บทที่ 2
เอกสารหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

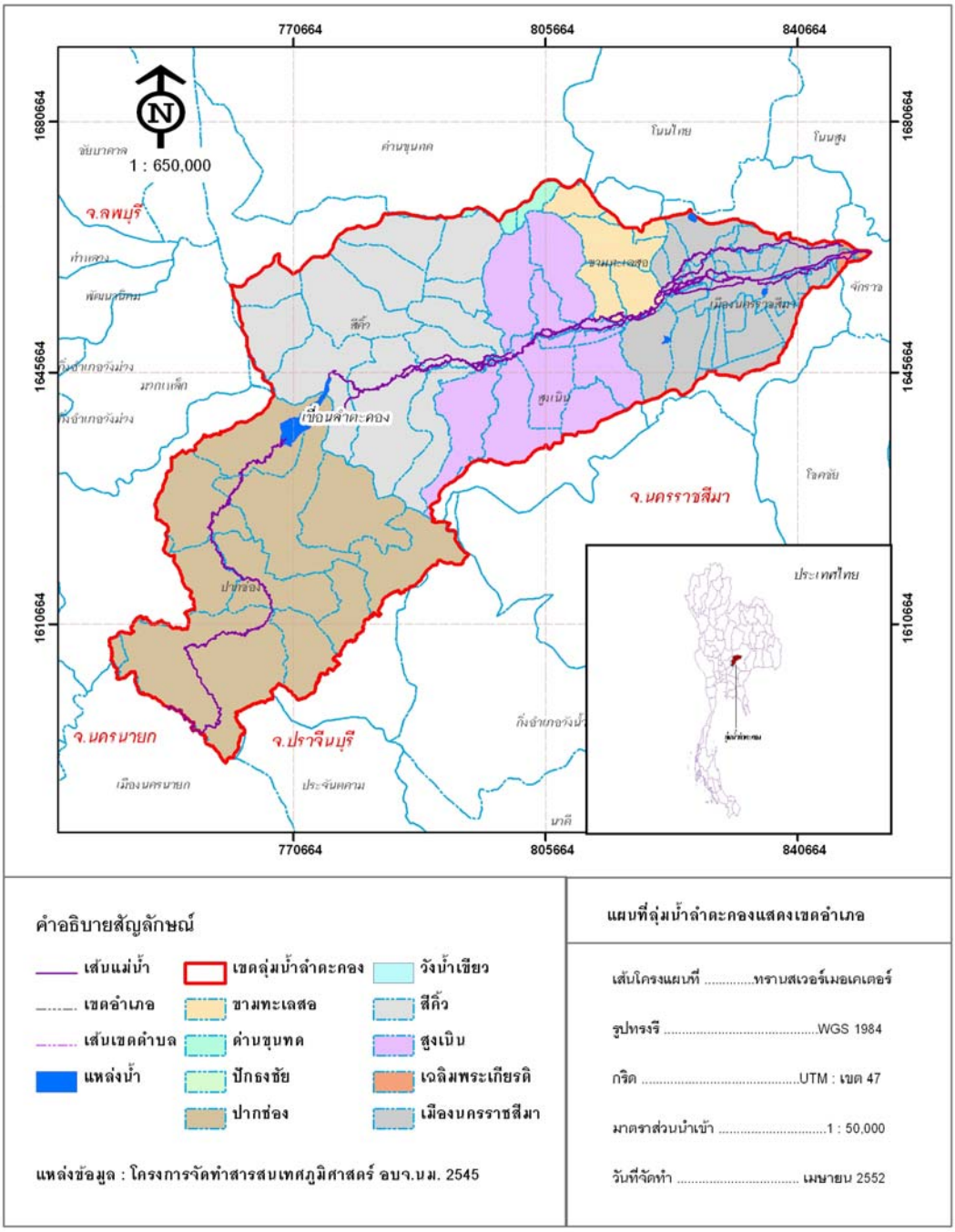
2.1 ความเป็นมาของลำตะคอง

ลำตะคอง เป็นแม่น้ำสายสำคัญสายหนึ่งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นอกจากนี้ยังลำน้ำสาขาของลุ่มน้ำมูล มีต้นกำเนิดอยู่บริเวณทิวเขาดงพญาเย็นกับทิวเขาสันกำแพง ในท้องที่อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ปัจจุบันเป็นที่ตั้งของ “อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่” ซึ่งเป็นอุทยานแห่งชาติแห่งแรกของประเทศไทย ลำตะคอง มีความยาวของสายน้ำนับจากเขต “อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่” อำเภอปากช่อง ไหลผ่าน อำเภอสีคิ้ว อำเภอสูงเนิน อำเภอขามทะเลสอ อำเภอเมืองนครราชสีมา และไปบรรจบกับ “แม่น้ำมูล” ที่ ตำบลท่าช้าง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ ระยะทางประมาณ 220 กิโลเมตร โดยในช่วงที่ไหลผ่านอำเภอขามทะเลสอ เข้าสู่อำเภอเมือง จะไหลแยกออกเป็น 2 ลำน้ำ คือ “ลำบริบูรณ์” ไหลผ่านช่วงตอนบนของอำเภอเมืองนครราชสีมา มีความยาวประมาณ 35 กิโลเมตร และ “ลำตะคอง” ไหลผ่านตัวอำเภอเมืองนครราชสีมา ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ลำตะคอง และ ลำบริบูรณ์ จะไหลมาบรรจบกันอีกครั้งที่บ้านกันผม อำเภอเฉลิมพระเกียรติ ก่อนที่จะไหลลงสู่ แม่น้ำมูล ระยะทางประมาณอีก 3 กิโลเมตร (ภาพที่ 2.1)

จากข้อมูลของฝ่ายจัดการคุณภาพน้ำเทศบาลนครนครราชสีมา (2550) ที่ได้สอบถามพูดคุยกับชาวบ้านและผู้สูงอายุ ที่อยู่ข้างอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ซึ่งเป็นจุดแหล่งกำเนิดของต้นน้ำ พอจะสรุปความหมายของ “ลำตะคอง” ได้ว่า น่าจะมีที่มาจาก 2 เรื่อง ดังนี้

1) มาจากคำว่า “ลำ+ต้นไม้ชื่อต้นตะครอง หรือตะคลอง” กล่าวคือคำว่า “ลำ” หมายถึง ลำน้ำหรือแม่น้ำ ส่วนคำว่า “ตะคอง” หมายถึง ชื่อของต้นไม้ชนิดหนึ่ง ชื่อ “ต้นตะครอง” ซึ่งมีลักษณะคล้ายต้นพุทราและต้นนมแมว ในส่วนที่คล้ายต้นนมแมว คือในลักษณะเป็นเถาวัลย์ ในส่วนที่คล้ายต้นพุทรา คือ มีหนาม ผล และใบลักษณะคล้ายคลึงกัน จากคำพูดว่า “ลำตะครอง” ในสมัยก่อน ซึ่งอาจพูดออกเสียงควบกล้ำไม่ชัดเจน ต่อมาอาจจะฟัง และเขียนเพี้ยนเป็นคำว่า “ลำตะคอง” และในปัจจุบันที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ บริเวณที่เป็นแหล่งต้นน้ำก็ยังมี "ต้นตะครอง" เหลืออยู่ให้เห็นบ้าง

2) มาจากคำว่า “ลำ+คลอง” กล่าวคือ ภาษาท้องถิ่นโคราช คำว่า “ลำ” หมายถึง “ยาว” ส่วนคำว่า “คลอง” หมายถึง “แคบและลึก” ซึ่งสภาพความเป็นจริงของลำตะคอง ในช่วงที่อยู่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จะมีลักษณะเป็นลำคลองที่แคบ และลึกลงไปในหุบเขา มีต้นไม้ โดยเฉพาะ ไผ่ ปกคลุมอยู่เป็น



ภาพที่ 2.1 ลุ่มน้ำลำตะคอง

จำนวนมาก มีความยาวมากกว่าลำคลองอื่นๆ ในบริเวณแห่งนั้น ซึ่งต่อมาอาจจะเรียกเพี้ยนจากคำว่า “ลำคลอง” มาเป็น “ลำตะคลอง” หรือ “ลำตะคอง” ทั้งนี้คำว่า “แม่น้ำ” ภาษาโคราช หมายถึง แม่น้ำที่มีลักษณะกว้างและใหญ่ ส่วนคำว่า “ลำคลอง” หมายถึง แม่น้ำที่มีลักษณะแคบและลึก

2.2 ข้อมูลพื้นฐานของลุ่มน้ำลำตะคอง

2.2.1 ที่ตั้ง และอาณาเขต

ที่ตั้ง อยู่ทางทิศตะวันตกของลุ่มน้ำมูล ประกอบด้วยพื้นที่ลุ่มน้ำตอนล่าง เป็นภูเขาสูงชันและลดหลั่นเป็นเนินสูง ส่วนพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนเป็นที่ราบสลับเนินเขาลาดลงทางทิศตะวันออก โดยลำตะคองจะไหลไปรวมกับแม่น้ำมูลในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาลำมูลตอนบน บริเวณบ้านท่าช้าง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา (สำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 5, 2550)

อาณาเขต ทิศใต้ : ติดเทือกเขาบรรทัดที่สูงประมาณ 1,350 เมตร

ทิศตะวันออก : ติดกับลำพระเพลิง และลำมูลตอนบน

ทิศตะวันตก : ติดกับที่ราบสูงระหว่างลุ่มน้ำป่าสักและลุ่มน้ำนครนายก

ทิศเหนือ : ติดกับลุ่มน้ำลำเชียงไกร

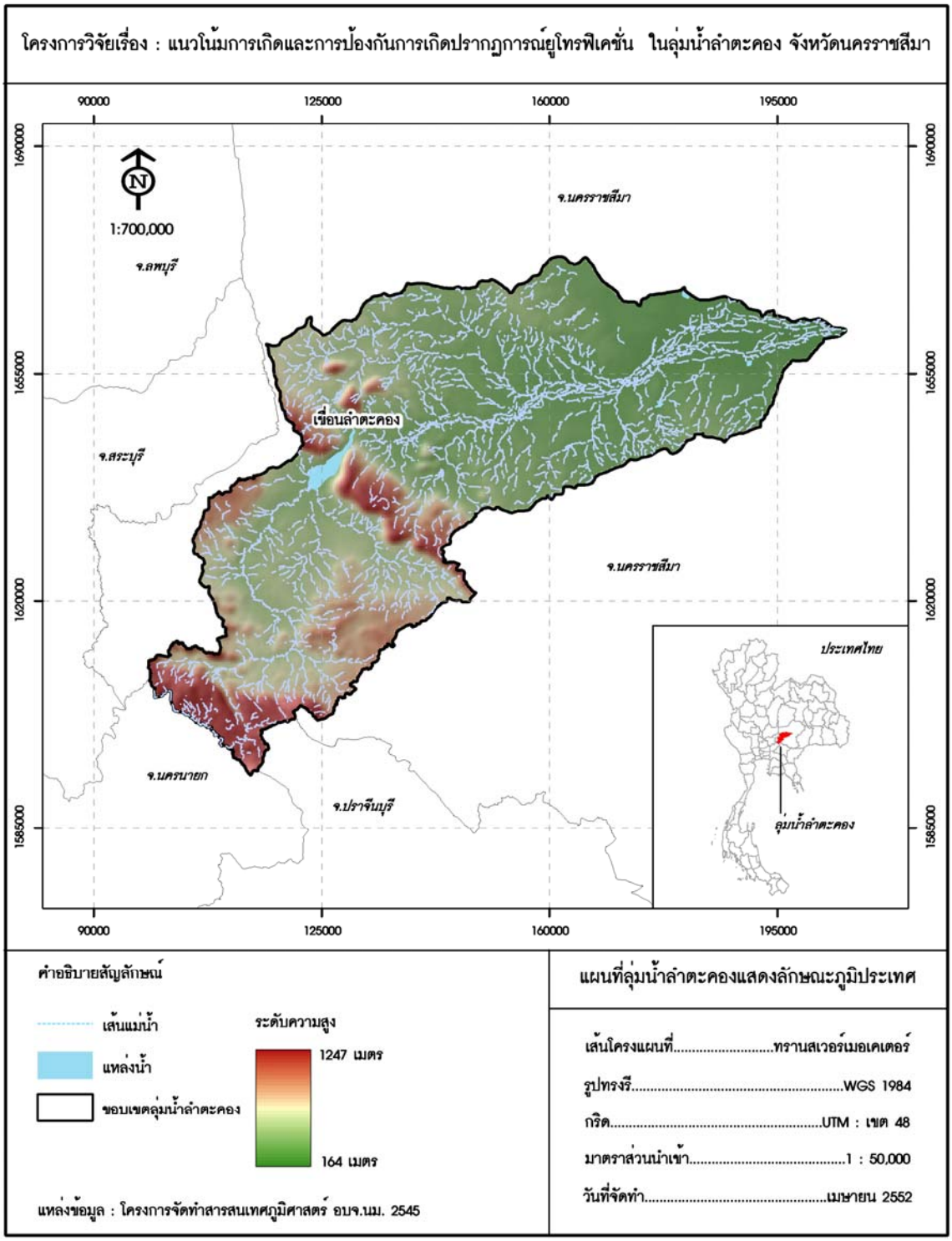
พื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคอง ครอบคลุมพื้นที่ปกครอง 9 อำเภอ ของ 3 จังหวัด ได้แก่ อำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี อำเภอเมือง และอำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก อำเภอปากช่อง อำเภอสีคิ้ว อำเภอสูงเนิน อำเภอขามทะเลสอ อำเภอเมือง และอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา ขนาดของลุ่มน้ำ ประมาณ 3,518 ตารางกิโลเมตร หรือ 2,198,550 ไร่ (สำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 5, 2550) มีลำน้ำสาขาหลายสายระบายน้ำมารวมกับลำตะคอง แล้วระบายน้ำผ่านอำเภอปากช่อง ลงสู่อ่างเก็บน้ำลำตะคอง ท้ายน้ำจากเขื่อนลำตะคองไปจนถึงบริเวณอำเภอเมืองนครราชสีมา บริเวณฝั่งขวามีลุ่มน้ำสาขาที่ระบายน้ำจากพื้นที่ภูเขาสูงลาดชันตลอดทั้งพื้นที่ ท้ายน้ำลงไปพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยขนาดเล็กและระบายน้ำลงสู่ลำตะคองโดยตรง ส่วนพื้นที่ลุ่มน้ำบนฝั่งซ้ายก็มีลุ่มน้ำสาขาหลายลุ่มน้ำตั้งแต่ท้ายน้ำจากเขื่อนลำตะคองไปจนถึงที่ตั้งอำเภอสูงเนิน แต่เป็นลุ่มน้ำในบริเวณหุบเขาเฉพาะในพื้นที่ต้นน้ำบริเวณพื้นที่เนินเขาด้านท้ายน้ำจากลุ่มน้ำของอ่างลำตะคองเท่านั้น ท้ายน้ำลงไปพื้นที่ส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำสาขาบนพื้นที่ฝั่งซ้ายมีความลาดชันไม่สูงนัก และมีการใช้พื้นที่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมอยู่ทั่งไป พื้นที่ลุ่มน้ำฝั่งซ้ายบริเวณใกล้จุดบรรจบกับลำน้ำมูลเป็นพื้นที่ค่อนข้างราบ และเป็นพื้นที่เกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ (กรมชลประทาน, 2548)

2.2.2 สภาพภูมิประเทศ

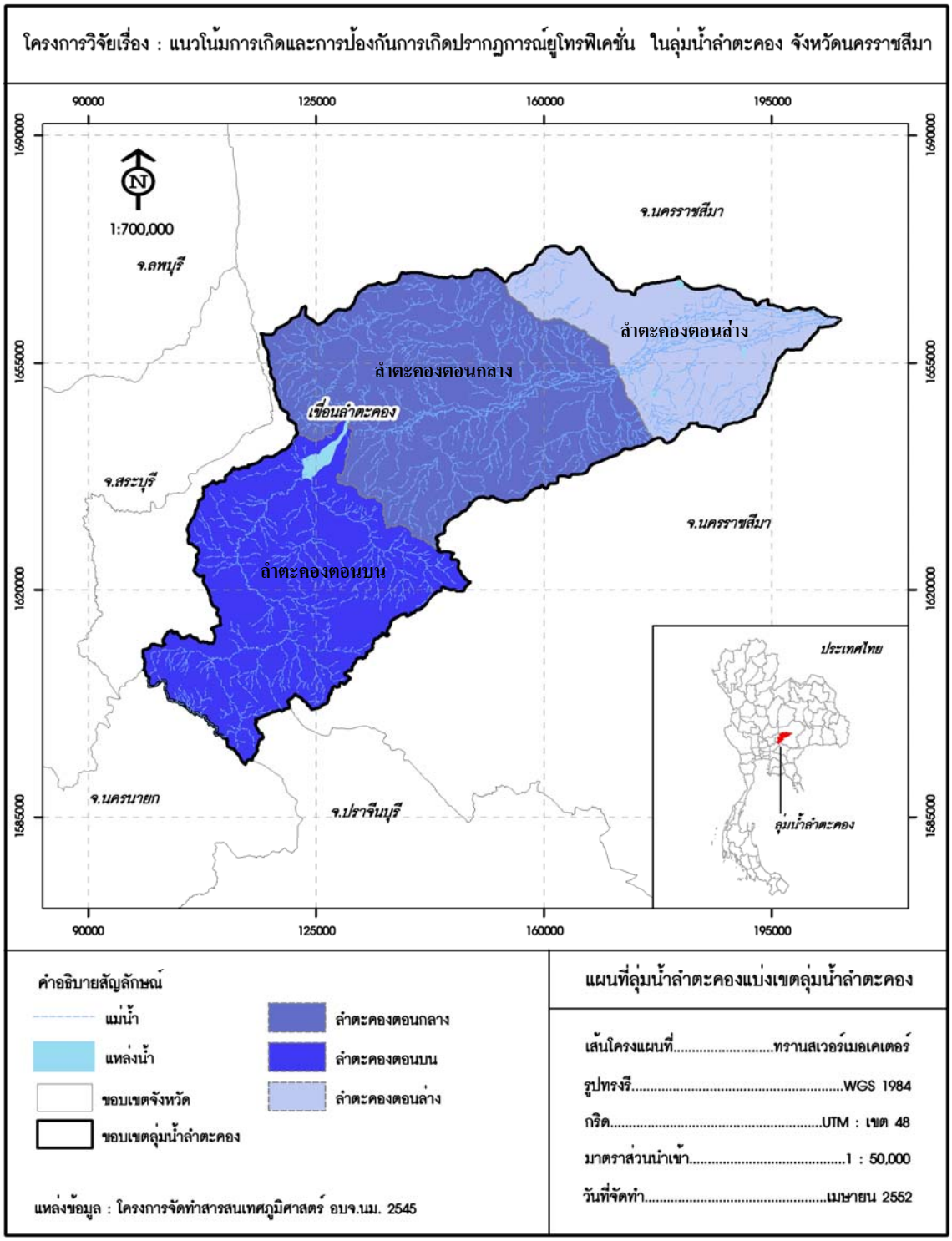
ลุ่มน้ำลำตะคอง เป็นลุ่มน้ำสาขาที่สำคัญลุ่มน้ำหนึ่งของแม่น้ำมูล มีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาดงพญาเย็นตอนใกล้บรรจบกับเทือกเขาสันกำแพง สภาพพื้นที่ของลุ่มน้ำมีความลาดเอียงจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ไปทางทิศตะวันออก บริเวณต้นน้ำจะเป็นพื้นที่หุบเขาลาดชัน (อำเภอปากช่อง) มีที่ราบบริเวณแคบๆ ริมฝั่งน้ำ ตลิ่งค่อนข้าสูง แต่เมื่อไหล ผ่านอำเภอสีคิ้วลงมาจะเป็นพื้นที่ราบมากขึ้นตลอดความยาวของลำน้ำ (ภาพที่ 2.2) และจากสภาพภูมิประเทศ และการไหลของลำน้ำลำตะคอง ทำให้สามารถแบ่งลำตะคองออกได้ 3 ส่วน (ภาพที่ 2.3) ส่วนที่หนึ่ง ลำตะคองตอนบน ได้แก่ บริเวณต้นลำน้ำ จนกระทั่งลำน้ำไหลสู่อ่างเก็บน้ำลำตะตอง ส่วนที่สอง ลำตะคองตอนกลาง ได้แก่ บริเวณหลังเขื่อนลำตะคองถึงลำตะคองก่อนที่จะไหลเข้าเขตอำเภอเมืองนครราชสีมา ส่วนที่สาม ลำตะคองตอนล่าง ได้แก่ ลำคะคองในช่วงที่ไหลผ่านอำเภอเมืองนครราชสีมา

2.2.3 สภาพภูมิอากาศ

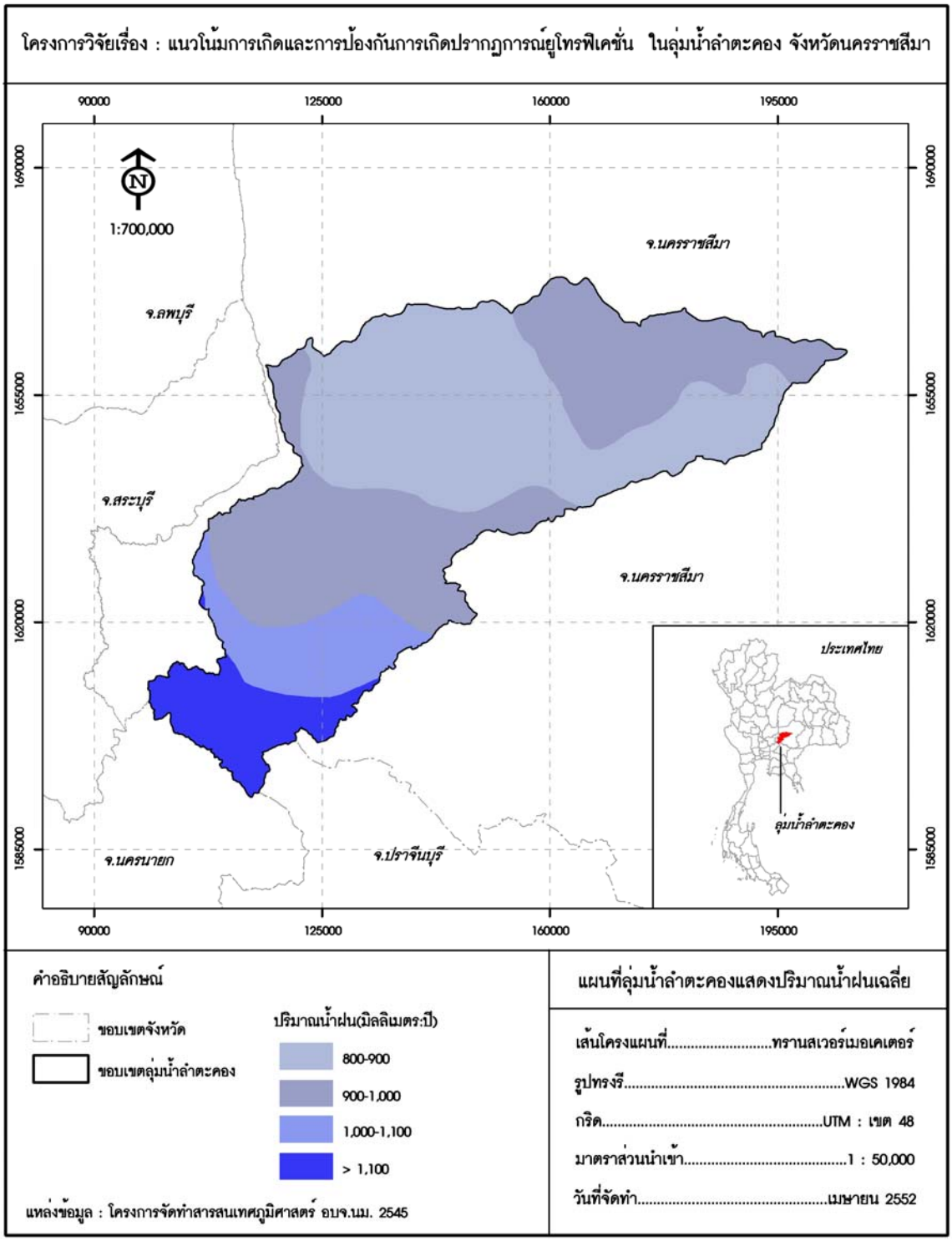
สภาพภูมิอากาศของพื้นที่ลุ่มน้ำคล้ายคลึงกันกับพื้นที่ส่วนอื่นๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย กล่าวคือ อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะพัดพาเอาความชื้นจากอ่าวไทยเข้ามาในพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคองทำให้มีฝนตกหนัก โดยเริ่มต้นประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม สำหรับช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะมีสภาพอากาศแห้งแล้งและหนาวเย็น โดยจะเริ่มต้นประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2552) ในช่วงรอยต่อระหว่างลมมรสุมทั้งสอง คือ ในระหว่างกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงต้นเดือนพฤษภาคมจะเป็นช่วงที่มีสภาพอากาศเปลี่ยนแปลง ทิศทางของลมไม่แน่นอน ช่วงเวลานี้จะเป็นช่วงที่มีอากาศร้อนและแห้งแล้ง แต่อาจจะมีพายุฝนฟ้าคะนองเป็นบางครั้ง นอกจากลมมรสุมทั้งสองแล้ว ยังมีพายุจรซึ่งจะทำให้ฝนตกหนักในพื้นที่ (กรมชลประทาน, 2548) ซึ่งบริเวณที่มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุด คือช่วงตอนบนของลุ่มน้ำลำตะคอง ได้แก่ อำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี อำเภอเมือง และอำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก อำเภอปากช่อง มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย มากกว่า 1,100 มิลลิเมตรต่อปี รองลงมา คือ ช่วงตอนกลาง ได้แก่ อำเภอสีคิ้ว และอำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 900 - 1,100 มิลลิเมตรต่อปี และช่วงตอนล่าง ได้แก่ อำเภอขามทะเลสอ อำเภอเมือง และอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 800-900 มิลลิเมตรต่อปี (ภาพที่ 2.4)



ภาพที่ 2.2 ลักษณะภูมิประเทศของลุ่มน้ำลำตะคอง



ภาพที่ 2.3 การแบ่งลุ่มน้ำลำตะคองออกเป็นสามส่วน ตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง



ภาพที่ 2.4 ปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคอง

2.2.4 น้ำท่า

1) ปริมาณน้ำท่ารายปีและอัตราการใช้น้ำของลุ่มน้ำ

ปริมาณน้ำท่ารายปีในช่วง 41 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2506 - 2546 มีค่าผันแปรตั้งแต่ 80.5 ล้านลูกบาศก์เมตร ถึง 497.8 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 254.3 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี อัตราการให้น้ำของลุ่มน้ำลำตะคอง (Basin Yield) มีค่าสูงถึง 24.8 ลิตร/วินาที/ตารางกิโลเมตร ในบริเวณต้นน้ำ และลดลงทางด้านท้ายน้ำจนมีค่าต่ำสุดเพียง 5.3 ลิตร/วินาที/ตารางกิโลเมตร ในพื้นที่ท้ายน้ำบริเวณจุดบรรจบกับแม่น้ำมูล นอกจากนี้ พบว่า อัตราการให้น้ำของลุ่มน้ำลำตะคองไม่แตกต่างจากลุ่มน้ำมูล ซึ่งมีอัตราการให้น้ำระหว่าง 25.8 - 1.6 ลิตร/วินาที/ตารางกิโลเมตร อัตราการให้น้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคองสูงกว่าลุ่มน้ำข้างเคียง แต่ต่ำกว่าลุ่มน้ำลำโดมใหญ่และลุ่มน้ำลำโดมน้อย ที่อยู่ด้านท้ายน้ำของลำน้ำมูล (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11, 2550a และกรมชลประทาน, 2548)

2) ปริมาณน้ำท่ารายเดือน

ปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำตะคองประเมิน จากข้อมูลสถานีวัดน้ำลำตะคองที่บ้านคลองไผ่ ซึ่งมีปริมาณน้ำท่าไหลลงอ่างเฉลี่ยปีละ 254.3 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำท่าส่วนใหญ่ (87.9%) เกิดขึ้นในเดือนพฤษภาคมถึงเดือนพฤศจิกายน ปริมาณน้ำท่ารายเดือนสูงสุดเกิดขึ้นในเดือนตุลาคมและปริมาณน้ำท่าต่ำสุดเกิดขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์ (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11, 2550a และกรมชลประทาน, 2548)

3) ปริมาณน้ำหลาก

ปริมาณน้ำหลากสูงสุดบริเวณที่ตั้งเขื่อนลำตะคองในช่วง 41 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2506 - 2546 มีค่า 362.5 ลูกบาศก์เมตร/วินาที เกิดขึ้นเมื่อวันที่ 19 กันยายน พ.ศ. 2515 หลังจากมีการเก็บกักน้ำ โดยอ่างเก็บน้ำลำตะคอง ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่ระบายลงสู่ลำตะคองท้ายน้ำจากอ่างมีอัตราสูงสุด 132 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ในวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2539 ซึ่งแสดงว่า อ่างเก็บน้ำลำตะคองมีผลสำคัญในการควบคุมปริมาณน้ำหลากในพื้นที่ท้ายน้ำจากอ่าง เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่เคยตรวจวัดได้ที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือกับขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ พบว่าปริมาณน้ำหลากสูงสุด (Envelope Flood) สำหรับลุ่มน้ำที่มีขนาดเดียวกับลุ่มน้ำลำตะคอง ณ บริเวณที่ตั้งเขื่อนลำตะคอง (1,430 ตารางกิโลเมตร) มีค่าประมาณ 2,700 ลูกบาศก์เมตร/วินาที (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11, 2550a และกรมชลประทาน, 2548)

4) ปริมาณตะกอน

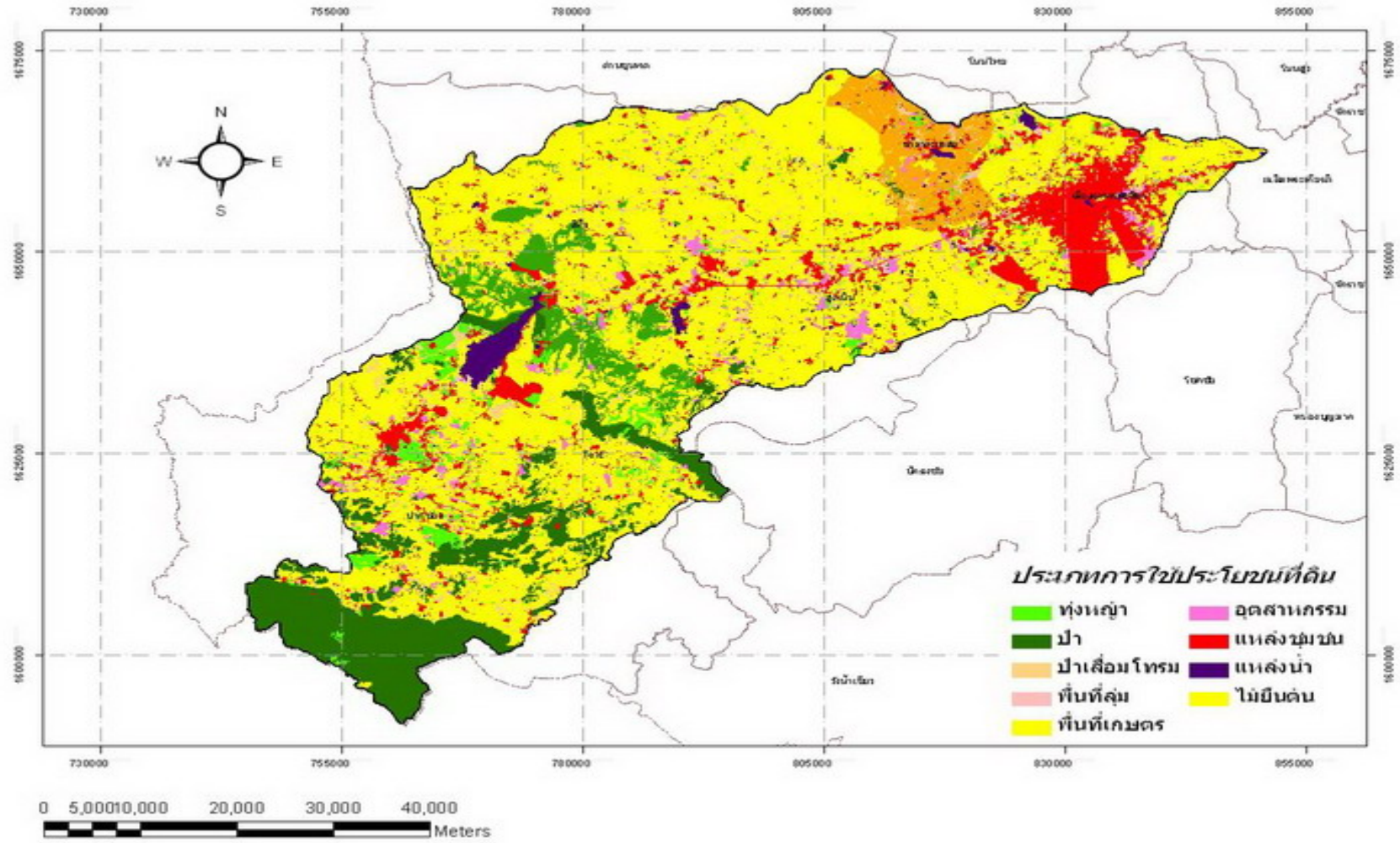
ผลการสำรวจปริมาณตะกอนตกจมในอ่างเก็บน้ำลำตะคองโดยกรมชลประทาน เมื่อ พ.ศ. 2546 บ่งชี้ว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521 จนถึงเวลาสำรวจปริมาณตะกอนตกจมรวม 11.25 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งคิดเป็นเพียง 50% ของความจุที่ออกแบบเผื่อไว้สำหรับตะกอนตกจมที่ระดับ + 261.00 เมตร (ระดับน้ำทะเลปานกลาง) จากผลการศึกษาของกรมชลประทาน แสดงว่าการตกตะกอนในอ่างเก็บน้ำลำตะคองไม่เป็นปัญหาต่อการบริหารจัดการน้ำ (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11, 2550a และกรมชลประทาน, 2548)

2.2.5 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

จากข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2551 พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา ในปี พ.ศ. 2551 มีการใช้พื้นที่เพื่อการเกษตรมากที่สุดถึง 1,804.30 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 52.29 % ของพื้นที่ทั้งหมด รองลงมา คือ พื้นที่ป่าไม้ 15.26 % ของพื้นที่ทั้งหมด นอกจากนี้มีการใช้ที่ดินสำหรับกิจกรรมด้านการเกษตร อุตสาหรรม และแหล่งน้ำ (ตารางที่ 2.1 และภาพที่ 2.5)

ตารางที่ 2.1 การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2551 (ดัดแปลงจากกรมพัฒนาที่ดิน, 2551)

ลำดับที่	การใช้ที่ดิน	พื้นที่ (ตร.กม.)	เปอร์เซ็นต์ (%)
1	พื้นที่เกษตร	1,804.30	52.29
2	ป่าไม้	526.46	15.26
3	ไม้ยืนต้น	357.47	10.36
4	แหล่งชุมชน	348.08	10.09
5	ป่าเสื่อมโทรม	153.45	4.45
6	ทุ่งหญ้า	96.41	2.79
7	อุตสาหกรรม	86.75	2.51
8	แหล่งน้ำ	67.38	1.95
9	พื้นที่ลุ่ม	10.34	0.30
	รวม	3,450.65	100



ภาพที่ 2.5 การใช้ประโยชน์ที่ดิน จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2551 (ดัดแปลงจากกรมพัฒนาที่ดิน, 2551)

2.2.6 จำนวนประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคอง

จำนวนประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคอง ครอบคลุม 6 อำเภอ ในเขตจังหวัดนครราชสีมา ได้แก่ อำเภอปากช่อง อำเภอสีคิ้ว อำเภอสูงเนิน อำเภอขามทะเลสอ อำเภอเมืองนครราชสีมา และอำเภอเฉลิมพระเกียรติ โดยมีจำนวนประชากร และความหนาแน่นของประชากร ปี พ.ศ. 2550 ดังนี้ จำนวนประชากรสูงสุด ได้แก่ อำเภอเมืองนครราชสีมา รองลงมาได้แก่ อำเภอปากช่อง อำเภอสีคิ้ว อำเภอสูงเนิน อำเภอขามทะเลสอ และอำเภอเฉลิมพระเกียรติ ตามลำดับ สำหรับความหนาแน่นของประชากร พบว่า อำเภอเมืองนครราชสีมา มีความหนาแน่นสูงสุด แสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 จำนวนและความหนาแน่นของประชากรจากทะเบียนราษฎร์ จำแนกเป็นรายอำเภอ พ.ศ. 2550

อำเภอ	จำนวนประชากร (คน)	ความหนาแน่นของประชากร (คน/ตร.กม.)
เมืองนครราชสีมา	429,853	124.57
ปากช่อง	182,588	100.17
สีคิ้ว	120,817	97.88
สูงเนิน	78,503	100.41
ขามทะเลสอ	65,723	138.07
เฉลิมพระเกียรติ	34,637	135.29
รวม	912,121	696.00

ที่มา: สำนักงานสถิติแห่งชาติ (2551)

2.3 ระบบชลประทานในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคอง

ลำตะคองมีลักษณะพิเศษที่แตกต่างจากแม่น้ำสายอื่นๆของประเทศ เพราะกรมชลประทานได้ใช้ลำตะคองเป็นส่วนหนึ่งของระบบชลประทาน ในการระบายน้ำไปยังพื้นที่ชลประทานในพื้นที่การเกษตรของจังหวัดนครราชสีมา

2.3.1 โครงการชลประทานในลุ่มน้ำลำตะคอง

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำตะคอง เริ่มก่อสร้างตั้งแต่ พ.ศ. 2482 โดยแบ่งระยะเวลาการพัฒนาทั้งสิ้นเป็น 4 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 พ.ศ. 2547 ก่อสร้างประตูระบายน้ำอัษฎางค์ เพื่อประโยชน์ด้านอุปโภคและบริโภคเพื่อการประปาในจังหวัดนครราชสีมา

ระยะที่ 2 พ.ศ. 2582 - 2500 ก่อสร้างเขื่อนทดน้ำ 9 แห่ง เพื่อทดน้ำและส่งน้ำเข้าสู่พื้นที่เกษตรกรรม โดยทำการสร้างเขื่อนทดน้ำในลำบริบูรณ์ 5 แห่ง และในลำตะคอง 4 แห่ง ดังนี้

สร้างเขื่อนทดน้ำในลำบริบูรณ์ 5 แห่ง ได้แก่

1. เขื่อนทดน้ำโคกแฝก ต.ขามทะเลสอ อ.ขามทะเลสอ จ.นครราชสีมา
2. เขื่อนทดน้ำบ้านทุ่ง ต.พลกรัง อ.เมือง จ.นครราชสีมา
3. เขื่อนทดน้ำโพธิ์เตี้ย ต.ปรุใหญ่ อ.เมือง จ.นครราชสีมา
4. เขื่อนทดน้ำนาตม ต.จอหอ อ.เมือง จ.นครราชสีมา
5. เขื่อนทดน้ำจอหอ ต.จอหอ อ.เมือง จ.นครราชสีมา

สร้างเขื่อนทดในลำตะคอง 4 แห่ง ได้แก่

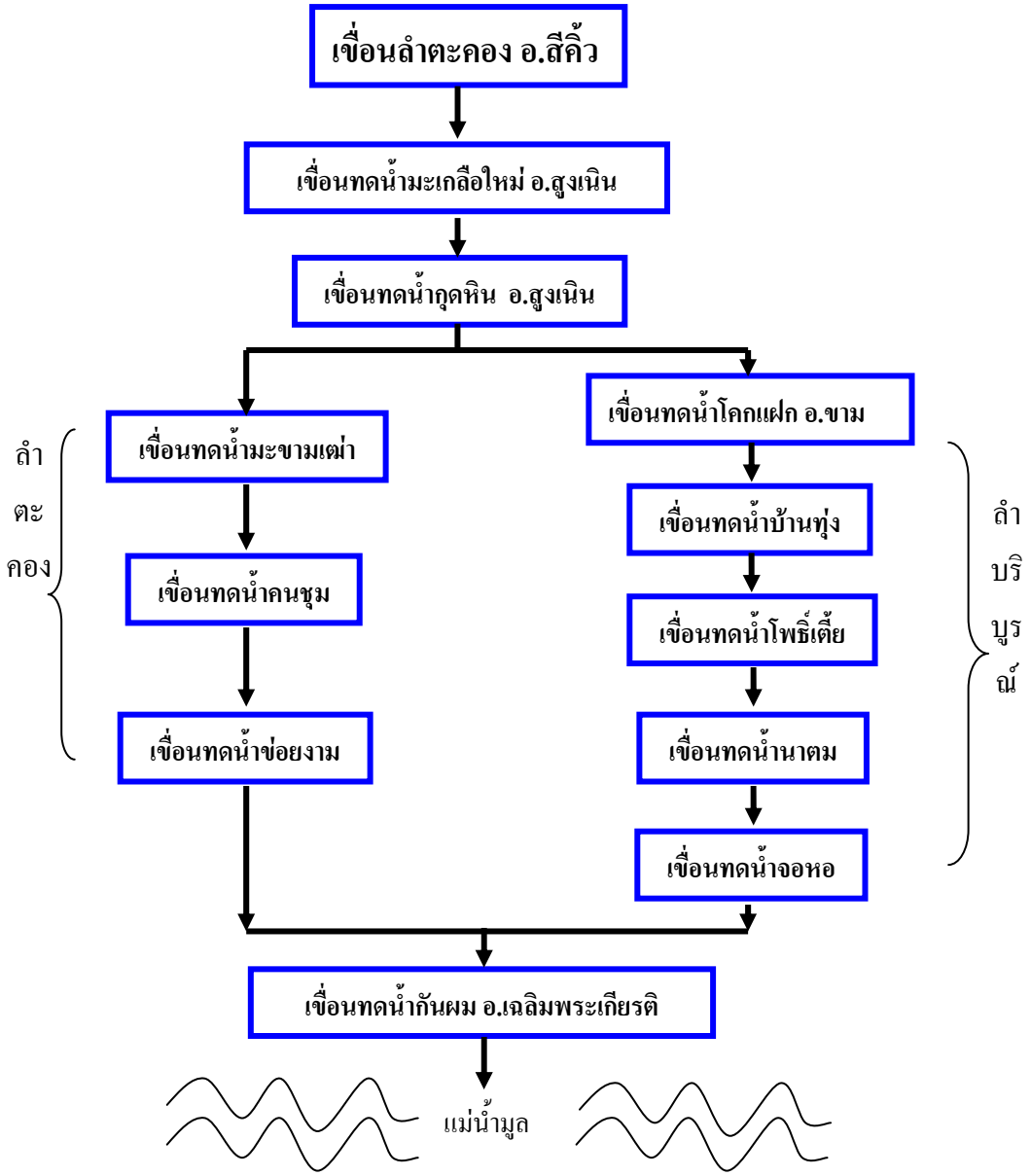
1. เขื่อนทดน้ำมะขามเฒ่า ต.บ้านใหม่ อ.เมือง จ.นครราชสีมา
2. เขื่อนทดน้ำคนชุม ต.ปรุใหญ่ อ.เมือง จ.นครราชสีมา
3. เขื่อนทดน้ำข่อยงาม ต.หัวทะเล อ.เมือง จ.นครราชสีมา
4. เขื่อนทดน้ำกันผม ต.พระพุทธ อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.นครราชสีมา

ระยะที่ 3 พ.ศ. 2507 - 2512 ก่อสร้างเขื่อนลำตะคอง เพื่อเก็บกักน้ำต้นทุนเพื่อการเกษตรและเพื่อบรรเทาอุทกภัย

ระยะที่ 4 พ.ศ. 2523 - 2528 ก่อสร้างเขื่อนทดน้ำเพิ่มอีก 2 แห่ง เพื่อทดน้ำและส่งน้ำเข้าสู่ พื้นที่เกษตรกรรม

1. เขื่อนทดและระบายน้ำมะเกลือใหม่ ต.มะเกลือใหม่ อ.สูงเนิน จ.นครราชสีมา
2. เขื่อนทดและระบายน้ำกุดหิน ต.โคราช อ.สูงเนิน จ.นครราชสีมา

รวมเป็นเขื่อนทดน้ำ จำนวนทั้งสิ้น 11 เขื่อน (ภาพที่ 2.6)



ภาพที่ 2.6 ตำแหน่งของเขื่อนในพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคอง

2.3.2 เขื่อนลำตะคอง

เขื่อนลำตะคอง ตั้งอยู่ที่ ตำบลคลองไผ่ อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา เริ่มงานก่อสร้าง พ.ศ. 2507 แล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2512 ตัวเขื่อนลำตะคองเป็นเขื่อนดิน (Earth Zone Dam) ความสูงช่วงที่สูงที่สุด 40.30 เมตร มีความยาว 521 เมตร ความกว้างสันเขื่อน 10 เมตร (ตารางที่ 2.3)

ตารางที่ 2.3 ลักษณะที่สำคัญของเขื่อนลำตะคอง

ลำดับที่	ลักษณะที่สำคัญ	หน่วย
1	รูปแบบ : เขื่อนดิน (Earth Zone Dam)	
2	ความสูงช่วงที่สูงสุด (Max Section)	40.30 เมตร
3	ความยาวตัวเขื่อน	521 เมตร
4	ความกว้างสันเขื่อน	10 เมตร
5	ระดับสันเขื่อน	+282.30 เมตร (รทก.)
6	ระดับน้ำสูงสุด	+280.30 เมตร (รทก.)
7	ระดับน้ำเก็บกัก	+277.00 เมตร (รทก.)
8	ระดับน้ำต่ำสุด	+261.00 เมตร (รทก.)
9	ระดับท้องน้ำ	+242.00 เมตร (รทก.)
10	ความกว้างฐานเขื่อนที่ระดับท้องน้ำ	+256.00 เมตร

หมายเหตุ รทก. หมายถึง ระดับน้ำทะเลปานกลาง

ที่มา: สำนักงานชลประทานที่ 8 (2552)

2.3.3 อ่างเก็บน้ำลำตะคอง

อ่างเก็บน้ำมีพื้นที่ส่วนใหญ่ตั้งในเขตอำเภอปากช่องมีความยาวของตัวอ่างตามความยาวของลำน้ำประมาณ 10 กิโลเมตร ส่วนกว้างที่สุดของตัวอ่างกว้าง 4.70 กิโลเมตร มีพื้นที่น้ำท่วมที่ระดับน้ำสูงสุดประมาณ 44.7 ตารางกิโลเมตร ลักษณะสำคัญของตัวอ่างได้สรุปไว้ในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ลักษณะที่สำคัญของอ่างเก็บน้ำลำตะคอง

ลำดับที่	**ลักษณะที่สำคัญ**	**หน่วย**
1	พื้นที่รับน้ำฝนเหนือที่ตัวเขื่อน	1,430 ตารางกิโลเมตร
2	พื้นที่ผิวน้ำที่ระดับน้ำสูงสุด (+282.30 เมตร (รทก.))	44.76 ตารางกิโลเมตร
3	พื้นที่ผิวน้ำที่ระดับเก็บกัก (+277.00 เมตร (รทก.))	37.17 ตารางกิโลเมตร
4	พื้นที่ผิวน้ำที่ระดับน้ำต่ำสุด (+261.00 เมตร (รทก.))	5.04 ตารางกิโลเมตร
5	ความจุของตะกอนที่ระดับเก็บกักต่ำสุด (Dead Storage Level)	22.72 ตารางกิโลเมตร
6	ความจุที่ระดับเก็บกักปกติ	314.49 ล้านลูกบาศก์เมตร
7	ความจุที่ระดับน้ำสูงสุด	447.12 ล้านลูกบาศก์เมตร

ที่มา: สำนักงานชลประทานที่ 8 (2552)

2.3.4 สภาพการเพาะปลูกและสภาพเศรษฐกิจ หลังการพัฒนาลุ่มน้ำลำตะคอง

- สภาพการเพาะปลูก

ราษฎรในเขตโครงการชลประทานส่วนใหญ่ จะปลูกข้าวในฤดูฝนและปลูกพืชไร่ พืชผัก ทำการปศุสัตว์ ในฤดูแล้ง พื้นที่ทำการเกษตรที่ถือครอง เฉลี่ย 11 ไร่ต่อครอบครัว มีเกษตรเช่าพื้นที่ทำการเกษตรประมาณ 17% ของเกษตรกรทั้งหมดในพื้นที่ที่ได้รับน้ำชลประทานทำนา เกษตรกรสามารถผลิตข้าวเฉลี่ยได้ถึง 24 ถัง/ไร่ คิดเป็น 70 % ของผลผลิตข้าวเฉลี่ยของจังหวัดนครราชสีมา

- สภาพเศรษฐกิจ

ส่วนใหญ่เกษตรกรในเขตโครงการชลประทานปลูกข้าวเป็นหลักในฤดูฝน ปลูกพืชไร่ พืชผัก และเลี้ยงสัตว์ในฤดูแล้ง เนื่องจากเกษตรกรในโครงการได้รับน้ำชลประทานทำนาก่อนเกษตรกรนอกเขตโครงการฯ จึงทำให้ฐานะทางเศรษฐกิจดีกว่าเกษตรกรนอกเขตโครงการฯ

- ประโยชน์ที่ได้รับจากการพัฒนาลุ่มน้ำลำตะคอง

พื้นที่ในเขตโครงการชลประทานสามารถใช้ในการเพาะปลูกในฤดูฝนได้ถึง 127,500 ไร่ และในฤดูแล้ง 50,000 ไร่ สำหรับถนนบนคันคลองยังช่วยในการขนส่งผลผลิตทางการเกษตรทั้งในเขตโครงการและบริเวณใกล้เคียงออกสู่ตลาดได้สะดวกขึ้น โรงงานอุตสาหกรรมบริเวณริมน้ำลำตะคอง จำนวน 371 แห่ง สามารถนำน้ำจากโครงการชลประทานมาใช้ประโยชน์ ช่วยลดอุทกภัยในลุ่มแม่น้ำมูล ช่วยบรรเทาการขาดแคลนน้ำประปาเทศบาลนครนครราชสีมา ประปาสุขาภิบาล (เทศบาลตำบล) จำนวน 10 แห่ง และน้ำอุปโภค-บริโภค 5 อำเภอ อีกทั้งเป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ และเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ปลา (กรมชลประทาน, 2548)

2.4 แหล่งกำเนิดมลพิษในพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคอง

การขยายตัวของประชากร นำมาซึ่งการขยายตัวของภาคการเกษตรและอุตสาหกรรม เมื่อมีการขยายตัวเพิ่มขึ้น ทำให้คุณภาพน้ำลำตะคองมีคุณภาพเสื่อมโทรมลง กรมควบคุมมลพิษได้ร่วมกับสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11 จังหวัดนครราชสีมา ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำของลำตะคองต่อเนื่องกันมา เริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 จนถึงปัจจุบันโดยทำการเก็บตัวอย่าง 3 ฤดูกาล ๆ ละ 1 ครั้ง สำหรับในปี พ.ศ. 2550 สรุปสถานการณ์คุณภาพน้ำ พบว่าบริเวณต้นน้ำของลำตะคองมีคุณภาพน้ำจัดอยู่ในแหล่งน้ำประเภทที่ 3 หลังจากไหลผ่านอำเภอปากช่องลงมาถึงอำเภอสูงเนิน คุณภาพน้ำจัดอยู่ในแหล่งน้ำประเภทที่ 4 โดยมีค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป (water quality index : WQI) อยู่ในระดับดี เมื่อผ่านอำเภอเมือง คุณภาพน้ำจัดอยู่ในแหล่งน้ำประเภทที่ 4 แต่ค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป (WQI) จัดอยู่ในระดับเสื่อมโทรม ส่วนที่ไหลผ่านตัวเมืองจนบรรจบกับลำน้ำมูลคุณภาพน้ำจัดอยู่ในแหล่งน้ำประเภทที่ 4 และมีค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป (WQI) อยู่ในระดับพอใช้

ในรอบสิบสามปี (พ.ศ. 2539 - 2551) ที่ผ่านมาคุณภาพน้ำในลำตะคองมีคุณภาพต่ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งลำตะคองในช่วงที่ไหลผ่านอำเภอเมืองนครราชสีมา ทำให้มีการสำรวจแหล่งกำเนิดมลพิษในพื้นที่

ลุ่มน้ำลำตะคอง โดยมีการกำหนดแนวเขตของกิจกรรมที่ห่างจากตัวลำน้ำหลัก ไม่เกิน 5 กิโลเมตร พบว่ามีชุมชนถึง 147 หมู่บ้าน และโรงงานอุตสาหกรรมถึง 328 โรง ที่อาจส่งผลต่อคุณภาพน้ำของลุ่มน้ำลำตะคอง (ตารางที่ 2.5) และรายชื่อในตารางภาคผนวกที่ 8 (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11, 2552)

ตารางที่ 2.5 จำนวนแหล่งกำเนิดมลพิษในพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคอง

แหล่งกำเนิดมลพิษ	จำนวน (แห่ง)
ตำบล*	47 (147 หมู่บ้าน)
โรงงานอุตสาหกรรม*	328
สถานศึกษา**	36
สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง*	35
โรงแรม**	33
ฟาร์มสุกร**	16
โรงพยาบาล**	13
เลี้ยงปลาในกระชัง**	12
ห้างสรรพสินค้า**	10
โรงฆ่าสัตว์**	5

ที่มา: สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11 (2552)

* ห่างจากลำน้ำ 0-1 กิโลเมตร

** ห่างจากลำน้ำ 0-5 กิโลเมตร

2.5 ยูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication)

2.5.1 ความหมายของยูโทรฟิเคชั่น

ยูโทรฟิเคชั่นหมายถึง ความสมบูรณ์ของธาตุอาหารและสารอนินทรีย์ในแหล่งน้ำ ที่เป็นเหตุให้การเจริญเติบโตของสาหร่าย และพืชน้ำชั้นสูงเพิ่มมากขึ้นจนไป ส่งผลกระทบต่อคุณภาพและสิ่งมีชีวิตในน้ำ (Mason, 1991; OSPAR, 1999; Harper, 1992) การที่ธาตุอาหารในแหล่งน้ำมีมากเกินไปจนเป็นเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสังคมสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในแหล่งน้ำเป็นระยะเวลายาวนาน เรียกว่า hypertrophication หรือ nutrient pollution ส่วนในกรณีที่แหล่งน้ำเหล่านั้นมีปริมาณธาตุอาหารสูง แต่ไม่เกิดผลกระทบที่เด่นชัด เรียกสภาวะดังกล่าวนี้ว่า hypernutrification หรือ nutrient contamination (Elliott and Jonge, 2002)

การบ่งชี้ปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่นในแหล่งน้ำดูได้จากปริมาณแพลงก์ตอนพืช ที่วัดได้ในรูปของคลอโรฟิลล์เอ หรือปริมาณผลผลิตขั้นต้น แหล่งน้ำใดที่มีคลอโรฟิลล์เอมากกว่า 10 μg/l (Nedwell *et al*., 2002) หรือ มีผลผลิตขั้นต้นมากกว่า 300 $gC/m^2/yr$ (Black, 2001) ถือว่าเกิดยูโทรฟิเคชั่นในแหล่งน้ำ

ในแหล่งน้ำตื้น (ลึก 1-1.5 เมตร) ที่เกิดยูโทรฟิเคชั่นจะพบสาหร่ายขนาดใหญ่ (macroalgae) ส่วนน้ำลึก (ประมาณ 2 เมตรขึ้นไป) ยูโทรฟิเคชั่นที่เกิดขึ้นจะเป็นสาหร่ายขนาดเล็ก (microalgae) หรือแพลงค์ตอนพืช (กลุ่มงานวิจัยระบบและการจัดการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, 2547)

2.5.2 สาเหตุที่ทำให้เกิดยูโทรฟิเคชั่น

ปกติธาตุอาหารที่มีผลต่อการเกิดยูโทรฟิเคชั่นที่สำคัญคือ ไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัส เนื่องจากธาตุสองชนิดนี้เป็นธาตุอาหารหลักสำหรับการเจริญเติบโตของผู้ผลิตขั้นปฐมภูมิในแหล่งน้ำ หากมีปริมาณธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์เกินไปจะทำให้เกิดการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของสาหร่ายเซลล์เดียวและพืชน้ำชนิดต่างๆ ทำให้น้ำมีสีที่เปลี่ยนไป ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะลดลงอย่างมากจนมีผลต่อการหายใจของสัตว์น้ำในช่วงกลางคืน นอกจากนี้สาหร่ายเซลล์เดียวบางชนิดยังมีอันตรายทั้งต่อสัตว์น้ำและมนุษย์ ก่อให้เกิดอาการแพ้และระคายเคืองได้ เมื่อพืชน้ำ และสาหร่ายเหล่านี้ตายลงจะส่งผลทำให้น้ำเน่าเสีย (Harper, 1992)

แหล่งกำเนิดของไนโตรเจน และฟอสฟอรัส มาจากแหล่งใหญ่ๆ 2 แหล่ง คือจากธรรมชาติ โดยเป็นส่วนประกอบของหิน และแร่ นอกจากนี้อาจมาจากบรรยากาศตาม วัฏจักรไนโตรเจน และวัฏจักรฟอสฟอรัส ส่วนที่สองมาจากกิจกรรมของมนุษย์ ทั้งจากบ้านเรือน การเกษตร และอุตสาหกรรม ซึ่งก่อให้เกิดการปนเปื้อนของธาตุอาหารทั้งสองชนิดลงสู่แหล่งน้ำ (Harper, 1992)

บางครั้ง ซิลิกอน โปแตสเซียม แคลเซียม เหล็ก หรือ แมงกานีส ก็ส่งผลต่อการเกิดยูโทรฟิเคชั่นได้ด้วยเช่นกัน จึงเป็นการยากที่จะชี้ชัดออกไปตรงๆ ดังนั้นการอธิบายถึงธาตุอาหารในแหล่งน้ำจึงใช้สภาวะอ้างอิง ในการอธิบายถึงระดับความเข้มข้นของธาตุอาหาร เช่น เมื่อธาตุอาหารมีปริมาณน้อยจะเรียกว่า oligotrophic หากมีความเข้มข้นของธาตุอาหารปานกลางจะเรียกว่า mesotrophic หรือหากมีความเข้มข้นของธาตุอาหารมากจะเรียกว่า eutrophic (Harper, 1992)

2.5.3 สารพิษที่เกิดจากการเจริญเติบโตของสาหร่าย

สาหร่ายที่ก่อให้เกิดปัญหาในแหล่งน้ำทั่วโลกอยู่ในกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (cyanobacteria) ซึ่งสาหร่ายกลุ่มนี้มีมาตั้งแต่สมัยดึกดำบรรพ์ เจริญได้ทั่วทุกแห่งในโลก ทั้งในน้ำจืด น้ำทะเล น้ำพุร้อน ในหิมะ และสามารถเจริญรวมกับสิ่งมีชีวิตอื่นทั้งพืชและสัตว์ (ยุวดี, 2542) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสามารถสร้างสารพิษได้หลายชนิด โดย Sivonen and Jones (1999) ได้แบ่งตามโครงสร้างทางเคมีออกเป็น 3 กลุ่ม คือ cyclic peptide, alkaloids และ lipopolysaccharides (LPS) แต่เมื่อแบ่งตามกลไกการทำงานจะสามารถแบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม คือ hepatotoxic cyclic peptides, neurotoxic alkaloids, cytotoxic alkaloids, dermatotoxic alkaloids, irritant toxins และสารพิษอื่นๆ

สารพิษจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่พบในน้ำจืดและน้ำกร่อย ส่วนมากอยู่ในกลุ่ม hepatotoxic cyclic peptides ที่พบบ่อยคือ ไมโครซิสติน (Microcystins) และโนดูลาริน (Nodularin) โดยไมโครซิสตินนั้นแยกได้ครั้งแรกจาก *Microcystis aeruginosa* (Carmichael *et al*, 1988) นอกจากนั้นยังพบได้ใน *Anabaena*, *Nostoc*, *Oscillatoria* และ *Anabaenopsis* (Codd, 1998; Sivonen and Jones, 1999)

โดยมีโครงสร้างและกรดอะมิโนที่พบบ่อย (ตารางที่ 2.6) ส่วนโนดูลารินมีโครงสร้างเป็น pentapeptides (Sivonen and Jones, 1999) มี 6 ชนิด สามารถพบได้ในสาหร่าย *Nodularia spumigena* (Codd, 2001; Metcalf *et al.*, 2000)

ตารางที่ 2.6 ชนิดของสารพิษ Microcystins ที่พบบ่อย

Name	X-position Amino Acid	Y-position Amino Acid	Molecular Weight
Microcystin LA	Leucine (L)	Alanine (A)	910.06
Microcystin YR	Tyrosine (Y)	Arginine (R)	1045.19
Microcystin RR	Arginine (R)	Arginine (R)	1038.20
Microcystin LR	Leucine (L)	Arginine (R)	995.17

ที่มา: Codd (1998); Sivonen and Jones (1999)

2.5.4 การสะสมของสารพิษจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในสิ่งมีชีวิต

สิ่งมีชีวิตจะได้รับสารพิษจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินทั้งจากการกินเซลล์ของสาหร่ายพิษโดยตรง หรือกินน้ำที่มีสารพิษ และจากทางอ้อมโดยการกินสัตว์น้ำที่มีสารพิษสะสมอยู่ ในห่วงโซ่อาหาร (Sivonen and Jones, 1999) โดยทั่วไปปริมาณสารพิษที่วิเคราะห์ได้จากน้ำจะมีปริมาณน้อย และน้อยกว่าในเซลล์ของสาหร่าย เพราะสารพิษจะเจือจางเมื่อลงสู่แหล่งน้ำ รวมทั้งถูกดูดซึมโดยสิ่งมีชีวิตในน้ำ หรือถูกย่อยสลายด้วยแสงหรือแบคทีเรีย (Harada, 1996) จะพบว่าแพลงก์ตอนพืช และโปรโตซัวได้รับผลจากสารพิษที่ความเข้มข้นต่ำๆ มากกว่าสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในห่วงโซ่อาหารขั้นสูงๆ (Christoffersen, 1996) โดย Ibelings *et al.* (2001) พบว่าในแหล่งน้ำที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของ *Microcystis* จะสามารถตรวจพบสารพิษไมโครซิสตินทั้งในน้ำ แพลงก์ตอนสัตว์ หอย ตับของปลา และนกน้ำ นอกจากนี้ Lawrence (2001) ยังพบสารพิษโนดูราลิน และไมโครซิสตินสะสมมากในหอย เมื่อเกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่ายพิษในทะเลบอลติก

2.5.5 ค่ามาตรฐานของสารพิษ

สารพิษที่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสร้างขึ้นมีอยู่มากมายหลายชนิด แต่ค่ามาตรฐานของสารพิษตามที่กำหนดไว้ยังไม่สามารถครอบคลุมสารพิษได้ทุกชนิด องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) ได้ประกาศค่าปริมาณของสารพิษที่มนุษย์ได้รับเข้าสู่ร่างกายทุกวันแล้วไม่มีผลกระทบใดๆ (Tolerable daily intake, TDI) ของสารพิษไมโครซิสตินรวม มีค่าเท่ากับ 0.067 µg/kg.d และค่ามาตรฐาน TDI สำหรับสารพิษไมโครซิสตินชนิด LR มีค่าเท่ากับ 0.04 µg/kg.d (Dow and Swoboda, 2000; Kuiper-Goodman *et al.*, 1999) แต่วิธีการกำหนดค่ามาตรฐานตามวิธีนี้มีข้อเสียคือการศึกษาในมนุษย์ยังไม่เพียงพอ เพราะความไวต่อสารพิษของสัตว์กับมนุษย์มีความแตกต่างกัน และความเป็นพิษที่แสดงออกมานั้นขึ้นกับวิธีการที่ได้รับสารพิษ เช่นสารพิษหลายชนิดจะมีพิษมากเมื่อฉีดเข้าทางเส้นเลือด แต่มีพิษน้อยเมื่อได้รับทางการกิน เป็นต้น (Dow and Swoboda, 2000)

ส่วนประเทศออสเตรเลียซึ่งได้รับผลกระทบจากสารพิษเหล่านี้ ได้กำหนดค่ามาตรฐานของไมโครซิสตินรวม มีค่าเท่ากับ 1.3 μg/l (Burch, 2001) นอกจากนั้น องค์การอนามัยโลกได้กำหนดค่ามาตรฐานของสารพิษไมโครซิสตินสำหรับน้ำดิบเพื่อการประปาไว้ไม่ควรเกิน 1 μg/l ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานที่ใช้กันทั่วโลกอยู่ตอนนี้ (Carmichael, 1995; Codd, 2001)

2.5.6 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมักเป็นผลมาจากการมีปริมาณสารอาหารในแหล่งน้ำเพิ่มมากขึ้น ควบคู่ไปกับอุณหภูมิและแสงที่เหมาะสม (Park and Watanabe, 1996) โดยเฉพาะอย่างยิ่งแสงเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญต่อความสมดุลของระบบนิเวศน้ำจืด เนื่องจากเป็นแหล่งพลังงานในการกระตุ้นและควบคุมเมตาบอลิซึมของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ (Wetzel, 1983) สาหร่ายแต่ละชนิดจะมีความต้องการปริมาณแสงที่แตกต่างกัน (Lee, 1999; Oliver and Ganf, 2000) ถึงแม้ว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะสามารถเจริญได้ภายใต้ความเข้มแสงที่ต่ำ แต่เราจะพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วที่ผิวน้ำที่มีความเข้มแสงสูงๆ ได้ดี (Mur *et al*., 1999; Park and Watanabe, 1996) นอกจากนั้น แสงยังมีบทบาทสำคัญในการผลิตสารพิษอีกด้วย ดังการทดลองของ Utikilen and Gjølme (2001) ที่พบว่าสาหร่าย *M. aeruginosa* ที่ทำการเลี้ยงแบบ continuous culture จะผลิตสารพิษเพิ่มมากขึ้นเมื่อแสงมีความเข้มข้นมากถึง 40 $\mu E/m^2.s$ แต่ถ้าความเข้มข้นแสงมากกว่านี้สารพิษจะน้อยลง แต่เมื่อลดความเข้มแสงกลับพบว่าสารพิษที่สร้างลดลงในขณะที่มวลชีวภาพเพิ่มขึ้น ดังนั้นสารพิษไมโครซิสตินจึงไม่แปรผันตามการเจริญเติบโตของสาหร่าย

ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่งคือ อุณหภูมิ Watanabe (1996) พบว่าการสร้างสารพิษโดย *M. aeruginosa* สายพันธุ์ M228 มีความเป็นพิษมากที่สุดที่อุณหภูมิ 18 ^{o}C ส่วน Van Der Westhuizen and Eloff (1985) และ Codd and Poon (1988) พบว่าความเป็นพิษของ *M. aeruginosa* ที่อุณหภูมิ 20 ^{o}C จะมีความเป็นพิษมากกว่าที่อุณหภูมิ 15, 28 และ 38 ^{o}C

เราสามารถพบ *Microcystis* ในสภาพธรรมชาติได้ทั่วไปและพบได้ตลอดทั้งปี โดยเฉพาะในเขตค่อนข้างร้อน (Park and watanabe, 1996) เช่นที่เขื่อน Hartbeespoort ในอเมริกาใต้ พบ *M. aeruginosa* เป็นชนิดเด่นเกือบทั้งปี และพบเป็น scum ในช่วงฤดูหนาว เมื่ออุณหภูมิของน้ำลดลงเหลือ 11-12 ^{o}C (Zohary and Robarts,1989)

ปัจจัยทางกายภาพอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน คือ ความเป็นกรด-เบส (pH) จากการศึกษาในทะเลสาบ Steilacoom พบว่า pH ที่เพิ่มขึ้นมีส่วนช่วยให้มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Jacoby *et al*., 2000) จากการทดลองยังพบว่าความเป็นพิษของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีค่าต่ำที่สุดที่ pH 9.0 ในขณะที่การเจริญเติบโตของสาหร่ายสูงที่สุดด้วย (Eloff and van der Westhuizen, 1981)

ปัจจัยทางเคมีที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ สารอาหาร ซึ่งจะส่งผลต่อแพลงก์ตอนพืชในน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Park and Watanabe, 1996) โดยส่วนใหญ่แล้วสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำ

เงินจะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารสูง ทำให้มีข้อสันนิษฐานว่าสาหร่ายเหล่านี้ต้องการไนโตรเจน และฟอสฟอรัสที่ความเข้มข้นสูงๆ แต่บ่อยครั้งที่พบการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในแหล่งน้ำที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำต่ำ อาจเป็นเพราะว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสามารถแข่งขันกับแพลงก์ตอนอื่นได้ภายใต้สภาพที่มีไนโตรเจนกับฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัด (Mur *et al*., 1999) เช่น ในทะเลสาบ Steilacoom ที่ Washington Jacoby *et al.* (2000) พบว่า *Microcystis* sp. เจริญได้ดีในช่วงที่มีอัตราส่วนของ N:P และไนเตรท-ไนโตรเจนต่ำๆ แต่มีการสร้างสารพิษไม่คงที่ในช่วงฤดูร้อนปี 1994 และ 1995 และพบว่าความเข้มข้นของไมโครซิสตินจะมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของ soluble reactive phosphorus แสดงว่าการสร้างสารพิษถูกจำกัดโดยปริมาณของฟอสฟอรัสส่วน Kotak *et al*. (2000) ทำการศึกษาในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารสูงใน Alberta พบว่า *M. aeruginosa* และ MC-LR มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณฟอสฟอรัสรวม แต่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับอัตราส่วนของ N:P และไนโตรเจนอินทรีย์

นอกจากสารอาหารแล้ว Zn และ Fe ยังมีผลต่อปริมาณสารพิษที่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินได้สร้างขึ้นด้วย (Watanabe, 1996) โดย Utkilen and Gjølme (2001) พบว่า *M. aeruginosa* สายพันธุ์ที่สร้างสารพิษ จะเจริญได้ดีในสภาพที่มีเหล็ก ขณะที่สายพันธุ์ที่ไม่สร้างสารพิษจะไม่เจริญหรือเจริญได้น้อยในสภาพที่มีเหล็กจำกัด

จากปัจจัยต่างๆ ที่กล่าวมาแล้ว การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินยังเกี่ยวข้องกับอัตราการเจริญเติบโตด้วย โดย Reynold (1984) กล่าวว่าปกติแล้ว อัตราการเจริญของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะต่ำกว่าสาหร่ายชนิดอื่น โดยปกติแล้วสาหร่ายที่มีอัตราการเจริญเติบโตไม่มากนักมักจะเจริญได้ดีในแหล่งน้ำที่มี retention times ที่มาก ดังนั้นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจึงมักไม่พบในแหล่งน้ำที่มี retention times สั้นๆ นอกจากนี้ Watanabe *et al*. (1989) ยังพบว่าสารพิษ ไมโครซิสตินในช่วงการเจริญเติบโตแบบ exponential phase จะมีปริมาณมากกว่าช่วง stationary phase หรือ death phase

ช่วงเวลาและฤดูกาลก็มีผลต่อสาหร่ายเช่นกัน โดยโคโลนีของ *Microcystis* sp. จะล่องลอยอยู่ตลอดและการลอยตัวจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าในเวลากลางคืน *Microcystis* sp. สามารถเจริญได้ดีในช่วงฤดูร้อนและฝน โดยมีการแบ่งตัวเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น และเนื่องจากมีแก๊ซแวคคิวโอลจึงสามารถแข่งขันกับสาหร่ายชนิดอื่นได้ดีโดยโคโลนีที่มีขนาดใหญ่จะลอยตัวหรือจมตัวได้เร็วกว่าสาหร่ายที่เป็นเส้นสายหรือเซลล์เดี่ยวๆ (Goldman and Horne, 1983) ส่วนในฤดูหนาว *Microcystis* sp. จะอยู่ในระยะพักตัว โดยพบมากที่บริเวณก้นทะเลสาบ ซึ่งสามารถมีชีวิตอยู่ได้นานถึง 2-3 ปี ในสภาวะที่ไม่มีแสงและออกซิเจน และจะลอยตัวขึ้นมาอีกครั้งเมื่อมีแสงส่องผ่านไปถึงในช่วงฤดูร้อน (Reynold *et al.,* 1981)

2.6 การศึกษายูโทรฟิเคชั่นในประเทศไทย

ในประเทศไทยเริ่มมีการศึกษาปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่นในแหล่งน้ำที่สำคัญของประเทศ เช่น ทะเลสาบสงขลา ทะเลน้อย เป็นต้น ในส่วนของทะเลสาบสงขลา สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา ได้มีการศึกษาปริมาณธาตุอาหารที่สำคัญ คือไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในทะเลสาบปี พ.ศ. 2535-2546 พบว่า เกิดการแพร่กระจายอย่างรวดเร็วของพืชน้ำขนาดใหญ่ ซึ่งเกือบทั้งหมดเป็นสาหร่ายหนาม (*Najas* sp.) หลังจากสาหร่ายหนามแพร่กระจายเป็นบริเวณกว้างจะพบสาหร่ายสีเขียวขนาดใหญ่ (*Cladophora*) เจริญเติบโตปกคลุมสาหร่ายหนาม ครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้างด้วย นอกจากนี้ในบางพื้นที่ของทะเลสาบตอนกลางพบแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม *Spirogyra* เพิ่มจำนวนอย่างผิดปกติในทะเลหลวง ครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง แพลงก์ตอนพืชกลุ่มดังกล่าวมีการเกาะกันเป็นก้อนสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (กลุ่มงานวิจัยระบบ และการจัดการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, 2547)

รัฐชา (2546) ศึกษาปริมาณและการแพร่กระจายของธาตุอาหารพืชที่ส่งผลต่อการเกิดยูโทรฟิเคชันในอ่างเก็บน้ำบางพระ จังหวัดชลบุรี พบแพลงก์ตอนพืชสกุล *Aulacoseira* ซึ่งอยู่ในดิวิชันโครโมไฟตา (Division Chromophyta) เป็นแพลงก์ตอนสกุลเด่นที่พบมากในอ่างเก็บน้ำบางพระ พบมากในเดือนมิถุนายนและพฤศจิกายน พ.ศ. 2544 และเดือนมกราคม พ.ศ. 2545 จนสามารถกล่าวได้ว่าช่วงเวลาดังกล่าวเกิดปรากฏการณ์การบลูมของแพลงก์ตอนพืชขึ้น

ลานทอง และคณะ (2548) ทำการศึกษาความหลากหลาย การกระจาย และนิเวศวิทยาเชิงประชากรของแพลงก์ตอนในแนวลึก ในอ่างเก็บน้ำดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2546 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2447 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 7 ดิวิชั่น 66 สกุล 185 ชนิด แพลงก์ตอนพืชเด่นที่พบคือ *Anabaena* sp. , *Aulacoseira granulate* (Ehrenberg) Ralfs และ *Microcystis auruginosa* Kutzing

กันทนา และคณะ (2552) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของภาพแบบการใช้พื้นที่และกิจกรรมของมนุษย์ต่อคุณภาพน้ำบางประการ และความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในกว๊านพะเยา จังหวัดพะเยา ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึง กันยายน พ.ศ. 2551 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 3 ดิวิชัน 30 ครอบครัว 65 สกุล โดยอยู่ในดิวิชัน Cyanophyta 4 ครอบครัว 9 สกุล ดิวิชัน Chlorophyta 10 ครอบครัว 29 สกุล ดิวิชัน Chromophyta 16 ครอบครัว 27 สกุล โดยแพลงก์ตอนที่พบในทุกจุดเก็บตัวอย่างคือ *Microcystis* sp. และ *Anabaena* sp.

วันชัย (2551) ศึกษาสภาวะการเกิดยูโทรพิเคชันของแหล่งน้ำชุมชน พบว่าปริมาณฝนเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดภาวะยูโทรฟิเคชั่นของแหล่งน้ำ ที่มีสาเหตุมาจากการชะล้างหน้าดินและการไหลบ่าของน้ำฝนจากพื้นที่ชุมชนและพื้นที่เกษตรกรรมลงสู่แหล่งน้ำ จนทำให้แหล่งน้ำเป็นที่สะสมของตะกอนและสารแขวนลอยต่าง ๆ ในช่วงฤดูฝน ทำให้ปริมาณความเข้มข้นของ $P\text{-}PO_4^{3-}$ ของแหล่งน้ำสูง และจัดอยู่ในภาวะยูโทรฟิเคชั่น

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และก่อปัญหามากที่สุดในประเทศไทย คือ *Microcystis* โดยชนิดที่พบและมีรายงานไว้คือ *M. aeruginosa, M. viridis, M. ichthyoblabe* และ *M. wesenbergii* (Yongmanitchai *et al.,* 1991)

ยุวดี และจีรพร (2548) ได้ทำการศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่สร้างสารพิษในประเทศไทยในแหล่งน้ำ 70 แหล่ง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2545 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2547 พบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในสกุลที่มีการรายงานว่าสร้างสารพิษ 8 สกุล 16 ชนิด ชนิดที่พบบ่อยที่สุด ได้แก่ *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz) Seenayya & Subba และ *Microcystis auruginosa* Kutzing นอกจากนี้ยังพบว่าคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่พบสาหร่ายดังกล่าว เมื่อจัดตามระดับความมากน้อยของสารอาหาร พบว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีสารอาหารน้อยถึงปานกลางจนถึงมีสารอาหารมาก สำหรับสาหร่าย *Microcystis auruginosa* Kutzing ซึ่งเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่เป็นพิษนั้น คมสัน และคณะ (2552) กำลังทำการศึกษาวิธีการควบคุมและกำจัดสาหร่ายและสารพิษดังกล่าวโดยวิธีการทางชีวภาพ

เนื่องจากการเกิดยูโทรฟิเคชั่นอย่างมากในอ่างเก็บน้ำลำตะคองในปี พ.ศ. 2541 นพรัตน์ (2546) จึงได้ทำการศึกษาการแพร่กระจายของสาหร่ายพิษสีเขียวแกมน้ำเงิน *Microcystis* และคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2543-2544 และพบสาหร่ายกลุ่มไซยาโนแบคทีเรียที่เป็นพิษ 9 ชนิด ได้แก่ *M. auruginosa* Kutzing, *M. weesenbergii* komarek, *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz) Seenayya & Subba, *Aphanizomenon* sp., *Anabaena catenula (*kg*.)* Born et Flah., *Anabaena aphanizomenoides* Forti, *Anabaena spiroides* Kelbahn, *Anabaena* sp. และ *Lyngbya* sp. โดยพบ *M. auruginosa* น้อยที่สุด และมีจำนวนเพิ่มขึ้นในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2544 ขณะที่ *C. raciborskii* เป็นสาหร่ายที่พบตลอดในช่วงการตรวจติดตาม สามารถวัดได้มากที่สุดในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2543 ประมาณ 673 เซลล์ต่อมิลลิลิตร นอกจากนี้ในการตรวจสอบดังกล่าวพบว่าคุณภาพน้ำของแม่น้ำลำตะคอง ในการจัดคุณภาพน้ำประเภทสารอาหารพบว่าอยู่ในประเภท mesotrophic และจัดอยู่ในประเภทที่ 2-3 (ดี-พอใช้) เมื่อเทียบกับมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน

หลังจากปี พ.ศ. 2541 ปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่นก็ยังเกิดขึ้นบ่อยๆ ในอ่างเก็บน้ำลำตะคอง ดังที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2550 (ภาพที่ 2.7)

ภาพที่ 2.7 การเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่นในอ่างเก็บน้ำลำตะคอง เดือนกันยายน พ.ศ. 2550