

รายงานผลการวิจัย



เรื่อง

ลักษณะการแพร่กระจายของความเค็มจากนาุ้งสู่นาข้าว
(Pattern of Salinity Spreading from
Shrimp Ponds to Rice Fields)

ฉบับ-ฉบับ

ส่ง

เลขที่ 5595 745 2536 8-1
เลขทะเบียน 018322
1/0 ส.ค. 2536

โดย

นายสุเมศักดิ์ มณีพงศ์

ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่

กรกฎาคม 2536

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนนาข้าวเป็นนาถั่วที่ อ.ระโนด จ.สงขลา ได้ก่อให้เกิดปัญหาดินเค็มต่อนาข้าวในบริเวณใกล้เคียง ทำให้ผลผลิตข้าวลดลงหรือไม่สามารถปลูกข้าวได้ จากการศึกษาสมบัติทางเคมีของดินนาข้าวที่อยู่ใกล้นาถั่ว ซึ่งทำการเลี้ยงถั่วมาแล้ว 3 ปี โดยเก็บตัวอย่างทุกช่วงความลึก 15 cm ไปจนถึง 120 cm และทุก 10 m จากระยะห่าง 7 m ไปจนถึง 177 m จากนาถั่วพบว่าค่าความนำไฟฟ้า (EC), ร้อยละของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ESP), ความเข้มข้นของคลอไรด์ และความเข้มข้นของซัลเฟต สูงกว่าดินเดิม และลดลงตามระยะทางจากนาถั่วอย่างชัดเจน ค่า EC และ ESP ของดินในช่วงความลึก 0 - 30 cm ที่อยู่ห่างจากนาถั่วในช่วง 40 m สูงกว่า 0.34 dSm^{-1} และ 10 % ตามลำดับ ซึ่งจัดว่าเป็นอันตรายต่อพืชไม้ทนเค็ม นอกจากนี้พบว่ามีการสะสมของโซเดียม คลอไรด์ และซัลเฟต ในช่วงความลึก 0 - 30 cm และมีแนวโน้มว่า pH ของดินลดลงหากมีการสะสมของโซเดียม สำหรับ Ca, Mg และ K ไม่พบแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความเค็ม การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีเหล่านี้ของดินน่าจะเป็นสาเหตุให้ข้าวที่ปลูกในบริเวณใกล้เคียงนาถั่วไม่เจริญเติบโต หรือให้ผลผลิตต่ำกว่าปกติ หากไม่ป้องกันการแพร่กระจายของน้ำเค็ม ในอนาคตดินในบริเวณใกล้เคียงนาถั่วจะไม่สามารถปลูกพืชชนิดใดได้ และน้ำผิวดินจะมีความเข้มข้นของเกลือสูงจนไม่เหมาะต่อการอุปโภคบริโภค

Abstract

Large expansion of converting rice fields to shrimp farms at Ranod district, Songkhla province resulted in salinity problem of soil around the area. Substantial decline in rice yield has been reported. Sometime, no yield was obtained as mortality of plants occurred. Soil samples collected to a 3 year shrimp farms were collected at 7 m apart to 177 m from the vicinity of the ponds. The depths of soil samples were 0 - 120 cm at 15 cm interval. Some chemical properties of the samples were determined and compared with the properties of the same soil series where no shrimp farms existed. Results showed that the soils surrounding shrimp farms had higher electrical conductivity (EC), exchangeable sodium percentage (ESP), chloride and sulfate than the original soil. The decreases in these values with distance of the same depth were observed. The EC at the depth of 0 - 30 cm at the first 40 m from the ponds were greater than 0.34 dSm^{-1} . This value is reported to limited growth of many non-salinity tolerant plants. Accumulation of sodium, chloride and sulfate was also found at the depth 0 - 30 cm. Soil pHs tended to decrease with increasing ESP. No significant effects of salinity spreading on concentrations of Ca, Mg and K. Changing in these soil chemical properties could have large impact on rice yield. If protection of salinity spreading is not established, the land surrounding shrimp farms cannot be used to grow any crops. Moreover, underground water may contain high salt concentration which unsuitable for domestic use.

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	
Abstract	
กิตติกรรมประกาศ	
1. บทนำ	1
2. วัตถุประสงค์	3
3. วัสดุและวิธีวิจัย	3
3.1 สถานที่และวิธีเก็บตัวอย่าง	3
3.2 วิธีเตรียมตัวอย่างและวิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ	7
4. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	8
4.1 การเปลี่ยนแปลงของค่าความนำไฟฟ้า (EC)	9
4.2 การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	15
4.3 การแพร่กระจายของ Na	17
4.4 การแพร่กระจายของ Ca Mg และ K	22
4.5 การแพร่กระจายของ Cl และ SO ₄	27
4.6 สหสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์	38
5. ข้อเสนอแนะและวิจารณ์ผลทั่วไป	42
6. สรุปผลการวิจัย	44
7. เอกสารอ้างอิง	45

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่เลี้ยงกุ้งเพื่อการส่งออกมากประเทศหนึ่งในเอเชีย เมื่อปี พ.ศ. 2532 มีพื้นที่เพาะเลี้ยงทั่วประเทศ 474,551 ไร่ ผลิตรังได้ทั้งสิ้น 93,495 ตัน ประมาณ 87 % ของกุ้งที่ผลิตได้นี้เป็นกุ้งกุลาดำ (Tiger prawn, *Penaeus monodon*) สำหรับในภาคใต้มีพื้นที่เพาะเลี้ยงรวมทั้งภาคประมาณ 136,000 ไร่ จังหวัดที่มีพื้นที่เพาะเลี้ยงมากที่สุดคือ นครศรีธรรมราช รองลงไปคือ สุราษฎร์ธานี ชุมพร สงขลา และภูเก็ต ตามลำดับ จังหวัดอื่น ๆ นอกจากนี้มีพื้นที่เพาะเลี้ยงน้อยกว่า 1,000 ไร่ (สำนักงานสถิติการเกษตร, 2534; Thongrak, 1990) ฝ่ายวิชาการธนาคารโลกไทย (2536 p 68-71) รายงานว่า ในปี พ.ศ. 2535 พื้นที่เลี้ยงกุ้งทั่วประเทศลดลงจากปี พ.ศ. 2534 ประมาณ 8 % ซึ่งพื้นที่ที่ลดลงนี้เป็นพื้นที่ในภาคตะวันออกและภาคกลาง เนื่องจากประสบปัญหาโรคระบาดและน้ำเน่าเสีย แต่ภาคใต้กลับมีพื้นที่เพิ่มขึ้น 3.64 %

กิจการเลี้ยงกุ้งทำรายได้ให้ผู้เลี้ยง และนำเงินได้เข้าประเทศได้ปีละมาก ๆ รัฐบาลจึงสนใจและให้การสนับสนุนกิจการนี้ โดยเฉพาะในเขตลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ในปี พ.ศ. 2526 รัฐบาลไทยได้รับเงินสนับสนุนจากธนาคารพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) และได้แบ่งส่วนหนึ่งมาทำโครงการศึกษาและสนับสนุนการเลี้ยงกุ้งในเขตลุ่มน้ำฯ ในปี พ.ศ. 2527 สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ และสภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ได้ว่าจ้างบริษัท John Taylor & Sons และคณะ มาศึกษาและทำแผนพัฒนาลุ่มน้ำฯ จากผลการศึกษาทั้งสองพบว่าในเขตลุ่มน้ำฯ มีพื้นที่ซึ่งเหมาะแก่การเลี้ยงกุ้งประมาณ 62,500 ไร่ และผลกำไรจากการเลี้ยงกุ้งจะตกประมาณปีละ 14,220 บาท/ไร่ (John Taylor & Sons et al., 1985) จากการสอบถามเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งในอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา ซึ่งทำการเลี้ยงกุ้งมาแล้วประมาณ 2 ปี พบว่ารายได้สูงกว่าตัวเลขนี้ประมาณ 2 เท่า รายได้นี้สูงกว่าการทำนามาก Thongrak et al., (1992) ได้ทำการสำรวจรายได้จากการทำนาของเกษตรกรที่อาศัยอยู่รอบ ๆ ทะเลน้อยรวมทั้งอำเภอระโนดด้วยพบว่า เกษตรกรมีรายได้เฉลี่ยจากการทำนาเมื่อไม่คิดค่าแรงเพียงปีละ 296.85 บาท/ไร่ เท่านั้น ความเหมาะสมของพื้นที่และความแตกต่างของรายได้จำนวนมากนี้เองเป็นปัจจัยกระตุ้นให้มีการลงทุนในกิจการเลี้ยงกุ้งอย่างรวดเร็ว

ภาคใต้มีพื้นที่ดินเค็มธรรมชาติอยู่ถึง 1,854,623 ไร่ คิดเป็น 4.2 % ของพื้นที่ทั้งภาค

ผลกระทบจนไม่สามารถปลูกพืชได้ (พรธณี รุ่งแสงจันทร์, 2532; เล็ก มอญเจริญ และสุนันท์ คุณาภรณ์, 2535)

กลุ่มบริษัท John Taylor & Sons (1985) ได้เสนอว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อกิจการเลี้ยงกุ้งในเขตลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลามี 4 ประการ คือ สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยี การเงิน และการตลาด ปัจจุบันพบว่าปัจจัยสำคัญคือ การเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมนั่นเอง สมศักดิ์ และคณะ (2535) ได้เสนอว่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางกายภาพจากการเลี้ยงกุ้งในเขต อ.ระโนด มี 4 ประการ คือ

1. ทำให้สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินในพื้นที่เพาะเลี้ยง และบริเวณใกล้เคียงเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช
2. สร้างความสกปรกให้กับชายฝั่งและน้ำทะเล
3. ทำให้คุณภาพน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินในบริเวณใกล้เคียงไม่เหมาะแก่การอุปโภคและบริโภค
4. สารเคมีที่ใช้ในปริมาณมากและต่อเนื่องอาจเกิดโทษต่อคนและสัตว์น้ำ

ผลกระทบประการแรกสร้างปัญหาให้กับเกษตรกรที่ทำนาอยู่ในบริเวณใกล้เคียงเป็นอย่างมาก และมีผู้เดือนร้อนจำนวนมาก จากรายงานของอำเภอระโนดระบุว่าเมื่อกลางปี พ.ศ. 2533 มีชาวนาประมาณ 12,000 คน ได้รับความเดือดร้อน และมีพื้นที่เสียหายถึง 28,120 ไร่ ในขณะที่พื้นที่เลี้ยงกุ้งมีเพียง 6,983 ไร่ ได้มีนักวิชาการและนักการเมืองหลายคนเสนอแนวทางแก้ปัญหาโดยการจำกัดเขตการเพาะเลี้ยงกุ้ง (zoning) (Thongrak, 1990) แต่จนถึงปัจจุบันแนวคิดนี้ยังไม่ได้รับการปฏิบัติให้เป็นจริง ปัญหาสำคัญก็คือ การขาดแคลนข้อมูลพื้นฐานในเรื่องลักษณะการแพร่กระจายของไอออนแต่ละชนิดที่เป็นองค์ประกอบของน้ำทะเล ซึ่งข้อมูลนี้จำเป็นอย่างยิ่งต่อการนำไปใช้เพื่อผลิตเทคโนโลยีสำหรับกักกันการแพร่กระจายของน้ำทะเลจากนากุ้งไปสู่บริเวณใกล้เคียง

2. วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการคือ

1. ศึกษาลักษณะการแพร่กระจายของน้ำเค็มจากนาุ้งไปยังนาข้าวที่อยู่ในบริเวณ

ใกล้เคียง โดยวิธีเปรียบเทียบปริมาณไอออนหลักในน้ำทะเล ในดินที่ระยะห่างและความลึกต่าง ๆ

2. เพื่อหาแนวทางป้องกันการแพร่กระจายของน้ำเค็ม ซึ่งจะทำได้แนวคิดจำกัดเขตการ

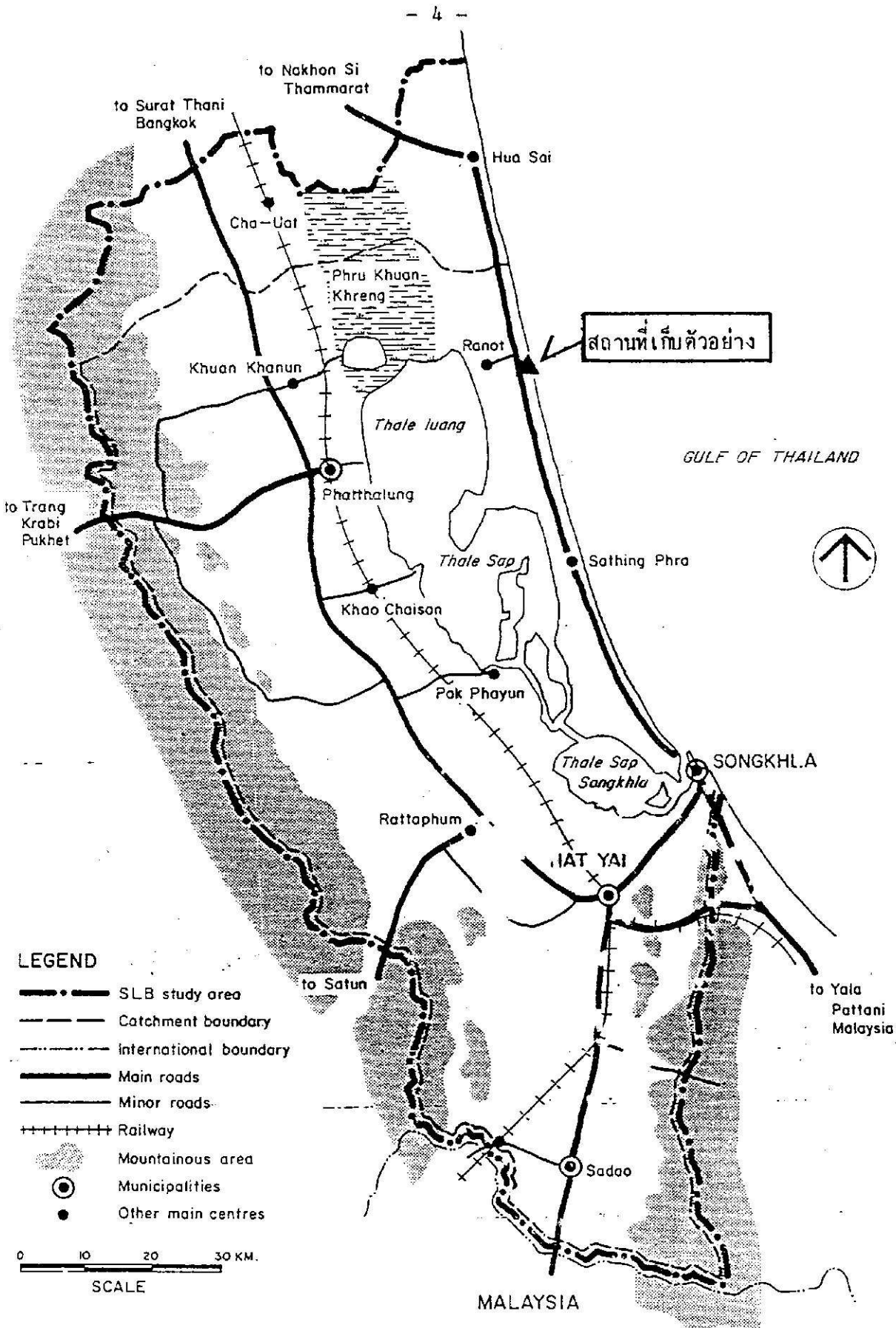
เพาะเลี้ยงกุ้งสามารถปฏิบัติได้

3. วัสดุและวิธีวิจัย

3.1 สถานที่และวิธีเก็บตัวอย่าง

งานวิจัยนี้ได้เลือกนาข้าวทางทิศใต้ของแปลงนาุ้งของบริษัทแควสตาร์ ซึ่งตั้งอยู่ที่หมู่ที่ 1 ตำบลระวะ อำเภอรอนดง จังหวัดสงขลา ระหว่างหลักกิโลเมตรที่ 93-94 ถนนสายสงขลา-นครศรีธรรมราช เป็นพื้นที่ศึกษา (รูปที่ 1) ดินในบริเวณนี้ถูกจำแนกเป็นดินชุดระโนด (Ran) ซึ่งเป็นดินชนิด Typic Tropaqueals ตามระบบการจำแนกของกระทรวงเกษตร สหรัฐอเมริกา ดินชุดนี้กระจายอยู่เป็นบริเวณกว้างครอบคลุมพื้นที่ถึง 6.55 % ของพื้นที่จังหวัดสงขลา (กรมพัฒนาที่ดิน, 2516; กรมพัฒนาที่ดิน, 2528) พื้นที่ชายทะเลซึ่งใช้ทำนาุ้งในเขตอำเภอรอนดงเป็นดินชุดนี้ทั้งหมด ดังนั้นจึงเหมาะที่จะใช้เป็นตัวแทนในการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้เก็บตัวอย่างดินทั้งหมด 3 ครั้ง เมื่อวันที่ 6 พฤษภาคม 2535, 21 มิถุนายน 2535 และ 4 กรกฎาคม 2535 วิธีเก็บตัวอย่างทำโดยกำหนดจุดเก็บเป็น 3 แถว มีระยะระหว่างแถว 50 เมตร ในแต่ละแถวกำหนดหลุมเจาะ 14 หลุม แต่ละหลุมห่างกัน 10 เมตร ยกเว้นหลุมที่ 11 กับ 12 ห่างกัน 30 เมตร เนื่องจากมีถนนลูกรังตั้งอยู่ หลังจากหลุมที่ 12 เจาะห่างกัน 20 เมตร (รูปที่ 2) วิธีเจาะเก็บตัวอย่างทำโดยใช้สว่านเจาะดินแบบกระบอก เจาะเก็บทุกช่วงความลึก 15 cm ไปจนถึงความลึก 120 cm ซึ่งจะได้ตัวอย่างดินหลุมละ 8 ตัวอย่าง (รูปที่ 3) ดังนั้นตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีทั้งหมด 336 ตัวอย่าง



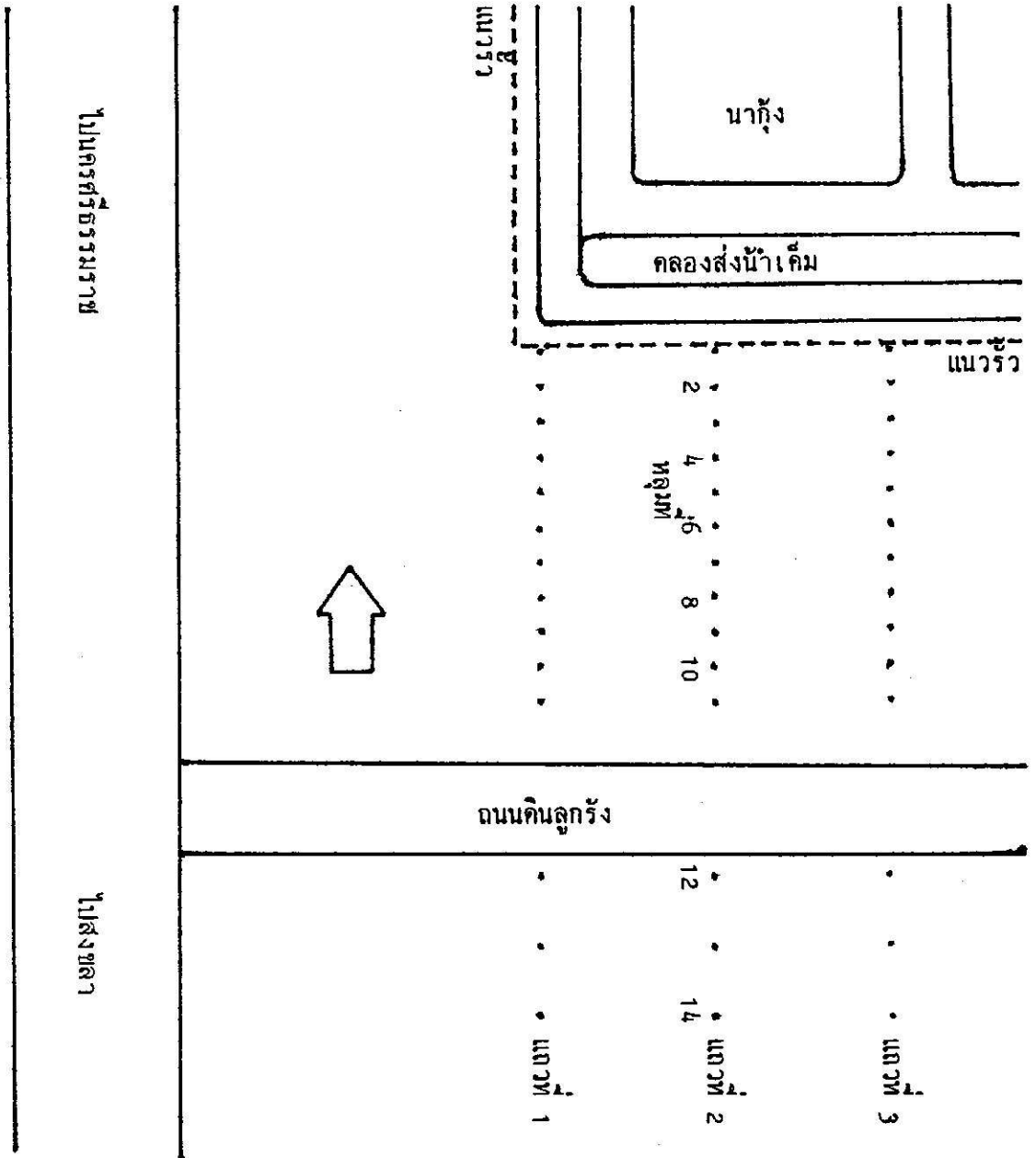
สถานที่เก็บตัวอย่าง

LEGEND

- SLB study area
- - - Catchment boundary
- · - · - international boundary
- Main roads
- - - Minor roads
- + + + + + Railway
- ☉ Mountainous area
- ⊙ Municipalities
- Other main centres

0 10 20 30 KM. SCALE

รูปที่ 1 แผนที่แสดงสถานที่เก็บตัวอย่าง



รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่าง(จุด) ระยะระหว่างแถว 50 เมตร ระยะระหว่างหลุม 10 เมตร ยกเว้นหลุมที่ 11 กับ 12 ห่างกัน 30 เมตร และหลังจากหลุมที่ 12 ห่างกัน 20 เมตร

3.2 วิธีเตรียมตัวอย่างและวิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างดินที่เก็บจากพื้นที่ศึกษาได้นำมาผึ่งแห้งในที่ร่ม ต้มด้วยครกเซรามิก และร่อนผ่านตะแกรงทองเหลืองขนาดช่อง 2.0 mm เก็บตัวอย่างดินแห้งในกระป๋องพลาสติกแล้วนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการทางเคมี

พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์มี 8 พารามิเตอร์ คือ ความนำไฟฟ้า (EC), ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH), Ca, Mg, Na, K, Cl และ SO₄ โดยใช้วิธีวิเคราะห์โดยสังเขป ดังนี้

3.2.1 EC ; ชั่งดิน 6 กรัม ใส่ในหลอด centrifuge ขนาด 50 cm³ เติมน้ำกลั่นลงไป 30 cm³ นำไปเขย่าด้วย reciprocal shaker 30 นาที จากนั้น centrifuge 10 นาที ที่ความเร็ว 3000 rpm วัดค่า EC ด้วย electrical conductivity meter ยี่ห้อ Radiometer รุ่น CDM 80 หัววัดเป็นชนิดวงแหวน 3 ขั้ว ทำด้วย Pt-black coated platinum

3.2.2 pH ; ชั่งดิน 10 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 100 cm³ เติมน้ำกลั่นลงไป 50 cm³ คนด้วยแท่งแก้ว 2-3 นาที แล้วปล่อยให้ตั้งไว้ 30 นาที จากนั้นนำสารแขวนลอยไปวัด pH ด้วย pH meter ยี่ห้อ TOA รุ่น HM-20E หัววัดที่ใช้เป็นแบบ glass combined electrode ผลิตจากบริษัทเดียวกัน

3.2.3 Ca, Mg, Na และ K; ชั่งดิน 5 กรัม ใส่ใน erlenmayer flask ขนาด 250 cm³ เติมน้ำละลาย 1.0 M NH₄OAc pH 7.0 ลงไปประมาณ 50 cm³ เขย่าด้วย reciprocal shaker 30 นาที แล้วตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1 คืน กรองสารแขวนลอยผ่านกระดาษกรอง Whatman No 5 รองรับสารที่กรองได้ด้วย volumetric flask ขนาด 100 cm³ ล้างดินที่ค้างอยู่ใน flask และบนกระดาษกรองด้วยสารละลาย NH₄OAc จนได้ปริมาตรเกือบ 100 cm³ แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ถ่ายสารที่สกัดได้ลงในขวดพลาสติกขนาด 100 cm³ เพื่อรอการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป Ca และ Mg วิเคราะห์โดยเจือจางสารที่สกัดได้ลง 50 เท่า และเติมน้ำละลาย SrCl₂ ลงไปจนได้ความเข้มข้น 1000 mg-Sr/L จากนั้นนำไปวิเคราะห์ด้วย atomic absorption spectrophotometer ยี่ห้อ Perkin-Elmer รุ่น 4000 ส่วน Na และ K วิเคราะห์โดยตรงด้วย flame photometer ยี่ห้อ Corning รุ่น 410

3.2.4 Cl และ SO₄; ชั่งดิน 20 กรัม ใส่ในขวด centrifuge ขนาด 250 cm³ เติมน้ำกลั่นลงไป 100 cm³ เขย่าด้วย reciprocal shaker 1 ชั่วโมง centrifuge เป็นเวลา 20 นาที ที่ความเร็วรอบ 2200 rpm แล้วกรองสารละลายใส่ที่ได้อีกครั้งด้วยกระดาษกรอง Whatman No 5 รองรับสารที่กรองได้ด้วยขวดพลาสติกขนาด 100 cm³ โดยทิ้งสารที่กรองได้ 5 cm³ แรกไป เก็บสารละลายที่ได้ไว้วิเคราะห์ความเข้มข้นของ Cl และ SO₄

ความเข้มข้นของ Cl วิเคราะห์ด้วย Cl-ion selective electrode โดยใช้ Ag/AgCl double junction เป็น reference electrode และใช้สารละลาย 5.0 M NaNO₃ เป็น ionic strength adjuster โดย electrode ทั้งสองผลิตจากบริษัท Orion Research ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่าง electrode วัดด้วย pH meter ยี่ห้อเดียวกัน รุ่น SA 720

ความเข้มข้นของ SO₄ วิเคราะห์ด้วยวิธี turbidimetry โดยการทำปฏิกิริยากับ BaCl₂·2H₂O ในสารละลาย acidified NaCl โดยมี glycerol เป็นตัวช่วยให้อนุภาค BaSO₄ มีเสถียรภาพดีขึ้น และ ethanol เป็นตัวช่วยลดการละลาย วัดความขุ่นของสารแขวนลอยที่ความยาวคลื่น 420 nm ด้วยเครื่อง UV-Vis spectrophotometer ยี่ห้อ Bausch & Lomb รุ่น Spectronic 21 และใช้สารละลาย Na₂SO₄ เป็นสารละลายมาตรฐาน

4. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

เจ้าหน้าที่ของบริษัทแควสตาร์ ได้ให้ข้อมูลว่าทางบริษัททำการเลี้ยงกุ้งมาแล้ว 3 ปี เกษตรกรซึ่งอาศัยอยู่ใกล้พื้นที่ศึกษาได้ให้ข้อมูลว่าพื้นที่ศึกษาเดิมเคยเป็นที่นา เจ้าของเลิกปลูกข้าวไปแล้วเนื่องจากข้าวที่ปลูกถึงแม้จะเจริญได้ แต่เมล็ดลีบเป็นส่วนใหญ่ทำให้ได้ผลผลิตต่ำ จากการสำรวจพื้นที่เบื้องต้นพบว่า บริเวณดังกล่าวมีหญ้าบางชนิดเจริญได้ (รูปที่ 4)



รูปที่ 4 สภาพพื้นที่ศึกษา ข้ามมือของภาพ(ทิศเหนือ)คือบ่อเลี้ยงกุ้งของบริษัทแควสตาร์

4.1 การเปลี่ยนแปลงของค่าความนำไฟฟ้า (EC)

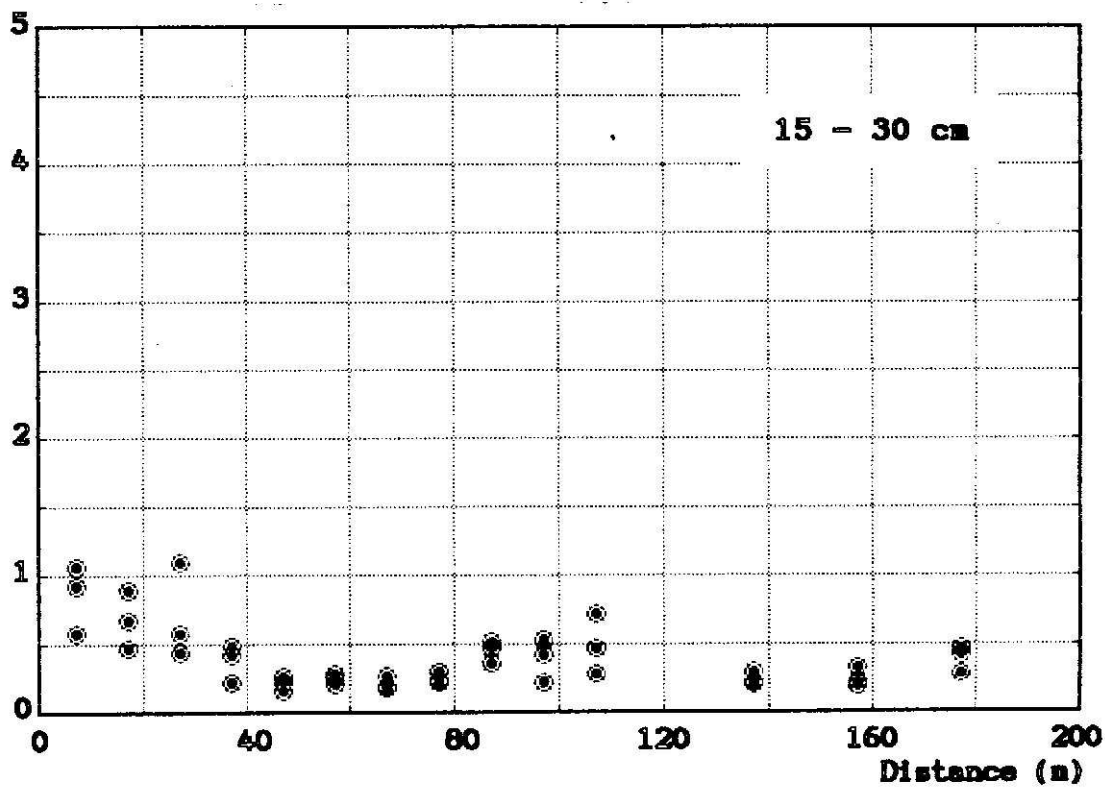
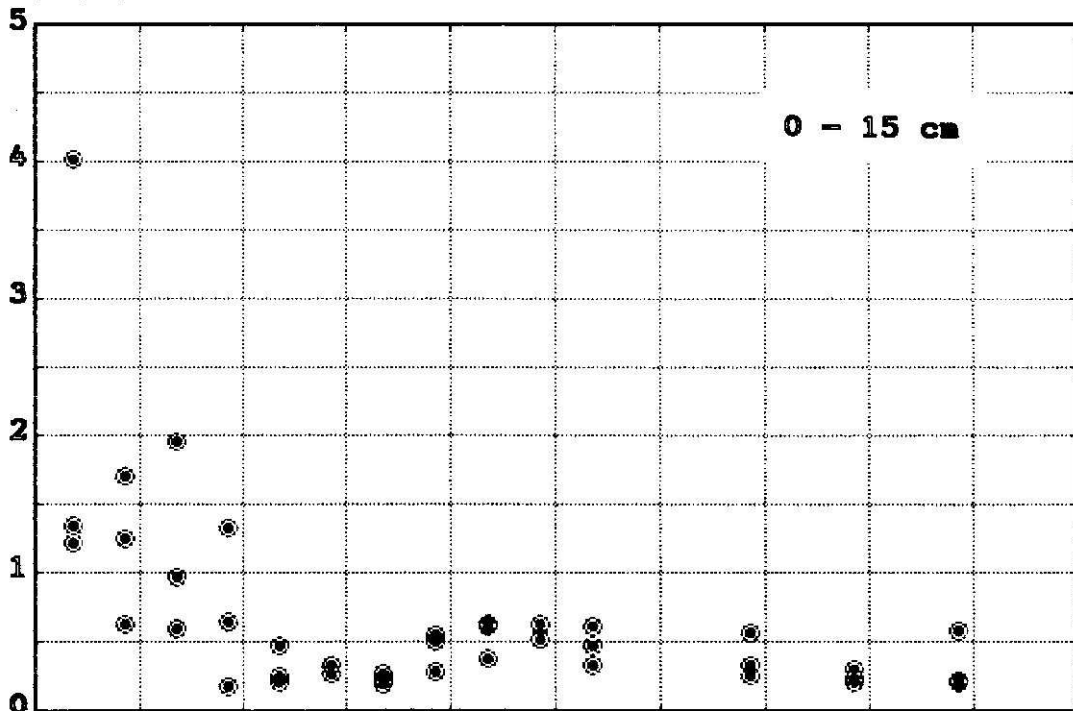
รูปที่ 5 แสดงให้เห็นว่าดินตัวอย่างจากหลุมเจาะที่ 1 2 และ 3 ซึ่งอยู่ห่างจากคูส่งน้ำของนาทุ่ง 7 17 และ 27 เมตร ตามลำดับ มีค่า EC สูงกว่าดินจากหลุมเจาะที่ห่างออกไปอย่างชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบที่ความลึกเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าความเค็มจากนาทุ่งแพร่กระจายออกสู่พื้นที่ด้านข้างด้วยกลไกอย่างใดอย่างหนึ่ง ความเค็มที่มีแนวโน้มลดลงนี้จะกลับสูงขึ้นอีกครั้งเมื่อหลุมเจาะอยู่ใกล้ถนน (หลุมที่ 9 10 และ 11) จึงเป็นไปได้ว่าถนนทำให้มีการสะสมของเกลือในชั้นดินเนื่องจากอัตราการซึมของน้ำใต้ดินช้าลง

เมื่อพิจารณาความเค็มของดินที่ได้รับผลกระทบจากการทำนาทุ่งอย่างชัดเจนจากค่า EC ของดินหลุมที่ 1 2 และ 3 พบว่าตัวอย่างที่เก็บจากระดับเดียวกับน้ำใต้ดิน (105-120 cm) มีค่า EC ลดลงตามระยะห่างจากนาทุ่ง และแตกต่างกันอย่างเด่นชัด (ตารางที่ 1) ระหว่างหลุมที่ 1 กับหลุมที่ 3 ซึ่งห่างกันเพียง 20 m พบว่า ความเข้มข้นของเกลือต่างกันสูงถึง 1.7 เท่า แสดงให้เห็นว่าน้ำใต้ดินถูกปนเปื้อนจากน้ำทะเลที่ใช้เลี้ยงกุ้ง และเป็นหลักฐานบ่งว่าการแพร่กระจายของความเค็มจากนาทุ่งสู่พื้นที่ใกล้เคียงทางหนึ่งคือแพร่ผ่านน้ำใต้ดินนี้เอง

ตารางที่ 1 ความนำไฟฟ้า (ds/m) เฉลี่ยทุกแถวของดินหลุมที่ 1 2 และ 3 ซึ่งได้รับผลกระทบจากการทำนาทุ่งอย่างชัดเจน

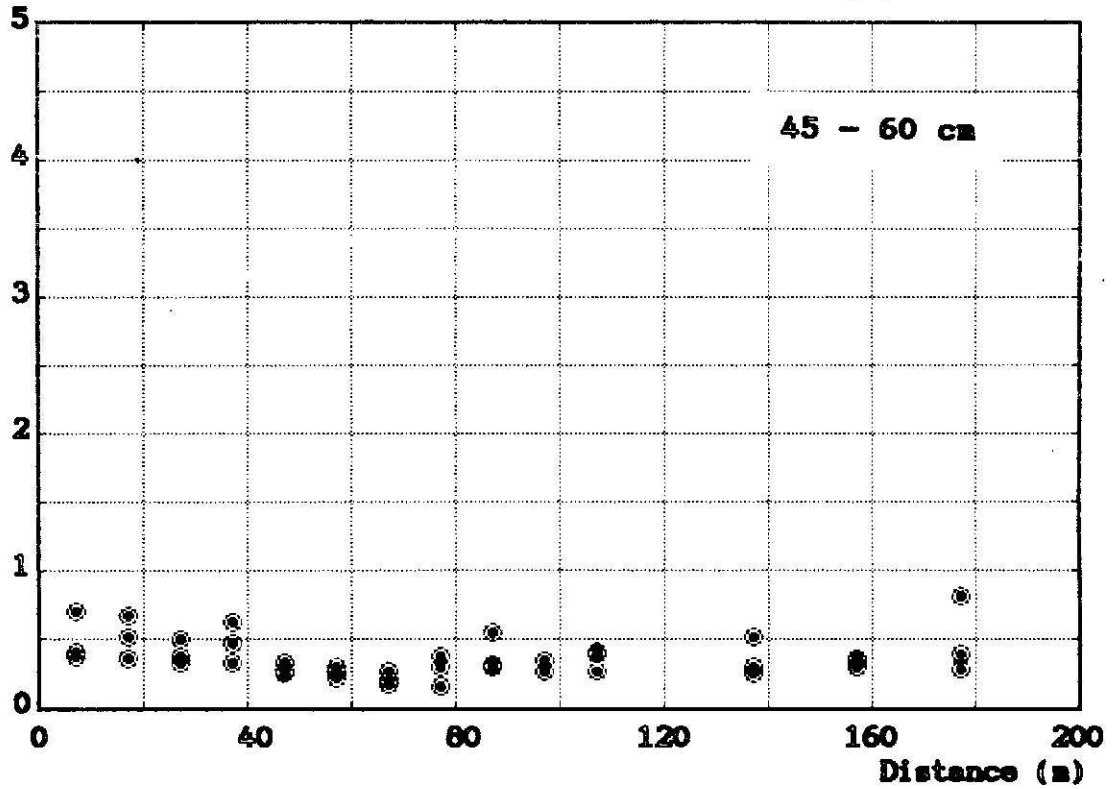
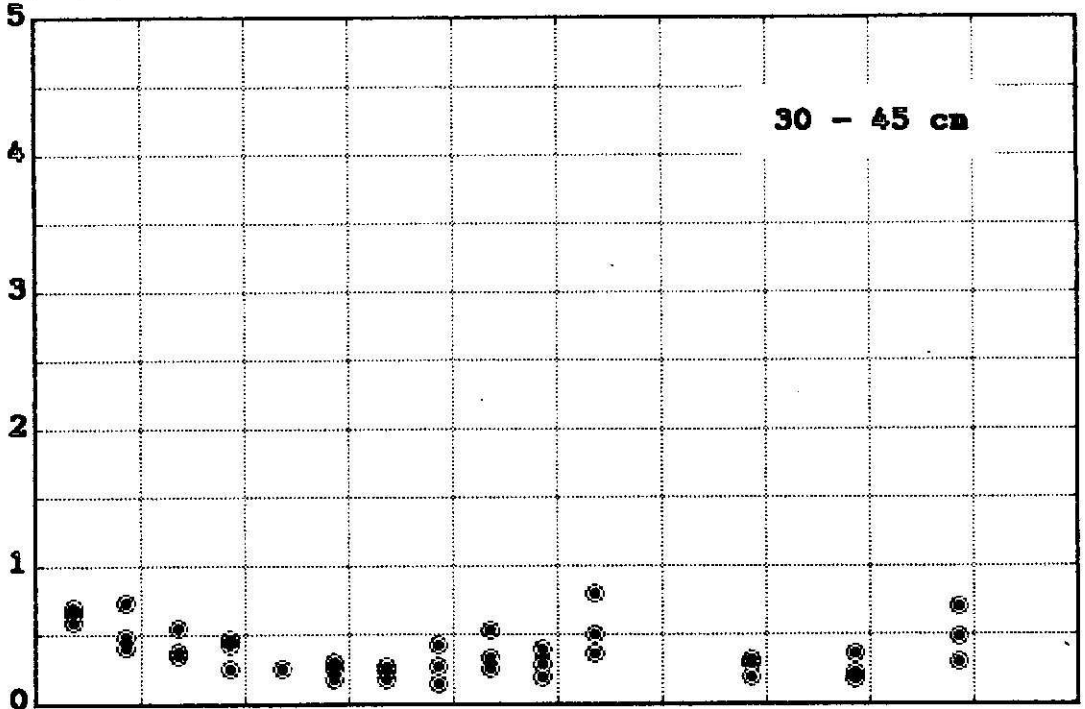
ความลึก (cm)	หลุมที่ 1			หลุมที่ 2			หลุมที่ 3		
	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
0-15	2193	4010	1218	1191	1696	627	1174	1955	599
15-30	854	1067	578	678	887	475	703	1099	436
30-45	648	697	592	539	728	402	421	544	346
45-60	490	696	373	510	665	354	398	495	324
60-75	518	767	247	545	643	459	375	496	306
75-90	544	771	239	555	736	392	394	565	288
90-105	588	837	342	485	819	310	401	595	279
105-120	644	896	354	457	741	301	385	524	300

EC (dS/m)



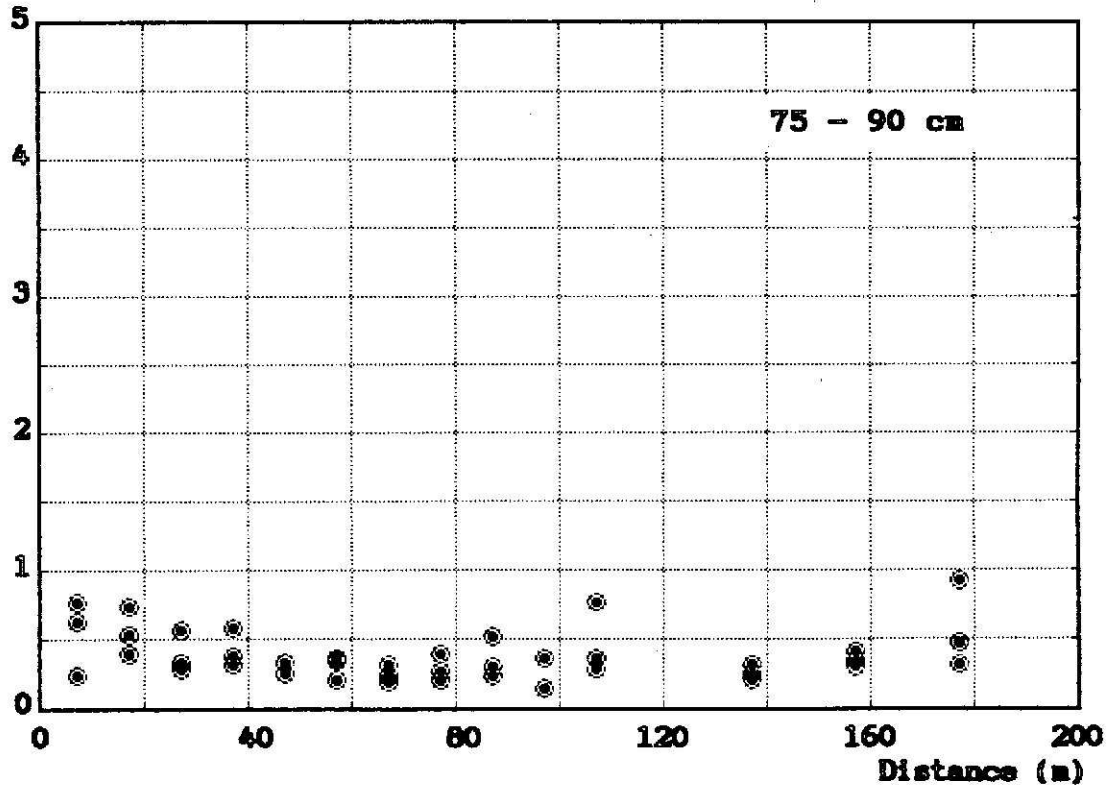
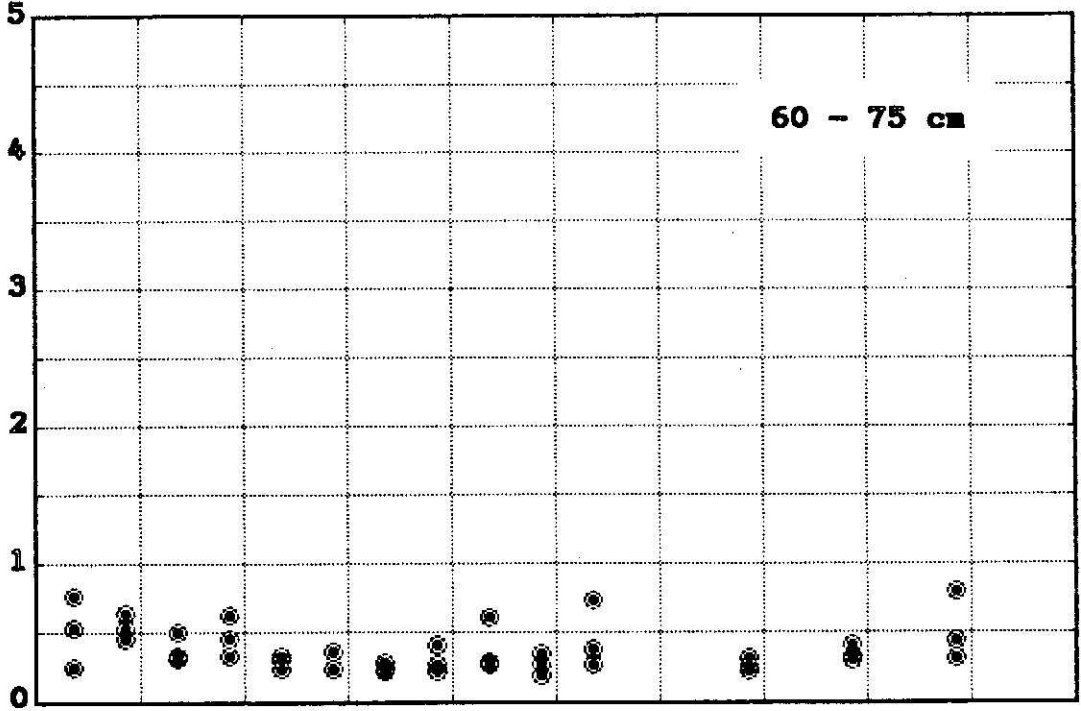
รูปที่ 5 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า EC ตามระยะทางที่ระดับความลึกต่าง ๆ

EC (dS/m)



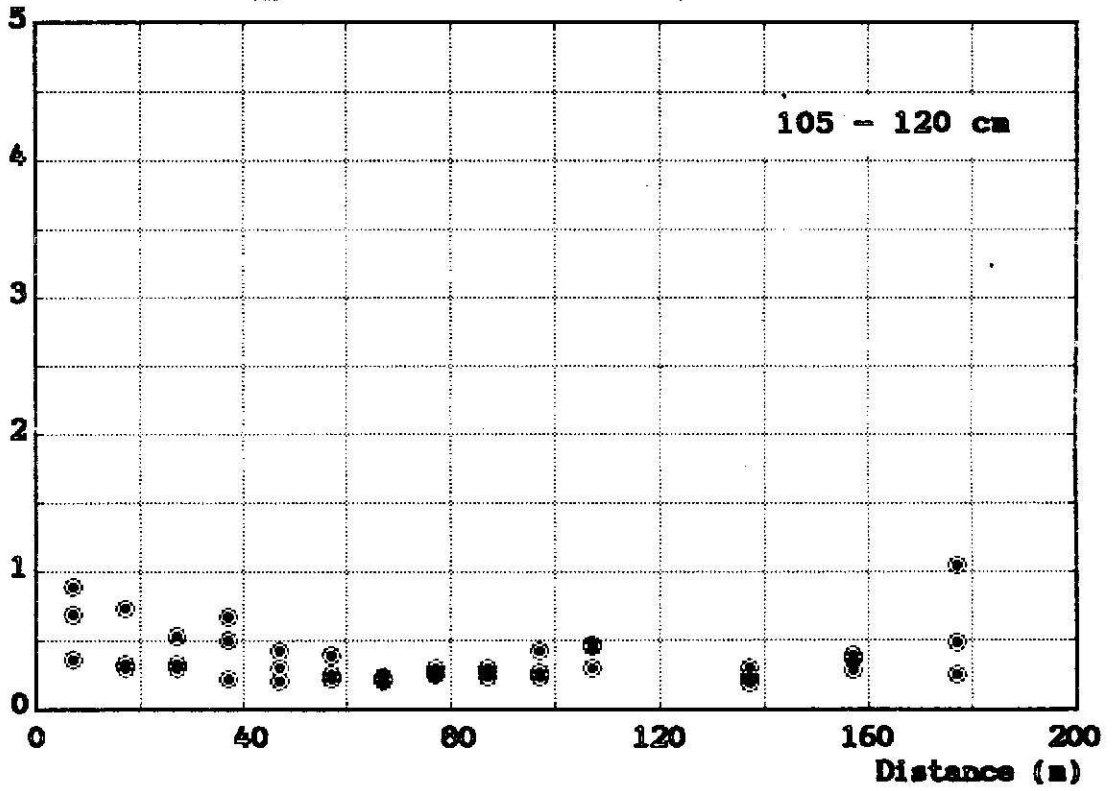
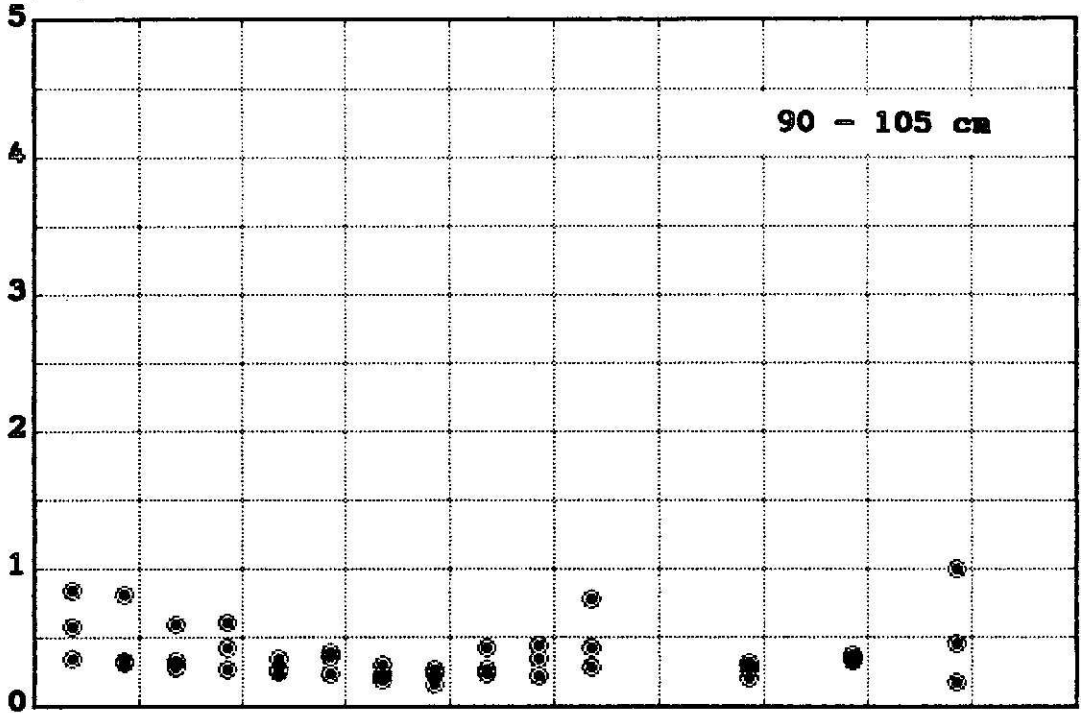
รูปที่ 5 ต่อเนื่อง

EC (dS/m)

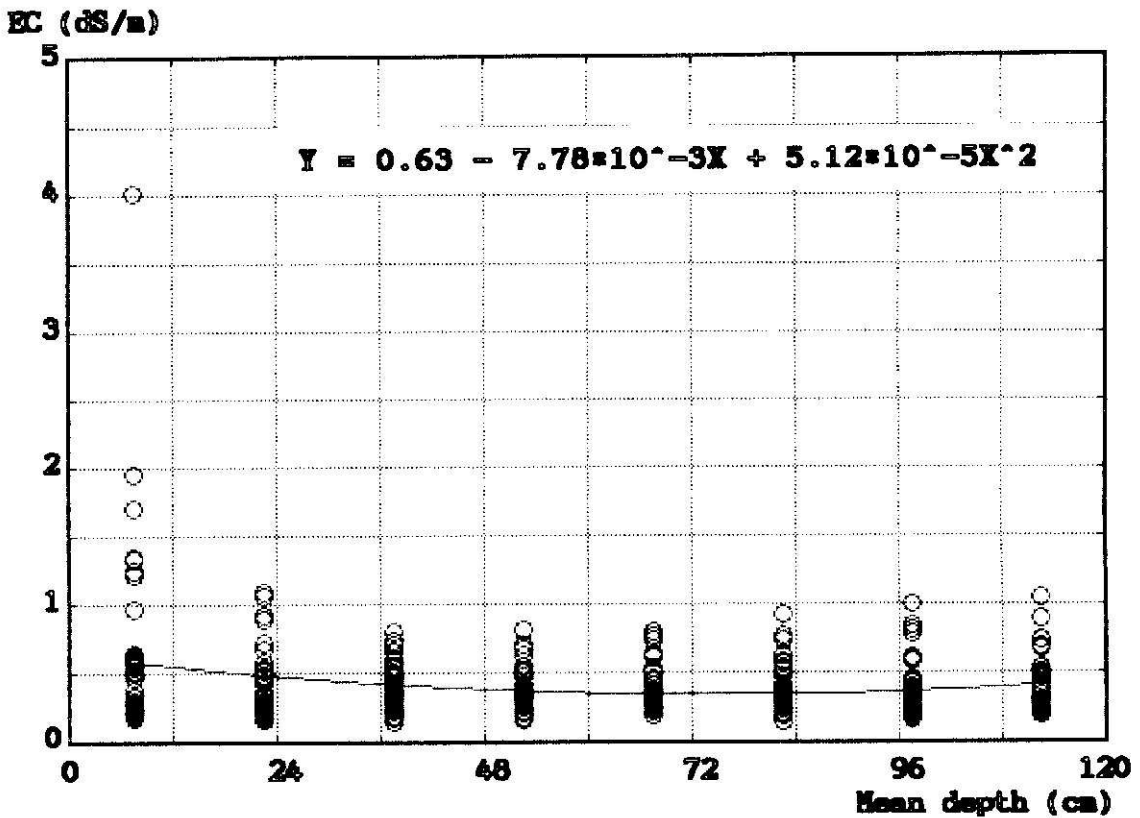


รูปที่ 5 ต่อเนื่อง

EC (dS/m)



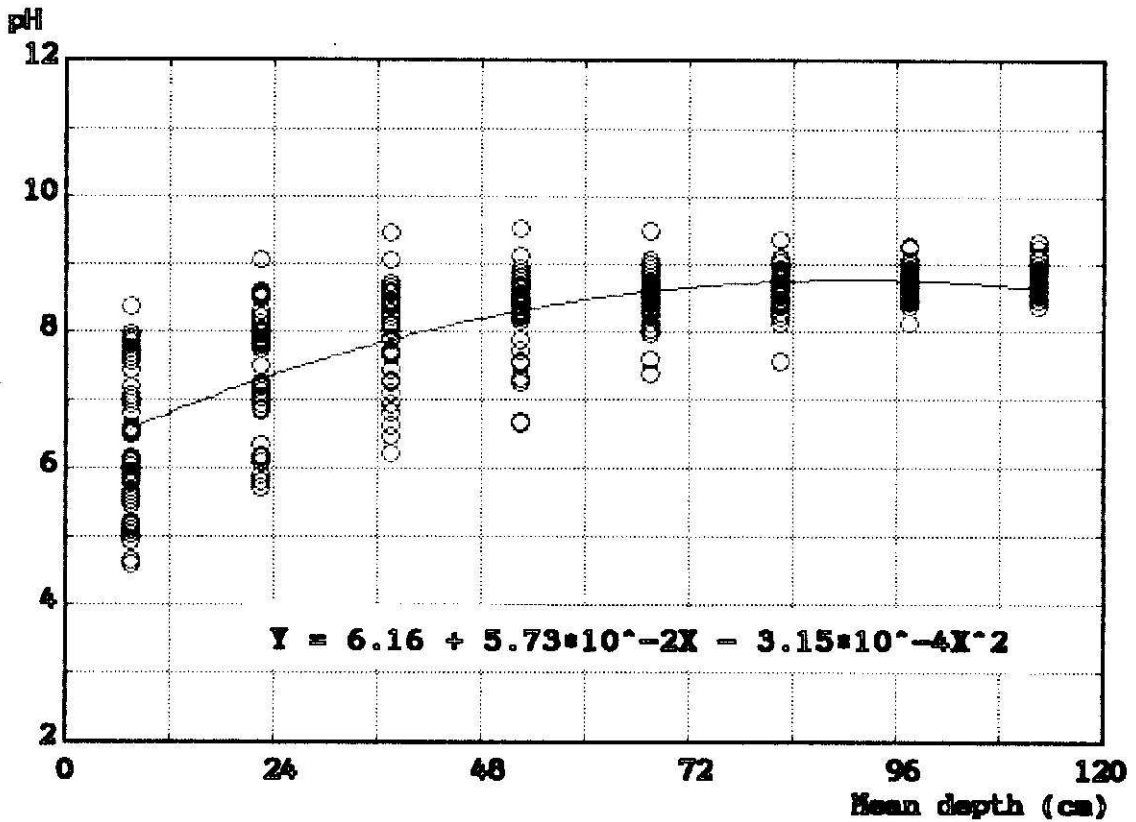
เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่า EC ตามความลึก (ตารางที่ 1 และรูปที่ 6) พบว่า ค่า EC เฉลี่ยสูงสุดที่ช่วงความลึก 0-15 cm จากนั้นจะลดลง สูงขึ้น และลดลงอีกครั้งเมื่อใกล้ระดับน้ำใต้ดิน นั่นคือกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า EC เฉลี่ยกับความลึกเฉลี่ยมีลักษณะคล้ายเครื่องหมายอินดิเกรต สาเหตุที่ทำให้ค่า EC ของดินชั้นบนมีค่าสูงน่าจะมาจากการระเหยของน้ำจากผิวดิน ทำให้ capillary water เคลื่อนที่จากชั้นดินที่มีความชื้นสูงกว่าซึ่งอยู่ลึกลงไป ผ่านช่องว่างระหว่างเม็ดดินพร้อมกับพาไอออนต่าง ๆ ที่ละลายอยู่ขึ้นมาสะสมในชั้นหน้าดิน ในกรณีของดินเค็มธรรมชาติมักพบว่าค่า EC ในชั้นหน้าดินมีค่าสูงและลดลงตามความลึกเช่นเดียวกัน (Abrol et al., 1988; Bohn et al., 1985, p 238; Prasad and Goswami, 1992 p 67) ระดับน้ำใต้ดินของพื้นที่ศึกษาเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล (amphipercolative regime) ดังนั้นคาดว่าระดับความลึกที่เกลือสะสมคงเปลี่ยนแปลงไปด้วย ค่า EC ของดินที่อยู่ในช่วงประมาณ 60-105 cm ซึ่งสูงชันนั้น น่าจะมีสาเหตุจากดินชั้นน้ำขมผ่านได้ไม่ดีเมื่อเทียบกับชั้นอื่นในหน้าตัดเดียวกัน ทำให้มีการสะสมของเกลือเกิดขึ้นขณะ capillary water พาเกลือที่ละลายอยู่ในน้ำใต้ดินขึ้นมา (ยงยุทธ โอสดสภา, 2524 p 26-27)



รูปที่ 6 การเปลี่ยนแปลงค่าความนำไฟฟ้าตามความลึก

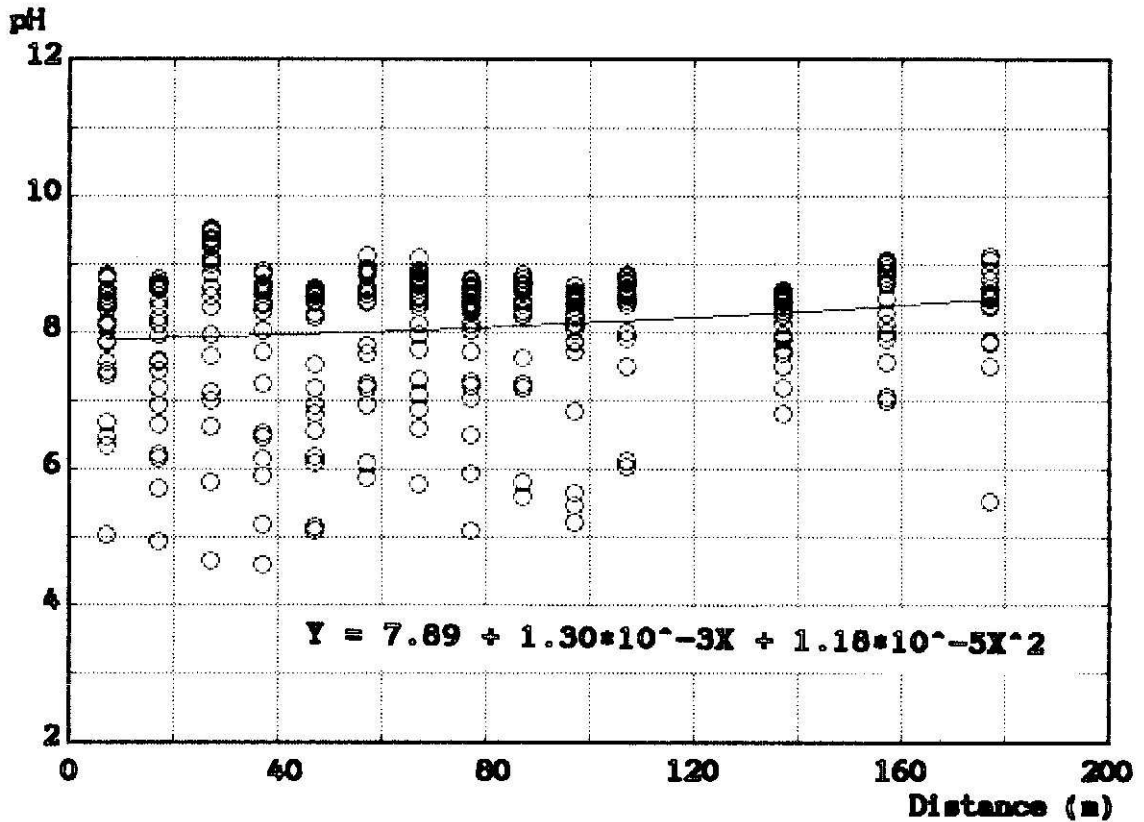
4.2 การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

รูปที่ 7 แสดงให้เห็นว่า pH ของดินในบริเวณศึกษามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึกอย่างชัดเจน จากรายงานของกรมพัฒนาที่ดิน (2516) ระบุว่าดินชุดระโนดในชั้น 0-30 cm มี pH ประมาณ 6.0 และชั้น > 30 cm มี pH 7.0 - 8.0 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงนี้จึงเป็นสมบัติของดินชุดนี้ตั้งแต่เดิม การกระจายของค่า pH พบว่าแคบลงตามความลึก เช่น pH ในชั้น 0-15 cm กระจายอยู่ในช่วง 6.39 ± 1.04 (mean \pm SD) แต่ที่ความลึก 105-120 cm กระจายอยู่ในช่วง 8.75 ± 0.21 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะอิทธิพลจากกิจกรรมการใช้ที่ดิน รวมทั้งผลกระทบจากความเค็ม ทำให้ pH ของดินชั้นผิวหน้าเปลี่ยนแปลงในช่วงกว้าง ส่วนดินในชั้นที่ลึกลงไปได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมน้อยกว่า pH จึงใกล้เคียงกัน



รูปที่ 7 การกระจายและการเปลี่ยนแปลง pH ของดินตามความลึก

pH ของดินที่อยู่ใกล้รากมีแนวโน้มต่ำกว่าดินที่อยู่ห่างออกไป (รูปที่ 8) แต่แนวโน้มไม่ชัดเจนพอที่จะสรุปว่าเป็นผลจากความเค็มโดยอาศัยข้อมูล pH เพียงอย่างเดียว



รูปที่ 8 การกระจายและการเปลี่ยนแปลง pH ของดินตามระยะห่างจากราก

4.3 การแพร่กระจายของ Na

Na เป็นแคทไอออนที่มีความเข้มข้นสูงที่สุดในน้ำทะเล โดยมีความเข้มข้นสูงถึง 468 mM สูงกว่า Mg 8.8 เท่า และสูงกว่า Ca 46.8 เท่า (Drever, 1988, p 266) นอกจากนี้ Na ยังถูกดูดซับโดยอนุภาคดินได้ไม่ดี ดังนั้น Na จึงเป็นไอออนที่แพร่กระจายได้เร็ว ดินในธรรมชาติ ดูดซับ Na ไว้ปริมาณหนึ่งในทำนองเดียวกับ Ca และ Mg แต่ด้วยเหตุที่ดินมีความสามารถในการดูดซับแคทไอออนได้จำกัด เมื่อความเข้มข้นของ Na ในสารละลายดินสูงขึ้น Na จะไปแทนที่แคทไอออนอื่นรวมทั้ง Ca และ Mg บนผิวของอนุภาคดิน เพื่อรักษาสสมดุลของปฏิกิริยาแลกเปลี่ยน ดังนั้นปริมาณสัมพัทธ์ของไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ระหว่าง Na กับ Ca และ Mg จึงเป็นดัชนีบ่งชี้การแพร่กระจายของน้ำเค็มจากนาุ้งสู่นาข้าวได้ดีกว่าปริมาณ Na เพียงอย่างเดียว

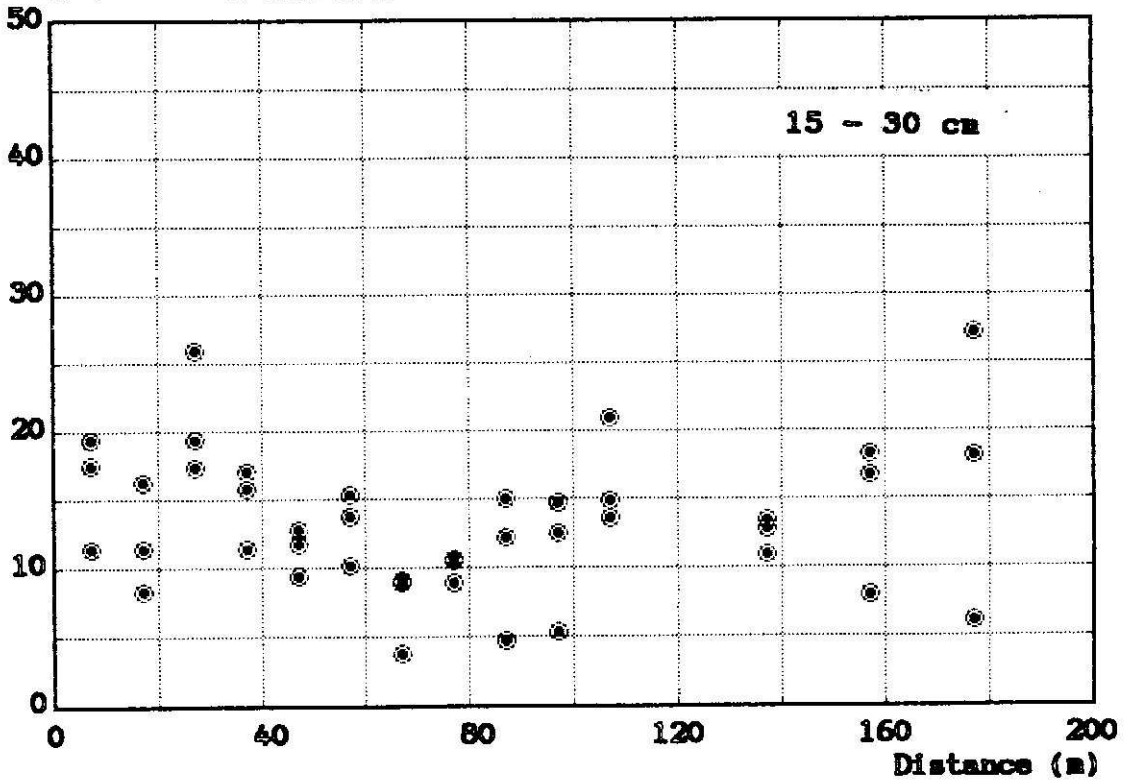
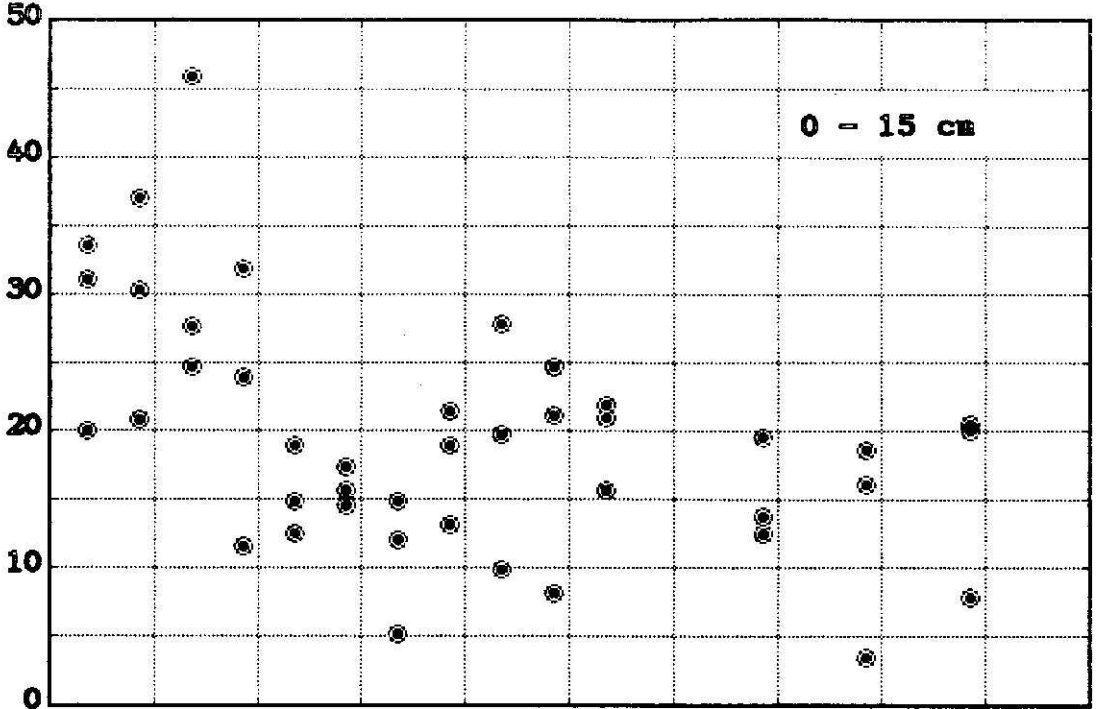
รูปที่ 9 แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า exchangeable sodium percentage (ESP) ตามระยะทางจากนาุ้งที่ช่วงความลึกต่าง ๆ ค่า ESP ได้จากการคำนวณตามสมการ

$$ESR = [NaX]/([CaX_2] + [MgX_2])$$

$$ESP = 100ESR/(1 + ESR)$$

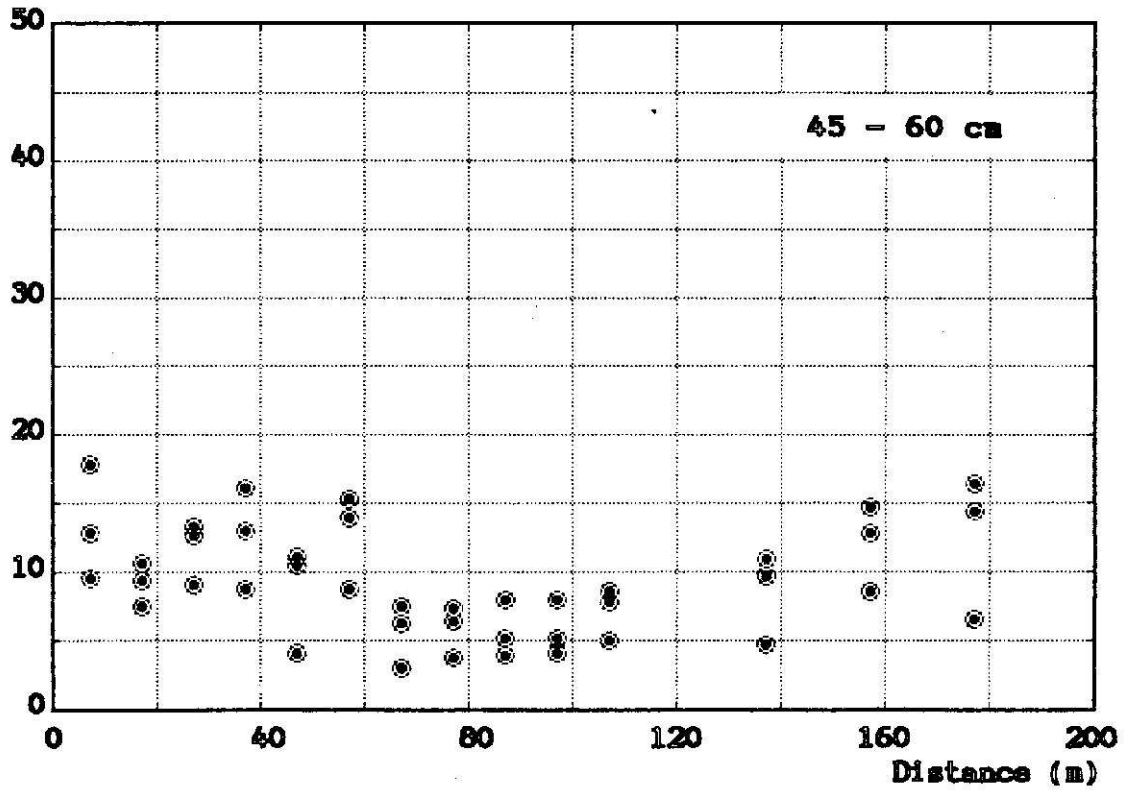
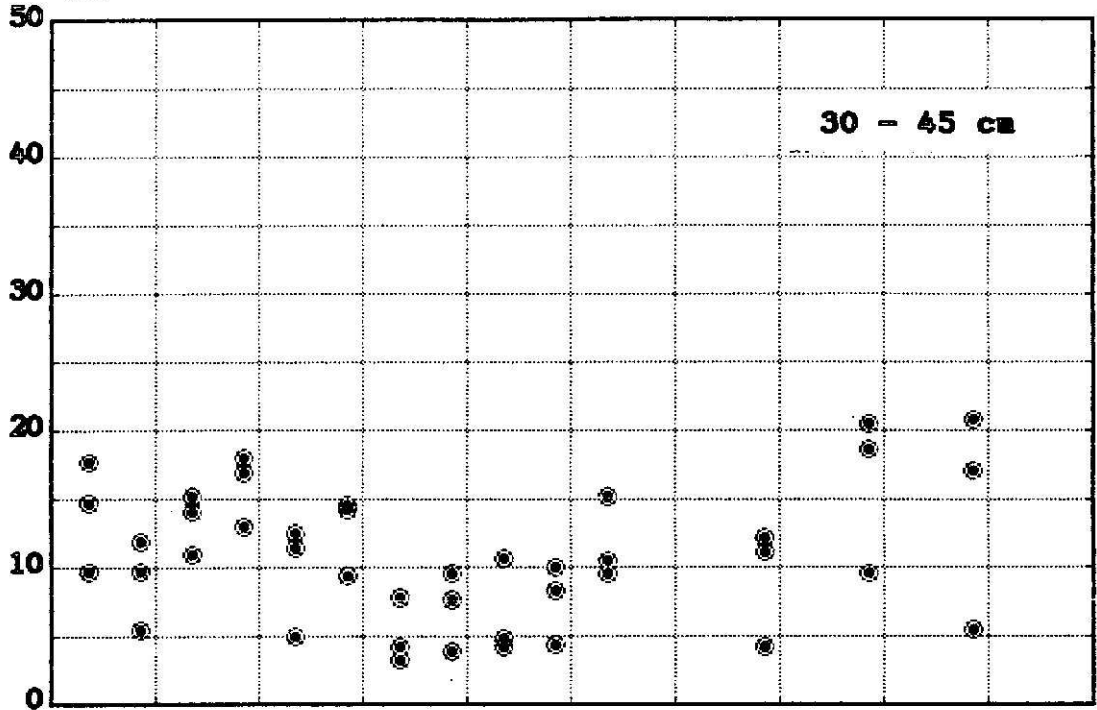
เมื่อ [NaX], [CaX₂] และ [MgX₂] คือแคทไอออนที่อยู่ในรูปแลกเปลี่ยนได้ในหน่วย cmol(+)/kg (Bohn et al., 1985 p 234) จากรูปพบว่าค่า ESP มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคล้ายกับค่า EC นั่นคือค่า ESP ของดินที่อยู่ใกล้นาุ้งมีค่าสูง จากนั้นลดลงตามระยะทางและเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งเมื่อใกล้ถนน สำหรับการเปลี่ยนแปลงตามความลึกนั้นพบว่าค่า ESP ลดลงตามความลึก แสดงว่าดินที่ได้รับอิทธิพลจากการแพร่กระจายของน้ำเค็มจากนาุ้งมี Na สะสมอยู่บริเวณผิว (รูปที่ 10)

ESP (%)



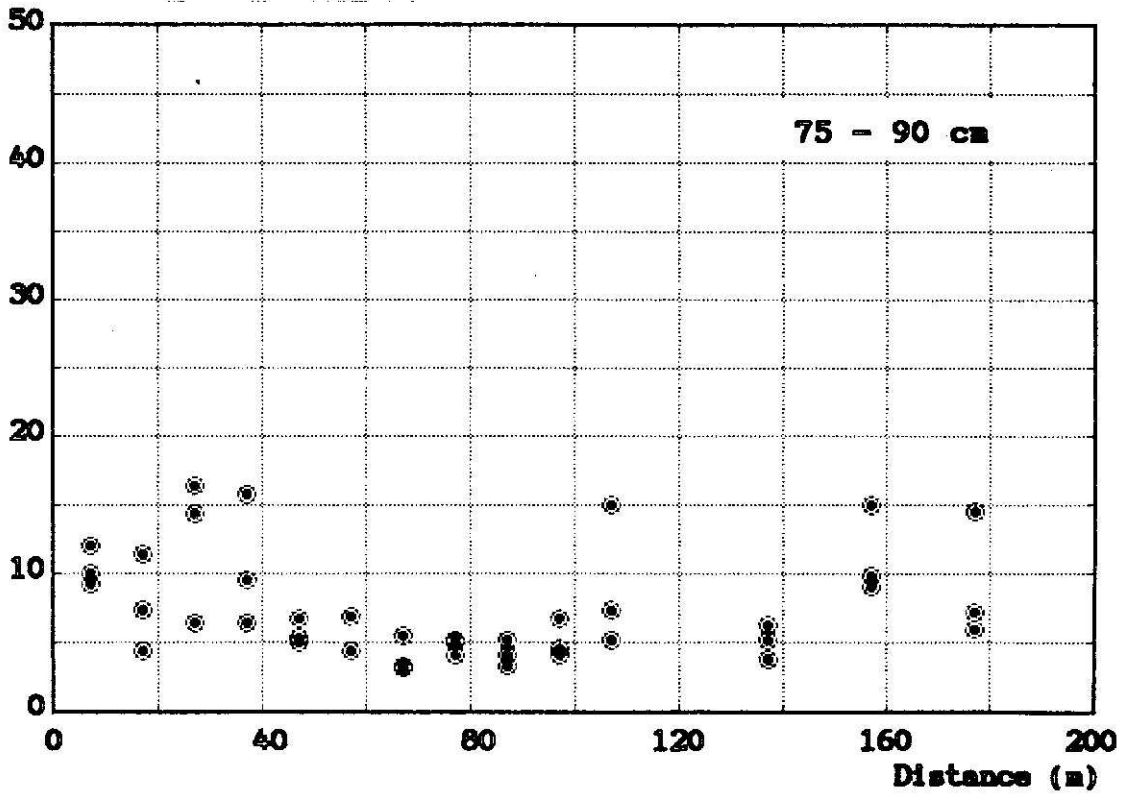
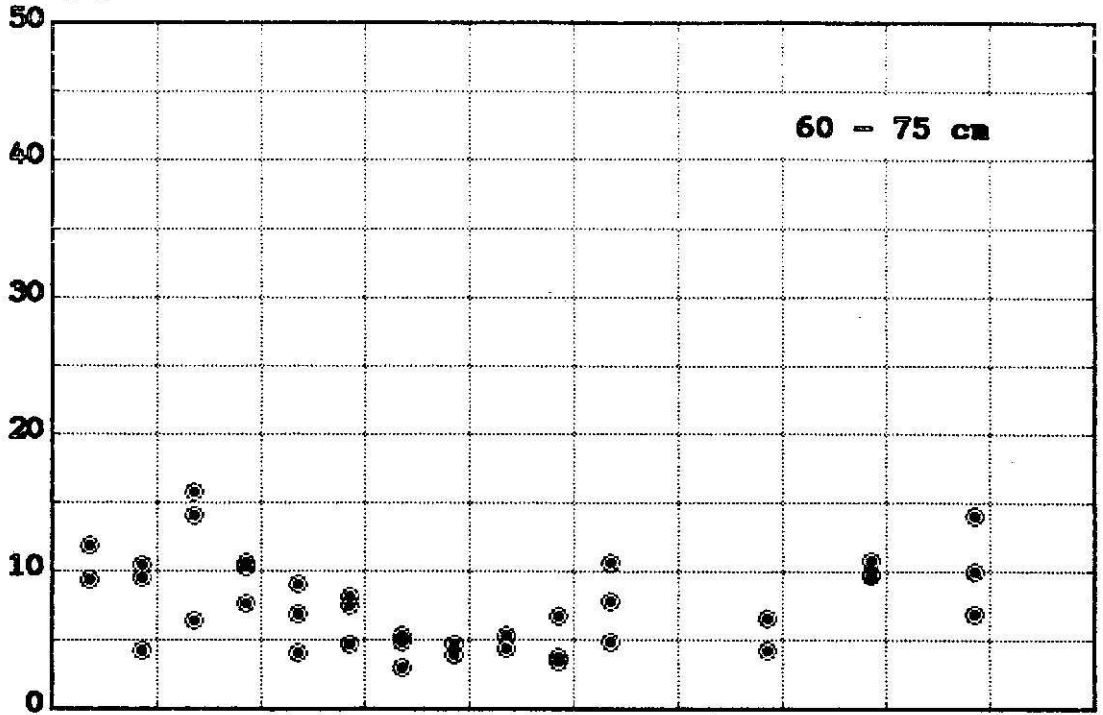
รูปที่ 9 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า ESP ตามระยะทางที่ระดับความลึกต่าง ๆ

ESP (%)



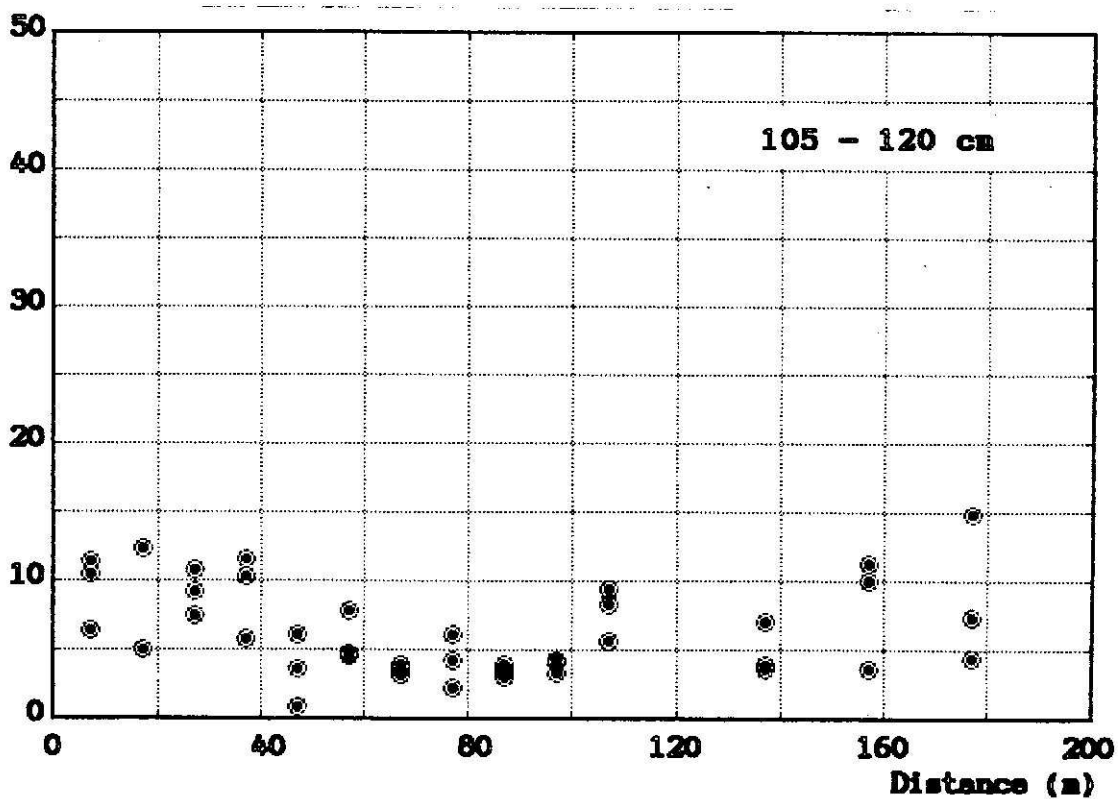
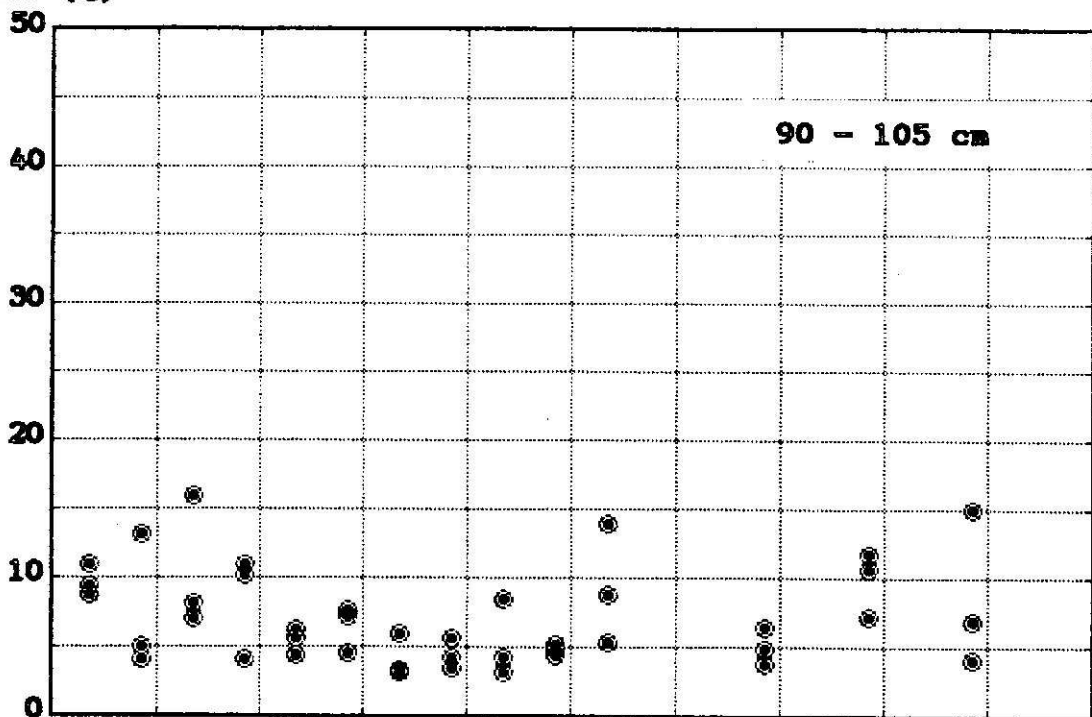
รูปที่ 9 ต่อเนื่อง

ESP (%)

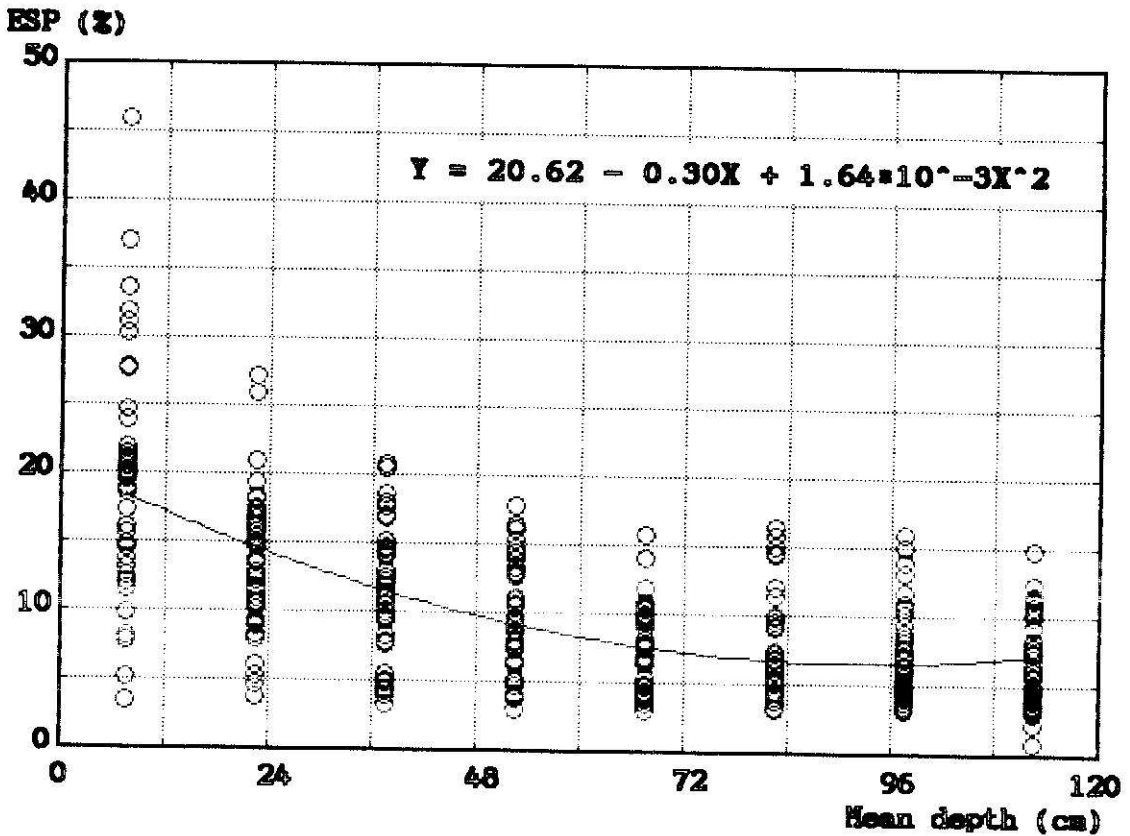


รูปที่ 9 คอเนื่อง

ESP (%)



รูปที่ 9 ต่อเนื่อง



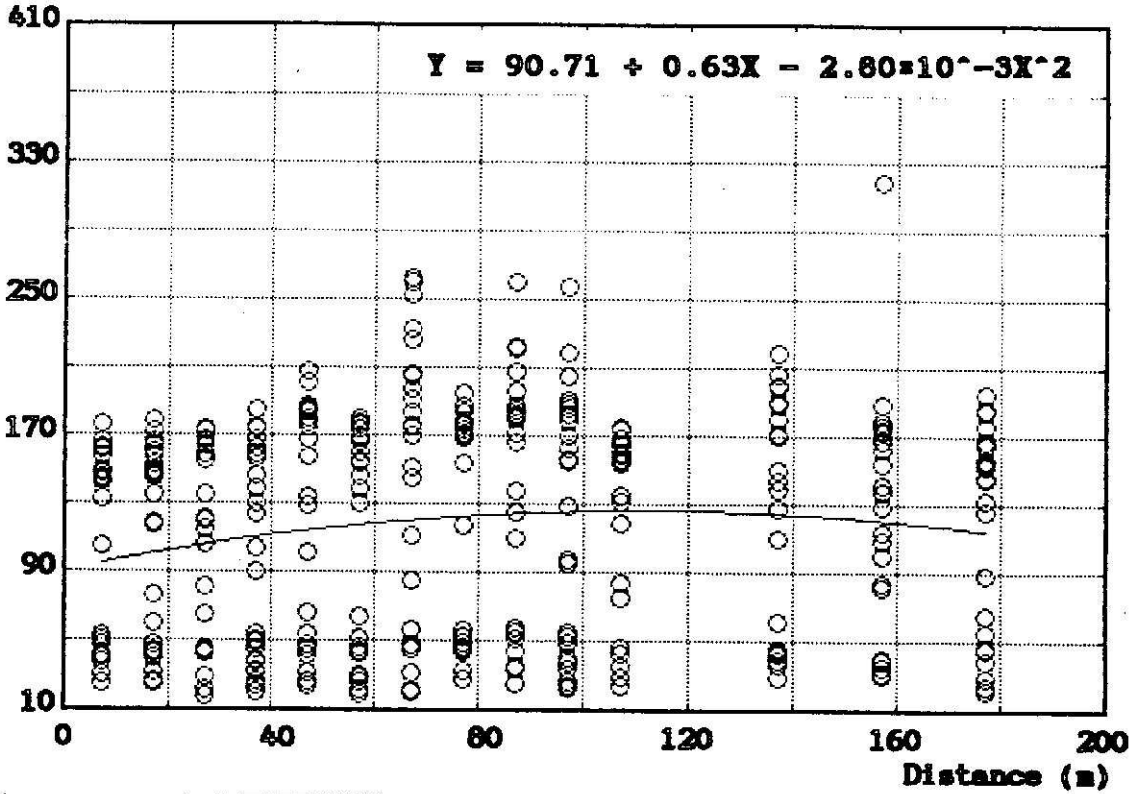
รูปที่ 10 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า ESP ตามความลึก

4.4 การแพร่กระจายของ Ca Mg และ K

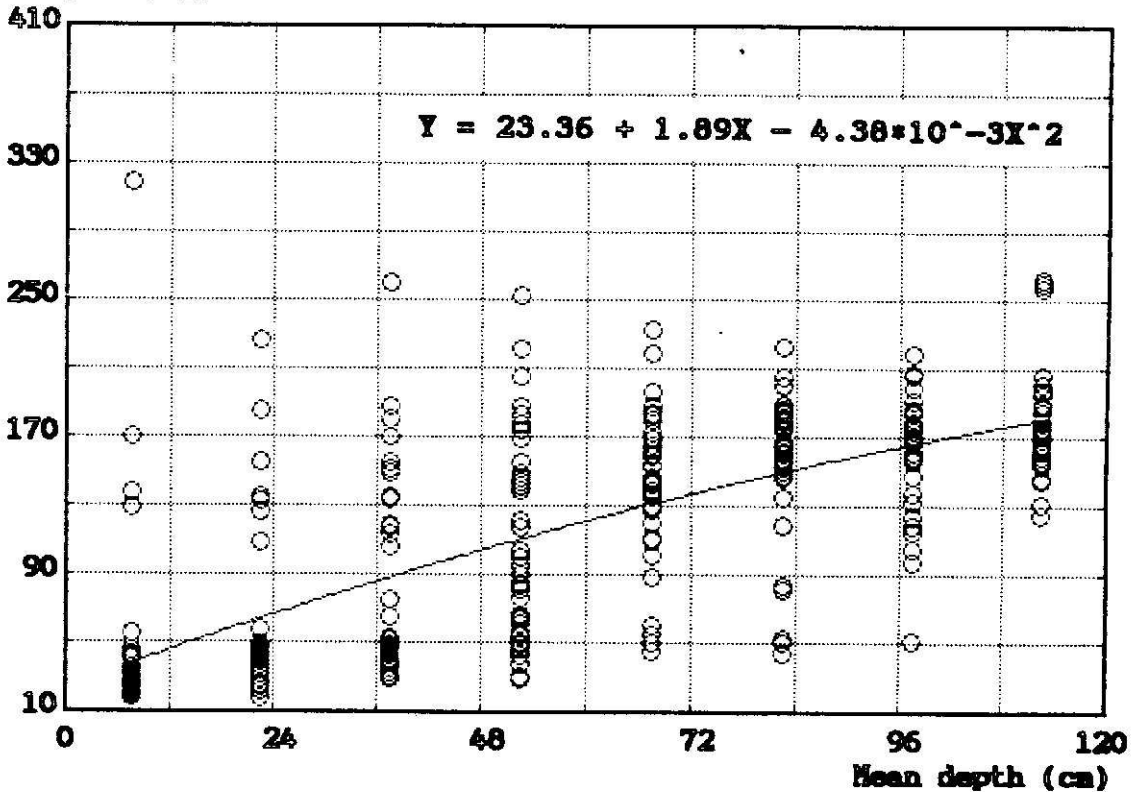
จากผลการวิเคราะห์ดินตัวอย่างทั้ง 336 ตัวอย่าง พบว่าปริมาณ Ca ไม่มีแนวโน้มที่ชัดเจนของการเปลี่ยนแปลงตามระยะทางจากนาุ้งที่ทุกระดับความลึก แต่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามความลึก (รูปที่ 11) โดยในช่วงความลึก 0 - 30 cm ปริมาณ Ca ในดินตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 10-50 cmol/kg แต่ในช่วงความลึก 75-120 cm เพิ่มขึ้นเป็น 165.50 ± 36.30 cmol/kg ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าความแตกต่างของปริมาณ Ca ระหว่างดินบนกับดินล่างนี้เป็นสมบัติของดินชุดนี้อยู่เดิม ไม่ได้เกิดจากการแพร่กระจายของน้ำเค็มจากนาุ้ง

การเปลี่ยนแปลงของ Mg คล้ายกับ Ca คือไม่มีความแตกต่างที่ชัดเจนระหว่างดินที่อยู่ใกล้และไกลจากนาุ้ง แต่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามความลึก โดยในช่วงความลึก 0-15 cm ดินตัวอย่างมี Mg เพียง 36.49 ± 8.89 cmol/kg แต่เพิ่มขึ้นเป็น 56.62 ± 15.00 cmol/kg ในช่วงความลึก 75-120 cm ในทำนองเดียวกับ Ca อาจสรุปได้ว่า ความแตกต่างนี้น่าจะเป็นสมบัติของดินเดิม ไม่ได้เกิดจากอิทธิพลของการทำนาุ้ง

Ca (cmol/kg)

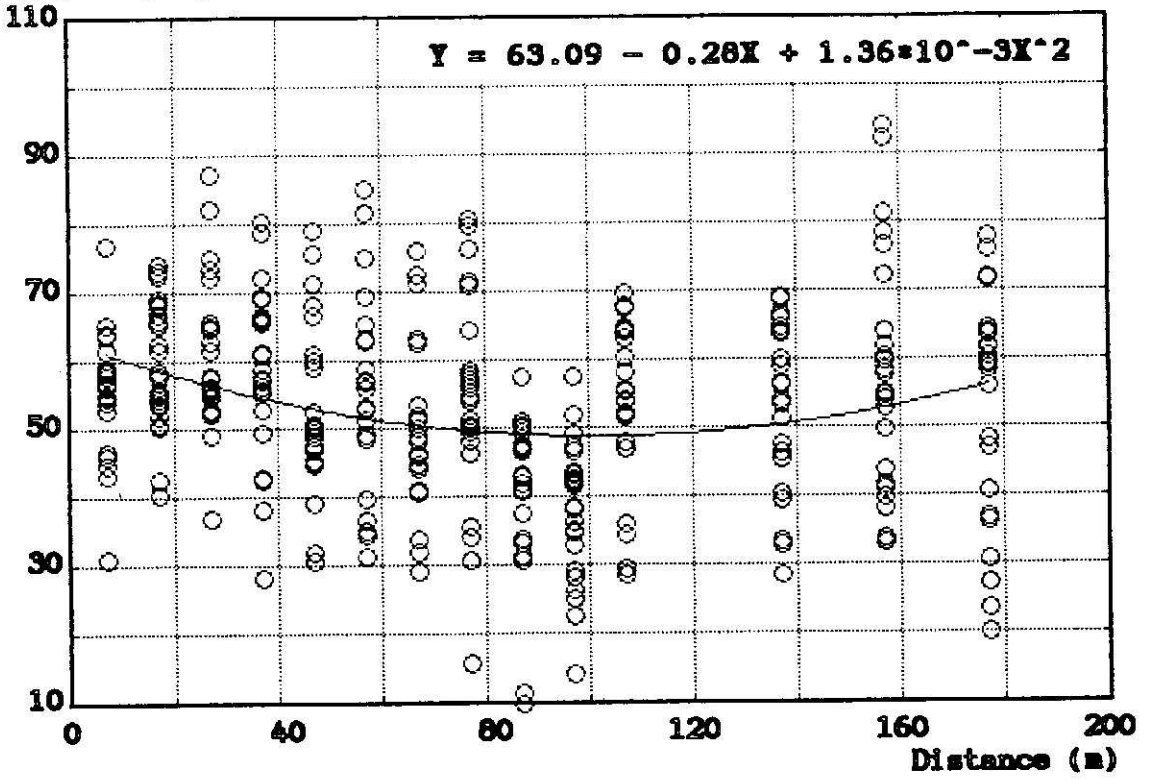


Ca (cmol/kg)

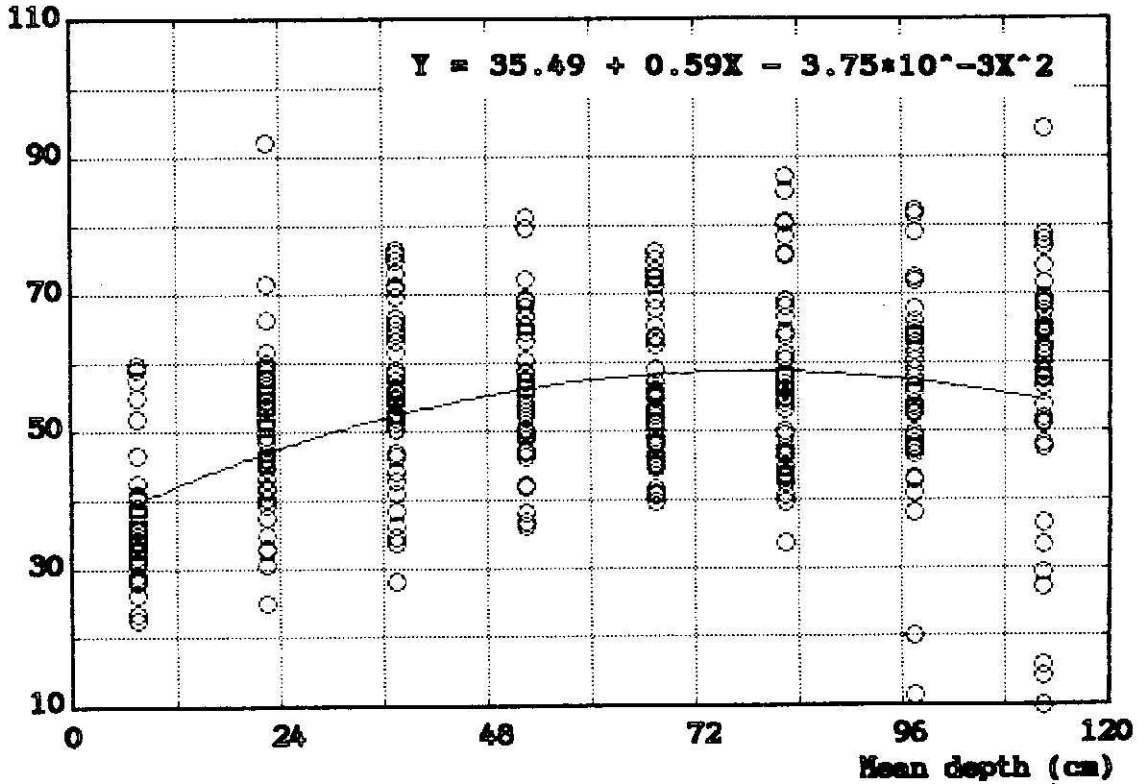


รูปที่ 11 การกระจายของ Ca ตามระยะห่างจากน้ำทิ้ง (บน) และ ตามความลึก (ล่าง)

Mg (cmol/kg)



Mg (cmol/kg)

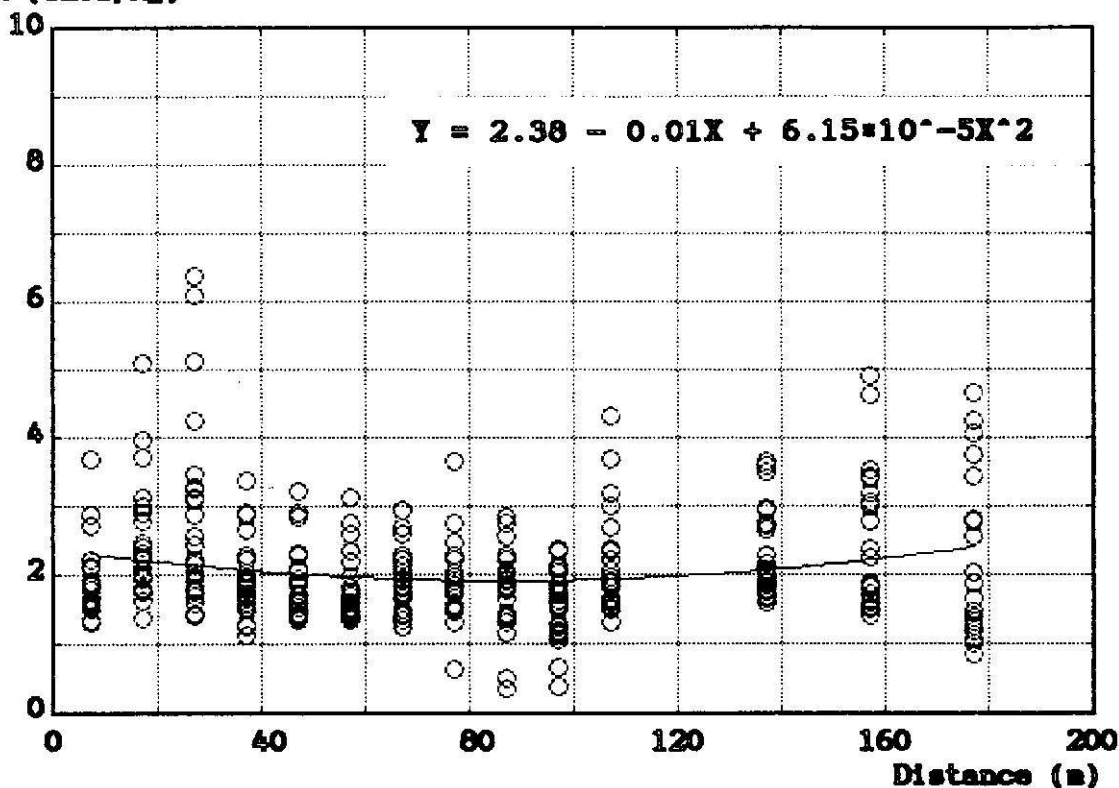


รูปที่ 12 การกระจายของ Mg ตามระยะห่างจากนาุ้ง (บน) และตามความลึก (ล่าง)

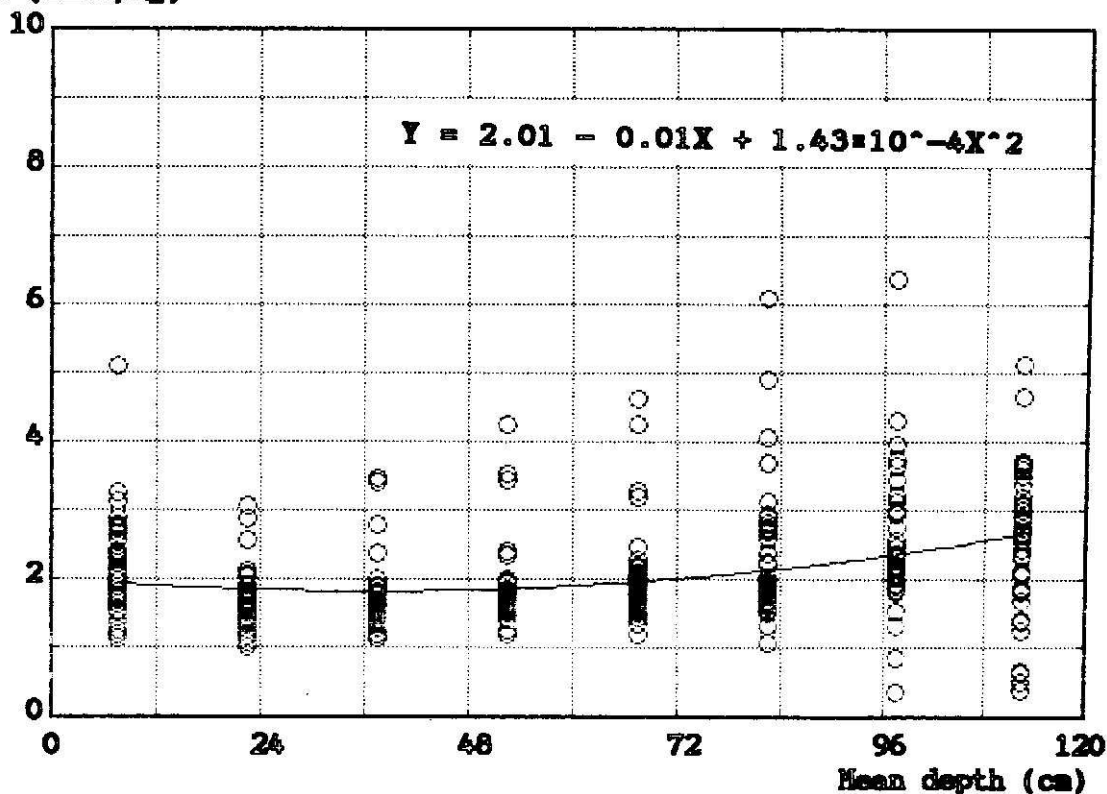
ปริมาณ K ในดินตัวอย่างทั้ง 336 ตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญตามระยะห่างจากนาทุ่งเช่นเดียวกับ Ca และ Mg (รูปที่ 13) แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามความลึก ซึ่งแตกต่างจาก Ca และ Mg ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน (รูปที่ 11 และ 12) ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าการแพร่กระจายของน้ำเค็มจากนาทุ่งในบริเวณพื้นที่ศึกษาไม่ทำให้ปริมาณ K ในดินเปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญ

ในน้ำทะเลความเข้มข้นของ Ca Mg และ K ต่ำกว่า Na โดยมีความเข้มข้น 411 mg/kg (10.25 mM) 1,290 mg/kg (53.06 mM) และ 399 mg/kg (10.20 mM) ตามลำดับ (Drever, 1988 p 266) นอกจากนี้มักพบว่าในดินทั่วไปแคทไอออนทั้งสามถูกดูดซับได้ดีกว่า Na (Bohn et al., 1985, p 159) ดังนั้นแคทไอออนทั้งสามจึงเคลื่อนที่ในดินได้ช้ากว่า

K (cmol/kg)



K (cmol/kg)



รูปที่ 13 การกระจายของ K ตามระยะห่างจากน้ำขัง (บน) และตามความลึก (ล่าง)

4.5 การแพร่กระจายของ Cl และ SO₄

Cl เป็นแอนไอออนที่มีความเข้มข้นสูงที่สุดในน้ำทะเล โดยมีความเข้มข้นสูงถึง 19.350 mg/kg (0.546 M) ส่วน SO₄ เป็นแอนไอออนที่มีความเข้มข้นรองจาก Cl คือมีความเข้มข้น 2.710 mg/kg (0.028 M) (Drever, 1988 p 266) ในดินทั่วไปมักพบว่า SO₄ สามารถถูกดูดซับได้ดีกว่า Cl (Parfitt, 1979) ดังนั้น Cl จึงเคลื่อนที่ในดินได้เร็วกว่า SO₄

การเปลี่ยนแปลงปริมาณ Cl ตามระยะทางจากนาุ้งคล้ายกับ EC คือมีแนวโน้มลดลงแล้วเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งเมื่อใกล้ถนนเหมือนกันทุกระดับความลึก (รูปที่ 14) ส่วนการเปลี่ยนแปลงตามความลึกนั้นพบว่ามี 2 แบบ แบบแรกพบในดินที่อยู่ห่างจากนาุ้งน้อยกว่า 40 m โดยดินชั้นบนมี Cl สูงแล้วลดลงตามความลึก และกลับเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยเมื่อความลึกมากกว่า 90 cm แบบที่สองพบในดินที่ห่างจากนาุ้งมากกว่า 40 m Cl ในตัวอย่างดินนี้ไม่มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงตามความลึก (รูปที่ 14 และรูปที่ 15)

การเปลี่ยนแปลงของ SO_4 พบว่าคล้ายกับ C1 และ EC คือดินที่อยู่ใกล้รากจะมี SO_4 สูงกว่าดินที่อยู่ห่างออกไปอย่างชัดเจนที่ทุกระดับความลึก และปริมาณ SO_4 มีแนวโน้มลดลงตามความลึก (รูปที่ 16) ปริมาณ SO_4 ในดินของพื้นที่ศึกษาต่ำกว่า C1 โดยมีปริมาณเฉลี่ยเพียง 0.13 cmol/kg ในขณะที่ C1 มีถึง 1.17 cmol/kg

4.6 สหสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์

ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ทั้ง 9 ตัวที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ปรากฏผลดังตารางที่ 2

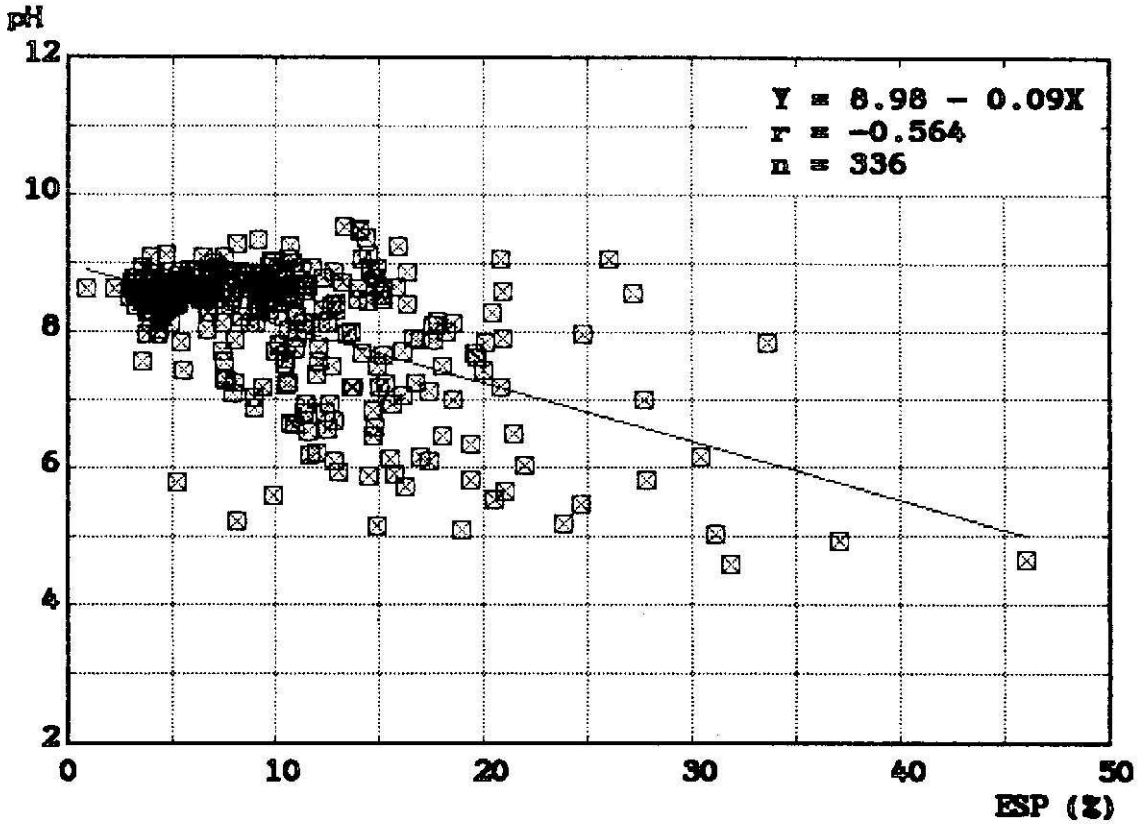
ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างพารามิเตอร์ต่าง ๆ

	pH	EC	ESP	Na	Ca	Mg	K	Cl
pH	-							
EC	-0.232	-						
ESP	-0.564	0.594	-					
Na	0.045	0.731	0.609	-				
Ca	0.609	-0.152	-0.725	-0.070	-			
Mg	0.459	0.070	-0.196	0.378	0.330	-		
K	0.247	0.213	0.049	0.493	0.284	0.535	-	
Cl	0.364	0.974	0.627	0.621	0.232	0.044	0.097	-
SO ₄	0.340	0.620	0.583	0.434	0.359	0.027	0.179	0.581

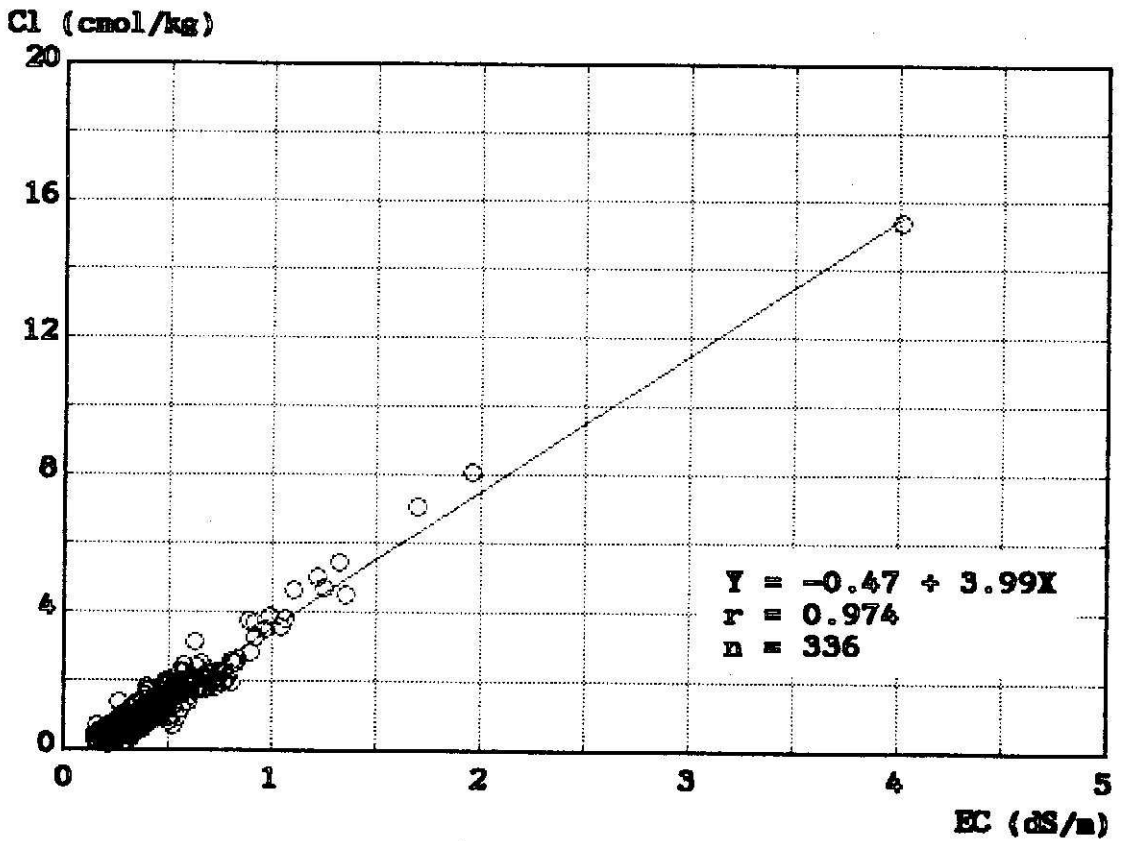
จากตารางที่ 2 พบว่าค่า r ระหว่าง pH กับ ESP มีค่าสัมประสิทธิ์ค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงอาจบอกได้ว่าเมื่อดินได้รับผลกระทบจากน้ำทะเล นอกจาก Na จะไปแทนที่แคตไอออนอื่นที่ดินดูดซับไว้เดิมแล้ว ยังทำให้ pH ของดินต่ำลงอีกด้วย (รูปที่ 17) ดินชุดระโนดที่ใช้เป็นกรณีศึกษานี้มี pH สูงกว่า 6.0 ยกเว้นดินในระดับ 0-15 cm บางตัวอย่าง ดังนั้นจึงคาดว่าผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชจึงอาจไม่มากเมื่อเทียบกับ EC และ ESP ที่สูงขึ้น

พารามิเตอร์ที่น่าจะเป็นปัจจัยกำหนดค่า EC ของดินในบริเวณที่ศึกษา คือ Cl Na และ SO₄ ทั้งนี้จากผลการศึกษาพบว่าค่า r ของ EC กับพารามิเตอร์เหล่านี้สูงมากโดยเฉพาะกับ Cl (ตารางที่ 2 และรูปที่ 18, 19 และ 20) ค่า r ระหว่าง EC กับ Na ไม่สูงเท่า EC กับ Cl อาจเนื่องมาจากปริมาณ Na ที่สกัดได้ด้วย NH₄OAc เป็น Na ที่อยู่ทั้งในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ และรูปที่ละลายน้ำได้ ซึ่ง Na ที่อยู่ในรูปละลายน้ำได้เท่านั้นจึงจะมีผลต่อค่า EC

Cl ที่อยู่ในรูปละลายน้ำได้น่าจะเป็นเกลือของ Na เป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้เนื่องจากค่า r ระหว่าง Cl กับ Na มีค่าสูงกว่าระหว่างแคตไอออนอื่น (ตารางที่ 2 และรูปที่ 21)

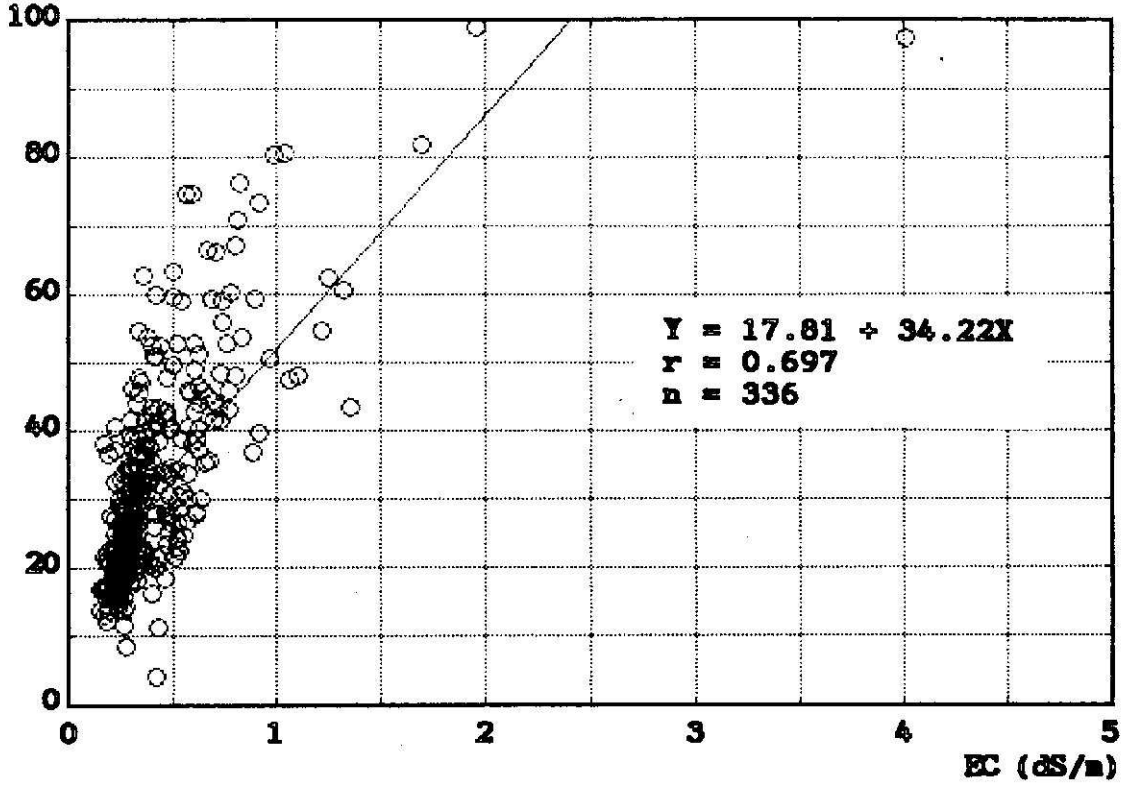


รูปที่ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH กับค่า ESP



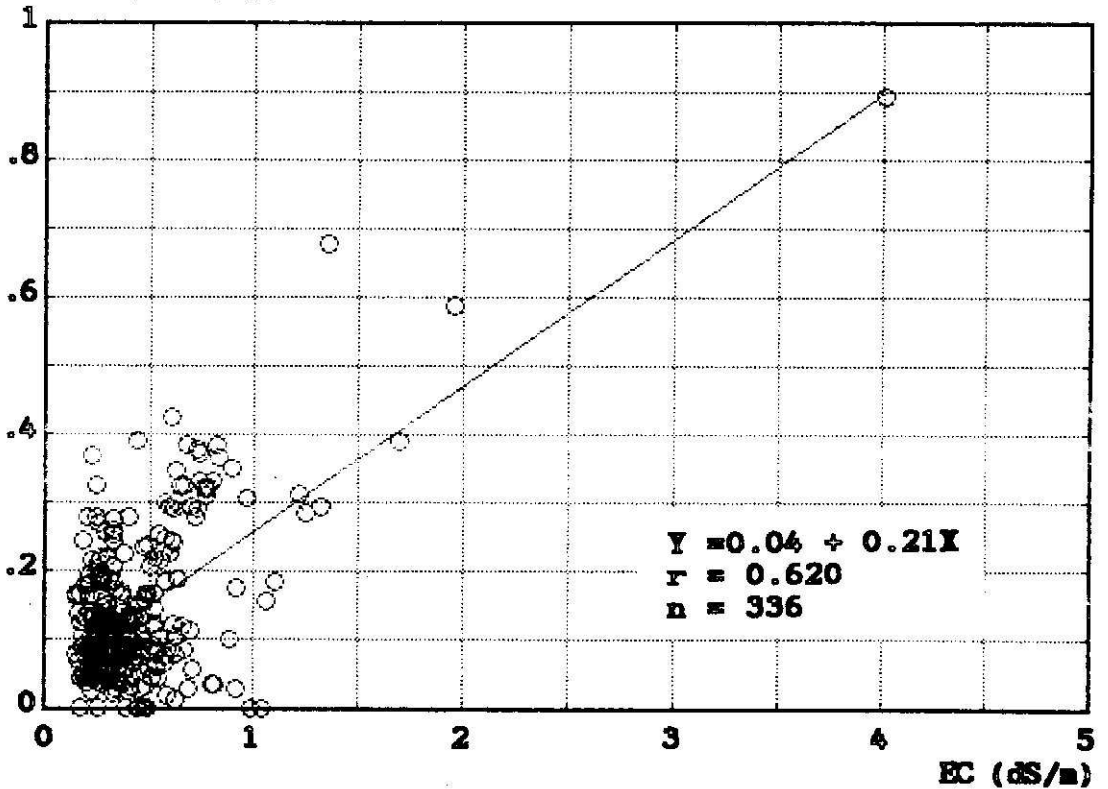
รูปที่ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Cl กับค่า EC

Na (cmol/kg)

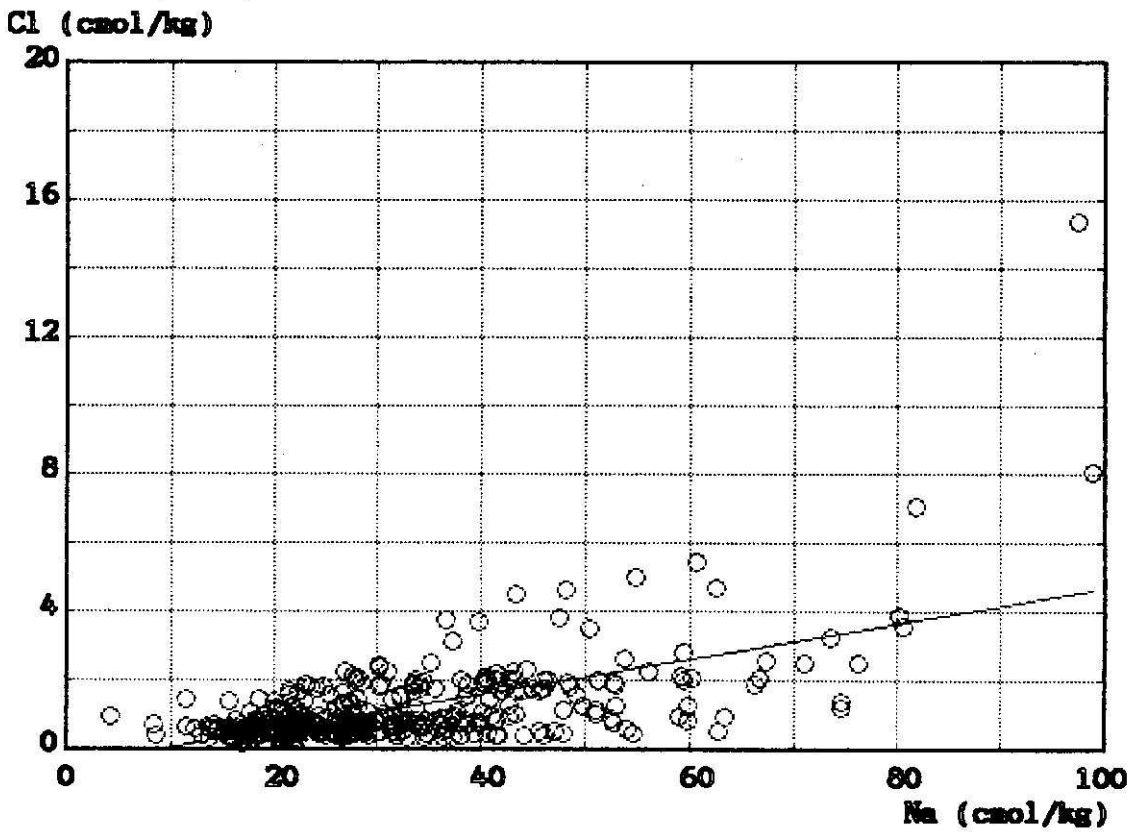


รูปที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Na กับค่า EC

Sulfate (cmol/kg)



รูปที่ 20 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ SO_4 กับค่า EC



รูปที่ 21 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Cl กับปริมาณ Na

5. ข้อเสนอแนะและวิจารณ์ผลทั่วไป

จากกรณีของพื้นที่ศึกษาพบว่า การทำนาทิ้งเป็นเวลา 3 ปี ได้ทำให้ดินในบริเวณใกล้เคียงมีการสะสมของเกลือเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ค่า EC ของตัวอย่างดินในช่วงความลึก 0-15 cm สูงกว่า 0.34 dS/m (ประมาณ 2.0 dS/m ของค่า EC ที่จุดอิ่มตัว) แม้จะอยู่ห่างจากบ่อกึ่งถึง 107 m ความเค็มในระดับนี้ถือว่าเป็นอันตรายต่อพืชไม่ทนเค็ม ที่ความเค็มระดับนี้พืชบางชนิด เช่น ถั่วฝักยาว พริกไทย ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วลิสง มะม่วง และมะนาว เป็นต้น จะให้ผลผลิตลดลง ระยะห่างจากนาทิ้งในช่วง 40 m พบว่าดินในชั้น 0-15 cm มีค่า EC สูงกว่า 0.67 dS/m (ประมาณ 4.0 dS/m ของ EC ที่จุดอิ่มตัว) ซึ่งความเค็มระดับนี้มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชปลูกทั่วไป (สมศรี อรุณรัตน์, 2532; ยงยุทธ โอสถสภา, 2524; Bohn, et al., 1985, p 248-249; Gupta and Abrol, 1992; Sposito, 1989, p 266-267)

การสะสมของ Na บริเวณชั้นหน้าดินก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชปลูก จากผลการวิจัยพบว่าตัวอย่างดินในช่วงความลึก 0-15 cm เกือบทุกจุดมีค่า ESP สูงกว่า 10 % ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่เริ่มมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชบางชนิดที่ไวต่อ Na เช่น ส้ม และถั่วต่าง ๆ แต่ไม่พบว่า ESP สูงกว่า 60 % ซึ่งเป็นค่าที่มีผลกระทบต่อการเจริญของข้าวทนเค็ม (Bohn et al., 1985, p 252; Gupta and Abrol, 1992)

นอกจาก Na จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรงแล้ว ยังทำให้สมบัติทางกายภาพของดินเปลี่ยนไปในทิศทางที่ไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกกล่าวคือ ทำให้อุณหภูมิดินพุ่งกระจาย และดินพองตัว เป็นเหตุให้ดินแน่นที่ยากต่อการไถพรวน และความสามารถในการซึมน้ำของดินชั้นล่าง ความรุนแรงของความเค็มในพื้นที่ศึกษายังไม่มากเมื่อเทียบกับบางบริเวณที่อยู่ห่างออกไปประมาณ 4 - 5 km ซึ่งพบว่ามีเกลือเกาะผิวดิน และไม่มีพืชชนิดใดเจริญเติบโตได้เลย การแพร่กระจายของน้ำเค็มจากนาทิ้งไปสู่นาข้าวเป็นไปได้ 2 ทางคือ การไหลบ่าบนผิวดิน และการซึมไปกับน้ำใต้ดิน การแพร่กระจายทางแรกควบคุมได้ง่ายในทางวิชาการ แต่ขึ้นกับจิตสำนึกและความรับผิดชอบของผู้ประกอบการ ส่วนการแพร่กระจายทางที่สองควบคุมได้ยาก แนวทางที่เป็นไปได้คือการสร้างกำแพงใต้ดินเพื่อจำกัดทิศทางการไหลของน้ำใต้ดิน การสร้างกำแพงอาจทำได้โดยใช้สารโดยใช้สารโพลีเมอร์บางชนิดที่แข็งตัวใต้ดินได้ (Matsumoto, 1989; Owa et al., 1989) อีกวิธีหนึ่งที่เป็นไปได้ก็คือ การสร้างคูน้ำจืดล้อมรอบพื้นที่ซึ่งกำหนดให้เป็นพื้นที่เลี้ยงกุ้ง เพื่อเจือจางและผลักดันให้ออออกต่าง ๆ ในน้ำใต้ดินที่ถูกบดเป็นชั้นลงสู่ชั้นดินที่ลึกลงไป วิธีทั้งสองนี้จำเป็นต้องทำการวิจัยเพิ่มเติมในด้านเทคนิค และความเหมาะสม

พื้นที่ซึ่งได้รับผลกระทบจากการทำนาทิ้งจนความเค็มของดินสูงกว่าที่พืชจะเจริญได้ หากต้องนำพื้นที่เหล่านั้นกลับมาเพาะปลูก จำเป็นจะต้องฟื้นฟูบูรณะให้ระดับความเค็มลดลงถึงระดับที่สามารถ

ปลูกพืชได้ ซึ่งสามารถทำได้โดยการล้างเกลือออกด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น การระบายน้ำบนผิวดิน การระบายน้ำแบบท่อ การระบายน้ำแบบคู และการสร้างบ่อรวมเกลือ เป็นต้น (ชยันน ดิสถาพร, 2532) ทุกวิธีที่กล่าวมานี้จะต้องใช้น้ำจืดปริมาณมาก ทะเลสาบสงขลาตอนในซึ่งเคยเป็นแหล่งน้ำจืดเพื่อการชลประทานของทุ่งระโนด ปัจจุบันน้ำในทะเลสาบเค็มจนไม่สามารถใช้ได้อีกต่อไป เมื่อวันที่ 16 กันยายน 2535 ผู้วิจัยได้สำรวจความเค็มของน้ำในทะเลสาบสงขลาตอนในฝั่งตะวันตก (ฝั่งจังหวัดพัทลุง) พบว่าความเค็มของน้ำที่แหลมจองถนน และบ้านควนกูด เป็น 12.9 และ 6.0 ds/m ตามลำดับ น้ำที่มีความเค็มระดับนี้ไม่เหมาะที่จะใช้ชะล้างเกลือ ดังนั้นอาจต้องพึ่งพาน้ำฝนเพียงอย่างเดียว ดินชุดระโนดมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแข็งถึงเหนียวปนทรายแข็ง จึงทำให้มีการระบายน้ำยากอยู่แล้ว (กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, 2533 p 114) เมื่อมีการสะสม Na อนุภาคดินจะฟุ้งกระจายทำให้ดินแน่นที่ระบายน้ำได้ยากขึ้นอีก การชะเกลือออกจากดินจึงทำได้ยากตามไปด้วย

อีกแนวทางหนึ่งที่เป็นไปได้ในการใช้ประโยชน์พื้นที่ซึ่งได้รับผลกระทบจากการทำนาเกลือคือแนะนำให้เกษตรกรปลูกพืชทนเค็ม ข้าวจัดว่าเป็นพืชที่ทนเค็มได้ดี แต่ความสามารถทนเค็มของข้าวขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ พันธุ์ที่กรมพัฒนาที่ดินพบว่าทนเค็มได้ปานกลางและคุณภาพดี ได้แก่ คำผาย ๕๑ ข้าวตาแห้ง ข้าวดอกมะลิ ๑๐๕ สันป่าตอง แก้วรวง ๘๘ ขาวปากหม้อ ๑๔๘ หอมอ้ม แดงน้อย กข. ๑ กข. ๖ กข. ๗ กข. ๘ และ กข. ๑๕ เป็นต้น (สมศรี อรุณินท์, 2535; พรรณี รุ่งแสงจันทร์, 2532) การส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกข้าวทนเค็มอาจทำได้ง่าย เนื่องจากพื้นที่เค็มเคยใช้ปลูกข้าวมาก่อน แต่ในด้านเศรษฐกิจอาจมีปัญหามาเนื่องจากข้าวราคาถูก

6. สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ดินนาข้าวที่อยู่ติดกับนาเกลือพบว่าดินนาข้าวได้ผลกระทบจากน้ำทะเลที่ใช้เลี้ยงกุ้งอย่างชัดเจน ดินที่อยู่ห่างจากนาเกลือในช่วงประมาณ 40 เมตร มีค่า ESP EC Na Cl และ SO_4 สูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดที่ทุกระดับความลึกในช่วง 0-120 cm ในฤดูที่เก็บตัวอย่างพบว่า ดินชั้นบนมีการสะสมของ Na Cl และ SO_4 ปริมาณ Na อยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืชไม้ทนเค็ม ดังนั้นดินในบริเวณที่ศึกษาอาจไม่สามารถใช้ในการเพาะปลูกใด ๆ ได้ในอนาคต ถ้าไม่หาทางยับยั้งการแพร่กระจายความเค็มจากนาเกลือ

ESP ของดินที่สูงขึ้นส่งผลทางอ้อมให้ pH ของดินต่ำลง แต่เนื่องจาก pH ของดินชุดระโนดสูงอยู่แต่เดิม การลดลงของ pH ไม่น่าจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชมากเท่าการเพิ่มขึ้นของ ESP และ EC

กลไกการแพร่กระจายของน้ำเค็มกลไกหนึ่งคือแพร่ผ่านน้ำใต้ดิน จากนั้น Na Cl และ SO_4 จะถูกพาขึ้นสู่ผิวดินโดย capillary water สำหรับ Ca Mg และ K ซึ่งเป็นไอออนที่เคลื่อนที่ได้ช้ากว่า มีความเข้มข้นในน้ำทะเล Na

7. เอกสารอ้างอิง

- กองสำรวจดินและจำแนกดิน, 2533: คำอธิบายชุดดินโดยย่อของ ๑๕ จังหวัดภาคใต้, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, 2530: แผนแม่บท...งานวิจัยการอนุรักษ์ดินและน้ำ, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- คณะกรรมการประสานงานองค์กรเอกชนพัฒนาชนบท ภาคใต้, 2534: กุ้งกุลาดำทำเจ็บ: ผลกระทบของการเลี้ยงกุ้งกุลาดำต่อสภาพแวดล้อม, แลใต้, 9, p 13-19
- ธนาคารกสิกรไทย, 2536: รายงานภาวะเศรษฐกิจ 2535, ฝ่ายวิชาการ, ธนาคารกสิกรไทย
- พรณี รุ่งแสงจันทร์, 2532: การทำนาเกลือกับการแพร่กระจายดินเค็ม ใน เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ เรื่องดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, พิมพ์ครั้งที่ ๒, สมศรี อรุณินท์ เรียบเรียง, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, p 11 - 34
- พัชรี แสงจันทร์, 2533: การแพร่กระจายดินเค็มผลกระทบจากการชลประทาน, เกษตร, 18, p 1-5
- เล็ก มอญเจริญ และสุนันท์ คุณากรณ์, 2535: สถานะทรัพยากรดินและที่ดินของประเทศไทย ใน คู่มือปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ย, คณะกรรมการจัดกิจกรรมเพื่อเพิ่มกองทุน ศ.ดร. สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน, ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, p 11 - 34
- สำนักงานสถิติการเกษตร, 2534: สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2533/2534, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ
- สมศรี อรุณินท์, 2535: การปรับปรุงดินเค็มและดินโซดิก ใน คู่มือปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ย, คณะกรรมการจัดกิจกรรมเพื่อเพิ่มกองทุน ศ.ดร.สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน, ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, p 45 - 51
- สมศรี อรุณินท์, 2532: ปัญหาและแนวทางการจัดการดินเค็ม ใน เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ เรื่องดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, พิมพ์ครั้งที่ ๒, สมศรี อรุณินท์ เรียบเรียง, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, p 114-118
- Bohn, H., McNeal, B. and O'Connor, G., 1985: Soil Chemistry, 2 nd ed., John Wiley & Sons, New York, USA
- Drever, J. I., 1988: The Geochemistry of Natural Water, 2 nd. ed., Prentice Hall, New Jersey, USA

- FAO, 1988: Salt-affected Soils and Their Management, Soil Bulletin, 39; Rome
- Gupta, R.K. and Abrol, I. P., 1990: Salt-affected soils: Their reclamation and management for crop production, In Advance in Soil Science Vol 11,
- John Taylor & Sons, Redecon Australia, Asian Engineering Consultants and Roger Tym & Partners, 1985: Songkla Lake Basin Planning Study vol. 2, 4 and 6
- Matsumoto, S., 1989: Charecteristics of salt-affected soils in the world, Abstracts of the 1989 meeting, vol. 35 (April 1989), Japanese Society of Soil Science and Plant Nutrition (in Japanese)
- Owa, Y., Maegawa, T. and Matsumoto, S., 1989: Formation of low water permeable layer by introducing of water soluble polymer to soil: Effectiveness of the polymer, Abstracts of the 1989 meeting, vol. 35 (April 1989), Japanese Society of Soil Science and Plant Nutrition (in Janpanese)
- Parfitt, R.L., 1978: Anion adsorption by soil and soil materials, Adv. Agron., 30. 1-50
- Prasad, R. and Goswami, N.N., 1992: Soil fertility restoration and management for sustainable agriculture in south Asia In Advances in Soil Science, Vol. 17, Lal, R. and Stewart, B. A. ed., Springer-Verlag, New York, USA
- Sposito, G., 1989: The Chemistry of Soils, Oxford University Press, New York, USA
- Thongrak, S., 1990: The economic, social and environmental impact of shrimp farming in southern Thailand : A preliminary assesment. Songklanakarin J. Sci. Technol., 12, 461-467
- Thongrak, S., Petchrat, J. and Maneekul, C., 1992: An evaluation on the utilization of aquatic plants in Songkla lake, southern Thailand. Songklanakarin J. Sci. Technol.,
- Wild, A., 1988: Russell's Soil Conditions and Plant Growth, 11 st ed., Longman, UK