

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY



รายงานวิจัย

การศึกษาปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

The Study Contamination of Lead in Sediment

at the Entrance of Songkhla Lake



นารีรัตน์ ณ ไทร
นิตินันต์ จันทร์คง

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

2561



ใบรับรองงานวิจัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

การศึกษาปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินต่อกันบริเวณปากท่าเลสาบสงขลา

The Study Contamination of Lead in Sediment at the Entrance of Songkhla Lake

ชื่อผู้ทำงานวิจัย นารีรัตน์ ณ ไทร และ นิตินันต์ จันทร์คง

คณะกรรมการสอบโครงการวิจัย

..... อาจารย์ที่ปรึกษา ประธานกรรมการสอบ
(อาจารย์หรรษวดี สุวิบูล) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกุมล ขุนพิทักษ์)

(ផ្សេងៗសាស្ត្រាជារមិនត្រូវក្នុងលទ្ធផល បុនពេកខ្លួន)

กรรมการสอบ

(อาจารย์ ดร.สุวิทย์ ยอดรัตน์)

କ୍ରିତୀ ପାଠୀ ଗର୍ଭଗାନମ

(อาจารย์นัดดา ปูดា)

การสอนภาษาไทย

(อาจารย์พิรัญญาดี สุวิปุรรณ์)

.......... ประธานหลักสูตร

(ដៃចុះយុត្តិការណ៍សាស្ត្រាជារមីខ្មែរ ខ្លួនពិភាក្សា)

(ຜ័រយោន្តាសក្រាសទ្រាការី ទរ.ឯនម៉តិ ទេចណៈ)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เมื่อวันที่ ดี 27 ม.ค. 2562 พ.ศ.

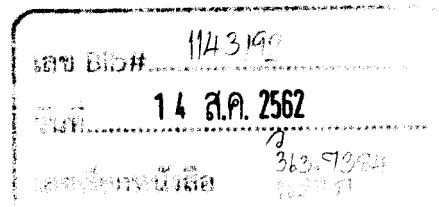
ລົງສີທຶນໝາວິທຍາລັງຮາຈວັງສູງສຸກ

ชื่อเรื่อง	การศึกษาการปนเปื้อนของตะกั่วในดินตะกอนบริเวณปาก ทะเลสาบสงขลา	
ผู้ทำงานวิจัย	นางสาว นารีรัตน์ ณ ไทร	รหัสนักศึกษา 584231016
	นางสาว นิตินันต์ จันทร์คง	รหัสนักศึกษา 584231017
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์พิรัญญา สุวิบูรณ์	
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	
สถานบัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา	
ปีการศึกษา	2561	

บทคัดย่อ

การศึกษาการปนเปื้อนของตะกั่ว (Pb) ในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา โดยเก็บ และวิเคราะห์ตัวอย่างดินตะกอน จำนวน 10 จุด ในฤดูฝน (ธันวาคม 2560) เก็บตัวอย่างด้วยกรรบ เพื่อศึกษาการสะสมของปริมาณตะกั่วที่สะสมในดินตะกอน ขนาดอนุภาค ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรด-ด่าง และอินทรีย์วัตถุ ผลการศึกษาพบว่าดินตะกอนมีอนุภาคเป็นทรายเป็น ยกเว้นบริเวณ ตอนบนใกล้ทางออกสู่อ่าวไทย (จุดที่ S1 และจุดที่ S7) มีลักษณะเป็นดินทราย ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วงปานกลางถึงด่างอ่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.14 ± 0.48 (9.18 ± 0.01 - 7.40 ± 0.02) ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 2.83 ± 2.51 (0.14 ± 0 - 7.98 ± 0.13) ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำเฉลี่ยร้อยละ 1.50 ± 0.73 (0.02 ± 0.05 - 2.27 ± 0) ส่วนปริมาณตะกั่วในดินตะกอนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 43.59 ± 12.12 (10.99 ± 17.86 - 56.98 ± 5.14) มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดินแห้ง ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพดินตะกอนเล็กน้อยโดยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อถือที่ 95 ($P < 0.05$) เมื่อใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ศึกษาการกระจายตัวเชิงพื้นที่ พบร่วมปริมาณตะกั่วสูงจะกระจายตัวบริเวณตอนกลางและล่างของปากทะเลสาบสงขลา

คำสำคัญ : การสะสม ตะกั่ว ดินตะกอน และปากทะเลสาบสงขลา



Study Title	The Study Lead Contamination in Soil Sediment at the Entrance of Songkhla Lake
Authors	Miss. Nareerat Nasai student ID 584231016 Miss. Nitinan Jankong student ID 584231017
Adviser	Miss. Hirunwadee Suviboon
Bachelor of Science	Environmental Science
Institution	Songkhla Rajabhat University
Academic Year	2018

Abstract

The study of lead (Pb) Contamination in sediment at the entrance of Songkhla Lake was investigated by sampling and analysis of sediment samples from 10 sampling points during rainy season (December, 2560) and with Grap sampling. Objectives were studying lead content in sediment, particle size, electrical conductivity, pH and organic matter. The results revealed sediments texture had silt characteristics except at the bottom near entrance of Songkhla Lake (station S1 and S7) were sand like. The pH values were medium to slightly weak alkaline by average 8.14 ± 0.48 (9.18 ± 0.01 - 7.40 ± 0.02), average electrical conductivity was 2.83 ± 2.51 (0.14 ± 0 - 7.98 ± 0.13) $\mu\text{s}/\text{cm}$ and average minimum organic matter was 1.50 ± 0.73 (0.02 ± 0.05 - 2.27 ± 0). Lead content in sediment was 43.59 ± 12.12 (10.99 ± 17.86 - 56.98 ± 5.14) mg/kg dry soil which slightly lower than soli sediment quality standard by not significant difference with 95 percent confidence level ($P < 0.05$). When using geographical information system (GIS) to presented spatial distribution. It was found that high concentrations of lead diffuse in the middle and lower of entrance of Songkhla Lake.

Keywords : Contamination lead Sediment and Entrance of Songkhla Lake

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ที่สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์หิรัญวดี สุวิบูลน์ ที่ให้ความรู้ ข้อเสนอแนะแนวทางการดำเนินการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงการอ่าน และปรับแก้ไขข้อบกพร่องจนรายงานวิจัยฉบับนี้สมบูรณ์รวมถึงเป็นกำลังใจให้กับผู้วิจัยตลอดการทำงานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์โปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่เสนอแนะแนวทางการวิจัย พร้อมทั้งให้ข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์สำหรับการทำงานวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณ นายสอแหลหะ บางสัน นักวิทยาศาสตร์โปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่อำนวยความสะดวกในการทำหนังสือ ขอความอนุเคราะห์ข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการ และให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่เป็นกำลังกายใจในการเก็บตัวgon ให้คำปรึกษา และ เป็นกำลังใจในการทำงาน รวมทั้งขอขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้เอียนามชึ่งช่วยให้ งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอขอบพระคุณพระคุณบิดา มารดา ที่เคยให้กำลังทรัพย์ กำลังใจในการวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นารีรัตน์ ณ ไทร
นิตินันต์ จันทร์คง
พฤษภาคม 2562

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
 บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ตัวแปร	2
1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	2
1.5 สมมติฐาน	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย	4
 บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 โลหะหนัก	5
2.2 ตะกั่ว (Lead)	9
2.3 ความสำคัญของดินตะกอนต่อส่งแวดล้อมและค่ามาตรฐานของดินตะกอน	12
2.4 ข้อมูลของทะเลสาบสงขลาตอนล่าง และปากทะเลสาบสงขลา	15
2.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
 บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
3.1 กรอบแนวคิดการศึกษา	23
3.2 ขอบเขตการวิจัย	24
3.3 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี	24
3.4 การเก็บ และการรักษาตัวอย่างดินตะกอน	26
3.5 วิธีการวิเคราะห์	29

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของดินตะกอน	31
4.2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินตะกอน	37
4.3 ผลการศึกษาสมบัติทางโลหะหนักของดินตะกอน	41

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย	43
5.2 ข้อเสนอแนะ	44

บรรณานุกรม

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก แบบโครงสร้างวิจัย	ก-1
ภาคผนวก ข ตำแหน่งพิกัดจุดเก็บตัวอย่างดินตะกอน	ข-1
ภาคผนวก ค วิธีวิเคราะห์ทางกายภาพ ทางเคมีและทางโลหะหนักของดินตะกอน	ค-1
ภาคผนวก ง ภาพประกอบการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ	ง-1
ภาคผนวก ฉ ผลการวิเคราะห์สถิติแบบ T-Test	ฉ-1

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.7-1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	4
2.3-1 ค่ามาตรฐานคุณภาพดินตะกอนในแต่ละประเทศ	14
2.5-1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
3.4-1 พิกัดแสดงตำแหน่งของจุดเก็บดินตะกอน	26
3.5-1 พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์และวิธีการวิเคราะห์	30
4.1-1 สภาพพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างและสีของดินตะกอน	31
4.1-2 ผลการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา	32



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1-1 แหล่งที่มาของโลหะหนักที่ปนเปื้อนในตะกอนจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์	6
2.1-1 ไดอะแกรมสามเหลี่ยมสำหรับเรียกชื่อตะกอนตามสัดส่วนขององค์ประกอบของขนาด อนุภาคตะกอน	9
2.4-1 แผนที่ปากทะเลสาบสงขลา	16
3.1-1 กรอบแนวคิดการศึกษาวิจัย	23
3.4-1 แผนที่แสดงตำแหน่งของจุดเก็บดินตะกอน	27
3.4-2 การเก็บตัวอย่างโดยใช้เกรบ	28
3.4-3 การเตรียมตัวอย่างดินตะกอนเพื่อนำไปวิเคราะห์	29
4.1-1 การเปรียบเทียบขนาดอนุภาคดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา	33
4.1-2 การกระจายตัวของขนาดอนุภาคดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา	34
4.1-3 ค่าการนำไฟฟ้าในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา	35
4.1-4 การกระจายของค่าการนำไฟฟ้าในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา	36
4.2-1 การเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา	37
4.2-2 การกระจายของค่าความเป็นกรดด่างตัวของดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา	38
4.2-3 การเปรียบเทียบปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา	39
4.2-4 การกระจายของปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา	40
4.3-1 ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา	41
4.3-2 ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา	42

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ทะเลสาบสงขลา มีลักษณะเป็นทะเลสาบกึ่งปิดที่เรียกว่า “ลากูน” (Lagoon) แบ่งเป็น 4 ตอน ได้แก่ ทะเลน้อย ทะเลหลวง ทะเลสาบสงขลาตอนกลาง และทะเลสาบสงขลาตอนล่าง มีทรัพยากรทางธรรมชาติที่หลากหลายและมีความสำคัญในระบบบินเวช บริเวณตอนล่างของทะเลสาบสงขลาเชื่อมต่อกับอ่าวไทย เรียกว่า “ปากทะเลสาบสงขลา” มีอาณาเขตตั้งแต่ช่วงซ่องแคบปากรอไปจนถึงปากทะเลสาบก่อนไหลสู่อ่าวไทย บริเวณตำบลหัวเขาแดง มีลักษณะพื้นที่ที่น้ำขึ้นน้ำลงไม่รุนแรง พื้นที่ประมาณ 182 ตารางกิโลเมตร ระดับความลึกเฉลี่ยประมาณ 1.9 เมตร น้ำในบริเวณนี้พบว่ามีลักษณะเป็นน้ำเค็มและน้ำกร่อย (เริงชัย ตันสกุล, 2536) แหล่งน้ำบริเวณนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อประชาชนในชุมชน โดยเป็นที่ตั้งของท่าเทียบเรือประมง และอุตสาหกรรม ซึ่งจากการทำกิจกรรมบริเวณปากทะเลสาบสงขลาในอดีต อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักลงสู่แหล่งน้ำและดินตะกอน โดยเฉพาะสารตะกั่วที่อาจอยู่ในรูปแบบของสิ่งเจือปนในน้ำทึ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมชุมชน การทำการเกษตร รวมถึงการทำประมง เช่น การที่อุตสาหกรรมใช้เส้น (ตะกั่วออกไซด์) ในการตอกหมันเรือ และการใช้สีทา กันเพรียง กันสนิม ในเรือประมง สุวพิทย์ แก้วสินิท (2551) รายงานว่า มีอุตสาหกรรมที่ตั้งตระหง่านอยู่ในพื้นที่ภาคใต้ 63 แห่ง (สงขลา 6 แห่ง) ซึ่งทุกแห่งใช้สารตะกั่วแดง (Pb_3O_4) เป็นส่วนประกอบเพื่อใช้ช่อมและต่อเรือ และร้อยละ 84 มีผู้ตั้งตระหง่านอยู่ในภาคใต้ ทำให้ตะกั่วมีโอกาสแพร่กระจายสู่แหล่งน้ำได้ และจากสมบัติของสารตะกั่วที่มีจุดหลอมเหลวสูง ไม่ละลาย และแขวนลอยในแหล่งน้ำ ดังนั้นมีอัจฉริยะอนุภาคของดินก็จะตกตะกอน เป็นดินตะกอนที่ทับถมลงสู่พื้นท้องน้ำ (อาทิตย์ มุกดาดี, 2555)

ปัจจุบันประเทศไทยพบพื้นที่การปนเปื้อนสารพิษอยู่ทั่วประเทศซึ่ง นับเป็นปัญหาที่สำคัญ และแก้ไขได้ยาก สาเหตุของการปนเปื้อนสารพิษมาจากหลายสาเหตุ อาทิเช่น การทำอุตสาหกรรม การทำเหมืองแร่ การทำการเกษตร และการจัดขยายที่ไม่ถูกวิธี เป็นต้น ซึ่งก่อให้เกิดการสะสมของสารพิษในทรัพยากรดิน น้ำ และอากาศ แล้วเกิดการถ่ายทอดสู่สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ผ่านห่วงโซ่ออาหาร ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตตั้งแต่ตัวอนุภาคของดินก็จะตกตะกอน เป็นดินตะกอนที่ทับถมลงสู่พื้นท้องน้ำ รายงานของไตรภพ ผ่องสุวรรณ และ ดรุณี ผ่องสุวรรณ (2545) ที่ศึกษาปริมาณโลหะหนักในตะกอนบริเวณระหว่าง พ.ศ. 2520-2538 พบร่วมกับความเข้มข้นของตะกั่วในตะกอน ที่ความลึก 0-9 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในช่วง 24.5-59.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจากการศึกษาของประดิษฐ์ มีสุข (2542) ได้

ศึกษาปริมาณของโลหะหนักในตะกอนบริเวณท่าเลสาบสงขลา พบร่วมกับการสะสมของตะกั่วสูงในบริเวณหัวเขาแดง ปากคลองสำโรง ปากคลองขวาง และ ปากคลองพวง มีค่า 45.60, 63.45, 61.00 และ 92.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ ซึ่งปริมาณตะกั่วบางจุดเกินค่ามาตรฐานคุณภาพดินตะกอนในประเทศไทยที่กำหนดไว้ไม่เกิน 46.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (กรมควบคุมมลพิษ, 2549) ซึ่งซึ่งให้เห็นว่าปริมาณตะกั่วในพื้นที่ท่าเลสาบสงขลาอาจมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะบริเวณปากท่าเลสาบจึงควรมีการติดตามระหว่างต่อเนื่อง เนื่องจากตะกั่วจัดเป็นตัวนีที่สำคัญในการบ่งชี้ปัญหาสภาพแวดล้อมของท่าเลสาบสงขลา ผลกระทบของตะกั่วทั้งใน คน สัตว์ และปลา ถ้าได้รับตะกั่วเข้าไปโดยการสูดดมและการกินอาหาร หรือน้ำที่ปนเปื้อนตะกั่ว โดยตะกั่วจะไปสะสมที่เลือด กระดูก กล้ามเนื้อ และไขมัน โดยกลุ่มทารกและเด็กเล็ก เป็นกลุ่มเสี่ยงแม้จะได้รับตะกั่วในปริมาณเล็กน้อยก็ตาม แหล่งน้ำที่มีปริมาณสารตะกั่วอยู่ในระดับสูงจะทำให้มีผลต่อระบบการเจริญพันธุ์ ระบบโลหิต และระบบประสาทของสัตว์น้ำและปลาที่อาศัยในแหล่งน้ำนั้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่ศึกษาการปนเปื้อนของตะกั่วในดินตะกอน บริเวณปากท่าเลสาบสงขลา เพื่อข้อมูลในการเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารโลหะหนักในท่าเลสาบสงขลา และทำให้สามารถทราบถึงแนวโน้มการสะสมของสารตะกั่วในพื้นที่บริเวณปากท่าเลสาบสงขลา นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับหน่วยงานในท้องถิ่นหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการลดผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตต่างๆ และมนุษย์

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อศึกษาถึงสมบัติบางประการของดินตะกอนบริเวณปากท่าเลสาบสงขลา
- 1.2.2 เพื่อศึกษาปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอนบริเวณปากท่าเลสาบสงขลา

1.3 ตัวแปร

- ตัวแปรต้น : ดินตะกอนบริเวณปากท่าเลสาบสงขลา
- ตัวแปรตาม : ปริมาณตะกั่ว และสมบัติบางชนิดของดินตะกอน (pH , ขนาดอนุภาค, อินทรีย์วัตถุ และการนำไปไฟฟ้า)

ตัวแปรควบคุม : ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่าง

1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

ตะกั่ว (lead) หมายถึง เป็นธาตุที่มีหมายเลขอะตอม 82 และสัญลักษณ์ Pb น้ำหนักอะตอม 207.2 ความหนาแน่น เท่ากับ 11.34 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (ที่ 20 องศาเซลเซียส) เป็น

แร่โลหะชนิดหนึ่งที่สามารถพบได้ในธรรมชาติ พบรดีในดิน น้ำ และแหล่งส่ายเรต่างๆ มีลักษณะเป็นของแข็งสีเงินเทาหรือแกรนน้ำเงิน และมีการนำสารตะกั่วมาใช้ประโยชน์มากในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น (ไมตรี สุทธิจิต, 2531)

ดินตะกอน (sediments) หมายถึง อนุภาคที่อาจเป็นสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ ซึ่งเกิดจากการผุพังทลายของหิน หรือพื้นดินบริเวณโกลล์แหล่งน้ำถูกกัดเซาะ รวมทั้งโครงสร้างที่เป็นของแข็งของสิ่งมีชีวิตที่ถูกกระแสน้ำ กระแสน้ำพัดพามาหรือเกิดขึ้นเองภายในแหล่งน้ำและสิ่งเหล่านี้ได้มีการตกตะกอนบนก้นทะเลสมอยู่บนพื้นท้องน้ำ (Gary et, 1977 อ้างใน ปิยวรรรณ นาคินชาติ, 2546)

การปนเปื้อน (contamination) หมายถึง การที่สารเข้าไปผสมทำให้มีปริมาณหรือใช้ประโยชน์ได้ไม่เต็มที่ (ราชติ วิศวพิพัฒน์, 2555)

ปากทะเลสาบสงขลา (Songkhla Lake Mouth) หมายถึง บริเวณส่วนหนึ่งของทะเลสาบสงขลา ที่มีอาณาเขตตั้งแต่ช่องแคบปากอ่าวไปจนถึงปากทะเลสาบก่อนไหลออกสู่อ่าวไทยบริเวณตำบลหัวเขาแดง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา (เริงชัย ตันสกุล, 2536)

1.5 สมมติฐาน

ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา มีค่าสูงกว่ามาตรฐานคุณภาพดินตะกอน (กรมควบคุมมลพิษ, 2549)

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สามารถทราบถึงปริมาณการสะสมของตะกั่วบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

1.5.2 สามารถทราบถึงสมบัติบางประการของดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา ได้แก่ pH, ขนาดอนุภาค, ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และการนำไฟฟ้า

1.5.3 สามารถใช้เป็นข้อมูลให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการเฝ้าระวังการปนเปื้อนของตะกั่วบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

1.7 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ใช้ระยะเวลาดำเนินงาน 20 เดือน โดยเริ่มตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2560 ถึง มิถุนายน 2562 โดยเว้นระยะเวลาช่วงการฝึกศักย์ศึกษา (ธันวาคม 2561 ถึง มีนาคม 2562) สำหรับแผนการดำเนินงานตลอดโครงการแสดงไว้ในตารางที่ 1.7-1 ส่วนโครงร่างวิจัยแสดงไว้ในภาคผนวก ก

ตารางที่ 1.7-1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอนในการทำวิจัย	2560						2561						2562							
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.-มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
1) การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2) สำรวจภาคสนามและเก็บตัวอย่าง				■	■											■	■			
3) นำเสนอโครงร่างวิจัย	▲																			
4) เตรียมอุปกรณ์และเก็บตัวอย่างดินตะกอน				■	■	■	■	■	■											
5) ดำเนินการวิจัย																				
- การวิเคราะห์สมบัติของตะกอน																				
- การวิเคราะห์ตะกั่วในดินตะกอน																				
- วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ																				
6) นำเสนอความก้าวหน้า										▲										
7) สรุปและอภิปรายผล										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
8) จัดทำเล่มวิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมฉบับร่าง										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
9) นำเสนอวิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม																	▲	■	■	■
10) ปรับและแก้ไขเล่มวิจัย																■	■	■	■	■

หมายเหตุ — หมายถึง ช่วงระยะเวลาดำเนินงานวิจัย - - - หมายถึง ช่วงขยายระยะเวลาดำเนินงานวิจัย

▲ หมายถึง ช่วงการสอบบิจัย ■ หมายถึง ช่วงการฝึกสหกิจศึกษา

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โลหะหนัก

โลหะหนัก เป็นโลหะที่มีความถ่วงจำเพาะมากกว่า 5 ขึ้นไป มีสถานะเป็นของแข็ง ยกเว้น proto มีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง เป็นธาตุที่มีเลขอะตอมตั้งแต่ 23.92 ในตารางธาตุ (นันทรรณ อุ่นจางวาง, 2557) โลหะหนักสามารถรวมตัวกับสารอินทรีย์ และสารสมอญี่ปุ่นเนื้อเยื่อ ของ สิ่งมีชีวิต ผ่านทางการซึมเข้าทางผิวนังและตามห่วงโซ่อหาร

2.1.1 แหล่งกำเนิดของโลหะหนัก

แหล่งกำเนิดของสารโลหะหนักที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์นั้น สามารถแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะที่สำคัญ คือ

1) แหล่งอุตสาหกรรม โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มักปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ ดังนั้น โอกาสที่โลหะหนักซึ่งปนเปื้อนกับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทจะถูกถ่ายเทลงในแหล่งน้ำจืด เป็นไปได้สูง อาจสะสมอยู่ในตะกอนดินและบางส่วนอาจถูกพัดเคลื่อนย้ายลงสู่ทะเล โรงงานอุตสาหกรรม เหล่านี้ได้แก่ โรงงานผลิตสารเคมี โรงงานทำสียอมผ้า โรงงานผลิตเบตเตอร์รัฐยนต์ โรงงานกลุ่มแร่ ๆ ฯลฯ

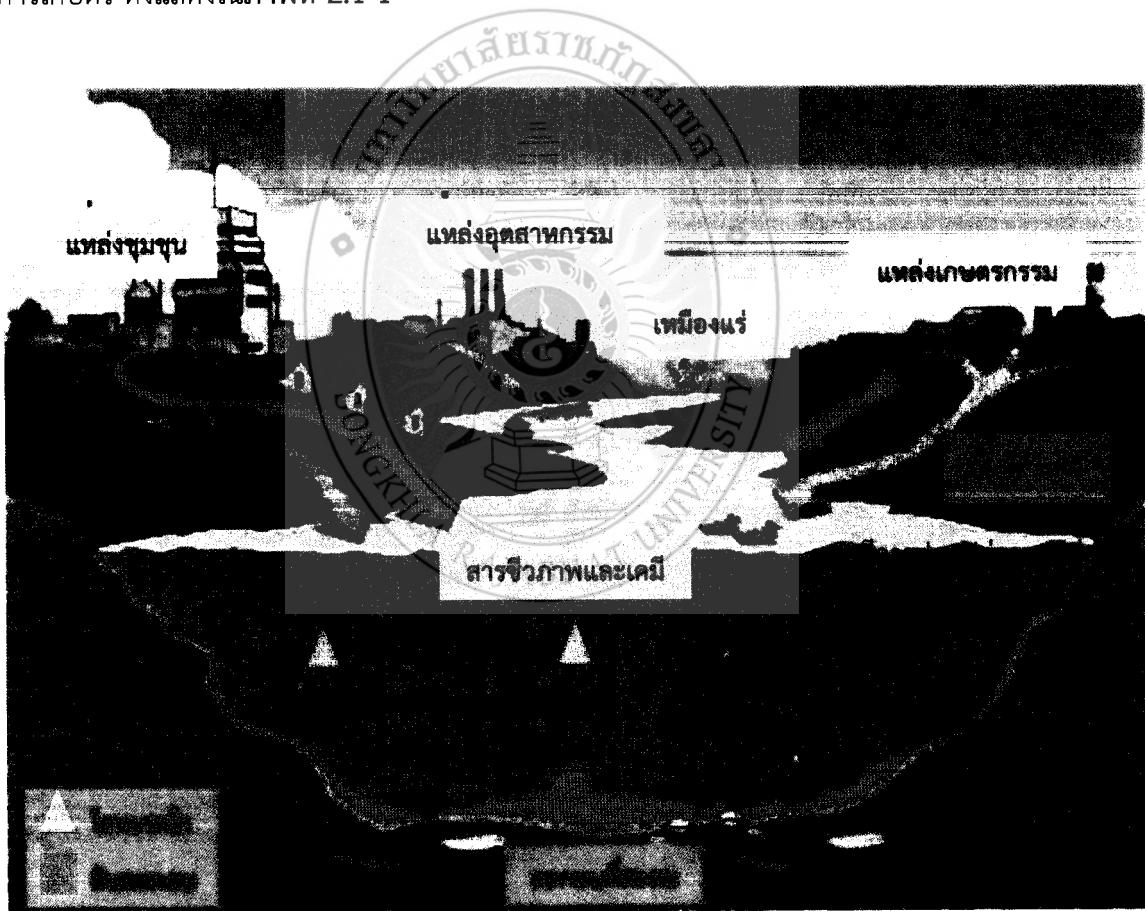
2) แหล่งเกษตรกรรม ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมอาชีพ และรายได้หลักของ ประชากรจึงเกี่ยวข้องกับการเพาะปลูกไม่ว่าจะเป็นการทำไร่หรือทำสวน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องคำนึงถึง ผลกระทบต่อเนื้อที่ ประกอบกับลักษณะภูมิประเทศที่อยู่ในแต่ละร่องน้ำ แมลงและเชื้อโรคต่างๆ ที่เป็นศัตรูพืชจึงเจริญได้ดีจึงจำเป็นที่เกษตรกรจะต้องมีการนำยาฆ่าแมลงศัตรูพืชมาใช้ มีผลให้มียาฆ่าแมลงศัตรูพืชสะสมอยู่ใน พื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ยาฆ่าแมลงศัตรูพืชหลายชนิดมีโลหะหนักเป็นส่วนประกอบอยู่ เช่น ยาฆ่าแมลงศัตรูพืชที่เป็นองค์ประกอบอยู่ เป็นต้น ซึ่งยาฆ่าแมลงศัตรูพืชส่วนใหญ่สลายตัวได้ยาก และสารพิษ ตกค้างเหล่านี้จะถูกชะพาลงสู่แหล่งน้ำได้เมื่อเกิดการกัดเซาะหน้าดิน โดยน้ำฝน

3) แหล่งชุมชน ชุมชนเป็นแหล่งก่อให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักลงสู่แหล่งน้ำ ได้มาก โดยส่วนใหญ่เป็นโลหะหนักที่ปนอยู่กับสิ่งปฏิกูล เช่น ขยะมูลฝอยต่าง ๆ ซึ่งมีชั้นส่วนวัสดุที่มีโลหะหนัก เป็นองค์ประกอบอยู่ เช่น กระดาษ สีทาบ้าน ถ่านไฟฉาย กากหม้อเบตเตอร์รัฐยนต์และ

เศรษฐกิจที่เคลื่อนด้วยโลหะ เป็นต้น (สภาพรรณ จิรนิรติศัย, 2543 อ้างอิงใน ระวีวรรณ เข็งนุ้ย, 2548)

2.1.2 การสะสมของโลหะหนักในดินตะกอน

โลหะบางส่วนอาจมีการปนเปื้อนในแหล่งน้ำและตะกอนดินโดยมีแหล่งกำเนิดจากธรรมชาติ คือ ธรณีสัมฐานของดิน แต่พบว่ามนุษย์เป็นตัวการเร่งให้เกิดการชะล้างโลหะออกสู่สิ่งแวดล้อมมากขึ้น โลหะหนักที่ปนเปื้อนจากกิจกรรมของมนุษย์ อาจถูกปลดปล่อยออกสู่แหล่งน้ำทั้งจากแหล่งที่มาที่ระบุได้ (point sources) เช่น โรงงานอุตสาหกรรม ชุมชนหรือเมือง และเมืองแร่ หรือจากแหล่งที่มาที่กระจาย (non-point sources) โดยการชะพามาจากพื้นที่ชุมชนและพื้นที่การเกษตร ดังแสดงในภาพที่ 2.1-1



ภาพที่ 2.1-1 แหล่งที่มาของโลหะหนักที่ปนเปื้อนในตะกอนจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์

ที่มา : ดัดแปลงจาก U.S. Geological Survey Circular (2004) อ้างอิงใน สมชาย วิบูลย์พันธ์ และคณะ (2554)

โลหะเหล่านี้แพร่กระจายในสิ่งแวดล้อม โดยพุ่งกระจายไปในอากาศ หรือถูกพัดพาไปตามกระแสน้ำ และท้ายที่สุดจะไปสะสมอยู่ในดินหรือตะกอนท้องน้ำ เมื่อดินตะกอนพื้นท้องน้ำเกิดการร่วมตัวกับอนุภาคของตะกอนสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์และสิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยกระบวนการการดูดซึม (adsorption) และการราย (desorption) เมื่ออนุภาคของโลหะหนักในแหล่งน้ำจับตัวกับอนุภาคของสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ หรือสารแขวนลอยอื่นๆ และด้วยความหนาแน่นที่สูงของโลหะหนักทำให้ตกลงตะกอนสู่พื้นท้องน้ำ โดยโลหะหนักที่สะสมในดินตะกอนสามารถละลายกลับไปในแหล่งน้ำได้อีกในดินที่มีสภาพความเป็นกรดสูง ดังนั้นตะกอนมีบทบาทสำคัญในการกักเก็บโลหะหนักในแหล่งน้ำ และเป็นแหล่งกำเนิดได้ด้วยเช่นกัน (Salomon et al., 1987 อ้างอิงใน ปิยารรณ นาคินชาติ, 2549) โลหะเหล่านี้เมื่อเข้าสู่แหล่งน้ำ จะเกิดการสะสมในแหล่งน้ำ และผ่านกระบวนการทางชีวะธรรมณิเคมี ถ่ายทอดเข้าสู่สิ่งมีชีวิต

2.1.3 ลักษณะของโลหะหนักที่สะสมในดินตะกอนท้องน้ำ

สามารถจำแนกกลุ่มได้เป็น 5 กลุ่มดังนี้ (He et al., 2000 อ้างอิงใน นันทรรณ อุ่น จาจาง, 2557)

- 1) รูปแบบแลกเปลี่ยนอิออน (exchangeable form)

โลหะหนักที่สะสมตัวอยู่ในดินตะกอนรูปแบบแลกเปลี่ยนอิออน เป็นโลหะหนักที่ถูกดูดซึบกับ อนุภาคของดินเหนียว โดยเป็นการแลกเปลี่ยนประจุลบในดินเหนียวกับประจุบวกในโลหะหนักที่ พื้นผิวในสารละลายดิน โดยค่าประจุลบทองอนุภาคดินเหนียวขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ H^+ ในดิน

- 2) รูปแบบคาร์บอเนต (carbonate form)

โลหะหนักที่สะสมตัวอยู่ในดินตะกอนรูปแบบแลกเปลี่ยนอิออน เป็นรูปแบบที่โลหะหนักอยู่ในตะกอนของคาร์บอเนต โดยการเปลี่ยนแปลงของโลหะหนักขึ้นอยู่กับความเป็นกรดด่าง (pH) ของน้ำในดิน

- 3) รูปแบบเหล็กกับแมงกานีสออกไซด์ (iron and manganese oxide form)

โลหะหนักที่สะสมตัวอยู่ในดินตะกอนรูปแบบแลกเปลี่ยนอิออน เป็นรูปแบบที่โลหะหนักดูดซึบกับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ เนื่องจากผิวของเหล็ก และแมงกานีสมีความสามารถในการดูดซึบสูง ทั้งเหล็กและแมงกานีสมีปริมาณมากในดิน ออกไซด์ของเหล็ก และแมงกานีส จึงมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างทางเคมีของโลหะหนักในแหล่งน้ำเป็นอย่างมาก

4) รูปแบบอินทรีย์ (organic form)

โลหะหนักที่สะสมตัวอยู่ในดินตะกอนรูปแบบแลกเปลี่ยนอิอ่อน เป็นรูปแบบที่โลหะหนักดูดซึบกับสารอินทรีย์ โดยสารอินทรีย์มีประจุลบคล้ายกับอนุภาคดินเหนียว ในสภาวะที่ดินเป็นกรดมาก โลหะหนักจะจับตัวกับสารอินทรีย์ได้ดี และทำให้ประจุบวกตัวอื่นเข้ามาแทนที่ได้ยาก โดยทั่วไปสารอินทรีย์สามารถ ละลายได้ดีในสภาวะที่เป็นตัวออกซิเดช์ (oxidizing) จึงทำให้โลหะหนักอยู่ในรูปของสารละลายได้

5) รูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ (residual form)

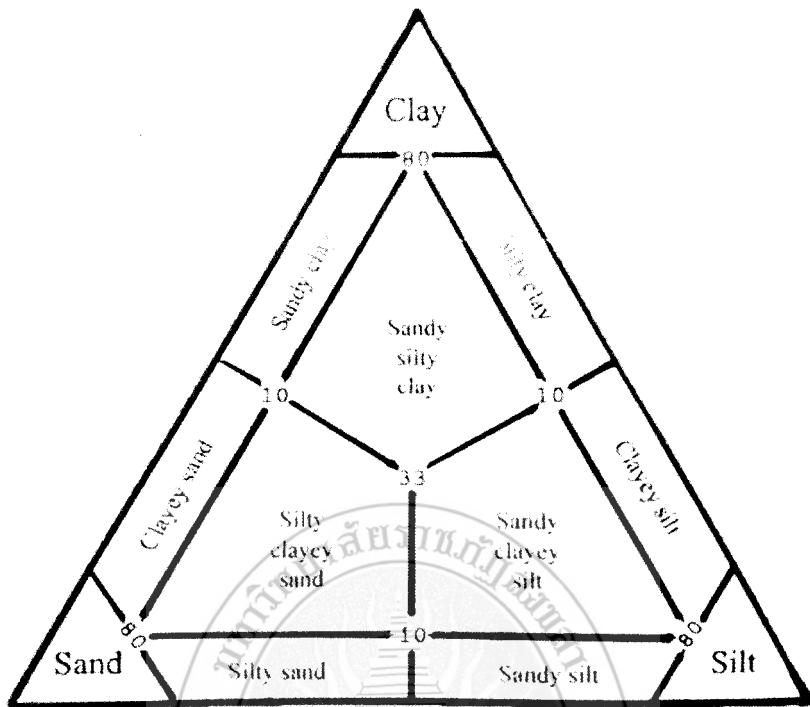
โลหะหนักที่สะสมตัวอยู่ในดินตะกอนรูปแบบแลกเปลี่ยนอิอ่อน เป็นโลหะหนักที่ตกผลึกอยู่ในแร่ปฐมภูมิ ซึ่งเป็นสารประกอบเหมือนแร่ล่งกำเนิด โดยยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีใดๆ เช่น สังกะสี และตะกั่วที่อยู่ในรูปของ ZnS และ PbS เป็นต้น

2.1.4 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณโลหะหนักในดินตะกอน

ปริมาณโลหะหนักที่สะสมอยู่ในตะกอนนั้นขึ้นกับคุณสมบัติของตะกอน ได้แก่ ขนาดอนุภาคตะกอน และปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอน และยังพบว่าโลหะหนักสามารถดูดซึบอยู่บนพื้นผิวนอนุภาคเหล็กและ แมงกานีสออกซีไฮดรอกไซด์ที่แยกตัวออกจากมวลน้ำได้อีกด้วย

1) ขนาดอนุภาคตะกอน

ตะกอนไม่ได้เป็นเนื้อเดียวกันโดยตลอด แต่ละบริเวณจะมีการกระจายของขนาดอนุภาคตะกอนที่ต่างกันขึ้นอยู่กับกระบวนการทางกายภาพที่กระทำต่อตะกอนอาจจำแนกขนาดอนุภาคตะกอนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ทราย (sand) (> 63 มิลลิเมตร), ทรายละเอียด (silt) ($2-63$ มิลลิเมตร) และดินเหนียว (clay) (< 2 มิลลิเมตร) ตะกอนที่มีองค์ประกอบของขนาดอนุภาคต่างกันจะมีชื่อเรียกแตกต่างกันตามปริมาณสัมพัทธ์ของขนาดอนุภาคโดยใช้ไดอะแกรมสามเหลี่ยม ตามแบบของ Gorsline (1960) อ้างใน ยุทธนา บัวแก้ว (2548) ดังภาพที่ 2.1-2 โลหะหนักส่วนใหญ่ในตะกอนจะยึดเกาะหรือดูดซึบที่ผิวนอนุภาคตะกอน โดยโลหะหนักจะยึดเกาะกับตะกอนอนุภาคละเอียดได้ดีกว่าตะกอนที่มีขนาดอนุภาคใหญ่ เนื่องจากตะกอนขนาดอนุภาคละเอียดมีแร่ดินเหนียว ซึ่งมีพื้นที่และช่องว่างระหว่างอนุภาคสูง ทำให้โลหะหนักเข้าไปยึดเกาะได้ง่าย นอกจากนี้อนุภาคละเอียดมีประจุทำให้สามารถสร้างพันธะกับสารอินทรีย์และโลหะหนักได้มาก ดังนั้นจึงมักพบว่าปริมาณของโลหะเพิ่มขึ้นตามปริมาณอนุภาคละเอียดที่พบในดินตะกอน



ภาพที่ 2.1-2 “ไดอะแกรมสามเหลี่ยมสำหรับเรียกชื่อตะกอน ตามสัดส่วนขององค์ประกอบของขนาดอนุภาค

ที่มา : Gorsline (1960) อ้างอิงใน ปิยวรณ นาคินชาติ (2549)

2) ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

การบ่นเบื่องของตะกั่วในน้ำมีปริมาณน้อยกว่าในดินตะกอน โดยตะกั่วที่สะสมในดินตะกอนสามารถกลับมาละลายน้ำได้อีก โดยผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี ปัจจัยที่สำคัญต่อความสามารถในการละลายของตะกั่วในดินตะกอนคือ ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) โดยตะกั่วจะสามารถละลายได้ดีในดินที่มีสภาพความเป็นกรดสูง (อาทิตย์ มุกดาธี, 2555)

3) ปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอน

สารอินทรีย์มีส่วนในการควบคุมปริมาณโลหะหนักในตะกอน เนื่องจากโลหะหนักจะรวมกับสารอินทรีย์อยู่ในรูปโลหะอินทรีย์ ดังนั้นอินทรีย์ตัดกันในตะกอนจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีผลต่อการสะสมของโลหะหนักในตะกอนมากพบร่วมกับวัตถุในตะกอนที่มีสารอินทรีย์อยู่ในปริมาณมากจะมีมลสารที่เป็นตัวอินทรีย์และอนินทรีย์สะสมอยู่ในปริมาณมากด้วย ซึ่งโลหะหนักที่สะสมในตะกอนอาจถูกปลดปล่อยกลับสู่มวลน้ำได้เมื่อสารอินทรีย์ถูกย่อยสลาย (Ujevic et al., 2000 อ้างอิงใน ปิยวรณ นาคินชาติ, 2549)

2.2 ตะกั่ว (Lead)

ตะกั่วมีสัญลักษณ์ทางเคมีคือ Pb เป็นโลหะหนัก 6 ของตารางธาตุ เลขอะตอม 82 มีมวลอะตอมกับ 207.2 ความหนาแน่น เท่ากับ 11.34 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (ที่ 20 องศาเซลเซียส) มีจุดหลอมเหลว 327 องศาเซลเซียส และจุดเดือด 1,749 องศาเซลเซียส (กิตติพันธุ์ บางยี่ขัน, 2551) ละลายน้ำได้น้อยมากและทนต่อการผุกร่อนได้ดีทำให้คงอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นานมาก ตะกั่วมีการแพร่กระจายตัวอยู่ในธรรมชาติบริเวณเปลือกโลก โดยมีต้นกำเนิดจากหินอัคนี หินแกรนิต หินปูน หินทราย และดิน โดยส่วนใหญ่พบตะกั่วอยู่ในรูปของสารประกอบตะกั่วที่นำมาใช้ประโยชน์ (สรวิร ใจน์ อารยนนท์, 2530)

2.2.1 ประเภทของตะกั่ว

ตะกั่วสามารถแบ่งเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

1) ตะกั่วอินทรีย์ (organic lead)

ตะกั่วอินทรีย์ ได้แก่ ตะกั่วเตตราเอธิล (tetraethyllead; Pb(C₂H₅)₄) หรือ TEL และ ตะกั่วเตตระเมทิล (tetramethyl lead; Pb(C₂H₅)₄) หรือ TML การใช้ประโยชน์นิยมใช้ในผลิตน้ำมัน (petroleum industry) ใช้เป็นสารเพิ่มเลขออกเทน (octane number) และสารกันน็อก (anti-knock) หรือสารป้องกันการกระตุกของเครื่องยนต์ นอกจากนี้ยังมีตะกั่วแนพทาเลท (lead napthaite) ที่นำมาใช้ในการทำสีให้แห้ง ซึ่งสารประเภทนี้ระเหยในอากาศได้ดีและทำให้เกิดพิษโดยการเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนัง สามารถจะเปลี่ยนรูปเป็นตะกั่วอนินทรีย์ได้ สำหรับตะกั่วอินทรีย์หากมีปริมาณมากพอจะทำให้เกิดการเป็นพิษได้ ทั้งยังสามารถแพร่กระจายไปในสิ่งแวดล้อมมากกว่า ตะกั่วอนินทรีย์

2) ตะกั่วอนินทรีย์ (inorganic lead)

ตะกั่วอนินทรีย์โดยทั่วไปจะพบในรูปของเกลือออกไซด์ และไฮดรอกไซด์ ซึ่งไม่ถูกดูดซึมทางผิวหนัง แต่เป็นสารที่เป็นพิษสูง (highly toxic) ตามการจัดกลุ่มขององค์กรอนามัยโลก (World Health Organization; WHO) ส่วนใหญ่จะทำให้เกิดการเป็นพิษโดยการกินทางปาก และโดยการหายใจ โดยเฉพาะเมื่อตะกั่วมีขนาดของอนุภาคเล็กกว่า 1 ไมโครเมตร ปอดดูดซึมตะกั่วได้มากกว่าอัตราเฉลี่ย 50-70 ซึ่งตะกั่วอนินทรีย์มีการใช้งานมากกว่าตะกั่วอินทรีย์ โดยนำมาผลิตเป็นโลหะ ผสมทำผ่านเก็บไฟฟ้าในแบบเตอร์ ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบเซรามิก ใช้ทำบล็อกตัวพิมพ์ ทำแผ่นหุ้มสายเคเบิล ทำฉนวนป้องกันรังสี ใช้ในการเชื่อมบัดกรีโลหะ เป็นต้น (WHO, 1995) ทั้งยังมาจากการไอเสียรถยนต์

2.2.2 การใช้ประโยชน์ของตะกั่ว

ตะกั่วมีความหนาแน่นสูง จุดหลอมเหลวต่ำ มีความอ่อนตัวสูง มีความเป็นสารหล่อลื่น และต้านทานการผุกร่อนได้ดี ตะกั่วจึงถูกนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ทั้งในสภาพที่เป็นโลหะและสารเคมี และยังถูกนำมาใช้ในด้านการเกษตร (นันทวรรณ อุ่นจางวาง, 2557) อาทิเช่น

- 1) ใช้ในการผลิตแบบเตอร์ในการผลิตรถยนต์
- 2) ห่อตะกั่ว เช่นระบบห่อส่งน้ำ
- 3) ใช้หุ้มสายเคเบิลไฟฟ้าและสายสื่อสาร
- 4) ใช้ทำตะกั่วแผ่นเพื่อเป็นวัสดุก่อสร้างที่สำคัญในอุตสาหกรรมเคมีและการก่อสร้างอาคาร
- 5) พิวร์ระบบตัดไฟอัตโนมัติ โดยตะกั่วหลอมละลายเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากเกินกำหนด
- 6) โลหะผสมตะกั่ว-ดีบุกใช้ในการเคลือบแผ่นเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและต้านทานการกัดกร่อน
- 7) ใช้ทำลูกกระสุนและยุทธภัณฑ์
- 8) ใช้เป็นสารประกอบตะกั่วสำหรับผสมสีป้องกันสนิม เป็นโลหะที่ใช้ผสมกับโลหะทองแดงและเหล็กเพื่อเพิ่มคุณภาพด้านการกลึงหรือตัด
- 9) ใช้ทำโลหะบัดกรี ใช้เป็นโลหะตัวพิมพ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมการพิมพ์เป็นต้น
- 10) ตะกั่วถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการทำเป็นภาชนะเพื่อป้องกันรังสีต่างๆ ด้วย เช่น รังสีเอ็กซ์ รังสีเบتا รังสีแกรมมา เป็นต้น กิตติพันธุ์ บางปี้ชัน (2551)
- 11) ใช้ผลิตสารฆ่าแมลง และยาปราบศัตรูพืช
- 12) ใช้ในการผลิตปุ๋ยเคมี
- 13) ใช้ในอุตสาหกรรมอุ่ต่อเรือนไม้ขนาดเล็ก เช่น ใช้เสน (ตะกั่วออกไซด์) ในการตอกหมันเรือ และการใช้สีทากันเพรียง กันสนิมในเรือประมง (สุวพิทย์ แก้วสนิท, 2551 และประไพพรี ธรรมทัช, 2546)

2.2.3 การแพร่กระจายของตะกั่วสู่ดินตะกอนพื้นท้องน้ำ

การแพร่กระจายของตะกั่วสู่น้ำและดินตะกอนมีลักษณะเช่นเดียวกับโลหะอื่นๆ โดยตะกั่วจะแพร่กระจายจากธนนิสัณฐานของดินส่วนใหญ่มีต้นกำเนิดจากหินอัคนี หินแกรนิต หินปูน

และหินทราย เมื่อเกิดการพังทลายของหินตันกำเนิดหรือวัตถุตันกำเนิดดิน นอกจานีจะก่อให้เกิดการไหลรินน้ำมันเชื้อเพลิง จนออกมายังรูปเกลืออนินทรีย์ กระจายอยู่ในบรรยากาศ เมื่อผ่านตกจะถูกชะล้างสู่พื้นดินและแหล่งน้ำ โดยจะก่อให้เกิดการรวมตัวกับตะกอนได้ ในแหล่งน้ำที่จะมีตะกั่วผสมอยู่ในดิน ตะกอนเสมอ (กุลธิดา ถาวรกิจการ และกอบชัย ศิริวัฒน์, 2556)

2.2.4 ผลกระทบจากตะกั่ว

โดยจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต เช่น สัตว์ พืช สัตว์ มนุษย์ และสัตว์ผลกระทบต่อสุขภาพ เช่น ตะกั่วสามารถเข้าสู่ร่างกายได้หลายทาง ทั้งการหายใจ ทางเดินอาหาร และทางผิวหนัง ขึ้นอยู่กับลักษณะและรูปแบบของตะกั่วที่ได้รับ ดวงใจ อินแก้ว และสุขณา ถินกาเบง (2548) ให้ความเห็นถึงผลกระทบของตะกั่วไว้วัดังนี้

- 1) มีผลต่อการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ทำงานผิดปกติ
- 2) มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ผลผลิตตกต่ำ ลำต้นของพืชไม่แข็งแรง
- 3) มีผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์ ลดลงเมื่อตะกั่วเข้าไปสะสมในร่างกายของสัตว์ทำให้ระบบต่างๆ ในร่างกายเสื่อมลง
 - 4) ทำให้เป็นโรคโลหิตจาง ตะกั่วจะมีการเข้าไปขัดขวางฮีโมโกลบิน
 - 5) ส่งผลกระทบต่อทางเดินอาหารโดยจะมีอาการเบื่ออาหาร คลื่นไส้อาเจียนท้องผูก ท้องเสียอย่างรุนแรง
- 6) ผลต่อระบบประสาท และกล้ามเนื้อทำให้เกิดอาการ ประสาทหลอน กระวนกระวาย อารมณ์แปรปรวน ชา กล้ามเนื้ออ่อนแรง ตามัว และอาจรุนแรงถึงตาบอดได้ นอกจากนี้ ยังทำให้ต้ออักเสบ รวมทั้งมีผลต่อระบบสีบพันธุ์
- 7) มีผลต่อหัวใจทำให้กล้ามเนื้อหัวใจอักเสบ
- 8) ส่งผลกระทบโดยตรงต่อรากไม้โดยจะออกฤทธิ์ขัดขวางการสร้างรากตุ่เหล็กทำให้ร่างกายดูดซึมธาตุเหล็กและการสร้างโปรตีนผิดปกติ จะมีอาการซีด เลือดจางและอ่อนเพลีย

2.3 ความสำคัญของดินตะกอนต่อสิ่งแวดล้อมและค่ามาตรฐานของดินตะกอน

2.3.1 ความสำคัญของดินตะกอนต่อสิ่งแวดล้อม

ดินตะกอน (sediments) หมายถึง อนุภาคที่เป็นสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ซึ่งเกิดจากการพังทลายของดิน (soil erosion) หรือการที่หินหรือพื้นดินบริเวณใกล้แหล่งน้ำถูกกัดเซาะ

รวมถึงโครงสร้างที่เป็นของแข็งของสิ่งมีชีวิตที่ถูกพัดพาหรือ เกิดขึ้นในแหล่งน้ำแล้วสิ่งเหล่านี้ได้มีการตกตะกอนถับถมลงบนพื้นท้องน้ำ เช่น บริเวณพื้นทะเล พื้นทะเลสาบ และพื้นของแม่น้ำ เป็นต้น (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2548)

โลหะหนักที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ จะต้องอยู่ในรูปแบบ “bioavailable” คือ ไม่ได้อยู่ภายในโครงสร้างของอนุภาคตะกอนแต่จะสะสมอยู่กับตะกอนโดยกระบวนการแลกเปลี่ยนแคทไออ่อน หรือถูกดูดซับ หรือตกตะกอนร่วมโลหะเหล่านี้ถูกปลดปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมเมื่อสภาวะฟิสิโอะเคมีกลับไปเปลี่ยนแปลง ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงพิอีซ การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน หรือการเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำ โลหะหนักสามารถสะสมตัวในดินตะกอน และมีความเข้มข้นสูงกว่าในน้ำมาก โดยโลหะหนักที่สะสมในดินตะกอนส่วนหนึ่งเป็นโลหะหนักที่เกิดขึ้นจากการสะสมตัวตามธรรมชาติ ซึ่งเกิด จากการชะล้างเรื่อธาตุที่อยู่บนผิวดินลงสู่แหล่งน้ำ หรือเป็นโลหะหนักที่เป็นส่วนประกอบของผิวโลกอยู่ บริเวณนั้นตามสภาพทางธรณีวิทยา และองค์ประกอบในดินตะกอนยังมีความสำคัญในการสะสมตัว ของโลหะหนักในดินตะกอน ได้แก่ ปริมาณและอนุภาคของสารอินทรีย์ ปริมาณคาร์บอนเตและ ออกไซเด็กซ์ของแมกนีสและเหล็ก เป็นต้น นอกจากนี้การใช้ประโยชน์โดยตรงและการปล่อยโลหะหนัก ลงสู่แหล่งน้ำเนื่องจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ โดยสิ่งเหล่านี้มีผลทำให้ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนเปลี่ยนแปลงไป

การสะสมตัวของโลหะหนักในดินตะกอนพื้นท้องน้ำจะเกิดร่วมกับอนุภาคของตะกอน สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และสิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยกระบวนการการดูดซึม (adsorption) และการราย (desorption) เมื่ออนุภาคของโลหะหนักในแหล่งน้ำจับตัวกับอนุภาคของสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ หรือสารเคมีต่างๆ และด้วยความหนาแน่นที่สูงของโลหะหนักทำให้ตกตะกอนสู่พื้นท้องน้ำ โดยโลหะหนักที่สะสมอยู่ในดินตะกอนสามารถถ่ายทอดไปในแหล่งน้ำได้อีกในดินที่มีสภาพความเป็นกรดสูง ดังนั้นตะกอนมีบทบาทสำคัญในการกักเก็บโลหะหนักในแหล่งน้ำและเป็นแหล่งกำเนิดได้ด้วย เช่นกัน (Salomon et al., 1987 ข้างอิงใน นันทวรรณ อุ่นจางวงศ์, 2557)

โดยทั่วไปตะกอนในแหล่งน้ำไม่ได้นอนกันอยู่บริเวณท้องน้ำตลอดเวลา บางครั้งตะกอนอาจจะถูกกวนให้แขวนลอยอยู่ในมวลน้ำ เช่น จากพายุ กระแสน้ำ หรือจากการกวนของใบพัดของเรือ ทำให้โลหะหนักในน้ำระหว่างตะกอนและโลหะหนักที่สะสมอยู่บนผิวดินมีโอกาสละลายกลับสู่มวลน้ำได้มากขึ้น ทำให้สิ่งมีชีวิตในน้ำรับสัมผัสกับโลหะหนักมากขึ้น เนื่องจากตะกอนมีบทบาทสำคัญในการกักเก็บและเคลื่อนย้ายมลสาร ตะกอนจึงถูกใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ต่อแหล่งน้ำ โดยใช้ปั๊ช แหล่งกำเนิด เส้นทางการเคลื่อนย้าย และแหล่งที่มีสารไปสะสมในแหล่งน้ำ ซึ่งพบว่าข้อมูล สถานการณ์การปนเปื้อนที่ได้มีความน่าเชื่อถือสูง (Birch et

al., 2001 อ้างอิงใน ปิยารณ นาคินชาติ, 2549) และนอกจากนี้ตะกอนยังสามารถที่จะนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้นของแหล่งน้ำในเชิงเศรษฐศาสตร์ได้อีกด้วย

2.3.2 มาตรฐานโลหะหนักบางชนิดในดินตะกอน

คุณภาพดินตะกอนมีความสำคัญต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำ เนื่องจากตะกอนสามารถเป็นแหล่ง สะสมสารอันตรายที่ปลดปล่อยจากแหล่งอุตสาหกรรม แหล่งชุมชน และที่ชุมชนจากธรรมชาติ นอกจากนี้ดินตะกอนยังเป็นแหล่งมลพิษที่สามารถปลดปล่อยสารอันตรายที่จับตัวกับดินตะกอนออกสู่แหล่งน้ำ ส่งผลให้พบว่าสารอันตรายในดินตะกอนก่อให้เกิดผลกระทบต่อสัตว์น้ำดิน มีผลกระทบต่อสัตว์น้ำผู้ล่าและมุขย์ที่บริโภคจากการถ่ายทอดสารอันตรายผ่านห่วงโซ่ออาหารได้ ซึ่งความสำคัญของคุณภาพดินตะกอนนี้ทำให้มีการประเมินคุณภาพดินตะกอนขึ้นมาเพื่อบ่งชี้ความเสี่ยงที่อาจส่งผล อันตรายต่อสัตว์น้ำดิน โดยค่ามาตรฐานดินตะกอนสำหรับการประเมินผลกระทบที่พบว่ามีต่อสัตว์น้ำดินในแหล่งน้ำ สำหรับประเทศไทยใช้เกณฑ์คุณภาพดินตะกอนของรัฐฟลอริดา สำหรับการประเมินคุณภาพดินตะกอนในแหล่งน้ำผิวดิน เนื่องจากประเทศไทยยังขาดฐานข้อมูลที่จับคู่ระหว่างสารอันตรายในดินตะกอนและผลกระทบที่พบต่อสัตว์น้ำดิน (กรมควบคุมมลพิษ, 2556)

ตารางที่ 2.3-1 ค่ามาตรฐานคุณภาพดินตะกอนในแต่ละประเทศ

Metals (mg/kg dry wt.)	USA		Australia New Zealand		Hong Kong		Thailand	
	ERL	ERM	ISQV- Low	ISQV- High	ISQV- Low	ISQV- High	ERL	ERM
Cd	1.2	9.6	1.5	10	1.5	9.6	1.2	9.6
Cr	81	370	80	370	80	370	81	370
Cu	34	270	65	270	65	270	34	270
Pb	46.7	218	50	220	75	218	46.7	218
Zn	150	410	200	410	200	410	150	410

หมายเหตุ

ERL = Effect Range Low ERM = Effect Range Median ISQV= Interim Sediment Quality Values

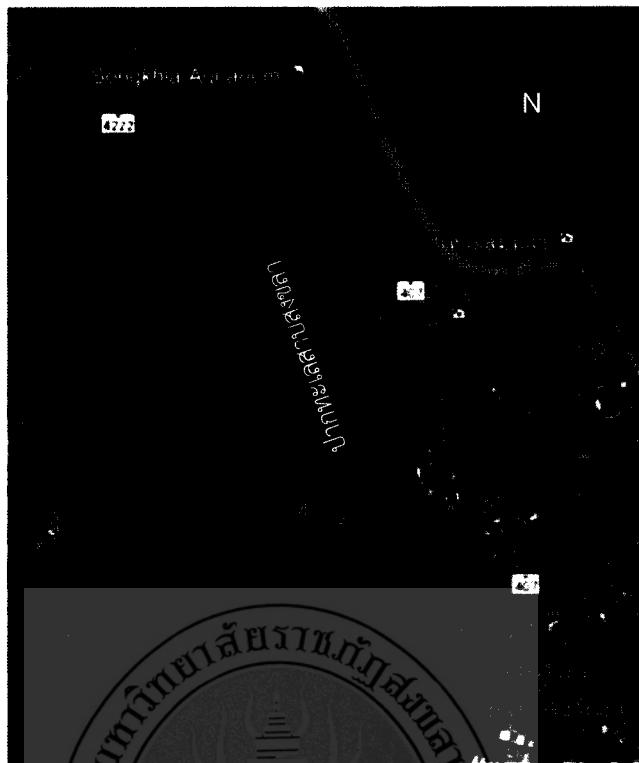
ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2549)

2.4 ข้อมูลของทะเลสาบสงขลาตอนล่างและปากทะเลสาบสงขลา

ทะเลสาบสงขลาเป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญด้านการประมง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มีทรัพยากรธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ แบ่งเป็น 4 ตอน คือ ทะเลน้อย ทะเลหลวง (ทะเลสาบทอนบน) ทะเลสาบ (ทะเลสาบทอนกลาง) ทะเลสาบสงขลา (ทะเลสาบทอนล่าง) เป็นแหล่งรองรับน้ำจากคลองและแหล่งน้ำจืดต่างๆ จากพื้นที่ อำเภอ遮 อภิเษก อำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดพัทลุงทั้งหมด รวมถึงจังหวัดสงขลา (อำเภอเมือง อำเภอหาดใหญ่ อำเภอสะเดา อำเภอรัตนภูมิ อำเภอระโนด อำเภอสิงหนคร อำเภอควนเนียง อำเภอกระแสสินธุ์ อำเภอนาหมื่น อำเภอบางกล้า อำเภอคลองหอยโ่ง) มีลักษณะเป็นที่ราบต่ำ ลาดเอียงจากทางตะวันตกบริเวณทะเลสาบสงขลา ตอนล่างมีทางออกสู่ทะเลอ่าวไทยมีลักษณะที่เรียกว่า ลากูน ซึ่งทะเลสาบสงขลาตอนล่างจัดว่าเป็นแหล่งรองรับน้ำเสียและมลสารต่างๆ จากทะเลสาบทอนบนและจังหวัดสงขลาเกือบทั้งหมด นอกจากนี้ยังรับมลสารที่เป็นมลพิษที่ไม่ทราบชุดกำเนิดที่แน่นอน (non-point source) จากพื้นที่ จังหวัดสงขลาเกือบทั้งหมด ซึ่งจะประกอบไปด้วยสารอินทรีย์และสารมลพิษประเภทโลหะหนัก รวมถึงตะกั่วจากกิจกรรมในพื้นที่

2.4.1 ที่ตั้งของทะเลสาบสงขลาตอนล่างและปากทะเลสาบสงขลา

ทะเลสาบสงขลาตอนล่างเป็นส่วนของทะเลสาบทอนนอกสุดที่เชื่อมต่อกับอ่าวไทยมีพื้นที่ประมาณ 182 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่บริเวณตั้งแต่บ้านปากรอ ตำบลปากรอ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ไปจนถึงจุดที่เชื่อมต่อกับอ่าวไทยที่ปากร่องน้ำทะเลสาบสงขลา ความลึกประมาณ 1.5 เมตร ยกเว้นช่องแคบที่ ติดต่อกับทะเลอ่าวไทย ซึ่งเป็นช่องเดินเรือมีความลึกประมาณ 12-14 เมตร มีเกาะที่สำคัญ คือ เกาะยอด ทะเลสาบส่วนนี้เป็นบริเวณที่มีน้ำเค็ม แต่บางส่วนในช่วง ฤดูฝนจะเป็นน้ำกร่อยและได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้น น้ำลงบริเวณทางตอนใต้มีพื้นที่ป่าชายเลนปักคลุ่ม โดยทั่วไปแต่ปัจจุบันถูกเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่อยู่อาศัยและพื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้งนักหองเที่ยวสามารถหาเรือท่องเที่ยวในทะเลสาบได้ บริเวณท่าเรืออยู่หลังที่ทำการ ไปรษณีย์โทรเลข หรือบริเวณตลาดสดจะมีเรือหางยาวรับส่งตลอดวัน ซึ่งปากทะเลสาบสงขลาอยู่บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง มีอาณาเขตตั้งแต่ช่องแคบปากรอไปจนถึงปากทะเลสาบก่อนไหลออกสู่อ่าวไทย บริเวณตำบลหัวเขาแดง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ในบริเวณนี้พบว่ามีลักษณะเป็นน้ำเค็มและน้ำกร่อยน้ำขึ้นน้ำลงไม่รุนแรงเนื่องจากอิทธิพลของอ่าวไทย (เริงชัย ตันสกุล, 2536) มีระดับความลึก 12-14 เมตร และลักษณะของตะกอนตั้งแต่บริเวณเกาะยอดจนถึงปากรอ มีลักษณะเป็นตะกอนโคลนเหลว (ไฟโรจน์ สิริมนตรารณ์, 2533) (ภาพที่ 2.4-1)



ภาพที่ 2.4-1 แผนที่บริเวณปากทะเลสาบสงขลา ที่ระดับความสูง 1 กิโลเมตร
ที่มา : google earth เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 มกราคม 2562

2.4.2 สภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศบริเวณทะเลสาบสงขลาภายนอกได้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ จึงสามารถแบ่งฤดูกาลออกได้เป็น 2 ฤดู คือ ฤดูร้อน และฤดูฝน โดยฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึง กรกฎาคม สำนักงานกรภ. สำรวจและเฝ้าระวังสภาพอากาศ สถานศูนย์เทคโนโลยีทางการเกษตรฯ รายงานว่า ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง พฤษภาคม โดยฝนจะตกหนักมากที่สุดในเดือนพฤษภาคม (สถาบันสารสนเทศทรัพยากร้ำแลกการเกษตร, 2555)

2.4.3 ลำน้ำสำคัญที่ไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

จากข้อมูลของ (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16, 2543) ระบุว่าบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างรองรับน้ำจากคลองที่สำคัญ 6 สาย คือ

- คลองชูตະเกา ต้นกำเนิดจากเทือกเขาสันกะลาคีรี ในตำบลสำนักแต้ว อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา ไหลผ่านอำเภอสะเดา อำเภอหาดใหญ่ ไปลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ยาวประมาณ 90 กิโลเมตร

- 2) คลองวاد ต้นกำเนิดจากเทือกเขาบรรทัด ในอำเภอหาดใหญ่ แหล่งสู่ทางตะวันออกเฉียงเหนือไปสู่คลองอุ่ตະເກາ ยาวประมาณ 37 กิโลเมตร
- 3) คลองรัตภูมิ ต้นน้ำเกิดจากเขาบรรทัด ลำน้ำเข้านครศรีธรรมราชตอนต้นไหลลงสู่ทางทิศเหนือ แล้วลงมาทางตะวันออกเฉียงเหนือผ่านอำเภอรัตภูมิ และลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง
- 4) คลองต่า ต้นกำเนิดเขาบรรทัด (เข้าพระ) ไหลลงสู่คลองอุ่ตະເກາ
- 5) คลองพวง ไหลผ่านชุมชนตำบลบ้านน้ำ้อย ตำบลควนหิน ไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง
- 6) คลองสำโรง ไหลผ่านทางตอนใต้ของอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง บริเวณบ้านท่าสะอ้าน อำเภอเมือง ผ่านเขตชุมชนย่อยๆ หลายชุมชนและยังเป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมหลายประเภท

2.4.4 แหล่งที่มาของตะกั่วบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างและปากทะเลสาบสงขลา

โลหะตะกั่วที่สะสมในดินตะกอนส่วนหนึ่งเป็นโลหะหนักที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ โดยการชะล้างแร่ธาตุที่อยู่บนผิวดินลงสู่แหล่งน้ำ หรือเป็นโลหะหนักที่เป็นส่วนประกอบของผิวโลกอยู่บริเวณนั้นตามสภาพทางธรณีวิทยา นอกจากนี้มีการสะสมของตะกั่วจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ ส่วนใหญ่ส่งผ่านทางน้ำเสียหรือน้ำผิวดิน โดยสิ่งเหล่านี้มีผลทำให้ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนเปลี่ยนแปลงไปโดยธรรมชาติ ซึ่งตะกั่วมีการกระจายตัวอยู่ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม (พฤหัส จันทร์นวลด, 2550) แหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญในพื้นที่ทะเลสาบสงขลาตอนล่างซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำทะเลสาบสงขลาตอนล่าง คือ น้ำเสียจากอุตสาหกรรมการทำประมงและอุตสาหกรรมน้ำเสียจากการเกษตร และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

- 1) น้ำเสียจากอุตสาหกรรมการทำประมงและอุตสาหกรรมน้ำเสียที่สำคัญคือ

น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นสาเหตุสำคัญอีกประการหนึ่งที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ จากข้อมูลและปริมาณน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ในเขตจังหวัดสงขลา พบร่วมกับจุบันทะเลสาบสงขลาและคลองสาขา รวมถึงทะเลอ่าวไทยในเขตอำเภอเมือง อำเภอสิงหนคร อำเภอสหทิพระ และอำเภอระโนด ต้องรองรับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมสูงถึงวันละประมาณ 70,920 ลูกบาศก์เมตร จากโรงงานอุตสาหกรรมทั้งสิ้น 60 โรงงาน โดยโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งถือว่าเป็นแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญคือ โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ และโรงงานผลิตยาพารา คลองที่ได้รับการระบายน้ำจากโรงงานอุตสาหกรรมที่สำคัญคือ คลองสำโรง คลองพวง และคลองอุ่ตະເກາ (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16, 2543) ทั้งยังมีอุตสาหกรรมขนาดเล็ก

ที่ใช้เสน (ตะกั่วออกไซด์) ใน การตอกหมันเรือ ส่งผลให้คุณงานมีการเสียงต่อการได้รับพิษตะกั่ว จากการศึกษาอู่ซ่อมเรือในพื้นที่ภาคใต้ 63 แห่ง (สงขลา 6 แห่ง) พบว่า ทุกแห่งใช้สารตะกั่วแดง (Pb_3O_4) ในการซ่อมและต่อเรือ และร้อยละ 84 มีตะกั่วฟุ่งกระจาย (สุวพิทย์ แก้วสนิท, 2551) นอกจากนี้สีทา กันเพรียง กันสนิมทาเรือแล้วมีสารตะกั่วผสม จากกิจกรรมการประมงอาจทำให้มีการแพร่กระจาย และการสะสมของสารมลพิษเหล่านี้ในสิ่งมีชีวิตบริเวณท่าเรือส่าเบสงาดและปากทะเลสาบ สงขลา ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ (ประเทศไทย รถที่ 2546)

2) น้ำเสียจากชุมชน

ชุมชนซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ ในทะเลสาบสงขลา ตอนล่าง เป็นชุมชนขนาดใหญ่ซึ่งมีประชากรอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก มีการขยายตัวของเมืองอย่าง รวดเร็ว ได้แก่ ชุมชนเทศบาลนครหาดใหญ่และปริมณฑล และชุมชนเทศบาลครองขลาและบริเวณ ใกล้เคียง โดยน้ำเสียจากชุมชนจะถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติซึ่งเป็นคลองสาขากลางทะเลสาบ สงขลาตอนล่างก่อนที่จะไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนล่างต่อไป

3) น้ำเสียจากการเกษตรและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

เกษตรกรในพื้นที่บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ประกอบอาชีพเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เกือบทุกตำบล โดยเกษตรกรในตำบลเก้ายอมมีการเลี้ยงสัตว์น้ำมากที่สุด โดยยึดอาชีพนี้และใช้ เครื่องมือประมงที่สืบทอดกันมาอย่างนาน ไม่ว่าจะเป็นการตักไชนิ่ง การตักไชนอน การตักโพงพาง และการเลี้ยงปลากระเพราในกระชังถือว่าเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่สำคัญในจังหวัดสงขลา สำหรับการ เลี้ยงปลากระเพราซึ่งเป็นกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่นิยมทำกันมาก ปัญหาน้ำทึ้งจากการเลี้ยง ปลาระเพราส่งผลกระทบต่อเกษตรกรที่ต้องใช้น้ำ พื้นที่ในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างที่มีการ เพาะเลี้ยงปลาระเพรา ของเสียส่วนใหญ่จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะประกอบด้วย สารอินทรีย์ สาร แขวนลอย และของแข็งต่างๆ ตลอดจนสารตกค้าง (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16, 2543)

จากกิจกรรมบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างและปากทะเลสาบสงขลา สอดคล้อง กับรายงานของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ราชบุรี รายงานว่าในปี 2541- 2545 ดินตะกอน บริเวณปากคลองบางตะบูน และบ้านแหลม จ.เพชรบุรี ที่ระยะห่างฝั่ง 100 เมตร มีปริมาณโลหะหนัก บางชนิด เช่น ตะกั่ว ปรอท สารหన္น และแคนดเมียมสูงเกินค่ามาตรฐาน อันมีสาเหตุมาจากน้ำเสียจาก แหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม กิจกรรมโรงแร่และรีสอร์ท การทำแพท่องเที่ยว การเพาะเลี้ยงสุกร และสัตว์น้ำชายฝั่ง เช่น กุ้งกุลาดำ การทำประมง (แพปลา) การใช้สีทา กันเพรียง กันสนิม ดังนั้น การศึกษาปริมาณตะกั่วในดินตะกอน จึงควรติดตามตรวจสอบเป็นระยะๆ เพื่อป้องกันผลกระทบที่จะ เกิดกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ราชบุรี, 2547)

2.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยต่างๆ เกี่ยวกับปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอนในทะเลสาบสงขลา พบร่วมมือวิจัยเกี่ยวกับทะเลสาบสงขลาจำนวนมาก ในที่นี้จึงขอยกตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโลหะหนักและการสะสมของตะกั่วทั้งในทะเลสาบสงขลาและบริเวณแหล่งน้ำต่างๆ ซึ่งมีผู้ศึกษาไว้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยหาปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอนในบริเวณปากทะเลสาบสงขลา ดังแสดงในตารางที่ 2.5-1

ตารางที่ 2.5-1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอนในทะเลสาบสงขลา

ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	อ้างอิง
ศึกษาการปนเปื้อนของตะกั่วในน้ำและดินตะกอน คลองอู่ตะเภา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	โดยเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอนระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2535 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2536 และพบร่วมความเข้มข้นเฉลี่ยของตะกั่วในดินตะกอน มีค่า 6.2-21.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง พบว่าบริเวณบ้านแหลมโพธิ์มีค่าเกินความเข้มข้นของตะกั่วในดินปกติทั่วไป และความเข้มข้นเฉลี่ยของตะกั่วในน้ำและดินตะกอนในดูดันสูงกว่าในดูดันแล้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ	วินิตา อธิไกริน (2538)
ความเข้มข้นโลหะหนัก (Mn, Fe, Ni, Pb, Cr และ Cd) ในตะกอนท้องน้ำทะเลสาบสงขลาตอนนอกที่ตากตะกอนระหว่าง พ.ศ.2520-2538	งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเข้มข้นโลหะหนัก Mn, Fe, Ni, Pb, Cr และ Cd ในตะกอนท้องน้ำจาก 4 จุด ในทะเลสาบสงขลาตอนนอก จำนวน 20 ตัวอย่าง พบร่วมความเข้มข้นของตะกั่วในตะกอน ที่ความลึก 0-9 เซนติเมตร (ตะกอนในช่วงปี พ.ศ. 2520-2538) มีค่าอยู่ในช่วง 24.5-59.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีความเข้มข้นสูงในตะกอนทะเลสาบสงขลาตอนนอกมากกว่าในตะกอนทะเลสาบที่อยู่ห่างไกลอีกหนึ่งชี้ให้เห็นว่าปริมาณตะกั่วในพื้นที่ทะเลสาบสงขลา ที่อาจมีต้นกำเนิดบางส่วนจากกิจกรรมของมนุษย์	ไตรภพ ผ่องสุวรรณ และดรุณี ผ่องสุวรรณ (2545)

ตารางที่ 2.5-1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอนในทะเลสาบสงขลา (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	อ้างอิง
การหาปริมาณสารหนู และโลหะหนักในดินตะกอนจากทะเลสาบสงขลา	ได้ศึกษาการหาปริมาณสารหนูและโลหะหนัก ซึ่งได้แก่ ตะกั่ว ปรอท สังกะสี และแคนเดเมียม ในดินตะกอนจากทะเลสาบสงขลา โดยเก็บตัวอย่างดินตะกอนจากทะเลสาบสงขลา จุดที่มีน้ำเสียจากชุมชนและแหล่งอุตสาหกรรม 9 จุด ช่วงเดือน มกราคม พ.ศ. 2539 นำดินตะกอนมาวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก ด้วยเทคนิควิธีอ่องตอนมิกแอบ ชอร์ปชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ โดยใช้แบบพ่นสารโดยตรง (direct aspiration) สำหรับการวิเคราะห์ธาตุตะกั่ว สังกะสีและแคนเดเมียม แบบไอเย็น (cold vapor) สำหรับการวิเคราะห์ปรอท และแบบไฮไดร์เจนอเรชัน (hydridegeneration) สำหรับการวิเคราะห์สารหนู ผลการวิเคราะห์ดินตะกอนทะเลสาบสงขลาพบว่าตะกั่ว และสารหนูมีค่า 26.55-92.75 และ 0-2.50 ไมโครกรัมต่อกิรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ	ประดิษฐ์ มีสุข (2542)
การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว ทองแดง และแคนเดเมียม ในทะเลสาบสงขลา บริเวณอู่ต่อเรือ : กรณีศึกษาอู่ต่อเรือ หมู่ที่ 2 ต.หัวเข้า อ.สิงหนคร จังหวัดสงขลา	การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักพบว่าปริมาณโลหะหนักโดยเฉลี่ยของตะกั่วมีปริมาณการปนเปื้อนเท่ากับ 0.0342 ppm ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณการปนเปื้อนของตะกั่วมากที่สุดคือ 0.0365 ppm และมีปริมาณน้อยลงตามระยะทางที่ห่างออกไป ซึ่งสอดคล้องตามสมมุตฐานที่ตั้งไว้คือปริมาณโลหะหนักที่พบรจะลดน้อยลงตามระยะทางที่ห่างจากอู่ต่อเรือ	Jarvis นุยคำ และอภิชาติ ใหม่ช่วย (2548)

**ตารางที่ 2.5-1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอนใน
ทะเลสาบสงขลา (ต่อ)**

ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	อ้างอิง
การแพร่กระจายของ แคดเมียม โคโรเมียม ทองแดง ตะกั่ว และ สังกะสีในดินตะกอน ทะเลสาบสงขลา	ศึกษาการแพร่กระจายของตะกั่วในดินตะกอน ทะเลสาบสงขลา ผลการศึกษาพบว่าดินตะกอน ในทะเลสาบสงขลาส่วนใหญ่เป็นทรายเป็นปนดิน เนยิwa ความเข้มข้นของตะกั่วในดินตะกอน ทะเลสาบตอนใน ตอนกลาง และตอนนอก อยู่ ในช่วง 23.3 ± 6.4 , 23.3 ± 12.0 และ $<3.3 \pm 9.2$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (เฉลี่ย 3.5 ± 0.6 , 4.0 ± 2.2 และ 3.8 ± 1.3 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ) ผลการ วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (correlation analysis) พบว่าปัจจัยที่ควบคุมก่อเรสระสมของตะกั่วใน ดินตะกอนทะเลสาบสงขลาคือ ปริมาณอนุภาค ดินเนยิwa ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ และ อะลูมิเนียม (Al)	ปิยวรณ นาคินชาติ (2549)
การปนเปื้อนของสาร หนูและตะกั่วในดิน ตะกอน บริเวณคลองอู่ ตะเกา	ได้มีการศึกษาการปนเปื้อนของสารหนูและตะกั่ว ในดินตะกอน บริเวณคลองอู่ตะเกา ในช่วงถูก แล้งและถูกฝน จำนวนทั้งหมด 10 สถานี ตะกั่vmี การปนเปื้อนในถูกแล้ง ถูกฝน (ตกน้อย) และถูก ฝน (ตกมาก) อยู่ในช่วง $3.44-14.06$, $3.85-$ 20.49 และ $7.33-20.26$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง ตะกั่vmีการปนเปื้อนในดินตะกอน แต่ยังไม่มีจุดที่ควรเฝ้าระวัง เนื่องจากมีค่าการ ปนเปื้อนในดินตะกอนไม่เกินค่ามาตรฐาน	นันทวรรณ อุ่นจางวงศ์ (2557)

ซึ่งจะเห็นได้ว่าตั้งแต่อีติจนถึงปัจจุบันมีผู้สนใจการศึกษาเกี่ยวกับโลหะหนักในดินตะกอนจำนวนมาก โดยดินตะกอนมีความสำคัญต่อคุณภาพเหล่านี้ เนื่องจากดินตะกอนสามารถเป็นแหล่งสะสมและปลดปล่อยสารอันตรายที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์และจากแหล่งธรรมชาติออกสู่แหล่งน้ำ ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ และมนุษย์ที่ใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ



บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจและทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยการเก็บตัวอย่างดิน ตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา ในช่วงฤดูฝนด้วยกรอบ เพื่อศึกษาปริมาณตะกั่วที่สะสมในในดิน ตะกอน และศึกษาสมบัติทางประการของดินตะกอน มีรายละเอียดวิธีการวิจัยดังนี้

3.1 กรอบแนวคิดการศึกษา

สำหรับกรอบแนวความคิดการศึกษาปริมาณการสะสมตะกั่วในดินตะกอน บริเวณปากทะเลสาบสงขลา แสดงในภาพที่ 3.1-1



ภาพที่ 3.1-1 กรอบแนวคิดการศึกษาวิจัย

3.2 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจและทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยการเก็บตัวอย่างดิน ตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลาในช่วงฤดูฝน (15 ธันวาคม 2560) ด้วยแกรบ (grab sample) ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร กำหนดจุดเก็บตัวอย่างโดยใช้เทคนิคระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (geographic information system; GIS) แบ่งพื้นที่แบบกริดเพื่อให้เกิดการกระจายของตัวอย่างจำนวน 10 จุด และนำตัวอย่างที่ได้มาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี และปริมาณต่างๆ ในดิน ตะกอน

3.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

ดินตะกอน

3.2.2 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

- 1) พื้นที่เก็บตัวอย่างดินตะกอน

บริเวณปากทะเลสาบสงขลา ตั้งแต่ช่องแคบปากอ่อนถึงปากทะเลสาบสงขลา ก่อน เหลืออ่าวไทยบริเวณ ตำบลหัวเข้าแดง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

- 2) พื้นที่วิเคราะห์ตัวอย่างดินตะกอน

- การวิเคราะห์สมบัติทางประการดินตะกอน ได้แก่ pH, ขนาดอนุภาค, และ อินทรีย์วัตถุ ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
- การวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าในดินตะกอน ส่งวิเคราะห์ ณ ศูนย์ปฏิบัติการ วิเคราะห์กลางคณะทรัพยากรรรมชาติมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- การวิเคราะห์ปริมาณต่างๆ ในดินตะกอน ส่งวิเคราะห์ ณ อุตสาหกรรมพื้นฐานและ การเหมืองแร่เขต 1 สงขลา

3.3 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

3.3.1 วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

- 1) ขันน้ำ
- 2) กระดาษทิชชู
- 3) อุล米เนียมฟรอย
- 4) ถุงพลาสติก



- 5) กະ吝ะນັງ
- 6) ກຣໄກຣ
- 7) ຄຸນເມືອ
- 8) ລັ້ງໂພມບຣຈຸນໍາແເປິ່ງ

3.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

- 1) เครื่องมือเก็บตัวอย่างดิน (Grap Sample) ຮູ່ນ Ohion EPA,2001 ຍື້ຫ້ອ Birege Ekman
- 2) เครื่องมือวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ຮູ່ນ pH 30 ຍື້ຫ້ອ Clean pH
- 3) เครื่องชั่ง แบบทศนิยม 2 ຕຳແໜ່ງ ຮູ່ນ pL 3002 ຍື້ຫ້ອ METTLER TOLEDO
- 4) เครื่องชั่ง แบบทศนิยม 4 ຕຳແໜ່ງ ຮູ່ນ pL 3002 ຍື້ຫ້ອ METTLER TOLEDO
- 5) ຕູ້ອົບ (drying oven) ຮູ່ນ SFE ຍື້ຫ້ອ Memmert
- 6) เครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (global positioning system; GPS) ຮູ່ນ GPS 12 ຍື້ຫ້ອ Garmin rTrex
- 7) เครื่องแก้ว เช่น ປີເປີຕີ (pipette), ຊ້າຍຮະໜຍ (evaporating disk), ຂາດຽວ່າຂມູ່ (erlenmeyer flask), ກະບອກຕວາງ (cylinder), ບົວຮົດ (burette), ອລອດທດລອງ (tube), ປຶກເກອຮ (beaker)

3.3.3 สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

- 1) สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ขนาดอนุภาค
 - ໄໃໂດເຈນເປົວອົກໄຊເຊີ່ງ (H_2O_2)
 - ໂໂດັ່ຍມເຂັກຈາເມຕາຟຝອສັເກີ (Na $(PO_3)_6$)
- 2) สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ອິນທີຍິວຕຸ
 - ກຣດ໌ຊ້ລຸກົງ (H₂SO₄)
 - ກຣດຝຝອກົງ (H₃PO₄)
 - ໂໂດັ່ຍມຝຸລູອວິຣົດ (NaF)
 - ຂີລເວອ່ວໜ້າຟຝອ (Ag₂SO₄)
 - ໂພແທສເຊີຍມິໂດໂຄຣມີຕ (K₂Cr₂O₇)
 - ເຟອຮັສແອມໂມເນີຍໜ້າຟຝອ (FeSO₄.(NH₄)SO₄.6H₂O)
 - ໄດີຟິນິລາມາືນອິນດີເຄເຕອຣ (C₁₂H₁₁N)

3.4 การเก็บ และรักษาตัวอย่างดินตะกอน

การเก็บ และรักษาตัวอย่างดินตะกอนจะแบ่งเป็น 4 ส่วน คือ การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง การเก็บดินตะกอน การเก็บรักษาดินตะกอน และการเตรียมดินตะกอน มีรายละเอียดดังนี้

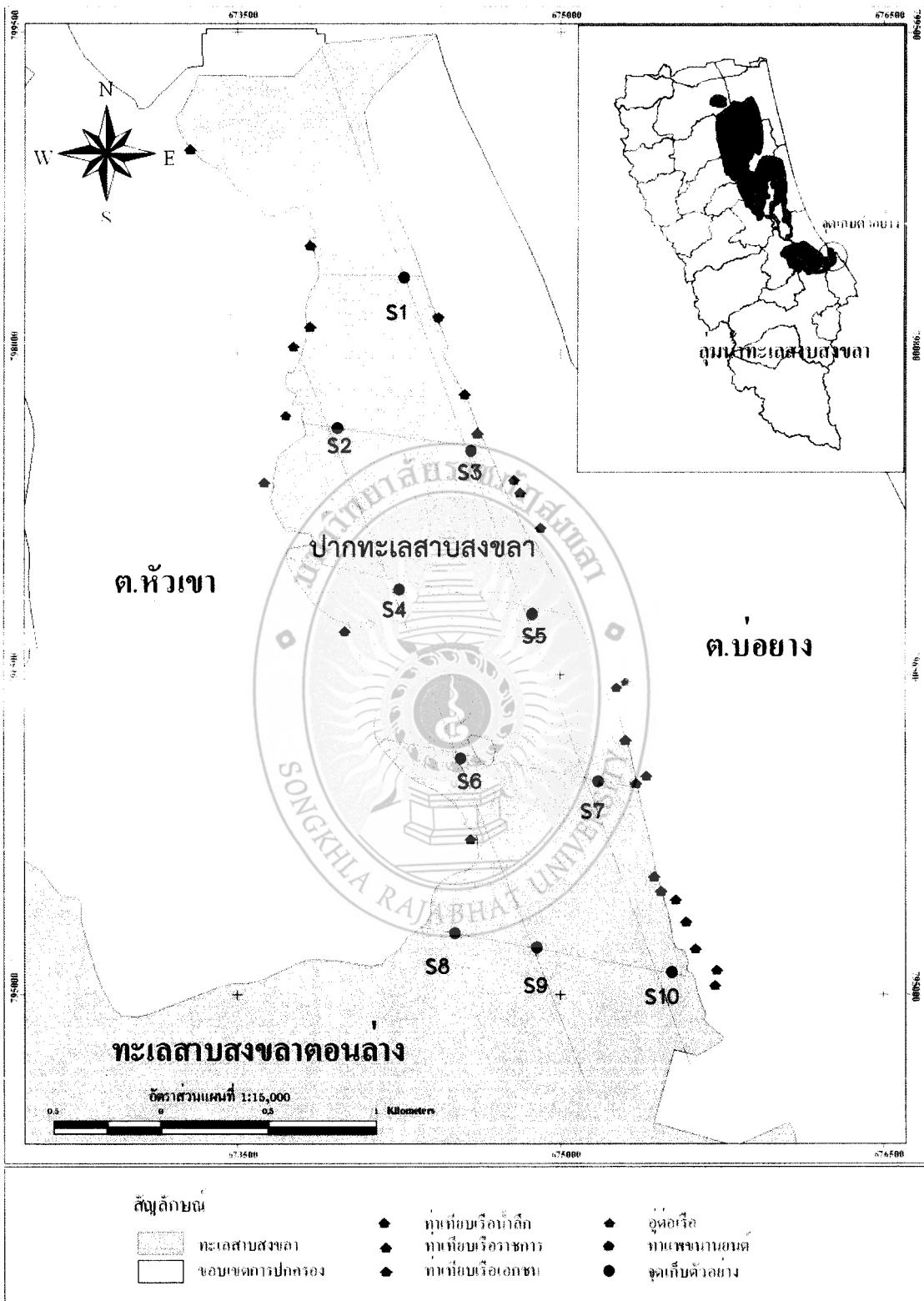
3.4.1 การกำหนดจุดเก็บดินตะกอน

การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างดินตะกอนบริเวณปากทバレาบสังขลา ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (geographic information system ; GIS) เพื่อให้เกิดการกระจายครอบคลุมพื้นที่ จึงใช้วิธีแบ่งพื้นที่แบบกริด (systematic grid sampling) โดยกำหนดระยะห่างของจุดเก็บตัวอย่างห่างจากฝั่ง 50-100 เมตร และแบ่งระยะห่างระหว่างกริด 800 เมตร รวมจำนวนจุดเก็บตัวอย่างดินตะกอน ทั้งหมด 10 จุด ดังแสดงในภาพที่ 3.4-1 (ตารางที่ 3.4-1)

ตารางที่ 3.4-1 พิกัดแสดงตำแหน่งของจุดเก็บดินตะกอน

จุดเก็บ ตัวอย่าง	พิกัดที่ตั้งแบบ UTM		ลักษณะบริเวณที่เก็บตัวอย่าง
	แกน X	แกน Y	
S1	673806	798726	ปากของแม่น้ำทバレาบสังขลา ใกล้แพขนานยนต์
S2	674016	797812	จุดจอดเรือประมงบริเวณหมู่บ้านฝั่งหัวเขาแดง
S3	674746	797347	จุดจอดเรือประมงขนาดใหญ่ใกล้จุดจอดเรือตำราเจ้า
S4	674187	796656	จุดจอดเรือประมงบริเวณหมู่บ้านฝั่งหัวเขาแดงใกล้หน่วยงานอนุรักษ์ธรรมชาติ
S5	675077	796761	จุดจอดเรือประมงขนาดใหญ่ใกล้ถนนแหล่งพระราม
S6	674652	795751	จุดจอดเรือประมง
S7	675363	796127	จุดจอดเรือประมงขนาดใหญ่ใกล้จุดขึ้นลงน้ำแข็ง
S8	674564	795498	ใกล้ศาลาท่าน้ำฝั่งหัวเขาแดง
S9	674800	795341	ที่ว่าweeneyเดียวกับจุด S8 และ S10
S10	675540	794954	ท่าเทียบเรือประมงสงขลา 2 ใกล้อู่ซ้อมเรือ

หมายเหตุ จุดเก็บตัวอย่างดินตะกอนทุกจุดอยู่ใน zone 47N



ภาพที่ 3.4-1 แผนที่แสดงตำแหน่งของจุดเก็บดินตະกอน

3.4.2 การเก็บตัวอย่างดินตะกอนด้วยแกรบ

การเก็บตัวอย่างดินตะกอนด้วยแกรบ (grab sample) ที่ระดับผิวน้ำของตะกอน (surface sediment) ลึก 0-20 เซนติเมตร (ภาพที่ 3.4-2) โดย 1 จุดเก็บจะทำการเก็บดินตะกอนด้วยแกรบจำนวน 3 ชั้้า แล้วนำมาผสมให้เข้ากันเก็บดินตะกอน โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนละประมาณ 1-2 กิโลกรัม



ภาพที่ 3.4-2 การเก็บตัวอย่างโดยใช้แกรบ

3.4.3 การเก็บรักษาดินตะกอน

นำดินตะกอนที่ผสมเข้ากันแล้วแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เก็บดินตะกอน 1-2 กิโลกรัม ใส่ถุงพลาสติก ส่วนที่ 2 เก็บดินตะกอน 1-2 กิโลกรัม เก็บใส่ถุงซิปนำไปแข่น้ำแข็งควบคุมอุณหภูมิที่ให้ต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

3.4.4 การเตรียมดินตะกอน

นำตัวอย่างดินตะกอนที่เก็บได้จากข้อ 3.4.3 มาเตรียมสำหรับวิเคราะห์สมบัติบางประการของดินตะกอนและวิเคราะห์ตะกั่ว ดังนี้

- 1) เตรียมดินตะกอนสำหรับวิเคราะห์สมบัติบางประการ โดยนำดินตะกอนส่วนที่ 1 (ซึ่งไม่ได้แข่นเย็น) มาใส่ในถาดที่รองด้วยพลาสติกแล้วนำไปปั่นในที่ร่มจนแห้ง นำดินตะกอนที่แห้งแล้วไปบดให้แตกด้วยโกร่ง (mortar) และนำไปร่อนผ่านตะกรงขนาด 2 มิลลิเมตร เพื่อแยก粒径 เช่น รายละเอียด และหิน เก็บดินตะกอนที่ได้ในถุงซิป เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ขนาดอนุภาค และค่า

pH ส่วนที่เหลือนำไปบดด้วยโกร่งและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร สำหรับวิเคราะห์หาอินทรีย์ตก แล้วค่าการนำไฟฟ้าต่อไป (ภาพที่ 3.4-3)

2) เตรียมดินตะกอนสำหรับวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว โดยนำดินตะกอนส่วนที่ 2 (ซึ่งแข็ง อุณหภูมิที่ให้ต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส) มาใส่ในถุงพลาสติกที่รองด้วยพลาสติก แล้วนำไปอบที่ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนแห้งนำไปปิดด้วยโกร่ง (mortar) และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 ไมโครเมตร หลังจากนั้นนำส่วนที่ผ่านตะแกรงไปปิดให้ลับเอียงหลังจากนั้นนำไปร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 0.5 ไมโครเมตร เก็บไว้ในถุงซิปเตรียมไว้วิเคราะห์ปริมาณตะกั่วต่อไป



(ก) การผังตระกอนให้เหมาะสม

(ข) การอุบัติณฑงกอนที่ 100 วงศ์ราษฎรเชียส

ภาพที่ 3.4-3 การเตรียมตัวอย่างดินตะกอนเพื่อนำไปวิเคราะห์

3.5. วิธีการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ตัวอย่างดินตะกอนจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ
สมบัติทางเคมี และปริมาณตะกั่ว

3.5.1 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินตะกอน

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของตะกอนจะทำการหาขนาดอนุภาคด้วยวิธี Gravity method (Annual book of ASTM Standard, 1982 อ้างถึงใน จำเป็น อ่อนทอง, 2545) สำหรับวิธีวิเคราะห์โดยละเอียดแสดงในภาคผนวก ค ภาพประกอบการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการในภาคผนวก ง

3.5.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของตะกอน

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของตะกอนจะนำการวิเคราะห์ในพารามิเตอร์ pH, อินทรีย์ตุ่น และการนำไฟฟ้า วิธีการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 3.5-1 สำหรับวิเคราะห์โดยละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ๑ ภาพประกอบการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการในภาคผนวก ๑

ตารางที่ 3.5-1 พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์สมบัติทางเคมี

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์	อ้างอิง
pH	pH Meter	จำเป็น อ่อนทอง (2545)
อินทรีย์วัตถุ	Walkey-Back Method	Loring, D.H. and Rantala, R.T.T. (1995) อ้างถึงใน หิรัญวดี สุวิบูรณ์ (2549)
การนำไฟฟ้า	Conductivity Meter	ส่งวิเคราะห์ ณ คณะทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

3.5.3 การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในดินตะกอน

การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนจะทำการย่ออยู่กรดในตริกเข้มข้น และวิเคราะห์ด้วยเครื่อง atomic absorption spectroscopy (AAS) ซึ่งในการวิจัยนี้ส่งวิเคราะห์ ณ อุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 1 สงขลา

3.5.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

- 1) การใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistic) ได้แก่ การหาค่าเฉลี่ย (mean), ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) และร้อยละ เพื่อนำเสนอผลการศึกษาปริมาณตะกั่ว และสมบัติของตะกอน (pH, ขนาดอนุภาค, อินทรีย์วัตถุ และการนำไฟฟ้า)
- 2) การใช้สถิติเชิงอ้างอิง (inferential statistics) แบบด้วยคำสั่ง one samples t-test เพื่อเปรียบเทียบปริมาณตะกั่วในดินตะกอน กับค่ามาตรฐานคุณภาพดินตะกอน
- 3) นำเสนอรูปแบบการกระจายของสมบัติของดินตะกอน และปริมาณตะกั่วที่สะสมในดินตะกอน บริเวณปากทะเลสาบสงขลา โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (geographic information system ; GIS)

บทที่ 4

ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาปริมาณตะกั่วในดินตะกอน บริเวณปากทバレาบสังขลา โดยเก็บตัวอย่างที่ระดับผิวน้ำของดินตะกอนด้วยกรอบ (grab sample) ในช่วงฤดูฝน (15 ธันวาคม.2560) จำนวน 10 จุด และทำการวิเคราะห์สมบัติของตะกอนทางกายภาพ (ขนาดอนุภาค สีของตะกอน ค่าการนำไฟฟ้า) สมบัติทางเคมี (ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณอินทรีย์ตถุ) และปริมาณตะกั่วที่มีอยู่ในดินตะกอน รวมถึงแสดงการแพร่กระจายด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) สำหรับผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของดินตะกอน

4.1.1 สภาพพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างและสีของดินตะกอน

จากการไปเก็บตัวอย่างดินตะกอนบริเวณปากทバレาบสังขลาแต่ละสภาพพื้นที่ใน การเก็บตัวอย่างจะมีสีของตะกอนที่แตกต่างกันออกไป โดยดินตะกอนส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นสีน้ำตาล อ่อนจนถึงสีน้ำตาลเข้ม ซึ่งว่ามีอินทรีย์ตถุสะสมในดินตะกอน และบริเวณจุด S1 ใกล้จุดปากร่องน้ำ ของทバレาบสังขลา กับอ่าวไทยตะกอนมีลักษณะเป็นทรายแสดงถึงอิทธิพลของทะเลที่ลุกล้ำเข้ามา ดังแสดงในตารางที่ 4.1-1

ตารางที่ 4.1-1 สภาพพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างและสีของดินตะกอน

จุดเก็บตัวอย่าง	สภาพพื้นที่จุดเก็บ	สีของดินตะกอน
S1	ปากร่องน้ำทバレาบสังขลา ใกล้แพขนานยนต์	ดินส่วนใหญ่เป็นดินทราย ไม่มีกลิ่น
S2	จุดจอดเรือประมงบริเวณหมู่บ้านฝั่งหัวเขาแดง	ดินส่วนใหญ่สีน้ำตาลอ่อน
S3	จุดจอดเรือประมงขนาดใหญ่ใกล้จุดจอดเรือตarmacน้ำ	ดินมีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นน้ำมัน
S4	จุดจอดเรือประมงบริเวณหมู่บ้านฝั่งหัวเขาแดงใกล้หน่วยงานอนุรักษ์ประมงฯ	ดินมีสีน้ำตาลเข้ม
S5	จุดจอดเรือประมงขนาดใหญ่ใกล้ถนนแหล่งพระราม	มีลักษณะสีดำ มีกลิ่นโคลน
S6	จุดจอดเรือประมง	ดินมีสีน้ำตาล

ตารางที่ 4.1-1 สภาพพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างและสีของดินตะกอน (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่าง	สภาพพื้นที่จุดเก็บ	สีของดินตะกอน
S7	จุดจอดเรือประมงขนาดใหญ่ใกล้จุดขึ้นลงน้ำแข็ง	มีลักษณะสีดำส่วนใหญ่ เป็นดินทราย มีกลิ่นน้ำมัน
S8	ใกล้ศาลาท่า�้าฝั่งหัวเขาแดง	ดินมีสีน้ำตาลเข้ม
S9	ที่ว่างแนวเดียวกับจุด S8 และ S10	ดินมีลักษณะสีเทา
S10	ท่าเทียบเรือประมงสองชั้น ใกล้ชูช้อมเรือ	ดินมีสีน้ำตาลเข้ม

4.1.2 ขนาดอนุภาคของดินตะกอน

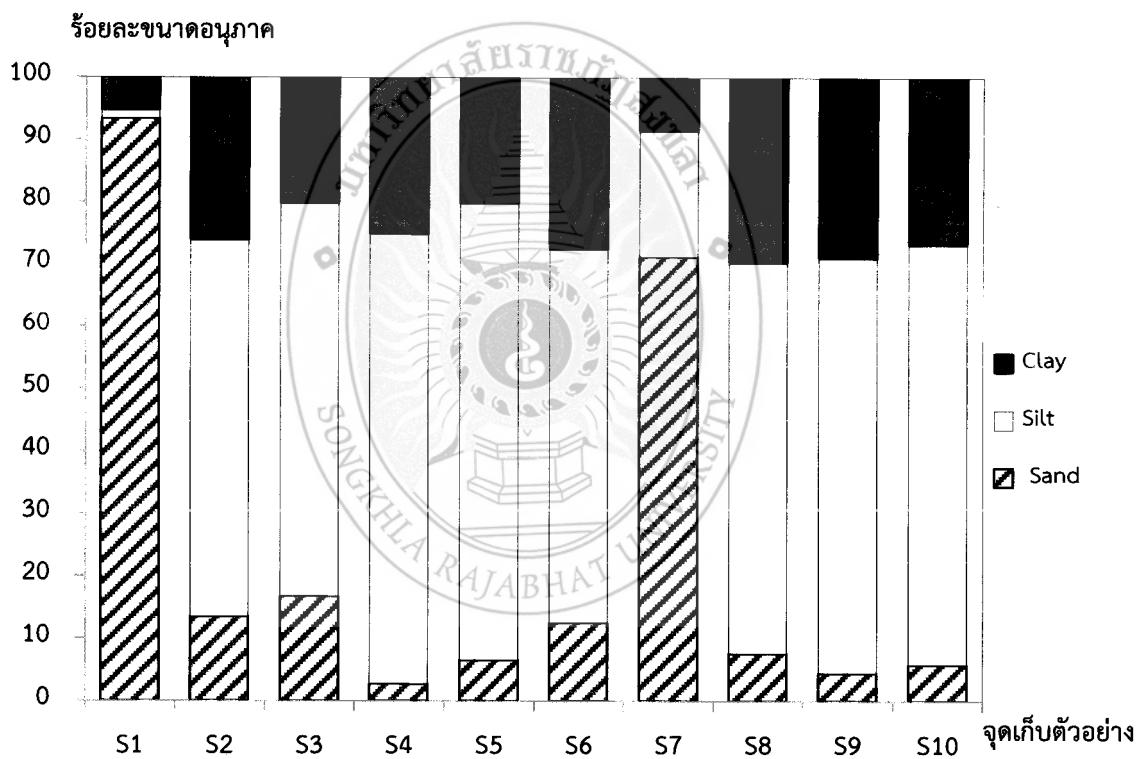
ผลการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา พบร่วมกับในภูมิภาคเป็นดินตะกอนเนื้อปานกลาง (ขนาดอนุภาค 2-63 ไมโครเมตร) ซึ่งมีโครงสร้างเป็นดินตะกอนทรายเป็น (silt) เกือบทุกจุดยกเว้นจุดที่ 1 และจุดที่ 7 ซึ่งมีลักษณะเป็นดินทราย โดยจุด S1 อาจจะได้รับอิทธิพลจากทะเลอ่าวไทย และจุด S7 อยู่ใกล้กับปากแม่น้ำ มีค่าเฉลี่ย(สูง-ต่ำ) ร้อยละ อนุภาคทราย ทรายเป็น และดินเหนียว เท่ากับ 23.45(93.33-2.72), 54.70(73.23-1.42) และ 21.85 (29.73-5.25) ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1-2 และภาพที่ 4.1-1) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ชาญฟ้า ยะสีอ่อน และคณะ (2556) ซึ่งรายงานว่าขนาดอนุภาคดินตะกอนบริเวณทะเลสาบสงขามีขนาดอนุภาคส่วนเป็นทรายเป็น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในช่วง 5 ปีที่ผ่านมาลักษณะของดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขามีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

ตารางที่ 4.1-2 ผลการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

จุดเก็บตัวอย่าง	ขนาดอนุภาค (ร้อยละ)			
	ทราย	ทรายเป็น	ดินเหนียว	ชนิดดิน
S1	93.33	1.42	5.25	ทราย
S2	13.50	60.37	26.13	ทรายเป็น
S3	16.78	63.05	20.17	ทรายเป็น
S4	2.72	72.14	25.13	ทรายเป็น
S5	6.53	73.23	20.23	ทรายเป็น
S6	12.51	59.95	27.53	ทรายเป็น
S7	71.19	20.26	8.55	ทราย

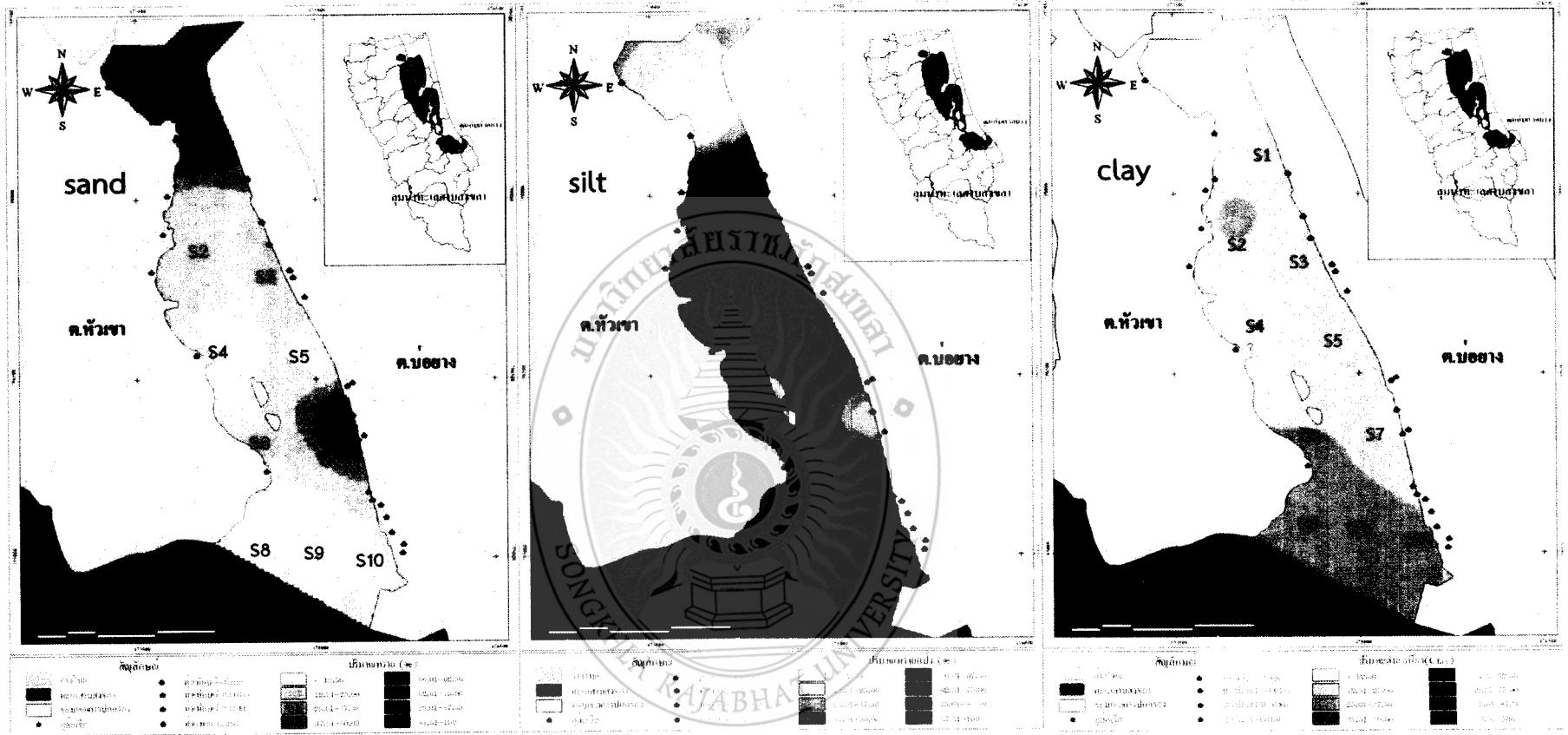
ตารางที่ 4.1-2 ผลการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคดินตะกอนบริเวณปากท่าเลสาบสงขลา (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่าง	ขนาดอนุภาค (ร้อยละ)			
	ทราย	ทรายแป้ง	ดินเหนียว	ชนิดดิน
S8	7.60	62.67	29.73	ทรายแป้ง
S9	4.46	66.56	28.98	ทรายแป้ง
S10	5.83	67.36	26.82	ทรายแป้ง
เฉลี่ย(สูง-ต่ำ)	23.45(93.33-2.72)	54.70(73.23-1.42)	21.85(29.73-5.25)	ทรายแป้ง



ภาพที่ 4.1-1 การเปรียบเทียบขนาดอนุภาคดินตะกอนบริเวณปากท่าเลสาบสงขลา

เมื่อนำผลการวิเคราะห์มาจัดทำเป็นแผนที่การกระจายของขนาดอนุภาคของดินตะกอนบริเวณปากท่าเลสาบสงขลา (ภาพที่ 4.1-2) พบร่วมบริเวณปากท่าเลสาบสงขลาซึ่งก่อนออกสู่อ่าวไทยอนุภาคมีลักษณะเป็นดินทราย (sand) ซึ่งจะได้รับอิทธิพลจากทะเล ส่วนบริเวณตอนกลางตรงซึ่งจุดจอดเรือประมงขนาดใหญ่ใกล้กันนั้นแหล่งพะราม ตะกอนจะมีลักษณะเป็นทรายแป้ง และบริเวณปากท่าเลสาบสงขลาตอนล่างตรงซึ่งท่าเทียบเรือประมงสงขลา 2 ใกล้อุปกรณ์เรือตะกอนมีลักษณะเป็นทรายแป้ง

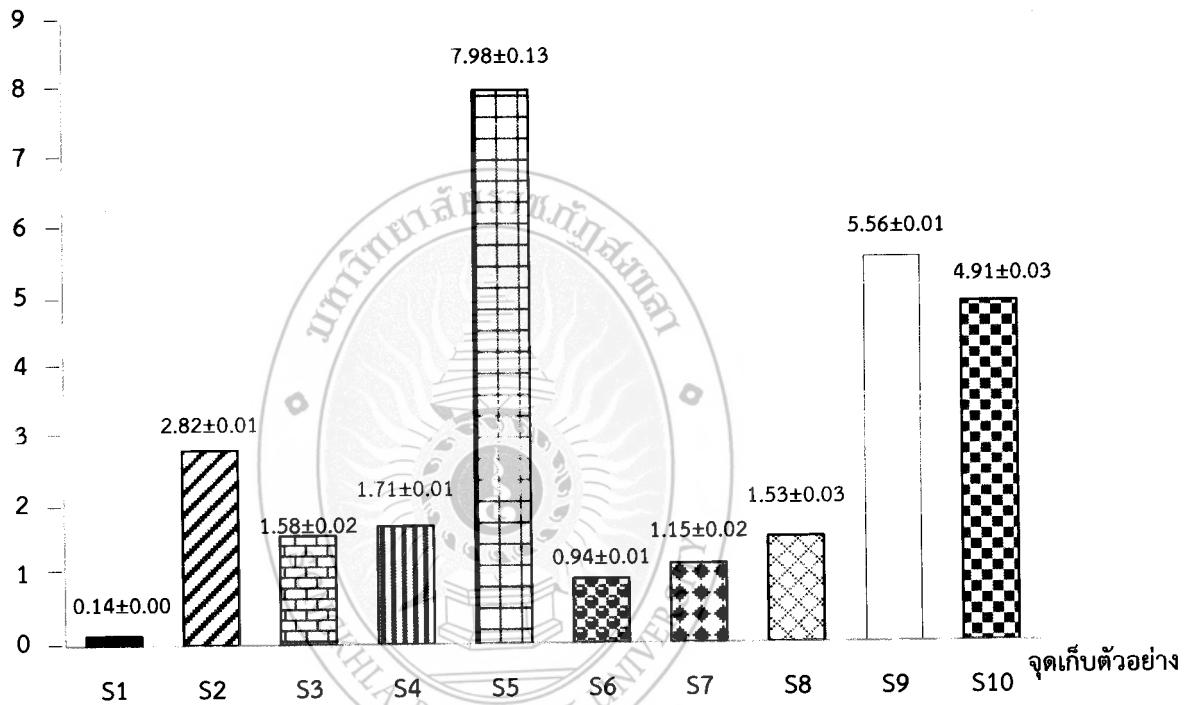


ภาพที่ 4.1-2 การกระจายตัวของขนาดอนุภาคของดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

4.1.2 ค่าการนำไฟฟ้า

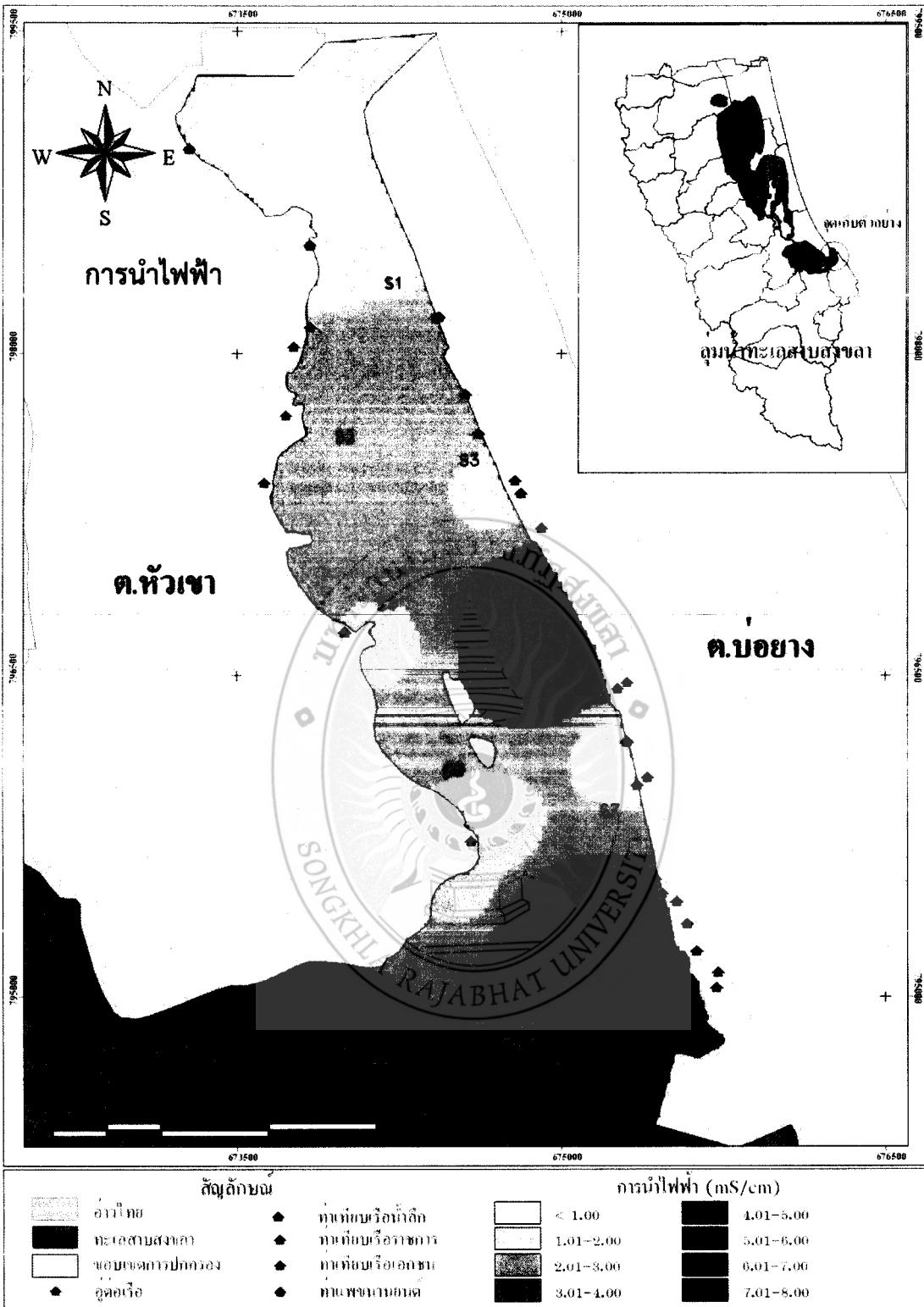
ผลการวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) ในดินตะกอน พบว่ามีค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 2.83 ± 2.51 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ซึ่งมีค่าสูงสุดที่จุด S5 เท่ากับ 7.98 ± 0.13 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และต่ำสุดที่จุด S1 เท่ากับ 0.14 ± 0.00 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (ภาพที่ 4.1-3)

ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu\text{S}/\text{cm}$)



ภาพที่ 4.1-3 ค่าการนำไฟฟ้าในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

เมื่อนำผลการวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้ามาจัดทำเป็นแผนที่การกระจายของค่าการนำไฟฟ้าในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา (ภาพที่ 4.2-6) พบว่าค่าการนำไฟฟ้าจะสูง บริเวณตอนกลางของปากทะเลสาบสงขลา บริเวณจุด S5 (บริเวณจุดจอดเรือประมงขนาดใหญ่ใกล้ถนนแหล่งพระราม) S9 และ S10 (บริเวณท่าเทียบเรือประมงสงขลา 2)

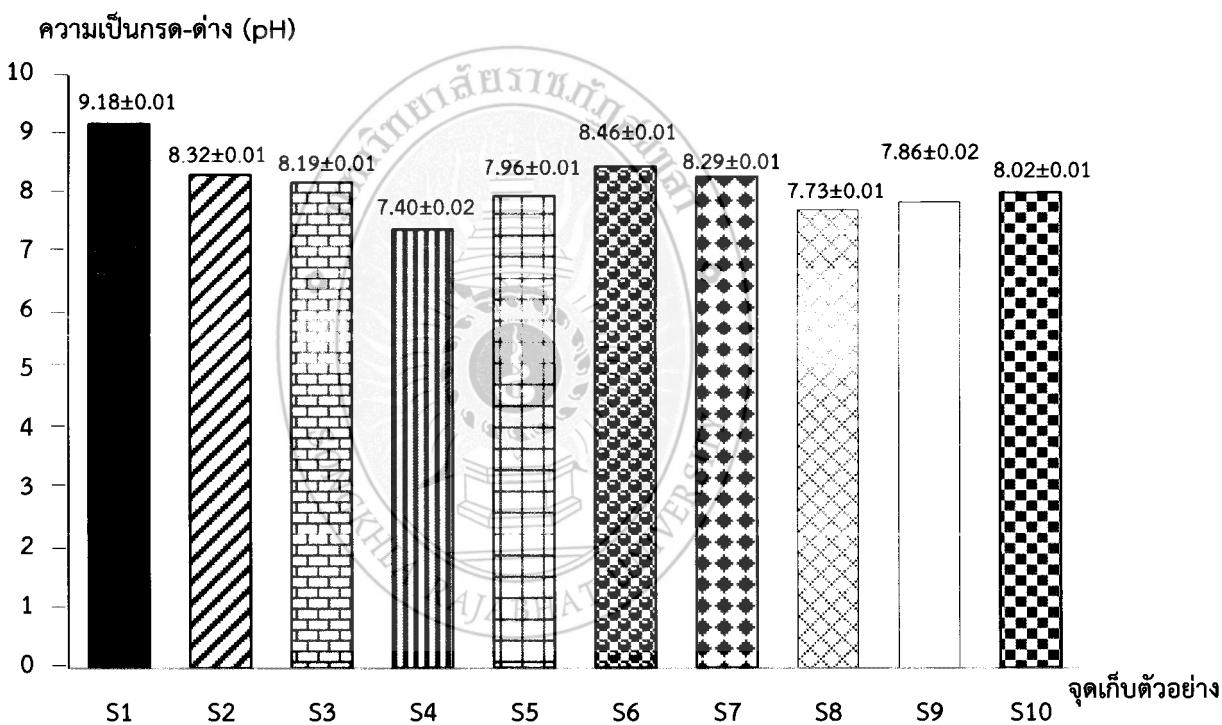


ภาพที่ 4.1-4 การกระจายของค่าการนำไฟฟ้าในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

4.2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินตะกอน

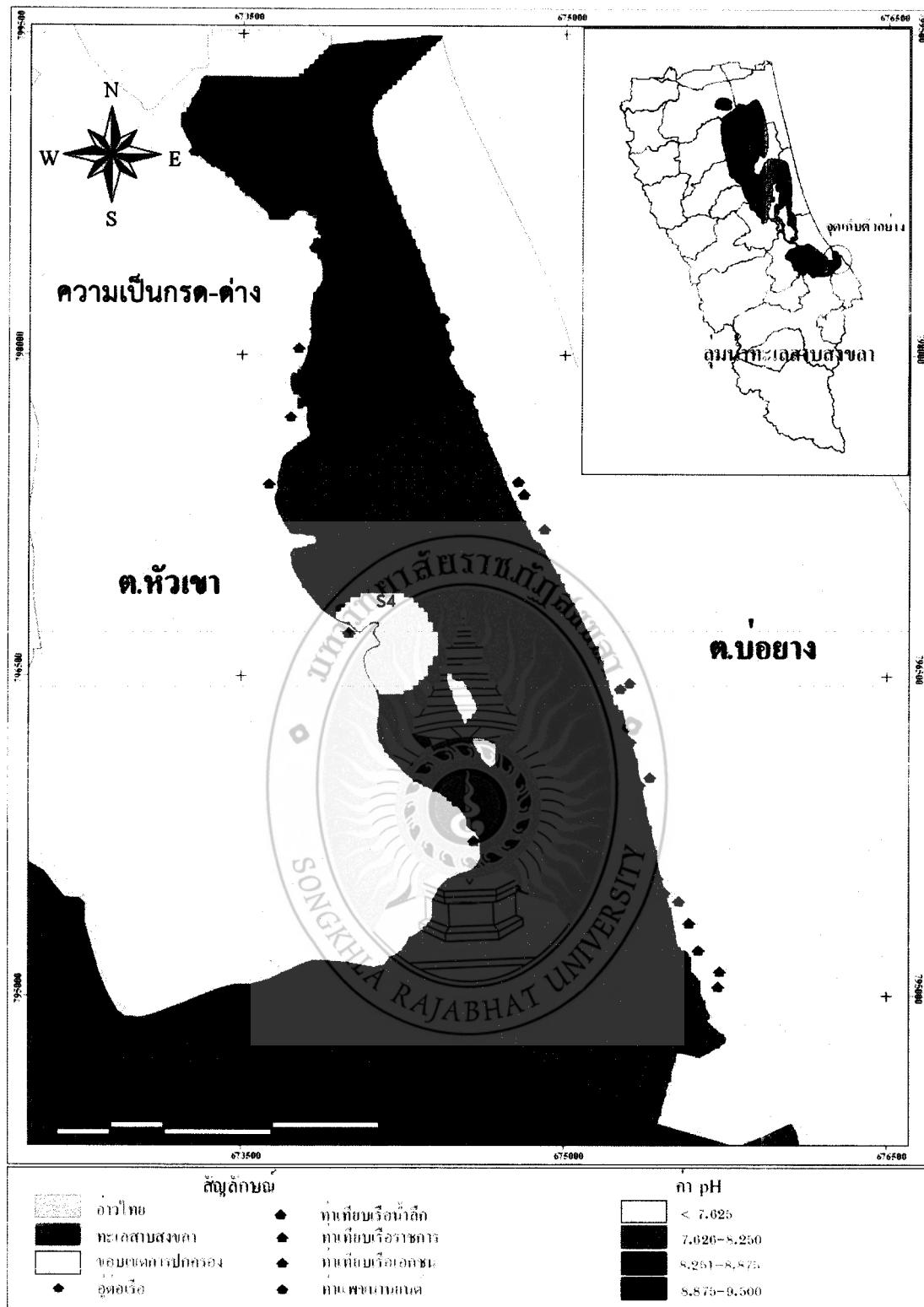
4.2.1 ค่าความเป็นกรด-ด่างในดินตะกอน

ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในดินตะกอน บริเวณปากทะเลสาบสังขลา พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.14 ± 0.48 ซึ่งค่า pH ของตะกอนมีค่าอยู่ในช่วงปานกลางถึงด่าง อ่อน โดยมีค่า สูงสุดที่จุด S1 เท่ากับ 9.18 ± 0.01 และต่ำสุดที่จุด S4 เท่ากับ 7.40 ± 0.02 (ภาพที่ 4.2-1) ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ กานดา เรืองหนู (2543) ที่รายงานว่าคุณภาพของดินตะกอน ในทะเลสาบสังขลาตอนนอก มีค่า pH อยู่ระหว่าง 6.6-8.4 แสดงว่าค่า pH บริเวณปากทะเลสาบสังขลาไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงไปมากนัก



ภาพที่ 4.2-1 การเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสังขลา

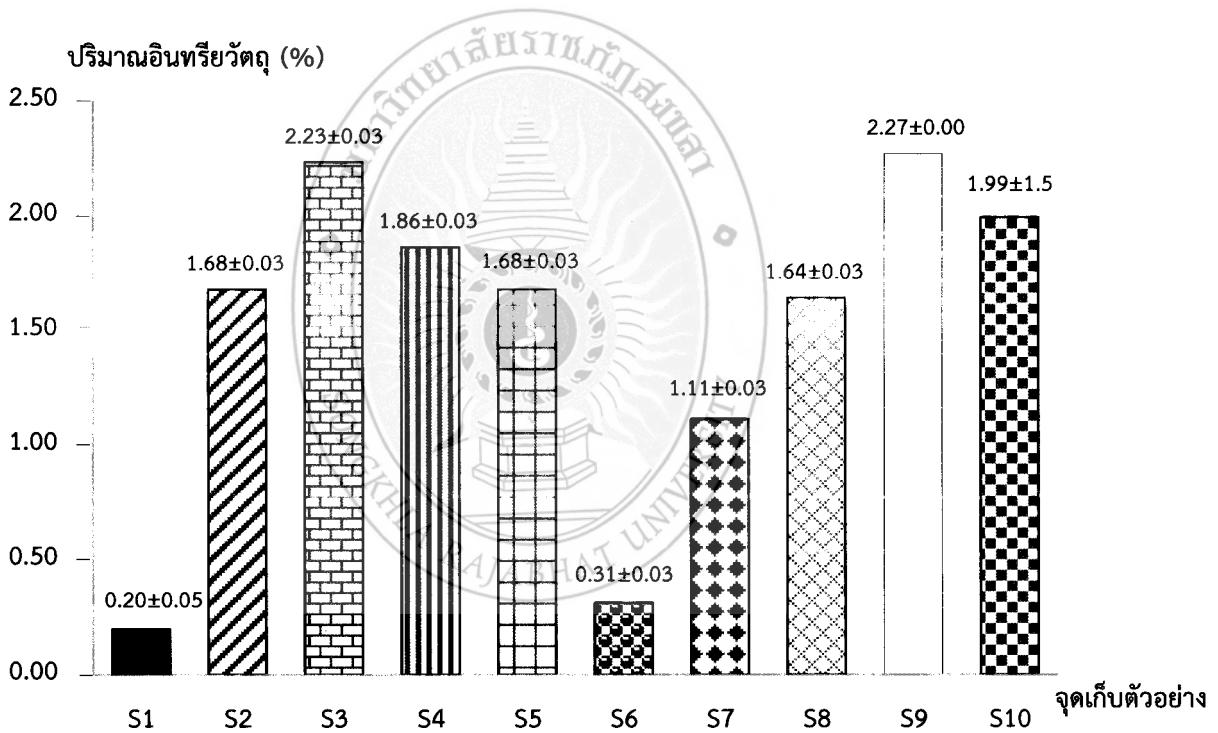
เมื่อนำค่า pH มาจัดทำเป็นแผนที่การกระจายค่า pH ของดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสังขลา (ภาพที่ 4.2-2) พบว่าบริเวณตอนบนของปากทะเลสาบสังขลาไม่มีลักษณะเป็นด่าง อ่อนโดยเฉพาะจุด S1 (บริเวณปากร่องน้ำทะเลสาบสังขลาใกล้แพขนานยนต์) และ S2 (บริเวณจุดจอดเรือประมงฝั่งหัวเขาแดง) รวมถึงจุด S6 บริเวณตอนกลางของปากทะเลสาบสังขลา (จุดจอดเรือประมง)



ภาพที่ 4.2-2 การกระจายของค่าความเป็นกรดด่างตัวของดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

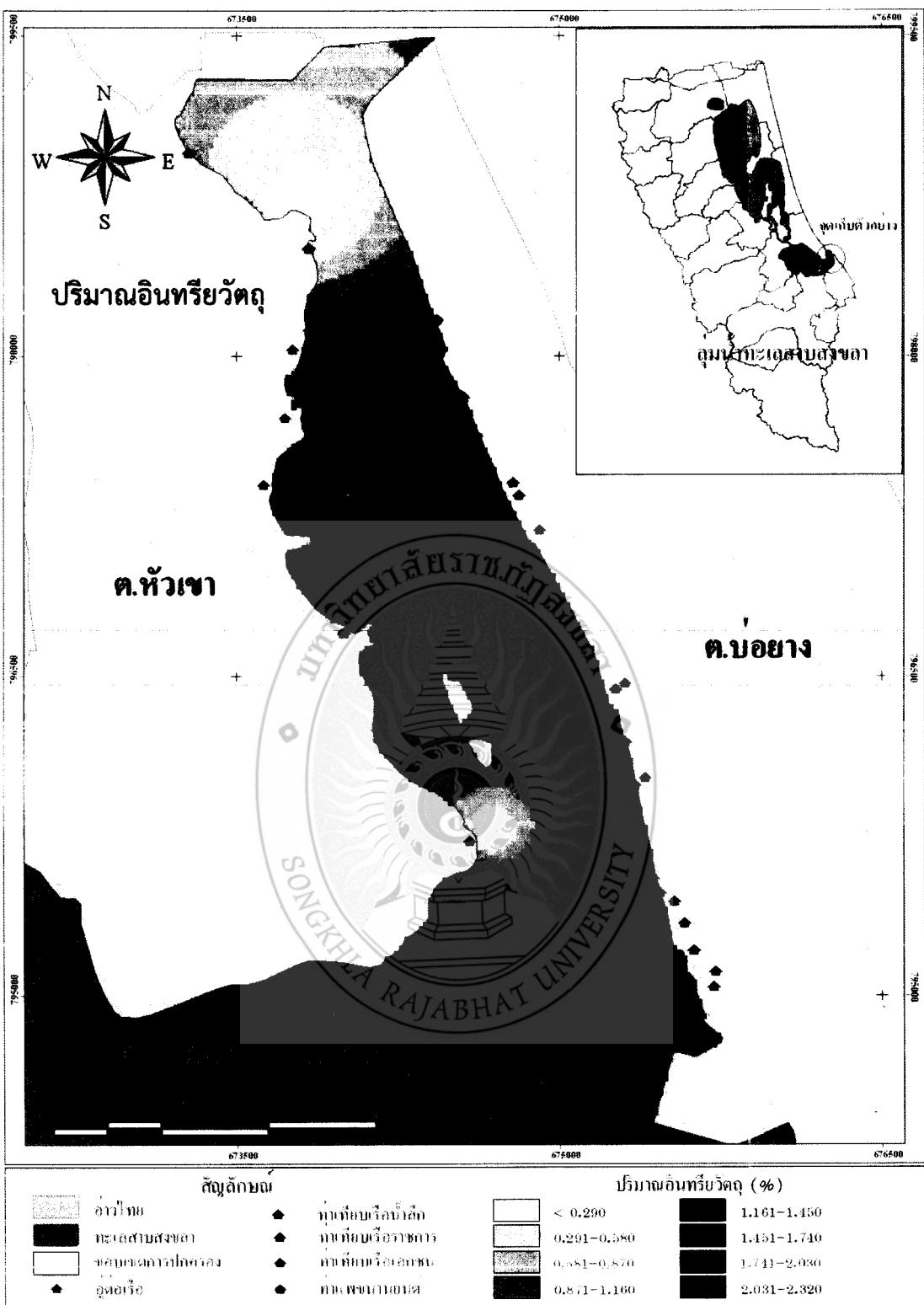
4.2.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินตะกอน

ผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter) ในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา พบร่วมกับดินตะกอนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยร้อยละ 1.50 ± 0.73 สูงสุดที่จุด S9 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยร้อยละ 2.27 ± 0.00 และต่ำสุดที่จุด S1 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยร้อยละ 0.20 ± 0.05 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.2-3) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาเมื่อ 25 ปีที่ผ่านมาของ วิเชียร จาภูพจน์ และคณะ (2537) ที่พบว่าบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างมีอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยร้อยละ 1.89 ± 1.22 เมื่อ 5 ปี ที่ผ่านมาของชาเร็ฟา อะยีสือแม และคณะ (2556) รายงานว่าบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างมีอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยอยู่ในช่วง $0.57-3.11$ จะเห็นได้ว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงต่ำลงไม่เกิดการสะสมเพิ่ม



ภาพที่ 4.2-3 การเปรียบเทียบปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

เมื่อนำผลการวิเคราะห์ค่าอินทรีย์วัตถุมาจัดทำเป็นแผนที่การกระจายของปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา (ภาพที่ 4.2-4) จุดที่พบว่ามีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำอยู่บริเวณตอนบนใกล้กับปากทะเลสาบสงขลาทางออกสู่อ่าวไทยซึ่งปริมาณดังกล่าวดินตะกอนมีอนุภาคเป็นรายตัวที่มีส่วนบัตรในการยึดเกาะอินทรีย์วัตถุต่ำ และบริเวณตอนกลางของปากทะเลสาบมีอินทรีย์วัตถุต่ำด้วยเช่นกัน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ชาเร็ฟา อะยีสือแม และคณะ (2556) ถ้าบริเวณใดมีรายสูงก็จะพบปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำด้วยเช่นกัน เช่น จุด S1 และจุด S7

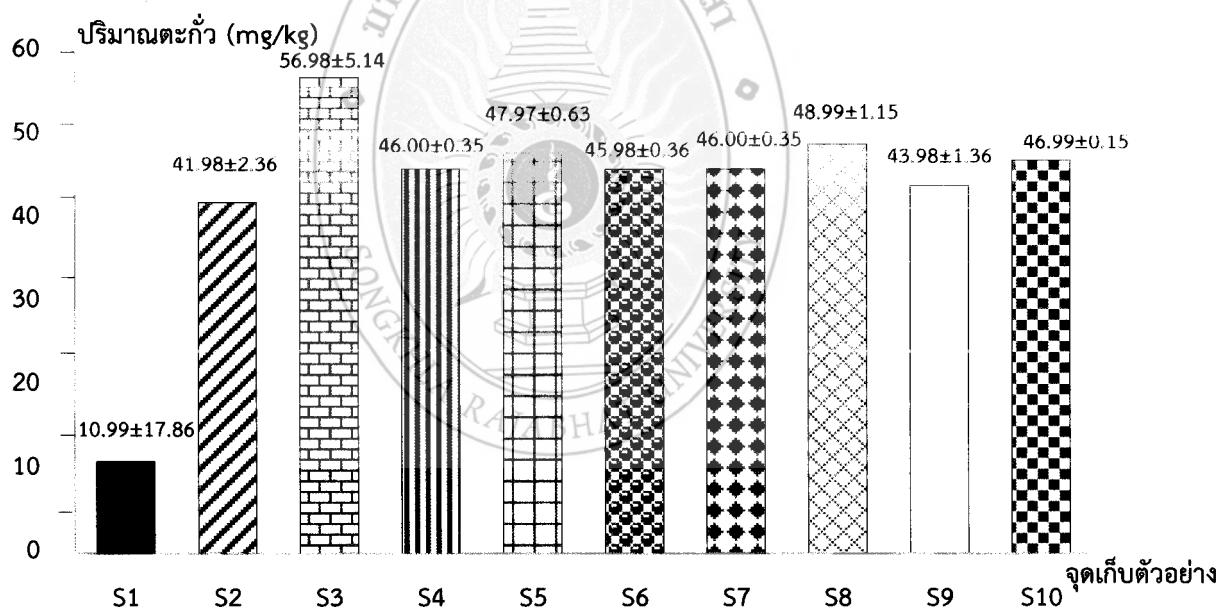


ภาพที่ 4.2-4 การกระจายของปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

4.3 ผลการศึกษาสมบัติทางโลหะหนักของดินตะกอน

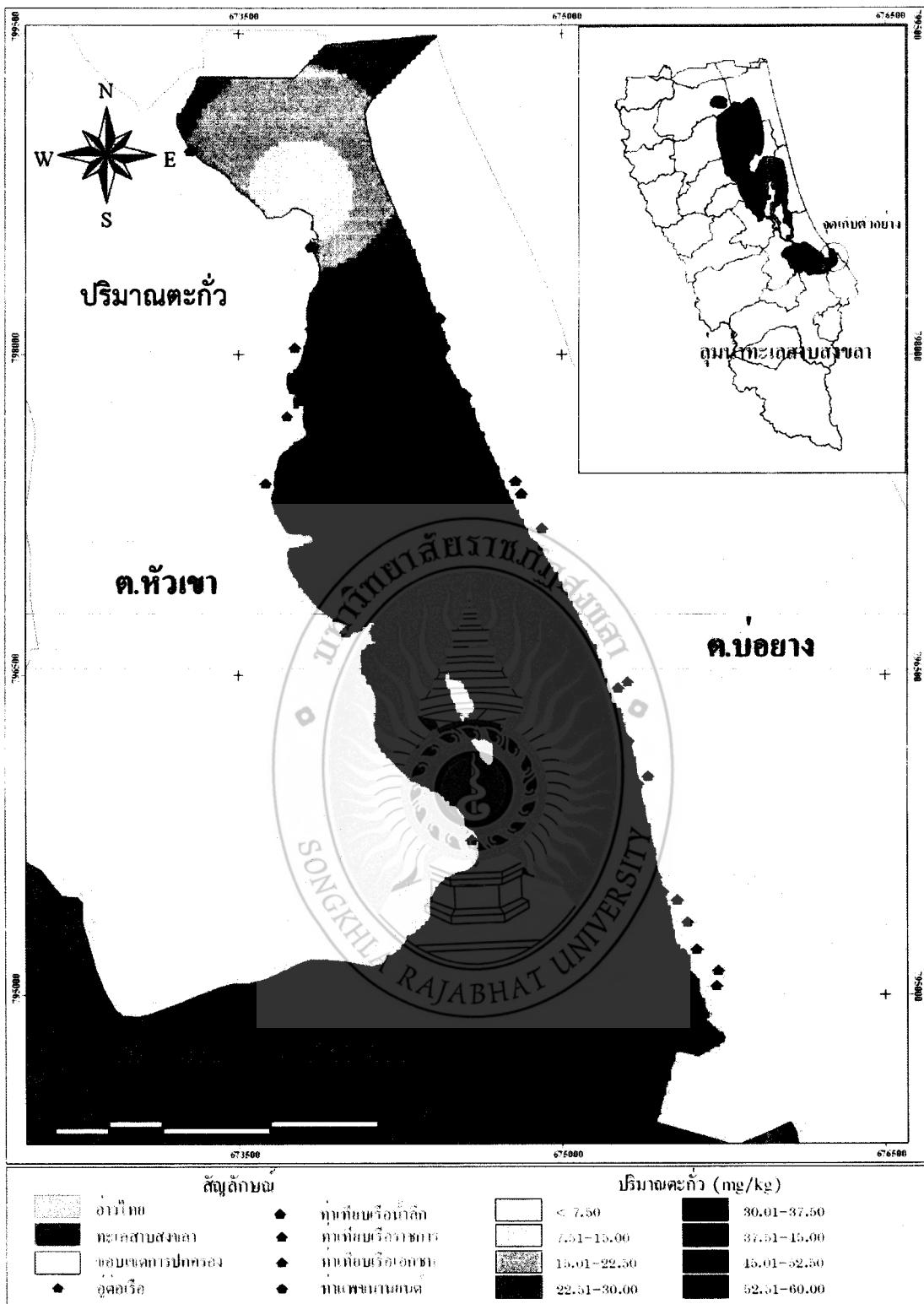
4.3.1 ปริมาณตะก้า

ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะก้า (lead) ในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา พบว่ามีค่าสูงสุดที่จุด S3 เท่ากับ 56.98 ± 5.14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และต่ำสุดที่จุด S1 เท่ากับ 10.99 ± 17.86 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 43.59 ± 12.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพดินตะกอนเล็กน้อย (46.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โดยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวก จ) เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาปริมาณตะก้าในดินตะกอนที่ผ่านมาบริเวณดังกล่าวที่ระดับความลึกพิภานดินมีการเปลี่ยนแปลงไปชัดเจน โดยประดิษฐ์ มีสุข (2542) รายงานว่ามีปริมาณตะก้าอยู่ในช่วง $26.55-92.75$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และไตรภพ ผ่องสุวรรณ และดรุณี ผ่องสุวรรณ (2545) รายงานว่ามีปริมาณตะก้าอยู่ในช่วง $24.5-59.8$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 4.3-1)



ภาพที่ 4.3-1 ปริมาณตะก้าในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

เมื่อนำผลการวิเคราะห์ปริมาณตะก้ามาจัดทำแผนที่การกระจายของปริมาณการปนเปื้อนตะก้าในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา (ภาพที่ 4.3-2) พบว่ามีปริมาณตะก้าต่ำบริเวณตอนบนใกล้กับปากทะเลสาบสงขลาทางออกสู่อ่าวไทยซึ่งปริมาณดังกล่าวดินตะกอนมีอนุภาคเป็นราย ปริมาณอินทรีย์ต่ำ ส่วนบริเวณตอนกลางของปากทะเลสาบมีตะก้าสะสมสูง (S3) จุดจอดเรือประมงขนาดใหญ่ใกล้จุดจอดเรือตำรวจน้ำ และตอนล่างของบริเวณปากทะเลสาบสงขลา



ภาพที่ 4.3-2 การกระจายของปริมาณตะกั่วในดินต่อกันบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาปริมาณตะกั่วในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูฝน (15 ธันวาคม 2560) ด้วยแกรบ (grab sample) รวม 10 จุด เพื่อศึกษาสมบัติบางประการ และปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอน สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 ผลของสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินตะกอน

ผลการศึกษาขนาดอนุภาคห้อง 10 จุด พบร่วมดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา มีลักษณะเป็นอนุภาคละเอียดและองค์ประกอบโดยส่วนใหญ่เป็นทรายละเอียดมาก จุด S1 และ S7 (ทราย) ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย 2.83 ± 2.51 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร มีค่า pH เฉลี่ย 8.14 ± 0.48 อุ่นในช่วงปานกลางถึงต่ำกว่าอนุภาคของดินตะกอนและมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาบริเวณเดียวกันในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 7.76 ± 0.15 (ชาเร็ฟ้า อะยีสือแม และคณะ, 2556) แสดงถึงอัตราการย่อยสลายอินทรีย์ต่ำใกล้เคียงกับอัตราการทับถม จึงเป็นไปได้ว่าอินทรีย์สารบริเวณปากทะเลสาบสงขลาถูกพากอกรสู่ทะเลฯ ไทย

5.1.2 ผลปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอน

ผลปริมาณการสะสมของตะกั่วพบว่าดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา มีปริมาณตะกั่วเฉลี่ยเท่ากับ 43.59 ± 12.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพดินตะกอนเล็กน้อย (46.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โดยจุดที่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพดินตะกอน มีห้องหมด 4 จุด คือ จุด S3 บริเวณจุดจอดเรือประมงขนาดใหญ่ S5 บริเวณจุดจอดเรือประมงขนาดใหญ่ใกล้ถนนแหล่งพระราม S8 ใกล้ศาลาท่าน้ำฝั่งท่าวเชา S10 ท่าเทียบเรือประมงสงขลา 2 โดยส่วนใหญ่ยังบริเวณตอนกลางและตอนล่างของพื้นที่ สาเหตุอาจจะเกิดจากการปนเปื้อนของโลหะหนักจากกิจกรรมการทำประมงในพื้นที่ การเลี้ยงปลากระเพงในกระชัง การทำประมง (แพปลา) การใช้สีทาภัณฑ์เพรียง กันสนิม และพบว่าจุดที่มีปริมาณการสะสมของตะกั่วมากกว่าจุดอื่น จะเป็นจุดที่พบปริมาณอินทรีย์ต่ำและค่าการนำไฟฟ้าสูงด้วยเห็นได้ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาปริมาณตะกั่วในดินตะกอนบริเวณดังกล่าวที่ระดับความลึกผิวน้ำดิน พบร่วมกับการเปลี่ยนแปลงไม่ชัดเจน จึงขอกล่าวได้ว่าปริมาณตะกั่วในดินตะกอนไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ความมีการตรวจสอบคุณภาพดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา จังหวัดสงขลา อย่างสม่ำเสมอ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการคุณภาพดินตะกอนปากทะเลสาบสงขลา มีความสมบูรณ์ ยั่งยืนมากที่สุด

5.2.2 ความมีการตรวจสอบโลหะหนักนิดอื่นๆ ร่วมถึงการสะสมปริมาณตากว่าในดินตะกอน เนื่องจากอาจมีการปนเปื้อนของโลหะหนักจากการทำประมงในพื้นที่ การเลี้ยงปลากระเพงใน กระชัง การทำประมง (แพปลา) การใช้สีทา กันเพรียง กันสนิม



บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิช. (2549). มาตรฐานคุณภาพดินตะกอน (Online). <http://www.pcd.go.th>, 25 พฤษภาคม 2560.
- กรมควบคุมมลพิช. (2555). สำนักจัดการการของเสียและสารอันตราย (Online). http://www.pcd.go.th/public/Publications/print_report.cfm?task=wsthaz_annual55, 14 พฤษภาคม 2561.
- กานดา เรืองหนู. (2543). ผลกระทบของการเลี้ยงปลากระเพงขาว *Lates calcarifer* (Bloch) ในกระชังต่อความหลากหลายของสัตว์น้ำดินขนาดใหญ่ บริเวณบ้านล่างท่าเสา ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาจัดการสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- กิตติพันธุ์ บางปี่ขัน. (2551). สถานการณ์อุตสาหกรรมตะกั่วและสังกะสี ปี 2551 (Online). <http://www.dpim.go.th/articles/article?catid=125&articleid=3268>, 25 พฤษภาคม 2560.
- กุลธิดา ถาวรกิจการ และกอบชัย ศิริวัฒน์. (2556). พิษจากตะกั่ว. ศูนย์ข้อมูลพัฒนาฯ (Online). http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_tx_1_001c.asp?info_id=41, 20 กุมภาพันธ์ 22561.
- คณาจารย์ภาควิชาปัญชีวิทยา. (2548). ปัญชีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จาเรย์ นู้ดคำและ อภิชาติ ใหม่ช่วย. (2548). การวิเคราะห์ปริมาณ ตะกั่ว ทองแดง และแคดเมียม ในทะเลสาบสงขลา บริเวณอู่ต่อเรือ : กรณีศึกษาอู่ต่อเรือ หมู่ที่ 2 ต.หัวเข้า อ.สิงหนคร จ.สงขลา. รายงานการวิจัยวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.
- จาธุมาศ เมฆสัมพันธ์. (2548). ดินตะกอน. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จำเป็น อ่อนทอง. (2545). คู่มือวิเคราะห์ดินและพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ชาครีฟ้า อะยีสือแม่และคณะ. (2556). การศึกษาปริมาณน้ำมันในดินตะกอน บริเวณปากทะเลสาบสงขลา จังหวัดสงขลา. รายงานการวิจัยวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

ไตรภพ ผ่องสุวรรณ และดรุณี ผ่องสุวรรณ. (2545). “ความเข้มข้นโลหะหนัก Mn, Fe, Ni, Pb, Cr และ Cd ในดินตะกอนท้องน้ำทะเลสาบสงขลาตอนนอก ที่ตกลงตาก่อนระหว่างปี พ.ศ. 2520-2538”. สารสารสงขลานครินทร์. 24(1):89-106.

นันทรรรณ อุ่นจางวาง. (2557). การปนเปื้อนของสารหนูและตะกั่วในดินตะกอน บริเวณคลองอู่ตะเภา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ประดิษฐ์ มีสุข. (2542). “การทำปริมาณสารหนูและโลหะหนักในดินตะกอนจากทะเลสาบสงขลา.”

สารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ. 2 (2): 77-82.

ประไพศรี กรฤทธิ์. (2546). การปนเปื้อนของสารปรอทในเนื้อปลาบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ปิยารรณ นาคินชาติ. (2549). การแพร่กระจายของแคลเมียม โครเมียม ทองแดง ตะกั่ว และสังกะสีในดินตะกอนทะเลสาบสงขลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหบัณฑิต สาขาวิชาจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พฤหัส จันทร์นวล. (2550). พลวัตของโลหะหนัก : กรณีศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนัก และคุณภาพดินตะกอนในแม่น้ำแม่กลอง. ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเล. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไฟโรจน์ สิริมนตภรณ์. (2533). ความชุกชุมและการ แพร่กระจายของสัตว์น้ำบางชนิดในทะเลสาบ สงขลาตอนนอก. เอกสารวิชาการฉบับที่ 14/2533. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สงขลา.

ยุทธนา บัวแก้ว. (2548). การสะสมของไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในตะกอนทะเลสาบสงขลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาวิชาชีวศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- ราชวิรรณ เย้ยนุย และอภิระดี ถิรประลักษณ์. (2548). การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม ในพากบริเวณตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา (กรณีศึกษา : หมู่ที่ 5).
 รายงานการวิจัยวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.
- เริงชัย ตันสกุล. (2536). การจัดการงานวิจัยและองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับลุ่มน้ำทะเลสาบ.
 เอกสารงานวิจัย สถาบันวิจัยระบบสุขภาพภาคใต้.
- สถาบันสารสนเทศทรัพยากร้ำและเกษตร (องค์การมหาชน). (2555). การดำเนินการด้านการ
 รวมรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา (Online).
www.thaiwater.net/web/attachments/25basins/23-songkhla_lake, 24 พฤษภาคม
 2562.
- สมชาย วิบูลย์พันธ์ และคณะ. (2554). ศึกษาปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำและแหล่งประมงบริเวณ
 ชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554 เอกสารงานวิจัย เสนอคติคณาจารย์และพัฒนาปรัชญาและ
 กรรมประมง.
- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16. (2543). รายงานการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ
 ทะเลสาบสงขลา (Online). <http://www.reo16.mnre.go.th/reo16/contactus>, 10
 ตุลาคม 2561.
- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ราชบุรี. (2547). รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมภาค
 ตะวันตก พ.ศ. 2547 ราชบุรี (Online). <http://www.reo08.mnre.go.th>, 5 กุมภาพันธ์
 2561.
- สุรภี ใจน่อง อารยานนท์. (2530). การกำจัดโลหะหนักในน้ำเสีย (จากห้องปฏิบัติการ) ด้วย
 กระบวนการเพอร์ออกซิเดต. รายงานการวิจัยวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาจัดการสิ่งแวดล้อม.
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวพิทย์ แก้วสันธิ. (2551). การสำรวจสำมะโนอุตสาหกรรมไทยเพื่อการจัดการด้าน
 อาชีวอนามัย. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ดวงใจ อินแก้วและสุขณา ถินกาเบง. (2548). การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วที่ตกค้างในปลาบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างโดยวิธีอัตโนมัติแบบชอร์พชันสเปกโตรสโคปี. รายงานการวิจัยวิทยาศาสตรบัณฑิต. สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

วิเชียร จารุพจน์ และคณะ. (2537). รายงานการวิจัยเรื่องผลวัตของระบบนิเวศในทะเลสาบสงขลา ตอนนอก ประเทศไทยทางใต้ (Online). <http://kb.psu.ac.th/psukb/browse?type=author&value>, 10 มกราคม 2561.

วนิทา อภิไกรน. (2538). การศึกษาการปนเปื้อนของปรอท ตะกั่วและแคนเดเมียมในน้ำและตะกอนดินคลองอูฐະภาฯ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต. สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วรชาติ วิศวพิพัฒน์. (2555). “เทคโนโลยีการบำบัดดินปนเปื้อนโลหะหนักด้วยวัสดุฟอสเฟต”.
แก่นเกษตร 40 (4), 373-378.

หรัญญาดี สุวิบูลน. (2549). ความผันแปรเชิงพื้นที่ของใน TORJEN และฟอสฟอรัสที่ไม่ทราบแหล่งกำเนิดในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต. สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อาทิตย์ มุกดادี . (2555). การกำจัดตะกั่วที่ปนเปื้อนในดินตะกอน. สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำรวมควบคุมมลพิษ.

Google Earth. (2018). แผนที่บริเวณปากทะเลสาบสงขลา (Online). <https://www.google.earth> แผนที่บริเวณปากทะเลสาบสงขลา, January 30, 2019.

Landon,J.R. 1991. “Booker Tropical Soil Manual”, In A Hanbook for Soil Sorrey and Agriculture Land Evaluation in the Tropics and Subtropics. London: Longman Scientific and Technical.

WHO. (1995). ข้อมูลตะกั่ว (Online). <https://www.who.int/bulletin/volumes/85/9/06-036137/en/-181k>, January 10, 2019.







โครงการวิจัยเฉพาะทาง

1. ชื่อโครงการ

ภาษาไทย การศึกษาปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตากอน บริเวณปากทะเลสาบ
สงขลา จังหวัดสงขลา

ภาษาอังกฤษ The Study Accumulation of Lead in sediment at the Entrance of
Songkhla Lake

2. สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

3. ชื่อผู้วิจัย นางสาวนันท์ จันทร์คง รหัส 584231016
นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

นางสาวนันท์ จันทร์คง รหัส 584231017

นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

4. คณะกรรมการที่ปรึกษาวิจัยเฉพาะทาง

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	อาจารย์พิรัญญาดี สุวบูรณ์
	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
	มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

5. ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ปักษ์เลสาบสงขลาเป็นส่วนหนึ่งของทะเลสาบสงขลา ที่มีระบบทะเลสาบแบบลากูน (Lagoon) มีน้ำขึ้นน้ำลงไม่รุนแรง มีพื้นที่ประมาณ 182 ตารางกิโลเมตร น้ำมีระดับความลึกเฉลี่ยประมาณ 1.9 เมตร และมีความเชตตั้งแต่ชั่วแคบป่ากรอไปจนถึงปักษ์เลสาบก่อนไหลออกสู่อ่าวไทยบริเวณ ตำบลหัวเขาแดง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา น้ำในบริเวณนี้พบว่ามีลักษณะเป็นน้ำเค็ม และน้ำกร่อย (เริงษัย ตันสกุล, 2536) และมีสภาพทางนิเวศที่หลากหลายแหล่งน้ำบริเวณนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อประชาชนในชุมชนโดยรอบทะเลสาบสงขลาทั้งทางด้านการผลิตสัตว์น้ำ การเกษตร โรงงานอุตสาหกรรม การขนส่งและการประมงในทะเลสาบสงขลา

ตะกั่วเป็นธาตุที่มีการกระจายทั่วไปอยู่ในธรรมชาติบริเวณเปลือกโลก โดยมีต้นกำเนิดจากหินอัคนี หินแกรนิต หินปูน หินทราย และดิน มีการนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมโลหะ แก้ว และเครื่องใช้ไฟฟ้า (กิตติพันธ์ บางยี่ขัน, 2551) จากการนำตะกั่วมาใช้ประโยชน์อย่างมากมายทำให้มีโอกาสแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมมากขึ้น ทั้งจากการทำเหมืองแร่ น้ำทึบที่เกิดจากการผลิตในโรงงานต่างๆ จากการที่ประชาชนใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของตะกั่ว (เช่น ปุ๋ยเคมี สารปรับศัตรูพืช และสารเฝ่าแมลง) และการผู้กร่อนของพื้นผิวโลกตามธรรมชาติ เมื่อฝนตกทำให้เกิดการชะล้างและไหลไปรวมกันในแหล่งน้ำธรรมชาติ ด้วยคุณสมบัติของตะกั่วที่มีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูงทำให้ไม่ละลายและแขวนลอยอยู่ในแหล่งน้ำ เมื่อจับตัวด้วยอนุภาคของดินก็จะตกตะกอนและทับคลุมสู่พื้นท้องน้ำ (อาทิตย์ มุกดาดี, 2555)

ปัจจุบันประเทศไทยพื้นที่การบ่นเบื้องสารพิษอยู่ทั่วประเทศซึ่งการบ่นเบื้องสารพิษนับเป็นปัญหาที่สำคัญและเป็นปัญหาที่แก้ไขได้ยาก สาเหตุของการบ่นเบื้องสารพิษมาจาก การทำอุตสาหกรรม การทำเหมืองแร่ การทำการเกษตร และการจัดขยะที่ไม่ถูกวิธี เป็นต้น ซึ่งจากสาเหตุเหล่านี้จะก่อให้เกิดการบ่นเบื้องสารพิษและยังก่อให้เกิดการสะสมของสารพิษไม่ว่าจะเป็นในพืช ในดินหรือในสิ่งมีชีวิตซึ่งจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม (ประดิษฐ์ มีสุข, 2542) ศึกษาสารนูนและโลหะหนักในตะกอนบริเวณทะเลสาบสงขลา พบร่องรอยของตะกอนบริเวณหัวเขาแดงมีการสะสมของตะกั่ว 45.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง และสูงสุดบริเวณปากคลองพวง 92.75 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งดินตะกอนมีปริมาณโลหะตะกั่วเกินค่ามาตรฐาน และตะกั่วจึงจัดเป็นดัชนีบ่งชี้ปัญหาสภาพแวดล้อมของทะเลสาบสงขลา ควรได้รับการเฝ้าระวังและติดตามตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่ศึกษาการปนเปื้อนของตะกั่วในดินตะกอน บริเวณปากทะเลสาบสงขลา เพื่อเป็นการเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารโลหะหนักในทะเลสาบสงขลาให้อยู่ในระดับมาตรฐานเพื่อลดผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตต่างๆ และมนุษย์

6. วัตถุประสงค์

- 6.1) เพื่อศึกษาถึงสมบัติบางประการของดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา
- 6.2) เพื่อศึกษาปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

7. สมมติฐาน

ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขามีค่าสูงกว่ามาตรฐานคุณภาพดิน ตะกอน (กรมควบคุมมลพิษ, 2549)

8. ตัวแปร

ตัวแปรต้น (independent variable) : ดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

ตัวแปรตาม (dependent variable) : ปริมาณตะกั่ว และสมบัติบางประการของดิน ตะกอน (pH, ขนาดอนุภาค, อินทรีย์วัตถุ และการนำไปฟื้นฟ้า)

ตัวแปรควบคุม (control variable) : ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่าง

9. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 9.1 สามารถทราบถึงปริมาณการสะสมของตะกั่วบริเวณปากทะเลสาบสงขลา
- 9.2 สามารถทราบถึงสมบัติบางประการของดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา ได้แก่ pH, ขนาดอนุภาค, ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และการนำไปฟื้นฟ้า
- 9.3 สามารถใช้เป็นข้อมูลให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการเฝ้าระวังการปนเปื้อนของ ตะกั่วบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

10. ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจและทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยการเก็บตัวอย่างดิน ตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลาในช่วงฤดูฝน (15 ธันวาคม 2560) ด้วยแกรบ (grab sample) ที่ ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร กำหนดจุดเก็บตัวอย่างโดยใช้เทคนิคระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (geographic information system; GIS) แบ่งพื้นที่แบบกริดเพื่อให้เกิดการกระจายของตัวอย่าง

จำนวน 10 จุด แล้วนำดินตะกอนที่ได้มาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี และปริมาณตะกั่วในดินตะกอน

10.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

ดินตะกอน

10.2 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

1) พื้นที่เก็บตัวอย่างดินตะกอน

บริเวณปากทะเลสาบสงขลา ตั้งแต่ช่องแคบปากอ่อนถึงปากทะเลสาบสงขลา ก่อนให้ลู้อ่าวไทยบริเวณ ตำบลหัวเขาแดง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

2) พื้นที่วิเคราะห์ตัวอย่างดินตะกอน

- การวิเคราะห์สมบัติทางประการดินตะกอน ได้แก่ pH, ขนาดอนุภาค, และ อินทรีย์วัตถุ ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

- การวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าในดินตะกอน ส่งวิเคราะห์ที่ ณ ศูนย์ปฏิบัติการวิเคราะห์กลางคณะทรัพยากรธรรมชาติมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

- การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในดินตะกอน ส่งวิเคราะห์ ณ อุตสาหกรรมพื้นฐานและ การเหมืองแร่เขต 1 สงขลา

11. นิยามศัพท์เฉพาะ

ตะกั่ว (Lead) เป็นธาตุที่มีหมายเลขอะตอม 82 และสัญลักษณ์คือ (Pb) น้ำหนักอะตอม 207.2 ความหนาแน่น (ที่ 20 องศาเซลเซียล) เป็นแร่โลหะชนิดหนึ่งที่สามารถพิเศษในธรรมชาติ มีลักษณะเป็นของแข็งสีเงินเทาหรือแกรมน้ำเงิน พบรดในดิน น้ำ และแหล่งสายแร่ต่างๆ มีการนำมาใช้ประโยชน์มากในอุตสาหกรรมต่างๆ (ไมตรี สุทธิจิตร์, 2531)

ดินตะกอน (Sediments) อนุภาคที่อาจเป็นสารอินทรีย์หรือสารอินทรีย์ซึ่งเกิดจากการพังทลายของหินหรือพื้นดินบริเวณใกล้แหล่งน้ำถูกกัดเซาะ รวมทั้งโครงสร้างที่เป็นของแข็งของสิ่งมีชีวิตที่ถูกพัดพามาหรือเกิดขึ้นเองภายในแหล่งน้ำและสิ่งเหล่านี้ได้มีการตกตะกอน จนลงบนพื้นท้องน้ำ (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2546)

ปากทะเลสาบสงขลา (Songkhla Lake Mouth) เป็นส่วนหนึ่งของทะเลสาบสงขลา ที่มีระบบทะเลสาบแบบลากูน และมีอณาเขตตั้งแต่ช่องแคบปากอ่อนถึงปากทะเลสาบก่อนให้ลู้

ออกสู่อ่าวไทยบริเวณ ตำบลหัวเขาแดง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา น้ำในบริเวณนี้พบว่ามีลักษณะเป็นน้ำเค็มและน้ำกร่อย (เริงชัย ตันสกุล, 2536)

12. ตรวจเอกสาร

12.1 โลหะหนัก

โลหะหนัก เป็นโลหะที่มีความถ่วงจำเพาะมากกว่า 5 ขั้นไป มีสถานะเป็นของแข็ง ยกเว้น proxim ที่มีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิท้อง เป็นธาตุที่มีเลขอะตอมตั้งแต่ 23.92 ในตารางธาตุ (นันทรารณ อุ่นจางวะ, 2557) โลหะหนักสามารถรวมตัวกับสารอินทรีย และสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อของ สิ่งมีชีวิต ผ่านทางการซึมเข้าทางผิวนังและตามหัวใจเช่นเดียวกัน

12.1.1 แหล่งกำเนิดของโลหะหนัก

แหล่งกำเนิดของสารโลหะหนักที่เกิดจากกรรมของมนุษย์นั้น สามารถแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะที่สำคัญ คือ

1) แหล่งอุตสาหกรรม โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ก็กล่อมน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำดังนั้น อย่างที่โลหะหนักซึ่งเป็นปีอนกับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทจะถูกถ่ายเทลงในแหล่งน้ำจึง เป็นไปได้สูง อาจสะสมอยู่ในตะกอนดินและบางส่วนอาจถูกพัดเคลื่อนย้ายลงสู่ทะเล โรงงานอุตสาหกรรม เหล่านี้ได้แก่ โรงงานผลิตสารเคมี โรงงานทำสียอมผ้า โรงงานผลิตแบตเตอรี่ รถยนต์ โรงงานกลุ่มแร่ ฯลฯ

2) แหล่งเกษตรกรรม ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมอาชีพ และรายได้หลักของประชากรจึงเกี่ยวข้องกับการเพาะปลูกไม่ว่าจะเป็นการทำไร่หรือทำสวน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องคำนึงถึง ผลผลิตต่อเนื่องที่ ประกอบกับลักษณะภูมิประเทศที่อยู่ในแอบร้อนชื้น แมลงและเชื้อโรคต่างๆ ที่เป็นศัตรูพืชจึงเริ่มได้รับความสนใจเป็นที่เกษตรกรจะต้องมีการนำยาฆ่าแมลงมาใช้ผลให้มียาฆ่าแมลงและเชื้อโรคที่เป็นศัตรูพืชสะสมอยู่ในพื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ยาฆ่าแมลงและเชื้อโรคที่มีโลหะหนักเป็นส่วนประกอบอยู่ เช่น ยาฆ่าแมลง เชื้อรา มีทองแดงเป็นองค์ประกอบอยู่ เป็นต้น

3) แหล่งชุมชน ชุมชนเป็นแหล่งก่อให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักลงสู่แหล่งน้ำ ได้มาก โดยส่วนใหญ่เป็นโลหะหนักที่ปนอยู่กับสิ่งปฏิกูล เช่น ขยะมูลฝอยต่าง ๆ ซึ่งมีชิ้นส่วนวัสดุที่มีโลหะหนัก เป็นองค์ประกอบอยู่ เช่น กระดาษ สีทาบ้าน ถ่านไฟฉาย กาแฟม้อแบบเตอร์รี่รถยนต์และเศษภาชนะที่เคลือบด้วยโลหะ เป็นต้น (ສົກພຣະນີ ຈິຣນິຣັຕີສີ, 2543 ອ້າງອີງໃນ ຮະວິວຽນ ເຊັ່ນັ້ນ, 2548)

12.1.2 ลักษณะของโลหะหนักที่สะสมในดินตะกอนท้องน้ำ

สามารถจำแนกกลุ่มได้เป็น 5 กลุ่มตั้งนี้ (He et al., 2000 อ้างอิงใน นันทรรณ อุ่น จาวา, 2557)

1) รูปแบบแลกเปลี่ยนอิออน (exchangeable form)

โลหะหนักที่สะสมตัวอยู่ในดินตะกอนรูปแบบแลกเปลี่ยนอิออน เป็นโลหะหนักที่ถูกดูดซึบกับ อนุภาคของดินเหนียว โดยเป็นการแลกเปลี่ยนประจุลบในดินเหนียวกับประจุบวกในโลหะหนักที่พื้นผิวในสารละลายดิน โดยค่าประจุลบของอนุภาคดินเหนียวขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ H^+ ในดิน

2) รูปแบบคาร์บอเนต (carbonate form)

โลหะหนักที่สะสมตัวอยู่ในดินตะกอนรูปแบบแลกเปลี่ยนอิออน เป็นรูปแบบที่โลหะหนักอยู่ในตะกอนของคาร์บอเนต โดยการเปลี่ยนแปลงของโลหะหนักขึ้นอยู่กับความเป็นกรดด่าง (pH) ของน้ำในดิน

3) รูปแบบเหล็กกับแมงกานีสออกไซด์ (iron and manganese oxide form)

โลหะหนักที่สะสมตัวอยู่ในดินตะกอนรูปแบบแลกเปลี่ยนอิออน เป็นรูปแบบที่โลหะหนักดูดซึบกับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ เนื่องจากผิวของเหล็ก และแมงกานีสมีความสามารถในการดูดซึบสูง ทั้งเหล็กและแมงกานีสมีปริมาณมากในดิน ออกไซด์ของเหล็ก และแมงกานีส จึงมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างทางเคมีของโลหะหนักในแหล่งน้ำเป็นอย่างมาก

4) รูปแบบอินทรีย์ (organic form)

โลหะหนักที่สะสมตัวอยู่ในดินตะกอนรูปแบบแลกเปลี่ยนอิออน เป็นรูปแบบที่โลหะหนักดูดซึบกับสารอินทรีย์ โดยสารอินทรีย์มีประจุลบคล้ายกับอนุภาคดินเหนียว ในสภาพที่ดินเป็นกรดมาก โลหะหนักจะจับตัวกับสารอินทรีย์ได้ดี และทำให้ประจุบวกตัวอ่อนเข้ามาแทนที่เดิมโดยทั่วไปสารอินทรีย์สามารถ ละลายได้ดีในสภาพที่เป็นตัวออกไซเดช (oxidizing) จึงทำให้โลหะหนักอยู่ในรูปของสารละลายได้

5) รูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ (residual form)

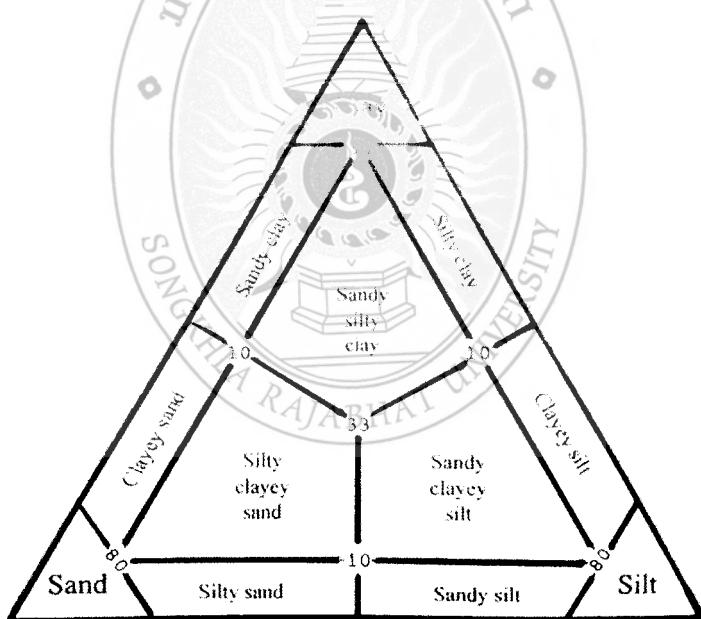
โลหะหนักที่สะสมตัวอยู่ในดินตะกอนรูปแบบแลกเปลี่ยนอิออน เป็นโลหะหนักที่ตกผลึกอยู่ในแร่ปฐมภูมิ ซึ่งเป็นสารประกอบเหมือนเหล่งกำเนิด โดยยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีใดๆ เช่น สังกะสี และตะกั่วที่อยู่ในรูปของ ZnS และ PbS เป็นต้น

12.1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณโลหะหนักในดินตะกอน

ปริมาณโลหะหนักที่สะสมอยู่ในตะกอนนั้นขึ้นกับคุณสมบัติของตะกอน ได้แก่ ขนาดอนุภาคตะกอน และปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอน และยังพบว่าโลหะหนักสามารถถูกดูดซึบอยู่บนพื้นผิวอนุภาคเหล็กและ แมงกานีสออกไซด์รอกไซด์ที่แยกตัวออกจากมวลน้ำได้อีกด้วย

1) ขนาดอนุภาคตะกอน

ตะกอนไม่ได้เป็นเนื้อเดียวกันโดยตลอด แต่ละบริเวณจะมีการกระจายของขนาดอนุภาคตะกอนที่ต่างกันขึ้นอยู่กับกระบวนการทางกายภาพที่กระทำต่อตะกอนอาจจำแนกขนาดอนุภาคตะกอนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ทราย (sand) ($> 63 \text{ } \mu\text{m}$), ทรายแป้ง (silt) ($2-63 \text{ } \mu\text{m}$) และดินเหนียว (clay) ($< 2 \text{ } \mu\text{m}$) ตะกอนที่มีองค์ประกอบของขนาดอนุภาคต่างกันจะมีชื่อเรียกแตกต่างกันแยกตามปริมาณสัมพัทธ์ของขนาดอนุภาคโดยใช้ไดอะแกรมสามเหลี่ยม ตามแบบของ Gorsline (1960) อ้างใน ยุทธนา บัวแก้ว (2548) ดังภาพที่ 2.1-2



ภาพที่ 12.1-1 ไดอะแกรมสามเหลี่ยมสำหรับเรียกชื่อตะกอน^{ตามสัดส่วนขององค์ประกอบของขนาดอนุภาค}

ที่มา : Gorsline (1960) อ้างอิงใน ปิยวรรณ นาคินชาติ (2549)

2) ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

การปนเปื้อนของตะกั่วในน้ำมีปริมาณน้อยกว่าในดินตะกอน โดยตะกั่วที่สะสมในดินตะกอนสามารถลับมาละลายน้ำได้อีก โดยผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี ปัจจัยที่สำคัญ

ต่อความสามารถในการละลายของตะกั่วในดินตะกอนคือ ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) โดยตะกั่วจะสามารถละลายได้ดีในดินที่มีสภาพความเป็นกรดสูง (อาทิตย์ มุกดาดี, 2555)

3) ปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอน

สารอินทรีย์มีส่วนในการควบคุมปริมาณโลหะหนักในตะกอน เนื่องจากโลหะหนักจะรวมกับสารอินทรีย์อยู่ในรูปโลหะอินทรีย์ ดังนั้นอินทรีย์วัตถุในตะกอนจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีผลต่อการสะสมของโลหะหนักในตะกอนมักพบว่าตะกอนที่มีสารอินทรีย์อยู่ในปริมาณมากจะมีมลสารที่เป็นพิษอินทรีย์และอนินทรีย์สะสมอยู่ในปริมาณมากด้วย ซึ่งโลหะหนักที่สะสมในตะกอนอาจถูกปลดปล่อยกลับสู่มวลน้ำได้เมื่อสารอินทรีย์ถูกย่อยสลาย (Ujevic et al., 2000 อ้างอิงใน ปิยารรณนาคินชาติ, 2549)

12.2 ตะกั่ว (Lead)

ตะกั่วมีสัญลักษณ์ทางเคมีคือ Pb เป็นโลหะหนัก 6 ของตารางธาตุ เลขอะตอม 82 มีมวลอะตอมกับ 207.2 ความหนาแน่น เท่ากับ 11.34 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (ที่ 20 องศาเซลเซียส) มีจุดหลอมเหลว 327 องศาเซลเซียส และจุดเดือด 1,749 องศาเซลเซียส (กิตติพันธุ์ บางปี้ชัน, 2551) ละลายน้ำได้น้อยมากและทนต่อการผุกร่อนได้ดีทำให้คงอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นานมาก ตะกั่วมีการแพร่กระจายตัวอยู่ในธรรมชาติบริเวณเปลือกโลก โดยมีต้นกำเนิดจากหินอัคนี หินแกรนิต หินปูน หินทราย และดิน โดยส่วนใหญ่พบตะกั่วอยู่ในรูปของสารประกอบตะกั่วที่นำมาใช้ประโยชน์ (สรุภี ใจน์ อารยนนท์, 2530)

12.2.1 ประเภทของตะกั่ว

ตะกั่วสามารถแบ่งเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

1) ตะกั่วอินทรีย์ (organic lead)

ตะกั่วอินทรีย์ ได้แก่ ตะกั่วเตตราเอธิล (tetraethyllead; $Pb(C_2H_5)_4$ หรือ TEL และ ตะกั่วเตตระเมทิล (tetramethyl lead; $Pb(C_2H_5)_4$ หรือ TML การใช้ประโยชน์นิยมใช้ในผลิตน้ำมัน (petroleum industry) ใช้เป็นสารเพิ่มเลขออกเทน (octane number) และสารกันนี็อก (anti-knock) หรือสารป้องกันการกระตุกของเครื่องยนต์ นอกจากนี้ยังมีตะกั่วแนพทาเลท (lead naphthaite) ที่นำมาใช้ในการทำสีให้แห้ง ซึ่งสารประเภทนี้จะเหยียบในอากาศได้และทำให้เกิดพิษโดยการเข้าสู่ร่างกายทางผิวนัง สามารถจะเปลี่ยนรูปเป็นตะกั่วอนินทรีย์ได้ สำหรับตะกั่วอินทรีย์นี้หาก

มีปริมาณมากพจจะทำให้เกิดการเป็นพิษได้ ทั้งยังสามารถแพร่กระจายไปในสิ่งแวดล้อมมากกว่า ตะกั่วนินทรีย์

2) ตะกั่วนินทรีย์ (inorganic lead)

ตะกั่วนินทรีย์โดยทั่วไปจะพบในรูปของเกลือออกไซด์ และไฮดรอกไซด์ ซึ่งไม่ถูกดูดซึมทางผิวนัง แต่เป็นสารที่เป็นพิษสูง (highly toxic) ตามการจัดกลุ่มขององค์กรอนามัยโลก (World Health Organization; WHO) ส่วนใหญ่จะทำให้เกิดการเป็นพิษโดยการกินทางปาก และโดยการหายใจ โดยเฉพาะเมื่อตะกั่วนินทรีย์มีการใช้งานมากกว่าตะกั่วนินทรีย์ โดยนำมาผลิตเป็นโลหะ ผสมทำแผ่นเก็บไฟฟ้าในแบตเตอรี่ ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบเซรามิก ใช้ทำบล็อกตัวพิมพ์ ทำแผ่นหุ้มสายเคเบิล ทำนานาป้องกันรังสี ใช้ในการเชื่อมบัดกรีโลหะ เป็นต้น (WHO, 1995) ทั้งยังมาจากไอเสียรถยนต์

12.2.2 การใช้ประโยชน์ของตะกั่ว

ตะกั่วมีความหนาแน่นสูง จุดหลอมเหลวต่ำ มีความอ่อนตัวสูง มีความเป็นสารหล่อลื่น และต้านทานการผุกร่อนได้ดี ตะกั่วจึงถูกนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ทั้งในสภาพที่เป็นโลหะและสารเคมี และยังถูกนำมาใช้ในด้านการเกษตร (นันทารรณ ยุ่นชาญวงศ์, 2557) อาทิเช่น

- 1) ใช้ในการผลิตแบตเตอรี่ในการผลิตรถยนต์
- 2) ท่อตะกั่ว เช่นระบบห่อส่งน้ำ
- 3) ใช้หุ้มสายเคเบิลไฟฟ้าและสายสื่อสาร
- 4) ใช้ทำตะกั่วแผ่นเพื่อเป็นวัสดุก่อสร้างที่สำคัญในอุตสาหกรรมเคมีและการก่อสร้างอาคาร
- 5) พิวร์ระบบตัดไฟอัตโนมัติ โดยตะกั่วหลอมละลายเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากเกินกำหนด
- 6) โลหะผสมตะกั่ว-ดีบุกใช้ในการเคลือบแผ่นแผ่นเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและต้านทานการกัดกร่อน
- 7) ใช้ทำลูกกระสุนและยุทธภัณฑ์
- 8) ใช้เป็นสารประกอบตะกั่วสำหรับผสมสีป้องกันสนิม เป็นโลหะที่ใช้ผสมกับโลหะทองแดงและเหล็กเพื่อเพิ่มคุณภาพด้านการกลึงหรือตัด
- 9) ใช้ทำโลหะบัดกรี ใช้เป็นโลหะตัวพิมพ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมการพิมพ์เป็นต้น

10) ตะกั่วถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการทำเป็นชาตเพื่อป้องกันรังสีต่างๆ ด้วย เช่น รังสีเอ็กซ์ รังสีเบต้า รังสีแกรมมา เป็นต้น กิตติพันธุ์ บางยี่ขัน (2551)

11) ใช้ผลิตสารฆ่าแมลง และยาปราบศัตรูพืช

12) ใช้ในการผลิตปุ๋ยเคมี

13) ใช้ในอุตสาหกรรมอุตสาหกรรม เรื่องไม้ขนาดเล็ก เช่น ใช้เสน (ตะกั่วออกไซด์) ในการตอกหม้อน้ำ และการใช้สีทาภัณฑ์เพรียบ กันสนิมในเรือประมง (สุวพิทย์ แก้วสนิท, 2551 และประไพศรี ธรรมทิร์, 2546)

12.2.3 การแพร่กระจายของตะกั่วสู่ดินตะกอนพื้นท้องน้ำ

การแพร่กระจายของตะกั่วสู่ดินตะกอนมีลักษณะเช่นเดียวกับโลหะอื่นๆ โดยตะกั่วจะแพร่กระจายจากธรรมนูญของดินสวนใหญ่มีต้นกำเนิดจากหินอัคนี หินแกรนิต หินปูน และหินทราย เมื่อเกิดการพังทลายของหินต้นกำเนิดหรือวัตถุต้นกำเนิดดิน นอกจานนี้ตะกั่วยังแพร่กระจายจากการนำไบโพลาร์ของมนุษย์ โดยขาดการควบคุมอาทิเช่น ตะกั่วจากการเผาไหม้กําลังสูง เชื้อเพลิง จะออกมายในรูปเกลืออนินทรีย์ กระจายอยู่ในบรรยากาศ เมื่อฝนตกจะถูกชะล้างสู่พื้นดินและแหล่งน้ำ โดยตะกั่วสามารถรวมตัวกับตะกอนได้ดี ในแหล่งน้ำทั่วไปจะมีตะกั่วผสมอยู่ในดินตะกอนเสมอ (กลุ่มดิดา ถาวรกิจการ และกอบชัย ศิริวัฒน์, 2556)

12.2.4 ผลกระทบจากตะกั่ว

โดยตะกั่วมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต เช่น สั่งผลกระทบต่อสัตว์ มนุษย์ และสั่งผลกระทบต่อสุขภาพ เช่น ตะกั่วสามารถเข้าสู่ร่างกายได้หลายทาง ทั้งการหายใจ ทางเดินอาหาร และทางผิวนัง ซึ่งอยู่กับลักษณะและรูปแบบของตะกั่วที่ได้รับ ดวงตา อินแก้ว และสุขภาพ ถ้าหากแบ่ง (2548) ให้ความเห็นถึงผลกระทบของตะกั่วไว้ดังนี้

1) มีผลต่อการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ทำให้อ่อนไขน์ทำงานผิดปกติ

2) มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ผลผลิตตกต่ำ ลำต้นของพืชไม่แข็งแรง

3) มีผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์ ลดลงเมื่อตะกั่วเข้าไปสะสมในร่างกายของสัตว์ทำให้ระบบต่างๆ ในร่างกายเสื่อมลง

4) ทำให้เป็นโรคโลหิตจาง ตะกั่วจะมีการเข้าไปขัดขวางฮีโมโกลบิน

5) ส่งผลกระทบต่อทางเดินอาหารโดยจะมีอาการเบื่ออาหาร คลื่นไส้อเจียนท้องผูก ท้องเสียอย่างรุนแรง

6) ผลต่อระบบประสาท และกล้ามเนื้อทำให้เกิดอาการ ประสาทหลอน กระวนกระวาย อารมณ์แปรปรวน ซัก กล้ามเนื้ออ่อนแรง ตามัว และอาจรุนแรงถึงตาบอดได้ นอกจากนี้ ยังทำให้டี อักเสบ รวมทั้งมีผลต่อระบบสีบพันธุ์

7) มีผลต่อหัวใจทำให้กล้ามเนื้อหัวใจอักเสบ

8) ส่งผลต่อระบบโลหิตโดยตะกั่วจะออกฤทธิ์ขัดขวางการสร้างรากเหลือกทำให้ร่างกาย ดูดซึมธาตุเหล็กและการสร้างโปรตีนผิดปกติ จะมีอาการชีด เลือดจางและอ่อนเพลีย

12.3 ความสำคัญของดินตะกอนต่อสิ่งแวดล้อมและค่ามาตรฐานของดินตะกอน

12.3.1 ความสำคัญของดินตะกอนต่อสิ่งแวดล้อม

ดินตะกอน (sediments) หมายถึง อนุภาคที่เป็นสารอินทรีย์หรือสารอินทรีย์ซึ่ง เกิดจากการพังทลายของดิน (soil erosion) หรือการที่หินหรือพื้นดินบริเวณใกล้แหล่งน้ำถูกกัดเซาะ รวมถึงโครงสร้างที่เป็นของแข็งของสิ่งมีชีวิตที่ถูกพัดพามาหรือ เกิดขึ้นในแหล่งน้ำแล้วสิ่งเหล่านี้ได้มี การตกตะกอนถับถมลงบนพื้นท้องน้ำ เช่น บริเวณพื้นทะเล พื้นทะเลสาบ และพื้นของแม่น้ำ เป็นต้น (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2548)

การสะสมตัวของโลหะหนักในดินตะกอนพื้นท้องน้ำจะเกิดร่วมกับอนุภาคของ ตะกอน สารอินทรีย์ สารอินทรีย์ และสิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยกระบวนการการดูดซึม (adsorption) และการราย (desorption) เมื่ออนุภาคของโลหะหนักในแหล่งน้ำจับตัวกับอนุภาคของสารอินทรีย์ สารอินทรีย์ หรือสารเคมีอื่นๆ และด้วยความหนาแน่นที่สูงของโลหะหนักทำให้ตกตะกอนสู่ พื้นท้องน้ำ โดยโลหะหนักที่สะสมอยู่ในดินตะกอนสามารถถลายกลับไปในแหล่งน้ำได้อีกในดินที่มี สภาพความเป็นกรดสูง ดังนั้นตะกอนมีบทบาทสำคัญในการกักเก็บโลหะหนักในแหล่งน้ำและเป็น แหล่งกำเนิดได้ด้วย เช่นกัน (Salomon et al., 1987 อ้างอิงใน นันทวรรณ อุ่นจางวาง, 2557)

12.3.2 มาตรฐานโลหะหนักบางชนิดในดินตะกอน

คุณภาพดินตะกอนมีความสำคัญต่อระบบบินเวศแหล่งน้ำ เนื่องจากตะกอนสามารถ เป็นแหล่งสะสมสารอันตรายที่ปลดปล่อยจากแหล่งอุตสาหกรรม แหล่งชุมชน และที่ชุมชนจาก ธรรมชาติ ซึ่งความสำคัญของคุณภาพดินตะกอนนี้ทำให้มีการประเมินคุณภาพดินตะกอนขึ้นมาเพื่อบ่ง ชี้ความเสี่ยงที่อาจส่งผลกระทบอันตรายต่อสัตว์น้ำดิน โดยค่ามาตรฐานดินตะกอนสำหรับการประเมินผล กระบวนการที่พบว่ามีต่อสัตว์น้ำดินในแหล่งน้ำ สำหรับประเทศไทยใช้เกณฑ์คุณภาพดินตะกอนของรัฐ ฟลอริดา สำหรับการประเมินคุณภาพดินตะกอนในแหล่งน้ำผิวดิน เนื่องจากประเทศไทยยังขาด ฐานข้อมูลที่บัญชีระหว่างสารอันตรายในดินตะกอนและผลกระทบที่พบต่อสัตว์น้ำดิน (กรมควบคุม มลพิษ, 2556)

ตารางที่ 12.3-1 ค่ามาตรฐานคุณภาพดินตะกอนในแต่ละประเทศ

Metals (mg/kg dry wt.)	USA		Australia New Zealand		Hong Kong		Thailand	
	ERL	ERM	ISQV- Low	ISQV- High	ISQV- Low	ISQV- High	ERL	ERM
Cd	1.2	9.6	1.5	10	1.5	9.6	1.2	9.6
Cr	81	370	80	370	80	370	81	370
Cu	34	270	65	270	65	270	34	270
Pb	46.7	218	50	220	75	218	46.7	218
Zn	150	410	200	410	200	410	150	410

หมายเหตุ

ERL = Effect Range Low ERM = Effect Range Median ISQV= Interim Sediment Quality Values

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2549)

12.3.3 แหล่งที่มาของตะกั่วบริเวณทะเลสาบสังขลาตอนล่างและปากทะเลสาบสังขลา

โลหะตะกั่วที่สะสมในดินตะกอนส่วนหนึ่งเป็นโลหะหนักที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ โดยการชะล้างแร่ธาตุที่อยู่บนผิวดินลงสู่แม่น้ำ หรือเป็นโลหะหนักที่เป็นส่วนประกอบของผิวโลกอยู่บริเวณนั้นตามสภาพทางธรณีวิทยา นอกจากนี้มีการสะสมของตะกั่วจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ ส่วนใหญ่ส่งผ่านทางน้ำเสียหรือน้ำผิวดิน โดยสิ่งเหล่านี้มีผลทำให้ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนเปลี่ยนแปลงไปโดยธรรมชาติ ซึ่งตะกั่วมีการกระจายตัวอยู่ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม (พฤหัส จันทร์นวลด, 2550) แหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญในพื้นที่ทะเลสาบสังขลาตอนล่างซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำทะเลสาบสังขลาตอนล่าง คือ น้ำเสียจากอุตสาหกรรมการทำประมงและอุตสาหกรรมท่องเที่ยว น้ำเสียจากชุมชน น้ำเสียจากการเกษตร และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

1) น้ำเสียจากอุตสาหกรรมการทำประมงและอุตสาหกรรมท่องเที่ยว

น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นสาเหตุสำคัญอีกประการหนึ่งที่ก่อให้เกิดปัญหา มลพิษทางน้ำ จากข้อมูลและปริมาณน้ำทึ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสังขลา ในเขตจังหวัดสangkhla พบว่าปัจจุบันทะเลสาบสังขลาและคลองสาขา รวมถึงทะเลอ่าวไทยในเขตอำเภอเมือง อำเภอสิงหนคร อำเภอสหทิพย์ และอำเภอโนนด ต้องรองรับน้ำทึ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมสูง ถึงวันละประมาณ 70,920 ลูกบาศก์เมตร จากโรงงานอุตสาหกรรมทั้งสิ้น 60 โรงงาน โดยโรงงาน

อุตสาหกรรมซึ่งถือว่าเป็นแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญคือ โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ และ โรงงานผลิตยาพารา คลองที่ได้รับการระบายน้ำจากโรงงานอุตสาหกรรมที่สำคัญคือ คลองสำโรง คลองพะวง และคลองอู่ตะเภา (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16, 2543) ทั้งยังมีอู่ต่อเรือมีขนาดเล็ก ที่เชื่อม (ตะกว้ออกไซด์) ในการตอกหมันเรือ ส่งผลให้คนงานมีการเสี่ยงต่อการได้รับพิษตะกั่ว จาก ภารศึกษาอยู่ช่องเรือในพื้นที่ภาคใต้ 63 แห่ง (สงขลา 6 แห่ง) พบร่ว ทุกแห่งใช้สารตะกั่วแดง (Hg_3O_4) ในการซ่อมและต่อเรือ และร้อยละ 84 มีตะกั่วฟุ่งกระจาย (สุวพิทย์ แก้วสนิท, 2551)

2) น้ำเสียจากชุมชน

ชุมชนซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ ในทะเลสาบสงขลา ตอนล่าง เป็นชุมชนขนาดใหญ่ซึ่งมีประชากรอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก มีการขยายตัวของเมืองอย่าง รวดเร็ว ได้แก่ ชุมชนเทศบาลนครหาดใหญ่และปริมณฑล และชุมชนเทศบาลครองสงขลาและบริเวณ ใกล้เคียง โดยน้ำเสียจากชุมชนจะถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติซึ่งเป็นคลองสาขาของทะเลสาบ สงขลาตอนล่างก่อนที่จะไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนล่างต่อไป

3) น้ำเสียจากการเกษตรและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

เกษตรกรในพื้นที่บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ประกอบอาชีพเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เกือบทุกตำบล โดยเกษตรกรในตำบลเก้ายมีการเลี้ยงสัตว์น้ำมากที่สุด โดยมีอาชีพนี้และใช้ เครื่องมือประมงที่สืบทอดกันมาอย่างนาน ไม่ว่าจะเป็นการตักไช่นั่ง การตักไชนอน การตักโงพาง และการเลี้ยงปลากระพงขาวในกระชังถือว่าเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่สำคัญในจังหวัดสงขลา สำหรับการ เลี้ยงปลากระพงขาวซึ่งเป็นกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่นิยมทำกันมาก ปัญหาน้ำทึ้งจากการเลี้ยง ปลากระพงขาวส่งผลกระทบต่อเกษตรกรที่ต้องใช้น้ำ พื้นที่ในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างที่มีการ เพาะเลี้ยงปลากระพงขาว ของเสียส่วนใหญ่จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะประกอบด้วย สารอินทรีย์ สาร เช่นกลอย และของแข็งต่างๆ ตลอดจนสารตกค้าง (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16, 2543)

จากการสำรวจของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ราชบุรี รายงานว่าในปี 2541- 2545 ดินตะกอน บริเวณปากคลองบางตะบูน และบ้านแหลม จ.เพชรบุรี ที่ระยะห่างฝั่ง 100 เมตร มีปริมาณโลหะหนัก บางชนิด เช่น ตะกั่ว ปรอท สารหนู และแคนดเมียมสูงเกินค่ามาตรฐาน อันมีสาเหตุมาจากน้ำเสียจาก แหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม กิจกรรมโรงแร่และรีสอร์ฟ การทำแพท่องเที่ยว การเพาะเลี้ยงสุกร และสัตว์น้ำชายฝั่ง เช่น กุ้งกุลาดำ การทำประมง (แพปลา) การใช้สีทาภัณฑ์เพรียง กันสนิม ดังนั้น การศึกษาปริมาณตะกั่วในดินตะกอน จึงควรติดตามตรวจสอบเป็นระยะๆ เพื่อป้องกันผลกระทบที่จะ เกิดกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

12.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยต่างๆ เกี่ยวกับปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอนในทะเลสาบสงขลา พบร่วมผู้วิจัยเกี่ยวกับทะเลสาบสงขลาจำนวนมาก ในที่นี้สัง雍กตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับโลหะหนักและการสะสมของตะกั่วทั้งในทะเลสาบสงขลาและบริเวณแหล่งน้ำต่างๆ ซึ่งมีผู้ศึกษาไว้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยหาปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอนในบริเวณปากทะเลสาบสงขลา ดังแสดงในตารางที่ 12.4-1

ตารางที่ 12.4-1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอนในทะเลสาบสงขลา

ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	อ้างอิง
การหาปริมาณสารหนูและโลหะหนักในดินตะกอนจากทะเลสาบสงขลา	ได้ศึกษาการหาปริมาณสารหนูและโลหะหนัก ซึ่งได้แก่ ตะกั่ว ปรอท สังกะสี และแคนเดเมียม ในดินตะกอนจากทะเลสาบสงขลา โดยเก็บตัวอย่างดินตะกอนจากทะเลสาบสงขลา จุดที่มีน้ำเสียจากชุมชนและแหล่งอุตสาหกรรม 9 จุด ซึ่งเดือนมกราคม พ.ศ. 2539 นำดินตะกอนมาวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก ด้วยเทคนิควิธีอัตโนมัติแบบชอร์ปชันสเปกโตรฟ็อกโนเมตร์ โดยใช้แบบพ่นสารโดยตรง (direct aspiration) สำหรับการวิเคราะห์ธาตุตะกั่ว สังกะสีและแคนเดเมียม แบบไอโอดีร์เจเนอเรชัน (hydridegeneration) สำหรับการวิเคราะห์สารหนู ผลการวิเคราะห์ดินตะกอนทะเลสาบสงขลาพบว่าตะกั่ว และสารหนูมีค่า 26.55-92.75 และ 0-2.50 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ	ประดิษฐ์ มีสุข (2542)

**ตารางที่ 12.4-1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอนใน
ทะเลสาบสงขลา (ต่อ)**

ความเข้มข้นโลหะหนัก (Mn, Fe, Ni, Pb, Cr และ Cd) ในตะกอนท้องน้ำทะเลสาบสงขลาตอนนอกที่ตากตะกอนระหว่าง พ.ศ.2520-2538	งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเข้มข้นโลหะหนัก Mn, Fe, Ni, Pb, Cr และ Cd ในตะกอนท้องน้ำจาก 4 จุด ในทะเลสาบสงขลาตอนนอก จำนวน 20 ตัวอย่าง พบว่าความเข้มข้นของตะกั่วในตะกอน ที่ความลึก 0-9 เซนติเมตร (ตะกอนในช่วงปี พ.ศ. 2520-2538) มีค่าอยู่ในช่วง 24.5-59.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีความเข้มข้นสูงในตะกอนทะเลสาบที่อยู่ห่างไกลอื่นๆ ซึ่งให้เห็นว่าปริมาณตะกั่วในพื้นที่ทะเลสาบสงขลา ที่อาจมีต้นกำเนิดบางส่วนจากกิจกรรมของมนุษย์	ไตรภพ ผ่องสุวรรณ และ ดรุณี ผ่องสุวรรณ (2545)
การแพร่กระจายของ cadmium ใน โครงสร้าง ตะกั่วและ สังกะสีในดินตะกอน ทะเลสาบสงขลา	ผลการศึกษาพบว่าดินตะกอนในทะเลสาบสงขลา ส่วนใหญ่เป็นทรายเป็นปันดินเหนียวความเข้มข้นของตะกั่วในดินตะกอนทะเลสาบตอนใน ตอนกลาง และตอนนอก อยู่ในช่วง 23.3-6.4, 23.3-12.0 และ <3.3-9.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (เฉลี่ย 3.5+0.6, 4.0+2.2 และ 3.8*1.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ) ผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (correlation analysis) พบว่าปัจจัยที่ควบคุมการสะสมของโลหะหนักในดินตะกอนทะเลสาบสงขลาคือ ปริมาณอนุภาคดิน เหนียวปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ และอะลูมิเนียม (At)	ปิยวรรณ นาคินชาติ (2549)

13. วิธีการดำเนินการวิจัย

13.1 การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ

โดยการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการปนเปื้อนของตะกั่วในดินตะกอน บริเวณปากทะเลสาบสงขลา อาทิ

- ศึกษาวิธีการเก็บตัวอย่าง
- ศึกษาปริมาณของโลหะหนัก บริเวณทะเลสาบสงขลา

ศึกษาข้อมูลเชิงปฏิบัติการ

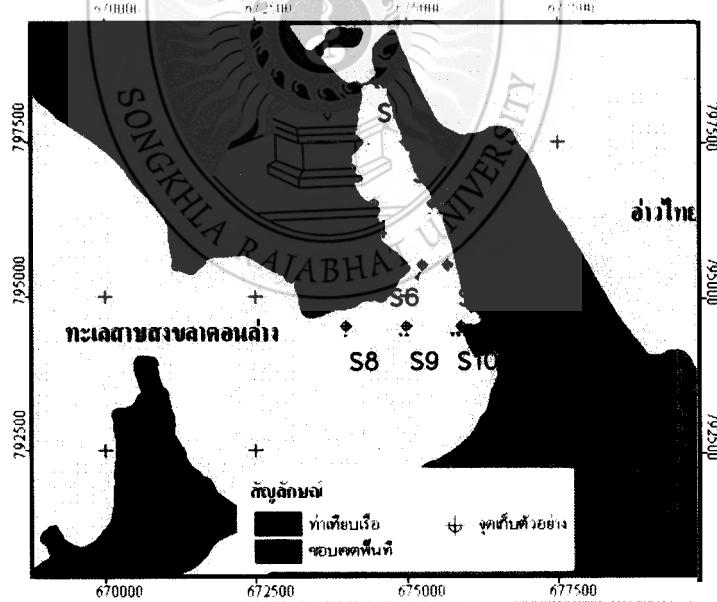
โดยศึกษาข้อมูลจาก

- อินเตอร์เน็ต
- ห้องสมุด
- งานวิจัย

13.2 การเก็บและการเก็บรักษาตัวอย่างตะกอนดิน

1) การเก็บตัวอย่างตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

การเก็บตัวอย่างดินตะกอนด้วยแกรบ (grab sample) ที่ระดับผิวน้ำของตะกอน (surface sediment) ลึก 0-20 เซนติเมตร โดย 1 จุดเก็บจะทำการเก็บดินตะกอนด้วยแกรบจำนวน 3 ชั้้า แล้วนำมาผสมให้เข้ากันกับดินตะกอน โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนประมาณ 1-2 กิโลกรัม โดยกำหนดระยะห่างของจุดเก็บตัวอย่างห่างจากฝั่ง 50-100 เมตร และแบ่งระยะห่างระหว่างครึ่ง 800 เมตร รวมจำนวนจุดเก็บตัวอย่างดินตะกอน ทั้งหมด 10 จุด เพื่อให้จุดเก็บตัวอย่างเกิดการกระจายระยะห่างระหว่างจุดเก็บ รวมทั้งหมด 10 จุด ดังรูป



2) การเก็บรักษาตัวอย่างตะกอนดินบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

นำดินตะกอนที่ผสมเข้ากันแล้วแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เก็บดินตะกอน 1-2 กิโลกรัม ใส่ถุงพลาสติก ส่วนที่ 2 เก็บดินตะกอน 1-2 กิโลกรัม เก็บใส่ถุงซิปนำไปแข่นน้ำแข็งควบคุมอุณหภูมิที่ให้ต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

13.3 การเตรียมตัวอย่างตะกอนดิน

นำตัวอย่างดินตะกอนที่เก็บได้ มาเตรียมสำหรับวิเคราะห์สมบัติบางประการของดินตะกอน และวิเคราะห์ต่อกัน ดังนี้

1) เตรียมดินตะกอนสำหรับวิเคราะห์สมบัติบางประการ โดยนำดินตะกอนส่วนที่ 1 (ซึ่งไม่ได้แข็ง) มาใส่ในถ้วยที่ร่องด้วยพลาสติกแล้วนำไปผึ่งในที่ร่มจนแห้ง นำดินตะกอนที่แห้งแล้วนำไปบดให้แตกด้วยโกร่ง (mortar) และนำไปร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร เพื่อแยก颗粒เศษ ขยะ กรวด และหิน เก็บดินตะกอนที่ได้ในถุงชิป เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ขนาดอนุภาค และค่า pH ส่วนที่เหลือนำไปบดด้วยโกร่งและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร สำหรับวิเคราะห์หาอินทรีย์วัตถุ และค่าการนำไฟฟ้าต่อไป

2) เตรียมดินตะกอนสำหรับวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว โดยนำดินตะกอนส่วนที่ 2 (ซึ่งแข็ง เย็น อุณหภูมิที่ให้ต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส) มาใส่ในถ้วยพลาสติกที่ร่องด้วยพลาสติก และนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนแห้งนำไปบดด้วยโกร่ง (mortar) และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร หลังจากนั้นนำส่วนที่ผ่านตะแกรงไปบดให้ละเอียดหลังจากนั้นนำไปร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร เก็บไว้ในถุงพลาสติกเพื่อวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วต่อไป

13.4. การวิเคราะห์ตัวอย่างตะกอนดิน

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์	อ้างอิง
ขนาดอนุภาค	Gravity method	Annual book of ASTM Standard (1982)
pH	pH Meter	จำเป็น อ่อนทอง (2545)
อินทรีย์วัตถุ	Walkey-Back Method	Loring, D.H. and Rantala, R.T.T. (1995) อ้างถึงใน บริษัท ศุภบูรณ์ (2549)
การนำไฟฟ้า	Conductivity Meter	ส่งวิเคราะห์ ณ คณะทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ตะกั่ว	ย่อยด้วย Atomic Absorption spectroscopy	ส่งวิเคราะห์ ณ อุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 1 สงขลา

13.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistic) ได้แก่ การหาค่าเฉลี่ย (mean), ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) และร้อยละ เพื่อนำเสนอผลการศึกษาปริมาณตะกั่ว และสมบัติของตะกอน (pH, ขนาดอนุภาค, อินทรีย์วัตถุ และการนำไฟฟ้า)

2) การใช้สถิติเชิงอ้างอิง (inferential statistics) แบบด้วยคำสั่ง one samples t-test เพื่อเปรียบเทียบปริมาณต่างกันในดินตะกอน กับค่ามาตรฐานคุณภาพดินตะกอน

3) นำเสนอรูปแบบการกระจายของสมบัติของดินตะกอน และปริมาณต่างกันที่สะสมในดินตะกอน บริเวณปากทางเลสาบสงขลา โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (geographic information system ; GIS)

วัสดุ อุปกรณ์

ภาคสนาม

- เทอร์โมมิเตอร์ (thermometer)
- เครื่องตักตะกอนดิน (ekman grab)
- เครื่องหาพิกัดบนพื้นโลกแบบมือถือ (GPS)
- เครื่องวัดค่าความต่างศักดิ์แบบพกพา (EH meter)
- เครื่องวัดค่าพีโซชแบบพกพา (pH meter)

ห้องปฏิบัติการ

- โกร่งบด (mortar and pestle)
- ขวดวัดปริมาตร (volumetric flask)
- โถดูดความชื้น (desiccater)
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath)
- หลอดทดลอง (test tube)
- กระดาษกรอง (whatman)
- ตู้แช่แข็ง (freezer)
- ตู้อบ (hot air oven)

14. แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ใช้ระยะเวลาดำเนินงาน เดือน โดยเริ่มตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2560 ถึง พฤศจิกายน 2561 สำหรับแผนการดำเนินงานตลอดโครงการแสดงไว้ในตารางที่ 14-1

ตารางที่ 14-1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอนในการทำวิจัย	2560							2561										
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	ม.ค.	มี.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ย.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
1) การศึกษาข้อมูลทุกมิติ																		
2) สำรวจภาคสนามและเก็บตัวอย่าง																		
3) นำเสนอโครงร่างวิจัย				▲														
4) เตรียมอุปกรณ์และเก็บตัวอย่างดินตะกอน																		
5) ดำเนินการวิจัย																		
- การวิเคราะห์สมบัติของตะกอน																		
- การวิเคราะห์ตระกั่วในดินตะกอน																		
- วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ																		
6) นำเสนอความก้าวหน้า											▲							
7) สรุปและอภิปรายผล																		
8) จัดทำเล่มวิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมฉบับร่าง																		
9) นำเสนอวิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม																		▲
10) ปรับและแก้ไขเล่มวิจัย																		■

หมายเหตุ



หมายถึง ช่วงการสอบวิจัย



หมายถึง ช่วงระยะเวลาดำเนินงานวิจัย

15. งบประมาณ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ใช้งบประมาณตลอดโครงการดังแสดงไว้ในตารางที่ 15-1

ตารางที่ 15-1 งบประมาณตลอดโครงการ

รายการ	งบประมาณตลอดโครงการ
ค่าใช้สอย	
ค่าบริการสืบค้นข้อมูล	100
ค่าวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	300
ค่าเช่าyanพาหนะเดินทางไปเก็บตัวอย่าง	2,000
ค่าวัสดุ	
ค่าน้ำมันรถ	400
ค่าอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย	4,500
ค่าวัสดุสำนักงาน/ค่าถ่ายเอกสาร	1,500
ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์ (แผ่นซีดี)	100
รวม	8,900

16. เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2549). มาตรฐานคุณภาพดินตะกอน (Online). <http://www.pcd.go.th>, 25 พฤษภาคม 2560.

กรมควบคุมมลพิษ. (2555). สำนักจัดการกาของเสียและสารอันตราย (Online).

http://www.pcd.go.th/public/Publications/print_report.cfm?task=wsthaz_annual55, 14 พฤษภาคม 2561.

กิตติพันธุ์ บางปี้ขัน. (2551). สถานการณ์อุตสาหกรรมตะกั่วและสังกะสี ปี 2551 (Online).

<http://www.dpim.go.th/articles/article?catid=125&articleid=3268>, 25 พฤษภาคม 2560.

กุลธิดา ภารกิจการ และกอบชัย ศิริวัฒน์. (2556). พิษจากตะกั่ว. ศูนย์ข้อมูลพาวิทยา (Online). http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_tx_1_001c.asp?info_id=41, 20 กุมภาพันธ์ 22561.

คณะกรรมการวิชาปฐมวิทยา. (2548). ปฐมวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. (2548). **ดินตะกอน**. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร:

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จำเป็น อ่อนทอง. (2545). **คู่มือวิเคราะห์ดินและพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร:

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ไตรภพ ผ่องสุวรรณ และดรุณี ผ่องสุวรรณ (2545) “ความเข้มข้นโลหะหนัก Mn, Fe, Ni, Pb, Cr และ Cd ในตะกอนห้องน้ำที่เหลาบสางขลาตอนนอก ที่ตกละกอนระหว่างปี พ.ศ. 2520-2538”. **วารสารสงขลานครินทร์**. 24(1):89-106.

นันทรรรณ อุ่นจางวาง. (2557). การปนเปื้อนของสารหนูและตะกั่วในดินตะกอน บริเวณคลองยู่ ตะเกา. **วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหा�บัณฑิต สาขาวิชาจัดการสิ่งแวดล้อม**
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ประดิษฐ์ มีสุข. (2542). “การหาปริมาณสารหนูและโลหะหนักในดินตะกอนจากที่เหลาบสางขลา.”

วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ. 2 (2): 77-82.

ประไพศรี ธรรมธรี. (2546). การปนเปื้อนของสารปรอทในเนื้อปลาบริเวณที่เหลาบสางขลาตอนล่าง. **วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหा�บัณฑิต สาขาวิชาคนามัยสิ่งแวดล้อม**
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ปิยารรณ นาคินชาติ. (2549). การแพร่กระจายของแคดเมียม โคโรเมียม ทองแดง ตะกั่ว และ สังกะสีในดินตะกอนที่เหลาบสางขลา. **วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหा�บัณฑิต สาขาวิชาจัดการสิ่งแวดล้อม** มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พฤหัส จันทร์นวล. (2550). พลวัตของโลหะหนัก : กรณีศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนัก และคุณภาพดินตะกอนในแม่น้ำแม่กลอง. **ปริญญาวิทยาศาสตร์มหा�บัณฑิต. สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเล. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**.

ไฟเรจน์ สิริมนตากรณ์. (2533). **ความชุกชุมและการ แพร่กระจายของสัตว์น้ำบางชนิดในที่เหลาบสางขลาตอนนอก**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 14/2533. **สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สангขลา.**

ยุทธนา บัวแก้ว. (2548). **การสะสมของไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในดินตะกอนที่เหลาบสางขลา.** **วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหा�บัณฑิต. สาขาวิชาชีวศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.**

- ระวีวรรณ เย้ยนุย และอภิรัตน์ ถิรประลิกะ. (2548). การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว ทองแดง แแคดเมียม ในผักบริโภคตามบ้างหรือไม่ สำนักงานวิจัยวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.
- เริงชัย ตันสกุล. (2536). การจัดการงานวิจัยและองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มน้ำท่าเส้าฯ เอกสารงานวิจัย สถาบันวิจัยระบบสุขภาพภาคใต้.
- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16. (2543). รายงานการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในพื้นที่กลุ่มน้ำท่าเส้าฯ สงขลา (Online). <http://www.reo16.mnre.go.th/reo16/contactus>, 10 ตุลาคม 2561.
- สรุภิ ใจรุจนา อารยานนท์. (2530). การกำจัดโลหะหนักในน้ำเสีย (จากห้องปฏิบัติการ) ด้วยกระบวนการเพอร์ออกไซด์. รายงานการวิจัยวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาจัดการสิ่งแวดล้อม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวพิทัย แก้วสนิท. (2551). การสำรวจสำมะโนอยู่ต่อเรือในภาคใต้ของไทยเพื่อการจัดการด้านอาชีวอนามัย. วิทยาศาสตร์มหบัณฑิต สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ดวงใจ อินแก้วและสุขณา ถินกาเบง. (2548). การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วที่ตกค้างในปลาบริโภค ทางเส้าฯ ตามลักษณะสุขณา ถินกาเบง. รายงานการวิจัยวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.
- ธิรัญญา สุวบูรณ์. (2549). ความผันแปรเชิงพื้นที่ของในตระเจนและฟอสฟอรัสที่ไม่ทราบแหล่งกำเนิดในกลุ่มน้ำท่าเส้าฯ สงขลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหบัณฑิต. สาขาวิชาจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- อาทิตย์ มุกดาดี. (2555). การกำจัดตะกั่วที่ปนเปื้อนในดินตะกอน. สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ.
- Google Earth. (2018). แผนที่บริโภคทางเส้าฯ สงขลา (Online). <https://www.google.com/earth> แผนที่บริโภคทางเส้าฯ สงขลา, January 30, 2019.
- Landon,J.R. 1991. "Booker Tropical Soil Manual", In A Hanbook for Soil Sorrey and Agriculture Land Evaluation in the Tropics and Subtropics. London: Longman Scientific and Technical.

WHO. (1995). ข้อมูลตะกั่ว (Online).<https://www.who.int/bulletin/volumes/85/9/06-036137/en/-181k>, January 10, 2019.





ตารางภาคผนวก ข แสดงตำแหน่งพิกัดจุดเก็บตัวอย่างดินตะกอนทั้ง 10 จุด

จุดเก็บตัวอย่าง	พิกัดที่ตั้งแบบ UTM		ลักษณะบริเวณที่เก็บตัวอย่าง	สีของดินตะกอน
	แกน X	แกน Y		
S1	673806	798726	ป่าครึ่งน้ำทalesab singkla ใกล้แม่น้ำน่านต์	ดินส่วนใหญ่เป็นดินทราย มีเมล็ดลิน
S2	674016	797812	จุดจอดเรือประมงบริเวณหมู่บ้านฝั่งหัวเขาแดง	ดินส่วนใหญ่สีน้ำตาลอ่อน
S3	674746	797347	จุดจอดเรือประมงขนาดใหญ่ใกล้จุดจอดเรือตำราจน้ำ	ดินมีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นน้ำมัน
S4	674187	796656	จุดจอดเรือประมงบริเวณหมู่บ้านฝั่งหัวเขาแดงใกล้หน่วยงานอนุรักษ์ประมงฯ	ดินมีสีน้ำตาลเข้ม
S5	675077	796761	จุดจอดเรือประมงขนาดใหญ่ใกล้ถนนแหล่งพระราม	มีลักษณะสีดำ มีกลิ่นโคลน
S6	674652	795751	จุดจอดเรือประมง	ดินมีสีน้ำตาล
S7	675363	796127	จุดจอดเรือประมงขนาดใหญ่ใกล้จุดขึ้นลงน้ำแข็ง	มีลักษณะสีดำส่วนใหญ่เป็นดินทราย มีกลิ่นน้ำมัน
S8	674564	795498	ใกล้ศาลาท่าน้ำฝั่งหัวเขาแดง	ดินมีสีน้ำตาลเข้ม
S9	674800	795341	ที่ว่างแนวเดียวกับจุด S8 และ S10	ดินมีลักษณะสีเทา
S10	675540	794954	ท่าเทียบเรือประมงสงขลา 2 ใกล้อุป้อมเรือ	ดินมีสีน้ำตาลเข้ม

หมายเหตุ จุดเก็บตัวอย่างดินตะกอนทุกจุดอยู่ใน zone 47N

ภาควิชาภาษาไทย

วิธีการวิเคราะห์ทางภาษาพ ทางเคมีและทางโลหะหนักของดินตะกอน



วิธีการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

หลักการ

การวัด pH คือ การวัดสภาพความเป็นกรด หรือเป็นด่างของสารละลาย ที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย (aqueous solution) โดยใช้หลักการ electrochemistry โดยวัดความต่างศักย์ที่เกิดขึ้น (potential) ระหว่างอิเลคโทรดอ้างอิง (reference electrode) กับอิเลคโทรดตรวจวัด (sensing electrode) ความต่างศักย์ที่ได้เกิดจากจำนวนของ ไฮโดรเจโนอ่อน (H^+) ความต่างศักย์ที่เกิดจากอ่อน (ionic potential) จะถูกเปลี่ยนให้เป็นความต่างศักย์ทางไฟฟ้า (electronic potential) แล้วขยายให้มีความต่างศักย์สูงขึ้นด้วยเครื่อง pH meter (potentiometer)

วัสดุอุปกรณ์

- 1) เครื่องชั่ง ความละเอียด 0.01
- 2) ระบบบอกตวง (measuring cylinder) ขนาด 25 มิลลิลิตร
- 3) หลอดเหวยพลาสติก (plastic centrifuged tube)
- 4) เครื่องวัด pH (pH meter)

วิธีการดำเนินการ

- 1) ชั่งติน 5 กรัม ใส่หลอดเหวยพลาสติกขนาด 50 มิลลิลิตร
- 2) เติมน้ำประปาจากไอก้อนไป 25 มิลลิลิตร ทำให้ได้สัดส่วนของตินต่อน้ำเท่ากับ 1:5
- 3) ปิดฝาและเขย่าประมาณ 1 นาที หลังจากนั้นประมาณ 30 นาที จึงวัด pH ในส่วนที่เป็นน้ำใส (Supernatant)



วิธีการวิเคราะห์ทางนาดอนุภาค

หลักการ

อนุภาคตินตะกอนเป็นวัสดุที่ประกอบด้วยสิ่งต่างๆ หลายอย่าง เช่น กรวด ทราย ตะกอน ทรายดินเหนียว สารอินทรีย์เป็นต้น คุณสมบัติของตะกอนตินจะขึ้นกับองค์ประกอบต่างๆ ดังกล่าว เหล่านี้ การจำแนกประเภทเนื้อดินทำให้สามารถประเมินคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน ตะกอนอย่างคร่าวๆ ได้

อนุภาคเดียวของดินตะกอนมีมากมายหลายขนาด นับตั้งแต่ขนาดใหญ่ซึ่งมองเห็นด้วยตา เปล่าได้อย่างชัดเจน ไปจนถึงขนาดเล็กมากจนมองไม่เห็น

วัสดุอุปกรณ์

- 1) บีกเกอร์
- 2) กระบอกตตะกอน
- 3) ไม้คันตตะกอน
- 4) ตะแกรงร่อน
- 5) ขันน้ำ
- 6) อลูมิเนียมฟรอย
- 7) เดสิกเคเตอร์
- 8) เครื่องซั่ง
- 9) ตู้อบ



สารเคมี

- 1) สารละลายเม็ดดิน (dispersing agent) ใช้สารละลายโซเดียมไฮยาโนเดไฟฟอสเฟต เข้มข้น 10% โดยปริมาตร
- 2) ไฮโดรเจนperออกไซด์ เข้มข้น 10% โดยปริมาตร

วิธีวิเคราะห์

- 1) กำจัดสารอินทรีย์ออกจากตะกอนดังนี้
 - ชั่งตินตะกอนแห้งประมาณ 20-30 กรัม (บันทึกน้ำหนัก)
 - เติมสารละลายไฮโดรเจนperออกไซด์ เข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร เพื่อกำจัดสารอินทรีย์และช่วยให้ตะกอนกระจายตัว (เติมให้ท่วมตะกอน)

- ทิ้งให้เกิดปฏิกิริยา 1 คืน
 - บางตัวอย่างตะกอนซึ่งมีสารอินทรีย์อยู่มากอาจต้องมีการเติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในปริมาณมาก
- 2) ร่อนตะกอนแบบเปียก (wet-sieved) ผ่านตะแกรงร่อนขนาดรู 63 ไมโครเมตร
 - 3) ตะกอนที่มีขนาดใหญ่กว่า 63 ไมโครเมตรทำให้แห้งและซึ่งน้ำหนัก ผลที่ได้จะเป็นน้ำหนักอนุภาคทราย (sand)
 - 4) ตะกอนที่มีขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร ซึ่งประกอบด้วยขนาดอนุภาคที่เป็นทรายแป้ง (silt) และดินเหนียว (clay) มาวิเคราะห์ต่อด้วยวิธีการปีเปต โดยนำตะกอนส่วนนี้ใส่ลงในระบบอกบกตะกอน
 - 5) เติมสารละลายโซเดียมไฮคาเมตาฟอสเฟตเข้มข้น 10% โดยปริมาตร โดยปริมาณประมาณ 8-10 มิลลิลิตร
 - 6) เติมน้ำกกลื่นจนถึงขีดบกปริมาตรบนสุดของระบบอุตสาหกรรม เริ่มใช้เม็ดกระดาษอนุภาคภัยในฟุ่งกระจาย เริ่มจับเวลาทันทีหลังหยุดคน
 - 7) หลังจากเวลาผ่านไป 3 ชั่วโมง 52 นาที ดูดน้ำที่เหนือระดับความลึก 5 เซนติเมตรใส่ในอุฐมิเนียมพรอยซ์ซึ่งซึ่งน้ำหนักไว้ก่อนแล้วโดยใช้ปีเปตอัตโนมัติ
 - 8) ทำให้แห้งที่อุณหภูมิไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ และซึ่งน้ำหนักผลที่ได้จะเป็นน้ำหนักของอนุภาคขนาดดินเหนียว (< 2 ไมโครเมตร)
 - 9) คำนวณเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคแต่ละขนาด (ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว) โดยถือว่าวน้ำหนักรวมของทุกขนาดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์



วิธีการวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์

หลักการ

ขั้นตอนการวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุในดินใช้วิธี walkeyandblack วิธีวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter; OM) อินทรีย์วัตถุในดิน หมายถึง อินทรีย์สารทุกชนิดที่มีอยู่ในดิน ซึ่งได้จากชากาพืช ชา กาแฟ และสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่ย่ศัยยูในดิน สิ่งทับถ่ายของมนุษย์และสัตว์ ส้ายที่วางทับถ่ายอยู่ในดิน รวมถึงอินทรีย์สารที่รากพืชปลดปล่อยออกมานะ และที่จุลทรีย์สังเคราะห์ อินทรีย์วัตถุในดินประกอบด้วยอินทรีย์สารหลายชนิด คือ พอกสารประกอบอินทรีย์ในโตรเจนสารประกอบอินทรีย์ฟอฟอรัส สารประกอบอินทรีย์กำมะถัน เป็นต้น และเมื่ออินทรีย์วัตถุสลายตัวโดยจุลทรีย์ถึงขั้นสุดท้ายจะได้ชีวมัสด(humus)ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ประกอบเชิงซ้อนที่ประกอบขึ้นจากสาร group ต่างๆ เช่น methyl phenolic, quinone และ carboxylic groups ที่มีอยู่ในดิน ชีวมัสด แบ่งได้เป็นสองส่วน คือ humic acid และ fulvic acid ชีวมัสดนี้มีใช้สารที่คงทนถาวร จุลทรีย์ดินทำให้สลายตัวได้ เช่นเดียวกับอินทรีย์สารอื่นที่มีอยู่ในดิน แต่อัตราการสลายตัวของชีวมัสดจะช้ากว่าการสลายตัวของอินทรีย์สารที่เป็นตันกำเนิดของชีวมัสด ชีวมัสดเป็นของแข็งที่มีอนุภาคละเอียดมากมีบีบบาทสำคัญคือมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation exchange capacity) สูงสามารถดูดซึมน้ำได้ดี และมีบีบบาทสำคัญต่อการเก็บยึดกัมเม็ดของอนุภาคดิน

สารเคมี

- 1) กรดฟอฟอริก
- 2) โซเดียมฟลูอิร์ด
- 3) เดกโทรส
- 4) สารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้นและซิลเวอร์ซัลเฟต (concentrated) (เตรียมสารละลายซิลเวอร์ซัลเฟต 2.5 กรัม ในกรดซัลฟูริกเข้มข้น 1 ลิตร)
- 5) สารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต เข้มข้น 1 นอร์มอล (standard 1 N solution) (เตรียมโดยละลายโพแทสเซียมซัลเฟต 49.04 กรัมในน้ำ และเจือจางเป็น 1ลิตร)
- 6) สารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต เข้มข้น 0.5 นอร์มอล (ferrous solution) (เตรียมโดย ละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต 196.1 กรัม ในน้ำ 800 มิลลิลิตรซึ่งมีกรดซัลฟูริกเข้มข้นอยู่ 20 มิลลิลิตร จากนั้นเจือจางให้เป็น 1 ลิตร)
- 7) ไดฟินิลามีนอินดิเคเตอร์ (เตรียมโดย ละลายไดฟินิลามีนประมาณ 0.5 กรัม ในน้ำ 20 มิลลิลิตร และกรดซัลฟูริกเข้มข้น 100 มิลลิลิตร)

วิธีวิเคราะห์

1) ใช้ตัวอย่างตอกอนแห้งที่ผ่านการร่อนด้วยตะกรงขนาดรู 1000 ไมโครเมตร จำนวน 0.5 กรัม ใส่ในขวดรูปชามพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร 2) เตรียมสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต เข้มข้น 1 นอร์มอล ปริมาตร 10 มิลลิลิตร โดยใช้บิวเรต และเติมสารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้นที่ผสมชิลเวอร์ ชัลเฟตที่จำนวน 20 มิลลิลิตร ผสมกันโดยค่อยๆ หมุนประมาณ 1นาที ตั้งของผสมที่ได้ไว้ประมาณ 30 นาที

3) ทำเบลลงค์ทุกครั้งเมื่อเปลี่ยนชุดการทดลอง

4) หลังจาก 30 นาทีผ่านไป เติมน้ำกลั่นปริมาตร 200 มิลลิลิตร ตามด้วยการดพอสฟอริก จำนวน 10 มิลลิลิตร และโซเดียมฟลูอิริด ปริมาตร 0.2 กรัม

5) เติมไดฟินิคลามีนอินดิเคเตอร์ จำนวน 15 หยด (0.5 หยด)

6) ไตรสารละลายที่ได้ด้วยสารละลายเพอร์รัสแอมโมเนียมชัลเฟต เข้มข้น 0.5 นอร์มอล จนถึงจุดยุติ จะได้สารละลายสีเขียวหัวเป็ด (brilliant green)

Standardization สารละลาย 0.5 N เพอร์รัสแอมโมเนียมชัลเฟต

1) การทามมาตรฐานด้วยการโดยใช้ภาษาชนะเบล่า (ที่ไม่มีตอกอน)

2) ดำเนินการตามขั้นตอนเหมือนกับการวิเคราะห์ตัวอย่างตอกอนในหัวข้อ 3 ตั้งแต่ข้อ 3.4 ถึงข้อ 3.6 ทำซ้ำอย่างน้อย 3 ช้า





ภาพประกอบการวิเคราะห์ความเป็นกรด-เบสของดิน



ชั่งดิน 5.00 กรัม ใส่ในหลอดเหวย์พลาสติก
ขนาด 50 มิลลิลิตร

นำปราศจากไอออนลงไปจะได้ 2 มิลลิลิตร
สัดส่วนของดินต่อน้ำเท่ากับ 1:5

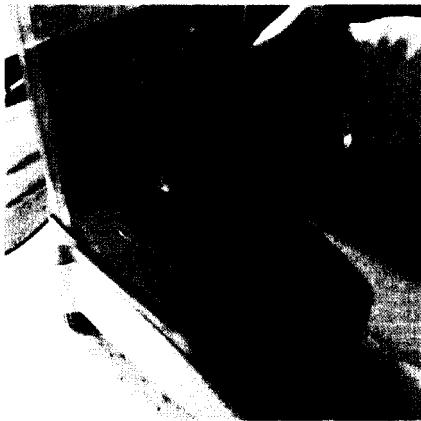


ปิดฝาและเขย่า 1 นาที ทิ้งไว้ 30 นาที

วัด pH ส่วนที่เป็นน้ำใส ด้วยเครื่อง pH Meter



ภาพประกอบการวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์



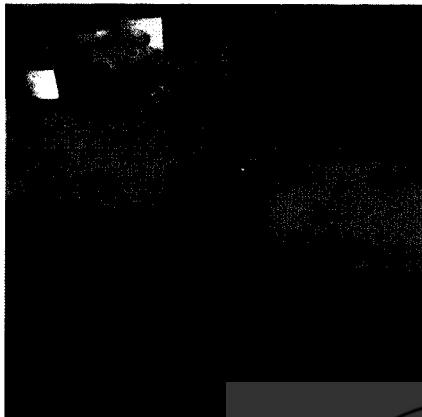
ใช้ตัวอย่างตากอนแห้งที่ผ่านการร่อนด้วย
ตะแกรง ขนาดรู 1000 ไมโครเมตร จำนวน
0.5 กรัม ใส่ในขวดรูปมนูญขนาด 500
มิลลิลิตร



เติมสารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้นที่ผสม
ซิลเวอร์ชัลเฟตทจำนวน 20 มิลลิลิตร

หลังจาก 30 นาทีผ่านไป เติมน้ำกลิ่นบริมาตร
200 มิลลิลิตร

ภาพประกอบการวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์ (ต่อ)



เติมน้ำกลั่นปริมาตร 200 มลลิลิตร
ตามด้วยกรดฟอสฟอริก จำนวน 10 มลลิลิตร

เติมไดฟีนิลามีนอินดิเคเตอร์จำนวน 15 หยด
และใช้เดียมฟลูออไรด์ ปริมาตร 0.2 กรัม



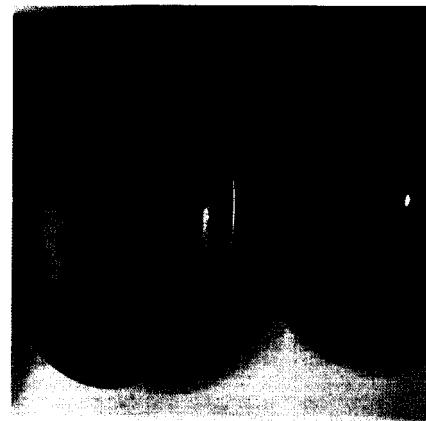
ไตรธาสารละลายที่ได้ด้วยสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมชัลเฟต
เข้มข้น 0.5 นอร์มอล จนถึงจุดยุติ จะได้สารละลายสีเขียวหัวเป็ด (brilliant green)



ภาพประกอบการวิเคราะห์ขนาดอนุภาค

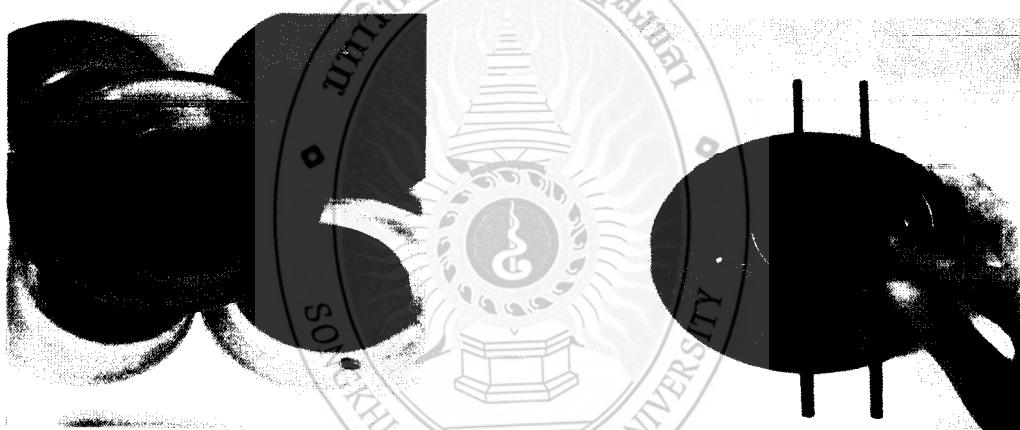


ชั้งตะกอนแห้งประมาณ 20-30 กรัม



เติมสารละลายน้ำไดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้น

ร้อยละ 10

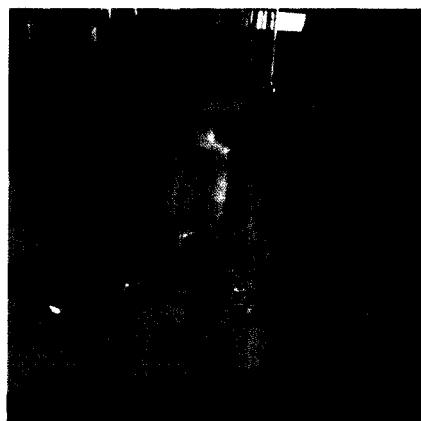


ทึบให้เกิดปฏิกิริยา 1 คืน

นำตะกอนแบบเปียก (wet-sieved) ผ่าน

ตะแกรงร่อนขนาด 63 มีเมตร

ภาพประกอบการวิเคราะห์ขนาดอนุภาค (ต่อ)



ตะกอนที่มีขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร ซึ่งประกอบด้วยอนุภาคที่เป็นทรายแป้งและดินเหนียว มาวิเคราะห์ต่อโดยวิธีการปีเปต ใส่ระบบบอก ตกตะกอน

เติมน้ำละลายน้ำเดี่ยมเขกษาเมตาฟอสเฟต เข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาณประมาณ 8-10 ml



เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตรบนสุดของเริ่ม ระบบบอกตวง



เริ่มใช้มีคันระบบบอกตวงให้พุ่งกระจาย จับเวลาทันทีหลังหยุดคุณ

ภาพประกอบการวิเคราะห์ขนาดอนุภาค (ต่อ)



หลังเวลาผ่านไป 3 ชั่วโมง 52 นาที ดูดน้ำที่เหนือ ทำให้แห้งที่อุณหภูมิไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส ระดับความลึก 5 เซนติเมตรใส่ในกล่องเย็นพรอย
ซึ่งซึ่งน้ำหนักไว้ก่อนแล้ว



ทึ้งให้เย็นในเดสิเคเตอร์ซึ่งน้ำหนัก

ผลที่ได้จะเป็นน้ำหนักของอนุภาคขนาดเดิน

หนึ่ง(>2 ไมโครเมตร)



ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในดินตะกอน

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ค่าปริมาณตะกั่ว (mg/kg)	10	43.5860	12.11990	3.83265

One-Sample Test

	Test Value = 46.7					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
ค่าปริมาณตะกั่ว (mg/kg)	-.812	9	.437	-3.11400	-11.7841	5.5561



ประวัติผู้ทำวิจัย

1. ชื่อ-สกุล นางสาวนารีรัตน์ ณ ไทร
 วัน เดือน ปีเกิด 3 พฤษภาคม 2539
 ที่อยู่ 36/2 หมู่ที่ 3 ตำบลแหลม อำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช 80170
 เบอร์โทรศัพท์ 0987260846
 การศึกษา ศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
2. ชื่อ-สกุล นางสาวนิตินันต์ จันทร์คง
 วัน เดือน ปีเกิด 16 กุมภาพันธ์ 2539
 ที่อยู่ 188/1 หมู่ที่ 8 ตำบลแหลม อำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช 80170
 เบอร์โทรศัพท์ 0987232702
 การศึกษา ศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา