



บทที่ 4

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ในการศึกษาการสะสมของโลหะบางชนิดในบึงมักกะสัน ซึ่งเป็นบึงที่ถูกขุดขึ้นให้มีทางน้ำเชื่อมกับแหล่งน้ำธรรมชาติอื่นนั้น น้ำที่เข้าสู่ระบบนิเวศน์บึงมักกะสันมาจากหลายแหล่ง เช่น จากโรงงานอุตสาหกรรมรถไฟ จากชุมชนที่อยู่ริมบึงและจากแหล่งน้ำอื่น ๆ ตลอดทั้งบึงเป็นโคลนเลนที่เกิดจากการทับถมกันของซากพืชและสัตว์น้ำและการตกตะกอนของสารแขวนลอย

บริเวณผิวหน้าบึงมีแปลงผักตบชวาขนาด 5x20 ตารางเมตร จำนวน 140 แปลง ตลอดแนวซีกซ้ายและขวาของบึง(รูปที่ 1.11) ลักษณะของบึง(รูปที่ 1.12) มีลักษณะยาวเรียวยาว มีความกว้างประมาณ 60-80 เมตร มีความลึกเฉลี่ย 2.5 เมตร มีความยาวจากบริเวณทางด่วนสายท่าเรือ-ดินแดงมาทางทิศตะวันออกถึงศาลาวิชาการประมาณ 2,000 เมตร ความจุของบึงประมาณ 350,000 ลูกบาศก์เมตร ระดับน้ำในบึงขึ้นอยู่กับระดับน้ำในคลองสามเสน คลองแสนแสบ และปริมาณน้ำที่ระบายออกสู่แม่น้ำเจ้าพระยาผ่านทางประตูระบายน้ำปากคลองพระโขนง จากการศึกษาของคณะทำงาน ตามโครงการพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ที่จะให้บึงแห่งนี้เป็นที่เก็บกักน้ำ บำบัดน้ำเสียและสารพิษโดยใช้ผักตบชวานั้น เจ้าหน้าที่กรุงเทพมหานครได้ทำการสำรวจอัตราและทิศทางการไหลของน้ำเข้าออกบึงและผ่านตัวบึงไปสู่ทางออก คือคลองแสนแสบ ดังตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณน้ำรวมสุทธิที่ไหลเข้าออกบึงและระยะเวลาการเก็บกัก จะเห็นว่าในช่วงฤดูร้อน เดือนมีนาคม-เมษายน ปริมาณน้ำเข้าบึงประมาณ 30,000 - 50,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ซึ่งไม่มากนักเป็นผลให้ระยะเวลาเก็บกักในบึง ประมาณ 7 - 12 วัน แต่ในช่วงฤดูฝน เดือนพฤษภาคม-พฤศจิกายน มีน้ำระบายเข้าออกบึงมากในช่วง 60,000 - 120,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ทำให้ระยะเวลาเก็บกักของน้ำในบึงสั้นลง เหลือเพียงประมาณ 3 - 5 วัน และอาจสั้นกว่านี้ ในกรณีฝนตกหนัก และมีการสูบน้ำออกสู่แม่น้ำเจ้าพระยามาก (ไชยยุทธกสิณสุนทร, สุชาติ ทิมกุล, วัชร สุนทรสาร, กิตติ โสภณภักดิ์, สุวิทย์ อิ่มใจ และ เกษม บึงขาลีตโสภี , 2532)

ในการศึกษาการสะสมของโลหะบางชนิดภายในบึงครั้งนี้ได้ใช้แนวทั้ง 4 ซึ่งเป็นแนวที่กำหนดไว้ตามโครงการพระราชดำริปรับปรุงบึงมักกะสันโครงการใหญ่(เกษม จันทรแก้ว และคณะ, 2530) เป็นสถานที่เก็บตัวอย่าง เพราะแต่ละแนวมีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกันไปดังนี้

บริเวณแนวที่ 1 เป็นที่ตั้งของโรงงานรถไฟ ซึ่งประกอบไปด้วย โรงเลื่อย โรงกลึง โรงหล่อ โรงไฟฟ้า โรงเหล็ก และโรงงานแบตเตอรี่ จะมีการระบายน้ำลงจากโรงงานรถไฟ 3 ทาง ลักษณะทางกายภาพของน้ำ ชุ่น มีคราบน้ำมันลอย น้ำมีสีเขียวอันเนื่องมาจากแพลงตอนพืช ที่มีในบริเวณนี้มากกว่าแนวอื่น (อักษร ศรีเปล่ง, นคร บุญประคอง และบานเย็น จันทราภททิกุล,

ตารางที่ 4.1 ปริมาณน้ำรวมสุทธิเข้าออกบึงมักกะสัน และระยะเวลาเก็บกัก
(ไชยยุทธ กสินสุคนธ์ และคณะ, 2532)

จุดวัด	มี.ค. 2531	เม.ย. 2531	พ.ค. 2531	มิ.ย. 2531	ก.ค. 2531	ส.ค. 2531	ก.ย. 2531	ต.ค. 2531	พ.ย. 2531	ธ.ค. 2531
ข2 $\text{m}^3/\text{วัน}$	+23.960	+10.518	+124.594	+94.410	+91.267	+37.096	+27.095	+21.554	+54.963	+58.883
ข3 $\text{m}^3/\text{วัน}$	+6.332	+43.015	+12.443	+8.786	+29.969	+28.874	+39.824	+61.405	+23.938	+2.769
รวม ข2+ข3 $\text{m}^3/\text{วัน}$	30.292	53.533	137.037	103.196	121.236	65.970	66.919	82.959	78.901	61.652
อ1 $\text{m}^3/\text{วัน}$	-27.736	+140	-106.368	-82.695	-57.209	-58.206	-59.006	-70.092	-67.048	-43.017
HRT ^{1'} วัน	11.6	6.5	2.6	3.4	2.9	5.3	5.2	4.2	4.4	5.7

HRT^{1'} = Hydraulic Retention Time, ประเมินจากความจุบึง 35,000 m^3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2530) และเป็นน้ำนิ่งไม่มีการไหล ขณะดำเนินการศึกษาได้มีการขุดลอกกันบึงด้านสะพานลอย ทางด้านซึ่งต้นเขินให้ลึกลงไปอยู่ที่ระดับ+33.00 เมตร(ระดับน้ำทะเลปานกลาง, รทก.) และ เสริมคันบึงโดยรอบให้เป็นระดับ 36.200 เมตร(รทก.) จากเดิมที่ 35.5 เมตร(รทก.) ทำให้บึงมีความจุเพิ่มขึ้นจากเดิมอีกประมาณ 50,000 ลูกบาศก์เมตรหรือ 16.65% (ไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์ และคณะ, 2532) โดยพบว่า การขุดลอกกันบึงเสร็จสิ้นลงในเดือนสิงหาคม 2531 ซึ่ง ขณะนั้นทำการเก็บตัวอย่างไปแล้ว 3 ครั้ง ในบริเวณแนวที่ 1 นี้มีการทำการประมงของชาวบ้านที่อยู่บริเวณบึง เช่นการจับปลา และช้อนกุ้งฝอย ปริมาณ Total coliform และ Fecal coliform มีค่าต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแนวอื่นในช่วงตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2530 ถึง พฤศจิกายน 2531 โดยมีค่าอยู่ระหว่าง $3 - 27 \times 10^5$ cfu/100 ml และ 0.06-1.3 cfu/100 ml (นภาพรรณ นพรัตน์นราภรณ์ และจารุวรรณ หะสุวรรณ, 2532) และตรวจไม่พบค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์เลยตลอดปี 2531 (สมศักดิ์ จันทวัฒนา, อินจิรา นิยมชูร, สมชาย ศราสิทธิ์, จันทนา จีระดิพลัง และวินัย กุลติลาธรรม, 2532)

บริเวณแนวที่ 2 มีทางน้ำเข้าจากคลองสามเสนทางทิศเหนือ และมีบ้านเรือนอาศัยอยู่ 2 ชุมชน คือชุมชนริมคลองสามเสน และชุมชนรัชฎ์เกล้า ตามแนวยาวของบึงไปจนถึงแนวเก็บตัวอย่างที่ 3 ซึ่งชุมชนเหล่านี้ ต่างมีกิจกรรมในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับบึง เช่นการทิ้งมูลสารในรูปน้ำเสียขยะมูลฝอย และการมีสัตว์เลี้ยงที่ถูกสุสลักษณะ ดังนั้นลักษณะน้ำซึ่งได้รับอิทธิพลจากน้ำทิ้งชุมชน ทั้งมาจากในบึงมักกะสัน และจากน้ำที่เข้ามาจากคลองสามเสนจึงมีลักษณะขุ่น ดำ มีกลิ่นเหม็น มีคราบน้ำมันลอย(ชลธิชา นุ่มหอม และคณะ, 2530) ปริมาณ Total coliform และ Fecal coliform สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแนวอื่น โดยเฉพาะปริมาณ Fecal coliform ในช่วงเดือนกันยายน-พฤศจิกายน 2531 มีแนวโน้มสูงชันมากคือมีค่าอยู่ในช่วง $23 - 45 \times 10^5$ cfu/100 ml (นภาพรรณ นพรัตน์นราภรณ์ และจารุวรรณ หะสุวรรณ, 2532) ปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ มีค่าสูงที่สุดกว่าทุกแนวเฉลี่ย 2.37 ppm โดยเฉพาะเดือนมีนาคมและเมษายน ที่มีค่าสูงมาก(สมศักดิ์ จันทวัฒนา และคณะ, 2532) ปริมาณรวมแพลงตอนพืชน้อยกว่าแนวอื่น ๆ โดยมีปริมาณรวม 73479.06 เซลล์/ลิตร (อักษร ศรีเปล่ง และคณะ, 2532)

บริเวณแนวที่ 3 มีทางน้ำเข้าจากคลองสามเสน และมีชุมชนอยู่ริมบึงด้านทิศเหนือเช่นเดียวกับแนวที่ 2 ทำให้ลักษณะน้ำบริเวณแนวทั้งสองนี้คล้ายคลึงกัน คือ ลักษณะขุ่น ดำ และมีกลิ่นเหม็น ความแตกต่างของแนวนี้จากแนวที่ 2 คือทางน้ำเข้าจากคลองสามเสนอยู่ห่างจากแนวเก็บประมาณ 150 เมตร ระยะทางที่ไกลขึ้นจากทางน้ำเข้า ทำให้มลสารที่เข้าสู่บึงเกิดการเปลี่ยนแปลงพอสมควร โดยปริมาณ Fecal coliform และ Total coliform มีค่าน้อยกว่าแนวที่ 2 ในแต่ละเดือนอย่างชัดเจน คือ $2.6 - 19.0 \times 10^5$ cfu/100 ml และ $47 - 270 \times 10^5$ cfu/100 ml (นภาพรรณ นพรัตน์นราภรณ์ และจารุวรรณ หะสุวรรณ, 2532) นอกจากปริมาณแบคทีเรียที่ลดลงแล้ว พบว่ามีปริมาณรวมของแพลงตอนพืชในเดือนพฤศจิกายน 2530 - พฤศจิกายน 2531

จากเพลงตอนพืช 4 ติวชัน มีจำนวน 173005.94 เซลล์/ลิตร ซึ่งเป็นปริมาณที่มากกว่าแนวที่ 2 แต่่น้อยกว่าแนวที่ 4 เพลงตอนพืชในช่วงฤดูที่มีน้ำมาก จะมีมากกว่าในช่วงฤดูที่มีน้ำน้อย (อักษร ศรีเปล่ง และคณะ, 2532) และปริมาณซัลไฟด์ที่ตรวจพบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.79 ppm ซึ่งน้อยกว่าแนวที่ 2 (สมศักดิ์ จันทวัฒนา และคณะ, 2532)

บริเวณแนวที่ 4 เป็นแนวสุดท้ายที่น้ำจากบึงมักกะสันเมื่อผ่านแนวที่ 2 และ 3 มายังแนวนี้ และจะไหลออกไปทางท้ายสุดของบึงด้านศาลาวิชาการทางทิศใต้ โดยทางน้ำออกนี้ไปเชื่อมต่อกับคลองแสนแสบและออกสู่น้ำเจ้าพระยาในที่สุด บริเวณแนวนี้มีท่าเรือของคณะทำงานโครงการพระราชดำริทางท้ายสุดของบึงติดกับทางน้ำออก ทางซีกขวาของบึงซึ่งเป็นทิศเหนือ มีสวนอาหารขนาดใหญ่ ซึ่งทำเป็นเรือนไทยกลางน้ำตั้งอยู่ ทางซีกซ้ายของบึงซึ่งเป็นทิศใต้เหนือแนวน้ำออก มีชุมชนทับแก้วอาศัยอยู่ ลักษณะของน้ำ ชุ่นดำ และมีกลิ่นเหม็น ในบางเดือนน้ำมีสีเขียวเช่นธันวาคม 2531 ในฤดูฝนน้ำจะมีสีค้ำเป็นส่วนใหญ่ ปริมาณเพลงตอนพืชมีมากรองจากแนว 1 คือ 280859.77 เซลล์/ลิตร (อักษร ศรีเปล่ง และคณะ, 2532) ปริมาณซัลไฟด์เฉลี่ย 1.64 ppm (สมศักดิ์ จันทวัฒนา และคณะ, 2532) ปริมาณ Total coliform และ Fecal coliform น้อยกว่าแนวที่ 2 เห็นได้ชัดเจนคือ $12 - 280 \times 10^5$ cfu/100 ml อย่างไรก็ตามก็ตีพบว่าในบางเดือน Fecal coliform จะมีค่าสูงเช่น ในเดือนกุมภาพันธ์ และพฤศจิกายน 2531 (นภาพร นพรัตน์ และจรรยาพร หะสุวรรณ, 2532)

จากข้อมูลดังกล่าวมาจะเห็นว่า น้ำที่เข้าสู่บึงมีการปนเปื้อนของมลสารหลายชนิด เช่น การปนเปื้อนจากสารอินทรีย์ บัคเตเรีย และสารอนินทรีย์อื่น ๆ ซึ่งเมื่อเข้าสู่บึงแล้วอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเคมี และชีววิทยา อันเป็นผลให้มลสารบางส่วนเกิดการสะสมอยู่ในส่วนต่างๆ ของบึง เช่น สารแขวนลอย ในรูปที่ละลายน้ำอยู่ หรือสะสมเข้าไปในสิ่งมีชีวิต ดังนั้นในการดำเนินโครงการปรับปรุงบึงมักกะสัน ตามพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวจึงได้อาศัยหลักการนี้นำไปใช้ในการบำบัดน้ำเสียและมลสารในบึงมักกะสัน โดยใช้ผักตบชวาซึ่งเป็นพืชลอยน้ำที่มีปริมาณมากที่สุด เจริญเติบโตในบึงมักกะสันได้ดี และมีความสามารถในการดูดซับมลสารต่างๆ ได้ในปริมาณสูงเป็นสิ่งมีชีวิตหลัก เพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

ในการศึกษาการสะสมโลหะซึ่งเป็นมลสารชนิดหนึ่ง ที่เข้าสู่บึงด้วยวิธีการต่างๆ ดังกล่าวนั้นได้พิจารณาถึงรูปแบบต่างๆ ที่โลหะจะเกิดการสะสมได้เป็น 3 ชนิด คือการสะสมในรูปของแข็ง ได้แก่ ตะกอน และสารแขวนลอย ในรูปที่ถูกละลายอยู่ในน้ำ และการนำเข้าไปในสิ่งมีชีวิตโดยมีผักตบชวาเป็นครรชนินั้น จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างพบว่าโลหะเมื่อเข้าสู่บึงมีการกระจายการสะสมในรูปแบบต่างๆ ตามชนิดของโลหะดังนี้

1. แมงกานีส

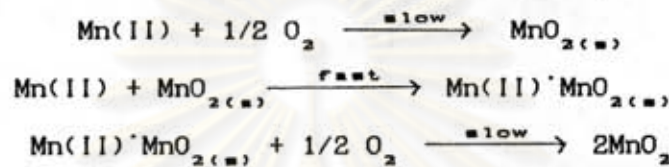
ในการวิเคราะห์ปริมาณแมงกานีสในบึงมักกะสันจากตัวอย่าง 4 ชนิด คือ น้ำ ตะกอน สารแขวนลอย และผักตบชวาสามารถตรวจพบได้ทุกตัวอย่าง แสดงถึงโอกาสในการสะสมของแมงกานีส เมื่อเข้าสู่บึงในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ การสะสมในรูปของแข็ง เช่น ตะกอน และสารแขวนลอย ในรูปที่ละลายอยู่ในน้ำ และการนำเข้าไปในสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ เช่นผักตบชวา ซึ่งจากการเปรียบเทียบค่า concentration factor ในรูปที่ 3.11 พบว่าการสะสมของแมงกานีสเมื่อเข้าสู่บึงจะเกิดการสะสมในตะกอนสูงที่สุดในการเก็บตัวอย่างทั้ง 6 ครั้ง ส่วนการที่แมงกานีสจะเข้าไปสะสมอยู่ในสารแขวนลอยและผักตบชวา นั้น ขึ้นอยู่กับสภาวะทางฟิสิกส์ - เคมีคัลของแหล่งน้ำ ปริมาณของแมงกานีสในผักตบชวาและสารแขวนลอยจึงมีค่าน้อยสลับกัน ตัวอย่างเช่น ค่า concentration factor ของสารแขวนลอยที่มากกว่าผักตบชวาในทุก ๆ แนว จากการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 1 แต่ค่า concentration factor ของผักตบชวา จะมากกว่าสารแขวนลอยของทุก ๆ แนว ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2, 3, 4, 5 และ 6 ยกเว้นแนวที่ 1 ในครั้งที่ 6 ที่ปริมาณแมงกานีสในสารแขวนลอยมากกว่าผักตบชวาเป็นต้น

ซึ่งจากการเปรียบเทียบอัตราส่วนในเชิงปริมาณของแมงกานีสที่มีอยู่ในธรรมชาติ พบว่าค่า Sediment Enrichment Factor ตามตารางที่ 3.6 มีค่าอยู่ในช่วง 7.8 - 32.5 และสารแขวนลอยในตารางที่ 3.7 อยู่ในช่วง 8.4 - 315.8 แสดงให้เห็นว่าแมงกานีสที่เข้าสู่บึงมักกะสันนั้นน่าจะได้รับอิทธิพลมาจากมนุษย์ เพิ่มจากเดิมที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ โดยอาจเกิดจากการทิ้งสู่บึงโดยตรง เช่นจากโรงงานรถไฟ ซึ่งมีโรงหล่อเหล็กที่มีแมงกานีสเป็นองค์ประกอบ (พยุรเทศกราย, 2526) และอาจปะปนมาจากแหล่งน้ำอื่น เช่น ทางน้ำเข้าจากคลองสามเสนในช่องทางที่ 2 และ 3 และจากน้ำใต้ดินเป็นต้น ซึ่งแมงกานีสที่เข้ามาสู่บึงอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงรูป เกิดเป็นของแข็งเช่น ตะกอน และสารแขวนลอยและอาจถูกสิ่งมีชีวิตเช่น ผักตบชวาคูดูดซึมเข้าไปดังกล่าว

สำหรับแมงกานีสที่พบทั่วไปในแหล่งน้ำธรรมชาติมี 2 oxidation state คือ $Mn(II)$ เป็นรูปที่ละลายน้ำได้และ $Mn(IV)$ ซึ่งมีลักษณะเป็นของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ (Florence & Batley, 1981) โดยพบว่าบึงมักกะสันซึ่งเป็นบึงที่อยู่ในลักษณะเป็นธรรมชาตินั้น แมงกานีสที่ตรวจพบน่าจะอยู่ใน 2 รูปแบบดังกล่าว โดยแมงกานีสที่ละลายอยู่ในบึงมักกะสันตามแนวต่าง ๆ ตามรูปที่ 3.7(ง) พบว่าแนวที่ 1 ซึ่งมีทางน้ำระบายสู่บึงจากโรงงานรถไฟนั้นมีค่าแมงกานีสละลายค่อนข้างใกล้เคียงกันจากการเปรียบเทียบในการเก็บตัวอย่างน้ำทั้ง 6 ครั้ง (ตารางที่ 3.1) ในช่วงที่ต่ำกว่าแนวอื่น อาจเป็นเพราะแมงกานีสลงสู่บึงในแนวนี้เป็นรูปของแข็ง และการที่บริเวณนี้มีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำสูง จากรูปที่ 3.12 ทำให้ $Mn(II)$ ที่ละลายอยู่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเป็น $Mn(IV)$ ซึ่งไม่ละลายน้ำ โดยการเปลี่ยนรูป $Mn(II)$ เป็น $Mn(IV)$ ในแหล่งน้ำนั้นขึ้นกับค่า redox potential (Stumm and Morgan, 1981) เนื่องจากแมงกานีส

เป็นธาตุในกลุ่ม A ที่มีคุณสมบัติชอบเกิดพันธะโคออดิเนต กับลิแกนด์ที่มีออกซิเจนและฟลูออไรด์เป็นผู้ให้อิเล็กตรอนจึงชอบที่จะเกิดปฏิกิริยากับน้ำ มากกว่าแอมโมเนียหรือไซยาไนด์ (Stumm and Morgan, 1981) ในแหล่งน้ำธรรมชาติจึงมักพบสารประกอบแมงกานีสออกไซด์ และไฮดรอกไซด์มาก และมีลักษณะเป็นของแข็งไม่ละลายน้ำ นอกจากนี้ยังพบว่าปฏิกิริยาออกซิเดชันของ Mn(II) เป็นปฏิกิริยา autocatalytic (Stumm and Morgan, 1970) คือ

Autocatalytic



ดังนั้นในบริเวณแนวที่ 1 ที่มีออกซิเจนละลายอยู่ค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับแนวอื่น ๆ นั้น โอกาสที่ Mn(II) ซึ่งอยู่ในรูปที่ละลายน้ำนั้นจะมีความเข้มข้นลดน้อยลงเนื่องจากปฏิกิริยา autocatalytic นี้ย่อมเป็นไปได้ ซึ่งไม่ว่าจะเป็นการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือปฏิกิริยา autocatalytic ล้วนเป็นสาเหตุที่ทำให้ Mn(II) ที่ละลายอยู่ในน้ำมีความเข้มข้นลดลงโดยเปลี่ยนรูปไปอยู่ในรูปของแข็งที่ไม่ละลายน้ำเพิ่มขึ้น นอกจากนี้แมงกานีสที่อาจถูกทิ้งลงสู่บึงจากโรงงานรถไฟในรูปของแข็งที่ไม่ละลายน้ำก็อาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ ปริมาณแมงกานีสในสารแขวนลอยมีค่าสูงสอดคล้องกับค่า Sediment Enrichment Factor ในตารางที่ 3.7 ที่พบว่าในแนวที่ 1 มีค่า Sediment Enrichment Factor ของแมงกานีสสูงกว่าแนวอื่น จากการเก็บตัวอย่างทุกครั้งยกเว้นครั้งที่ 1 แนวที่ 1 มีค่าต่ำกว่าแนวที่ 4 เล็กน้อยแสดงว่ามีการปนเปื้อนแมงกานีสเข้าสู่บึงมักกะสัน เพิ่มจากเดิมที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ และมีปริมาณสูงที่สุดในแนวที่ 1

สำหรับบริเวณแนวที่ 2 และ 3 ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือได้รับอิทธิพลจากทางน้ำเข้าขนาดใหญ่จากคลองสามเสนทั้งในแนวที่ 2 และ 3 โดยน้ำที่เข้ามานั้นเป็นน้ำที่ผ่านแหล่งชุมชนมาก่อน มีค่า DO เป็น 0 mg/L มีกลิ่นเหม็น ค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่จุดทางน้ำเข้าที่ 2 และที่ 3 มีค่าเฉลี่ยตลอดปี 2531 เป็น 2.65 และ 2.72 mg/L ซึ่งมากกว่าค่าซัลไฟด์ของน้ำสะอาดที่อยู่ในช่วง 0.025-0.25 ug/L ทำให้ปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ในแนวที่ 2 และ 3 มีค่าเฉลี่ยเป็น 2.37 และ 1.79 mg/L ตามลำดับ (สมศักดิ์ จันทวัฒนา และคณะ, 2532) นั่นแสดงว่าน้ำที่เข้าสู่บึงมักกะสันอยู่ในสภาวะที่ขาดออกซิเจน และกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ ที่เกิดขึ้นเป็นแบบ anaerobic อิทธิพลจากทางน้ำเข้าทั้ง 2 ทางนี้ ทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายของน้ำในบริเวณแนวที่ 2 และ 3 มีค่าลดต่ำลงเมื่อเกิดการผสมกันของน้ำในบึงมักกะสันเดิมกับน้ำจากคลอง

สามเสนทำให้การวัดค่าออกซิเจนละลายที่ตรวจวัดในแนวทั้งสองนี้ ในบางครั้งไม่สามารถกระทำ
ได้ เช่น ตารางที่ 3.8 พบว่าแนวที่ 2 ในครั้งที่ 1, 4 และ 5 แนวที่ 3 ในครั้งที่ 1, 2, 3, 4
และ 6 ค่า DO เป็น 0 mg/L

สถานะที่มีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำน้อย ทำให้ค่า redox potential ลด
ต่ำลงซึ่งจะเอื้ออำนวยต่อการเกิดปฏิกิริยา reduction ของแมงกานีสจากรูปที่ 3.7(ง) ในแนว
ที่ 2 และ 3 ที่แมงกานีสที่ละลายอยู่ในน้ำมีค่าใกล้เคียงกันในปริมาณที่สูงกว่าแนวที่ 1 และการ
เปลี่ยนรูปที่ย้อนกลับจาก Mn(IV) เป็น Mn(II) นี้ทำให้ปริมาณแมงกานีสของสารแขวนลอยในรูป
ที่ 3.7(ค) แนวที่ 2 และ 3 ลดลงและมีค่าใกล้เคียงกัน

ในแนวที่ 4 เป็นทางผ่านสุดท้ายก่อนออกจากบึงไปสู่คลองแสนแสบ ไม่มีทางน้ำ
เข้าจากแหล่งน้ำอื่น แต่ออกซิเจนจากน้ำที่เข้าสู่บึงในบริเวณแนวที่ 2 และ 3 ทำให้ปริมาณไฮโดรเจน
ซัลไฟด์ในแนวนี้มีค่าเฉลี่ยเป็น 1.64 mg/l (สมศักดิ์ จันทวัฒนา และคณะ, 2532) และตัวอย่างน้ำ
ที่นำมาวิเคราะห์มีค่า DO ต่ำเป็น 0 mg/L ในครั้งที่ 1 ถึง 4 และเป็น 0.40 และ 2.93
mg/L ในครั้งที่ 5 และ 6 นั้นแสดงว่าน้ำในบริเวณแนวนี้ส่วนใหญ่ยังคงมีการย่อยสลายสารอินทรีย์
แบบไม่ใช้ออกซิเจนอยู่ ยกเว้นในหน้าแล้งที่น้ำจากคลองสามเสนมีอัตราการไหลเข้าสู่บึงช้า และ
น้อย (ตารางที่ 4.1) โอกาสที่จะมีออกซิเจนเหลือจากการย่อยสลายสารอินทรีย์มีมากขึ้น ทำ
ให้ครั้งที่ 5 และ 6 มีปริมาณ DO สูงขึ้นดังกล่าว ซึ่งการเปลี่ยนแปลงค่า DO นี้ ก็มีผลต่อค่า
redox potential ที่พบว่าแนวที่ 4 นี้ปฏิกิริยา reduction ของแมงกานีสขณะที่น้ำขาด
ออกซิเจนยังคงมีความสำคัญอยู่มาก จากการที่พบว่าปริมาณแมงกานีสที่ละลายอยู่ยังคงอยู่ในช่วง
0.10 - 0.44 ppm และปริมาณแมงกานีสในรูปสารแขวนลอยอยู่ในช่วง 58.9 - 487.8 ppm
โดยมีค่าใกล้เคียงกับแนวที่ 2 และ 3 ยกเว้นครั้งที่ 1 ที่แมงกานีสละลายมีค่าลดลง และ
แมงกานีสในรูปสารแขวนลอยมีค่าสูงขึ้น เนื่องจากมีการขุดลอกบึงบริเวณแนวที่ 4 ขณะเก็บตัวอย่าง
ซึ่งเป็นการเติมออกซิเจนสู่น้ำทางหนึ่ง ทำให้แมงกานีสมีโอกาสเกิดออกซิเดชันเป็น Mn(IV) ใน
รูปที่ไม่ละลายน้ำเพิ่มขึ้น และการขุดลอกบึงเป็นการกวนให้ตะกอนขึ้นมาแขวนลอยอยู่ในน้ำได้อีก
จึงอาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่ง ที่ทำให้ปริมาณสารแขวนลอยในครั้งนี้มีเพิ่มมากขึ้นจากปกติ ปริมาณ
แมงกานีสที่วัดจากสารแขวนลอยจึงเพิ่มมากขึ้นด้วย สำหรับครั้งที่ 5 และ 6 ที่พบว่ามีค่า DO สูง
ขึ้นนั้นโอกาสที่จะเกิด Mn(IV) ในรูปที่ไม่ละลายน้ำก็มีมากขึ้นค่าของแมงกานีสในรูปสารแขวนลอย
ครั้งที่ 5 และ 6 จึงมีค่าสูงขึ้นสอดคล้องกันดังกล่าว

ในแง่การพิจารณาการนำเข้าไปของแมงกานีสในผักตบชวา ซึ่งมีส่วนทำให้ปริมาณ
แมงกานีสที่ละลายอยู่มีค่าลดลง พบว่าในบริเวณแนวที่ 1 ซึ่งเป็นน้ำนิ่ง ผักตบชวามีโอกาสดูดซึม
แมงกานีสได้ดีกว่าแนวที่ 2 และ 3 ซึ่งอยู่ใกล้ทางน้ำเข้า ค่าแมงกานีสที่วิเคราะห์จากตัวอย่าง
ผักตบชวาจึงมีค่าอยู่ในช่วง 277.2 - 608.6 ppm ส่วนบริเวณแนวที่ 2 ซึ่งอยู่ใต้ทางน้ำเข้าพอดี
นั้นจะเห็นว่าการไหลของน้ำน่าจะมีส่วนต่อการดูดซึมของผักตบชวา ทำให้การนำเข้าลดลงอยู่ในช่วง

130.6 - 302.1 ppm แตกต่างจากแนวที่ 3 ซึ่งอยู่ห่างทางน้ำเข้าออกไปประมาณ 150 เมตร ที่กระแสน้ำอาจไหลเร็วหรือช้าก็ได้ ขึ้นอยู่กับการปล่อยน้ำเข้าบึงจากทางน้ำเข้าทั้ง 2 ทาง ค่าของแมงกานีสในผักตบชวาบริเวณแนวนี้จึงค่อนข้างแปรผันในช่วงกว้างคือ 179.6 - 450.7 ppm แต่ในแนวที่ 4 น้ำจะมีอัตราการไหลช้าลงไปยังเพราะไม่อยู่ใกล้ทางน้ำเข้า ส่วนทางน้ำออกก็อยู่บริเวณท้ายบึงไหลออกไป มีผลทำให้ค่าความเข้มข้นของแมงกานีสในผักตบชวา มีการกระจายของค่าอยู่ในช่วงใกล้เคียงกันกว่าแนวที่ 2 และ 3 คือ 195.9 - 345.6 ppm โดยมีแนวโน้มสูงกว่าแนวที่ 2 เล็กน้อย

การสะสมแมงกานีสที่สำคัญและพบความเข้มข้นสูงที่สุดคือ การสะสมในตะกอนท้องน้ำ โดยตะกอนที่มีแมงกานีสนี้อาจเกิดจากการตกตะกอนของสารแขวนลอย การตายทับถมกันของสิ่งมีชีวิต การเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ ในอันที่จะทำให้เกิดของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ โดยพบว่ามีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อการสะสมแมงกานีสในตะกอนเช่น กระแสน้ำ ระยะเวลาในการตกตะกอน ความหนืด เป็นต้น ในกรณีบึงมักกะสันพบว่าแนวที่ 1 ซึ่งเป็นบริเวณน้ำนิ่งนั้น การตกตะกอนในแนวนี้ค่อนข้างสม่ำเสมอ ค่าความเข้มข้นแมงกานีสในตะกอนจากการสำรวจทุกครั้ง จึงอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกัน คือ 594.6 - 664.4 ppm แสดงให้เห็นว่าฤดูกาล และน้ำที่เข้ามาจากทางน้ำเข้าในแนวที่ 2 และ 3 ไม่น่าจะมีผลต่อการตกตะกอนในแนวนี้ โดยปริมาณแมงกานีสที่ตกตะกอนในแนวนี้ อาจมาจากโรงงานรถไฟที่ได้กล่าวไปแล้ว ส่วนในแนวที่ 2 และ 3 ค่าของแมงกานีสในตะกอนค่อนข้างแปรผันในแต่ละครั้ง ซึ่งขึ้นกับปริมาณน้ำที่เข้ามาในช่องทางน้ำเข้าจากแนวที่ 2 และ 3 น้ำจากชุมชนและการกวนของน้ำเนื่องจากช่องทางน้ำเข้าทั้งสอง โดยพบว่าถ้ามีน้ำไหลเข้าบึงมากจะเกิดการกวนบริเวณที่น้ำเข้ามา การตกตะกอนอาจเกิดขึ้นน้อย ค่าของแมงกานีสในตะกอนจึงมีน้อยลง ตรงข้ามกันถ้ามีน้ำไหลเข้าบึงน้อย อัตราการไหลของน้ำจะช้าและโอกาสการตกตะกอนก็มีมากขึ้น ค่าของความเข้มข้นในตะกอนบริเวณแนวที่ 2 และ 3 จึงค่อนข้างแปรผันในช่วงที่กว้างกว่าแนวที่ 1 ส่วนในแนวที่ 4 ซึ่งอยู่ไกลทางน้ำเข้าการกวนของน้ำในแนวนี้มีน้อย อัตราการไหลของน้ำช้าโอกาสที่จะเกิดการสะสมในตะกอนจึงมีมากขึ้น บริเวณแนวที่ 4 ส่วนใหญ่ปริมาณแมงกานีสในตะกอนจึงมีค่าสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณแมงกานีสในตะกอนแนวที่ 2 และ 3 แต่การสำรวจในครั้งที่ 4 ในเดือนตุลาคม ที่มีฝนตกชุกและเก็บตัวอย่างทำให้น้ำในบึงไหลอย่างรวดเร็ว เพื่อระบายไปสู่ทางน้ำออก ในบริเวณท้ายแนวที่ 4 กระแสน้ำที่ไหลอย่างรวดเร็วนี้จะทำให้โอกาสในการตกตะกอนจะลดลงมาก นอกจากนี้ยังพบว่าในแนวที่ 4 นี้ บางครั้งน้ำมีคุณภาพดีขึ้นกว่าแนวที่ 2 และ 3 เช่นในครั้งที่ 5 และ 6 ซึ่งมีค่า DO สูงกว่าดังตารางที่ 3.8 ทำให้โอกาสในการเกิด Mn(IV) ซึ่งเป็นรูปที่ไม่ละลายน้ำมีมากขึ้น ปริมาณแมงกานีสในตะกอนจึงสูงขึ้นด้วย การระบายน้ำทั้งจากชุมชนที่อยู่ริมบึง และร้านอาหาร ก็อาจจะเป็นส่วนหนึ่งที่มีผลต่อการสะสมแมงกานีสในตะกอน ซึ่งปัจจัยหลายอย่างดังกล่าวมาทำให้ ปริมาณการสะสมแมงกานีสในแนวที่ 2 และ 3 และโดยเฉพาะแนวที่ 4 ค่อนข้างแปรผัน

2. เหล็ก

เหล็กเป็นธาตุที่มีความสำคัญในระบบนิเวศน์ ของแหล่งน้ำทุก ๆ แห่ง โดยเป็นธาตุอาหารปริมาณน้อยที่พืชนำไปใช้ (micronutrient) และเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ขาดไม่ได้ในสิ่งมีชีวิต ที่มีเม็ดเลือดแดงเป็นองค์ประกอบ โดยเป็นส่วนประกอบใน porphyrin ซึ่งเป็นโปรตีนชนิดหนึ่ง ที่ทำหน้าที่ลำเลียงออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย (Friden, 1973) และอีกหลายรูปแบบของเหล็ก ซึ่งทำหน้าที่ต่าง ๆ กันในสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ นอกจากเหล็กจะมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตแล้ว ปริมาณเหล็กที่ตรวจพบบนผิวโลกมีปริมาณมากเป็นอันดับ 2 เมื่อเทียบกับธาตุอื่น ๆ (Bowen, 1979) อันส่งผลให้ปริมาณของเหล็กที่ตรวจพบได้จากตัวอย่างที่เป็นของแข็งจากบึงมักกะสันนั้น อยู่ในปริมาณค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับโลหะอื่น

นอกเหนือไปจากปริมาณของเหล็กที่ค่อนข้างสูง เนื่องจากสาเหตุทางธรรมชาติ ดังกล่าวแล้ว จากการเปรียบเทียบค่า Sediment Enrichment Factor ของตะกอนและสารแขวนลอยในตารางที่ 3.7 และ 3.8 พบว่าปริมาณเหล็กในตะกอนและสารแขวนลอยที่มีอยู่ในบึงนั้น น่าจะได้รับอิทธิพลจากการกระทำของมนุษย์ด้วยเช่น การถูกนำเข้ามาจากแหล่งน้ำที่มีทางเข้าสู่บึง ซึ่งได้แก่ทางน้ำเข้าจากคลองสามเสนในบริเวณแนวที่ 2 และ 3 และจากโรงงานที่ทำการเกี่ยวกับเหล็ก ได้แก่ โรงกลึง โรงหล่อ (พยุร เกตุกราย, 2526) ซึ่งตั้งอยู่บริเวณแนวที่ 1 เป็นต้น โดยค่า Sediment Enrichment Factor ของตะกอนมีค่าสูงที่สุดในแนวที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับแนวอื่น ๆ จากการเก็บตัวอย่างทุกครั้ง ยกเว้นครั้งที่ 1 แสดงให้เห็นว่าน่าจะมีการเกี่ยวข้องกับระหว่าง ปริมาณเหล็กที่อยู่ในบึงมักกะสัน และปริมาณน้ำที่ปล่อยออกมาจากโรงงานรถไฟ โดยระยะทางที่ไกลออกไปในแนวที่ 2 และ 3 จะทำให้ปริมาณเหล็กลดลงดังกล่าว

จากการที่เหล็กเป็นอีกธาตุหนึ่งที่อยู่ในกลุ่ม A ซึ่งมีคุณสมบัติชอบที่จะเกิดสารประกอบ กับลิแกนด์ที่มีออกซิเจนและฟลูออไรด์เป็นผู้ให้อิเลคตรอน (Stumm and Morgan, 1981) โดยพบว่า Fe(II) ที่ละลายอยู่จะถูกออกซิไดซ์ให้อยู่ในรูป Fe(III) ซึ่งไม่ละลายน้ำโดย Fe(III) ที่เกิดขึ้นนั้น อาจจะอยู่ในรูปสารประกอบออกไซด์ หรือไฮดรอกไซด์ เช่น $Fe(OH)_2$, $FeOOH$ เป็นต้น และสารประกอบออกไซด์ไฮดรอกไซด์ ของเหล็กนี้ ก็มีคุณสมบัติในการดูดซับโลหะอื่น ๆ ในแหล่งน้ำได้เช่นเดียวกับแมงกานีสซึ่งเป็นธาตุกลุ่มเดียวกัน โดยพบว่าเมื่อสภาวะที่ค่า redox potential ในแหล่งน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงไป จะมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันนี้ กล่าวคือในสภาวะที่มีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำสูง เช่น ในแนวที่ 1 จากการเก็บตัวอย่างทุกครั้ง แนวที่ 2 ในครั้งที่ 2, 3 และ 6 แนวที่ 3 ในครั้งที่ 5 และแนวที่ 4 ในครั้งที่ 5 และ 6 จากตารางที่ 3.8 นั้นจะมีผลทำให้น้ำอยู่ในสภาวะออกซิไดซ์ ซึ่งเอื้ออำนวยให้เกิดสารประกอบในรูป Fe(III) ซึ่งเป็นของแข็งที่ไม่ละลายน้ำขึ้นมา มีผลต่อการเพิ่มปริมาณตะกอนและสารแขวนลอยในแนวต่าง ๆ ดังกล่าว ส่วนในบริเวณที่มีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำน้อย ได้แก่ บริเวณ

แนวที่ 2 ในครั้งที่ 1, 4 และ 5 แนวที่ 3 ในทุก ๆ ครั้งยกเว้นครั้งที่ 5 และแนวที่ 4 ครั้งที่ 1-4 ซึ่งมีค่า DO เป็น 0 mg/L โอกาสการเกิดสารประกอบไฮดรอกไซด์และออกไซด์ควรจะลดน้อยลง มีผลต่อปริมาณความเข้มข้นของเหล็กในตะกอนดังรูปที่ 3.8(ก) ลดน้อยลงตามแนวดังกล่าวด้วย แต่ในส่วนของสารแขวนลอยกลับมีค่าความเข้มข้นสูงขึ้นตามรูปที่ 3.8(ค) ซึ่งไม่สอดคล้องกับสาเหตุดังกล่าว โดยความเข้มข้นแนวที่ 2 อยู่ในช่วง 2.48-5.06 ppt แนวที่ 3 อยู่ในช่วง 3.03 - 5.19 ppt แนวที่ 4 อยู่ในช่วง 2.99-5.39 ppt ซึ่งมากกว่าแนวที่ 1 ที่มีค่า DO สูงกว่าทุกแนว โดยแนวที่ 1 มีปริมาณเหล็กอยู่ในช่วง 2.29 - 4.06 ppt ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกระบวนการอื่นซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป

ในแหล่งน้ำที่ขาดออกซิเจน SO_4^{2-} ในแหล่งน้ำจะเกิดปฏิกิริยากับ Fe(II) เกิดสารประกอบ FeS_2 (pyrite) ซึ่งทำให้ความเป็นกรดในแหล่งน้ำลดลงจากปฏิกิริยา



และเพิ่มก๊าซออกซิเจนให้แก่แหล่งน้ำ ซึ่งสิ่งมีชีวิตนำไปใช้ได้ (Singer and Stumm, 1970) ดังนั้นในสภาวะที่แหล่งน้ำขาดออกซิเจน เช่นบึงมักกะสัน จะเกิดสารประกอบ FeS_2 ขึ้นได้ในช่วง pH ที่กว้างดังรูปที่ 1.9 เพื่อให้แหล่งน้ำนั้นได้มีออกซิเจนเพิ่มขึ้นนั่นเอง ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนี้ทำให้การละลายของ Fe(II) ในบึงมักกะสันลดลงอย่างมากและเกิดการเพิ่มของตะกอนและสารแขวนลอยโดยเฉพาะที่บริเวณท้องบึง ซึ่งแสงแดดส่องลงไปไม่ถึงทั้ง 4 แนว การเพิ่มปริมาณ FeS_2 จึงเป็นสาเหตุสำคัญอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เหล็กในตะกอนมีค่าสูงมากในช่วง 10.0 - 58.8 ppt ส่วนที่บริเวณผิวน้ำที่เก็บตัวอย่าง มีค่าออกซิเจนละลายต่ำในแนวที่ 2, 3 และ 4 ส่งผลให้ปริมาณเหล็กในสารแขวนลอย มีค่าสูงกว่าแนวที่ 1 ที่มีออกซิเจนละลายอยู่สูงกว่า

ปัจจัยที่มีส่วนทำให้เกิดการเพิ่มปริมาณเหล็กในตะกอน และสารแขวนลอยอีกทางหนึ่ง ได้แก่การเกิดสารประกอบ $FeCO_3$ (siderite) ในแหล่งน้ำที่มีออกซิเจนละลายน้ำอยู่น้อยและน้ำมีคุณสมบัติค่อนข้างเป็นเบส โดยเกิด $FeCO_3$ ในรูปของแข็งที่มีความคงตัวมากกว่าสารประกอบเหล็กออกไซด์และไฮดรอกไซด์ (Stumm and Morgan, 1981) ทั้งนี้ขึ้นกับปริมาณ CO_2 ที่ละลายอยู่ในน้ำ และ pH สำหรับบึงมักกะสันซึ่งมีออกซิเจนละลายน้ำอยู่น้อยมากที่ระดับลึกลงไปใกล้ท้องน้ำจะเกิดการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้มีปริมาณ CO_2 มาก $FeCO_3$ จึงมีค่าสูงตามไปด้วย ซึ่งเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่น่าจะส่งผลให้ปริมาณเหล็กในตะกอนมีค่าสูง คืออยู่ในช่วง 10.0-58.8 ppt ส่วนบริเวณใกล้ผิวน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำน้อยมี DO เป็น 0 mg/L บริเวณแนวที่ 2 ในครั้งที่ 1, 4 และ 5 แนวที่ 3 ในทุก ๆ ครั้งยกเว้นครั้งที่ 5 และแนวที่ 4 ครั้งที่ 1-4 โอกาสที่จะเกิด $FeCO_3$ มีมากขึ้น อันเป็นอีกสาเหตุหนึ่งในการเพิ่มปริมาณเหล็กในตะกอน และสารแขวนลอยมากกว่าบริเวณที่มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงเสมอเช่น ในแนวที่ 1 ซึ่งจะสังเกตได้อย่างชัดเจนในตัวอย่างสารแขวนลอย ที่พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 2.29-4.06 ppt น้อยกว่าแนวที่ 2 ที่อยู่ในช่วง 2.48-5.06 ppt แนวที่ 3 อยู่ในช่วง 3.03-5.19 ppt และ

แนวที่ 4 ในช่วง 2.99-5.39 ppt โดยค่า Ksp ของ FeCO_3 เท่ากับ $10^{-10.2}$ มีค่าต่ำกว่า MnCO_3 ที่มีค่า $10^{-10.2}$ เล็กน้อยตามตารางที่ 1.3 โอกาสที่จะพบ FeCO_3 ในตะกอน และ สารแขวนลอย เมื่อเปรียบเทียบกับโอกาสที่จะพบ MnCO_3 จึงน่าจะใกล้เคียงกันด้วย ซึ่งเป็น คุณสมบัติที่คล้ายคลึงกันของเหล็ก และแมงกานีสที่เป็นธาตุกลุ่มเดียวกัน

อย่างไรก็ดีถึงแม้ว่าเหล็กและแมงกานีสจะเป็นธาตุกลุ่มเดียวกัน แต่การที่สภาวะ redox potential ที่เหมาะสมของเหล็กและแมงกานีสมีความแตกต่างกัน โดยเหล็กมี $pE \sim 4$ และแมงกานีสมี $pE \sim 7.5$ นั้น มีผลกระทบต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันของแมงกานีสกล่าวคือแหล่งน้ำที่มีค่า pE ต่ำ จากการที่มีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำน้อย แมงกานีสจะปรากฏในรูปของ Mn(II) ก่อน Fe(II) ส่วนบริเวณที่มีแหล่งน้ำมีค่า pE สูง มีแนวโน้มที่จะตรวจพบ Fe(III) มากกว่า Mn(III) (Stumm and Morgan, 1970) ซึ่งหลักการดังกล่าวสนับสนุนผลการวิเคราะห์เหล็กและแมงกานีสในบึงมักกะสันที่พบว่า แมงกานีสมีแนวโน้มที่จะอยู่ในรูปที่ละลายน้ำมากกว่าเหล็ก โดยตรวจพบแมงกานีสที่ละลายอยู่มีค่าอยู่ในช่วง 0.10 - 0.27 ppm สูงกว่าเหล็กที่พบว่าละลายอยู่ในน้ำน้อยกว่า 0.03 ppm ส่วนเหล็กในตะกอนมีค่าอยู่ในช่วง 10.0 - 58.8 ppt และ แมงกานีส 434.5 - 845.6 ppm ส่วนสารแขวนลอยมีปริมาณเหล็กอยู่ในช่วง 2.29 - 5.39 ppt มากกว่าแมงกานีสที่อยู่ในช่วง 41.2 - 620.3 ppm นอกจากนี้ยังพบว่าเหล็กออกไซด์ชอบที่จะเคลือบอยู่บนพื้นผิวของ clay ที่แขวนลอย หรือตกตะกอนอยู่มากกว่าแมงกานีส (Jenne, 1968) ซึ่งเป็นส่วนช่วยในการเพิ่มปริมาณเหล็กในสารแขวนลอย และตะกอนด้วย

ปฏิกิริยาที่สำคัญอีกปฏิกิริยาหนึ่งคือ การออกซิไดซ์ Fe(II) เป็น Fe(III) โดย สารอินทรีย์โดยพบว่าถ้ามีสารอินทรีย์อยู่ในแหล่งน้ำ จะเกิดการแข่งขันในการเข้าร่วมกับเหล็กกับ ลิแกนด์อื่น ๆ ได้ (Theis and Singer, 1973) ทำให้สารประกอบออกไซด์ ไฮดรอกไซด์ ของเหล็กลดน้อยลง เกิดสารประกอบเชิงซ้อน Fe(III) กับสารอินทรีย์ขึ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นของแข็ง ชอบที่จะแขวนลอยอยู่ในน้ำ (Hall and Lee, 1974) โดยความคงตัวของสารประกอบ โลหะกับสารอินทรีย์จะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อ pH สูงขึ้นและมี optimum pH ที่ทำให้ stability ของสารประกอบดีที่สุดอยู่ระหว่าง 6-9 (Ong, Swanson & Bisque, 1970) อันเป็นสาเหตุสำคัญอีกอันหนึ่ง ในการเพิ่มปริมาณเหล็ก ในสารแขวนลอยที่ตรวจพบได้ในบึงมักกะสัน ซึ่งจากการสังเกตลักษณะรูปร่างของบึง ตามรูปที่ 4.1 ที่พบว่ามีทางน้ำเข้าจากคลองสามเสนสู่บึงใน บริเวณแนวที่ 2 และ 3 ซึ่งทางน้ำเข้าดังกล่าวไหลผ่านแหล่งชุมชน และเป็นบริเวณที่มีบ้านเรือน ตั้งอยู่ อันจะเป็นสาเหตุที่จะทำให้เกิดการเพิ่มสารอินทรีย์ในบริเวณดังกล่าวได้ ส่วนบริเวณที่ไม่มีทางน้ำเข้า และไม่มีบ้านเรือนอาศัยอยู่ในแนวที่ 1 หรือบริเวณที่อยู่ห่างจากทางน้ำเข้าออกไปมาก เช่น ในแนวที่ 4 ก็ควรจะได้รับอิทธิพลการเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์ เนื่องจากสาเหตุดังกล่าวน้อยกว่าบริเวณแนวที่ 2 และ 3

จากการตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีพบว่า บึงมักกะสันมีค่า pH ระหว่าง 6.10 - 7.80 สอดคล้องกับค่า optimum pH และจากการวิเคราะห์ตัวอย่างสารแขวนลอยก็พบว่า สามารถตรวจพบเหล็กได้ในทุกตัวอย่าง โดยบริเวณแนวที่ 1 มีค่าความเข้มข้นเหล็กอยู่ในช่วง 2.29-4.06 ppt ซึ่งค่อนข้างใกล้เคียงกันมากกว่าแนวที่ 2 ที่เป็นบริเวณที่มีทางน้ำเข้าที่พบว่ามีปริมาณเหล็กในสารแขวนลอยมีค่าแตกต่างกันมาก คือ อยู่ในช่วง 2.48-5.06 ppt นั้นแสดงให้เห็นว่าน้ำจากคลองสามเสนก็มีส่วนต่อการเพิ่มปริมาณเหล็กในสารแขวนลอยมาก แต่การเพิ่มนั้นเป็นอย่างไรไม่สม่ำเสมอโดยขึ้นกับปริมาณน้ำ ปริมาณสารอินทรีย์ การกวน ฯลฯ เป็นต้น ส่วนในแนวที่ 3 ซึ่งอยู่ห่างทางน้ำเข้าไปประมาณ 150 เมตรนั้น อิทธิพลจากการกวนของน้ำเมื่อผสมกันนั้นจะลดน้อยลง ค่าของเหล็กในสารแขวนลอย จึงค่อนข้างใกล้เคียงกันคืออยู่ในช่วง 3.03-3.71 ppt ยกเว้นครั้งที่ 3 ซึ่งมีค่าสูงขึ้นไปมากเป็น 5.19 ppt นั้น อาจเนื่องมาจากการชุดแต่งคันบึงบริเวณแนวที่ 3 ขณะเก็บตัวอย่าง อันจะเป็นสาเหตุในการเพิ่มปริมาณสารแขวนลอยได้ ส่วนในบริเวณแนวที่ 4 ซึ่งเป็นทางผ่านของน้ำก่อนออกจากบึงไป และอยู่ห่างจากทางน้ำเข้าออกไปมากแต่ก็พบว่าปริมาณน้ำที่เข้าสู่บึงในบริเวณแนวที่ 2 และ 3 ยังมีอิทธิพลต่อปริมาณเหล็กในสารแขวนลอยอยู่ จากการที่สารแขวนลอยยังมีค่าอยู่ในช่วง 2.99 - 5.39 ppt ซึ่งค่อนข้างสูงกว่าแนวที่ 1 ที่ไม่มีทางน้ำเข้าจากคลองอื่นเลย แต่การที่บริเวณแนวนี้มีบ้านเรือนและภัตตาคารตั้งอยู่ อันอาจจะทำให้มีการเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์ลงสู่บริเวณแนวที่ 4 นี้ได้โดยไม่คงที่ ความแตกต่างของปริมาณเหล็กจากการเก็บตัวอย่างทั้ง 6 ครั้ง ในสารแขวนลอยในแนวนี้จึงมีค่ามาก

นอกจากการเกิดปฏิกิริยาได้สารประกอบเหล็กที่เป็นของแข็ง ในรูปแบบต่าง ๆ แล้วพบว่าผักตบชวาที่ปลูกไว้บริเวณผิวหน้าบึง ตามโครงการพระราชดำริเพื่อบำบัดสารพิษนั้นน่าจะนำเหล็กเข้าไปสะสมในเนื้อเยื่อได้ ซึ่งเมื่อได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในผักตบชวานั้น ก็พบว่าผักตบชวาสามารถนำเหล็กเข้าไปใช้ได้อย่างไม่สม่ำเสมอ ทั้งนี้ขึ้นกับปัจจัยทางกายภาพ และเคมีต่าง ๆ ที่จะเข้ามาเกี่ยวข้องเช่น กระแสน้ำ อายุของผักตบชวา ปริมาณเหล็กที่ละลายอยู่ ฯลฯ โดยปัจจัยต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องนั้นไม่มีปัจจัยใดแสดงผลเด่นชัดออกไป แตกต่างจากแมงกานีสที่พบว่า อัตราการไหลของน้ำมีผลต่อการดูดซับของผักตบชวาค่อนข้างมาก ดังที่กล่าวไว้ในข้อ 4.1 ความแปรผันจากปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลร่วมกันดังกล่าวมาข้างต้น มีผลทำให้ปริมาณความเข้มข้นเหล็กในสารแขวนลอยรูปที่ 3.8(ข) นั้นไม่ค่อยคงที่ ในช่วง 0.3-1.07 ppt

3. แคลเซียม

แคลเซียมเป็นโลหะหนักแต่เนื้ออ่อน มีน้ำหนักอะตอม 112.4 อยู่ในกลุ่ม IIb ของตารางธาตุมีจุดหลอมเหลวต่ำ จึงระเหิดกลายเป็นไอด้วยความร้อนได้ง่าย แคลเซียมเป็นธาตุค่อนข้างหายากในธรรมชาติ มีอยู่บนผิวโลกประมาณ 0.15 ppm โดยอยู่ในน้ำจืดประมาณ 1

ppb ปัจจุบันได้มีการนำโลหะแคดเมียมมาใช้แทนอลูมิเนียม เหล็กสแตนเลส และสังกะสี ในการ ฉาบวัสดุอุปกรณ์ที่เป็นโลหะต่าง ๆ เช่น เครื่องมือไฟฟ้า อุปกรณ์พลาสติก พิวรีซี และโลหะผสมต่าง ๆ (ไมตรี สุทธิจิตต์, 2531) จึงอาจเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้แหล่งน้ำธรรมชาติบางแหล่ง มีค่าเฉลี่ย แคดเมียมสูงกว่า 1 ppb ได้

จากการศึกษาของ Sibley and Morgan (1975) ในเรื่องของแคดเมียม รูปแบบต่าง ๆ ในน้ำจืด พบว่าแคดเมียมชอบที่จะอยู่ในรูปไอออนอิสระและสารประกอบคาบอนาโต เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Deurer, Forstner & Schmoll (1978) ที่ พบว่าการตกตะกอนร่วมของแคดเมียมกับคาร์บอเนตเป็นกระบวนการสำคัญในการเกิดแคดเมียม ของตะกอนในทะเลสาบ โดยตะกอนของคาร์บอเนตจะเพิ่มขึ้นมากเมื่อเพิ่ม pH (Salomons and Mook, 1978) และจากการที่แคดเมียมเป็นตัวแทนจากธาตุกลุ่ม B มีคุณสมบัติในการเกิดสารประกอบ กับซัลไฟด์และไนโตรเจนได้ (Stumm and Morgan, 1981) ดังนั้นในสภาวะที่มีออกซิเจนละลาย อยู่ในน้ำน้อย ก็มีโอกาสที่ทำให้เกิดสารประกอบแคดเมียมซัลไฟด์ได้เช่นกัน นอกจากนี้ยังพบว่า แคดเมียมสามารถดูดซับบนสารประกอบออกไซด์ได้อีกเช่น $Fe(OH)_3$, Al_2O_3 และ SiO_2 โดย ดูดซับได้ดีที่สุดบน $Fe(OH)_3$ (Leckie, Benjamin, Hayes, Kaufman & Altmann, 1980)

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างของบึงมักกะสันที่พบว่าบริเวณแนวที่ 1 ซึ่งเป็นบริเวณ ที่มีออกซิเจนละลายสูงกว่าแนวอื่น ๆ ตามรูปที่ 3.12 ในการเก็บตัวอย่างในแต่ละครั้งนั้น จะ ทำให้แคดเมียมที่ละลายอยู่ในน้ำ มีโอกาสเกิดสารประกอบคาบอนาโตได้มากซึ่งจากการวิเคราะห์ ค่า Alkalinity ในการศึกษาโครงการร่วมกันในบึงมักกะสันพบว่า ค่า Alkalinity ที่ได้ใน การเก็บตัวอย่างทุกครั้งนั้น เกิดจากไบคาร์บอเนตทั้งสิ้น (นพารณ สงวนลัตย์, 2533) ดังนั้น สารประกอบคาบอนาโตที่เกิดขึ้น จึงเป็น $CaHCO_3^+$ เพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตามการลดลง ของแคดเมียมที่ละลายอยู่ในน้ำน่าจะมาจากสาเหตุที่สำคัญอีกประการหนึ่ง นั่นคือการเกิดการดูดซับ ของแคดเมียมที่พื้นผิวของออกไซด์โดย pH ที่สูงขึ้นจะทำให้การดูดซับมีมากขึ้น (Leckie et al, 1980) ในบึงมักกะสันพบว่า มี pH อยู่ในช่วง 6.1-7.8 สอดคล้องกับความเหมาะสมในการ ดูดซับบน $Fe(OH)_3$ ซึ่งอยู่ในช่วง pH 6.0-8.0 (Leckie et al, 1980) นั้นแสดงว่าการเกิด สารประกอบ $Fe(OH)_3$ นั้น มีส่วนทำให้เกิดการตกตะกอนของแคดเมียมในรูปที่ 3.9(ก) ขึ้นได้ โดยเฉพาะในแนวที่ 1 นี้มีปริมาณเหล็กในตะกอนตามตารางที่ 3.2 สูง โอกาสที่แคดเมียมจะถูก ดูดซับบน $Fe(OH)_3$ ในแนวนี้ก็ยิ่งมากขึ้น พยานกับการเกิดสารประกอบคาบอนาโตเกิดเป็นของแข็ง จึงทำให้ค่าแคดเมียมในตะกอนบริเวณแนวนี้สูงขึ้นดังกล่าว โดยค่าสูงในตะกอนของแคดเมียมและ เหล็กอยู่ในครั้งที่ 3 และ 6 และค่าต่ำอยู่ในครั้งที่ 1 และ 2 นอกจากนี้ปริมาณแคดเมียมที่มีค่าสูง ในแนวที่ 1 นั้น อาจเนื่องมาจากโรงงานรถไฟที่ตั้งอยู่ในบริเวณแนวที่ 1 เนื่องจากแคดเมียมเป็น องค์ประกอบสำคัญในการถลุงเหล็กผสมชนิดต่าง ๆ ค้าย (พยูร เกตุกราย, 2526)

บริเวณแนวที่ 2,3 และ 4 ซึ่งเป็นบริเวณที่ชาดออกซิเจนเป็นส่วนใหญ่มากตามตารางที่ 3.8 นั้น จะทำให้กระบวนการย่อยสลายของสิ่งมีชีวิตเป็นแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในแหล่งน้ำบริเวณนี้เพิ่มขึ้นมาก pH ของน้ำจะลดต่ำลง เป็นผลให้สภาวะไม่เหมาะสมต่อการเกิดสารประกอบคาบอนาโตที่เกิดได้ดีเมื่อเพิ่ม pH (Salomons and Mook, 1978) ดังนั้นโอกาสที่จะพบแคดเมียมในตะกอน เนื่องจากสารประกอบคาบอนาโต จึงมีน้อยลงดังกล่าว นอกจากนี้ยังพบว่าการชาดออกซิเจนในแหล่งน้ำ จะมีออกซิเจนบางส่วนถูกขดเซยด้วยการเปลี่ยนซัลเฟตในแหล่งน้ำไปอยู่ในรูปซัลไฟด์เพิ่มขึ้น ซึ่งจากการวิเคราะห์ปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ในแนวที่ 2,3,4 มีค่าเฉลี่ย 2.37, 179, 1.64 ppm ตามลำดับแตกต่างจากบริเวณแนวที่ 1 ที่ตรวจไม่พบค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์เลย (สมศักดิ์ จันทวัฒนา และคณะ, 2532) ดังนั้นโอกาสที่แคดเมียมจะทำปฏิกิริยากับซัลไฟด์เกิดเป็นสารประกอบซึ่งเป็นของแข็งนั้นก็ยิ่งมากขึ้น โดยค่า K_{sp} ของสารประกอบ CdS เป็น $10^{-27.0}$ (Krauskopf, 1967) ในการวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียมในตะกอนจึงมีค่าที่พบในแนวที่ 2 อยู่ในช่วง 0.30-1.04 ppm แนวที่ 3 อยู่ในช่วง 0.41-1.02 ppm และแนวที่ 4 อยู่ในช่วง 0.07-0.41 ppm นอกจากนี้ยังพบว่ายังมีปัจจัยต่าง ๆ อีกหลายประการที่มีผลต่อปริมาณแคดเมียมในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีปรากฏอยู่ในน้ำบึงมักกะสัน เช่น ถ้าบริเวณแนวที่ 1 มีการปล่อยแคดเมียมลงในน้ำจริง ระยะทางที่อยู่ไกลจากจุดปล่อยออกไปในแนวที่ 2,3,4 จะมีส่วนทำให้ปริมาณแคดเมียมในแนวที่ 2,3 และ 4 ลดลงตามลำดับ ก่อนออกไปสู่คลองแสนแสบท้ายแนวที่ 4 ได้ ปริมาณน้ำที่เข้าสู่บึงจากคลองสามเสนในแนวที่ 2 และ 3 จะมีผลทำให้เกิดการเจือจางแคดเมียมที่ละลายหรือแขวนลอยอยู่ได้ ถ้าน้ำที่เข้ามานั้นมีแคดเมียมอยู่น้อยกว่า สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในบึงก็มีส่วนที่ทำให้แคดเมียมในแหล่งน้ำลดน้อยลงได้ โดยพบว่าในการวิเคราะห์ผักตบชวาซึ่งเป็นตัวแทนสิ่งมีชีวิตนั้น สามารถทำให้แคดเมียมในรูปที่ละลายน้ำลดน้อยลงได้ โดยนำเข้าไปสะสมในผักตบชวาแทน ซึ่งจากรูปที่ 3.9(ข) จะเห็นได้ว่าฤดูกาลนั้นไม่มีผลเกี่ยวข้องต่อการดูดซึมโดยผักตบชวาเลย แต่กระแสน้ำและภาวะการไหลของน้ำ จะมีอิทธิพลต่อการดูดซึมของผักตบชวามากกว่า จากการที่พบว่าปริมาณแคดเมียมของผักตบชวาที่ได้ในบริเวณแนวที่ 1 ซึ่งน้ำนั้นมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 0.58-0.74 ppm แต่แนวที่ 2,3,4 ซึ่งอยู่ใกล้ทางน้ำเข้าออกมีการกวนของน้ำมากกว่า อาจทำให้ปริมาณแคดเมียมในผักตบชวามีค่าสูงต่ำกว่ากันมากได้คือ 0.39 - 0.94, 0.30- 0.94 และ 0.30 - 0.78 ppm ตามลำดับ นอกจากนี้การมีชุมชนที่ตั้งอยู่ในบริเวณแนวที่ 2,3 และ 4 จะมีส่วนช่วยในการเพิ่มสารอินทรีย์ลงในแหล่งน้ำ ซึ่งมีผลในแง่การแข่งขันกับลิแกนด์อื่น ๆ ในการแย่งจับกับแคดเมียมที่ละลายอยู่ (Ong et al, 1970) ซึ่งจากข้อสังเกตต่าง ๆ นี้ ก็เป็นส่วนสนับสนุนสำคัญที่ทำให้ปริมาณแคดเมียมที่ละลายอยู่ในน้ำ อยู่ในระดับความเข้มข้นที่ต่ำมาก (<0.2 ppm) ในบึงมักกะสัน

4. ตะกั่ว

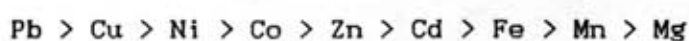
ตะกั่วเป็นโลหะธาตุที่มีน้ำหนักอะตอมเท่ากับ 207.2 และอยู่ในหมู่ IV A ของตารางธาตุ การที่ตะกั่วเป็นโลหะในกลุ่มทรานสิชั่นที่วาเลนซีได้หลายแบบ เช่น 1, 2 และ 4 จึงทำให้ตะกั่วมีโอกาสที่จะเกิดสารประกอบได้หลายชนิดคล้ายคลึงทั้งโลหะกลุ่ม A และโลหะกลุ่ม B โดยตะกั่วที่พบส่วนมากจะอยู่ในวาเลนซี 2 ซึ่งเสถียรที่สุด

ตะกั่วเป็นธาตุที่มนุษย์คุ้นเคยและรู้จักมานาน เคยมีบันทึกของฮิปโปเครติสที่กล่าวถึงพิษของสารตะกั่วนี้ ปัจจุบันปัญหาของสารพิษจากตะกั่วยังมีเพิ่มมากขึ้นและพบได้บ่อยขึ้น มีการพบสารตะกั่วทั้งในอากาศ ดิน น้ำ พืช และเครื่องอุปโภคบริโภคในครัวเรือน ทำให้มนุษย์มีโอกาสที่จะสัมผัสหรือรับสารตะกั่วมากยิ่งขึ้น เช่น ใช้ตะกั่วทำแบตเตอรี่รถยนต์ เคลือบสายเคเบิล เชื่อมโลหะ ทำท่อโลหะผสม และทำเป็นสีทาสถุ เป็นต้น (ไมตรี สุทธิจิตต์, 2531)

ในการศึกษาการสะสมของตะกั่วในบึงมักกะสัน จากการศึกษาระยะเวลา 1 ปี พบว่าสามารถตรวจวัดปริมาณตะกั่วในตะกอน สารแขวนลอย และผักตบชวาได้ทุกตัวอย่างและตรวจไม่พบในรูปที่ละลายอยู่ในน้ำเลย (< 0.08 ppm) โดยมีการสะสมสูงที่สุดในตะกอน (ในช่วง 29.1 - 2610.8 ppm) รองลงมาคือสารแขวนลอย (ในช่วง 1.5 - 25.8 ppm) นั่นแสดงว่าการที่ตะกั่วอยู่ในรูปสารประกอบซึ่งเป็นของแข็งที่จะตกตะกอนสู่ท้องน้ำหรือแขวนลอยอยู่ โดยมีบางส่วนที่ละลายอยู่จะถูกดึงเข้าไปใช้หรือสะสมในสิ่งมีชีวิตได้ ซึ่งสามารถยืนยันได้ด้วยการตรวจพบปริมาณตะกั่วในผักตบชวาดังกล่าว สอดคล้องกับทฤษฎีของ Salomons and Forstner (1984) ที่พบว่า $Pb(II)$ มีแนวโน้มที่จะอยู่ในรูปสารประกอบที่เฉื่อยทางเคมี คือเกิดเป็นสารประกอบได้น้อย และละลายน้ำได้น้อย

ตะกั่วในรูปสารประกอบซึ่งเป็นของแข็งนั้นอาจอยู่ในรูปของสารประกอบหลายชนิด เช่น เป็นสารประกอบกับสารอนินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ได้แก่ S^{2-} , OH^- , CO_3^{2-} , $FeOH_2$, MnO_2 , silica, alumina และ soil minerals ฯลฯ เกิดเป็นสารประกอบกับสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่อยู่ในแหล่งน้ำเช่น Humic acid, Fulvic acid เป็นต้น โดยพบว่าความเป็นพิษของตะกั่วจะลดลงเมื่อตะกั่วเปลี่ยนรูปจากไอออนเกิดเป็นสารประกอบ ยกเว้นกรณีที่ตะกั่วเกิดเป็นสารประกอบอนินทรีย์โดยกระบวนการ methylation โดย microorganism ในตะกอนกลายเป็น Me_3Pb^+ , Me_4Pb ซึ่ง Me_4Pb นี้มีความเป็นพิษสูงกว่า Pb^{2+} ถึง 20 เท่า (Wong and Chau, 1975)

จากที่ได้กล่าวไปแล้วว่าตะกั่วเป็นโลหะในกลุ่มทรานสิชั่น ซึ่งเกิดสารประกอบได้หลายแบบนั้น ทำให้ตะกั่วในธรรมชาติส่วนใหญ่อยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์ และพบว่าจากการจัดอันดับของ Irving Williams series (ในบทที่ 1) เรียงลำดับโอกาสที่จะเกิดปฏิกิริยาได้ดังนี้



สอดคล้องกับทฤษฎีของ SHAB ในบทเดียวกันที่กล่าวว่าธาตุทรานสิชั่นและธาตุกลุ่ม B จะเกิดพันธะที่แข็งแรงกับสารอินทรีย์มากกว่าธาตุกลุ่ม A และโลหะอัลคาไลน์ โดยมีตะกั่วอยู่ในรูปสารประกอบที่คงตัวมากที่สุด Pearson (1968)

นอกจากการเกิดปฏิกิริยากับสารอินทรีย์แล้ว การดูดซับของโลหะบน clay นั้นก็มีความสำคัญและมีส่วนช่วยในการเพิ่มปริมาณตะกั่วบนตะกอนและสารแขวนลอยด้วย โดยพบว่า Pb^{2+} ที่ $pH > 7$ จะเกิดการดูดซับบน clay ได้ดี แต่ในที่ pH ต่ำจะเกิดการแย่งจับกับ H^+ ทำให้การดูดซับลดลง และพบว่าในการเปรียบเทียบโอกาสที่จะเกิดการดูดซับบน clay นั้นโอกาสที่จะเกิดปฏิกิริยาเป็นดังนี้ $Pb > Ni > Cu > Zn$ (Goldberg, 1981) นอกจากนี้การดูดซับของตะกั่วบนพื้นผิวออกไซด์ต่าง ๆ เช่น $Fe(OH)_3$, Al_2O_3 , SiO_2 โดยการดูดซับจะเกิดชั้นดีที่สลับบนพื้นผิวของ $Fe(OH)_3$ (Leckie et al, 1980) ซึ่งเมื่อนำปริมาณเหล็กในตะกอนและสารแขวนลอยมาเปรียบเทียบกับปริมาณตะกั่วแนวต่อแนว ก็พบว่า การเปลี่ยนแปลงของค่าในแง่ความมากและน้อยสอดคล้องตามกัน โดยเหล็กและตะกั่วในตะกอนมีแนวโน้มสูงที่สุดอยู่ในแนวที่ 1 ตามตารางที่ 3.2 และ 3.4 ที่มีค่าเหล็กอยู่ในช่วง 50.3 - 126.5 ppt และตะกั่วอยู่ในช่วง 160.4 - 2610.8 ppm ส่วนแนวที่ 2, 3 และ 4 แนวโน้มอยู่ในช่วงที่ลดต่ำลงและค่อนข้างใกล้เคียงกันทั้ง 3 แนว

ลิแกนด์อินทรีย์อื่น ๆ ที่อาจพบได้แก่ OH^- และ CO_3^{2-} ซึ่งสามารถรวมตัวกับตะกั่วเกิดเป็น $Pb_2(OH)_2CO_3$ ซึ่งเป็นสารประกอบที่เป็นของแข็ง โดยสารประกอบดังกล่าวนี้พบได้มากในที่ที่มีออกซิเจนละลายน้ำสูง เช่น ในบริเวณแนวที่ 1 (ตารางที่ 3.8) โดยพบว่าที่ $pH \sim 6$ ตะกั่วจะอยู่ในรูป basic carbonate เช่น $Pb_2(OH)_2CO_3$, $PbCO_3$ (Florence, 1977) แต่เมื่อ pH สูงขึ้นจะเกิด $PbOH^+$ เพิ่มขึ้น (Petrie and Baier, 1978) ซึ่งสารประกอบดังกล่าวนี้ก็จะมีส่วนในการเพิ่มปริมาณตะกั่วในรูปของแข็งให้แก่ตะกอนและสารแขวนลอยได้ดังกล่าว นอกจากนี้ S^{2-} ซึ่งเป็นลิแกนด์อินทรีย์อีกชนิดหนึ่งก็จะมีส่วนในการเพิ่มปริมาณตะกั่วที่เป็นของแข็งได้มาก โดยเกิดเป็น PbS ซึ่งสารประกอบดังกล่าวจะเกิดในสภาวะที่แหล่งน้ำขาดออกซิเจน เมื่อพิจารณาถึงโอกาสที่สารประกอบชนิดนี้จะเกิดในบึงมักจะสันนิษฐานว่า แนวที่ 2, 3 และ 4 ซึ่งส่วนใหญ่สภาวะของน้ำอยู่ในสภาวะที่ขาดออกซิเจน โอกาสที่จะเพิ่มปริมาณตะกั่วในรูปของแข็งให้แก่ตะกอนและสารแขวนลอยจึงมีมากขึ้นตามแนวต่าง ๆ ทั้งนี้โดยเฉพาะท้องน้ำซึ่งแสงแดดส่องไปไม่ถึงตลอดทั้งบึงและเป็นสภาวะที่ไร้ออกซิเจนทั้งหมด PbS ก็จะมีผลสำคัญในการเพิ่มปริมาณตะกั่วให้แก่ตะกอนตลอดทุกแนวค่อนข้างมาก

จากการพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการเกิดสารประกอบชนิดต่าง ๆ แล้ว ความสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่ไม่อาจละเลยได้ นั่นคือปัจจัยทางกายภาพ เคมี และชีววิทยาซึ่งมีอยู่เดิมแล้วในบึง จากการสังเกตนั้นเห็นว่าบริเวณแนวที่ 1 เป็นบริเวณที่อัตราการไหลของน้ำค่อนข้างช้า อยู่ไกลจากท่าเรือมากไม่มีทางน้ำเข้าจากแม่น้ำหรือคลองอื่น ทำให้น้ำค่อนข้างนิ่ง อัตราการ

ตกตะกอนของสารแขวนลอยนั้นน่าจะสูงกว่าแนวอื่น จึงอาจเป็นส่วนสนับสนุนอีกส่วนหนึ่งที่ทำให้ ปริมาณตะกั่วในตะกอนของแนวนี้มีค่าอยู่ในช่วง 29.1 - 2610.8 ppm สูงกว่าแนวอื่นและ สารแขวนลอยอยู่ในช่วงที่ต่ำกว่าแนวอื่นคือ 18.9 - 365 ppm โดยปริมาณตะกั่วที่เพิ่มสูงมากขึ้นนั้น อาจเนื่องมาจาก การปล่อยน้ำทิ้งจากโรงงานรถไฟ ซึ่งทำแบบเตอริ ชุบเหล็ก และทาสีต่าง ๆ ซึ่งมี ตะกั่วเป็นส่วนผสม (พยูร เกตุกราย, 2526) และมีทางด่วนข้ามผ่านบึงบริเวณแนวที่ 1 ซึ่งจะมี ตะกั่วที่เป็นส่วนผสมของน้ำมันปล่อยออกจากท่อไอเสียรถยนต์บนเบื่อนลงสู่สิ่งแวดล้อมได้ โดยพบว่า เหตุผลดังกล่าวนี้สอดคล้องกับค่า Sediment Enrichment Factor ของตะกั่วในตะกอน ตาม ตารางที่ 3.6 ที่มีค่าสูงกว่าแนวอื่น ๆ มาก นั้นแสดงว่าปริมาณตะกั่วในแนวนี้ได้รับอิทธิพลจากการ กระทำของมนุษย์จริงและในปริมาณที่มากกว่าแนวอื่นด้วย

ในแนวที่ 2,3 มีทางน้ำเข้าขนาดใหญ่จากคลองสามเสน และมีชุมชนตั้งอยู่ริมบึง เหตุการณ์ดังกล่าวมีผลต่อคุณภาพน้ำ เนื่องจากน้ำที่เข้าสู่บึงเป็นน้ำที่ขาดออกซิเจน และมีปริมาณ ซัลไฟด์มาก (สมศักดิ์ จันทวัฒนา และคณะ, 2532) นอกจากนี้อาจจะทำให้เกิด PbS ดังกล่าวแล้ว ปริมาณน้ำที่เข้าสู่บึงเมื่อผสมกับน้ำในบึงเดิม มีผลต่อการกวนของน้ำทำให้ตะกอนถูกกวนขึ้นมา แขนวลอยได้อีก ซึ่งจะเห็นว่าปริมาณตะกั่วในสารแขวนลอยในแนวที่ 2 และ 3 อยู่ในช่วงที่สูงกว่า แนวที่ 1 คือ 11.7 - 56.2 ppm และ 14.0 - 46.1 ppm และมีผลช่วยให้ปริมาณตะกั่วใน ตะกอนในแนวที่ 2 และ 3 ลดต่ำลงอยู่ในช่วง 47.1 - 320.0 ppm และ 80.2 - 214.1 ppm

ส่วนในแนวที่ 4 ซึ่งได้รับอิทธิพลหลายทางทั้งจาก ทางน้ำเข้าในแนวที่ 2,3 ทางน้ำออกท้ายแนวที่ 4 ท่าเรือที่มีคนลงเก็บตัวอย่างทุกวัน ร้านอาหารขนาดใหญ่ และชุมชน ที่อยู่บริเวณนั้น มีส่วนให้ปริมาณตะกั่วในสารแขวนลอยและตะกอน มีความเปลี่ยนแปลงมาก โดย อัตราการไหลของน้ำออกจากบึงในแนวนี้มีตลอดเวลา และในอัตราค่อนข้างสูง เนื่องจากอยู่ใกล้ ทางน้ำออกทำให้อัตราการตกตะกอนน้อยที่สุดโดยพบตะกั่วในตะกอนในช่วง 29.1 - 147.8 ppm ส่วนสารแขวนลอยนั้น น้ำที่ผ่านจากแนวนี้มาจากแนวที่ 2 และ 3 ตะกั่วในสารแขวนลอยจึงมี ค่าอยู่ในช่วง 20.2 - 44.7 ppm ซึ่งค่อนข้างใกล้เคียงกับ 2 แนวที่อยู่ทางเหนือ

จากการที่ค่า Sediment Enrichment Factor ในตะกอนตามตารางที่ 3.6 มีค่าลดลงตามระยะทาง น่าจะเป็นส่วนสนับสนุนสำคัญที่แสดงว่า ตะกั่วจากทางด่วนและจากโรงงาน รถไฟ น่าจะเป็นแหล่งกำเนิดของตะกั่วที่สำคัญ และมีผลต่อปริมาณตะกั่วในบึงมีกษณะมากกว่า กิจกรรมอื่น ๆ ของมนุษย์ที่ทำบริเวณรอบบึงมีกษณะ