.938	1.081
12 -14	2.848	2.202	3.178	2.116	2.124	0.896	0.693	0.996	1.041	1.496	0.915	1.127
14 -16	3.048	2.164	2.990	1.834	1.810	1.019	0.724	1.014	1.180	1.652	0.861	0.960
16 -18	3.896	2.417	3.301	2.275	2.280	1.180	0.732	0.998	1.062	1.448	0.951	1.210
18 -20	3.921	2.424	3.438	2.365	2.356	1.140	0.705	1.004	1.025	1.459	0.990	1.250
20 -23	4.207	3.301	3.682	2.015	2.116	1.143	0.897	0.952	1.639	1.740	1.060	1.122
23 -26	3.607	2.269	3.239	----	----	1.113	0.701	----	----	----	0.933	----
26 -29	3.741	2.264	3.250	----	----	1.151	0.697	----	----	----	0.936	----
29 -32	3.558	2.377	3.507	----	----	1.015	0.678	----	----	----	1.010	----
32 -35	3.685	2.503	3.341	----	----	1.103	0.749	----	----	----	0.962	----
38 -41	4.586	2.303	3.390	----	----	1.353	0.679	----	----	----	0.976	----
41 -44	4.647	3.244	4.226	----	----	1.100	0.768	----	----	----	1.217	----
Station 38	9/15N 101/45E; sedimentation rate 110 mg/cm2/yr											
0 -2	3.077	1.922	3.030	2.106	1.951	1.015	0.634	1.079	0.913	1.553	1.000	1.000
2 -4	----	----	----	1.583	1.786	----	----	0.886	----	----	----	0.915
4 -6	3.149	2.104	3.023	1.514	1.489	1.042	0.696	1.017	1.390	2.031	0.998	0.763
6 -8	----	----	----	1.332	1.279	----	----	1.042	----	----	----	0.655
8 -10	----	----	----	1.588	1.662	----	----	0.955	----	----	----	0.852
10 -12	2.660	1.950	2.794	----	----	0.952	0.698	----	----	----	0.922	----
12 -14	1.955	1.564	1.702	1.681	1.509	1.149	0.919	1.114	0.930	1.128	0.562	0.773
14 -16	2.897	1.737	2.326	1.386	2.009	1.245	0.747	0.690	1.253	1.158	0.768	1.030
16 -18	2.725	1.878	2.809	1.611	1.702	0.970	0.669	0.947	1.166	1.650	0.927	0.872
18 -20	3.066	2.397	2.986	1.715	1.738	1.027	0.803	0.986	1.398	1.718	0.985	0.891
20 -23	----	----	----	1.906	1.857	----	----	1.026	----	----	----	0.952
23 -26	2.376	1.614	2.417	1.929	1.825	0.983	0.668	1.057	0.837	1.325	0.798	0.935

Depth (cm)	Sample activity (dpm/g)					Activity ratio						
	228 Th	230 Th	232 Th	234 U	238-U	Th228	Th230	U234	Th230	Th232	Th232(z)	U238(z)
						Th232	Th232	U238	U234	U238	Th232(0)	U238(0)
Station 38(cont'd)												
26 -29	2.663	1.869	2.764	2.034	1.534	0.963	0.676	1.326	0.919	1.802	0.912	0.786
29 -32	2.401	1.597	2.344	2.127	1.880	1.024	0.681	1.132	0.751	1.247	0.774	0.964
32 -35	2.759	1.912	2.887	2.194	2.111	0.956	0.662	1.039	0.872	1.367	0.953	1.082
35 -38	3.124	2.177	3.052	3.344	3.548	1.024	0.713	0.943	0.651	0.860	1.007	1.818
38 -41	3.102	2.400	3.019	2.643	2.742	1.027	0.795	0.964	0.908	1.101	0.997	1.405
41 -44	4.073	2.698	3.744	3.917	3.819	1.088	0.721	1.025	0.689	0.980	1.236	1.958
Station 44 7/45 N 101/15 E; sedimentation rate 350 mg/cm ²												
0 -2	3.442	2.538	3.280	1.662	1.710	1.049	0.774	0.972	1.527	1.918	1.000	1.000
2 -4	2.717	2.075	3.025	----	----	0.898	0.686	----	----	----	0.922	----
4 -6	3.562	3.279	3.592	1.662	1.535	0.992	0.913	1.083	1.973	2.340	1.095	0.898
6 -8	2.842	2.125	3.299	----	----	0.861	0.644	----	----	----	1.006	----
8 -10	2.803	2.201	3.108	1.560	1.605	0.902	0.708	0.972	1.411	1.936	0.947	0.939
10 -12	2.541	2.196	3.124	----	----	0.813	0.703	----	----	----	0.952	----
12 -14	2.773	2.332	3.066	1.757	1.677	0.905	0.761	1.048	1.327	1.828	0.935	0.981
16 -18	2.699	2.275	3.069	1.815	1.793	0.879	0.741	1.012	1.254	1.712	0.936	1.048
26 -29	2.914	2.137	3.082	----	----	0.945	0.693	----	----	----	0.940	----
29 -32	3.317	2.231	3.201	----	----	1.036	0.697	----	----	----	0.976	----
35 -38	3.015	2.122	3.011	----	----	1.001	0.705	----	----	----	0.918	----
41 -44	3.028	2.184	3.103	----	----	0.976	0.704	----	----	----	0.946	----
44 -47	3.252	2.214	3.125	2.226	1.701	1.041	0.708	1.309	0.994	1.838	0.953	0.995
47 -50	2.822	1.981	2.884	1.660	1.635	0.978	0.687	1.016	1.193	1.764	0.879	0.956
Station 45 8/01 N 101/38 E; sedimentation rate 94 mg/cm ² /yr												
0 -2	2.519	2.077	2.913	1.481	1.230	0.865	0.713	1.204	1.402	2.368	1.000	1.000
2 -4	2.357	1.916	2.641	1.371	1.241	0.892	0.725	1.104	1.398	2.128	0.907	1.009
4 -6	2.148	1.846	2.675	1.259	1.315	0.803	0.690	0.957	1.466	2.034	0.918	1.069
6 -8	2.239	2.179	2.963	1.542	1.260	0.756	0.735	1.224	1.413	2.352	1.017	1.024
8 -10	2.279	2.101	2.820	1.321	1.216	0.808	0.745	1.086	1.590	2.318	0.968	0.989
10 -12	2.463	2.553	3.248	1.804	1.804	0.758	0.786	1.000	1.415	1.800	1.115	1.467
12 -14	2.393	2.001	2.654	1.408	1.514	0.902	0.754	0.930	1.421	1.753	0.911	1.231
14 -16	2.185	1.917	2.526	1.740	1.588	0.865	0.759	1.096	1.101	1.591	0.867	1.291
16 -18	2.525	2.113	2.604	1.611	1.441	0.970	0.812	1.118	1.312	1.807	0.894	1.171
18 -20	2.796	2.360	2.817	1.680	1.836	0.993	0.838	0.915	1.405	1.534	0.967	1.493
20 -23	3.221	2.525	2.812	1.630	1.326	1.145	0.898	1.229	1.548	2.120	0.965	1.078
23 -26	3.197	2.457	3.055	1.661	1.714	1.047	0.804	0.969	1.479	1.783	1.049	1.393
26 -29	3.083	2.386	2.985	1.804	1.553	1.033	0.799	1.162	1.322	1.922	1.025	1.263
29 -32	2.585	1.904	2.640	1.495	1.662	0.979	0.721	0.900	1.273	1.588	0.906	1.351
32 -35	2.928	2.196	3.187	1.978	1.726	0.919	0.689	1.146	1.110	1.846	1.094	1.403
35 -38	4.483	3.046	3.383	2.085	1.695	1.325	0.901	1.230	1.461	1.995	1.161	1.378
38 -41	3.230	2.011	3.085	2.400	1.641	1.047	0.652	1.462	0.838	1.880	1.059	1.334
41 -44	6.771	2.805	3.559	2.078	2.045	1.903	0.788	1.016	1.350	1.740	1.222	1.663
Station 46 8/15 N 102/5.05 E; sedimentation rate 170 mg/cm ²												
0 -2	3.584	2.038	2.828	1.748	1.749	1.267	0.721	1.000	1.166	1.617	1.000	1.000
2 -4	3.011	2.158	3.161	----	----	0.953	0.683	----	----	----	1.118	----
4 -6	3.421	2.033	3.257	1.663	1.535	1.050	0.624	1.084	1.222	2.123	1.152	0.877
6 -8	3.105	1.873	3.002	----	----	1.034	0.624	----	----	----	1.062	----
8 -10	2.919	2.247	3.059	1.548	1.593	0.954	0.735	0.972	1.452	1.921	1.082	0.911
10 -12	2.502	1.731	2.900	----	----	0.863	0.597	----	----	----	1.026	----
12 -14	1.735	1.328	1.956	1.335	1.236	0.887	0.679	1.080	0.995	1.583	0.692	0.707
14 -16	2.330	1.854	2.790	----	----	0.835	0.665	----	----	----	0.986	----
16 -18	2.402	2.049	2.516	2.002	1.983	0.955	0.815	1.010	1.024	1.269	0.889	1.134
18 -20	2.633	2.035	3.266	----	----	0.806	0.623	----	----	----	1.155	----
20 -23	2.491	1.887	2.747	1.867	1.781	0.907	0.687	1.048	1.011	1.543	0.971	1.018
23 -26	2.839	2.071	3.085	1.958	2.097	0.920	0.671	0.934	1.058	1.471	1.091	1.199
26 -29	2.982	1.990	3.042	2.367	2.267	0.980	0.654	1.044	0.840	1.342	1.076	1.296
29 -32	3.374	2.412	3.417	1.885	2.069	0.987	0.706	0.911	1.280	1.651	1.208	1.183
32 -35	2.952	2.123	3.055	2.310	2.148	0.966	0.695	1.075	0.919	1.423	1.080	1.228
35 -38	3.323	2.215	3.358	2.546	2.259	0.990	0.660	1.127	0.870	1.486	1.187	1.292
38 -41	5.047	3.769	4.925	2.769	2.675	1.025	0.765	1.035	1.361	1.841	1.741	1.530
41 -44	3.100	2.082	3.247	2.607	2.447	0.955	0.641	1.066	0.799	1.327	1.148	1.399

Depth (cm)	Sample activity (dpm/g)						Activity ratio									
	228 Th		230 Th		232 Th		234 U		238-U		Th228	Th230	U234	Th230	Th232(z)	U238(z)
	Th232	Th232	U238	U238	Th232(0)	U238(0)	Th232	Th232	U238	U234	U238	U238	U234	U238	Th232(0)	U238(0)
Station46(cont'd)																
44 -47	5.029	3.535	4.981	2.300	2.359	1.010	0.710	0.975	1.537	2.111	1.761	1.349				
47 -50	3.213	2.081	3.067	2.143	1.888	1.047	0.678	1.135	0.971	1.625	1.085	1.079				
Station52 7/05N 102/10E; sedimentation rate 270 mg/cm2/yr																
0 -2	2.607	1.990	2.922	1.351	1.344	0.892	0.681	1.005	1.473	2.175	1.000	1.000				
2 -4	----	----	----	1.549	1.705	----	----	0.909	----	----	----	1.268				
4 -6	2.411	1.910	2.762	1.418	1.312	0.873	0.691	1.081	1.346	2.105	0.945	0.976				
6 -8	----	----	----	1.541	1.581	----	----	0.975	----	----	----	1.176				
8 -10	----	----	----	1.346	1.570	----	----	0.858	----	----	----	1.168				
10 -12	2.428	1.944	2.943	1.616	1.319	0.825	0.660	1.225	1.203	2.231	1.007	0.982				
12 -14	2.615	2.128	3.093	----	----	0.846	0.688	----	----	----	1.059	----				
14 -16	2.685	2.067	3.031	1.325	1.377	0.886	0.682	0.963	1.560	2.202	1.037	1.024				
16 -18	2.673	2.065	3.038	1.477	1.572	0.880	0.680	0.940	1.398	1.932	1.040	1.170				
18 -20	3.005	2.075	3.241	1.426	1.430	0.927	0.640	0.998	1.455	2.267	1.109	1.064				
20 -23	2.810	2.115	3.032	1.266	1.703	0.927	0.698	0.743	1.671	1.780	1.038	1.267				
23 -26	3.262	2.121	3.172	1.515	1.595	1.028	0.668	0.950	1.399	1.989	1.086	1.187				
Station 53 7/20 N 102/35 E; sedimentation rate 100 mg/cm2/yr																
0 -2	3.965	2.039	2.896	1.357	1.447	1.369	0.704	0.938	1.503	2.002	1.000	1.000				
2 -4	2.979	1.867	2.883	1.405	1.283	1.033	0.647	1.095	1.328	2.247	0.996	0.887				
4 -6	2.346	1.874	2.778	1.389	1.245	0.844	0.674	1.116	1.349	2.231	0.959	0.861				
6 -8	2.769	2.493	2.936	1.546	1.597	0.943	0.849	0.968	1.613	1.839	1.014	1.104				
8 -10	2.265	2.092	2.825	----	----	0.802	0.741	----	----	----	0.976	----				
10 -12	2.424	2.134	2.820	1.689	1.716	0.859	0.757	0.985	1.263	1.644	0.974	1.186				
12 -14	2.687	2.183	2.778	1.758	1.460	0.967	0.786	1.204	1.242	1.903	0.959	1.009				
14 -16	2.413	1.748	2.607	1.736	1.554	0.926	0.671	1.117	1.007	1.678	0.900	1.074				
16 -18	2.588	1.831	2.672	1.525	1.541	0.968	0.685	0.990	1.201	1.734	0.923	1.065				
18 -20	2.547	1.716	2.615	1.580	1.587	0.974	0.656	0.996	1.086	1.648	0.903	1.096				
20 -23	3.094	2.440	3.148	1.588	1.585	0.983	0.775	1.002	1.536	1.986	1.087	1.096				
23 -26	3.276	2.369	3.086	1.901	1.814	1.062	0.768	1.048	1.246	1.701	1.066	1.253				
26 -29	2.441	1.743	2.617	1.923	1.703	0.933	0.666	1.130	0.906	1.537	0.904	1.177				
29 -32	2.605	1.783	2.603	1.688	1.564	1.001	0.685	1.079	1.056	1.664	0.899	1.081				
32 -35	2.828	1.754	2.727	----	----	1.037	0.643	----	----	----	0.942	----				
35 -38	2.916	1.779	2.724	1.554	1.439	1.071	0.653	1.080	1.145	1.893	0.940	0.994				
38 -41	2.859	1.792	2.945	----	----	0.971	0.608	----	----	----	1.017	----				
41 -44	2.813	1.872	2.638	1.963	1.876	1.066	0.710	1.046	0.954	1.406	0.911	1.297				
Station 54 7/35 N 103/00 E; sedimentation rate 190 mg/cm2																
0 -2	3.109	2.257	3.218	----	----	0.966	0.701	----	----	----	1.000	----				
2 -4	2.811	2.248	3.272	1.317	1.427	0.859	0.687	0.923	1.707	2.294	1.017	1.000				
4 -6	2.704	2.326	3.390	----	----	0.798	0.686	----	----	----	1.054	----				
6 -8	2.709	2.547	3.463	----	----	0.782	0.735	----	----	----	1.076	----				
8 -10	2.793	2.481	3.216	2.037	1.855	0.869	0.771	1.098	1.218	1.733	0.999	1.300				
10 -12	2.710	2.390	3.316	2.194	1.876	0.817	0.721	1.169	1.089	1.767	1.031	1.315				
12 -14	2.757	2.372	3.448	1.947	2.145	0.800	0.688	0.908	1.218	1.607	1.071	1.503				
14 -16	3.323	3.134	3.875	2.108	2.368	0.857	0.809	0.890	1.487	1.636	1.204	1.660				
16 -18	2.670	2.376	3.362	2.173	2.445	0.794	0.707	0.889	1.093	1.375	1.045	1.713				
18 -20	2.865	2.246	3.286	2.099	2.027	0.872	0.684	1.036	1.070	1.621	1.021	1.420				
20 -23	3.345	2.544	3.590	1.995	1.855	0.932	0.709	1.075	1.275	1.935	1.116	1.300				
23 -26	3.153	2.570	3.577	2.145	2.150	0.882	0.719	0.998	1.198	1.664	1.112	1.506				
26 -29	3.280	2.752	3.881	2.275	2.125	0.845	0.709	1.070	1.209	1.826	1.206	1.489				
29 -32	3.358	2.606	3.700	2.267	2.161	0.908	0.704	1.049	1.150	1.713	1.150	1.514				
32 -35	3.384	2.369	3.635	2.737	2.934	0.931	0.652	0.933	0.866	1.239	1.130	2.056				
35 -38	3.470	2.437	3.282	2.024	1.831	1.057	0.742	1.105	1.204	1.792	1.020	1.283				
38 -41	3.540	2.687	3.849	2.237	2.173	0.920	0.698	1.029	1.201	1.771	1.196	1.523				
41 -44	3.605	2.399	3.306	2.178	1.979	1.091	0.726	1.100	1.102	1.670	1.027	1.387				
44 -47	3.671	2.772	3.924	2.814	2.773	0.936	0.707	1.015	0.985	1.415	1.219	1.943				
47 -50	3.566	2.492	3.448	2.372	2.042	1.034	0.723	1.161	1.051	1.688	1.071	1.431				

Table2 Activities of U and Th isotopes in Andaman sea sediments (on salt free, dry basis)(One standard deviations).

Depth (cm)	Sample activity (dpm/g)						Activity ratio						
	228 Th	230 Th	232 Th	234 U	238 U		$\frac{Th228}{Th232}$	$\frac{Th230}{Th232}$	$\frac{U234}{U238}$	$\frac{Th230}{U238}$	$\frac{Th232(z)}{Th232(0)}$	$\frac{U238(z)}{U238(0)}$	
Andaman St 1	7/30 N 98/31 E ; Sedimentation rate 196 mg/cm ² /yr												
0 -2	2.567	1.953	2.603	1.742	1.555		0.987	0.750	1.120	1.121	1.674	1.000	
2 -4	5.983	2.869	3.602	1.589	1.497		1.661	0.797	1.061	1.806	2.406	0.963	
4 -6	2.638	2.253	2.812	1.466	1.764		0.938	0.801	0.831	1.537	1.594	1.134	
6 -8	2.625	2.045	2.779	1.607	1.420		0.944	0.736	1.131	1.273	1.957	0.913	
8 -10	4.643	3.195	3.694	2.293	1.941		1.257	0.865	1.182	1.393	1.903	1.419	
10 -12	2.727	2.798	2.772	1.907	1.621		0.984	1.009	1.176	1.468	1.710	1.065	
12 -14	3.465	1.904	2.367	1.318	1.532		1.464	0.804	0.860	1.445	1.546	0.909	
14 -16	2.265	1.661	2.319	1.717	1.561		0.977	0.716	1.100	0.967	1.485	0.891	
16 -18	2.265	1.795	2.424	----	----		0.934	0.741	----	----	----	0.931	
18 -20	3.342	2.669	3.241	----	----		1.031	0.824	----	----	----	1.245	
20 -22	2.550	2.142	2.701	----	----		0.944	0.793	----	----	----	1.038	
22 -24	2.199	1.643	2.179	1.682	1.502		1.009	0.754	1.120	0.977	1.450	0.837	
24 -26	3.017	1.927	2.540	2.098	1.942		1.188	0.759	1.081	0.918	1.308	0.976	
26 -28	2.658	1.999	2.600	2.122	1.988		1.022	0.769	1.067	0.942	1.308	0.999	
28 -30	2.256	1.765	2.397	2.199	1.720		0.941	0.736	1.279	0.802	1.394	0.921	
30 -32	2.659	2.110	2.791	2.475	2.145		0.953	0.756	1.154	0.853	1.302	1.072	
32 -34	4.338	2.694	3.141	1.992	1.883		1.381	0.858	1.058	1.353	1.668	1.207	
34 -36	3.011	2.163	2.927	----	----		1.028	0.739	----	----	----	1.125	
38 -40	3.456	2.268	2.929	----	----		1.180	0.774	----	----	----	1.125	
40 -42	3.474	2.227	3.531	----	----		0.984	0.631	----	----	----	1.357	
42 -44	3.563	2.270	3.343	----	----		1.066	0.679	----	----	----	1.284	
44 -46	3.993	2.219	3.130	2.714	2.488		1.276	0.709	1.091	0.818	1.258	1.203	
Andaman St 2	7/16 N 98/45 E ; Sedimentation rate 167 mg/cm ² /yr												
0 -2	----	----	----	1.947	1.815		----	----	1.073	----	----	----	1.000
2 -4	----	----	----	2.086	1.918		----	----	1.088	----	----	----	1.057
4 -6	----	----	----	2.161	2.046		----	----	1.056	----	----	----	1.127
6 -8	----	----	----	2.164	2.056		----	----	1.052	----	----	----	1.133
8 -10	----	----	----	2.038	1.921		----	----	1.061	----	----	----	1.058
10 -12	----	----	----	2.456	2.261		----	----	1.086	----	----	----	1.246
12 -14	----	----	----	1.964	2.022		----	----	0.971	----	----	----	1.114
14 -16	----	----	----	2.369	2.164		----	----	1.095	----	----	----	1.192
16 -18	----	----	----	2.434	2.069		----	----	1.176	----	----	----	1.140
18 -20	----	----	----	2.050	1.854		----	----	1.106	----	----	----	1.022
20 -22	----	----	----	2.238	1.997		----	----	1.121	----	----	----	1.100
22 -24	----	----	----	2.375	1.899		----	----	1.251	----	----	----	1.047
26 -28	----	----	----	2.312	1.932		----	----	1.197	----	----	----	1.065
28 -30	----	----	----	2.208	2.142		----	----	1.031	----	----	----	1.180
30 -32	----	----	----	1.960	1.987		----	----	0.987	----	----	----	1.095
32 -34	----	----	----	2.320	2.127		----	----	1.091	----	----	----	1.172
34 -36	----	----	----	2.675	2.284		----	----	1.171	----	----	----	1.258
36 -38	----	----	----	2.862	2.547		----	----	1.124	----	----	----	1.403
38 -40	----	----	----	2.483	2.124		----	----	1.169	----	----	----	1.170
40 -42	----	----	----	2.660	2.293		----	----	1.160	----	----	----	1.263
42 -44	----	----	----	2.427	2.260		----	----	1.074	----	----	----	1.245
44 -46	----	----	----	2.455	2.393		----	----	1.026	----	----	----	1.319
46 -48	----	----	----	2.463	2.219		----	----	1.110	----	----	----	1.222
Andaman St 3	6/60 N 99/00 E ; Sedimentation rate 163 mg/cm ² /yr												
0 -2	5.276	4.397	4.982	2.356	2.245		1.059	0.883	1.049	1.866	2.219	1.000	1.000
2 -4	3.411	3.008	4.200	2.670	2.393		0.812	0.716	1.116	1.127	1.755	0.843	1.066
4 -6	4.218	3.577	5.032	2.805	2.424		0.838	0.711	1.157	1.275	2.076	1.010	1.080
6 -8	3.777	3.587	4.919	2.818	2.564		0.768	0.729	1.099	1.273	1.918	0.987	1.142
8 -10	3.553	3.151	4.455	2.789	2.568		0.798	0.707	1.086	1.130	1.735	0.894	1.144
10 -12	3.722	3.114	4.630	2.854	2.459		0.804	0.673	1.161	1.091	1.883	0.929	1.095
12 -14	3.896	3.850	5.191	3.549	3.228		0.750	0.742	1.099	1.085	1.608	1.042	1.438
14 -16	----	----	----	2.847	2.640		----	----	1.078	----	----	----	----
16 -18	3.848	3.081	4.215	2.728	2.622		0.913	0.731	1.040	1.130	1.607	0.846	1.168
18 -20	4.054	3.301	4.094	3.010	2.964		0.990	0.806	1.016	1.096	1.381	0.822	1.320
20 -22	4.098	3.068	4.489	----	----		0.913	0.683	----	----	----	0.901	----

Depth (cm)	Sample activity (dpm/g)						Activity ratio						
	228 Tl	230 Th	232 Th	234 U	238-U		Th228 Th232	Th230 Th232	U234 U238	Th230 U234	Th232 U238	Th232(z) Th232(0)	U238(z) U238(0)
Andaman St 3 (cont'd)													
22 -24	4.377	3.174	4.374	----	----		1.001	0.726	----	----	----	0.878	----
24 -26	4.453	3.329	4.560	----	----		0.977	0.730	----	----	----	0.915	----
26 -28	6.053	4.754	5.484	----	----		1.104	0.867	----	----	----	1.101	----
28 -30	4.230	2.985	4.091	----	----		1.034	0.730	----	----	----	0.821	----
30 -32	4.732	3.347	4.857	----	----		0.974	0.689	----	----	----	0.975	----
32 -34	4.231	3.036	4.315	----	----		0.980	0.703	----	----	----	0.866	----
34 -36	4.610	3.369	4.698	----	----		0.981	0.717	----	----	----	0.943	----
36 -38	4.020	3.009	4.369	----	----		0.920	0.689	----	----	----	0.877	----
38 -40	4.664	3.270	4.568	----	----		1.021	0.716	----	----	----	0.917	----
Andaman St 4 6/36 N 99/04 E													
0 -2	3.754	3.085	4.592	----	----		0.817	0.672	----	----	----	1.000	----
2 -4	4.053	2.996	3.991	----	----		1.016	0.751	----	----	----	0.869	----
4 -6	3.429	2.824	4.232	----	----		0.810	0.667	----	----	----	0.922	----
6 -8	3.691	3.062	4.434	----	----		0.832	0.691	----	----	----	0.966	----
8 -10	3.451	2.885	4.278	----	----		0.807	0.674	----	----	----	0.932	----
10 -12	4.453	3.826	4.948	----	----		0.900	0.773	----	----	----	1.078	----
12 -14	3.814	3.037	4.497	----	----		0.848	0.675	----	----	----	0.979	----
14 -16	4.569	3.640	5.424	----	----		0.842	0.671	----	----	----	1.181	----
16 -18	3.844	3.000	4.335	----	----		0.887	0.692	----	----	----	0.944	----
18 -20	3.889	2.787	4.231	----	----		0.919	0.659	----	----	----	0.921	----
20 -22	3.654	2.987	4.240	----	----		0.862	0.705	----	----	----	0.923	----
22 -24	4.323	3.187	4.632	----	----		0.933	0.688	----	----	----	1.009	----
24 -26	4.588	3.566	4.265	----	----		1.076	0.836	----	----	----	0.929	----
26 -28	3.953	2.917	4.253	----	----		0.929	0.686	----	----	----	0.926	----
28 -30	4.258	2.864	4.206	----	----		1.012	0.681	----	----	----	0.916	----
30 -32	4.085	2.802	4.241	----	----		0.963	0.661	----	----	----	0.924	----
34 -36	5.264	3.799	4.697	----	----		1.121	0.809	----	----	----	1.023	----
Andaman St 5 6/30 N 98/32 E ; Sedimentation rate 272 mg/cm2/yr													
0 -2	3.029	1.874	3.117	1.359	1.314		0.972	0.601	1.035	1.379	2.373	1.000	1.000
2 -4	2.918	1.863	3.018	1.314	1.274		0.967	0.617	1.031	1.418	2.370	0.968	0.969
4 -6	3.510	2.080	3.614	1.473	1.378		0.971	0.576	1.069	1.412	2.624	1.160	1.048
6 -8	3.594	2.099	3.721	1.392	1.459		0.966	0.564	0.954	1.508	2.550	1.194	1.111
8 -10	4.305	2.444	4.191	1.460	1.431		1.027	0.583	1.020	1.674	2.928	1.345	1.089
10 -12	4.241	2.382	4.360	1.602	1.536		0.973	0.546	1.043	1.487	2.840	1.399	1.169
12 -14	3.526	2.017	3.366	1.477	1.496		1.048	0.599	0.987	1.365	2.249	1.080	1.139
14 -16	3.284	1.937	3.083	1.574	1.526		1.065	0.628	1.032	1.231	2.021	0.989	1.161
16 -18	3.280	1.969	3.074	1.629	1.646		1.067	0.640	0.990	1.208	1.868	0.986	1.253
18 -20	4.264	2.544	3.510	1.391	1.270		1.215	0.725	1.096	1.829	2.765	1.126	0.966
20 -22	3.373	1.933	3.467	1.672	1.644		0.973	0.557	1.017	1.156	2.109	1.112	1.251
22 -24	3.038	2.332	2.525	2.274	1.931		1.203	0.924	1.178	1.025	1.307	0.810	1.470
24 -26	3.451	2.273	3.449	1.674	1.577		1.001	0.659	1.062	1.358	2.187	1.106	1.200
26 -28	3.452	2.133	2.888	1.862	1.751		1.195	0.739	1.063	1.145	1.649	0.926	1.333
28 -30	3.121	2.081	2.968	1.793	1.740		1.051	0.701	1.030	1.161	1.706	0.952	1.324
30 -32	3.665	2.105	3.395	1.956	1.816		1.080	0.620	1.077	1.076	1.869	1.089	1.382
32 -34	3.911	2.240	3.856	1.865	2.003		1.014	0.581	0.931	1.201	1.925	1.237	1.525
36 -38	4.603	2.987	4.104	2.065	1.903		1.122	0.728	1.085	1.446	2.157	1.317	1.448
Andaman St 7 6/44 N 98/31 E ; Sedimentation rate 348 mg/cm2/yr													
0 -2	5.339	2.970	4.825	1.963	1.614		1.107	0.615	1.216	1.513	2.990	1.000	1.000
2 -4	5.200	3.041	4.888	1.781	1.812		1.064	0.622	0.983	1.708	2.698	1.013	1.123
4 -6	5.794	3.833	5.368	1.596	1.633		1.079	0.714	0.977	2.401	3.287	1.113	1.012
6 -8	3.743	2.601	4.454	1.937	1.701		0.840	0.584	1.139	1.343	2.619	0.923	1.054
8 -10	3.759	2.612	4.146	1.907	1.717		0.907	0.630	1.110	1.370	2.414	0.859	1.064
10 -12	3.644	2.594	4.180	2.080	1.949		0.872	0.621	1.067	1.247	2.144	0.866	1.208
12 -14	3.889	2.755	4.300	1.481	1.630		0.905	0.641	0.908	1.861	2.637	0.891	1.010
14 -16	3.990	2.709	4.592	1.950	1.906		0.869	0.590	1.023	1.389	2.409	0.952	1.181
16 -18	3.602	2.651	4.017	1.886	1.800		0.897	0.660	1.048	1.406	2.231	0.833	1.115
18 -20	4.015	2.852	4.319	2.092	2.117		0.930	0.660	0.988	1.364	2.040	0.895	1.312
20 -22	4.885	3.721	4.674	----	----		1.045	0.796	----	----	----	0.969	----
22 -24	4.169	2.837	4.419	1.911	1.818		0.943	0.642	1.051	1.484	2.430	0.916	1.127

Depth (cm)	Sample activity (dpm/g)					Activity ratio						
	228 Tl	230 Th	232 Th	234 U	238 U	Th228	Th230	U234	Th230	Th232	Th232(z)	U238(z)
						Th232	Th232	U238	U234	U238	Th232(0)	U238(0)
Andaman St 7(cont'd)												
26 - 28	3.875	2.610	4.090	1.642	1.991	0.947	0.638	0.824	1.590	2.054	0.848	1.234
28 - 30	4.255	2.679	4.345	1.858	1.901	0.979	0.617	0.977	1.442	2.286	0.901	1.178
30 - 32	3.842	2.530	4.136	----	----	0.929	0.612	----	----	----	0.857	----
32 - 34	6.081	3.321	4.853	1.598	1.910	1.253	0.684	0.837	2.078	2.541	1.006	1.183
34 - 36	4.716	3.317	4.465	1.971	2.023	1.056	0.743	0.974	1.683	2.207	0.925	1.253
36 - 38	4.392	2.657	4.219	1.162	1.959	1.041	0.630	0.593	2.287	2.153	0.874	1.214
38 - 40	5.730	3.903	4.695	1.689	1.809	1.220	0.831	0.933	2.311	2.595	0.973	1.121
40 - 42	4.099	2.826	3.311	2.247	2.056	1.238	0.854	1.093	1.258	1.611	0.686	1.274
42 - 44	5.852	3.783	4.029	1.797	2.062	1.453	0.939	0.872	2.105	1.954	0.835	1.277
44 - 46	4.626	3.155	3.762	1.893	2.029	1.230	0.839	0.933	1.666	1.854	0.780	1.257
46 - 48	4.797	3.648	4.083	1.869	2.243	1.175	0.893	0.833	1.952	1.820	0.846	1.390
48 - 50	4.524	2.925	3.392	1.541	2.161	1.334	0.862	0.713	1.898	1.570	0.703	1.339
50 - 54	2.539	2.181	1.558	1.231	2.198	1.629	1.400	0.560	1.772	0.709	0.323	1.362
Andaman St 12 8/07 N 98/11 E ; Sedimentation rate 280 mg/cm2/yr												
0 - 2	----	----	----	1.879	1.918	----	----	0.979	----	----	----	1.000
2 - 4	----	----	----	1.682	1.505	----	----	1.117	----	----	----	0.785
4 - 6	3.641	2.474	3.314	1.852	1.710	1.099	0.746	1.083	1.336	1.938	1.000	0.892
6 - 8	3.115	2.860	3.649	2.087	1.741	0.853	0.784	1.199	1.370	2.097	1.101	0.908
8 - 10	3.647	2.997	3.429	1.679	1.797	1.064	0.874	0.934	1.785	1.908	1.035	0.937
10 - 12	3.019	2.353	2.762	1.918	1.766	1.093	0.852	1.086	1.227	1.564	0.834	0.921
12 - 14	2.709	2.583	2.975	1.782	1.826	0.911	0.868	0.976	1.450	1.630	0.898	0.952
14 - 16	3.538	3.211	3.450	1.963	1.604	1.025	0.931	1.224	1.636	2.152	1.041	0.836
16 - 18	----	----	----	2.384	1.656	----	----	1.440	----	----	----	0.863
18 - 20	2.914	2.312	2.888	----	----	1.009	0.801	----	----	----	0.871	----
20 - 22	3.367	2.028	2.848	2.014	1.787	1.182	0.712	1.127	1.007	1.594	0.859	0.932
22 - 24	4.126	2.563	3.165	1.887	1.769	1.304	0.810	1.067	1.358	1.789	0.955	0.922
24 - 26	6.579	2.481	3.187	1.731	1.611	2.064	0.779	1.075	1.433	1.978	0.962	0.840
Andaman St 13 7/45 N 98/11 E ; Sedimentation rate 671 mg/cm2/yr												
0 - 2	5.131	3.233	4.189	1.540	1.635	1.225	0.772	0.942	2.100	2.562	1.000	1.000
2 - 4	2.373	2.511	2.734	1.578	2.326	0.868	0.918	0.678	1.591	1.175	0.653	1.423
4 - 6	3.473	2.438	2.870	1.744	1.618	1.210	0.850	1.077	1.398	1.773	0.685	0.990
6 - 8	4.740	2.928	2.442	1.947	1.619	1.941	1.199	1.202	1.504	1.508	0.583	0.990
8 - 10	2.528	2.567	2.722	1.966	1.706	0.929	0.943	1.152	1.306	1.595	0.650	1.043
10 - 12	3.190	3.022	3.203	1.918	1.687	0.996	0.943	1.137	1.575	1.899	0.765	1.032
12 - 14	2.317	2.488	2.771	2.285	1.982	0.836	0.898	1.153	1.089	1.398	0.661	1.212
14 - 16	2.400	2.680	2.903	----	----	0.827	0.923	----	----	----	0.693	----
16 - 18	2.166	2.389	2.518	2.067	1.769	0.860	0.949	1.169	1.155	1.424	0.601	1.082
18 - 20	4.269	4.108	2.952	2.635	2.393	1.446	1.392	1.101	1.559	1.234	0.705	1.463
20 - 22	2.516	2.299	2.139	2.522	1.773	1.176	1.075	1.422	0.911	1.206	0.511	1.084
22 - 24	2.862	2.318	2.179	1.971	1.699	1.313	1.064	1.160	1.176	1.283	0.520	1.039
24 - 26	2.585	2.945	2.541	1.880	1.885	1.017	1.159	0.998	1.566	1.348	0.607	1.153
26 - 28	3.518	3.330	2.551	3.278	1.785	1.379	1.305	1.836	1.016	1.429	0.609	1.092
28 - 30	2.816	2.414	2.500	1.980	1.837	1.127	0.966	1.078	1.219	1.361	0.597	1.123
30 - 32	2.774	2.715	2.241	2.222	1.959	1.238	1.212	1.134	1.222	1.144	0.535	1.198
34 - 38	2.559	2.643	2.539	2.096	2.107	1.008	1.041	0.995	1.261	1.205	0.606	1.289