



โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

วิวัฒนาการของชายฝั่งทะเลสมัยโฮโลซีนบริเวณอำเภอบางสะพาน
จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

โดย

นายพรพิชญ์ บัวสถิตย์

เลขประจำตัวนิสิต 5732739523

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาตรี
ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของโครงการทางวิชาการที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของโครงการทางวิชาการที่ส่งผ่านทางคณะที่สังกัด

The abstract and full text of senior projects in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)

are the senior project authors' files submitted through the faculty.

วิวัฒนาการของชายฝั่งทะเลสมัยโฮโลซีนบริเวณอำเภอบางสะพาน
จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

นายพรพิษณุ บัวสถิตย์

ธรณีวิทยา

2560

วิวัฒนาการของชายฝั่งทะเลสมัยโฮโลซีนบริเวณอำเภอบางสะพาน
จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

นาย พรพิชญ บัวสถิตย์

เลขประจำตัวนิต 5732739523

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2560

HOLOCENE COASTAL EVOLUTION AT BANG SAPHAN DISTRICT, PRACHUAP
KHIRI KHAN PROVINCE

MR. PORNPHITSANU BUASATHIT

IDENTIFICATION NUMBER 5732739523

A REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF THE BACHELOR OF SCIENCE IN GEOLOGY DEPARTMENT
OF GEOLOGY, FACULTY OF SCIENCE, CHULALONGKORN UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2017

หัวข้อโครงการ

วิวัฒนาการของชายฝั่งทะเลสมัยโฮโลซีนบริเวณ
อำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

โดย

นาย พรพิชญ์ บัวสถิตย์

สาขาวิชา

ธรณีวิทยา

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

อาจารย์ ดร. สุเมธ พันธุ์วงศ์ราช

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการร่วม ศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ชูวงศ์

วันที่ส่ง

วันที่อนุมัติ

ลงชื่อ

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

Project Title Holocene coastal evolution at Bang Saphan
District, Prachuap Khiri Khan

By Mr. Pornphitsanu Buasathit

Field study Geology

Project Advisor Dr. Sumet Phantuwongraj

Co-Project Advisor Professor Dr. Montri Choowong

Submitted Date /...../.....

Approval Date /...../.....

Signature

Project Advisor

นายพรพิชญ บัวสถิตย์ : วิวัฒนาการของชายฝั่งทะเลสมัยโฮโลซีนบริเวณอำเภอบางสะพาน จังหวัด
ประจวบคีรีขันธ์

(HOLOCENE COASTAL EVOLUTION AT BANG SAPHAN DISTRICT, PRACHUAP KHIRI KHAN
PROVINCE)

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ : อ.ดร.สุเมธ พันธุ์วงศ์ราช

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการร่วม : ศ.ดร.มนตรี ชูวงศ์

ธรณีสัณฐานวิทยาชายฝั่งทะเลเช่นเนินทรายลมหอบ, สันทรายโบราณ หรือที่ลุ่มต่ำสามารถใช้เป็นหลักฐานแสดงการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งทะเลในอดีตได้ โดยการเกิดธรณีสัณฐานดังกล่าวอาจเกิดจากหลายปัจจัยเช่น การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเล ทิศทางการไหลของกระแสน้ำชายฝั่งทะเล ทิศทางของลม เป็นต้น พื้นที่ชายฝั่งทะเลบริเวณอำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของชายฝั่งอ่าวไทย พบลักษณะภูมิประเทศแบบเนินทรายลมหอบอยู่ติดกับชายฝั่งทะเล และสันทรายโบราณสลับกับที่ลุ่มต่ำตลอดแนวชายฝั่งเป็นระยะทางประมาณ 6 กิโลเมตร พื้นที่นี้จึงเป็นบริเวณที่มีศักยภาพในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับวิวัฒนาการของการเกิดลักษณะภูมิประเทศชายฝั่งทะเลได้ดี

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาวิวัฒนาการของชายฝั่งทะเลบริเวณอำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และเพื่อศึกษาลักษณะทางตะกอนวิทยาของสันทรายโบราณและเนินทรายลมหอบ โดยมีวิธีการศึกษาคือหาการอายุสันทรายโบราณด้วยวิธีกระตุ้นด้วยแสง (Optically stimulated luminescence, OSL) ศึกษาลักษณะทางกายภาพของตะกอน และศึกษาลำดับชั้นของตะกอน จากการศึกษาพบว่าพื้นที่ศึกษาสามารถแบ่งลักษณะธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเลที่เกิดในช่วงสมัยโฮโลซีนตามลักษณะการสะสมตัวของตะกอนได้ 5 แบบได้แก่ ลากูนเก่า สันทรายโบราณด้านนอก 1 (อายุประมาณ $6,780 \pm 310$ ปี) ที่ลุ่มต่ำที่ขนานกับชายหาดปัจจุบัน สันทรายโบราณด้านนอก 2 (อายุประมาณ $4,150 \pm 150$ ปี) และเนินทรายลมหอบ

ภาควิชา..... ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา.....

Pornpitsanu Buasathit : HOLOCENE COASTAL EVOLUTION AT BANG SAPHAN

DISTRICT, PRACHUAP KHIRI KHAN PROVINCE

Project Advisor : Dr. Sumet Phantuwongraj

Co-Project Advisor : Professor Dr. Montri Choowong

Coastal geomorphology such as sand dune, sand ridge or swale can use as geological evidences of coastal landform change in the past. Formation of coastal geomorphology was control by several factors such as sea level change, longshore current direction, wind direction etc. At Bang Saphan district, Prachuap Khiri Khan Province, the part of the Gulf of Thailand (GOT) coastal, series of sand dune, sand ridge and swale were exhibited parallel along the coast about 6 km, which the Inner part of sand ridge was located about 3 km from present shoreline. These geomorphologic features might relate to the sea-level change in the Holocene period. However, in this area, the evolution and record of sea-level change in the past are still unrevealed.

The objective of this study is to study the coastal evolution at Bang Saphan district, Prachuap Khiri Khan Province and to investigate sedimentary characteristic of sand ridge and sand dune. The methodology of this study is focusing on dating sand ridge sediments by Optically Stimulated Luminescence (OSL) method and analyzing sedimentary characteristic of sediments and sediment stratigraphy. From this study, this coastal area can classify into 5 types. Type 1 is old lagoon. Type 2 is sand ridge 1 which is about $6,780 \pm 310$ years old. Type 3 is swale. Type 4 is sand ridge 2 which is about $4,150 \pm 150$ years old. Type 5 is sand dune.

Department..... Student's signature.....

Field of study..... Advisor's signature.....

Academic year.....

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ ดร.สุเมธ พันธุ์วงศ์ราช อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้ความรู้และคำแนะนำในการทำวิจัยรวมถึงช่วยเหลือในการออกภาคสนาม ทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ชูวงศ์, อาจารย์ ดร.สันติ ภัยหลบลี้ และอาจารย์ ดร.สกลวรรณ ชาวไชย ที่ให้คำแนะนำในการเตรียมและวิเคราะห์ตัวอย่างตะกอน

ขอขอบคุณอาจารย์ปัญญา จารุศิริ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือทำการวิจัย และขอบคุณนายพีรสิทธิ์ สุระเกียรติชัย ที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการรวมถึงบุคลากรในภาควิชาทุกท่านที่ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย

ขอบคุณนายณัฐชนนท์ สีทองสุด, นายปานัสม์ รักกลีกร, นายปฐพงศ์ ไชยแสนวัง, นางสาววีรินทร์ คงใหม่ และนางสาวพัทธพร ไชยสงวนสุข ที่ให้ความช่วยเหลือในการออกภาคสนาม สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ ในภาควิชาธรณีวิทยาทุกคนที่เป็นกำลังใจและมีส่วนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ง
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญรูปภาพ	ฌ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญแผนภูมิ	ฏ
บทที่ 1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
สมมติฐาน	3
ขอบเขตการศึกษา	3
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
พื้นที่ศึกษา	3
บทที่ 2 พื้นที่ศึกษา	4
ลักษณะภูมิประเทศและธรณีสัณฐาน	4
ธรณีวิทยาของพื้นที่	5
สภาพภูมิอากาศ	5
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	7
ขั้นตอนการวิจัย	7
ก่อนออกภาคสนาม	9
ออกภาคสนาม	11
หลังออกภาคสนาม (ในห้องปฏิบัติการ)	12

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 4 ผลการศึกษา	19
ลักษณะธรณีสัณฐานของพื้นที่ศึกษา	19
ลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบของตะกอนสัณทรายโบราณและ เนินทรายลมหอบ	20
การกระจายตัวของตะกอนสัณทรายโบราณและเนินทรายลมหอบขนาด เม็ดต่าง ๆ	21
ลำดับชั้นของตะกอน	26
อายุของตะกอนสัณทรายโบราณ	30
บทที่ 5 อภิปรายผลการศึกษา	32
การเทียบสัมพันธ์ของธรณีสัณฐาน	32
ลักษณะชั้นตะกอนของสัณทรายโบราณด้านใน	36
วิวัฒนาการของพื้นที่ศึกษา	37
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษา	39
บรรณานุกรม	40
ภาคผนวก	

สารบัญรูปลูกภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และประเทศไทย (Nimnate <i>et al.</i> , 2015)	2
รูปที่ 1.2 แผนที่พื้นที่ศึกษาบริเวณอำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	3
รูปที่ 2.1 แผนที่ธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเลบริเวณพื้นที่ศึกษา (กรมทรัพยากรธรณี, 2544)	4
รูปที่ 2.2 แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์มาตราส่วน 1:250,00 และรูปขยายของพื้นที่ศึกษา	5
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการวิจัย	8
รูปที่ 3.2 ภาพถ่ายจากดาวเทียมแสดงแนวการเก็บตัวอย่างตะกอนสำหรับหาอายุและวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ 3 แนว (ซ้าย) และภาพถ่ายดาวเทียมแสดงจุดเก็บตัวอย่างสำหรับศึกษาลำดับชั้นตะกอน (ขวา)	10
รูปที่ 3.3 หลุมชุดที่ F3.2 (ซ้าย) และการเก็บตัวอย่างสำหรับ Equivalent dose (ขวา)	11
รูปที่ 3.4 ตัวอย่างความบกพร่องในโครงสร้างผลึก	12
รูปที่ 3.5 การเพิ่มขึ้นและลดลงของอิเล็กตรอนในหลุมกักเก็บในสภาวะต่าง ๆ (ดัดแปลงจาก Aitken, 1985)	13
รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์อายุของทรายด้วยวิธีกระตุ้นด้วยแสง (Frankel <i>et al.</i> , 2015)	17
รูปที่ 4.1 แผนที่การแบ่งประเภทของธรณีสัณฐานที่พบในพื้นที่ศึกษา	19
รูปที่ 4.2 หลุมเก็บตัวอย่างที่ F1.1	21
รูปที่ 4.3 หลุมเก็บตัวอย่างที่ F1.2	21
รูปที่ 4.4 หลุมเก็บตัวอย่างที่ F1.3	21
รูปที่ 4.5 หลุมเก็บตัวอย่างที่ F1.4	22
รูปที่ 4.6 หลุมเก็บตัวอย่างที่ F2.1	22
รูปที่ 4.7 หลุมเก็บตัวอย่างที่ F2.2	22
รูปที่ 4.8 หลุมเก็บตัวอย่างที่ F2.3	22
รูปที่ 4.9 หลุมเก็บตัวอย่างที่ F2.4	23
รูปที่ 4.10 หลุมเก็บตัวอย่างที่ F3.1	23
รูปที่ 4.11 หลุมเก็บตัวอย่างที่ F3.2	23

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 4.12 หลุมเก็บตัวอย่างที่ F3.3	23
รูปที่ 4.13 หลุมเก็บตัวอย่างที่ F3_30, F3_50 และ F3_100	24
รูปที่ 4.14 หลุมเก็บตัวอย่างที่ F3_150 และ F3_200	25
รูปที่ 4.15 หลุมเก็บตัวอย่างที่ F3_250, F3_300 และ F3_350	25
รูปที่ 4.16 ลำดับชั้นตะกอนลากรุนเก่าที่จุดศึกษาที่ C2.3	27
รูปที่ 4.17 ลำดับชั้นตะกอนลากรุนเก่าที่จุดศึกษาที่ C1.3	27
รูปที่ 4.18 ลำดับชั้นตะกอนลากรุนเก่าที่จุดศึกษาที่ C1.4	27
รูปที่ 4.19 ลำดับชั้นตะกอนที่ลุ่มต่ำที่จุดศึกษาที่ C1.2	28
รูปที่ 4.20 ลำดับชั้นตะกอนที่ลุ่มต่ำที่จุดศึกษาที่ C2.2	28
รูปที่ 4.21 ลำดับชั้นตะกอนสันทรายโบราณที่จุดศึกษาที่ C1.1	29
รูปที่ 4.22 ลำดับชั้นตะกอนสันทรายโบราณที่จุดศึกษาที่ C2.1	29
รูปที่ 4.23 ลำดับชั้นตะกอนเนินทรายลมหอบที่จุด F3	30
รูปที่ 4.24 อายุของตะกอนในสันทรายโบราณทางตอนกลางของพื้นที่ศึกษา	30
รูปที่ 4.25 อายุของตะกอนในสันทรายโบราณทางตอนใต้ของพื้นที่ศึกษา	31
รูปที่ 5.1 การเทียบสัมพันธ์ของธรณีสัณฐานที่พบทางตอนเหนือของพื้นที่ศึกษา	32
รูปที่ 5.2 อายุและขนาดเม็ดของตะกอนในสันทรายโบราณทางตอนกลางของพื้นที่ศึกษา	33
รูปที่ 5.3 การเทียบสัมพันธ์ของธรณีสัณฐานที่พบทางตอนใต้ของพื้นที่ศึกษา	34
รูปที่ 5.4 ลักษณะชั้นตะกอนของสันทรายโบราณด้านใน	36
รูปที่ 5.5 แผนที่ของพื้นที่ศึกษาระยะที่ 1 ถึง ระยะที่ 8	39

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุกำมะถันตรังสีและอัตราการแผ่รังสีต่อปีหน่วยไมโครเกรย์ (Bell,1979)	16
ตารางที่ 3.2 การเปรียบเทียบพื้นผิวตะกอน (Powers, 1953)	18
ตารางที่ 4.1 ร้อยละของแร่องค์ประกอบ, ความกลมมน และความเป็นทรงกลมของตะกอน	20

สารบัญแผนภูมิ

	หน้า
แผนภูมิที่ 4.1 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F1.1	21
แผนภูมิที่ 4.2 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F1.2	21
แผนภูมิที่ 4.3 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F1.3	21
แผนภูมิที่ 4.4 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F1.4	22
แผนภูมิที่ 4.5 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F2.1	22
แผนภูมิที่ 4.6 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F2.2	22
แผนภูมิที่ 4.7 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F2.3	22
แผนภูมิที่ 4.8 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F2.4	23
แผนภูมิที่ 4.9 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F3.1	23
แผนภูมิที่ 4.10 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F3.2	23
แผนภูมิที่ 4.11 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F3.3	23
แผนภูมิที่ 4.12 ระยะเวลาของจุดเก็บตัวอย่างจากชายหาดปัจจุบันกับขนาดเม็ดตะกอนเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่าง	24
แผนภูมิที่ 4.13 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F3_30	24
แผนภูมิที่ 4.14 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F3_50	24
แผนภูมิที่ 4.15 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F3_100	24
แผนภูมิที่ 4.16 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F3_150	25
แผนภูมิที่ 4.17 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F3_200	25
แผนภูมิที่ 4.18 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F3_150	25
แผนภูมิที่ 4.19 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F3_250	25
แผนภูมิที่ 4.20 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F3_350	25
แผนภูมิที่ 4.21 ความลึกของจุดเก็บตัวอย่างในเนินทรายลมหอบกับขนาดเม็ดตะกอนเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่าง	26

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

บริเวณชายฝั่งทะเลเป็นรอยต่อระหว่างแผ่นดินและทะเล เป็นบริเวณที่มีความสำคัญทั้งในแง่ระบบนิเวศน์ เป็นที่อยู่อาศัย รวมถึงเป็นแหล่งเศรษฐกิจที่สำคัญของมนุษย์ ซึ่งในประเทศไทยสามารถพบลักษณะดังกล่าวได้บริเวณภาคตะวันออกและภาคใต้ของประเทศ กระบวนการทางธรณีวิทยาต่างๆ ที่มีผลต่อการเกิดและผุพังของชายฝั่ง ได้แก่ การกัดกร่อน การพัดพา และการสะสมตัวของตะกอน และปัจจัยทางธรรมชาติที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่ง เช่น กระแสลม คลื่น ปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลง และการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเล เป็นต้น ซึ่งในสมัยโฮโลซีนได้มีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลที่เกิดขึ้นทั่วโลก และมีผลกระทบต่อวิวัฒนาการของชายฝั่งหลายแห่ง โดยในประเทศไทยก็ได้รับผลกระทบนี้เช่นกัน

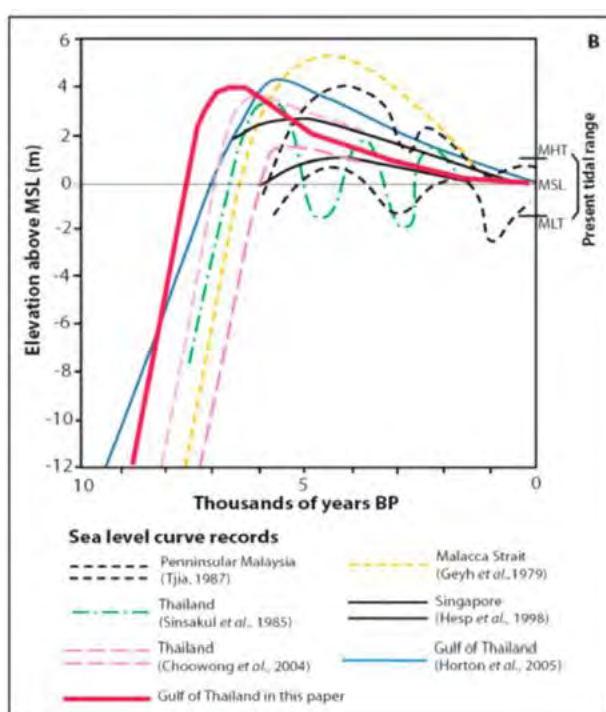
ในประเทศไทยมีการพบหลักฐานทางธรณีวิทยาที่บ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลในสมัย โฮโลซีนทั้งในฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน ในพื้นที่บริเวณฝั่งอันดามันที่เกาะพระทอง จังหวัดพังงา ได้มีการศึกษาที่ราบสันทราย โดยศึกษาข้อมูลทั้งทางสัณฐานวิทยา ตะกอนวิทยา และการหาอายุ เพื่อใช้ในการทำความเข้าใจการวิวัฒนาการของชายฝั่งทะเลบริเวณนี้ในสมัยโฮโลซีนซึ่งวิวัฒนาการดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลในระยะเวลานาน สภาพคลื่น และเหตุการณ์รุนแรงต่าง ๆ เช่น ซึนามิ เป็นต้น และสามารถสรุปวิวัฒนาการของชายฝั่งทะเลบริเวณนี้ได้เป็น 6 ช่วง โดยแต่ละช่วงมีอายุและอัตราการสะสมตัวของตะกอนที่แตกต่างกัน (Brill *et al.*, 2015)

ในขณะที่ฝั่งอ่าวไทยบริเวณชวาททะเล จังหวัดชุมพร ได้มีการศึกษาอายุ องค์ประกอบ ความเป็นทรงกลม ความกลมมนและการวางตัวของที่ราบสันทราย พบว่าสันทราย 3 แห่งในบริเวณดังกล่าวพบหลักฐานแสดงการลดลงของระดับน้ำทะเล 3 ช่วงในสมัยโฮโลซีนคือมีอายุอยู่ในช่วง 1,600 ถึง 8,900 ปี และในแต่ละช่วงอายุจะมีลักษณะทางตะกอนวิทยาและการกระจายตัวของตะกอนที่แตกต่างกันไป (Nimnate *et al.*, 2014)

ในต่างประเทศก็มีการศึกษาเรื่องวิวัฒนาการของชายฝั่งทะเลเช่นกัน บริเวณทางตะวันออกเฉียงเหนือของอ่าวเม็กซิโก รัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้มีการศึกษาสันดอนทราย

(Barrier) โดยเก็บตัวอย่างตะกอนจากสันดอนทรายจาก 5 บริเวณมาหาอายุด้วยวิธีกระตุ้นด้วยแสง (Optically stimulated luminescence, OSL) พบว่าที่สันดอนทรายมีอายุอยู่ในช่วง 230 ถึง 3,600 ปี และมีอัตราการกล้ำไปในทะเลของแผ่นดินตั้งแต่ 92 ถึง 848 เมตรต่อ 100 ปี (Rink and López, 2010)

พื้นที่ศึกษาของงานวิจัยอยู่ในบริเวณหาดแม่รำพึง อำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของชายฝั่งอ่าวไทยมีการพบลักษณะธรณีสันฐานชายฝั่งทะเลคือเนินทรายลมหอบ สันทราย ที่ลุ่มต่ำ ลากูนเก่า และชายหาดปัจจุบันที่สามารถบ่งบอกแนวชายฝั่งทะเลโบราณได้ อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาถึงวิวัฒนาการของชายฝั่งทะเลในพื้นที่ดังกล่าวมาก่อน งานวิจัยนี้จึงจะศึกษาลักษณะตะกอนและหาอายุของสันทรายและเนินทรายลมหอบด้วยวิธีกระตุ้นด้วยแสง (Optically stimulated luminescence, OSL) ซึ่งสามารถบอกการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลในอดีตได้ และหากมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมจะสามารถทราบระดับน้ำทะเลในอดีตได้



รูปที่ 1.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และประเทศไทย (Nimnate te al., 2015)

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ศึกษาวิวัฒนาการของชายฝั่งทะเลบริเวณอำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
2. ศึกษาลักษณะทางตะกอนวิทยาของสันทรายและเนินทรายลมหอบ

1.3 สมมติฐาน

จากลักษณะธรณีสัณฐานที่พบในพื้นที่ศึกษาคาดว่ามีการสะสมตัวในสมัยโฮโลซีน โดยมีการพัฒนาจากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก

1.4 ขอบเขตการศึกษา

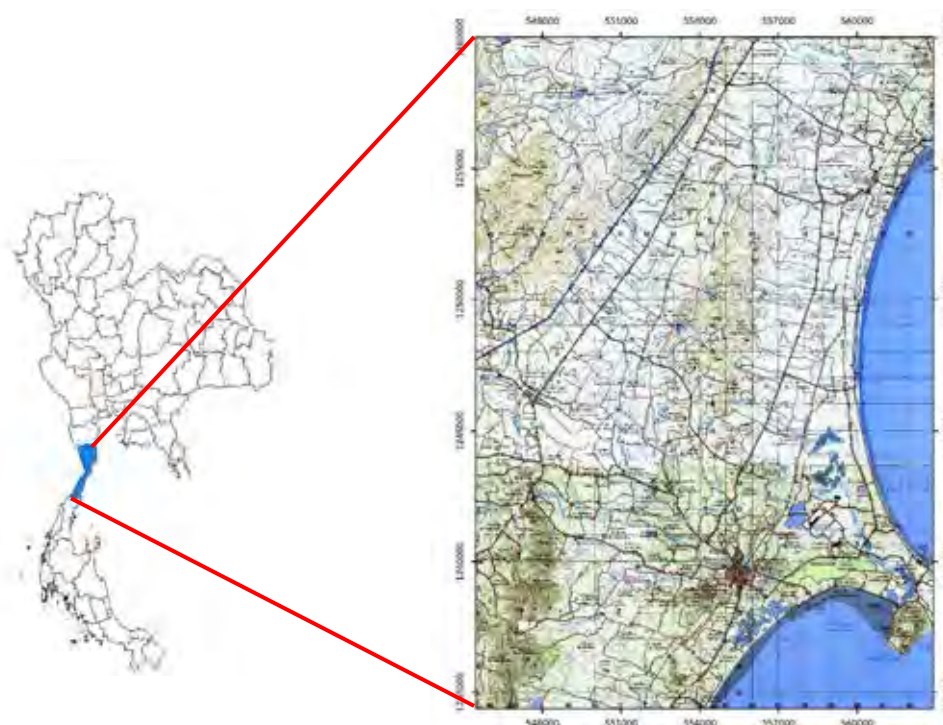
ศึกษาลักษณะทางตะกอนวิทยาและหาอายุของสันทรายและเนินทรายลมหอบที่พบบริเวณอำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ด้วยวิธีการกระตุ้นด้วยแสง (Optically stimulated luminescence, OSL) เพื่อศึกษาวิวัฒนาการของชายฝั่งทะเลในสมัยโฮโลซีน

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. อายุของสันทรายโบราณและเนินทรายลมหอบบริเวณชายฝั่ง
2. แผนที่แสดงวิวัฒนาการของชายฝั่งทะเลตั้งแต่สมัยโฮโลซีนถึงปัจจุบัน

1.6 พื้นที่ศึกษา

บริเวณหาดแม่รำพึง อำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีความยาวประมาณ 4.5 กิโลเมตรขนานชายฝั่งและกว้างประมาณ 0.8 กิโลเมตร อยู่ในแผนที่ภูมิประเทศลำดับชุด L7018 ระวัง 4831 II อำเภอบางสะพานและระวัง 4931 IV อำเภอทับสะแก มาตราส่วน 1:50,000



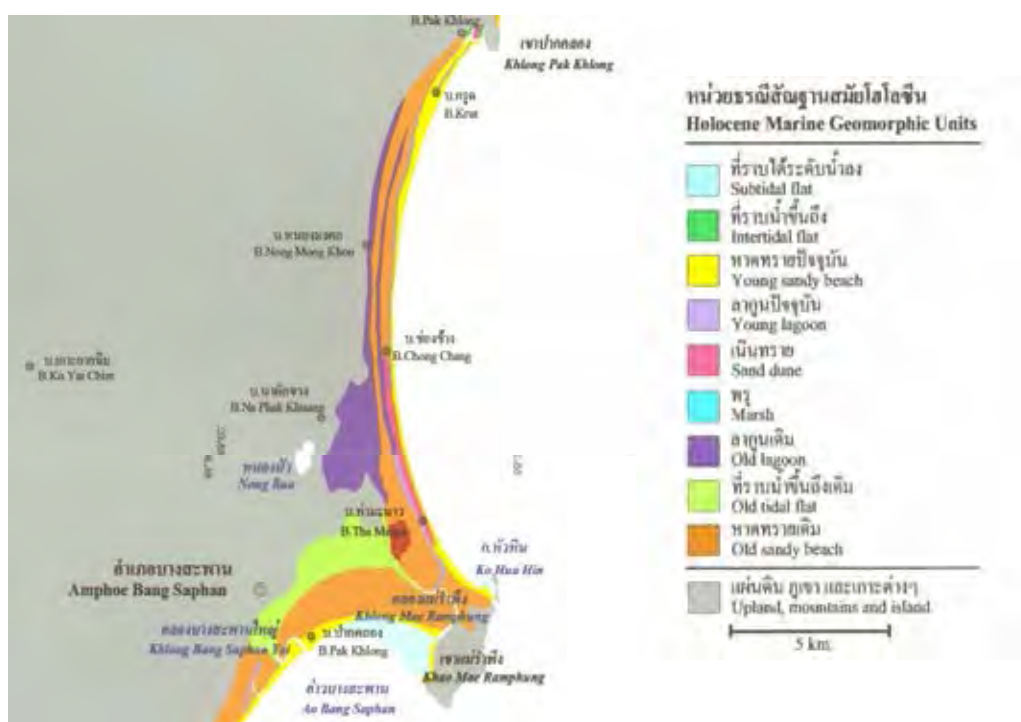
รูปที่ 1.2 แสดงแผนที่พื้นที่ศึกษาบริเวณอำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

บทที่ 2

พื้นที่ศึกษา

2.1 ลักษณะภูมิประเทศและธรณีสัณฐาน

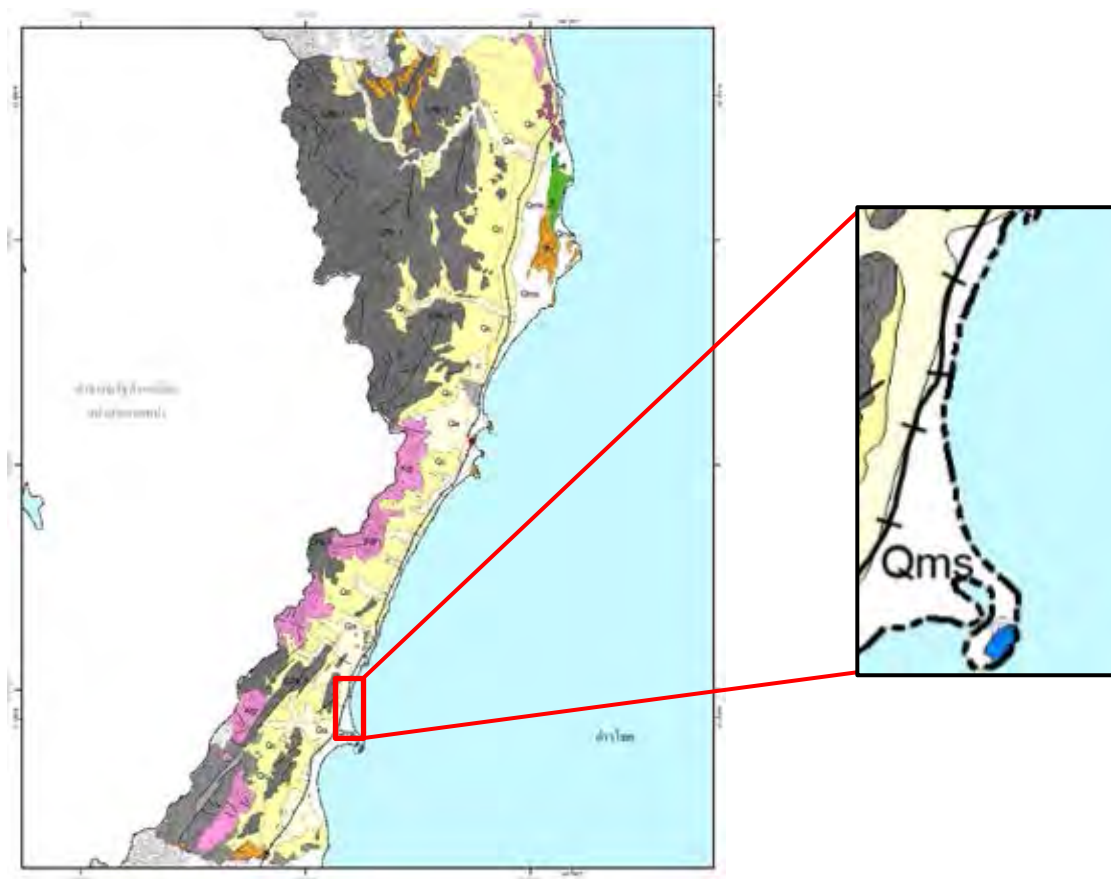
จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศพบว่าพื้นที่ศึกษาประกอบไปด้วยที่สูงสลับกับที่ลุ่มต่ำซึ่งมีลักษณะขนานไปกับชายหาดปัจจุบัน และจากการศึกษาแผนที่ธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเล (กรมทรัพยากรธรณี, 2544) พบว่าพื้นที่ศึกษา ปรากฏลักษณะธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเลสมัยโฮโลซีนดังนี้ 1. ที่ราบระดับน้ำลดลง 2. ที่ราบน้ำขึ้นถึง 3. หาดทรายปัจจุบัน 4. ลากูนปัจจุบัน 5. เนินทราย 6. ลากูนเดิม 7. ที่ราบน้ำขึ้นถึงเดิม และ 8. หาดทรายเดิม โดยชายหาดมีความยาวประมาณ 10 กิโลเมตร



รูปที่ 2.1 แสดงแผนที่ธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเลบริเวณพื้นที่ศึกษา (กรมทรัพยากรธรณี, 2544)

2.2 ธรณีวิทยาของพื้นที่

จากแผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (กรมทรัพยากรธรณี, 2550) พบว่าพื้นที่ศึกษาประกอบด้วยหน่วย Qms ซึ่งเป็นตะกอนชายฝั่งทะเลซึ่งเกิดจากอิทธิพลคลื่น ประกอบไปด้วยทรายและทรายปนกรวดของสันดอนทรายและเนินทราย



รูปที่ 2.2 แสดงแผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์มาตราส่วน 1:250,00 และรูปขยายของพื้นที่ศึกษา

2.3 สภาพภูมิอากาศ

จังหวัดประจวบคีรีขันธ์อยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุมที่พัดประจำเป็นฤดูกาล 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งเป็นลมที่พัดเอาไอน้ำและความชุ่มชื้นจากทะเลและมหาสมุทรเข้าปกคลุมประเทศไทยในช่วงฤดูฝน ทำให้มีฝนตกชุกทั่วไป และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดพามวลอากาศเย็นและแห้งจากประเทศจีนเข้าปกคลุมประเทศไทยตั้งแต่ประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงประมาณกลางเดือน

กุมภาพันธ์ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูหนาวของประเทศไทย ทำให้บริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีอากาศเย็นแต่จะยังคงมีฝนต่อเนื่องอีกระยะหนึ่งจนถึงเดือนธันวาคม

2.3.1 ฤดู

ฤดูกาลของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เมื่อพิจารณาตามลักษณะของลมฟ้าอากาศของประเทศไทยสามารถ แบ่งออกได้เป็น 3 ฤดู ดังนี้

ฤดูร้อน เริ่มประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงว่างของลมมรสุม ลักษณะ อากาศโดยทั่วไปจะไม่ร้อนอบอ้าวมากนัก เนื่องจากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์อยู่ติดกับทะเล

ฤดูฝน เริ่มประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดพาความชื้นจากทะเลและมหาสมุทรมาปกคลุมประเทศไทย ทำให้อากาศชุ่มชื้นและเริ่มมีฝนตกตั้งแต่ประมาณกลางเดือนพฤษภาคมเป็นต้นไป

ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่ประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงประมาณเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงที่มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมประเทศไทยและบริเวณความกดอากาศสูงจากประเทศจีนแผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทยในช่วงดังกล่าวทำให้อุณหภูมิลดลงทั่วไปและมีอากาศหนาวเย็นเป็นครั้งคราว

2.3.2 อุณหภูมิ

จากสภาพภูมิประเทศของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ที่อยู่ติดกับทะเลทำให้อุณหภูมิระหว่างฤดูกาลและกลางวันกลางคืนจึงไม่แตกต่างกันมากนัก โดยอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 27.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32.1 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 23.7 องศาเซลเซียส

2.3.3 ฝน

เนื่องจากสภาพลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์อยู่ในพื้นที่อับฝน ทำให้จังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีฝนค่อนข้างน้อย ปริมาณฝนเฉลี่ยตลอดทั้งปีบริเวณอำเภอเมืองประมาณ 1091.8 มิลลิเมตร

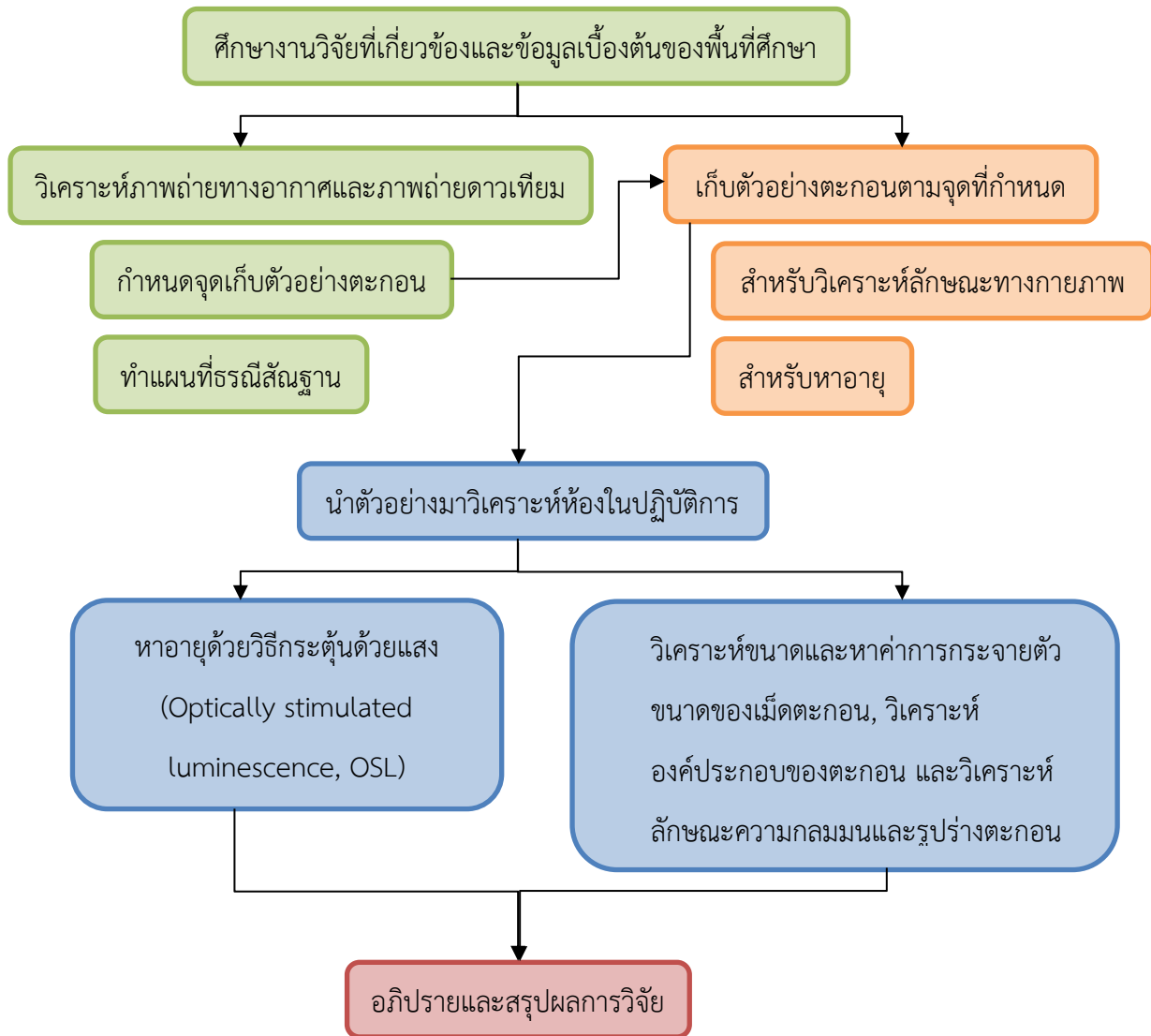
บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนการวิจัยสามารถแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก ๆ ดังแสดงในแผนภาพที่ 1 และมีรายละเอียด ดังนี้

1. ก่อนออกภาคสนาม
 - ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและข้อมูลเบื้องต้นของพื้นที่ศึกษา
 - วิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศของพื้นที่ศึกษาเพื่อกำหนดจุดเก็บตัวอย่างตะกอน
 - ทำแผนที่ธรณีสัณฐานของพื้นที่ศึกษาโดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศมาตราส่วน 1:50,000 ร่วมกับแผนที่ธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเลสมัยโฮโลซีนของกรมทรัพยากรธรณี
2. ออกภาคสนาม
 - เก็บข้อมูลภาคสนามโดยเก็บตัวอย่างตะกอนตามจุดที่กำหนดไว้เพื่อนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
3. หลังออกภาคสนาม (ในห้องปฏิบัติการ)
 - นำตัวอย่างตะกอนมาหาอายุด้วยวิธีกระตุ้นด้วยแสง (Optically stimulated luminescence, OSL)
 - นำตัวอย่างตะกอนมาวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพในห้องปฏิบัติการเพื่อ
 - i. วิเคราะห์ขนาดและหาค่าการกระจายตัวขนาดของเม็ดตะกอน
 - ii. วิเคราะห์องค์ประกอบของตะกอน
 - iii. วิเคราะห์ลักษณะความกลมมนและรูปร่างตะกอน
4. อภิปรายและสรุปผลการวิจัย



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการวิจัย

3.1 ก่อนออกภาคสนาม

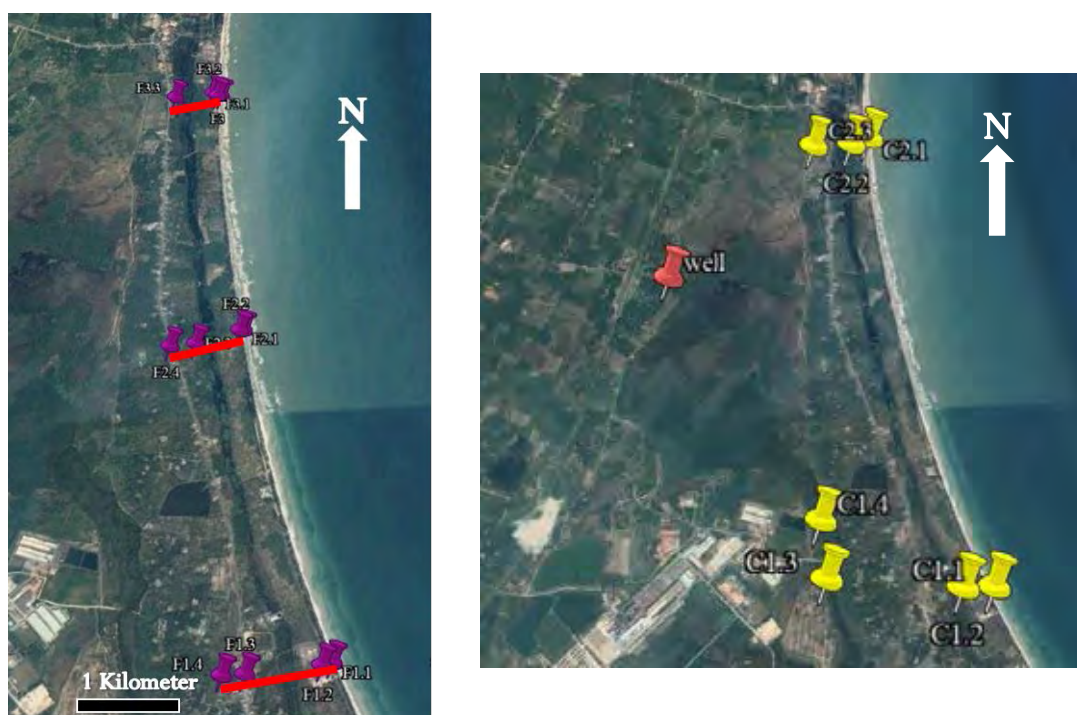
3.1.1 ศึกษาลักษณะธรณีวิทยาทั่วไป ลักษณะภูมิประเทศและธรณีสัณฐานของชายฝั่งทะเลบริเวณอำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เพื่อวางแผนการศึกษาภาคสนามร่วมกับการใช้แผนที่ภูมิประเทศ ภาพถ่ายดาวเทียม และภาพถ่ายทางอากาศ

3.1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาได้แก่ งานของ Brill *et al.*, 2015 ได้มีการศึกษาที่ราบสันทรายบริเวณเกาะพระทอง จังหวัดพังงา โดยศึกษาข้อมูลทั้งทางสัณฐานวิทยา ตะกอนวิทยา และการหาอายุ ซึ่งสามารถสรุปวิวัฒนาการของชายฝั่งทะเลบริเวณนี้ได้เป็น 6 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 ประมาณ 5,500 - 4,000 ปีก่อนปัจจุบัน มีอัตราการสะสมตัว 2.1 - 2.5 เมตรต่อปี ช่วงที่ 2 ประมาณ 4,000 - 3,800 ปีก่อนปัจจุบัน เป็นช่วงที่มีการกัดเซาะ ช่วงที่ 3 ประมาณ 3,800 - 3,300 ปี ก่อนปัจจุบัน มีการสะสมตัวด้วยอัตรา มากกว่า 2 เมตรต่อปี เนื่องจากกระแสน้ำชายฝั่งซึ่งมีทิศจากเหนือไปใต้พัดพาตะกอนมา ช่วงที่ 4 มีการสะสมตัวประมาณ 3,300 - 1,500 ปีก่อนปัจจุบัน โดยมีอัตราการสะสมตัวลดลงจนเหลือต่ำกว่า 1 เมตรต่อปี ช่วงที่ 5 ประมาณ 1,500 - 800 ปีก่อนปัจจุบัน เป็นช่วงที่ที่ราบสันทรายโดนกัดเซาะเนื่องจากอิทธิพลของมรสุม และช่วงที่ 6 มีการสะสมตัวประมาณ 800 ปีก่อนจนถึงปัจจุบัน สันทรายมีการสะสมตัวอย่างช้า ๆ อีกครั้งโดยมีทิศทางต่างจากช่วงที่ 4 ซึ่งอาจเกิดจากทิศทางลมที่เปลี่ยนไป และกล่าวได้ว่าวิวัฒนาการดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลในระยะเวลานาน สภาพคลื่น และเหตุการณ์รุนแรงต่าง ๆ เช่น ซีนามิ เป็นต้น

งานของ Nimnate *et al.*, 2014 ได้ศึกษาที่ราบสันทรายบริเวณชายฝั่งทะเลโบริมาณของจังหวัดชุมพรซึ่งห่างจากชายฝั่งปัจจุบันประมาณ 1 - 5 กิโลเมตร ซึ่งประกอบไปด้วยลักษณะธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเลหลายชนิดได้แก่ สันทราย ลากูนเก่า ที่ลุ่มต่ำ และที่ราบน้ำขึ้นถึงเก่า โดยการหาอายุ ศึกษาองค์ประกอบ ความเป็นทรงกลม ความกลมมนและการวางตัวของที่ราบสันทราย พบว่าสันทราย 3 แห่งในบริเวณดังกล่าวแสดงหลักฐานการลดลงของระดับน้ำทะเล 3 ช่วงในสมัยโฮโลซีน คือ ช่วงที่ 1 ประมาณ 8900 - 5600 ปีก่อนปัจจุบัน ช่วงที่ 2 ประมาณ 5900 - 2700 ปีก่อนปัจจุบัน และช่วงที่ 3 ประมาณ 3800 - 1600 ปีก่อนปัจจุบัน นอกจากนี้ยังพบซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตในทะเลบริเวณที่ราบน้ำขึ้นถึงเก่าซึ่งสามารถสันนิษฐานได้ว่าบริเวณนี้เคยมีสภาพแวดล้อมเป็นป่าชายเลนมาก่อน

งานของ Rink and López, 2010 ได้ศึกษาสันดอนทรายของชายฝั่งทะเลบริเวณทางตะวันออกเฉียงเหนือของอ่าวเม็กซิโก รัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีการเก็บตัวอย่างตะกอนจากสันดอนทรายจาก 5 บริเวณมาหาอายุด้วยวิธีกระตุ้นด้วยแสง (Optically stimulated luminescence, OSL) หาอัตราการสะสมตัวของสันดอนทราย และหาอัตราการรูก้าไปในทะเลของแผ่นดิน (Progradation rate) พบว่าสันดอนทรายมีอายุอยู่ในช่วง 230 ถึง 3,600 ปี และมีอัตราการรูก้าไปในทะเลของแผ่นดินตั้งแต่ 92 ถึง 848 เมตรต่อ 100 ปี นอกจากนี้จากการวิเคราะห์ทำให้ทราบว่าทางตะวันตกของพื้นที่ศึกษามีการพอกของตะกอนเร็วกว่าทางตะวันออก และสภาพแวดล้อมแบบเกาะสันดอนทรายและตะกอนเนินทรายลมหอบเกิดขึ้นหลังจากที่พืชปกคลุมสันทราย

3.1.3 วิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศของพื้นที่ศึกษาเพื่อกำหนดจุดเก็บตัวอย่างตะกอนโดยคำนึงถึงการเข้าถึงพื้นที่และความครอบคลุมตัวอย่างในพื้นที่ศึกษาเป็นหลัก ซึ่งสามารถกำหนดจุดเก็บตัวอย่างได้ 3 แนว คือตอนเหนือ ตอนกลาง และตอนใต้ของพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 3.2 แสดงภาพถ่ายจากดาวเทียมแสดงแนวการเก็บตัวอย่างตะกอนสำหรับหาอายุและวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ 3 แนว (ซ้าย) และภาพถ่ายดาวเทียมแสดงจุดเก็บตัวอย่างสำหรับศึกษาลำดับชั้นตะกอน (ขวา)

3.1.4 ทำแผนที่ธรณีสัณฐานของพื้นที่ศึกษาโดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศมาตราส่วน 1:50,000 ร่วมกับแผนที่ธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเลสมัยโฮโลซีนของกรมทรัพยากรธรณี ซึ่งสามารถกำหนดลักษณะธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเลได้ดังนี้ สันทรายเดิม 1, ลากูนเก่า, สันทรายเดิม 2, พื้นที่ลุ่มต่ำ, สันทรายกลางทะเล, ที่ราบระหว่างสันทรายกับแม่น้ำ และภูเขา ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.2

3.2 ออกภาคสนาม

3.2.1 การเก็บตัวอย่างที่ใช้สำหรับหาอายุจะเก็บบริเวณสันทรายโบราณ โดยชุดหลุมให้มีความลึกประมาณ 50 เซนติเมตร ปากหลุมขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร โดยประมาณ จากนั้นจึงใช้ค้อนทุบท่อพีวีซีที่บแสงที่มีฝาปิดหนึ่งด้านบนผนังหลุมเพื่อเก็บตัวอย่างตะกอนสำหรับหา Equivalent dose ที่ความลึก 40 เซนติเมตรเพื่อป้องกันการรบกวนที่เกิดจากกระบวนการในปัจจุบัน ตัวอย่างตะกอนสำหรับหา Annual dose จะเก็บที่จุดเดียวกันโดยเก็บที่ปริมาณ 500 – 1,000 กรัมโดยประมาณ



รูปที่ 3.3 แสดงหลุมชุดที่ F3.2 (ซ้าย) และการเก็บตัวอย่างสำหรับ Equivalent dose (ขวา)

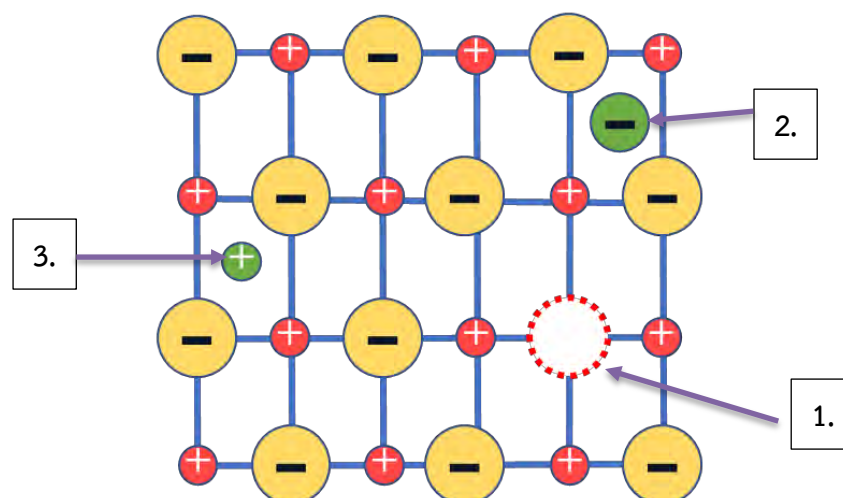
3.2.2 การเก็บตัวอย่างที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพสามารถใช้ตัวอย่างเดียวกับตะกอนสำหรับหา Annual dose ได้เลย

3.3 หลังออกภาคสนาม (ในห้องปฏิบัติการ)

3.3.1 การหาอายุด้วยวิธีกระตุ้นด้วยแสง

3.3.1.1 ทฤษฎี

ตามทฤษฎีแร่แต่ละชนิดก็จะมีโครงสร้างผลึก ซึ่งเกิดจากการเรียงตัวกันของอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบอย่างมีระบบระเบียบในรูปร่างสามมิติเรียกว่าแลตทิซ (Lattice) และมีการจัดเรียงซ้ำ ๆ ต่อกันไปเรื่อย ๆ ของแต่ละ unit cell เกิดเป็นผลึกของของแข็งที่มีประจุลบและประจุบวกวางตัวสลับกันอย่างสมดุล แต่ผลึกแร่ในธรรมชาตินั้นมักจะเกิดความบกพร่อง (Defected minerals) อันเนื่องมาจากหลายกรณี เช่น การเย็นตัวของแร่อย่างรวดเร็ว การแทนที่โดยธาตุมลทิน การทำลายโดยธาตุกัมมันตรังสี จึงเกิดความผิดปกติรูปแบบต่าง ๆ เช่น ความผิดปกติเนื่องจากประจุลบหายไปจากตำแหน่งที่ควรอยู่ (Negative - ion vacancy), ความผิดปกติเนื่องจากประจุลบแทรกอยู่ระหว่างกลาง (Negative - ion interstitial) หรือความผิดปกติเนื่องจากการแทนที่ของศูนย์กลางความไม่บริสุทธิ์หรือมีธาตุอื่นเข้ามาแทนที่ในช่องว่าง (Substitution impurity center) เป็นต้น

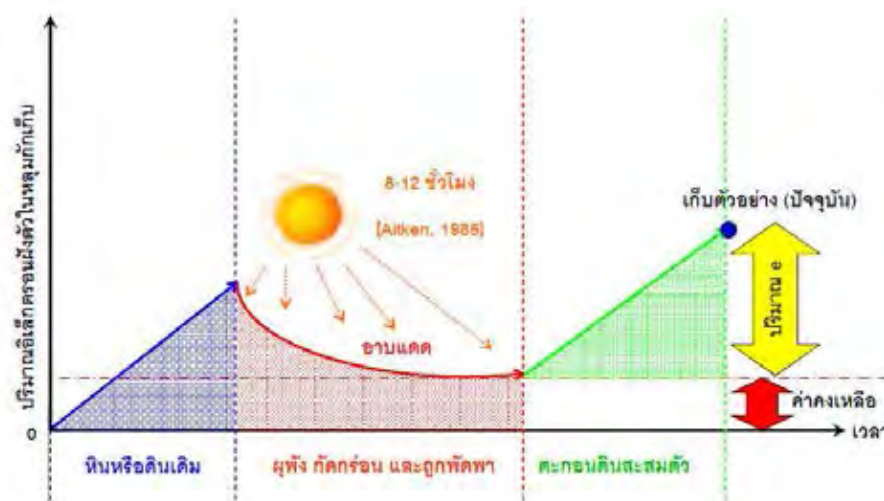


รูปที่ 3.4 แสดงตัวอย่างความบกพร่องในโครงสร้างผลึกคือ 1. ความผิดปกติเนื่องจากประจุลบหายไปจากตำแหน่งที่ควรอยู่ 2. ความผิดปกติเนื่องจากประจุลบแทรกอยู่ระหว่างกลาง และ 3. ความผิดปกติเนื่องจากการแทนที่ของศูนย์กลางความไม่บริสุทธิ์หรือมีธาตุอื่นเข้ามาแทนที่ในช่องว่าง

ซึ่งในกรณีที่ผลึกมีประจุลบที่หายไปไม่มีโอกาสที่อิเล็กตรอนจากอะตอมที่อยู่ใกล้เคียงจะหลุดเข้าไปแทนที่ช่องว่างนั้น (Electron traps) โดยตัวการที่กระตุ้นให้อิเล็กตรอนเข้าไปอยู่ในช่องว่างก็คือการแผ่รังสี ซึ่งมีทั้งรังสีจากอวกาศและรังสีจากธาตุกัมมันตรังสีบริเวณรอบข้างของผลึก เช่น โปแทสเซียม ยูเรเนียม และทอเรียม

ต่อมาเมื่ออิเล็กตรอนได้รับการกระตุ้นจากภายนอก ไม่ว่าจะด้วยความร้อนหรือแสงสว่างจะทำให้อิเล็กตรอนที่อยู่ในช่องว่างนี้ออกจากช่องว่างและกลับไปอยู่ในอะตอมข้างเคียงเหมือนเดิม ซึ่งการย้ายจากสถานะถูกกระตุ้น (Excited state) ไปยังสถานะพื้น (Ground state) ซึ่งมีพลังงานต่ำกว่า จะต้องมีการปล่อยพลังงานออกมา ซึ่งพลังงานที่ว่านี้จะอยู่ในรูปของการเรืองแสง

ในกระบวนการทางธรณีวิทยานั้นหินตั้งต้นหรือตะกอนจะมีการสะสมตัวของอิเล็กตรอนในหลุมอิเล็กตรอน ต่อมาหินนั้นโดนกัมตรอนและพิชิตาซึ่งในขั้นตอนนี้ตะกอนจะได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ ปริมาณอิเล็กตรอนที่สะสมอยู่จึงค่อย ๆ ลดลง โดยอิเล็กตรอนจะเริ่มสะสมตัวอีกครั้งเมื่อมีการสะสมตัวและถูกทับถมโดนตะกอนชั้นบนจนไม่โดนแสงอาทิตย์ และเมื่อระยะเวลาผ่านไปนานปริมาณอิเล็กตรอนก็จะยิ่งสูงขึ้น และสามารถบ่งชี้ถึงช่วงเวลาจากการสะสมตัวครั้งล่าสุดได้



รูปที่ 3.5 แสดงการเพิ่มขึ้นและลดลงของอิเล็กตรอนในหลุมกักเก็บในสภาวะต่าง ๆ (ดัดแปลงจาก Aitken, 1985)

ในการหาอายุด้วยวิธีกระตุ้นด้วยแสงจะต้องกำหนดค่าปริมาณสัญญาณที่มีอยู่ในตัวอย่าง (Equivalent dose) ซึ่งเป็นค่าปริมาณอิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ในช่องว่าง เนื่องจากการกระตุ้นของกัมมันตภาพรังสีมีหน่วย เกรย์ (grey) และอัตราการแผ่รังสีต่อปี (Annual dose) ซึ่งเป็นค่าการแผ่รังสีต่อปีของธาตุกัมมันตรังสีในบริเวณรอบข้าง โดยแหล่งกัมมันตภาพรังสีที่สำคัญ ได้แก่ โพแทสเซียม ยูเรเนียม และทอเรียม มีหน่วยเป็น เกรย์ต่อปี เราสามารถหาอายุของวัสดุได้จากสมการ

$$\text{Age} = \frac{\text{Equivalent dose}}{\text{Annual dose}}$$

3.3.1.2 ขั้นตอนการหาอายุด้วยวิธีกระตุ้นด้วยแสง

การเตรียมตัวอย่าง

การเตรียมตัวอย่างสำหรับการหาอายุด้วยวิธีกระตุ้นด้วยแสงจะแบ่งตัวอย่างออกเป็นสองส่วนคือตัวอย่างสำหรับหาค่าปริมาณสัญญาณที่มีอยู่ในตัวอย่าง และตัวอย่างสำหรับหาค่าอัตราการแผ่รังสีต่อปี

1) การเตรียมตัวอย่างสำหรับหาค่าปริมาณสัญญาณที่มีอยู่ในตัวอย่าง

ตัวอย่างส่วนนี้จะต้องเตรียมโดยไม่โดนแสงแต่สามารถเตรียมภายใต้แสงที่มีความยาวคลื่นสูงเช่น แสงสีแดงหรือแสงสีส้ม ได้ โดยตัวอย่างที่สามารถใช้ได้จะเป็นตัวอย่างที่อยู่ส่วนกลางท่อพีวีซี จากนั้นจึงนำตัวอย่างมาร้อนในตะแกรงขนาด 60 และ 200 mesh ตัวอย่างตะกอนที่ได้จะมีขนาดเม็ดระหว่าง 90 - 250 ไมโครกรัม ต่อมานำตัวอย่างไปกัดด้วยกรดกัดแก้ว (HF) เข้มข้น 37% เป็นเวลา 40 นาทีเพื่อกำจัดแร่ฟันม้า (Feldspar) จากนั้นจึงล้างด้วยน้ำสะอาด 3 ครั้ง ถัดมานำตะกอนมากัดด้วยกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เข้มข้น 37% เป็นเวลา 40 นาทีเพื่อกำจัดแร่คาร์บอเนต (Carbonate) แล้วล้างด้วยน้ำสะอาดอีก 3 ครั้ง นำตัวอย่างที่กัดด้วยกรดแล้วมาล้างด้วยน้ำกลั่นอย่างน้อย 5 ครั้ง จากนั้นนำตัวอย่างไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส เมื่อตัวอย่างแห้งแล้วจึงนำมาแยกแร่โลหะออกโดยใช้เครื่อง

Isodynamic magnetic separator จากนั้นจึงนำตัวอย่างมาเก็บในภาชนะทึบแสงเพื่อรอวัดค่าต่อไป

2) การเตรียมตัวอย่างสำหรับหาค่าอัตราการแผ่รังสีต่อปี

แบ่งตัวอย่างเป็นสองส่วน ในส่วนแรกนำมาหาค่าความชื้นในตัวอย่าง โดยนำตัวอย่างไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลาหนึ่งวัน จากนั้นจึงใช้สูตรคำนวณความชื้นดังนี้

$$\text{ความชื้น (\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักตะกอนเปียก} - \text{น้ำหนักตะกอนแห้ง}) \times 100}{\text{น้ำหนักตะกอนแห้ง}}$$

ตัวอย่างส่วนที่สองนำมาอบจนแห้งและร่อนด้วยตะแกรงขนาด 200 mesh จะได้ตะกอนที่มีขนาดเม็ดเล็กกว่า 90 ไมโครกรัม ปริมาณ 290 กรัม จากนั้นจึงนำตัวอย่างมาใส่ในภาชนะปิดแล้วตั้งทิ้ง 1 เดือน

การวิเคราะห์ค่าตัวอย่าง

1) การหาค่าปริมาณสัณญาณที่มีอยู่ในตัวอย่าง

ใช้เครื่อง RISO TL/OSL CONTROLLER MODEL DA-20 เพื่อทำการกระตุ้นตัวอย่างด้วยแสงและความร้อน และตรวจวัดปริมาณการเรืองแสงของตัวอย่าง โดยผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงในรูปความสัมพันธ์ของระยะเวลาที่ทำการกระตุ้นด้วยแสงในหน่วย วินาที และปริมาณอิเล็กตรอนที่ตรวจวัดได้ในแต่ละช่วงเวลา หน่วย count/sec แล้วหลังจากนั้นจึงนำปริมาณอิเล็กตรอนไปคำนวณเป็นค่ากัมมันตภาพรังสีในหน่วยเกรย์ เพื่อคำนวณร่วมกับ Annual dose

2) การหาค่าอัตราการแผ่รังสีต่อปีในการคำนวณอัตราการแผ่รังสีต่อปี

จะคำนวณจากธาตุโพแทสเซียม ยูเรเนียม และทอเรียมซึ่งทั้งสามธาตุนี้จะสลายตัวและแผ่รังสีแอลฟา เบตา และแกมมา ออกมาในปริมาณต่าง ๆ กัน ตัวอย่างที่เตรียมไว้จะนำไปหาความเข้มข้นของธาตุด้วยวิธี Gamma spectrometry โดยยูเรเนียมและทอเรียมจะมีค่าความเข้มข้นเป็น ppm ส่วนโพแทสเซียมจะมีค่าเป็นเปอร์เซ็นต์

จากนั้นจึงแปลงค่าความเข้มข้นนี้เป็นค่าการแผ่รังสีในหน่วยเกรย์ โดยใช้ตารางมาตรฐานของ Bell, 1979

Particle	Condensation	Radionuclide		
		Alpha	Beta	Gamma
Th	1 ppm ²²² Th	738	28.6	51.4
U	1 ppm ²²² U	2783	146.2	114.8
K	1%K	-	830.3	249.2

ตารางที่ 3.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุกัมมันตรังสีและอัตราการแผ่รังสีต่อปีหน่วยไมโครเกรย์ (Bell,1979)

ค่าที่ได้จนถึงตอนนี้เป็นค่าการแผ่รังสีทางอุดมคติ แต่ในทางปฏิบัติ มีโอกาสที่จะเกิดการลดทอนรังสีจากหลายสาเหตุเช่นการลดทอนสัญญาณเนื่องจากขนาดของเม็ดตะกอน และการลดทอนเนื่องจากปริมาณน้ำหรือความชื้นของตะกอน จึงมีสมการเพื่อใช้คำนวณอัตราการแผ่รังสีต่อปี ดังนี้

$$D - \text{Alpha} = a (2783U + 738\text{Th}) / (1 + 1.5W)$$

$$D - \text{Beta} = b (146U + 2.86\text{Th} + 830.3K) / (1 + 1.25W)$$

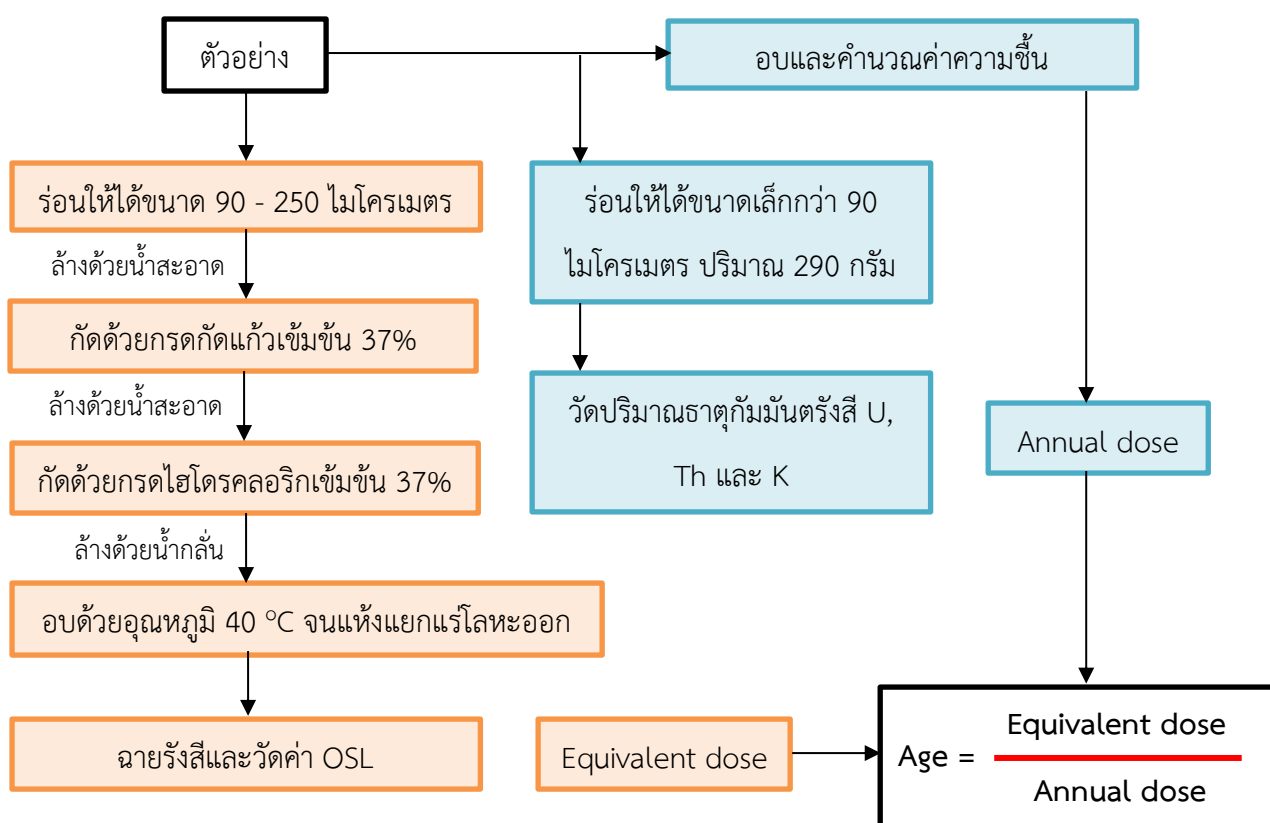
$$D - \text{Gamma} = (114.8U + 51.4\text{Th} + 249.2K) / (1 + 1.14W)$$

D - Cosmic กำหนดให้เป็นค่าประมาณคงที่เท่ากับ 0.15

กำหนดให้ a และ b ขึ้นอยู่กับขนาดเม็ดตะกอน

W คือปริมาณน้ำในช่องว่างของตะกอน (%)

$$\text{Annual dose} = (D - \text{Alpha}) + (D - \text{Beta}) + (D - \text{Gamma}) + (D - \text{Cosmic})$$















รูปที่ 3.6 แสดงขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์อายุของทรายด้วยวิธีกระตุ้นด้วยแสง

(Frankel *et al.*, 2015)

3.3.2 การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของตะกอน

3.3.2.1 นำตะกอนมาอบจนแห้ง จากนั้นจึงแยกขนาดด้วยเครื่องเขย่าตะแกรงขนาดเบอร์ 5, 10, 18, 35, 60, 120, 230 และ PAN แล้ววัดน้ำหนักของตะกอนที่ค้างบนตะแกรงแต่ละขนาดเพื่อวิเคราะห์ขนาดและหาค่าการกระจายตัวขนาดของเม็ดตะกอนในแต่ละจุด

3.3.2.2 นำตะกอนมาอบจนแห้ง จากนั้นจึงนำตัวอย่างตะกอนไปวิเคราะห์องค์ประกอบ, ลักษณะความกลมมน และรูปร่างตะกอนผ่านกล้องจุลทรรศน์โดยใช้ตารางเปรียบเทียบพื้นผิวตะกอนของ Powers, 1953 เป็นเกณฑ์

Roundness classes	Very Angular	Angular	Sub-angular	Sub-rounded	Rounded	Well Rounded
High Sphericity						
Low Sphericity						
Roundness indices	0.12 to 0.17	0.17 to 0.25	0.25 to 0.35	0.35 to 0.49	0.49 to 0.70	0.70 to 1.00

ตารางที่ 3.2 แสดงการเปรียบเทียบพื้นผิวตะกอน (Powers, 1953)

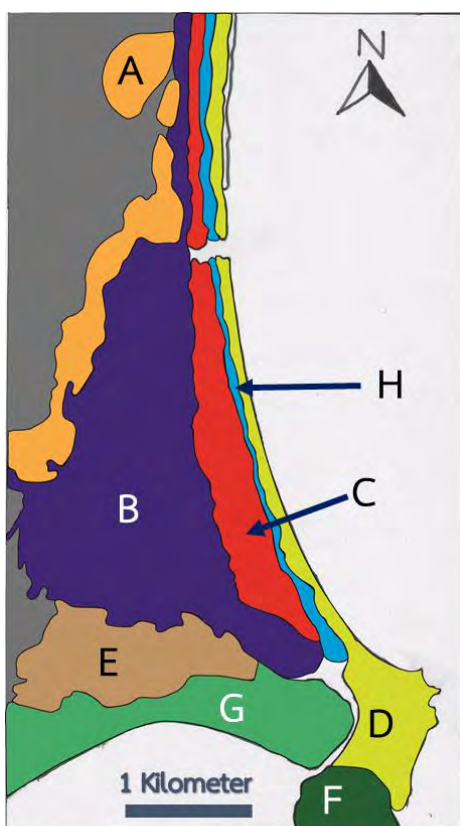
บทที่ 4

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาของงานวิจัยนี้ แบ่งออกเป็น 5 ส่วน คือ ลักษณะธรณีสัณฐานของพื้นที่ศึกษา จากการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศ, ลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบของตะกอนจากสันทราย, ผลการกระจายตัวของตะกอนขนาดเม็ดต่าง ๆ และการคัดขนาด, ผลการลำดับชั้นของตะกอนในแต่ละธรณีสัณฐาน และผลการหาอายุด้วยวิธีกระตุ้นด้วยแสง

4.1 ลักษณะธรณีสัณฐานของพื้นที่ศึกษา

สามารถแบ่งลักษณะธรณีสัณฐานได้ตามความสูงและรูปร่างที่ปรากฏในภาพถ่ายทางอากาศได้ 8 ประเภทได้ดังนี้



- A. สันทรายโบราณด้านใน (Inner sand ridge)
- B. ลากูนเก่า (Paleo lagoon)
- C. สันทรายโบราณด้านนอก 1 (Outer sand ridge 1)
- D. สันทรายโบราณด้านนอก 2 (Outer sand ridge 2)
- E. พื้นที่ป่า (Forest area)
- F. ภูเขา (Mountain)
- G. ที่ราบชายฝั่ง (Coastal plain)
- H. ที่ลุ่มต่ำ (Swale)

รูปที่ 4.1 แสดงแผนที่การแบ่งประเภทของ
ธรณีสัณฐานที่พบในพื้นที่ศึกษา

4.2 ลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบของตะกอนจากสันทรายโบราณและเนินทรายลมหอบ

ตะกอนเหล่านี้มีแร่ควอตซ์เป็นแร่องค์ประกอบหลัก มีแร่เฟลด์สปาร์และแร่ทึบแสงเป็นแร่รอง ไม่พบซากสิ่งมีชีวิต พบเศษกิ่งไม้และรากไม้ปะปนเล็กน้อย มีความกลมมนแบบกึ่งกลมและกึ่งเหลี่ยม ความเป็นทรงกลมสูง

Station	Quartz (%)	Feldspar (%)	Opaque min. (%)	ROUNDNESS	SPHERICITY
F1.1	94	3	3	sub-rounded	High
F1.2	97	2	1	sub-rounded	High
F1.3	97	2.2	0.5	sub-angular	High
F1.4	97.5	2	0.5	sub-angular	High
F2.1	95	2	3	sub-rounded	High
F2.2	95	4	1	sub-angular	High
F2.3	95.5	4	0.5	sub-angular	High
F2.4	96	3	1	sub-rounded	High
F3.1	94	3	3	sub-rounded	High
F3.2	95	4	1	sub-angular	High
F3.3	95.5	4	0.5	sub-angular	High
F3_30 cm	94	3	3	sub-rounded	High
F3_50 cm	92	3	5	sub-rounded	High
F3_100 cm	92	3	5	sub-rounded	High
F3_150 cm	92	3	5	sub-rounded	High
F3_200 cm	89	3	8	sub-rounded	High
F3_250 cm	89	3	8	sub-rounded	High
F3_300 cm	88	2	10	sub-rounded	High
F3_350 cm	88	2	10	sub-rounded	High

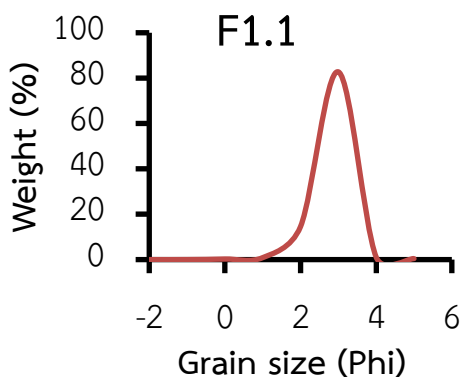
ตารางที่ 4.1 แสดงร้อยละของแร่องค์ประกอบ, ความกลมมน และความเป็นทรงกลมของตะกอน

4.3 การกระจายตัวของตะกอนจากสันทรายโบราณและเนินทรายลมหอบขนาดเม็ดต่าง ๆ

สามารถแบ่งตะกอนได้เป็น 2 ประเภทคือ ประเภทแรกเป็นตะกอนขนาดเม็ดละเอียดและมีการคัดขนาดดี ประกอบด้วยตะกอนตัวอย่างที่ F1.1, F1.2, F2.1 ,F3.1, F3_30, F3_50, F3_100, F3_150 และ F3_200 และประเภทที่สองเป็นตะกอนขนาดเม็ดปานกลางถึงหยาบและการคัดขนาดแยกว่าประกอบด้วยตะกอนตัวอย่างที่ F1.3, F1.4, F2.2, F2.3, F3.2, F3.3, F3_250 และ F3_300



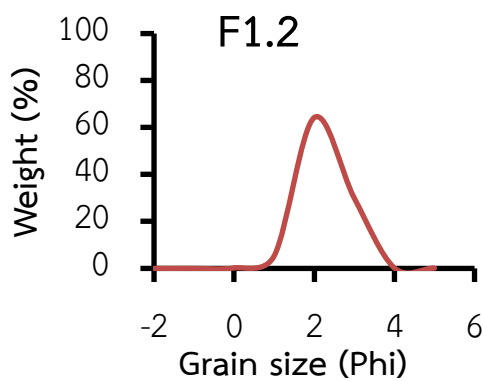
รูปที่ 4.2 แสดงหลุมเก็บตัวอย่างที่ F1.1



แผนภูมิที่ 4.1 แสดงการกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F1.1



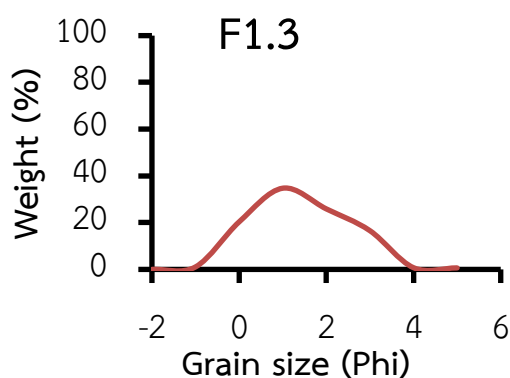
รูปที่ 4.3 แสดงหลุมเก็บตัวอย่างที่ F1.2



แผนภูมิที่ 4.2 แสดงการกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F1.2



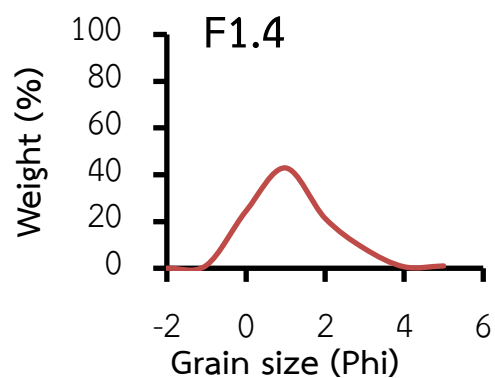
รูปที่ 4.4 แสดงหลุมเก็บตัวอย่างที่ F1.3



แผนภูมิที่ 4.3 แสดงการกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F1.3



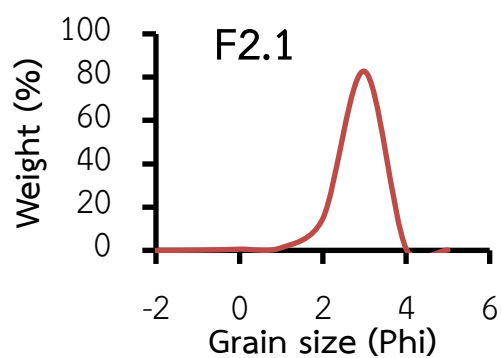
รูปที่ 4.5 แสดงหลุมเก็บตัวอย่างที่ F1.4



แผนภูมิที่ 4.4 แสดงการกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F1.4



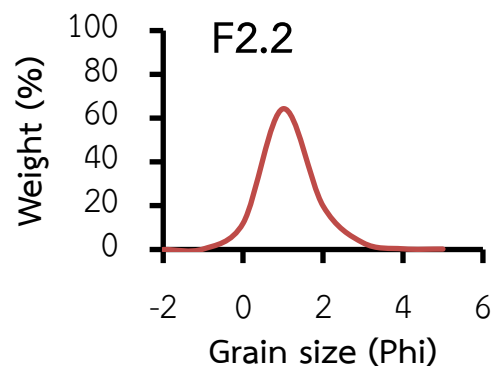
รูปที่ 4.6 แสดงหลุมเก็บตัวอย่างที่ F2.1



แผนภูมิที่ 4.5 แสดงการกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F2.1



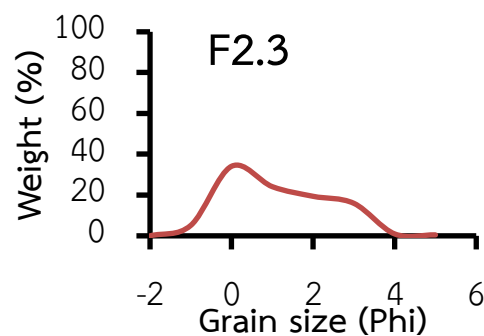
รูปที่ 4.7 แสดงหลุมเก็บตัวอย่างที่ F2.2



แผนภูมิที่ 4.6 แสดงการกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F2.2



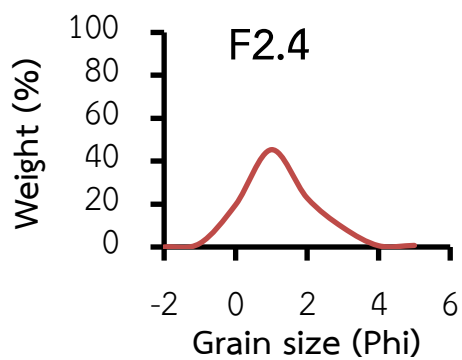
รูปที่ 4.8 แสดงหลุมเก็บตัวอย่างที่ F2.3



แผนภูมิที่ 4.7 แสดงการกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F2.3



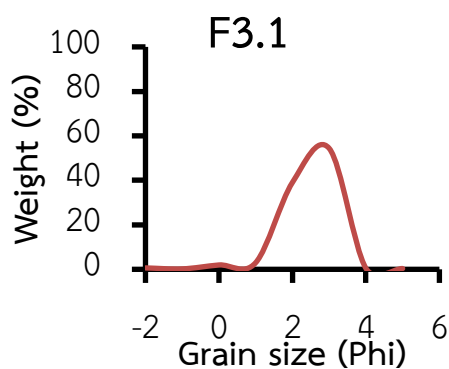
รูปที่ 4.9 แสดงหลุมเก็บตัวอย่างที่ F2.4



แผนภูมิที่ 4.8 แสดงการกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F2.4



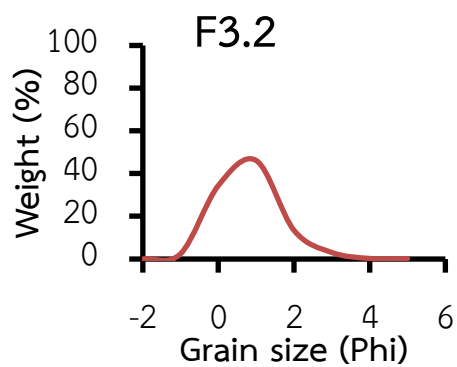
รูปที่ 4.10 แสดงหลุมเก็บตัวอย่างที่ F3.1



แผนภูมิที่ 4.9 แสดงการกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F3.1



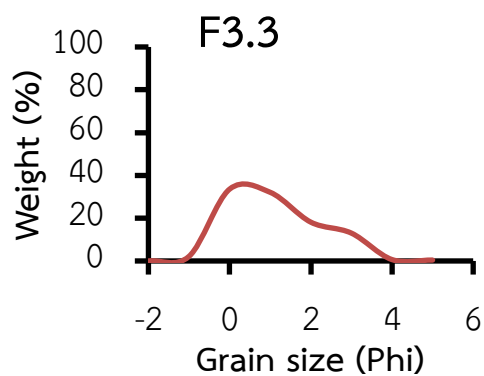
รูปที่ 4.11 แสดงหลุมเก็บตัวอย่างที่ F3.2



แผนภูมิที่ 4.10 แสดงการกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F3.2

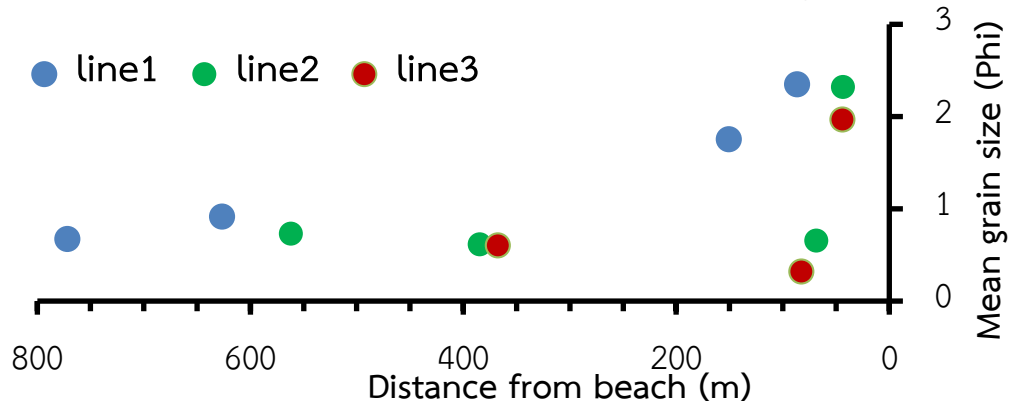


รูปที่ 4.12 แสดงหลุมเก็บตัวอย่างที่ F3.3

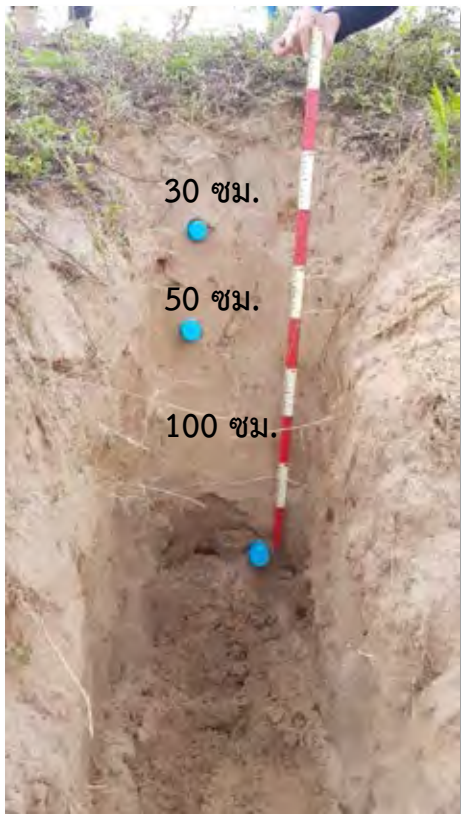


แผนภูมิที่ 4.11 แสดงการกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F3.3

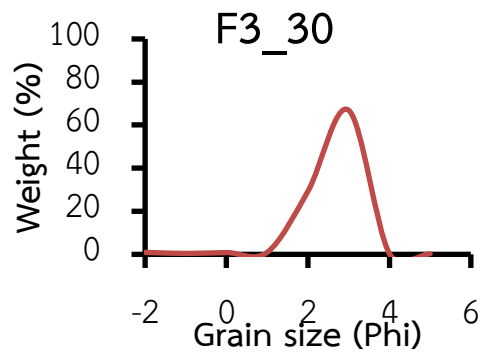
Mean Grain Size : Sand Ridge



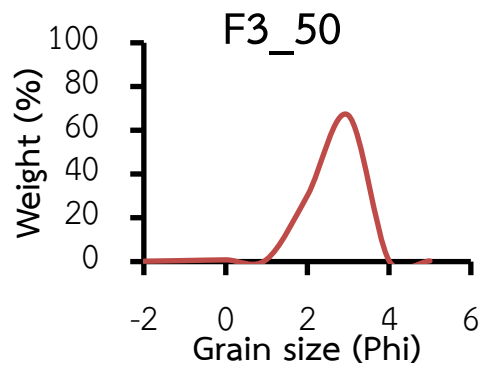
แผนภูมิที่ 4.12 แสดงระยะของจุดเก็บตัวอย่างจากชายหาดปัจจุบันกับขนาดเม็ดตะกอนเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่าง



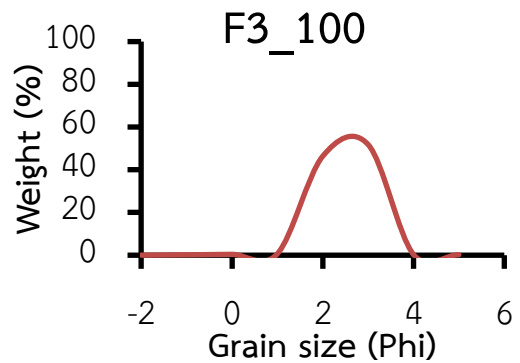
รูปที่ 4.13 แสดงหลุมเก็บตัวอย่างที่ F3_30, F3_50 และ F3_100



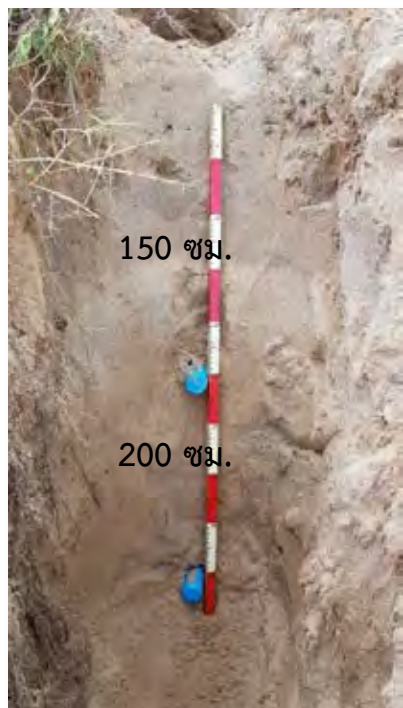
แผนภูมิที่ 4.13 แสดงการกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F3_30



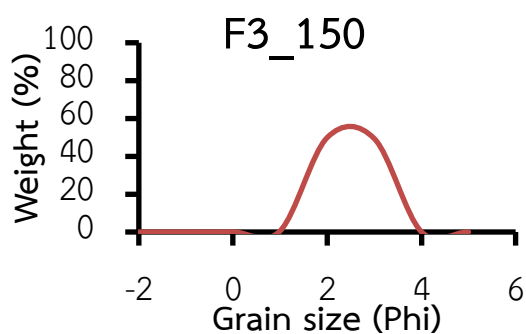
แผนภูมิที่ 4.14 แสดงการกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F3_50



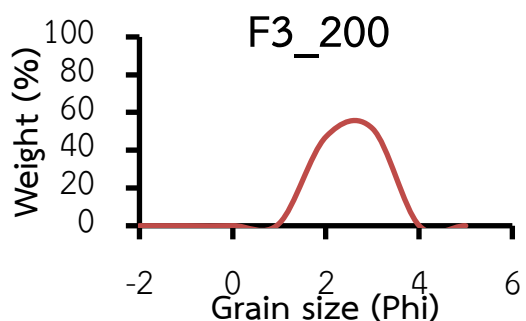
แผนภูมิที่ 4.15 แสดงการกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F3_100



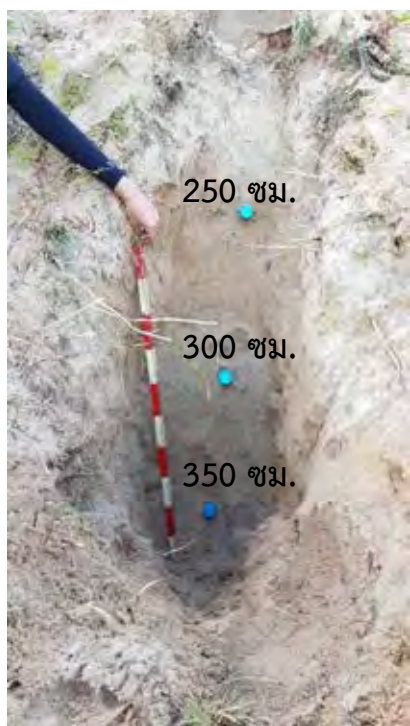
รูปที่ 4.14 แสดงหลุมเก็บตัวอย่างที่ F3_150 และ F3_200



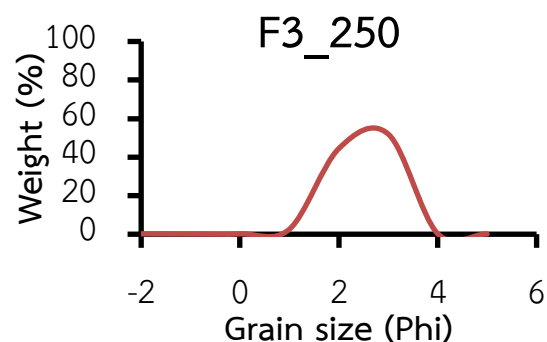
แผนภูมิที่ 4.16 แสดงการกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F3_150



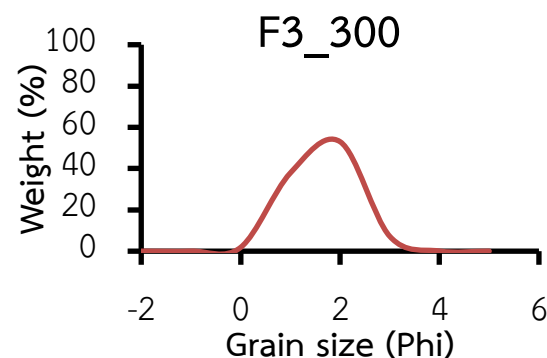
แผนภูมิที่ 4.17 แสดงการกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F3_200



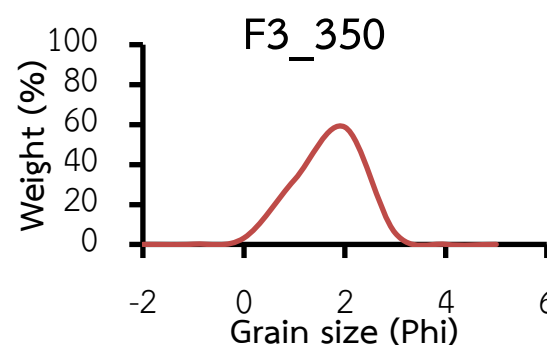
รูปที่ 4.15 แสดงหลุมเก็บตัวอย่างที่ F3_250, F3_300 และ F3_350



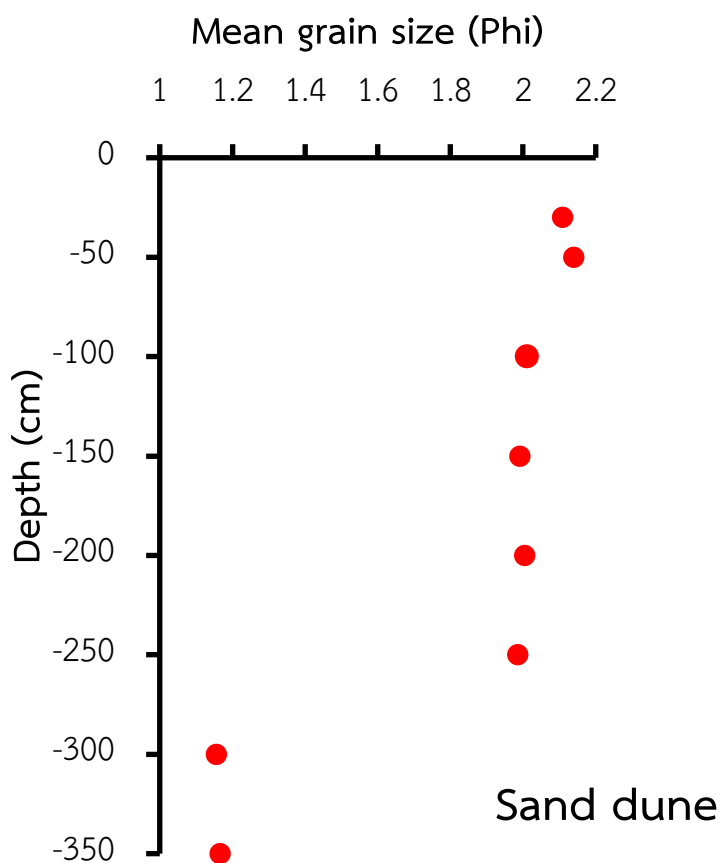
แผนภูมิที่ 4.18 แสดงการกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F3_250



แผนภูมิที่ 4.19 แสดงการกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F3_300



แผนภูมิที่ 4.20 แสดงการกระจายตัวของเม็ดตะกอนตัวอย่างที่ F3_350



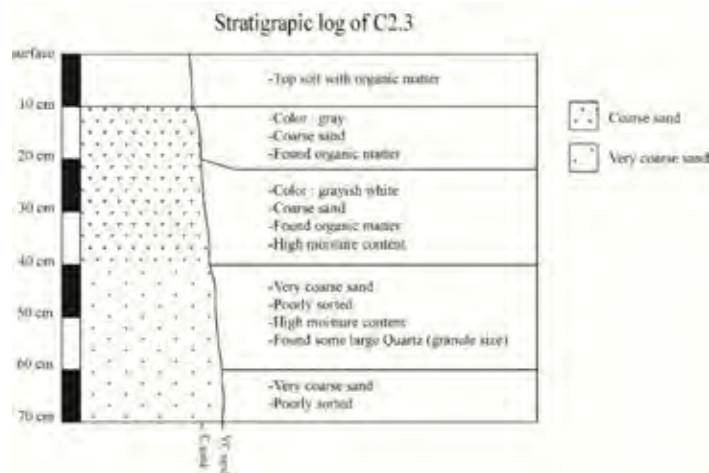
แผนภูมิที่ 4.21 แสดงความลึกของจุดเก็บตัวอย่างในเนินทรายลมหอบกับขนาดเม็ดตะกอนเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่าง

4.4 ลำดับชั้นของตะกอน

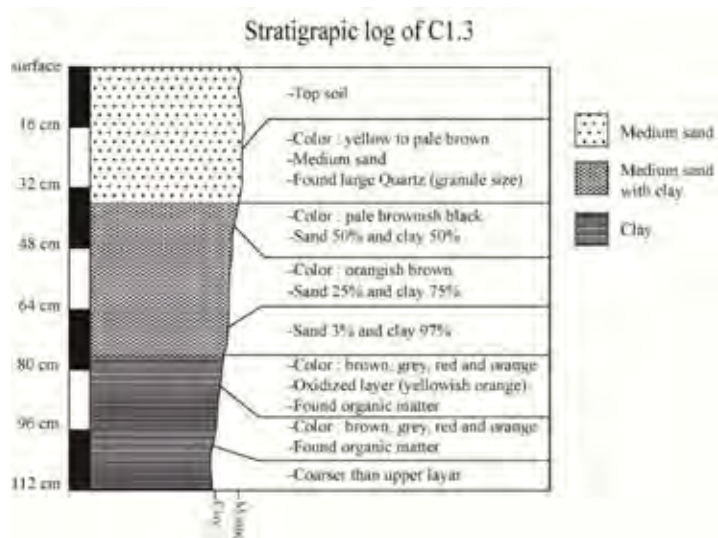
การศึกษาลำดับชั้นตะกอนในการศึกษาครั้งนี้จะศึกษาในกรณีสัณฐานแบบลากูนเก่า, ที่ลุ่มต่ำ, สันทรายโบราณ และเนินทรายลมหอบ โดยแต่ละกรณีสัณฐานจะพบการลำดับชั้นตะกอนดังนี้

4.4.1 ลากูนเก่า

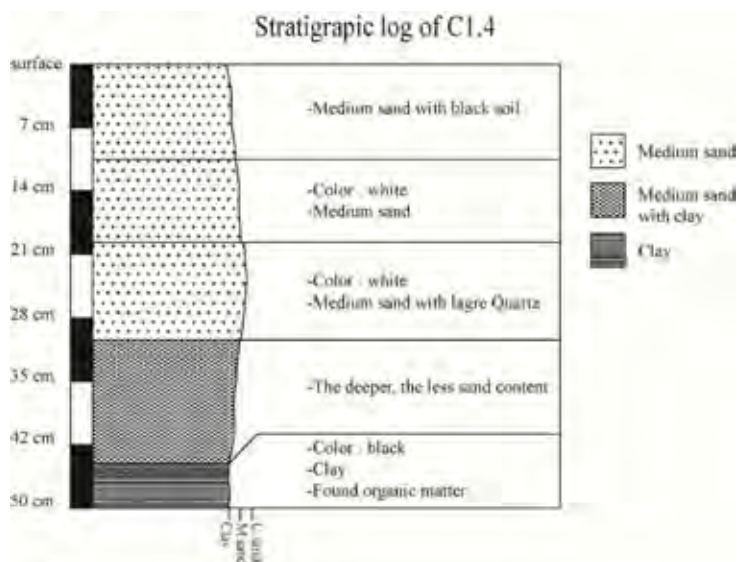
สามารถแบ่งย่อยได้เป็นลากูนเก่าทางตอนเหนือของพื้นที่ซึ่งพบเป็นตะกอนทราย ขนาดเม็ดหยาบและหยาบมากขึ้นเมื่อลึกลงไป ในขณะที่ตอนใต้พบตะกอนทรายขนาดเม็ดปานกลางหนาประมาณ 30 ซม. ลึกลงไปพบเป็นตะกอนดินที่พบซากพืชอยู่ด้วย



รูปที่ 4.16 แสดงลำดับชั้นตะกอนลาภูนเก่าที่จุดศึกษาที่ C2.3



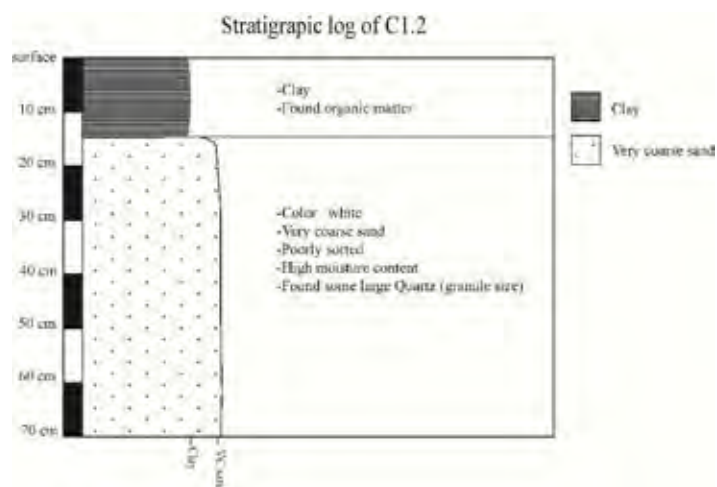
รูปที่ 4.17 แสดงลำดับชั้นตะกอนลาภูนเก่าที่จุดศึกษาที่ C1.3



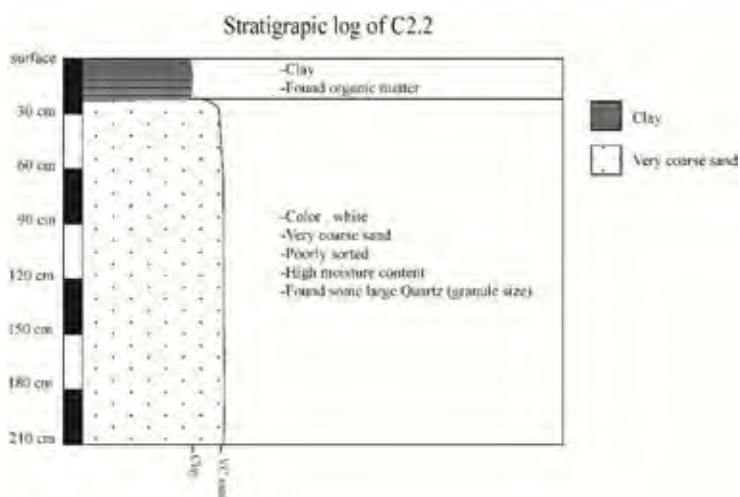
รูปที่ 4.18 แสดงลำดับชั้นตะกอนลาภูนเก่าที่จุดศึกษาที่ C1.4

4.4.2 ที่ลุ่มต่ำ

พบตะกอนดินดานบนหนาประมาณ 15-20 ซม. จากนั้นลึกลงไปเป็นตะกอนทรายขนาดเม็ดหยาบมาก



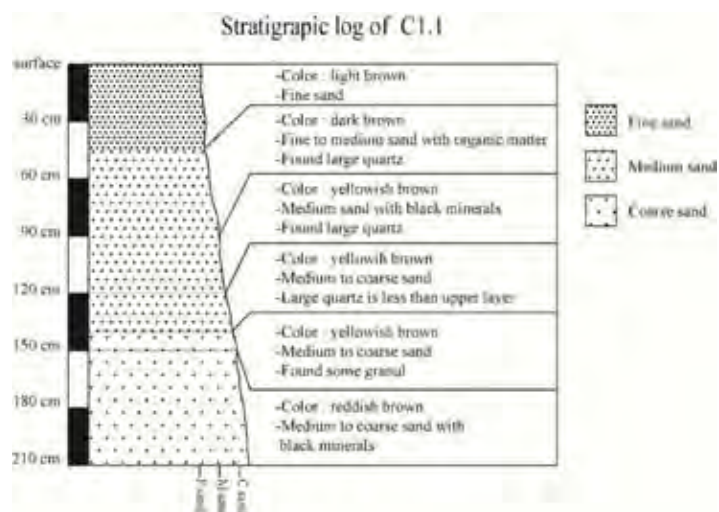
รูปที่ 4.19 แสดงลำดับชั้นตะกอนที่ลุ่มต่ำที่จุดศึกษาที่ C1.2



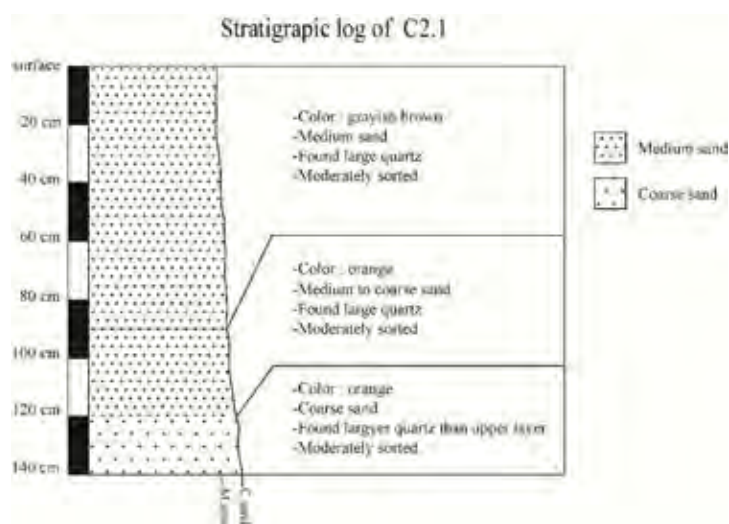
รูปที่ 4.20 แสดงลำดับชั้นตะกอนที่ลุ่มต่ำที่จุดศึกษาที่ C2.2

4.4.3 สันทรายโบราณ

พบตะกอนทรายขนาดเม็ดละเอียดด้านบนจากนั้นจึงค่อย ๆ หยาบขึ้นเมื่อลึกลงไปจนมีขนาดเม็ดหยาบ



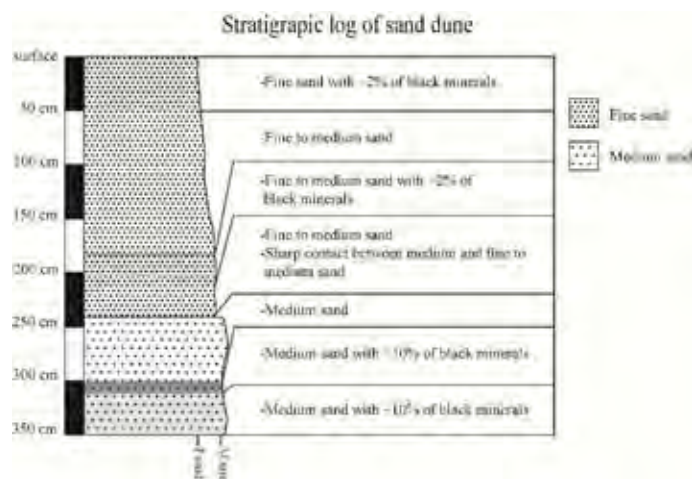
รูปที่ 4.21 แสดงลำดับชั้นตะกอนสันทรายโบราณที่จุดศึกษาที่ C1.1



รูปที่ 4.22 แสดงลำดับชั้นตะกอนสันทรายโบราณที่จุดศึกษาที่ C2.1

4.4.4 เนินทรายลมหอบ

พบตะกอนทรายขนาดเม็ดละเอียดเป็นชั้นหนาประมาณ 250 ซม. อยู่บนตะกอนทรายขนาดเม็ดปานกลาง

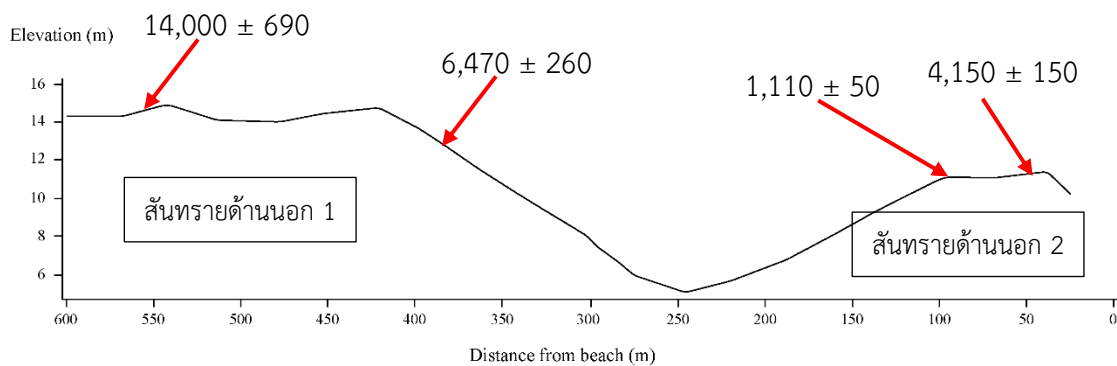


รูปที่ 4.23 แสดงลำดับชั้นตะกอนเนินทรายลมหอบที่จุด F3

4.5 อายุของตะกอนสันทรายโบราณ

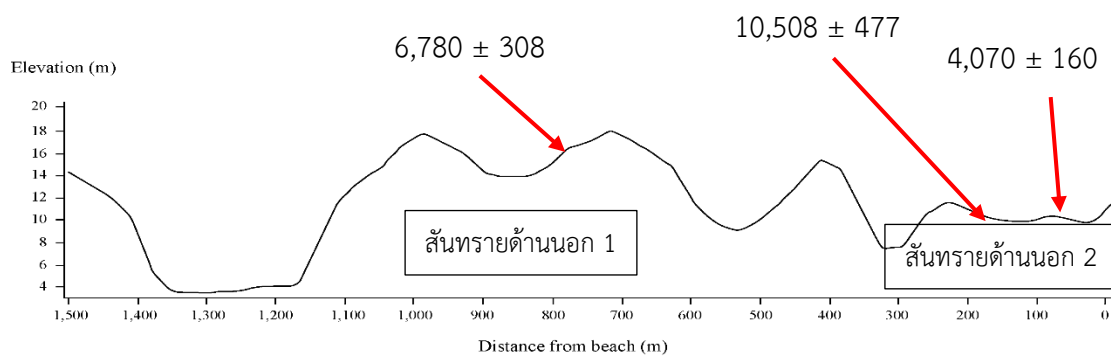
จากการหาอายุด้วยวิธีกระตุ้นด้วยแสงของตะกอนสันทรายโบราณในแนวตอนกลางและตอนใต้ของพื้นที่ศึกษาได้อายุดังนี้

ตอนกลาง



รูปที่ 4.24 แสดงอายุของตะกอนในสันทรายโบราณทางตอนกลางของพื้นที่ศึกษา

ตอนใต้



รูปที่ 4.25 แสดงอายุของตะกอนในสันทรายโบราณทางตอนใต้ของพื้นที่ศึกษา

บทที่ 5

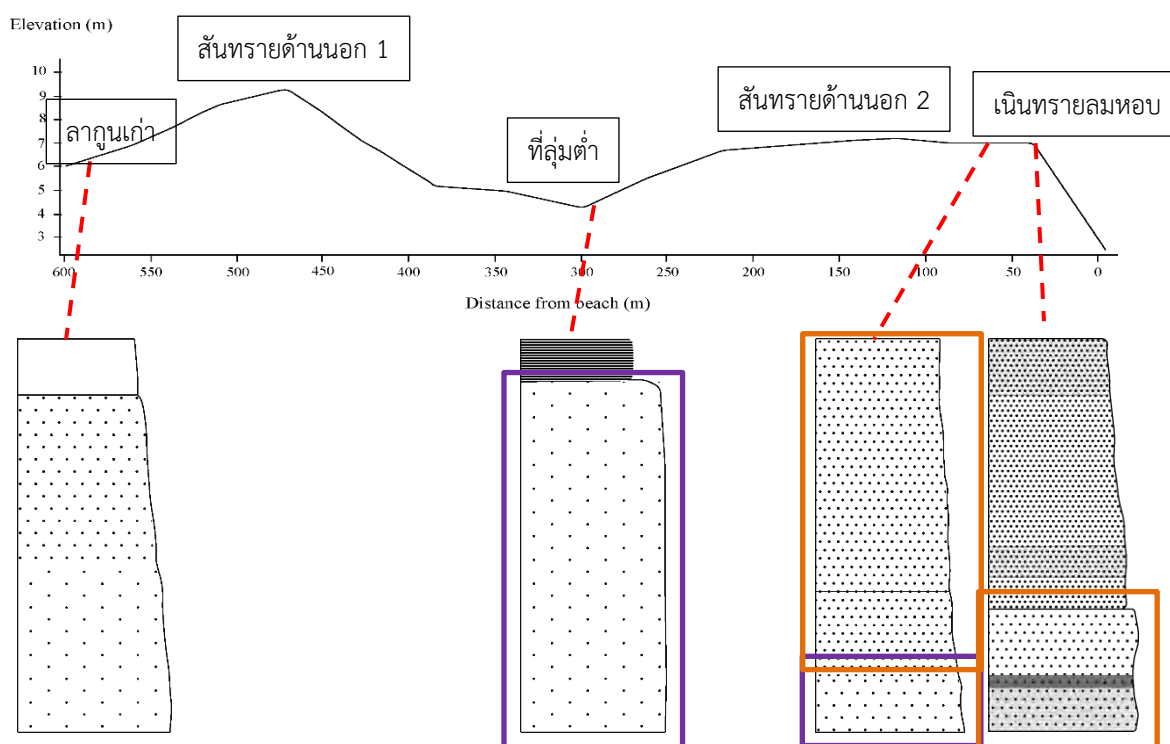
อภิปรายผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศ การลำดับชั้นตะกอน และการหาอายุด้วยวิธีกระตุ้นด้วยแสง สามารถอภิปรายผลการศึกษาได้ 2 แบบคือความสัมพันธ์ของธรณีสัณฐานแต่ละประเภทโดยแบ่งเป็น 3 แนวคือ ทางตอนเหนือ, ตอนกลาง และตอนใต้ของพื้นที่ศึกษา และแผนที่ธรณีสัณฐานแสดงวิวัฒนาการของพื้นที่ศึกษา

5.1 การเทียบสัมพันธ์ของธรณีสัณฐาน

ตอนเหนือ

เมื่อนำแท่งลำดับชั้นตะกอน (Sedimentary log) ที่ได้จากการศึกษาทางตอนเหนือของพื้นที่ศึกษามาพล็อตตามระยะทางจากชายหาดปัจจุบันและตามระดับความสูงสามารถกล่าวได้ว่าสันทรายด้านนอก 2 สามารถเทียบสัมพันธ์กับเนินทรายลมหอบและที่ลุ่มต่ำได้ คือพบตะกอนทรายขนาดเม็ดหยาบมากทั้งในที่ลุ่มต่ำและสันทรายด้านนอก 2 อีกทั้งยังพบตะกอนทรายขนาดเม็ดปานกลางในสันทรายโบราณด้านนอก 2 และในเนินทรายลมหอบที่ความลึกตั้งแต่ 300 ซม. ลงไป

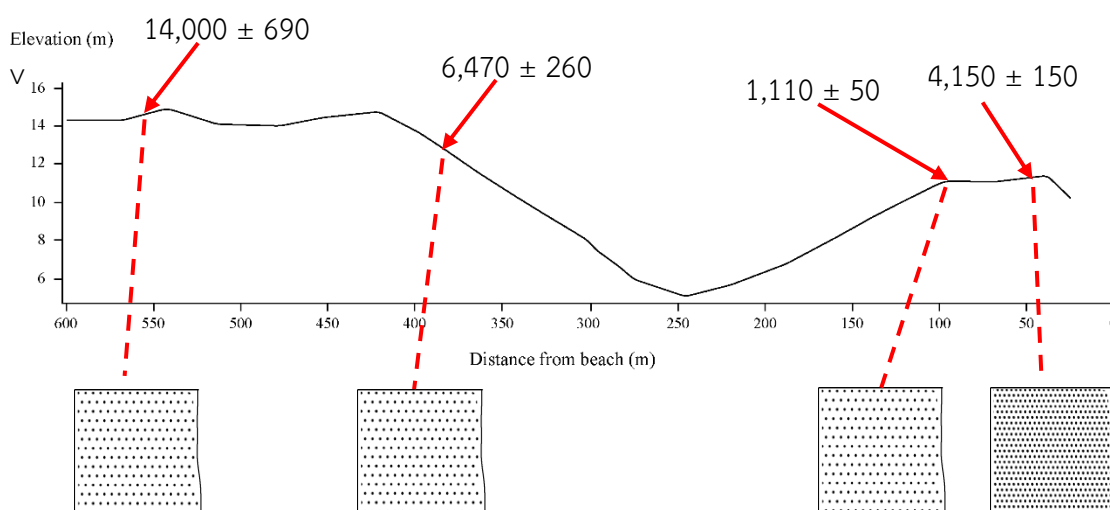


รูปที่ 5.1 แสดงการเทียบสัมพันธ์ของธรณีสัณฐานที่พบทางตอนเหนือของพื้นที่ศึกษา

ชั้นตะกอนในกรอบสี่มวงคาดว่าเกิดจากการสะสมตัวจากกระบวนการคลื่นร่วมกับอิทธิพลของน้ำขึ้น-น้ำลง ในสภาพแวดล้อมแบบทะเลตื้น (shallow marine) โดยหลักฐานที่พบคือตะกอนทรายขนาดเม็ดหยาบมากซึ่งน่าจะเกิดจากคลื่นที่ค่อนข้างรุนแรง ในขณะที่ชั้นตะกอนในกรอบสี่มวงคาดว่าเกิดจากการสะสมตัวจากกระบวนการคลื่นร่วมกับอิทธิพลของน้ำขึ้น-น้ำลง ในสภาพแวดล้อมแบบทะเลตื้นเช่นกันแต่มีพลังงานที่ต่ำกว่าเนื่องจากตะกอนทรายที่พบมีขนาดเม็ดละเอียดกว่า

ตอนกลาง

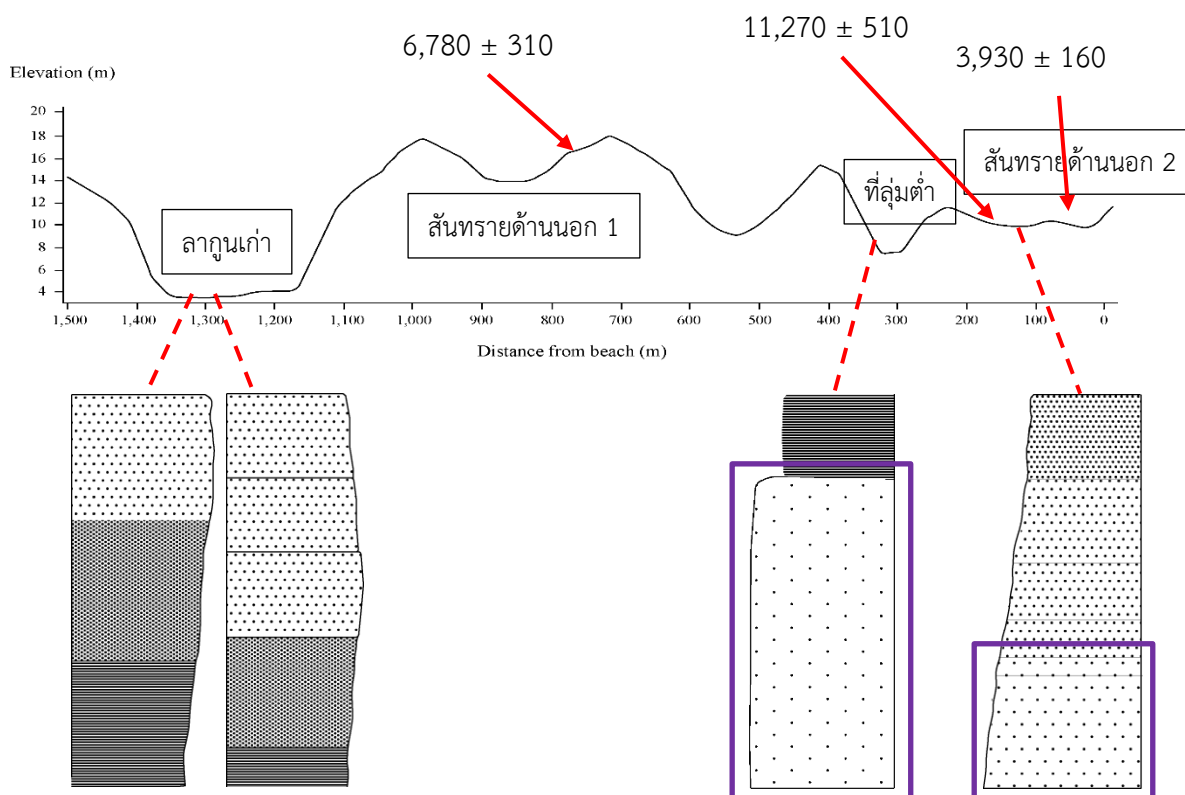
บริเวณตอนกลางของพื้นที่ศึกษาได้มีการนำตัวอย่างตะกอนจากสันทรายโบราณมาหาอายุด้วยวิธีกระตุ้นด้วยแสงพบว่าสันทรายโบราณด้านนอก 1 มีอายุประมาณ $14,000 \pm 690$ ปี และ $6,470 \pm 260$ ปี ในขณะที่สันทรายโบราณด้านนอก 2 มีอายุ $1,110 \pm 50$ ปี และ $4,150 \pm 150$ ปี



รูปที่ 5.2 แสดงอายุและขนาดเม็ดของตะกอนในสันทรายโบราณทางตอนกลางของพื้นที่ศึกษา

ตอนใต้

เมื่อนำแท่งลำดับชั้นตะกอน (Sedimentary log) ที่ได้จากการศึกษาทางตอนใต้ของพื้นที่ศึกษามาพล็อตตามระยะทางจากชายหาดปัจจุบันและตามระดับความสูงสามารถกล่าวได้ว่าสันทรายด้านนอก 2 สามารถเทียบสัมพันธ์กับที่ลุ่มต่ำได้คือพบตะกอนทรายขนาดเม็ดหยาบมากในที่ลุ่มต่ำและสันทรายด้านนอก 2



รูปที่ 5.3 แสดงการเทียบสัมพันธ์ของธรณีสัณฐานที่พบทางตอนใต้ของพื้นที่ศึกษา

ชั้นตะกอนในกรอบสีม่วงคาดว่าเกิดจากการสะสมตัวจากกระบวนการคลื่นร่วมกับอิทธิพลของน้ำขึ้น-น้ำลง ในสภาพแวดล้อมแบบทะเลตื้น (shallow marine) โดยหลักฐานที่พบคือตะกอนทรายขนาดเม็ดหยาบมากซึ่งน่าจะเกิดจากคลื่นที่ค่อนข้างรุนแรงเช่นเดียวกับที่พบทางตอนเหนือของพื้นที่ศึกษา

สำหรับการกำหนดลักษณะธรณีฐานแต่ละประเภทกำหนดโดยลักษณะที่พบดังนี้

1. สันทรายด้านใน พบเป็นตะกอนขนาดเม็ดละเอียดถึงปานกลางอยู่บนหิน
2. ลากูนเก่า พบตะกอนดินที่มีซากไม้อยู่เมื่อลึกลงไปเหมือนกับป่าชายเลนในปัจจุบันทำให้คาดว่าบริเวณนี้เคยเป็นลากูนที่มีต้นไม้ขึ้นมาก่อน
3. สันทรายด้านนอก 1 พบตะกอนทรายขนาดเม็ดหยาบมากและมีความสูงกว่าบริเวณอื่น
4. ที่ลุ่มต่ำ พบตะกอนดินเป็นชั้นบาง ๆ บนพื้นผิวและตะกอนทรายขนาดเม็ดหยาบมากเมื่อลึกลงไป
5. สันทรายด้านนอก 2 พบตะกอนทรายขนาดเม็ดละเอียดบนพื้นผิวและค่อย ๆ หยาบขึ้นเมื่อลึกลงไปและมีความสูงกว่าบริเวณอื่น ๆ โดยคาดว่าตะกอนทรายขนาดเม็ดละเอียดด้านบนคือตะกอนจากเนินทรายลมหอบ
6. เนินทรายลมหอบ พบตะกอนทรายขนาดเม็ดละเอียดอยู่บนตะกอนทรายขนาดเม็ดปานกลางถึงหยาบทำให้คาดว่าเนินทรายลมหอบสะสมตัวอยู่บนสันทรายด้านนอก 2 อีกที่หนึ่ง

อายุที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีความคาดเคลื่อนกับสมมติฐานที่ตั้งไว้คือตะกอนที่เก็บใกล้กับชายหาดปัจจุบันมีอายุมากกว่าตะกอนที่เก็บไกลจากชายหาดปัจจุบันมากกว่า ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ได้อายุที่คาดเคลื่อนนี้มีหลายสาเหตุคือ

1. ตะกอนที่อ่อนกว่าอาจถูกเคลื่อนย้ายมาจากที่อื่นแล้วโดนพัดพามาสะสมตัวใหม่อีกครั้ง (reworked) เช่น จากเหตุการณ์คลื่นพายุซัดฝั่ง เป็นต้น ทำให้ได้อายุที่ได้ไม่ได้แสดงอายุของธรณีฐานนั้น
2. การเตรียมตัวอย่างทำได้ไม่สะอาดพอ ทำให้แร่ควอตซ์ที่ได้ไม่บริสุทธิ์
3. ซอฟต์แวร์หรือเครื่องมือที่ใช้ฉายรังสีมีปัญหา ทำให้ได้อายุที่คาดเคลื่อน

5.2 ลักษณะชั้นตะกอนของสันทรายโบราณด้านใน

พบว่าการสะสมตัวแบบมีรอยต่อที่ชัดเจน (sharp contact) อยู่บนชั้นตะกอนที่เริ่มแข็งตัว (semi-consolidated) และด้านล่างเป็นชั้นหินโคลนและหินทราย โดยจากลักษณะดังกล่าวคาดว่าเกิดจากการสะสมตัวแบบน้ำทะเลรุกเข้าสู่แผ่นดิน (marine transgression) เนื่องจากสันทรายที่พบมีความสูงจากพื้นที่ข้างเคียง และจากรูปร่างเป็นสันแนวยาวรวมถึงตะกอนทรายที่มีการคัดขนาดดี จึงคาดว่าน่าจะเกิดจากกระบวนการของคลื่นทะเล มากกว่ากระบวนการแม่น้ำ และเมื่อเทียบตำแหน่งของสันทรายโบราณด้านในนี้อยู่ห่างจากสันทรายด้านนอกที่หาอายุได้ 6,000 – 10,000 ปี จึงสันนิษฐานว่าสันทรายโบราณด้านในบริเวณนี้น่าจะมีการสะสมตัวในช่วงก่อนสมัยโฮโลซีน

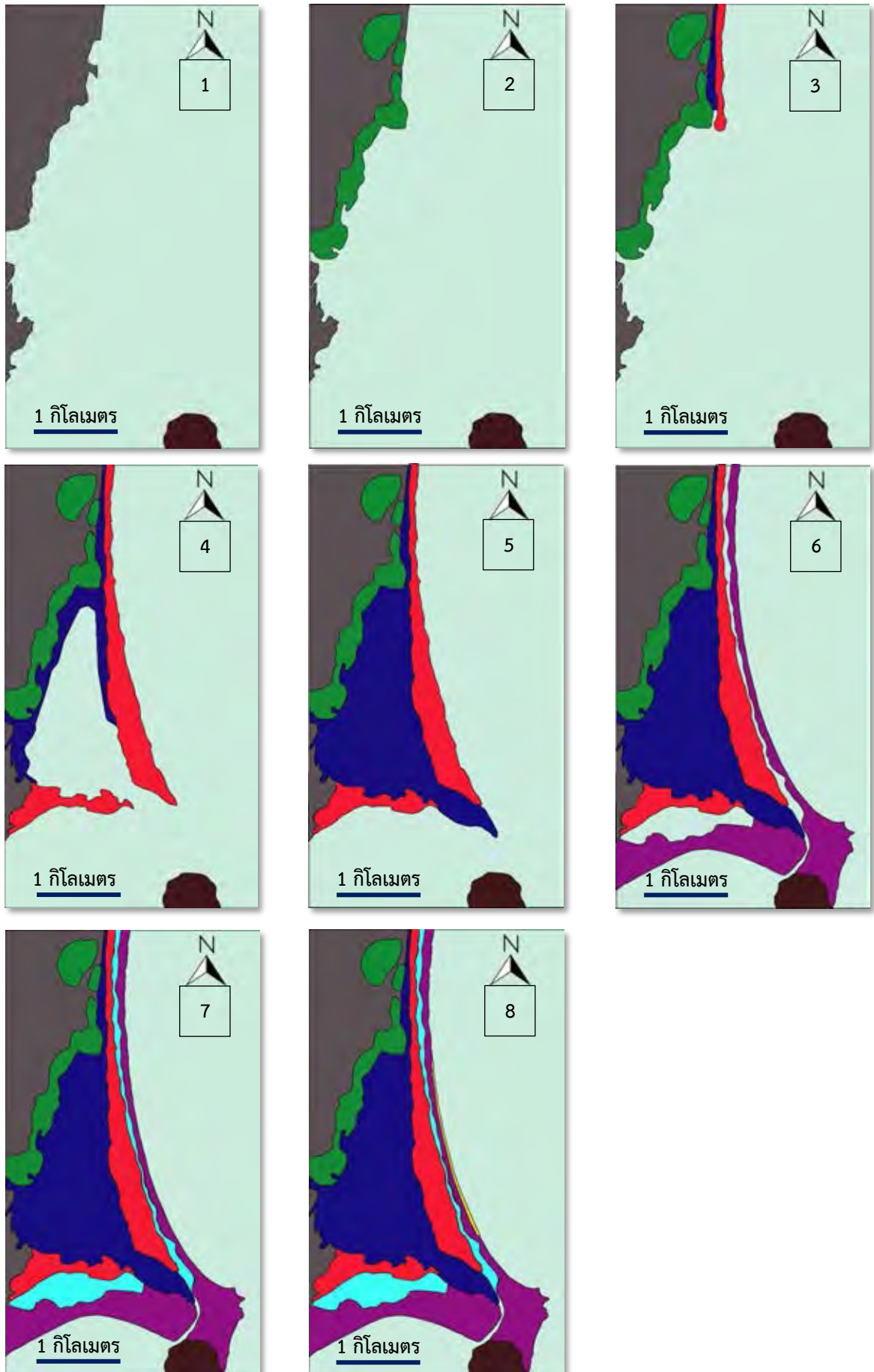


รูปที่ 5.4 แสดงลักษณะชั้นตะกอนของสันทรายโบราณด้านใน

5.3 วิวัฒนาการของพื้นที่ศึกษา

จากการศึกษาลักษณะของธรณีสัณฐานในพื้นที่ศึกษาและวิเคราะห์การลำดับชั้นของตะกอนในแต่ละธรณีสัณฐานสามารถแบ่งช่วงการสะสมตัวของธรณีสัณฐานได้เป็น 8 ระยะดังรูปที่ 5.4 และ 5.5 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ระยะที่ 1 มีเกาะและพื้นที่ซึ่งคาดว่าสะสมตัวช่วงก่อนสมัยโฮโลซีน
- ระยะที่ 2 มีการสะสมตัวของสันทรายด้านในคาดว่าเกิดจากอิทธิพลของคลื่นที่ทำให้ตะกอนสะสมตัว คาดว่าสะสมตัวก่อนสมัยโฮโลซีน
- ระยะที่ 3 สันทรายด้านนอก 1 ค่อย ๆ พัฒนาจากทิศเหนือสู่ทิศใต้ทำให้พื้นที่ด้านใน (ทิศตะวันตก) ค่อย ๆ ตื้นขึ้น ทำให้พบตะกอนทรายขนาดเม็ดหยาบถึงหยาบมากบริเวณลากูนทางตอนเหนือของพื้นที่ศึกษา
- ระยะที่ 4 สันทรายด้านนอก 1 พัฒนาจนทำให้พื้นที่ด้านในได้รับผลกระทบจากคลื่นน้อยลง โดยจากลักษณะสัณฐานที่พบคาดว่าทิศทางการพัฒนาของสันทรายมีทิศเข้าหาเกาะกลางทะเล
- ระยะที่ 5 พื้นที่ด้านในพัฒนาเป็นลากูน มีพลังงานต่ำ พบการสะสมตัวของตะกอนดิน
- ระยะที่ 6 มีพัฒนาของสันทรายด้านนอก 2 ห่างจากสันทรายด้านนอก 1 ประมาณ 100 เมตร ซึ่งจากลักษณะสัณฐานที่พบ ทำให้คาดว่ามีการพัฒนาเข้าหาเกาะกลางทะเลเช่นกัน
- ระยะที่ 7 พื้นที่ด้านในพัฒนาเป็นที่ลุ่มต่ำ มีพลังงานต่ำ พบการสะสมตัวของตะกอนดิน
- ระยะที่ 8 เนินทรายลมหอบสะสมตัวทับบนสันทรายด้านนอก 2 จากหลักฐานที่พบตะกอนทรายขนาดเม็ดละเอียดบนตะกอนทรายขนาดเม็ดปานกลางถึงหยาบ



รูปที่ 5.5 แสดงแผนที่ของพื้นที่ศึกษาระยะที่ 1 ถึง ระยะที่ 8

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศสามารถแบ่งลักษณะธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเลของพื้นที่ศึกษาได้เป็น 8 ประเภทคือ สันทรายโบราณด้านใน ลากูนเก่า สันทรายโบราณด้านนอก 1 สันทรายโบราณชั้นนอก 2 พื้นที่ป่า ภูเขา ที่ราบชายฝั่ง และที่ลุ่มต่ำ

จากการหาอายุด้วยวิธีกระตุ้นด้วยแสงพบว่าอายุของสันทรายโบราณด้านนอก 1 มีอายุประมาณ $6,470 \pm 260$ ปี ถึง $6,780 \pm 310$ และสันทรายโบราณด้านนอก 2 มีอายุประมาณ $3,930 \pm 160$ ปี ถึง $4,150 \pm 150$ โดยการสะสมตัวได้รับอิทธิพลจากคลื่นทะเลและการลดระดับลงของระดับน้ำทะเลในสมัยโฮโลซีนเป็นหลัก ส่วนในช่วงที่อายุที่แก่ที่สุดของเนินทรายลมหอบคาดว่าน่าจะเริ่มสะสมตัวตั้งแต่ 4,000 ปีที่ผ่านมา หลังการสะสมตัวของสันทรายโบราณด้านนอก 2

จากการศึกษาทั้งหมดสามารถสร้างแผนที่แสดงวิวัฒนาการของพื้นที่ศึกษาได้ โดยแบ่งได้ออกเป็น 8 ระยะตามลักษณะธรณีสัณฐานและลำดับชั้นตะกอนที่พบคือ ระยะที่ 1 เป็นเกาะและพื้นที่ด้านในชายหาดปัจจุบัน ระยะที่ 2 มีการสะสมตัวของตะกอนด้านใน ระยะที่ 3 สันทรายด้านนอก 1 เริ่มมีการพัฒนา ระยะที่ 4 สันทรายด้านนอก 1 พัฒนาล้อมพื้นที่ด้านใน ระยะที่ 5 พื้นที่ด้านในพัฒนาเป็นลากูน ระยะที่ 6 มีพัฒนาของสันทรายด้านนอก 2 ห่างจากสันทรายด้านนอก 1 ประมาณ 100 เมตร ระยะที่ 7 พื้นที่ด้านในพัฒนาเป็นที่ลุ่มต่ำ ระยะที่ 8 เนินทรายลมหอบสะสมตัวทับบนสันทรายด้านนอก 2

บรรณานุกรม

- ศูนย์ภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา. ภูมิอากาศจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. (ออนไลน์). แหล่งที่มา <http://climate.tmd.go.th/data/province/ใต้ฝั่งตะวันออก/ภูมิอากาศประจวบคีรีขันธ์.pdf>. มิถุนายน ๒๕๖๐.
- Brill, D., Jankaew, K., and Bruckner, H. (2015). Holocene evolution of Phra Thong's beach-ridge plain (Thailand) - Chronology, processes and driving factors. *Geomorphology*, 245, 117-134.
- Frankel, K.L., Owen, L.A., Dolan, J.F., Knott, J.R., Lifton, Z.M., Finkel R.C. and Wasklewicz, T. (2015). Timing and rates of Holocene normal faulting along the Black Mountains fault zone, Death Valley, USA. *LITHOSPHERE*, Volume 8, Number 1.
- Madsen, A.T., and Murray A.S. (2009). Optically stimulated luminescence dating of young sediments: A review. *Geomorphology*, 109, 3-16.
- Nimnate, P., Choowong, M., Chutakositkanon, V., Pailoplee, S., and Phantuwoongraj, S. (2015). Evidence of Holocene sea level regression from Chumphon coast of the Gulf of Thailand. *ScienceAsia*, 41, 55-63.
- Choowong, M., Phantuwoongraj, S., Nanayama, F., Hisada, K.I., Charusiri, P., Chutakositkanon, V., Pailoplee, S., and Chabangbon, A. (2013). Coastal geomorphic conditions and styles of storm surge washover deposits from Southern Thailand, *Geomorphology*, 192, 43-58.
- Rink, W.J., and López, G.I. (2010). OSL-based lateral progradation and aeolian sediment accumulation rates for the Apalachicola Barrier Island Complex, North Gulf of Mexico, Florida. *Geomorphology*, 123, 330-342.

Scheffers, A., Brill, D., Kelletat, D., Brückner, H., Scheffers, S., and Fox, K. (2012).

Holocene sea levels along the Andaman Sea coast of Thailand. *The Holocene* 22, 1169-1180.

Somboon JRP., and Thiramongkol, N. (1992) Holocene highstand shoreline of the

Chao Phraya delta, Thailand. *J Southeast Asian Earth Sci* 7, 53–60.

ภาคผนวก

ข้อมูลการหาอายุด้วยวิธีกระตุ้นด้วยแสง

ตอนกลางของพื้นที่ศึกษา

No.	U (ppm)	Th (ppm)	K (%)	W (%)	AD (Gy/ka)	AD (Error)	ED (Gy)	ED (Error)	Age (Yr)	Error (Yr)	ED (Sec)	ED Error (Sec)
1	4.267	14.819	1.446	4.349	3.343	0.10	12.189	0.282	3640	130	86.450	2
2	4.267	14.819	1.446	4.349	3.343	0.10	11.876	0.279	3550	130	84.230	1.98
3	4.267	14.819	1.446	4.349	3.343	0.10	11.035	0.252	3300	120	78.260	1.79
4	4.267	14.819	1.446	4.349	3.343	0.10	11.916	0.283	3560	130	84.510	2.01
5	4.267	14.819	1.446	4.349	3.343	0.10	13.896	0.320	4150	150	98.550	2.27
6	4.267	14.819	1.446	4.349	3.343	0.10	12.535	0.290	3740	140	88.900	2.06
7	4.267	14.819	1.446	4.349	3.343	0.10	11.992	0.282	3580	130	85.050	2

รูปที่ ก1 แสดงข้อมูลการหาอายุด้วยวิธีกระตุ้นด้วยแสงของตัวอย่างที่ F2.1

โดยแถบสีเหลืองคือข้อมูลที่ใช้

No.	U (ppm)	Th (ppm)	K (%)	W (%)	AD (Gy/ka)	AD (Error)	ED (Gy)	ED (Error)	Age (Yr)	Error (Yr)	ED (Sec)	ED Error (Sec)
1	2.883	9.916	1.648	2.243	2.915	0.10	4.361	0.096	1490	60	30.930	0.68
2	2.883	9.916	1.648	2.243	2.915	0.10	3.851	0.092	1320	50	27.310	0.65
3	2.883	9.916	1.648	2.243	2.915	0.10	3.729	0.083	1270	50	26.450	0.59
4	2.883	9.916	1.648	2.243	2.915	0.10	3.820	0.086	1310	50	27.090	0.61
5	2.883	9.916	1.648	2.243	2.915	0.10	4.116	0.089	1410	50	29.190	0.63
6	2.883	9.916	1.648	2.243	2.915	0.10	5.533	0.123	1890	70	39.240	0.87
7	2.883	9.916	1.648	2.243	2.915	0.10	4.554	0.102	1560	60	32.300	0.72
8	2.883	9.916	1.648	2.243	2.915	0.10	3.941	0.093	1350	50	27.950	0.66

รูปที่ ก2 แสดงข้อมูลการหาอายุด้วยวิธีกระตุ้นด้วยแสงของตัวอย่างที่ F2.2

โดยแถบสีเหลืองคือข้อมูลที่ใช้

No.	U (ppm)	Th (ppm)	K (%)	W (%)	AD (Gy/ka)	AD (Error)	ED (Gy)	ED (Error)	Age (Yr)	Error (Yr)	ED (Sec)	ED Error (Sec)
1	2.238	8.191	2.123	2.391	3.037	0.10	19.670	0.482	6470	260	139.500	3.42

รูปที่ ก3 แสดงข้อมูลการหาอายุด้วยวิธีกระตุ้นด้วยแสงของตัวอย่างที่ F2.3

โดยแถบสีเหลืองคือข้อมูลที่ใช้

No.	U (ppm)	Th (ppm)	K (%)	W (%)	AD (Gy/ka)	AD (Error)	ED (Gy)	ED (Error)	Age (Yr)	Error (Yr)	ED (Sec)	ED Error (Sec)
1	2.269	7.901	1.475	3.898	2.426	0.10	32.840	0.925	13530	670	232.910	6.56
2	2.269	7.901	1.475	3.898	2.426	0.10	29.473	0.790	12140	590	209.030	5.6
3	2.269	7.901	1.475	3.898	2.426	0.10	32.450	0.902	13370	660	230.140	6.4
4	2.269	7.901	1.475	3.898	2.426	0.10	33.985	0.945	14000	690	241.030	6.7
5	2.269	7.901	1.475	3.898	2.426	0.10	37.148	1.029	15310	760	263.460	7.3
6	2.269	7.901	1.475	3.898	2.426	0.10	34.673	0.977	14290	710	245.910	6.93
7	2.269	7.901	1.475	3.898	2.426	0.10	34.682	0.922	14290	700	245.970	6.54

รูปที่ ก4 แสดงข้อมูลการหาอายุด้วยวิธีกระตุ้นด้วยแสงของตัวอย่างที่ F2.4

โดยแถบสีเหลืองคือข้อมูลที่เลือกใช้

ตอนใต้ของพื้นที่ศึกษา

No.	U (ppm)	Th (ppm)	K (%)	W (%)	AD (Gy/ka)	AD (Error)	ED (Gy)	ED (Error)	Age (Yr)	Error (Yr)	ED (Sec)	ED Error (Sec)
1	3.425	11.046	1.543	5.516	2.920	0.10	8.838	0.207	3020	120	62.680	1.47
2	3.425	11.046	1.543	5.516	2.920	0.10	8.192	0.203	2800	110	58.100	1.44
3	3.425	11.046	1.543	5.516	2.920	0.10	11.490	0.279	3930	160	81.490	1.98
4	3.425	11.046	1.543	5.516	2.920	0.10	8.949	0.233	3060	130	63.470	1.65
5	3.425	11.046	1.543	5.516	2.920	0.10	9.986	0.271	3410	140	70.820	1.92
6	3.425	11.046	1.543	5.516	2.920	0.10	10.022	0.241	3430	140	71.080	1.71

รูปที่ ก5 แสดงข้อมูลการหาอายุด้วยวิธีกระตุ้นด้วยแสงของตัวอย่างที่ F1.1

โดยแถบสีเหลืองคือข้อมูลที่เลือกใช้

No.	U (ppm)	Th (ppm)	K (%)	W (%)	AD (Gy/ka)	AD (Error)	ED (Gy)	ED (Error)	Age (Yr)	Error (Yr)	ED (Sec)	ED Error (Sec)
1	3.035	8.736	1.621	3.484	2.800	0.10	28.403	0.698	10140	430	201.440	4.95
2	3.035	8.736	1.621	3.484	2.800	0.10	27.984	0.740	9990	440	198.470	5.25
3	3.035	8.736	1.621	3.484	2.800	0.10	32.320	1.206	11540	590	229.220	8.55
4	3.035	8.736	1.621	3.484	2.800	0.10	25.235	0.692	9010	400	178.970	4.91
5	3.035	8.736	1.621	3.484	2.800	0.10	31.587	0.890	11270	510	224.020	6.31
6	3.035	8.736	1.621	3.484	2.800	0.10	31.537	0.935	11260	520	223.670	6.63
7	3.035	8.736	1.621	3.484	2.800	0.10	28.988	0.747	10350	450	205.590	5.3

รูปที่ ก6 แสดงข้อมูลการหาอายุด้วยวิธีกระตุ้นด้วยแสงของตัวอย่างที่ F1.2

โดยแถบสีเหลืองคือข้อมูลที่เลือกใช้

No.	U (ppm)	Th (ppm)	K (%)	W (%)	AD (Gy/ka)	AD (Error)	ED (Gy)	ED (Error)	Age (Yr)	Error (Yr)	ED (Sec)	ED Error (Sec)
1	2.636	8.890	1.421	3.549	2.548	0.10	18.894	0.454	7410	340	134.000	3.22
2	2.636	8.890	1.421	3.549	2.548	0.10	16.897	0.398	6630	300	119.840	2.82
3	2.636	8.890	1.421	3.549	2.548	0.10	22.248	0.533	8730	400	157.790	3.78
4	2.636	8.890	1.421	3.549	2.548	0.10	12.710	0.309	4980	220	90.140	2.19
5	2.636	8.890	1.421	3.549	2.548	0.10	17.282	0.430	6780	310	122.570	3.05
6	2.636	8.890	1.421	3.549	2.548	0.10	20.759	0.498	8140	370	147.230	3.53
7	2.636	8.890	1.421	3.549	2.548	0.10	12.660	0.296	4960	220	89.790	2.1

รูปที่ ก7 แสดงข้อมูลการหาอายุด้วยวิธีกระตุ้นด้วยแสงของตัวอย่างที่ F1.4

โดยแถบสีเหลืองคือข้อมูลที่เลือกใช้

