บทที่4

บทวิจารณ์

ในส่วนของการวิจารณ์ได้จำแนกเป็นข้อๆดังนี้

1. ข้อวิจารณ์ผลการวิเคราะห์ทางแม่เหล็กโดยการวัดค่า Magnetic susceptibility
2. ข้อวิจารณ์ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติเฉพาะทางแม่เหล็ก ของตัวอย่างดินตะกอนท้องน้ำจากคลองอู่ตะเภาและทะเลสาบสงขลาตอนล่าง
3. ข้อวิจารณ์ผลการหาลายพิมพ์รังสีเอกซ์เรือง

1 ข้อวิจารณ์ผลการวิเคราะห์ทางแม่เหล็กโดยการวัดค่า Magnetic susceptibility

จากค่า magnetic susceptibility ของตัวอย่างดินตะกอนที่มีความแตกต่างกันของพื้นที่คือ พื้นที่ต้นน้ำ พื้นที่เขตชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมก่อนเข้าเมืองหาดใหญ่ และพื้นที่เขตชุมชนเมืองหาดใหญ่จรดทะเลสาบสงขลา พบว่า ขนาดของค่า magnetic susceptibility ที่พิจารณาในรูปของค่าเฉลี่ยจากทุกขนาด grain และที่แต่ละขนาด grain มีค่าเพิ่มขึ้น จากพื้นที่ต้นน้ำซึ่งมีค่า magnetic susceptibility ค่อนข้างต่ำ จนถึงก่อนเข้าเมืองหาดใหญ่ แต่พบว่ามีเพียงบางพื้นที่ ที่มีค่า magnetic susceptibility ที่มากหรือน้อยผิดปกติ ค่าที่น้อยจะมีค่าอยู่ในช่วงเดียวกับค่า magnetic susceptibility ของเขตพื้นที่ที่อยู่ถัดจากพื้นที่ต้นน้ำ ผลดังกล่าวน่าจะมาจากตัวอย่างที่เก็บมาจากสภาวะแวดล้อมที่เหมือนกับพื้นที่ต้นน้ำทำให้วัสดุแม่เหล็กในดินตะกอนที่พบในบริเวณดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงกับที่พบจากพื้นที่ต้นน้ำ ส่วนค่าที่มากผิดปกติ น่าจะมาจาก วัสดุแม่เหล็กที่มีค่า magnetic susceptibility สูงปะปนอยู่ในดินตะกอนขนาด grain ดังกล่าว แต่มีบางตัวอย่างที่ขนาด grain ทั้งสองขนาด grain มีขนาดของค่า magnetic susceptibility คล้ายกัน เนื่องจากวัสดุแม่เหล็กที่ปะปนอยู่ในดินตะกอนดังกล่าวมีความเป็นไปได้ว่าจะเป็นชนิดเดียวกัน จากการศึกษายังพบอีกว่า ที่ขนาด grain ขนาดเล็กกว่า 75 μm มีขนาดของค่า magnetic susceptibility สูงที่สุด ซึ่งแนวโน้มที่พบส่วนใหญ่มีลักษณะเดียวกันคือ ค่า magnetic susceptibility จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อขนาด grain มีขนาดเล็กลง แต่มีเพียงบางตำแหน่งที่ ค่า magnetic susceptibility ลดลง เมื่อขนาด grain ลดลง ซึ่งผลดังกล่าวสอดคล้องกับผลของความแตกต่างของสมบัติเฉพาะทางแม่เหล็กกับขนาด grain size ประเภทต่างๆของ Thompson and Oldfield ,1986 ดังรูปที่ 8(ข) นั่นคือ วัสดุแม่เหล็กขนาด grain ที่เล็กน่าจะเป็นประเภท (super)paramagnetic ส่วนวัสดุแม่เหล็กขนาดใหญ่ที่มีค่า magnetic susceptibility สูงน่าจะเป็น single-domain pseudo single-domain หรือ

multidomain เมื่อคิดจากตัวอย่างที่เก็บได้พบว่า ตัวอย่างที่มีค่า magnetic susceptibility สูงในขนาด grain ขนาดใหญ่คิดเป็น 1 ใน 3 ของตัวอย่างทั้งหมด

ความแตกต่างของช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างและอิทธิพลของธรรมชาติก็มีผลเช่นกัน จากการเปรียบเทียบผลของค่า magnetic susceptibility ของตัวอย่างดินตะกอนท้องน้ำจากคลองอู่ตะเภาที่เก็บในปี พ.ศ.2543 กับตัวอย่างปี พ.ศ.2544 ทุกๆขนาด grain พบว่าค่า magnetic susceptibility จากตัวอย่างปี พ.ศ.2543 มีค่าลดลงเนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมามากผิดปกติพัดเอาวัสดุแม่เหล็กในดินตะกอนที่สะสมตัวอยู่ในตำแหน่งต่างๆพาไปตามกระแสน้ำ (จากข้อมูลของสภาพอากาศในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา) ทำให้ตะกอนที่เก็บได้ในต้นปี พ.ศ.2544 มีปริมาณลดลง ยกเว้นเพียงบางตัวอย่างที่อยู่ในบริเวณต้นน้ำค่า magnetic susceptibility มีค่าเพิ่มขึ้นคาดว่าน่าจะมาจาก ปริมาณน้ำที่พัดพาวัสดุแม่เหล็กในดินตะกอนท้องน้ำมีไม่มากพอที่จะพัดพาวัสดุแม่เหล็กในดินตะกอนที่สะสมตัวไปได้หมด แต่มีข้อสังเกตสำหรับตัวอย่าง 0-18 ซึ่งเป็นตัวอย่างที่มีปัญหาในการวิเคราะห์ พบว่าค่า magnetic susceptibility ที่พบในปี พ.ศ.2543 มีค่ามากกว่าที่พบในปี พ.ศ.2544 มาก น่าจะเป็นผลมาจากการวัดค่าเนื่องจากตัวอย่างที่เก็บได้มีปริมาณน้อยมาก ค่า magnetic susceptibility ที่พบเกือบเท่ากับค่าของกล่องฟิลม์ เมื่อนำมาคำนวนด้วยสัดส่วนโดยปริมาตรทำให้ค่าที่พบมากกว่าปกติมาก

หากพิจารณาดินตะกอนทุกขนาด grain ที่เก็บภายในปี พ.ศ.2544 ที่เวลาห่างกันในการเก็บตัวอย่างประมาณ 3 เดือน พบว่าค่า magnetic susceptibility มีค่าเพิ่มขึ้น น่าจะมีผลมาจากมีการสะสมตัวของวัสดุแม่เหล็กในดินตะกอนท้องน้ำเพิ่มขึ้น หรืออาจจะเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงชนิดของ magnetic domain จาก single domain ไปเป็น pseudo single-domain ซึ่งส่งผลให้ค่า magnetic susceptibility มีค่าเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน แต่มีบางตัวอย่างที่ขนาด grain มีขนาดใหญ่มีค่า magnetic susceptibility ลดลงและขนาด grain ที่มีขนาดเล็กมีค่า magnetic susceptibility เพิ่มขึ้น ความเป็นไปได้อาจเกิดเช่นเดียวกับกรณีแรกคือมาจากวัสดุแม่เหล็กที่มีค่า magnetic susceptibility มากถูกกระแสน้ำพัดพาไปปะปนกับดินตะกอนขนาดเล็กเพิ่มขึ้นตลอดเวลาเนื่องจากขนาด grain ที่เล็กสามารถพัดพาตามกระแสน้ำได้ดีหรือเกิดจากการเปลี่ยนแปลงชนิดของ magnetic domain จาก (super)paramagnetic ไปเป็น single domain ซึ่งส่งผลให้ค่า magnetic susceptibility มีค่าลดลง ซึ่งมีบางตัวอย่างที่ค่า magnetic susceptibility ที่เก็บครั้งที่สามมีค่าลดลง น่าจะมาจากเหตุผลเดียวกันหรือเป็นผลมาจากปริมาณน้ำในคลองอู่ตะเภาเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงต้นฤดูฝน

2 ข้อวิจารณ์ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติเฉพาะทางแม่เหล็กของตัวอย่างดินตะกอนท้องน้ำจากคลองอู่ตะเภาและทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

ผลจากกราฟ IRM remagnetization curve ของตัวอย่างดินตะกอนจากพื้นที่ต้นน้ำของคลองอู่ตะเภา เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันจะพบว่า แนวโน้มของกราฟจากพื้นที่ต้นน้ำทั้งสองแห่งของอำเภอสะเดามีลักษณะของกราฟที่คล้ายคลึงกัน คือมีลักษณะคล้ายกับกราฟของแร่ magnetite สิ่งที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากพื้นที่ดังกล่าวอยู่ใกล้กันและมีสภาพแวดล้อมเหมือนกัน ซึ่งส่วนใหญ่พื้นที่ดังกล่าวจะเป็นพื้นที่มีการทำเกษตรกรรมเป็นหลัก รวมทั้งมีบ้านเรือนที่ตั้งอยู่บริเวณดังกล่าวค่อนข้างน้อย ต่างจากสองจุดที่เหลือซึ่งเป็นจุดที่มีบ้านเรือนอยู่ค่อนข้างหนาแน่นกว่าพื้นที่แรกอีกทั้งพื้นที่ดังกล่าวยังเป็นพื้นที่ที่เคยมีการทำเหมืองแร่ดีบุก ซึ่งอาจจะมีแร่หรือวัสดุแม่เหล็กเป็นองค์ประกอบปนเปื้อนหรือตกค้างอยู่ในแหล่งน้ำ ในส่วนถัดมาเป็นพื้นที่ก่อนเข้าเมืองหาดใหญ่ซึ่งเป็นแหล่งชุมชนขนาดใหญ่ รวมทั้งเป็นแหล่งที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ พบว่าลักษณะแนวโน้มของกราฟ IRM ที่พบจะมีลักษณะของกราฟคล้ายคลึงกับกราฟที่ได้จากตัวอย่างพื้นที่ต้นน้ำ คือมีแนวโน้มของกราฟคล้ายกับ แร่ magnetite เมื่อเปรียบเทียบผลของกราฟ IRM กับกราฟ IRM ของตัวอย่างแร่แม่เหล็กที่ทดสอบโดย C. Peter และ R. Thompson :1998 (รูปที่ 9(ก)) ส่วนกราฟจากตัวอย่างต้นน้ำซึ่งอยู่บริเวณอำเภอบางกล่ำ และพื้นที่บริเวณอำเภอหาดใหญ่ มีแนวโน้มของกราฟคล้ายกับแร่ haematite รวมกับ magnetite เนื่องจากแนวทางของกราฟตอนต้นคล้ายกับแร่ magnetite แต่ตอนปลายของกราฟยังไม่เกิดความเสถียรเป็นลักษณะเดียวกับแร่ haematite กล่าวได้ว่าดินตะกอนบริเวณดังกล่าวมีวัสดุแม่เหล็กประเภท ferrimagnetic ผสมอยู่กับ antiferromagnetic โดยช่วงแรกของกราฟน่าจะเป็นผลมาจากวัสดุแม่เหล็กประเภท ferrimagnetic แต่ช่วงหลังจะเกิดจากวัสดุแม่เหล็กประเภท antiferromagnetic ส่วนผลจากกราฟ IRM remagnetization curve ของตัวอย่างดินตะกอนจากทะเลสาบสงขลา ซึ่งเป็นจุดสะสมของดินตะกอนและจุดสุดท้ายของคลองอู่ตะเภา พบว่าแนวโน้มของกราฟมีลักษณะคล้ายคลึงกับแร่ magnetite ที่สุด รวมทั้งมีแนวโน้มของกราฟช่วงสุดท้ายที่คงที่มากกว่าตัวอย่างที่กล่าวมาทั้งหมด น่าจะเป็นผลจากการเพิ่มขึ้นของวัสดุแม่เหล็กประเภท ferrimagnetic รวมทั้งวัสดุแม่เหล็กประเภท antiferromagnetic ที่ปะปนอยู่อาจจะมีปริมาณลดลงเนื่องการกระจัดกระจายไปในที่ต่างๆ ระหว่างการเดินทางตามกระแสน้ำ

เมื่อพิจารณาค่า SIRM จากตัวอย่างพื้นที่ต้นน้ำทั้งหมดพบว่า ค่า SIRM จากตัวอย่างพื้นที่อำเภอนาหม่อมมีค่าสูงสุดเมื่อเทียบกับพื้นที่ต้นน้ำด้วยกัน ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าตัวอย่างดังกล่าวจะประกอบด้วยวัสดุแม่เหล็กชนิด ferrimagnetic มากที่สุดรวมทั้งวัสดุแม่เหล็กประเภท antiferromagnetic ที่ปะปนอยู่อาจจะมีปริมาณน้อยมาก และเมื่อเปรียบเทียบผลของกราฟ IRM

กับตัวอย่างพื้นที่อื่นๆ พบว่าจะให้ผลเช่นเดียวกับค่า magnetic susceptibility คือมีค่าเพิ่มขึ้นจากพื้นที่ต้นน้ำจนถึงทะเลสาบสงขลา

จากค่า Coercivity of Remanence (Hcr) ของ DC demagnetization curve สำหรับตัวอย่างทั้งหมดพบว่า ค่า Hcr ของตัวอย่างจากพื้นที่ต้นน้ำมีความเป็นไปได้ที่จะมีองค์ประกอบของวัสดุแม่เหล็กชนิด antiferromagnetic ปนอยู่กับวัสดุแม่เหล็กชนิด ferrimagnetic ทำให้ผลที่ได้มีบางส่วนที่คล้ายกับที่พบจากแร่ haematite ยกเว้นตัวอย่างพื้นที่อำเภอนาหม่อมและบางขนาด grain ของตัวอย่างพื้นที่จากคลองแงะ มีองค์ประกอบของวัสดุแม่เหล็กชนิด ferrimagnetic มากกว่าเนื่องจากตัวอย่างดังกล่าวใช้สนามแม่เหล็กในการเหนี่ยวนำให้ magnetic dipole มีการกลับขั้วค่อนข้างต่ำ แต่ถ้ามีวัสดุแม่เหล็กที่เป็น antiferromagnetic ปะปนอยู่ค่อนข้างมากจะต้องใช้สนามแม่เหล็กในการเหนี่ยวนำให้ magnetic dipole กลับขั้วค่อนข้างสูง

จากการพิจารณาขนาดของค่า SIRM ของตัวอย่างในคลองอู่ตะเภาที่ตำแหน่งต่างๆในปี พ.ศ.2543 และเก็บซ้ำในตำแหน่งเดียวกันในปี พ.ศ.2544 พบว่าขนาดของค่า SIRM มีค่าน้อยที่บริเวณพื้นที่ต้นน้ำและเพิ่มขึ้นในพื้นที่ถัดมาจนถึงคลองอู่ตะเภา ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับผลจากค่า magnetic susceptibility และผลของกราฟ IRM remagnetization curve ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เมื่อพิจารณาผลเฉพาะในปี พ.ศ.2544 พบว่าค่า SIRM ตามเส้นทางน้ำของคลองอู่ตะเภามีค่าอยู่ในช่วงเดียวกันแสดงว่า วัสดุแม่เหล็กที่พบในคลองอู่ตะเภาตลอดทั้งสายมีปริมาณใกล้เคียงกัน แต่โดยรวมแล้วมีค่า SIRM สูงกว่าในปี พ.ศ.2543 แสดงว่ามีการเพิ่มขึ้นของวัสดุแม่เหล็กชนิด ferrimagnetic และ antiferromagnetic จากปี พ.ศ.2543 ในพื้นที่ต่างๆ

ค่า SIRM และ magnetic susceptibility ถ้านำมาหาเป็นค่า SIRM/k แล้วนำมาใช้จำแนกชนิดของแร่แม่เหล็กในดินตะกอนได้โดยอาศัย Biplot Diagram ที่ใช้ในการจำแนกชนิดของแร่แม่เหล็กโดยอาศัยความแตกต่างของสมบัติเฉพาะทางแม่เหล็กของ Peter and Thompson (ดังรูปที่ 9(ข)) แต่พิจารณาเฉพาะค่าของ SIRM/k ใน Biplot Diagram จะพบว่าแร่ magnetite มีค่า SIRM/k อยู่ในช่วง 0.2-100 kA/m ส่วนแร่ haematite มีค่า SIRM/k อยู่ในช่วง 10-1,000 kA/m ผลที่ได้พบว่า ตัวอย่างจากคลองอู่ตะเภาส่วนมากจะมีวัสดุแม่เหล็กที่มีลักษณะคล้ายกับแร่ magnetite มีบาง site ที่มีค่าตกอยู่ในช่วงคาบเกี่ยวกับแร่ haematite เช่น ช่วงกลางของคลองอู่ตะเภาและต้นน้ำทางอำเภอบางกล่ำ เป็นต้น

จากทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นสามารถบอกได้ว่าวัสดุแม่เหล็กที่ปะปนอยู่ในดินตะกอนมีความเข้มข้นของวัสดุแม่เหล็กชนิด ferrimagnetic ซึ่งเป็นชนิดเดียวกับที่พบในแร่ magnetite มากน้อยเพียงใด โดยพิจารณาผ่านกราฟของ The Concentration /grain size grid ของ pure

magnetite ในที่นี้พบว่าดินตะกอนท้องน้ำจากคลองอู่ตะเภาและทะเลสาบสงขลาจะมี ความเข้มข้นของ magnetite ปะปนอยู่ประมาณ 0.00001-0.001% โดยความเข้มข้นของวัสดุแม่เหล็กชนิด ferrimagnetic เป็นองค์ประกอบปะปนอยู่ในดินตะกอนท้องน้ำในพื้นที่ใกล้ต้นน้ำรวมทั้งพื้นที่ที่อยู่ใกล้กับแหล่งบ้านเรือนจะมีอยู่ค่อนข้างน้อย คือไม่เกิน 0.0005% ถ้าเทียบกับพื้นที่อื่น ใน grain size ขนาด 150-300 μm และ 106-150 μm จะเห็นได้ชัดเจนว่าเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของวัสดุแม่เหล็กที่มี ferrimagnetic เป็นองค์ประกอบมีอยู่น้อยมาก ต่างจากค่าที่มาจากพื้นที่ซึ่งอยู่ใกล้กับบริเวณแหล่งโรงงานอุตสาหกรรมและจุดรองรับน้ำท้ายคลองซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของวัสดุแม่เหล็กชนิด ferrimagnetic ที่ปะปนอยู่มากกว่า โดยมีเฉพาะ grain size ขนาด 150-300 μm เท่านั้นที่จะพบเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของวัสดุแม่เหล็กชนิด ferrimagnetic เป็นองค์ประกอบอยู่ในระดับเดียวกับพื้นที่ต้นน้ำ ส่วนที่ขนาด grain ที่เหลือพบอยู่ระดับค่อนข้างสูง

เมื่อศึกษาร่วมกับแผนภาพการผสมกันทางแม่เหล็กจากค่า SIRM/k กับ Hcr จะพบว่า เม็ดดินตะกอนที่พบส่วนใหญ่จะเป็นชนิดที่ขนาด grain เริ่มมีการเปลี่ยนรูปจาก elongated single domain magnetite ไปเป็น pseudo single-grain และยังมีบางส่วนที่เป็น pseudo single-grain และ (super)paramagnetic หากพิจารณาทีละขนาด grain พบว่าวัสดุแม่เหล็กจากพื้นที่ต้นน้ำทุกขนาด grain จะเป็นชนิดที่เริ่มมีการเปลี่ยนสภาพจาก elongated single domain magnetite ไปเป็น pseudo single-grain มีส่วนน้อยเท่านั้นที่เป็น pseudo single-grain สอดคล้องกับผลจาก anisotropy of magnetic susceptibility ที่รูปร่างของ ellipsoid ที่พบแบบ prolate(rods) แบบ neutral และแบบ oblate(disks) ในสัดส่วนที่พบแบบ oblate(disk) และแบบ neutral มากกว่า สามารถกล่าวได้ว่า elongate single-domain magnetite กับ pseudo single domain ที่พบจะมีรูปร่างของ elliposoid ส่วนใหญ่เป็นแบบ neutral และแบบ oblate(disks) ส่วนพวกที่เป็น (super) paramagnetic และพวกที่เริ่มเปลี่ยนจาก (super)paramagnetic ไปเป็น elongate single-domain magnetite และ pseudo single domain รูปร่าง ellipsoid ที่พบจะเป็นแบบ prolate (rods) เมื่อ (super)paramagnetic มีการฟอร์มตัวใหญ่ขึ้นทำให้ขนาดของ ellipsoid เริ่มเปลี่ยนเป็นแบบ neutral ส่วนวัสดุแม่เหล็กจากพื้นที่ที่อยู่ใกล้คลองสายหลักและโรงงานและพื้นที่บริเวณที่ผ่านบ้านเรือนจะมี domain grain เป็นทั้งสามชนิดด้วยสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน ส่วนวัสดุแม่เหล็กจากพื้นที่ที่เป็นจุดรวมของคลองสายย่อยๆหรือคลองสายหลักและพื้นที่ท้ายน้ำจะเป็นชนิดที่เริ่มมีการเปลี่ยนรูปจาก elongated single domain magnetite ไปเป็น pseudo single-grain แต่ยังไม่ได้เป็นชนิด pseudo single-grain ทั้งหมด

เมื่อพิจารณาจากผลทั้งหมดที่กล่าวมาสามารถบอกได้ว่า วัสดุแม่เหล็กชนิด ferrimagnetic ที่พบน่าจะมาจาก elongated single domain magnetite เนื่องจาก elongated single domain magnetite จะมีการสร้าง magnetic dipole moment ในทิศทางตรงกันข้ามกับ magnetic dipole moment ตัวหลักขึ้นมาแต่ขนาด dipole ที่สร้างขึ้นมาใหม่จะมีขนาดเล็ก ส่วนวัสดุแม่เหล็กชนิด antiferromagnetic ที่พบน่าจะเป็น pseudo single-grain เนื่องจาก domain ดังกล่าว จะมี magnetic dipole moment 2 dipole ที่เท่ากันแต่มีทิศทางที่ตรงกันข้ามกันดังรูปที่ 6 ถ้านำผลจากสมบัติทางแม่เหล็กทั้งหมดมาเปรียบเทียบร่วมกัน สามารถกล่าวได้ว่าแร่ magnetite ที่พบมาจากการที่ธาตุเหล็กเริ่มแรกมีลักษณะเป็น superparamagnetic อยู่ในดินทำปฏิกิริยากับน้ำและอากาศภายใต้สนามแม่เหล็กโลกทำให้วัสดุแม่เหล็กชนิด superparamagnetic เกิดการฟอร์มตัวเป็นแร่ magnetite ที่เริ่มแรกอยู่ในรูปของ ferrimagnetic ปะปนอยู่ในดินเมื่อมีการเผาหน้าดินในพื้นที่เกษตรกรรมเป็นการให้ความร้อนกับแร่ magnetite ทำปฏิกิริยากับอากาศเมื่อมีการเย็นตัวลงภายใต้สนามแม่เหล็กโลก grain ของแร่ magnetite ซึ่งเป็นวัสดุ ferrimagnetic บางตัวจะเปลี่ยน grain เป็นแบบ antiferromagnetic ทำให้เกิดพฤติกรรมทางแม่เหล็กดังที่ได้แสดงไว้ข้างต้น แต่เนื่องจากความร้อนที่ได้รับมีไม่มากจึงทำให้วัสดุแม่เหล็กชนิด antiferromagnetic เกิดขึ้นไม่มาก มีเฉพาะบางพื้นที่ที่มีการเผาดินเป็นจำนวนมากเท่านั้นที่จะพบวัสดุแม่เหล็กชนิด antiferromagnetic มากกว่าปกติ ส่วนวัสดุแม่เหล็กชนิด superparamagnetic ที่พบน่าจะมาจากธาตุเหล็กในดิน และธาตุเหล็กที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ เช่น เกิดจากการเผาผลาญของเชื้อเพลิง สารเคมีบางชนิดจากโรงงานอุตสาหกรรม และชุมชนบ้านเรือน เป็นต้น แร่ magnetite จากพื้นที่เกษตรกรรมส่วนมากอยู่ในรูปของดินเหนียว (Clay) และดินตะกอนแดง (Red sediment) เนื่องจากค่า magnetic susceptibility ที่พบอยู่ในช่วงเดียวกับค่า magnetic susceptibility ของดินเหนียว (Clay)(Telford และคณะ : 1990) และดินตะกอนแดง (Red sediment)(Collinson : 1983)

เมื่อนำคุณสมบัติทางแม่เหล็กข้างต้นมาพิจารณาร่วมกับเวลาของการเก็บตัวอย่าง พบว่าที่เวลาผ่านไปนานขึ้นค่า SIRM โดยมากจะเพิ่มขึ้น และค่า Hcr ลดลง น่าจะเป็นผลมาจากการสะสมตัวของวัสดุแม่เหล็กชนิด ferrimagnetic ในดินตะกอนเกิดขึ้นตลอดเวลา ยกเว้นเพียงบางขนาด grain ที่มีความแตกต่างกันไม่มาก น่าจะเป็นผลมาจากการที่มีวัสดุแม่เหล็กชนิด antiferromagnetic มาปะปนอยู่ด้วย และปริมาณของวัสดุแม่เหล็กทั้งสองที่พบในตัวอย่างดังกล่าวมีความแตกต่างกันไม่มาก ซึ่งบางตัวอย่างที่มีค่า Hcr เพิ่มขึ้นมาก น่าจะเป็นผลมาจากการที่มีวัสดุแม่เหล็กชนิด antiferromagnetic มาปะปนอยู่เพิ่มค่อนข้างมากกว่าปกติ

3 ผลการหาลายพิมพ์รังสีเอกซ์เรืองเพื่อวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบในดินตะกอนท้องน้ำจากคลองอู่ตะเภา

จากการหาลายพิมพ์รังสีเอกซ์เรืองของดินตะกอนท้องน้ำจากคลองอู่ตะเภาที่เก็บในปี พ.ศ.2543-2544 เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ธาตุประกอบที่อยู่ในดินตะกอน พบธาตุที่สามารถยืนยันการพบได้ 9 ธาตุ ได้แก่ ธาตุ เหล็ก(Fe) รูบิเดียม(Rb) เซอร์โคเนียม(Zr) สทรอนเชียม(Sr) แบเรียม (Ba) อิตเทรียม(Y) แมงกานีส(Mn) ไนโอเบียม(Nb) โครเมียม(Cr) และดีบุก(Sn) และธาตุที่ไม่สามารถยืนยันการพบธาตุได้อีก 28 ชนิด เนื่องจากพบพลังงานจากรังสีเอกซ์เพียงชนิดเดียว รวมทั้งธาตุที่เป็นธาตุภูมิหลังจากระบบวัดอีก 7 ชนิดซึ่งในที่นี้มีธาตุดีบุก รวมอยู่ด้วยแต่ counting area ของดีบุกที่พบมากกว่าที่พบจากระบบวัด ทำให้สามารถยืนยันการพบได้อย่างแน่นอน ซึ่งธาตุที่สามารถยืนยันการพบได้จากดินตะกอนท้องน้ำทุกๆตัวอย่างได้แก่ ธาตุ เหล็ก (Fe) แบเรียม (Ba) ดีบุก (Sn) และ เซอร์โคเนียม (Zr) เนื่องจากมี counting area ที่ชัดเจนยกเว้นธาตุเหล็กที่มี counting area ไม่ชัดเจนมาก

4 ผลการหาปริมาณความเข้มข้นของธาตุหลัก ๆที่พบเพื่อศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติเฉพาะทางแม่เหล็กกับปริมาณความเข้มข้นของธาตุ

4.1 การกระจายตัวในพื้นที่ต่างๆของธาตุหลักๆที่พบ

จากลายพิมพ์รังสีเอกซ์เรืองพบธาตุหลักๆที่สามารถนำมาศึกษาปริมาณได้มี 3 ชนิดคือ ธาตุแบเรียม(Ba) ธาตุเซอร์โคเนียม(Zr) และธาตุดีบุก(Sn) โดยพบว่า ปริมาณความเข้มข้นของธาตุแบเรียมที่ทุกขนาด grain ในดินตะกอนจากคลองอู่ตะเภาค่อยๆเพิ่มขึ้นจากบริเวณพื้นที่ต้นน้ำไปจนถึงทะเลสาบสงขลา มีเพียงบางตำแหน่งที่มีปริมาณลดลงบ้าง น่าจะเป็นผลมาจากอิทธิพลของกระแสน้ำที่แต่ละตำแหน่งไหลด้วยความเร็วไม่เท่ากัน แต่โดยมากจะพบธาตุดังกล่าวหนาแน่นที่พื้นที่ใกล้เขตอำเภอหาดใหญ่ ซึ่งอยู่ใกล้กับบริเวณที่เคยเป็นเหมืองแร่แบไรท์(จากรูปที่ 2) หากพิจารณาปริมาณความเข้มข้นของธาตุดีบุก พบว่าปริมาณความเข้มข้นของธาตุดีบุกที่พบในคลองอู่ตะเภาค่อนข้างต่ำ แต่ที่พบค่อนข้างมากคือบริเวณที่อยู่ใกล้กับอำเภอนาหม่อม ซึ่งมีเหมืองแร่ดีบุกเก่าตั้งอยู่ใกล้กับคลองที่ไหลลงคลองอู่ตะเภา แต่ไม่พบธาตุดีบุกในคลองบริเวณอำเภอบางกล่ำ เนื่องจากคลองบริเวณดังกล่าวเป็นคลองปิดไม่มีแหล่งน้ำเชื่อมต่อกับแหล่งแร่ดีบุกจึงพบปริมาณความเข้มข้นของธาตุดีบุกค่อนข้างน้อย เมื่อพิจารณาปริมาณความเข้มข้นของธาตุเซอร์โคเนียม พบว่าปริมาณความเข้มข้นของธาตุเซอร์โคเนียมพบมากช่วงกลางของคลองอู่ตะเภาและพบมากในขนาด grain 106-150 μm และ 75-106 μm แหล่งที่มาคาดว่าน่าจะมาจากการกัดเซาะของน้ำบนผิวดินในพื้นที่ดังกล่าว

4.2 สหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติเฉพาะทางแม่เหล็กกับปริมาณความเข้มข้นของธาตุ

ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) และ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) จากกราฟ สหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางแม่เหล็กกับปริมาณความเข้มข้นของธาตุ ที่พบจากลายพิมพ์รังสีเอกซ์เรือง และผลทางเคมี แสดงดังตาราง 19 และ 22

ตาราง 19 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ระหว่างค่า magnetic susceptibility กับปริมาณความเข้มข้นของธาตุที่หาด้วยวิธีเรืองรังสีเอกซ์ที่แต่ละขนาด grain

ธาตุ	150-300 μm.	106-150 μm.	75-106 μm.	เล็กกว่า 75 μm.	ผลรวมทุก grain
Ba	0.23115	0.33862	0.26295	0.26709	0.28285
Zr	0.79599	0.25879	-0.15882	-0.20843	0.41480
Sn	0.02311	0.03351	0.20050	0.26861	0.10091

ตาราง 20 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ระหว่างค่า magnetic susceptibility กับปริมาณความเข้มข้นของธาตุที่หาด้วยวิธีทางเคมีที่แต่ละขนาด grain

ธาตุ	150-300 μm.	106-150 μm.	75-106 μm.	เล็กกว่า 75 μm.	ผลรวมทุก grain
Fe	0.75496	0.69132	0.24922	0.46875	0.64013
Zn	0.41072	0.69031	0.06552	0.67579	0.51722
Pb	-0.18535	0.53140	0.16677	0.54448	0.30952
Cr	0.78881	0.73641	0.54720	0.63914	0.74060
Mn	0.30905	0.29584	-0.14901	-0.19938	0.29000

พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างขนาด grain กับสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของธาตุที่พบและค่า magnetic susceptibility พบว่า ที่แต่ละขนาด grain จะมีแนวโน้มการกระจายของข้อมูลและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ที่ไม่เท่ากัน สามารถบอกถึงความเกี่ยวพันธ์กันของปริมาณความเข้มข้นของธาตุที่พบกับค่า magnetic susceptibility ในแต่ละขนาด grain ได้แต่ในที่นี้พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่พบในแต่ละขนาด grain ของบางธาตุมีค่าค่อนข้างน้อย ดังนั้นจะพิจารณาเฉพาะธาตุที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่แต่ละขนาด grain ค่อนข้างมากมากล่าวถึงเท่านั้น ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่หามาจากการรวมกันของทุกขนาด grain เสมือนเป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เฉลี่ยที่หามาจากการรวมทุกขนาด grain แต่ไม่สามารถนำมาใช้บอกถึงแนวโน้มหรือทิศทางของความสัมพันธ์ได้ จากตาราง 19-20 พบว่า มี

เฉพาะธาตุ เหล็ก สังกะสี และโครเมียม เท่านั้นที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่เป็นผลมาจากการรวมกันของทุกขนาด grain และที่แต่ละขนาด grain มากกว่าธาตุที่เหลือค่อนข้างชัดเจน พิจารณาผลที่แต่ละขนาด grain พบว่า ขนาด grain 75-106 μm. มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์น้อยที่สุด แสดงว่าที่ขนาด grain ดังกล่าวไม่สามารถบอกถึงปริมาณความเข้มข้นของธาตุได้จากค่า magnetic susceptibility

ตาราง 21 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของธาตุที่พบในดินตะกอนท้องน้ำจากคลองอู่ตะเภากับค่า magnetic susceptibility , ค่า SIRM , ค่า Hcr และค่า SIRM/k

	k	SIRM	SIRM/k	Hcr
Ba	0.0800066	0.0472548	-0.256029	-0.00912027
Sn	0.0101822	0.0117686	-0.000408282	-0.0641331
Zr	0.172057	0.0802405	-0.0386214	0.00245529
Fe	0.409763	0.276884	-0.280026	-0.124589
Zn	0.267519	0.138101	-0.247481	-0.141541
Pb	0.0958023	0.0119454	-0.203418	-0.0480728
Cr	0.548488	0.320043	-0.188862	-0.129682
Mn	0.0840976	0.022999	-0.117865	0.00976041

ตาราง 22 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของธาตุที่พบในดินตะกอนท้องน้ำจากคลองอู่ตะเภากับค่า magnetic susceptibility , ค่า SIRM , ค่า Hcr และค่า SIRM/k

	k	SIRM	SIRM/k	Hcr
Ba	0.282854	0.217382	-0.505993	-0.0955
Sn	0.100907	0.108483	-0.020206	-0.253245
Zr	0.414798	0.283268	-0.196523	0.049551
Fe	0.640127	0.526198	-0.529175	-0.352972
Zn	0.517222	0.371619	-0.497475	-0.376219
Pb	0.309519	0.109295	-0.451019	-0.219255
Cr	0.7406	0.565723	-0.434583	-0.360114

Mn	0.289996	0.151654	-0.343315	0.098795

ถ้าพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่เป็นผลมาจากการรวมกันของทุกขนาด grain กับสมบัติทางแม่เหล็กทั้งหมดดังตาราง 20-21 พบว่า ผลโดยรวมมีความสอดคล้องกันทั้งหมดกล่าวคือ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination : R^2) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของธาตุที่พบกับสมบัติทางแม่เหล็กทั้งหมดล้วนมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ยกเว้นธาตุ เหล็ก สังกะสี และโครเมียมที่มีค่าค่อนข้างมาก เมื่อเทียบกับธาตุที่เหลือ ส่วนแนวโน้มของกราฟระหว่างค่า Hcr และค่า SIRM/k กับปริมาณความเข้มข้นของธาตุที่พบ ส่วนมากจะมีแนวโน้มของกราฟในทางที่ลดลง ยกเว้น กราฟระหว่างค่า Hcr กับปริมาณความเข้มข้นของธาตุ เซอร์โคเนียม และแมงกานีสเท่านั้นที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ และ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ที่พบมีค่าน้อยมากๆจนไม่สามารถใช้บอกความสัมพันธ์กันของปริมาณความเข้มข้นของธาตุและสมบัติทางแม่เหล็กได้ จากสมบัติทางแม่เหล็กทั้งหมดที่กล่าวมาค่า magnetic susceptibility สามารถบอกถึงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความเข้มข้นของธาตุที่พบได้ดีที่สุด โดยสามารถบอกถึงการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของธาตุเหล็กได้ 64 เปอร์เซ็นต์ ธาตุสังกะสี 51.7 เปอร์เซ็นต์ และสูงที่สุดธาตุโครเมียม 74 เปอร์เซ็นต์