



STATE of KNOWLEDGE

ความรู้เกี่ยวกับตะกอนในลุ่มแม่น้ำโขง

Compiled by: Ilse Pukinskis

ตะกอน คืออะไร?

ตะกอน คือสารอินทรีย์วัตถุและอนินทรีย์วัตถุที่มีขนาดเล็ก เกิดขึ้นโดยกระบวนการสลายตามธรรมชาติ ถูกพัดพาปะปนมากับกระแสน้ำและทับถมกันบริเวณด้านล่างที่กระแสน้ำไหลผ่าน (Mekong River Commission, 2011: 43) แหล่งที่อยู่อาศัยและสายพันธุ์ต่างๆในแม่น้ำต่างได้รับผลกระทบอย่างยิ่งต่อตะกอนในแม่น้ำ (MRC, 2011: 43; WCD, 2000: 78) ประมาณหนึ่งถึงสองในสามของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในแม่น้ำจะมีความเกี่ยวข้องกับสารตะกอน (MRC, 2011: 43) นอกจากนี้ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัวยังถือเป็นแร่ธาตุที่จำเป็นต่อระบบนิเวศวิทยาและความหลากหลายทางชีวภาพ

ปริมาณของสารตะกอนที่ถูกพัดผ่านในแม่น้ำจะต่ำสุดในช่วงหน้าแล้งและจะมีปริมาณสูงสุดในช่วงเดือนแรกๆของฤดูน้ำหลาก เนื่องมาจากสารตะกอนที่เกิดจากกระบวนการสลายในช่วงหน้าแล้งจะถูกกระแสน้ำพัดพาไปสู่แม่น้ำ (MRC, 2010) ปริมาณของตะกอนได้รับอิทธิพลจากการเติบโตของประชากร การใช้พื้นที่ทำกิน การสร้างเขื่อนและการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานต่างๆ (Walling, 2008) แหล่งที่มาที่สำคัญสองแห่งของตะกอนในลุ่มแม่น้ำโขงคือ พื้นที่ราบลุ่มหลานซางและพื้นที่ 3ซ ซึ่งรวมไปถึงแม่น้ำสาขาสายสำคัญของแม่น้ำโขง อันได้แก่ เซซาน เซกอง และ ซีปอก แหล่งที่มาทั้งสองแห่งผลิตตะกอนได้ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ของตะกอนทั้งหมดในลุ่มแม่น้ำโขง (Kummu et al., 2010; Cliff et al., 2004; MRC, 2010).

การวัดปริมาณตะกอนในแม่น้ำโขงเป็นเรื่องที่ทำได้ยากและยังไม่มีการศึกษาว่ามีตะกอนปริมาณเท่าใดที่ถูกพัดผ่านระบบในแม่น้ำ (Kummu and Varis, 2007; Kummu et al., 2010) ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตะกอนในปากเขายังอยู่ในสภาวะที่ดีคือประมาณ 150-170 ตัน แต่ก็ยังไม่เป็นที่ชัดเจนว่ามีตะกอนปริมาณเท่าใดที่ติดอยู่ที่ท้องน้ำที่ปากเข (Kummu and Varis, 2007; Liu et al. 2013)

การตกตะกอนส่งผลต่อเขื่อนและอ่างเก็บน้ำอย่างไร?

พลังงานของแม่น้ำและศักยภาพในการนำพาสารตะกอนขึ้นอยู่กับความเร็วและกระแสน้ำ โดยกระแสน้ำในแม่น้ำจะไหลช้าลงขณะที่กำลังไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำและจะเกิดการสูญเสียพลังในการพัดพาสารตะกอนที่หนัก ข้อจำกัดทางกายภาพนี้เป็นผลมาจากการสร้างเขื่อน และทำให้สารตะกอนติดอยู่ข้างหลังกำแพงเขื่อนได้ (MRC, 2009; Morris and Fan, 1997; Thorne et al., 2011; Fu et al., 2008)

การตกตะกอนเป็นเรื่องที่น่าเป็นห่วงสำหรับวิศวกรและผู้วางแผนด้านเขื่อน เพราะสิ่งนี้ส่งผลกระทบต่อศักยภาพของเขื่อนในการกักเก็บน้ำ ประเด็นดังกล่าวยังไม่มีการศึกษา และในที่สุดจะส่งผลกระทบต่อผลประโยชน์ต่างๆที่ควรจะได้รับจากการสร้างเขื่อน เช่น ระบบพลังงานน้ำ การชลประทาน และผลประโยชน์ด้านอื่นๆ (Morris and Fan, 1997; Thorne et al., 2011; Vörösmarty et al., 1997)

นักสร้างเขื่อนพยายามที่จะชดเชยปัญหาที่เกิดจากการตกตะกอนในเขื่อน โดยพยายามสร้างความมั่นใจว่ามี “ระดับน้ำตาย” หรือ พื้นที่ใต้เขื่อนในการกักเก็บน้ำที่ไม่สามารถใช้งานได้เพียงพอในการใช้กักเก็บสารตะกอนและวัตถุแขวนลอย ทั้งนี้หมายความว่าอ่างเก็บน้ำจะสามารถเก็บน้ำในปริมาณสูงสุดได้ในช่วงแรกๆของการเปิดใช้เขื่อนเท่านั้น อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าจะมี “ระดับน้ำตาย” แต่เมื่อเวลาผ่านไป พื้นที่ “ระดับน้ำตาย” นี้จะเต็มไปด้วยสารตะกอน (Morris and Fan, 1997; Thorne et al., 2011; Fu et al., 2008)

เขื่อนในลุ่มแม่น้ำโขงจะขวางกันปริมาณตะกอนมากเพียงใด?

ปริมาณของสารตะกอนเป็นประเด็นปัญหาระหว่างพรมแดนที่นำวิตกกังวล งานศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้หลายชิ้นให้ข้อมูลว่า ปริมาณของตะกอนที่ไหลจากแม่น้ำโขงตอนบนมีการลดลงไม่มากนักในช่วงหลายปีที่ผ่านมา หลายคนแนะนำว่า ตัวเลขที่ลดลงอาจมีมากถึง 50 เปอร์เซ็นต์ นับตั้งแต่มีการสร้างเขื่อนมันหวน ในแม่น้ำหลานซางเจียงในปี ค.ศ.1993 (Lu and Siew, 2006; Fu and He, 2007; Kummu and Varis, 2007; Adamson, 2009; Wang, et al., 2011)

เขื่อนมีศักยภาพสูงในการกักเก็บสารตะกอน เขื่อนมันหวน สูญเสีย 20 เปอร์เซ็นต์ของศักยภาพในการกักเก็บตะกอนในช่วงสิบปีแรกของการเปิดใช้งาน ซึ่งหมายความว่าแม่น้ำโขงจะสูญเสียตะกอนไปถึง 20 ล้านลูกบาศก์เมตรของตะกอนที่ไหลลงสู่แม่น้ำโขง มีการคาดการณ์ว่าหากเขื่อนหลานซางสร้างเสร็จสิ้นลงจะดักเก็บตะกอนปริมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ ของตะกอนในแม่น้ำโขงตอนบนที่จะไหลลงสู่แม่น้ำโขงตอนล่าง (Kummu and Varis, 2007; MRC, 2010:73)

เมื่อคำนวณปริมาณของสารตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำแล้ว เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพในการกักเก็บสารตะกอนที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และเขื่อนที่สร้างบริเวณต้นน้ำอาจลดปริมาณ

สารตะกอนที่ไหลลงสู่เขื่อนที่อยู่ปลายน้ำ (MRC, 2009: 16) มีการประมาณว่า สารตะกอนถึง 50 เปอร์เซ็นต์ในแม่น้ำโขงจะถูกกักเก็บโดยโครงการพลังงานน้ำในประเทศจีนและแม่น้ำ 3 ขั้ว เขื่อน 12 แห่งทางลุ่มแม่น้ำโขงตอนใต้สมควรจะได้รับการสร้างขึ้นหรือไม่ เพราะจะทำให้ปริมาณสารตะกอนถูกลดลงอีกกว่าครึ่งหนึ่ง (ICEM, 2010; MRC, 2011)

การประมาณการดังกล่าวอาจถูกมองว่าเป็นความคิดแบบอนุรักษ์นิยม อย่างไรก็ตามมีประเด็นที่ยังคลุมเครือเกี่ยวกับเรื่องนี้อีกสองเรื่องคือ ความเข้าใจเกี่ยวกับการนำพาของสารตะกอนที่ละเอียดและความเข้าใจเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการกักเก็บสารตะกอนของเขื่อนที่สร้างขึ้นในบริเวณลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่างและการไหลเวียนของตะกอนในอ่างเก็บน้ำ (ICEM, 2010: 77; Kummur et al., 2010: 182; Roberts, 2004)

เป็นเรื่องที่ต้องให้ความสำคัญว่า ความพยายามใด ๆ ก็ตามที่เกี่ยวข้องกับการคาดการณ์ของปริมาณสารตะกอนในแม่น้ำโขงเป็นเรื่องที่ซับซ้อน และมีข้อจำกัดด้านข้อมูล ทั้งข้อมูลความถูกต้องเกี่ยวกับรูปแบบของสารตะกอน และการใช้พื้นที่ในอนาคตที่ยังไม่มีความแน่นอน รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงด้านสภาพอากาศและสภาวะโลกร้อน (Thorne et al., 2011; Adamson, 2009)

อะไร คือผลกระทบของการตกตะกอนในอ่างเก็บน้ำ?

เขื่อนเปลี่ยนแปลงศักยภาพของแม่น้ำในการพัดพาสารตะกอน และยังคงจำนวนสารตะกอนที่จะถูกพัดพามาโดยสายน้ำ (Kummur and Varis, 2007) การลดลงที่เห็นได้ชัดของปริมาณสารตะกอนจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงในระดับที่กว้างต่อกระแสและโครงสร้างของระบบแม่น้ำ ซึ่งแน่นอนว่าจะส่งผลกระทบต่อถิ่นที่อยู่อาศัย ระบบชีวภาพและปริมาณของผลผลิตทางการเกษตร (MRC, 2011) กระแสน้ำในอ่างเก็บน้ำส่งผลกระทบต่อถิ่นที่อยู่อาศัยของระบบนิเวศวิทยาในท้องน้ำ ความใสของน้ำ ความสมดุลของสารตะกอน จำนวนแร่ธาตุและสารอาหาร รวมทั้งวิถีของน้ำ (Morris and Fan, 1997) ความเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารตะกอนและการไหลของสารตะกอนสามารถสร้างความเสียหายให้กับพื้นที่บริเวณริมตลิ่งได้ (ICEM, 2010; Fu et al., 2008; MRC, 2011; MRC, 2009)

เขื่อน ส่งผลกระทบต่อศักยภาพของอ่างเก็บน้ำและการทำงานของเขื่อน?

ในแต่ละปี ประมาณหนึ่งเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำที่อ่างเก็บน้ำสามารถกักเก็บได้ในโลกต้องสูญเสียไปเพราะการตกตะกอน การสูญเสียศักยภาพในการกักเก็บน้ำส่งผลเสียหายต่อเขื่อนพลังงานน้ำ เพราะจะทำให้ลดปริมาณของน้ำที่สามารถกักเก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำเพื่อการผลิตพลังงาน (Morris and Fan, 1997; Fu et al., 2008)

สารตะกอนที่กักเก็บในบริเวณอ่างเก็บน้ำจะมีขนาดใหญ่ สารตะกอนใหญ่เหล่านี้ได้แก่ ก้อนหินขนาดเล็ก หินกรวด ทรายกรวด เขื่อนตอนบนสุดที่สร้างบนสายน้ำจะกักเก็บตะกอนได้มากกว่าเพราะว่าไม่มีเขื่อนที่อยู่เหนือกว่าคอยดักจับตะกอนไว้ (ICEM, 2010) การตกตะกอนอาจส่งผลกระทบต่ออุปกรณ์เครื่องจักรเครื่องกลของเขื่อน รวมไปถึงประตูน้ำของทั้งอ่างเก็บน้ำและท่อน้ำเข้า นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อการทำงานของเขื่อนทั้งระบบ (MRC, 2009) เขื่อนพลังงานน้ำแบบระบายน้ำจะไม่ได้รับผลกระทบรุนแรงเท่ากับเขื่อน

แบบเก็บน้ำที่มีอ่างเก็บน้ำเพราะเขื่อนลักษณะนี้ถูกออกแบบให้กักเก็บน้ำ เขื่อนแบบระบายน้ำจะชะลออัตราการไหลของกระแสซึ่งทำให้เกิดการตกตะกอน แต่เป็นลักษณะของการตกตะกอนที่ช้ากว่าอัตราที่เกิดกับเขื่อนที่มีอ่างเก็บน้ำ (Morris and Fan, 1997) ผู้ที่ออกแบบเขื่อนแบบระบายน้ำต้องตระหนักถึงความเป็นไปได้ในการสร้างความเสียหายกับกังหันน้ำและเครื่องจักรกลต่าง ๆ ผู้ออกแบบเขื่อนพยายามที่จะลดการกักเก็บสารตะกอนเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าเขื่อนจะสามารถมีอายุการใช้งานได้ยาวนานและมีความปลอดภัย (MRC, 2009; Morris and Fan, 1997)

การตกตะกอนส่งผลกระทบต่อถิ่นที่อยู่อาศัยในแม่น้ำอย่างไร?

เขื่อนที่ดักจับสารตะกอนจะปล่อยน้ำที่มีปริมาณสารตะกอนน้อย (Kondolf, 2008) อันจะก่อให้เกิดสภาวะที่เรียกว่า “ภาวะหิวตะกอน” ซึ่งหมายถึง น้ำได้กลายเป็นน้ำใสไม่มีตะกอนเช่นอย่างที่เคยเป็น ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบตามมาคือ สายน้ำไม่สามารถพัดพาสารตะกอนต่าง ๆ ได้ น้ำชนิดนี้จะชะล้างร่องน้ำและทำลายพื้นที่ริมตลิ่งให้พังทลายจนกระทั่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ ทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ของสัตว์น้ำ กระบวนการสูญเสียดังกล่าวส่งผลกระทบต่อพื้นที่ในระดับกว้างโดยกินพื้นที่ไปถึงลุ่มน้ำในประเทศเวียดนามที่เป็นแหล่งผลิตอาหารขนาดใหญ่ (MRC, 2010; MRC, 2009; Kummur and Varis, 2007; Roberts, 2004; Thorne et al., 2011; WCD, 2000; Morris and Fan, 1997) ซึ่งสิ่งนี้จะเกิดขึ้นหรือไม่เป็นเรื่องต้องจับตามอง

ไม่ใช่ว่าจะมีผลกระทบแต่เพียงด้านลบเสมอไปเท่านั้น สารตะกอนที่กักเก็บไว้อาจมีประโยชน์ต่อระบบนิเวศของสัตว์น้ำบางชนิด เช่น สัตว์น้ำริมตลิ่งที่อาจได้รับอันตรายจากปริมาณของสารตะกอนที่มากเกินไปในน้ำ (Rogers, 1990; Morris and Fan, 1997)

การลดการเกิดสารตะกอนอันส่งผลมาจากเขื่อนจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อแม่น้ำโขง?

สารตะกอนที่ถูกกักเก็บไว้มีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการรักษาระบบของแม่น้ำ ปริมาณของฟอสฟอรัสและไนโตรเจนขนาดใหญ่ที่พบในแม่น้ำมีส่วนสัมพันธ์กับสารตะกอนในแม่น้ำโขง (Koponen et al., 2010; Lu and Siew, 2006; Thorne et al., 2011) ปริมาณของแร่ธาตุเหล่านี้เป็นสิ่งที่คาดเดาได้ยากเพราะยังเป็นเรื่องที่ขาดข้อมูล อย่างไรก็ตาม มีการคาดการณ์ว่าประมาณสองในสามของฟอสฟอรัสในแม่น้ำโขงจะขึ้นอยู่กับสารตะกอน (MRC, 2011; Thorne et al., 2011) และยังมีประมาณการอีกด้วยว่าสารตะกอนขนาดเล็กที่ไหลลงสู่ที่ราบลุ่มแม่น้ำโขงและที่ราบน้ำท่วมถึงมีปริมาณถึง 2,600 ตันต่อปีโดยประมาณ (ICEM, 2010).

เขื่อนลดการรวมตัวกันของสารตะกอนต่าง ๆ ในแม่น้ำ ดังนั้นจึงลดปริมาณของแร่ธาตุที่มีอยู่ในแม่น้ำด้วย (Koponen et al., 2010; Lu and Siew, 2006; Thorne et al., 2011; MRC, 2011; Rosenberg et al., 1997; Nikula, 2005) คาดการณ์ว่าหากกัมพูชา ลาว ไทย และเวียดนาม สร้างเขื่อนบนเส้นน้ำสายหลัก 11 แห่ง และเขื่อนอีก 71 แห่งในแม่น้ำสายสาขา (ยังไม่นับรวมเขื่อนที่มีอยู่แล้ว 6 แห่ง ในประเทศจีน) สารตะกอนขนาดเล็กในแม่น้ำโขงจะลดลงอีก 75 เปอร์เซ็นต์ (ประมาณ 6,600 ตัน ต่อปี) โดยประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ของการลดลงนี้เป็นผลที่เกิดมาจากการสร้างเขื่อน (ICEM, 2010) นอกไปเสีย

จากกว่า ช่วงเวลาที่น้ำได้รับการปล่อยออกมา พื้นที่บริเวณปลายน้ำของเขื่อนจะพบกับสภาวะการรวมตัวกันของสารตะกอนและแร่ธาตุ (MRC, 2011)

การลดปริมาณของสารตะกอนจะกระทบกับทั้งธรรมชาติและชีวิตของมนุษย์ ข้อมูลในลำดับต่อไปคือการศึกษาผลกระทบที่มีต่อเรื่องนี้ในเชิงลึก

การประมงและสายพันธุ์ของสัตว์น้ำ

การกักเก็บสารตะกอนอาจส่งผลทำให้เกิดการลดความหลากหลายทางชีวภาพในแม่น้ำ ในด้านน้ำเหนือเขื่อนนั้น การเพิ่มขึ้นของสารตะกอนจะเปลี่ยนแปลงลักษณะทางชีวภาพในอ่างเก็บน้ำ ส่งผลกระทบต่อปริมาณและจำนวนของปลาที่มีอยู่ (Kummu and Varis, 2007; Morris and Fan, 1997; WCD, 2000) สายพันธุ์ของปลาในลุ่มแม่น้ำโขงส่วนใหญ่จะวางไข่ในร่องน้ำ ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของสารตะกอนและโคลนเลนอาจทับถมและสร้างความเสียหายแก่การวางไข่ของปลา (MRC, 2011; MRC, 2010; ICEM, 2010; Roberts, 2004)

ด้านปลายน้ำของเขื่อน ตะกอนที่ถูกกักเก็บอาจนำไปสู่การลดลงของทั้งความหลากหลายทางชีวภาพและผลผลิตของปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ ปลาและสัตว์น้ำต่างๆอาจไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาวะที่เปลี่ยนแปลงไปทั้งต่อการดำรงชีวิต การหาอาหารและการสืบสายพันธุ์ ซึ่งเป็นผลมาจากสารตะกอนที่เปลี่ยนไป (Kummu and Varis, 2007; Morris and Fan, 1997; WCD, 2000) แร่ธาตุที่ลดลงจะส่งผลกระทบต่อพืชน้ำซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญสำหรับปลาในลุ่มแม่น้ำโขง และเป็นองค์ประกอบอันสำคัญของห่วงโซ่อาหารสำหรับปลา (MRC, 2011, 2010; ICEM, 2010; Roberts, 2004) ผลกระทบด้านลบต่อสัตว์น้ำและปลาจึงเป็นสิ่งที่มีความเป็นไปได้สูง (MRC, 2011; Hai et al., 2009)

ด้านปลายน้ำของเขื่อนน้ำตกยาลีในประเทศเวียดนาม ซึ่งรวมไปถึงบริเวณพื้นที่ชุมชนในประเทศกัมพูชาได้พบรายงานว่ามีการลดลงอย่างเห็นได้ชัดของสารตะกอนและความขุ่นของน้ำ ปริมาณของปลาที่จับได้ตั้งแต่มีการสร้างเขื่อนลดลงอย่างมาก การลดลงของการประมงมีความเชื่อมโยงกับ “ภาวะหิวตะกอน” และการพังทลายของตลิ่ง ซึ่งยังส่งผลทำให้เกิดการทับถมและปิดกั้นระบบการหายใจของสัตว์ ว่ายน้ำและสาหร่ายน้ำ ตะกอนขนาดใหญ่ส่งผลให้เกิดการทับถมและเข้าไปแทนที่แหล่งอาหารและที่อยู่อาศัยของปลา และส่งผลกระทบต่อสายพันธุ์ของปลา ส่งผลให้ปลาไม่สามารถทนต่อการดำรงชีวิตอยู่ในพื้นที่ที่มีสารตะกอนปริมาณมากได้ (Wyatt and Baird, 2007)

การเกษตรกรรม

เมื่อถึงฤดูน้ำหลาก น้ำจะพัดพาตะกอนสู่พื้นที่ราบน้ำท่วมถึง ที่ราบลุ่มเหล่านี้เป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ และมีบทบาทอย่างมากต่อผลผลิตทางการเกษตร การลดลงของสารตะกอนที่ตกค้างและแร่ธาตุต่างๆจะส่งผลกระทบต่อการผลิตทางการเกษตรของประเทศต่างๆในภูมิภาค (ICEM, 2010; MRC, 2011) ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นอย่างทันทีที่เกิดขึ้นในระดับปานกลาง แต่ในระยะยาวแล้วจะเกิดผลกระทบอย่างรุนแรง ปริมาณสารตะกอนที่ลดลงจะส่งผลกระทบต่อสูญเสียพื้นที่ทางการเกษตรและทำให้เกิดพื้นที่ที่ไม่สามารถใช้งานได้ เกิดการพังทลายของตลิ่งและพื้นที่เพาะปลูก ประชากรที่ยากจนจะเป็นกลุ่มที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดเพราะต้องสูญเสียพื้นที่ทำกิน (ICEM, 2010; Hai et al., 2009)

การเดินทางเรือ

การเดินทางเรือสินค้าและเรือท่องเที่ยวจะได้รับผลกระทบจากการสะสมของตะกอนที่ติดอยู่ใต้วงน้ำในช่วงที่น้ำที่มีตะกอนปะปนถูกปล่อยออกมาจากเขื่อน (Morris and Fan, 1997) ในช่วงของการเก็บกักน้ำเมื่อประตูเขื่อนถูกปิด มีความเป็นไปได้ว่าความไม่แข็งแรงของตลิ่งและการพังทลายของตลิ่ง รวมทั้งผลอันเกิดจาก “ภาวะหิวตะกอน” จะส่งผลกระทบต่อความเสียหายแก่การเดินทางเรือในลุ่มแม่น้ำโขง (ICEM, 2010)

อย่างไรก็ตาม เป็นไปได้ว่าการกักเก็บของตะกอนจะก่อให้เกิดผลทางบวกแก่การเดินทางเรือ โดยจะลดปริมาณตะกอนที่สะสมในร่องน้ำที่เป็นทางเดินของเรือ (Hori, 2000)

ที่ราบน้ำท่วมถึงในกัมพูชา และระบบของ โตนเลสาบ

ในช่วงฤดูน้ำหลากของที่ราบลุ่มในประเทศกัมพูชา รวมไปถึงพื้นที่ในเขตโตนเลสาบถือเป็นบริเวณสำคัญที่ให้ผลผลิตทางเกษตรกรรมในปริมาณที่สูง ทุกปีประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ของตะกอนและแร่ธาตุจะถูกพัดพาเข้าสู่ระบบของทะเลสาบและถูกกักเก็บไว้ หลังจากน้ำลดลงแล้ว ความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติส่งผลให้การเกษตรและการประมงได้รับผลผลิตอย่างสูง (MRC, 2005; Sarkkula et al., 2003; Kummu et al., 2008; Nikula 2005; Zalinge et al., 2003; Sarkkula et al., 2003; Zalinge et al., 2003)

การลดลงของการสะสมของตะกอนนำไปสู่อันตรายและความเสี่ยงเกี่ยวกับความสมดุลของแร่ธาตุและระบบการผลิตของทะเลสาบ (ICEM, 2010; Sarkkula et al., 2003; Koponen et al., 2010) ความอุดมสมบูรณ์ที่ลดลงของพื้นที่ที่น้ำท่วมถึงซึ่งเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของปลาจะทำให้พื้นที่การประมงมีขนาดเล็กลง (Kummu et al., 2008) หากเขื่อนถูกสร้างขึ้นในแม่น้ำสายหลักและสายสาขาคตามที่ได้มีการวางแผนไว้ ประมาณการได้ว่าปริมาณผลผลิตด้านการประมงในพื้นที่ประเทศของกัมพูชาจะถูกลดลงครึ่งหนึ่ง (Koponen et al., 2010)

ที่ราบลุ่มในประเทศเวียดนาม

มีการศึกษาพบว่า ในทุกปี ประมาณ 79 ล้านเมตริกตัน ของตะกอนจะไหลลงสู่แม่น้ำโขงในประเทศเวียดนาม โดย 9 ใน 13 ล้านตันของตะกอนดังกล่าวจะถูกสะสมไว้ที่บริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง และส่วนที่เหลือจะไหลลงสู่ที่ราบลุ่มและสร้างความอุดมสมบูรณ์แก่การประมงชายฝั่ง (Huang and Tamai, 1999; Fox and Sneddon, 2005) ตะกอนที่สะสมในพื้นที่ดินชายฝั่งจะปกป้องชายฝั่งจากคลื่นและการพังทลาย ตะกอนที่มีปริมาณลดลงจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการพังทลายของชายฝั่ง (Wolanski et al., 1996) กระบวนการดังกล่าวมีแนวโน้มว่าจะร้ายแรงขึ้นกว่าเดิม อันเป็นผลกระทบมาจากระดับน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้นและผลกระทบจากสภาวะโลกร้อน การพังทลายของชายฝั่งในแหล่งน้ำตอนล่างของเขื่อนอันเป็นผลมาจาก “ภาวะหิวตะกอน” จะสามารถชดเชยได้เพียงเล็กน้อยจากเศษตะกอนเล็กน้อยที่สะสมในอ่างเก็บน้ำ (MRC, 2010, 73) มีการคาดการณ์ว่า ประชากรประมาณหนึ่งล้านคนจะได้รับผลกระทบโดยตรงจากการพังทลายของชายฝั่งและการสูญเสียพื้นที่ทำกินในลุ่มแม่น้ำโขงภายในปี ค.ศ. 2050 (IPCC, 2007)

การเกษตรกรรมในประเทศเวียดนาม การประมงและการจับสัตว์น้ำ ต้องพึ่งพาปริมาณของแร่ธาตุและสารตะกอนที่ส่งมา (Wild and Loucks, 2012; ICEM, 2010) การลดลงของปริมาณสารตะกอนเป็นสิ่งสำคัญที่บ่งชี้ว่าจะก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อภาคเกษตรกรรมและการประมง การพัฒนาทางเกษตรกรรมและการพัฒนาความเป็นเมืองอาจถือเป็นทางเลือกด้านแหล่งอาหาร แต่ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อลุ่มน้ำแห่งนี้ดูจะเกินการประมาณ (ICEM, 2010)

ประสิทธิภาพของอ่างเก็บน้ำมีความยั่งยืนหรือไม่?

ขณะที่การตกตะกอนในอ่างเก็บน้ำเป็นกระบวนการที่ย้อนกลับไม่ได้ ปริมาณน้ำสำรองและการผลิตกระแสไฟฟ้าจากโครงการของเขื่อนไม่อาจเป็นกระบวนการที่ยั่งยืนได้หากยังขาดการควบคุมกระบวนการตกตะกอนที่เป็นผลมาจากการสร้างเขื่อน (Morris and Fan, 1997)

โดยอุดมคติแล้ว เขื่อนจะถูกสร้างขึ้นในรูปแบบที่ช่วยลดการกักเก็บตะกอนในให้น้อยที่สุด เพื่อจะได้ลดผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมและผลิตผลทางการเกษตร รวมทั้งผลกระทบที่จะเกิดขึ้นแก่ผู้ที่อาศัยอยู่บริเวณปลายน้ำ (MRC, 2011) การบริหารจัดการที่ยั่งยืนเกี่ยวกับการตกตะกอนอันเป็นผลของการสร้างเขื่อนและอ่างเก็บน้ำควรได้รับความสำคัญ กระบวนการบริหารจัดการดังกล่าวต้องรวมถึงการประเมินเกี่ยวกับกระบวนการตกตะกอน (Morris and Fan, 1997) การออกแบบเขื่อนให้มีลักษณะเหมาะสม การเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการสร้างเขื่อน และกลยุทธ์ในการบริหารจัดการเขื่อน (MRC, 2009)

เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงการกักเก็บตะกอนและเพื่อเป็นการรักษาแร่ธาตุที่สำคัญเอาไว้ให้แก่พื้นที่บริเวณปลายน้ำได้ใช้ เขื่อนควรจะปราศจากกระบวนการสร้างตะกอน (Thorne et al., 2011) การกำจัดสารตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำเป็นกระบวนการที่ทำได้ยากและมีค่าใช้จ่ายสูง (Morris and Fan, 1997) มีทางเลือกหลายวิธีในการกำจัดตะกอน เช่น การสร้างเส้นทางไหลของตะกอน การสร้างเส้นทางเพื่อเบี่ยงการไหลของตะกอน การชะล้างเพื่อปล่อยตะกอน การใช้เครื่องจักรกลในการกำจัดตะกอน (MRC, 2009) เขื่อนสามารถลดปัญหาการตกตะกอนได้โดยการสร้างประตูระบายในกำแพงเขื่อน ซึ่งจะอยู่ตรงบริเวณฐานของกำแพงและคอยเปิดเป็นระยะตามช่วงเวลาเพื่อปล่อยให้ตะกอนไหลออกจากอ่างเก็บน้ำ ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมั่นได้ว่าประโยชน์ของสารตะกอนจะเกิดขึ้นแก่ผู้ที่อยู่บริเวณปลายน้ำ แต่ในความเป็นจริงแล้ว ไม่มีเขื่อนในแม่น้ำโขงแห่งใดที่มีประตูระบายที่กล่าวมา ด้วยเหตุผลที่ว่า การสร้างประตูระบายสารตะกอนจะทำให้งบประมาณการสร้างเขื่อนเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้การมีประตูระบายที่กล่าวมาจะทำให้ปริมาณน้ำบางส่วนในอ่างเก็บน้ำต้องถูกระบายไปด้วยแทนที่จะนำมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า

ผู้ที่วางแผนเกี่ยวกับเขื่อนควรพิจารณาด้วยว่า วิธีใดมีความเหมาะสมกับเขื่อนประเภทใด การบริหารจัดการสารตะกอนในเขื่อนต้องอาศัยการประสานความร่วมมือกันระหว่างภาครัฐที่มีอำนาจ ผู้ออกแบบเขื่อน ผู้ปฏิบัติการ รวมทั้งอีกหลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมและความเป็นอยู่ของประชาชนที่ต้องดำรงชีวิตอยู่ด้วยการพึ่งพิงแหล่งน้ำและระบบนิเวศวิทยา (MRC, 2009)

การลดลงของปริมาณตะกอนจะบรรเทาได้โดยวิธีการอื่นหรือไม่?

แนวความคิดหนึ่งคือการใช้ปุ๋ยในการเกษตรเพื่อทดแทนแร่ธาตุที่สูญเสียไปจากการลดลงของตะกอน แต่แนวทางนี้ก็ยังไม่มีการพิสูจน์

มีความเป็นไปได้ว่าตะกอนแร่ธาตุที่สมบูรณ์ถูกผลิตบนแถบบริเวณภูเขา (ส่วนใหญ่ในบริเวณพื้นที่ประเทศจีน) ในกรณีนี้ ปุ๋ยอาจใช้ทดแทนการสูญเสียแร่ธาตุได้ แต่เรื่องนี้ก็ยังคงต้องการข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับวัฏจักรของแร่ธาตุในลุ่มแม่น้ำโขง (Koponen et al., 2010)

อีกแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหา คือ การเพิ่มปริมาณสารตะกอนลงในบริเวณพื้นที่ราบลุ่มด้านล่างของเขื่อน การผลิตสารตะกอนนี้ต้องคำนึงถึงปริมาณสารตะกอนที่มีอยู่แล้วในพื้นที่นั้น รวมทั้งต้องคำนึงถึงสภาพการไหลเวียนของน้ำบริเวณดังกล่าว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตตะกอนในน้ำ อย่างไรก็ตามผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับกระบวนการผลิตสารตะกอนดังกล่าวยังต้องมีการพิจารณา (MRC, 2009)

บทสรุป

แนวโน้มผลกระทบของตะกอนอันเกิดมาจากการพัฒนาเขื่อนเป็นเรื่องที่ต้องให้ความสำคัญ เพราะจะส่งผลกระทบต่อแร่ธาตุในแม่น้ำ ระบบนิเวศวิทยาของสัตว์น้ำและการดำรงชีวิตของมนุษย์ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลกระทบจากตะกอนและแร่ธาตุที่ไหลเวียนในแม่น้ำโขงยังมีอยู่อย่างจำกัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลที่เกี่ยวกับผลกระทบโดยรวมอันเกิดจากการสร้างเขื่อนในเส้นแม่น้ำสายหลักและเส้นน้ำสาขา ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนขึ้นเกี่ยวกับความซับซ้อนของกระบวนการตกตะกอนในลุ่มแม่น้ำโขง ขณะเดียวกันก็ควรตระหนักว่า ความไม่แน่นอนที่ยังคงมีอยู่เกี่ยวกับผลกระทบเรื่องนี้ไม่สามารถถูกลบล้างไปได้โดยการจำลองรูปแบบหรือเพียงการคาดเดาโดยทฤษฎีเท่านั้น ผู้สร้างเขื่อน นักบริหาร และนักวางแผนนโยบายควรปฏิบัติงานด้วยความระมัดระวัง แม้การสร้างเขื่อนจะมีการวางระบบและการบริหารจัดการดีเพียงใดก็ตาม ประเด็นนี้ก็ยังคงเต็มไปด้วยความไม่แน่นอน (Thorne et al., 2011) ซึ่งส่งผลกระทบต่อความซับซ้อนของความสัมพันธ์ระหว่างตะกอน แร่ธาตุ ระบบนิเวศวิทยาและปัจจัยอื่นๆอีกมากมาย ประเด็นที่กล่าวมาทั้งหมดเปรียบเสมือน “การทดลองที่ส่งผลกระทบต่อชีวิตจริง” ซึ่งควรได้รับการประเมินอย่างใกล้ชิด

บรรณานุกรม

- Adamson, P.T. 2009. An Exploratory Assessment of the Potential Rates of Reservoir Sedimentation in Five Mekong Mainstream Reservoirs Proposed in Lao PDR.
- Clift, P.D., Layne, G.D., and Blusztajn, J. 2004. Marine Sedimentary Evidence for Monsoon Strengthening, Tibetan Uplift and Drainage Evolution in East Asia. *Continent-Ocean Interactions Within East Asian Marginal Seas Geophysical Monograph* 149: 255-282.
- Fu, K.D., He, D.M., and Lu, X.X.. 2008. Sedimentation in the Manwan reservoir in the Upper Mekong and its downstream impacts. *Quaternary International* 186: 91-99.
- Hai, N.X., Huan, N.H., and Tuan, N.N.. 2009. Luangprabang hydropower and its downstream accumulative impact on sediment flux. *VNU Journal of Science, Earth Sciences* 25: 84-90.
- ICEM (International Centre for Environmental Management). 2010. MRC Strategic Environmental Assessment (SEA) of hydropower on the Mekong mainstream. Vientiane, Mekong River Commission, Hanoi, Viet Nam.
- Hori, H., 2000. *The Mekong: Environment and Development*. United Nations University Press, Tokyo. 398 pp.
- Kondolf, M. 2008. *Hungry Water: Managing Sediment in Rivers*. Presentation to the MRC Sediment Workshop.
- Koponen, J., Lamberts, D., Sarkkula, J., Inkala, A., Junk, W., Halls, A., and Kshatriya, M. 2010. Primary and Fish Production Report. Mekong River Commission Information and Knowledge Management Programme.
- Kummu, M. and Sarkkula, J. 2008. Impact of the Mekong River Flow Alteration on the Tonle Sap Flood Pulse. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 37(3): 185-192.
- Kummu, M. and Varis, O. 2007. Sediment-related impacts due to upstream reservoir trapping, the Lower Mekong River. *Geomorphology* 85(3-4): 275-293.
- Kummu, M. Lu, X.X., Wang, J.J. and Varis, O. 2010. Basin-wide sediment trapping efficiency of emerging reservoirs along the Mekong. 2010. *Geomorphology* 119: 181-197.
- Liu, C., He, Y., Walling, E., & Wang, J. (2013). Changes in the sediment load of the Lancang-Mekong River over the period 1965–2003. *Science China Technological Sciences*, 1-10.
- Lu, X.X. and Siew, R.Y. 2006. Water discharge and sediment flux changes over the past decades in the Lower Mekong River: possible impacts of the Chinese dams. *Hydrology and Earth System Sciences* 10: 181-195.
- Morris, G.L. and Fan, J. 1998. *Reservoir Sedimentation Handbook*. McGraw-Hill Book Co., New York, 805 pp.
- MRC (Mekong River Commission). 2008. An assessment of water quality in the Lower Mekong Basin. MRC Technical Paper No. 19. Vientiane, Lao PDR, Mekong River Commission.
- MRC (Mekong River Commission). 2005. Overview of the Hydrology of the Mekong Basin. Vientiane. 73 pp.
- MRC (Mekong River Commission). 2009. Preliminary Design Guidance for Proposed Mainstream Dams in the Lower Mekong Basin.
- MRC (Mekong River Commission), 2010 State of the Basin Report 2010. Vientiane, Lao PDR, Mekong River Commission.
- Nikula, J. 2005. Tonle Sap Review and Integration Report. WUP-FIN Phase II – Hydrological, Environmental and Socio-Economic Modelling Tools for the Lower Mekong Basin Impact Assessment. Mekong River Commission and Finnish Environment Institute Consultancy Consortium, Vientiane, Lao PDR. 111 pp.
- Sarkkula, J. and Koponen, J. 2003. Modelling Tonle Sap for Environmental Impact Assessment and Management Support. WUP-FIN Water Utilization Program – Modelling of the Flow Regime and Water Quality of the Tonle Sap. Mekong River Commission and Finnish Environment Institute Consultancy Consortium, Vientiane, Lao PDR. 110 pp.
- Thorne, C., Annandale, G., Jensen, J., Jensen, E., Green, T. and Koponen, J.. 2011. Review of Sediment Transport, Morphology, and Nutrient Balance. Report to the Mekong River Commission Secretariat prepared as part of the Xayaburi MRCS Prior Consultation Project Review Report, Nottingham University, UK. 82 pp.

- Roberts, T. R. 2004. *Fluvicide: An Independent Environmental Assessment of Nam Theun 2 Hydropower Project in Laos, with Particular Reference to Aquatic Biology and Fishes.*
- Rosenberg, D.M., Berkes, F., Bodaly, R.A., Hecky, R.E., Kelly, C.A., and Rudd, J.W.M. 1997. Large-scale impacts of hydroelectric development. *Environmental Reviews* 5: 27-54.
- Vorosmarty, C.J., Meybeck, M., Fekete, B., and Sharma, K. 1997. The potential impact of neo-Castorization on sediment transport by the global network of rivers. *Human Impact on Erosion and Sedimentation* 245: 261-273.
- Walling, D.E. 2008. The Changing Sediment Load of the Mekong River. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 37(3): 150-157.
- Wang, J.J., Lu, X.X. and Kumm, M. 2011. Sediment Load Estimates and Variations in the Lower Mekong River. *River Research and Applications*, published online in Wiley InterScience.
- Wild, T.B. and Loucks, D.P. 2012. Assessing the Potential Sediment-Related Impacts of Hydropower Development in the Mekong River Basin. *World Environmental and Water Resources Congress 2012: Crossing Boundaries.*
- Wolanski, E., Huan, Nguyen Ngoc Huan, Dao, Le Trong, Nhan, Nguyen Huu and Thuy, Nguyen Ngoc. 1996. Fine-sediment Dynamics in the Mekong River Estuary, Vietnam. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 43: 565-582.
- Wolanski, E., Nhan, Nguyen Huu and Spagnol, S.. 1998. Sediment Dynamics during Low Flow Conditions in the Mekong River Estuary, Vietnam. *Journal of Coastal Research* 14(2): 472-482.
- Wyatt, A.B. and Baird, I.G. 2007. Transboundary Impact Assessment in the Sesan River Basin: The Case of the Yali Falls Dam. *International Journal of Water Resources Development* 23(3): 427-442.
- Van Zalinge, N., Sarkkula, J., Koponen, J., Loeung, D., and Pengbun, N. 2003. Mekong flood levels and Tonle Sap fish catches. *Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries*, Phnom Penh, 11-14 February 2003.

What is the State of Knowledge (SOK) Series?

The SOK series sets out to evaluate the state of knowledge on subjects related to the impact, management and development of hydropower on the Mekong, including its tributaries. Publications in the series are issued by the CGIAR Challenge Program on Water and Food – Mekong Programme. The series papers draw on both regional and international experience. Papers seek to gauge what is known about a specific subject and where there are gaps in our knowledge and understanding. All SOK papers are reviewed by experts in the field. Each section in a SOK papers ends with a conclusion about the state of knowledge on that topic. This may reflect high levels of certainty, intermediate levels, or low certainty.

The SOK series is available for download from the CPWF Mekong website at <http://mekong.waterandfood.org/>

Citation: Pukinskis, I. Mekong Sediment Basics. February, 2013. State of Knowledge Series 2. Vientiane, Lao PDR, Challenge Program on Water and Food.

This SOK has been reviewed by Gregory A. Thomas, Natural Heritage Institute; Matti Kummu, Aalto University; and Jeffrey Richey, University of Washington.

Reviewers cannot be held responsible for the contents of any SOK paper, which remains with the CPWF and associated partners identified in the document.

This SOK has been edited by Terry Clayton at Red Plough International Co. Ltd. clayton@redplough.com and proofread by Clare Sandford claresandford@hotmail.co.uk

Design and lay-out by Remy Rossi rossiremy@gmail.com and Watcharapol Isarangkul nong.isarangkul@gmail.com

The Challenge Program on Water and Food was launched in 2002 as a reform initiative of the CGIAR, the Consultative Group on International Agricultural Research. CPWF aims to increase the resilience of social and ecological systems through better water management for food production (crops, fisheries and livestock). CPWF does this through an innovative research and development approach that brings together a broad range of scientists, development specialists, policy makers and communities to address the challenges of food security, poverty and water scarcity. CPWF is currently working in six river basins globally: Andes, Ganges, Limpopo, Mekong, Nile and Volta. More information can be found at www.waterandfood.org.

In the Mekong, the CPWF works to to reduce poverty and foster development by optimizing the use of water in reservoirs. If it is successful, reservoirs in the Mekong will be: (a) managed in ways that are fairer and more equitable to all water users; (b) managed and coordinated across cascades to optimize benefits for all; (c) planned and managed to account for environmental and social needs; (d) used for multiple purposes besides hydropower alone; (e) better governed and the benefits better shared. More information can be found at www.mekong.waterandfood.org.

Want to know more?

Contact us at cpwf.mekong@gmail.com.



