หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

บึงมักกะสันเป็นบึงที่น้ำมีคุณสมบัติแตกต่างกันอย่างชัดเจนเป็น 2 ส่วน คือ บริเวณที่น้ำนิ่ง มีค่าออกซิเจนละลายสูง และน้ำมีสีเขียว ส่วนอีกบริเวนนั้นพบว่าน้ำมีกลิ่นเหม็น มีสีดำ น้ำมีการไหลและขาดออกซิเจน โดยความแตกต่างกันนั้นเนื่องมาจากบริเวณทั้ง 2 ได้รับน้ำจากแหล่งที่ปล่อยต่างกัน นอกเหนือไปจากปริมาณฝนซึ่งจะมีผลต่อทุกส่วนของบึง ในแง่การชะล้างมลสารรอบ ๆ บึง และในอากาศลงสู่บึงแล้ว พบว่าบริเวณที่น้ำนิ่งนั้นเป็นส่วนที่ได้รับน้ำจากโรงงานรถไฟโดยตรง ส่วนบริเวณที่น้ำไหลและขาดออกซิเจน เป็นบริเวณที่น้ำนั้นได้รับอิทธิพลจากน้ำที่เข้ามาจากคลองสามเสนร่วมกับน้ำทิ้งจากชุมชนที่อยู่รอบบึง ซึ่งสภาวะของน้ำที่แตกต่างกันนี้ ทำให้การสะสมของโลหะบางชนิดได้แก่ เหล็ก แมงกานีส ตะกั่ว และแคดเมียม มีความแตกต่างกันด้วย โดยโลหะดังกล่าวนี้ได้รับการปนเปื้อนลงสู่บึง อันเนื่องจากอิทธิพลของมนุษย์ในปริมาณที่ไม่เท่ากัน ซึ่งเปรียบเทียบจากค่า Sediment Enrichment Factors โดยพบว่าบริเวณที่เป็นที่ตั้งโรงงานนั้นมีการปนเปื้อนสูงกว่าบริเวณที่ได้รับน้ำจากคลอง และชุมชน

ในการสะสมโลหะทั้ง 4 ชนิดนั้น จึงมีความแตกต่างกันไปเนื่องจากสภาวะของน้ำที่แตกต่างกันดังนี้

1. <u>แมงกานีส</u>

แมงกานีสเป็นธาตุที่พบว่ามีการสะสมทั้งในรูปของแข็งได้แก่ ตะกอน สารแขวนลอย ในรูปที่ละลายอยู่ในน้ำ และสามารถเข้าไปสะสมในผักตบชวาได้ ซึ่งการที่สภาวะของน้ำในบึงมักกะสันมีทั้งสภาวะที่มีออกซิเจนละลายสูง และสภาวะที่ขาดออกซิเจน ทำให้ปฏิกิริยาออกซิเดชั่น-รีดักชั่น มีความสำคัญและเป็นปฏิกิริยาหลัก ในการควบคุมการเปลี่ยนรูปแบบของแมงกานีสมากที่สุด ซึ่งรวมไปถึงการเกิด autocatalytic ของแมงกานีสด้วย โดยแมงกานีสที่สะสมในรูปของตะกอน และสารแขวนลอยนั้นจะเกิดจากการที่แมงกานีสถูกออกซิไดซ์ให้อยู่ในรูป Mn(IV) ซึ่งไม่ละลายน้ำในบริเวณที่น้ำมีออกซิเจนละลายอยู่สูง ร่วมกับการตกตะกอน และการตายทับถมกันของสิ่งมีชีวิต ทำให้แมงกานีสในบึงมักกะสันนั้นเกิดการสะสมมากที่สุดในตะกอน แต่ในบางครั้งที่น้ำมีออกซิเจนละลายอยู่น้อย จะทำให้แมงกานีสในรูปของแข็งบางส่วน ย้อนกลับขึ้นมาละลายน้ำได้ และผักตบชวาจะสามารถดูดซึมเอาแมงกานีสเข้าไปสะสมอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของผักตบชวาได้อีกทางหนึ่งโดยนำเข้าไปในอัตราส่วน 528.9-3575.4 เท่าเมื่อเทียบกับในน้ำ

น่าจะเกิดขึ้นได้ดี ถ้าน้ำมีสภาวะที่ค่อนข้างนิ่ง แต่ถ้าน้ำนั้นไหลค่อนข้างแรง หรือเกิดการกวนผักตบชาจะดูดซึมได้น้อย

2. เหล็ก

เหล็กเป็นธาตุที่ตรวจพบอยู่ในปริมาณที่มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างโลหะทั้ง 4 ชนิด โดยมีการสะสมอยู่ในตะกอน สารแขวนลอย และถูกนำเข้าไปโดยผักตบชา ซึ่งพบว่าการสะสมส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของตะกอน ซึ่งนอกจากจะเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน - รีดักชันเช่นเดียวกับแมงกานีสแล้ว การเกิดสารประกอบ FeS_2 (pyrite) และ $FeCO_3$ (siderite) ในแหล่งน้ำที่ขาดออกซิเจน ก็มีผลในการเพิ่มปริมาณตะกอน และสารแขวนลอยได้ โดยเฉพาะบริเวณท้องน้ำที่ขาดออกซิเจน และแสงแดดส่องไม่ถึงตลอดปีง นอกจากนี้ปริมาณการสะสมของเหล็กในตะกอนและสารแขวนลอยที่สูงนั้น อาจเนื่องมาจากการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนของเหล็กกับสารอินทรีย์ได้ โดยการเกิดสารประกอบต่าง ๆ ดังกล่าวนั้น มีส่วนทำให้ปริมาณเหล็กที่ละลายน้ำมีค่าลดลง โดยเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของแข็ง นอกจากนี้การมีส่วนร่วมจากความสามารถในการดูดซึมโดยผักตบชา ก็เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เหล็กที่ละลายอยู่มีค่าลดลงด้วย โดยการดูดซึมเหล็กเข้าไปโดยผักตบชานั้นไม่ขึ้นกับการไหลของน้ำเหมือนแมงกานีส และถึงแม้ว่าเหล็กและแมงกานีสจะเป็นธาตุหมู่เดียวกัน ในแง่การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชันนั้น ก็พบว่าเหล็กมีสภาวะ redox potential ที่เหมาะสมต่ำกว่าแมงกานีส ซึ่งจะมีผลทำให้แมงกานีสปรากฏตัวในรูปที่ละลายน้ำได้ก่อนเหล็ก ในบริเวณที่น้ำมีออกซิเจนละลายอยู่น้อย

3. แคดเมียม

แคดเมียมเป็นโลหะที่ตรวจพบได้เฉพาะในตัวอย่างตะกอน และผักตบชาเท่านั้น โดยพบว่าส่วนใหญ่การที่แคดเมียมเกิดการสะสมในตะกอนนั้นเกิดจากการที่แคดเมียมถูกดูดซับบนพื้นผิวออกไซด์ซึ่งมีอยู่มากในปีง การดูดซับบนแร่ clay และการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับสารอินทรีย์ โดยเฉพาะบริเวณที่มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ เนื่องจากน้ำทิ้งชุมชนและบ้านเรือนอยู่สูง ร่วมกับการเกิดสารประกอบคาบอนาโต และสารประกอบซัลไฟด์ ในที่ที่น้ำขาดออกซิเจน ทำให้การสะสมในปีงมักกะสันของแคดเมียม จึงอยู่ในรูปของแข็งเป็นส่วนใหญ่

อย่างไรก็ดีในการสะสมของแคดเมียมในผักตบชานั้น ก็พบว่าผักตบชาสามารถดูดซึมแคดเมียมเข้าไปได้ โดยการดูดซึมแคดเมียมที่ละลายน้ำนั้น ค่อนข้างจะเกิดได้ดีเมื่อน้ำนิ่ง

4. ตะกั่ว

ตะกั่วที่พบส่วนใหญ่ในบึงมักกะสัน ก็อยู่ในรูปตะกอน และสารแขวนลอยเป็นส่วนมาก เช่นเดียวกับโลหะชนิดอื่น ๆ โดยตะกั่วในตะกอนและสารแขวนลอยที่พบส่วนใหญ่ น่าจะมาจากการที่ตะกั่วเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับสารอินทรีย์ในบริเวณที่น้ำได้รับการปนเปื้อนจากคลองและน้ำทิ้งชุมชนร่วมกับการเกิดสารประกอบซัลไฟด์ ในที่ที่น้ำขาดออกซิเจน ส่วนบริเวณที่น้ำมีออกซิเจนละลายอยู่สูง สารอินทรีย์อื่น ๆ เช่น OH^- และ CO_3^{2-} ก็จะมีความสำคัญในการเพิ่มปริมาณตะกั่วในรูปของแข็ง รวมไปถึงการที่ตะกั่วถูกดูดซับบนพื้นผิว clay และออกไซด์ชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะการดูดซับบน $Fe(OH)_3$ ซึ่งเป็นเหตุให้ปริมาณสารแขวนลอย และตะกอนของเหล็กและตะกั่วมีความมากน้อยคล้ายคลึงกัน

ส่วนการที่ผักตบชวาสามารถดูดซึมตะกั่วเข้าไปสะสมได้นั้น ก็พบว่าปริมาณตะกั่วในผักตบชวา จะมีมากถ้าผักตบชวาอยู่ในบริเวณที่น้ำค่อนข้างนิ่ง ส่วนบริเวณที่มีการกวนนั้นพบว่าปริมาณตะกั่วที่พบจะมีค่าน้อย

จากการศึกษาการสะสมของโลหะทั้ง 4 ชนิดในบึงมักกะสัน จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงสภาวะของน้ำ จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปของโลหะมาก โดยพบว่าการรวมตัวกันของการเกิดสารประกอบบเชิงซ้อนกับสารอินทรีย์ และการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น-รีดักชั่น น่าจะมีความสำคัญมากกว่าการที่จะใช้ผักตบชวาดูดซึมโลหะ แสดงจากการที่โลหะทั้ง 4 ชนิดนั้นจะอยู่ในรูปของแข็งเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นส่วนดีในแง่ที่จะไม่ค่อยเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต เหมือนรูปที่ละลายอยู่ในน้ำ (concentration factors)

อย่างไรก็ดีโลหะบางชนิดถึงจะไม่พบปริมาณที่ละลายอยู่ในน้ำ แต่ก็สามารถตรวจพบได้ในผักตบชวา นั่นแสดงว่าถ้าสภาวะของน้ำเปลี่ยนไปโลหะต่าง ๆ ก็จะสามารถย้อนกลับมาละลายและถูกดูดซึมเข้าไปโดยผักตบชวาได้อีก และแสดงว่าผักตบชวาซึ่งเป็นวัชพืชน้ำ สามารถนำมาใช้ในการบำบัดโลหะที่ละลายอยู่ในน้ำได้ ซึ่งจากการศึกษาถึงการสะสมของโลหะทั้ง 4 ชนิด เห็นว่าในส่วนของโลหะนั้นบึงมักกะสันน่าที่จะได้รับการจัดการบางอย่าง เพื่อให้ปริมาณโลหะรวมส่วนใหญ่ลดลงดังนี้ ·

1. ถ้าต้องการบำบัดโลหะในบึงมักกะสัน ให้ปริมาณโลหะลดน้อยลงโดยการใช้ผักตบชวาควรที่จะให้ระยะเวลาในการเก็กกักน้ำในบึงสัมพันธ์กับการดูดซึมของผักตบชวา ในสภาวะที่น้ำค่อนข้างนิ่ง และมีออกซิเจนละลายอยู่สูง เช่น การทำให้น้ำที่เข้าสู่บึงนั้นมีอัตราการไหลช้าลง โดยสร้างที่กั้นน้ำ หรือทำท่อให้น้ำออกสู่บึงได้หลายจุดในอัตราที่ช้าได้ เพื่อเพิ่มประสิทธภาพในการดูดซึม

ของผักตบชวา นอกจากนี้การเพิ่มปริมาณของผักตบชวาก็มีส่วนช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซึมของผักตบชวาได้ ทั้งนี้ปริมาณที่เพิ่มต้องไม่มากเกินไปจนบดบังแสงแดด ที่จะส่องลงสู่พื้นน้ำ ทำให้น้ำเกิดสภาวะไร้ออกซิเจนขึ้นมาอีก ซึ่งถ้าสามารถดำเนินการได้ตามนี้ก็จะทำให้ผักตบชวาสามารถบำบัดโลหะได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ถ้าต้องการจะบำบัดโลหะจากบึงตามสภาพเดิมที่เป็นอยู่ ภายหลังการปรับปรุงบึงนี้ จากการศึกษาพบว่าโลหะส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของแข็ง ได้แก่ ตะกอน และสารแขวนลอย และบางส่วนอาจย้อนกลับขึ้นมาละลายได้อีก ดังนั้นถ้าต้องการให้โลหะรวมในบึงลดลงควรมีการขุดลอกบึงออกไปเป็นระยะ เพื่อป้องกันโลหะบางส่วนย้อนกลับมา และเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตได้อีก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย