

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำผิวดินในกว๊านพะเยา (ลุ่มน้ำแม่โขง)

Surface water quality trends in Phayao Lake (Maekong Basin)

วิมลรัตน์ บุตรดาชัย^{1*}, เจนจิรา หมื่นเรว¹ และ สุขทัย พงศ์พัฒนศิริ¹

Wimonrut Butdasui^{1*}, Janjira Muenrew¹ and Sukthai Pongpattanasiri¹

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณภาพน้ำ 4 จุด คือ บริเวณที่มีการเชื่อมต่อระหว่างพื้นที่การเกษตรและกว๊านพะเยา 2 จุด และบริเวณที่มีการขุดลอกกว๊านพะเยา 2 จุด คุณภาพน้ำผิวดินมีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ 4-7 มิลลิกรัมต่อลิตร, ค่าการนำไฟฟ้า 90-300 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร, ค่าความเป็นกรดต่าง 5-7, ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำ 15-60 มิลลิกรัมต่อลิตรและปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการในการย่อยอินทรีย์สารในน้ำ 3-19 มิลลิกรัมต่อลิตร และบริเวณที่ทำการขุดลอกกว๊านพะเยามีค่าเกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ทั้งนี้คุณภาพน้ำดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล

คำสำคัญ : กว๊านพะเยา, คุณภาพน้ำ, น้ำผิวดิน

Abstract

Studies of surface water quality from 2 sites at Phayao lake were conducted during January though October 2009; one at the connection between agricultural areas - Phayao lake and the other at lake dredging areas. All trials were replicated 2 times for each of 2 sites of sampling. Results showed that water samples recorded from all water sampling sites were dissolved oxygen (DO) 4-7 mg/L, electrical conductivity (EC) 90-300 micro-cement/cm, pH 5-7, suspended solid (SS) 15-60 mg/L, and biological oxygen demand (BOD) 3-9 mg/L. Water sampled at lake-dredging areas though out the study period was exceeded the water quality standards for surface water. The variation in physical, chemical, and biological and biological parameters was significant differences among months.

Key words : Phayao lake, water quality, surface water

¹ วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

¹ School of Energy and Environment, University of Phayao, Phayao Province 56000

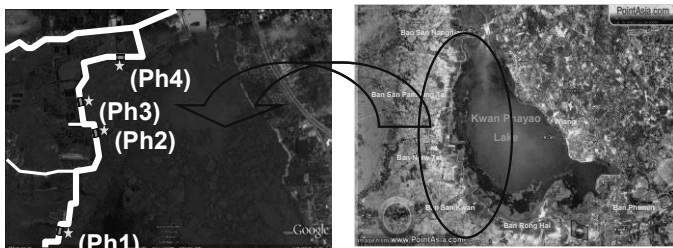
Corresponding author e-mail: Sukthai_p@hotmail.com

Received: 16 November 2011; Accepted: 30 July 2013

บทนำ

กว๊านพะเยามีตำแหน่งที่ตั้งละติจูดที่ $19^{\circ} 8.5'N$ $101^{\circ} 12'N$ และ ลองจิจูด $101^{\circ} 55'E$ $102^{\circ} 55'E$ ที่งามสูงจากระดับน้ำทะเลโดยเฉลี่ย 40.346 เมตร มีเนื้อที่ 20.53 ตารางกิโลเมตร 1,283 ไร่ เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติอยู่ใจกลางเมือง เกิดจากน้ำที่ไหลมาจากห้วยต่างๆ 18 สาย มีปริมาณน้ำเฉลี่ยปีละ 29.40 ล้านลูกบาศก์เมตร มีพื้นที่ปลาน้ำจืดกว่า 48 ชนิด กว๊านพะเยาเป็นแหล่งน้ำที่ล้อมรอบไปด้วยพื้นที่การเกษตรและสังคมเมือง ทำให้เกิดการแพร่กระจายของน้ำใช้ทางการเกษตรและน้ำจากกิจกรรมต่างๆ ไหลลงกว๊านพะเยาที่มีมีประตุน้ำควบคุมการปล่อยสู่มแม่น้ำอิง จากนั้นน้ำจะไหลลงสู่แม่น้ำอิงที่ อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย [1] ถ้าน้ำที่ใช้ในพื้นที่ดังกล่าวมีสารเคมีตกค้าง จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในกว๊านพะเยา และแหล่งน้ำอื่นที่รับน้ำจากกว๊านพะเยาอีกด้วย ประกอบกับการขุดลอกกว๊านพะเยาทำให้เกิดการรบกวนระบบนิเวศกว๊านพะเยารวมทั้งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงเล็งเห็นความสำคัญในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำผิวดินบริเวณกว๊านพะเยา เพื่อเป็นแนวทางสู่การรักษาสมดุลทางนิเวศวิทยา



ภาพที่ 1 กว๊านพะเยาและจุดเก็บตัวอย่าง

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

1. เก็บตัวอย่างน้ำเดือนละ 1 ครั้ง ตั้งแต่เดือนมกราคม 2552 ถึงเดือนตุลาคม 2552 โดยวิธีจ้วง (grab samples) ด้วยขวด Polyethylene รักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสวิเคราะห์ DO, EC pH, BOD และ SS

2. จุดเก็บตัวอย่าง 4 จุด จุดละ 3 ซ้ำ ได้แก่

จุดที่ 1 บริเวณที่มีการเชื่อมต่อระหว่างพื้นที่การเกษตรและกว๊านพะเยาจุดที่ 1 (Ph1)

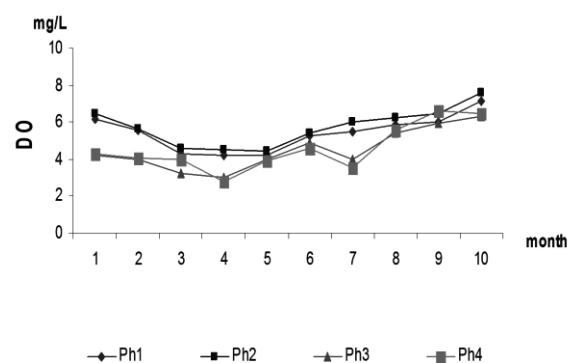
จุดที่ 2 บริเวณที่มีการเชื่อมต่อระหว่างพื้นที่การเกษตรและกว๊านพะเยาจุดที่ 2 (Ph2)

จุดที่ 3 บริเวณที่มีการขุดลอกกว๊านพะเยาจุดที่ 1 (Ph3)

จุดที่ 4 บริเวณที่มีการขุดลอกกว๊านพะเยาจุดที่ 2 (Ph4)

ผลการศึกษา

ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำในช่วงเดือนมกราคมพบว่าบริเวณ Ph1 และบริเวณ Ph2 มีค่าใกล้เคียงกัน คือ 6.2 และ 6.5 มิลลิกรัมต่อลิตร บริเวณ Ph3 และบริเวณ Ph4 มีค่าน้อยกว่า คือ อยู่ในช่วง 4.2 และ 4.3 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำจะลดลงในช่วงกุมภาพันธ์ถึงเมษายนซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อนในช่วงเดือนเมษายนบริเวณ Ph3 และบริเวณ Ph4 มีค่าต่ำสุด คือ 2.9 และ 2.7 มิลลิกรัมต่อลิตรซึ่งมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (4 มิลลิกรัมต่อลิตร) [3] และค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำจะเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูฝน โดยปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำจะเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม ทั้งนี้พบว่าในเดือนกรกฎาคม บริเวณ Ph3 และบริเวณ Ph4 มีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำลดลงอยู่ในช่วง 3.9 และ 3.5 มิลลิกรัมต่อลิตรทั้งนี้อาจเนื่องมาจากบริเวณดังกล่าวถูกรบกวนจากการขุดลอกกว๊านในช่วงนั้นและในเดือนตุลาคมพบว่าทั้ง 4 สถานีมีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสูงที่สุด คืออยู่ในช่วง 6-7 มิลลิกรัมต่อลิตรดังภาพที่ 2

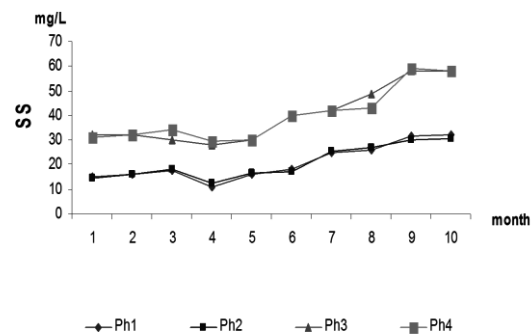


ภาพที่ 2 ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ

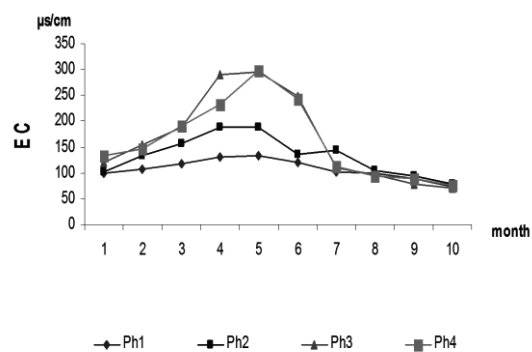
ค่าความเป็นกรดต่างพบว่าทั้ง 4 สถานีมีค่าไม่แตกต่างกันทั้งนี้อยู่ในช่วง 5-7 พบว่าในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์มีค่าต่ำสุด คือ 5 และจะมีค่าสูงในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม ในเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายนมีค่าใกล้เคียงกันคืออยู่ในช่วง 7-7.5 และค่าลดลงในเดือนตุลาคมอยู่ในช่วง 6-6.5 ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์พบว่าทั้ง 4 จุดมีค่าใกล้เคียงกันคือ อยู่ในช่วง 100-120 และ 130-150 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคมพบว่า ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าสูงที่สุดอยู่ในช่วง 130-300 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตรซึ่งบริเวณ Ph3 และบริเวณ Ph4 มีค่าสูงกว่าบริเวณ Ph1 และบริเวณ Ph2 จากนั้นค่าการนำไฟฟ้าจะลดลงในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคมซึ่งค่าอยู่ในช่วง 60-80 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตรเป็นค่าที่ต่ำสุดซึ่งค่าการนำไฟฟ้าทั้งหมดพบว่ายังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในทางน้ำชลประทาน [5] ดังภาพที่ 4

ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำในทั้ง 4 สถานีพบว่าบริเวณ Ph1, Ph2 และบริเวณ Ph3, Ph4 มีความแตกต่างกันตลอดระยะเวลาการสำรวจซึ่งบริเวณ Ph3, Ph4 นั้นมีปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำมากกว่าบริเวณ Ph1, Ph2 จากการพบว่าปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำจะเพิ่มขึ้นในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคมดังภาพที่ 5

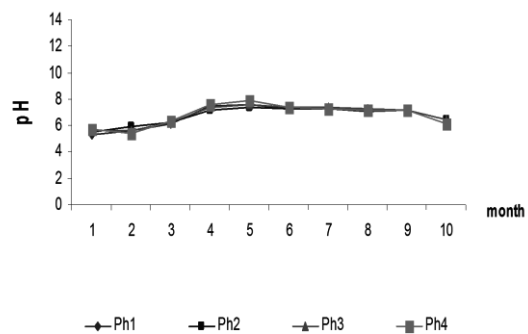
ปริมาณของออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการในการย่อยอินทรีย์สารในน้ำ เดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ช่วงแรกของการสำรวจพบว่าทั้ง 4 สถานีมีค่าไม่แตกต่างกันโดยมีค่าอยู่ในช่วง 6 - 6.7 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในกว๊านพะเยา เดือนเมษายน ปี 2552 โดยศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดพะเยา [2] ตั้งแต่เดือนมีนาคมพบว่าบริเวณ Ph3, Ph4 มีค่าสูงกว่าบริเวณ Ph1, Ph2 ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายนพบว่าทั้งบริเวณ Ph1, Ph2 และ Ph3, Ph4 มีดังภาพที่ 6



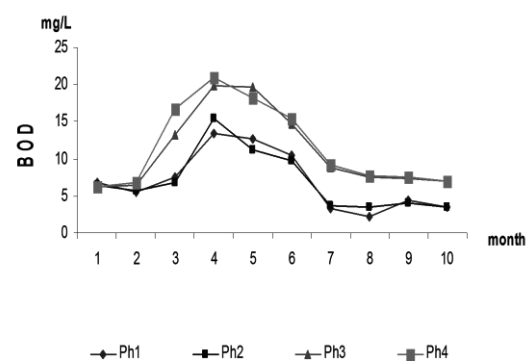
ภาพที่ 3 ค่าความเป็นกรดต่าง



ภาพที่ 4 ค่าการนำไฟฟ้า

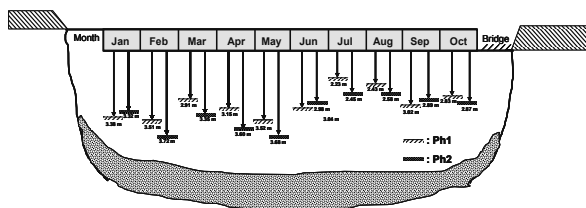


ภาพที่ 5 ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำ



ภาพที่ 6 ปริมาณของออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการในการย่อยอินทรีย์สารในน้ำ

จากภาพที่ 7 ทำการวัดระดับน้ำในกว๊านพะเยาจากระดับสะพานในบริเวณ Ph1, Ph2 พบว่า ระดับน้ำจากทั้ง 2 จุดมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลซึ่งในฤดูร้อนระดับน้ำอยู่ที่ระดับ 3.38-3.72 เมตร โดยในเดือนเมษายนถึงพฤษภาคมมีค่าต่ำที่สุด ในขณะที่ช่วงฤดูฝนระดับน้ำอยู่ที่ 2.23-2.87 เมตร ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคมพบมีระดับน้ำสูงที่สุดจากภาพที่ 6 และภาพที่ 7 พบว่าที่ระดับน้ำในเดือนเมษายน ถึงพฤษภาคมมีค่าต่ำจะทำให้ค่าปริมาณของออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการในการย่อยอินทรียสารในน้ำมีปริมาณสูงและค่าปริมาณของออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการในการย่อยอินทรียสารเริ่มลดต่ำลงตั้งแต่เดือนกรกฎาคมซึ่งเป็นช่วงที่ปริมาณน้ำในกว๊านพะเยาเริ่มมีปริมาณมากขึ้นดังนั้นปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการในการย่อยอินทรียสารจึงมีความสัมพันธ์กับระดับน้ำในกว๊านพะเยา



ภาพที่ 7 ระดับน้ำในกว๊านพะเยาวัดจากขอบสะพาน

จากตารางที่ 1 พบว่าค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ในช่วงฤดูร้อนจะต่ำกว่าในช่วงฤดูฝนแต่อย่างไรก็ตามคุณภาพน้ำในทั้ง 2 ฤดูยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในช่วงฤดูร้อนจะมีค่ามากกว่าในฤดูฝนอาจเนื่องมาจากในช่วงฤดูแล้งน้ำมีปริมาณเกลือแร่ปะปนอยู่มาก อีกทั้งในช่วงฤดูร้อน อุณหภูมิของอากาศสูง อุณหภูมิของน้ำจึงสูง และทำให้อินทรีย์ แดกตัวเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของอินทรีย์เพิ่มขึ้น การนำไฟฟ้าจึงสูงตามไปด้วย แต่ค่าการนำไฟฟ้างกล่าวก็ยังคงต่ำกว่าค่ามาตรฐานอยู่มาก ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) ในช่วงฤดูแล้งจะมีค่าค่อนข้างต่ำโดยเฉพาะบริเวณ Ph3 และ Ph4 มีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน และจะเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูฝนซึ่งมีค่ามากกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ปริมาณของออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการในการย่อยอินทรียสารในน้ำ (BOD) พบว่ามีค่ามากกว่าค่ามาตรฐานตลอดระยะเวลาการสำรวจโดยเฉพาะบริเวณ Ph3 และ Ph4 มีค่าสูงถึง 13.10 และ 13.82 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ค่า BOD จะลดลงในช่วงฤดูฝนทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณน้ำฝน

ที่เพิ่มระดับน้ำในกว๊านพะเยาทำให้เกิดการเจือจางสิ่งสกปรก ค่า BOD จึงลดลง ทำให้ ค่า BOD ในบริเวณ Ph1 และ Ph2 มีค่าเป็น 4.74 และ 4.85 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนบริเวณ Ph3 และ Ph4 มีค่าเป็น 9.09 และ 9.35 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำ(SS) พบว่าในช่วงฤดูแล้งบริเวณ Ph1 และ Ph2 ยังมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแต่บริเวณ Ph3 และ Ph4 มีค่ามากกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ทั้งนี้ปริมาณ SS ได้เพิ่มมากขึ้นในช่วงฤดูฝนที่เกิดจากการชะล้างหน้าดินและพัดพาตะกอนลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้ปริมาณ SS ทั้ง 4 จุดมีค่าเพิ่มขึ้นและมีค่ามากกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยบริเวณ Ph3 และ Ph4 มีค่าสูงที่สุดถึง 49.41 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 1 คุณภาพน้ำในฤดูแล้งและฤดูฝน

ฤดูกาล	จุดเก็บ	pH	EC µS/cm	DO mg/L	BOD mg/L	SS mg/L	ระดับน้ำ cm
(ม.ค.ถึง พ.ค.) ฤดูร้อน	Ph1	6.42	117.36	4.89	9.17	15.22	3.29
	Ph2	6.42	153.80	5.13	9.11	15.71	3.53
	Ph3	6.48	209.98	3.69	13.10	30.40	
	Ph4	6.58	199.40	3.81	13.82	31.28	
(มิ.ย.ถึง ต.ค.) ฤดูฝน	Ph1	7.05	96.64	5.95	4.74	26.43	2.71
	Ph2	7.04	111.02	6.33	4.85	26.02	2.75
	Ph3	7.10	120.44	5.31	9.09	49.41	
	Ph4	7.03	122.40	5.34	9.35	49.41	
มาตรฐาน		5-9 ¹	2,000 ³	4 ¹	2 ¹	25 ²	

หมายเหตุ

¹ มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

² เกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

³ มาตรฐานน้ำเพื่อการชลประทาน

วิเคราะห์และสรุปผล

จากผลการสำรวจปริมาณออกซิเจนที่วัดได้สอดคล้องกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในกว๊านพะเยา เดือนเมษายน ปี 2552 โดยศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดพะเยา [2] ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากฝนที่ตกหนัก น้ำนิ่ง หรือน้ำที่มีการย่อยสลายเศษใบไม้มากอาจทำให้ pH ของน้ำในช่วงเวลาต่างกันของปีเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้ค่าความเป็นกรดต่างยังอยู่ในมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน [5-9]

ค่าการนำไฟฟ้าพบว่าการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลซึ่งจะมีค่าสูงในช่วงฤดูร้อนและมีค่าต่ำในฤดูฝนทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในช่วงฤดูแล้งน้ำมีปริมาณเกลือแร่ปะปนอยู่มาก อีกทั้งในช่วงฤดูร้อนอุณหภูมิของอากาศสูง อุณหภูมิของน้ำจึงสูง และทำให้อินทรีย์แตกตัวเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของอินทรีย์เพิ่มขึ้น การนำไฟฟ้าจึงสูงตามไปด้วย [4]

นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำมีปริมาณมากกว่า 25 มิลลิกรัมต่อลิตรซึ่งมีค่ามากกว่าค่าเกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ [6] ทั้งนี้ในช่วงฤดูฝนอาจเกิดการพัดพาตะกอนลงสู่แหล่งน้ำโดยน้ำฝน [7] ค่าสูงสุด ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูร้อนและค่าปริมาณของออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการในการย่อยอินทรีย์สารในน้ำ จะลดลงในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม เนื่องจากฝนทำการเจือจางสิ่งสกปรกต่างๆ ในน้ำจึงทำให้ค่าปริมาณของออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการในการย่อยอินทรีย์สารในน้ำลดลงในช่วงนี้ด้วย

จากการสำรวจคุณภาพน้ำผิวดินของกว๊านพะเยาบริเวณที่มีการเชื่อมต่อระหว่างพื้นที่การเกษตรและกว๊านพะเยา (Ph1, Ph2) และบริเวณที่มีการขุดลอกกว๊านพะเยา (Ph3, Ph4) ในทั้ง 4 สถานี พบว่าค่าความเป็นกรดด่างและค่าการนำไฟฟ้ายังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำตลอดการสำรวจ ในทั้ง 4 สถานี ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำและปริมาณของออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการในการย่อยอินทรีย์สารในน้ำในบริเวณที่มีการขุดลอกกว๊านพะเยา (Ph3, Ph4) มีค่าเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำตลอดระยะเวลาการสำรวจ ส่วนปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำจะมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในช่วงฤดูร้อน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการขุดลอกกว๊านพะเยาส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในกว๊านพะเยา โดยเฉพาะบริเวณที่ทำการขุดลอกกว๊านพะเยาดังกล่าวทั้งนี้ควรมีการดำเนินการในการจัดการคุณภาพน้ำในกว๊านพะเยาให้มีคุณภาพที่ดีและส่งผลกระทบท่อคุณภาพน้ำในกว๊านพะเยาน้อยที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และสำนักงานคณะกรรมการ

อุดมศึกษา (สกอ.) ที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยาที่ให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้าน

เอกสารอ้างอิง

1. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน. [อินเทอร์เน็ต] 2552 [29 ธันวาคม 2552] ได้จาก http://www.pcd.go.th/Info_serv/reg_std_water.html.
2. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. เกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ [อินเทอร์เน็ต] 2552. [29 ธันวาคม 2552] ได้จาก http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water06.html.
3. กรมชลประทาน. หลักเกณฑ์การกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทั้งในทางน้ำชลประทาน. คำสั่งกรมชลประทานที่ 883/2532 เรื่องการป้องกันและการแก้ไขการระบายน้ำทั้งที่มีคุณภาพต่ำลงทางน้ำชลประทานและทางน้ำที่เชื่อมกับทางน้ำชลประทาน ในเขตพื้นที่โครงการชลประทาน ลงวันที่ 19 ธันวาคม 2532 (ภาคผนวก ก). [อินเทอร์เน็ต] 2552 [29 ธันวาคม 2552] ได้จาก http://www.pcd.go.th/Info_serv/reg_std_water05.html.
4. กรรณิการ์ สิริสิงห์. เคมีของน้ำ น้ำโสโครก และการวิเคราะห์. บริษัทประยูร, กรุงเทพฯ; 2522
5. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดพะเยา. ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในกว๊าน; 2552
6. Thatham N. Wat Tilokaram underneath Kwan Phayao Lake. [Internet]. 2007 [Retrieved May 28, 2007] Availab from: URL: <http://teakdoor.com/northern-thailand-forum/14195-wat-tilokaram-underneath-kwan-phayao-lake.html>.
7. Santiwat P. The maintenance dredging on water quality and phytoplankton standing stock in Kwan Phayao lake, Thailand. NU. Journal. 2007.