โครงการ
การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ หลักฐานทางชีวภาพที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในอดีต บริเวณบ้านเกาะเตียบอำเภอประทิว จังหวัดชุมพร

ชื่อนิสิต พศิน ชิวขุนทด

ภาควิชา ธรณีวิทยา

ปีการศึกษา 2558

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หลักฐานทางชีวภาพที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในอดีตบริเวณบ้านเกาะเตียบอำเภอประทิว จังหวัดชุมพร

นาย พศิน ชิวขุนทด

รหัสนิสิต 5532727823

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชา ธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2558

Biological evidence of past sea-level change at Ban KoTiap, Pathio, Chumphon

Pasin Chewkhuntod

ID 5532727823

A report submitted in partial fulfillment of the requirement

For the degree of the Bachelor of Science

Department of Geology

Chulalongkorn University 2015

Date of submit...../...../.....

Date of approval...../...../.....

.....

(Dr. Sumet Phantuwongraj)

Senior project advisor

ชื่อโครงการ : หลักฐานทางชีวภาพที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในอดีตบริเวณบ้านเกาะเตียบอำเภอประทิว จังหวัดชุมพร

ผู้ทำการวิจัย : นายพศิน ชิวขุนทด **รหัสนิสิต** :5532727823

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร. สุเมธ พันธุวงค์ราช

ภาควิชา : ธรณีวิทยา

ปีการศึกษา :2558

บทคัดย่อ

จากประวัติการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลในประเทศไทยและประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ตั้งแต่สมัยไพลสโตซีนตอนปลายจนถึงสมัยโฮโลซีนตอนกลางพบว่าระดับน้ำทะเลในอดีตอยู่ต่ำกว่าระดับปัจจุบัน 12 เมตร และได้เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วถึงระดับความสูงเฉลี่ยที่ 3.5 ถึง 4 เมตรจากระดับน้ำทะเลปัจจุบันในช่วงสมัยโฮโลซีนตอนกลางหรือเมื่อประมาณ 6,500 ปีที่แล้ว และจึงค่อยๆ ลดระดับความสูงลงมาที่ระดับปัจจุบัน

พื้นที่บริเวณบ้านเกาะเตียบอำเภอประทิว จังหวัดชุมพร เป็นพื้นที่ที่มีสภาพธรณีสัณฐานวิทยาและหลักฐานทางชีวภาพที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลในอดีตจึงเป็นที่มาของการศึกษาวิจัยนี้ โดยได้ทำการสำรวจหาหลักฐานทางชีวภาพของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลและวิเคราะห์หาระดับความสูงของน้ำทะเลในอดีตจากหลักฐานทางชีวภาพที่เป็นร่องรอยปรากฏจากการกระทำของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่เรียกว่าการกัดกร่อนทางชีวภาพ พื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่บริเวณแนวชายฝั่งทะเลของบ้านเกาะเตียบอำเภอประทิว จังหวัดชุมพร โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังต่อไปนี้ ศึกษาลักษณะทางธรณีสัณฐานและชนิดหินจากนั้นตรวจสอบลักษณะการกัดกร่อนทางชีวภาพที่เกิดขึ้น และทำการวัดระดับความสูงของหลักฐานทางชีวภาพจากระดับน้ำทะเล

ผลการศึกษาจากแผนที่ธรณีวิทยาหินบริเวณพื้นที่ศึกษาเป็นหินปูนในกลุ่มหินราชบุรียุคเพอร์เมียนประกอบด้วยหินปูน หินปูนเนื้อโดโลไมต์และมีหินเชิร์ตแทรกเป็นก้อนและเป็นชั้นและจากการสำรวจหินโผล่บริเวณจุดศึกษาประกอบไปด้วย หินปูนเนื้อโดโลไมต์และมีหินเชิร์ตเป็นกระเปาะ โดยร่องรอยการกัดกร่อนทางชีวภาพจะพบในบริเวณที่เป็นหินปูน หินปูนเนื้อโดโลไมต์ และหินทรายส่วนบริเวณที่เป็นหินเชิร์ตไม่พบร่องรอยของการกัดกร่อนทางชีวภาพ

จากบริเวณเขาหินปูนทั้งสามจุดศึกษาพบหลักฐานทางธรณีวิทยาที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลในอดีตคือร่องรอยของการกัดกร่อนทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตจำพวกหอยสองฝาและแนวชั้นสะสมตัวของฟอสซิลหอยนางรม โดยจุดศึกษาที่ 1 และ 2พบร่องรอยการกัดกร่อนทางชีวภาพที่ระดับความสูงตั้งแต่ระดับน้ำทะเลปัจจุบันจนถึง ประมาณ 2.1 และ 1.8 เมตรสูงกว่าระดับปัจจุบันตามลำดับ และในจุดศึกษาที่ 3 ยังพบแนวชั้นสะสมตัวของฟอสซิลหอยนางรมอยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลปัจจุบัน 1.82 เมตร

Title : Biological evidence of past sea-level change at Ban KoTiap, Pathio, Chumphon

Researcher : Pasin Chewkhuntod **ID** :5532727823

Advisor : Dr. Sumet Phantuwongraj

Department : Geology

Academic year :2015

ABSTRACT

The History of sea-level changes in Thailand and Southeast Asia since the late Pleistocene to early Holocene showed that the sea-level was lower at 12 meters under the present mean sea-level (MSL). Subsequently, it was increased rapidly until reach the highstand level at about 3.5 to 4 meters higher from present MSL during the mid-Holocene. Finally, it was gradually decreased until stay at the present MSL level.

Ban Ko Tiap, the rocky coast area with pocket beach, is situated in Amphoe Pathio, Changwat Chumphon. The study area were exhibited the geomorphological and biological evidences of the past sea-level change including; sea notch, bioerosion and marine fossils. The aim of study is to examine the characteristic of bioerosion and measure the height of biological evidence from the present MSL. In the field, we collected the data about types of rock, biological evidences, and measure the height of biological evidence.

Result from field study showed that the rock at Ban Ko Tiap area are mainly consists of limestone and dolomitic limestone with chert nodule. Biological evidences such as bioerosion and layer of marine fossils were found only at the surface of limestone, dolomitic limestone and sandstone. Some part of the rock that covered with travertine, the bioerosion also found at the surface but some area the discontinuity of bioerosion pattern was exhibited that resulted from travertine was broken. Size of boring were ranging from 0.5 – 4.5 cm in diameter, and maximum depth of boring were measured at 5 cm. The level of biological evidences from this study were found to high about 2.1, 1.8, and 1.82 meters above the present MSL at station 1, 2, and 3, respectively.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนทางด้านงบปรัมาณและค่าใช้จ่ายในการทำวิจัยในครั้งนี้ รวมไปถึงเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆในการทำงานในห้องปฏิบัติการณ์และการออกภาคสนาม

ขอขอบคุณ **ดร. สุเมธ พันธุวงค์ราช** ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยในครั้งนี้อาจารย์ได้เสียสละเวลามาช่วยเหลือในช่วงการสำรวจออกภาคสนามและให้คำปรึกษาตลอดในทุกช่วงขั้นตอนต่างๆระหว่างการทำวิจัยอย่างเต็มที่

นอกจากนั้น ขอขอบคุณเพื่อนๆพี่ๆในภาคธรณีวิทยาที่เป็นผู้ช่วยในการสำรวจภาคสนาม ทั้งด้านเก็บข้อมูล บันทึกภาพ วัดค่าข้อมูลต่างๆ และให้คำปรึกษาในเรื่องการทำงานวิจัยในครั้งนี้อีกด้วย

สารบัญ

หัวข้อ	หน้า
บทคัดย่อ	ง
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญรูปภาพ	ฌ
สารบัญกราฟ	ฎ
สารบัญแผนภูมิ	ฎ
สารบัญตาราง	ฎ
บทที่ 1 บทนำ (introduction)	
1.1 นิยามปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 สมมติฐาน	2
1.4 ขั้นตอนการวิจัย	2
1.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัย	3
1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 พื้นที่ศึกษา (Study area)	
2.1 ที่ตั้ง ขนาด และอาณาเขตของจังหวัดชุมพร	5
2.2 ลักษณะภูมิประเทศ	5
2.3 ลักษณะภูมิอากาศ	5
2.4 การคมนาคม	5
2.5 ธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา	6
2.6 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา	7

สารบัญ(ต่อ)

หัวข้อ	**หน้า**
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
3.1 วิธีดำเนินงานวิจัย	9
3.2 การรวบรวมข้อมูล	9
- การรวบรวมแผนที่	
- การรวบรวมข้อมูลระดับน้ำทะเลจากสถานีน้ำ	
- รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
3.3 การเก็บข้อมูลภาคสนาม	13
3.4 จุดศึกษา	
- จุดศึกษาที่ 1	13
- จุดศึกษาที่ 2	18
- จุดศึกษาที่ 3	21
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
4.1 หลักฐานทางชีวภาพ (Bio evidence)	24
4.2 ระดับความสูงของน้ำทะเลในอดีต	27
4.3 ความสัมพันธ์ของลักษณะการกัดกร่อนทางชีวภาพ	28
บทที่ 5 อภิปรายและสรุปผล	30
เอกสารอ้างอิง	31
ภาคผนวก	32

สารบัญรูปภาพ

หัวข้อ	**หน้า**
รูปที่2.1 ภาพถ่ายดาวเทียมจากดาวเทียม NOAA โปรแกรม Google Earth แสดงขอบเขตของพื้นที่ศึกษา บ้านเกาะเตียบอำเภอประทิว จังหวัดชุมพร	7
รูปที่2.2 แผนที่ธรณีวิทยาแสดงขอบเขตของพื้นที่ศึกษา บ้านเกาะเตียบอำเภอประทิว จังหวัดชุมพร	8
รูปที่ 3.1 Sea-level curves of the Southeast Asian countries (Choowong, 2002)	10
รูปที่ 3.2 Holocene Sea-level envelope for Thailand (Choowong, 2002)	11
รูปที่ 3.3 รูปแสดงพื้นที่ จุดศึกษาที่ 1	13
รูปที่ 3.4 รูปแสดงหินที่พบและลักษณะทางชีวภาพ จุดศึกษาที่ 1	14
รูปที่ 3.5 รูปแสดงการพอกของทราเวอร์ทีน จุดศึกษาที่ 1	15
รูปที่ 3.6 รูปแสดงระดับน้ำทะเลปัจจุบันจากชั้นหอยนางรม จุดศึกษาที่ 1	15
รูปที่ 3.7 รูปแสดงเว้าทะเล จุดศึกษาที่ 1	16
รูปที่ 3.8 รูปแสดงความสูงของการกัดกร่อนทางชีวภาพจากพื้นทราย ณ จุดศึกษาที่ 1	17
รูปที่ 3.9 รูปแสดงพื้นที่ จุดศึกษาที่ 2	18
รูปที่ 3.10 รูปแสดงหินและลักษณะทางชีวภาพที่พบ ณ จุดศึกษาที่ 2	19
รูปที่ 3.11 รูปแสดงหินทรายที่พบลักษณะทางชีวภาพ ณ จุดศึกษาที่ 2	19
รูปที่ 3.12 รูปแสดงเว้าทะเลที่พบ ณ จุดศึกษาที่ 2	20
รูปที่ 3.13 รูปแสดงความสูงของลักษณะทางชีวภาพที่พบ ณ จุดศึกษาที่ 2	20
รูปที่ 3.14 รูปแสดงพื้นที่ ณ จุดศึกษาที่ 3	21
รูปที่ 3.15รูปแสดงหินและลักษณะทางชีวภาพที่พบ ณ จุดศึกษาที่ 3	22
รูปที่ 3.16 รูปแสดงฟอสซิลหอยนางรมที่พบ ณ จุดศึกษาที่ 3	22
รูปที่ 3.17 รูปแสดงเส้นระดับน้ำทะเลปัจจุบัน ณ จุดศึกษาที่ 3	23
รูปที่ 3.18 รูปแสดงความสูงของชั้นหอยนางรมกับระดับความสูงของน้ำทะเลในปัจจุบัน ณ จุดศึกษาที่ 3	23
รูปที่ 4.1 Bio-erosion. Near Phra Nang cave, Railay, Krabi, Thailand (Miklós Kázmér and Danko Taboroši, 2012)	**24**
รูปที่ 4.2 Bio-erosion. ที่จุดศึกษาที่ 1	**25**
รูปที่ 4.3 Bio-erosion. ที่จุดศึกษาที่ 2	25
รูปที่ 4.4 Bio-erosion. ที่จุดศึกษาที่ 3	25
รูปที่ 4.5 รูปตัวเต็มวัยของ *Lithophaga.(*Linnaeus, 1758*)*	26
รูปที่ 4.6 แสดงการอยู่อาศัยของ *Lithophaga.* (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)	**26**

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หัวข้อ	**หน้า**
รูปที่ 4.7 แสดงลักษณะการกัดเซาะในระดับชั้นต่างๆบริเวณชายฝั่งทะเลเมดิเตอร์เรเนียนที่เป็นหินปูน **(**Laborel and Laborel-Deguen, 1996	27
รูปที่ 5.1 รูปแสดงเส้นระดับความสูงของน้ำทะเลในอดีต	30
รูปที่ 6 อุปกรณ์ที่ต้องใช้ออกภาคสนาม	33
รูปที่ 7.1 Marine notch along the Koror-Malakal dam, Palau. Cross section surveyed. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)	34
รูปที่ 7.2 Color belts of microbial origin observed in coastal rocks along the Adriatic Sea coastline. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)	35
รูปที่ 8 Honeycomb-like galleries that used to host the main body of a boring sponge have been revealed by natural breakage of the surface rock layer. Areas where the surface has not been broken exhibit only small diameter openings originally used by the sponge to interface with the outside environment. Scale in centimetre. Kraljevica, Croatia. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012	36
รูปที่ 9 Hand specimen thought to have been a rock permeated by a boringsponge and then smoothened by wave action in a sandy beach environment. Scale in centimetres. Socotra, Yemen. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)	36
รูปที่ 10 This feeding chiton (*Acanthopleura*) produced audible rasping when observed and photographed. . Coin 24 mm diameter. Palau. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)	37
รูปที่ 11 Fresh grazing traces of a chiton. Green epilithic algae have been rasped by the radula together with the uppermost layer of rock inhabited by endolithic algae. Pen 12 mm diameter. Okinawa, Japan. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)	37
รูปที่ 12 Chiton *Acanthopleura* inside its **homing scar**, carved in a steep notch floor. Coin 21 mm diameter. Palau. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)	38
รูปที่ 13 Texture formed in the floor of a marine notch exposed to longterm chiton grazing. Deep holes may be former homing scars, overprinted and resculpted by subsequent grazing. Pen 12 mm dimeter. Railay, Thailand. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)	38

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หัวข้อ **หน้า**

รูปที่ 14 Limpet hiding in its homing scar during low tide. 39
Note that scar shape closely follows shell outline at rib terminations.
Shell ca.2.5 cm long. Okinawa. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)
รูปที่ 15 Group of limpets clinging to wave-splashed rock in intertidal zone. 40
Dark circles are shells of living limpets. Light circles are scars left behind
in places where limpets have been naturally removed.
Color contrast is due to the lack of microbial biofilm in scarred areas.
Also note the contrast between smooth surfaces of limpetscars and
the rough appearance of surrounding rock. Guam.
(KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)
รูปที่ 16 A group of littorinid snails grazing on highly eroded upper 40
intertidal rock. Guam. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)
รูปที่ 17 Small gastropods grazing on the algal coatingon the floor of 41
an intertidal pool. Sand grains pushed away during their progress mark
the paths of individual animals. They leave no appreciable grazing marks
on the rock surface as they pass. Pen 12 mm dimeter. Railay, Thailand.
(KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)
รูปที่ 18 Bivalve shells with drill holes made by predatorygastropod 41
at the time organisms were alive. Hokkaido,Japan.
(KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)
รูปที่ 19 a. Recently dead *Tridacna* in its hole; the shell has not yet been eroded. 42
b. Eroded *Tridacna* borehole; impression of *Tridacna* commissure is still visible.
c. Slightly eroded *Lithophaga* boreholes.
d. Deeply eroded *Lithophaga* boreholes.
Miocene limestone bedrock. Coin 24 mm diameter. Malakal, Palau.
(KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)
รูปที่ 20 Piece of driftwood heavily drilled by teredinid wood-boring bivalves. 42
Note that the openings of borings are perpendicular to the surface, flattening
at depth, being parallel to the wood grain. Scale in centimetres.
Socotra, Yemen. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)
รูปที่ 21 Wave-rounded piece of coral exhibiting small boreholes of worms, 43
1-2 mm in diameter. Note the paired openings! Scale in centimetres.
Socotra, Yemen. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หัวข้อ	หน้า
รูปที่ 22 Sea urchin *Echinometra* hiding in a self-made burrow whose vertical extent is V-shaped. The slopes of the burrow are surfaces which the urchin grazes regularly. Okinawa. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)	43
รูปที่ 23 Burrowing traces of young *Echinometra*. Scale: 20 cm tape measure. Okinawa. (KÁZMÉR and TABOROŠI, 2012)	44
รูปที่ 24 Fossil sea urchin scars in the roof of an uplifted notch. Pen 12 mm diameter. Railay, Thailand. (KÁZMÉR and TABOROŠI, 2012)	44
รูปที่ 25 Grazing traces left by grapsid crabs feeding on dark microbial biofilm. Guam. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)	45

สารบัญกราฟ

หัวข้อ	หน้า
กราฟที่ 4.1 กราฟเปรียบเทียบความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางของการกัดกร่อนทางชีวภาพของทั้งสามจุดศึกษา	28
กราฟที่ 4.2 กราฟเปรียบเทียบความลึกและเส้นผ่านศูนย์กลางของการกัดกร่อนทางชีวภาพ ของทั้งสามจุดศึกษา	29

สารบัญแผนภูมิ

หัวข้อ	หน้า
แผนภูมิที่ 3.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงาน	12

สารบัญตาราง

หัวข้อ	หน้า
ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงระยะเวลาในการทำวิจัย	3
ตารางที่ 2 ตารางความสัมพันธ์ของลักษณะการกัดกร่อนทางชีวภาพ ระหว่างความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลาง boring ของจุดศึกษาที่ 1	46
ตารางที่ 3 ตารางความสัมพันธ์ของลักษณะการกัดกร่อนทางชีวภาพ ความลึกและเส้นผ่านศูนย์กลาง boring ของจุดศึกษาที่ 1	46

สารบัญตาราง(ต่อ)

หัวข้อ	**หน้า**
ตารางที่ 4 ตารางความสัมพันธ์ของลักษณะการกัดกร่อนทางชีวภาพ ระหว่างความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลาง boring ของจุดศึกษาที่ 2	47
ตารางที่ 5 ตารางความสัมพันธ์ของลักษณะการกัดกร่อนทางชีวภาพ ความลึกและเส้นผ่านศูนย์กลาง boring ของจุดศึกษาที่ 2	47
ตารางที่ 6 ตารางความสัมพันธ์ของลักษณะการกัดกร่อนทางชีวภาพ ระหว่างความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลาง boring ของจุดศึกษาที่ 3	48
ตารางที่ 7 ตารางความสัมพันธ์ของลักษณะการกัดกร่อนทางชีวภาพ ความลึกและเส้นผ่านศูนย์กลาง boring ของจุดศึกษาที่ 3	48
ตารางที่ 8 ตารางการหาค่าความสูงจากระดับน้ำทะเลปัจจุบัน ของจุดศึกษาที่ 1 และ 2	49

บทที่ 1

บทนำ (Introduction)

การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลในประเทศไทยสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลและการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในอดีตอย่างชัดเจน ซึ่งเห็นได้จากพื้นที่ลุ่มต่ำใกล้ชายฝั่งทะเลโดยเฉพาะที่ราบภาคกลางตอนล่าง (Lower Central Plain) เคยมีการรุกเข้ามาของน้ำทะเลเป็นระยะทางไกลกว่า 150 กิโลเมตร และบริเวณภาคตะวันออกมีการรุกล้ำกว่า 15 กิโลเมตรจากแนวชายฝั่งปัจจุบันตั้งแต่ตอนปลายของสมัยไพลโตซีน (Late Pleistocene) จนระดับน้ำทะเลขึ้นสูงสุดที่ระดับ 3.5 ถึง 4 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลางปัจจุบันในช่วงตอนกลางสมัยโฮโลซีน (mid-Holocene) จากการศึกษาของ กรมทรัพยากรธรณี (2550)

ความผันแปรของสภาพภูมิอากาศทั่วโลกตั้งแต่สมัยไพลสโตซีน (Pleistocene) มาจนถึงสมัยโฮโลซีน (Holocene) ได้ส่งผลกับชายฝั่งในทะเลไทยเป็นอย่างมากโดยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเล สำหรับการเปลี่ยนแปลงของน้ำทะเลในบริเวณอ่าวไทย บริเวณเขาสามร้อยยอด จ.ประจวบคีรีขันธ์ ในสมัยโฮโลซีน Choowong (2004) พบว่าหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่ามีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเล สามารถแบ่งเป็นสามกลุ่มใหญ่ๆ คือ 1.หลักฐานทางธรณีสัณฐานวิทยา 2.หลักฐานทางชีววิทยาและบรรพชีวินวิทยา

ผู้วิจัยได้เลือกพื้นที่บริเวณ บ้านเกาะเตียบ อำเภอประทิว จังหวัดชุมพร เป็นพื้นที่ศึกษาเนื่องจากพบหลักฐานการรุกเข้ามาของน้ำทะเล โดยมีร่องรอยและหลักฐานทางธรณีวิทยาเชิงชีวภาพในบริเวณพื้นที่ศึกษานี้มีซากสิ่งมีชีวิตในหินตะกอนและร่องรอยการกัดกร่อนทางชีวภาพ ซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์หาระดับน้ำทะเลได้ โดยสามารถศึกษาตัวอย่างการกัดเซาะทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตต่างๆได้ จากการศึกษาของ Miklós Kázmér and Danko Taboroši (2012) พบการกัดเซาะของสิ่งมีชีวิตจำพวก เช่น หอยสองฝา หอยทะเล หอยฝาเดียว ฟองน้ำไลเคน ในชั้นหินปูนและหินชนิดอื่นๆในบริเวณพื้นที่ภูมิอากาศเขตร้อน โดยทำการศึกษาในพื้นที่ชายฝั่งทะเลในแถบเอเชีย ได้แก่ ประเทศไทย ญี่ปุ่น หมู่เกาะแปซิฟิกและชายฝั่งทะเลเมดิเตอร์เรเนียน โดยพื้นที่ศึกษาบริเวณ บ้านเกาะเตียบ ซึ่งพบลักษณะของการกัดกร่อนทางชีวภาพลักษณะเดียวกันนี้ จึงจัดเป็นพื้นที่มีศักยภาพในการศึกษาประวัติของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเล โดยอาศัยการวิเคราะห์ร่องรอยการกัดกร่อนทางชีวภาพ เพื่อทำให้เข้าใจถึงระดับการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในพื้นที่ศึกษาได้อย่างถูกต้องต่อไป

1.1 นิยามปัญหา

ระดับความสูงของการกัดกร่อนทางชีวภาพและลักษณะของการกัดกร่อนทางชีวภาพ สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลในอดีตได้หรือไม่

1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาหลักฐานทางชีวภาพที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลในอดีต ณ บ้านเกาะเตียบ อำเภอประทิว จังหวัดชุมพร
2. กำหนดระดับความสูงของน้ำทะเลในอดีตที่ได้จากหลักฐานทางชีวภาพ

1.3 สมมติฐาน

ระดับความสูงของการกัดกร่อนทางชีวภาพและลักษณะของการกัดกร่อนทางชีวภาพ สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลในอดีตได้

1.4 ขั้นตอนการวิจัย

แผนการศึกษา

1. ค้นคว้าเอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

    1.1 หาข้อมูลการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในไทย

    1.2 หาข้อมูลลักษณะทางชีวภาพที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเล

2. กำหนดตำแหน่งพื้นที่ศึกษา

    2.1 โดยศึกษาจากแผนที่ทางธรณีวิทยา

    2.2 โดยศึกษาจากแผนภาพดาวเทียม

3. การเก็บข้อมูลภาคสนาม

    3.1 ศึกษาลักษณะทางชีวภาพที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเล

    3.2 ศึกษาชนิดของหินที่พบหลักฐานทางชีวภาพ

    3.3 วัดระดับการกัดกร่อนทางชีวภาพจากระดับน้ำทะเล ณ เวลาที่ทำการออกภาคสนาม

    3.4 ตรวจสอบสิ่งมีชีวิตที่ทำให้เกิดการกัดกร่อนทางชีวภาพ

4. วิเคราะห์และสรุปผล

ระยะเวลาที่ศึกษา

ลำดับขั้นตอน	ขั้นตอนการดำเนินงาน	2558				2559				
		9	10	11	12	1	2	3	4	5
1	ค้นคว้าเอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง									
	1.1 หาข้อมูลการเปลี่ยนแปลงน้ำทะเลในประเทศไทย	———	———							
	1.2 หาข้อมูลลักษณะทางชีวภาพที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเล	———	———							
2	กำหนดตำแหน่งพื้นที่ศึกษา									
	2.1 โดยศึกษาจากแผนที่ทางธรณีวิทยา			———						
	2.2 โดยศึกษาจากแผนภาพดาวเทียม			———						
3	การเก็บข้อมูลภาคสนาม									
	3.1 ศึกษาลักษณะทางชีวภาพที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเล				———	———	———			
	3.2 ศึกษาชนิดของหินที่พบหลักฐานทางชีวภาพ				———	———	———			
	3.3 วัดระดับการกัดกร่อนทางชีวภาพจากระดับน้ำทะเล ณ เวลาที่ทำการออกภาคสนาม				———	———	———			
	3.4 ตรวจสอบสิ่งมีชีวิตที่ทำให้เกิดการกัดกร่อนทางชีวภาพ				———	———	———			
4	วิเคราะห์และสรุปผล							———	———	———

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงระยะเวลาในการทำวิจัย

1.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำการวิจัย

1. อุปกรณ์ที่ใช้วัดความสูง ความกว้าง และความลึก ของการกัดกร่อนทางชีวภาพ
2. เครื่องกำหนดพิกัดภูมิศาสตร์

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ระดับความสูงของน้ำทะเลในอดีต
2. ความสัมพันธ์ของชนิดของหินและการเกิดลักษณะทางชีวภาพที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในอดีต

บทที่ 2

พื้นที่ศึกษา (Study Area)

2.1 **ที่ตั้ง ขนาด และอาณาเขตของจังหวัดชุมพร** (กรมทรัพยากรธรณี, 2550)

จังหวัดชุมพรตั้งอยู่ตอนบนสุดของภาคใต้ระหว่างเส้นละติจูดที่ 10 องศา 29 ลิปดาเหนือและเส้นลองติจูดที่ 99 องศา 11 ลิปดาตะวันออกอยู่ห่างจากกรุงเทพมหานครประมาณ 463 กิโลเมตรมีพื้นที่ 3.75 ล้านไร่ หรือ 6,010.849 ตารางกิโลเมตรซึ่งมากเป็นอันดับ 4 ของภาคใต้ และมีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียงดังนี้

ทิศเหนือติดต่อกับจังหวัดประจวบคีรีขันธ์
ทิศใต้ติดต่อกับจังหวัดสุราษฎร์ธานี
ทิศตะวันออกติดต่อกับอ่าวไทย
ทิศตะวันตกติดต่อกับจังหวัดระนองและประเทศสหภาพพม่า

2.2 ลักษณะภูมิประเทศ

สภาพภูมิประเทศของจังหวัดชุมพรแบ่งเป็น 3 ลักษณะใหญ่ๆคือพื้นที่ราบตอนกลางพื้นที่ราบชายฝั่งทะเลทางตะวันออกและพื้นที่เป็นภูเขาและที่สูงทางทิศตะวันตกทิวเขาที่สำคัญคือทิวเขาตะนาวศรีซึ่งเป็นพรมแดนทางธรรมชาติระหว่างประเทศถัดจากแนวที่สูงมาทางด้านตะวันออกเป็นที่ราบตอนกลางซึ่งมีลักษณะเป็นที่ราบลูกคลื่นและที่ราบลุ่มสำหรับพื้นที่ทางตะวันออกเป็นที่ราบชายฝั่งทะเลยาวประมาณ 222 กิโลเมตร ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดชุมพร (กรมทรัพยากรธรณี, 2550)

2.3 ลักษณะภูมิอากาศ

จังหวัดชุมพรได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และมรสุมตะวันตกเฉียงเหนือเป็นเหตุให้มีฤดูกาลเพียง 2 ฤดูคือฤดูร้อน (เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม) และฤดูฝน(เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม-ธันวาคม) ปี 2549 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยปีละ 1,776 มิลลิเมตรอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 27.30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 97.67 % (กรมทรัพยากรธรณี, 2550)

2.4 การคมนาคม

ทางรถยนต์มีทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 (ถนนเพชรเกษม) ซึ่งเป็นถนนสายหลักห่างจากกรุงเทพฯ ระยะทางประมาณ 463 กิโลเมตรทางรถไฟจากกรุงเทพฯถึงชุมพรเป็นระยะทางประมาณ 485 กิโลเมตร (กรมทรัพยากรธรณี, 2550)

2.5 ธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา

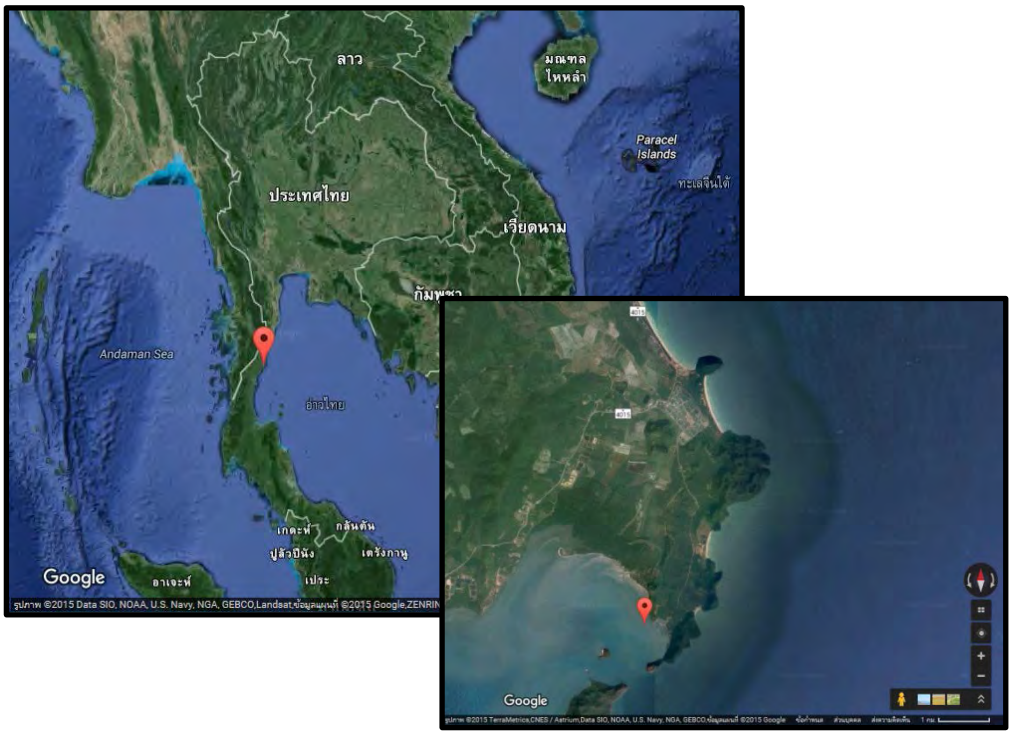
หินยุคเพอร์เมียน (P)

กลุ่มหินราชบุรีเป็นชื่อที่ใช้เรียกหินยุคเพอร์เมียน (อายุประมาณ 286-245 ล้านปี)ที่แพร่กระจายอยู่ตั้งแต่อำเภอสังขละบุรีจังหวัดกาญจนบุรีลงมาจนถึงจังหวัดยะลาส่วนมากมีลักษณะเป็นเขาโดดกลุ่มหินราชบุรีโดยส่วนใหญ่แล้วเป็นหินปูนแสดงลักษณะภูมิประเทศแบบคาสต์ (karst)หินปูนมีส่วนประกอบทางเคมีเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO3) มีประโยชน์สามารถใช้เป็นวัตถุดิบทั้งในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์และอุตสาหกรรมเคมีนอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นวัสดุก่อสร้างได้ดีหินปูนมีคุณสมบัติสามารถละลายน้ำได้ในน้ำที่มีสภาพเป็นกรดอ่อนๆดังนั้นจึงมักพบถ้ำที่มีหินงอกหินย้อยอยู่ในภูเขาหินปูนหินปูนที่อยู่ใกล้หินแกรนิตจะแปรสภาพกลายเป็นหินอ่อนสามารถนำมาใช้เป็นหินประดับได้ส่วนดินที่ผุพังมาจากหินปูนมักมีสีส้มแดงที่เรียกว่าดินแดงหรือดินแทร์รารอสซ่า (Terra rosa) มีแร่ธาตุที่จำเป็นต่อพืชอยู่หลายชนิดดังนั้นพื้นที่ราบที่อยู่ใกล้หินปูนจึงเป็นแหล่งเพาะปลูกได้ดีแม้ว่าภูเขาหินปูนจะมีความสูงชันและแสดงหน้าผาชัดเจนแต่เนื่องจากไม่มีตะกอนดินสะสมตัวอยู่บนยอดเขาดังนั้นจึงไม่ใช่พื้นที่ที่เสี่ยงภัยต่อดินถล่มแต่อาจพบปรากฏการณ์หลุมยุบในบริเวณที่ราบใกล้ภูเขาหินปูนกลุ่มหินราชบุรีประกอบด้วยหินปูนหินปูนเนื้อโดโลไมต์และหินโดโลไมต์แทรกสลับด้วยหินทรายและหินดินดานหินปูนหินปูนเนื้อโดโลไมต์และหินโดโลไมต์มีสีเทาถึงสีเทาเข้มไม่แสดงชั้นมีหินเชิร์ตเป็นกระเปาะพบซากดึกดำบรรพ์จำพวกฟิวซูลินิดแบรคิโอพอดปะการังแอมโมนอยด์และไครนอยด์กลุ่มหินราชบุรีแสดงลักษณะภูมิประเทศเป็นเขาโดดส่วนใหญ่พบกระจายทางด้านเหนือของอำเภอสวีวางตัวขนานกับแนวเทือกเขาทางด้านตะวันตกของ (กรมทรัพยากรธรณี, 2550)

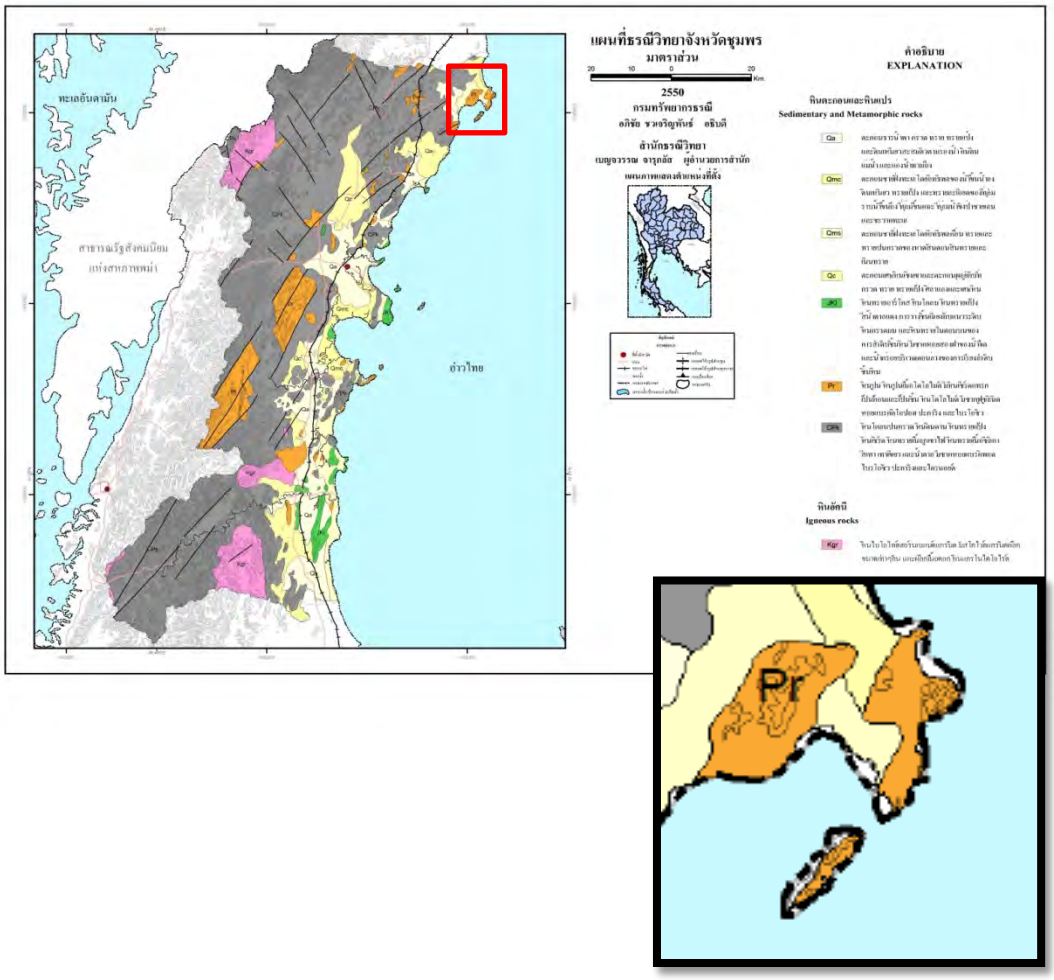
ตะกอนร่วนยุคควอเทอร์นารี (Q)

ตะกอนชายหาด (Qb) ประกอบด้วยทรายทรายแป้งมีเปลือกหอยเศษปะการังและเศษซากพืชเป็นแหล่งทรายแก้วที่สำคัญ (กรมทรัพยากรธรณี, 2550)

2.6 ขอบเขตของพื้นที่ศึกษาของโครงการ



รูปที่2.1 ภาพถ่ายดาวเทียมจากดาวเทียม NOAA โปรแกรม Google Earth แสดงขอบเขตของพื้นที่ศึกษา บ้านเกาะเตียบอำเภอประทิว จังหวัดชุมพร



รูปที่2.2 แผนที่ธรณีวิทยาแสดงขอบเขตของพื้นที่ศึกษา บ้านเกาะเตียบอำเภอประทิว จังหวัดชุมพร

บทที่ 3

วิธีการวิจัย (Methodology)

3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

สามารถแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ค้นคว้าเอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
   1.1 หาข้อมูลการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในไทย
   1.2 หาข้อมูลลักษณะทางชีวภาพที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเล
2. กำหนดตำแหน่งพื้นที่ศึกษา

   2.1 โดยศึกษาจากแผนที่ทางธรณีวิทยา

   2.2 โดยศึกษาจากแผนภาพดาวเทียม

3. การเก็บข้อมูลภาคสนาม

   3.1 ศึกษาลักษณะทางชีวภาพที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเล

   3.2 ศึกษาชนิดของหินที่พบหลักฐานทางชีวภาพ

   3.3 วัดระดับการกัดกร่อนทางชีวภาพจากระดับน้ำทะเล ณ เวลาที่ทำการออกภาคสนาม

   3.4 ตรวจสอบสิ่งมีชีวิตที่ทำให้เกิดการกัดกร่อนทางชีวภาพ

4. วิเคราะห์และสรุปผล

3.2 รวบรวมข้อมูล (Data Acquistion)

3.2.1 รวบรวมข้อมูลภาพถ่ายและแผนที่ดังนี้

   1. ภาพถ่ายดาวเทียม จากดาวเทียม NOAA โปรแกรม Google Earth

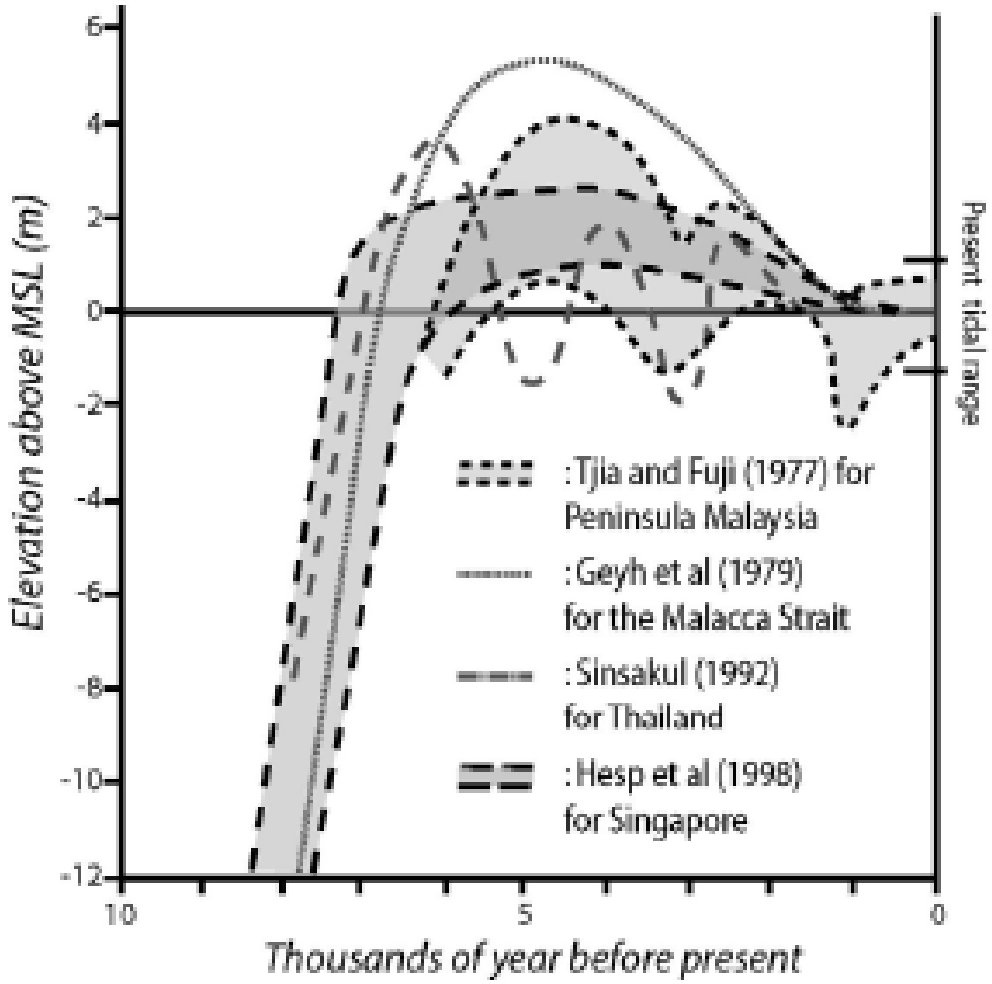
   2. แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัด ชุมพร (กรมทรัพยากรธรณี, 2550)

3.2.2 รวบรวมข้อมูลระดับน้ำทะเลจากสถานีวัดระดับน้ำกรมอุทกศาสตร์ เกาะมัตโพน จ. ชุมพร

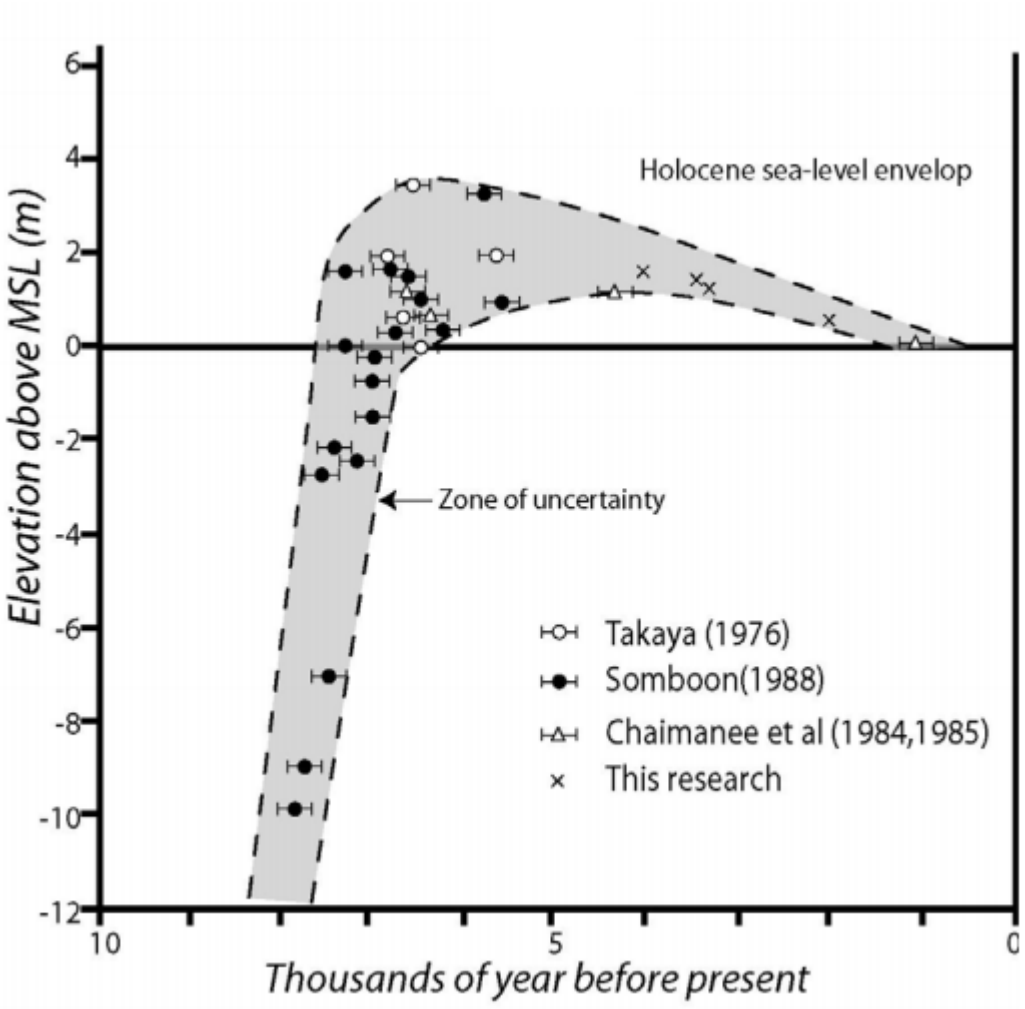
3.2.3 รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยบริเวณ เขาสามร้อยยอด จ. ประจวบคีรีขันธ์ ในสมัยโฮโลซีน (Choowong, 2004) ซึ่งพบว่าหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่ามีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเล สามารถ

แบ่งได้ 3 กลุ่มด้วยกันคือ หลักฐานทางธรณีวิทยาและธรณีสัณฐาน หลักฐานทางชีววิทยาและบรรพชีวินวิทยา และหลักฐานทางโบราณคดี ซึ่งจากงานวิจัยจะศึกษาจากหลักฐานทางชีวภาพในชั้นหินจำพวกคาร์บอเนตเป็นหลัก เช่น หอยฝาเดียวในชั้นหินตะกอน ซึ่งพบหอยฝาเดียวบริเวณน้ำกร่อยเป็นจำนวน 34 ชนิด (Somboon, 1990: Robba et al., 1993; Songtham et al., 1999) นอกจากนี้ยังกล่าวถึงจากหาอายุของฟอสซิลโดยวิธีการ Radiocarbon และ AMS Dating ซึ่งสามารถหาอายุของฟอสซิลหอยนางรมใน เว้าทะเล (Sea notch) บริเวณอุทยานเขาสามร้อยยอดได้มีอายุประมาณ 5,500 ปี (Thiramongkil, 1983) และได้แสดงกราฟแนวโน้มของระดับน้ำทะเลโบราณไว้ดังรูป

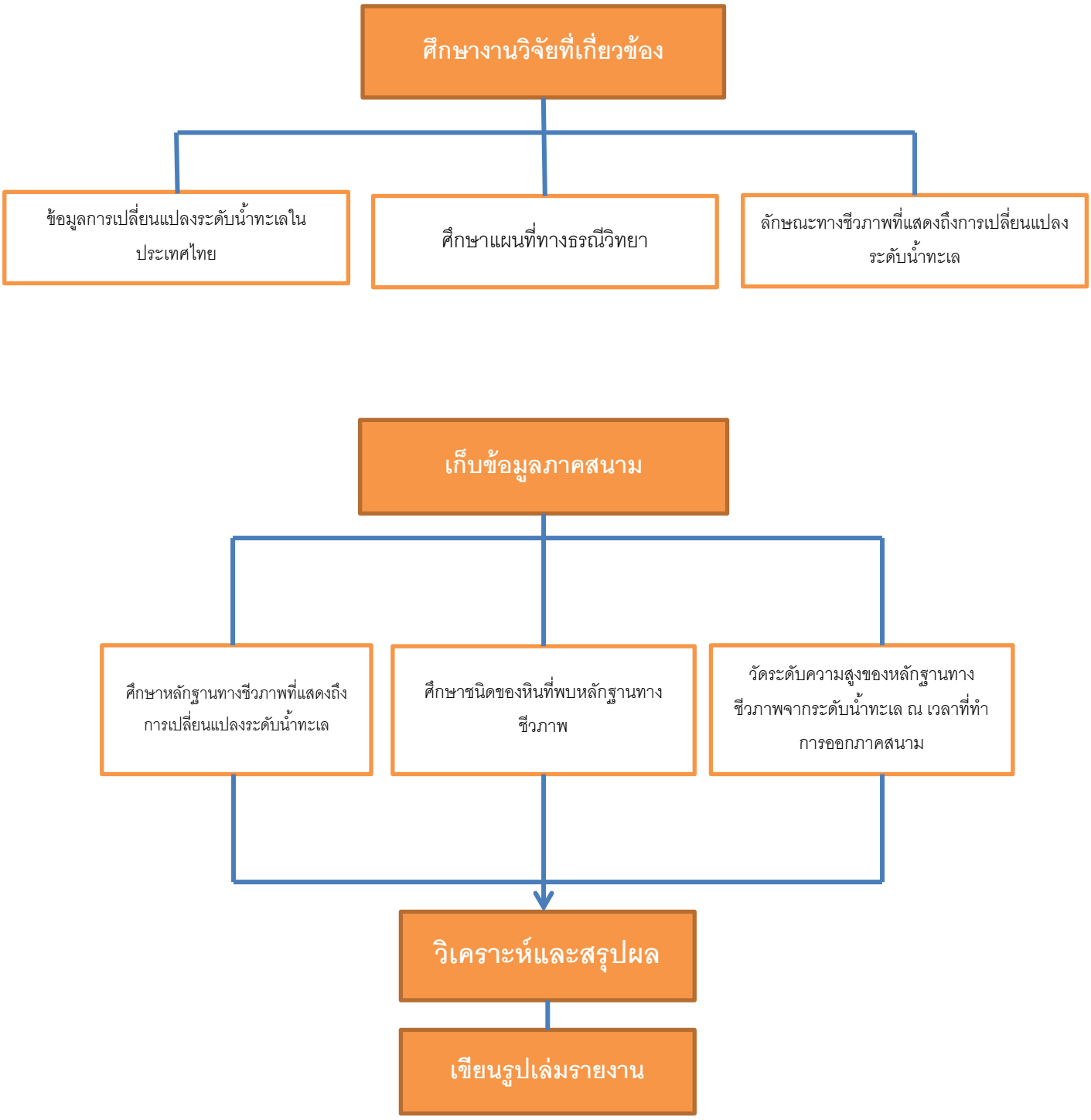


รูปที่ 3.1 Sea-level curves of the Southeast Asian countries (Choowong, 2002)



รูปที่ 3.2 Holocene Sea-level envelope for Thailand (Choowong, 2002)

จากการศึกษาตัวอย่างการกัดเซาะทางชีวภาพจากสิ่งมีชีวิตต่างๆขนาดเล็กในชั้นหินปูนและหินชนิดอื่นๆใน บริเวณพื้นที่เขตร้อนตัวอย่างการกัดเซาะจากสิ่งมีชีวิต เช่น หอยสองฝา หอนฝาเดียว ฟองน้ำ ไลเคน ที่ชาบฝั่งทะเลของประเทศในแถบเอเชีย ได้แก่ ไทย ญี่ปุ่น หมู่เกาะแปซิฟิก และในแถบยุโรปคือ ชายฝั่งทะเลเมดิเตอร์เรนียน ได้ (Miklós Kázmér and Danko Taboroši, 2012)



แผนภูมิที่ 3.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงาน

3.3 การเก็บข้อมูลภาคสนาม

จากการออกไปศึกษาภาคสนามบริเวณ บ้านเกาะเตียบ อำเภอประทิวจังหวัดชุมพร เมื่อวันที่ 22-25 มกราคม พ.ศ. 2559 เพื่อเข้าสำรวจสภาพพื้นที่จริงตามที่ได้ศึกษาจากแผนที่ภูมิประเทศภาพถ่ายดาวเทียมและแผนที่ธรณีวิทยาในพื้นที่ดังกล่าวโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบลักษณะทางธรณีสัณฐานและชนิดหิน โดยศึกษาจากแผนที่ภูมิประเทศและภาพถ่ายดาวเทียมของจังหวัดชุมพร
2. ตรวจสอบชนิดหินในบริเวณที่ศึกษาเพื่อตรวจสอบลักษณะทางชีวภาพที่เกิดขึ้น
3. วัดระดับความสูงของร่องรอยการกัดกร่อนทางชีวภาพจากระดับน้ำทะเล ณ เวลาที่ทำการออกภาคสนาม
4. ตรวจสอบสิ่งมีชีวิตที่ทำให้เกิดการกัดกร่อนทางชีวภาพ
5. ศึกษาลักษณะทางชีวภาพที่เกิดจากการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตนั้นๆในอดีต

3.4 จุดศึกษา

3.4.1 จุดศึกษาที่ 1

รูปที่ 3.3 รูปแสดงพื้นที่ จุดศึกษาที่ 1

Date : 22 มกราคม พ.ศ. 2559

Location : หมู่บ้านเกาะเตียบ

UTM Grid : N0554480 E1201694

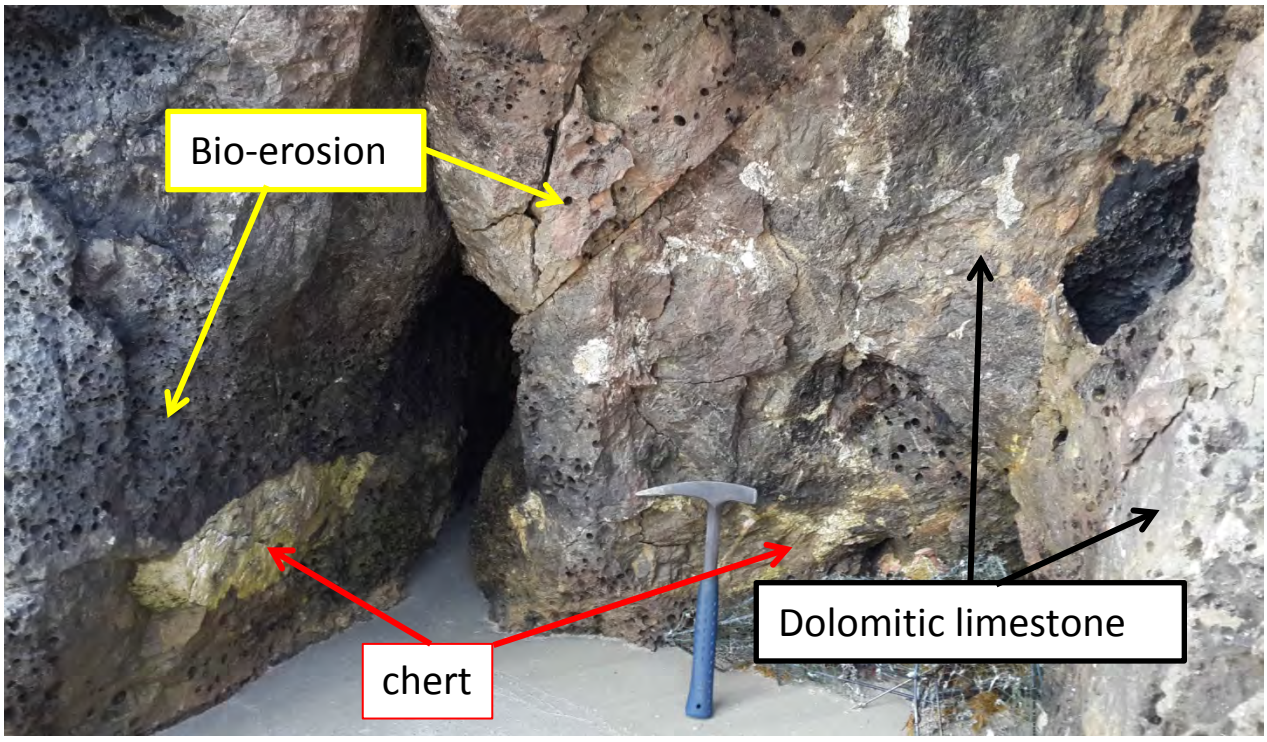
Lithology : Sedimentary rock

Rock : dolomitic limestone

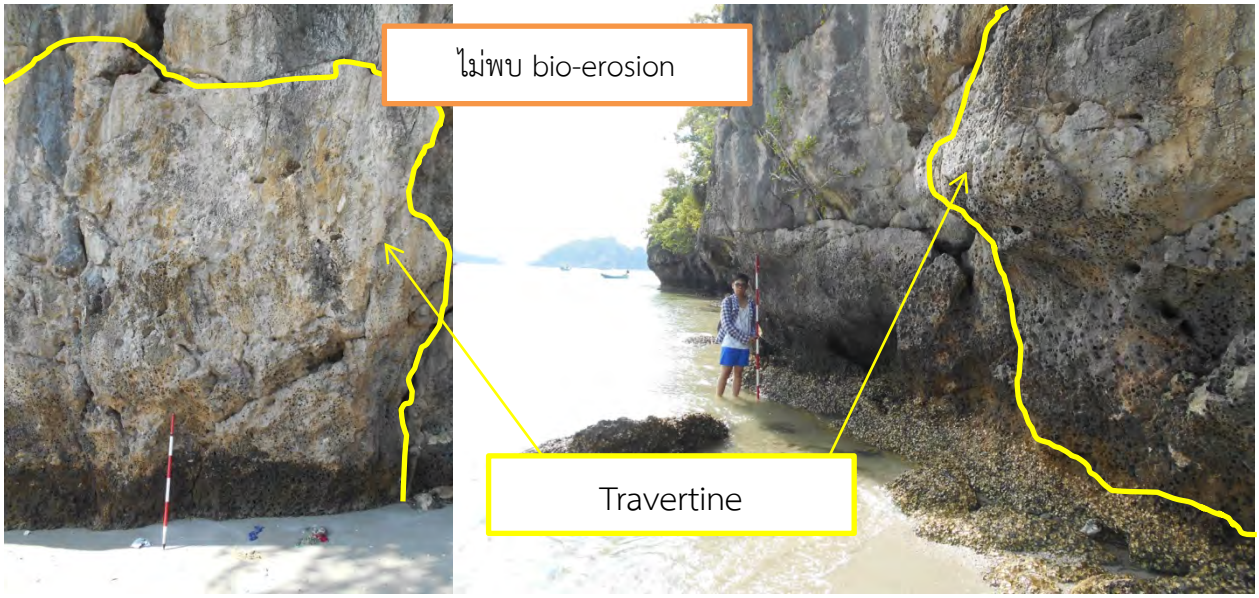
Size of outcrop :ขนาดใหญ่

Description of outcrop

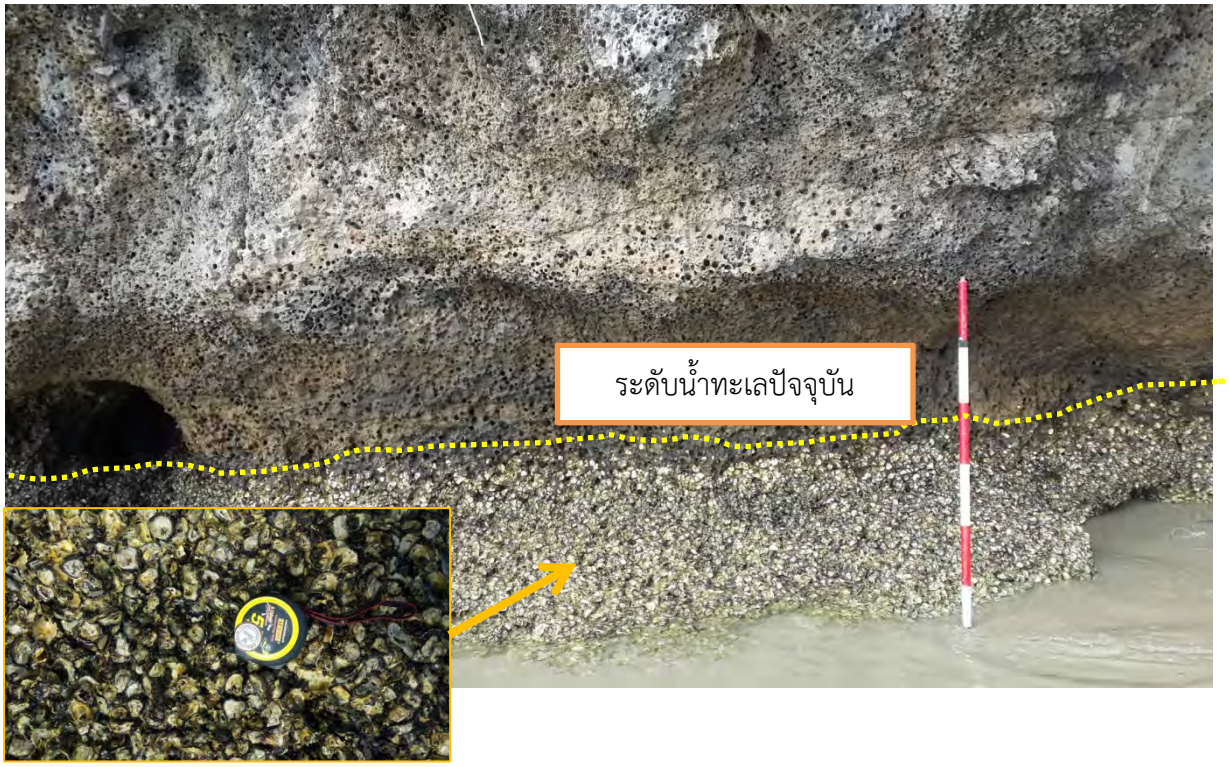
ลักษณะหินโผล่ที่พบบริเวณหมู่บ้านเกาะเตียบ เป็นเขาหินปูนเป็นแนวยาวและมีเนื้อลักษณะเป็นหนังช้างและพบหินเชิรต์แทรกเป็นก้อนและเป็นชั้นในหินปูน พบการพอกของทราเวอร์ทีน พบการกัดกร่อนทางชีวภาพซึ่งอยู่สูงจากพื้นดิน 2 เมตร อีกทั้งยังพบลักษณะทางสัณฐานธรณีวิทยา คือ เว้าทะเล (Sea notch)



รูปที่ 3.4 รูปแสดงหินที่พบและลักษณะทางชีวภาพ จุดศึกษาที่ 1

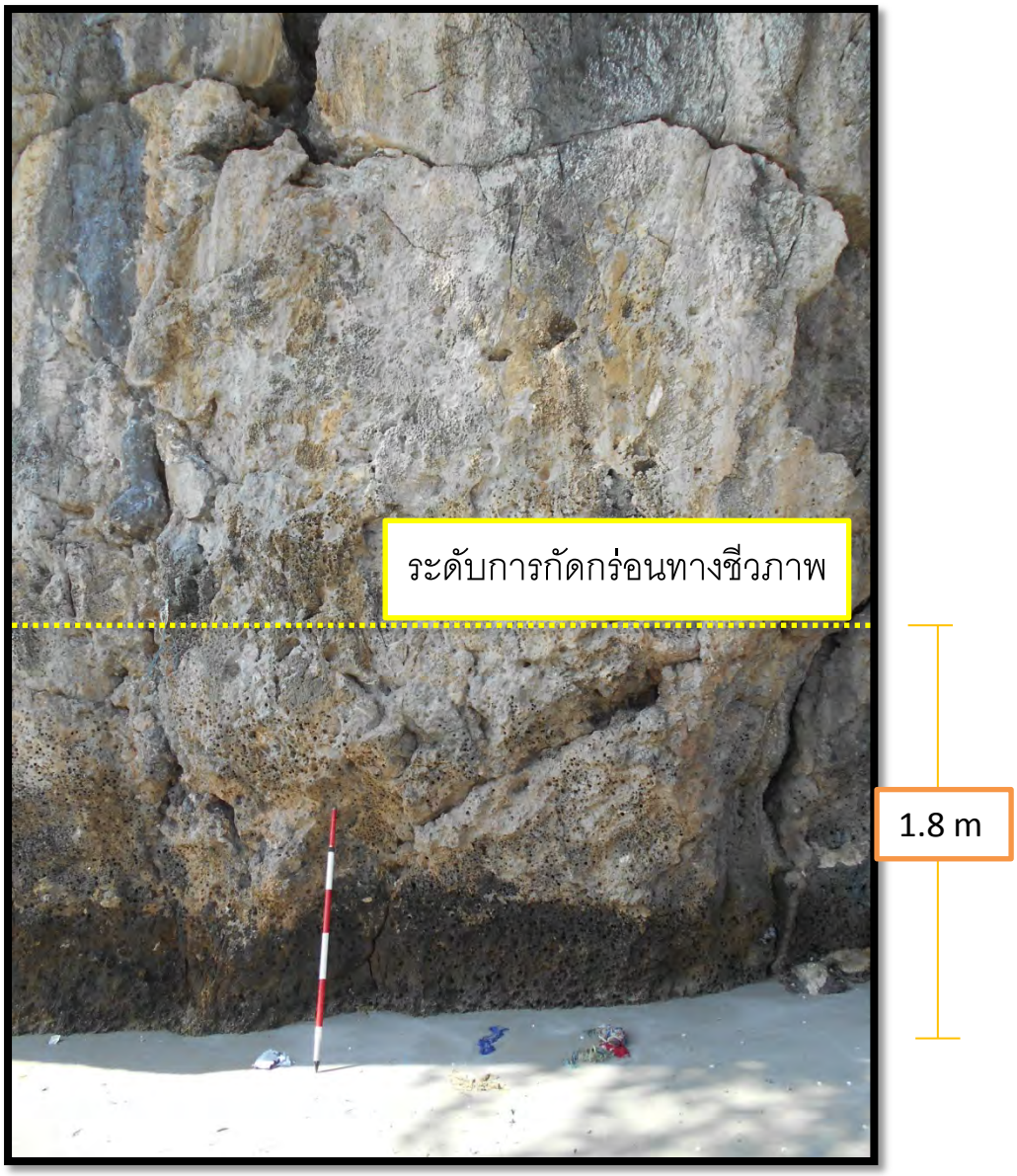


รูปที่ 3.5 รูปแสดงการพอกของทราเวอร์ทีน จุดศึกษาที่ 1



รูปที่ 3.6 รูปแสดงระดับน้ำทะเลปัจจุบันจากชั้นหอยนางรม จุดศึกษาที่ 1

รูปที่ 3.7 รูปแสดงเว้าทะเล จุดศึกษาที่ 1



รูปที่ 3.8 รูปแสดงความสูงของการกัดกร่อนทางชีวภาพจากพื้นทราย ณ จุดศึกษาที่ 1

3.4.2 จุดศึกษาที่ 2

รูปที่ 3.9 รูปแสดงพื้นที่ จุดศึกษาที่ 2

Date : 22 มกราคม พ.ศ. 2559

Location :หาดทุ่งยาง

UTM Grid : N0555539 E1202898

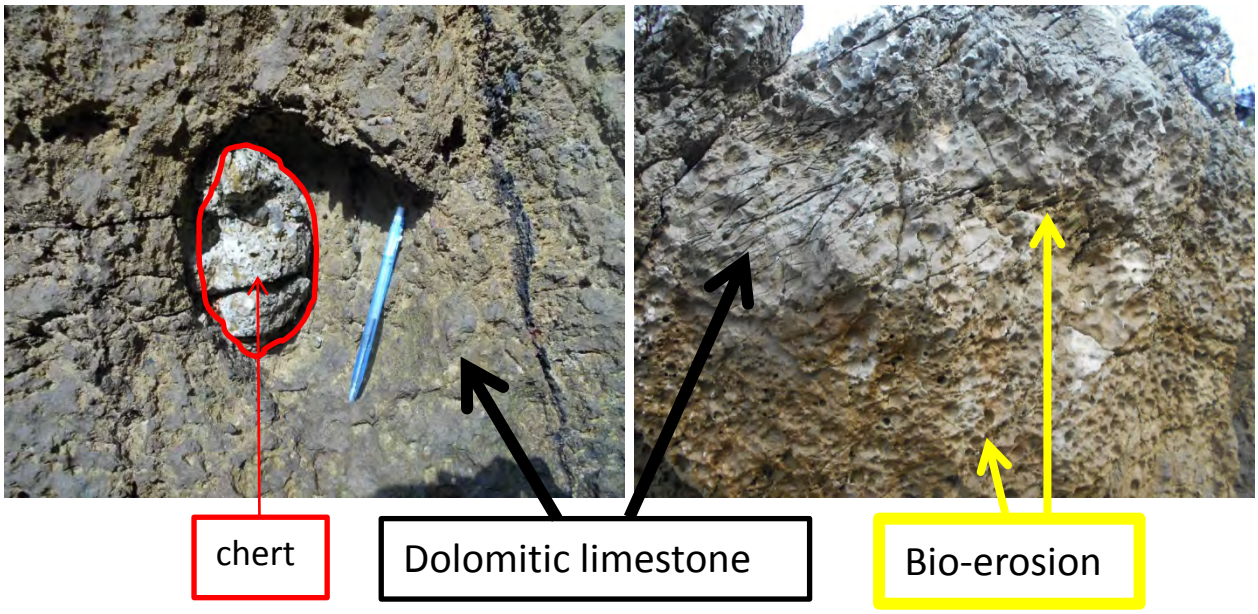
Lithology : Sedimentary rock

Rock :dolomitic limestone

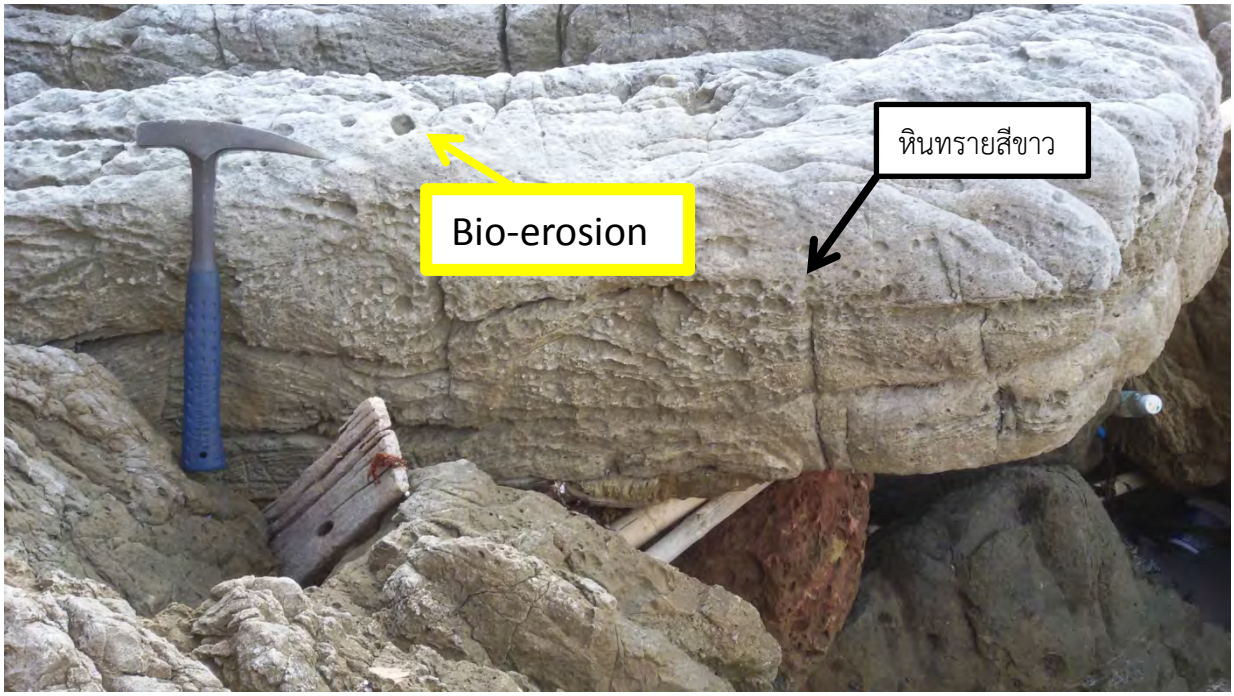
Size of outcrop :ขนาดใหญ่

Description of outcrop

ลักษณะหินโผล่ที่พบบริเวณหาดทุ่งยาง เป็นเขาหินปูนเป็นแนวยาวและมีเนื้อลักษณะเป็นหนังช้างและพบหินเชิรต์แทรกเป็นก้อนและเป็นชั้นในหินปูน พบหินทรายสีขาวที่แสดงลักษณะการกัดกร่อนทางชีวภาพ พบการกัดกร่อนทางชีวภาพซึ่งอยู่สูงจากพื้นดิน 1.6 เมตร อีกทั้งยังพบลักษณะทางสัณฐานธรณีวิทยา คือ เว้าทะเล (Sea notch)



รูปที่ 3.10 รูปแสดงหินและลักษณะทางชีวภาพที่พบ ณ จุดศึกษาที่ 2



รูปที่ 3.11 รูปแสดงหินทรายที่พบลักษณะทางชีวภาพ ณ จุดศึกษาที่ 2

รูปที่ 3.12 รูปแสดงเว้าทะเลที่พบ ณ จุดศึกษาที่ 2

รูปที่ 3.13 รูปแสดงความสูงของลักษณะทางชีวภาพที่พบ ณ จุดศึกษาที่ 2

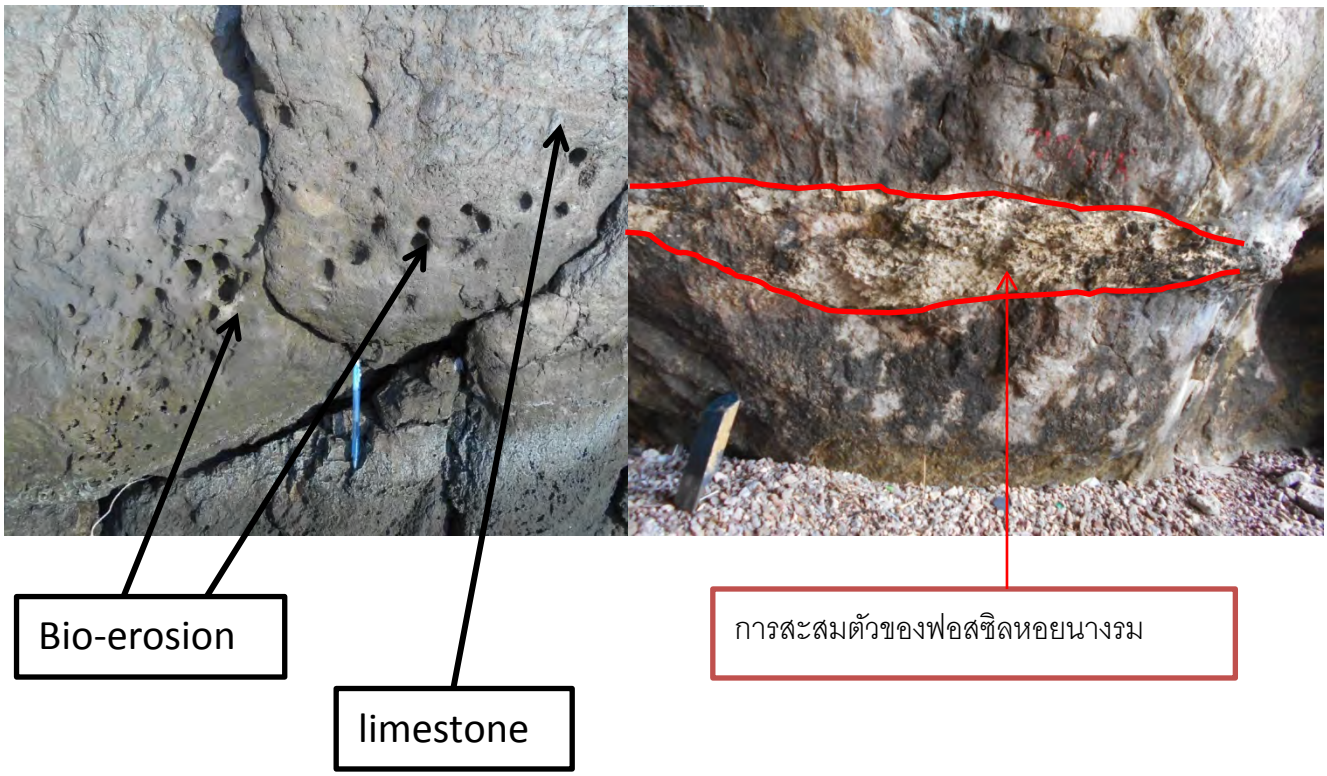
3.4.3 จุดศึกษาที่ 3

รูปที่ 3.14 รูปแสดงพื้นที่ ณ จุดศึกษาที่ 3

Date	: 22 มกราคม พ.ศ. 2559
Location	:เขาถ้ำธง
UTM Grid	: N0555312 E1206586
Lithology	: Sedimentary rock
Rock	: limestone
Size of outcrop	:ขนาดใหญ่

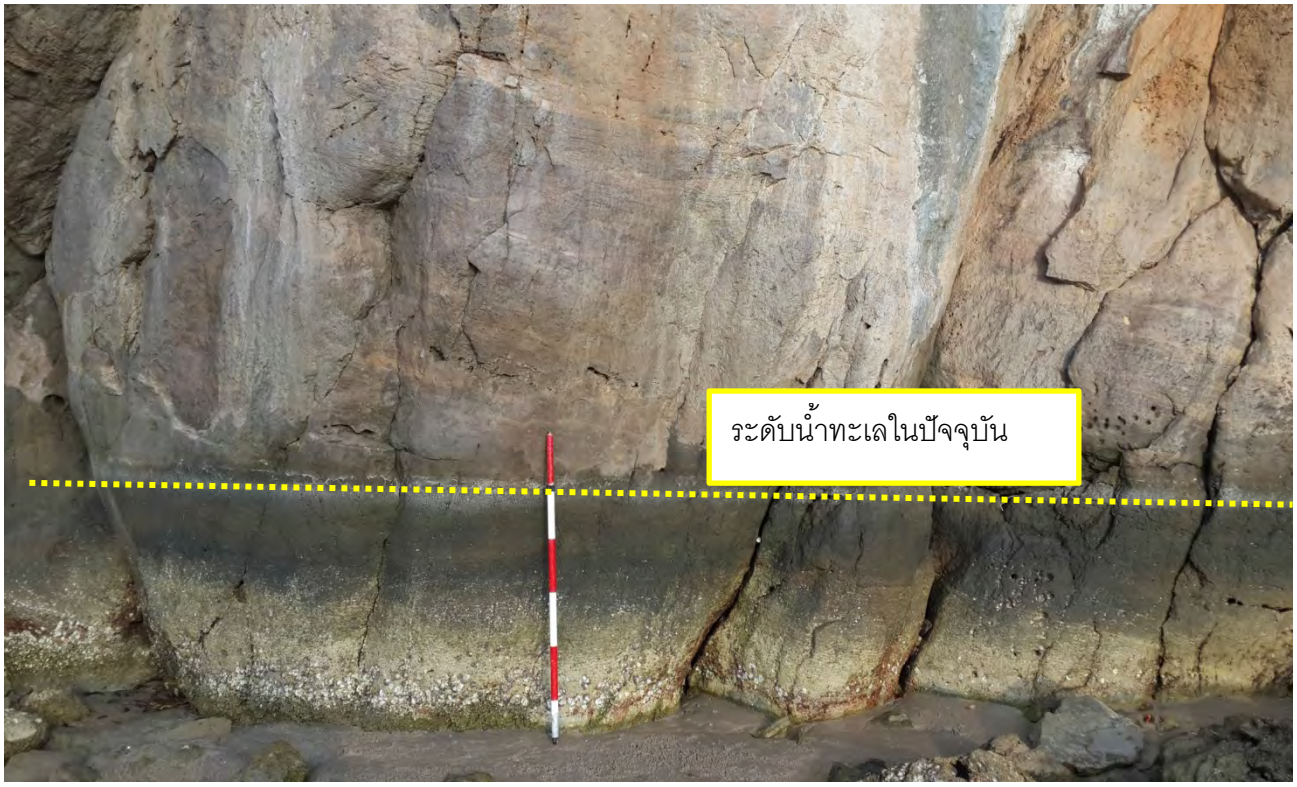
Description of outcrop

ลักษณะหินโผล่ที่พบบริเวณเขาถ้ำธง เป็นเขาหินปูนยื่นออกไปสู่ทะเลและพบการกัดกร่อนทางชีวภาพซึ่งอยู่สูงจากพื้นดิน 1.6 เมตร อีกทั้งยังพบลักษณะทางชีวภาพอีกอย่าง คือ ชั้นฟอสซิลหอยนางรม



รูปที่ 3.15 รูปแสดงหินและลักษณะทางชีวภาพที่พบ ณ จุดศึกษาที่ 3

รูปที่ 3.16 รูปแสดงฟอสซิลหอยนางรมที่พบ ณ จุดศึกษาที่ 3



รูปที่ 3.17 รูปแสดงเส้นระดับน้ำทะเลปัจจุบัน ณ จุดศึกษาที่ 3

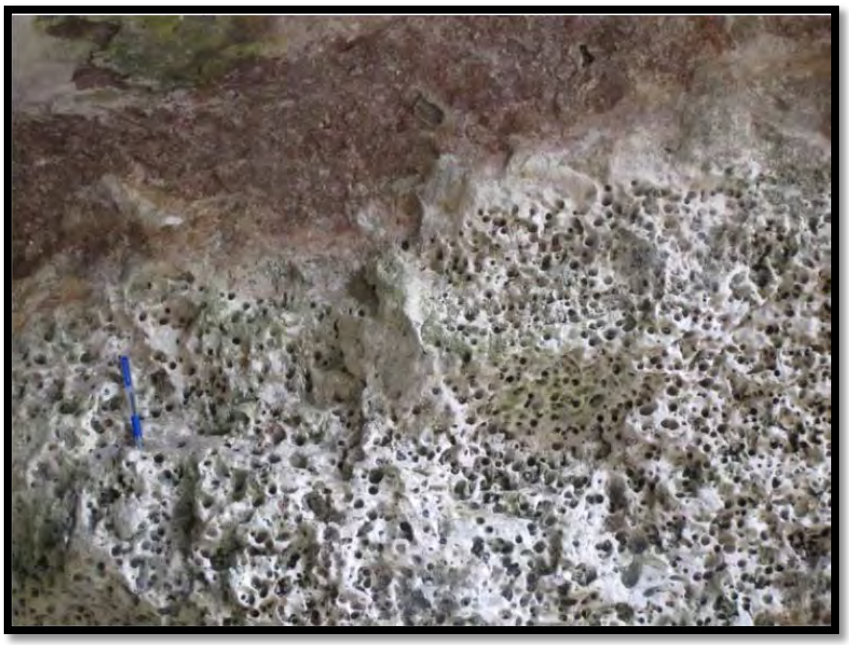
รูปที่ 3.18 รูปแสดงความสูงของชั้นหอยนางรมกับระดับความสูงของน้ำทะเลในปัจจุบัน ณ จุดศึกษาที่ 3

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล (Result an Interpretation)

4.1 หลักฐานทางชีวภาพ (Bio evidence)

จากการศึกษางานวิจัยของ Miklós Kázmér และDanko Taboroši ในปี 2012 ซึ่งได้ทำการศึกษาการกัดเซาะของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในชั้นหินปูนและหินชนิดอื่นๆในบริเวณพื้นที่เขตร้อน ตัวอย่างการกัดเซาะจากสิ่งมีชีวิตต่างๆ เช่น หอยทะเล หอยสองฝา แกสโตรพอต ฟองน้ำ และไลเคน โดยทำการศึกษาในพื้นที่ชายฝั่งทะเลของประเทศในแถบเอเชีย ได้แก่ ประเทศไทย ญี่ปุ่น หมู่เกาะแปซิฟิก และแถบยุโรป คือ ชายฝั่งทะเลเมดิเตอร์เรเนียน จึงใช้ลักษณะทางการกัดกร่อนทางชีวภาพที่พบบริเวณจุดศึกษาต่างๆมาเปรียบเทียบกับการกัดกร่อนทางชีวภาพ ที่พบในการวิจัย พบว่าลักษณะร่องรอยของการกัดกร่อนทางชีวภาพเป็นร่องรอยของสิ่งมีชีวิตประเภท Marine Bivalves ในสกุล *Lithophaga.*



รูปที่ 4.1 **Bio-erosion. Near Phra Nang cave, Railay, Krabi, Thailand** (Miklós Kázmér and Danko Taboroši, 2012)

รูปที่ 4.2 **Bio-erosion. ที่จุดศึกษาที่ 1**

รูปที่ 4.3 **Bio-erosion. ที่จุดศึกษาที่ 2**

รูปที่ 4.4 **Bio-erosion. ที่จุดศึกษาที่ 3**

Lithophaga.

Kingdom :Animalia

Phylum : Mollusca

Class :Bivalvia

Subclass : Pteriomorphia

Order :Mytiloida

Family :Mytilidae

Genus : *Lithophaga.*

รูปที่ 4.5 รูปตัวเต็มวัยของ *Lithophaga.*(Linnaeus, 1758*)***

รูปที่ 4.6 แสดงการอยู่อาศัยของ *Lithophaga.* (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)

*Lithophaga.*เป็นสกุลหนึ่งของ Marine Bivalves ซึ่งอยู่ในตระกูลเดียวกับหอยแมลงภู่ จะสร้างที่อยู่อาศัยโดยการขุดลงไปในหินที่มีองค์ประกอบของ Calcareous โดยใช้กรดที่หลั่งออกมาจากต่อม Palliaและมันสามารถอาศัยอยู่บริเวณทะเล ถึงระดับความลึกประมาณ 30 เมตร โดยพบหนาแน่นที่สุดบริเวณใกล้ผิวน้ำถึงระดับลึกลงเพียงไม่กี่เมตร

4.2 ระดับความสูงของน้ำทะเลในอดีต

4.2.1ความสูงของร่องรอยของการกัดกร่อนทางชีวภาพจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

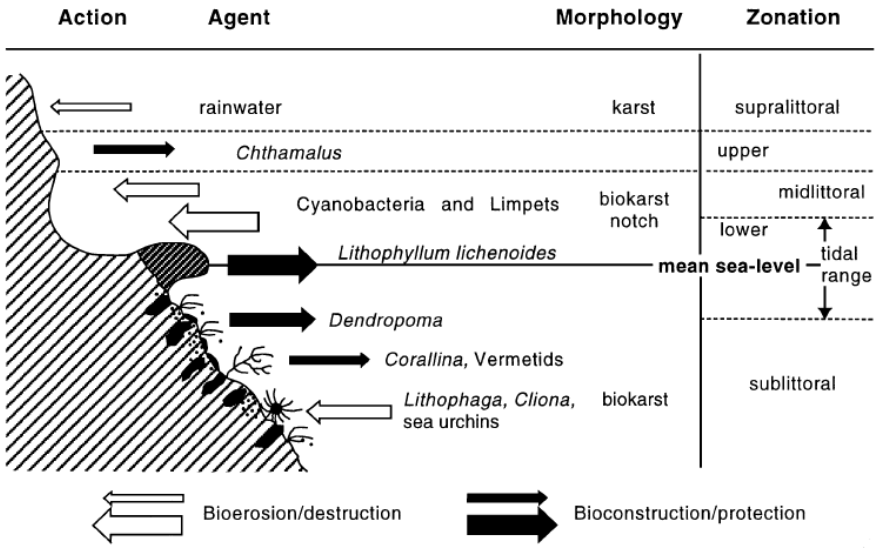
จากหลักฐานทางชีวภาพ ที่พบบริเวณบ้านเกาะเตียบ อำเภอประทิว จังหวัดชุมพร ในจุดศึกษาที่ 1 และ 2 ได้พบลักษณะการกัดกร่อนทางชีวภาพ ของ Marine bivalves ในสกุล *Lithophaga.* ซึ่งอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปัจจุบันประมาณ 2.1 และ 1.8 เมตรตามลำดับโดยความสูงที่ได้มาจากรูปที่ 3.8 และ 3.13

4.2.2ความสูงของร่องรอยของชั้นฟอสซิลหอยนางรมจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

จากหลักฐานทางชีวภาพ ที่พบบริเวณบ้านเกาะเตียบ อำเภอประทิว จังหวัดชุมพร ในจุดศึกษาที่ 3 พบลักษณะการการสะสมตัวของชั้นฟอสซิลหอยนางรม (รูปที่ 3.15 และ 3.16) ซึ่งอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปัจจุบันประมาณ 1.82 เมตรดังรูปที่ 3.18

4.2.3 ความสูงของระดับน้ำทะเลในอดีตจากหลักฐานทางธรณีวิทยา

จากหลักฐานที่พบ เป็นลักษณะ การกัดกร่อนทางชีวภาพ ของ Marine Bivalves ในสกุล *Lithophaga.*ซึ่งมีอาศัยอยู่บริเวณผิวน้ำทะเลถึงระดับลึก 30 เมตร ทำให้สามารถนำมาใช้เป็นหลักฐานทางชีวภาพที่สามารถบ่งบอกระดับน้ำทะเลในอดีตในช่วงเวลาที่ *Lithophaga*. นั้นมีชีวิตอยู่ได้ ดังนั้นจากลักษณะของการกัดกร่อนทางชีวภาพที่พบบริเวณ บ้านเกาะเตียบอำเภอประทิว จังหวัดชุมพร ในจุดศึกษาที่ 1 และ 2 นั้นอยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลปานกลางเท่ากับ 2.1 เมตร และ 1.8 เมตร ตามลำดับ จากน้ำทะเลปานกลาง จึงสามารถคาดการณ์ได้ว่า ในอดีตบริเวณ บ้านเกาะเตียบอำเภอประทิว จังหวัดชุมพร ที่จุดศึกษาที่ 1 และ 2 เคยมีระดับน้ำทะเลอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางในปัจจุบันเป็นอย่างน้อย2.1 เมตรและ 1.8 เมตร

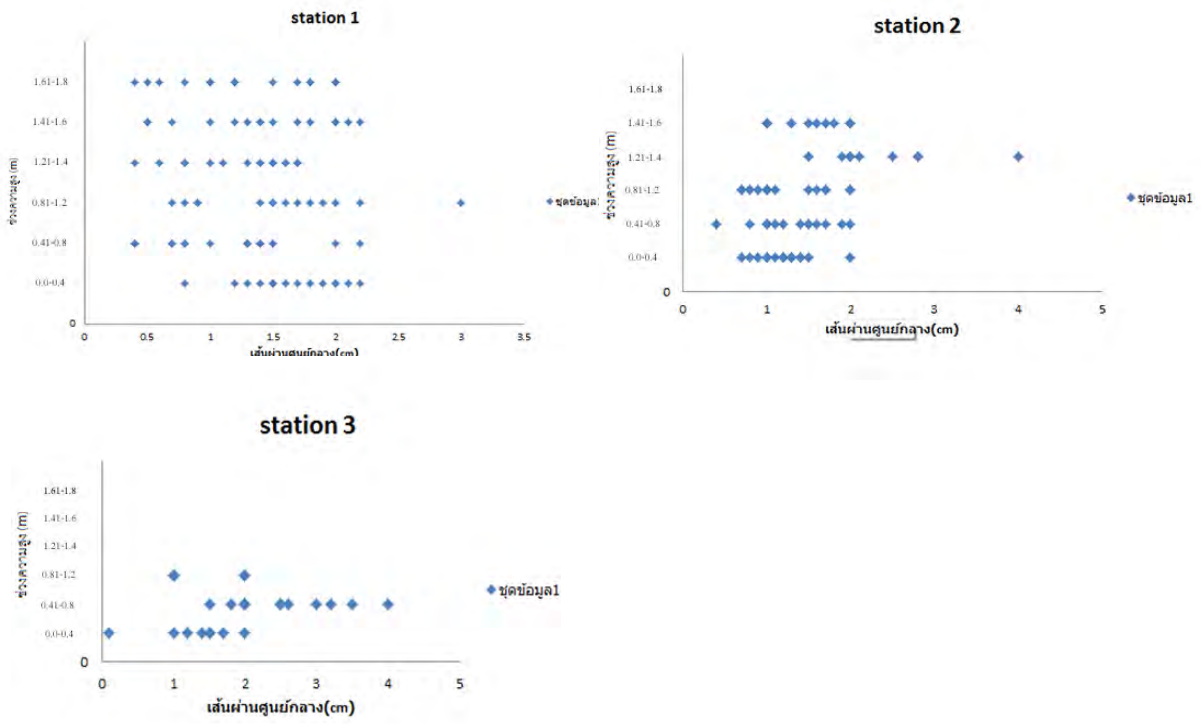


รูปที่ 4.7 แสดงลักษณะการกัดเซาะในระดับชั้นต่างๆบริเวณชายฝั่งทะเลเมดิเตอร์เรเนียนที่เป็นหินปูน (Laborel and Laborel-Deguen, 1996)

4.3 ความสัมพันธ์ของลักษณะการกัดกร่อนทางชีวภาพ

4.3.1 กราฟเปรียบเทียบความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางของการกัดกร่อนทางชีวภาพ ของทั้งสามจุดศึกษา

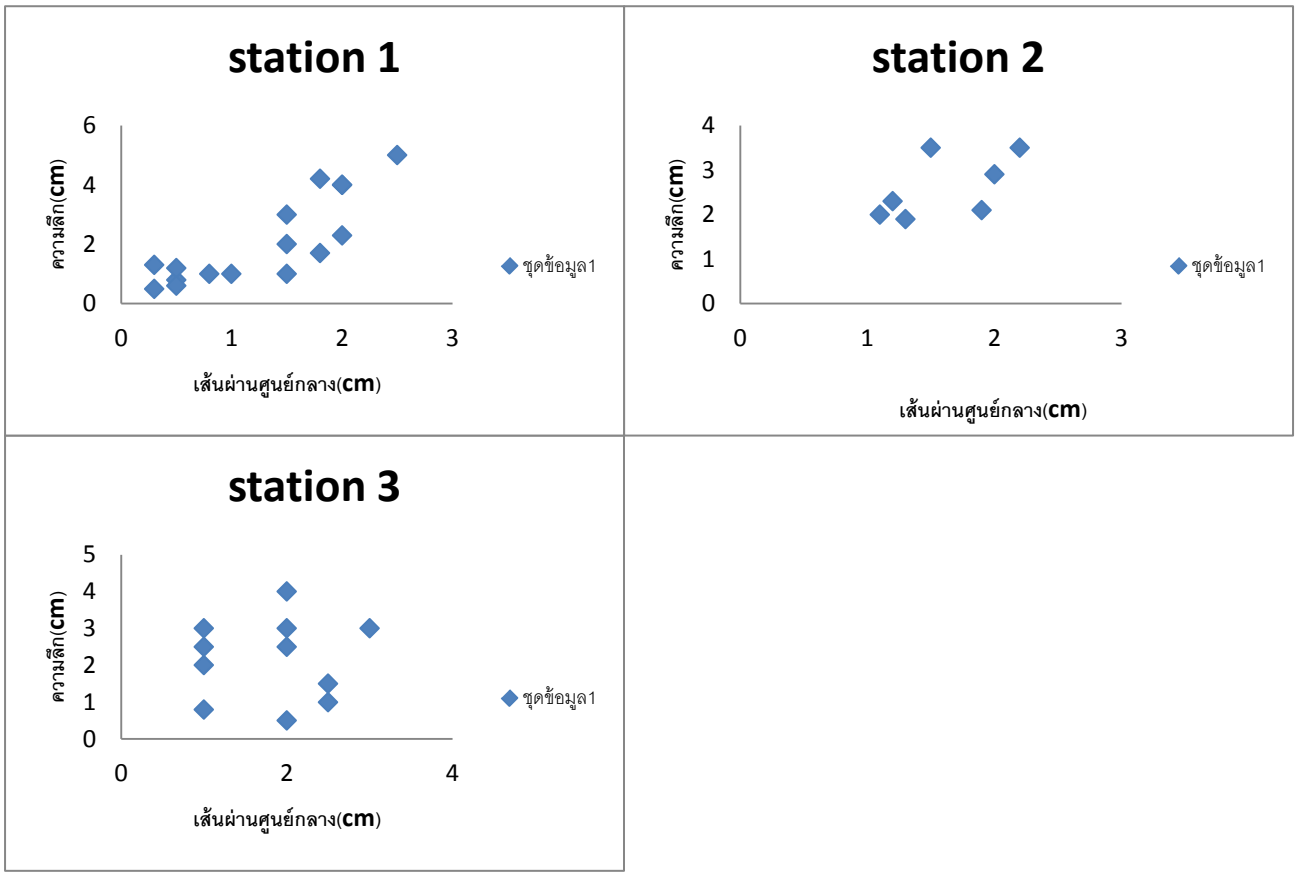
กราฟที่แสดงนี้เป็นกราฟเปรียบเทียบช่วงความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ ร่องรอยการกัดกร่อนทางชีวภาพของทั้งสามจุดศึกษาเห็นได้ว่าแต่ละจุดศึกษา โดยทุกช่วงความสูงจะมีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของ boring ทุกขนาด



กราฟที่ 4.1 กราฟเปรียบเทียบความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางของการกัดกร่อนทางชีวภาพ ของทั้งสามจุดศึกษา

4.3.2กราฟแสดงความลึกและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ ร่องรอยการกัดกร่อนทางชีวภาพ ของทั้งสามจุดศึกษา

กราฟที่แสดงนี้เป็นกราฟเปรียบเทียบความลึกและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ ร่องรอยการกัดกร่อนทางชีวภาพของทั้งสามจุดศึกษาเห็นได้ว่าแต่ละจุดศึกษา โดยทุกขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของ boring จึงเมื่อเปรียบเทียบกับความลึกแล้ว โดยทุกจุดศึกษาโดยยิ่งลึกเส้นผ่านศุนย์กลางก็จะมากยิ่งขึ้น จึงสรุปได้ว่าความลึกและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ ร่องรอยการกัดกร่อนทางชีวภาพของทั้งสามจุดศึกษา แปรผันตามกัน



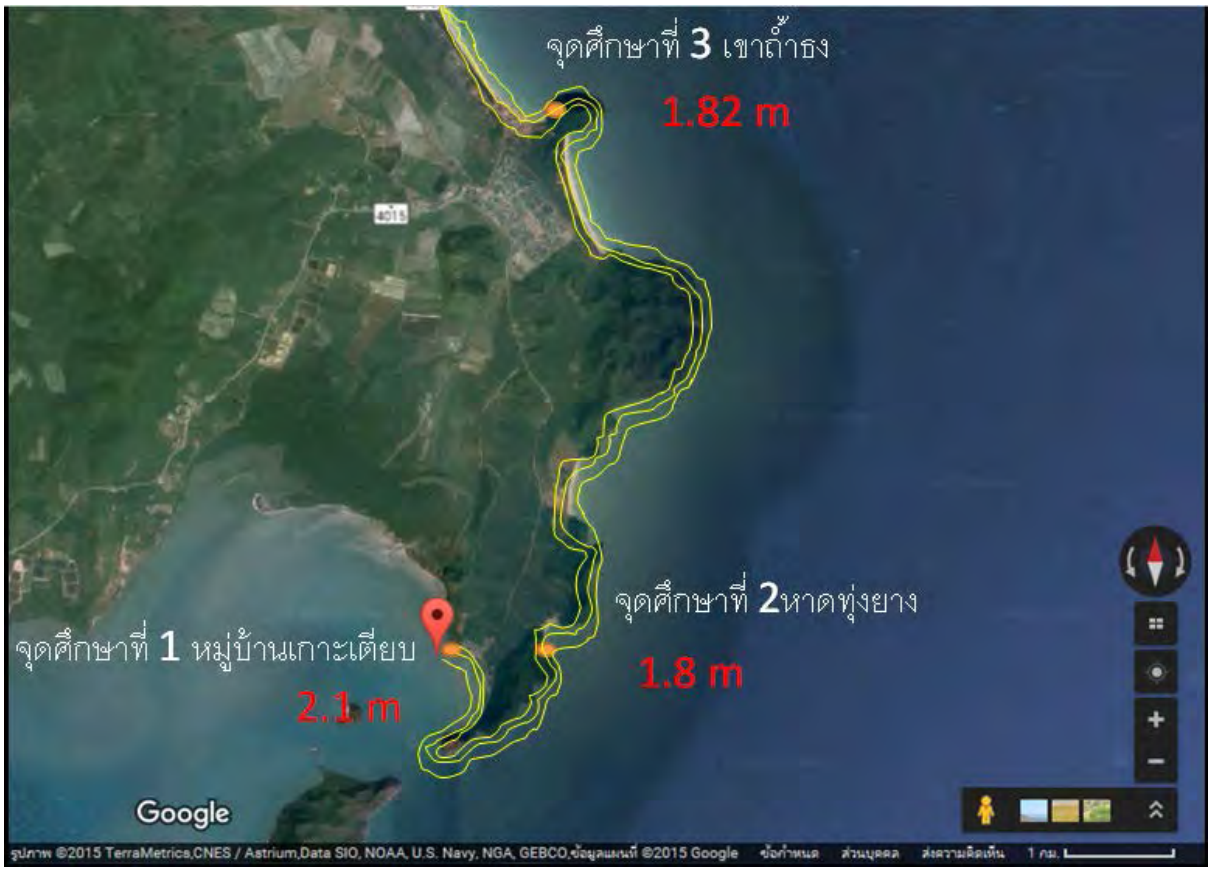
กราฟที่ 4.2 กราฟเปรียบเทียบความลึกและเส้นผ่านศูนย์กลางของการกัดกร่อนทางชีวภาพ ของทั้งสามจุดศึกษา

บทที่ 5

อภิปรายและสรุปผลข้อมูล (Discussion and Conclusion)

จากการออกภาคสนามและทำการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์หลักฐานทางชีวภาพ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

- โดยร่องรอยการกัดกร่อนทางชีวภาพจะพบในบริเวณที่เป็นหินปูน หินปูนเนื้อโดโลไมต์และหินทราย ส่วนบริเวณที่เป็นหินเชิร์ตไม่พบร่องรอยของการกัดกร่อนทางชีวะภาพ
- หลักฐาน ชีวภาพที่พบในบริเวณ จุดศึกษาที่ 1 และ 2 คือลักษณะการกัดกร่อนทางชีวภาพของ *Lithophaga.* ซึ่งอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางในปัจจุบันประมาณ 2.1 และ 1.8 เมตร ตามลำดับ
- หลักฐาน ชีวภาพที่พบในบริเวณ จุดศึกษาที่ 3 คือลักษณะการพบแนวชั้นสะสมตัวของฟอสซิลหอยนางรม ซึ่งอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางในปัจจุบันประมาณ 1.82 เมตร



รูปที่ 5.1 รูปแสดงเส้นระดับความสูงของน้ำทะเลในอดีต

เอกสารอ้างอิง

Choowong, M., Ugai, H., Charoentitirat, T., Charusiri,P., Daorerk, V., Songmuang,R. and Ladachart,R. 2004, Holocene Biostratigraphical Records in Coastal Deposits from Sam Roi Yod National Park, Prachuap Khiri Khan Western Thailand, The Natural Historry of Chulalongkorn University4(2):1-8,Otctober 2004

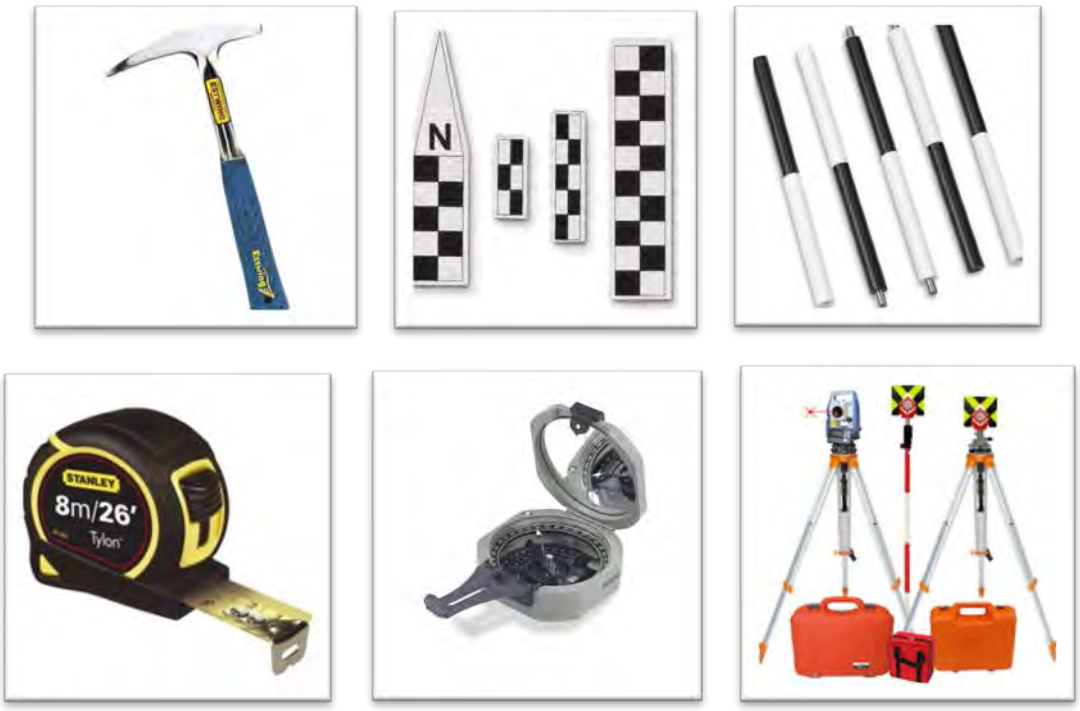
Kazmer, M. and Taborosi, D.,2012 , Bioerosion on the small scale – examples from the Tropical and subtropical littoral, Monostori Jubilee 7 , p. 37–94

Spencer, T. and Viles, H.,2002 , Bioconstruction, bioerosion and disturbance on tropical coasts : coral reefs and rocky limestone shores, Geomorphology 48 , p. 23–50

กรมทรัพยากรธรณี. 2550.การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี จังหวัดชุมพร. กรุงเทพฯ:68 หน้า 1. ธรณีวิทยา 2. ทรัพยากรธรณี 3. การจำแนกเขต

ภาคผนวก

อุปกรณ์ที่นำไปออกภาคสนาม

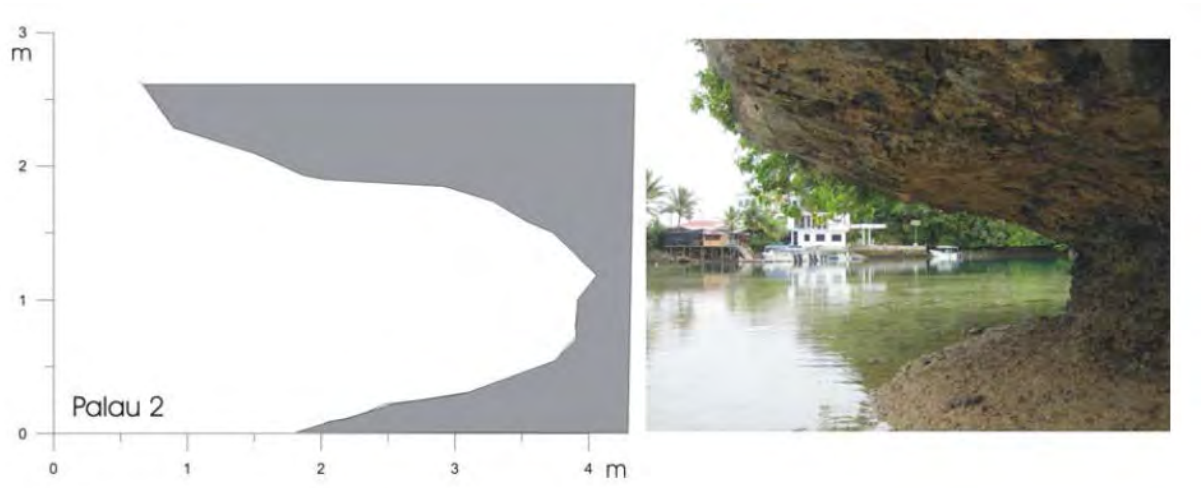


รูปที่ 6 อุปกรณ์ที่ต้องใช้ออกภาคสนาม

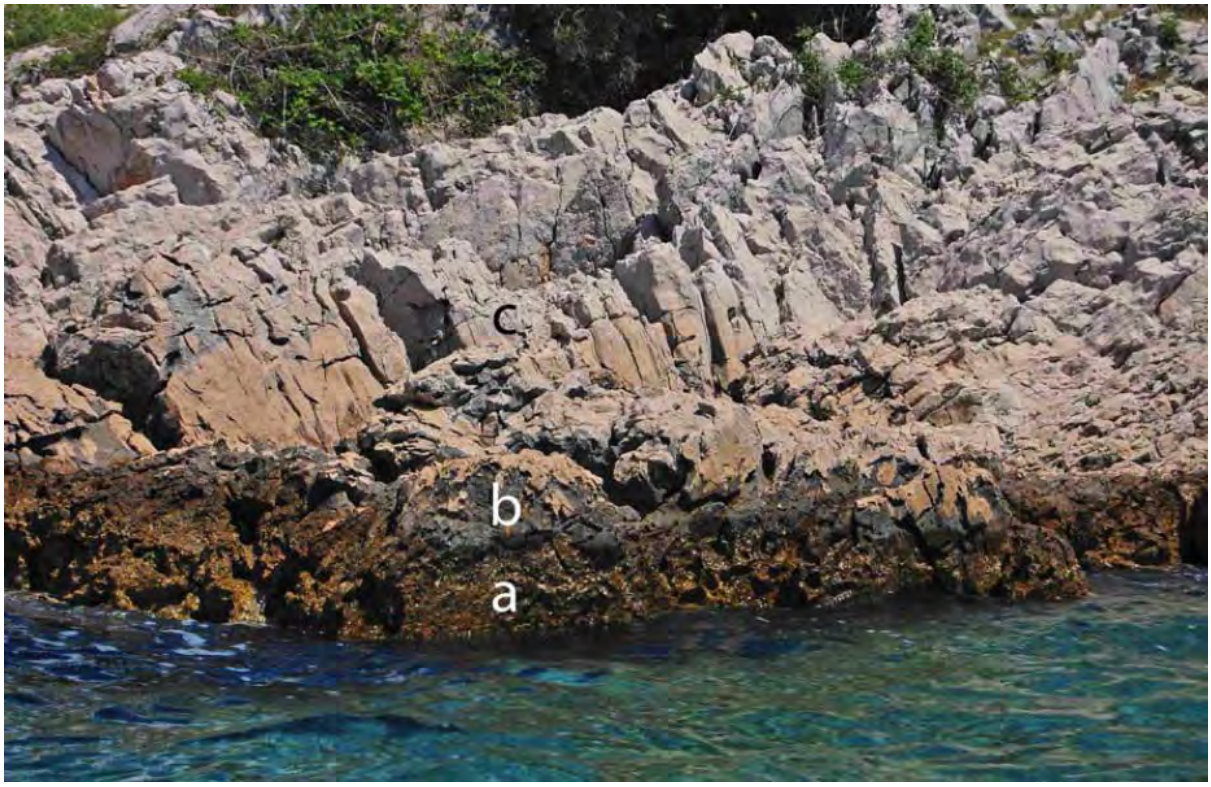
<u>รวมภาพจากรายงานการวิจัย (</u>KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)

จากการศึกษาของ Miklós Kázmér and Danko Taboroši (2012) พบการกัดเซาะของสิ่งมีชีวิตจำพวก เช่น หอยสองฝา หอยทะเล หอยฝาเดียว ฟองน้ำไลเคน ในชั้นหินปูนและหินชนิดอื่นๆในบริเวณพื้นที่ภูมิอากาศเขตร้อน โดยทำการศึกษาในพื้นที่ชายฝั่งทะเลในแถบเอเชีย ได้แก่ ประเทศไทย ญี่ปุ่น หมู่เกาะแปซิฟิกและชายฝั่งทะเลเมดิเตอร์เรเนียน

เราจะนำร่องรอยของสิ่งมีชีวิตที่พบในพื้นที่ศึกษาและนำมาเปรียบเทียบกับร่องรอยสิ่งมีชีวิตของจากการศึกษา ของ Miklós Kázmér and Danko Taboroši (2012) และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปผล



รูปที่ 7.1 Marine notch along the Koror-Malakal dam, Palau. Cross section surveyed. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)



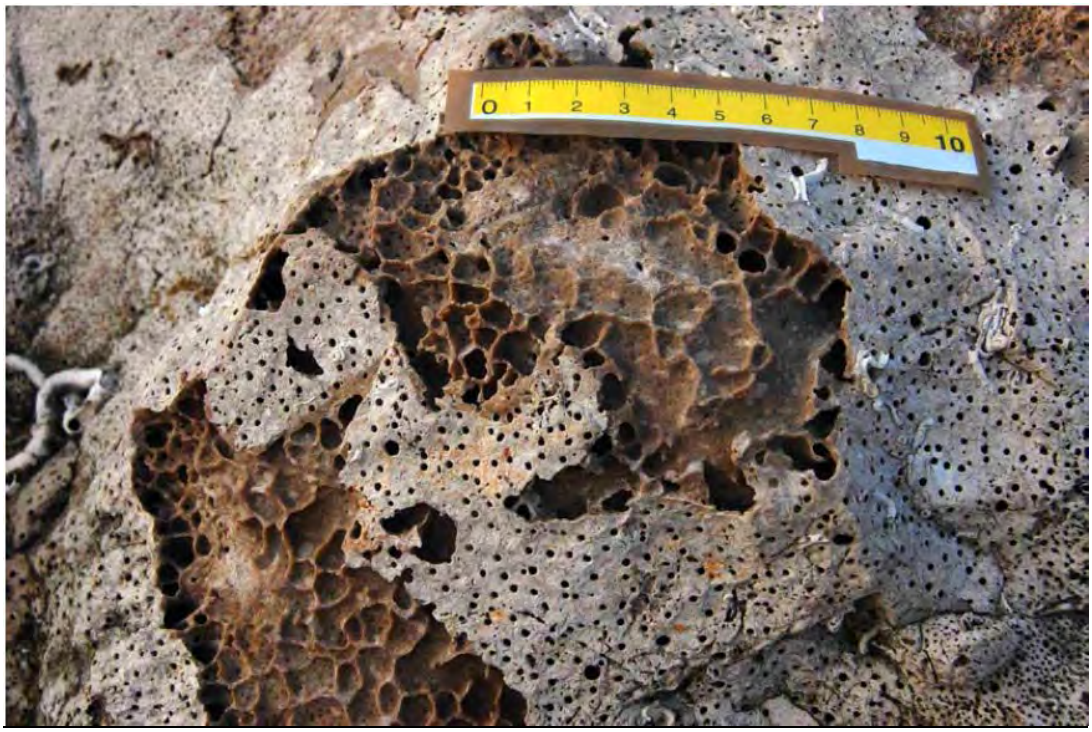
รูปที่ **7.2** Color belts of microbial origin observed in coastal rocks along the Adriatic Sea coastline. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)

a. Brownish (intertidal) and

b. grey (lower supratidal) belts marking the transition between permanently submerged rock and

c. light colored bedrock beyond the regular influence ofseawater. Kraljevica, Croatia.

Sponges



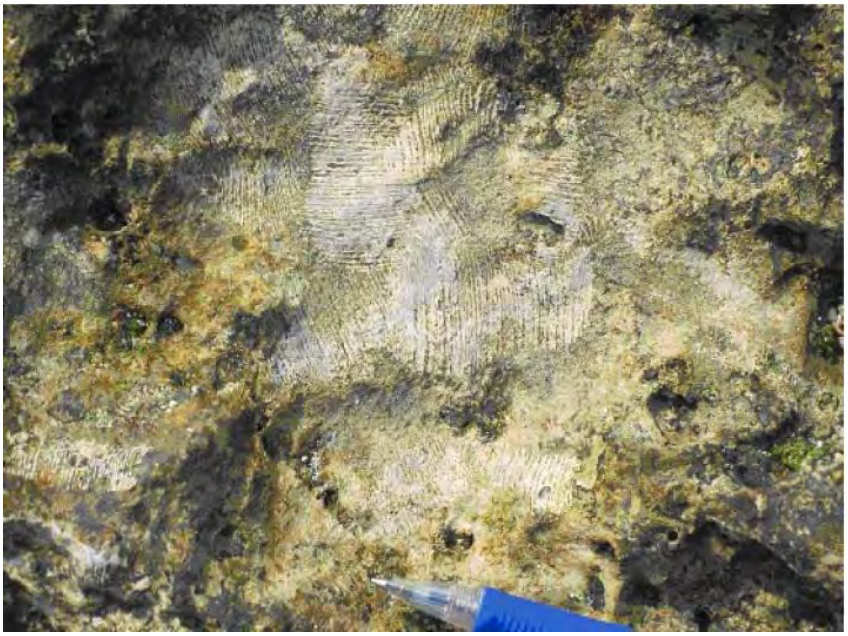
รูปที่ 8 Honeycomb-like galleries that used to host the main body of a boring sponge have been revealed by natural breakage of the surface rock layer. Areas where the surface has not been broken exhibit only small diameter openings originally used by the sponge to interface with the outside environment. Scale in centimetre. Kraljevica, Croatia. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)

รูปที่ 9 Hand specimen thought to have been a rock permeated by a boringsponge and then smoothened by wave action in a sandy beach environment. Scale in centimetres. Socotra, Yemen. . (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)

Chitons

Chitons are the some of the most obvious eroders of the intertidal zone. They are armed with a radula of extremely hard magnetite-capped teeth that allow them to easily remove layersof calcium carbonate and other substrates.

รูปที่ 10 This feeding chiton (*Acanthopleura*) produced audible rasping when observed and photographed. . Coin 24 mm diameter. Palau. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)



รูปที่ 11 Fresh grazing traces of a chiton. Green epilithic algae have been rasped by the radula together with the uppermost layer of rock inhabited by endolithic algae. Pen 12 mm diameter. Okinawa, Japan. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)

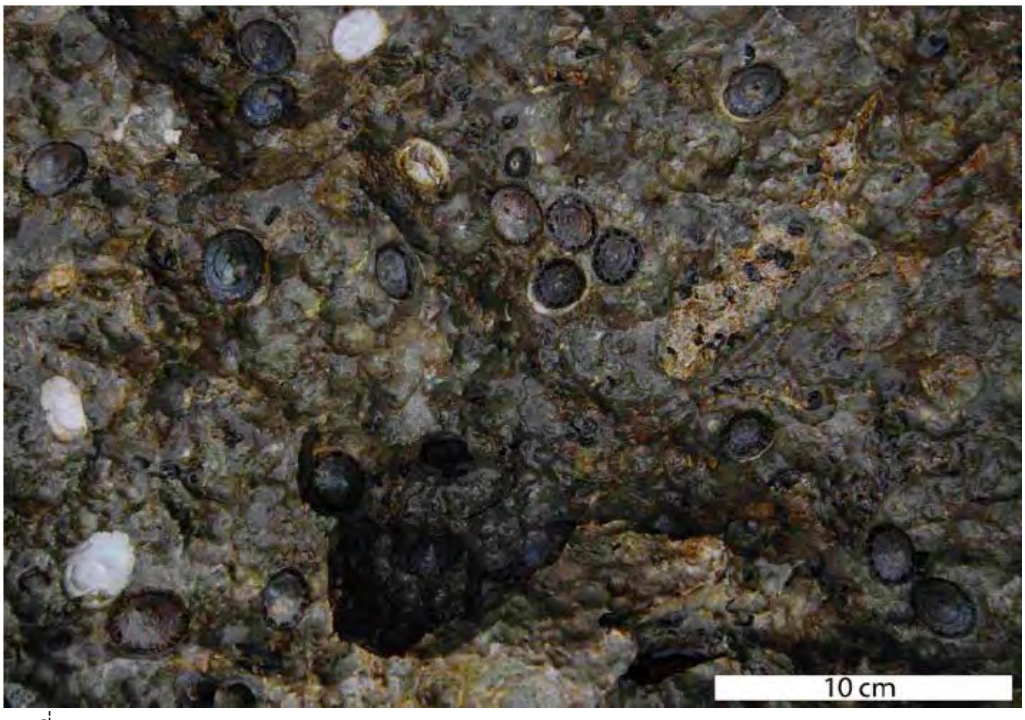
รูปที่ 12 Chiton *Acanthopleura* inside its **homing scar**, carved in a steep notch floor. Coin 21 mm diameter. Palau. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)

รูปที่ 13 Texture formed in the floor of a marine notch exposed to longterm chiton grazing. Deep holes may be former homing scars, overprinted and resculpted by subsequent grazing. Pen 12 mm dimeter. Railay, Thailand. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)

Gastropods

- Limpets
- Littorinid gastropods
- Drilling gastropods

รูปที่ 14 Limpet hiding in its homing scar during low tide. Note that scar shape closely follows shell outline at rib terminations. Shell ca.2.5 cm long. Okinawa. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)



รูปที่ 15 Group of limpets clinging to wave-splashed rock in intertidal zone. Dark circles are shells of living limpets. Light circles are scars left behind in places where limpets have been naturally removed. Color contrast is due to the lack of microbial biofilm in scarred areas. Also note the contrast between smooth surfaces of limpet scars and the rough appearance of surrounding rock. Guam. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)

รูปที่ 16 A group of littorinid snails grazing on highly eroded upper intertidal rock. Guam. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)

รูปที่ 17 Small gastropods grazing on the algal coating on the floor of an intertidal pool. Sand grains pushed away during their progress mark the paths of individual animals. They leave no appreciable grazing marks on the rock surface as they pass. Pen 12 mm dimeter. Railay, Thailand. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)

รูปที่ 18 Bivalve shells with drill holes made by predatorygastropod at the time organisms were alive. Hokkaido,Japan. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)

Bivalves

- Lithophaga
- Tridacna
- Wood-boring bivalves

รูปที่ 19 a. Recently dead *Tridacna* in its hole; the shell has not yet been eroded. b. Eroded *Tridacna* borehole; impression of *Tridacna* commissure is still visible. c. Slightly eroded *Lithophaga* boreholes. d. Deeply eroded *Lithophaga* boreholes. Miocene limestone bedrock. Coin 24 mm diameter. Malakal, Palau. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)

รูปที่ 20 Piece of driftwood heavily drilled by teredinid wood-boring bivalves. Note that the openings of borings are perpendicular to the surface, flattening at depth, being parallel to the wood grain. Scale in centimetres. Socotra, Yemen. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)

Worms

รูปที่ 21 Wave-rounded piece of coral exhibiting small boreholes of worms, 1-2 mm in diameter. Note the paired openings! Scale in centimetres. Socotra, Yemen. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)

Sea urchins

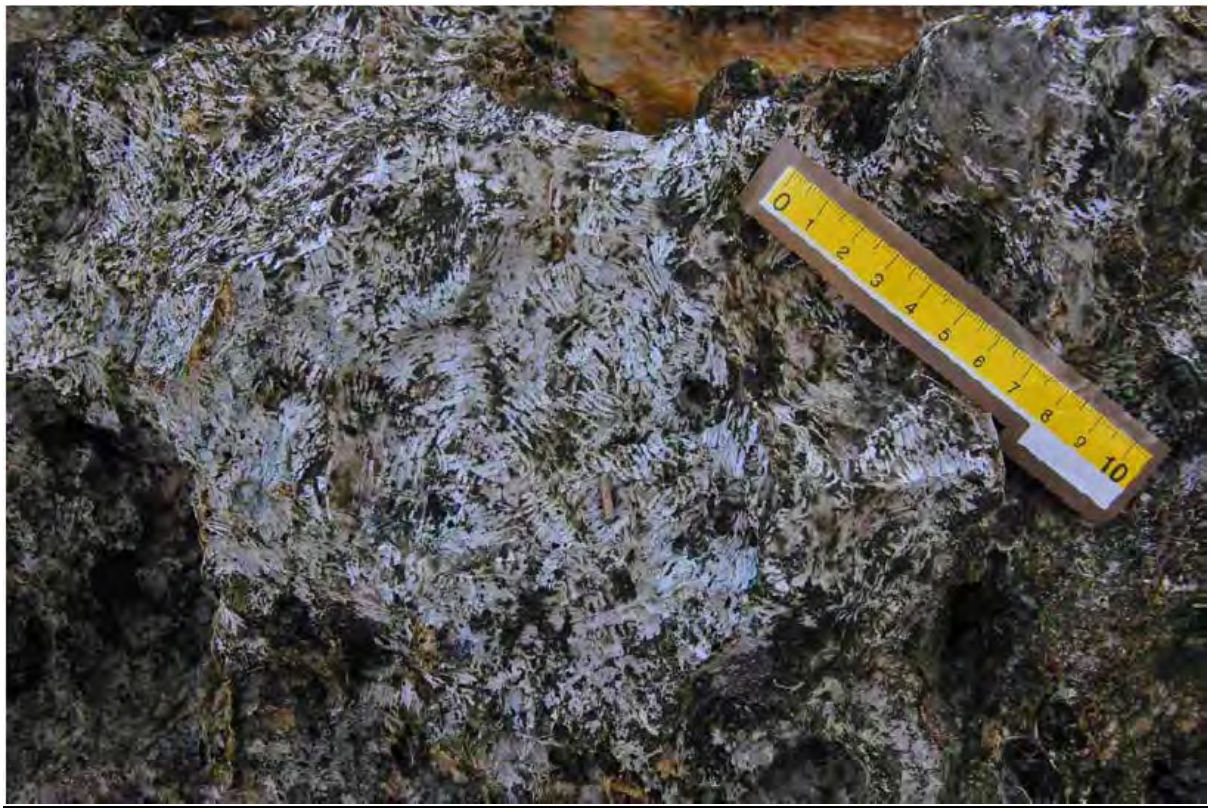
- Echinometra
- Fossil echinoid burrows

รูปที่ 22 Sea urchin *Echinometra* hiding in a self-made burrow whose vertical extent is V-shaped. The slopes of the burrow are surfaces which the urchin grazes regularly. Okinawa. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)

รูปที่ 23 Burrowing traces of young *Echinometra*. Scale: 20 cm tape measure. Okinawa. (KÁZMÉR and TABOROŠI, 2012)

รูปที่ 24 Fossil sea urchin scars in the roof of an uplifted notch. Pen 12 mm diameter. Railay, Thailand. (KÁZMÉR and TABOROŠI, 2012)

Crabs



รูปที่ 25 Grazing traces left by grapsid crabs feeding on dark microbial biofilm. Guam. (KÁZMÉR and TABOROŠI ,2012)

ตารางความสัมพันธ์ของลักษณะการกัดกร่อนทางชีวภาพ

STATION 1											
ความสูงจากพื้น (m)	เส้นผ่านศูนย์กลางของรู (cm)	มสูงจากพื้น	ศูนย์กลางขอ	มสูงจากพื้น	ศูนย์กลางขอ	มสูงจากพื้น	ศูนย์กลางขอ	มสูงจากพื้น	ศูนย์กลางขอ	มสูงจากพื้น	ศูนย์กลางขอ
0.0-0.4	1.8	0.41-0.8	1.3	0.81-1.2	3	1.21-1.4	1.1	1.41-1.6	1.8	1.61-1.8	1.2
0.0-0.4	1.6	0.41-0.8	2	0.81-1.2	2	1.21-1.4	1	1.41-1.6	1.3	1.61-1.8	0.8
0.0-0.4	1.5	0.41-0.8	0.8	0.81-1.2	1.8	1.21-1.4	1.6	1.41-1.6	1.7	1.61-1.8	2
0.0-0.4	1.2	0.41-0.8	1.4	0.81-1.2	1.5	1.21-1.4	1.5	1.41-1.6	2	1.61-1.8	0.6
0.0-0.4	0.8	0.41-0.8	0.4	0.81-1.2	2.2	1.21-1.4	0.6	1.41-1.6	2	1.61-1.8	0.4
0.0-0.4	1.9	0.41-0.8	1	0.81-1.2	1.5	1.21-1.4	0.4	1.41-1.6	2.1	1.61-1.8	1.8
0.0-0.4	2	0.41-0.8	1.5	0.81-1.2	1.4	1.21-1.4	1.7	1.41-1.6	2.2	1.61-1.8	1
0.0-0.4	2.1	0.41-0.8	1.3	0.81-1.2	0.8	1.21-1.4	1.5	1.41-1.6	0.5	1.61-1.8	1.2
0.0-0.4	2	0.41-0.8	0.8	0.81-1.2	1.5	1.21-1.4	1.3	1.41-1.6	1.2	1.61-1.8	1.2
0.0-0.4	1.5	0.41-0.8	0.7	0.81-1.2	1.9	1.21-1.4	0.8	1.41-1.6	0.7	1.61-1.8	1
0.0-0.4	1.7	0.41-0.8	0.4	0.81-1.2	0.9	1.21-1.4	1.7	1.41-1.6	0.5	1.61-1.8	1.5
0.0-0.4	1.3	0.41-0.8	1.4	0.81-1.2	0.7	1.21-1.4	1.4	1.41-1.6	1.4	1.61-1.8	2
0.0-0.4	2.2	0.41-0.8	1.3	0.81-1.2	1.6	1.21-1.4	0.8	1.41-1.6	1	1.61-1.8	0.5
0.0-0.4	1.5	0.41-0.8	0.7	0.81-1.2	1.7	1.21-1.4	1.6	1.41-1.6	1.4	1.61-1.8	1.8
0.0-0.4	1.4	0.41-0.8	2.2	0.81-1.2	0.9	1.21-1.4	1.4	1.41-1.6	1.5	1.61-1.8	1.7

ตารางที่ 2 ตารางความสัมพันธ์ของลักษณะการกัดกร่อนทางชีวภาพ ระหว่างความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลาง boring ของจุดศึกษาที่ 1

STATION 1	
นผ่านศูนย์กลางของรู (c	ความลึกของรู (cm)
0.3	1.3
0.3	0.5
0.5	0.8
0.5	1.2
0.5	0.6
0.8	1
1	1
1.5	2
1.5	3
1.5	1
1.8	4.2
1.8	1.7
2	4
2	4
2	2.3
2.5	5

ตารางที่ 3 ตารางความสัมพันธ์ของลักษณะการกัดกร่อนทางชีวภาพ ความลึกและเส้นผ่านศูนย์กลาง boring ของจุดศึกษาที่ 1

STATION 2											
ความสูงจากพื้น (m)	เส้นผ่านศูนย์กลางของรู (cm)	มสูงจากพื้น	ศูนย์กลางขอ	มสูงจากพื้น	ศูนย์กลางขอ	มสูงจากพื้น	ศูนย์กลางขอ	มสูงจากพื้น	ศูนย์กลางขอ
0.0-0.4	1.1	0.41-0.8	1.7	0.81-1.2	1.5	1.21-1.4	2	1.41-1.6	1.5
0.0-0.4	1.4	0.41-0.8	1.2	0.81-1.2	0.7	1.21-1.4	1.5	1.41-1.6	1
0.0-0.4	1	0.41-0.8	1.5	0.81-1.2	2	1.21-1.4	2.1	1.41-1.6	2
0.0-0.4	1	0.41-0.8	1	0.81-1.2	2	1.21-1.4	2.5	1.41-1.6	1.7
0.0-0.4	1.2	0.41-0.8	1.6	0.81-1.2	0.8	1.21-1.4	4	1.41-1.6	1.8
0.0-0.4	1.3	0.41-0.8	1	0.81-1.2	1.6	1.21-1.4	2.8	1.41-1.6	1
0.0-0.4	1.4	0.41-0.8	2	0.81-1.2	0.7	1.21-1.4	1.9	1.41-1.6	2
0.0-0.4	1.2	0.41-0.8	1.4	0.81-1.2	1.7	1.21-1.4	2	1.41-1.6	1.6
0.0-0.4	1.5	0.41-0.8	1	0.81-1.2	1	1.21-1.4	2.8	1.41-1.6	1.3
0.0-0.4	2	0.41-0.8	1.9	0.81-1.2	1	1.21-1.4			
0.0-0.4	1.3	0.41-0.8	0.4	0.81-1.2	0.9	1.21-1.4			
0.0-0.4	1.3	0.41-0.8	1.5	0.81-1.2	1.1	1.21-1.4			
0.0-0.4	0.8	0.41-0.8	1	0.81-1.2	0.8	1.21-1.4			
0.0-0.4	0.9	0.41-0.8	1.1	0.81-1.2	1.7	1.21-1.4			
0.0-0.4	0.7	0.41-0.8	0.8	0.81-1.2	1	1.21-1.4			

ตารางที่ 4 ตารางความสัมพันธ์ของลักษณะการกัดกร่อนทางชีวภาพ ระหว่างความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลาง boring ของจุดศึกษาที่ 2

STATION 2	
เส้นผ่านศูนย์กลางของรู	ความลึกของรู (cm)
1.1	2
1.2	2.3
1.3	1.9
1.5	3.5
1.9	2.1
2	2.9
2.2	3.5

ตารางที่ 5 ตารางความสัมพันธ์ของลักษณะการกัดกร่อนทางชีวภาพ ความลึกและเส้นผ่านศูนย์กลาง boring ของจุดศึกษาที่ 2

STATION 3					
ความสูงจากพื้น (m)	เส้นผ่านศูนย์กลางของรู (cm)	มสูงจากพื้น	ศูนย์กลางขอ	มสูงจากพื้น	ศูนย์กลางขอ
0.0-0.4	1.4	0.41-0.8	2.6	0.81-1.2	1
0.0-0.4	1.5	0.41-0.8	1.8	0.81-1.2	1
0.0-0.4	1.7	0.41-0.8	3.5	0.81-1.2	2
0.0-0.4	2	0.41-0.8	3	0.81-1.2	1
0.0-0.4	1.5	0.41-0.8	3.2	0.81-1.2	1
0.0-0.4	1	0.41-0.8	2	0.81-1.2	2
0.0-0.4	0.1	0.41-0.8	2		
0.0-0.4	1.2	0.41-0.8	1.5		
		0.41-0.8	2.5		
		0.41-0.8	2		
		0.41-0.8	2		
		0.41-0.8	4		
		0.41-0.8	2.5		
		0.41-0.8	2.5		

ตารางที่ 6 ตารางความสัมพันธ์ของลักษณะการกัดกร่อนทางชีวภาพ ระหว่างความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลาง boring ของจุดศึกษาที่ 3

STATION 3	
นผ่านศูนย์กลางของรู (c	ความลึกของรู (cm)
1	0.8
1	2
1	2.5
1	3
2	3
2	2.5
2	4
2	0.5
2.5	1.5
2.5	1
3	3

ตารางที่ 7 ตารางความสัมพันธ์ของลักษณะการกัดกร่อนทางชีวภาพ ความลึกและเส้นผ่านศูนย์กลาง boring ของจุดศึกษาที่ 3

ตารางแสดงการหาค่าความสูงจากระดับน้ำทะเลปัจจุบัน

ว/ด/ป	ระดับน้ำทะเลสูงสุด	ระดับน้ำทะเลต่ำสุด	ระดับน้ำทะเทปานกลาง	ช่วงห่างสูงสุดและต่ำสุด
22/1/2559	2.74	1.26	1.696	1.48
	เวลาสูงสุด	เวลาต่ำสุด	ช่วงห่างของเวลาสูงสุดและต่ำสุด(min)	
	09:35	21:21	706	

station	เวลา	ช่วงห่างเวลา(min)	น้ำทะเลลดลงไป	ระดับน้ำทะเล ณ เวลานี้(m)	อยู่เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง(m)	ความสูง Bio-erosion	Bio-erosion สูงจากระดับน้ำทะเลปัจจุบัน
1	14:55	320	0.67082153	2.06917847	0.37317847	1.8	2.17317847
2	16:00	395	0.828045326	1.911954674	0.215954674	1.6	1.815954674

ตารางที่ 8 ตารางการหาค่าความสูงจากระดับน้ำทะเลปัจจุบัน ของจุดศึกษาที่ 1 และ 2