



การใช้ภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อการศึกษาอิทธิพลของอ่างเก็บน้ำ
ต่อการแพร่กระจายของดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



โดย

อภิศักดิ์ โปธิ์บัน

ภาควิชา เทคโนโลยีการผลิตพืช

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่

เลขทะเบียน

วัน, เดือน, ปี

9857

23 พ.ย. 2530

RCM

S

592.145

028ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย	1
สาเหตุการเกิดดินเค็ม	1
การแพร่กระจายของดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	3
สาเหตุการแพร่กระจายของดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	5
ระดับความเค็มของดิน	21
ผลกระทบของดินเค็ม	24
1. ผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช	24
2. ผลกระทบต่อการเลี้ยงสัตว์	26
3. ผลกระทบต่อการประมง	28
4. ผลกระทบต่อการชลประทาน	28
5. ผลกระทบทางด้านวิศวกรรม	29
6. ผลกระทบต่อเศรษฐกิจ	30
7. ผลกระทบต่อสังคมและวัฒนธรรม	31
8. ผลกระทบต่อการเมืองการปกครอง	32
การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์วิเคราะห์ข้อมูลควาเทียมในการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม	33
ขั้นตอนการประมวลผลข้อมูล เอ็ม.เอส.เอส. ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์	43
ระบบการทำงานและการประมวลผล	48
ขั้นตอนการประมวลผลข้อมูลควาเทียมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์	53
การศึกษาอัตราการแพร่กระจายของดินเค็ม	64
สรุป	71
เอกสารอ้างอิง	72

ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

ดินเค็มเป็นดินที่มีเกลือซึ่งละลายน้ำได้ที่สำคัญคือ ซัลเฟต กลอไรด์ หรือ (ไบคาร์บอเนต บ้าง) ของแคลเซียม แมกนีเซียม (โซเดียมบ้าง) อาจมีคาร์บอเนตบ้าง หรือไม่มีเลย แต่มีโซเดียมต่ำ สังเกตได้จากการที่มี $ESP > 15$ $PH 7.1-8.5$ ดินชนิดนี้อาจมีเกลือที่ละลายน้ำได้น้อย ผสมอยู่ก็ได้ แต่คุณสมบัติที่เด่นชัดคือ มีความเค็มมากกว่า 4 มิลลิโมลต่อเซนติเมตร ที่ 25 เซลเซียส บางแห่งจะพบเห็นมีเกลือชั้นบาง ๆ สีขาวอยู่บนผิวดิน ไม่มีพืชพรรณขึ้นหรือขึ้นได้น้อยมาก พืชจะเล็ก แคระ เกร็น มีลักษณะผิดปกติ เช่น ปลายใบและขอบใบจะไหม้

1. สาเหตุการเกิด ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งสิ้นเกิดจากมีชั้นเกลือหินใต้ดิน (Rock Salt) คือ ในฤดูแล้ง เมื่ออากาศร้อนจัด การระเหยน้ำบนผิวดินมีมากกว่าปกติ เกลือที่ละลายรวมอยู่กับน้ำใต้ดินจะเคลื่อนสู่ผิวดินชั้นมากับน้ำด้วยแรง Capillary Force เมื่อน้ำเกลือเคลื่อนชั้นมาถึงผิวดินแล้ว น้ำจะถูกความร้อนจากดวงอาทิตย์เผาจนระเหยไปหมด สิ่งที่เหลืออยู่บนผิวดินแล้วคือ เกลือ เมื่อฝนตกลงมาเกลือนี้ก็จะถูกน้ำพัดพาไปบ้างและบางส่วนก็จะละลายและไหลซึมลงสู่ดินชั้นล่าง และเมื่อถึงฤดูกาลอากาศแห้งแล้ง เกลือก็จะเคลื่อนตัวขึ้นสู่ผิวดินวนเวียนอยู่เช่นนี้ไม่มีที่สิ้นสุด และจะสะสมชั้นมากเรื่อย ๆ

จากการสำรวจทางธรณีวิทยา ได้พบชั้นของเกลือหิน ในชุดหินมหาสารคามซึ่งมีอายุประมาณ 70 ล้านปีล่วงมาแล้ว เกลือหินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แบ่งออกเป็นแหล่งใหญ่ ๆ ได้ 6 แหล่ง คือ แหล่งชัยภูมิ นครราชสีมา มหาสารคาม ยโสธร อุบลราชธานี และแหล่งอุครธานี เท่าที่สำรวจแล้วพบว่า

มีประมาณหินเกลือ	2,900 ล้านตัน
มีจำนวนโซเดียมกลอไรด์	88.4-99.45 เปอร์เซ็นต์

คาดว่าปริมาณเกลือหินทั้งหมดในภาคนี้ 2,000,000 ล้านตัน ในแอ่งเกลือ สกลนครและแอ่งโคราช สำรวจพบแร่โปแตส เช่น ซิลไวท์ และคานนลไวท์ รวมอยู่ซึ่งมี ประโยชน์ต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมปุ๋ยเคมี เช่นเดียวกับเกลือหินสามารถใช้ในการพัฒนาอุตสาหกรรมเคมีได้ แต่การพัฒนาแหล่งเกลือหินมาใช้ประโยชน์จะทำให้เกิดความยุ่งยากต่อการปรับปรุงพื้นที่เพาะปลูกและงานพัฒนาการชลประทานเป็นอย่างมาก

จากการศึกษาเรื่องดินเค็มในภาคอีสาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาถึงแหล่ง คันกำเนิดของเกลือในดินเค็ม สามารถตั้งสมมติฐานได้ว่า แหล่งเกลือที่อยู่ในดินเค็มโดยทั่วไป นั้นมาจากส่วนที่เรียกว่า Salt Free Portion ที่เกิดอยู่ในหินมหาสารคาม แต่ไม่ใช่เป็นหินพื้น อยู่เบื้องล่าง แต่เป็นส่วนที่ไหลพันผิวโลกขึ้นมาในรูปลักษณะของภูเขาหิน หรือเป็นภูมิประเทศที่เป็นลูกคลื่น ส่วนของ Salt Free Portion นี้จะแทรกซึมอยู่ในชั้นหิน ทั้งในรูปผลึกและเป็น เส้นยาวในลักษณะที่แทรกซึมอยู่ในช่องว่างระหว่างอนุภาคของชั้นหินหรืออาจเป็นชั้นของเกลือเอง ซึ่งบางครั้งหนาดถึง 250 เมตร เมื่อส่วนของหินชั้นนี้ผุสลาย ก็จะปลดปล่อยเกลือออกมาแล้วจึง ซาบซึมลงสู่เบื้องล่างสู่วัฏจักรของน้ำใต้ดินอีกทีหนึ่ง และน้ำใต้ดินจะเป็นพาหะที่นำเกลือไปสะสม ในบริเวณต่าง ๆ คือ

1. ส่วนที่เป็นภูเขาหรือยอดเขาและที่ลาดชันของภูเขา จะพบเกลืออยู่ในระดับลึก กว่า 2 เมตรขึ้นไป ทั้งนี้เพราะระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 2 เมตร
2. ส่วนที่เป็นฐานของความลาดชัน ซึ่งเป็นส่วนต่อระหว่างสภาพพื้นที่แบบเชิงเขา หรือสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นของหิน Salt Formation กับส่วนของสภาพพื้นราบเรียบของลาน ตะกอนลำน้ำ (Alluvial Plain) บริเวณนี้จะมีเกลืออยู่ในดินเป็นบริเวณมากที่สุดเพราะระดับ น้ำใต้ดินจะอยู่ใกล้ผิวดินมาก
3. บริเวณที่ราบของลานตะกอนลำน้ำ ระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ลึกลงไปใต้ผิวดินและ จะมีระดับลึกลงไปเรื่อย ๆ ฉะนั้นการสะสมของเกลือจึงอยู่ลึกตามลงไป

ฉะนั้น จึงสรุปได้ว่า ดินที่มีความเค็มจัดจนมีซัลเฟตจับผิวหน้าในฤดูแล้งจะพบอยู่ในสภาพพื้นที่บริเวณที่เป็นส่วนฐานของบริเวณที่ลาดเชิงเขาหรือฐานของสภาพพื้นที่ที่เป็นแบบลูกคลื่น ส่วนดินที่มีความเค็มน้อยลงมาก็คือ ระบายของเกลืออยู่ลึกลงไปจากผิวดิน จะพบในบริเวณที่ราบคินตะกอนลำนํ้า ซึ่งเป็นบริเวณที่ต่ำลงมา

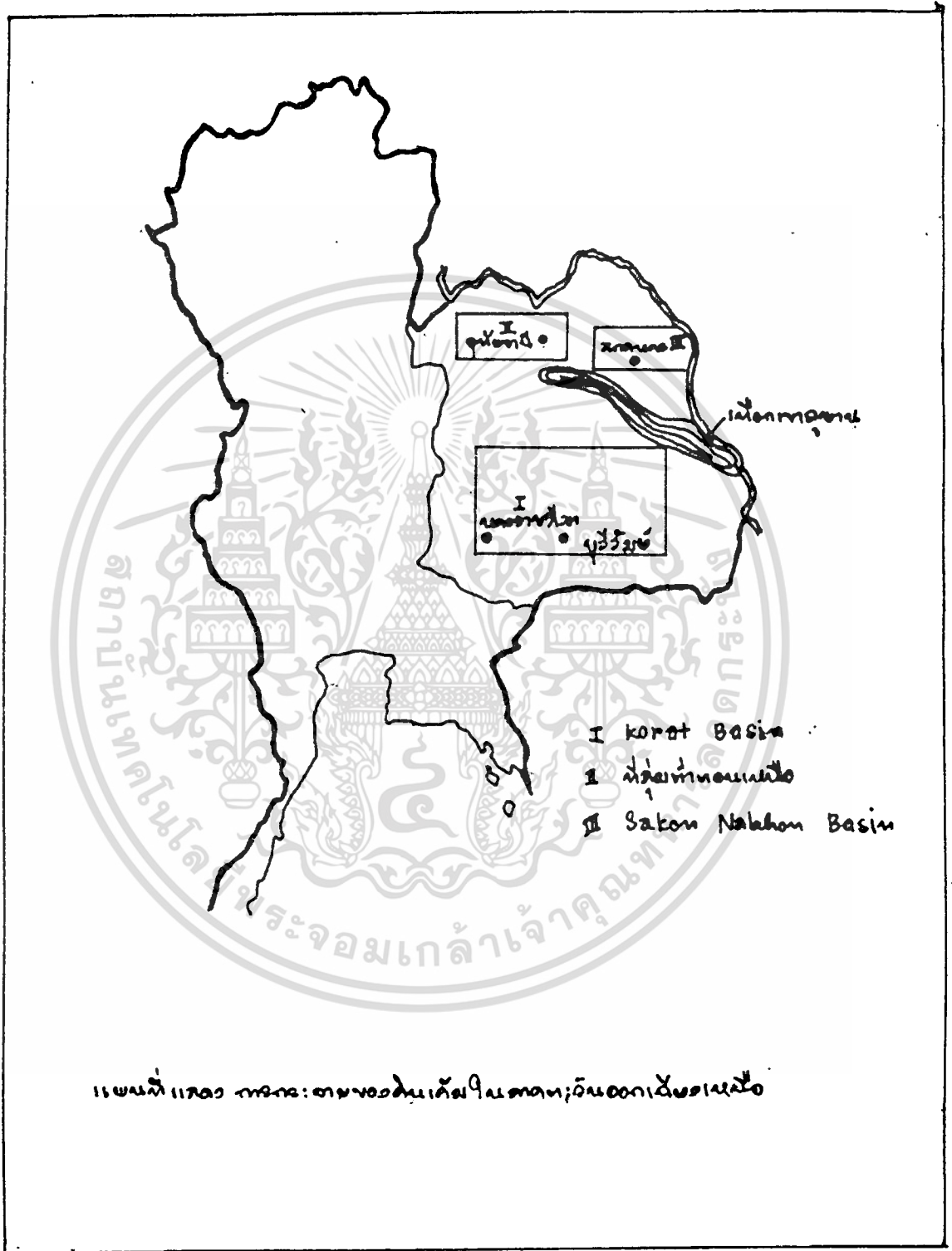
2. การแพร่กระจายของดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การแพร่กระจายของดินเค็ม บริเวณดินเค็มที่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มี 3 บริเวณด้วยกันคือ (ตามแผนที่ประกอบ)

1. บริเวณแอ่งโคราช (Korat Basin) บริเวณนี้มีอาณาเขตตั้งแต่ตอนใต้ของภาคจนถึงบริเวณตอนกลาง ซึ่งมีเทือกเขาภูพานเป็นเส้นกั้นอาณาเขตอยู่ มีลักษณะเป็นแอ่งกว้างใหญ่ในบริเวณตอนล่างของแอ่งจะมีสภาพพื้นที่ราบเรียบ ซึ่งเกิดจากอิทธิพลของแม่น้ำมูลและแม่น้ำชี และบริเวณขอบแอ่งจะค่อย ๆ สูงชัน ดินเค็มบริเวณนี้จะเกิดอยู่ตามส่วนต่อของขอบบริเวณที่สูงชันกับบริเวณที่สูงกับบริเวณที่ราบเรียบของแอ่งนี้ โดยเฉพาะบริเวณขอบ ๆ แอ่งในตอนกลางของภาค ก็คือบริเวณตอนเหนือของจังหวัดนครราชสีมาและบุรีรัมย์

2. บริเวณที่ลุ่มทางตอนเหนือของภาค บริเวณนี้มีศูนย์กลางอยู่แถวอุครธานี จะแบ่งกับที่ลุ่มต่ำโคราช โดยมีเทือกเขาภูพานเป็นเส้นกั้นเขตดินเค็มในบริเวณนี้จะเกิดในลักษณะเดียวกับแอ่งโคราช คือเกิดอยู่บริเวณส่วนต่อระหว่างที่ลุ่มต่ำกับบริเวณที่สูงตอนเหนือ แต่ดินเค็มบริเวณนี้มีพื้นที่น้อยกว่าบริเวณแอ่งโคราช

3. บริเวณแอ่งสกลนคร (Sakonnakorn Basin) บริเวณนี้มีศูนย์กลางของแอ่งแถวจังหวัดสกลนคร พื้นที่ดินเค็มครอบคลุมและกระจุกกระจายอยู่ขอบ ๆ ของแอ่ง แต่ดินเค็มในบริเวณนี้เกิดในลักษณะกระจุกกระจายเป็นหน่วยเล็ก ๆ ทั่วทั่วไป



ภาพที่ 1 : บริเวณการเกิดของดินเค็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สาเหตุการแพร่กระจายของดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จากพื้นที่ดินเค็มที่เกิดขึ้นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีถึง 17.8 ล้านไร่ นั้นพบว่าอาจจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็น 37.2 ล้านไร่ หรือ 35% ของพื้นที่ภาค เนื่องจากยังมีพื้นที่ที่มีศักยภาพในการที่จะเกิดดินเค็มซึ่งประกอบด้วยชั้นหินที่มีเกลือของหินชุดมหาสารคาม อยู่ใต้ผิวดินอยู่อีกประมาณ 19.4 ล้านไร่ ซึ่งจะทำให้เกิดการขยายตัวของดินเค็มมากขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งสาเหตุที่ทำให้มีการแพร่กระจายของดินเค็มเพิ่มมากขึ้น ได้แก่

1. สาเหตุธรรมชาติ ได้แก่

- การสลายตัวของแหล่งเกลือในที่สูง

โดยเฉพาะเมื่อน้ำดินเสียสมดุลย์ในการรักษาความชื้นตามธรรมชาติ เช่น خاکสิ่งปกคลุม ทำให้เกิดการชะล้างหินดินดานและหินทรายที่มีเกลืออยู่ให้สลายตัว และเกลือถูกพัดพาไปซึมออกตามเชิงเนิน แล้วเกิดดินเค็มบริเวณพื้นที่ต่ำกว่าปรากฏการณ์เช่นนี้ เรียกว่า *salin sup.*

- น้ำใต้ดินในระดับพื้น เมื่อมีการเคลื่อนที่ขึ้นมาที่ผิวดินด้วยแรง *capillary* และน้ำระเหยไปจะทำให้เกิดเกลือค้างสะสมบนผิวดินเห็นเป็นคราบอยู่

2. กิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่

- การทำนาเกลือ หรือทำเกลือสินเธาว์ ซึ่งนำเอาดินเกลือขึ้นมาจากใต้ดิน ล้างเอาส่วนดินออกแล้วนำน้ำที่ล้างดินไปต้ม ส่วนดินจะนำไปทิ้งโดยที่ยังมีเกลือหลงเหลืออยู่จะเกิดการชะล้างลงสู่แม่น้ำ และแพร่กระจายไปที่ต่ำต่อไป ตัวอย่างที่เห็นได้ชัด คือที่ อ.พิมาย จ.นครราชสีมา และหนองบ่อ อ.บรบือ จ.มหาสารคาม

จะเห็นว่าจากสภาพเดิมที่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม, ทำนาได้ดี จากสังคมก็เป็นแบบสังคมเกษตรกร แต่เมื่อมีการทำนาเกลือขึ้น สิ่งแวดล้อมบริเวณนั้นก็เปลี่ยนแปลงไป มีคนกลุ่ม

หนึ่งได้ผลประโยชน์ จากการค้าขายเกลือ แต่ชาววนอื่น ๆ ที่ได้รับผลกระทบจากน้ำเกลือ
 นาของพวกเขาต้องเสียหาย ผลที่ตามมาคือการชกแย้งกัน ในปี 2523 เกิดกรณีพิพาทระหว่าง
 ชาววนจำนวนมาก กับ นายทุนที่ทำเกลือ จนรัฐบาลในยุคนั้นต้องเข้าไปคลี่คลายปัญหาที่รุนแรง
 นี้ จะเห็นว่าปัญหาคินเค็มส่งผลไปถึง สังคมสิ่งแวดล้อม แต่อย่างไรก็ตามในปัจจุบันพื้นที่
 เป็นคินเค็มแล้วก็ยากที่จะกลับคืนเป็นคินที่อุดมสมบูรณ์ได้เหมือนเดิม

- การสร้างอ่างเก็บน้ำบริเวณพื้นที่คินเค็ม หรือบริเวณที่มีน้ำใต้คินเค็ม
 อยู่ในระดับตื้น ซึ่งในปัจจุบันการสร้างอ่างเก็บน้ำในภาคนี้มาก เพื่อเก็บน้ำไว้ใช้อุปโภคบริโภค
 ทำให้น้ำในบ่อมีความเค็ม และแพร่กระจายไปในทุกพื้นที่ที่มีน้ำล้นอ่างออกสู่บริเวณใกล้เคียง
 หรือเกิดจากการนำน้ำไปใช้ ส่วนในหน้าแล้งก็จะมีการระเหย งดแห้ง และทำให้เกิดเกลือ
 ตกค้างในอ่าง ผลการศึกษาเกี่ยวกับอ่างเก็บน้ำต่อการแพร่กระจายคินเค็มมีดังนี้

1. จากการใช้คอมพิวเตอร์วิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมสามารถทราบพื้นที่การ
 แพร่กระจายระดับต่าง ๆ อีกทั้งแสดงให้เห็นบริเวณที่เป็นอ่างเก็บน้ำที่มีความสัมพันธ์กับคินเค็ม
 ได้โดยง่าย ๆ นั้นต้องมีขนาดใหญ่พอที่ดาวเทียมจะถ่ายภาพได้ พบว่ามีพื้นที่คินเค็มหลายบริเวณ
 เกิดขึ้นหลังจากมีการสร้างอ่าง ๆ ใ้แก่ อ่าง ๆ ลำเชียง ไกร หนองกก จ.นครราชสีมา
 อ่าง ๆ ทั่วคือ จ. มหาสารคาม

อ่าง ๆ ที่มีคินเค็มเกิดบริเวณท้ายอ่างใ้แก่ อ่าง ๆ เอกสิทธิ์สุนทร, อ่างเก็บน้ำ
 ห้วยเชียงคำ, อ่างเก็บน้ำ หนองบ่อ, อ่างเก็บน้ำแก่งเลิงจาน, อ่างเก็บน้ำ ห้วยประคู้ ฯลฯ

นอกจากนี้การใช้ภาพถ่ายทางอากาศทำให้เห็นขอบเขตของคินเค็มบริเวณท้ายอ่าง ๆ
 ได้อย่างชัดเจน และจากการสำรวจในภาคสนามเพื่อตรวจสอบกับผลการแปลจากภาพถ่ายทาง
 อากาศทำให้สามารถเขียนขอบเขตการแพร่กระจายของคินเค็มเนื่องจากอิทธิพลของอ่างเก็บน้ำ
 ได้ด้วย

2. สำรวจพบว่าน้ำในอ่างเก็บน้ำ จำนวน 20% ของอ่างเก็บน้ำที่สำรวจ

170 อ่างจะมีปัญหาเรื่องความเค็มและอ่างเก็บน้ำจำนวน 160 อ่าง ที่ได้มีการตรวจสอบคุณภาพน้ำในอ่าง ๆ พบว่า

อ่าง ๆ ที่มีความเค็ม 0-250 ไมโครโมลล์/ชม. มี 56.25%

(น้ำที่มีความเค็ม 0-250 ไมโครโมลล์/ชม. เป็นน้ำที่ใช้ในการชลประทานได้ทุกประเภท)

อ่าง ๆ ที่มีความเค็ม 252-750 ไมโครโมลล์/ชม. มี 21.25%

(น้ำที่มีความเค็ม 250-750 ไมโครโมลล์/ชม. เป็นน้ำที่ใช้ในการชลประทานได้ แต่ต้องมีการชะล้าง เป็นครั้งคราว สามารถปลูกพืชทนเค็มปานกลางได้ก็)

อ่าง ๆ ที่มีความเค็ม 750-2,250 ไมโครโมลล์/ชม. มี 11.88%

(น้ำที่มีความเค็ม 750-2,250 ไมโครโมลล์/ชม. เป็นน้ำที่สามารถใช้ในการชลประทานได้ภายใต้การชะล้างและการระบายน้ำที่เพียงพอ และควรปลูกเฉพาะพืชที่ทนเค็มปานกลางถึงค่อนข้างสูง ไม่ควรใช้ในดินที่ระบายน้ำแล้ว)

อ่าง ๆ เก็บน้ำที่มีความเค็ม 2,250 ไมโครโมลล์/ชม. มี 10.63%

(น้ำที่มีความเค็ม 2,250 ไมโครโมลล์/ชม. เป็นน้ำที่ไม่สามารถนำมาใช้ในการชลประทาน ยกเว้นในกรณีพิเศษ เช่นดินที่มีการระบายน้ำและซึมซับน้ำดี และควรชะล้างเกลือ ออกจากดินอย่างมาก โดยการให้น้ำในอัตราที่เกินค่าความต้องการของพืชและควรปลูกพืชที่ทนเค็มจัดเท่านั้น)

3. ค่าความเค็มของน้ำในอ่าง ฯ จำแนกตามแผนที่การแพร่กระจายดินเค็ม
ของกรมพัฒนาที่ดิน แสดงดังตารางที่ 1

ความเค็มตามแผนที่	1		2		3		4		5		6	
	มค.	ค.	มค.	ค.	มค.	ค.	มค.	ค.	มค.	ค.	มค.	ค.
ความเค็มของน้ำ												
ความจุ (ม. ³)												
0-50,000	-	1	2	6	3	4	12	4	3	4	1	-
50,000-100,000	-	2	-	2	1	3	3	3	-	-	1	1
100,000-500,000	-	3	-	2	3	2	7	3	2	6	4	1
500,000-1,000,000	-	1	-	1	-	2	2	-	-	2	1	-
>1,000,000	-	-	-	1	1	5	9	6	4	3	2	-
จำนวนทั้งหมด (อ่าง)	-	7	2	12	8	16	33	16	9	15	8	2

ตารางที่ 1 แสดงค่าความเค็มของน้ำในอ่างเก็บน้ำ จำแนกตามแผนที่การแพร่กระจายดินเค็ม
ของกรมพัฒนาที่ดิน (กองอนุรักษ์ดิน และ น้ำ 2528)

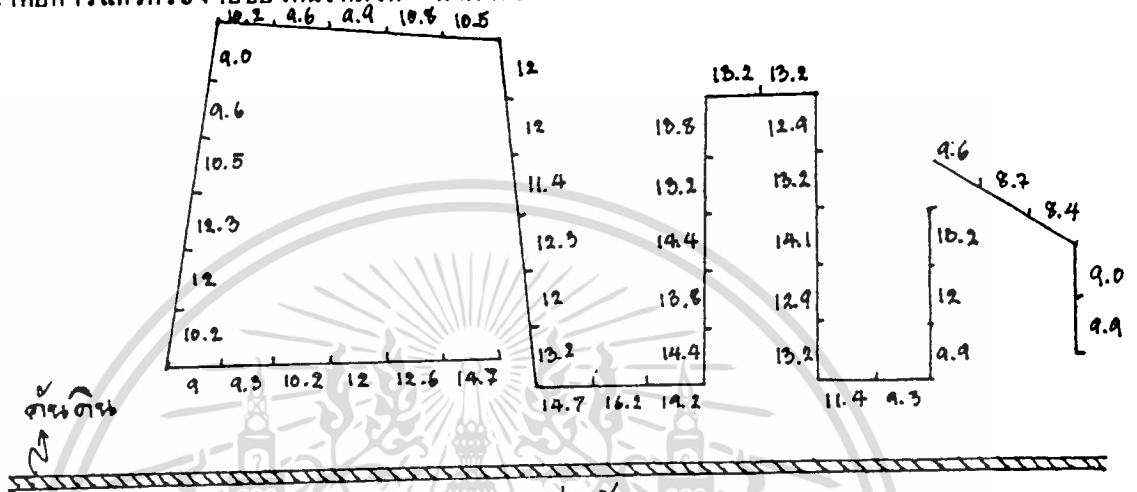
หมายเหตุ ค. หมายถึง น้ำเค็ม มีค่า EC มากกว่า 250 ไมโครโมส์/ซม.

มค. หมายถึง น้ำไม่เค็มมีค่า EC น้อยกว่า หรือเท่ากับ 250
ไมโครโมส์/ซม.

จะเห็นว่าการสร้างอ่างเก็บน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ควรเลือกสร้างให้
เหมาะสมเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการแพร่กระจายของดินเค็ม โดยใช้แผนที่การแพร่กระจายของดิน
เค็มเป็นบรรทัดฐาน

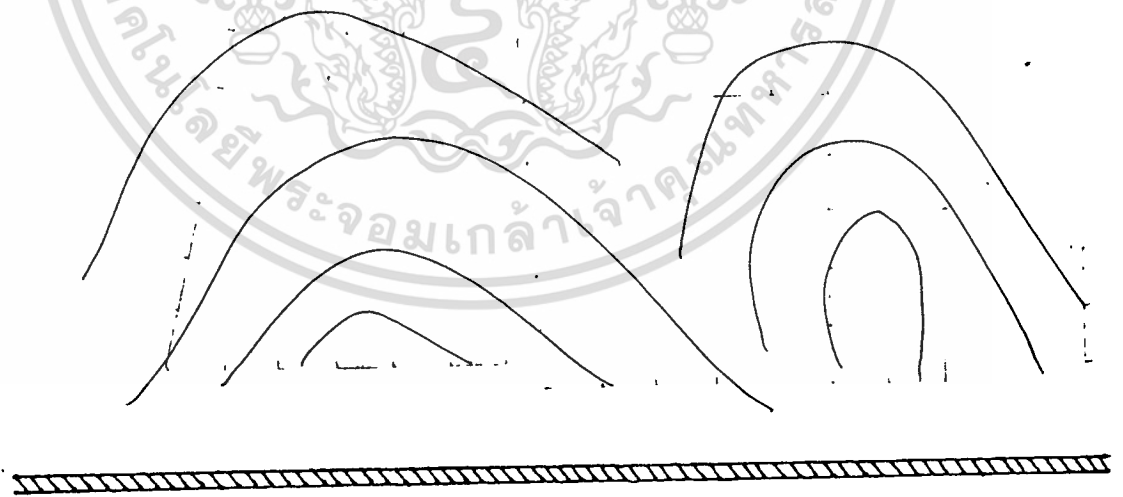
4. เครื่อง EM-34 (Electromagnetic Meter) สามารถแสดง

ขอบเขตระดั้ความเค้มต่าง ๆ บริเวณห้ายอ้าง ๆ ได้ดี ทำให้สามารถอธิบายอิทธิพลของอ้าง
เก็บน้ำค่อการแพร่กระจายของคินเค้มได้ ค้างภาพข้างล่างนี้

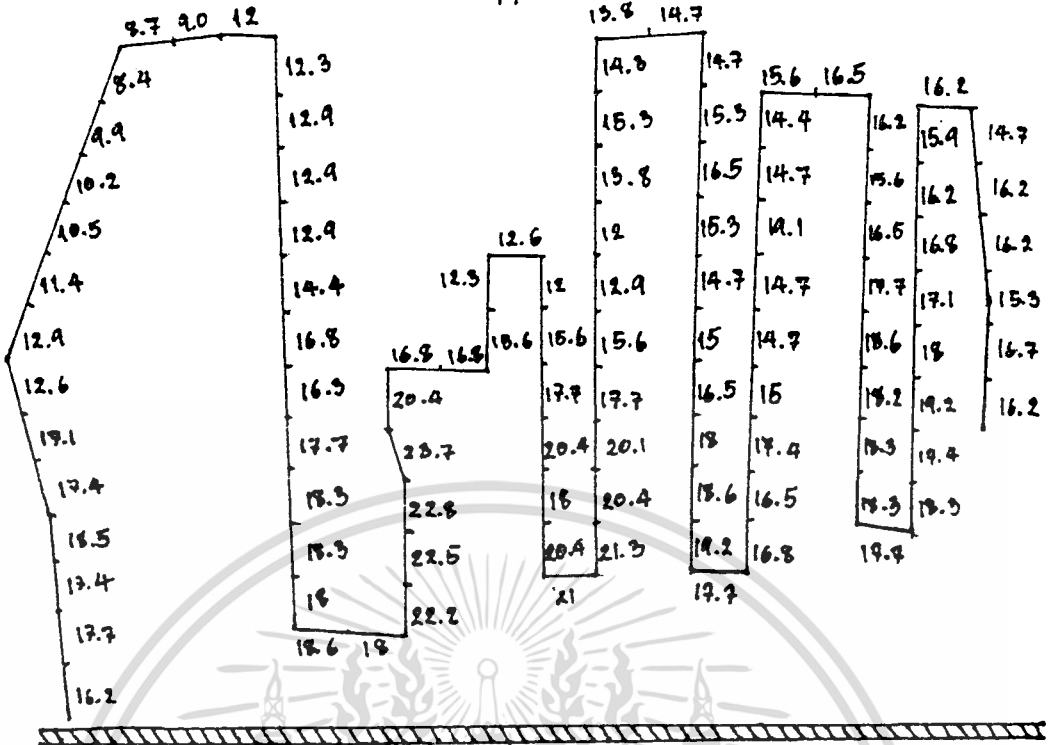


อ้างเก็บน้ำ

ภาพที่ 3 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายคิน จากเครื่อง EM-34 วัคบริเวณ
ห้ายอ้างเก็บน้ำ ห้วยเชียงค้ำ จ. มหาสารคัม ระยะห่างระหว่างขั้ว 20 ม., หน่วย
มิลลิโมส์ค่อซม.



ได้จากการแพร่ข้อมูลข้างบน, แบ่งเป็นระดับความเค้มต่าง ๆ กันเพื่อแสดง
ให้เห็นอิทธิพลของอ้างเก็บน้ำค่อการแพร่กระจายของคินเค้ม



ภาพที่ 5 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน จากเครื่อง EM-34 วัดบริเวณ
ท้ายอ่างเก็บน้ำแควน้อย จ.ขอนแก่น, ระยะห่างระหว่างขั้ว 20 ม., หน่วย มิลลิโมห์ต่อซม.



ภาพที่ 6 ภาพได้จากการแปรข้อมูลข้างบน แบ่งเป็นระดับความเค็มต่าง ๆ กัน

เพื่อแสดงให้เห็นอิทธิพลของอ่างเก็บน้ำต่อการแพร่กระจายของดินเค็ม
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 แหล่งน้ำ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นสิ่งจำเป็น
แต่การสร้างต้องระวังปัญหาที่จะตามมาคือ เกิดการแพร่กระจายของดินเค็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



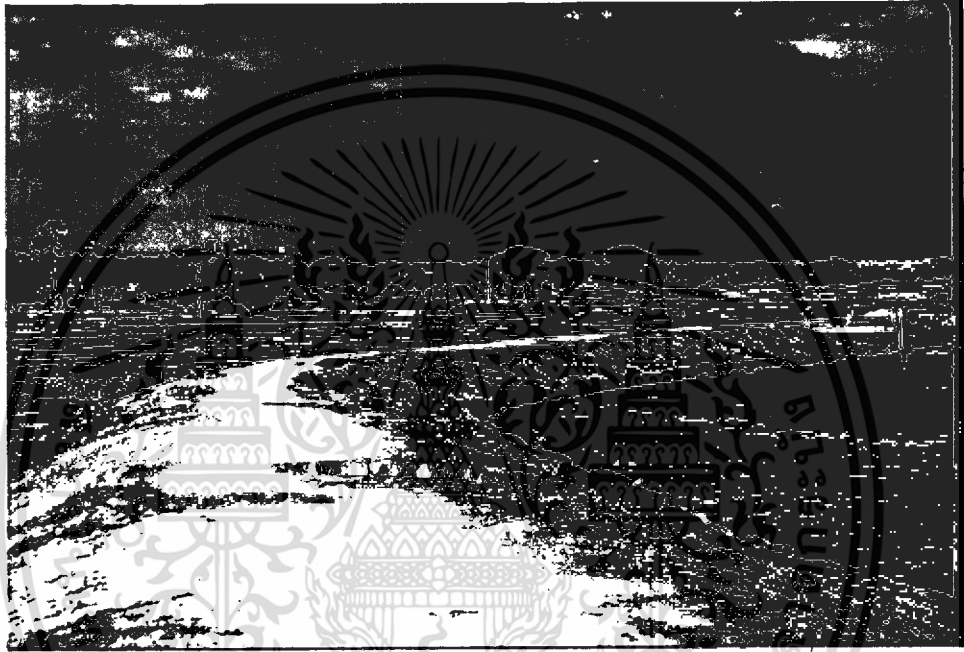
ภาพที่ 8 แสดงการแพร่กระจายของดินเค็ม เนื่องจากการสร้างอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ดินเค็มจัด ของอ่างเก็บน้ำ แดงน้อย อ. เมือง จ. ชอนแก่น. ในภาพจะเห็นคันดินเป็นแนวยาว มุมบนขวาของภาพ สีขาว ๆ คือ กราบเกลือที่ปรากฏบนผิวดินมีวัชพืชบนดินเค็ม เช่น หนามพรม ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 บริเวณท้ายอ่างเก็บน้ำห้วยค้อ จ. มหาสารคาม ซึ่งเมื่อ 8 ปีที่แล้ว ก่อนทำการสร้างอ่างเก็บน้ำ พื้นที่บริเวณนี้ใช้ทำนา และมีต้นไม้ขึ้นมากมาย แต่ปัจจุบันบริเวณนี้ทำนาไม่ได้, ต้นไม้ที่มีอยู่เดิมก็ตาย (ในภาพจะเห็น บางต้นยืนตาย) พืชที่ขึ้นทดแทนคือ ต้นหนามพรม ซึ่งเป็นวัชพืชรุกราน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10 อ่างเก็บน้ำแก่งเลิงจาน จ.มหาสารคาม ซึ่งสร้างในพื้นที่ที่มีศักยภาพเป็นดินเค็ม ปรากฏว่าเค็มไม่มีดินเค็ม บริเวณท้ายอ่างมากนัก แต่หลังจากสร้างอ่างเก็บน้ำแล้ว ปรากฏว่าดินเค็มแพร่กระจายมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11 อ่างเก็บน้ำ ชำจาน อ. เมือง จ. ขอนแก่น สร้างในพื้นที่
ที่ไม่มีศักยภาพเป็นดินเค็ม ก็จะไม่เกิดการแพร่กระจายของดินเค็ม ในภาพถนนที่เห็นเป็นคันดิน
คั่นนั้นในการพัฒนาแหล่งน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจึงควรคำนึงถึงปัญหาดินเค็มที่จะเกิดตาม
มาด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



- การทำลายป่าไม้รวมทั้งการทำไร่เลื่อนลอยบนพื้นที่ลาดชันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้พื้นดินขาดสิ่งปกคลุม อัตราการสูญเสียน้ำโดยการระเหยจากผิวดินจะเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากผิวดินได้รับรังสีความร้อนโดยตรง ระดับน้ำใต้ดินจะถูกดูดขึ้นมาสูงขึ้น และเมื่อน้ำระเหยไปก็จะกลายเป็นคราบเกลือค้างอยู่บนผิวดิน และนานวันเข้าเกลือบนผิวดินจะยิ่งมีความเข้มข้นสูง และขยายอาณาเขตกว้างขึ้น

นอกจากนี้เมื่อฝนตกลงมาจะมีการชะล้างที่ผิวน้ำดินสูง และพัดพาลงสู่ที่ต่ำหรือเกิดการชะล้างเกลือในชั้นดินและหินดินดาน หินทราย ที่กำลังสลายตัวต่ำและมีอยู่แล้วพัดพาจากที่สูงตามใต้ผิวดินซึมออกตามเชิงเนินที่ต่ำกว่า



ภาพที่ 12 สภาพป่าที่ถูกทำลาย เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการแพร่กระจายของดินเค็มขึ้น

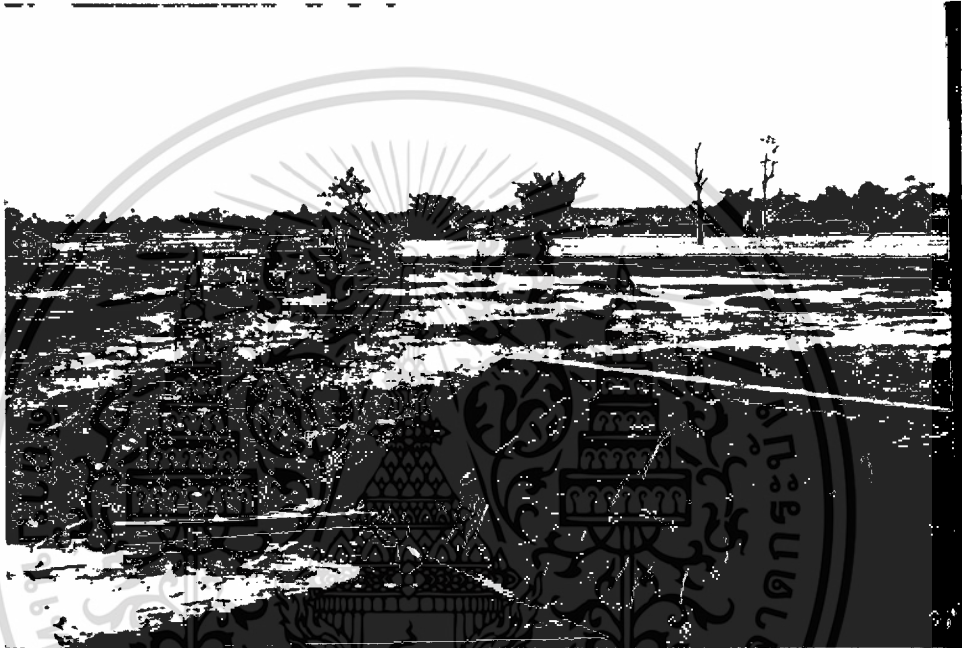
๑๓๕๗

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้น้ำชลประทานที่มีคุณภาพต่ำ มีค่าความเค็มสูง แหล่งน้ำหลายแห่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีการสะสมเกลือไว้จำนวนมาก เช่น Na^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , Cl^- , SO_4^{--} , ฯลฯ เมื่อเกลือเหล่านี้ไหลไปกับน้ำชลประทานก็จะไปสะสมอยู่ในดิน นานเข้าก็จะเกิดปัญหา ดินเค็มขึ้น

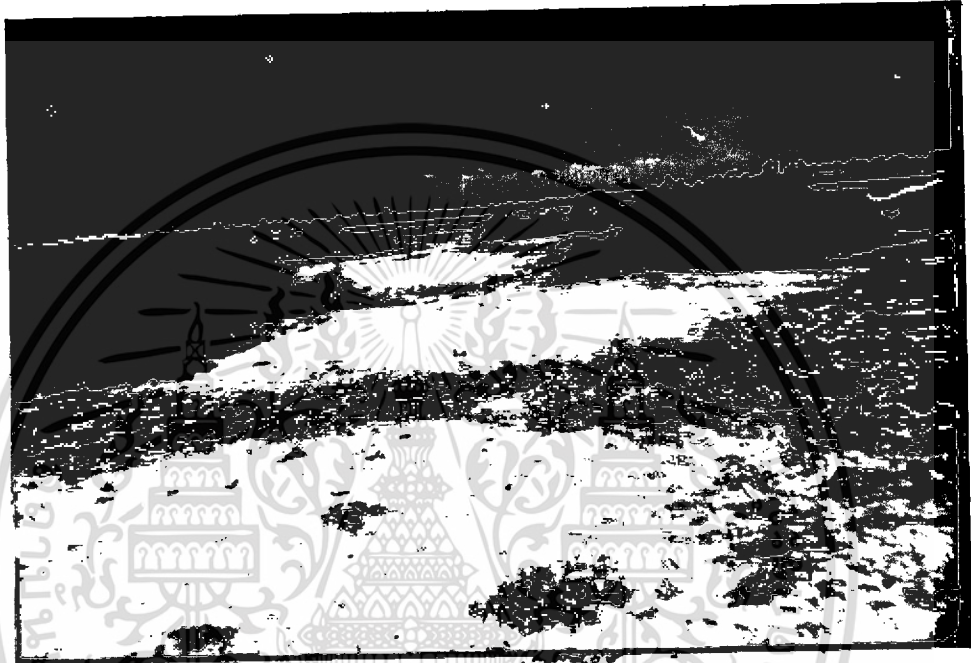


ภาพที่ 13 การแพร่กระจายของดินเค็ม เนื่องจากการใช้น้ำชลประทานที่เค็ม ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ น้ำตามแหล่งน้ำหลายแห่งมีคุณภาพต่ำ ค่าความเค็มของน้ำสูง การใช้น้ำเพื่อการชลประทานต้องระมัดระวัง มิฉะนั้นจะเกิดปัญหาดินเค็ม



ภาพที่ 14 แสดงดินเค็มเนื่องจากการใช้น้ำชลประทานที่มีคุณภาพต่ำ ความเค็มสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 15 พื้นที่ดินเค็มจัด ที่ชบกกจะขยไม่ได้ นอกจากพวกวัชพชชทนเค็ม ประเภทไม้มุ่มต่าง ๆ เช่น ต้นหนามพรม ต้นหนามแดง เป็นต้น ในรูปนี้เป้นต้นหนามพรมชั้น เป้นพุ่ม ๆ กระจายในพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ระดับความเค็มของดิน ดินเค็มที่พบในพื้นที่ต่าง ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีระดับความรุนแรงตั้งแต่เค็มน้อย เค็มปานกลางและเค็มจัด รวมเป็นเนื้อที่ 17.8 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 17.02 ของพื้นที่ภาค (ตารางที่ 2)

1. ดินเค็มจัด มีเนื้อที่พบประมาณ 1.5 ล้านไร่ ลักษณะของพื้นที่เห็นเด่นชัด คือ มีคราบเกลือกระจายอยู่ทั่วไปบนผิวดิน ไม่มีตอไม้ใหญ่ขึ้นอยู่เลย แต่อาจมีไม้พุ่มพวกที่ทนเค็มได้อยู่บ้าง เช่น หนามแดง พื้นที่ดินเค็มจัดนี้ จะใช้ประโยชน์ทางการกสิกรรมไม่ได้เลย พบในเขตอำเภอนนไทย โนนสูงและคำชะโนด จังหวัดนครราชสีมา
2. ดินเค็มปานกลาง มีพื้นที่ประมาณ 3.7 ล้านไร่ ส่วนมากอยู่ในอำเภอยะผิมาย และปะทาย จังหวัดนครราชสีมา ในบางส่วนของจังหวัดร้อยเอ็ด ลักษณะที่สังเกตเห็นคือ มีคราบเกลือในหน้าแล้งกระจายอยู่เป็นหย่อม ๆ พันธุ์ไม้ที่ขึ้นจะเป็นไม้ในป่าเต็งรัง แต่มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ สามารถใช้ประโยชน์ทางการกสิกรรม คือ ทำนาได้บ้างแต่ให้ผลผลิตต่ำ คือ ประมาณ 8-15 ถังต่อไร่
3. ดินเค็มน้อย มีเนื้อที่ประมาณ 12.6 ล้านไร่ พบทั่วไปในเขตจังหวัดมหาสารคาม ร้อยเอ็ด และจังหวัดขอนแก่นบางส่วน

ตารางที่ 2 พื้นที่ดินเค็มระดับต่าง ๆ จำแนกเป็นรายจังหวัด

หน่วย : 1,000 ไร่

จังหวัด	ดินเค็ม ปานกลาง	ดินเค็ม น้อย	รวม	พื้นที่มีศักยภาพ ของการเกิด ดินเค็มสูง	รวม ทั้งสิ้น
ร้อยเอ็ด	80.9	661.8	1,127.7	1,870.5	3,846.8
บุรีรัมย์	53.5	450.9	1,454.1	1,958.6	2,596.0
สุรินทร์	38.6	43.7	413.3	495.6	707.3
ศรีสะเกษ	43.3	131.5	99.4	234.2	423.2
มหาสารคาม	168.0	228.5	1,129.8	1,526.3	2,589.9
กาฬสินธุ์	0.9	27.4	716.4	774.6	1,049.8
อุบลราชธานี	67.4	11.8	957.1	1,036.3	3,101.8
นครพนม	160.1	376.2	968.6	1,505.5	2,410.2
สกลนคร	127.3	97.9	851.9	1,077.6	1,972.8
อุดรธานี	53.6	499.9	1,009.4	1,558.9	1,529.4
หนองคาย	88.0	131.1	151.2	370.3	678.7
ขอนแก่น	91.2	119.7	510.2	721.2	1,005.6
ชัยภูมิ	63.9	196.9	392.1	642.9	7,960.1
เลย	-	-	-	-	-
นครราชสีมา	475.2	648.1	1,403.8	2,527.2	4,707.2
ยโสธร	4.9	78.8	1,460.5	1,544.2	1,657.9
รวม	1,476.8	3,690.3	12,645.7	17,812.8	19,423.8
					37,236.6

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน



ภาพที่ 16 บริเวณพื้นที่ที่ไม่เต็ม ใช้ปลูกริมส่วปะหลัง ในภาพกำลังตรวจสอบความเต็มด้วย Electromagnetic Meter ซึ่งสามารถวัดความเต็มของดินได้ลึก 10 m, 20 m หรือ 40 m. ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ผลกระทบของดินเค็ม จะกล่าวถึงผลกระทบใน 8 ประเด็น คือ

1. ผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่

- ผลเนื่องจากความเป็นพิษของไอออนที่พืชดูดเข้าไปสะสมภายในเซลล์ ต่อขบวนการทางสรีรวิทยาต่าง ๆ ของพืช เช่น ความเป็นพิษของอนุมูลคลอไรด์ ทำให้ใบยาสุมมีคุณภาพต่ำ ติดไฟยาก เป็นต้น

- ความไม่สมดุลย์ของธาตุอาหารพืช และมีผลต่อการได้รับธาตุอาหารพืช เช่น การที่มีโซเดียมมากเกินไป จะทำให้พืชขาดโปแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม เป็นต้น นอกจากนี้ยังอาจทำให้พืชมีการทนทานต่อสารพิษบางอย่างได้น้อยลง เช่น โบรอน และลิเทียม

- ปัญหาการขาดน้ำของพืช (Moisture stress) ทั้งนี้เพราะเกลือในดินทำให้ความดันออสโมติก (osmotic pressure) ของสารละลายในดินเพิ่มขึ้น จนมีความแตกต่างกับความดันออสโมติกของของเหลวในรากพืชน้อยลง ทำให้พืชดูดน้ำได้น้อยลง และเกิดอาการเหี่ยวแห้งเฉาหรือเกิดใบไหม้ การเจริญเติบโตจะลดลง และถ้ามีปริมาณเกลือในดินเข้มข้นมาก ๆ จะทำให้เกิดขบวนการ Plasmolysis คือ น้ำในพืชถูกดันให้ไหลออกสู่สารละลายดิน อาจทำให้พืชตายได้

ตารางที่ 3 แสดงระดับความเค็มของน้ำและดินที่มีต่อผลผลิตของพืช

ผลผลิตพืชลดลง	ระดับความเค็ม								สูงสุด
	0 %		10 %		25 %		50 %		
	ดิน	น้ำ	ดิน	น้ำ	ดิน	น้ำ	ดิน	น้ำ	
ข้าว	3.0	2.0	3.8	2.6	5.1	3.4	7.2	4.8	11.5
ถั่วเหลือง	5.0	3.3	5.5	3.7	6.2	4.2	7.5	5.0	10
ถั่วลิสง	3.2	2.1	3.5	2.4	4.1	2.7	4.9	3.3	6.5
ข้าวโพค	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10
ส้ม	1.7	1.1	2.3	1.6	3.2	2.2	4.8	3.2	8
กะหล่ำปลี	1.8	1.2	2.8	1.9	4.4	2.9	7.0	4.6	12
พริก	1.3	0.9	2.1	1.4	3.2	2.1	5.2	3.4	9

ที่มา : Water Quality for Agriculture, FAO. 1976.

ความเค็มมีอิทธิพลต่อผลผลิตของพืช ดังตารางที่ 2 แสดงอิทธิพลของระดับความเค็มของดินและน้ำจากรายงานจะเห็นได้ว่า เมื่อระดับความเค็มทั้งสองอย่างเพิ่มขึ้นผลผลิตของพืชจะลดลง และตายในที่สุด นอกจากนี้พืชแต่ละชนิดยังมีความสามารถที่จะทนเค็มได้แตกต่างกันไปด้วย จากรายงานการศึกษาภาวะเศรษฐกิจ ปีพ.ศ. 2526 ของกรมพัฒนาที่ดิน รายงานว่าผลผลิตของเกษตรกรในพื้นที่ดินเค็ม จังหวัดนครราชสีมา อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำมากคือ เฉลี่ยประมาณ 106 กิโลกรัม หรือ 10 ถังต่อไร่ เท่านั้น ในขณะที่ผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยทั้งภาคประมาณ 16 ถังต่อไร่

2. ผลกระทบต่อการเลี้ยงสัตว์

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นั้น เป็นภาคที่มีความเหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์มาก เนื่องจากพื้นที่ในภาคนี้เป็นที่ราบสูง ทำให้การเพาะปลูกไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร เพราะเกิดการขาดแคลนน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูแล้ง อันเป็นผลมาจากการที่พื้นที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ ดังนั้นเกษตรกรในภาคนี้จึงต้องเลี้ยงสัตว์ควบคู่ไปกับการเพาะปลูกด้วย เพื่อจะได้นำสัตว์ที่เลี้ยงไว้จำหน่ายเพื่อเพิ่มรายได้ ไว้ใช้งาน หรือไว้เป็นอาหาร สัตว์ที่เลี้ยงโดยส่วนใหญ่ ได้แก่ โค กระบือ สุกร เป็ด และไก่ ในการเลี้ยงสัตว์ดังกล่าว นอกจากจะมีปัญหาทางด้านการขาดแคลนน้ำ อาหาร และเงินทุนแล้ว ในปัจจุบันพบว่า ปัญหาดินเค็มที่มีการแพร่กระจายอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ในภาคนี้มีผลกระทบต่อ การเลี้ยงสัตว์ทั้งในทางตรงและทางอ้อม คือ

- ผลกระทบต่อร่างกายสัตว์โดยตรง

องค์ประกอบของเกลือที่มีอยู่ในดินเค็ม เช่น โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม กลอไรด์ ฯลฯ นั้นจัดเป็นแร่ธาตุที่มีความจำเป็นต่อร่างกายของสัตว์ทั้งสิ้น ซึ่งถ้าสัตว์ได้รับปริมาณแร่ธาตุเหล่านี้ในปริมาณที่เหมาะสม การเจริญเติบโตของสัตว์ก็จะจะเป็นไปตามปกติ แต่ถ้าหากสัตว์ได้รับปริมาณแร่ธาตุเกินกว่าความต้องการของร่างกาย

แล้วก็จะเกิดผลกระทบต่อระบบการทำงานภายในร่างกายได้โดยปกติแร่ธาตุต่าง ๆ นี้จะทำหน้าที่แตกต่างกันไป เช่น แคลเซียม มีความจำเป็นเกี่ยวกับส่วนประกอบของกระดูก พัน การแข็งตัวของโลหิต ทำให้หัวใจ เซลประสาท และกล้ามเนื้อทำงานเป็นปกติ โซเดียม และคลอรีน ซึ่งเป็นแร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของเกลือในดินเค็มนั้น จะทำหน้าที่เกี่ยวกับการควบคุมความกดดันในร่างกาย หรือการควบคุมความสมดุลของของเหลวในร่างกายนั่นเอง นอกจากนี้ยังควบคุมความเป็นกรดและด่างในร่างกาย เป็นต้น ซึ่งแร่ธาตุเหล่านี้สัตว์จะได้รับจากอาหาร เช่น พืชอาหารสัตว์ และน้ำที่กินเข้าไป

เมื่อเกิดดินเค็มขึ้น จะทำให้สัตว์ได้รับแร่ธาตุดังกล่าวนี้มากขึ้น จนอาจเกินความต้องการของร่างกายได้ และก่อให้เกิดความเป็นพิษของเกลือ (Salt toxicity) เช่น จะมีการกินน้ำเพิ่มขึ้น น้ำหนักลด อัตราการเจริญเติบโตลดลง ร่างกายอ่อนแอ ระบบประสาททำงานผิดปกติ เป็นต้น

ผลกระทบที่มีต่อแหล่งน้ำและแหล่งอาหารตามธรรมชาติของสัตว์

การสะสมของเกลือในพื้นที่ดิน เค็มจะมีผลทำให้พืชอาหารสัตว์ที่ขึ้นอยู่กับธรรมชาติมีปริมาณลดลง เพราะพืชส่วนใหญ่ไม่สามารถเจริญเติบโตหรือให้ผลผลิตได้ดีในสภาพดินเค็มดังกล่าวมาแล้ว นอกจากนี้ยังอาจมีการสะสมของไอออนต่าง ๆ ในเนื้อเยื่อพืชอยู่มาก ทำให้คุณค่าทางโภชนาการ (nutritive value) ของพืชอาหารสัตว์ลดลง

นอกจากนี้ดิน เค็มส่วนใหญ่ยังก่อให้เกิดปัญหาต่อแหล่งน้ำตามธรรมชาติของสัตว์อีกด้วย เพราะมีการชะล้างหรือละลายเกลือเข้าไปในน้ำ ทำให้น้ำมีความเค็ม สัตว์ไม่สามารถดื่มกินได้ เพราะถ้ากินน้ำดังกล่าวเข้าไปซึ่งมีเกลือละลายอยู่ในอัตราสูง จะก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบทำงานของร่างกายสัตว์ดังกล่าวมาข้างต้น

3. ผลกระทบต่อการประมง

- ผลกระทบต่อสรีรวิทยาของสัตว์น้ำ

ความเค็ม (Salinity) ของน้ำมีความสำคัญต่อปลาอย่างยิ่งในแง่ที่ทำให้ปลาเหล่านี้ต้องมีการปรับตัวให้มีความเข้มข้นของเหลวในร่างกายและการควบคุมขบวนการ osmosis ให้เหมาะสมกับความเค็มของน้ำในบริเวณที่ปลาอาศัยอยู่ โดยการพยายามกำจัดเกลือออกจากร่างกายให้มากที่สุด โดยทางของเสียที่เป็นของแข็งและทางรูกัน เป็นผลให้มีการเจริญเติบโตช้าลง และถ้าหากน้ำมีการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างรวดเร็ว ปลาจะตายทันทีเพราะปรับตัวไม่ทัน นอกจากนี้ความเค็มยังมีผลต่อการสืบพันธุ์ของสัตว์น้ำบางชนิด กล่าวคือ ในการผสมพันธุ์วางไข่ สัตว์น้ำบางชนิดต้องอาศัยความเค็มที่เหมาะสม เช่น กุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium resenbergi*) และปลากะพงขาว (*Lates Calcarifer*)

- ผลกระทบในทางอ้อมกับสัตว์น้ำ

ความเค็มของน้ำที่สูงขึ้นผิดปกติจะมีผลทำให้พวกพืชและสัตว์ขนาดเล็กที่แขวนลอยในน้ำ (photoplankton and zooplankton) ซึ่งเป็นอาหารของปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ มีน้อยลง ทำให้อาหารของปลาและสัตว์น้ำมีไม่พอเพียง ปลาเจริญเติบโตช้าลง และยังทำให้ปลาโตถึงขนาดที่จะวางไข่ได้ช้ากว่าควรมีการกินลูกตัวเองมากขึ้น และลูกปลาวัยอ่อนในระยะเริ่มกินอาหารมีอัตราการตายสูงอีกด้วย ซึ่งเป็นผลทำให้ปลามีปริมาณน้อยลงทั้งสิ้น

4. ผลกระทบต่อการชลประทาน

น้ำชลประทานมีเกลือหลายชนิดละลายอยู่ ซึ่งจะมีทั้งไอออนที่เป็นประจุบวกและประจุลบ ไอออนประจุบวกที่สำคัญคือ Ca^{++} , Mg^{++} , ส่วน K^+ จะมีเพียงเล็กน้อย

น้อย ส่วนไอออนประจุลบที่สำคัญ คือ Cl^- , $SO_4^{=}$ ซึ่งผลที่เกิดจากการที่เกลือละลายในน้ำ
ชลประทานคือ

ทำให้ต้องปล่อยน้ำในการชลประทานเพิ่มมากขึ้น เพื่อชะเกลือที่มี
สะสมอยู่ในดินหลังจากการละลายมากับน้ำและน้ำระเหยไป ให้ลงไปให้พื้นอาณานิคมที่มีราก
พืช (root zone) ซึ่งปริมาณน้ำที่ใช้เพิ่มขึ้นนี้ เรียกว่า Leaching requirement (LR.)
และมักบอกเป็นร้อยละของปริมาณน้ำที่ใช้ในการชลประทานที่ปล่อยมาแต่ละครั้ง

- ความเข้มข้นของโซเดียมในน้ำชลประทานมีอิทธิพลต่อความซาบซึมน้ำ
ในดินเมื่อดินมีโซเดียมมาก การพังกระจายของอนุภาคดินละเอียด (dispersion) จะ
มีมากขึ้น ขณะที่ดินเปียกน้ำจะเหลวและ แต่เมื่อแห้งอนุภาคดินในบริเวณผิวดินจะเชื่อมแข็ง
เป็นชั้น ๆ (crust) ทำให้น้ำซึมผ่านลงไปได้ยาก

- ความเป็นพิษของไอออนที่เป็นพิษต่อพืช (toxic ions) ซึ่งมี
ละลายอยู่ในน้ำ เช่น โบรอน โซเดียม และกลอไรด์

5. ผลกระทบทางด้านวิศวกรรม

ปัญหาการกักก่ของดินเนื่องจากความเค็มทางด้านวิศวกรรม ได้
มีความสนใจมานานแล้วหลังจากตรวจพบว่าหลายเขื่อนในประเทศออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา
และหลายประเทศในอเมริกาใต้ ได้รับความเสียหายเนื่องจากการกักก่ของ เขื่อนพังและ
เกิดรอยร้าว โดยทางด้านวิศวกรรมเรียกดินประเภทนี้ว่า "dispersive soil" หรือ
"dispersive clay" ปัจจุบันเป็นเรื่องที่สนใจกันมากในต่างประเทศ แม้แต่ในประเทศไทย
โดยเฉพาะภาคอีสาน ได้มีรายงานการศึกษาของ รายงานความเสียหายของการสร้าง
เขื่อนลำสามเหลียม อ่างเก็บกักก่ชัย จังหวัดนครราชสีมา เขื่อนนี้สูง 14 เมตร ยาว 2.4
กิโลเมตร และมีความจุ 986,000 ลูกบาศก์เมตร เกิดรอยร้าวและการกักก่ของดิน และ

สันเขื่อนเกิดพังลงเป็นระยะ 50 เมตร หรือหลังจากมีการเก็บกักน้ำ กรมชลประทานได้ รายงานว่าความเสียหายเนื่องมาจาก เป็นดิน dispersive soil นอกจากนี้ความเสียหาย ดังกล่าวเกิดขึ้นที่เขื่อนเชียงทราย อำเภอโนนไทย จังหวัดนครราชสีมา เขื่อนห้วยสวาย อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ และเขื่อนอัมพูน อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ บริเวณดังกล่าวอยู่ในพื้นที่ดินเค็ม หรือพื้นที่ที่มีศักยภาพเป็นดินเค็มทั้งสิ้น ปัจจุบันธรรมชาติและกลไกทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวยังไม่กระจ่าง และยังมีการศึกษากันอยู่

6. ผลกระทบต่อเศรษฐกิจ

ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้นถึงผลกระทบของดินเค็มที่มีต่อพืช คือ จะพบว่าพืชจะให้ผลผลิตต่ำ เช่น ถ้าพบดินเค็มบริเวณที่นา ต้นข้าวจะมีสีเขียวเข้ม ใบแคบมาก ปลายใบเป็นทางขาว ๆ แล้วจะไหม้ไปในที่สุด ลำต้นแคระแกรน ไม่แตกกอ หรือแตกกอน้อย ดังนั้นผลผลิตที่ได้จึงต่ำ ในบางครั้งต้องปล่อยพื้นที่ให้ว่างไว้โดยไม่ทำการเกษตรกรรม พื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกรซึ่งมีจำกัดอยู่แล้วจะแคบลง พืชที่ปลูกให้ผลผลิตต่ำ ทำให้เกษตรกรมีรายได้ลดน้อยลง ไม่คุ้มค่ากับการลงทุน และในบางครั้งอาจจะยังผลให้เกิดภาวะหนี้สินตามมา

จากการศึกษาพบว่าบริเวณดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ทั้งหมดมากกว่า 8 ล้านไร่ อยู่ในระดับความเค็มที่แตกต่างกัน ในบางครั้งเกษตรกรไม่สามารถหลีกเลี่ยงการใช้พื้นที่ที่เป็นดินเค็มได้ จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุง พื้นที่ที่เป็นดินเค็มนั้นเพื่อให้เพาะปลูกได้ การปรับปรุงพื้นที่บริเวณนั้นนอกจากจะต้องใช้ทุนในการดำเนินการไม่ว่าจะมากหรือน้อยตามความเหมาะสมแล้ว ยังต้องกระทำต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ดังนั้นเกษตรกรจึงต้องแบ่งรายได้ส่วนหนึ่งไปในการดำเนินการดังกล่าว อีกทั้งยังต้องสิ้นเปลืองเวลาที่จะประกอบอาชีพอื่น เพื่อเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่ครอบครัว เช่น การทอดผ้า การจักสาน เป็นต้น

ผลกระทบต่อเศรษฐกิจโดยทางอ้อมที่มองเห็นได้คือ การเพิ่มรายได้

แก่ครอบครัวภายหลังจากการเพาะปลูกพืชหลักเป็นไปไต่ยาก เพราะพื้นที่ไม่เหมาะที่จะเพาะปลูกพืชชนิดอื่น เกษตรกรจึงปล่อยพื้นที่ให้ว่างกว่าจะถึงฤดูกาลเพาะปลูกใหม่

7. ผลกระทบต่อสังคมและวัฒนธรรม

การเพาะปลูกพืชของเกษตรกรในเขตพื้นที่เป็นดินเค็ม จะคล้ายคลึงกัน ทั้งนี้เนื่องจากการเพาะปลูกจะเป็นขั้นแบบสืบทอดจากบรรพบุรุษและเลียนแบบเพื่อนบ้าน เพราะเห็นว่าพื้นที่ที่ตนครอบครองพอที่จะเพาะปลูกพืชชนิดนั้น ๆ ได้ การที่จะเปลี่ยนไปปลูกพืชชนิดอื่นก็ไม่กล้าเสี่ยงว่าจะได้ผลดีกว่าพืชที่ปลูกอยู่เดิม ทั้งนี้เพราะขาดความรู้ความชำนาญ ยังผลให้การแลกเปลี่ยนผลผลิตในท้องถิ่นเกิดขึ้นน้อย อาชีพของเกษตรกรจึงมักเป็นอาชีพเดียวกัน ระดับความรู้ความสามารถตลอดจนการใช้เทคโนโลยีคล้ายกัน สังคมจึงเป็นไปในรูปแบบที่คล้ายคลึงกัน (Homogeneous)

การที่เกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีรายได้ต่ำจากการเพาะปลูกในพื้นที่ดินเค็ม ก่อให้เกิดปัญหาความยากจน ปัจจุบันพบว่ามีประชาชนชาวอีสานเดินทางเข้ามาทำงานทำในบริเวณภาคกลาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรุงเทพมหานคร พวกนี้ประกอบอาชีพใช้แรงงานในภาคอุตสาหกรรมและบริการ ซึ่งพวกนี้จะมีพื้นฐานการดำรงชีวิตที่ไม่ดีก่อให้เกิดปัญหาแหล่งเสื่อมโทรม ปัญหาอาชญากรรม และการว่างงาน ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาลูกโซ่ตามมา

ในภาคอีสานเองก็ยังมีสภาพแย่งลงกว่าเดิม กล่าวคือสภาพเศรษฐกิจไม่เอื้ออำนวยทำให้การพัฒนาทางด้านอื่นเป็นไปไต่ยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านความคิด ประชาชนส่วนใหญ่ในพื้นที่ที่ยากจนยังมีความเชื่อแบบดั้งเดิม เช่น เชื่อเรื่องภูติผี ปีศาจ เทวดา จะมีผลต่อการพัฒนาและการยอมรับนวัตกรรมสมัยใหม่ ซึ่งมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจโดยตรง กล่าวคือ ปริมาณผลผลิตต่ำ นอกจากนี้การที่เกษตรกรอพยพไปอยู่ที่อื่น ถือว่าบุคคลเหล่านี้มีพฤติกรรมเลือกสรร (Selective behavior) พวกนี้จะเป็นพวกที่มีความรู้ความสามารถ

ทำงานมีประสิทธิภาพและคุณภาพมากกว่าเป็นผู้รักความก้าวหน้า และกล้าเสี่ยงมากกว่าประชาชนที่ยังอยู่ในดินเค็ม

8. ผลกระทบต่อการเมืองการปกครอง

จากสภาพพื้นที่ดังกล่าวทำให้เกิดแรงแยก (Centrifugal force หรือ divisive force) การที่ดินเค็มกระจายตัวเป็นหย่อม ๆ มีผลทำให้การตั้งถิ่นฐานกระจายตัวไปตามความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ ดังนั้นการจัดการด้านสาธารณูปโภค สาธารณูปการของรัฐ เป็นไปอย่างไม่ทั่วถึง ไม่ครอบคลุมพื้นที่ จากการทำรัฐไม่สามารถจะจัดการด้านสาธารณูปโภค สาธารณูปการดังกล่าวได้ทั่วถึง อาจก่อให้เกิดปัญหาด้านการเมืองตามมา คือประชาชนที่ไม่ได้รับการบริการของรัฐ จะเกิดความรู้สึกไม่เท่าเทียมกัน ประชาชนกลุ่มอื่นเกิดความรู้สึกไม่พอใจระบบการปกครองของรัฐ ยังผลให้เกิดการแทรกแซงทางการเมืองการปกครองของลัทธิการปกครองอื่น ๆ ได้ง่าย

นอกจากนี้รัฐบาลต้องจัดสรรงบประมาณส่วนหนึ่งในการเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจให้เกษตรกร โดยการส่งเจ้าหน้าที่เกษตรกรไปฝึกอบรมเกษตรกรในด้านต่าง ๆ เช่น เทคโนโลยีสมัยใหม่ การปรับปรุงพื้นที่บริเวณดินเค็ม การปลูกพืชที่เหมาะสมกับสภาพดิน เป็นต้น ตลอดจนการจัดระบบสาธารณูปโภค และสาธารณูปการขั้นพื้นฐานให้เหมาะสมเพื่อป้องกันปัญหาแรงแยก

การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์วิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมในการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT เป็นที่รวมของข้อมูลที่สามารถนำไปใช้วิเคราะห์ในแขนงวิชาต่าง ๆ หลายสาขา ความยากง่ายในการวิเคราะห์ในแต่ละสาขาย่อมไม่เท่าเทียมกันประกอบกับผลงานวิจัยศึกษาในแขนงนี้เพิ่งพัฒนาขึ้นไม่ถึง 10 ปี ทำให้การวิเคราะห์ในแขนงวิชาต่าง ๆ อาจจะเบี่ยงเบนและผิดพลาดไปได้ ดังนั้น การประชุมสัมมนาทาง Remote Sensing เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และแนะนำเทคนิคใหม่ ๆ ที่ใช้ได้ผลจึงได้จัดให้มีขึ้นอยู่เสมอ ๆ

ผู้เริ่มสนใจศึกษาหรือผู้ที่ต้องการนำวิทยาการแขนงนี้ไปประยุกต์กับงานที่ตนเกี่ยวข้อง จึงสมควรที่จะทราบถึงขอบเขตของการใช้งานอย่างได้ผล กรรมวิธีในการวิเคราะห์ข้อมูลและปัญหาที่ประสบ นอกเหนือจากผลลัพธ์ที่ควรจะได้

ดังนั้นการรู้ถึงขอบข่ายในการนำเทคนิคทาง Remote Sensing มาใช้งานจึงนับว่ามีคุณค่าอย่างยิ่ง บทความนี้กล่าวถึงความรู้เบื้องต้นทาง Remote Sensing ซึ่งเน้นถึงลักษณะของข้อมูลตามคุณสมบัติของการแพร่ของแม่เหล็กไฟฟ้า ในระบบเครื่องรับของดาวเทียม LANDSAT เพื่อให้ทราบถึงขีดจำกัดในการนำข้อมูลมาใช้ และเน้นถึงเทคนิคที่ใช้กันทั่วไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

1. คำจำกัดความและขอบข่ายของ Satellite Remote Sensing

ศาสตร์ทาง Remote Sensing ได้เริ่มจากการแปลและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจากภาพถ่ายทางอากาศ คำจำกัดความ ณ จุดเริ่มต้นคือ

"การรับรู้ข่าวสาร (information) เกี่ยวกับคุณสมบัติเฉพาะอย่างของวัตถุด้วยอุปกรณ์เครื่องรับ (sensor) ที่ไม่สัมผัสวัตถุที่ทำการศึกษา"

ผลปรากฏว่า ค่าจำกัดความถี่มิได้หยุดที่การศึกษาจากภาพถ่ายเท่านั้น
 ยังกินความถึงแขนงดาราศาสตร์ที่นักดาราศาสตร์ส่องดูดวงดาวต่าง ๆ ในระบบสุริยจักรวาล
 แขนงฟิล์มเอ็กซ์เรย์ที่แพทย์อ่านผลที่ได้จากการถ่ายเอ็กซ์เรย์ผู้ป่วย แขนงอุศุนิยมวิทยาที่นักอุศุนิยม
 นิยม ๆ ทำการตีความผลที่ได้รับจากการส่งสัญญาณและรับสัญญาณสะท้อนของเครื่องเรดาร์

ดังที่ได้กล่าวไว้ในบทนำว่า เราจะตีกรอบค่าจำกัดความของ Remote Sensing
 ให้กระชับเข้าเพื่อให้สัมพันธ์กับดาวเทียม LANDSAT เท่านั้น ค่าจำกัดความก็คือ

"การรับรู้ข่าวสารว่าด้วยคุณสมบัติทางการแพร่ของแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic radiation) ของวัตถุนบนพื้นผิวโลก อุปกรณ์เครื่องรับจะรับการแพร่ของ
 แม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงคลื่นจำกัดหลายช่วงคลื่นเป็นองค์ประกอบ ซึ่งเกิดจากการสะท้อน (reflection) คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุนั้น ๆ "

2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับดาวเทียม LANDSAT

ดาวเทียม LANDSAT-1 ขึ้นสู่อวกาศรอบโลกตามแนวเส้นแวงจากเหนือ
 ไปหาใต้ทางด้านรับแสงอาทิตย์ ด้วยระดับความสูงจากพื้นผิวโลกโดยประมาณ 920 กิโลเมตร
 การรับการแพร่ของวัตถุนบนพื้นผิวโลก ณ ที่บริเวณใด ๆ บนเส้นศูนย์สูตรหนึ่งนั้นเป็นเวลาห้อง-
 ถิ่นประมาณ 9.30 น. และ ณ บริเวณเดียวกันนี้ดาวเทียม LANDSAT-1 จะย้อนมาบันทึก
 ข้อมูลอีก 18 วันข้างหน้า ฉะนั้นการบันทึกข่าวสารของระบบอุปกรณ์เครื่องรับบนดาวเทียม
 LANDSAT-1 จึงสามารถคลุมข้อมูลรอบพื้นผิวโลกระหว่างแนวเส้นรุ้ง 80° ได้ ในเวลา 18 วัน

จากวันที่ 22 มกราคม 2518 ถึงวันที่ 6 มกราคม 2521 บริเวณหนึ่งบน
 พื้นผิวโลกตามเส้นรุ้งดังกล่าวจะถูกบันทึกข้อมูลโดย LANDSAT-1 และ LANDSAT-2 สลับกัน
 ในทุก ๆ 9 วัน และนับแต่วันที่ 5 มีนาคม 2521 LANDSAT-3 ได้ขึ้นทำการบันทึกข้อมูล
 แทน LANDSAT-1 ด้วยอุปกรณ์เครื่องรับที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า

นับแต่ LANDSAT-1 เป็นต้นมา ระบบอุปกรณ์เครื่องรับบนดาวเทียมมี 2 ระบบ คือ ระบบ อาร์.บี.วี. (RBV-Return Beam Vidicon) และระบบ เอ็ม.เอส.เอส. (MSS-Multispectral Scanner) ความแตกต่างของสองระบบนี้กล่าวโดยย่อได้ดังนี้

ก. ระบบ อาร์.บี.วี. ทำการถ่ายภาพ 3 ช่วงคลื่น กล่าวคือ ช่วงน้ำเงิน-เขียว ช่วงเหลือง-แดง และช่วงแดง-ช่วงต้นของรังสีใต้แดง และ scanner ที่ติดตั้งบนดาวเทียมทำการกวาดภาพเพื่อเก็บข้อมูลในลักษณะสัญญาณต่อเนื่อง (analog signal) ระบบนี้将有ความผิดพลาดทางเรขาคณิต (geometrical error) น้อยมากเพราะเป็นการถ่ายภาพครั้งเดียว ทำให้ความเร็วสัมพันธ์ระหว่างโลกหมุนรอบตัวเองและการเคลื่อนตัวของดาวเทียมมีผลน้อยมากที่จะสร้างความผิดพลาดทางภูมิศาสตร์ (geographical error)

ข. ระบบ เอ็ม.เอส.เอส. เป็นระบบหลักเลข (digital system) การบันทึกข้อมูลใช้วิธีการกวาดจากทิศตะวันตกไปหาทิศตะวันออกครั้งละ 6 scanlines กลุ่มพื้นที่บนพื้นผิวโลก 474 ม. x 185 กม. ตัดตามแนวเส้นแวง ฉะนั้นพื้นที่บนพื้นผิวโลก 185 x 185 ตารางกิโลเมตร ต่อหนึ่งภาพถ่ายในระบบ เอ็ม.เอส.เอส. ต้องทำการกวาดบันทึกข้อมูลถึง 390 ครั้ง ความเร็วสัมพันธ์ระหว่างการหมุนรอบตัวเองและการเคลื่อนตัวของดาวเทียมกับเสถียรภาพการกวาดบันทึกข้อมูลของระบบ เอ็ม.เอส.เอส. จึงมีโอกาสสร้างความผิดพลาดทางเรขาคณิตสูงกว่าระบบ อาร์.บี.วี.

อย่างไรก็ดี เมื่อ LANDSAT-1 เข้าสู่วงโคจรได้ไม่นานนัก ระบบ อาร์.บี.วี. เกิดขัดข้องไม่สามารถบันทึกข้อมูลต่อไปได้ ข้อมูลที่นำมาวิจัยศึกษาจึงมีข้อมูลจากระบบ เอ็ม.เอส.เอส. เป็นหลัก หลังจากขบวนการถ่ายทอข้อมูลจากดาวเทียมไปสู่สถานีรับสัญญาณทางสถานีรับต้องแปรสภาพข้อมูลออกเป็นสองลักษณะ คือ ฟิล์มขาวดำตามจำนวนช่วงคลื่นที่ทำกรบันทึก และข้อมูลในม้วนเทปคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า Computer Compatible Tape หรือ ซี.ซี.ที. (CCT)

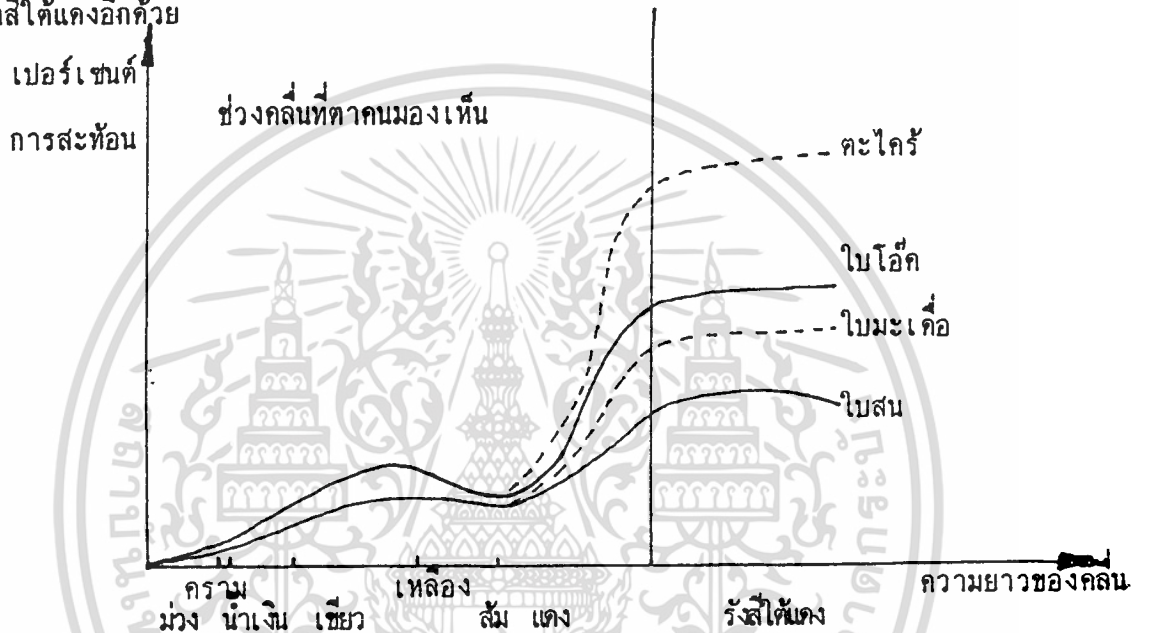
เนื่องจากข้อมูล ซี.ซี.ที. นี้สามารถใช้เป็นข้อมูลขาเข้า (input) สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ จึงได้มีการพัฒนาระบบโปรแกรมต่าง ๆ ขึ้นใช้ มีหลักเกณฑ์กว้าง ๆ เป็น 3 ขั้นตอนคือ

- การปรุงแต่งข้อมูลให้สมบูรณ์ก่อนการวิเคราะห์ข้อมูล (Pre-processing)
- ขบวนการวิเคราะห์และจำแนกประเภทข้อมูลในเชิงสถิติ (Statistical Analysis and Classification Process)
- การตกแต่งข้อมูลหลังขบวนการจำแนกประเภทข้อมูล (Post-processing)

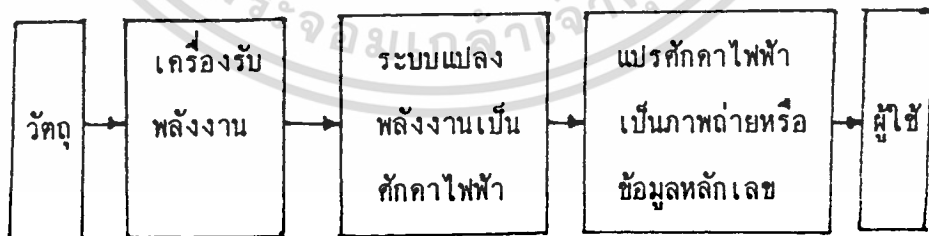
3. คุณสมบัติการสะท้อนของวัตถุว่าด้วยการแพร่ของแม่เหล็กไฟฟ้า

การที่ตาเรามองเห็นวัตถุต่าง ๆ ได้ นั้น สืบเนื่องมาจากการแปรรูปของพลังงานที่วัตถุนั้นได้รับ และสะท้อนช่วงคลื่นต่าง ๆ ออกมาตามคุณสมบัติทางแม่เหล็กไฟฟ้า ช่วงคลื่นที่ตามองเห็นนี้เรียกว่า visible range ซึ่งเป็นองค์ประกอบของสีม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง ช่วงคลื่นที่ตามองไม่เห็นเมื่ออยู่สองปลาย คือ ช่วงคลื่นที่สั้นกว่าสีม่วงที่เรียกว่า รังสีเหนือม่วง (ultraviolet) และช่วงคลื่นที่ยาวกว่าสีแดง ที่เรียกว่า รังสีใต้แดง (infrared) ความสามารถที่จำกัดของตาคือ สามารถมองวัตถุตามพลังงานรวมจากการสะท้อนของวัตถุนั้นว่าเกินที่สีใดในช่วง visible range เท่านั้น หากวัตถุที่มีพลังงานรวมจากการสะท้อนใกล้เคียงกัน ตาคณยอมไม่สามารถแยกความแตกต่างทั้ง ๆ ที่ความแตกต่างของวัตถุสองชนิดอาจเกิดขึ้นเฉพาะบางช่วงคลื่น ดังรูปที่ 1 ความแตกต่างระหว่างไบตะไคร้ ไบมะเคื้อ และไบสน จะไม่สามารถเห็นได้อย่างเด่นชัดด้วยตา หากตาคณสามารถบังคับการรับของช่วงคลื่น เฉพาะสีแดงก็จะสามารถบ่งถึงความแตกต่างได้บ้าง ยิ่งกว่านั้นหากตาคณสามารถรับให้รับเฉพาะช่วงคลื่นรังสีใต้แดง ความแตกต่างของไบไม้ทั้งสามชนิดก็ยิ่งเด่นชัดมากกว่าอีก

เนื่องจากขีดความสามารถอันจำกัดของสายตากันดังกล่าว ประกอบกับความรู้ที่ว่าไบสนยอมมีขบวนการปรุงอาหารน้อยกว่าไบตะไคร้ การแพร่ของแม่เหล็กไฟฟ้าย่อมแตกต่างกันในช่วงคลื่นรังสีได้แดง ทำให้มีผู้คิดค้นและพัฒนาอุปกรณ์เครื่องรับที่สามารถรับการแพร่ของแม่เหล็กไฟฟ้าเฉพาะช่วงคลื่นที่กำหนด และยังสามารถรับการแพร่ของแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงรังสีได้แดงอีกด้วย



ภาพที่ 17 คุณสมบัติการสะท้อนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุต่างชนิดกัน

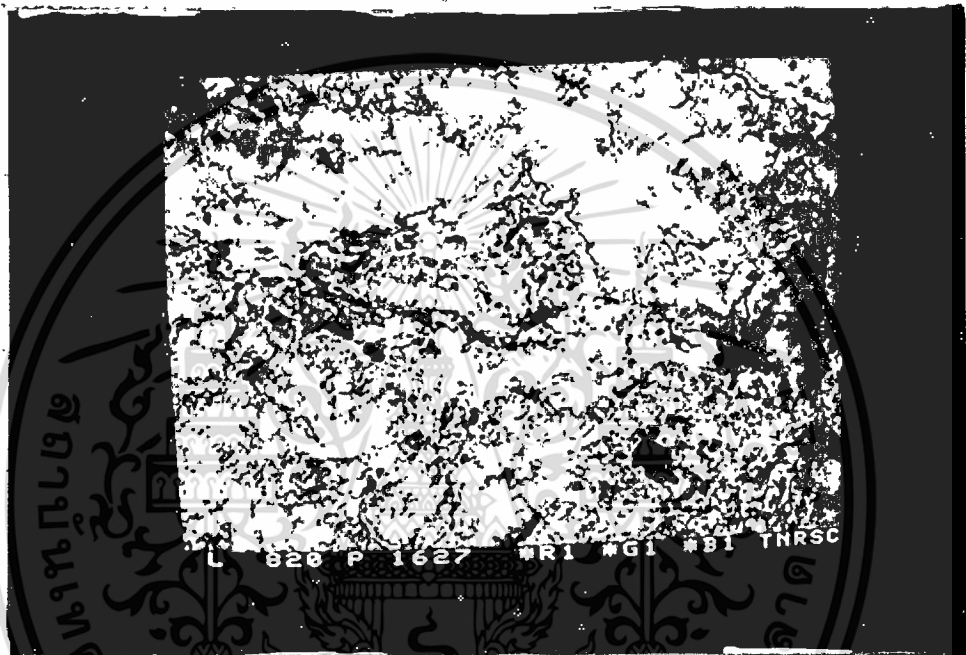


ระบบอุปกรณ์เครื่องรับการแพร่ของแม่เหล็กไฟฟ้าตามช่วงคลื่นที่กำหนด

ระบบอุปกรณ์เครื่องรับนี้เรียกว่า เอ็ม.เอส.เอส. ได้มีการทดลองสมรรถภาพ ก่อนโครงการส่ง LANDSAT-1 หลายปี และการกำหนดช่วงคลื่นนับจากรังสีเหนือม่วงไปจนถึงรังสีใต้แดง เป็น 12 ถึง 24 ช่วงคลื่น ช่วงคลื่นเหนือม่วงให้ผลไม่ดีนักเนื่องจากการแพร่ของแม่เหล็กไฟฟ้าในชั้นบรรยากาศของช่วงคลื่นนี้มีมาก ผลการศึกษาระบบ เอ็ม.เอส.เอส. ที่ให้ความแตกต่างของวัตถุบนพื้นดินมากที่สุดได้ถูกคัดแปลงมาติดตั้งบนดาวเทียม LANDSAT หั่งสาม ดังตารางที่ 4

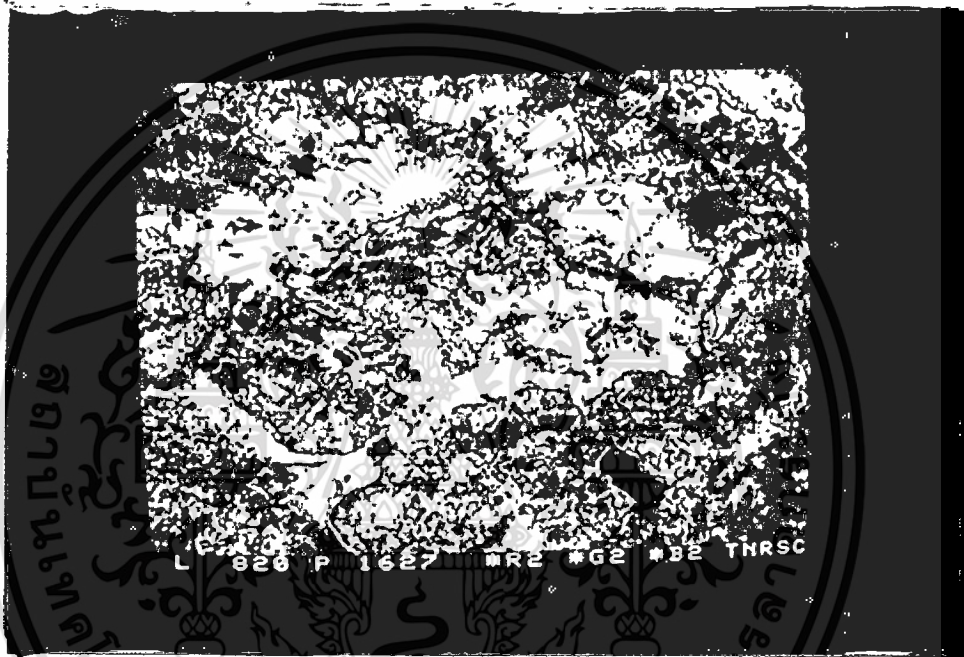
ตารางที่ 4 แสดงช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของอุปกรณ์เครื่องรับ เอ็ม.เอส.เอส. บน LANDSAT

LANDSAT-1&2 (ไมครอน):	LANDSAT-3 (ไมครอน)	BAND CODE	หมายเหตุ
0.5 - 0.6	0.5 - 0.6	4	ช่วงคลื่นที่ตาเห็น
0.6 - 0.7	0.6 - 0.7	5	
0.7 - 0.8	0.7 - 0.8	6	ช่วงคลื่นรังสีใต้แดง
0.8 - 1.1	0.8 - 1.1	7	
-	10.4 - 12.6	8	ช่วงคลื่น Thermal Infrared



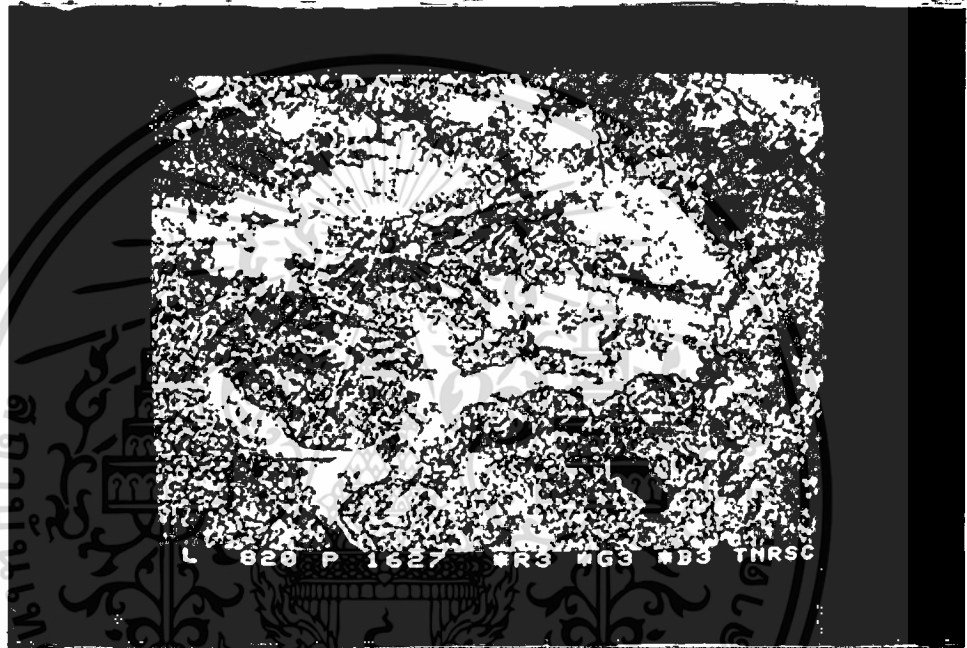
ภาพที่ 18 จาก Manitor แสดงภาพถ่ายดาวเทียม, Band 4 บริเวณ
จ. นครราชสีมา Band 4 จะแสดงแหล่งน้ำได้ชัดเจน สีดำคือ แหล่งน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



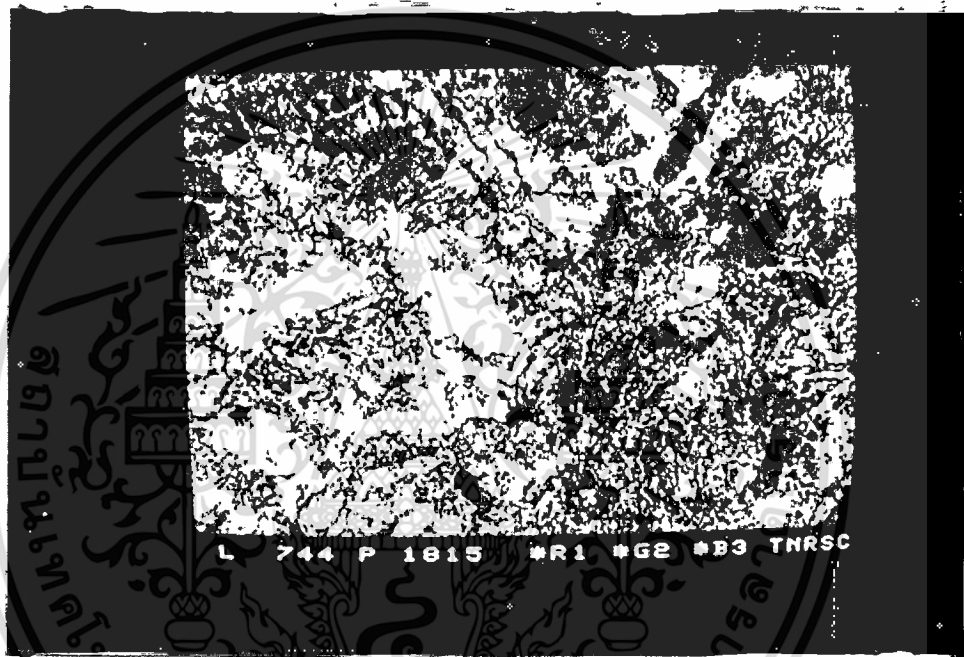
ภาพที่ 19 จาก Monitor แสดงภาพถ่ายดาวเทียม, Band 5 บริเวณ
จ.นครราชสีมา ภาพจากช่วงคลื่น ของ Band 5 ใช้ศึกษาลักษณะการใช้ที่ดิน ประเภท
ต่าง ๆ ได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 20 จาก Monitor แสดงภาพถ่ายดาวเทียม, Band 7 บริเวณ
 จ. นครราชสีมา ภาพจากช่วงคลื่นแสงนี้สามารถแยกความแตกต่างระหว่าง พื้นดินกับพื้นน้ำ
 ได้ และใช้ศึกษา เกี่ยวกับดินเค็มได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 21 ภาพสีผสม โดยแทนค่าการสะท้อนจาก Band 4, Band 5 และ Band 7 ด้วยสีน้ำเงิน, สีเหลือง, สีแดง เป็นภาพที่ถ่ายจากบริเวณเดียวกันกับภาพต้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนนี้จะทำการแบ่งเฟรมออกเป็น 4 แถบภาพ (Strip) แต่ละแถบภาพจะประกอบด้วยข้อมูลตามแนวเส้นรุ้งประมาณ 46.5 กิโลเมตร นอกจากนี้แล้วข้อมูลระบบ เอ็ม.เอส.เอส. ซึ่งนับแต่ถ่ายทอดจากดาวเทียมจนถึงเทป เอช.ดี.ที. มีค่าตัวเลขที่แทนด้วยค่า 6 บิต จะถูกเปลี่ยนเป็นค่า 8 บิต ค่าหนึ่งจุดภาพต่อหนึ่งช่วงคลื่น สำหรับ dummy bytes ก็จะมีการเติมเข้าไปในขั้นตอนนี้ รายละเอียดของโครงสร้างข้อมูลในเทป ซี.ซี.ที. สามารถดูได้จากบทความที่สายในหนังสือรวมเล่มฉบับนี้

ส่วนขั้นตอนการทำภาพขาวดำ 70 ม.ม. นั้น สามารถทำได้โดยอาศัยข้อมูลขาเข้าจาก Ampex 1928 โดยผ่านขั้นตอนหลักสองขั้นตอนคือ

- Initial Image Generation Subsystem
- Photographic Processing

คำอธิบายโดยย่อของภาพถ่ายขาวดำสามารถดูได้จากบทความที่ทุกในหนังสือรวมเล่มฉบับนี้

ขั้นตอนการประมวลข้อมูล เอ็ม.เอส.เอส. ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

ผู้วิจัยหรือหัวหน้าโครงการที่ต้องการนำข้อมูลระบบ เอ็ม.เอส.เอส. มาใช้งานในแขนงวิชาที่ตนสนใจอยู่ ควรเข้าใจความเป็นมาของข้อมูลคั้งที่ได้กล่างมาแล้ว ซึ่งสรุปได้โดยย่อได้คั้งนี้คือ

ก. การแกว่งกวาดรับข้อมูลระบบ เอ็ม.เอส.เอส. นั้น กระทำครั้งละ 6 scanlines ครอบคลุมพื้นที่ 474 ม. × 185.2 ก.ม. โดยที่หนึ่งจุดภาพครอบคลุมพื้นที่บนพื้นดินตามแนวระนาบ 56 × 79 ตารางเมตร หรือประมาณ 2.5 ไร่

ข. ขบวนการรับและถ่ายทอข้อมูลนั้นค่อนข้างสลับซับซ้อน อาจจะมีควมผิดพลาดเกิดขึ้นสองประเภทใหญ่ ๆ คือ ทางระดับสีเทา และทางเรขาคณิต

ค. เนื่องจากความเร็วในการกวาดรับและถ่ายทอข้อมูลในช่วงเวลาสั้น ๆ ทำให้ข้อมูลถูกจัดเรียงสลับในลักษณะ interleave

ง. ที่มาของ image frame คือ time code และ image annotation ซึ่งถูกถ่ายทอในช่วงความถี่ USB และ VHF เพื่อให้กรอบภาพข้อมูลระบบ เอ็ม.เอส.เอส. สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากระบบ อาร์.บี.วี. ซึ่งมีขนาด 185.2×185.2 ตารางกิโลเมตร

จ. ข้อมูลในม้วนเทป ซี.ซี.ที. ถูกจัดแบ่งเป็นสี่แพ้มข้อมูล โดยที่แต่ละแพ้มข้อมูลบรรจุข้อมูลกลุ่มพื้นที่ 185.2×46.25 ตารางกิโลเมตร ตามแนวทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออกเฉียงของบริเวณกวาดรับข้อมูล

ฉ. นอกจากข้อมูลในลักษณะเทป ซี.ซี.ที. แล้ว ยังมีขบวนการแปลงสัญญาณหลักเลขเหล่านี้ออกมาเป็นภาพถ่ายในมาตราส่วนต่าง ๆ กัน ซึ่งในบทความนี้จะไม่กล่าวถึงรายละเอียดของภาพถ่ายมาตราส่วนต่าง ๆ เหล่านี้ อย่างไรก็ตามผู้ที่ต้องการใช้ภาพถ่ายจะดำเนินการจัดซื้อภาพถ่ายตามขนาดมาตรฐานได้ที่ศูนย์บริการข้อมูล กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

เมื่อได้ระบบข้อมูล เอ็ม.เอส.เอส. ในเทป ซี.ซี.ที. ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลขาเข้าสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ ขบวนการแรกสุดที่ต้องกระทำคือ การจัดเรียงข้อมูลใหม่ (reformatting) เพื่อความง่ายต่อการประมวลผลในขั้นตอนต่าง ๆ

ขั้นตอนในการประมวลผลนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบและจุดประสงค์ของผู้วิจัยที่ต้องการ ความถูกต้อง และความละเอียดในระดับไหน ผลที่ได้นี้จะ เป็นเครื่องช่วยผู้บริหารในการวางนโยบายการพัฒนาประเทศ การลงทุนเพื่อให้ได้มาของข่าวสารขึ้นอยู่กับความสลับซับซ้อนของข้อมูลเป็นหลักตัวอย่างเช่น ทางธรณีวิทยา หากต้องการทราบเพียงลักษณะ faults

ในภูมิภาคแถบใด ก็สามารถทำได้โดยส่งชื่อภาพดาวเทียมบริการข้อมูลและทำการแปลภาพ หรือทางเกษตร ต้องการทราบพื้นที่ทำการเพาะปลูกประมาณหมื่นไร่ อาจจะใช้ระบบโปรแกรมและเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กในการประมวลผล หากต้องการสร้างระบบฐานข้อมูลทางภูมิศาสตร์ธรณี (geographical data base) การคำนึงถึงขั้นตอนและการวางแผนระยะยาวให้ได้มาซึ่งระบบฐานข้อมูลนั้นย่อมมีความจำเป็นและค่าของการลงทุนย่อมสูงตามไปด้วย

ขั้นตอนการประมวลผล

ขั้นตอนการประมวลผลที่จะกล่าวถึงสามขั้นตอนหลัก นับแต่ได้นำข้อมูลที่ถูกต้องเรียบร้อยใหม่ จนกระทั่งข้อมูลขาออกถูกนำไปทำระบบฐานข้อมูล หรือเป็นข่าวสารที่ช่วยในการตัดสินใจของผู้บริหารหรือวางแผนนโยบายการพัฒนาในแขนงของตนได้

1. การปรุงแต่งข้อมูลให้สมบูรณ์ก่อนการวิเคราะห์ข้อมูล (Pre-processing)

เป็นขบวนการเบื้องต้นที่จำเป็นเมื่อผู้วิจัยสนใจและต้องการเปอร์เซ็นต์ของความถูกต้องขั้น ขบวนการต่าง ๆ นี้ประกอบด้วย

- Radiometric Correction คือ การแก้ระดับสีเทา ซึ่งอาจผิดพลาดได้จากความคลาดเคลื่อนของอุปกรณ์ทางความเข้มของแสงในเครื่องกวาดรับข้อมูล หรือจากมุมแสงอาทิตย์ (sun angle) ที่ต่างกัน หรือจากการแตกกระจายของการแพร่ทางสนามแม่เหล็กผ่านชั้นบรรยากาศ ประโยชน์ที่พึงได้รับจากการแก้ระดับสีเทา คือ ความมั่นใจในการเปรียบเทียบของข้อมูลบริเวณเดียวกันที่ถูกบันทึกจากวันหรือฤดูที่ต่างกัน (temporal analysis) และการต่อภาพของบริเวณข้างเคียงที่ได้จากดาวเทียมโคจรต่างกัน (mosaicking)

- Geometric Correction การแก้ความผิดพลาดทางเรขาคณิตที่เกิดขึ้น เนื่องจากความโค้งของผิวโลก ความเร็วของโลกในการหมุนรอบตัวเอง และความบกพร่อง

ของอุปกรณ์เครื่องรับขณะรับสัญญาณ ประโยชน์ที่พึงได้รับคือ ทำให้การคำนวณหาพื้นที่ของ ประเภทข้อมูลได้ถูกต้องมากขึ้น ทำให้สามารถกำหนดตำแหน่งของ ground control point ได้ถูกต้องยิ่งขึ้น ท้ายที่สุดหากผนวกขบวนการ grid fitting เข้าไปด้วยจะสามารถสร้าง ภาพดาวเทียมให้สอดคล้องกับแผนที่ที่ใช้เป็นมาตรฐานที่เรียกว่า Universal Transverse Mercator

- Enhancement การเน้นประเภทข้อมูลที่สนใจ ซึ่งกรรมวิธีนี้ก็ได้แต่ชนิดของการประมวลผลข้อมูลในสาขาต่าง ๆ เช่น การเอาระดับสีเทาของจุดภาพข้างเคียงมาลบกันเพื่อเน้นอาณาเขตของข้อมูลประเภทเดียวกัน (boundary) การปรับค่าสีเทาโดยแทนด้วยสัญลักษณ์ตัวอักษรต่างกันหรือสีต่างกัน (graytoneadjustment) หรือการสร้างวิธีการตัดสินใจความแตกต่างของประเภทข้อมูลที่เรียกว่า Decision Tree Algorithm ตามที่จะได้พบในบทความที่ห้าของหนังสือรวมเล่มนี้

- Registration การซ้อนภาพจากดาวเทียมต่างดวงกันหรือข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมดวงเดียวกันแต่ต่างปี ซึ่งกรรมวิธีนี้จะพบในบทความที่สี่ของหนังสือรวมเล่มนี้ ในการทำ bench marking หากมีระบบโปรแกรมและเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่พอ ก็สามารถนำข้อมูลระบบ เอ็ม.เอส.เอส. จากสองแฟ้มข้อมูลมาทำการซ้อนกันในการประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่ทั้งนี้ต้องผ่านขบวนการแก้ไขความผิดพลาดทางเรขาคณิตและให้จุดพิกัดที่แน่นอน (ground control point) ซ้อนกันมากที่สุด ประโยชน์ก็คือทำให้สามารถศึกษาความเปลี่ยนแปลงของข้อมูลได้ละเอียดมากขึ้นและเป็นการประมวลผลแบบอัตโนมัติ

- Image Correlation โดยอาศัยความรู้เชิงสถิติช่วยในการแยกประเภทข้อมูลที่ต้องการจำแนกให้มีความแตกต่างเชิงสถิติมากขึ้น (statistical separability) ซึ่งจะช่วยในการตัดสินใจเบื้องต้นว่า การประมวลผลโดยละเอียดในขั้นตอนถัดไปนั้นจะทำให้หรือไม่

2. ขบวนการวิเคราะห์และจำแนกประเภทข้อมูลในเชิงสถิติ (Statistical Analysis and Classification Process)

ขบวนการนี้จะมองประกอบหลักอยู่สามขั้นตอนคือ

- Data Compression คั้งที่ทราบแล้วว่า ข้อมูลระบบ เอ็ม.เอส.เอส. นั้นมีอยู่สี่ช่วงคลื่นด้วยกัน หรืออีกนัยหนึ่งเราแทนค่าข้อมูลของวัตถุเกี่ยวกับบนระนาบที่เป็นสี่มิติ ทำอย่างไรจึงสามารถเลือกมิติที่ถูกต้องและให้ความสำคัญของข้อมูลประเภทที่จะทำการวิเคราะห์มากที่สุด กรรมวิธีนี้จะทำให้หากมีความเข้าใจในเรื่อง image transformation แต่จะ ต้องใช้เวลาคอมพิวเตอร์เป็นจำนวนมาก ฉะนั้นความนิยมแพร่หลายจึงมีไม่มากนัก

- Statistical Classification เป็นขบวนการแรกสุดที่ผู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์ภาพหลักเลข (digital image analysis) นิยมใช้กันมาก รายละเอียดทางภาคทฤษฎีสามารถอ่านได้จากบทความที่สอง ส่วนกรรมวิธีทางภาคปฏิบัติในรูปแบบของระบบโปรแกรมก็จะพบในบทความที่สาม สีและห้า ของหนังสือรวมเล่มนี้

- Clustering Approach เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลโดยเริ่มคัมจากจุด ข้อมูลตัวอย่างที่เราทราบประเภทแล้ว และให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ขยายอาณาบริเวณนั้น ออกไปเรื่อย ๆ จนขยายต่อไปอีกไม่ได้ วิธีนี้จะเป็ประโยชน์อย่างยิ่งในเรื่องของป่าไม้

3. การตกแต่งข้อมูลหลังจากจำแนกประเภทข้อมูลแล้ว (Post-processing)

การตกแต่งผลหลังจากการวิเคราะห์ย่อมมีความจำเป็นด้วยเหตุของความไม่ต่อเนื่องของจุภาพ ตัวอย่างเช่น เส้นถนน หรือขอบของอาณาบริเวณพื้นที่เพาะปลูกซึ่งข้อมูลแต่ละจุภาพถูกแทนค่าด้วยพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า 56×79 ตร.ม. กรรมวิธีเหล่านี้ได้แก่

- Spectral Synthesis การเลือกจุภาพข้างเคียงที่เป็นไปได้และน่าจะเป็นประเภทข้อมูลเดียวกันเพื่อความต่อเนื่อง หลักการคั้งกล่าวนี้ จะประกอบด้วยทิศทางข้อมูล

ที่ถูกต้องแก่ความเป็นไปได้ในเชิงสถิติ

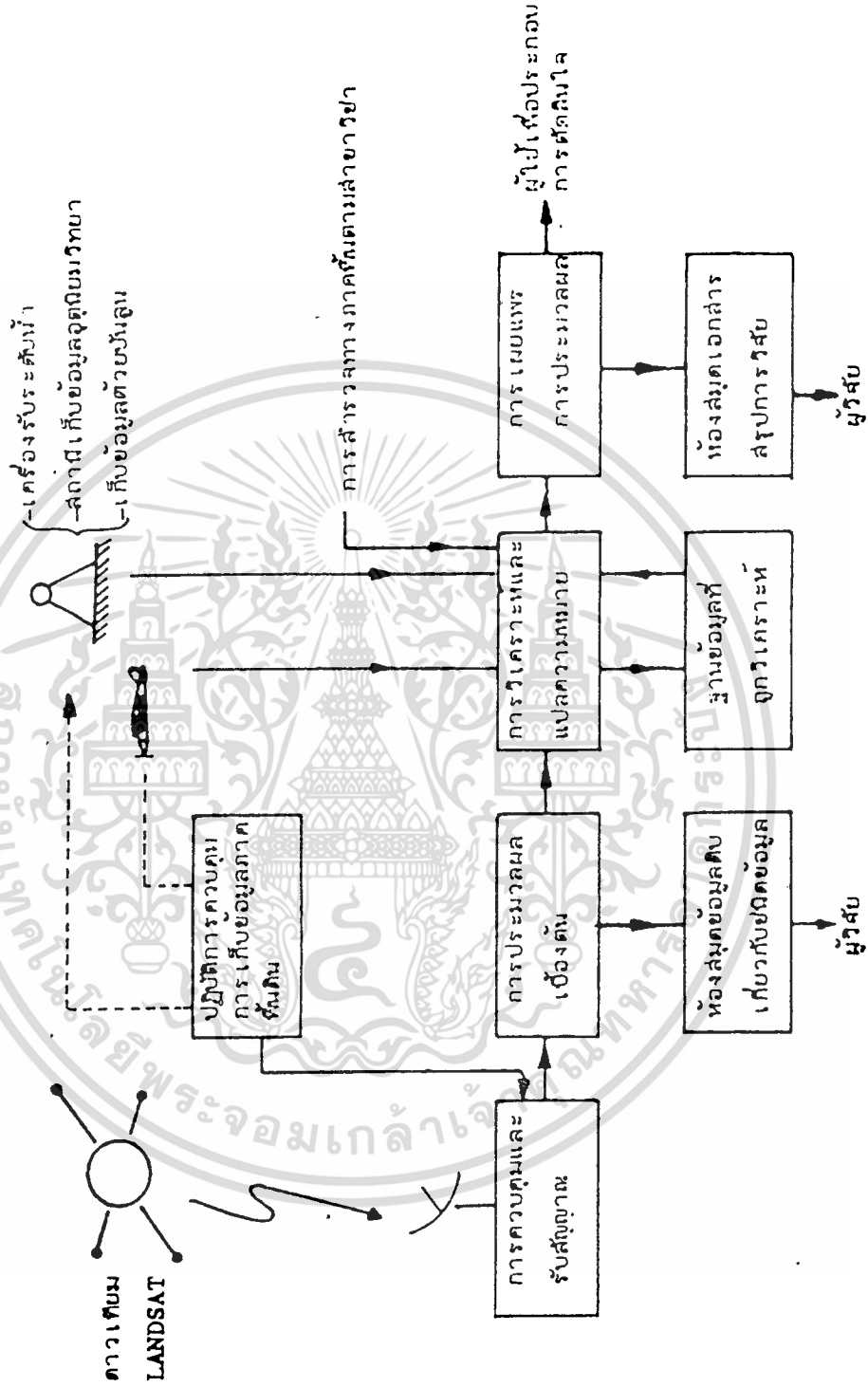
- Texture Synthesis การเลือกคุณภาพข้างเคียงที่อยู่ภายใต้สภาวะของข้อมูลประเภทเดียวกัน เช่น ภายใต้การวิเคราะห์พบว่า ส่วนใดส่วนหนึ่งของอาณาบริเวณป่าไม้สักมีคุณภาพสองสามจุดถูกจำแนกเป็นป่าไม้เต็งรังเคี้ย เมื่อเป็นเช่นนั้นคุณภาพนั้นควรแทนป่าไม้สักมากกว่า ข้อคำนึงในกรณีวิธีนี้คือ พื้นที่ของขอบเขตที่สนใจนั้นมีประเภทข้อมูลประเภทใดและมีค่าความเป็นไปได้ในเชิงสถิติเท่าใด

จะเห็นได้ว่านับแต่ได้ข้อมูลระบบ เอ็ม.เอส.เอส. จากศูนย์บริการข้อมูลจนกระทั่งทำการประมวลผลนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ทำการประมวลผลต้องเข้าใจถึงคุณสมบัติการแพร่ของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าของประเภทข้อมูลที่สนใจ และเลือกขั้นตอนการประมวลผลให้เหมาะสมกับองค์ประกอบแวดล้อม มิฉะนั้นแล้ว จะต้องลงทุนในการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างไม่คุ้มค่าและเกินความจำเป็น

ระบบการทำงานและการประมวลผล

เนื่องจากข้อมูลระบบ เอ็ม.เอส.เอส. เป็นที่รวมของข้อมูลที่สามารถนำไปใช้วิเคราะห์ในแขนงวิชาต่าง ๆ ในหลาย ๆ สาขาดังนี้คือ

- แผนที่ (Cartography)
- ภูมิประเทศและแร่ (Terrain and Mineral)
- ป่าไม้ (Forestry)
- ทุ่งปศุสัตว์ (Range Resources)
- แหล่งน้ำ (Water Resources)
- ภาวะสิ่งแวดล้อมทางน้ำ (Marine Environment)
- พืชผลและดิน (Crops and Soils)



รูปที่ 21 ระบบการสำรวจภูมิสารสนเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลระบบ เอ็ม.เอส.เอส. ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ จึงควรที่จะได้รับการสนับสนุนจากระดับผู้บริหารหน่วยงาน เพราะสามารถให้ผลสรุปได้อย่างรวดเร็วเป็นแนวทางของการกำหนดนโยบายการพัฒนาประเทศ สำหรับระดับนักวิชาการก็สามารถพัฒนาระบบงานทำให้เกิดความซ้ำซ้อนน้อยลง เมื่อพัฒนาระบบที่เหมาะสมกับหน่วยงานของตนเรียบร้อยแล้ว ก็สามารถแจกจ่ายให้ผู้ปฏิบัติงานได้บังคับบัญชาทำต่อ จะได้มีเวลาสำหรับงานใหม่ในขั้นตอนต่อไป ทำให้การพัฒนาประเทศสามารถสำเร็จลุล่วงได้ทันความก้าวหน้าของประเทศที่พัฒนาแล้ว

เพื่อป้องกันความซ้ำซ้อนของการเก็บข้อมูลพื้นที่อันเป็นองค์ประกอบในการวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์ข้อมูลระบบ เอ็ม.เอส.เอส. ครอบคลุมขั้นตอนตามที่ได้อธิบายไว้ ก็ยังเป็นเพียงจุดเริ่มต้นของระบบการสำรวจข้อมูลภาคพื้นดินเท่านั้น งานทางคอมพิวเตอร์ที่จะต้องเกี่ยวข้องในระหว่างพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อมูลที่จะต้องคำนึงถึงคือ ระบบการจัดการฐานข้อมูลที่เรียกว่า Data Base Information Management System

บทความนี้ต้องการให้ผู้สนใจและนักวิชาการในสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ได้เข้าใจถึงความจำเป็นมาของข้อมูลระบบ เอ็ม.เอส.เอส. นับตั้งแต่คุณสมบัติการแพร่กระจายทางสนามแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุเมื่อได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ อุปกรณ์เครื่องรับและการถ่ายทอดข้อมูลระบบ เอ็ม.เอส.เอส. จากดาวเทียมจนกระทั่งขั้นตอนการรับและแปรสภาพข้อมูลดิบมาอยู่ในรูปของเทปคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า ซี.ซี.ที. จากการรู้ภูมิหลังของข้อมูล ซี.ซี.ที. ย่อมทำให้ผู้อ่านเข้าใจในเหตุผลที่จำเป็นต้องมีขั้นตอนการวิเคราะห์แบ่งออกเป็นสามขั้นตอนหลักดังได้กล่าวแล้ว

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่กำลังพัฒนา ข้อคำนึงในเรื่องการลงทุน เวลาและแนวโน้มของการพัฒนาประเทศย่อมเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้น การนำข่าวสารเหล่านี้มาใช้ตามเทคโนโลยีดังได้กล่าวไว้ในบทความนี้ ย่อมเป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายแก่เจ้าหน้าที่ระดับผู้บริหารได้อย่างดีและรวดเร็ว ถึงแม้ว่าการลงทุนในการนำระบบโปรแกรม

มาติดตั้งกับเครื่องคอมพิวเตอร์ จะต้องเสียค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนไม่น้อยในเบื้องต้นก็ตาม แต่ผลของการลงทุนจะตอบแทนแก่หน่วยงานได้อย่างคุ้มค่าในระยะเวลาสามถึงสี่ปี เพราะนักวิชาการหรือผู้เชี่ยวชาญในแขนงวิชานั้น สามารถใช้เวลาในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้ออกคล้องกับแผนพัฒนาประเทศในขั้นตอนต่อไป

บทความนี้ยังชี้ให้เห็นถึงข้อควรคำนึงอื่น ๆ อีกเช่น การวางแผนล่วงหน้าในการรับข้อมูลที่ถ่ายทอดจากดาวเทียมว่าข้อมูลใดควรเก็บ มิฉะนั้นแล้วอัตราการขยายตัวของจำนวนข้อมูลอาจเกินกำลังที่สถานีรับจะเก็บสะสมและบริการแก่ผู้ใช้ได้ และท้ายที่สุดคือ การวางแผนล่วงหน้าสำหรับศูนย์รวบรวมข้อมูลภาคพื้นดิน และผลสรุปของการวิเคราะห์เพราะเราไม่สามารถลงทุนในลักษณะต่างหน่วยงานต่างทำ จึงเป็นธรรมดาอยู่เองที่บทบาทสำคัญหลังการพัฒนาาระบบวิเคราะห์ข้อมูลระบบ เอ็ม.เอส.เอส. ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์คือ ระบบการจัดการฐานข้อมูล



ภาพ 22 เครื่องอ่านเทปบันทึก ข้อมูลดาวเทียม (CCT) ณ กองดาวเทียม
สภาวิจัยฯ (NRC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการประมวลผลข้อมูลควาเทียมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

จากบทที่หนึ่ง เราพบว่า ในปัจจุบันมีระบบโปรแกรมสำหรับใช้ในการประมวลผลข้อมูลควาเทียมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งเราสามารถจะเลือกใช้ได้ 2 แห่งคือ ระบบโปรแกรม CU-LIGMALS ที่บริษัทศูนย์คอมพิวเตอร์ประเทศไทย จำกัด และระบบโปรแกรม RECOGX ที่ เอ.ไอ.ที

1. การเตรียมการก่อนการประมวลผลจริง (Pre-processing Requirement)

เนื่องจากข้อมูล ซี.ซี.ที อยู่ในลักษณะที่ไม่สะดวกต่องานประมวลผลข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ จึงนิยมจัดเรียงข้อมูลเหล่านี้เสียใหม่ ให้อยู่ในลักษณะดังรูปที่ 22 แล้วเขียนลงในเทปแม่เหล็กอีกม้วนหนึ่ง เรียกว่า เทปข้อมูลจัดเรียงใหม่ (reformatted tape)

Pt. 1	Pt. 1	Pt. 1	Pt. 1	Pt. 2	Pt. 2	Pt. 2	Pt. 2
Bnd. 4	Bnd. 5	Bnd. 6	Bnd. 7	Bnd. 4	Bnd. 5	Bnd. 6	Bnd. 7

รูปที่ 22 ลักษณะข้อมูลที่จัดเรียงใหม่

2. ขั้นตอนการประมวลผลทั่วไป

เราจะสามารถนำเอาเทปข้อมูลจัดเรียงใหม่ไปเริ่มงานประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ทันที สำหรับขั้นตอนการประมวลผลข้อมูลควาเทียมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยทั่วไปมักจะทำดังต่อไปนี้

2.1 การสร้างภาพพิมพ์ (graymap)

- คือการใช้โปรแกรมที่ทำหน้าที่แบ่งระดับสีเทา (graytone level)

ของจุลภาพภายในเขตภาพที่ต้องการจะวิเคราะห์ออกเป็นชั้น ๆ แล้วพิมพ์เขตภาพนั้นออกมาทางเครื่องพิมพ์คอมพิวเตอร์ โดยใช้สัญลักษณ์แทนแต่ละชั้นที่แบ่งเอาไว้

- รูปที่ 23 แสดงสัญลักษณ์ที่ใช้ในระบบโปรแกรม LIGMALS ซึ่ง H.L. Wagner ออกแบบสัญลักษณ์ในสองลักษณะ สามารถทำให้ภาพพิมพ์ที่ได้ดูคล้ายภาพถ่าย (pholoprint) มากที่สุด

- ภาพพิมพ์ที่ได้ออกมาแล้ว จะถูกใช้เป็นบรรทัดฐาน สำหรับการวิเคราะห์รายละเอียดของเขตภาพ (subimage) นั้น ๆ ต่อไป

1 2 3 4 5 6 7

MMMMXXXXXOOOOO/////++++.....

MMMMXXXXXOOOOO/////++++.....

MMMMXXXXXOOOOO/////++++.....

ไม่พิมพ์ซ้ำอักษร ใช้กับจอทีวีหรือเครื่องพิมพ์ที่พิมพ์ซ้ำบรรทัดไม่ได้

1 2 3 4 5 6 7

AAAAA#SSSS#OOO/////++++.....

AAAAA#SSSS#OOO/////++++.....

AAAAA#SSSS#OOO/////++++.....

พิมพ์ซ้ำอักษร ใช้เมื่อเครื่องพิมพ์พิมพ์ซ้ำบรรทัดได้

รูปที่ 23 สัญลักษณ์ที่ใช้พิมพ์ในแต่ละชั้น (Stepwedge)

2.2 การหาค่าสถิติ (Statistical Computation)

จากภาพพิมพ์ที่สามารถแจกแจงถึงความแตกต่างของประเภทข้อมูลที่ต้องการศึกษา เราจะทำการเลือกข้อมูลตัวอย่างตามแบบที่ที่สามารถนั้นถึงคุณสมบัติของการสะท้อนของประเภทข้อมูลนั้น ๆ มากที่สุด เพื่อคำนวณหาข้อมูลเชิงสถิติ ได้แก่ covariance matrix, mean vector และ standard deviation เครื่องมือที่ช่วยในการสร้างความมั่นใจในการหาค่าตอบทางสถิติคือ แผนภูมิแท่ง และตารางความเบี่ยงเบนของข้อมูล ตัวอย่าง นอกเหนือจากนี้ยังมีกราฟแสดงความสัมพันธ์ของจุดภาพตามแนวอนและแนวตั้ง เพื่อการเปรียบเทียบคุณสมบัติของจุดภาพข้างเคียงที่อยู่ในแนวเดียวกัน

จากประสบการณ์ของผู้เขียน ในการหาค่าสถิติ ปัญหาที่มักประสบในการเลือกข้อมูลตัวอย่างที่ตรงกันกับข้อมูลภาคพื้นดิน (ground truth) ในเขตภาพนั้น ๆ ในบางครั้งเราอาจมีความจำเป็นต้องออกเดินทางไปตรวจภูมิประเทศจริง เมื่อภาพพิมพ์ที่ได้แสดงผลแตกต่างไปจากประเภทข้อมูลที่คาดหมาย เพื่อที่ว่าเราจะสามารถเลือกข้อมูลตัวอย่างที่ถูกต้องไปป้อนให้แก่โปรแกรมคำนวณค่าสถิติต่าง ๆ แต่ในบางครั้งเราก็ไม่อาจทำได้ตามที่ต้องการ เพราะสภาพภูมิประเทศเปลี่ยนไปจากข้อมูล ซี.ซี.ที ที่กำลังทำการวิเคราะห์

2.3 การวิเคราะห์ประเภทข้อมูล (Analysis)

จากภาพพิมพ์ในหัวข้อ 2.1 และข้อมูลทางสถิติที่เราคำนวณได้ในหัวข้อ 2.2 โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ เราจะนำข้อมูลที่ได้เหล่านั้นไปทดลองจำแนกประเภทข้อมูล โดยใช้เทคนิคที่แตกต่างกันตามแต่จะเห็นสมควร วิธีที่นิยมใช้กันทั่วไป ได้แก่ Level Slicing และ เอ็ม.แอล.อาร์. เป็นต้น

โดยปกติ เรามักจะเริ่มต้นโดยใช้เทคนิคที่มีอยู่แล้วในระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เรากำลังใช้อยู่ในขณะนั้น อุปสรรคที่มักจะมีก็คือการไม่สามารถกำหนดข้อมูล

ตัวอย่าง (training area) จากในภาพพิมพ์โดยตรง การที่จะเริ่มต้นทดลองจำแนกประเภทข้อมูลต่อไปได้อย่างไรนั้น จึงขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและคุณลักษณะของผู้ทำการทดลอง จำแนกประเภทข้อมูลในขณะนั้นเป็นสำคัญ

สภาพแวดล้อมในที่นี้หมายถึง เครื่องมือที่มีอยู่ในขณะนั้น ได้แก่

- ขนาดและคุณลักษณะของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งาน
- ซึ่ความสามารถ และความคล่องตัวของระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้จำแนกประเภทข้อมูล
- ความสมบูรณ์ของข้อมูลภาคพื้นดิน (ground truth) รวมถึงแผนที่ภูมิศาสตร์และภาพถ่ายดาวเทียมความแบบต่าง ๆ ด้วย
- ข่าวสารอื่น ๆ เกี่ยวกับประเภทข้อมูลที่เราต้องการจำแนกในขณะนั้น

2.4 การจำแนกประเภทข้อมูล (Classification)

หากการวิเคราะห์ประเภทข้อมูลตามหัวข้อ 2.3 ได้ค่าความผิดพลาดจากการยอมรับและการละเลยด้วยเปอร์เซ็นต์ค่า ขั้นตอนต่อไปก็เพียงแต่ทำการจำแนกเขตภาพที่ต้องการทั้งหมด โดยป้อนข้อมูลเชิงสถิติที่เชื่อว่าจะถูกต้องแล้วนี้ (จากหัวข้อ 2.3) ให้โปรแกรมทำการจำแนกประเภทข้อมูลออกมาทั้งเขตภาพ



ภาพ 24 แสดงคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ศึกษา ณ สภาวิจัย
แห่งชาติ กองควาเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลจากดาวเทียมสามารถนำมาศึกษาเกี่ยวกับเรื่อง ดินเค็มได้ 2 ทางคือ โดยการวิเคราะห์และตีความจากภาพถ่ายดาวเทียม โดยใช้สายตา (Visual Interpretation) และการวิเคราะห์และตีความแบบข้อมูลดาวเทียม (CCT) ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

การวิเคราะห์และตีความจากภาพถ่ายดาวเทียมโดยใช้สายตา (Visual Interpretation) นำมาใช้ในงานดินเค็ม เมื่อปี พ.ศ. 2518 โดย สมศรี และคณะ (2524) ซึ่งปรากฏว่าได้รับความสำเร็จเป็นอย่างดี แต่เนื่องจากการวิเคราะห์และตีความแบบข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถทำได้โดยอัตโนมัติ ประหยัดเวลา ค่าใช้จ่าย และมีความถูกต้อง แม่นยำกว่า (กันยา, 2522) เพราะว่าการเกิดของดินเค็มจะเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลและมีอัตราการเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี ดังนั้นจำเป็นต้องมีการตรวจสอบเป็นระยะ ๆ ไป โดยการวิเคราะห์และตีความแบบข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ สามารถทำได้รวดเร็วและทันเหตุการณ์ว่า ยิ่งพบว่า การแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตาจะต้องอาศัยประสบการณ์และความชำนาญเป็นอย่างมากในการแจกแจงความแตกต่างของวัตถุโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของสี (tone) ความหยาบละเอียด (texture) เงา (shadow) และขนาด (size) การเขียนขอบเขตของข้อมูล แต่ละประเภท จะต้องมีควมระมัดระวังมาก เสียเวลามาก และมีโอกาสผิดพลาดได้มาก การจำแนกดินเค็มจึงต้องอาศัยข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของเกลือที่สะสมอยู่ในชั้นดิน พีชพรรณที่ขึ้นในบริเวณนั้น ซึ่งอาจจะสัมพันธ์กับความเข้มของสี (tone) และเนื้อภาพ (texture) ที่ปรากฏบนภาพถ่ายดาวเทียม (Wiegand, 1975) การจำแนกดินเค็มโดยวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์นั้น ต้องเลือกพื้นที่ข้อมูลตัวอย่าง (training area) ก่อนแล้วใช้การวิเคราะห์ผลเชิงสถิติประกอบ พบว่าเป็นวิธีการจำแนกดินเค็มที่ดีกว่า การจำแนกโดยวิธีหา spectral analysis โดยตรง (Wilson, 1981)

ขอบเขตการศึกษา

ในการศึกษาค้นคว้านี้ได้เลือกบริเวณตัวอย่างขึ้นมาบริเวณหนึ่งคือ ตอนเหนือของ จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเป็นบริเวณที่มีดินเค็ม และระดับความเค็มมากที่สุด และมีการสร้างอ่างเก็บน้ำบนดินเค็มแล้วมีผลต่อการแพร่กระจายของดินเค็มที่ค่อนข้างมาก ซึ่งบริเวณดังกล่าว ตรงกับเทพข้อมูลดาวเทียม หมายเลข NASA ID E1167-03063 บันทึกเมื่อวันที่ 6 มกราคม 2516 และในบริเวณเดียวกันคือหมายเลข NASA IDE40885-02562 ซึ่งบันทึกเมื่อวันที่ 7 ธันวาคม 2527 และการศึกษาจำแนกภาพแบบ Maximum Likelihood Ratio (MLR) ซึ่งวิธีการจำแนกภาพนี้เป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางกับข้อมูลดาวเทียม และให้ผลการจำแนกได้ดี

การสำรวจข้อมูลในสนาม

จากขอบเขตของพื้นที่ที่ได้จำแนกไว้แล้ว ทำการกำหนดจุดที่ใช้เป็นตัวแทนในการตรวจสอบโดยใช้เครื่อง resistivity meter วางขั้วแบบ wenner array วัดค่า ECa ความเค็มในรูปของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายในดิน ค่าที่วัดได้เรียกว่า (apparent soil electrical conductivity) มีหน่วยเป็นมิลลิโหมห์ต่อเซนติเมตร เมื่อทำการวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายในดินแล้วเก็บตัวอย่างดินที่จุดเดียวกัน แล้วนำตัวอย่างดินไปห้องปฏิบัติการเพื่อหาค่า ECe (electrical conductivity of saturation extract) ต่อไป ค่าที่ได้จากห้องปฏิบัติการจะนำมาหาค่าสหสัมพันธ์ (linear correlation) ระหว่างค่า ECa และ ECe นอกจากนี้ยังได้ใช้เครื่อง electromagnetic จะทำการวัดค่า ECa ในรูปของกริดโดยมีระยะห่างกัน 500×500 เมตร ในพื้นที่ 91 ตารางกิโลเมตร (เป็นบริเวณที่ดินเค็มแพร่กระจายรุนแรง) ข้อเสียของเครื่อง electromagnetic คือไม่สามารถหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ECa และ ECe ได้ แต่การปฏิบัติงานจะเร็วและสะดวกกว่าเครื่อง resistivity meter มาก

จากค่า ECa และ ECe ที่ได้จากทั้งสองเครื่องจะนำมาตรวจสอบซึ่งกันและกัน แล้วได้จำแนกพื้นที่ตามข้อมูลได้ดังนี้

1. บริเวณดินเค็มจัด พบคราบเกลืออยู่ทั่วไปบนผิวดิน พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ว่างเปล่า เนื่องจากพืชไม่สามารถขึ้นได้เลย พบคราบเกลือมากกว่า 50 % ของพื้นที่ มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายในดินมากกว่า 16 มิลลิโม่ห์ต่อเซ็นติเมตร

2. บริเวณดินเค็มปานกลาง พบคราบเกลืออยู่เป็นหย่อม ๆ มีต้นไม้พวก ถ้าเป็นที่ลุ่มเท่านั้นพบว่า มีต้นข้าวตายเป็นหย่อม ๆ คราบเกลืออยู่ระหว่าง 10-50 % ของพื้นที่ มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายในดินระหว่าง 8-16 มิลลิโม่ห์ต่อเซ็นติเมตร

3. บริเวณดินเค็มน้อย ไม่พบคราบเกลือตามผิวดิน มักเป็นที่ลุ่มพบลักษณะข้าวแคะแกระน การเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอ มีคราบเกลือเล็กน้อยประมาณ 1-10% ของพื้นที่ มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายในดินละลาย 4-8 มิลลิโม่ห์ต่อเซ็นติเมตร

4. บริเวณดินไม่เค็ม บริเวณนี้มักพบอยู่ในบริเวณ high land และบริเวณที่ไม่ปรากฏคราบเกลือชั้นเลย

นอกจากนี้ยังมีการสำรวจอ่างเก็บน้ำและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับดิน เค็มโดยมี การศึกษาข้อมูล ดังต่อไปนี้

- ขนาดความจุและความลึกของอ่าง
- คุณภาพของน้ำในอ่าง
- คุณภาพและความลึกของน้ำใต้ดิน
- ความเค็มของดินในบริเวณที่สร้างอ่าง
- การจัดการน้ำ และดินในบริเวณรอบ ๆ อ่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์และตีความแหล่งข้อมูลดาวเทียมโดยเครื่องคอมพิวเตอร์

จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในสนามจะใช้เป็นข้อมูลตัวอย่างในการประเมินผล
ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. จากเทปบันทึกข้อมูลดาวเทียม ปี ค.ศ. 1984 จะนำมาบันทึกไว้ในหน่วย
ความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วเรียกข้อมูลให้มาปรากฏที่จอภาพเพื่อที่จะทำการแก้ไข
เรขาคณิต (geometric correction) ให้ภาพสามารถแสดงเส้นรุ้ง เส้นแวง บนจอภาพ
ด้วย เพื่อจะได้สะดวกในการนำไปใช้ประโยชน์ได้ และมีมาตราส่วน 1:50,000

2. จากบริเวณที่แสดงดินเค็มระดับต่าง ๆ ในสนามนำมาเป็นพื้นที่ตัวอย่าง
(training area) โดยจะแบ่งเป็นข้อมูลตัวอย่างเป็น class ดังนี้..

- 2.1 แหล่งน้ำ
- 2.2 บริเวณดินเค็มจืด
- 2.3 บริเวณดินเค็มปานกลาง
- 2.4 บริเวณดินเค็มน้อย
- 2.5 บริเวณดินไม่เค็ม
- 2.6 อื่น ๆ

3. จากพื้นที่ตัวอย่าง (training area) นำมาหาค่าการสะท้อนแสง
(reflectance) ของแต่ละ band ในจอภาพของเครื่องท่วงประเภทจอทีวี (Monitor)
พร้อมจบันทึกค่าการสะท้อนแสงของ pixel ที่เชื่อมั่นว่าเป็นตัวแทนที่ถูกต้องที่สุด แล้วทำ
การตรวจสอบค่าสะท้อนแสงของ pixel ในพื้นที่ตัวอย่าง (training area) ที่อยู่
ใน class เดียวกัน ถ้าพบว่าใน pixel ใดในพื้นที่ตัวอย่างที่อยู่ใน class เดียว
กันมีค่าการสะท้อนแสงในแต่ละ band แตกต่างกันมาก ก็ทำการปรับพื้นที่ตัวอย่างนั้นใหม่
โดยตัด pixel บางอันออกไป พื้นที่ตัวอย่าง (training area) ที่อยู่ใน class
เดียวกันและมีค่าการสะท้อนของแสงของ pixel ใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. จากพื้นที่ตัวอย่าง (training area) ที่นำมาปรับจนแน่ใจแล้ว ก็คำนวณหาค่าสถิติของพื้นที่ตัวอย่างใน class นั้น ๆ
5. เมื่อได้ค่าสถิติในแต่ละ class แล้วทำการจำแนกพื้นที่ดินเค็มทั้งหมดตาม class ที่ได้กำหนดไว้ โดยใช้วิธีการศึกษาแบบ MLR (Maximum Likelihood Ratio)
6. เมื่อได้พื้นที่ที่จำแนกเสร็จแล้วก็พิมพ์ภาพที่ได้ออกมาเป็นภาพสี
7. นำภาพถ่ายดาวเทียม ปี ค.ศ. 1973 มาทำการศึกษาในลักษณะเดียวกันเมื่อได้ผลออกมาแล้วก็นำมาเปรียบเทียบกัน

ผลการศึกษา

การจำแนกพื้นที่ดินเค็ม

ผลการจำแนกภาพโดยใช้ข้อมูลดาวเทียม ปี ค.ศ. 1984 บริเวณที่ทำการศึกษาค้างนี้อยู่บริเวณด้านทิศเหนือของจังหวัดนครราชสีมา กลุ่มพื้นที่ อำเภอนนไทย ชามทะเลสอ คำนชุนทด โนนสูง และอำเภอมือง บางส่วน พื้นที่ทำการศึกษทั้งหมด 1,150 ตารางกิโลเมตร มีลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นที่ราบลอนลูกคลื่น พื้นที่ส่วนใหญ่ในที่ลุ่ม ใช้น้ำและที่เนินปลูกมันสำปะหลัง เหตุที่เลือกทำการศึกษาในบริเวณนี้คือ เป็นบริเวณที่มีการแพร่กระจายของเกลือที่รุนแรงมาก และมีพื้นที่ดินเค็มมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อีกทั้งโครงการพัฒนาดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือร่วมกับทางรัฐบาลออสเตรเลียได้ให้บริเวณนี้เป็นบริเวณพื้นที่วิจัย โดยทำการศึกษาและสำรวจข้อมูลอย่างละเอียดและมีการวัดค่าความเค็มโดยใช้เครื่อง electromagnetic ทุก ๆ 2 เดือน เพื่อป้องกันกาแพร่กระจายและหาแนวทางการแก้ไขดินเค็ม

การจำแนกโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ของข้อมูลดาวเทียมในปี ค.ศ. 1973

ได้ทำการจำแนกประเภทข้อมูล ในตอนแรกไว้ ประเภทคือ ระดับน้ำลึก น้ำลึกปานกลาง น้ำตื้นดินเค็มจัด ดินเค็มปานกลาง ดินเค็มน้อยและดินไม่เค็ม แต่ปรากฏว่าค่าการสะท้อนแสง (reflectance) ของดินเค็มจัดในพื้นที่ตัวอย่างที่เลือกไว้ มีค่าแตกต่างกันมากคือมีค่าตั้งแต่ 93 ถึง 126 ใน band 5 และ 102 ถึง 120 ใน band 7 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) สูงมากจึงได้ทำการแยกประเภทข้อมูลของดินเค็มจัดออกเป็น 2 พวกคือ ดินเค็มจัดที่มีคราบเกลือ 100 % และดินเค็มที่มีคราบเกลือมากกว่า 50 % กระจายอยู่เป็นหย่อม ๆ ซึ่งทำการแยกออกแล้วทำให้ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของดินเค็มจัดทั้งสองประเภทน้อยลง

ข้อมูลดาวเทียม ในปี พ.ศ. 1984 นี้ ได้ทำการศึกษาแล้วปรากฏว่า มีดินเค็มทั้งหมด 720 ตารางกิโลเมตร หรือ 62.6 % ซึ่งเป็นดินเค็มจัดที่มีคราบเกลือ 100 % เท่ากับ 0.81 ตารางกิโลเมตร ดินเค็มจัดที่มีคราบเกลือมากกว่า 50 % คิดเป็น 40 ตารางกิโลเมตร ดินเค็มปานกลาง 397 ตารางกิโลเมตร และดินเค็มน้อย 282 ตารางกิโลเมตร

เมื่อจำแนกดินเค็มออกมาแล้วก็นำผลมาตรวจสอบข้อมูลภาคสนาม ซึ่งข้อมูลภาคสนามมีทั้งหมด 91 ตารางกิโลเมตร การตรวจสอบความถูกต้องทำได้โดยแบ่งข้อมูลของทั้งสอง ซึ่งอยู่ในบริเวณเดียวกันออกเป็น 91 ช่อง ช่องละ 1 ตารางกิโลเมตร

% ความถูกต้อง	จำนวนช่อง (1 กม ²)
100 - 91	20
90 - 81	48
80 - 71	11
70 - 61	9
60 - 51	3

ถ้าให้ % ความถูกต้องมากกว่า 70 % ถือว่าเป็นความถูกต้อง (4) ความเชื่อถือของแผนที่
ที่จำแนกโดยเครื่องคอมพิวเตอร์จะเท่ากับ 86 %

การศึกษาอัตราการแพร่กระจายของดินเค็ม

การจำแนกภาพโดยใช้ข้อมูลดาวเทียม ในปี ค.ศ. 1973 ซึ่งเป็นพื้นที่อยู่ใน
บริเวณเดียวกันกับข้อมูลปี ค.ศ. 1984 แต่พื้นที่ไม่เท่ากันทั้งหมด เพราะข้อมูลในปี ค.ศ.
1973 ถ่ายภาพโดยดาวเทียม LANDSAT - 1 ใช้ CCT แบบ 800 Bit per Inch.
(BPT) ในขณะที่ข้อมูลปี ค.ศ. 1984 ถ่ายภาพโดย (LANDSAT-4 ใช้ CCT แบบ
1600 BPT เพราะฉะนั้นบริเวณเดียวกันข้อมูลปี ค.ศ. 1984 มี CCT 1 ม้วน ในขณะที่ข้อมูล
ปี ค.ศ. 1973 มี CCT 2 ม้วน และสามารถหาข้อมูลปี ค.ศ. 1973 ได้เพียงม้วนเดียว
จึงทำให้ได้พื้นที่น้อยกว่าข้อมูลปี ค.ศ. 1984

การจำแนกภาพของข้อมูลดาวเทียมปี ค.ศ. 1973 ครั้งนี้ ไม่สามารถจะหา
ข้อมูลสนามของ ปี ค.ศ. 1973 มาประกอบได้ ดังนั้นการเลือกพื้นที่ตัวอย่าง (training
area) จะดูจากภาพโดยอาศัยลักษณะของสีที่เกิดจากการผสมกันของ band 7, band 5,
และ band 4 (False color composite) ซึ่งลักษณะของสีที่สังเกตจะเปรียบเทียบกับ
สีของข้อมูล ปี ค.ศ. 1984 เพราะมีข้อมูลสนามประกอบการแปลความหมายด้วย ซึ่งพื้นที่
ที่ทำการศึกษาครอบคลุมเนื้อที่ 757 ตารางกิโลเมตร อยู่ในบริเวณอำเภอขามทะเลสอ
โนนไทย และอำเภอเมืองบางส่วน การจำแนกพื้นที่ดินเค็มครั้งนี้ปรากฏว่า มีดินเค็มทั้งหมด
254.7 ตารางกิโลเมตร หรือเท่ากับ 33 % ของพื้นที่ โดยมีดินเค็มจัดที่มีคราบเกลือ 100 %
คิดเป็น 0.3 ตารางกิโลเมตร ดินเค็มจัดที่มีคราบเกลือมากกว่า 50 % คิดเป็น 1.8 ตาราง-
กิโลเมตร ดินเค็มปานกลาง 35.6 ตารางกิโลเมตร และดินเค็มน้อย 21.7 ตาราง-
กิโลเมตร

ค่า MEAN และ ค่า COVARIANCE MATRIX จากค่าการสะท้อนของแต่ละ Class

DEEP WATER

NO. OF SAMPLES 121.
 FEATURE FILE MEAN
 KC1FFBND7 17.84
 KC1FFBND6 16.41
 KC1FFBND5 30.86
 KC1FFBND4 34.38

TS TYPE 'X' TO CONTINUE (X) =
 COVARIANCE MATRIX

2.78			
-0.56	10.04		
-0.06	3.69	11.37	
1.18	2.49	3.57	8.60

WATER (2)

NO. OF SAMPLES 17.
 FEATURE FILE MEAN
 KC1FFBND7 23.79
 KC1FFBND6 19.38
 KC1FFBND5 38.62
 KC1FFBND4 38.47

TS TYPE 'X' TO CONTINUE (X) =
 COVARIANCE MATRIX

2.95			
-0.44	34.94		
-1.10	35.32	58.68	
-0.44	17.84	29.34	19.78

WATER (3)

NO. OF SAMPLES 20.
 FEATURE FILE MEAN
 KC1FFBND7 32.80
 KC1FFBND6 33.75
 KC1FFBND5 47.95
 KC1FFBND4 45.75

TS TYPE 'X' TO CONTINUE (X) =
 COVARIANCE MATRIX

2.48			
1.63	33.99		
3.94	46.78	85.00	
4.47	35.04	59.14	46.41

NO OF SAMPLES 20.
 FEATURE FILE MEAN
 KG:FFBND7 120.10
 KG:FFBND6 112.30
 KG:FFBND5 126.50
 KG:FFBND4 81.85

COVARIANCE MATRIX

65.57
 64 39 112.12
 71.37 134.63 190.68
 26 28 47.31 56.66 25.08

SALINE SOIL (150%)

NO OF SAMPLES 73.
 FEATURE FILE MEAN
 KG:FFBND7 102.59
 KG:FFBND6 86.41
 KG:FFBND5 93.68
 KG:FFBND4 71.29

TS TYPE 'I' TO CONTINUE (I) =

COVARIANCE MATRIX

24 71
 18.41 26.08
 22 90 30 28 69 22
 10.29 14.05 29 19 20.75

MODERATE SALINE SOIL

NO. OF SAMPLES 70.
 FEATURE FILE MEAN
 KG:FFBND7 87.07
 KG:FFBND6 71.24
 KG:FFBND5 75.73
 KG:FFBND4 56.10

TS TYPE 'I' TO CONTINUE (I) =

COVARIANCE MATRIX

19.05
 15.92 21.67
 17.38 19.15 24.90
 4.24 8.44 9.94 9.71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SLIGHTLY SALINE SOIL

NO. OF SAMPLES 193.
 FEATURE FILE MEAN
 KC1FFBND7 82.36
 KC1FFBND4 61.78
 KC1FFBND5 57.86
 KC1FFBND4 50.23

TS TYPE 'X' TO CONTINUE (X) =
 COVARIANCE MATRIX

6.87			
3.60	8.10		
1.31	1.70	6.15	
0.44	0.43	0.61	4.90

TS TYPE 'Y' TO CONTINUE (Y) = 4

NON SALINE SOIL

NO. OF SAMPLES 326
 FEATURE FILE MEAN
 KC1FFBND7 85.39
 KC1FFBND4 61.69
 KC1FFBND5 45.02
 KC1FFBND4 41.63

TS TYPE 'X' TO CONTINUE (X) =
 COVARIANCE MATRIX

50.30			
39.34	37.60		
18.95	23.39	50.64	
8.08	9.86	20.23	13.05

ในการเปรียบเทียบการแพร่กระจายได้ทำการตัดพื้นที่ ของข้อมูล ปี ค.ศ. 1984 ให้เหลือเท่ากับข้อมูลปี ค.ศ. 1973 คือ เหลือเท่ากับ 757 ตารางกิโลเมตร ในบริเวณพื้นที่เดียวกัน

ประเภทข้อมูล	ปี 1984		ปี 1973	
	ตารางกิโลเมตร	%	ตารางกิโลเมตร	%
แหล่งน้ำ	1.6	0.21	7.1	9.32
ดินเค็มจัด	22.65	3.00	2.1	0.28
ดินเค็มปานกลาง	178.6	23.69	35.6	4.70
ดินเค็มน้อย	326.4	43.11	217	28.66
ดินไม่เค็ม	151.4	20.00	370	48.66
อื่น ๆ	76.35	9.99	61.3	8.11
รวม	757	100	757	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ 25 เป็นภาพที่ปรากฏบน Monitor หลังจากทำการแปรข้อมูลแล้วสีฟ้า แทนบริเวณที่ไม่เต็ม สีดำเป็นแหล่งน้ำ ส่วนสีชมพู สีส้ม และสีเทา แทนพื้นที่พืชน้ำดินเต็ม จัด ดินเต็มปานกลาง และดินเต็มน้อย ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการเปรียบเทียบผลการจำแนกทั้งสองปี พบว่า บริเวณที่เป็นดินเค็มปานกลาง ในปี ค.ศ. 1973 จะกลายเป็นดินเค็มจัดในปี ค.ศ. 1984 และดินเค็มน้อยจะกลายเป็นดินเค็มปานกลาง ซึ่งแสดงให้เห็นได้ชัดว่า การเพิ่มระดับความเค็มจะค่อย ๆ มีการสะสมของเกลือจากเค็มน้อยไปเป็นเค็มจัดในที่สุด

การแพร่กระจายของดินเค็มบริเวณท้ายอ่างเก็บน้ำ

จากการศึกษาในบริเวณท้ายอ่างเก็บน้ำลำเชียงไกร และอ่างเก็บน้ำหนองกก ใน อ. โนนไทย ซึ่งเป็นบริเวณปรากฏดินเค็มจัดอย่างชัดเจน ในข้อมูลที่ทำการศึกษาโดยการจำแนกโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ของปี ค.ศ. 1973 ไม่ได้ทำการศึกษาบริเวณนี้ เพราะไม่มีภาพถ่ายเทียมคิงที่กล่าวไปในหัวข้อ 3.2 แล้ว แต่ก็มีผลการจำแนกด้วยสายตาโดยใช้ข้อมูลปี ค.ศ. 1976 (สมศรี, 2524) ได้จำแนกบริเวณนี้เป็นบริเวณที่ไม่มีดินเค็ม แต่ผลการจำแนกโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ของข้อมูล ปี ค.ศ. 1984 ได้ ให้บริเวณนี้เป็นดินเค็มจัด ซึ่งเชื่อว่าดินเค็มบริเวณนี้อาจมีสาเหตุเกิดมาจากการสร้างอ่างเก็บน้ำในบริเวณที่มีเกลืออยู่ใต้ผิวดิน

สรุป

ในขณะนี้ ประเทศไทยกำลังเผชิญปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมมากมาย ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นปัญหาหนึ่งที่กระทบกระเทือนต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมาก และนับวันดินเค็มก็จะขยายตัวเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จากข้อมูลดาวเทียมที่ได้ศึกษาพบว่า มีอัตราเพิ่มขึ้นถึง 35 % ของพื้นที่ ในช่วงเวลาเพียง 11 ปี โดยเกิดขึ้นเนื่องจากหลายสาเหตุด้วยกัน การจะแก้ไขปัญหาดินเค็มทำได้ยาก ดังนั้นเราควรหาทางป้องกัน ก่อนที่จะเกิดดินเค็ม จะดีกว่าการใช้คอมพิวเตอร์วิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม ย่อมเป็นหนทางหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับดินเค็ม สามารถทำงานได้ มีประสิทธิภาพขึ้นเพราะการศึกษาด้วยวิธีนี้ ซึ่งมีความรวดเร็ว แม่นยำ ให้ข้อมูลที่มองเห็นสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้อย่างกว้างขวาง เพราะปัญหาไม่ใช่จะมีสาเหตุมาจากสิ่งที่อยู่ใกล้ ๆ บริเวณดินเค็มนั้น แต่มันอาจเกิดจากสาเหตุอื่น ๆ ที่อยู่ไกล ไกล มาเป็นสาเหตุก็ได้ ดังนั้นการมองหาสาเหตุเช่นนี้ ดาวเทียมมีส่วนช่วยได้ไม่มากนักน้อย โดยเฉพาะเทคโนโลยีด้านนี้ ได้พัฒนาไปเรื่อย ๆ ไม่หยุดยั้ง การเริ่มต้นที่ย่อมทำให้ผู้สานต่อ สามารถก้าวไปได้ง่ายขึ้น ถ้าทุกคนช่วยกันทุกวิถีทาง ดินเค็มย่อมไม่ใช่ปัญหาที่สำคัญต่อไปก็ได้ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

กันยา จิรพุงไชย. 2522. "เทคนิคการจำแนกภาพจากภาพถ่ายดาวเทียม สํารวจ
ทรัพยากร เพื่อการศึกษาเกี่ยวกับเนื้อที่และการเปลี่ยนแปลงของเนื้อที่ป่าไม้ใน
ประเทศไทย" วิทยานิพนธ์ปริญญาโท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2523. รายงานวิชาการประจำปี กองบริษัทที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. น. 105-114.

บุญชนะ กลั่นคำสอน, พีระศักดิ์ อิศรประเสริฐ. 2522. รายงานวิชาการการวิจัยและ
ศึกษาหาสภาพความเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าไม้ ในท้องที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 35 น.

วีรวัฒน์ เทพสุนทร. 2527. การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้คอมพิวเตอร์วิเคราะห์
ข้อมูลดาวเทียมสํารวจทรัพยากรเพื่อจำแนกความเค็มของดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
ของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สมศรี อรุณินท์, วรณลดา สุนันทวงศ์ศักดิ์, อรุณี ยูวะนิยม, เกรียงศักดิ์ หงษ์โต,
ชยันนาม คิสดาพร, ไทบูลย์ ประโมจน์ย์, ปราโมทย์ เหมศรีชาติ, พิชัย วัชยดิษฐ์
และ พร้อมจิต ตระกูลดิษฐ์. 2524. การใช้ภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาว-
เทียมให้เป็นประโยชน์ในงานศึกษาดินเค็ม. รายงานวิชาการประจำปี, กรมพัฒนาที่ดิน,
กรุงเทพฯ. น. 374-379.

Arunin, S. 1984. Characteristics and Management of salt-Affected
soils in the Northeast of Thailand. FFTC Book Series, No.27.
Problem Soils in Asia. 425 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Bahls, L.L., and M.R. Miller. 1973. Saline seep in Montana, In Second Ann. Rept. Montana Environ. Qual. Goun 35-44 p.
- Bromilow, T. 1978. A practical technique for defining saline seep boundaries, using earth resistance methods. Salinity Problems of Non-Irrigated Lands in Western Australia. Western Australia Department of Agricultural.
- Gunn, R.H, and M.A. Habermehl. 1978. Feasibility study of soil salinity in Notrheast. Thailand. Australian Development Assistance Bureau, 122 p.
- Halvorson, A.D. and A.L. Black. 1974. Saline seeps development in dryland soil of Northeast Montana. J. Soil and Water Cons. 29 : 77-81.
- Hank, S.A. 1978. Extent, causes and control of dryland saline seepage in the Northern Great Plains Region of North America. Dryland-Saline-Seep Control. Proceedings Meeting of the Sub-commission on Salt-Affected soils at the 11th International Soil Science Society Congress. Edmonton, Canada. 2-48.
- International Rice Research Institute. 1978. Rice : Soil, Water, Land. Los Banos, Philippines. : 30-122.
- Olson, G.W. 1978. Some observations on dryland saline seepage in several countries and some comments on causes, effects and

cures, Dryland-Saline-Seep Control. Proceedings of the Sub-commission of Salt-Affected Soils at the 11th International Soil Science Society Congress. Edmonton, Canada. : 1.23-1.29.

Rhoades, J.D. 1975. Measuring, mapping and monitoring field salinity and Watertable depths with soil resistance measurements. FAO Soils Bul. 31 : 159-196.

Rhoades, J.D. and R.D. Ingvalson. 1971. Determining salinity in field soils with soil resistance measurements. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 35 : 54-60.

Sinanuwong. S. and Y. Takaya. 1974. a. Saline soils in North-east Thailand. S.E. Asian Studies. Kyoto Univ. Japan. 12 : 105-120.

ARIES-II APPLICATIONS SOFTWARE PACKAGE

A2-ASP/X (EXTENDED PACKAGE)

IMAGE I/O MANIPULATION AND DISPLAY

- TI Transfers selected bands and areas from input tape to the image disk. The resolution is specified by a line and a pixel skip factor. The input tape can be of any general "band interleaved by line" format, including various LANDSAT CCT formats and Air-borne Daedalus Tape format.
- BR Allows the operator to save image files on magnetic tape and to restore such tape files to disk.
- TO Writes image data to tape in a standard interchange format.
- AP Creates a sub-area of an image from either pixel and line coordinates entered by the operator from keyboard or display cursor, or from an existing sub-area file.
- ER Reads EROS strip format tapes.
- DIR Initialize, list files or delete files on the ARIES disk. Search and report on the contents of the ARIES database.
- ID Displays any area in true, false, and pseudocolour on the TV monitor. Loads features and themes, performs contrast stretch and defines display topology, such as split screen.
- AG Generates annotation on displayed images and in theme files.
- GG Generates horizontal and vertical grid lines in new or existing theme files.
- PD Dumps pixel values as selected by the display cursor to the operator's console.

RADIOMETRIC CORRECTION AND GREY SCALE ENHANCEMENT

- TS Calculates the maximum likelihood signatures for the training areas defined by IT, including mean, covariance matrix, and min, max value. One and two-dimensional histograms and scattergrams of the signatures may be displayed on the operator's console.
- CT Generates and tabulates the statistics of a classification over the entire area, over any arbitrary predefined area, or over any UTM grid cell.
- AU Calculates correlation distances between signatures, generated by IT.
- LT Interactive Look-Up Table Manipulation - Enables a variety of look-up tables to be selected and manipulated interactively using graphics pad. These tables include histogram equalization, piecewise linear stretch, level slicing, linear, log and exponential stretch. Arithmetic operations of two features, e.g. sum, difference, ratio. Radiance correction for low sun angle.
- DS Removes the striping which results from different responses of Landsat sensors utilizing a histogram equalization technique.
- LR Replaces a dropped line in imagery by its neighbours, or the average of its neighbours.
- FT Colour Transformation - The production of colours on a colour monitor is based upon the assumption that one feature is red, another is green, and another is blue. Since Landsat data does not physically correspond to this scheme, the assignment of one band to a colour in the visual spectrum is arbitrary. For the purposes of viewing this data, it may be advantageous to change this assignment by colour coordinate transformation.

Any colour can be geometrically described in a three-dimensional area known as a colour solid. Consider, for example, the familiar "additive colour primaries" (red, green and blue). A cube-shaped colour solid can be described, with the colour primaries forming coordinate axes on this cube. At the origin of the cube, all intensities are 0 (black). The far vertex of the cube, diametrically across from the origin, is the point where all primaries are at their maximum intensity (white).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Any colour can be considered as a vector to a point within the cube. It is geometrically simple to change this coordinate system, and present the same vector on a new set of axes. Conversely, given a set of three values, different coordinate systems may be assumed and thus different colours generated. The three values used to specify a colour are known as the tristimulus values, and are assumed to represent intensities of each primary.

There is another way of specifying a colour. If the value for each band is normalized with respect to the other bands, then the chromaticity coordinates result. If the tristimulus values for a certain colour are $T(1)$, $T(2)$, $T(3)$, the chromaticities for that colour are $C(1)$, $C(2)$, $C(3)$,

where

$$C(1) = T(1) / (T(1)+T(2)+T(3))$$

Since $C(1)+C(2)+C(3) = 1$, only 2 chromaticities need be used to describe the chromaticity of a colour. In place of the third chromaticity component, the luminance is used. The luminance is a linear combination of the input intensities.

SC Lookup Table Compression Program - The task SC allows the user to specify a transformation of up to 12-bits of input data to any set of output values between 0 and 65,535. Since the input data has only 12-bit resolution, there can be, at most, 4096 distinct output values although they can range between 0 and 65,535. This section offers the user some help in generating lookup tables without having to enter a lot of values.

SH Histogram Program - The task SH acquires a histogram of up to 4096 bins from an 8-bit or a 16-bit feature file. If an 8-bit feature file is specified, then the histogram will have 256 bins. A bin is a variable whose value represents the number of data points within a specified range. For an 8-bit feature file, which has 256 input values per point, the 256 bin histogram has a bin range of 1. If a 16-bit feature file is specified, then the histogram will have 4096 bins. 16-bits of data has a potential range of values from 0 to $2^{16}-1 = 65,535$. The 4096 bins of the histogram represents 12-bits of the possible 16-bits of input. The user selects which 12-bits of the 16 are to be used.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MULTISPECTRAL AND COMPOSITE IMAGE OPERATION

- NO Computes arithmetic functions of features, e.g. Ratio, Difference, Sum, Normalization, etc. The arithmetic function can be any generalized function involving several operators.
- GA Compares theme files and generates theme images which represent the logical relation (AND, OR, EXL OR, etc.) between them. This program is only available to systems which implement the IPA-100 array processor or equivalent.
- DI Display features created by principal (MAIN) components enhancements through optimized colour and interactively manipulated colour space.

GEOMETRIC CORRECTION

- AR Arbitrary Rotation - Generates a new image file with a specified rotation and scale change. The rotation can be performed about any point on the image. The scale change allows the image to be magnified or reduced independently in each direction.
- GD Interactive generation of ground control points and polynomial transform files, linking one image to another or one image to any grid coordinate system (e.g. UTM, Gauss-Krueger projection). The task allows a choice of first, second or third order polynomial transforms. Also, error analysis, in terms of "goodness of fit" to the warping function is provided in hard copy format.
- RS Resampling - Performs nearest neighbour or cubic convolution resampling using first, second or third polynomial transformation.
- IV Image Inversion - Inverts an image file, top to bottom or left to right.
- GN Interactive Ground Control Point Generation - Task GN (Interactive Ground Control Point Generation) is used to generate ground control point (GCP) files and polynomial transform files (PTF) linking one image to a grid system (UTM), or a digitizing table to a map/photo coordinate system.

DG Digitize Map Features - The task DG is used in conjunction with the XY digitizing tablet to digitize map or photographic information. The task displays the digitized data on the monitor as themes superimposed on feature data. The digitizer may be used to digitize points or line segments. The task provides facilities for editing the digitized data.

ONE AND TWO DIMENSIONAL TRANSFORMATION AND FILTERING

IE Performs principal components (KL) transformation of an image using signature generated by IT and UC. Maps three features into an optimized colour space.

BC Performs spatial filter by convolution. Enhance or suppress spatial features such as edges, lines, speckles, and homogenous areas. Standard or user defined convolution kernels from 3×3 to a maximum of 31×31 can be selected, including Wiener, Gauss, Hadmard and Slant.

CU Performs post-classification filtering using a minimum area criteria. Homogeneous areas with a pixel count less than the minimum criterion, are included into the surrounding areas.

MD Median Filtering - The median of a set of $2N+1$ numbers is that number that has at least N numbers less than or equal to it and at least N numbers greater than or equal to it. For example, given the set (1,2,3,4,99) the median is 3. Given the set (1,3,3,3,3), the median is 3 as well. The use of the median filter is best seen in synthetic aperture radar (SAR) or other images with a lot of speckle. The median filter is often used as an edge preserving smoothing filter.

In general, the filter is applied to a sub-window of an image (e.g. a 5×5 sub-window). Edges of dimension less than L lines and/or P pixels should be preserved.

CLASSIFICATION

IT Interactive Training - Used to define training area; generate statistics, purify training area and perform trial classifications. The task allows user-defined rejection threshold, automatic defined rejection threshold using a clustering algorithm in spectral space, and various pixel rejection criteria.

เอกสารนี้เป็นเอกสาร
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น
เอกสารนี้เป็นเอกสาร
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

CA Parallelepiped classifier. The rectangular parallelepiped algorithm classifies an unknown pixel as belonging to a particular theme if the value of each of its features lies within a specified range. The clip levels may be selected by the operator by examining the histograms at the operator's console or may be input automatically.

ML Performs a maximum likelihood classification assuming Gaussian statistics. The signature required for the classification may be generated in a supervised manner (Task IT) or in an unsupervised manner (Task UC).

UC Unsupervised clusterer. Generates signature suitable for driving the maximum likelihood or parallelepiped classifier, using n-dimensional histogram clusterer in spectral space.

TC Computes a confusion matrix of classification accuracies by comparing a classifier generated theme file with the results of a previous classification, or with the classification implied by the training area definitions (Task MT).

MT Generates theme files from training areas.

DP Fast parallelepiped classifier - User interactively identifies pixels with the cursor or with a training area, and all other identical pixels are assigned to the same theme colour. This real-time classifier operates over three features.

INPUT/OUTPUT OPERATIONS

DN Gentian Digitizer - The task "DN" is used in conjunction with the XY Gentian digitizing tablet to digitize map or photographic information. The task displays the digitized data on the monitor as themes superimposed on feature data. The digitizer may be used to digitize points, line segments, or polygons. The task provides facilities for editing the digitized data.

TH Hamamatsu Photodigitizer Digitization - The program has 2 distinct parts. The first part is the introduction that guides the user through the setup of the Hamamatsu camera. As the user becomes familiar with the controls this introduction can be omitted. The second part is the menu driven data acquisition and display.

QC Colour Film Recorder - This task is run once for each exposure on the film. If multiple images are to be recorded, then this task is run once for each image. ---The user enters the area name to be imaged. The files for this area must have no more than 2048 pixels per line and 1536 lines. The user can have the area centered on the film or he may specify his own coordinates. From the user's point of view the film has 2048 pixels per line and 1536 lines with pixel 1 and line 1 in the top left corner. Pixel coordinates increase from left to right and line number increases from top to bottom. The user must enter coordinates that allow sufficient space for the area being recorded. If black and white option is selected, the user specifies one file. For colour, 3 files must be specified. The user then ensures that the QCR is ready with film loaded. The recording of a 2048 x 1536 area in 3 colours should take about 10 minutes.

The black and white option can be selected if the film is black and white. To get black and white on colour film, select the same film name for each colour.

The user can select a LUT to compensate for different film responses. Therefore, the image displayed on the colour monitor using no contrast scaling (e.g. full 0 to 255 range on input values) should match the image recorded in colour balance and relative contrast. Due to the restricted dynamic range of print films (especially Polaroid), the recorded image may not have the range of intensities available on the monitor.

OR Optronics Record - The task "OR" is an operator input/output task which will accept information regarding image record on an Optronics C-4300 or disk image file creation for subsequent QCR image record. The information obtained in "OR" is inserted within a batch control file, which is essentially a data file accessed by the task "ORB". The task "ORB" will access the information stored within the batch control file and carry out the image record on the Optronics C-4300 or create the disk image files for QCR output. The task "OR" will cater for the immediate processing of the batch control file or will save the file on disk according to batch file naming conventions, for processing at a later date.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเจ้าหน้าที่ของกองการสืบสวนคดีอาชญากรรมเท่านั้น
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ขอสงวนสิทธิ์ในสิ่งที่ปรากฏและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PL Matrix Plot Record - The task "PL" is used to record feature or theme images on the colour matrix plotter.

คำนำ

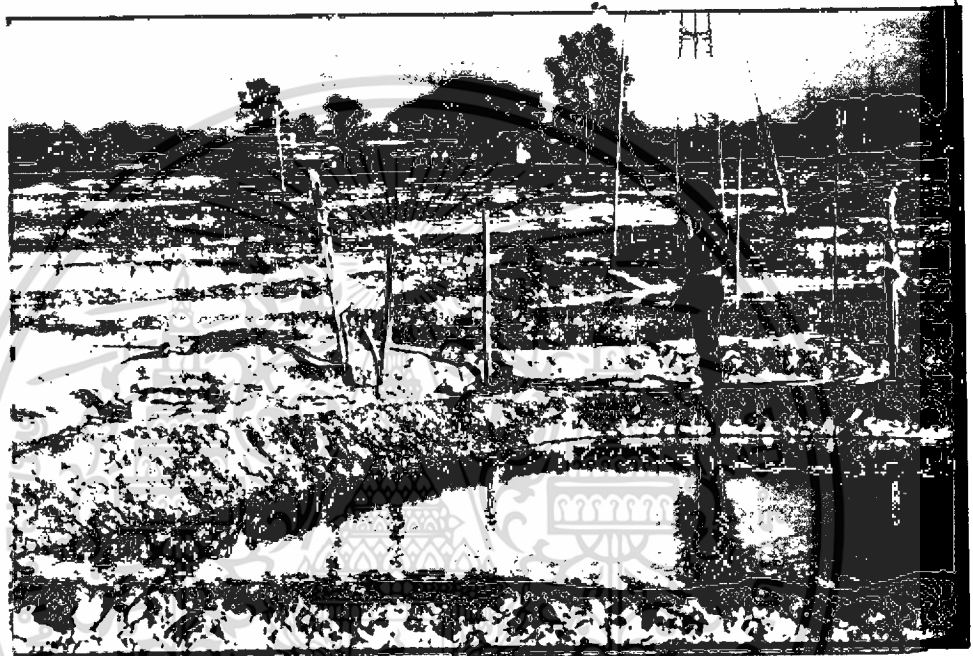
ในปัจจุบันนี้ เทคโนโลยีที่ก้าวหน้าต่าง ๆ ได้ก้าวหน้าไปมาก ยกตัวอย่าง เช่น การใช้ดาวเทียม สำรวจทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อศึกษาสิ่งต่าง ๆ บนผิวโลก รวมทั้งการศึกษาสิ่งแวดลอมต่าง ๆ ด้วย การที่เราได้พยายามติดตามเทคโนโลยีให้ทัน จะทำให้ประเทศไทยของเราพัฒนาไปได้เร็วขึ้น และจากตัวอย่างข้างต้น การใช้คอมพิวเตอร์วิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม ศึกษาสิ่งแวดลอมของดินเค็ม จะทำให้เราสามารถทราบการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดลอมต่าง ๆ ได้ดี และรวดเร็วขึ้น ทำให้เรามองภาพต่าง ๆ ได้ชัดเจน มองเห็นความสัมพันธ์ของป่าไม้ที่ถูกทำลาย การแพร่กระจายดินเค็มได้ โดยเราสามารถทราบพื้นที่ที่เป็นป่าไม้ที่เป็นดินเค็มในอดีตได้ด้วยข้อมูลจากดาวเทียมที่บันทึกเก็บไว้ และเปรียบเทียบกับพื้นที่ป่าไม้ดินเค็มในปัจจุบันที่ถ่ายจากดาวเทียมได้ รวมทั้งข้อมูลจากดาวเทียมยังสามารถแสดงให้เห็นสภาพสิ่งแวดลอม อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับดินเค็มได้ทำให้ การใช้เทคโนโลยีที่ก้าวหน้านี้ ช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานด้านดินเค็มทำงานได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ในฐานะที่ผู้เขียนเคยได้มีโอกาสทำงานด้านนี้ เป็นเวลา 2 ปี และได้ใช้คอมพิวเตอร์วิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมสำรวจเกี่ยวกับดินเค็ม ผู้เขียนจึงอยากใคร่จะถ่ายทอดประสบการณ์บางส่วนลงในรายงานนี้ เพื่อเป็นแนวทาง ที่จะศึกษาค้นคว้าให้ก้าวหน้า ขึ้นไปในอนาคตเพราะปัญหาดินเค็ม เป็นปัญหาที่สำคัญและยากมากในการแก้ไข ดังนั้นเราควรจะหาทางป้องกันก่อนที่ดินเค็มจะแพร่กระจายไปมากกว่านี้

รายงานนี้ย่อมมีที่ผิดพลาด ผู้เขียนยินดีรับข้อเสนอแนะแก้ไขและขอขอบคุณโครงการพัฒนาดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน ที่ได้ให้ข้อมูลต่าง ๆ ประกอบการเขียนรายงานฉบับนี้ไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

อภิศักดิ์ โทธีมัน

10 ก.ย. 2529



ภาพที่ 2 การเกิดการแพร่กระจายดินเค็ม โดยมีมนุษย์เป็นต้นเหตุในภาพ
แสดง บริเวณหนองบ่อ อ.บรบือ จ.มหาสารคาม ซึ่งได้ทำการสูบน้ำใต้ดินเก็บขึ้นมาทำ
นาเกลือ แต่ปรากฏว่า น้ำเค็มเหล่านั้น ได้แพร่กระจายไปยังนาข้าว ทำให้เกิดปัญหาดิน
เค็มขึ้น, ปี 2527

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้