

ปริมาณการนำไฟฟ้าของดินบริเวณปากแม่น้ำจันทบุรี ในช่วงฤดูหนาวและฤดูฝน

Soil electrical conductivity at Chanthaburi Estuary during winter and rainy seasons

วาริน แซ่ตั้ง¹, วิโรจน์ ละอองมณี¹, เบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล¹ และ ชลี ไพบูลย์กิจกุล^{1*}

Warin Seatang¹, Wirote Laongmanee¹, Benjamas Paibulkichakul¹
and Chalee Paibulkichakul^{1*}

บทคัดย่อ: วัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาระดับการนำไฟฟ้าของดินในบริเวณปากแม่น้ำจันทบุรีในช่วงฤดูฝนเดือนกันยายน พ.ศ. 2554 และฤดูหนาวเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ด้วยการจัดทำในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) โดยกำหนดจุดศึกษาด้วยวิธีการสุ่มเก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 30 เซนติเมตร ด้วยกระบอกเก็บตัวอย่างดิน วัดค่าด้วยเครื่องมือวัดค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) และกำหนดพิกัดด้วยเครื่อง GPS จากการศึกษพบว่า การนำไฟฟ้าของดินในช่วงฤดูฝนต่ำกว่าในฤดูหนาว เนื่องจากในช่วงฤดูฝนจะมีปริมาณน้ำจืดไหลมาผสมกับน้ำทะเลในบริเวณปากแม่น้ำมีปริมาณมาก บริเวณริมทะเลจะมีปริมาณการนำไฟฟ้าของดินมากกว่าส่วนบริเวณที่ถัดเข้ามาในชายฝั่ง แต่ก็พบว่าบางจุดที่ถัดเข้ามาจากชายฝั่งมีค่าสูง ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การทำนาเกลือ การทำนากุ้ง

คำสำคัญ: การนำไฟฟ้าของดิน, ความเค็มของดิน, ปากแม่น้ำจันทบุรี, ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ABSTRACT: The objective of this study was to investigate the degree of soil electrical conductivity at Chanthaburi River estuary during the rainy season in September 2011 and winter season in January 2012 by Geographic information system (GIS) mapping. Soil random sampling at depth of 30 cm with a soil sampler had been collected and measured conductivity and measured coordinates of sampling sites with GPS. Result showed that soil in rainy and winter seasons had different. On rainy season, conductivity of the soil had lower that those on winter season because a lot of fresh water on rainy season was flowed and mixed with sea water at the estuary. At the sea side, soil conductivity had higher volume than the next area far from the sea. However, it had some hot spot that had high conductivity volume because of human activities such as salt farming and shrimp farming.

Keywords: soil conductivity, soil salinity, Chanthaburi estuary, geographic information system

บทนำ

ดินเป็นทรัพยากรธรรมชาติพื้นฐาน เป็นแหล่งกำเนิดของ ทรัพยากรธรรมชาติอื่นๆ เช่น ป่าไม้ พืชต่างๆ แร่ธาตุ สัตว์ เป็นต้น มนุษย์ได้ใช้ประโยชน์จาก

พื้นดินเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย การเพาะปลูก และเลี้ยงสัตว์ ดินเกิดจากการเปลี่ยนแปลง ตามธรรมชาติ โดยการสลายตัวของแร่ธาตุรวมตัวกับสารอินทรีย์ ความเค็มของดินเกิดจากการที่มีสารละลายของเกลือสะสมอยู่ในดินเป็นจำนวนมาก ที่สำคัญ ได้แก่ เกลือโซเดียม

¹ คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี

Faculty of Marine Technology, Burapha University, Chanthaburi Campus

* Corresponding author: pchalee@buu.ac.th

คลอไรด์ (NaCl) หรือเกลือแกง ดินเค็มที่พบตามชายทะเล ที่มาของเกลือก็คือจากน้ำทะเล ความเค็มของดินจะเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช และการอาศัยอยู่ของสิ่งมีชีวิต ดินเค็มในประเทศไทย พบมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคใต้ แถบชายฝั่งทะเล มักจะเป็นบริเวณที่มีเกลือละลายน้ำสะสมกันอยู่ในปริมาณสูงในน้ำใต้ดิน โดยเฉพาะบริเวณที่แห้งแล้ง ฝนตกน้อย และมีอุณหภูมิสูง บริเวณเหล่านี้เมื่อน้ำระเหยไป ก็จะทำให้เกลือไวกวนผิวดิน พื้นที่ลุ่มน้ำบริเวณชายฝั่งทะเลเป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเล ที่ท่วมถึงหรือเคยท่วมถึงมาก่อน ทรัพยากรดินของพื้นที่บริเวณนี้ส่วนใหญ่เกิดจากตะกอนของน้ำทะเลและน้ำกร่อย ซึ่งมีเกลือที่ละลายน้ำได้อยู่หลายชนิดและมีปริมาณมากสะสมอยู่ ส่วนใหญ่ได้แก่ คลอไรด์และซัลเฟต ของโซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียม จึงทำให้เกิดดินเค็ม ซึ่งการแพร่กระจายและระดับความเค็มแตกต่างกันไปตามกระแสน้ำขึ้นลงของน้ำทะเล ในปัจจุบันพบทั้งดินเค็มเลนชายทะเล ดินเค็มชายทะเลและดินเค็มบก

ส่วนอีกสาเหตุหนึ่งของการเกิดดินเค็มในปัจจุบันคือ การกระทำของมนุษย์ พกการเลี้ยงกุ้งทำให้มีการแพร่กระจายของเกลือจากนาุ้ง การทำนาเกลือ โดยวิธีการสูบน้ำเค็มขึ้นมาตากหรือวิธีการขุดคราบเกลือจากผิวดินมาต้ม เกลือที่อยู่ในน้ำทิ้งจะมีปริมาณมากพอที่จะทำให้พื้นที่บริเวณใกล้เคียงกลายเป็นพื้นที่ดินเค็มหรือแหล่งน้ำเค็ม ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณนั้น ดินเค็มมาจากความเค็มของดินที่มีสารละลายของเกลือสะสมอยู่ในดิน ซึ่งสารละลายเกลือนี้สามารถวัดได้จากค่าการนำไฟฟ้าหรือค่า EC (Electrical conductivity) ที่เป็นค่าแสดงถึงความเข้มข้นของเกลือทั้งหมดที่ละลาย

อยู่ในดิน โดยระดับค่าการนำไฟฟ้าจะมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืช และสิ่งมีชีวิตต่างๆที่อาศัยอยู่บริเวณนั้น

ในปัจจุบันการเกิดดินเค็มเป็นปัญหาที่สำคัญในด้านการเกษตร การเพาะเลี้ยง การใช้ประโยชน์พื้นที่ดิน ปากแม่น้ำจันทบุรีเป็นบริเวณน้ำกร่อยที่น้ำจืดจากแม่น้ำไหลมาบรรจบกับทะเล ทำให้น้ำบริเวณนี้มีการเปลี่ยนแปลงของความเค็มอยู่ตลอดเวลา และเป็นแม่น้ำที่สำคัญที่สุดของจังหวัดจันทบุรี ที่มีต้นกำเนิดอยู่ที่เขาสอยดาวใต้ ไหลลงสู่ทะเลที่อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี ซึ่งมีสาขาที่สำคัญคือคลองตารอง คลองตาหลิว คลองทุ่งพล (คลองปรีหรือคลองพญาธิ) ไหลมาบรรจบ มีความยาวทั้งสิ้นประมาณ 123 กิโลเมตร น้ำที่ไหลมารวมกันมีเกลือที่ละลายดิน เนื่องจากการทำนาุ้งหรือนาเกลือของชาวบ้านที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้กับแม่น้ำลำคลอง และการเปลี่ยนแปลงของช่วงฤดูกาล ทำให้ความเค็มของดินมีการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นในการศึกษานี้จึงต้องการศึกษาระดับการนำไฟฟ้าและเปรียบเทียบระดับการนำไฟฟ้าของดินบริเวณปากแม่น้ำจันทบุรีในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาว พ.ศ. 2554-2555

วิธีการศึกษา

การเก็บตัวอย่างแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงฤดูฝนเดือนกันยายน พ.ศ. 2554 และช่วงฤดูหนาวเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ขอบเขตพื้นที่เก็บตัวอย่างดินครอบคลุมระหว่างพื้นที่ 3 อำเภอ คือ อำเภอแหลมสิงห์ อำเภอเมือง และอำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างจำนวน 48 จุด แสดงดัง Figure 1

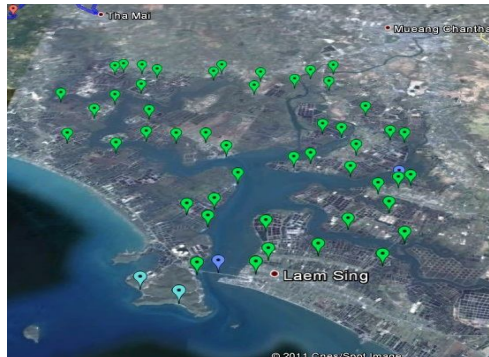


Figure1 Study area at Chanthaburi Estuary

การสำรวจและเก็บตัวอย่างภาคสนามสำรวจพื้นที่และกำหนดจุดที่จะศึกษาบริเวณปากแม่น้ำจันทบุรี ด้วยวิธีการสุ่มเก็บตัวอย่าง เก็บตัวอย่างบริเวณจุดเก็บตัวอย่างแต่ละจุด โดยเก็บตัวอย่างดินที่มีความลึก 30 เซนติเมตร ด้วยกระบอกเก็บตัวอย่างดิน (soil core) บันทึกรหัสจุดที่ทำกรเก็บตัวอย่างดิน โดยการใช้เครื่องพิกัดบนพื้นโลก (GPS) ตัวอย่างดินที่เก็บได้ทำการวิเคราะห์หาค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) ด้วยเครื่อง Conductivity meter จัดทำข้อมูลภูมิสารสนเทศจากการเก็บจุดพิกัดที่ทำกรเก็บตัวอย่างในภาคสนาม โดยทำการเก็บตามจุดเก็บตัวอย่าง ข้อมูลที่ได้มาจะอยู่ในรูปพิกัดภูมิศาสตร์ จุดพิกัดที่ได้บันทึกไว้เพื่อนำไปเข้าโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม Quantum GIS ในการทำแผนที่ บริเวณปากแม่น้ำจันทบุรี ทำการแสดงบริเวณพื้นที่ที่วัดค่าปริมาณการนำไฟฟ้า โดยข้อมูลแบบจุด (point) ทำการประมาณค่าการนำไฟฟ้าในช่วงด้วยวิธี Inverse distance weight

ผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการนำไฟฟ้าของดิน

ผลการศึกษาปริมาณการนำไฟฟ้าของดินบริเวณปากแม่น้ำจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี ในช่วงฤดูฝนเดือนกันยายน พ.ศ. 2554 มีปริมาณการนำไฟฟ้าของดินเฉลี่ยเท่ากับ $944.31 \pm 81.79 \mu\text{S/cm}$ เมื่อพิจารณาและเปรียบเทียบแต่ละจุดทั้งหมด 48 จุด พบว่าปริมาณการนำไฟฟ้าของดินที่มีค่าต่ำสุดคือ $49 \mu\text{S/cm}$ และมีปริมาณการนำไฟฟ้าของดินที่มีค่ามากที่สุดคือ $1,942 \mu\text{S/cm}$ ในช่วงฤดูหนาวเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 มีปริมาณการนำไฟฟ้าของดินเฉลี่ยเท่ากับ $2,964.37 \pm 98.40 \mu\text{S/cm}$ เมื่อพิจารณาและเปรียบเทียบแต่ละจุดทั้งหมด 48 จุด พบว่า ปริมาณการนำไฟฟ้าของดินที่มีค่าต่ำสุดคือ $1,400 \mu\text{S/cm}$ และมีปริมาณการนำไฟฟ้าของดินที่มีค่ามากที่สุดคือ $4,590 \mu\text{S/cm}$ รายละเอียดแสดงดัง Table 1

Table 1 Soil conductivity during study time

Time	Low ($\mu\text{S/cm}$)	High ($\mu\text{S/cm}$)	Average ($\mu\text{S/cm}$)	SD ($\mu\text{S/cm}$)
Sep 2011	49.00	1,942.00	944.31	81.79
Jan 2012	1,400.00	4,590.00	2,964.37	98.40

ผลจากการสำรวจพบว่า ปริมาณการนำไฟฟ้าของดินในช่วงฤดูฝนเดือนกันยายน พ.ศ. 2554 มีปริมาณน้อยกว่าปริมาณการนำไฟฟ้าของดินในช่วงฤดูหนาวเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ในช่วงฤดูฝนเดือนกันยายน พ.ศ. 2554 พบว่าปริมาณการนำไฟฟ้าของดินมีค่าน้อยตั้งแต่ 49 - 1,942 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ซึ่งบริเวณพื้นที่ดินปากแม่น้ำที่อยู่ติดทะเลจะมีการสะสมเกลือมากกว่าดินที่อยู่ห่างจากทะเล โดยมีปริมาณการนำไฟฟ้าของดินมากมีค่าความเค็มตั้งแต่ 1,000 - 1,500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ส่วนบริเวณที่ถัดเข้ามาห่างจากทะเลเข้ามาชายฝั่งตามสายแม่น้ำ

คลองน้ำเล็กๆ ตามแหล่งชุมชน จะมีค่าการนำไฟฟ้าลดน้อยลงเรื่อยๆตามลำดับ แสดงดัง Figure 2a

การสำรวจภาคสนามในช่วงฤดูหนาวเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 พบว่าปริมาณการนำไฟฟ้าของดินมีค่ามากตั้งแต่ 1,400 - 4,590 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ซึ่งบริเวณปากแม่น้ำที่อยู่ติดริมทะเลจะมีค่าการนำไฟฟ้าของดินมาก ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 3,500 - 4,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ส่วนบริเวณที่อยู่ถัดเข้ามาชายฝั่งจากปากแม่น้ำจะมีค่าการนำไฟฟ้าลดลงเรื่อยๆ แต่ก็มีบางบริเวณที่ถัดเข้ามาชายฝั่งมีค่ามาก แสดงดัง Figure 2b

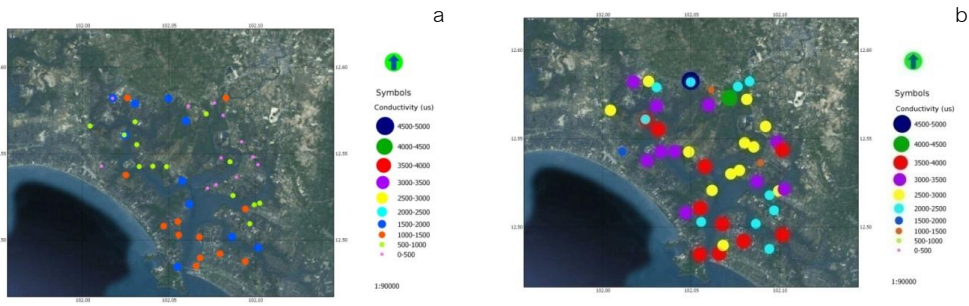


Figure 2 Soil conductivity during September, 2011 (a) and January, 2012 (b) at Chanthaburi Estuary.

การประมาณค่าการนำไฟฟ้าของดิน

จากการประมาณค่าการนำไฟฟ้าด้วยวิธีการประมาณค่าในช่วง (Interpolation) พบว่าค่าประมาณการนำไฟฟ้าของดินในช่วงฤดูฝนบริเวณปากแม่น้ำ

จันทบุรีมีค่าประมาณตั้งแต่ 50 - 1,891 $\mu\text{S}/\text{cm}$ แสดงดัง Figure 3a และค่าประมาณการนำไฟฟ้าของดินในช่วงฤดูหนาวบริเวณปากแม่น้ำจันทบุรีมีค่าประมาณตั้งแต่ 1,404 - 4,074 $\mu\text{S}/\text{cm}$ แสดงดัง Figure 3b

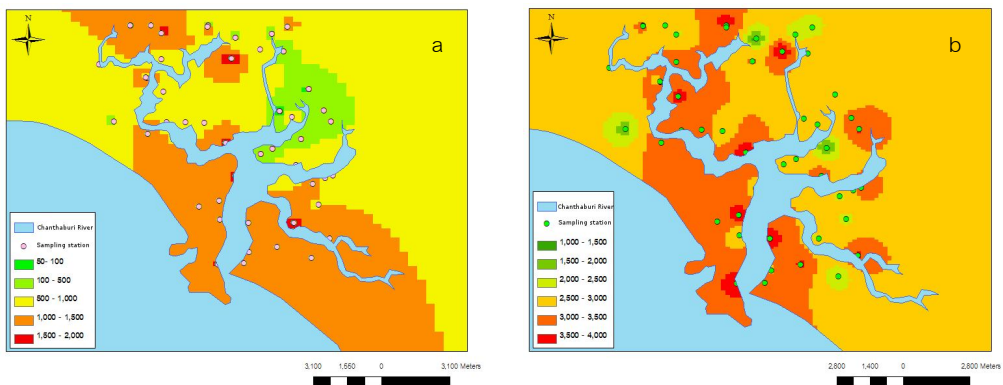


Figure 3 Soil conductivity ($\mu\text{S}/\text{cm}$) from Inverse distance weighting method during September, 2011 (a) and January, 2012 (b) at Chanthaburi Estuary.

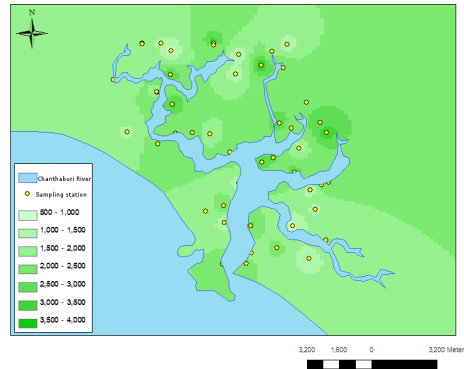


Figure 4 Difference of soil conductivity ($\mu\text{S}/\text{cm}$) between rainy and winter season from Inverse Distance Weighting Method during at Chanthaburi Estuary

วิจารณ์

การศึกษาปริมาณการนำไฟฟ้าของดินบริเวณปากแม่น้ำจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี ในช่วงฤดูฝนเดือนกันยายน พ.ศ. 2554 และฤดูหนาวเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 พบว่าระดับการนำไฟฟ้าทั้ง 2 ฤดูกาลมีความต่างกัน อาจเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของช่วงฤดูกาล ในช่วงฤดูฝนเป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำฝน น้ำท่าไหลลงมาทำให้เกิดการผสมกันระหว่างน้ำจืดและน้ำเค็ม จึงทำให้มีการสะสมเกลือในดินปริมาณน้อยส่งผลให้ค่าการนำไฟฟ้าของดินมีการเปลี่ยนแปลงและมีค่าน้อยกว่าฤดูหนาว ในช่วงฤดูหนาว เป็นช่วงที่มีอากาศเย็นแห้งแล้งไม่มีปริมาณน้ำฝนจึงทำให้ไม่ค่อยมีการผสมกันระหว่างน้ำจืดและน้ำเค็มมากนัก จึงทำให้มีการสะสมเกลือในดินปริมาณมาก ค่าการนำไฟฟ้าของดินที่พบในฤดูฝนอยู่ในช่วง 49 - 1,942 $\mu\text{S}/\text{cm}$ และในฤดูหนาวอยู่ในช่วง 1,400 - 4,590 $\mu\text{S}/\text{cm}$ โดยแต่ละฤดูจะมีค่าความเค็มมากบริเวณปากแม่น้ำที่อยู่ริมทะเล และจะมีค่าน้อยเมื่อถัดเข้ามาจากริมชายฝั่งทะเล ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ การศึกษาของ Joshi and Ghose (2003) พบว่าดินมีระดับความเค็มสูงบริเวณริมฝั่งทะเลและมีค่าลดลงเรื่อยๆ เมื่อเข้าไปในฝั่ง ซึ่งความเค็มของดินมีความสัมพันธ์กับการท่วมถึงของน้ำทะเล การระบายน้ำและกระแส น้ำ รวมทั้งการระเหยน้ำและปริมาณน้ำฝน และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Nilvichien et al. (2011) ที่พบว่าค่าความ

เค็มของดิน (soil salinity) อยู่ในช่วง 5-25 ppt โดยจะมีความแตกต่างกันตามระยะทางที่เพิ่มขึ้นจากชายฝั่งทะเล และใน 2 ช่วงฤดูกาลพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงความเค็มของดินมากระหว่างฤดูกาล อย่างไรก็ตาม การศึกษาของ นิสา (2549) ศึกษาลักษณะทางนิเวศวิทยาและการปรับตัวบางประการของพรรณพืชธรรมชาติในดินเค็ม อำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา สรุปว่า ช่วงฤดูแล้งจะมีชนิดพืชในดินเค็มที่น้อยกว่าในฤดูฝนและมีค่าการนำไฟฟ้าที่ใช้เป็นตัวชี้วัดความเค็มของดินในฤดูแล้งดินบนมีความเค็มในระดับเกือบเค็มปานกลางมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 3,910 $\mu\text{S}/\text{cm}$ และในฤดูฝนอยู่ในระดับเค็มเล็กน้อยมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 2,970 $\mu\text{S}/\text{cm}$

เมื่อทำการประมาณค่าการนำไฟฟ้าของดินด้วยเทคนิคการประมาณค่าในช่วงรูปแบบ IDW (Inverse distance weighting) เปรียบเทียบทั้ง 2 ฤดูกาล พบว่าทั้ง 2 ฤดูกาลมีความแตกต่างกันเชิงพื้นที่ โดยริมฝั่งทะเลจะมีค่ามากกว่าบริเวณที่อยู่ถัดเข้าไปในชายฝั่ง มีค่าประมาณค่าความต่างการนำไฟฟ้าของดินระหว่างฤดูฝนกับฤดูหนาวบริเวณปากแม่น้ำจันทบุรีมีค่าประมาณตั้งแต่ 774 - 3,666 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ในปัจจุบันการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นเทคนิคหนึ่งที่เข้ามาช่วยจัดการข้อมูลในการศึกษางานต่างๆ ให้ง่ายและสะดวกขึ้น อย่างไรก็ตาม การศึกษาของ อรุณี (2547), ปรมศวรร (2550) และ Lesch et al. (2005) การศึกษาค่าการนำไฟฟ้าของดินครั้งนี้ แต่ละฤดูจะมี

ค่าการนำไฟฟ้ามากบริเวณปากแม่น้ำที่อยู่ริมทะเล และจะมีค่าน้อยเมื่อถัดเข้ามาจากริมชายฝั่งทะเล แต่มีบางจุดที่มีปริมาณการนำไฟฟ้ามากทั้งที่อยู่ถัดเข้าไปในฝั่ง อาจเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์ การประกอบอาชีพ การทำนาเกลือการทำนาเกลือ จึงส่งผลให้มีการสะสมเกลือปริมาณมากจึงมีค่าการนำไฟฟ้ามาก และปริมาณการนำไฟฟ้าของฤดูฝนมีค่าน้อยกว่าช่วงฤดูหนาวก็มีสาเหตุจากธรรมชาติ การเปลี่ยนแปลงช่วงฤดูกาล ปริมาณน้ำฝนนำพาที่ไหลลงมาผสมรวมกับน้ำทะเล

สรุป

ปริมาณการนำไฟฟ้าของดินที่อยู่ติดริมฝั่งทะเลจะมีค่ามาก ส่วนบริเวณที่ถัดเข้าไปฝั่งทะเลจะมีค่าลดน้อยลงเรื่อยๆตามลำดับ แต่ก็พบบางจุดที่อยู่ถัดเข้าไปจากฝั่งที่มีปริมาณการนำไฟฟ้ามาก อาจมีสาเหตุมาจากกิจกรรมของมนุษย์ที่อาศัยอยู่บริเวณปากแม่น้ำจันทบุรี เช่น การทำนาเกลือ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จึงส่งผลให้มีการสะสมเกลือ บางจุดมีค่ามากทั้งที่ไม่ได้อยู่บริเวณริมทะเล

เอกสารอ้างอิง

- นิสา เหล็กสูงเนิน. 2549. ลักษณะทางนิเวศวิทยาและการปรับตัวบางประการของพรรณพืชธรรมชาติในดินเค็ม อำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยาป่าไม้. คณะวนศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปรเมศวร์ วัชยา. 2550. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และวิธีประมาณค่าในการประมาณค่าความเค็มของดินบริเวณจังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการสารสนเทศสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยมหิดล.
- อรุณี ยูวะนิยม. 2547. โปรแกรมเรียกใช้การแพร่กระจายดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ThaiSALTs). ส่วนวิจัยและพัฒนาดินเค็ม สถาบันวิจัยเพื่อการป้องกันและเป็นทะเลทรายและการเตือนภัย.
- Joshi, H and Ghose, M. 2003. Forest structure and species distribution along soil salinity and pH gradient in mangrove swamps of Sundarbans. *Tropical Ecology*. 44: 197-206.
- Lesch, S.M., Corwin, D.L. and Robinson, D.A. 2005. Apparent soil electrical conductivity mapping as an agricultural management tool in arid zone soils. *Computers and Electronics in Agriculture*. 46: 351-378.
- Nilvichien, W. Trisurat Y., and Sangtongpraow S. 2011. Distribution and species diversity of trees along soil salinity gradients in mangrove forest, trat province. *Proceedings of the 49 kasetsart University Annual Conference kasetsart University, Thailand, 1-4 February 2011, P. 36 -44.*