

บทที่ 3

ผลการศึกษา และอภิปรายผล

การศึกษาในบทนี้กล่าวถึง ลักษณะทางเคมีและกายภาพของดิน รูปแบบการแพร่กระจายของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา พร้อมทั้งวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างการสะสมของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสกับปัจจัยพื้นฐานทางกายภาพเคมีของดิน ตามอิทธิพลของการใช้ที่ดิน และสภาพธรณีสัณฐานของดินในพื้นที่ เพื่อสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนเพื่อจัดการสิ่งแวดล้อมของพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาในภาพรวมทั้งระบบต่อไป

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตามจุดเก็บตัวอย่าง 212 จุด สรุปไว้ในตาราง 3-1 สำหรับปริมาณของตัวแปรทางกายภาพและทางเคมีของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาจำแนกตามประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land-use) และปริมาณของตัวแปรทางกายภาพและทางเคมีของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาจำแนกตามประเภทของธรณีสัณฐานวิทยา (Landform) แสดงไว้ใน ตาราง 3-2 และ ตาราง 3-3 ตามลำดับ ส่วนรายละเอียดผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของดิน รายงานไว้ใน ภาคผนวกตาราง ข และ ภาคผนวกตาราง ค

ตาราง 3-1 ค่าความเข้มข้นของตัวแปรทางกายภาพและเคมีของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

ตัวแปร (Parameter)	ค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด (Min-Max)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	มัธยฐาน (Median)
pH	8.2-3.4	5.3±0.7	5.1
Organic matter (%)	5.3-0.003	1.4±0.8	1.3
Sand (%)	90.7-0.8	40.3±26.2	41.4
Silt (%)	96.5-0.001	32.9±17.2	32.4
Clay (%)	74.5-2.6	26.8±14.8	22.0
Available phosphorus (available-P)(mg-P/kg)	262.4-1.2	20.0±37.9	8.8
Ammonium nitrogen (NH ₄ ⁺ -N) (mg-N/kg)	399.7-1.2	32.7±38.9	20.3
Nitrate nitrogen (NO ₃ ⁻ -N) (mg-N/kg)	36.0-NA	2.4±4.8	1.0
Total inorganic nitrogen (TIN) (mg-N/kg)	401.2-1.3	35.1±39.1	22.7

ตาราง 3-2 สรุปค่าความเข้มข้นของ ตัวแปรทางกายภาพและทางเคมี ตามประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land-use) ในดินพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

Parameter		All sample	Forest	Mixed garden	Paddy	Palm	Para	Shrimp farm	Wetland	Others
pH	Mean	5.3±0.7	4.9±1.1	5.7±0.7	5.2±0.6	5.4±0.1	5.2±0.5	7.9±0.3	5.5±1.8	5.68±0.92
	Median	5.3	4.7	5.8	5.2	5.5	5.2	7.9	5.2	5.81
	Min-Max	3.4-8.2	3.4-6.8	4.4-6.9	4.0-7.1	5.4-5.5	3.9-6.1	7.5-8.2	3.46-7.58	4.70-6.52
	n	212	8	14	78	2	97	4	6	3
Organic matter (%)	Mean	1.4±0.8	1.6±1.0	1.4±0.7	1.6±0.8	0.5±0.0	1.3±0.8	0.6±0.4	1.1±1.1	0.7±0.5
	Median	1.3	1.2	1.2	1.5	0.5	1.2	0.7	0.8	0.5
	Min-Max	0.003-3.5	0.5-3.0	0.4-2.9	0.1-3.8	0.5-0.6	0.3-3.1	0.03-0.9	0.003-2.7	0.3-1.3
	n	212	8	14	78	2	97	4	6	3
Sand (%)	Mean	40.3±26.2	21.0±22.5	48.0±31.6	26.9±24.2	75.4±1.7	51.1±21.7	10.4±4.6	28.3±24.7	44.9±31.9
	Median	41.4	14.2	56.2	20.6	75.4	54.7	8.9	24.9	61.6
	Min-Max	0.8-90.7	0.8-71.1	1.9-85.1	1.3-83.4	74.2-76.6	1.6-90.7	6.7-15.6	2.1-66.2	8.2-65.1
	n	199	8	14	74	2	89	3	6	3
Silt (%)	Mean	32.9±17.2	48.8±22.6	28.2±20.8	37.3±15.5	15.6±1.7	28.2±15.4	42.7±15.3	40.1±20.4	28.8±26.6
	Median	32.4	46.4	28.9	38.4	15.6	27.1	51.1	34.8	13.5
	Min-Max	0.001-96.5	16.7-96.5	1.5-58.3	5.2-77.9	14.4-16.8	0.001-63.9	25.1-51.8	20.7-69.7	13.3-59.4
	n	199	8	14	74	2	89	3	6	3

ตาราง 3-2 (ต่อ)

Parameter		All sample	Forest	Mixed garden	Paddy	Palm	Para	Shrimp farm	Wetland	Others
Clay (%)	Mean	26.8±14.8	30.2±16.2	23.8±17.9	33.8±16.8	9.0±0.1	20.6±8.6	46.9±10.8	31.7±10.8	26.3±5.6
	Median	22.0	38.3	16.5	31.3	9.0	18.0	41.5	35.6	25.1
	Min-Max	2.6-74.5	2.6-44.7	10.6-63.8	9.6-74.5	8.9-9.0	8.3-49.6	39.9-59.3	13.2-41.3	21.4-32.4
	n	199	8	14	74	2	89	3	6	3
Available phosphorus (available-P) (mg-P/kg)	Mean	20.0±37.9	16.2±11.7	67.8±86.7	12.7±12.7	133.6±138.6	13.5±21.6	110.9±89.6	21.6±29.3	5.7±3.9
	Median	8.8	14.2	19.0	9.7	133.6	7.5	106.6	10.8	7.7
	Min-Max	1.2-262.4	2.8-32.9	3.9-262.4	2.9-100.0	35.6-231.5	2.3-144.4	8.6-221.0	4.6-80.8	1.2-8.3
	n	212	8	14	78	2	97	4	6	3
Ammonium nitrogen (NH ₄ ⁺ -N) (mg-N/kg)	Mean	32.7±38.9	92.0±130.7	49.6±49.4	30.6±28.7	5.5±2.1	29.3±26.4	15.8±5.7	23.2±13.4	21.7±10.1
	Median	20.3	45.3	36.0	20.3	5.5	16.1	13.7	23.2	27.10
	Min-Max	1.2-399.7	6.3-399.7	6.1-197.6	1.2-139.3	4.0-7.0	3.8-115.3	11.6-24.2	8.0-38.7	10.1-27.7
	N	212	8	14	78	2	97	4	6	3
Nitrate nitrogen (NO ₃ ⁻ -N) (mg-N/kg)	Mean	2.4±4.8	0.7±0.6	2.1±2.8	3.9±7.0	0.1±0.1	1.6±2.7	0.6±0.5	1.5±1.0	0.4±0.0
	Median	1.0	0.7	1.0	1.6	0.1	0.8	0.5	1.5	0.5
	Min-Max	NA-36.0	0.03-1.6	0.03-8.2	0.03-36.0	0.03-0.1	0.03-18.5	NA-1.2	0.2-2.9	0.4-0.5
	N	212	8	14	78	2	97	4	6	3
Total inorganic nitrogen (TIN) (mg-N/kg)	Mean	35.1±39.1	92.7±131.0	51.6±48.2	34.5±29.4	5.6±2.2	30.9±26.6	16.3±5.7	24.7±13.6	22.1±10.1
	Median	22.7	46.7	39.7	22.7	5.6	19.7	14.6	24.8	27.5
	Min-Max	1.3-401.2	7.1-401.2	7.2-197.8	1.3-140.8	4.0-7.1	4.2-118.9	11.6-24.5	8.7-40.6	10.5-28.3
	N	212	8	14	78	2	97	4	6	3

ตาราง 3-3 สรุปค่าความเข้มข้นของ ตัวแปรทางกายภาพและทางเคมี ตามประเภทของธรณีสัณฐานของดิน (Land form) ในดินพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

Parameter		All sample	Erosional surface	Low terrace	Alluvial plain	Lacustrine plain	Former tidal flat
pH	Mean	5.3±0.7	5.3±0.6	5.3±0.3	5.3±0.8	4.9±1.0	5.2±1.0
	Median	5.3	5.3	5.3	5.2	4.8	5.1
	Min-Max	3.4-8.2	3.8-6.8	4.6-6.0	3.5-8.2	3.7-6.2	3.4-8.0
	n	212	77	15	88	4	28
Organic matter (%)	Mean	1.4±0.8	1.1±0.8	1.3±0.7	1.5±0.8	2.4±0.5	1.8±0.7
	Median	1.3	1.0	1.0	1.4	2.5	1.8
	Min-Max	0.003-3.5	0.2-5.3	0.4-3.1	0.003-3.8	1.8-2.9	0.6-3.4
	n	212	77	15	88	4	28
Sand (%)	Mean	40.3±26.2	58.5±19.0	42.8±21.5	34.2±23.3	9.5±9.1	13.7±20.7
	Median	41.4	62.1	45.1	30.9	6.7	5.3
	Min-Max	0.8-90.7	8.2-90.7	13.5-77.4	1.3-79.6	1.8-22.6	0.8-81.0
	n	199	70	14	86	4	25
Silt (%)	Mean	32.9±17.2	23.7±14.6	34.2±14.0	35.2±14.9	67.9±8.1	44.6±17.4
	Median	32.4	21.3	31.9	35.5	67.7	46.2
	Min-Max	0.001-96.5	0.001-59.4	14.0-63.9	8.0-62.5	58.3-77.9	1.5-96.5
	n	199	70	14	86	4	25

ตาราง 3-3 (ต่อ)

Parameter	Parameter	Parameter	Parameter	Parameter	Parameter	Parameter	Parameter
Clay (%)	Clay (%)	Clay (%)	Clay (%)	Clay (%)	Clay (%)	Clay (%)	Clay (%)
Available phosphorus (available P) (mg-P/kg)	Available phosphorus (available P) (mg-P/kg)	Available phosphorus (available P) (mg-P/kg)	Available phosphorus (available P) (mg-P/kg)	Available phosphorus (available P) (mg-P/kg)	Available phosphorus (available P) (mg-P/kg)	Available phosphorus (available P) (mg-P/kg)	Available phosphorus (available P) (mg-P/kg)
Ammonium nitrogen (NH ₄ ⁺ -N) (mg-N/kg)	Ammonium nitrogen (NH ₄ ⁺ -N) (mg-N/kg)	Ammonium nitrogen (NH ₄ ⁺ -N) (mg-N/kg)	Ammonium nitrogen (NH ₄ ⁺ -N) (mg-N/kg)	Ammonium nitrogen (NH ₄ ⁺ -N) (mg-N/kg)	Ammonium nitrogen (NH ₄ ⁺ -N) (mg-N/kg)	Ammonium nitrogen (NH ₄ ⁺ -N) (mg-N/kg)	Ammonium nitrogen (NH ₄ ⁺ -N) (mg-N/kg)
Nitrate nitrogen (NO ₃ ⁻ -N) (mg-N/kg)	Nitrate nitrogen (NO ₃ ⁻ -N) (mg-N/kg)	Nitrate nitrogen (NO ₃ ⁻ -N) (mg-N/kg)	Nitrate nitrogen (NO ₃ ⁻ -N) (mg-N/kg)	Nitrate nitrogen (NO ₃ ⁻ -N) (mg-N/kg)	Nitrate nitrogen (NO ₃ ⁻ -N) (mg-N/kg)	Nitrate nitrogen (NO ₃ ⁻ -N) (mg-N/kg)	Nitrate nitrogen (NO ₃ ⁻ -N) (mg-N/kg)
Total inorganic nitrogen (TIN) (mg-N/kg)	Total inorganic nitrogen (TIN) (mg-N/kg)	Total inorganic nitrogen (TIN) (mg-N/kg)	Total inorganic nitrogen (TIN) (mg-N/kg)	Total inorganic nitrogen (TIN) (mg-N/kg)	Total inorganic nitrogen (TIN) (mg-N/kg)	Total inorganic nitrogen (TIN) (mg-N/kg)	Total inorganic nitrogen (TIN) (mg-N/kg)

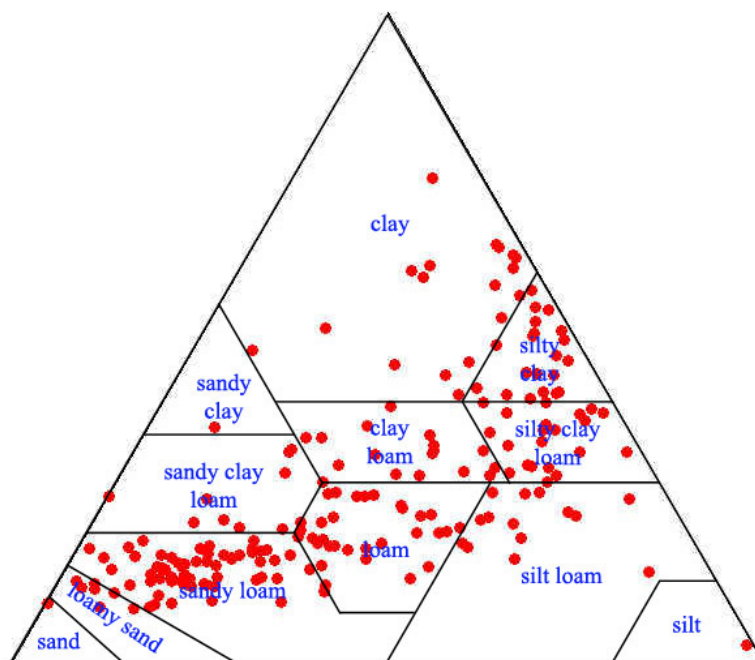
3.1 ขนาดอนุภาคของดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

3.1.1 ประเภทของเนื้อดิน

การวิเคราะห์ขนาดอนุภาคของดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาส่วนใหญ่เป็นอนุภาคทราย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 40.3 ± 26.2 % (ตาราง 3-1) และเมื่อ plot การกระจายตัวของขนาดอนุภาค โดยใช้ไคอะแกรมสามเหลี่ยมแข็งประเภทของเนื้อดิน (Soil textural triangle) ตามสัดส่วนโดยมวลของ ดินทราย (Sand), ดินทรายแป้ง (Silt) และ ดินเหนียว (Clay) ได้แสดงไว้ดังรูป 3-1

การกระจายตัวของดินส่วนใหญ่ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาทั้งระบบพบว่าส่วนใหญ่เป็นดินร่วนทราย (Sandy Loam) มีลักษณะอนุภาคดินอยู่ในกลุ่มดินเนื้อหยาบ (coarse-textured soils) คือมีส่วนผสมของดินทรายมากกว่าดินชนิดอื่น รองลงมาเป็นดินร่วน (Loam) และดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (Silty Clay Loam) มีลักษณะอนุภาคดินอยู่ในกลุ่มดินเนื้อกลาง (Median-textured soils) (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) และที่เหลือมาเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง (Silty Clay), ดินเหนียว (Clay), ดินร่วนเหนียว (Clay Loam), ดินร่วนปนทรายแป้ง (Silt Loam), ดินทรายร่วน (Loamy Sand), ดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy Clay Loam), ดินทราย (Sand) และ ทรายแป้ง (Silt) ตามลำดับ

ประเภทของเนื้อดินจะมีผลต่อค่าความคงทนต่อการชะล้างพังทลาย (Soil erodibility ; K) ของดินในพื้นที่ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2540) ซึ่งดินในพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นดินร่วนทราย ค่าความคงทนต่อการชะล้างพังทลายของดินต่ำ อาจจะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของธาตุอาหารในรูปสารละลายและสารแขวนลอยในอนุภาคของดิน (สุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา, 2545) รองลงมาเป็นดินร่วน และดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง เป็นกลุ่มดินเนื้อกลางมีค่าความคงทนต่อการชะล้างพังทลายของดินสูง แต่มีความสามารถในการดูดซับปริมาณอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารได้ดีกว่า (Rhoton, *et al.* 1979; McDowell, 2001; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544; มุกดา สุขสวัสดิ์, 2544) ดังนั้นถ้ามีฝนตกในปริมาณที่มากอาจทำให้ธาตุอาหารที่ติดไปกับอนุภาคขนาดเล็กเคลื่อนที่ไปพร้อมกับน้ำไหลบ่าหน้าดิน และการกษัยการของดิน (Ramos, 2003)



รูป 3-1 ไคอะแกรมการกระจายโครงสร้างของดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาทั้งระบบ

3.1.2 ปริมาณของขนาดอนุภาคตามการใช้ประโยชน์ที่ดินและธรณีสัณฐานของดิน

3.1.2.1 ปริมาณของขนาดอนุภาคตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การวิเคราะห์ขนาดอนุภาคของดินตามลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาพบว่า พื้นที่สวนปาล์ม (Pal) มีปริมาณอนุภาคดินทราย (Sand) เฉลี่ย (มัธยฐาน) สูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ $75.4 \pm 1.7 (75.4)$ ของอนุภาคดินทั้งหมด และพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินทรายน้อยคือ พื้นที่นาทุ่ง (Shr) ค่าเฉลี่ย (มัธยฐาน) คิดเป็น $10.4 \pm 4.6 (8.9)$ % ของขนาดอนุภาคทั้งหมด (ตาราง 3-2 ก) และพื้นที่สวนผสม (Mix) มีการกระจายตัวของปริมาณอนุภาคทรายมากที่สุด (พิจารณาจากกราฟ Boxplot จะมีความกว้างของ Box มากที่สุด) ค่ามัธยฐาน เท่ากับ 56.2% ของขนาดอนุภาคดินทั้งหมด แสดงว่าการแจกแจงข้อมูลเบ้ไปทางซ้ายเล็กน้อย (ค่ามัธยฐานก่อนมาทางด้านบนของ Box เล็กน้อย) (รูป 3-2 ก)

การศึกษาปริมาณของอนุภาคดินทรายแป้ง (Silt) ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตามการใช้ประโยชน์ที่ดินพบว่า พื้นที่ป่าไม้ (For) มีปริมาณอนุภาคดินทรายแป้งสูงสุดคือ มีค่าเฉลี่ย (มัธยฐาน) เท่ากับ $48.8 \pm 22.6 (46.4)$ % ของขนาดอนุภาคดินทั้งหมด และพื้นที่สวนปาล์ม (Pal) พบว่ามีปริมาณดินทรายแป้งต่ำที่สุด ค่าเฉลี่ย (มัธยฐาน) คิดเป็น $15.6 \pm 1.7 (15.6)$ % ของขนาดอนุภาคดินทั้งหมด นอกจากนี้ยังพบว่าพื้นที่สวนผสม (Mix) มีการกระจายตัวของปริมาณทราย

แป้งสูง และค่ามัธยฐานของปริมาณทรายแป้งในพื้นที่สวนผสม เท่ากับ 28.9% ของขนาดอนุภาคดินทั้งหมด (ตาราง 3-2 และ รูป 3-2 ข)

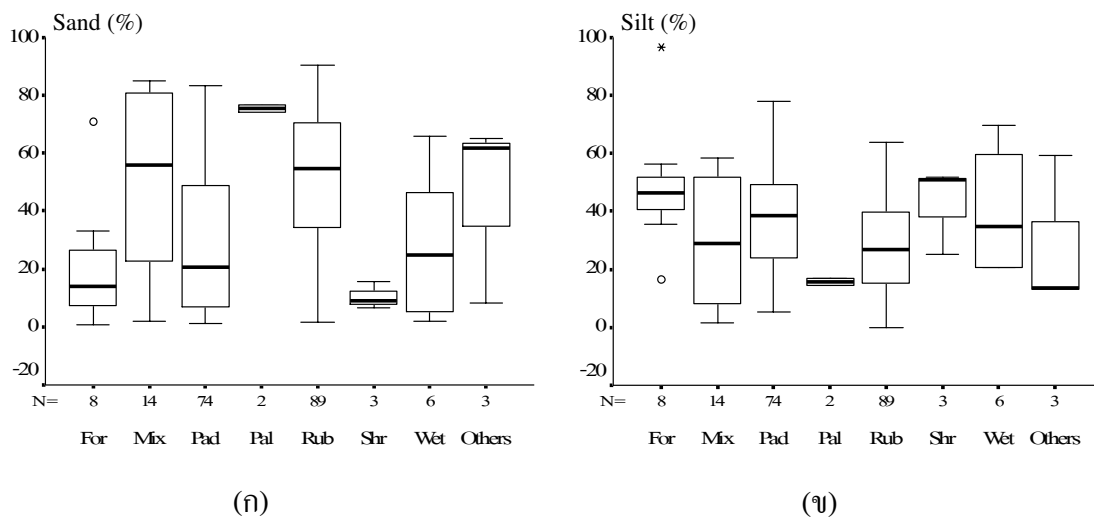
การศึกษาปริมาณของอนุภาคดินเหนียว (Clay) ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ตามการใช้ประโยชน์ที่ดินพบว่า ขนาดอนุภาคดินเหนียวในพื้นที่นาทุ่ง (Shr) มีค่าเฉลี่ย (มัธยฐาน) สูงที่สุด เท่ากับ $46.9 \pm 10.8 (41.5) \%$ ของขนาดอนุภาคดินทั้งหมด และมีปริมาณค่อนข้างสูงในพื้นที่นาข้าว (Pad) พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wet) และพื้นที่ป่าไม้ (For) นอกจากนี้พื้นที่สวนปาล์ม (Pal) มีปริมาณดินเหนียวต่ำที่สุด มีค่าเฉลี่ย (มัธยฐาน) เท่ากับร้อยละ $9.0 \pm 0.1 (9.0)$ ของขนาดอนุภาคดินทั้งหมด (ตาราง 3-2) มีการกระจายตัวสูงในพื้นที่ป่าไม้ (For) และมีค่ามัธยฐานอยู่ในระดับค่อนข้างสูง มีค่าเท่ากับ 38.3% แสดงว่าเส้นโค้งความถี่เบ้ไปทางซ้าย และเมื่อพิจารณาโดยภาพรวมของพื้นที่นี้ จะพบว่ามีปริมาณอนุภาคดินเหนียวค่อนข้างมาก (รูป 3-2ค)

3.1.2.2 ปริมาณของขนาดอนุภาคตามธรณีสัณฐานของดิน

การวิเคราะห์ขนาดอนุภาคดินทรายตามธรณีสัณฐานของดิน พบว่า ธรณีสัณฐานของดินแบบบริเวณที่เหลื่อค้างจากการกัดกร่อน (ES) เป็นพื้นที่ที่มีปริมาณอนุภาคดินทรายมากที่สุด คือ ค่าเฉลี่ย (มัธยฐาน) เท่ากับ $58.5 \pm 19.0 (62.1) \%$ ของอนุภาคดินทั้งหมด นอกจากนี้พบว่าธรณีสัณฐานของดินแบบที่ราบตะกอนทะเลสาบ (LP) และที่ราบน้ำทะเลเค็มท่วมถึง (FF) มีปริมาณอนุภาคดินทรายต่ำ ค่าเฉลี่ย (มัธยฐาน) เท่ากับ $9.5 \pm 9.1 (6.7) \%$ และ $13.7 \pm 20.7 (5.3) \%$ ของอนุภาคดินทั้งหมด ตามลำดับ รวมถึงพบที่มีการกระจายตัวสูงในพื้นที่ลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ (LT) (ตาราง 3-3 และ รูป 3-3ก)

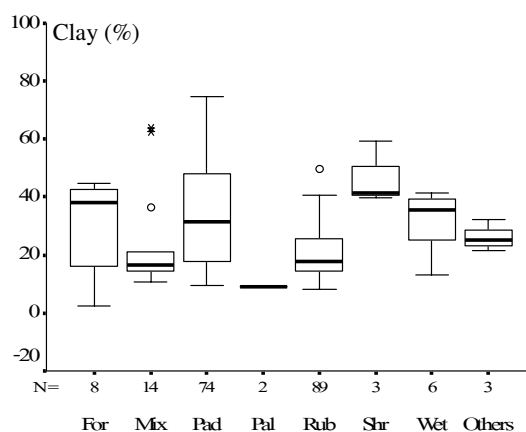
ธรณีสัณฐานของดินแบบที่ราบตะกอนทะเลสาบ (LP) มีปริมาณดินทรายแป้งสูง รองลงมาคือ ธรณีสัณฐานของดินแบบที่ราบน้ำทะเลเค็มท่วมถึง (FF) มีค่าเฉลี่ย (มัธยฐาน) ของปริมาณอนุภาคดินทรายแป้ง เท่ากับร้อยละ $67.9 \pm 8.1 (67.7)$ และ $44.6 \pm 17.4 (46.2)$ ของอนุภาคดินทั้งหมด ส่วนธรณีสัณฐานของดินแบบบริเวณที่เหลื่อค้างจากการกัดกร่อน (ES) มีปริมาณดินทรายแป้งน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ย (มัธยฐาน) เท่ากับ $23.7 \pm 14.6 (21.3) \%$ ของขนาดอนุภาคทั้งหมด (ตาราง 3-3 และ รูป 3-3ข)

เมื่อพิจารณาขนาดอนุภาคดินเหนียวตามธรณีสัณฐานของดินจะพบว่า ธรณีสัณฐานของดินแบบที่ราบน้ำทะเลเค็มท่วมถึง (FF) มีปริมาณอนุภาคดินเหนียวเฉลี่ย (มัธยฐาน) สูงที่สุด เท่ากับ $41.7 \pm 17.0 (44.7) \%$ ของขนาดอนุภาคดินทั้งหมด และธรณีสัณฐานของดินในพื้นที่



(ก)

(ข)



(ค)

- รูป 3-2 (ก) ขนาดอนุภาคดินทราย (Sand : %) ในดินบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาโดยแบ่งตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land-use)
- (ข) ขนาดอนุภาคดินทรายแป้ง (Silt : %) ในดินบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาโดยแบ่งตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land-use)
- (ค) ขนาดอนุภาคดินเหนียว (Clay : %) ในดินบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาโดยแบ่งตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land-use)

For = พื้นที่ป่าไม้ (Forest)

Pad = พื้นที่นาข้าว (Paddy field)

Rub = พื้นที่สวนยางพารา (Rubber plantation)

Wet = พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland)

Mix = พื้นที่สวนผสม (Mixed- orchard)

Shr = พื้นที่นากุ้ง (Shrimp farm)

Pal = สวนปาล์ม (Palm plantation)

Others = พื้นที่การใช้ประโยชน์อื่นๆ

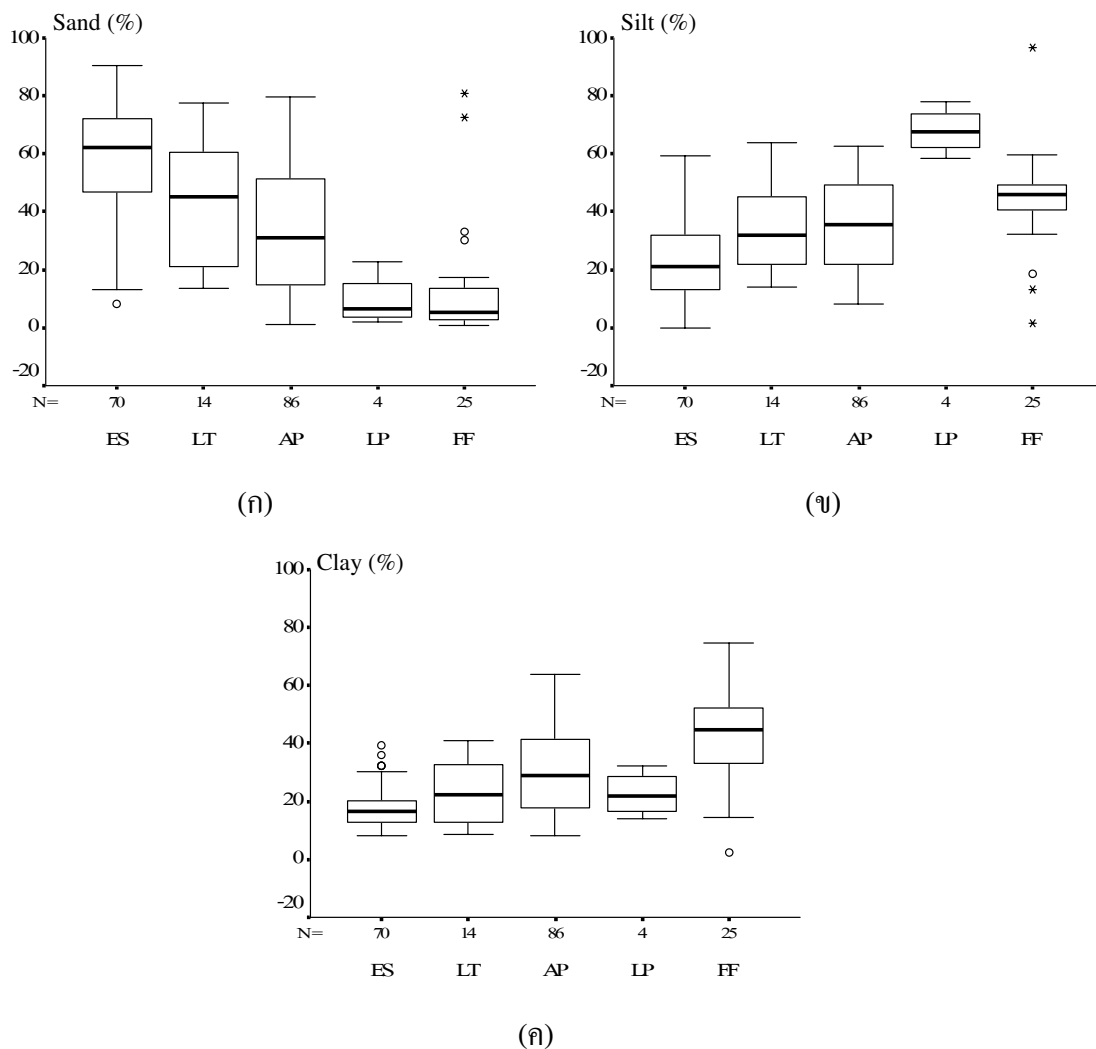
แบบที่ราบลุ่มตะกอนลำนํ้า (AP) มีค่าเฉลี่ย (มัธยฐาน) ต่ำสุด เท่ากับ $17.9 \pm 6.7 (16.5) \%$ ของขนาดอนุภาคดินทั้งหมด (ตาราง 3-3 และ รูป 3-3 ค)

จากการศึกษาข้างต้นชี้ให้เห็นว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินด้านเกษตรกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา มีแนวโน้มการใช้ประโยชน์ตามความเหมาะสมของขนาดอนุภาคของดิน เช่น ดินที่มีขนาดอนุภาคเล็กเนื้อดินค่อนข้างละเอียดมักจะเป็นพื้นที่ปลูกข้าว (Pad) ดินที่มีอนุภาคขนาดค่อนข้างใหญ่ใช้ปลูกยางพารา (Rub) ปาล์ม (Pal) สวนผสม (Mix) ที่ต้องการการระบายน้ำในดินที่ดีพอสมควร และขนาดอนุภาคของดินมีแนวโน้มขึ้นอยู่กับลักษณะของธรณีสัณฐานของดิน (แตกต่างกันตามวัตถุต้นกำเนิดและสภาพภูมิศาสตร์) (รูป 3-2) เช่น บริเวณที่เหลือค้ำจากการกัดกร่อน (ES) พบว่ามีขนาดอนุภาคของดินค่อนข้างใหญ่ และเป็นเนื้อดินหยาบ (รูป 3-3)

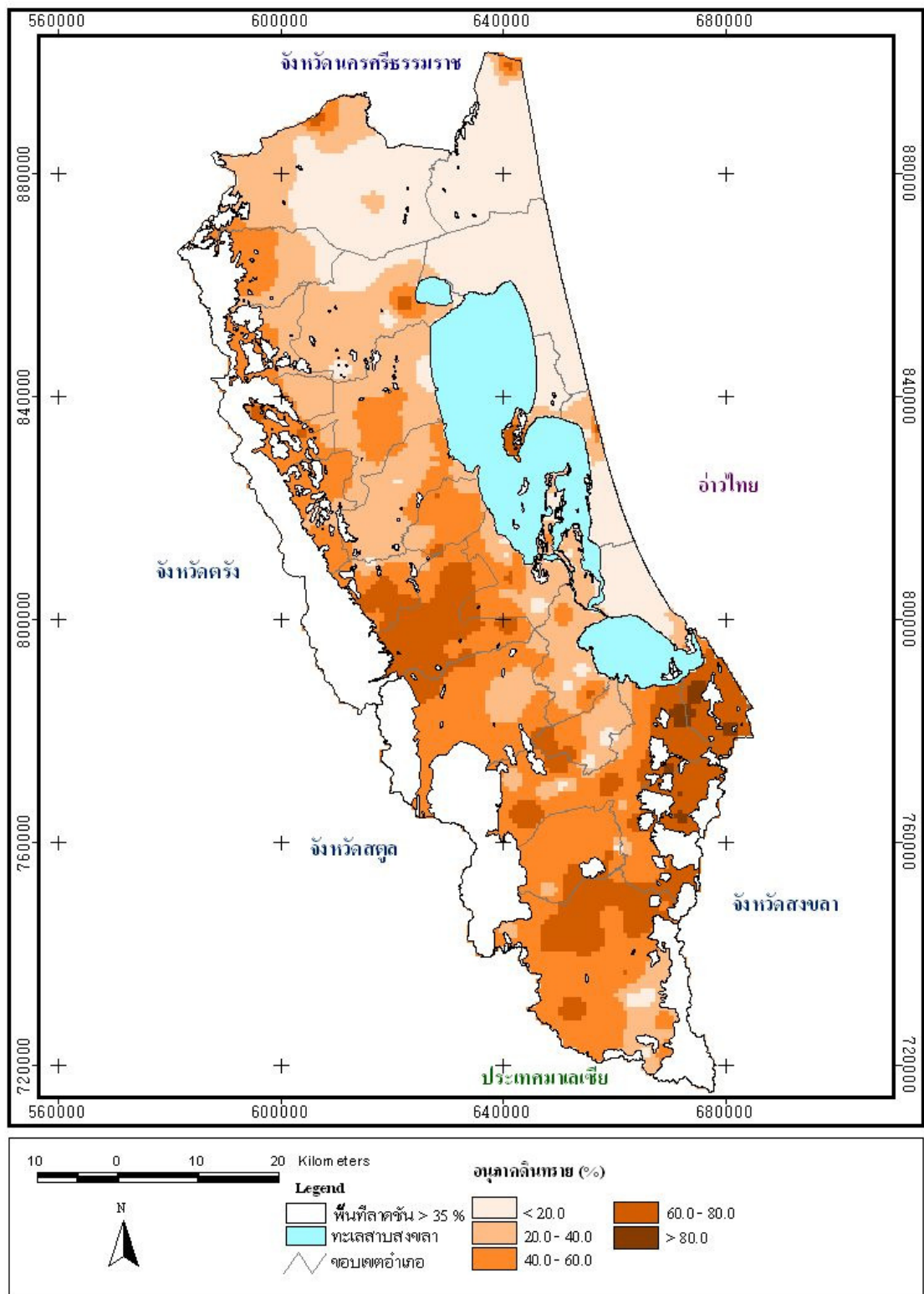
3.1.3 การแพร่กระจายของขนาดอนุภาค

สำหรับรูปแบบการแพร่กระจายของอนุภาคดินทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ อนุภาคดินทราย ดินทรายแป้ง และดินเหนียว บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา สรุปได้ดังนี้

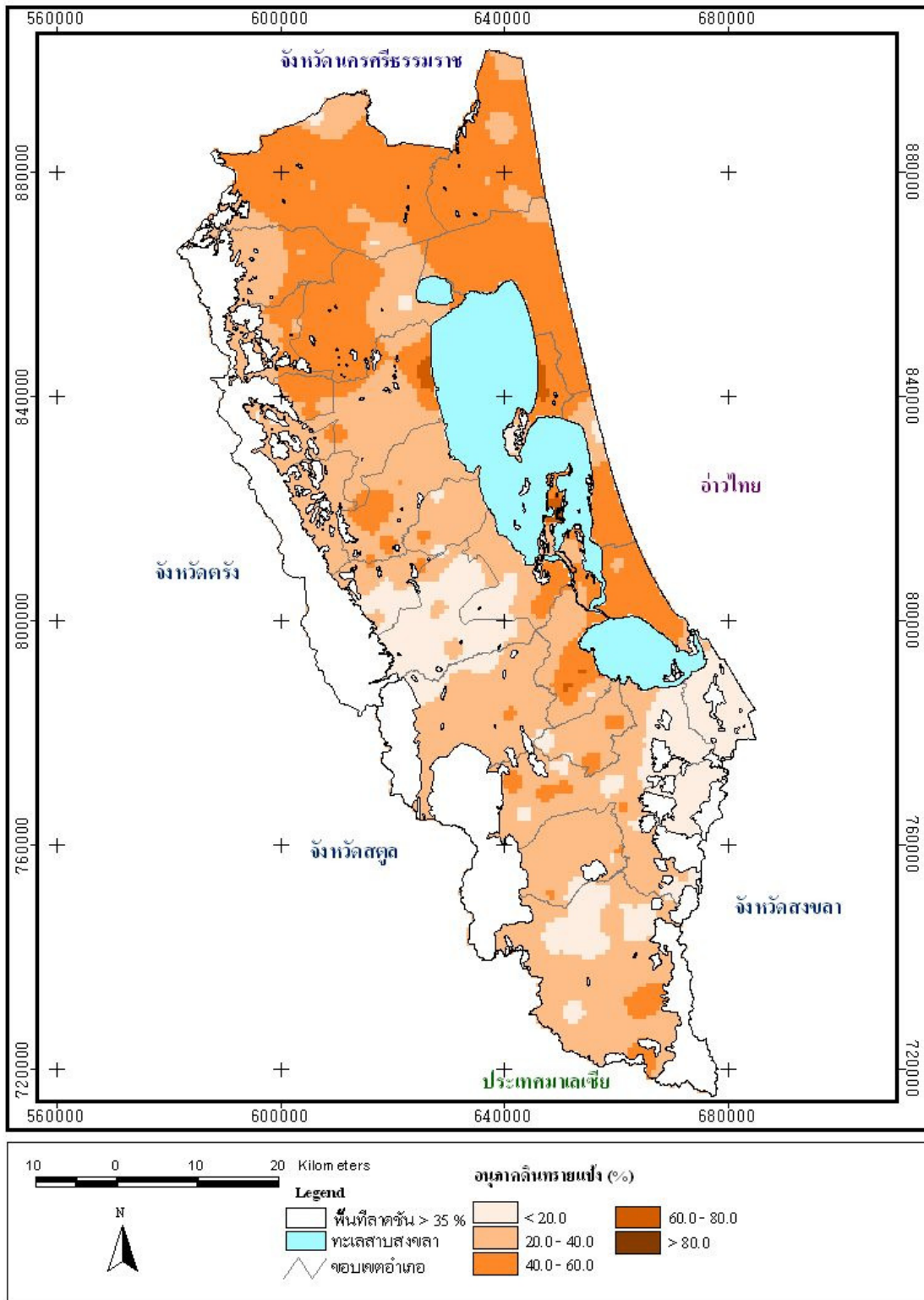
- การแพร่กระจายของอนุภาคดินทราย ดังแสดงในรูป 3-4 พบว่าอนุภาคที่เป็นดินทรายจะแพร่กระจายอยู่อย่างหนาแน่นบริเวณตอนล่าง และทิศตะวันตกเฉียงใต้ของกลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา โดยเฉพาะบริเวณ อ.นาหม่อม อ.เมืองสงขลา อ.ป่าบอน อ.ตะโหมด และตอนบนของ อ.สะเดา
- การแพร่กระจายของอนุภาคดินทรายแป้ง ดังแสดงในรูป 3-5 พบว่าอนุภาคที่เป็นดินทรายแป้งแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา โดยเฉพาะตอนบนของพื้นที่ บริเวณที่พบว่ามีอนุภาคดินทรายแป้งหนาแน่นที่สุดคือ บริเวณ อ.กระแสดินธุ์ อ.สทิงพระ อ.สิงหนคร อ.ระโนด อ.หัวไทร อ.ชะอวด และ อ.ควนขนุน
- การแพร่กระจายของอนุภาคดินเหนียว ดังแสดงในรูป 3-6 พบว่าอนุภาคที่เป็นดินเหนียวแพร่กระจายอยู่อย่างหนาแน่น บริเวณฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา และฝั่งตะวันออกของทะเลสาบสงขลาตอนบน และตอนกลาง บริเวณที่พบว่ามีอนุภาคดินเหนียวหนาแน่นที่สุดคือ บริเวณ อ.หัวไทร อ.ชะอวดติดกับ อ.หัวไทร อ.ระโนด และบางส่วนของ อ.สทิงพระ อ.สิงหนคร



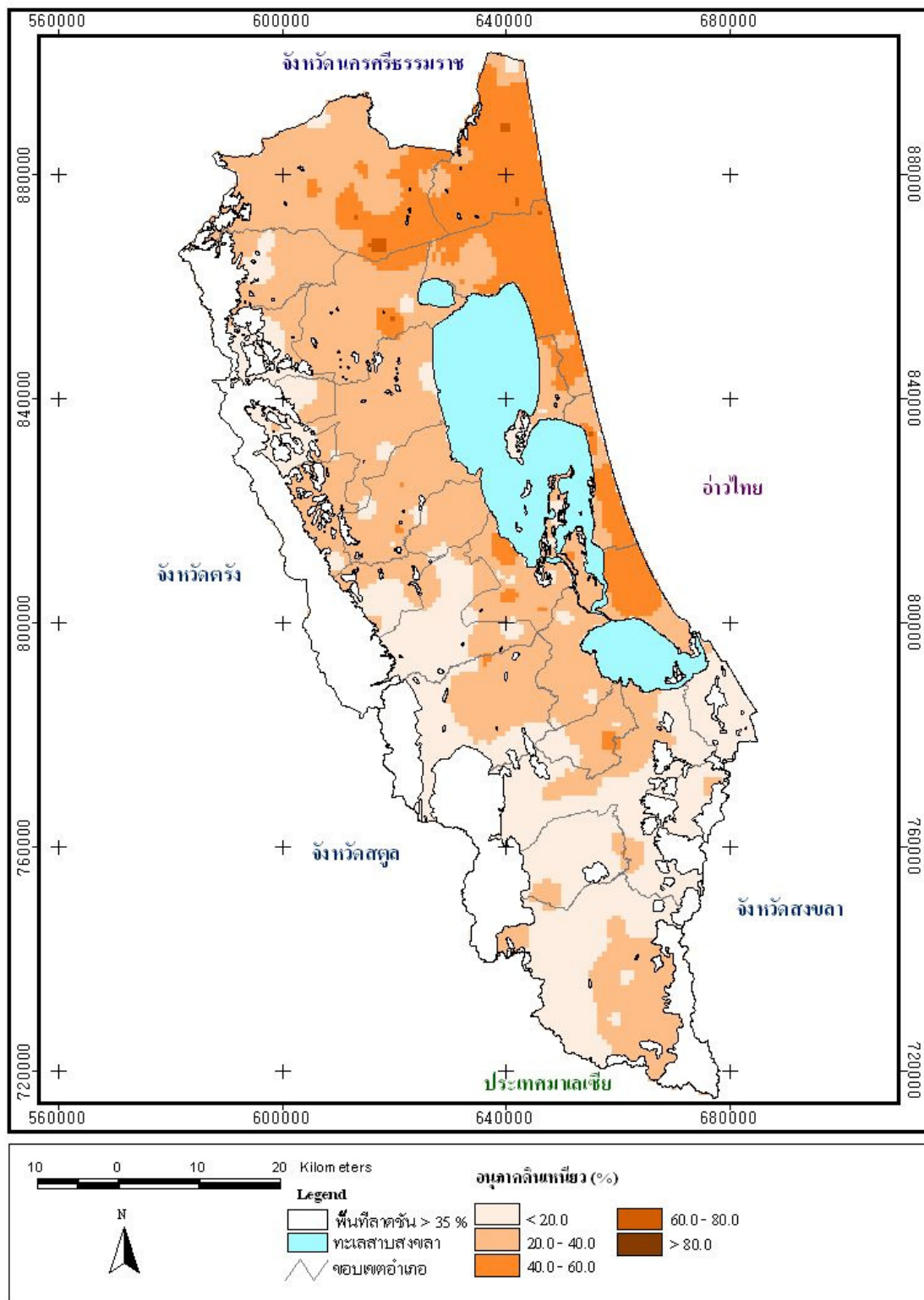
- รูป 3-3 (ก) ขนาดอนุภาคดินทราย (Sand : %) ในดินบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาโดยแบ่งตามลักษณะธรณีสัณฐานของดิน (Landform)
- (ข) ขนาดอนุภาคดินทรายแป้ง (Silt : %) ในดินบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาโดยแบ่งตามธรณีสัณฐานของดิน (Landform)
- (ค) ขนาดอนุภาคดินเหนียว (Clay : %) ในดินบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาโดยแบ่งตามลักษณะธรณีสัณฐานของดิน (Landform)
- ES = บริเวณที่เหลื่อค้ำจากการกัดกร่อน (Erosional surface)
 LT = ลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ (Low terrace)
 AP = ที่ราบลุ่มตะกอนลำน้ำ (Alluvial plain)
 LP = ที่ราบตะกอนทะเลสาบ (Lacustrine plain)
 FF = ที่ราบน้ำทะเลเคยท่วมถึง (Former tidal flat)



รูป 3-4 รูปแบบการแพร่กระจายของอนุภาคดินทราย (Sand : %) ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา



รูป 3-5 รูปแบบการแพร่กระจายของอนุภาคดินทรายแป้ง (Silt : %) ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา



รูป 3-6 รูปแบบการแพร่กระจายของอนุภาคดินเหนียว (Clay : %) ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

3.2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

3.2.1 ค่าความเป็นกรด-ด่างตามการใช้ประโยชน์ที่ดินและธรณีสัณฐานของดิน

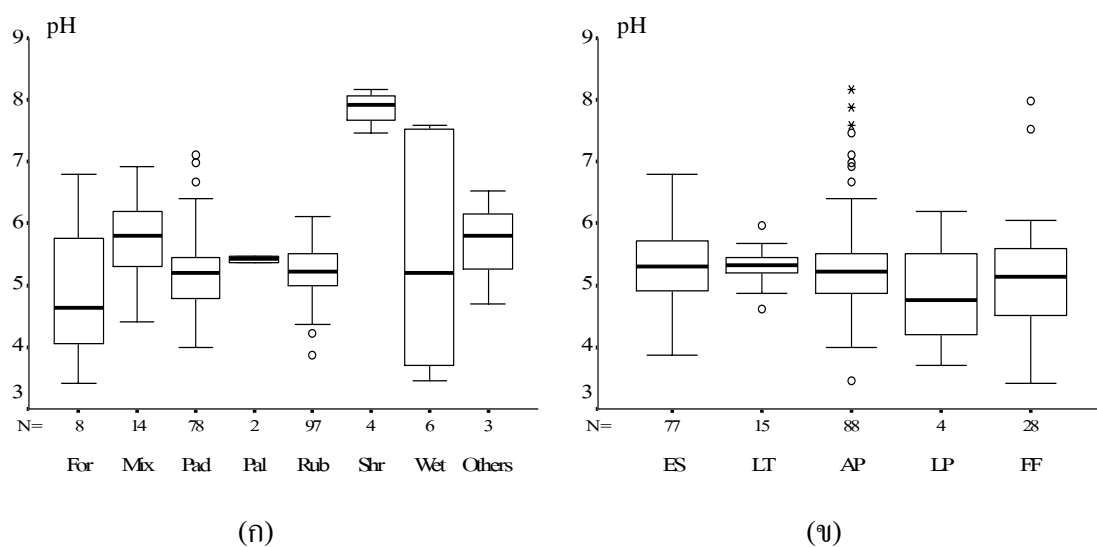
ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา จำแนกตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า พื้นที่ที่มีค่า pH ต่ำสุด คือ พื้นที่ป่าไม้ (For) โดยมีค่า pH เฉลี่ย (มัธยฐาน) เท่ากับ $4.9 \pm 1.1(4.7)$ และพื้นที่ที่มีค่า pH สูงสุด คือ พื้นที่นาทุ่ง (Shr) โดยมีค่า pH เฉลี่ย (มัธยฐาน) เท่ากับ $7.9 \pm 0.3(7.9)$ อาจเนื่องจากการใช้ปุ๋ยขาวในการเตรียมและตากบ่อนอกจากนี้ยังพบว่าพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wet) มีการกระจายของค่า pH ค่อนข้างมาก มีค่าเฉลี่ย (มัธยฐาน) เท่ากับ $5.5 \pm 1.8(5.2)$ อาจเป็นผลจากการที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุในพื้นที่มีการทับถมกันสูง และมีปริมาณกำมะถันสูงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ส่งผลให้ดินในบริเวณนั้นมีความเป็นกรด (จักรกฤษณ์ มโนธรรม, 2532; สมศักดิ์ มณีพงศ์ และคณะ, 2542) ส่วนพื้นที่บริเวณอื่นๆ มีค่าเฉลี่ย pH ใกล้เคียงกัน (รูป 3-7 ก และ ตาราง 3-2)

จากการศึกษาพบว่า ลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา มีผลต่อค่า pH ของดินในพื้นที่ ดังนั้น ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินอาจจะส่งผลถึงคุณสมบัติทางเคมีในดิน ทำให้ค่า pH ของดินเกิดการเปลี่ยนแปลงได้จากการทำกิจกรรมบนพื้นที่นั้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยคลองอู่ตะเภาของอนิสรา เพ็ญสุข (2544) พบว่าดินชุดเดียวกันค่า pH ของดิน อาจจะมีค่าแตกต่างกันขึ้นกับลักษณะกิจกรรมที่ใช้ดินนั้น เช่น พื้นที่นาทุ่งจะมีค่า pH ต่ำกว่าพื้นที่ปลูกข้าว พื้นที่ปลูกยางพาราจะมีค่า pH สูงกว่าพื้นที่ป่าไม้ และอาจจะส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพของดิน และแหล่งน้ำที่ไหลผ่านการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละชนิด

เมื่อพิจารณาค่า pH ของดินตามธรณีสัณฐาน พบว่ามีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน โดยพื้นที่ที่ราบตะกอนทะเลสาบ (LP) มีค่าเฉลี่ย (มัธยฐาน) ของ pH ต่ำสุด เท่ากับ $4.9 \pm 1.0(4.8)$ และมีการกระจายตัวสูงเมื่อเปรียบเทียบกับธรณีสัณฐานของดินอื่นๆ (รูป 3-7 ข และ ตาราง 3-3) ดังนั้นจึงพบว่าค่า pH ของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาไม่ได้เปลี่ยนแปลงตามธรณีสัณฐานของดิน

3.2.2 การแพร่กระจายของค่าความเป็นกรด-ด่าง

การศึกษากการแพร่กระจายของค่า pH ของดินในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ส่วนใหญ่ดินในพื้นที่จะมีค่า pH ค่อนข้างต่ำ คือเป็นกรดอ่อนถึงเป็นกลาง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Harris, et al. (1996) พบว่าดินในเขตร้อนชื้นส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นกรดสูง



รูป 3-7 (ก) ค่า pH ทั้งหมดในดินบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาโดยแบ่งตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land-use)

For = พื้นที่ป่าไม้ (Forest)

Pad = พื้นที่นาข้าว (Paddy field)

Rub = พื้นที่สวนยางพารา (Rubber plantation)

Wet = พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland)

Mix = พื้นที่สวนผสม (Mixed- orchard)

Shr = พื้นที่นากุ้ง (Shrimp farm)

Pal = สวนปาล์ม (Palm plantation)

Others = พื้นที่การใช้ประโยชน์อื่นๆ

(ข) ค่า pH ทั้งหมดในดินบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาโดยแบ่งตามธรณีสัณฐานของดิน (Landform)

ES = บริเวณที่เสถียรจากการกัดกร่อน (Erosional surface)

LT = ลานตะพักลุ่มน้ำระดับต่ำ (Low terrace)

AP = ที่ราบลุ่มตะกอนลุ่มน้ำ (Alluvial plain)

LP = ที่ราบตะกอนทะเลสาบ (Lacustrine plain)

FF = ที่ราบน้ำทะเลเคยท่วมถึง (Former tidal flat)

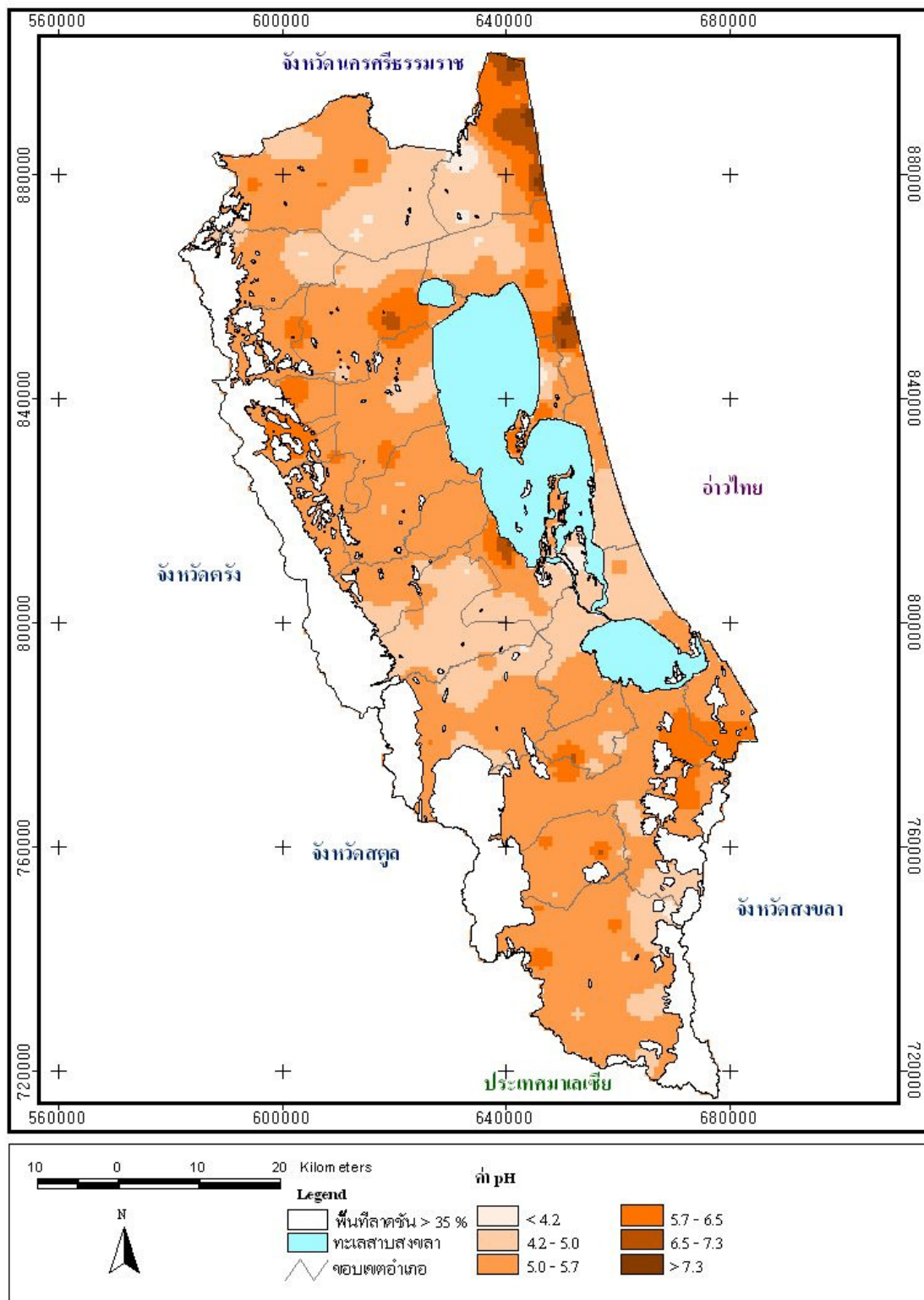
กว่าดินในเขตอื่นๆ เนื่องจากมีปริมาณน้ำฝนสูง ทำให้เกิดการชะล้างอินอนประจุบวกสูง ส่งผลให้ธาตุที่เป็นด่างถูกชะล้างไปกับน้ำ โดยมีค่า pH ของดินในพื้นที่ศึกษาเฉลี่ย (มัธยฐาน) เท่ากับ $5.3 \pm 0.7(5.1)$ (ตาราง 3-1) เมื่อดินมีลักษณะเป็นกรดอาจส่งผลให้สารพิษบางชนิดในดินละลายได้ กระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดินลดต่ำลง และยังมีผลต่อรากของพืชบางชนิด (อภิรัตน์ อิมเอิบ, 2534; 2542; คณะกรรมาธิการวิสามัญ, 2544) โดย บริเวณที่มีค่าเป็นกรดสูง (pH ต่ำ) ได้แก่ พื้นที่ตอนบนและตอนกลางของทะเลสาบสงขลา บริเวณ อ.ชะอวด อ.หัวไทร อ.ป่าบอน รอยต่อของ อ.ควนเนียง อ.ปากพะยูน และอ.สิงหนคร นอกจากนี้บริเวณที่มีค่า pH สูงได้แก่ บริเวณตอนบนของ อ.หัวไทร (รูป 3-8)

3.3 อินทรีย์วัตถุของดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

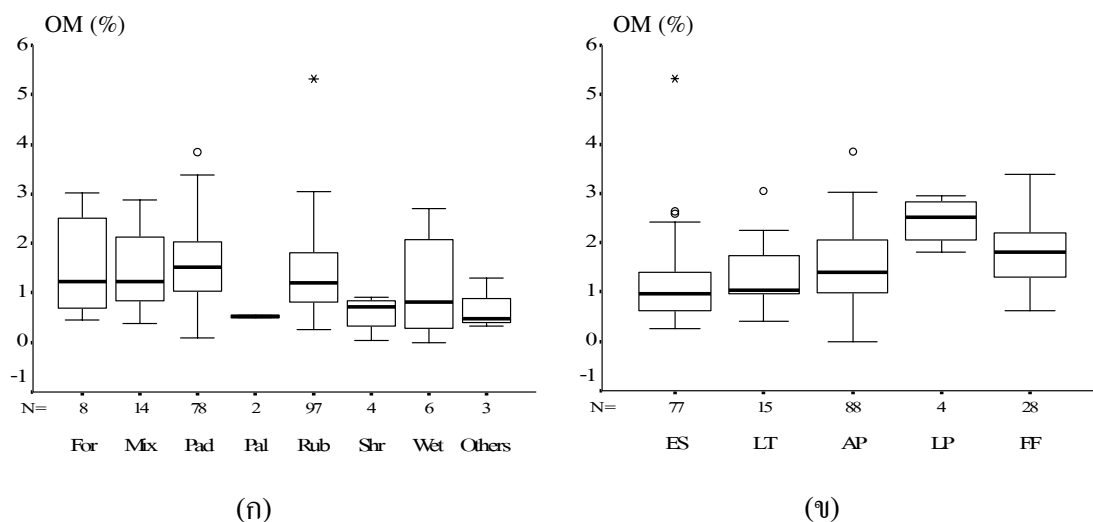
3.3.1 ปริมาณอินทรีย์วัตถุตามการใช้ประโยชน์ที่ดินและธรณีสัณฐานของดิน

เมื่อพิจารณาปริมาณอินทรีย์วัตถุตามการใช้ประโยชน์ที่ดินพบว่า พื้นที่นาข้าว มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง มีค่าเฉลี่ย (มัธยฐาน) เท่ากับ $1.6 \pm 0.8(1.5)$ % การที่พื้นที่นาข้าวมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง อาจเนื่องมาจากมีซากตอซังทับถมอยู่ในพื้นที่นาข้าวซึ่งการเก็บตัวอย่างในครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูร้อนหลังจากการเก็บเกี่ยวข้าว และพื้นที่ป่าไม้ (For) มีปริมาณเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในพื้นที่รองลงมา เท่ากับ $1.6 \pm 1.0(1.2)$ % อาจเนื่องจากพื้นที่ป่าไม้ไม่มีการทำกิจกรรมทางการเกษตรที่มีส่วนในการลดปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เช่น การถาง เผา เศษใบไม้ และหญ้าต่างๆ และพบว่าพื้นที่สวนปาล์ม (Pal) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ย (มัธยฐาน) เท่ากับ $0.5 \pm 0.0(0.5)$ % (รูป 3-9 ก และ ตาราง 3-2)

เมื่อพิจารณาปริมาณอินทรีย์วัตถุจำแนกตามพื้นที่ธรณีสัณฐานของดิน พบว่า ธรณีสัณฐานแบบที่ราบตะกอนทะเลสาบ (LP) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง มีค่าเฉลี่ย (มัธยฐาน) เท่ากับ $2.4 \pm 0.5(2.5)$ % และบริเวณธรณีสัณฐานของดินแบบบริเวณที่เหลื่อมค้ำจากการกัดกร่อน (ES) จะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำสุด เท่ากับ $1.1 \pm 0.8(1.0)$ % นอกนั้นจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุใกล้เคียงกัน (รูป 3-9 ข และ ตาราง 3-3) สาเหตุที่พื้นที่แบบที่ราบตะกอนทะเลสาบ (LP) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูง อาจเนื่องมาจากดินที่พบบริเวณที่ราบลุ่มนี้ส่วนใหญ่จะเป็นดินที่มีอนุภาคขนาดเล็ก เช่น



รูป 3-8 รูปแบบการแพร่กระจายค่า pH ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา



รูป 3-9 (ก) ค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic matter : %) ในดินบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

โดยแบ่งตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land-use)

For = พื้นที่ป่าไม้ (Forest)

Mix = พื้นที่สวนผสม (Mixed- orchard)

Pad = พื้นที่นาข้าว (Paddy field)

Shr = พื้นที่นากุ้ง (Shrimp farm)

Rub = พื้นที่สวนยางพารา (Rubber plantation)

Pal = สวนปาล์ม (Palm plantation)

Wet = พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland)

Others = พื้นที่การใช้ประโยชน์อื่นๆ

(ข) ค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic matter : %) ในดินบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

โดยแบ่งตามธรณีสัณฐานของดิน (Landform)

ES = บริเวณที่เสถียรจากการกัดกร่อน (Erosional surface)

LT = ลานตะพักค้ำน้ำระดับต่ำ (Low terrace)

AP = ที่ราบลุ่มตะกอนลำนํ้า (Alluvial plain)

LP = ที่ราบตะกอนทะเลสาบ (Lacustrine plain)

FF = ที่ราบน้ำทะเลเคยท่วมถึง (Former tidal flat)

ดินทรายแป้ง และดินเหนียว ซึ่งมีคุณสมบัติในการยึดเกาะได้ดีที่ผิวของอนุภาค ส่วนในพื้นที่บริเวณที่เหลื่อค้างจากการกัดกร่อน (ES) จะมีอนุภาคขนาดใหญ่จึงมีความสามารถในการยึดเกาะต่ำกว่า (Armitage, 1974; Rhoton, *et al.* 1979; ยงยุทธ โอสดสภา, 2527; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544; มุกดา สุขสวัสดิ์, 2544)

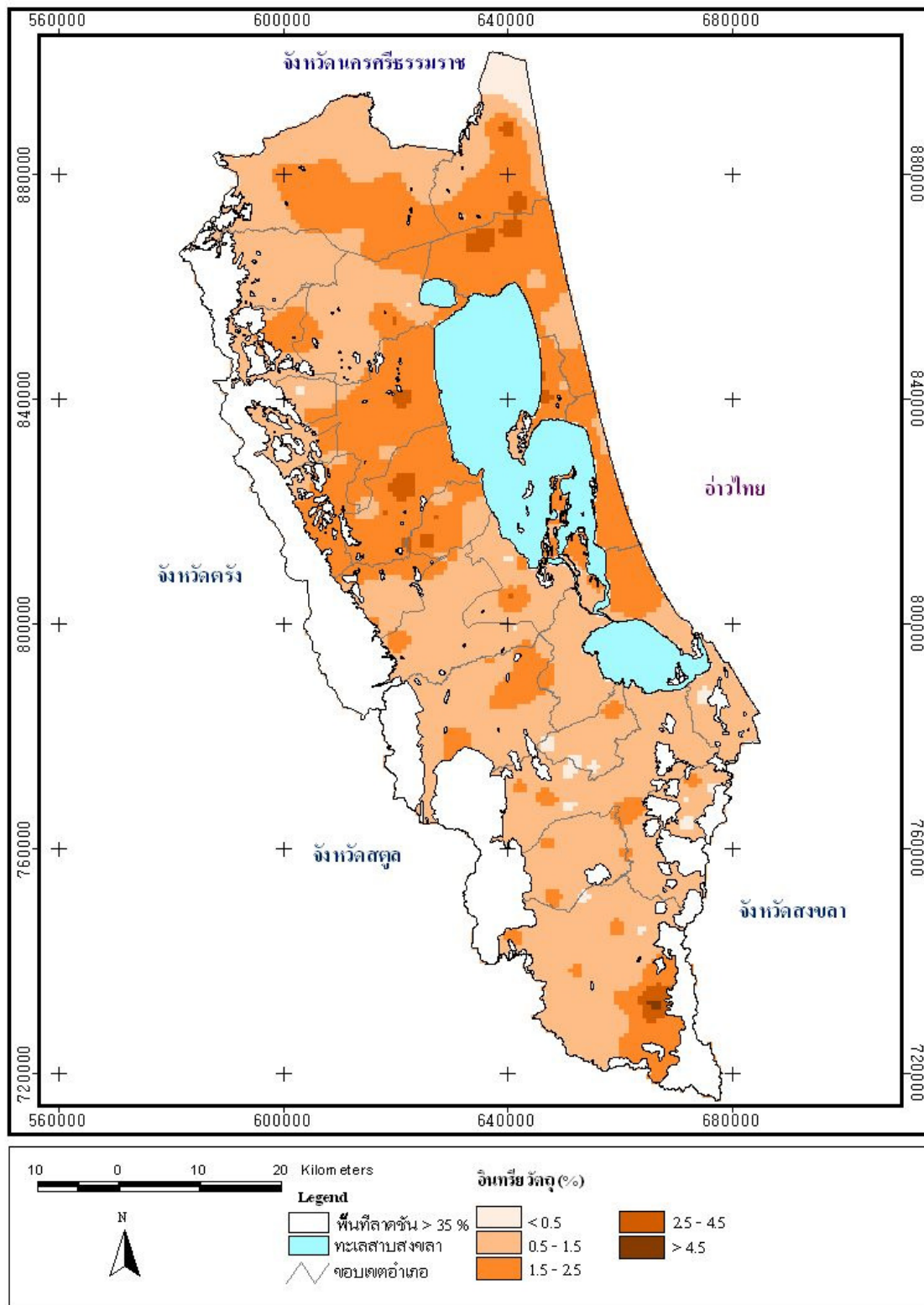
3.3.2 การแพร่กระจายของปริมาณอินทรีย์วัตถุ

การแพร่กระจายของอินทรีย์วัตถุในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา โดยภาพรวมพบว่า พื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาปริมาณเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุค่าเฉลี่ย (มัธยฐาน) เท่ากับ $1.4 \pm 0.8 (1.3)$ % (ตาราง 3-1) ซึ่งอยู่ในระดับ $0.5-1.5$ % จัดว่ามีอินทรีย์วัตถุต่ำอาจส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช (อภิรดี อิมเอิบ, 2534; 2542) เนื่องจากปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเป็นแหล่งสำรองธาตุอาหารของพืช เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส กำมะถัน และธาตุอาหารอื่นๆ (วิเชียร ฝอยพิกุล, 2536; มุกดา สุขสวัสดิ์, 2544) นอกจากนี้ยังพบว่า บริเวณที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงคือ บริเวณตอนบน ตอนกลางทั้งทางด้านฝั่งตะวันออก และตะวันตกของพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยเฉพาะบริเวณรอบทะเลสาบตอนบน ได้แก่ อ.เขาชัยสน อ.เมืองพัทลุง อ.ระโนด อ.กระแสหิน และบางส่วนของ อ.สะเดา (รูป 3-10)

3.4 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

3.4.1 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ตามการใช้ประโยชน์ที่ดินและธรณีสัณฐานของดิน

การศึกษาธรณีสัณฐานของดินมีผลต่อปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน พบว่า พื้นที่ที่มีธรณีสัณฐานของดินแบบที่ราบตะกอนทะเลสาบ (LP) มีความเข้มข้นเฉลี่ย (มัธยฐาน) ของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงสุด เท่ากับ $68.1 \pm 68.2 (57.9)$ มิลลิกรัม-ฟอสฟอรัส/กิโลกรัม และมีการกระจายตัวของความเข้มข้นฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูง และธรณีสัณฐานของดินแบบลานตะพักลำนํ้าระดับต่ำ (LT) มีค่าเฉลี่ย (มัธยฐาน) ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำ เท่ากับ $7.4 \pm 6.1 (4.7)$ มิลลิกรัม-ฟอสฟอรัส/กิโลกรัม และพบว่าลักษณะของธรณีสัณฐานของดินที่แตกต่างกันจะมีผลต่อปริมาณของฟอสฟอรัสในดิน เนื่องจากปริมาณของฟอสฟอรัสจะมีการเปลี่ยนแปลงตามวัตถุต้นกำเนิด (รูป 3-11ข และ ตาราง 3-3)

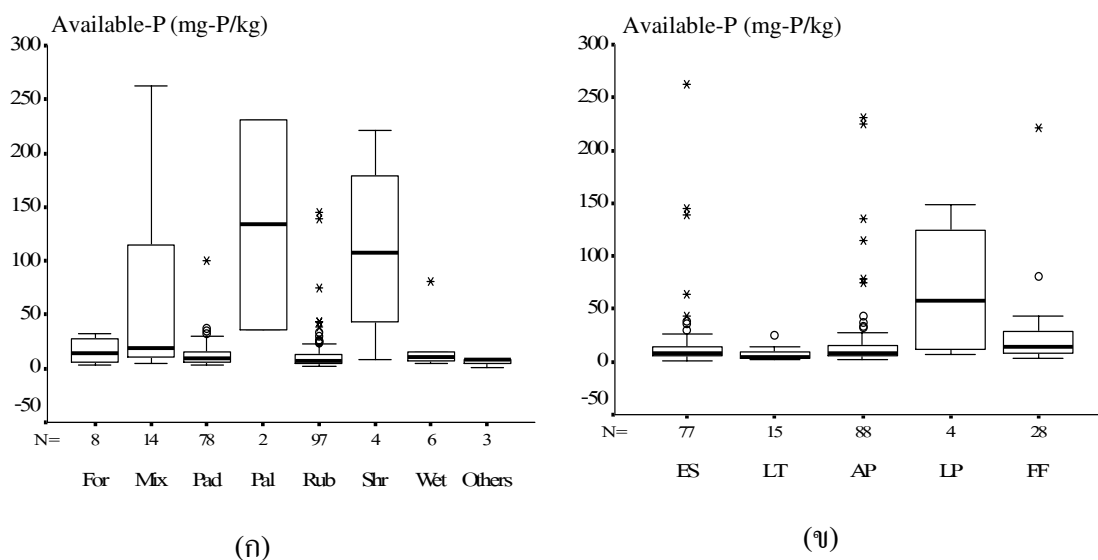


รูป 3-10 รูปแบบการแพร่กระจายของอินทรียวัตถุ (Organic matter : %)ในพื้นที่
กลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

นอกจากนี้ยังพบว่าการทำกิจกรรมทางการเกษตรมีผลต่อปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน โดยการศึกษาพบว่าสวนปาล์ม (Pal) และนาทุ้ง (Shr) มีความเข้มข้นเฉลี่ยของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูง มีค่าเฉลี่ย (มัธยฐาน) เท่ากับ $133.6 \pm 138.6 (133.6)$ และ $110 \pm 89.9 (106.6)$ มิลลิกรัม-ฟอสฟอรัส/กิโลกรัม ตามลำดับ รองลงมาคือ สวนผสม (Mix) มีค่าเฉลี่ย (มัธยฐาน) เท่ากับ $67 \pm 86.7 (19.0)$ มิลลิกรัม-ฟอสฟอรัส/กิโลกรัม โดยปริมาณฟอสฟอรัสที่พบในพื้นที่สวนปาล์ม และสวนผสมมีการกระจายตัวสูง ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสในพื้นที่นี้อาจมาจากการใส่ปุ๋ยเพื่อปรับปรุงดินในการทำเกษตรกรรมในพื้นที่ สวนพื้นที่นาทุ้งจะเกิดการตกค้างของฟอสฟอรัสในกระบวนการปรับน้ำเพื่อเตรียมบ่อเลี้ยง และปัจจัยจากค่า pH ในพื้นที่นาทุ้ง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของพิภพ ปรานณรงค์ (2536) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ประโยชน์ที่ดินสวนยางพารา (Rub) นาข้าว (Pad) กับพื้นที่ป่าไม้ (For) จะพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในพื้นที่ป่าไม้มีปริมาณสูงกว่าเล็กน้อย ซึ่งอาจจะเกิดจากการปรับเปลี่ยนพื้นที่เพื่อทำการเกษตรกรรมทำให้เกิดการสูญเสียฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ติดไปกับอนุภาคของดิน สอดคล้องกับการศึกษาของอนิศรา เพ็ญสุข (2544) และพื้นที่การใช้ประโยชน์อื่นๆ (Other) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย (มัธยฐาน) ต่ำที่สุด เท่ากับ $5.7 \pm 3.9 (7.7)$ มิลลิกรัม-ฟอสฟอรัส/กิโลกรัม (รูป 3-11ก และ ตาราง 3-2)

3.4.2 การแพร่กระจายของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา พบว่ามีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ย (มัธยฐาน) เท่ากับ $20.0 \pm 37.9 (8.8)$ มิลลิกรัม-ฟอสฟอรัส/กิโลกรัม และจากการศึกษาการแพร่กระจาย (รูป 3-12) พบว่าบริเวณที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงได้แก่ บริเวณ อ.หัวไทร บริเวณ อ.ระโนด อ.กระแสดิน อ.สทิงพระ อ.เมืองพัทลุง ที่ติดกับทะเลสาบตอนบน และ อ.บางกล่ำ ที่ติดกับทะเลสาบสงขลา ตอนล่าง และกระจายอยู่บางจุดของ อ.หาดใหญ่ อ.นาหม่อม อ.สะเดา ถึงแม้ว่าผลการศึกษาจะพบว่าโดยภาพรวมปริมาณฟอสฟอรัสในพื้นที่ศึกษาไม่สูงมากนัก แต่ในบางพื้นที่จะพบว่ามีปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงมาก โดยเฉพาะบริเวณที่ติดกับทะเลสาบสงขลา อาจส่งผลให้ฟอสฟอรัสแพร่กระจายลงสู่ทะเลสาบได้ เพราะปริมาณฟอสฟอรัสในดินบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมเป็นสาเหตุหนึ่งที่สำคัญที่ส่งผลถึงการปนเปื้อนของฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำ โดยสูญเสียไปในรูปของฟอสฟอรัสที่ติดไปกับอนุภาคดินจากการกษัยการของดิน น้ำไหลพาหน้าดิน โดยเฉพาะที่บริเวณดินชั้นบนเนื่องจากฟอสฟอรัสจะถูกตรึงโดยอนุภาคของดินและตกตะกอนในดินชั้นบนได้มาก (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544; Pieterse, *et al*, 2003)



รูป 3-11 (ก) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available-P : mg-P/kg) ในดินบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาโดยแบ่งตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land-use)

For = พื้นที่ป่าไม้ (Forest)

Mix = พื้นที่สวนผสม (Mixed- orchard)

Pad = พื้นที่นาข้าว (Paddy field)

Shr = พื้นที่นากุ้ง (Shrimp farm)

Rub = พื้นที่สวนยางพารา (Rubber plantation)

Pal = สวนปาล์ม (Palm plantation)

Wet = พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland)

Others = พื้นที่การใช้ประโยชน์อื่นๆ

(ข) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available-P) ในดินบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาโดยแบ่งตามธรณีสัณฐานของดิน (Landform)

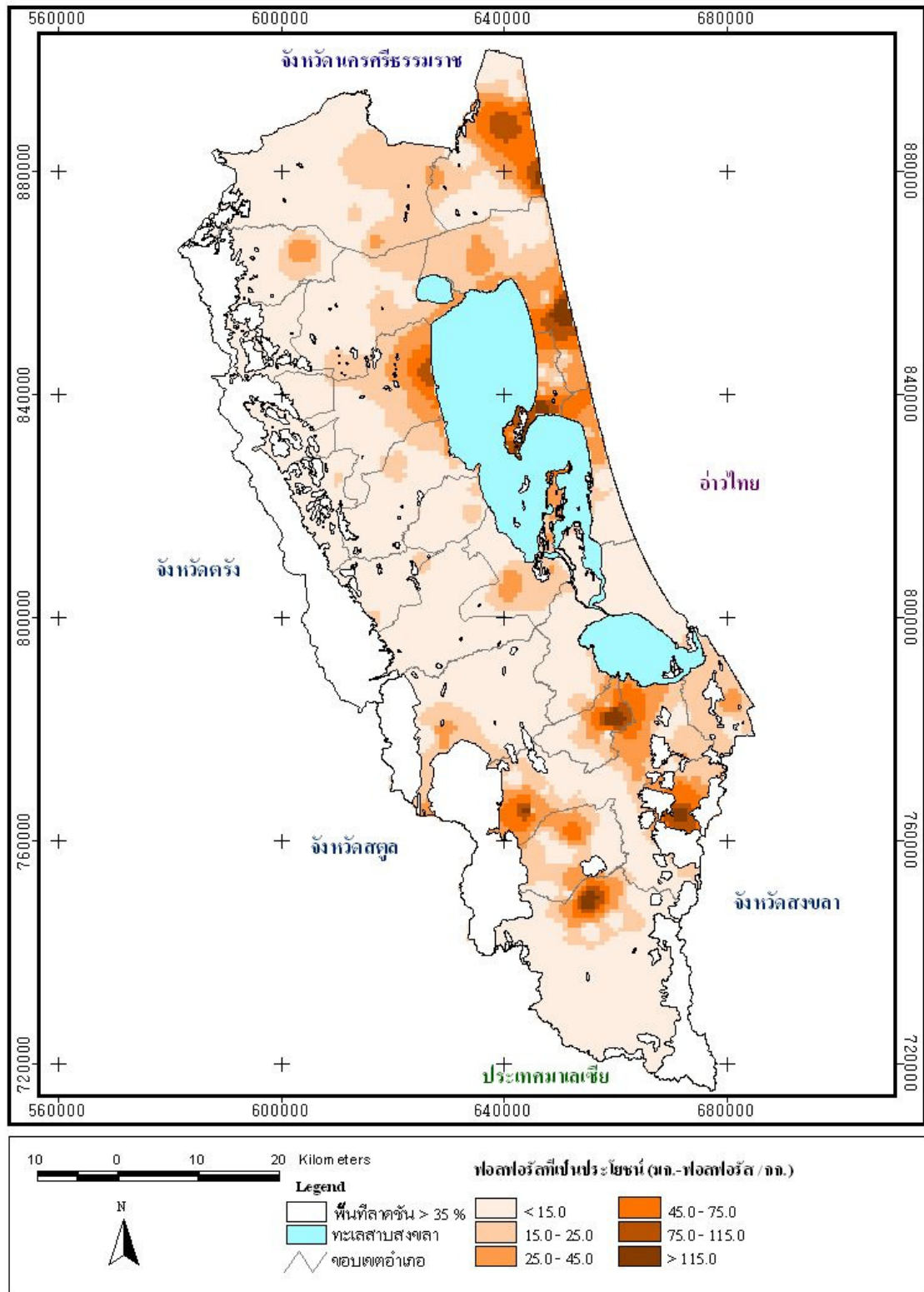
ES = บริเวณที่เหลื่อค้ำจากการกัดกร่อน (Erosional surface)

LT = ลานตะพักลำนําระดับต่ำ (Low terrace)

AP = ที่ราบลุ่มตะกอนลํานํ้า (Alluvial plain)

LP = ที่ราบตะกอนทะเลสาบ (Lacustrine plain)

FF = ที่ราบน้ำทะเลเคยท่วมถึง (Former tidal flat)



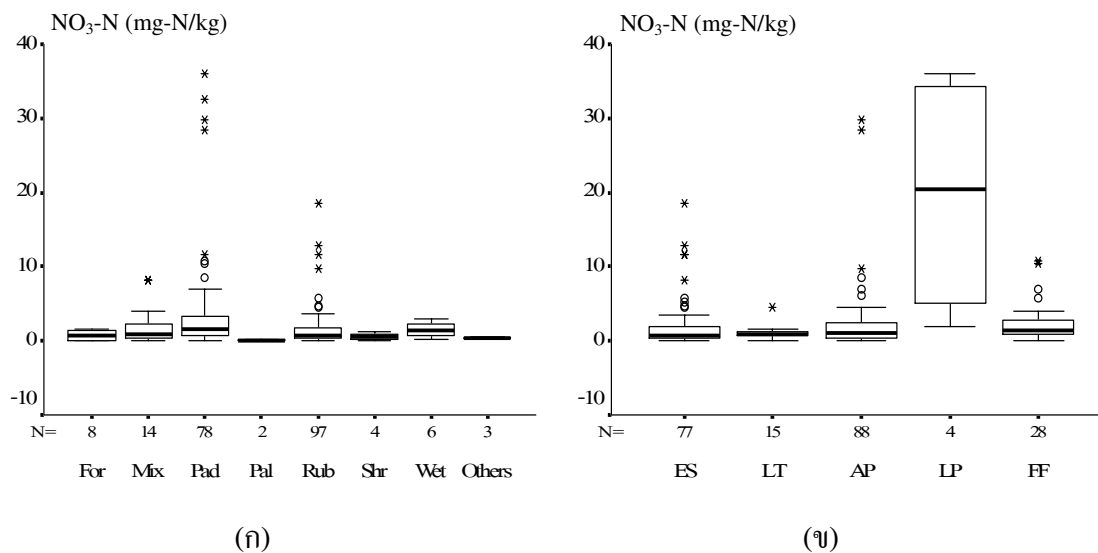
รูป 3-12 รูปแบบการแพร่กระจายของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available-P : mg-P/kg) ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

3.5 ไนเตรต-ไนโตรเจนของดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

3.5.1 ปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจนตามการใช้ประโยชน์ที่ดินและธรณีสัณฐานของดิน

การศึกษาปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน (NO_3^- -N) ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ พบว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีความเข้มข้นเฉลี่ย (มัชยฐาน) ของไนเตรต-ไนโตรเจนในดินมากที่สุด คือ นาข้าว (Pad) มีปริมาณเท่ากับ $3.9 \pm 7.0(1.6)$ มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/กิโลกรัม เนื่องจากปริมาณอินทรีย์วัตถุในนาข้าวค่อนข้างสูง และอินทรีย์วัตถุในดินสามารถเปลี่ยนรูปเป็นไนเตรต-ไนโตรเจนได้ (Brubaker, *et al.* 1993; Wang, *et al.* 2003) นอกจากนี้ปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจนในพื้นที่นาข้าวอาจเพิ่มขึ้นจากการใส่ปุ๋ยของเกษตรกร โดยพบว่าพื้นที่นาข้าวในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลามีการใส่ปุ๋ยเคมีเพื่อปรับปรุงดิน 23,497 ตัน/ปี หรือ 19 ตัน/ไร่/ปี (Sereewatthanachai, 2003) รองลงมาได้แก่พื้นที่สวนผสม (Mix) และสวนยางพารา (Rub) มีปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจนเฉลี่ย (มัชยฐาน) เท่ากับ $2.1 \pm 2.8(1.0)$ และ $1.6 \pm 2.7(0.8)$ มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/กิโลกรัม ตามลำดับ เนื่องจากในพื้นที่สวนผสมมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมากกว่าดินสวนยาง และมีปริมาณการใส่ปุ๋ยเคมีต่อพื้นที่ในอัตราที่สูงกว่า (Sereewatthanachai, 2003) และการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีปริมาณเฉลี่ยของไนเตรต-ไนโตรเจนในดินน้อยที่สุดคือ สวนปาล์ม (Pal) มีค่าเฉลี่ย (มัชยฐาน) เท่ากับ $0.1 \pm 0.1(0.1)$ มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/กิโลกรัม ซึ่งในการศึกษานี้พบว่าพื้นที่สวนปาล์มมีความสัมพันธ์กับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (รูป 3-13ก และ ตาราง 3-2)

ธรณีสัณฐานของดินที่มีปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจนสูงที่สุด คือ ที่ราบตะกอนทะเลสาบ (LP) มีค่าเฉลี่ย (มัชยฐาน) เท่ากับ $19.7 \pm 17.1(20.4)$ มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/กิโลกรัม เนื่องจากดินในพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นดินที่มีขนาดอนุภาคละเอียด (ทรายแป้ง) ไนเตรต-ไนโตรเจนจึงสามารถดูดซับที่ผิวอนุภาคได้ค่อนข้างดี ถึงแม้ไนเตรต-ไนโตรเจนจะมีประจุเป็นลบ และพบว่าพื้นที่ธรณีสัณฐานแบบที่ราบตะกอนทะเลสาบเป็นพื้นที่ที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงจึงช่วยในการยึดเกาะที่ผิวอนุภาคของดินได้ดียิ่งขึ้น (Brubaker, *et al.*, 1993; Wang, *et al.*, 2003) และพื้นที่แบบที่ราบตะกอนทะเลสาบมีการกระจายตัวของปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจนในพื้นที่สูง รองลงมาคือธรณีสัณฐานของดินแบบที่ราบน้ำทะเลเค็มท่วมถึง (FF) และ ธรณีสัณฐานของดินแบบที่ราบลุ่มตะกอนลำน้ำ (AP) มีค่าเฉลี่ย (มัชยฐาน) เท่ากับ $2.5 \pm 2.8(1.5)$ และ $2.2 \pm 4.5(1.0)$ มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความสัมพันธ์ตามปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และธรณีสัณฐานของดินแบบลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ (LT) มีความเข้มข้นเฉลี่ยของไนเตรต-ไนโตรเจนต่ำที่สุด เท่ากับ $1.1 \pm 1.0(0.9)$ มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/กิโลกรัม (รูป 3-13ข และ ตาราง 3-3)



รูป 3-13 (ก) ไนเตรต-ไนโตรเจน (Nitrate-nitrogen : mg-N/kg) ในดินบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา โดยแบ่งตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land-use)

For = พื้นที่ป่าไม้ (Forest)

Mix = พื้นที่สวนผสม (Mixed- orchard)

Pad = พื้นที่นาข้าว (Paddy field)

Shr = พื้นที่นากุ้ง (Shrimp farm)

Rub = พื้นที่สวนยางพารา (Rubber plantation)

Pal = สวนปาล์ม (Palm plantation)

Wet = พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland)

Others = พื้นที่การใช้ประโยชน์อื่นๆ

(ข) ไนเตรต-ไนโตรเจน (nitrate-nitrogen : mg-N/kg) ในดินบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา โดยแบ่งตามธรณีสัณฐานของดิน (Landform)

ES = บริเวณที่เสถียรจากการกัดกร่อน (Erosional surface)

LT = ลานตะพักลุ่มน้ำระดับต่ำ (Low terrace)

AP = ที่ราบลุ่มตะกอนน้ำ (Alluvial plain)

LP = ที่ราบตะกอนทะเลสาบ (Lacustrine plain)

FF = ที่ราบน้ำทะเลเคยท่วมถึง (Former tidal flat)

3.5.2 การแพร่กระจายของไนเตรต-ไนโตรเจน

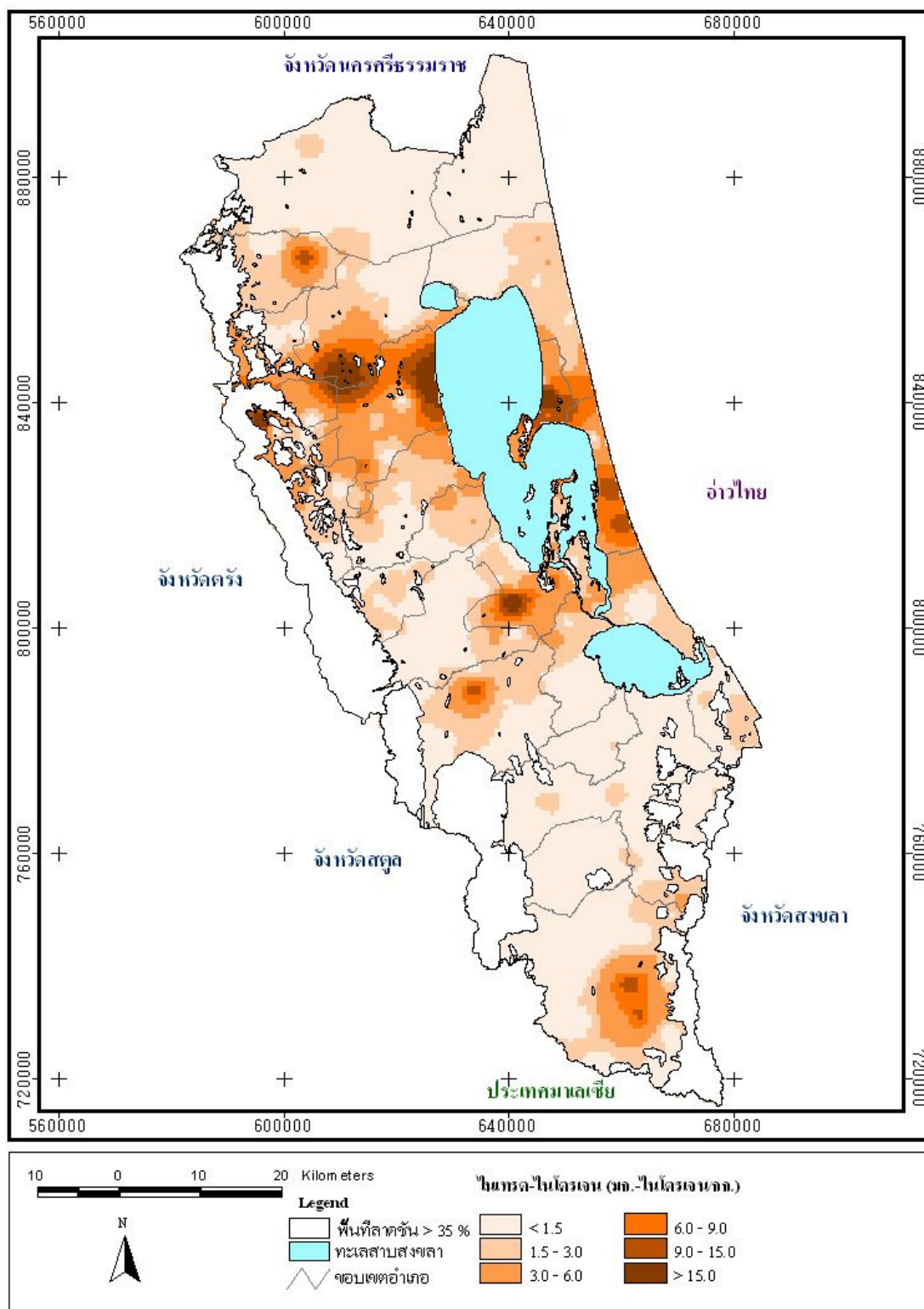
ความเข้มข้นเฉลี่ย (มัชยฐาน) ของไนเตรต-ไนโตรเจนของดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาทั้งหมดมีค่า $2.4 \pm 4.8(1.0)$ มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/กิโลกรัม (ตาราง 3-1) ในภาพรวมของพื้นที่ศึกษาพบว่าปริมาณของไนเตรต-ไนโตรเจนค่อนข้างต่ำ และสามารถพิจารณาได้ว่าลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน ธรณีสัณฐานของดินที่แตกต่างกัน และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีอิทธิพลต่อปริมาณของไนเตรต-ไนโตรเจนในดินพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

จากการศึกษาพบว่า บริเวณที่มีปริมาณของไนเตรต-ไนโตรเจนสูงคือบริเวณรอบๆ ทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนบน ได้แก่บริเวณ อ.เมืองพัทลุง และ อ.ควนขนุน ใกล้กับทะเลสาบตอนบน และบริเวณ อ.กระเสถียน อ.สทิงพระ อ.ปากพะยูน ใกล้ทะเลสาบตอนกลาง บางพื้นที่ของ กิ่งอ.ศรีนครินทร์ อ.ศรีบรรพต และ อ.สะเดา ดังรูป 3-14

3.6 แอมโมเนีย-ไนโตรเจนของดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

3.6.1 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนตามการใช้ประโยชน์ที่ดินและธรณีสัณฐานของดิน

ดินที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบป่าไม้ (For) มีความเข้มข้นเฉลี่ยของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนสูงที่สุด เท่ากับ 92.0 ± 130.7 มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/กิโลกรัม และมีค่ามัชยฐาน เท่ากับ 45.3 มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/กิโลกรัม แสดงว่าการแจกแจงข้อมูลเบ้ไปทางขวา และมีการกระจายของปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมาก (รูป 3-15ก) เนื่องจากปริมาณไนโตรเจนจะมีการสูญเสียในพื้นที่ป่าได้น้อยมาก (Duvigneaud and Denaeyer, 1975) รองลงมาคือสวนผสม (Mix) นาข้าว (Pad) และสวนยางพารา (Rub) โดยความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเฉลี่ย (มัชยฐาน) เท่ากับ $49.6 \pm 49.4(36.0)$, $30.6 \pm 28.7(20.3)$ และ $29.3 \pm 26.4(16.1)$ มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/กิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในพื้นที่ดังกล่าวน่าจะได้รับอิทธิพลจากการใส่ปุ๋ยในพื้นที่ ซึ่งพบว่าในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลามีการใส่ปุ๋ยเคมีในพื้นที่ สวนผสม นาข้าว และสวนยางพารา เท่ากับ 31, 19 และ 13 ตัน/ไร่/ปี ตามลำดับ (Sereewatthanachai, 2003) และพบว่าพื้นที่สวนปาล์ม (Pal) มีความเข้มข้นเฉลี่ย (มัชยฐาน) ของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนต่ำสุด เท่ากับ $5.5 \pm 2.1(5.5)$ มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/กิโลกรัม (ตาราง 3-2) ดังนั้นจึงพิจารณาได้ว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ที่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในดิน



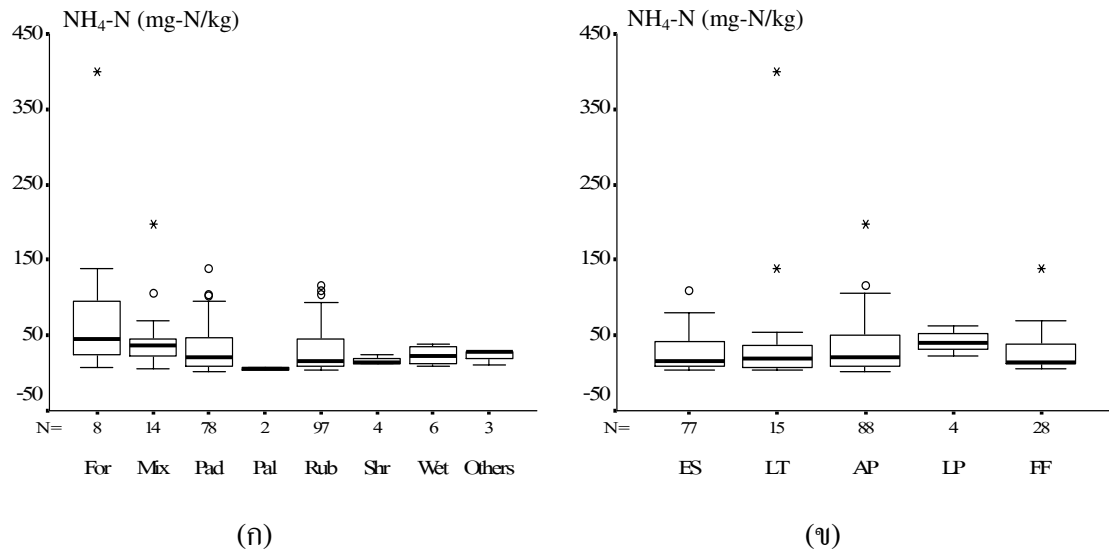
รูป 3-14 รูปแบบการแพร่กระจายของไนเตรด-ไนโตรเจน (Nitrate-nitrogen : mg-N/kg) ในพื้นที่
 กลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

การศึกษาค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนตามธรณีสัณฐานของดิน พบว่ามีผลต่อปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในดิน โดยดินที่มีลักษณะแบบลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ (LT) มีปริมาณเฉลี่ยของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนสูงที่สุด เท่ากับ 52.7 ± 101.9 มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/กิโลกรัม ค่ามัธยฐาน เท่ากับ 18.8 มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/กิโลกรัม แสดงว่าการแจกแจงข้อมูลเบ้ไปทางขวา (รูป 3-15ข) และปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในพื้นที่พบว่ามีค่าสูงมาก 1 จุด ทางตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำบริเวณป่าพรุควนเคร็ง รองลงมาคือ ที่ราบตะกอนทะเลสาบ (LP) ซึ่งมีลักษณะเป็นดินเนื้อละเอียด และพบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง มีค่าเฉลี่ย (มัธยฐาน) เท่ากับ $41.6 \pm 16.2 (40.2)$ มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/กิโลกรัม ธรณีสัณฐานของดินแบบบริเวณที่เหลื่อค้ำจากการกัดกร่อน (ES) มีความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนต่ำที่สุด มีค่าเฉลี่ย (มัธยฐาน) เท่ากับ $26.7 \pm 22.3 (16.1)$ มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/กิโลกรัม (ตาราง 3-3) การศึกษานี้พบว่าธรณีสัณฐานของดินมีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในดิน

จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าพบปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในดินมากกว่าไนเตรต-ไนโตรเจนในดิน อาจเนื่องมาจากแอมโมเนียมีประจุเป็นบวกจึงมีความสามารถในการดูดซับที่ผิวของอนุภาคดินละเอียดได้ดีกว่า คงอยู่ได้นานกว่าไนเตรต-ไนโตรเจน โอกาสที่จะถูกเคลื่อนย้ายโดยน้ำจึงมีน้อยกว่าไนเตรต การเคลื่อนย้ายจึงเกิดในดินทรายเนื้อหยาบที่มีค่า CEC ต่ำ (Brubaker, *et al.*, 1993; Wang, *et al.*, 2003; Junhong, 2004; วิเชียร ฝอยพิกุล, 2536)

3.6.2 การแพร่กระจายของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน

ความเข้มข้นเฉลี่ยของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาทั้งหมดมีค่า 32.7 ± 38.9 มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/กิโลกรัม และมีค่ามัธยฐาน เท่ากับ 20.3 มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/กิโลกรัม การศึกษารูปแบบการแพร่กระจายของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในพื้นที่พบว่า ตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำมีความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนสูงกว่าบริเวณอื่น ได้แก่ อ.ชะอวด และบริเวณที่มีความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนต่ำ ได้แก่ อ.ตะโหมด อ.ป่าบอน อ.ปากพะยูน อ.สิงหนคร อ.สติงพระ ซึ่งอยู่ตอนกลางของพื้นที่ และอ.คลองหอยโข่ง อ.สะเดา ซึ่งอยู่ตอนล่างของพื้นที่ ดังรูป 3-16



รูป 3-15 (ก) แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (Ammonium-nitrogen : mg-N/kg) ในดินบริเวณลุ่มน้ำ

ทะเลสาบสงขลาโดยแบ่งตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land-use)

For = พื้นที่ป่าไม้ (Forest)

Mix = พื้นที่สวนผสม (Mixed- orchard)

Pad = พื้นที่นาข้าว (Paddy field)

Shr = พื้นที่นากุ้ง (Shrimp farm)

Rub = พื้นที่สวนยางพารา (Rubber plantation)

Pal = สวนปาล์ม (Palm plantation)

Wet = พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland)

Others = พื้นที่การใช้ประโยชน์อื่นๆ

(ข) แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (Ammonium-nitrogen : mg-N/kg) ในดินบริเวณลุ่มน้ำ

ทะเลสาบสงขลาโดยแบ่งตามธรณีสัณฐานของดิน (Landform)

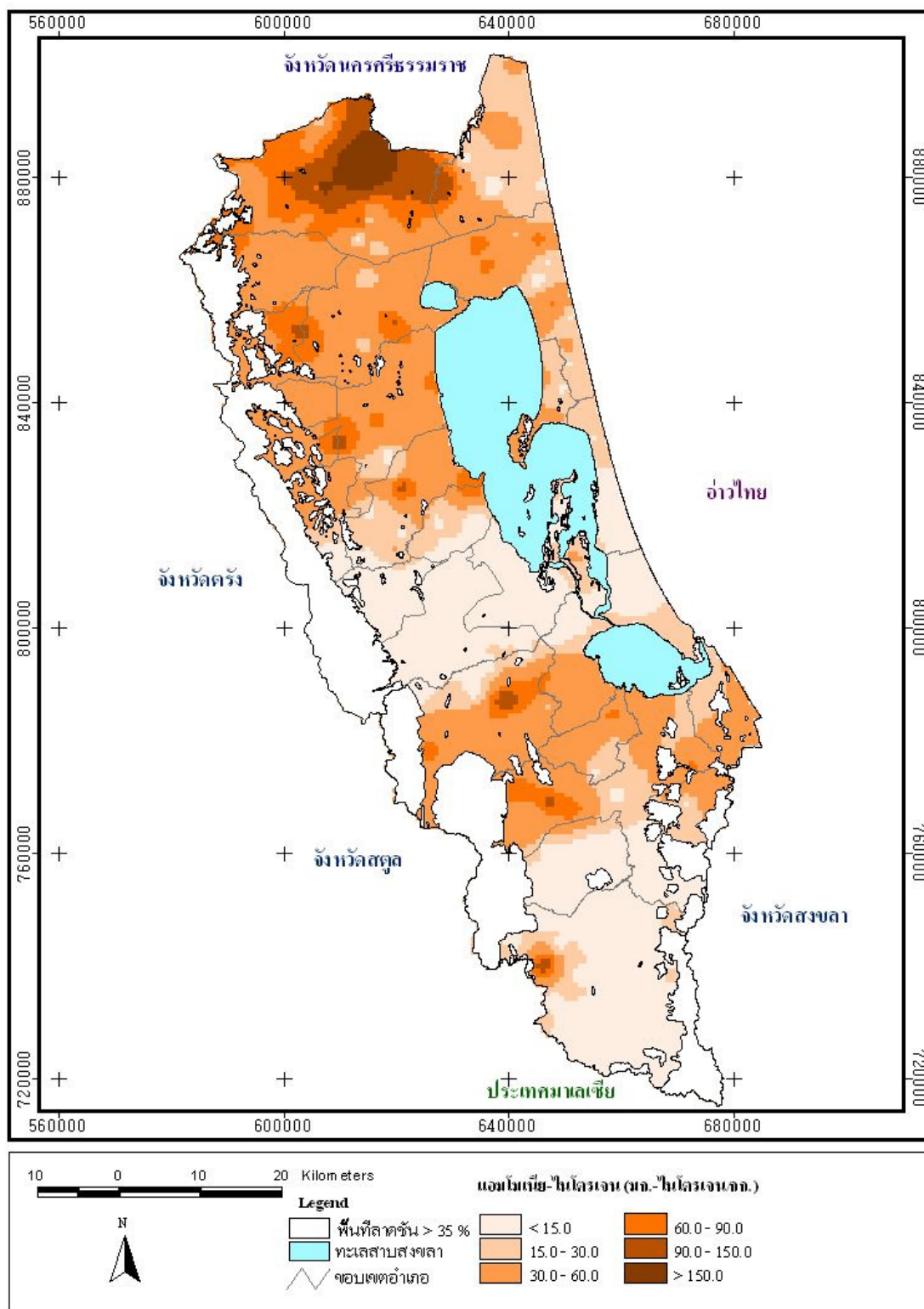
ES = บริเวณที่เหลื่อมจากการกัดกร่อน (Erosional surface)

LT = ลานตะพักลำนาระดับต่ำ (Low terrace)

AP = ที่ราบลุ่มตะกอนลำนน้ำ (Alluvial plain)

LP = ที่ราบตะกอนทะเลสาบ (Lacustrine plain)

FF = ที่ราบน้ำทะเลเคยท่วมถึง (Former tidal flat)



รูป 3-16 รูปแบบการแพร่กระจายของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (Ammonium-nitrogen : mg-N/kg) ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

3.7 อนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมดของดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

3.7.1 ปริมาณอนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมดตามการใช้ประโยชน์ที่ดินและธรณีสัณฐานของดิน

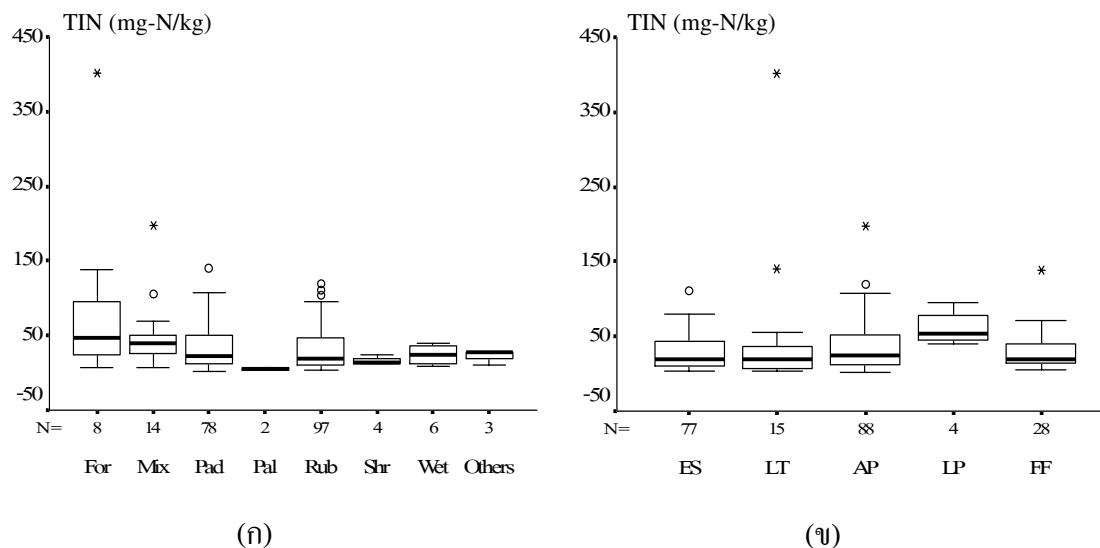
ธรณีสัณฐานของดินมีผลต่อปริมาณเฉลี่ยของอนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมด โดยพบว่าที่ราบตะกอนทะเลสาบ (LP) มีปริมาณเฉลี่ย (มัธยฐาน) ของอนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมด สูงที่สุด เท่ากับ $61.2 \pm 23.9 (54.6)$ มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/กิโลกรัม รองลงมาคือลานตะพักลำน้ำ ระดับต่ำ (LT) มีความเข้มข้นเฉลี่ย (มัธยฐาน) เท่ากับ $53.8 \pm 102.1 (19.7)$ มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/กิโลกรัม และบริเวณที่เหลื่อมค้ำจากการกัดกร่อน (ES) มีปริมาณของอนินทรีย์ไนโตรเจนต่ำที่สุด มีค่าเฉลี่ย (มัธยฐาน) เท่ากับ $28.6 \pm 22.6 (19.8)$ มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/กิโลกรัม ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนตามธรณีสัณฐานของดินในพื้นที่ (รูป 3-17ข และ ตาราง 3-3)

การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ป่าไม้ (For) มีปริมาณเฉลี่ยของอนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมดสูงที่สุด เท่ากับ 92.7 ± 131.0 มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/กิโลกรัม และค่ามัธยฐาน เท่ากับ 22.7 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จัดว่าเป็นพื้นที่ที่มีการกระจายของอนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมดสูง และสวนป่าส้ม (Pal) มีปริมาณเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 5.6 ± 2.2 มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/กิโลกรัม และมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 5.6 มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/กิโลกรัม (รูป 3-17 ก และ ตาราง 3-2) ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในดิน

ดังนั้นพบว่า ปริมาณเฉลี่ยของอนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมดในดินในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตามลักษณะธรณีสัณฐานของดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน มีความสอดคล้องกับปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน

3.7.2 การแพร่กระจายของอนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมด

ปริมาณเฉลี่ย (มัธยฐาน) ของอนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมดในดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา มี $35.1 \pm 39.1 (22.7)$ มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/กิโลกรัม ผลการศึกษาการแพร่กระจายแสดงดังรูป 3-18 พบว่ามีลักษณะใกล้เคียงกับการแพร่กระจายของปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ดังนั้นจึงประเมินได้ว่า ปริมาณของอนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมดจะเปลี่ยนแปลงตามปริมาณของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน โดยตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำ ได้แก่ อ.ชะอวด มีปริมาณของอนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่าบริเวณอื่น รองลงมาคือ อ.ศรีบรรพต อ.ควนขนุน และ อ.เมืองพัทลุง สำหรับพื้นที่ที่มีความเข้มข้นต่ำได้แก่ พื้นที่ อ.ตะโหมด อ.ป่าบอน อ.พะยูน อ.คลองหอยโข่ง และบางส่วนของ อ.สะเดา



รูป 3-16 (ก) อนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมด (Total inorganic nitrogen : mg-N/kg) ในดินบริเวณ
ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาโดยแบ่งตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land-use)

For = พื้นที่ป่าไม้ (Forest)

Mix = พื้นที่สวนผสม (Mixed- orchard)

Pad = พื้นที่นาข้าว (Paddy field)

Shr = พื้นที่นากุ้ง (Shrimp farm)

Rub = พื้นที่สวนยางพารา (Rubber plantation)

Pal = สวนปาล์ม (Palm plantation)

Wet = พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland)

Others = พื้นที่การใช้ประโยชน์อื่นๆ

(ข) อนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมด (Total inorganic nitrogen : mg-N/kg) ในดินบริเวณ
ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาโดยแบ่งตามธรณีสัณฐานของดิน (Landform)

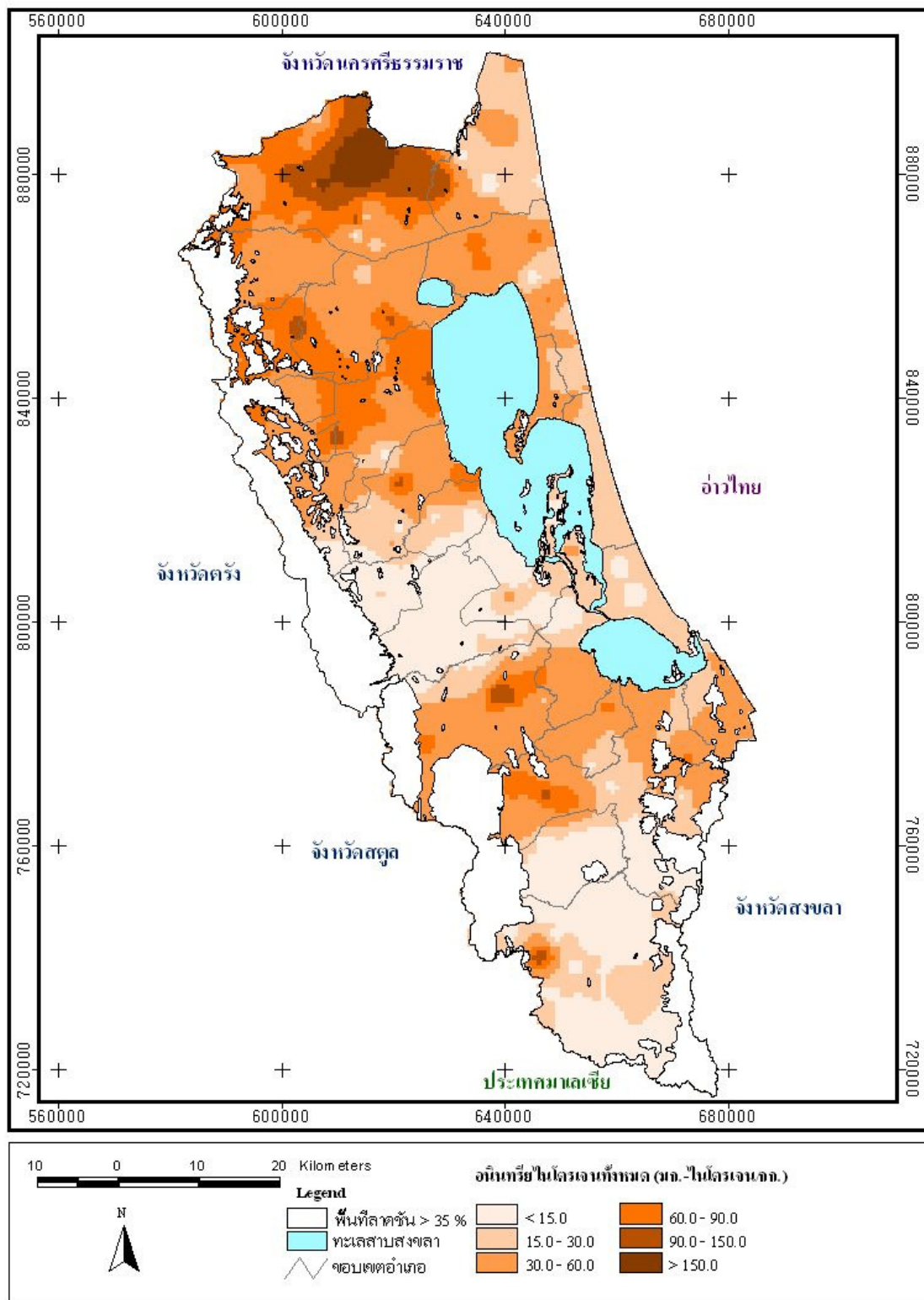
ES = บริเวณที่สึกกร่อนจากการกัดกร่อน (Erosional surface)

LT = ลานตะพักลำนําระดับต่ำ (Low terrace)

AP = ที่ราบลุ่มตะกอนลํานํ้า (Alluvial plain)

LP = ที่ราบตะกอนทะเลสาบ (Lacustrine plain)

FF = ที่ราบน้ำทะเลเคยท่วมถึง (Former tidal flat)



รูป 3-18 รูปแบบการแพร่กระจายของอนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมด (Total inorganic nitrogen : mg-N/kg) ในพื้นที่คู่ม่าน้ำทะเลสาบสงขลา

3.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางเคมีและทางกายภาพของดินในพื้นที่

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยทางเคมีและทางกายภาพของดินในบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาโดยการใช้สถิติแบบ Correlation analysis แสดงในตารางที่ 3-4

ตาราง 3-4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficients) ของปัจจัยทางเคมีและทางกายภาพของดินในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

	pH	OM	Sand	Silt	Clay	P	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	TIN
pH	1								
OM	-0.207**	1							
Sand	0.125	-0.469**	1						
Silt	-0.142*	0.386**	-0.848**	1					
Clay	-0.056	0.384**	-0.787**	0.340**	1				
P	0.293**	-0.039	0.018	0.036	-0.074	1			
NH ₄ ⁺ -N	0.095	0.141*	-0.214**	0.219**	0.125	0.006	1		
NO ₃ ⁻ -N	-0.132	0.143*	-0.173*	0.218**	0.053	0.113	-0.024	1	
TIN	0.078	0.158*	-0.234**	0.245**	0.131	0.019	0.992	0.099	1

($P < 0.01$ **, $P < 0.05$ *)

หมายเหตุ pH = ค่าความเป็นกรด-ด่าง OM = อินทรีย์วัตถุ (Organic matter ; %) Sand = อนุภาคดินทราย (%) Silt = อนุภาคดินทรายแป้ง (%) Clay = อนุภาคดินเหนียว (%) P = ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available Phosphorus : mg-P/kg) NH₄⁺-N = ไนเตรต-ไนโตรเจน (Nitrate - Nitrogen : mg-N/kg) NO₃⁻-N = แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (Ammonium - Nitrogen : mg-N/kg) TIN = อนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมด (Total inorganic Nitrogen : mg-N/kg)

3.8.1 ความสัมพันธ์เนื่องจากค่าความเป็นกรด-ด่าง

ค่า pH จะมีความสัมพันธ์กับปริมาณอินทรีย์วัตถุ ($P < 0.01$) และเปอร์เซ็นต์ดินทรายแป้ง (%Silt) ($P < 0.05$) ในทิศทางผกผัน อาจเนื่องจากอินทรีย์วัตถุในดินที่เกิดการทับถมมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีทำให้ดินมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ค่า pH ยังมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available-P) ($P < 0.01$) เนื่องมาจากขบวนการ Surface reaction ของไอออนฟอสเฟตที่ทำปฏิกิริยากับอะตอมของอะลูมิเนียม และเหล็กที่อยู่ในโครงสร้างของอนุภาคเม็ดดินได้ดีเมื่ออยู่ในสภาพที่ pH ต่ำ และเมื่อ pH สูงขึ้นหรือเพิ่มความเป็นด่าง เหล็กฟอสเฟตหรืออะลูมิเนียม

ฟอสเฟตสามารถปลดปล่อยไอออนฟอสเฟตออกมาสู่สารละลายดินได้ ในขณะที่เหล็กหรืออะลูมิเนียมยังคงสภาพเป็นสารที่ไม่ละลายในรูปของไฮดรอกไซด์ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544; นวลศรี กาญจนกุลและคณะ, 2544) ส่วนในดินที่มีความเป็นด่างจะมีแคลเซียมและแมกนีเซียมมาก ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าดินที่เป็นกลางจะมีอำนาจในการตรึงฟอสฟอรัสต่ำกว่าดินที่มีความเป็นกรดหรือด่าง (สมชาย องค์กรประเสริฐ, 2531)

3.8.2 ความสัมพันธ์เนื่องจากอินทรีย์วัตถุ

อินทรีย์วัตถุมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณดินทรายแป้งและดินเหนียวแต่มีทิศทางผกผันกับปริมาณดินทราย ($P < 0.01$) เพราะดินทรายแป้งและดินเหนียวมีอนุภาคขนาดเล็กจะมีความสามารถในการยึดเกาะกับอินทรีย์วัตถุในดินได้ดี เนื่องจากประจุที่แตกต่างกันระหว่างอินทรีย์วัตถุกับดิน โดยเฉพาะดินเหนียว หรือเป็นการเกาะยึดระหว่างประจุลบของอนุภาคทั้งสองโดยมี Multivalent cation ต่างๆ เป็นตัวเชื่อมโยง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

นอกจากนี้พบว่า อินทรีย์วัตถุมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน และปริมาณของอนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมด ($P < 0.05$) เนื่องจากอินทรีย์วัตถุเป็นแหล่งสำรองธาตุอาหารของพืช เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และธาตุอาหารอื่นๆ ธาตุอาหารเหล่านี้จะถูกปล่อยออกมาเมื่ออินทรีย์วัตถุถูกย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ (มุกดา สุขสวัสดิ์, 2544) จากการศึกษาดินที่ใช้ในการทำเกษตรกรรมในแถบอบอุ่นพบว่าจะมีเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ 1-3% เนื่องจากอินทรีย์วัตถุสลายตัวได้รวดเร็วโดยเฉพาะในเขตชุ่มชื้นและอุณหภูมิสูง เมื่ออินทรีย์วัตถุสลายตัวจะให้สารประกอบไนโตรเจน ดังนั้นจึงให้ธาตุไนโตรเจนน้อยถึงปานกลางเท่านั้นซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษา (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) ดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำจะเกิดดีไนตริฟิเคชันได้ช้ากว่าดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูงโดยเฉพาะสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่ายจะแปรผันตรงกับกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนานา, 2545)

3.8.3 ความสัมพันธ์เนื่องจากอนุภาคดินทราย

ปริมาณดินทรายมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณดินทรายแป้ง ดินเหนียว ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และปริมาณอนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมด ($P < 0.01$) และยังมี ความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน ($P < 0.05$) เนื่องจากไนเตรต-ไนโตรเจนสามารถเคลื่อนที่ได้เร็วในดินและมีประจุไฟฟ้าเป็นลบจึงถูกยึดเกาะด้วยอนุภาคดินได้น้อย ส่วน

แอมโมเนีย-ไนโตรเจนจะสามารถยึดเกาะได้ในดินที่มีอนุภาคขนาดเล็กได้ดีกว่า และยังชะพาได้ยาก แต่ถ้าดินมีการถ่ายเทอากาศที่ดีก็จะถูกออกซิไดซ์ให้กลายเป็นไนเตรตได้ง่าย (Armitage, 1974) ดังนั้นในดินที่มีลักษณะเป็นดินเนื้อหยาบแบบดินทรายทำให้ไนเตรต-ไนโตรเจนและแอมโมเนีย-ไนโตรเจนยึดเกาะกับอนุภาคของผิวดินได้ไม่ดี ส่วนปริมาณของอนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมดในการศึกษานี้พบว่าจะเปลี่ยนไปตามปริมาณแอมโมเนียและไนเตรตในพื้นที่

3.8.4 ความสัมพันธ์เนื่องจากอนุภาคดินทรายแป้ง

ปริมาณดินเหนียวมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับปริมาณดินทรายแป้ง ($P < 0.01$) นอกจากนี้ปริมาณดินทรายแป้ง ยังมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน และปริมาณอนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมด ($P < 0.01$) เนื่องจากดินทรายแป้งเป็นดินที่มีอนุภาคเล็ก ไนเตรตและแอมโมเนียสามารถยึดเกาะได้ดีกว่าดินเนื้อหยาบ (ดังได้กล่าวไว้แล้วในข้อ 3.8.3)

3.8.5 ความสัมพันธ์เนื่องจากอนุภาคดินเหนียว

ปริมาณดินเหนียวมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับปริมาณดินทรายแป้ง ($P < 0.01$) ขนาดอนุภาคของดินเป็นตัวที่ใช้บอกสัดส่วนอนุภาคของดินที่มีขนาดแตกต่างกันซึ่งประกอบขึ้นเป็นเนื้อดิน (Landon, 1991) โดยขนาดอนุภาคที่เป็นองค์ประกอบในดินประกอบด้วยดินทราย ดินเหนียว และดินทรายแป้ง

3.9 การวิเคราะห์อิทธิพลของการใช้ประโยชน์ที่ดินและธรณีสัณฐานของดิน

การวิเคราะห์อิทธิพลของการใช้ประโยชน์ที่ดิน และธรณีสัณฐานของดินที่มีผลต่อปัจจัยทางเคมีและกายภาพของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา โดยใช้ Multiple-factor ANOVA แบ่งการพิจารณาออกเป็น 3 ส่วน คือ การศึกษาอิทธิพลของการใช้ประโยชน์ที่ดินร่วมกับธรณีสัณฐาน (Land-use * Landform) การศึกษาอิทธิพลของการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land-use) และ การศึกษาอิทธิพลของธรณีสัณฐานของดิน (Landform) ผลการวิเคราะห์โดยละเอียดแสดงไว้ในตารางภาคผนวก ง

3.9.1 อิทธิพลของการใช้ประโยชน์ที่ดินร่วมกับธรณีสัณฐาน

อิทธิพลของการใช้ประโยชน์ที่ดินร่วมกับธรณีสัณฐานของดินต่อปัจจัยทางเคมีและกายภาพของดินในบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาพบว่า อิทธิพลของการใช้ประโยชน์ที่ดินร่วมกับธรณีสัณฐานมีผลต่อค่า pH ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนเตรต-ไนโตรเจน และอนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมด ($P < 0.05$) (ตาราง 3-5)

3.9.2 อิทธิพลของการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land-use)

การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land-use) เพียงอย่างเดียวมีอิทธิพลต่อปัจจัยทางเคมีและกายภาพของดินในบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาพบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินมีอิทธิพลต่อปริมาณดินทราย และปริมาณดินเหนียว ($P < 0.05$) (ตาราง 3-5)

3.9.3 อิทธิพลของธรณีสัณฐานของดิน (Landform)

ธรณีสัณฐานของดิน (Landform) เพียงอย่างเดียวมีอิทธิพลต่อปัจจัยทางเคมีและกายภาพของดินในบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาพบว่า ธรณีสัณฐานของดินมีอิทธิพลต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณดินทราย และดินทรายแป้ง ($P < 0.05$) (ตาราง 3-5)

ตาราง 3-5 ผลการวิเคราะห์สถิติแบบ TWO Factorial ANOVA

	pH	%OM	%Sand	%Silt	%Clay	P	NH ₄	NO ₃	TIN
Land-use*Landform	0.001*	0.482	0.085	0.183	0.056	<.001*	<.001*	<.001*	<.001*
Land-use	<.001*	0.291	0.011*	0.192	0.013*	<.001*	<.001*	<.001*	<.001*
Landform	0.191	0.002*	0.004*	<.001*	0.260	0.002*	<.001*	<.001*	<.001*

($P < 0.05$)

หมายเหตุ pH = ค่าความเป็นกรด-ด่าง OM = อินทรีย์วัตถุ (Organic matter ; %)
 Sand = อนุภาคดินทราย (%) Silt = อนุภาคดินทรายแป้ง (%)
 Clay = อนุภาคดินเหนียว (%) P = ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus : mg-P/kg)
 NH₄⁺-N = ไนเตรต-ไนโตรเจน (Nitrate-nitrogen : mg-N/kg)
 NO₃⁻-N = แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (Ammonium-nitrogen : mg-N/kg)
 TIN = อนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมด (Total inorganic nitrogen : mg-N/kg)