

บทที่ 3

ผลและวิเคราะห์ผลการวิจัย

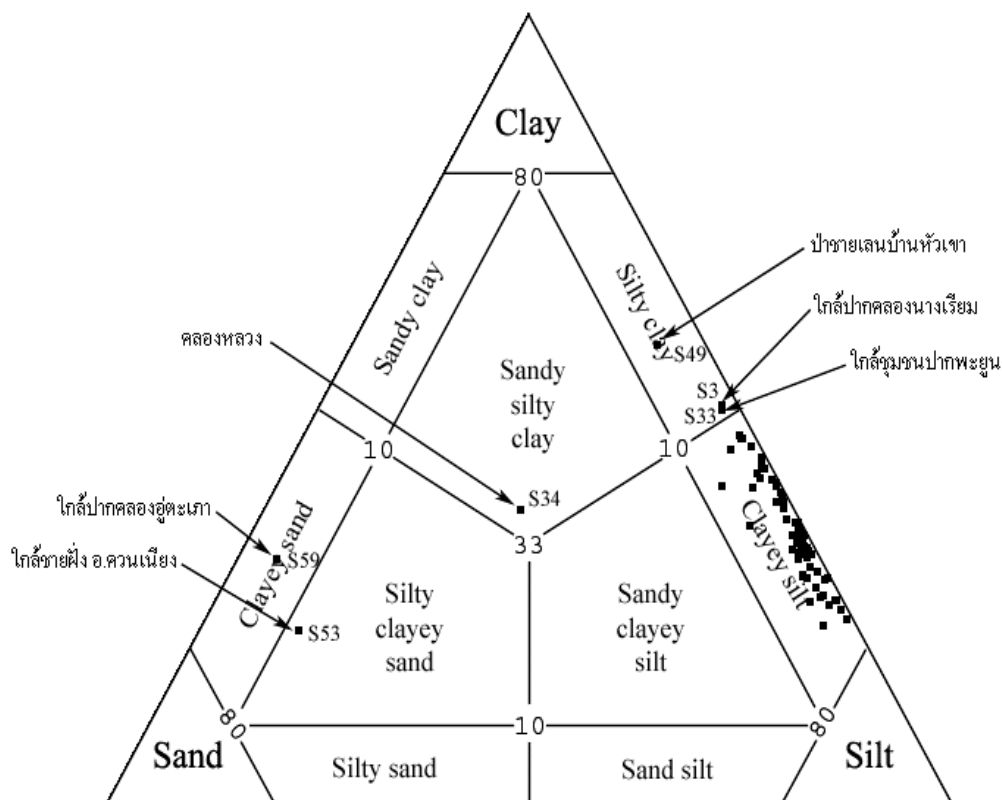
ในบทนี้จะนำเสนอผลการศึกษากายภาพและเคมีของตะกอนที่เก็บจากทะเลสาบสงขลา ทั้ง 4 พื้นที่ คือ ทะเลน้อย 14 สถานี (สถานี N1 – N15 ยกเว้นสถานี N 13), ทะเลสาบตอนบน 20 สถานี (สถานี S1 – S19 และ N13), ทะเลสาบตอนกลาง 17 สถานี (สถานี S20 – S36) และทะเลสาบตอนล่าง 23 สถานี (สถานี S37 – S59) พร้อมทั้งทำการวิเคราะห์ผลการศึกษาเบื้องต้นและวิเคราะห์ผลทางสถิติ

1. ขนาดอนุภาคและโครงสร้างของตะกอนทะเลสาบสงขลา

รายละเอียดข้อมูลผลวิเคราะห์ขนาดอนุภาคและโครงสร้างของตะกอนรายงานไว้ในภาคผนวก จ (ทะเลน้อยแสดงในตาราง จ-1 ทะเลสาบตอนบนแสดงในตาราง จ-2 ทะเลสาบตอนกลางแสดงในตาราง จ-3 และทะเลสาบตอนล่างแสดงในตาราง จ-4)

จากข้อมูลการกระจายตัวของอนุภาคตะกอนในภาคผนวก จ เมื่อ plot การกระจายตัวของอนุภาคขนาดทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว ลงใน sediment texture triangle ดังรูป 3-1 จะพบว่า การกระจายตัวของตะกอนส่วนใหญ่ของทะเลสาบสงขลาทั้งระบบเป็นทรายแป้งปนดินเหนียว หรือ clayey silt และสรุปได้ดังนี้

- ตะกอนในทะเลน้อยทั้งหมดมีโครงสร้างตะกอนเป็นทรายแป้งปนดินเหนียว
- ตะกอนในทะเลสาบตอนบน ส่วนใหญ่เป็นทรายแป้งปนดินเหนียวเช่นเดียวกัน ยกเว้น สถานี S3 เพียงสถานีเดียว ที่มีตะกอนค่อนข้างละเอียด
- ตะกอนในทะเลสาบตอนกลาง ส่วนใหญ่เป็นทรายแป้งปนดินเหนียวเช่นกัน ยกเว้น สถานี S33 ตะกอนค่อนข้างละเอียด และสถานี S34 การกระจายของอนุภาคทุกขนาดมีปริมาณพอๆ กัน
- ตะกอนในทะเลสาบตอนล่าง ส่วนใหญ่เป็นทรายแป้งปนดินเหนียว เช่นเดียวกับบริเวณอื่น ยกเว้นสถานี S49 ตะกอนจะมีขนาดค่อนข้างละเอียด ส่วนสถานี S53 และ S59 ตะกอนค่อนข้างหยาบ เนื่องจากมีปริมาณอนุภาคขนาดทรายค่อนข้างมาก

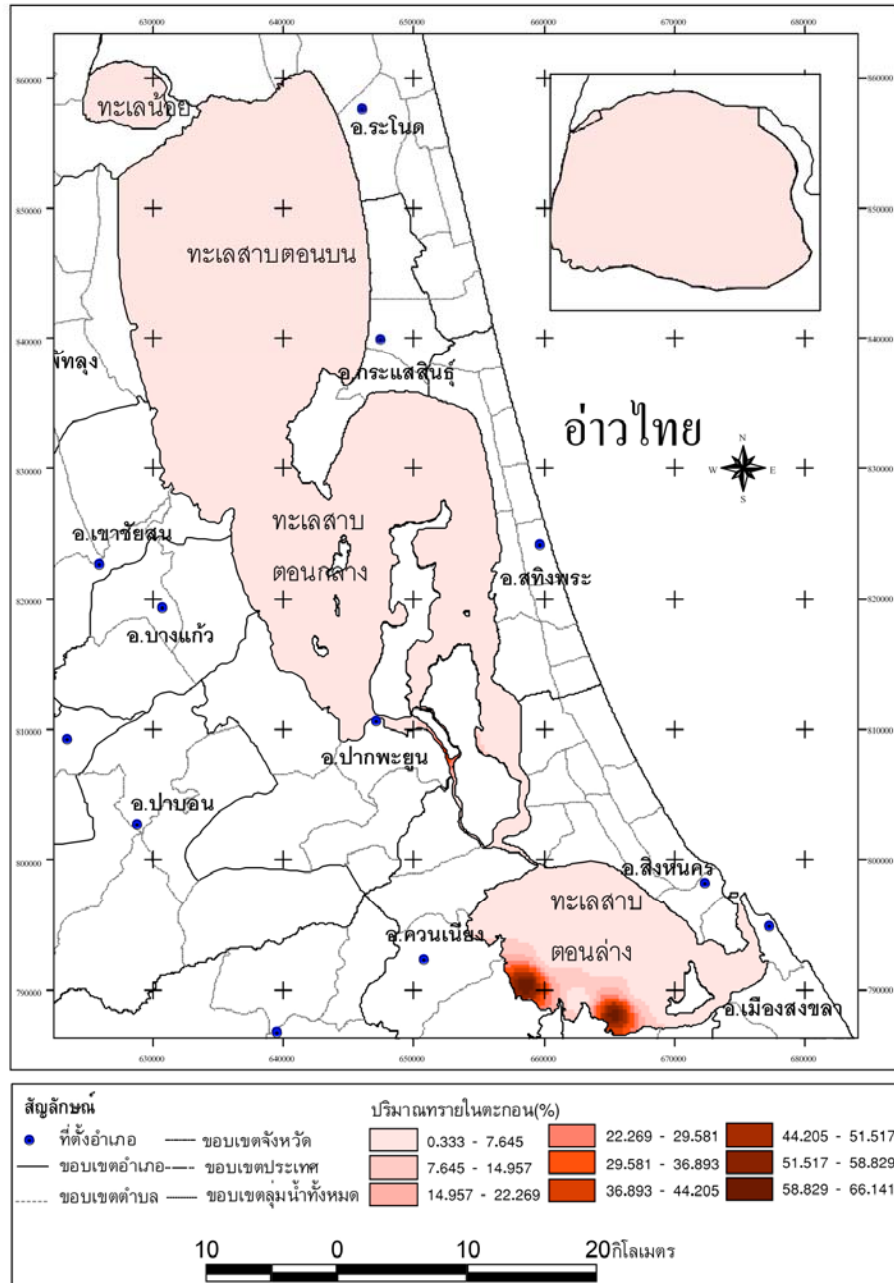


รูป 3-1 ไตอะแกรมการกระจายโครงสร้างของตะกอนบริเวณทะเลสาบสงขลาทั้งระบบ

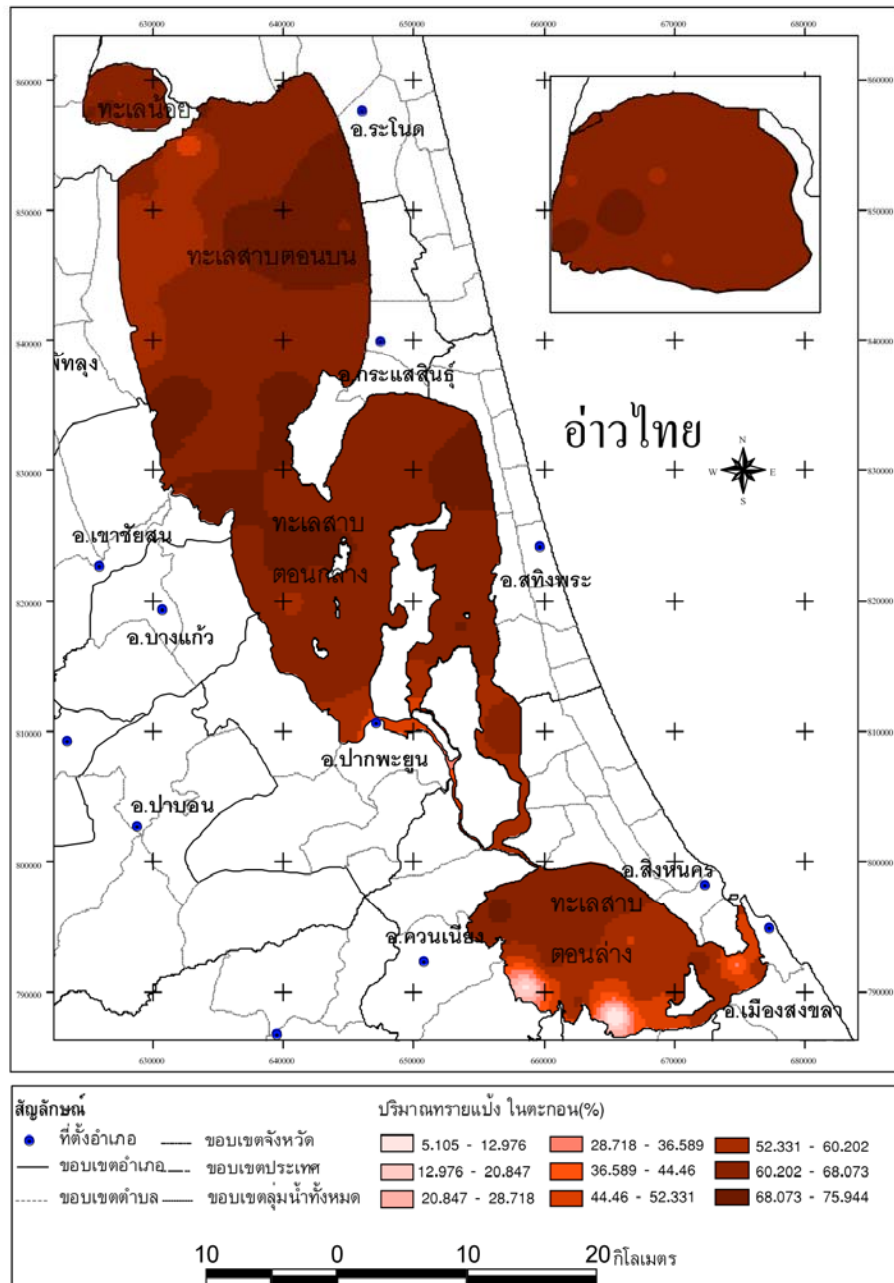
รูปแบบการแพร่กระจายของอนุภาคขนาดทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว ดังในรูป 3-2 ถึง 3-4 ตามลำดับ

2. องค์ประกอบทางเคมีของตะกอนทะเลสาบสงขลา

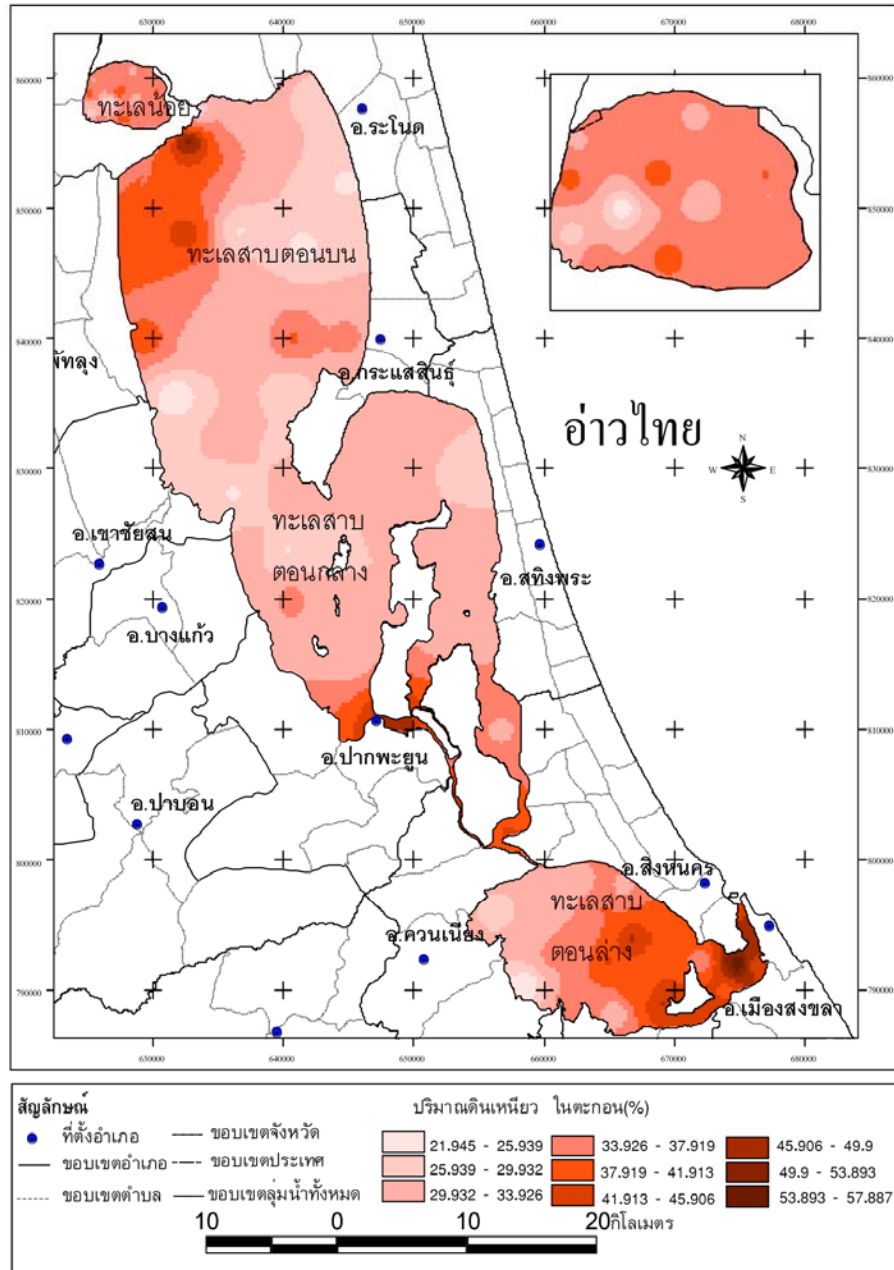
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเคมีของตะกอนทะเลสาบที่เก็บมาจากส่วนต่างๆ ของทะเลสาบ สรุปไว้ในตาราง 3-1 ส่วนรายละเอียดผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตะกอนรายงานไว้ในภาคผนวก ข (ทะเลน้อยแสดงในตาราง ข-1 ทะเลสาบตอนบนแสดงในตาราง ข-2 ทะเลสาบตอนกลางแสดงในตาราง ข-3 และทะเลสาบตอนล่างแสดงในตาราง ข-4)



รูป 3-2 รูปแบบการแพร่กระจายของอนุภาคขนาดทรายในตะกอนทะเลสาบสงขลา



รูป 3-3 รูปแบบการแพร่กระจายของอนุภาคขนาดทรายแป้งในตะกอนทะเลสาบสงขลา



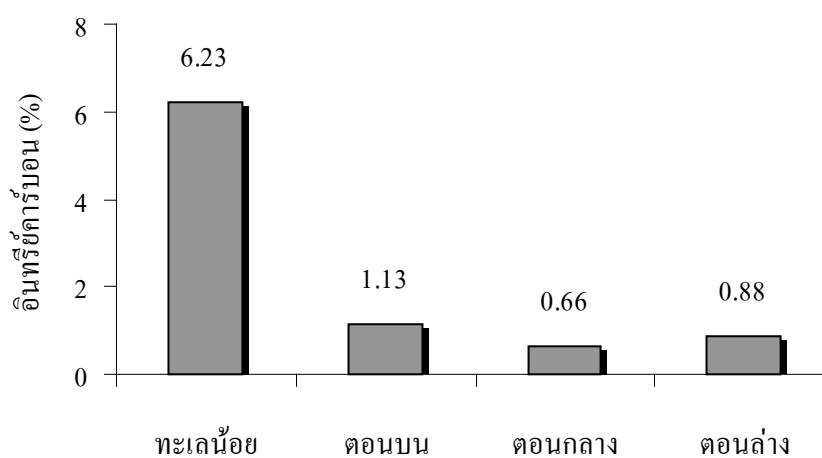
รูป 3-4 รูปแบบการแพร่กระจายของอนุภาคขนาดดินเหนียวในตะกอนทะเลสาบสงขลา

ตาราง 3-1 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน คาร์บอนทั้งหมด ไฮโดรเจนทั้งหมด ไนโตรเจนทั้งหมด ซัลเฟอร์ทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมดในตะกอนทะเลสาบสงขลา

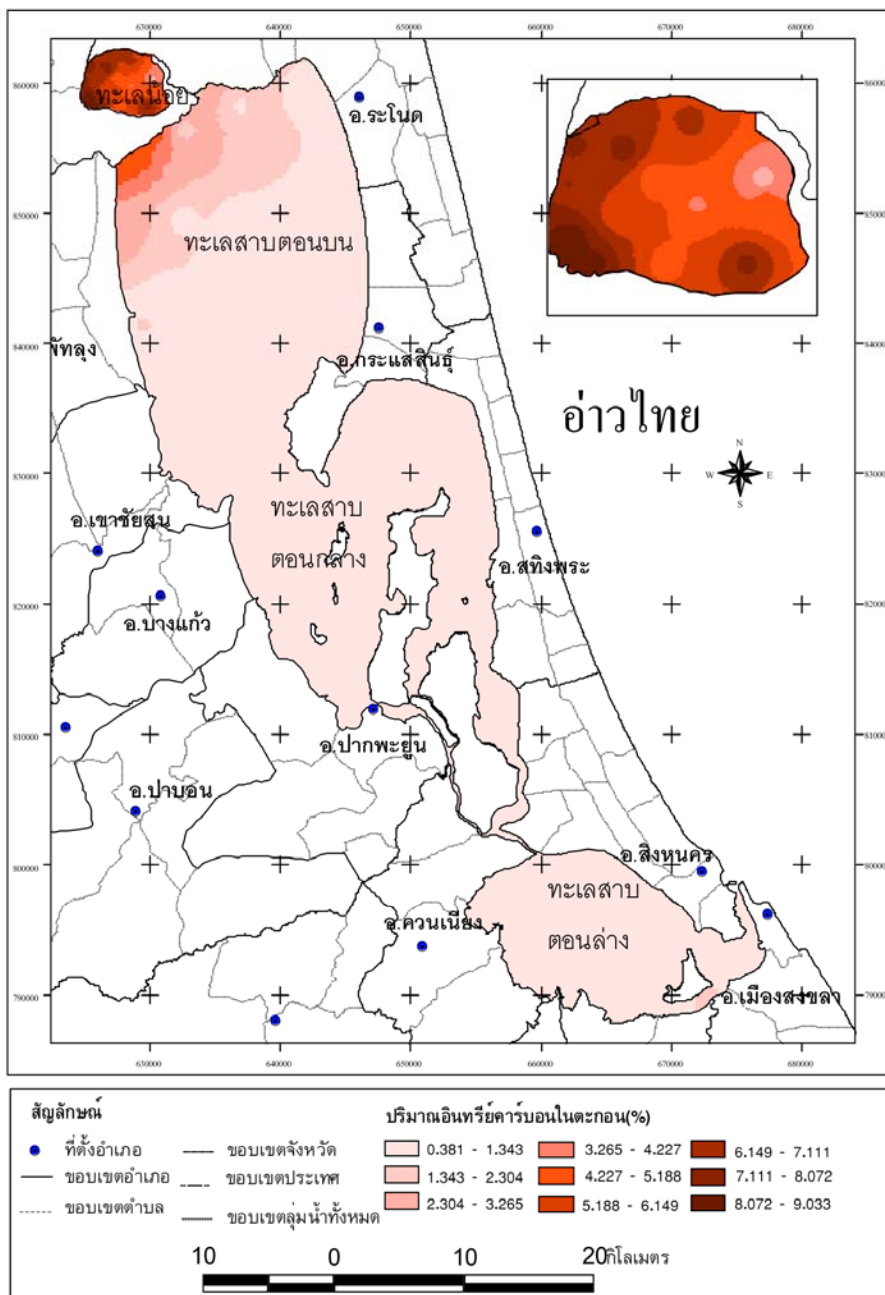
บริเวณ		OC	TC	TH	TN	TS	TP
ทะเลน้อย	เฉลี่ย	6.23±1.86	7.94±3.02	1.63±0.41	0.70±0.25	1.81±0.70	0.020±0.012
	อยู่ในช่วง	2.93-9.22	3.49-14.45	1.01-2.41	0.38-1.30	0.88-3.18	0.007-0.048
ตอนบน	เฉลี่ย	1.13±0.50	1.33±0.48	0.60±0.10	0.25±0.11	0.28±0.12	0.015±0.002
	อยู่ในช่วง	0.65-2.52	0.88-2.76	0.43-0.88	0.07-0.50	0.11-0.72	0.010-0.021
ตอนกลาง	เฉลี่ย	0.66±0.14	0.76±0.15	0.55±0.13	0.15±0.09	0.14±0.04	0.013±0.005
	อยู่ในช่วง	0.43-1.01	0.59-1.10	0.38-0.83	0.03-0.32	0.06-0.20	0.008-0.028
ตอนล่าง	เฉลี่ย	0.88±0.32	0.99±0.48	0.66±0.22	0.23±0.17	0.27±0.17	0.021±0.009
	อยู่ในช่วง	0.38-1.83	0.38-2.64	0.27-1.18	0.02-0.67	0.03-0.68	0.007-0.039

2.1 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในตะกอน

ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในตะกอนทะเลน้อย ทะเลสาบตอนบน ทะเลสาบตอนกลาง ทะเลสาบตอนล่าง มีค่าเท่ากับ 6.23±1.86%, 1.13±0.50%, 0.66±0.14% และ 0.88±0.32% ตามลำดับ และแสดงเปรียบเทียบไว้ในรูป 3-5 รูปแบบการแพร่กระจายของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในทะเลสาบสงขลาแสดงไว้ในรูป 3-6



รูป 3-5 ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในทะเลสาบสงขลาส่วนต่างๆ

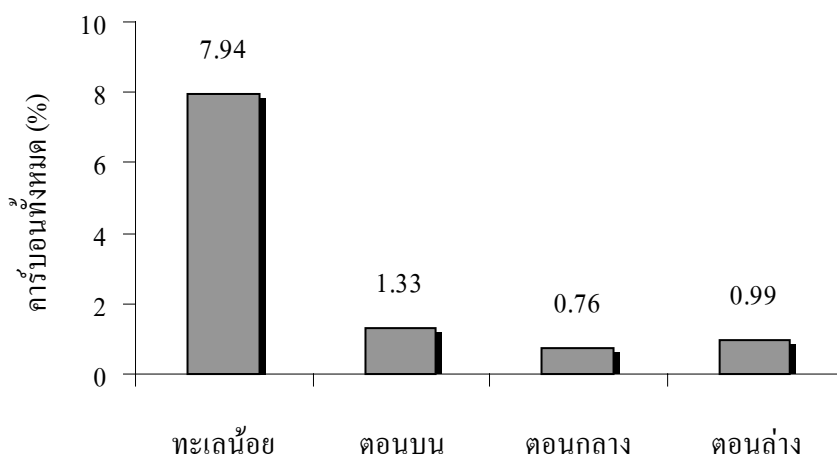


รูป 3-6 รูปแบบการแพร่กระจายของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในตะกอนทะเลสาบสงขลา

ทะเลน้อยมีการสะสมของอินทรีย์คาร์บอนมากกว่าบริเวณอื่นๆ โดยมีค่าต่ำสุดที่สถานี N5 คือ 2.93% และสูงสุดที่สถานี N8 คือ 9.22% ตะกอนทะเลสาบตอนบนมีค่าต่ำสุดที่สถานี S15 คือ 0.65% และสูงสุดที่สถานี S9 คือ 2.52% ตะกอนทะเลสาบตอนกลางมีค่าต่ำสุดที่สถานี S26 คือ 0.43% และสูงสุดที่สถานี S36 คือ 1.01% ตะกอนทะเลสาบตอนล่างมีค่าต่ำสุดที่สถานี S53 คือ 0.38% และสูงสุดที่สถานี S57 คือ 1.83%

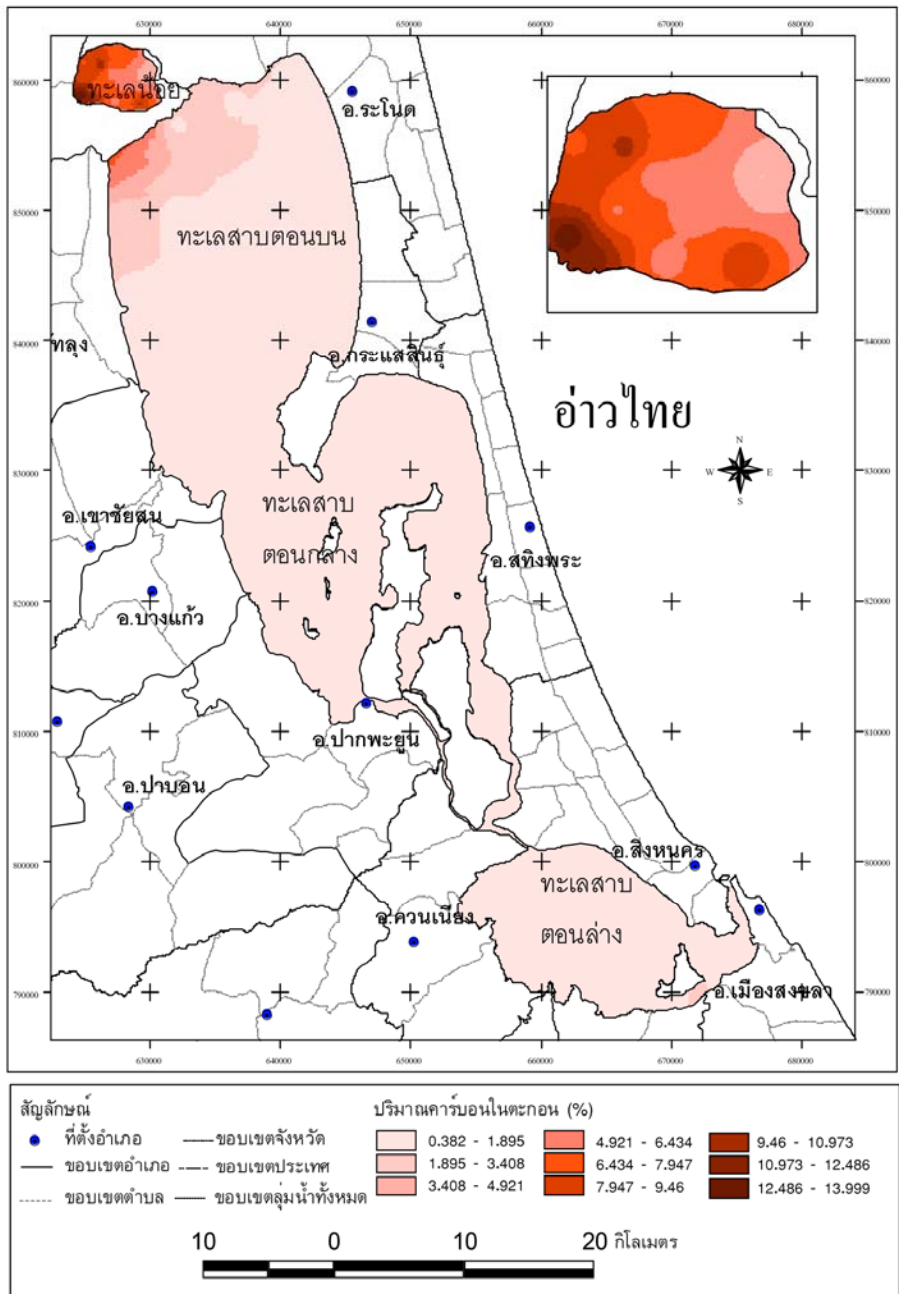
2.2 ปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในตะกอน

ค่าเฉลี่ยปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในตะกอนทะเลน้อย ทะเลสาบตอนบน ทะเลสาบตอนกลาง ทะเลสาบตอนล่าง มีค่าเท่ากับ $7.94 \pm 3.02\%$, $1.33 \pm 0.48\%$, $0.76 \pm 0.15\%$ และ $0.99 \pm 0.48\%$ ตามลำดับ และแสดงเปรียบเทียบไว้ในรูป 3-7 รูปแบบการแพร่กระจายของปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในทะเลสาบสงขลาแสดงไว้ในรูป 3-8



รูป 3-7 ค่าเฉลี่ยปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในทะเลสาบสงขลาส่วนต่างๆ

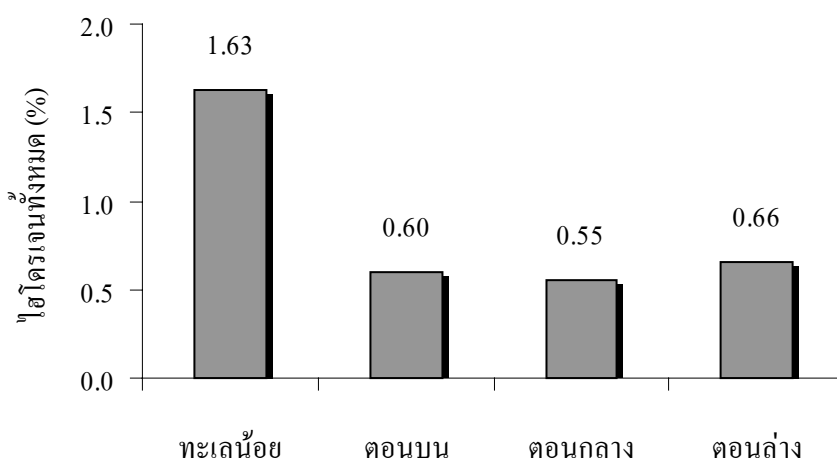
ปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในทะเลสาบสงขลาทั้งระบบมีความสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกับปริมาณอินทรีย์คาร์บอน โดยตะกอนทะเลน้อยมีค่าต่ำสุดที่สถานี N5 คือ 3.49% และสูงสุดที่สถานี N8 คือ 14.45% ตะกอนทะเลสาบตอนบนมีค่าต่ำสุดที่สถานี S15 คือ 0.88% และสูงสุดที่สถานี S9 คือ 2.76% ตะกอนทะเลสาบตอนกลางมีค่าต่ำสุดที่สถานี S31 คือ 0.59% และสูงสุดที่สถานี S35 คือ 1.10% ตะกอนทะเลสาบตอนล่างมีค่าต่ำสุดที่สถานี S53 คือ 0.38% และสูงสุดที่สถานี S57 คือ 2.64%



รูป 3-8 รูปแบบการแพร่กระจายของปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในตะกอนทะเลสาบสงขลา

2.3 ปริมาณไฮโดรเจนทั้งหมดในตะกอน

ค่าเฉลี่ยปริมาณไฮโดรเจนทั้งหมดในตะกอนทะเลน้อย ทะเลสาบตอนบน ทะเลสาบตอนกลาง ทะเลสาบตอนล่าง มีค่าเท่ากับ $1.63 \pm 0.41\%$, $0.60 \pm 0.10\%$, $0.55 \pm 0.13\%$ และ $0.66 \pm 0.22\%$ ตามลำดับ และแสดงเปรียบเทียบไว้ในรูป 3-9 รูปแบบการแพร่กระจายของปริมาณไฮโดรเจนทั้งหมดในทะเลสาบสงขลาแสดงไว้ในรูป 3-10

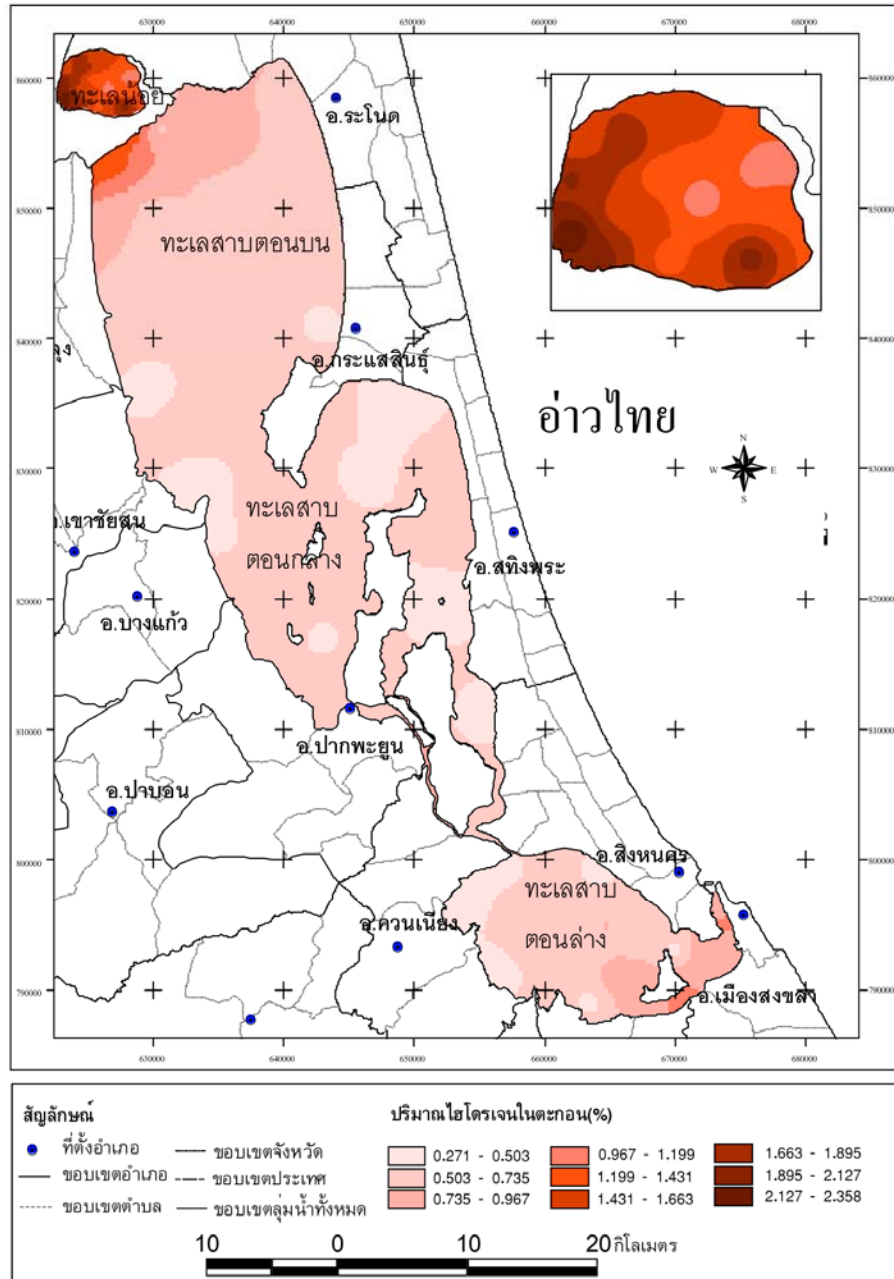


รูป 3-9 ค่าเฉลี่ยปริมาณไฮโดรเจนทั้งหมดในทะเลสาบสงขลาส่วนต่างๆ

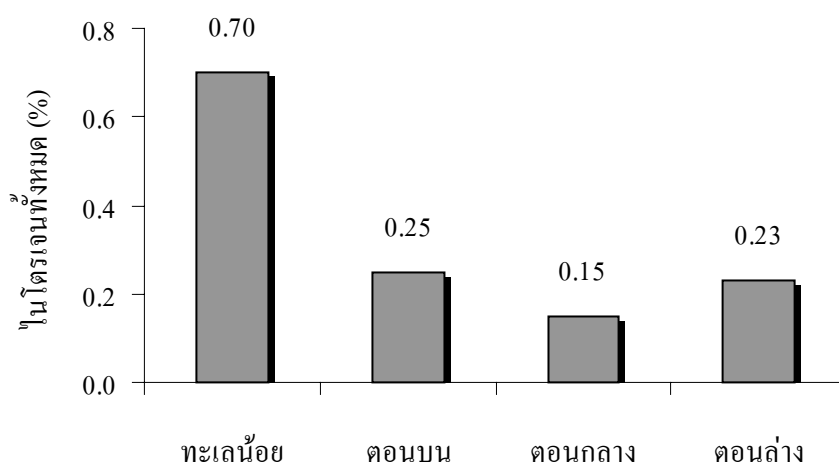
ปริมาณไฮโดรเจนทั้งหมดในทะเลสาบสงขลาทั้งระบบมีความสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกับปริมาณอินทรีย์คาร์บอน โดยตะกอนทะเลน้อยมีค่าต่ำสุดที่สถานี N5 คือ 1.01% และสูงสุดที่สถานี N8 คือ 2.41% ตะกอนทะเลสาบตอนบนมีค่าต่ำสุดที่สถานี S15 คือ 0.43% และสูงสุดที่สถานี S2 คือ 0.88% ตะกอนทะเลสาบตอนกลางมีค่าต่ำสุดที่สถานี S20 คือ 0.38% และสูงสุดที่สถานี S34 คือ 0.83% ตะกอนทะเลสาบตอนล่างมีค่าต่ำสุดที่สถานี S53 คือ 0.27% และสูงสุดที่สถานี S57 คือ 1.18%

2.4 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในตะกอน

ค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในตะกอนทะเลน้อย ทะเลสาบตอนบน ทะเลสาบตอนกลาง ทะเลสาบตอนล่าง มีค่าเท่ากับ $0.71 \pm 0.25\%$, $0.25 \pm 0.11\%$, $0.15 \pm 0.09\%$ และ $0.23 \pm 0.17\%$ ตามลำดับ และแสดงเปรียบเทียบไว้ในรูป 3-11 รูปแบบการแพร่กระจายของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในทะเลสาบสงขลาแสดงไว้ในรูป 3-12



รูป 3-10 รูปแบบการแพร่กระจายของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในตะกอนทะเลสาบสงขลา



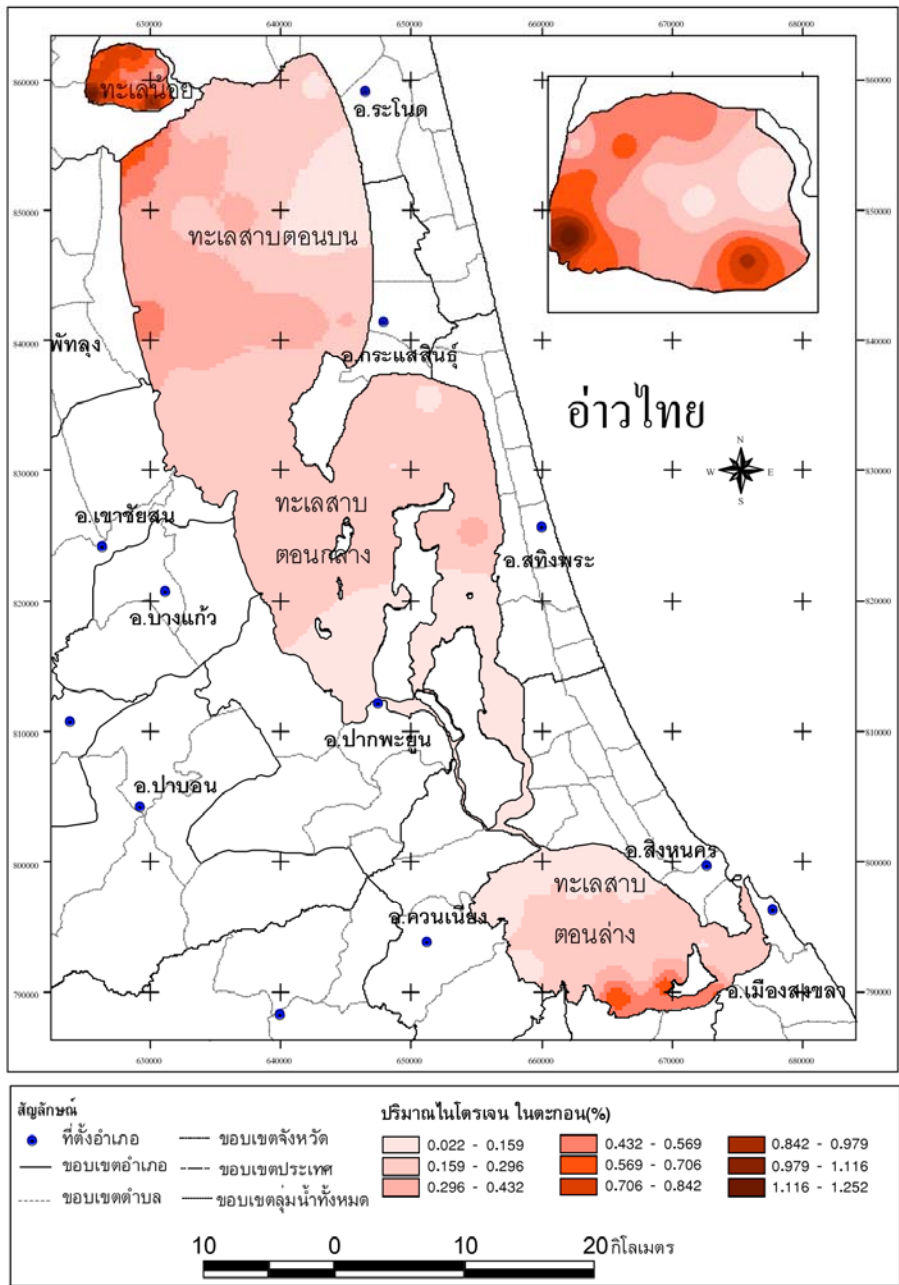
รูป 3-11 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในทะเลสาบสงขลาส่วนต่างๆ

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในทะเลสาบสงขลาทั้งระบบมีความสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกับปริมาณอินทรีย์คาร์บอน โดยตะกอนทะเลน้อยมีค่าต่ำสุดที่สถานี N5 คือ 0.38% และสูงสุดที่สถานี N8 คือ 1.30% ตะกอนทะเลสาบตอนบนมีค่าต่ำสุดที่สถานี S6 คือ 0.07% และสูงสุดที่สถานี S14 คือ 0.50% ตะกอนทะเลสาบตอนกลางมีค่าต่ำสุดที่สถานี S34 คือ 0.03% และสูงสุดที่สถานี S30 คือ 0.32% ตะกอนทะเลสาบตอนล่างมีค่าต่ำสุดที่สถานี S39 คือ 0.02% และสูงสุดที่สถานี S59 คือ 0.67%

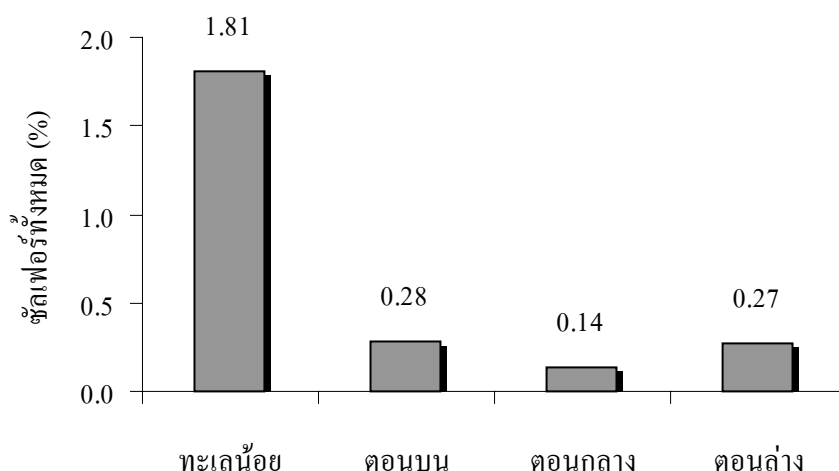
2.5 ปริมาณซัลเฟอร์ทั้งหมดในตะกอน

ค่าเฉลี่ยปริมาณซัลเฟอร์ทั้งหมดในตะกอนทะเลน้อย ทะเลสาบตอนบน ทะเลสาบตอนกลาง ทะเลสาบตอนล่าง มีค่าเท่ากับ $1.81 \pm 0.70\%$, $0.28 \pm 0.12\%$, $0.14 \pm 0.04\%$ และ $0.27 \pm 0.17\%$ ตามลำดับ และแสดงเปรียบเทียบไว้ในรูป 3-13 รูปแบบการแพร่กระจายของปริมาณซัลเฟอร์ทั้งหมดในทะเลสาบสงขลาแสดงไว้ในรูป 3-14

ปริมาณซัลเฟอร์ทั้งหมดในทะเลสาบสงขลาทั้งระบบมีความสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกับปริมาณอินทรีย์คาร์บอน โดยตะกอนทะเลน้อยมีค่าต่ำสุดที่สถานี N5 คือ 0.88% และสูงสุดที่สถานี N10 คือ 3.18% ตะกอนทะเลสาบตอนบนมีค่าต่ำสุดที่สถานี S15 คือ 0.11% และสูงสุดที่สถานี S13 คือ 0.72% ตะกอนทะเลสาบตอนกลางมีค่าต่ำสุดที่สถานี S32 คือ 0.06% และสูงสุดที่สถานี S29 คือ 0.20% ตะกอนทะเลสาบตอนล่างมีค่าต่ำสุดที่สถานี S39 คือ 0.03% และสูงสุดที่สถานี S57 คือ 0.68%



รูป 3-12 รูปแบบการแพร่กระจายของปริมาณ ไนโตรเจนทั้งหมดในตะกอนทะเลสาบสงขลา



รูป 3-13 ค่าเฉลี่ยปริมาณซัลเฟอร์ทั้งหมดในทะเลสาบสงขลาส่วนต่างๆ

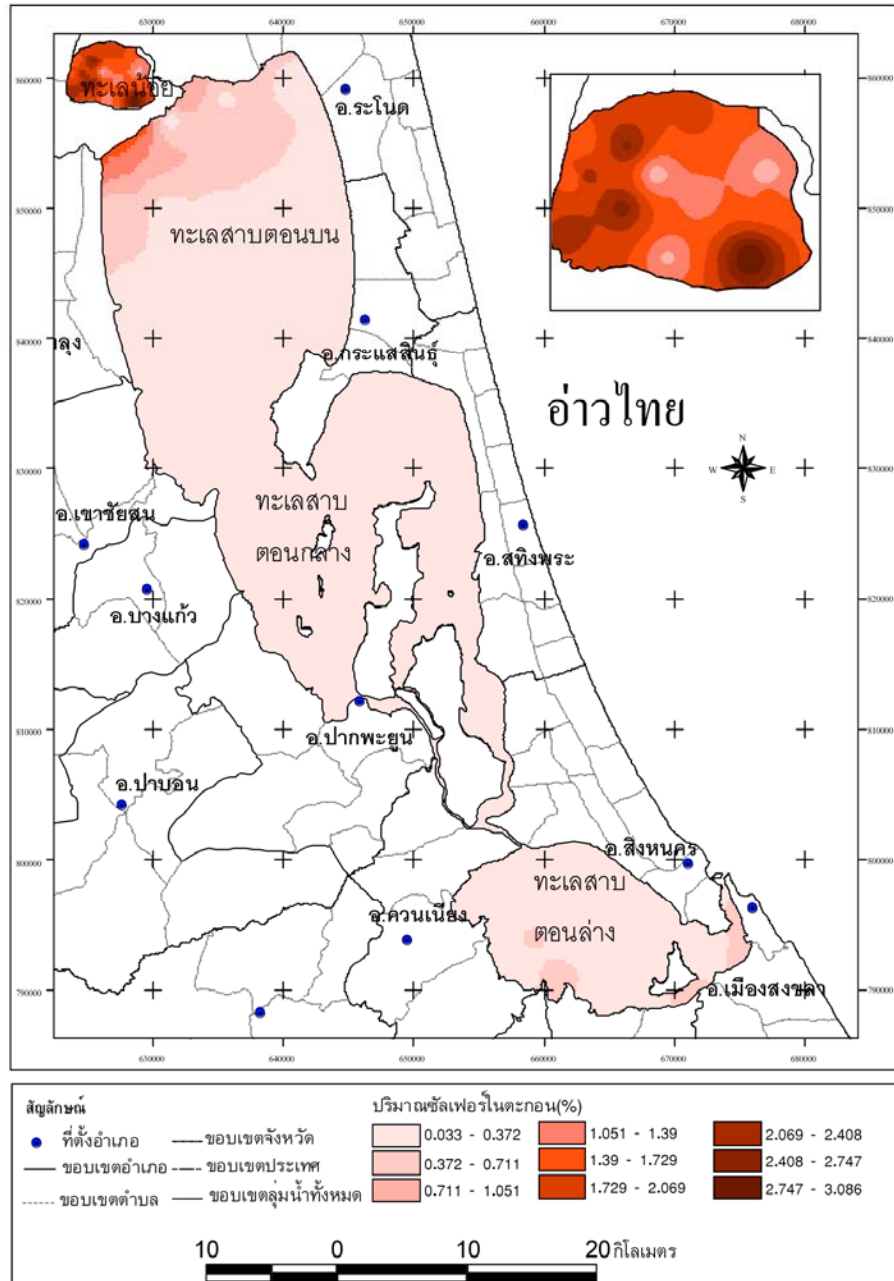
2.6 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในตะกอน

ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในตะกอนทะเลน้อย ทะเลสาบตอนบน ทะเลสาบตอนกลาง ทะเลสาบตอนล่าง มีค่าเท่ากับ $0.020 \pm 0.012\%$, $0.015 \pm 0.002\%$, $0.013 \pm 0.005\%$ และ $0.021 \pm 0.009\%$ ตามลำดับ และแสดงเปรียบเทียบไว้ในรูป 3-15 รูปแบบการแพร่กระจายของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในทะเลสาบสงขลาแสดงไว้ในรูป 3-16

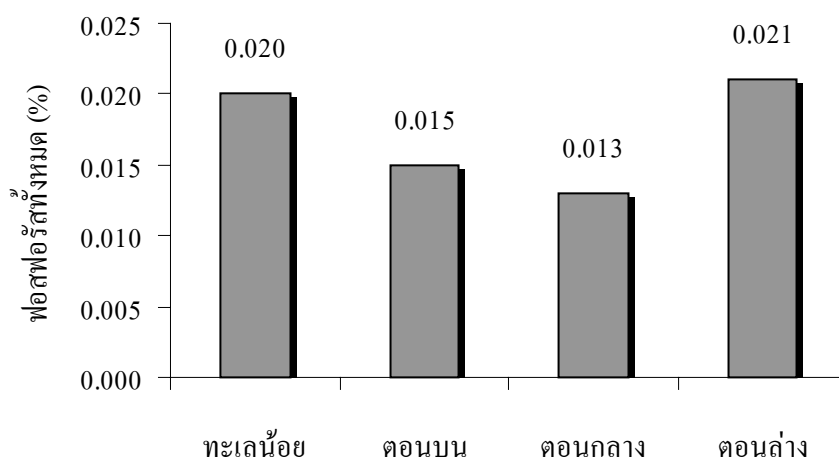
ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในทะเลน้อยและทะเลสาบตอนล่างสูงกว่าทะเลสาบบริเวณอื่นๆ และไม่ได้มีค่าแปรผันตามการสะสมของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในตะกอน โดยตะกอนทะเลน้อยมีค่าต่ำสุดที่สถานี N6 คือ 0.007% และสูงสุดที่สถานี N15 คือ 0.048% ตะกอนทะเลสาบตอนบนมีค่าต่ำสุดที่สถานี S15 คือ 0.010% และสูงสุดที่สถานี S3 คือ 0.021% ตะกอนทะเลสาบตอนกลางมีค่าต่ำสุดที่สถานี S31 คือ 0.008% และสูงสุดที่สถานี S34 คือ 0.028% ตะกอนทะเลสาบตอนล่างมีค่าต่ำสุดที่สถานี S42 คือ 0.007% และสูงสุดที่สถานี S57 คือ 0.039%

3. ความสัมพันธ์ทางสถิติของปัจจัยทางกายภาพและเคมีต่างๆ ในตะกอน

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางเคมีในตะกอนโดยการพิจารณาปัจจัยแต่ละคู่โดยการหาค่า Correlation Coefficients ทำการวิเคราะห์ Principal Components Analysis (PCA) และจัดกลุ่มของตะกอนโดยการวิเคราะห์ Cluster Analysis



รูป 3-14 รูปแบบการแพร่กระจายของปริมาณซีลฟอสฟอรัสทั้งหมดในตะกอนทะเลสาบสงขลา



รูป 3-15 ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในทะเลสาบสงขลาส่วนต่างๆ

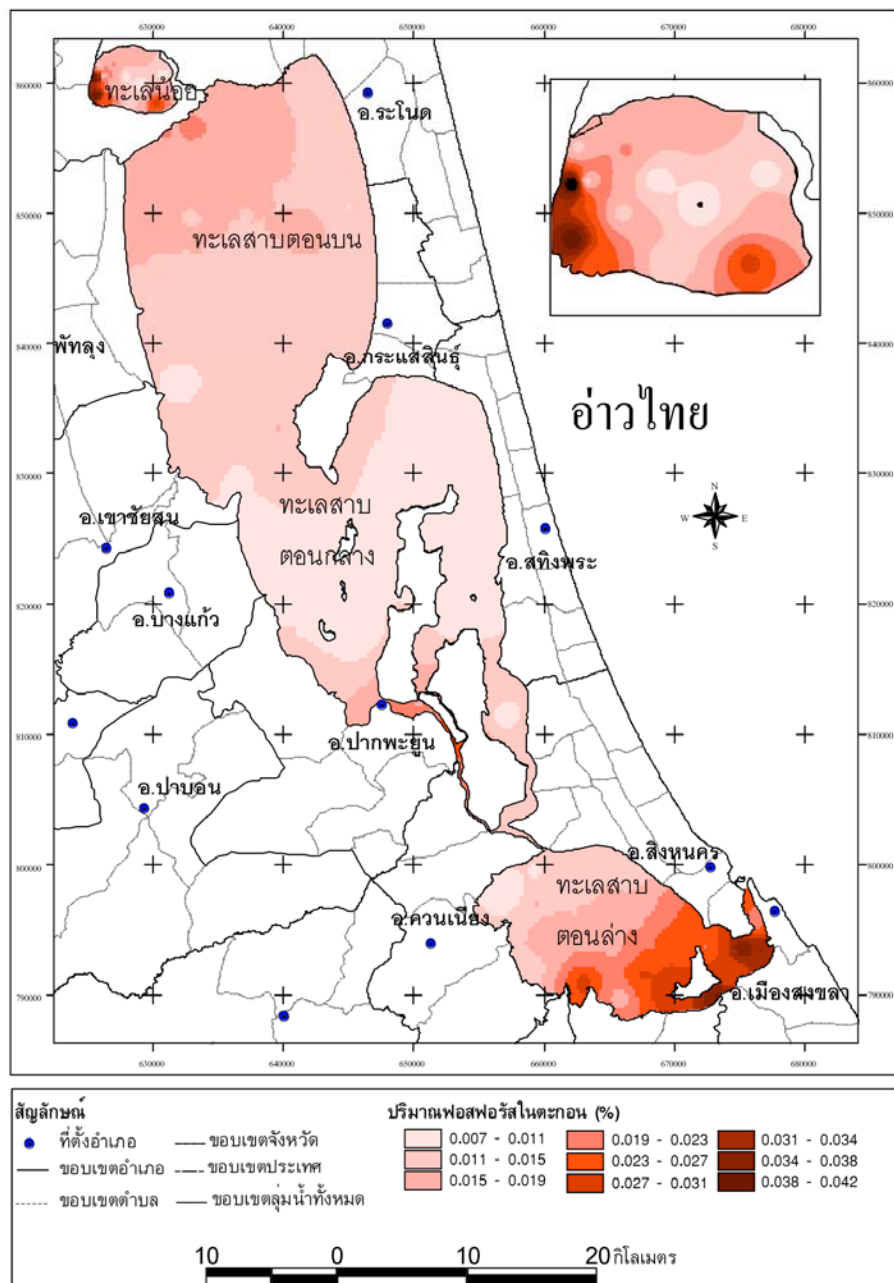
3.1 ความสัมพันธ์ของปัจจัยจากการวิเคราะห์ Correlation coefficients

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ = 0.01 ผลการวิเคราะห์แสดงในตาราง 3-2

ตาราง 3-2 ค่า Correlation coefficients ของปัจจัยทางกายภาพและเคมีของตะกอนทะเลสาบสงขลาทั้งระบบ

	Sand	Silt	Clay	OC	TC	TH	TN	TS	TP
Sand	1.00								
Silt	-0.814**	1.00							
Clay	-0.163	-0.440	1.00						
OC	-0.164	0.136	0.022	1.00					
TC	-0.154	0.141	-0.001	0.989**	1.00				
TH	-0.191	0.064	0.185	0.947**	0.951**	1.00			
TN	-0.023	-0.009	0.052	0.851**	0.870**	0.862**	1.00		
TS	-0.142	0.152	-0.039	0.931**	0.920**	0.913**	0.835**	1.00	
TP	0.007	-0.298**	0.496**	0.338**	0.360**	0.528**	0.439**	0.327**	1.00

(N = 74, $P < 0.01$ **)



รูป 3-16 รูปแบบการแพร่กระจายของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในตะกอนทะเลสาบสงขลา

อินทรีย์คาร์บอนมีความสัมพันธ์กับคาร์บอนทั้งหมดสูงมาก (0.989) แสดงว่าคาร์บอนทั้งหมดในตะกอนส่วนใหญ่อยู่ในรูปของอินทรีย์คาร์บอน

ฟอสฟอรัสทั้งหมดมีความสัมพันธ์ผกผันกับปริมาณทรายแป้ง (-0.298) แต่มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียว (0.496) อินทรีย์คาร์บอน (0.338) คาร์บอนทั้งหมด (0.360) ไฮโดรเจนทั้งหมด (0.528) ไนโตรเจนทั้งหมด (0.439) และซัลเฟอร์ทั้งหมด (0.327)

ไนโตรเจนทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (0.851) คาร์บอนทั้งหมด (0.870) และไฮโดรเจนทั้งหมด (0.862) ซึ่งเป็นค่าความสัมพันธ์ที่สูงมาก แสดงว่าการสะสมของไนโตรเจนทั้งหมดในตะกอนเพิ่มขึ้นตามการสะสมของสารอินทรีย์ในตะกอน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ซัลเฟอร์ทั้งหมดก็เช่นเดียวกันกับไนโตรเจนทั้งหมด พบว่ามีความสัมพันธ์กับ อินทรีย์คาร์บอน (0.931) คาร์บอนทั้งหมด (0.920) ไฮโดรเจนทั้งหมด (0.913) และไนโตรเจนทั้งหมด (0.835)

3.2 ความสัมพันธ์ของปัจจัยจากการวิเคราะห์ Principal Components Analysis (PCA)

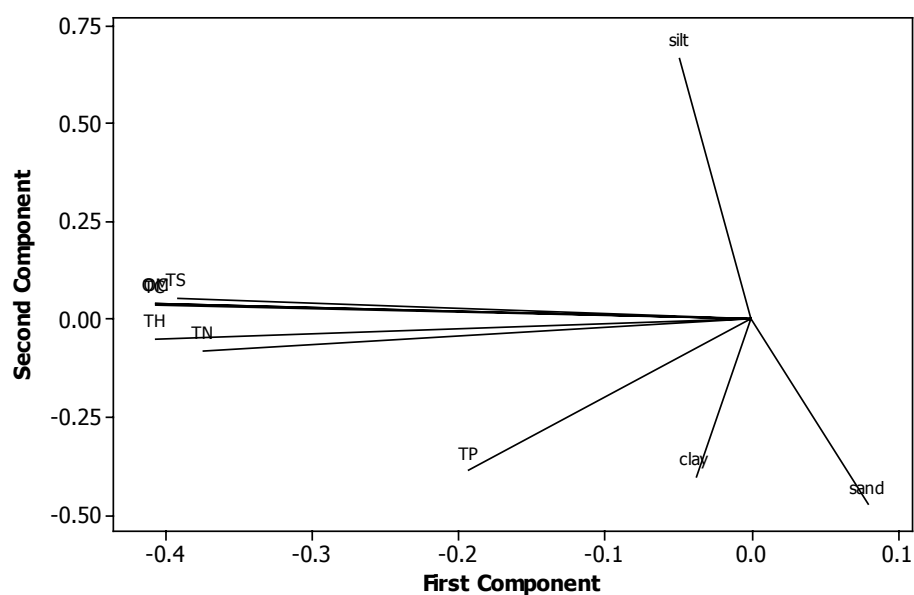
ผลจากการวิเคราะห์ PCA ได้เพียง 2 กลุ่ม ซึ่งมีค่า Eigenvalue สูงกว่า 1.5 โดยกลุ่มที่ 1 มีค่า Eigenvalue เท่ากับ 4.8813 และกลุ่มที่ 2 มีค่า Eigenvalue เท่ากับ 2.0440 ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตาราง 3-3 โดยค่าความสัมพันธ์แสดงตำแหน่งของปัจจัยต่าง ๆ ในกราฟแสดงไว้ในรูป 3-17

จากค่าความสัมพันธ์พบว่า กลุ่มที่ 1 ทรายแป้ง (-0.050), ดินเหนียว (-0.051), อินทรีย์คาร์บอน (-0.439), คาร์บอนทั้งหมด (-0.440), ไฮโดรเจนทั้งหมด (-0.445), ไนโตรเจนทั้งหมด (-0.412), ซัลเฟอร์ทั้งหมด (-0.427) และฟอสฟอรัสทั้งหมด (-0.225) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ส่วนกลุ่มที่ 2 ทรายแป้ง (0.673), อินทรีย์คาร์บอน (0.052), คาร์บอนทั้งหมด (0.051), ซัลเฟอร์ทั้งหมด (0.066) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน และดินเหนียว (-0.398), ไฮโดรเจนทั้งหมด (-0.036), ไนโตรเจนทั้งหมด (-0.067) และฟอสฟอรัสทั้งหมด (-0.377) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน

เมื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างอินทรีย์คาร์บอนกับไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมด พบว่า อินทรีย์คาร์บอนมีความสัมพันธ์กับไนโตรเจนและฟอสฟอรัสทั้งหมด แต่อินทรีย์คาร์บอนมีความสัมพันธ์กับไนโตรเจนทั้งหมด (-0.412) สูงกว่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (-0.225) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกราฟหาความสัมพันธ์ในแต่ละคู่ในหัวข้อ 3.1 พบว่ามีความสอดคล้องกัน

ตาราง 3-3 ค่าความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพและเคมีของตะกอนทะเลสาบทั้งระบบ ระหว่าง PCA กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

ปัจจัยทางกายภาพและเคมี	ค่าความสัมพันธ์	
	PCA กลุ่มที่ 1	PCA กลุ่มที่ 2
ทราย	0.008	-0.481
ทรายแป้ง	-0.050	0.673
ดินเหนียว	-0.051	-0.398
อินทรีย์คาร์บอน	-0.439	0.052
คาร์บอนทั้งหมด	-0.440	0.051
ไฮโดรเจนทั้งหมด	-0.445	-0.036
ไนโตรเจนทั้งหมด	-0.412	-0.067
ซัลเฟอร์ทั้งหมด	-0.427	0.066
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	-0.225	-0.077
Eigenvalue	4.8813	2.0440
% Variation	54.2	22.7



รูป 3-17 Loading plot จากการวิเคราะห์ PCA ของปัจจัยทางกายภาพและเคมีในตะกอนทะเลสาบสงขลาทั้งระบบ (ปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ sand = ทราย, silt = ทรายแป้ง, และ clay = ดินเหนียว และปัจจัยทางเคมี ได้แก่ OC = อินทรีย์คาร์บอน, TC = คาร์บอน, TH = ไฮโดรเจน, TN = ไนโตรเจน, TS = ซัลเฟอร์ และ TP = ฟอสฟอรัส)

3.3 การจัดกลุ่มของปัจจัยโดยใช้ Cluster analysis

จากการจัดกลุ่มปัจจัยโดยใช้ Cluster analysis บริเวณทะเลสาบสงขลาทั้งระบบ พบว่าที่ความคล้ายคลึง 50% สามารถแบ่งกลุ่มของสถานีออกเป็น 3 cluster ดังนี้ (รูป 3-18)

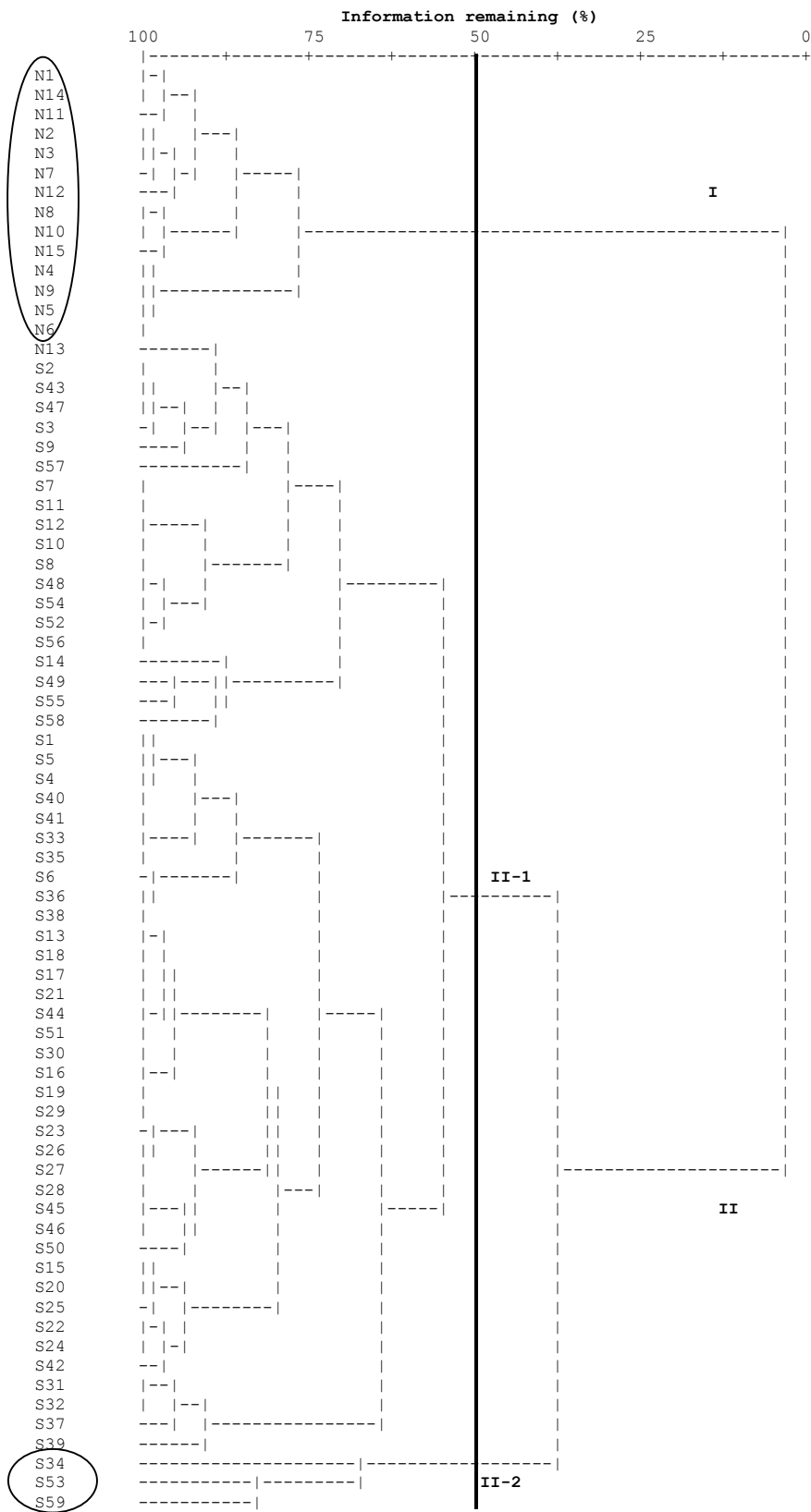
Cluster I ประกอบด้วยสถานีที่อยู่ในบริเวณทะเลน้อยทั้งหมด ค่าเฉลี่ยของปัจจัยทางกายภาพของตะกอนใน cluster นี้ คือ ทราย = 0.7%, ทรายแป้ง = 64.7% และดินเหนียว = 34.6% และปัจจัยทางเคมีซึ่งมีการสะสมสูงที่สุด พบค่าเฉลี่ยของอินทรีย์คาร์บอน = 6.23%, คาร์บอนทั้งหมด = 7.94%, ไฮโดรเจนทั้งหมด = 1.63%, ไนโตรเจนทั้งหมด = 0.70%, ซัลเฟอร์ทั้งหมด = 1.81% และฟอสฟอรัสทั้งหมด = 0.020%

Cluster II-1 ประกอบด้วยสถานีที่อยู่ในบริเวณทะเลสาบสงขลาทั้งหมดจำนวน 56 สถานี ยกเว้น สถานี S34, S53 และ S59 ค่าเฉลี่ยของปัจจัยทางกายภาพใน cluster นี้ คือ ทราย = 1.9%, ทรายแป้ง = 62.9% และดินเหนียว = 35.1% และปัจจัยทางเคมี คือ อินทรีย์คาร์บอน = 0.92%, คาร์บอนทั้งหมด = 1.06%, ไฮโดรเจนทั้งหมด = 0.62%, ไนโตรเจนทั้งหมด = 0.21%, ซัลเฟอร์ทั้งหมด = 0.24% และฟอสฟอรัสทั้งหมด = 0.017%

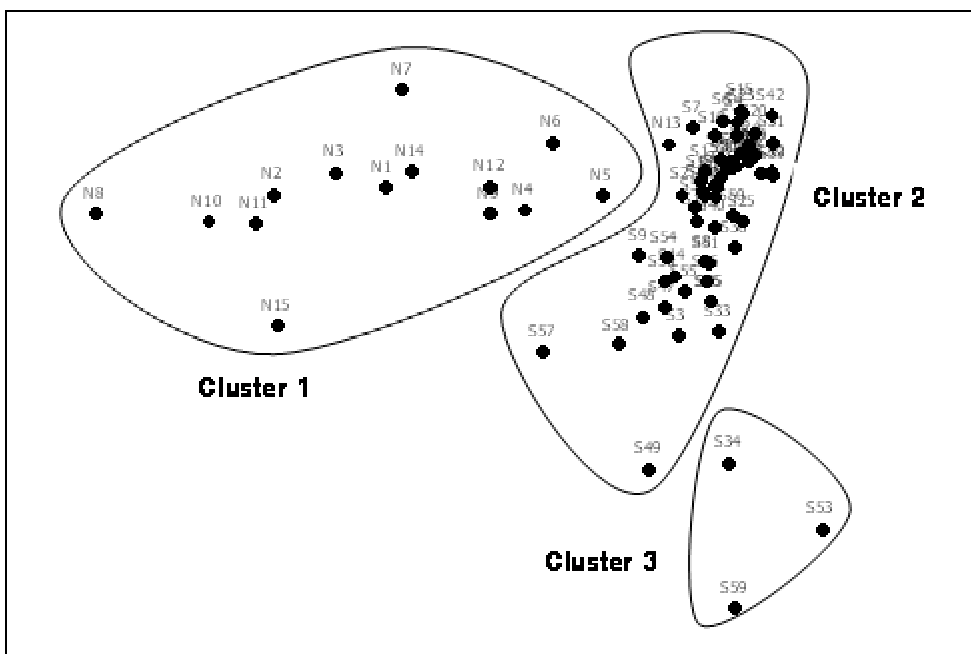
Cluster II-2 ประกอบด้วยสถานีที่อยู่ในบริเวณทะเลสาบสงขลาจำนวน 3 สถานี คือ สถานี S34, S53 และ S59 ค่าเฉลี่ยของปัจจัยทางกายภาพใน cluster นี้ คือ ทราย = 54.3%, ทรายแป้ง = 14.7% และดินเหนียว = 30.0% และปัจจัยทางเคมี คือ อินทรีย์คาร์บอน = 0.52%, คาร์บอนทั้งหมด = 0.61%, ไฮโดรเจนทั้งหมด = 0.51%, ไนโตรเจนทั้งหมด = 0.27%, ซัลเฟอร์ทั้งหมด = 0.18% และฟอสฟอรัสทั้งหมด = 0.020% ซึ่ง cluster นี้เป็น cluster ที่มีลักษณะเด่นของปัจจัยทางกายภาพ

3.4 การจัดกลุ่มของปัจจัยร่วมกับการวิเคราะห์ปัจจัยด้วย PCA

เมื่อทำการจัดกลุ่มของปัจจัยร่วมกับใช้ PCA พบว่าสามารถจัดกลุ่มของปัจจัยออกเป็น 3 cluster ใหญ่ๆ (รูป 3-19) และมีความสอดคล้องกับการวิเคราะห์ Cluster analysis คือ Cluster 1 ประกอบด้วย สถานีบริเวณทะเลน้อยทั้งหมด จำนวน 14 สถานี Cluster 2 ประกอบด้วย สถานีบริเวณทะเลสาบสงขลาทั้งหมด จำนวน 56 สถานี และ Cluster 3 ประกอบด้วย สถานีที่เหลือจำนวน 3 สถานี คือ S34 (บริเวณคลองหลวง), S53 (ใกล้ชายฝั่งอำเภอควนเนียง) และ S59 (ปากคลองอุตะเกา)



รูป 3-18 Dendrogram แสดงการจัดกลุ่มในรูป Euclidean distance ของปัจจัยต่างๆ



รูป 3-19 การจัดกลุ่มของปัจจัยร่วมกับการวิเคราะห์ปัจจัยด้วย PCA

4. สัดส่วนโมลของอินทรีย์คาร์บอนต่อไนโตรเจน, อินทรีย์คาร์บอนต่อฟอสฟอรัส และ ไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัส

ผลการวิเคราะห์สัดส่วนโมลระหว่าง อินทรีย์คาร์บอน : ไนโตรเจน (C:N), อินทรีย์คาร์บอน : ฟอสฟอรัส (C:P) และไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส (N:P) (รายละเอียดในภาคผนวก ข) พบว่า

1) ทะเลน้อย

สัดส่วนของ C:N อยู่ในช่วง 10.7-17.4 โดยมีค่าเฉลี่ย 13.1 ซึ่งสัดส่วนของ C:N ในบริเวณนี้มีการแพร่กระจายทั่วทั้งบริเวณ โดยมีสถานี N11, N14 และ N6 มีค่าสูงสุด คือ 17.4, 16.4 และ 15.0 ตามลำดับ ส่วนสัดส่วนของ C:P ในตะกอนทะเลน้อยมีค่าแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดในแต่ละสถานี โดยมีค่าอยู่ในช่วง 491.4-1935.8 (เฉลี่ย 1176.1) ซึ่งมีสถานีที่มีค่าสูงกว่า 1,000 อยู่บริเวณตอนกลางจากทิศเหนือจรดทิศใต้ที่สถานี N2, N3, N4, N5, N6, N7, N9, N11 และ N14 โดยมีค่า 1353.9, 1549.0, 1614.7, 1048.1, 1935.8, 1182.0, 1273.5, 1224.6 และ 1405.7 ตามลำดับ สำหรับสัดส่วนของ N:P ในบริเวณนี้ก็มีความแตกต่างกันเช่นกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 16.8-129.4 (เฉลี่ย 88.4)

โดยมีสถานี N3, N4, N6 และ N9 ซึ่งอยู่กลางทะเลน้อย มีค่าสูงกว่า 100 คือ 127.3, 126.5, 129.4 และ 108.8 ตามลำดับ (ตาราง ข-1 ในภาคผนวก ข)

2) ทะเลสาบตอนบน

สัดส่วน C:N อยู่ในช่วง 3.5-21.2 (เฉลี่ย 7.8) โดยมีสถานี N13 ซึ่งอยู่บริเวณปากคลองนางเรียนนอกที่เชื่อมต่อมาจากทะเลน้อย มีค่าสูงสุด 21.2 ซึ่งน่าจะได้รับอิทธิพลส่งออกมาจากทะเลน้อยจึงทำให้มีค่าสูงกว่าบริเวณอื่นๆรวมทั้งในทะเลน้อยด้วย บริเวณด้านตะวันออกของทะเลสาบตอนบนที่สถานี S4, S5 และ S6 มีค่าสัดส่วนสูงเช่นกัน คือ 11.0, 16.6 และ 19.8 ตามลำดับ ส่วนในบริเวณอื่นตั้งแต่ตอนบนจนถึงตอนล่างของทะเลสาบตอนบนมีค่าอยู่ในช่วง 3.5-8.2 ส่วนสัดส่วนของ C:P มีค่าอยู่ในช่วง 147.0-452.8 (เฉลี่ย 234.4) และมีการแพร่กระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งบริเวณ และสัดส่วนของ N:P ในบริเวณนี้มีค่าอยู่ในช่วง 9.2-81.3 (เฉลี่ย 40.2) โดยสถานี S6 มีค่าต่ำสุด คือ 9.2 (ตาราง ข-2 ในภาคผนวก ข)

3) ทะเลสาบตอนกลาง

สัดส่วนของ C:N อยู่ในช่วง 2.6-32.6 (เฉลี่ย 9.9) บริเวณตอนบนของทะเลสาบตอนกลางมีสัดส่วนของ C:N ใกล้เคียงกับทะเลสาบตอนบนคือตั้งแต่สถานี S20-S30 โดยมีค่าอยู่ในช่วง 2.6-5.7 และมีสัดส่วนของ C:N เพิ่มขึ้นในสถานี S31-S36 สัดส่วนของ C:P นั้นอยู่ในช่วง 76.3-193.3 (เฉลี่ย 162.4) ซึ่งในแต่ละสถานีมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ยกเว้นสถานี S34 บริเวณคลองหลวงที่มีค่าต่ำที่สุด คือ 76.3 ส่วนสัดส่วนของ N:P อยู่ในช่วง 2.3-67.4 (เฉลี่ย 29.4) โดยตั้งแต่สถานี S20-30 มีค่าที่ต่อเนื่องใกล้เคียงกับทะเลสาบตอนบน และเริ่มลดลงในสถานี S31-S36 โดยมีสถานี S30 ซึ่งอยู่ในบริเวณเขตรักษาพืชพันธุ์และสัตว์ป่ากุยุด มีค่าสูงสุด คือ 67.4 (ตาราง ข-3 ในภาคผนวก ข)

4) ทะเลสาบตอนล่าง

สัดส่วนของ C:N อยู่ในช่วง 1.1-35.4 (เฉลี่ย 9.0) ในบริเวณที่มีค่าสูงสุด ที่สถานี S37, S38 และ S39 คือ 35.0, 35.4 และ 33.8 ตามลำดับ ซึ่งได้รับอิทธิพลต่อเนื่องมาจากส่วนล่างของทะเลสาบตอนกลางที่มีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนสถานีที่เหลือทั้งหมดมีค่าลดลง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.1-10.8 เท่านั้น สัดส่วนของ C:P มีค่าอยู่ในช่วง 62.8-322.1 (เฉลี่ย 135.2) ซึ่งค่าสัดส่วนในบริเวณนี้มีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดโดยสถานีที่มีค่าต่ำกว่า 100 คือ สถานี S46, S48, S49, S50, S53, S54, S55, S56, S58 และ S59 ซึ่งอยู่บริเวณส่วนล่างของทะเลสาบตอนล่างจนถึงปากทางเชื่อมออกสู่อ่าวไทย ยกเว้นในสถานี S47 และ S57 และสถานีอื่น ๆ ที่เหลือมีค่าสูงกว่า 100 ส่วนสัดส่วนของ N:P มีค่าอยู่ในช่วง 3.8-82.5 (เฉลี่ย 24.2) โดยมีสถานี S37-S39 มีค่าใกล้เคียงกับตอนล่างของ

ทะเลสาบตอนกลางคือ 5.9, 9.1 และ 3.8 ตามลำดับ และมีค่าเพิ่มขึ้นในสถานีที่เหลืออยู่ในช่วง 13.0-82.5 โดยบริเวณที่มีค่าสูงสุดที่สถานี S59 คือ 82.5 ซึ่งเป็นบริเวณที่อยู่ใกล้เคียงกับบ่อบำบัดน้ำเสียเทศบาลนครหาดใหญ่ซึ่งอาจจะมีอิทธิพลต่อสัดส่วนของ N:P ในบริเวณนี้ (ตาราง ซ-4 ในภาคผนวก ซ)