บทที่ 3

ผลการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัย การสะสมของโลหะบางชนิดในปิงมักกะสัน ได้ทำการศึกษาต่อเนื่องเป็นเวลา 1 ปี ศึกษาโลหะ 4 ชนิดคือ แมงกานีส (Mn) เหล็ก (Fe) แคดเมียม (Cd) และตะกั่ว(Pb) โดยเก็บตัวอย่างน้ำ ตะกอน สารแขวนลอย และผักตบชวาทั้งหมด 6 ครั้ง แสดงไว้ในตารางที่ 3.1-3.4 และรูปที่ 3.1-3.11 โดยปริมาณโลหะที่ตรวจไม่พบในตัวอย่างนั้น แสดงว่าโลหะนั้นมีค่าน้อยกว่า detection limit คือ เหล็กมีปริมาณน้อยกว่า 0.3 ppm, แคดเมียมน้อยกว่า 0.2 ppm และตะกั่วน้อยกว่า 0.08 ppm

<u>การเปรียบเทียบปริมาณโลหะในตัวอย่างชนิดต่าง ๆ จากการเก็บแต่ละครั้ง</u>

1. <u>ครั้งที่ 1 เก็บตัวอย่างวันที่ 12 เมษายน 2532</u>

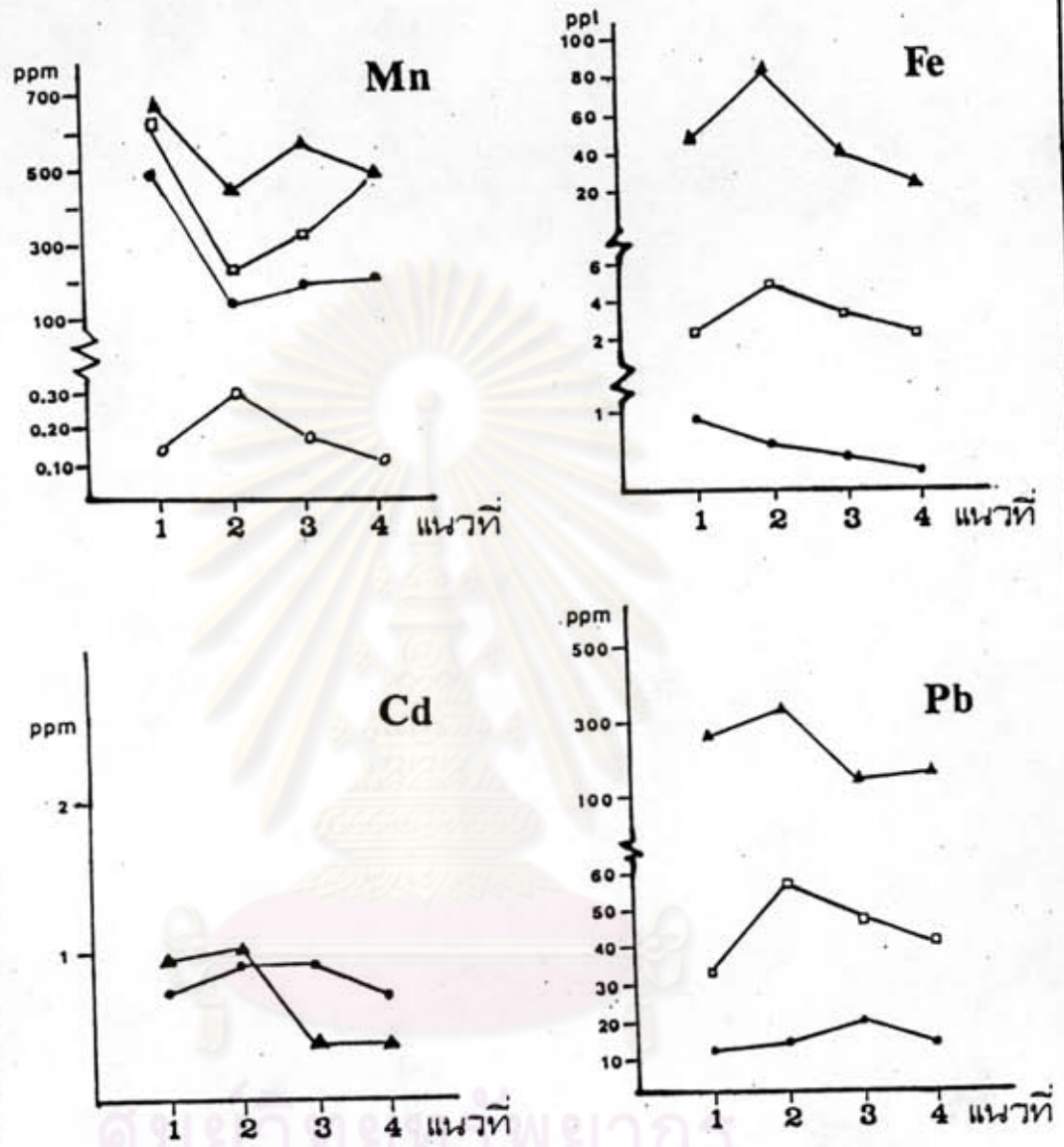
ผลการวิเคราะห์ปริมาณของโลหะชนิดต่าง ๆ ตามแนวทั้ง 4 เป็นดังนี้

1.1 <u>แมงกานีส</u> (Mn)

แมงกานีสสามารถตรวจพบในตัวอย่างทุกชนิด ตามรูปที่ 3.1(ก) และตารางที่ 3.1 โดยมีปริมาณในตัวอย่างชนิดต่าง ๆ เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้ ตะกอน สารแขวนลอย ผักตบชวา และน้ำ และมีลักษณะการสะสมแมงกานีสในตะกอน สารแขวนลอย และผักตบชวาเหมือนกัน เช่นมีค่าต่ำสุดในแนวที่ 2 คือ 434.5, 620.8 ppm ซึ่งลักษณะนี้ตรงข้ามกับการแพร่กระจายของแมงกานีสในน้ำตามแนวต่าง ๆ ที่มีค่าต่ำสุดในแนวที่ 4 คือ 0.10 ppm และมีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 2 คือ 0.29 ppm

1.2 <u>เหล็ก</u> (Fe)

จากรูปที่ 3.1(ข) และตารางที่ 3.2 พบว่ามีการสะสมเหล็กในตัวอย่างตะกอนสูงที่สุดคืออยู่ในช่วง 27.9-85.3 ppt ตามด้วยสารแขวนลอยอยู่ในช่วง 2.29-5.06 ppt โดยทั้งตะกอนและสารแขวนลอยมีปริมาณการสะสมเหล็กมีค่ามากและน้อยใน



รูปที่ 3.1 แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างตะกอน, สารแขวนลอย, ผักตบชวา และน้ำ ครั้งที่ 1 เก็บตัวอย่างวันที่ 12 เมษายน 2531

- แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างตะกอน
- แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างสารแขวนลอย
- แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างผักตบชวา
- แสองปริมาณโลหะในตัวอย่างน้ำ

แต่ละแนวเหมือนกัน คือมีค่าสูงสุดในแนวที่ 2 และต่ำที่สุดในแนวที่ 4 แตกต่างจากผักตบชวาที่มีค่าน้อยกว่าอยู่ในช่วง 0.26-0.99 ppt และมีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 1 จากนั้นจะค่อย ๆ ลดลงในแนวที่ 2 และ 3 ตามลำดับ จนมีค่าต่ำสุดในแนวที่ 4 สำหรับตัวอย่างน้ำทั้งหมดตรวจไม่พบปริมาณเหล็กด้วยวิธี Flame Atomic Absooption

1.3 แคดเมียม (Cd)

จากรูปที่ 3.1(ค) และตารางที่ 3.3 การวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมสามารถทำได้ในตัวอย่าง ตะกอน และผักตบชวาเท่านั้น และค่าที่ได้ก็อยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน คือ ตะกอนอยู่ในช่วง 0.04-0.96 ppm และผักตบชวาอยู่ในช่วง 0.74-0.94 ppm โดยในแนวที่ 1 และ 2 ตะกอนมีปริมาณแคดเมียมสูงกว่าในผักตบชวา แต่แนวที่ 3 และ 4 ผักตบชวาจะมีปริมาณแคดเมียมสูงกว่าตะกอน สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างน้ำ และสารแขวนลอยตรวจไม่พบทุกตัวอย่าง

1.4 ตะกั่ว (Pb)

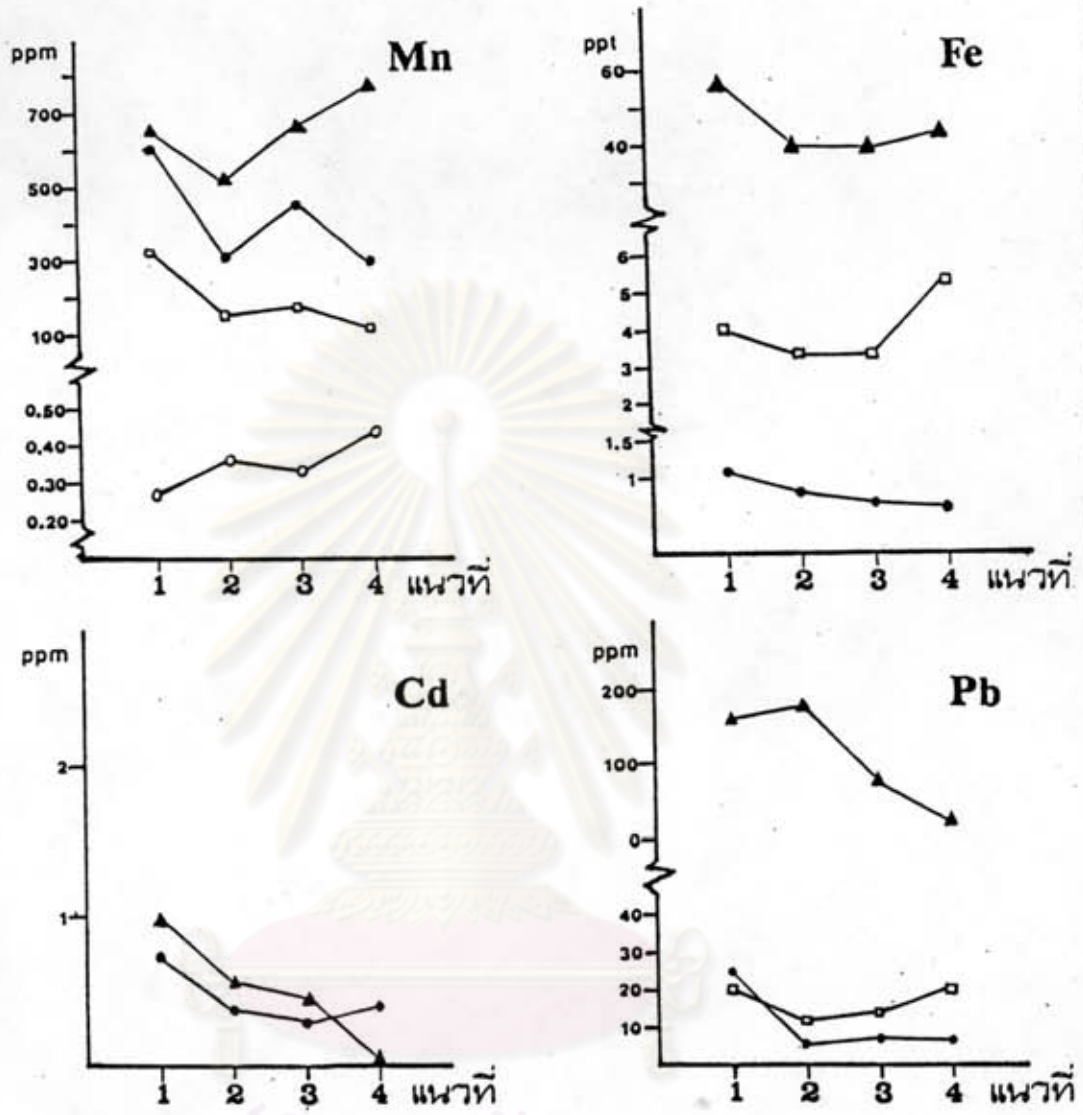
การสะสมของตะกั่ว ตามรูปที่ 3.1 (ง) และตารางที่ 3.4 มีปริมาณมากที่สุดในตะกอน โดยมีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 2 คือ 320.0 ppm และมีค่าต่ำสุดในแนวที่ 3 คือ 136.1 ppm อันดับต่อมาได้แก่สารแขวนลอยมีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 2 คือ 56.2 ppm ต่ำที่สุดในแนวที่ 1 คือ 32.3 ppm และผักตบชวาซึ่งมีค่าสูงสุดในแนวที่ 3 คือ 18.7 ppm และต่ำที่สุดในแนวที่ 1 คือ 10.4 ppm สำหรับตัวอย่างน้ำทุกตัวอย่างตรวจไม่พบปริมาณตะกั่ว

2. ครั้งที่ 2 เก็บตัวอย่างวันที่ 9 มิถุนายน 2531

ผลการวิเคราะห์ปริมาณของโลหะชนิดต่าง ๆ ตามแนวทั้ง 4 เป็นดังนี้

2.1 แมงกานีส (Mn)

ลักษณะการสะสมของแมงกานีส ตามรูปที่ 3.2(ก) และตารางที่ 3.1 เหมือนกับ รูปที่ 3.1(ก) ในครั้งที่ 1 คือมีค่าลดต่ำลงในตัวอย่างตะกอนผักตบชวาและสารแขวนลอยในแนวที่ 2 แต่ปริมาณของแมงกานีสในผักตบชวามีค่ามากกว่าสารแขวนลอยซึ่งแตกต่างจากครั้งที่ 1 เรียงลำดับปริมาณแมงกานีสในตัวอย่างได้ดังนี้ ตะกอน > ผักตบชวา >



รูปที่ 3.2 แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างตะกอน, สารแขวนลอย, ผักตบชวา และน้ำ ครั้งที่ 2 เก็บตัวอย่างวันที่ 9 มิถุนายน 2531

▲——▲ แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างตะกอน

□——□ แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างสารแขวนลอย

●——● แสดงปริมาณโลหะในตัวย่างผักตบชวา

○——○ แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างน้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารแขวนลอย > น้ำ โดยตะกอนมีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 4 คือ 770.0 ppm และต่ำที่สุดในแนวที่ 2 คือ 513.8 ppm ผักตบชวาและสารแขวนลอยมีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 1 คือ 608.6 และ 322.4 ppm และมีค่าต่ำที่สุดในแนวที่ 4 คือ 295.3 และ 116.9 ppm ซึ่งตรงกันข้ามกับปริมาณแมงกานีสที่แพร่กระจายในน้ำที่มีค่าต่ำที่สุดในแนวที่ 1 คือ 0.27 ppm และสูงที่สุดในแนวที่ 4 คือ 0.44 ppm

2.2 <u>เหล็ก</u> (Fe)

ปริมาณเหล็กรูปแบบต่าง ๆ จากรูปที่ 3.2 (ข) และตารางที่ 3.2 พบว่าตะกอนมีค่าสูงที่สุดคืออยู่ในช่วง 39.6-56.9 ppt โดยมีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 1 และต่ำที่สุดในแนวที่ 3 สารแขวนลอยอยู่ในช่วง 3.37-5.39 ppt โดยมีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 4 และต่ำที่สุดในแนวที่ 2 การสะสมของเหล็กในผักตบชวาเหมือนครั้งที่ 1 คือสูงที่สุดในแนวที่ 1 และลดต่ำลงตามแนวที่ 2,3 และต่ำที่สุดในแนวที่ 4 สำหรับการแพร่กระจายของเหล็กในน้ำนั้นในทุกตัวอย่างพบว่ามีค่าน้อยกว่า 0.3 ppm

2.3 <u>แคดเมียม</u> (Cd)

จากรูปที่ 3.2(ค) และตารางที่ 3.3 จะเห็นว่าการสะสมของแคดเมียมในตะกอนและผักตบชวา ยังมีค่าใกล้เคียงกันคือมีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 1 ในตัวอย่างทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ 0.99 และ 0.74 ppm ตามลำดับ และมีแนวโน้มที่ปริมาณแคดเมียมลดต่ำลงในแนวที่ 2 และจะค่อย ๆ ลดลงตามแนวต่าง ๆ จนต่ำที่สุดในแนวที่ 4 เป็น 0.07 ppm ส่วนผักตบชวาจะมีค่าต่ำที่สุดในแนวที่ 3 เป็น 0.30 ppm และค่อยเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยในแนวที่ 4 สำหรับในตัวอย่างน้ำทุกตัวอย่างพบว่าไม่สามารถตรวจหาปริมาณแคดเมียมได้

2.4 <u>ตะกั่ว</u> (Pb)

จากรูปที่ 3.2(ง) และตารางที่ 3.4 สังเกตุลักษณะการสะสมของตะกั่วในตัวอย่างของแข็งพบว่ามีมากที่สุดในตัวอย่างตะกอน โดยมีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 2 เป็น 180.4 ppm และต่ำที่สุดในแนวที่ 4 เป็น 29.1 ppm สำหรับผักตบชวานั้นในแนวที่ 1 มีค่ามากที่สุดเป็น 25.8 ppm และมากกว่าสารแขวนลอยซึ่งมีค่ามากที่สุดในแนวนี้เป็น 20.4 ppm ในแนวที่ 2,3 และ 4 ปริมาณการสะสมของตะกั่วในสารแขวนลอยมีมากกว่าในผักตบชวา โดยปริมาณในสารแขวนลอยและผักตบชวามีค่าน้อยที่สุดในแนวที่ 2 เป็น 11.7 และ 6.0 ppm

ตามลำดับ แต่ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างน้ำนั้นมีน้อยกว่าที่จะตรวจวัดได้

3. ครั้งที่ 3 เก็บตัวอย่างวันที่ 11 สิงหาคม 2531

ผลการวิเคราะห์ปริมาณของโลหะชนิดต่าง ๆ ตามแนวทั้ง 4 เป็นดังนี้

3.1 แมงกานีส (Mn)

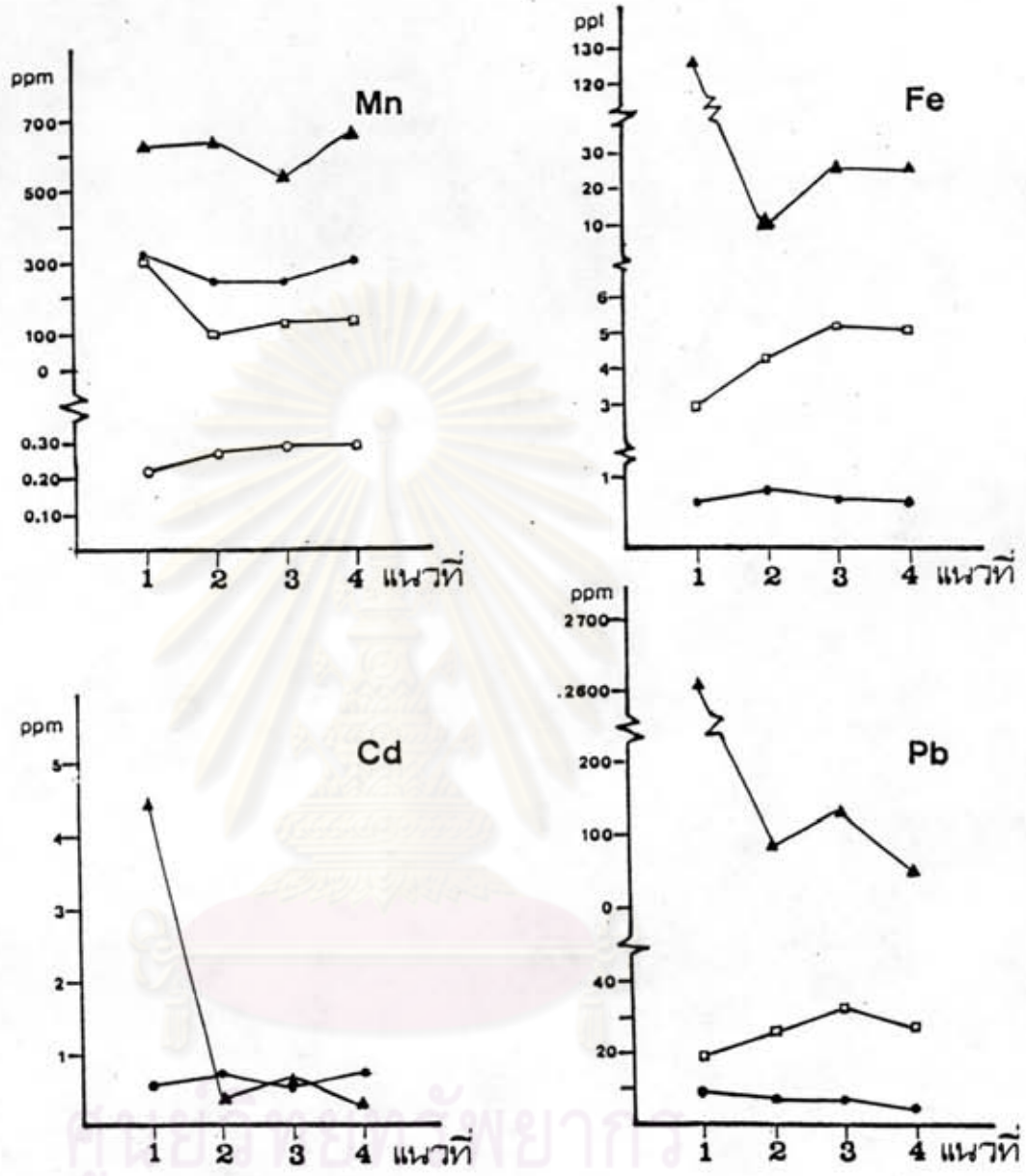
ลักษณะการสะสมแมงกานีสในตัวอย่างของแข็งตามรูปที่ 3.3 (ก) และตารางที่ 3.1 พบว่าเหมือนครั้งที่ 2 คือมีปริมาณแมงกานีสใน ตะกอน > ผักตบชวา > สารแขวนลอย โดยตะกอนมีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 4 เป็น 66.4 ppm และต่ำที่สุดในแนวที่ 3 เป็น 541.6 ppm ตัวอย่างผักตบชวาและสารแขวนลอยต่างก็มีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 1 และลดต่ำลงในแนวที่ 2 และ 3 และกลับเพิ่มขึ้นอีกในแนวที่ 4 ซึ่งตรงข้ามกับการกระจายของแมงกานีสตามแนวต่าง ๆ ในน้ำ ที่มีค่าต่ำที่สุดในแนวที่ 1 เป็น 0.22 ppm และค่อยเพิ่มขึ้นในแนวที่ 2,3 และคงที่ในแนวที่ 4 เป็น 0.29 ppm

2.2 เหล็ก (Fe)

จากรูปที่ 3.3(ข) และตารางที่ 3.2 พบว่าการสะสมของเหล็กในของแข็งมีลำดับการเรียงจากมากไปหาน้อยดังนี้ ตะกอน สารแขวนลอย ผักตบชวา ซึ่งเหมือนครั้งที่ 1 และ 2 และพบว่าในตะกอนมีค่าสูงมากในแนวที่ 1 เป็น 126.5 ppt และลดต่ำลงมากที่สุดในแนวที่ 2 เป็น 10.0 ppt ในสารแขวนลอยมีค่าอยู่ในช่วง 3.07-5.99 ppt โดยมีค่าต่ำที่สุดในแนวที่ 1 และสูงที่สุดในแนวที่ 3 ในผักตบชวามีค่าอยู่ในช่วง 0.36-0.80 ppt โดยมีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 2 และต่ำที่สุดในแนวที่ 4 การวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในน้ำไม่สามารถตรวจพบได้

3.3 แคดเมียม (Cd)

การสะสมของแคดเมียมในตะกอน และผักตบชวา ตามรูปที่ 3.3(ค) และตารางที่ 3.3 พบว่าในแนวที่ 1 แคดเมียมในตะกอนมีค่าสูงมากเท่ากับ 4.44 ppm และมีค่าต่ำสุดในแนวที่ 2 เป็น 0.78 ppm และต่ำที่สุดในแนวที่ 3 เป็น 0.53 ppm ในตัวอย่างน้ำและสารแขวนลอยทุกตัวอย่างเมื่อนำมาตรวจด้วยวิธี Flame Atomic Absorption พบว่าไม่



รูปที่ 3.3 แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างตะกอน, สารแขวนลอย ผักตบชวา และน้ำ ครั้งที่ 3 เก็บตัวอย่างวันที่ 10 สิงหาคม 2531

▲——▲ แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างตะกอน

□——□ แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างสารแขวนลอย

●——● แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างผักตบชวา

○——○ แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างน้ำ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สามารถตรวจพบได้

3.4 ตะกั่ว (Pb)

จากรูปที่ 3.3(ง) และตารางที่ 3.4 พบว่าในตะกอนของแนวที่ 1 ตะกั่วยังคงมีค่าสูงมากเหมือนเหล็ก และแคดเมียมในปริมาณ 2610.8 ppm และมีค่าน้อยที่สุดในแนวที่ 4 ในปริมาณ 52.8 ppm ซึ่งลักษณะการสะสมนี้ตรงข้ามกับสารแขวนลอยที่มีค่าต่ำที่สุดในแนวที่ 1 ในปริมาณ 18.9 ppm และสูงที่สุดในแนวที่ 3 ในปริมาณ 32.3 ppm สำหรับผักตบชาค่าที่ได้นั้นมีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 1 เป็น 9.2 ppm และลดลงเรื่อย ๆ ตามแนวที่ 2,3 และต่ำที่สุดในแนวที่ 4 ในปริมาณ 4.1 ppm ซึ่งปริมาณตะกั่วที่ตรวจวัดด้วยวิธีนี้ไม่สามารถตรวจพบได้ในตัวอย่างน้ำ

4. ครั้งที่ 4 เก็บตัวอย่างวันที่ 12 ตุลาคม 2531

ผลการวิเคราะห์ปริมาณของโลหะชนิดต่าง ๆ ตามลำดับทั้ง 4 เป็นดังนี้

4.1 แมงกานีส (Mn)

ลักษณะการสะสมของแมงกานีสในตัวอย่างที่เป็นของแข็ง ตามรูปที่ 3.4(ก) และตารางที่ 3.1 พบว่ายังคงมีอันดับความมากน้อยเหมือนในครั้งที่ 2 และ 3 คือ ตะกอน > ผักตบชา > สารแขวนลอย และในตัวอย่างน้ำจะมีปริมาณน้อยที่สุด โดยปริมาณในตัวอย่างตะกอนอยู่ในช่วง 445.9-655.7 ppm ผักตบชาอยู่ในช่วง 213.2-493.8 ppm และสารแขวนลอยอยู่ในช่วง 41.2-58.9 ppm และน้ำอยู่ในช่วง 0.33-0.40 ppm ซึ่งทั้งตะกอน ผักตบชา และน้ำ มีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 1 และต่ำที่สุดในแนวที่ 4 แตกต่างจากสารแขวนลอยที่มีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 4 และต่ำที่สุดในแนวที่ 2

4.2 เหล็ก (Fe)

จากรูปที่ 3.4(ข) และตารางที่ 3.2 สามารถตรวจพบปริมาณเหล็กในสารตัวอย่างที่เป็นของแข็งเท่านั้นได้แก่ตะกอนในปริมาณที่มากที่สุด สารแขวนลอยและผักตบชาในปริมาณที่น้อยที่สุด โดยพบว่าในตัวอย่างน้ำนั้นไม่สามารถตรวจพบเหล็ก เนื่องจากมีค่าน้อยกว่า detection limit พิจารณาการแพร่กระจายของปริมาณเหล็กในตัวอย่างของแข็งตามแนวต่าง ๆ

พบว่าในตะกอน เหล็กมีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 1 ในปริมาณ 60.6 ppt และต่ำที่สุดในแนวที่ 3 ในปริมาณ 19.8 ppt ในสารแขวนลอยเหล็กมีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 4 ในปริมาณ 3.58 ppt และต่ำที่สุดในแนวที่ 1 ในปริมาณ 2.29 ppt ในผักตบชวา เหล็กมีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 2 เป็น 0.87 ppt และต่ำที่สุดในแนวที่ 4 ในปริมาณ 0.70 ppt

4.3 <u>แคดเมียม</u> (Cd)

ปริมาณแคดเมียมในตะกอนของแนวต่าง ๆ ได้แสดงไว้ดังรูปที่ 3.4(ค) และตารางที่ 3.3 พบว่าเหมือนกับมีการแพร่กระจายคล้ายกับที่พบในครั้งที่ 3 โดยมีค่าสูงที่สุดในตะกอนของแนวที่ 1 เป็น 2.32 ppm และต่ำที่สุดในแนวที่ 2 เป็น 0.03 ppm ในตัวอย่างผักตบชวามีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 2 เป็น 0.71 ppm และต่ำที่สุดในแนวที่ 4 เป็น 0.48 ppm ในตัวอย่างน้ำ และสารแขวนลอยตรวจไม่พบทุกตัวอย่าง

4.4 <u>ตะกั่ว</u> (Pb)

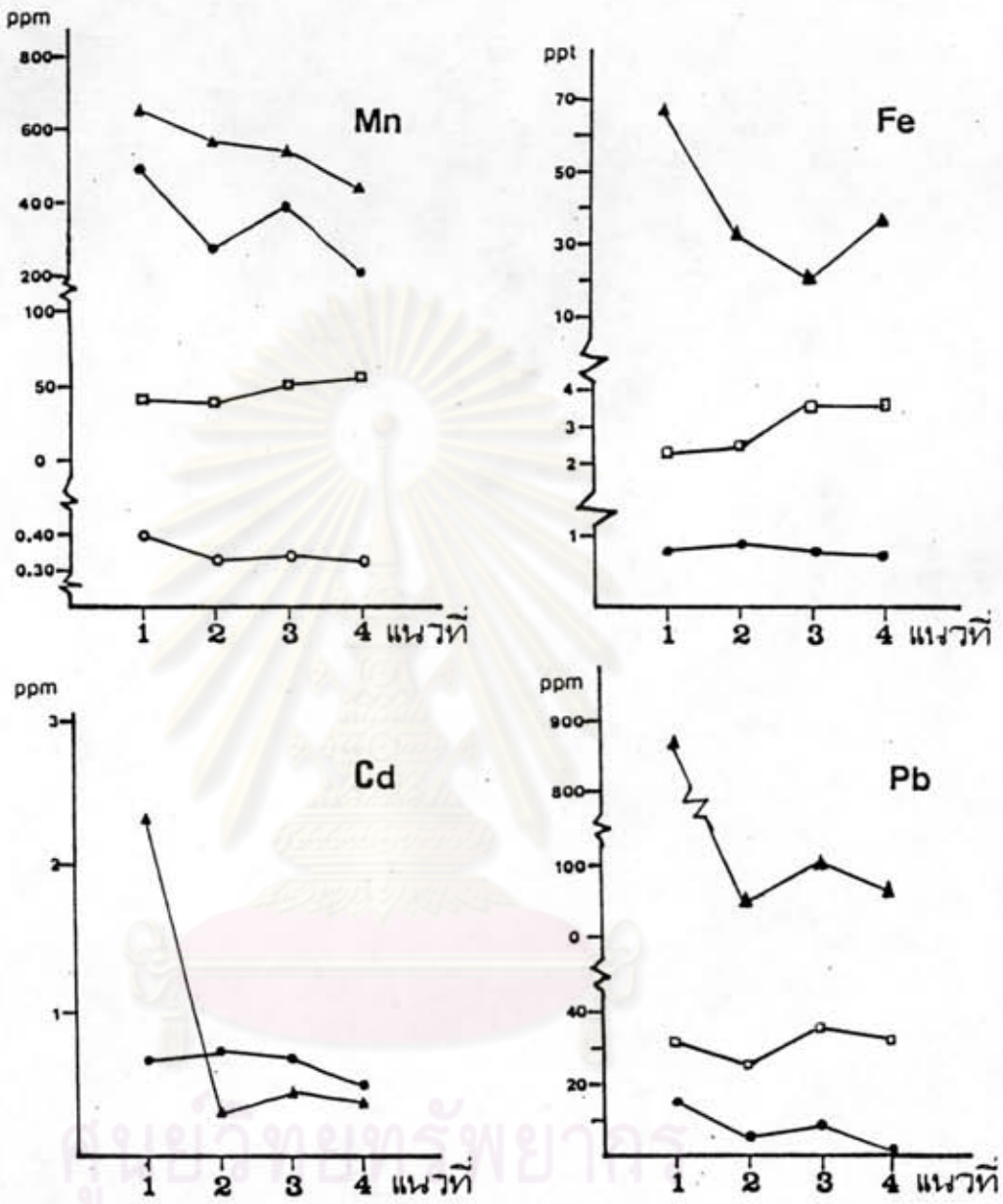
การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในครั้งที่ 4 ตามรูปที่ 3.4(ง)และตารางที่ 3.4 นี้ พบว่าไม่สามารถตรวจวัดปริมาณตะกั่วในน้ำได้ การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วจึงทำได้ในตัวอย่างที่เป็นของแข็งเท่านั้น โดยมีปริมาณมากที่สุดในตะกอนในช่วง 47.1-865.9 ppm และมีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 1 และต่ำที่สุดในแนวที่ 2 ปริมาณตะกั่วที่พบในสารแขวนลอยพบมากเป็นอันดับที่ 2 ในช่วง 24.9-30.8 ppm โดยมีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 3 และต่ำที่สุดในแนวที่ 2 ส่วนปริมาณที่พบในผักตบชวามีค่าอยู่ในช่วง 1.5-14.2 ppm โดยมีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 1 และต่ำที่สุดในแนวที่ 4

5. <u>ครั้งที่ 5 เก็บตัวอย่างวันที่ 9 ธันวาคม 2531</u>

ผลการวิเคราะห์ปริมาณของโลหะชนิดต่าง ๆ ตามแนวทั้ง 4 เป็นดังนี้

5.1 <u>แมงกานีส</u> (Mn)

ลักษณะการสะสมของแมงกานีสในตัวอย่างของแข็งทั้ง 3 ชนิดคือ ตะกอน ผักตบชวา และสารแขวนลอย ตามรูปที่ 3.5(ก) และตารางที่ 3.1 นั้น มีลักษณะสะสมในแนวต่าง ๆ เหมือนครั้งที่ 3 คือ มีค่าเพิ่มขึ้นในแนวที่ 4 โดยเฉพาะครั้งที่ 5 นี้



รูปที่ 3.4 แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างตะกอน, สารแขวนลอย ผักตบชวา และน้ำ ครั้งที่ 4 เก็บตัวอย่างวันที่ 12 ตุลาคม 2531

▲——▲แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างตะกอน

□——□แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างสารแขวนลอย

●——●แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างผักตบชวา

○——○แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างน้ำ

ปริมาณแมงกานีสที่มีค่าสูงที่สุดในของแข็งทั้ง 3 ชนิด อยู่ในแนวที่ 4 เป็น 777.0, 321.3 และ 201.2 ppm ตามลำดับ และต่ำที่สุดในแนวที่ 2 เป็น 484.5, 219.6 และ 63.4 ppm ตามลำดับ ซึ่งลักษณะนี้ตรงข้ามกับปริมาณโลหะในน้ำ ที่มีค่ามากที่สุดในแนวที่ 2 เป็น 0.29 ppm และต่ำที่สุดในแนวที่ 1 เป็น 0.22 ppm

5.2 <u>เหล็ก</u> (Fe)

จากรูปที่ 3.5(ข) และตารางที่ 3.2 พบว่าปริมาณเหล็กที่วิเคราะห์ได้จากตัวอย่าง 3 ชนิด โดยปริมาณเหล็กในตะกอน > สารแขวนลอย > ผักตบชวา และมีลักษณะการสะสมเหมือนกับปริมาณเหล็กที่ตรวจพบในครั้งที่ 1-4 ด้วย โดยครั้งที่ 5 นี้ตะกอนมีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 1 เป็น 67.2 ppt และต่ำที่สุดในแนวที่ 2 เป็น 56.2 ppt ในสารแขวนลอยมีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 4 เป็น 0.38 ppt และต่ำที่สุดในแนวที่ 2 เป็น 0.13 ppt สำหรับตัวอย่างน้ำที่นำมาวิเคราะห์พบว่าไม่สามารถตรวจพบปริมาณเหล็ก

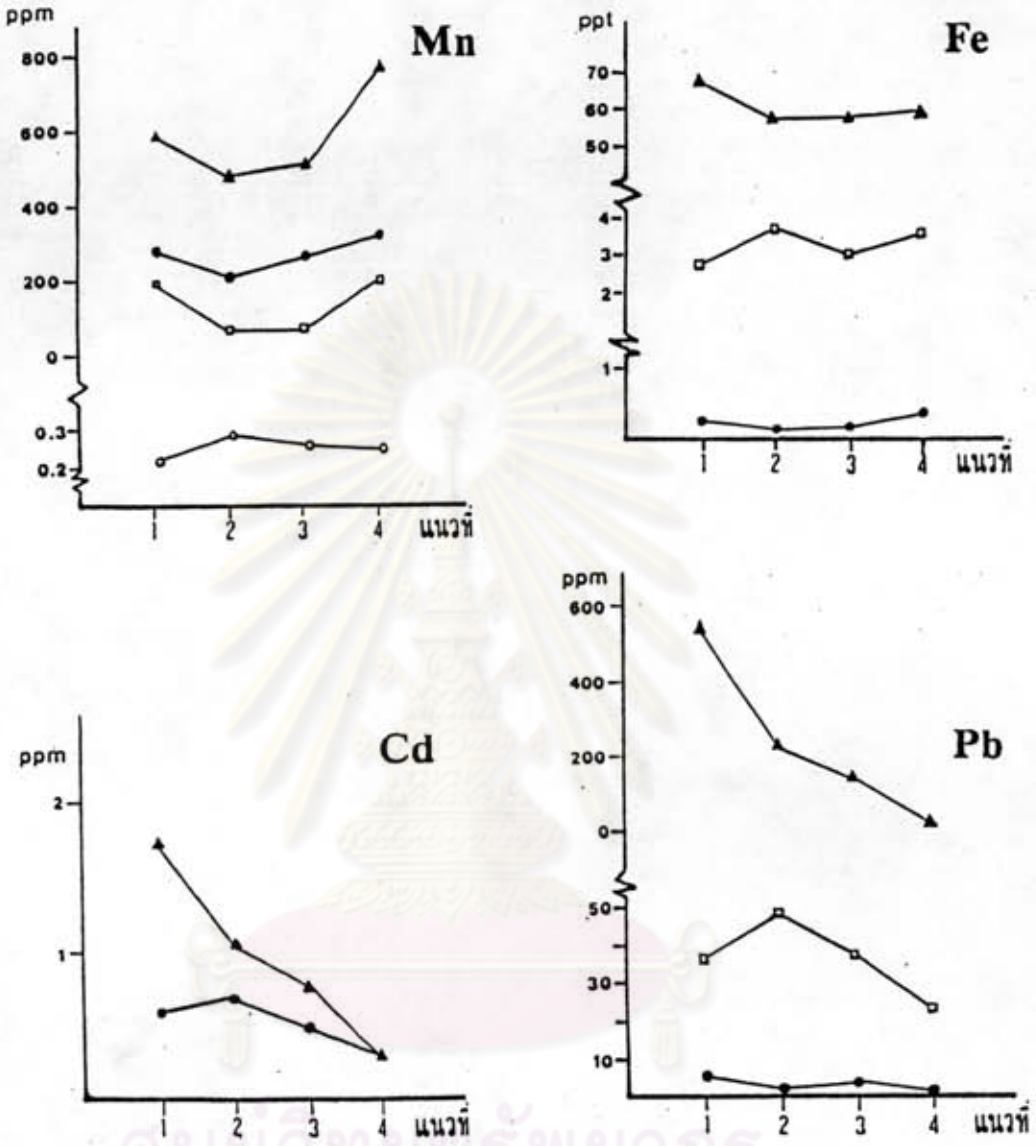
5.3 <u>แคดเมียม</u> (Cd)

ปริมาณแคดเมียมสามารถวิเคราะห์ได้จากตัวอย่างเพียง 2 ชนิด เหมือนครั้งที่ 1-4 คือ พบในตะกอนและผักตบชวาเท่านั้น ส่วนการวิเคราะห์ในน้ำและสารแขวนลอยไม่สามารถตรวจพบได้ทุกตัวอย่าง ในตัวอย่างตะกอนพบว่ามีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 1 เป็น 1.71 ppm และต่ำที่สุดในแนวที่ 4 เป็น 0.28 ppm แตกต่างจากผักตบชวาที่ยังสูงสุดในแนวที่ 2 เหมือนครั้งที่ 3 และ 4 เป็น 0.70 ppm และต่ำที่สุดในแนวที่ 4 เป็น 0.30 ppm

5.4 <u>ตะกั่ว</u> (Pb)

จากรูปที่ 3.5(ง) และตารางที่ 3.4 ยังพบว่า แนวที่ 1 ในตะกอนยังคงมีปริมาณตะกั่วสูงที่สุดเป็น 545.9 ppm และต่ำที่สุดในแนวที่ 4 เป็น 35.8 ppm เหมือนครั้งที่ 3 และ 4 ที่สูงสุดในแนวที่ 1 และต่ำที่สุดในแนวที่ 4 สารแขวนลอยในครั้งที่ 5 มีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 2 เป็น 49.4 ppm และต่ำที่สุดในแนวที่ 4 เป็น 23.8 ppm แต่ผักตบชวากลับมีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 1 เป็น 5.3 ppm และต่ำที่สุดในแนวที่ 2 และ 4 ppm ส่วนปริมาณตะกั่วในน้ำไม่สามารถตรวจพบได้

6. <u>ครั้งที่ 6 เก็บตัวอย่างวันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2532</u>



รูปที่ 3.5 แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างตะกอน, สารแขวนลอย ผักตบชวา และน้ำ ครั้งที่ 5 เก็บตัวอย่าง วันที่ 9 ธันวาคม 2531.

▲——▲ แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างตะกอน

□——□ แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างสารแขวนลอย

●——● แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างผักตบชวา

○——○ แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างน้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะชนิดต่าง ๆ ตามแนวทั้ง 4 เป็นดังนี้

6.1 แมงกานีส (Mn)

ปริมาณแมงกานีสจากรูปที่ 3.6(ก) และตารางที่ 3.1 พบว่าในตะกอนย้งมีค่ามากที่สุดในทุกแนวในช่วง 525.6-845.6 ppm โดยพบปริมาณมากที่สุดในแนวที่ 4 และน้อยที่สุดในแนวที่ 2 แต่สารแขวนลอยในแนวที่ 1 นั้นมีค่าสูงที่สุดเป็น 554.7 ppm ซึ่งมากกว่าในผักตบชวาทำให้ในแนวนี้แตกต่างไปจากครั้งที่ 2,3,4 ที่ผักตบชวามีค่ามากกว่า แต่ในแนวอื่นที่เหลือพบว่าผักตบชวายังมีค่ามากกว่าสารแขวนลอย สำหรับค่าต่ำที่สุดของสารแขวนลอยอยู่ในแนวที่ 2 มีค่า 54.9 ppm ในผักตบชวาค่าสูงที่สุดคือแนวที่ 1 มีค่าเป็น 363.6 ppm และต่ำที่สุดในแนวที่ 3 เป็น 230.4 ppm ปริมาณแมงกานีสในน้ำมีค่าต่ำที่สุดในแนวที่ 1 เป็น 0.21 ppm และสูงที่สุดในแนวที่ 3 เป็น 0.36 ppm

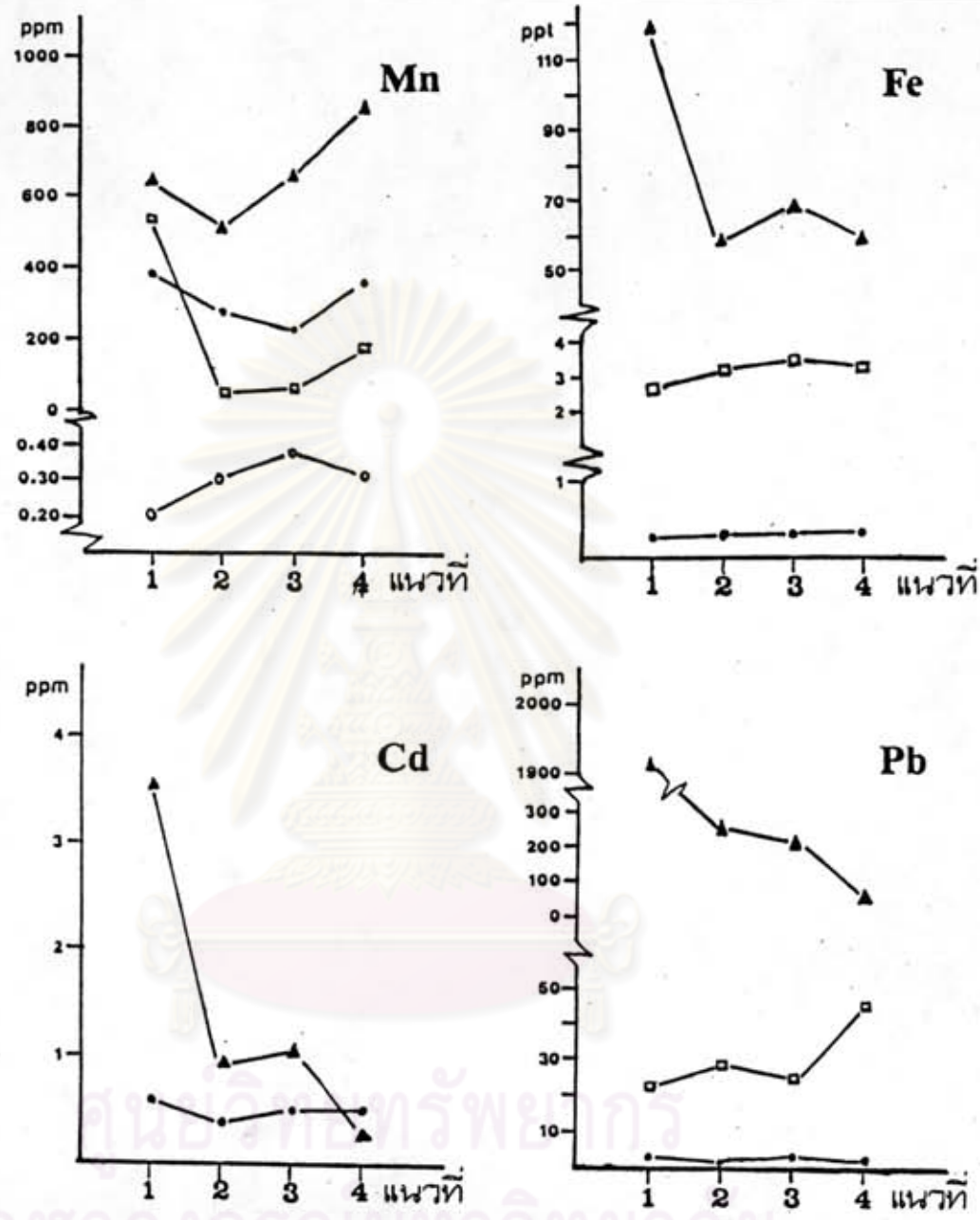
6.2 เหล็ก (Fe)

ปริมาณเหล็กจากรูปที่ 3.6(ข) และตารางที่ 3.2 ยังพบว่ามีในตะกอน > สารแขวนลอย > ผักตบชวา เหมือนใน 5 ครั้งที่ผ่านมาโดยครั้งนี้ตะกอนมีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 1 ในปริมาณ 119.4 ppt และต่ำที่สุดในแนวที่ 2 ในปริมาณ 58.8 ppt สารแขวนลอยมีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 3 ในปริมาณ 3.47 ppt และต่ำที่สุดในแนวที่ 1 ในปริมาณ 2.74 ppt ตัวอย่างผักตบชวามีค่าต่ำที่สุดในแนวที่ 1 เป็น 0.27 ppt และสูงที่สุดในแนวที่ 4 เป็น 0.34 ppt ในตัวอย่างน้ำพบว่าไม่สามารถตรวจพบเหล็กได้

6.3 แคดเมียม (Cd)

การสะสมของแคดเมียมจากรูปที่ 3.6(ค) และตารางที่ 3.3 ยังคงเหมือนในครั้งที่ 1-5 ที่ผ่านมา โดยตรวจพบเพียงในตัวอย่างตะกอนและผักตบชวาเท่านั้น แต่ในแนวที่ 4 ที่มีค่าต่ำสุดนั้นมีค่าน้อยกว่าปริมาณแคดเมียมที่ตรวจวัดได้ในผักตบชวา โดยพบว่ามีค่า 0.28 ppm ตัวอย่างผักตบชวานั้นมีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 1 เช่นกันเป็น 0.60 ppm และต่ำที่สุดในแนวที่ 2 เป็น 0.40 ppm ส่วนตัวอย่างสารแขวนลอยและน้ำพบว่าไม่สามารถตรวจพบได้ทุกตัวอย่าง

6.4 ตะกั่ว (Pb)



รูปที่ 3.6 แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างตะกอน, สารแขวนลอย ผักตบชวา และน้ำ ครั้งที่ 6 เก็บตัวอย่างวันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2532

▲—▲ แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างตะกอน

□—□ แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างสารแขวนลอย

●—● แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างผักตบชวา

○—○ แสดงปริมาณโลหะในตัวอย่างน้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรูปที่ 3.6(ง) และตารางที่ 3.4 พบว่าตะกั่วมีการสะสมในตะกอน > สารแขวนลอย > ผักตบชวา เหมือนครั้งที่ 1,2,3 และ 5 โดยตะกอนมีปริมาณตะกั่วในช่วง 63.5-1917.7 ppm โดยมีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 1 และต่ำที่สุดในแนวที่ 4 ซึ่งลักษณะนี้ตรงข้ามกับการสะสมตะกั่วในสารแขวนลอยที่มีค่าต่ำที่สุดในแนวที่ 1 และสูงที่สุดในแนวที่ 4 โดยอยู่ในช่วง 23.1-44.7 ppm ปริมาณตะกั่วในผักตบชวามีค่าในช่วง 2.3-3.8 ppm โดยมีค่าต่ำที่สุดในแนวที่ 2 และสูงที่สุดในแนวที่ 3 ในตัวอย่างน้ำพบว่าไม่สามารถตรวจวัดได้

จากการเปรียบเทียบผลการทดลองทั้ง 6 ครั้ง พบว่าโลหะแมงกานีส เหล็ก และตะกั่วพบปริมาณมากที่สุดในตัวอย่างตะกอนทุกแนว โดยมีปริมาณของ Fe > Mn > Pb สำหรับแคดเมียมปริมาณโลหะแนวที่ 1 ในตะกอนจะมีค่ามากกว่าในผักตบชวาทุกครั้ง

ระดับปริมาณโลหะที่ศึกษาในตัวอย่างทุกชนิด พบว่ามีปริมาณของ Fe > Mn > Pb > Cd ยกเว้นตัวอย่างน้ำที่พบเฉพาะแมงกานีสเท่านั้น

<u>การเปรียบเทียบปริมาณโลหะแต่ละชนิดในตัวอย่างแต่ละชนิด</u>

จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 6 ครั้ง ตามรูปที่ 3.7-3.10 และตารางที่ 3.1-3.4

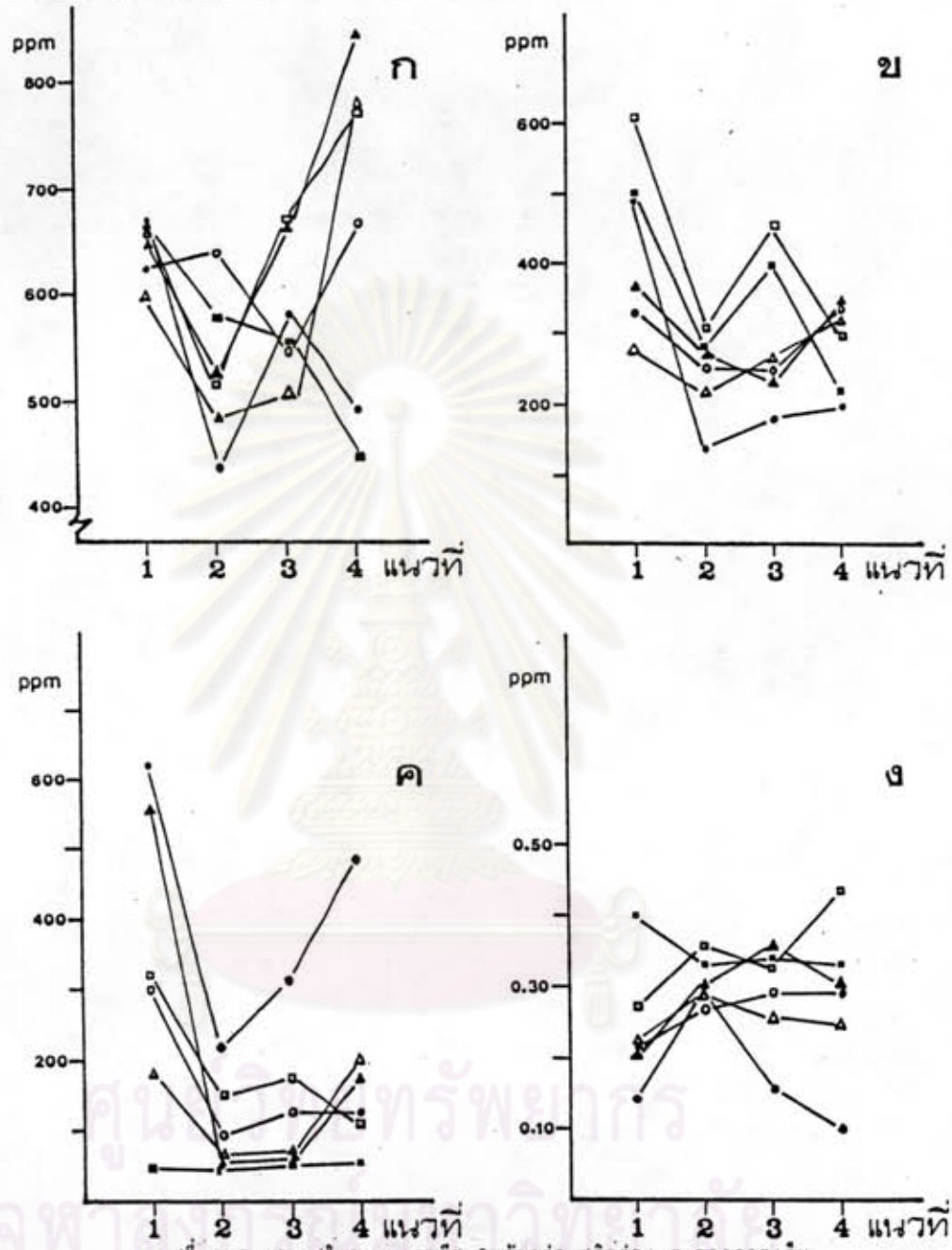
1. <u>แมงกานีส</u> (Mn)

แมงกานีสสามารถวิเคราะห์หาปริมาณได้ในทุก ๆ ตัวอย่าง ตามรูปที่ 3.7 และตารางที่ 3.1 โดยมีปริมาณมากที่สุดในตัวอย่างตะกอนในช่วง 434.5-845.6 ppm สำหรับตัวอย่างผักตบชวาและสารแขวนลอยมีค่าใกล้เคียงกันคืออยู่ในช่อง 41.2-620.3 ppm

แมงกานีสในตัวอย่างตะกอน ตามรูปที่ 3.7(ก) พบว่าในแนวที่ 2 แมงกานีสจะมีปริมาณน้อยกว่าทุกแนวจากการเก็บตัวอย่างทุกครั้ง ยกเว้นครั้งที่ 3 ส่วนแนวที่ 4 นั้น มีค่าสูงที่สุดในครั้งที่ 2,3,5 และ 6 แต่ในครั้งที่ 1 และ 4 พบว่า แนวที่ 4 กลับมีปริมาณน้อยกว่าในแนวอื่น ๆ

การวิเคราะห์ปริมาณแมงกานีสในผักตบชวา ตามรูปที่ 3.7(ข) พบว่าการสะสมของแมงกานีสในแนวที่ 2 จะมีค่าน้อยกว่าแนวที่ 1 ทุกครั้งอีกทั้งเมื่อเทียบกับแนวที่ 3 และ 4 แล้ว การสะสมในแนวที่ 2 นี้จะมีแนวโน้มที่ต่ำกว่าแนวอื่นเสมอ

ปริมาณแมงกานีสในสารแขวนลอยตามรูปที่ 3.7(ค) มีลักษณะการสะสมในแนวที่ 1,2,3 เหมือนกับตะกอนและผักตบชวา โดยมีค่าสูงในแนวที่ 1 ลดต่ำลงในแนวที่ 2 และเพิ่มขึ้นในแนวที่ 3 ทุกครั้ง ส่วนในแนวที่ 4 ก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเกือบทุกครั้งเช่นกัน ยกเว้นครั้งที่ 2



รูปที่ 3.7 แสดงปริมาณแมงกานีส ในตัวอย่างชนิดต่าง ๆ จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 6 ครั้ง

(ก) ตัวอย่างตะกอน (ข) ตัวอย่างผักตบชวา

(ข) ตัวอย่างสารแขวนลอย (ง) ตัวอย่างน้ำ

ครั้งที่ 1	วันที่ 12 เมษายน 2531
ครั้งที่ 2	วันที่ 9 มิถุนายน 2531
ครั้งที่ 3	วันที่ 10 สิงหาคม 2531
ครั้งที่ 4	วันที่ 12 ตุลาคม 2531
ครั้งที่ 5	วันที่ 9 ธันวาคม 2531
ครั้งที่ 6	วันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2532

ที่ลดลง เป็นที่น่าสังเกตุอย่างยิ่งก็คือ ปริมาณของแมงกานีสที่ตรวจพบจากตัวอย่างผักตบชวาทุกแนวที่ทำการเก็บในครั้งที่ 4 นั้น มีความแตกต่างในแต่ละแนวน้อยมาก

การกระจายปริมาณแมงกานีสในตัวอย่างน้ำ กลับมีลักษณะตรงกันข้ามกับในตัวอย่างตะกอน ผักตบชวา และสารแขวนลอยดังในรูปที่ 3.7(ง) โดยพบว่าแนวที่ 2 จะมีค่าเพิ่มขึ้นจากแนวที่ 1 เกือบทุกครั้งยกเว้นครั้งที่ 4 ที่มีค่าลดลง ในแนวที่ 3 แมงกานีสมีค่าใกล้เคียงกับแนวที่ 2 โดยเพิ่มขึ้นในครั้งที่ 3,4 และ 6 และลดลงในครั้งที่ 1,2 และ 5 ในแนวที่ 4 แมงกานีสมีค่าลดต่ำลงอีก ยกเว้นครั้งที่ 2 เท่านั้นที่เพิ่มขึ้น

2. <u>เหล็ก</u> (Fe)

การวิเคราะห์ปริมาณเหล็กสามารถทำได้ในตัวอย่างที่เป็นของแข็งเท่านั้น โดยตรวจพบเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้ ตัวอย่างตะกอน ตัวอย่างสารแขวนลอย และตัวอย่างผักตบชวา โดยตัวอย่างตะกอนนั้นตรวจพบในช่วง 10.0-126.5 ppt สารแขวนลอยในช่วง 2.29-5.39 ppt และผักตบชวาในช่วง 0.13-1.07 ppt ดังรูปที่ 3.8 และตารางที่ 3.2 ในตัวอย่างน้ำนั้นพบว่าเหล็กมีค่าน้อยกว่า 0.3 ppm ทุกตัวอย่าง

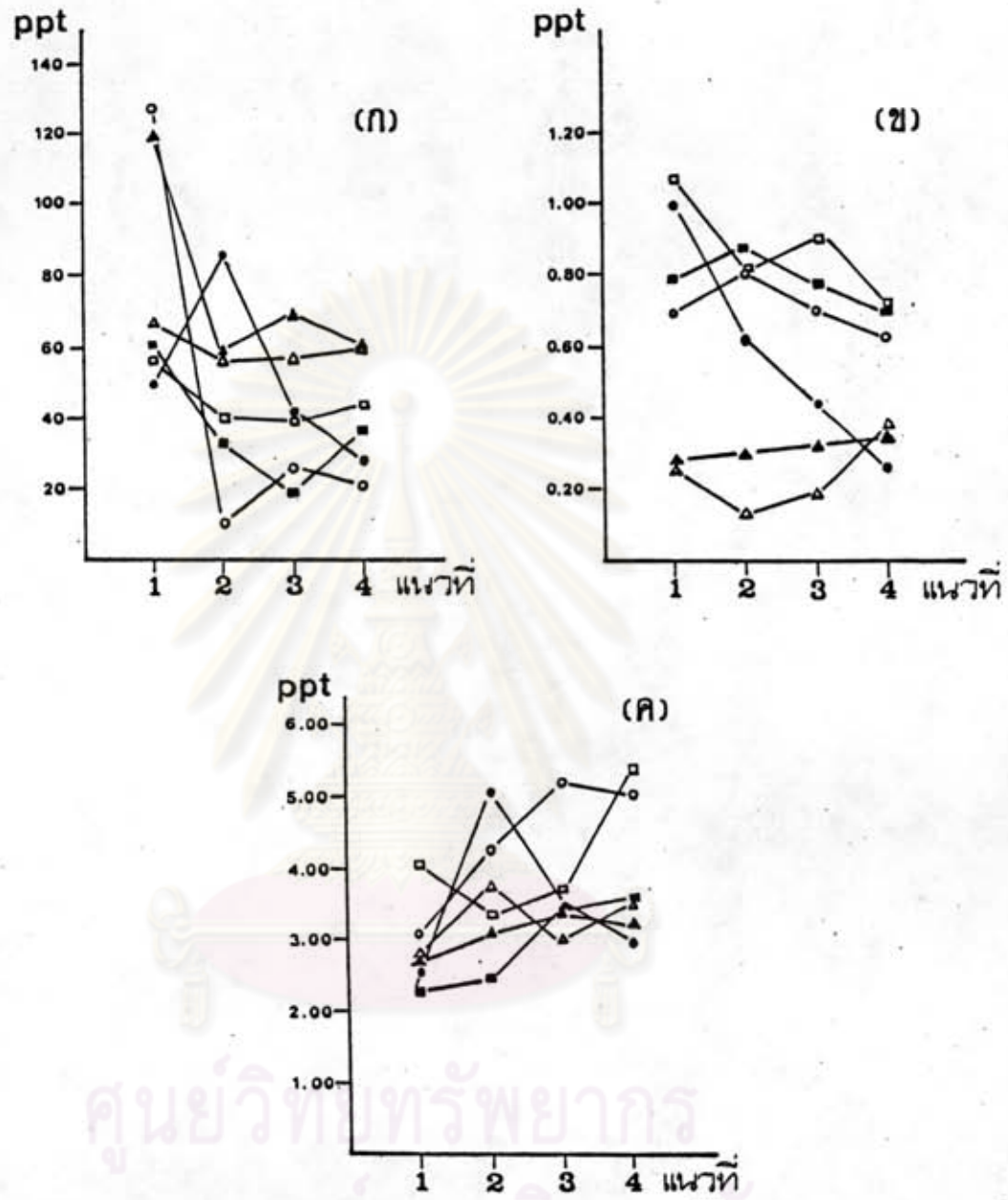
ปริมาณเหล็กในตัวอย่างตะกอนตามรูปที่ 3.8(ก) พบว่าในแนวที่ 1 นั้นมีค่าสูงโดยเฉพาะครั้งที่ 3 และ 6 ซึ่งสูงมากและลดลงในแนวที่ 2 เกือบทุกครั้ง ยกเว้นครั้งที่ 1 ที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นในแนวที่ 2 ส่วนแนวที่ 3 มีแนวโน้มที่จะลดลงจากแนวที่ 2 ยกเว้นครั้งที่ 3 และ 6 ที่เพิ่มขึ้น ส่วนแนวที่ 4 มีค่าแตกต่างกับแนวที่ 3 ไม่มากนัก โดยจะเพิ่มขึ้นมากกว่าแนวที่ 3 ในครั้งที่ 2,4,5 และลดลงในครั้งที่ 1,3 และ 6

ในตัวอย่างผักตบชวาตามรูปที่ 3.8(ข) นั้นพบว่าครั้งที่ 1,2,6 แนวที่ 2 มีค่าลดต่ำลงจากแนวที่ 1 แต่ครั้งที่ 3,4,5 แนวที่ 2 มีค่าเพิ่มขึ้น ในแนวที่ 3 ก็มีค่าลดต่ำลงจากแนวที่ 2 เฉพาะครั้งที่ 1,3 และ 4 และเพิ่มขึ้นในครั้งที่ 2,5 และ 6 แนวที่ 4 มีค่าลดต่ำลงจากแนวที่ 3 เกือบทุกครั้งยกเว้นครั้งที่ 5 และ 6 สูงขึ้นเล็กน้อย

ลักษณะการกระจายของเหล็กในสารแขวนลอยตามแนวต่าง ๆ ดังรูปที่ 3.8(ค)พบว่ามีลักษณะตรงข้ามกับในตัวอย่างตะกอนคือมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเกือบทุกครั้งในแนวที่ 2 ยกเว้นครั้งที่ 2 ที่ลดต่ำลง จากนั้นก็จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอีกในแนวที่ 3 ยกเว้นครั้งที่ 1 และ 5 ที่ลดต่ำลง ส่วนแนวที่ 4 พบว่าครั้งที่ 2,4,5 มีค่าเพิ่มขึ้นจากแนวที่ 3 แต่ครั้งที่ 1,3 และ 6 กลับลดลง

3. <u>แคดเมียม</u> (Cd)

แคดเมียมนั้นสามารถตรวจพบได้เฉพาะในตัวอย่างตะกอนและผักตบชวาเท่านั้นตาม



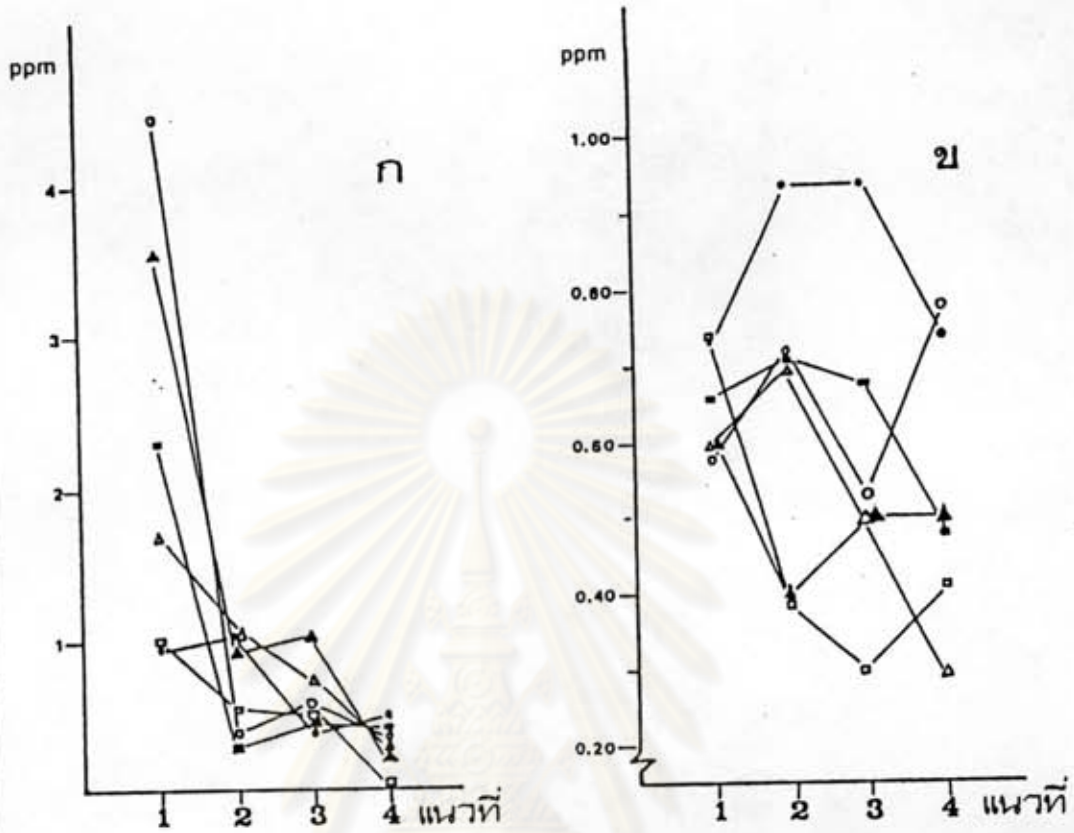
รูปที่ 3.8 แสดงปริมาณเหล็กในตัวอย่างชนิดต่าง ๆ จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 6 ครั้ง

(ก) ตัวอย่างตะกอน (ข) ตัวอย่างตะกอน

(ค) ตัวอย่างสารแขวนลอย

ครั้งที่ 1	วันที่ 12 เมษายน 2531
ครั้งที่ 2	วันที่ 9 มิถุนายน 2531
ครั้งที่ 3	วันที่ 10 สิงหาคม 2531
ครั้งที่ 4	วันที่ 12 ตุลาคม 2531
ครั้งที่ 5	วันที่ 9 ธันวาคม 2531
ครั้งที่ 6	วันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2532

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.9 แสดงปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างชนิดต่าง ๆ จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 6 ครั้ง

(ก) ตัวอย่างตะกอน (ข) ตัวอย่างผักตบชวา

ครั้งที่ 1	วันที่ 12 เมษายน 2531
ครั้งที่ 2	วันที่ 9 มิถุนายน 2531
ครั้งที่ 3	วันที่ 10 สิงหาคม 2531
ครั้งที่ 4	วันที่ 12 ตุลาคม 2531
ครั้งที่ 5	วันที่ 9 ธันวาคม 2531
ครั้งที่ 6	วันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2532

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.9 และตารางที่ 3.3 โดยพบว่าตะกอนที่พบมีปริมาณแคดเมียมอยู่ในช่วง 0.07-4.44 ppm และผักตบชวามีปริมาณอยู่ในช่วง 0.30-0.94 ppm สำหรับในตัวอย่างน้ำและสารแขวนลอยพบว่าไม่สามารถตรวจพบปริมาณแคดเมียมได้

ปริมาณแคดเมียมในตะกอนจากรูปที่ 3.9(ก) จะมีค่าสูงในแนวที่ 1โดยจะมีค่าสูงมากในครั้งที่ 3 กับ 6 และลดต่ำลงในแนวที่ 2 เกือบทุกครั้งยกเว้นครั้งที่ 1 ที่แนวที่ 2 มีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนแนวที่ 3 นั้นจะพบแคดเมียมเพิ่มขึ้นจากที่ตรวจพบในแนวที่ 2 ยกเว้นในครั้งที่ 1,2,5 ที่มีค่าลดลง ส่วนในแนวที่ 4 นั้นแคดเมียมที่ตรวจพบจะมีปริมาณลดลงต่ำกว่าแนวที่ 3 ทุกครั้ง

ตัวอย่างผักตบชวาตามรูปที่ 3.9(ข) นั้น พบว่าในแนวที่ 2 ปริมาณแคดเมียมมีค่าสูงขึ้นในครั้งที่ 1,3,4,5 และลดต่ำลงในครั้งที่ 2 กับ 6 จากนั้นลดลงในแนวที่ 3 เกือบทุกครั้งยกเว้นครั้งที่ 6 และลักษณะการสะสมแคดเมียมที่แนวที่ 4 ก็จะลดลงอีกเหมือนในตัวอย่างตะกอนในครั้งที่ 1,2,4,6 และมีเพิ่มขึ้นบ้างในครั้งที่ 2 และ 3

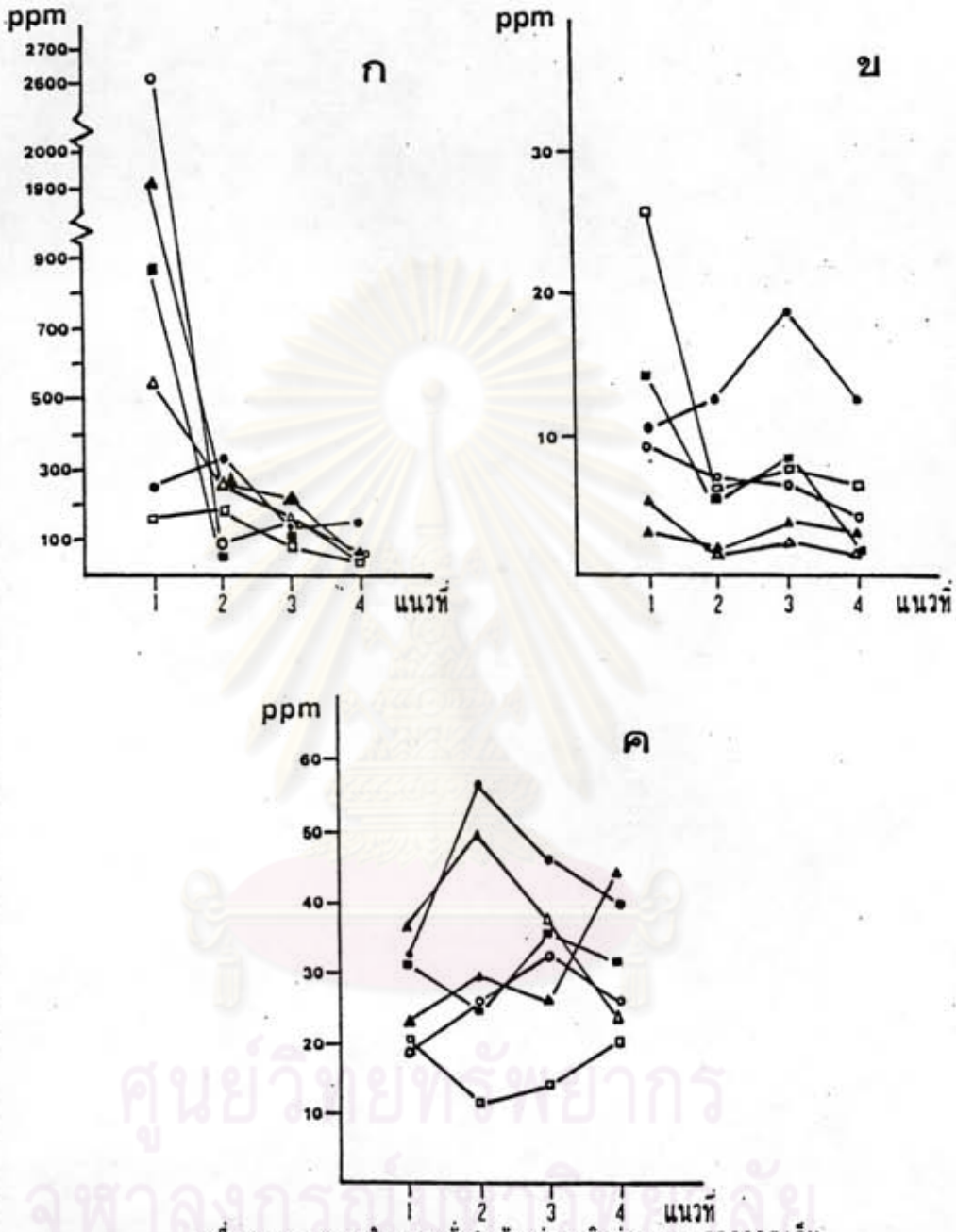
4. <u>ตะกั่ว</u> (Pb)

การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วแสดงผลในรูปที่ 3.10 และตารางที่ 3.4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าตะกั่วนั้นสามารถตรวจพบได้เฉพาะในตัวอย่างที่เป็นของแข็งและมีปริมาณเฉลี่ยในตะกอน > สารแขวนลอย > ผักตบชวา โดยปริมาณที่พบอยู่ในตะกอนมีค่าอยู่ในช่วง 29.1-2610.8 ppm สารแขวนลอยในช่วง 11.7-65.2ppm ผักตบชวาในช่วง 1.5-25.8 ppm

ตัวอย่างตะกอนตามรูปที่ 3.10(ก) มีค่าค่อนข้างสูงในแนวที่ 1 ยกเว้นครั้งที่ 1 และ 2 เป็นที่น่าสังเกตุอย่างยิ่งว่าปริมาณของตะกั่วในตะกอนของตัวอย่างครั้งที่ 3 และ 6 นั้นมีค่าสูงมาก จากนั้นปริมาณจะลดต่ำลงในแนวที่ 2 เกือบทุกครั้งยกเว้น ครั้งที่ 1,2 ที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในแนวที่ 3 นั้นปริมาณตะกั่วจะน้อยกว่าที่พบในแนวที่ 2 และจะมีค่าลดลงอีกในแนวที่ 4 ยกเว้นครั้งที่ 1 เท่านั้นที่แนวที่ 4 เพิ่มขึ้นจากแนวที่ 3 เล็กน้อย ลักษณะการสะสมของตะกั่วในแนวต่าง ๆ นี้คล้ายคลึงกับลักษณะของเหล็กและแคดเมียมในตะกอนตามรูปที่ 3.8(ก) และ 3.9(ก)

ในผักตบชวาตามรูปที่ 3.10(ข) มีลักษณะการกระจายของปริมาณตะกั่วคล้ายกับลักษณะการกระจายในตัวอย่างตะกอน คือมีค่าต่ำลงเกือบทุกครั้งในแนวที่ 2 ยกเว้นครั้งที่ 1 ที่มีค่าเพิ่มขึ้นในแนวที่ 2 จากนั้นปริมาณตะกั่วจะเพิ่มขึ้นอีกในแนวที่ 3 ยกเว้นครั้งที่ 3 ที่ลดลงเล็กน้อยและจะลดลงอีกทุกครั้งในแนวที่ 4

ปริมาณตะกั่วในสารแขวนลอยพิจารณาจากรูปที่ 3.10(ค)พบว่าในแนวที่ 2 ปริมาณตะกั่วในสารแขวนลอยจะมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าที่พบในแนวที่ 1 เกือบทุกครั้งยกเว้นครั้งที่ 2,4 ที่มีค่าลดลง จากนั้นในครั้งที่ 1,5,6 ตะกั่วจะมีค่าลดลงในแนวที่ 3 และในครั้งที่ 2,3,4 จะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อถึงแนวที่ 4 ปริมาณตะกั่วในสารแขวนลอยมีแนวโน้มที่จะลดลงต่ำกว่าแนวที่ 3



รูปที่ 3.10 แสดงปริมาณคะก่วานในตัวอย่างชนิดต่าง ๆ จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 6 ครั้ง

(ก) ตัวอย่างคะกอน (ข) ตัวอย่างผักคบชวา

(ค) ตัวอย่างสารแขวนลอย

ครั้งที่ 1	วันที่ 12 เมษายน	2531
ครั้งที่ 2	วันที่ 9 มิถุนายน	2531
ครั้งที่ 3	วันที่ 10 สิงหาคม	2531
ครั้งที่ 4	วันที่ 12 ตุลาคม	2531
ครั้งที่ 5	วันที่ 9 ธันวาคม	2531
ครั้งที่ 6	วันที่ 7 กุมภาพันธ์	2532

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ยกเว้นครั้งที่ 2 และ 6 ที่เพิ่มขึ้น

การสะสมโลหะในตัวอย่างที่เป็นของแข็ง เมื่อเทียบกับระดับความเข้มข้นที่มีอยู่ในน้ำ

การเปรียบเทียบปริมาณโลหะในตัวอย่างที่เป็นของแข็งกับน้ำ (concentration factors) สามารถทำได้เฉพาะโลหะชนิดเดียว คือ แมงกานีส เนื่องจากโลหะอื่นได้แก่ เหล็ก ตะกั่ว และแคดเมียม เมื่อวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำด้วยวิธี Flame Atomic Absorption พบว่าไม่สามารถตรวจพบปริมาณโลหะเหล่านั้นในน้ำได้

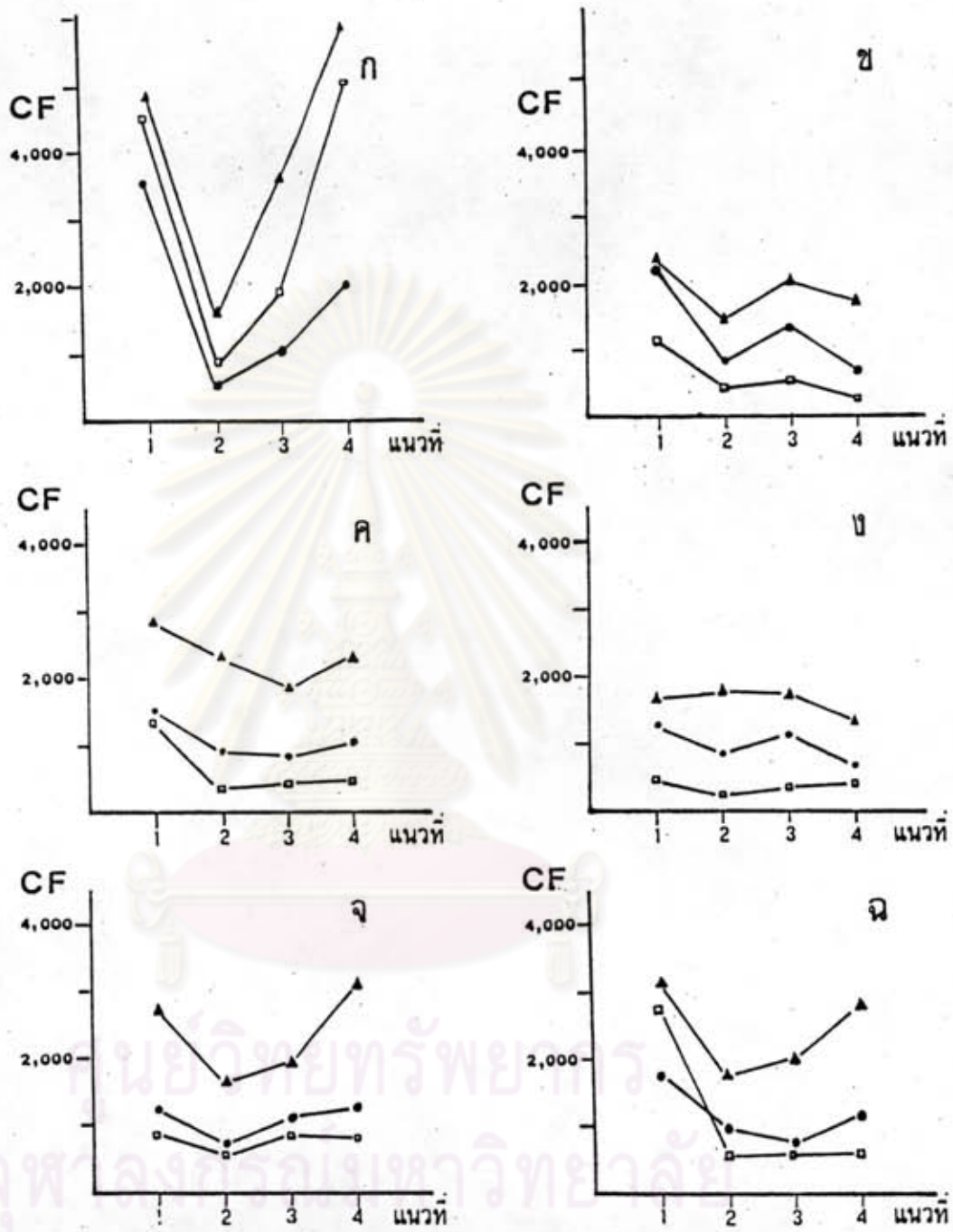
ตัวอย่างของแข็งที่ทำการเปรียบเทียบค่า concentration factors ได้แก่ ตะกอน สารแขวนลอย และผักตบชวา ซึ่งค่าที่ได้ในแต่ละครั้ง แสดงไว้ในรูปที่ 3.11 และตารางที่ 3.5 ในการเปรียบเทียบปริมาณแมงกานีสในตัวอย่างที่เป็นของแข็งกับน้ำทั้ง 6 ครั้งพบว่าในทุก ๆ ครั้งจะมีค่าสูงในแนวที่ 1 และลดลงในแนวที่ 2 เกือบทุกครั้งยกเว้นครั้งที่ 4 ที่ตะกอนในแนวที่ 2 มีค่าสูงกว่าแนวที่ 1 เล็กน้อยโดยในครั้งที่ 2,3,4 และ 5 มีการเรียงลำดับปริมาณในตัวอย่างของแข็งเป็นดังนี้ ตะกอน > ผักตบชวา > สารแขวนลอย ซึ่งแตกต่างจากครั้งที่ 1 ที่ ตะกอน > สารแขวนลอย > ผักตบชวา

เมื่อพิจารณาการเปรียบเทียบในแต่ละครั้งพบว่า ครั้งที่ 1, 5 และ 6 นั้นตัวอย่างตะกอนหลังจากการสะสมลดลงในแนวที่ 2 แล้ว จะเพิ่มขึ้นอีกในแนวที่ 3 และ 4 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากครั้งอื่น ๆ ที่การสะสมในแนวที่ 2,3,4 จะมีความแตกต่างกันไม่มากนัก สารแขวนลอยและผักตบชวาลักษณะการสะสมในครั้งที่ 1 เท่านั้น ที่มีลักษณะแตกต่างไปจากครั้งอื่น ๆ คือมีลักษณะการสะสมเหมือนกับตะกอนที่เก็บมาในครั้งเดียวกัน ส่วนในครั้งอื่น ๆ นั้น มักจะไม่แตกต่างกันนักในระหว่างแนวต่าง ๆ ยกเว้นในครั้งที่ 2 และ 6 ที่ทำการสะสมในแนวที่ 1 นั้น ค่อนข้างจะมากกว่าแนวอื่น ๆ

การเปรียบเทียบค่า Sediment Enrichment Factor (SEF) ของโลหะ

ในการเปรียบเทียบค่า SEF ในตัวอย่างตะกอน และสารแขวนลอยนั้น มีจุดประสงค์เพื่อที่จะตรวจสอบว่าโลหะเหล่านั้นได้รับการปนเปื้อนจากกิจกรรมของมนุษย์ในปริมาณมากน้อยเท่าใดหรือมีอยู่แล้วตามธรรมชาติ

อย่างไรก็ดีในการแสดงปริมาณโลหะในตัวอย่าง ตะกอนและสารแขวนลอยพบว่ามีความผันแปรของปริมาณโลหะมาก เนื่องจากธรรมชาติของแต่ละท้องที่ เช่น ชนิดของหิน น้ำเกลือ สารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่อยู่ในบริเวณนั้นเป็นต้น ในการศึกษาขั้นต้น Bruland, Bertine , Koide & Golgberg (1974) ได้เสนอว่าการพิจารณาปริมาณโลหะใด ๆ นั้นว่ามาจาก



รูปที่ 3.11 แสดงค่า Concentration factors (CF) ของแมงกานีสในตะกอน, สารแขวนลอย และผักตบชวาเทียบกับน้ำ โดยการเก็บ (ก) ครั้งที่ 1, (ข) ครั้งที่ 2, (ค) ครั้งที่ 3, (ง) ครั้งที่ 4, (จ) ครั้งที่ 5, (ฉ) ครั้งที่ 6

หมายถึง ปริมาณ Mn ในตะกอน เทียบกับปริมาณ Mn ในน้ำ

หมายถึง ปริมาณ Mn ในสารแขวนลอย เทียบกับปริมาณ Mn ในน้ำ

หมายถึง ปริมาณ Mn ในผักตบชวา เทียบกับปริมาณ Mn ในน้ำ

ธรรมชาติหรือเกิดจากมนุษย์สามารถคำนวนได้โดยใช้อัตราระหว่างโลหะต่ออลูมิเนียม ดังนี้

$$SFF = \frac{\text{ความเข้มข้นของธาตุในตัวอย่าง} \,/\, \text{ความเข้มข้นของ Al ในตัวอย่าง}}{\text{ความเข้มข้นของธาตุเฉลี่ยในเปลือกโลก} \,/\, \text{ความเข้มข้นของ Al เฉลี่ยในเปลือกโลก}}$$

โดยโลหะที่ศึกษากำหนดค่าเฉลี่ยในเปลือกโลกดังนี้ (Bowen, 1979)

Fe	=	4100	ppm
Mn	=	950	ppm
Pb	=	14	ppm
Cd	=	0.11	ppm
Al	=	8200	ppm

ซึ่งจากการคำนวณถ้าค่า SEF มีค่าระหว่าง 0.10-10.0 แสดงว่าโลหะนั้นได้มีอยู่แล้วตามธรรมชาติ ถ้ามีค่ามากกว่า 10 แสดงว่าปริมาณโลหะที่ตรวจพบนั้นมีแหล่งมาจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์

จากการวิเคราะห์ปริมาณโลหะ Pb, Cd, Fe และ Mn ในสารแขวนลอยและตะกอนในตารางที่ 3.1,3.2,3.3,3.4 นำมาคำนวนค่า SEF ได้ดังแสดงในตารางที่ 3.6 และ 3.7 ในตัวอย่างตะกอนพบว่าค่า SEF มีค่ามากกว่า 10 เกือบทุกค่ายกเว้นในค่า SEF ของเหล็กแนวที่ 2 ครั้งที่ 3 ที่มีค่า 6.4 และค่า SEF ของแมงกานีสในแนวที่ 2 ครั้งที่ 6 ที่มีค่า 7.8

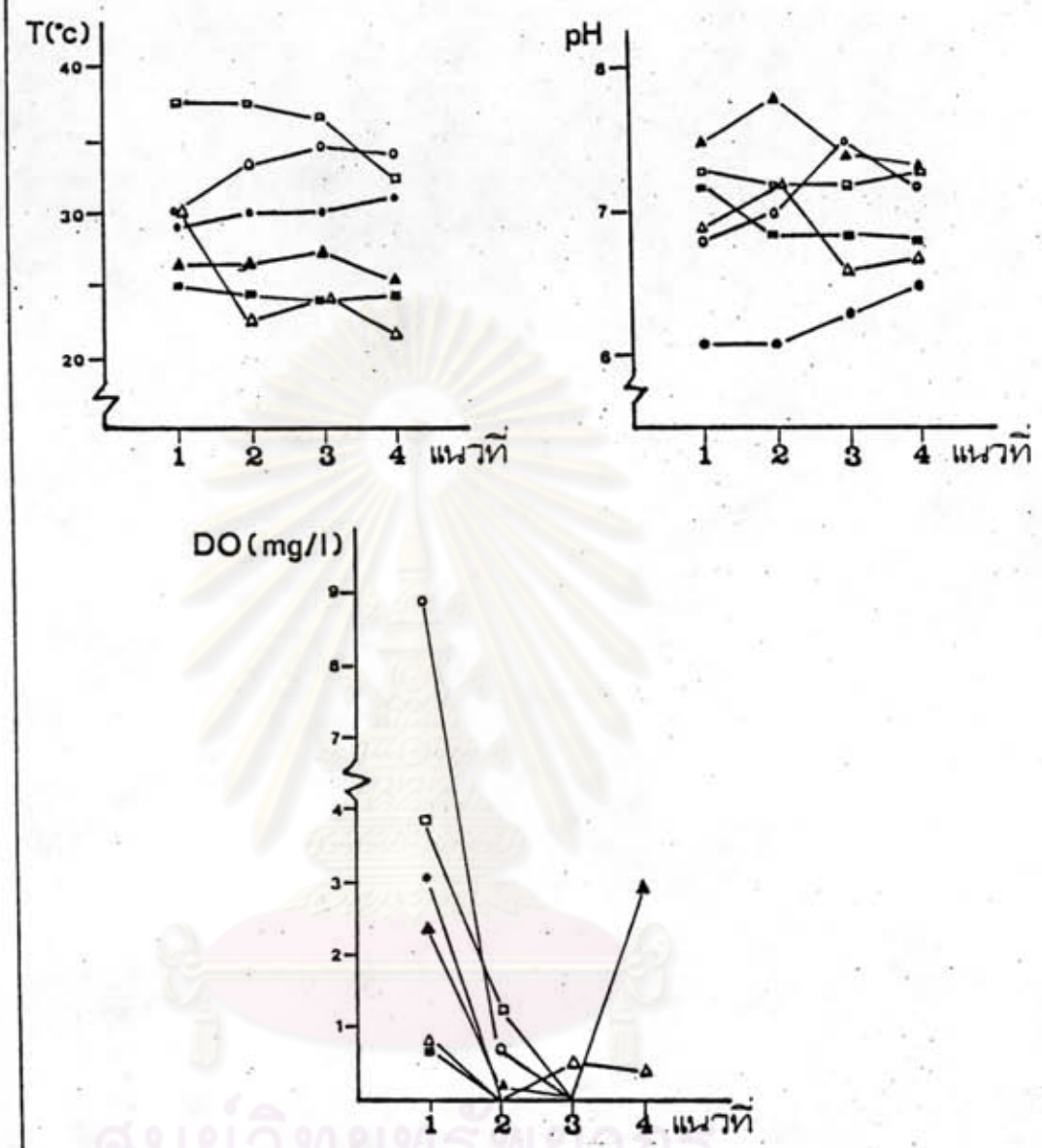
ตัวอย่างสารแขวนลอย พบว่าค่า SEF มีค่ามากกว่า 10 เกือบทุกค่าเช่นกัน ยกเว้นค่า SEF ของแมงกานีสในครั้งที่ 3 และ 6 ที่มีค่า 9.4 และ 8.4 ตามลำดับ

<u>การเปรียบเทียบพารามิเตอร์อื่น ๆ ที่ตรวจวัดในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้ง</u>

พารามิเตอร์อื่น ๆ ที่ทำการตรวจวัดในการเก็บตัวอย่างทุกครั้ง ได้แก่ อุณภูมิ พีเอช และค่าออกซิเจนละลาย ดังแสดงในรูปที่ 3.12 และตารางที่ 3.8

1. <u>อุณหภูมิ</u> (T)

อุณหภูมิที่ตรวจวัดทั้งหมด 6 ครั้งพบว่ามีค่าอยู่ในช่อง 25.8-33.7 องศาเซลเซียส



รูปที่ 3.12 แสดงอุณหภูมิ (T) พีเอช (pH) และค่าออกซิเจนละลาย (DO) ของน้ำ ในแนวเก็บที่ 1-4 โดยการเก็บตัวอย่างน้ำทั้ง 6 ครั้ง

ครั้งที่ 1	วันที่ 12 เมษายน 2531
ครั้งที่ 2	วันที่ 9 มิถุนายน 2531
ครั้งที่ 3	วันที่ 10 สิงหาคม 2531
ครั้งที่ 4	วันที่ 12 ตุลาคม 2531
ครั้งที่ 5	วันที่ 9 ธันวาคม 2531
ครั้งที่ 6	วันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2332

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยพบว่าครั้งที่ 2 มีค่าสูงกว่าครั้งอื่น ๆ ในแนวที่ 1,2,3 แต่แนวที่ 4 นั้น ครั้งที่ 3 จะมีค่าสูงที่สุดในครั้งที่ 5 จะให้ค่าต่ำที่สุดในแนวที่ 2,3,4 ส่วนแนวที่ 1 นั้นพบว่าครั้งที่ 4 มีค่าต่ำที่สุด

ในการเปรียบเทียบคุณหภูมิของตัวอย่างน้ำตามแนวต่าง ๆ ในแต่ละครั้งนั้นพบว่าแต่ละแนวนั้นจะมีค่าใกล้เคียงกัน โดยครั้งที่ 1 อยู่ในช่าง 29.5-30.5 องศาเซลเซียส มีค่าต่ำที่สุดในแนวที่ 1 และสูงที่สุดในแนวที่ 4 ครั้งที่ 2 อยู่ในช่วง 31.3-33.7 องศาเซลเซียล มีค่าต่ำที่สุดในแนวที่ 4 และสูงที่สุดในแนวที่ 1 และ 2 ครั้งที่ 3 อยู่ในช่าง 30.0-32.3 องศาเซลเซียล มีค่าต่ำสุดในแนวที่ 1 และสูงที่สุดในแนวที่ 3 ครั้งที่ 4 อยู่ในช่าง 27.0-27.4 องศาเซลเซียลมีค่าต่ำสุดในแนวที่ 3 และสูงที่สุดในแนวที่ 1 ครั้งที่ 5 อยู่ในช่าง 25.8-29.5 องศาเซลเซียล มีค่าต่ำสุดในแนวที่ 4 และสูงที่สุดในแนวที่ 1 ครั้งที่ 6 อยู่ในช่าง 27.8-28.7 องศาเซลเซียล มีค่าต่ำที่สุดในแนวที่ 4 และสูงที่สุดในแนวที่ 3

2. <u>พีเอช</u> (pH)

ค่าพีเอชที่ตรวจวัดมีค่าอยู่ในช่าง 6.10-7.80 โดยมีค่าต่ำสุดในทุก ๆ แนว ในที่ครั้งที่ 1 และสูงสุดในแนวที่ 1 และ 2 ในครั้งที่ 6 แนวที่ 3 ในครั้งที่ 3 และแนวที่ 4 ในครั้งที่ 2 และ 6

พิจารณาเปรียบเทียบในแต่ละแนวพบว่าในแนวที่ 2 นั้น ครั้งที 3,5 และ 6 มีค่าเพิ่มขึ้นจากแนวที่ 1 ส่วนครั้งที่ 2 และ 4 มีค่าลดลง และครั้งที่ 1 นั้นแนวที่ 2 มีค่าเท่ากับแนวที่ 1 ในแนวที่ 3 ครั้งที่ 5 และ 6 มีค่าลดลงจากแนวที่ 2 แต่ครั้งที่ 1 และ 3 มีค่าเพิ่มขึ้นและครั้งที่ 2 และ 4 มีค่าในแนวที่ 3 เท่ากับแนวที่ 2 และในแนวที่ 4 นั้น ครั้งที่ 3,4,6 มีค่าลดลงแต่ครั้งที่ 1,2, และ 5 จะมีค่าเพิ่มขึ้น

3. <u>ออกซิเจนละลาย</u> (DO)

ค่าออกซิเจนละลายที่ตรวจวัดพบว่ามีค่าสูงในแนวที่ 1 ทุกครั้ง และลดลงในแนวที่ 2 ทุกตัวอย่าง โดยครั้งที่ 4 และ 5 มีค่าลดลงในแนวนี้เหลือ 0 mg/l จากนั้นในแนวที่ 3 และ 4 ค่า DO มีแนวโน้มลดลง 0 mg/l เกือบทุกครั้ง ยกเว้นครั้งที่ 5 ที่มีค่าเพิ่มขึ้นในแนวที่ 3 เป็น 0.50 mg/l และลดลงในแนวที่ 4 เป็น 0.40 mg/l ส่วนครั้งที่ 6 ในแนวที่ 4 มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 2.93 mg/l

ตารางที่ 3.1 แสดงปริมาณแมงกานีสในตัวอย่าง น้ำ ตะกอน สารแขวนลอย และผักตบชวา หน่วยเป็น ppm

ครั้งที่	แหล่งที่ 1				แหล่งที่ 2				แหล่งที่ 3				แหล่งที่ 4			
	น	ต	ส	ผ	น	ต	ส	ผ	น	ต	ส	ผ	น	ต	ส	ผ
1	0.14	664.4	620.3	489.8	0.29	434.5	219.7	130.6	0.16	577.3	317.5	179.6	0.10	488.7	487.8	195.9
2	0.27	652.5	322.4	608.6	0.36	513.8	152.1	302.1	0.33	664.9	179.4	450.7	0.44	770.0	116.9	295.3
3	0.22	624.9	303.7	329.5	0.27	639.4	94.8	247.3	0.29	541.6	122.7	244.7	0.29	666.4	126.2	313.8
4	0.40	655.7	42.1	493.8	0.33	577.1	41.2	278.8	0.34	550.9	51.1	399.6	0.33	445.9	58.9	213.2
5	0.22	594.6	188.5	277.2	0.29	484.5	63.4	219.6	0.26	512.0	73.3	266.4	0.25	777.0	201.2	312.3
6	0.21	651.2	554.7	363.6	0.30	525.6	54.9	273.6	0.36	663.2	61.9	230.4	0.30	845.6	179.5	345.6

น หมายถึง น้ำ

ต หมายถึง ตะกอน

ส หมายถึง สารแขวนลอย

ผ หมายถึง ผักตบชวา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.2 แสดงปริมาณเหล็กในตัวอย่าง น้ำ ตะกอน สารแขวนลอย และผักตบชวา หน่วยเป็น ppt

ครั้งที่	แหล่งที่ 1				แหล่งที่ 2				แหล่งที่ 3				แหล่งที่ 4			
	น	ต	ส	ผ	น	ต	ส	ผ	น	ต	ส	ผ	น	ต	ส	ผ
1	*	50.3	2.59	0.99	*	85.3	5.06	0.62	*	41.0	3.49	0.44	*	27.9	2.99	0.26
2	*	56.9	4.06	1.07	*	40.2	3.37	0.80	*	39.6	3.71	0.89	*	44.2	5.39	0.72
3	*	126.5	3.07	0.69	*	10.0	4.25	0.80	*	26.4	5.19	0.70	*	21.2	5.01	0.63
4	*	60.6	2.29	0.78	*	32.4	2.48	0.87	*	19.8	3.44	0.77	*	36.3	3.58	0.70
5	*	67.2	2.78	0.27	*	56.2	3.76	0.13	*	57.6	3.03	0.19	*	59.5	3.55	0.38
6	*	119.4	2.74	0.27	*	58.8	3.22	0.30	*	69.6	3.47	0.32	*	60.0	3.26	0.35

น หมายถึง น้ำ

ต หมายถึง ตะกอน

ส หมายถึง สารแขวนลอย

ผ หมายถึง ผักตบชวา

* หมายถึง ระดับปริมาณเหล็กน้อยกว่า 0.3 ppm

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.3 แสดงปริมาณแคดเมียมในตัวอย่าง น้ำ ตะกอน สารแขวนลอย และผักตบชวา หน่วยเป็น ppm

ครั้งที่	แหล่งที่ 1				แหล่งที่ 2				แหล่งที่ 3				แหล่งที่ 4			
	น	ต	ส	ผ	น	ต	ส	ผ	น	ต	ส	ผ	น	ต	ส	ผ
1	*	0.96	*	0.74	*	1.04	*	0.94	*	0.41	*	0.94	*	0.41	*	0.74
2	*	0.99	*	0.74	*	0.56	*	0.39	*	0.48	*	0.30	*	0.07	*	0.41
3	*	4.44	*	0.58	*	0.39	*	0.72	*	0.56	*	0.53	*	0.32	*	0.78
4	*	2.32	*	0.66	*	0.30	*	0.71	*	0.45	*	0.68	*	0.37	*	0.48
5	*	1.71	*	0.60	*	1.04	*	0.70	*	0.75	*	0.50	*	0.30	*	0.30
6	*	3.56	*	0.60	*	0.94	*	0.40	*	1.02	*	0.50	*	0.28	*	0.50

น หมายถึง ตัวอย่างน้ำ

ต หมายถึง ตัวอย่างตะกอน

ส หมายถึง ตัวอย่างสารแขวนลอย

ผ หมายถึง ตัวอย่างผักตบชวา

* หมายถึง ระดับปริมาณแคดเมียมน้อยกว่า 0.2 ppm

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.4 แสดงปริมาณตะกั่วในตัวอย่าง น้ำ ตะกอน สารแขวนลอย และผักตบชวา หน่วยเป็น ppm

ครั้งที่	แหล่งที่ 1				แหล่งที่ 2				แหล่งที่ 3				แหล่งที่ 4			
	น	ต	ส	ผ	น	ต	ส	ผ	น	ต	ส	ผ	น	ต	ส	ผ
1	*	253.7	32.3	10.4	*	320.0	56.2	12.5	*	136.1	46.1	18.7	*	147.8	40.0	12.5
2	*	160.4	20.4	25.8	*	180.4	11.7	6.0	*	80.2	14.0	7.5	*	29.1	20.2	6.3
3	*	2610.8	18.9	9.2	*	80.8	25.6	7.0	*	130.5	32.3	6.5	*	52.8	26.9	4.1
4	*	865.9	31.8	14.2	*	47.1	24.9	5.4	*	98.8	35.8	8.0	*	59.3	31.0	1.5
5	*	545.9	36.5	5.3	*	229.7	49.4	1.5	*	151.5	37.4	2.3	*	35.8	23.8	1.5
6	*	1917.7	23.1	3.0	*	261.2	29.9	2.3	*	214.1	26.2	3.8	*	63.5	44.7	3.0

น หมายถึง ตัวอย่างน้ำ

ต หมายถึง ตัวอย่างตะกอน

ส หมายถึง ตัวอย่างสารแขวนลอย

ผ หมายถึง ตัวอย่างผักตบชวา

* หมายถึง ระดับปริมาณตะกั่วน้อยกว่า 0.08 ppm

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.5 แสดงค่า concentration factors ของแมงกานีสในตะกอน สารแขวนลอย และผักตบชวา เทียบกับน้ำ

ครั้งที่	แนวที่ 1			แนวที่ 2			แนวที่ 3			แนวที่ 4		
	ต	ส	ผ	ต	ส	ผ	ต	ส	ผ	ต	ส	ผ
1	4848.6	4570.8	3575.4	1627.5	889.5	528.9	3639.5	1935.9	1095.3	5091.0	5081.3	2040.7
2	2381.5	1176.6	2221.2	1443.2	427.3	848.5	2020.9	545.3	1367.8	1759.9	265.8	674.2
3	2853.5	1386.8	1504.3	2333.5	345.9	902.5	1880.5	426.0	849.8	2314.0	438.2	1089.5
4	1651.6	441.8	1243.9	1754.2	245.9	847.3	1610.8	369.0	1168.5	1355.4	430.7	647.9
5	2714.9	860.7	1265.8	1676.4	580.1	759.9	1969.2	842.0	1024.6	3145.6	814.6	300.8
6	3176.6	2706.0	1773.7	1746.2	514.6	909.0	2105.4	532.5	731.4	2809.3	596.4	1148.2

ต หมายถึง concentration factors ของแมงกานีสในตะกอนเมื่อเทียบกับน้ำ

ส หมายถึง " " " ในสารแขวนลอย "

ผ หมายถึง " " " ในผักตบชวา "

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.6 แสดงค่า Sediment Enrichment Factors (SEF) ของโลหะต่าง ๆ ในตัวอย่างตะกอน

ครั้งที่	แนวที่ 1				แนวที่ 2				แนวที่ 3				แนวที่ 4			
	Pb	Cd	Fe	Mn	Pb	Cd	Fe	Mn	Pb	Cd	Fe	Mn	Pb	Cd	Fe	Mn
1	629.4	303.7	42.5	23.4	511.8	210.4	46.3	10.1	300.0	115.7	30.8	18.7	247.1	83.6	15.7	11.4
2	288.2	227.6	35.1	16.8	252.9	98.5	19.0	10.1	147.1	114.2	25.0	17.5	50.2	14.9	25.9	18.8
3	4729.4	1022.4	77.9	16.0	152.9	93.3	6.4	17.2	229.4	123.9	15.7	13.4	111.8	89.5	15.8	20.8
4	2547.1	865.7	60.6	27.3	141.2	113.4	32.4	24.1	270.6	156.7	18.6	21.5	217.6	171.6	45.3	23.3
5	1205.9	479.1	50.4	18.6	376.5	215.7	31.2	11.3	370.6	233.6	48.0	17.8	82.4	89.6	47.0	25.6
6	4511.8	1059.7	95.5	21.7	270.6	123.9	20.8	7.8	341.2	207.5	38.0	15.1	170.6	96.3	55.4	32.5

ตารางที่ 3.7 แสดงค่า Sediment Enrichment Factors (SEF) ของโลหะในตัวอย่างสารแขวนลอย

ครั้งที่	แนวที่ 1			แนวที่ 2			แนวที่ 3			แนวที่ 4		
	Pb	Fe	Mn	Pb	Fe	Mn	Pb	Fe	Mn	Pb	Fe	Mn
1	1152.9	31.5	314.2	776.5	13.9	25.2	2023.5	31.5	119.2	3000.0	35.6	315.8
2	435.3	29.4	97.5	217.6	21.2	39.9	258.8	23.2	46.7	294.1	24.5	22.5
3	452.9	25.0	103.3	182.4	10.2	9.4	300.0	16.4	15.8	235.3	15.2	15.8
4	1929.4	47.2	35.8	541.2	18.2	12.7	723.5	23.7	15.0	705.9	26.7	18.3
5	1005.8	26.1	73.3	870.6	22.5	15.8	782.4	21.5	21.7	470.6	23.5	55.0
6	452.9	18.2	153.3	323.5	11.8	8.4	288.2	13.1	10.0	705.9	17.8	40.8

ตารางที่ 3.8 แสดงพารามิเตอร์อื่น ๆ ที่ตราจวัดได้แก่ อุณหภูมิ(T) พีเอช(pH) และออกซิเจนละลาย(DO)

ครั้งที่	อุณหภูมิ(T) C				พีเอช(pH)				ออกซิเจนละลาย(DO)mg/L			
	แนวที่ 1	แนวที่ 2	แนวที่ 3	แนวที่ 4	แนวที่ 1	แนวที่ 2	แนวที่ 3	แนวที่ 4	แนวที่ 1	แนวที่ 2	แนวที่ 3	แนวที่ 4
1	29.5	30.0	30.0	30.5	6.10	6.10	6.30	6.50	3.08	0	0	0
2	33.7	33.7	33.3	31.3	7.30	7.20	7.20	7.30	3.87	1.20	0	0
3	30.0	31.7	32.3	32.0	6.80	7.00	7.50	7.20	8.86	0.70	0	0
4	27.4	27.2	27.0	27.2	7.20	6.85	6.85	6.80	0.70	0	0	0
5	29.5	26.3	27.0	25.8	6.90	7.20	6.60	6.70	0.80	0	0.50	0.40
6	28.2	28.2	28.7	27.8	7.50	7.80	7.40	7.30	2.38	0.15	0	2.93

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย