

การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำ ลำปลายมาศ อำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา ณภัทร น้อยน้ำใส

The Development of Mathematical Model for Evaluation Water Quality in Lam Plai Mat Reservoir; Seong Sang District, Nakhon Ratchasima Province Napat Noinumsai

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 30000

Corresponding author. E-mail address: noinumsai@hotmail.com (N. Noinumsai)

Received 26 March 2009; accepted 15 December 2009

บทคัดย่อ

การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำลำปลายมาศ อำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา เก็บตัวอย่างน้ำในช่วง 12 เดือน ๆ ละ 1 ครั้ง ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2545 - ตุลาคม 2546 จากอ่างเก็บน้ำลำปลายมาศ จำนวน 4 จุด การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการผันแปรของคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำกับระบบนิเวศของอ่างเก็บน้ำ อิทธิพลของปัจจัยทางกายภาพ เคมี และชีวภาพที่มีศักยภาพต่ออัตราการผลิตเบื้องต้น และประยุกต์ใช้แบบจำลองประเมินคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำลำปลายมาศ พบว่าระบบนิเวศแหล่งน้ำ ล้วนมีพื้นฐานทางพื้นที่ผิว และความสัมพันธ์ของน้ำแปรผันตามฤดูกาล ปริมาณออกซิเจนละลายแปรผันตามค่าการนำไฟฟ้า ความขุ่น และความเป็นกรด บีโอดี แปรผันตามอุณหภูมิและไนโตรเจนอินทรีย์ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน แปรผันตามมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรูปคลอโรฟิลล์ เอ และความเป็นต่าง โคลิฟอร์มแบคทีเรียแปรผันตามค่าการนำไฟฟ้า มวลชีวภาพในรูปคลอโรฟิลล์ เอ แปรผันตามความเข้มข้นของฟอสฟอรัสละลายรวม และความขุ่นของน้ำ จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณลำไชงที่ไหลผ่านพื้นที่เกษตรกรรม ท่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ ก่อนไหลลงอ่างเก็บน้ำลำปลายมาศ พบไนโตรเจนอินทรีย์มีปริมาณสูงสุด 0.47 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัสละลายรวมสูงสุด 0.009 มิลลิกรัมต่อลิตร จุดเก็บที่ 3 บริเวณใกล้ชายหาดที่นักท่องเที่ยวลงเล่นน้ำ สำรวจพบมวลชีวภาพสูงสุด 0.016 มิลลิกรัมต่อลิตร พบแพลงก์ตอนพืชกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสามารถจำแนกได้ 12 สกุล 20 สปีชีส์ สาหร่ายสีเขียว 22 สกุล 42 สปีชีส์ สาหร่ายกลุ่มยูกลีโนยด์ จำแนกได้ 3 สกุล 4 สปีชีส์ แพลงก์ตอนพืชที่บ่งชี้สภาวะน้ำเสีย ได้แก่ *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria* sp. และ *Gloeotrichia* sp. เป็นต้น ค่าการนำไฟฟ้ามีอิทธิพลต่อปริมาณออกซิเจนละลายมากที่สุด อุณหภูมิของน้ำมีอิทธิพลต่อบีโอดีมากที่สุด คลอโรฟิลล์ เอ มีอิทธิพลต่อปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมากที่สุด ค่าการนำไฟฟ้ามีอิทธิพลต่อปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย อัตราการเพิ่มขึ้น และลดลงของผลผลิตเบื้องต้นในรูปคลอโรฟิลล์ เอ สัมพันธ์กับปริมาณฟอสฟอรัสละลายรวม และความขุ่นของน้ำ ปัจจัยภายนอกที่มีอิทธิพลต่อปริมาณความสกปรก คือ ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำและปริมาณน้ำที่ไหลออกจากอ่าง แบบจำลองคณิตศาสตร์ ซึ่งพิจารณาสมการปัจจัยจำกัดในการส่งเสริมอัตราการผลิตเบื้องต้นในรูปคลอโรฟิลล์ เอ คือ ฟอสฟอรัสละลาย และแอมโมเนีย-ไนโตรเจน สามารถแสดงสมการถดถอยเชิงเส้นตรง และสัมประสิทธิ์การถดถอย คือ Chlorophyll a = -0.105 + 0.405 Phosphorus + 0.260 Turbidity และ Ammonia = 0.138 + 0.275 Chlorophyll a - 6.437 E-02 Alkalinity แบบจำลองสมการอนุรักษ์มวลสาร คือ

$$G_1(TIN) = [(K_1 * T) + (K_1 * T^2)] * \frac{[1 - C_1]}{C_{max_1}} * \frac{(e^{-I_0})}{K_H} * \exp\left\{-\left(\frac{I_0}{I_s}\right) * \exp(-K_H) - \exp\left(-\frac{I_0}{I_s}\right) * \left[\frac{(C_4)}{K_n + C_4} * \left[\frac{(C_5)}{K_p + C_5}\right]\right]\right\}$$

โดยที่ T คือ อุณหภูมิของน้ำ C₁ คือ ความเข้มข้นเฉลี่ยความเค็ม C₄ คือ ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน C₅ คือ ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส และ C_{max₁} คือ ความเข้มข้นของแพลงก์ตอนพืชสูงสุด

คำสำคัญ: อ่างเก็บน้ำลำปลายมาศ; แบบจำลองทางคณิตศาสตร์; น้ำเสีย

Abstract

The Development of mathematical model for evaluation water quality in Lam Plai Mat reservoir; Seong Sang district, Nakhon Ratchasima province has been investigated from 4 sampling points by 12 months, each 1 sampling has been collected every month during November 2002 - October 2003. All samplings were from 4 sampling points. This study aims to study the variation of physical, chemical and biological factors of water quality, the environment factors impacts to primary products potential and applied the model for evaluate the water quality of Lam Plai Mat reservoir. The results of this research found that ecosystem of reservoir; morphology, surface area and depth varied seasonally. Dissolved oxygen was varied by the conductivity, turbidity and acidity of water. The BOD of water was varied by temperature and organic nitrogen. Ammonia - nitrogen was varied by biomass of chlorophyll a and alkalinity. Total coliform bacteria was varied by conductivity of water. The biomass of chlorophyll a was varied by total dissolved phosphorus concentration and turbidity of water. Sampling point No.4 was inlet of this reservoir passing the agriculture area and range land before flow into Lam Plai Mat reservoir found that the peak of organic nitrogen was 0.47 mg/l and total dissolved phosphorus concentration was 0.009 mg/l. Sampling point No.3 was nearby recreation area found the biomass was 0.016 mg/l. Phytoplankton found a total of 12 genera 20 species of Blue green algae, 22 genera 42 species of green algae and 3 genera 4 species of Euglenoids. Phytoplankton can be attributed to polluted water; such as *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria* sp. and *Gloeotrichia* sp.. The dissolved oxygen had been

influenced by conductivity. BOD of water had been influenced by temperature. Ammonia-nitrogen had been influenced by chlorophyll a. Coliform bacteria had been influenced by conductivity. Primary product of chlorophyll a had been influenced by total dissolved phosphorus. And Primary product of chlorophyll a had been influenced by turbidity of water. The external factors such as volume of water and quantity of water that flow out reservoir influence BOD loading. This model had been applied from conservation of mass equation with regression coefficient and multiple linear regression founded that primary product of chlorophyll a had been influenced by total dissolved phosphorus and ammonia - nitrogen were as Chlorophyll a = $-0.105 + 1.405 \text{ Phosphorus} + 0.260 \text{ Turbidity}$ and Ammonia = $0.138 + 0.275 \text{ Chlorophyll a} - 6.437 \text{ E-02 Alkalinity}$. The conservation model of mass equation with regression coefficient of chemical and biological factors showed the phytoplankton growth as in the following:

$$G_1(T \text{ I N}) = [(K_1 * T) + (K_1 * T^2)] * [1 - C_1] * \left(\frac{e}{C_{\max_1} K_c H} \right) \left[\exp \left\{ - \left(\frac{I_0}{I_s} \right) * \exp(-K_c H) \right\} - \exp \left(- \frac{I_0}{I_s} \right) \right] * \left[\frac{(C_4)}{K_n + C_4} \right] * \left[\frac{(C_5)}{K_p + C_5} \right]$$

Where: T as water temperature, C_1 as salinity concentration, C_4 as ammonia-nitrogen concentration, C_5 as phosphorus concentration and $C_{\max_1}$ as phytoplankton concentration.

Keywords: Lam Plai Mat reservoir; Mathematical model; Polluted water

บทนำ

อ่างเก็บน้ำลำปายมาตจัดเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่สำคัญแห่งหนึ่ง โดยที่กรมชลประทานสร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำของประชาชน ตั้งอยู่ในเขตอำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา สร้างเสร็จเมื่อปี พ.ศ. 2533 เป็นโครงการชลประทานขนาดใหญ่ สามารถกักเก็บน้ำได้ 98 ล้านลูกบาศก์เมตร มีพื้นที่รับประโยชน์ทั้งหมด 56,875 ไร่ ประกอบด้วยลำน้ำสายสำคัญ ๆ ได้แก่ ลำมาต ลำเพียก ชับอ่างทอง ลำพิไร ห้วยมะไฟ และห้วยไซกง ซึ่งครอบคลุมพื้นที่อำเภอเสิงสาง และอำเภอบัวรี จังหวัดนครราชสีมา กำเนิดจากเทือกเขาในเขตอุทยานแห่งชาติทับลานสภาพลำน้ำเป็นต้นน้ำลำธารเขตภูเขาสูง สภาพดินสามารถดูดซับน้ำได้น้อย การชะล้างหน้าดินสูงทำให้เกิดการดินเซินของแหล่งน้ำ ความต้องการใช้ประโยชน์ร่วมกันของอ่างเก็บน้ำลำปายมาตมีหลายประการ ได้แก่ การใช้น้ำสำหรับครัวเรือน การใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูก การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและจับสัตว์น้ำ การใช้เป็นที่พักน้ำของสัตว์ การลงเล่นน้ำและอาบน้ำของนักท่องเที่ยว เป็นต้น กิจกรรมดังกล่าวส่งผลให้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำสกปรกเน่าเสีย การปนเปื้อนสารอินทรีย์และอนินทรีย์ซึ่งจะมีผลกระทบต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำ สุขภาพอนามัยประชาชนและสัตว์เลี้ยง และการพัฒนาอ่างเก็บน้ำลำปายมาตสำหรับประชาชนและนักท่องเที่ยวในฤดูร้อน การใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่ยังคงค่อนข้างจำกัดและขาดการจัดการสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อม เช่น น้ำเสีย การแพร่ระบาดของวัชพืช และการแพร่กระจายของโรคติดต่อ ที่มีน้ำเป็นสื่อเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์เลี้ยง เป็นต้น จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นจำเป็นต้องใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำลำปายมาต มีเป้าหมายเพื่อหาแนวทาง และวิธีการจัดการสภาพแวดล้อมให้อ่างเก็บน้ำสามารถอำนวยประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพอย่างยั่งยืน ตามสมรรถนะการยอมรับได้ของแหล่งน้ำ ภายใต้เงื่อนไขของท้องถิ่น โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อกำหนด องค์ประกอบที่มีความสำคัญต่อการจัดการสภาพแวดล้อมแหล่งน้ำ ศึกษาความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อศึกษาวิเคราะห์หาแนวทางการจัดการสภาพแวดล้อม แหล่งน้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเป็นการนำแนวทางการจัดการที่ได้สู่การปฏิบัติ การดำเนินการวิจัยประกอบด้วย การพัฒนาแนวคิดแบบจำลองระบบนิเวศ กำหนดองค์ประกอบ พารา

มิตารวจ และการพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญในระบบนิเวศอ่างเก็บน้ำ จากสภาพจริงในช่วงระยะเวลา 1 ปี ประกอบกับการศึกษาทดลองในห้องปฏิบัติการ เพื่อนำข้อมูลมาประเมินความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ และทำการวิเคราะห์หาแนวทางการจัดการสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงผลประโยชน์สูงสุดที่ได้รับจากแหล่งน้ำ การศึกษาวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาสภาพพื้นที่รับน้ำ ลักษณะอุทกวิทยา คุณสมบัติของน้ำทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ ทรัพยากรชีวภาพในแหล่งน้ำ และนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาจัดกระทำด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ โดยการประมวลสรุปผลจากการศึกษาในประเด็นต่าง ๆ มาแสดงความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ระบบนิเวศแหล่งน้ำ ประกอบการพิจารณาหาแนวทางและวิธีการจัดการสภาพแวดล้อมอ่างเก็บน้ำลำปายมาต

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

สถานที่และช่วงเวลาเก็บตัวอย่างน้ำ

เก็บตัวอย่างในอ่างเก็บน้ำลำปายมาต จำนวน 4 จุด ได้แก่ จุดทางน้ำเข้า (Inflows) จำนวน 2 จุด จุดกึ่งกลาง (Central) ใกล้บริเวณนักท่องเที่ยวลงเล่นน้ำ จำนวน 1 จุด และจุดระบายน้ำออก (Outflows) จำนวน 1 จุด ทำการเก็บตัวอย่างทุกเดือน ๆ ละ 1 ครั้ง ช่วงเวลา 12 เดือน ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2545 ถึงเดือนตุลาคม 2546 ด้วยวิธีแยกเก็บ (Grab sampling) แต่ละจุดทำการสุ่มเก็บตัวอย่างที่ระดับความลึกต่างกันที่สอดคล้องกับพารามิเตอร์ที่ศึกษา ได้แก่ ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียเก็บที่ระดับความลึกจากผิวน้ำ 30 เซนติเมตร มวลชีวภาพเบื้องต้น (สำหรับสีเขียวและสีเขียวแกมน้ำเงิน) เก็บที่ทุก ๆ ระดับความลึก 1 เมตรจนถึงระดับแสงส่องถึง และพารามิเตอร์ที่เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีทำการเก็บตัวอย่างที่ระดับกึ่งกลางความลึกของแหล่งน้ำในแต่ละจุด

การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำตามค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของน้ำ ใช้วิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำ (HPHA.AWWA.WPCF, 1992) ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพทันทีที่สถานที่เก็บตัวอย่าง ได้แก่ อุณหภูมิ (Temperature) ใช้เทอร์โมมิเตอร์ ค่าความขุ่น

นำไฟฟ้า (Conductivity) ใช้เครื่องมือ Conductivity meter ยี่ห้อ HACH ของแข็งแขวนลอยรวม (Total Suspended Solid) วิเคราะห์โดยการกรองผ่านกระดาษกรอง Whatman GF/C เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.7 เซนติเมตร การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี ได้แก่ ออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen) วิเคราะห์ทันทีในภาคสนาม โดยวิธี Azide modification of iodometric method สำหรับพารามิเตอร์ทางเคมีที่ทำ การรักษาสภาพน้ำไว้ในภาชนะรักษาอุณหภูมิที่ 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำกลับมากำหนดการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ได้แก่ กรด - ด่าง (pH) วิเคราะห์ด้วยเครื่อง pH meter โดยทำการวิเคราะห์ทันทีเมื่อถึงห้องปฏิบัติการ บีโอดี (Biochemical oxygen demand) วิเคราะห์โดยวิธี Azide modification of iodometric method ไนโตรเจนรวม (TKN) วิเคราะห์โดยวิธี Kjeldahl method ไนเตรต - ไนโตรเจน (Nitrate - nitrogen) วิเคราะห์โดยวิธีเทียบสีด้วยสาร Sodium salicylate จับไนเตรตให้ได้สีเหลือง แล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ฟอสฟอรัสละลายรวม (Total filterable phosphorus) วิเคราะห์โดยวิธี Ascorbic acid method การวิเคราะห์คลอโรฟิลล์ เอ (Chlorophyll a) เก็บตัวอย่างน้ำด้วย Water sample จำนวน 10 ลิตร ที่กรองผ่านถุงเก็บแสงที่ตอนขนาดตาข่าย 10 ไมครอน แล้วรวบรวมตัวอย่างที่กรองได้รักษาไว้ในขวดแก้วด้วยน้ำยาถูกลูกลเพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย ความถี่ (Frequency) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) สัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression coefficient) สมการถดถอยเชิง

เส้นตรงแบบ Multiple linear regression การหาสมการถดถอยเชิงเส้นที่เหมาะสม ซึ่งเป็นเส้นถดถอยที่ก่อให้เกิดค่าคลาดเคลื่อนรวมกันน้อยที่สุด ใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (least squares method) ได้มาโดยวิธี Matrix method โดยคัดเลือกตัวแปรอิสระแบบ Stepwise และสมการแบบ Conservation of mass equation ข้อมูลดังกล่าวคำนวณจากโปรแกรมสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์

ผลการศึกษา

การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำ การผันแปรของคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำกับระบบนิเวศ อิทธิพลของปัจจัยทางกายภาพ เคมี และชีวภาพที่มีศักยภาพในการผลิตเบื้องต้น ดัชนีที่ใช้ในการประเมินศักยภาพในการผลิตเบื้องต้นของอ่างเก็บน้ำลำปลายมาศ สรุปได้ดังนี้

1. ระบบนิเวศที่เป็นปัจจัยภายนอก

ระบบนิเวศแหล่งน้ำอ่างเก็บน้ำลำปลายมาศมีพื้นฐานวิทยาแผ่นดินตามฤดูกาล การใช้ประโยชน์ที่ดินตอนบนของพื้นที่ศึกษาเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารป่าไม้ค่อนข้างสมบูรณ์ ทำให้มีน้ำไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำลำปลายมาศอย่างต่อเนื่อง บริเวณพื้นที่ลำโขงไหลผ่านตอนล่างมีสภาพป่าเสื่อมโทรม พื้นที่ตอนล่างถูกใช้ประโยชน์ทางการเกษตรและเป็นที่ตั้งชุมชน มีสภาพเป็นเนินเขาลอนต่ำ เป็นแหล่งท่องเที่ยวทางน้ำที่สำคัญทำให้มีการทิ้งมวลสารลงสู่อ่างเก็บน้ำ รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าพารามิเตอร์ที่เป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมภายนอกของระบบนิเวศอ่างเก็บน้ำ

ช่วงเวลา	ปัจจัยสิ่งแวดล้อมภายนอก				
	เดือน	พ.ศ.	ปริมาณน้ำ ($\times 10^6 \text{ m}^3$)	อุณหภูมิ องศา ซ.	ความเข้มแสง LUX / day
พฤศจิกายน	2545	83.690	27.65	76,203	3.50
ธันวาคม	2545	85.660	26.75	112,138	2.77
มกราคม	2546	78.710	23.25	82,450	1.97
กุมภาพันธ์	2546	71.700	25.50	96,725	2.84
มีนาคม	2546	63.700	29.00	64,975	2.59
เมษายน	2546	56.890	30.75	121,950	2.31
พฤษภาคม	2546	54.820	29.75	100,675	2.06
มิถุนายน	2546	54.820	28.63	116,175	3.05
กรกฎาคม	2546	53.410	29.00	99,250	2.89
สิงหาคม	2546	51.980	29.25	61,100	2.66
กันยายน	2546	66.894	27.88	98,900	2.38
ตุลาคม	2546	86.600	26.00	50,925	2.58
เฉลี่ยตลอดปี		72.851	27.71	90,122	2.63

2. คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำลำปลายมาศ

คุณสมบัติของน้ำพบว่า ออกซิเจนละลายแปรผันตามค่าการนำไฟฟ้า ความขุ่น และความเป็นกรด ปริมาณความสกปรกในรูป บีโอดี แปรผันตามอุณหภูมิและไนโตรเจนอินทรีย์ แอมโมเนีย-ไนโตรเจนแปรผันตามอัตรามวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรูปคลอโรฟิลล์ เอ และความเป็นด่าง ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียแปรผันตามค่าการนำไฟฟ้า อัตรามวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรูปคลอโรฟิลล์ เอ แปรผันตามปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสละลายรวมและความขุ่นของน้ำ จุดเก็บที่ 4 ช่วงที่ลำเชียงไกรไหล

ผ่านพื้นที่เกษตรกรรมและเลี้ยงสัตว์เลี้ยงพบไนโตรเจนอินทรีย์มีปริมาณสูงสุดวัดได้ 0.47 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัสละลายรวมสูงสุดวัดได้ 0.009 มิลลิกรัมต่อลิตร จุดเก็บที่ 3 บริเวณใกล้หาดที่นักท่องเที่ยวลงเล่นน้ำพบมวลชีวภาพสูงสุดวัดได้ 0.016 มิลลิกรัมต่อลิตร พบแพลงก์ตอนพืชกลุ่มสาหร่ายสีเขียว 22 สกุล 42 สปีชีส์ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจำแนกได้ 12 สกุล 20 สปีชีส์ สาหร่ายบ่งชี้สภาพน้ำเสียที่พบ ได้แก่ *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria* sp. และ *Gloeotrichia* sp. รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าความเข้มข้นของมวลสารและมวลชีวภาพของพารามิเตอร์บ่งชี้คุณภาพน้ำ

ช่วงเวลา	พารามิเตอร์บ่งชี้คุณภาพน้ำ					
เดือน	พ.ศ.	DO	BOD	NH ₃ -N	TP	Chlorophyll a
		(mg / l)	(mg / l)	(mg / l)	(mg / l)	(mg Chl a / m ³)
พฤศจิกายน	2545	2.03	6.86	0.10	0.008	0.859
ธันวาคม	2545	3.76	6.96	0.17	0.007	0.437
มกราคม	2546	4.03	7.92	0.29	0.007	0.423
กุมภาพันธ์	2546	6.13	8.97	0.26	0.002	1.340
มีนาคม	2546	3.55	8.65	0.30	0.008	1.060
เมษายน	2546	3.78	6.36	0.30	0.013	1.498
พฤษภาคม	2546	3.91	5.64	0.16	0.011	0.446
มิถุนายน	2546	6.36	6.22	0.41	0.009	0.094
กรกฎาคม	2546	5.42	6.53	0.20	0.011	0.758
สิงหาคม	2546	4.63	5.83	0.20	0.009	0.129
กันยายน	2546	5.33	5.88	0.07	0.008	0.532
ตุลาคม	2546	3.42	7.10	0.20	0.008	2.061
เฉลี่ยตลอดปี		4.38	6.91	0.22	0.010	0.800

3. ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพน้ำ

3.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณออกซิเจนละลายมากที่สุด คือ ค่าการนำไฟฟ้า รองลงมา ได้แก่ ความขุ่น และความเป็นกรด แสดงด้วยสมการเส้นตรง ดังนี้

$$DO = 6.262 - 0.518 \text{ Turbidity} + 7.008 \text{ E} - 02 \text{ Conductivity} - 7.344 \text{ Acidity}$$

สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุ (R^2) เท่ากับ 0.651 หมายความว่า สมการถดถอยนี้สามารถอธิบายการกระจายได้ ร้อยละ 65.10 หรือค่าการนำไฟฟ้า ความขุ่น และความเป็นกรด มีอิทธิพลต่อปริมาณออกซิเจนละลาย ร้อยละ 65.10

3.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณความสกปรกในรูป BOD มากที่สุด คือ อุณหภูมิของน้ำ รองลงมา ได้แก่ ไนโตรเจนอินทรีย์ แสดงด้วยสมการเส้นตรง ดังนี้

$$BOD = 17.497 - 0.347 \text{ Temperature} - 2.694 \text{ Organic Nitrogen}$$

สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุ (R^2) เท่ากับ 0.584 หมายความว่า สมการถดถอยนี้สามารถอธิบายการกระจายได้ ร้อยละ 58.40 หรืออุณหภูมิและไนโตรเจนอินทรีย์ มีอิทธิพลต่อปริมาณความสกปรกของน้ำในรูปบีโอดี ร้อยละ 58.40

3.3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในแหล่งน้ำมากที่สุด คือ คลอโรฟิลล์ เอ และความเป็นด่างของน้ำในอ่างเก็บน้ำ แสดงด้วยสมการเส้นตรง ดังนี้

$$\text{Ammonia} = 0.138 + 0.275 \text{ Chlorophyll a} - 6.437 \text{ E} - 02 \text{ Alkalinity}$$

สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุ (R^2) เท่ากับ 0.212 หมายความว่า สมการถดถอยนี้สามารถอธิบายการกระจายได้ ร้อยละ 21.20 หรือคลอโรฟิลล์ เอ และความเป็นด่างของน้ำ มีอิทธิพลต่อปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในแหล่งน้ำ ร้อยละ 21.20

3.4 ค่าการนำไฟฟ้ามีอิทธิพลต่อปริมาณความสกปรกของน้ำในรูปโคลิฟอร์มแบคทีเรีย แสดงด้วยสมการเส้นตรง ดังนี้

$$\text{Coliform bacteria} = 584.934 - 11.853 \text{ Conductivity}$$

สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุ (R^2) เท่ากับ 0.048 หมายความว่า สมการถดถอยนี้สามารถอธิบายการกระจายได้ ร้อยละ 4.80 หรือค่าการนำไฟฟ้ามีอิทธิพลต่อปริมาณความสกปรกของน้ำในรูปโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ร้อยละ 4.80

3.5 อัตราการเพิ่มขึ้นและลดลงของผลผลิตเบื้องต้นในรูปคลอโรฟิลล์เอขึ้นอยู่กับปริมาณฟอสฟอรัสละลายรวม และความขุ่นของน้ำ แสดงด้วยสมการเส้นตรง ดังนี้

$$\text{Chlorophyll a} = -0.105 + 1.405 \text{ Phosphorus} + 0.260 \text{ Turbidity}$$

สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุ (R^2) เท่ากับ 0.183 หมายความว่า สมการถดถอยนี้สามารถอธิบายการกระจายได้ ร้อยละ 18.30 หรือปริมาณฟอสฟอรัสละลายรวม และความขุ่นของน้ำมีอิทธิพลต่ออัตราการเพิ่มขึ้นและลดลงของผลผลิตเบื้องต้นในรูปคลอโรฟิลล์เอ ร้อยละ 18.30

4. ปัจจัยสิ่งแวดล้อมภายนอกปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำและปริมาณน้ำที่ไหลออกจากอ่างเก็บน้ำ

4.1 ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำและปริมาณน้ำที่ไหลออกจากอ่างเก็บน้ำปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ แสดงด้วยสมการเส้นตรง ดังนี้

$$BOD = -2.079 + 9.590 \text{ E} - 02 \text{ ปริมาณน้ำในอ่าง} + 0.347 \text{ ปริมาณน้ำไหลออกจากอ่าง}$$

สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุ (R^2) เท่ากับ 0.103 หมายความว่า สมการถดถอยนี้สามารถอธิบายการกระจายได้ ร้อยละ 10.30 หรือปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำและปริมาณน้ำที่ไหลออกจากอ่างเก็บน้ำมีอิทธิพลต่อปริมาณความสกปรกของน้ำในรูปบีโอดี ร้อยละ 10.30

4.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับประเมินคุณภาพน้ำ ความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ที่เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำและดัชนีบ่งชี้ระบบนิเวศแหล่งน้ำ โดยภาพรวมสามารถแสดงสมการความคมปรากฏการณ์ได้โดยการคิดสมมูลของมวลสาร หรือมวลชีวภาพในรูปสมการเชิงอนุพันธ์ ดังนี้

$$\begin{aligned} D(Vci) / dt &= VdCi / dt + CidV / dt = Wi - CiQ + SiV \\ \text{หรือ} \quad dCi / dt &= 1 / V [Wi - CiQ - Ci dV / dt] + Si \end{aligned}$$

(1) (2) (3) (4)

โดยที่ Ci = มวลสารหรือมวลชีวภาพ i ต่อหน่วยปริมาตร (ML⁻³)

t = เวลา (t)

V = V(t) = ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ซึ่งผันแปรตามเวลา(L³)

Wi = Wi (t) = อัตราการถ่ายเทมวลสารที่เข้าสู่อ่างเก็บน้ำซึ่งผันแปรตามเวลา (Mt⁻¹)

Q = Q (t) = อัตราการไหลของน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำซึ่งผันแปรตามเวลา (L³ t⁻¹)

Si = อัตราการเกิดขึ้น (+) และหายไป (-) ของมวลสารต่อ

หน่วยปริมาตร ($ML^{-3} t^{-1}$)

เมื่อ เทอมที่ (1) คืออัตราการถ่ายเทมวลสารเข้าสู่อ่างเก็บน้ำ

เทอมที่ (2) คืออัตราการพัดพามวลสารออกจากอ่างเก็บน้ำ

เทอมที่ (3) คืออัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาตรน้ำ

เทอมที่ (4) คืออัตราการเกิดขึ้นและหายไปของมวลสารจากปฏิกิริยาชีวเคมี

4.2.1 การเปลี่ยนแปลงออกซิเจนละลาย แสดงด้วยสมการคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$S_8 = D_1 C_1 Y_8 + D_2 C_2 Y_9 + D_3 C_3 Y_{10} + D_4 C_4 Y_{11} + D_5 C_5 Y_{12} + Sb/H - G_1 C_1 Y_{13} - D_8 C_8$$

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8)

โดยที่ S_8 = ออกซิเจนละลาย (Dissolved oxygen)

เมื่อ เทอมที่ 1 คือการตายของแพลงก์ตอนพืช

เทอมที่ 2 คือการหายใจของมวลชีวภาพสัตว์น้ำ

เทอมที่ 3 คือการสลายตัวของไนโตรเจนอินทรีย์

เทอมที่ 4 คือการสลายตัวของแอมโมเนีย - ไนโตรเจน

เทอมที่ 5 คือการสลายของบีโอดี

เทอมที่ 6 คือการใช้ออกซิเจนจากตะกอนก้นท้องน้ำ

เทอมที่ 7 คือการให้ออกซิเจนด้วยกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำ

เทอมที่ 8 คือการทดแทนออกซิเจนละลายจากบรรยากาศ

4.2.2 การเปลี่ยนแปลงบีโอดี (BOD) แสดงด้วยสมการคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$S_7 = D_1 C_1 Y_6 + D_2 C_2 Y_7 + P_1 C_1 Y_6 + G_2 C_2 Y_7 + D_7 C_7$$

(1) (2) (3) (4) (5)

โดยที่ S_7 = ปริมาณความสกปรกในรูปบีโอดี (BOD)

Y_6 = เป็นสัดส่วนโดยน้ำหนักของ BOD ต่อมวลชีวภาพในรูปคลอโรฟิลล์ เอ

Y_7 = เป็นสัดส่วนโดยน้ำหนักของ BOD ต่อมวลชีวภาพสัตว์น้ำ

D_7 = สัมประสิทธิ์การหายไปของ BOD และ

$$D_7 = a_6 * (1.047^{(T-20)})$$

เมื่อ a_6 = ค่าสัมประสิทธิ์การหายไปของ BOD ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

เทอมที่ 1 คือการตายของแพลงก์ตอนพืช

เทอมที่ 2 คือการหายใจของมวลชีวภาพสัตว์น้ำ

เทอมที่ 3 คือการคายกากแพลงก์ตอนพืชที่สัตว์น้ำบริโภค

เทอมที่ 4 คือการสลายตัวของสัตว์น้ำและจุลินทรีย์

เทอมที่ 5 คือการตกจม

4.2.3 การเปลี่ยนแปลงของโคลิฟอร์มแบคทีเรียในอ่างเก็บน้ำ แสดงด้วยสมการคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$S_9 = - D_9 C_9$$

โดยที่ S_9 = อัตราการเกิดขึ้นและหายไปของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

เมื่อ D_9 = เป็นสัมประสิทธิ์การตายของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

D_9 = แปรผันตามอุณหภูมิ น้ำแสดงด้วยสมการ

$$D_9 = a_{18} a_{19}^{(T-20)}$$

C_9 = ความเข้มข้น

4.2.4 ปฏิกริยาที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลง แอมโมเนีย-ไนโตรเจน แสดงความสัมพันธ์ด้วยสมการคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$S_4 = D_3 C_3 + D_4 C_4 - G_1 C_1 P_{NH3} Y_3$$

(1) (2) (3)

โดยที่ S_4 = แอมโมเนีย - ไนโตรเจน (N_{H3} - Nitrogen)

เมื่อ เทอมที่ 1 คือการสลายตัวจากไนโตรเจนอินทรีย์

เทอมที่ 2 คือการสลายตัวไปเป็นไนเตรต-ไนโตรเจนด้วยกระบวนการ Nitrification

เทอมที่ 3 คือการถูกแพลงก์ตอนพืชใช้ในการเจริญเติบโต

4.2.5 อัตราการเปลี่ยนแปลงฟอสฟอรัสละลายรวมในน้ำ แสดงด้วยสมการคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$S_6 = D_1 C_1 Y_1 + D_2 C_2 Y_5 + P_1 C_1 C_2 Y_4 - G_1 C_1 Y_5 - G_1 C_1 Y_4 - C_6 S_6$$

(1) (2) (3) (4) (5) (6)

โดยที่ S_6 = ฟอสฟอรัสละลายรวม (Total filterable phosphorus)

เมื่อ เทอมที่ 1 คือการเผาผลาญอาหารและการตายของแพลงก์ตอนพืช

เทอมที่ 2 คือการเผาผลาญอาหารและการตายของสัตว์น้ำ

เทอมที่ 3 คือการคายกากแพลงก์ตอนพืชที่สัตว์น้ำบริโภค

เทอมที่ 4 คือการเป็นอาหารของสัตว์น้ำ

เทอมที่ 5 คือการถูกแพลงก์ตอนพืชเจริญเติบโต

เทอมที่ 6 คือการตกจมของกากตะกอน

4.2.6 อัตราการเกิดขึ้นและหายไปของมวลชีวภาพแพลงก์ตอนพืช แสดงด้วยสมการคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$S_1 = [G_1 (T, I, N) - D_1 (T) - U_1 (C_1) / H - P_1 (T, C_1, C_2)] * C_1$$

(1) (2) (3) (4)

โดยที่ S_1 = แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton)

เมื่อ เทอมที่ 1 คือสัมประสิทธิ์การเจริญของแพลงก์ตอนพืช

เทอมที่ 2 คือสัมประสิทธิ์การตายของแพลงก์ตอนพืช

เทอมที่ 3 คือการตกจมของแพลงก์ตอนพืช

เทอมที่ 4 คือสัมประสิทธิ์การถูกกินเป็นอาหารของสัตว์น้ำ

อภิปรายผลการศึกษา

คุณภาพน้ำทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำลำปลายมาศเฉลี่ยช่วง 12 เดือน ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2545 - ตุลาคม 2546 พบว่า อุณหภูมิของน้ำเฉลี่ย 27.71 องศาเซลเซียส จุดเก็บที่ 4 มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดวัดได้ 28.04 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คุณภาพน้ำเพื่อคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจัด กำหนดไว้อยู่ระหว่าง 23-32 องศาเซลเซียส (สถาบันประมงน้ำจืดแห่งประเทศไทย, 2530) อุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับความลึกของอ่างเก็บน้ำโดยจุดเก็บที่ 4 เป็นจุดที่มีความลึกเฉลี่ยตลอดปีเพียง 5.17 เมตร ทำให้ความร้อนแผ่กระจายได้ทั่วถึงทุกชั้นน้ำ จุดเก็บที่ 2 มีความลึกเฉลี่ยมากที่สุดเนื่องจากพื้นที่อ่างเก็บน้ำมีสภาพเป็นร่องน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ จุดเก็บที่ 4 ความลึกแสงส่องถึงเฉลี่ยที่ระดับ 2.63 เมตร ซึ่งเป็นบริเวณที่ลำไถกมไหลผ่านพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม และสารอาหารจากพื้นที่ทำการเกษตร จุดเก็บที่ 1 มีความขุ่นมากที่สุดเท่ากับ 3.99 NTU สาเหตุมาจากเกิดการปั่นป่วนของชั้นน้ำด้านล่างทำให้เกิดการพัดพาตะกอนท้องอ่างเก็บน้ำจากการระบายน้ำออก จุดเก็บที่ 4 มีปริมาณของแข็งละลายรวมสูงสุดเท่ากับ 20.17 มิลลิกรัมต่อลิตรของแข็งแขวนลอยรวมแต่ละจุดเก็บมีค่าใกล้เคียงกันเฉลี่ย 19.11 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยภาพรวมแล้วเป็นค่าที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน คุณภาพน้ำเพื่อคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจัดไว้น้อยกว่า 30 มิลลิกรัมต่อลิตร (สถาบันประมงน้ำจืดแห่งประเทศไทย, 2530) ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 41.26 ไมโครซีเมนตต่อเซนติเมตร จุดเก็บที่ 4 มีค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุดวัดได้ 42.95 ไมโครซีเมนตต่อเซนติเมตร คุณภาพน้ำมีสภาพน้ำจืดแสดงด้วยค่าความเค็มเฉลี่ย 0.00

พีพีที. ปริมาณคลอไรด์ในน้ำเฉลี่ย 0.52 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงให้เห็นการปนเปื้อนสิ่งปนเปื้อนจากสัตว์เลี้ยงและนักท่องเที่ยวทางน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เฉลี่ย 7.22 มีสภาพเป็นกลางค่อนข้างต่ำเล็กน้อย ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด กำหนดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 6 - 9 (สถาบันประมงน้ำจืดแห่งประเทศไทย, 2530) ความเป็นกรดรวมเฉลี่ย 0.42 มิลลิกรัมต่อลิตร (C_2CO_3) ความเป็นด่างรวมเฉลี่ย 0.94 มิลลิกรัมต่อลิตร (C_2CO_3) ออกซิเจนละลายเฉลี่ย 4.38 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด กำหนดไว้มากกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร (สถาบันประมงน้ำจืดแห่งประเทศไทย, 2530) ซึ่งเป็นค่าที่สูงกว่าเกณฑ์เล็กน้อย อาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำและการขยายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ บีโอดีเฉลี่ย 6.91 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นสภาวะที่สกปรกเกิดจากการย่อยสลายจุลินทรีย์ ซึ่งจัดเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ตามคู่มือการติดตามตรวจสอบและประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดผิวดินกำหนดไว้ไม่มากกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2546) แอมโมเนีย - ไนโตรเจน ($\text{NH}_3 - \text{N}$) เฉลี่ย 0.22 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นระดับที่ต่ำไม่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศของอ่างเก็บน้ำและการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ ปริมาณไนโตรเจนรวม (TKN) เฉลี่ย 0.63 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนเตรต - ไนโตรเจน ($\text{NO}_3 - \text{N}$) เฉลี่ย 0.018 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นค่าที่ต่ำกว่าระดับมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินไม่ควรเกิน 5.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณฟอสฟอรัสละลายรวมทั้งหมดเฉลี่ย 0.010 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งไม่มีผลกระทบต่อระบบนิเวศของอ่างเก็บน้ำ

ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มเฉลี่ย 115 MPN/100 มิลลิตร จุดเก็บที่ 2 พบมากที่สุด 155 MPN/100 มิลลิตร อาจเนื่องจากการย่อยสลายของพืชน้ำมีมากและมีการนำสัตว์เลี้ยงในบริเวณใกล้เคียงแหล่งน้ำ รวมทั้งนักท่องเที่ยวลงเล่นน้ำ รองลงมา ได้แก่ จุดเก็บที่ 3 เฉลี่ย 125 MPN/100 มิลลิตร เป็นจุดเก็บใกล้บริเวณลงเล่นน้ำของนักท่องเที่ยว จุดเก็บที่ 4 เฉลี่ย 115 MPN/100 มิลลิตร และจุดเก็บที่ 1 เฉลี่ย 64 MPN/100 มิลลิตร ซึ่งเป็นจุดที่มีค่าเฉลี่ยตลอดปีต่ำสุด ทั้งนี้เนื่องมาจากการหมุนเวียนของน้ำที่ระบายออกจากอ่างเก็บน้ำ ศักยภาพอัตราการผลิตเบื้องต้นในรูปคลอโรฟิลล์ เอ ของสาหร่ายที่มีผลต่อการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 0.80 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จุดเก็บที่ 4 มีอัตราการรับน้ำจากลำน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่ทำการเกษตร ตลอดจนมีการเลี้ยงสัตว์บริเวณใกล้เคียงน้ำในปริมาณค่อนข้างมาก รองลงมา ได้แก่ จุดเก็บที่ 3 เฉลี่ย 0.86 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จุดเก็บที่ 2 เฉลี่ย 0.63 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จุดเก็บที่ 1 เฉลี่ย 0.79 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อัตราการผลิตเบื้องต้นในรูป มวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์เฉลี่ยตลอดทั้งปีในอ่างเก็บน้ำลำปลายมาศเท่ากับ 0.0062 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยจุดเก็บที่ 3 มีอัตราการผลิตมวลชีวภาพเบื้องต้นสูงสุดเท่ากับ 0.0164 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นจุดเก็บใกล้บริเวณที่นักท่องเที่ยวลงเล่นน้ำ ซึ่งมีการใช้สารชักฟอกเป็นผลทำให้ฟอสเฟตจากสารชักฟอกเป็นปัจจัยจำกัดในการเจริญเติบโตของสาหร่าย ซึ่งเป็นห่วงโซ่อาหารให้แก่แพลงก์ตอนสัตว์และสัตว์น้ำอื่น ๆ ต่อไป รองลงมา ได้แก่ จุดเก็บที่ 4 เฉลี่ย 0.0053 มิลลิกรัมต่อลิตร สารอาหารของสาหร่ายอาจได้มาจาก การชะล้างปุ๋ยอินทรีย์จากพื้นที่เกษตรกรรมที่เป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพน้ำ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณออกซิเจนละลายมากที่สุด คือ ค่าการนำไฟฟ้า รองลงมา ได้แก่

ความขุ่น และความเป็นกรด แสดงด้วยสมการเส้นตรง ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อ BOD มากที่สุด คือ อุณหภูมิของน้ำ รองลงมา ได้แก่ ไนโตรเจนอินทรีย์ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนมากที่สุด คือ คลอโรฟิลล์ เอ และความเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้ามีอิทธิพลต่อปริมาณความสกปรกของน้ำในรูปโคลิฟอร์มแบคทีเรีย อัตราการเพิ่มขึ้นและลดลงของผลผลิตเบื้องต้นในรูปคลอโรฟิลล์ เอ ขึ้นอยู่กับปริมาณสารอาหารฟอสฟอรัสละลายรวม และความขุ่นของน้ำ ปัจจัยสิ่งแวดล้อมภายนอกที่มีอิทธิพลต่อความสกปรกของอ่างเก็บน้ำ ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ และปริมาณน้ำที่ไหลออกจากอ่าง

สรุปผลการศึกษา

ระบบนิเวศอ่างเก็บน้ำลำปลายมาศมีปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมวิทยาที่แปรผันตามฤดูกาล ศักยภาพภูมิอากาศเป็นไปตามสมดุลของธรรมชาติ การใช้ประโยชน์ที่ดินตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำลำปลายมาศเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารป่าไม้ค่อนข้างสมบูรณ์ ออกซิเจนละลายแปรผันตามค่าการนำไฟฟ้า ความขุ่น และความเป็นกรด บีโอดีแปรผันตามอุณหภูมิ และไนโตรเจนอินทรีย์ แอมโมเนีย-ไนโตรเจนแปรผันตามอัตรามวลชีวภาพในรูปคลอโรฟิลล์ เอ และความเป็นด่าง ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียแปรผันตามค่าการนำไฟฟ้า มวลชีวภาพในรูปคลอโรฟิลล์ เอ แปรผันตามความเข้มข้นของฟอสฟอรัสละลายรวม และความขุ่นของน้ำ สํารวจพบแพลงก์ตอนพืชกลุ่มสาหร่ายสีเขียว 22 สกุล 42 สปีชีส์ จำแนกได้ 12 สกุล 20 สปีชีส์ สาหร่ายพิษที่พบ ได้แก่ *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria* sp. และ *Gloeotrichia* sp. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการผลิตเบื้องต้นในรูปคลอโรฟิลล์ เอ คือ ฟอสฟอรัส และแอมโมเนีย - ไนโตรเจน ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณออกซิเจนละลาย คือ ค่าการนำไฟฟ้า ความขุ่น และความเป็นกรด ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อ BOD คือ อุณหภูมิ ไนโตรเจนอินทรีย์ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน คือ คลอโรฟิลล์ เอ และค่าความเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้ามีอิทธิพลต่อปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณความสกปรกของน้ำในอ่างเก็บน้ำ คือ ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ และปริมาณน้ำที่ไหลออกจากอ่างเก็บน้ำ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับประเมินคุณภาพน้ำ พิจารณาจากความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ที่เป็นดัชนีชี้คุณภาพน้ำและระบบนิเวศแหล่งน้ำ สามารถแสดงสมการความคุ้มครองปรากฏการณ์ด้วยมวลชีวภาพในรูปสมการเชิงอนุพันธ์ ดังนี้

$$D(Vci) / dt = VdCi / dt + CidV / dt = Wi - CiQ + SiV \text{ หรือ } dCi / dt = 1 / V [Wi - CiQ - Ci dV / dt] + Si$$

โดยที่ Ci = มวลสารหรือมวลชีวภาพ i ต่อหน่วยปริมาตร (ML^{-3})

$$t = \text{เวลา (t)}$$

$$V = V(t) = \text{ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ซึ่งผันแปรตามเวลา (L}^3\text{)}$$

$$Wi = Wi(t) = \text{อัตราการถ่ายเทมวลสารที่เข้าสู่อ่างเก็บน้ำซึ่งผันแปรตามเวลา (Mt}^{-1}\text{)}$$

$$Q = Q(t) = \text{อัตราการไหลของน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำซึ่งผันแปรตามเวลา (L}^3\text{ t}^{-1}\text{)}$$

$$Si = \text{อัตราการเกิดขึ้น (+) และหายไป (-) ของมวลสารต่อหน่วยปริมาตร (ML}^{-3}\text{ t}^{-1}\text{)}$$

ดัชนีที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำ ได้แก่ ออกซิเจนละลาย บีโอดี โคลิฟอร์มแบคทีเรีย แอมโมเนีย ฟอสฟอรัสละลายรวม และมวลชีวภาพ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนการวิจัย จากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ปีงบประมาณ 2547 ขอขอบพระคุณท่านรองศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร ฝอยพิกุล รองศาสตราจารย์ ประชา อินทร์แก้ว ที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจความถูกต้อง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชัย เหมะธูลีน ให้คำแนะนำด้านแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2546). คู่มือการติดตามตรวจสอบและประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดผิวดิน. กรุงเทพฯ : ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

จักรกฤษณ์ ไสยโชติ. (2542). การพัฒนารูปจำลองคณิตศาสตร์เพื่อใช้พยากรณ์การแพร่กระจายของดัชนีคุณภาพน้ำในทะเลสาบสงขลา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ปิยานุช โรจนวัชร. (2542). การพัฒนารูปจำลองคณิตศาสตร์สำหรับพยากรณ์การแพร่กระจายของดัชนีคุณภาพน้ำและดัชนีทางนิเวศในอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ทวีวงศ์ ศรีบุรี. (2544). การศึกษาปริมาณและคุณภาพของสารที่ไม่สามารถกำหนดแหล่งที่เกิดในน้ำผิวดินก่อนไหลลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ. วารสารวิจัยสภาวะแวดล้อม ปีที่ 21 เล่มที่ 1 หน้า 1-24.

สถาบันประมงน้ำจืดแห่งประเทศไทย. (2530). เกณฑ์คุณภาพน้ำเพื่อการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำ. (ม.ป.ท.).

Altola, C. Gomes., et al. (1995). *Impact on Hydrology and Nutrient Movements of Developments in River Basins Draining into Reservoirs*. In Water resources. 29 (No.2, pp.601 – 609). Great Britain : Elsevier Science.

Baldwin, D.S., and Mitchell, A.M. (1999). *The effects of sediment desiccation on the potential for nitrification, denitrification, and methanogenesis in an Australian reservoir*. In *Hydrobiologia*. 1.1 (pp.1-9). Netherlands : Kluwer Academic.

Bocaniov, S. (2001). *Impact of agro-industrial sector on lakes in the republic of Moldora*. Paper presented at the conference on the conservation and management of lakes. Shiga, Japan.

APHA, AWWA and WPCF. (1992). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 18thed. New York : APHA, Inc.

Canale., et al. (1974). *A biological production model for grand traverse bay*. The University of Michigan Sea Grant Program, Technical Report No.37.

Crimo, P.J. and McDonell, J.J. (1997). *Linking the hydrological and biological and biogeochemical controls of*

nitrogen transport in near-stream zones of temperate forested catchments. Journal of Hydrology 199 : 88 – 120.

Dillon, P.J. and Kirchner, W.B. (1975). *The effects of geology and land use on the export of phosphorus from watersheds*. Water Res., 9: 135-148.

Di T., et al. (1971). *A dynamic model of the phytoplankton population in the Sacramento San Joaquin delta*. Advances in Chemistry, Series 106, Nonequilibrium System in Natural Water Chemistry.

Droic, Anderson and Koncan, J.Z. (1996). *Water quality modelling of the river sava, Slovenia*. Water Resources. Vol.30 No.11. (pp. 2587 – 2592). Great Britain :Elsevier Science.

Jorgensen, S.E. (1986). *Fundamentals of ecological modelling*. Amsterdam : Elsevier.

Loehr, R.C. (1974). *Characteristics and comparative magnitude of nonpoint sources*. J. Wat. Poll. Cont. Fed., 46: 1849-1872.

Lannergren, C. (2001). *Urban lakes nitrogen phosphorus relationships and management problem*. Paper presented at the conference on the Conservation and Management of Lakes. Shiga, Japan.

Moss, B. (1980). *Ecology of fresh waters*. Oxford : Blackwell Scientific Publications.

Riley, G.A. (1965). *A mathematical model of regional variations in plankton*. Limnol. Oceanogr. 1:61- 70.

Shannon, C.E. and Weaver, E. (1949). *The mathematical theory of communication*. Urbana : University of Illinois Press.

Stevenson, R.J., Bothwell, M.L., and Lowe, R.L. (1996). *Algae ecology : Freshwater benthic ecosystems*. San Diego : Academic Press.

Sakamoto, M., (1966). *Primary production by phytoplankton community in some Japanese lakes and its dependent on lake depth*. Arch. Hydrobiol., 62: 1-28.

Tan, K.H. (1994). *Environmental soil science*. New york : Marcel dekker.

Trewek, J. (1999). *Ecological assessment*. Great Britain : MPG Books.

Vollenweider, R.A. (1969). *Moglichkeiten and Grenzen elementarer model der Stoffbilanzvon seen*. Archiv hydrobiologia 66: 1-28.

Warren, C.E. (1971). *Biological and water pollution control*. Philadelphia : W.B.Saunders company.