ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งแขวนลอยกับสารอาหาร ในลำน้ำแม่แคม อำเภอเมือง จังหวัดแพร่

The Relationship between Suspended Solids and Nutrients in Maekham River, Mueng District, Phrae Province.

พระมหาฉัตรเทพ พุทธชูชาติ[1]

รองศาสตราจารย์ ดร. ณัฏฐา หังสพฤกษ์[2] และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต อนุรักษ์[3]

โรงเรียนพุทธโกศัยวิทยา จังหวัดแพร่ อำเภอเมือง จังหวัดแพร่

[2,3] ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

email: [1]kosaischool@yahoo.co.th [2]nhungspreug@hotmail.com [3]banurugsa@yahoo.com

บทคัดย่อ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างของแข็งแขวนลอยกับสารอาหาร (NO_3^--N, NH_3-N และ PO_4^{3-}-P) ในลำน้ำแม่แคม อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ จากการเก็บตัวอย่างน้ำ 9 สถานี ตลอดความยาวของลำน้ำแม่แคม พบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอย มีค่าพิสัยเท่ากับ 4.06 – 266.00 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยในช่วงปริมาณน้ำน้อย (พฤศจิกายน 2555 และ มกราคม 2556) มีค่าเฉลี่ย 19.09 mg/l ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ยกเว้น ชุมชนนาแหลม ชุมชนสวรรค์นิเวศ และชุมชนเชตวัน มีค่าเฉลี่ย 27.10, 28.18 และ 51.05 mg/l ตามลำดับ มีค่าเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำดังกล่าว ส่วนในช่วงปริมาณน้ำมาก (กรกฎาคม และ กันยายน 2555) มีค่าเฉลี่ย 195.48 mg/l ซึ่งเป็นค่าที่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ยกเว้น ป่าชุมชนนาแคม 1 มีค่าเฉลี่ย 23.5 mg/l ที่มีค่าไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำดังกล่าว ส่วนปริมาณสารอาหาร ในช่วงปริมาณน้ำน้อย และน้ำมาก NO_3^--N มีค่าพิสัย 0.07–2.12 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ย 0.96 และ 2.04 mg/l ตามลำดับ ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 ส่วนปริมาณ NH_3-N มีค่าพิสัย 0.07–3.83 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ย 1.43 และ 0.85 mg/l ตามลำดับ ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 5 และปริมาณ PO_4^{3-}-P มีค่าพิสัย 0.001–0.139 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ย 0.047 และ 0.055 mg/l ตามลำดับ ซึ่งเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

ความสัมพันธ์ระหว่างของแข็งแขวนลอยกับสารอาหาร (NO_3^--N, NH_3^+-N และ PO^{3-}_4-P) ในลำน้ำแม่แคม ในช่วงปริมาณน้ำน้อย โดยของแข็งแขวนลอย (x) กับ NO_3^--N (y) มีความสัมพันธ์ y=0.0397x-0.205 (R^2=0.916) กับ NH_3-N (y) มีความสัมพันธ์ y=0.0916x-0.03169 (R^2=0.9102) และกับ PO_4^{3-}-P (y) มีความสัมพันธ์ y=0.0034x-0.0182 (R^2=0.905) และ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับสารอาหาร NO_3^--N และ PO_4^{3-}-P ในช่วงปริมาณน้ำมาก โดยของแข็งแขวนลอย (x) กับ NO_3^--N (y) มีความสัมพันธ์ y=0.0112x-0.1395 (R^2=0.778) และ กับ PO_4^{3-}-P (y) มีความสัมพันธ์ y=0.0004x-0.00299

(R^2=0.659) แต่ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ (α=0.05) กับ NH_3-N และพบว่า ในช่วงปริมาณน้ำน้อยของแข็งแขวนลอยมีความสัมพันธ์กับสารอาหาร (NO_3^--N, NH_3-N และ PO_4^{3-}-P) มากกว่า ช่วงปริมาณน้ำมาก 1 เท่า ดังนั้นถ้าควบคุมปริมาณของแข็งแขวนลอยในลำน้ำได้ ก็อาจสามารถควบคุมสารอาหารในลำน้ำได้ด้วยเช่นกัน

Abstract

The study on the relationship between suspended solids (SS) and nutrients (NO_3^--N, NH_3-N and PO_4^{3-}-P) in Maekham river, Mueng district Phrae, Phrae, province was carried out at 9 sampling stations along Maekham river. The results showed the amount of suspended solids ranging from 4.06–266.00 mg/l with the average value during low flow in November 2012 and January 2013 of 19.09 mg/l which was within the water standard value of water quality suitable for aquatic life. However, at Nalaem, Sawanniwes and Chetawan Community, the average SS values were 27.10, 28.18 and 51.05 mg/l, respectively, which was above the water quality standard. The SS values during high flow in July and September, 2012 were average at 195.48 mg/l which wasmuch higher thanthe standard value except at Nakham community forest which had the average values were 23.5 mg/l. On the other hand, the nutrient values during low flow and high flow had the range of NO_3^--N of 0.07–2.12 mg/l with the average values of 0.96 and 2.04 mg/l, respectively, which was below the standard of class 4 surface water quality. The amount of NH_3-N had the range of 0.07–3.83 mg/l with the average values of 1.43 and 0.85 mg/l, respectively, which was also within the standard of class 5 surface water quality. However, the amount of PO_4^{3-}-P had the ranged for 0.001–0.139 mg/l with the averaged of 0.047 and 0.055 mg/l, respectively, which was over the standard value of water quality for aquatic life.

The relationship between SS and nutrients in Maekham river during low flow were statistically and significantly correlated in a linear manner with R^2=0.916, 0.9102, and 0.905 for NO_3^--N, NH_3-N and PO_4^{3-}-P, respectively. During high flow the relationship between SS and NO_3^--N and PO_4^{3-}-P were linearly manner with R^2 of 0.778 and 0.659, respectively. However, there was no statistical correlation between SS and NH_3-N. The SS and nutrient values were 1 fold better correlated during low flow than high flow. Therefore, by controlling the amount of SS will enable to control the amount of nutrient in the river.

คำสำคัญ: ของแข็งแขวนลอย, สารอาหาร, ไนเตรท, แอมโมเนีย, ฟอสเฟต, ลำน้ำแม่แคม, ช่วงปริมาณน้ำมาก, ช่วงปริมาณน้ำน้อย

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ลำน้ำแม่แคม อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ เป็นลำน้ำที่มีความสำคัญของจังหวัดแพร่ ไหลผ่านพื้นที่ที่เป็นป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์ ในเขต บ้านแม่แคม และ บ้านนาคูหา ตำบลสวนเขื่อน ซึ่งเป็นหมู่บ้านที่เป็นที่ตั้งของศูนย์พุทธเกษตรในโครงการตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เพื่อประกอบภัตตาหารเพลพระราชทานถวายพระภิกษุเณรของจังหวัดแพร่ กว่า 500 – 600 รูป ของโรงเรียนพุทธโกศัยวิทยา จังหวัดแพร่ อีกทั้งยังเป็นแหล่งน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่เกษตรกรรมชองชาวบ้านและพื้นที่ชุมชนเมืองในเขตเทศบาล เมืองแพร่ ก่อนจะไหลลงสู่แม่น้ำยม ดังนั้น เพื่อให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งแขวนลอยที่เกิดจากการพังทลายของดินและการทิ้งสิ่งปฏิกูลของเสียลงในลำน้ำกับปริมาณสารอาหารในล้ำน้ำให้มีความเด่นชัดยิ่งขึ้น จึงได้ศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่างของแข็งแขวนลอยกับสารอาหาร (ไนเตรท – ไนโตรเจน แอมโมเนีย – ไนโตรเจน และฟอสเฟต – ฟอสฟอรัส) ในลำน้ำแม่แคม อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ เนื่องจากเป็นลำน้ำที่มีความสำคัญของจังหวัดแพร่ รวมระยะทางกว่า 35 กิโลเมตร และไหลผ่านพื้นที่ที่เป็นป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์ในเขต บ้านแม่แคมและบ้านนาคูหา ตำบลสวนเขื่อน ซึ่งเป็นหมู่บ้านที่เป็นที่ตั้งของศูนย์พุทธเกษตรในโครงการตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เพื่อประกอบภัตตาหารเพลพระราชทานถวายพระภิกษุเณรของจังหวัดแพร่ กว่า 500 – 600 รูป ของโรงเรียนพุทธโกศัยวิทยา จังหวัดแพร่ อีกทั้งยังเป็นแหล่งน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่เกษตรกรรมชองชาวบ้านและพื้นที่ชุมชนเมืองในเขตเทศบาล เมืองแพร่ ก่อนจะไหลลงสู่แม่น้ำยม ด้วยการใช้ประโยชน์ที่ดินที่หลากหลาย เป็นเหตุให้คุณภาพน้ำมีการเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะ ของแข็งหรือของแข็งแขวนลอยในน้ำ ตลอดถึงสารอาหารต่าง ๆ ที่ปะปนอยู่ในลำน้ำเป็นจำนวนมาก ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณของแข็งแขวนลอย กับปริมาณสารอาหารในน้ำ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของลำน้ำแม่แคมให้อำนวยประโยชน์และสามารถใช้ได้อย่างยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์การศึกษา

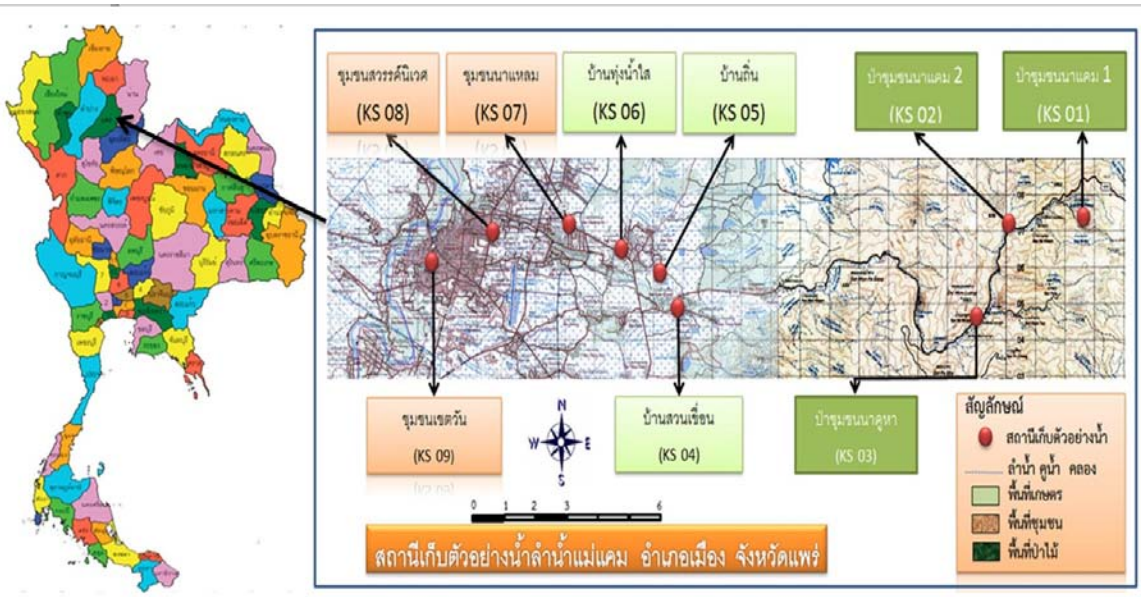
1. เพื่อศึกษาของแข็งแขวนลอยและสารอาหาร ในลำน้ำแม่แคม อำเภอเมือง จังหวัดแพร่
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างของแข็งแขวนลอยกับสารอาหารในลำน้ำแม่แคม อำเภอเมือง จังหวัดแพร่

วิธีการศึกษา

การเลือกพื้นที่ศึกษา

ได้เลือกลำน้ำแม่แคม อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ ครอบคลุมตลอดความยาวลำน้ำ เนื่องจากเป็นลำน้ำที่มีความสำคัญ ผ่านพื้นที่ทั้งพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เกษตร และพื้นชุมชนเขตเทศบาลเมืองแพร่ โดยการเลือกจุดเก็บตัวอย่างน้ำนั้น พิจารณาจากลำน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่บริเวณป่าไม้ เกษตรกรรม และชุมชน มาประกอบในการเลือกสถานีเก็บตัวอย่างน้ำในภาคสนาม ซึ่งสามารถกำหนดสถานีเก็บตัวอย่างน้ำได้ 3 กลุ่ม 9 สถานี (ภาพที่ 1

และ ตารางที่ 1) ได้แก่ กลุ่มที่ 1 สถานีที่ไหลผ่านพื้นที่บริเวณป่าไม้ (3 สถานี) กลุ่มที่ 2 สถานีที่ไหลผ่านพื้นที่เกษตรกรรม (3 สถานี) และกลุ่มที่ 3 สถานีที่ไหลผ่านพื้นที่ชุมชน (3 สถานี)



ภาพที่ 1 สถานีเก็บตัวอย่างน้ำในลำน้ำแม่แคม พ.ศ.2555 – 2556

ตารางที่ 1 ที่ตั้งสถานีเก็บตัวอย่างและระยะทางห่างจากปากแม่น้ำ (กิโลเมตร) ของลำน้ำแม่แคม อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ พ.ศ. 2555

สถานี	ตำบล	พื้นที่	ระยะทางจากปากแม่น้ำ (กิโลเมตร)
KS 01 สถานีป่าชุมชนนาแคม 1	สวนเขื่อน	ป่าไม้เขตต้นน้ำ	35.0
KS 02 สถานีป่าชุมชนนาแคม 2	สวนเขื่อน	ป่าไม้เขตต้นน้ำ	30.8
KS 03 สถานีป่าชุมชนนาดูหา	สวนเขื่อน	ป่าไม้เขตต้นน้ำ	26.0
KS 04 สถานีบ้านสวนเขื่อน	สวนเขื่อน	เกษตร	24.0

สถานี	ตำบล	พื้นที่	ระยะทางจากปากแม่น้ำ (กิโลเมตร)
KS 05 สถานีบ้านถิ่น	บ้านถิ่น	เกษตร	20.1
KS 06 สถานีบ้านทุ่งน้ำใส	เหมืองหม้อ	เกษตร	17.0
KS 07 สถานีชุมชนนาแหลม	ทุ่งกวาว	ชุมชน	4.0
KS 08 สถานีชุมชนสวรรค์ นิเวศน์	ทุ่งกวาว	ชุมชน	2.0
KS 09 สถานีชุมชนเชตวัน (ปากลำน้ำสบแม่น้ำยม)	ในเวียง	ชุมชน	0.0

หมายเหตุ KS คือ รหัสของแต่ละสถานีที่เก็บตัวอย่างน้ำ

วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ

เก็บตัวอย่างที่กึ่งกลางความกว้างและความลึกของลำน้ำแม่แคม ในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ โดยใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ (water sampler) โดยวิธีเก็บแบบจ้วง (grab sample) เพื่อใช้เป็นตัวแทนของน้ำสถานีนั้นๆ โดยตัวอย่างที่เก็บจะวิเคราะห์ของแข็งแขวนลอยและสารอาหาร ได้แก่ ไนเตรท-ไนโตรเจน แอมโมเนีย-ไนโตรเจน และฟอสเฟส-ฟอสฟอรัส

ตัวอย่างน้ำที่เก็บในแต่ละสถานี จำเป็นต้องรักษาสภาพก่อนนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เพื่อรักษาคุณสมบัติบางประการของตัวอย่างน้ำให้มีสภาพใกล้เคียงกับสภาพที่เป็นอยู่ตามปกติมาที่สุด ซึ่งการรักษาสภาพตัวอย่างน้ำมี 2 วิธีดังนี้

- การแช่เย็นตัวอย่างน้ำไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ใช้น้ำแข็ง เพื่อเป็นการลดหรือยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ไว้ชั่วคราวและทำให้กระบวนการทางกายภาพและเคมีเกิดได้ช้าลง
- การเติมสารเคมี เพื่อรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ โดยใช้กรดกำมะถันเข้มข้นเป็นสารเคมีเพื่อรักษาสภาพตัวอย่างน้ำที่ใช้วิเคราะห์ ไนเตรท-ไนโตรเจนและแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และกรดไฮโดรคลอริคเข้มข้นเพื่อรักษาสภาพตัวอย่างน้ำที่ใช้วิเคราะห์ ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส เพื่อให้ตัวอย่างน้ำมีค่า ความเป็น กรด-เบส ต่ำกว่า 2 ทั้งนี้ป้องกันการดูดซับปริมาณสารที่ต้องการวิเคราะห์ที่ผิวภาชนะ ป้องกันการตกของแข็ง และยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์อีกทางหนึ่ง โดยใช้ควบคู่กับการแช่เย็นตัวอย่างน้ำที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาที่ศึกษา

เก็บตัวอย่างน้ำ 9 สถานี ตลอดความยาวของลำน้ำ จำนวน 4 ครั้ง ครั้งที่ 1 เดือนกรกฎาคม 2555 ครั้งที่ 2 เดือนกันยายน 2555 เพื่อใช้เป็นตัวแทนในช่วงปริมาณน้ำมาก ครั้งที่ 3 เดือนพฤศจิกายน 2555 และครั้งที่ 4 เดือนมกราคม 2556 เพื่อเป็นตัวแทนในช่วงปริมาณน้ำน้อย

วิธีการวิเคราะห์

นำตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีที่ห้องปฏิบัติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนพุทธโกศัยวิทยา อำเภอเมืองแพร่ จังหวัดแพร่ ตามวิธีมาตรฐานของ APHA, AWWA, WEF (1998) มีรายละเอียดดังนี้

การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน

วิเคราะห์ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน โดยวิธีแคดเมียนรีดักชั่น (cadmium reduction method) เติมสารละลายแอมโมเนียคลอไรด์ ไดโซเดียม เอทธิลีนไดเอมีนเตตระอะซะเตรท 75 มิลลิลิตร ลงในน้ำตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร คนให้ผสมกัน เทลงในคอลัมน์ ปล่อยให้น้ำตัวอย่าง (ขณะนี้มีปริมาตรรวม 100 มิลลิลิตร) ไหลผ่านคอลัมน์ในอัตร 7-10 มิลลิลิตรต่อนาที ทิ้งน้ำ 25 มิลลิลิตร แรกที่กรองได้ แล้วเก็บน้ำตัวอย่าง 50 มิลลิลิตรต่อมา เพื่อนำตัวอย่างน้ำมาสร้างสี จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 543 นาโนเมตร ภายใน 10 นาที ถึง 2 ชั่วโมงโดยใช้น้ำกลั่นเป็นแบลงค์ (Blank) อ่านค่าไนเตรทจากราฟมาตรฐาน

การวิเคราะห์ปริมาณ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน

วิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนโดยวิธีเนสเลอไรเซชั่น (Nesslerization method) ตวงน้ำตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร ใส่หลอดเนสเลอร์ เติมซิงค์ซัลเฟต 1 มิลลิลิตร และใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 6 นอร์มัล 0.5 มิลลิลิตร เพื่อปรับค่าความเป็นกรดเบส (pH) ให้ได้ 10.5 ตั้งทิ้งไว้ 2-3 นาที เพื่อแยกน้ำใสมา 50 มิลลิลิตร ใส่หลอดเนสเลอร์ จากนั้นเติมน้ำยาเนสเลอร์ 2 มิลลิลิตร ทิ้งให้เกิดปฏิกิริยา 15 นาที ใช้น้ำกลั่นเป็นแบลงค์ วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร อ่านค่าจากการกราฟมาตรฐาน

การวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส

วิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสโดยวิธีแอสคอร์บิค (Ascorbic acid method) นำน้ำตัวอย่าง 50 มิลลิลิตร เติมสารละลายฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์ 1 หยด ถ้าเป็นสีแดงให้หยดกรดกำมะถัน 5 นอร์มัล จนกระทั้งสีแดงหายไป เติมน้ำยารวม 8 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที แต่ไม่เกิน 30 นาที นำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสดง 880 นาโนเมตร อ่านค่าจากค่ากราฟมาตรฐาน

การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งแขวนลอย

วิเคราะห์ปริมาณของแข็งแขวนลอย โดยวิธีทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 10-105 องศาเซลเซียส เริ่มจากนำกระดาษกรอง GF/C ไปอบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถทำแห้ง

ชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง GF/C จากนั้นนำกระดาษกรองมากรองน้ำตัวอย่าง โดยปริมาตรน้ำที่ใช้ พิจารณาจากลักษณะน้ำ ถ้าขุ่นควรใช้ปริมาณน้อยๆ แต่ถ้าน้ำใสควรใช้ปริมาณน้ำตัวอย่างให้มากที่สุด นำกระดาษกรองพร้อมของแข็งที่กรองได้อบที่อุณหภูมิ 103–105 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 2 ชั่วโมงปล่อยให้เย็นในโถทำแห้ง ชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง นำมาคำณวนตามวิธีมาตรฐาน

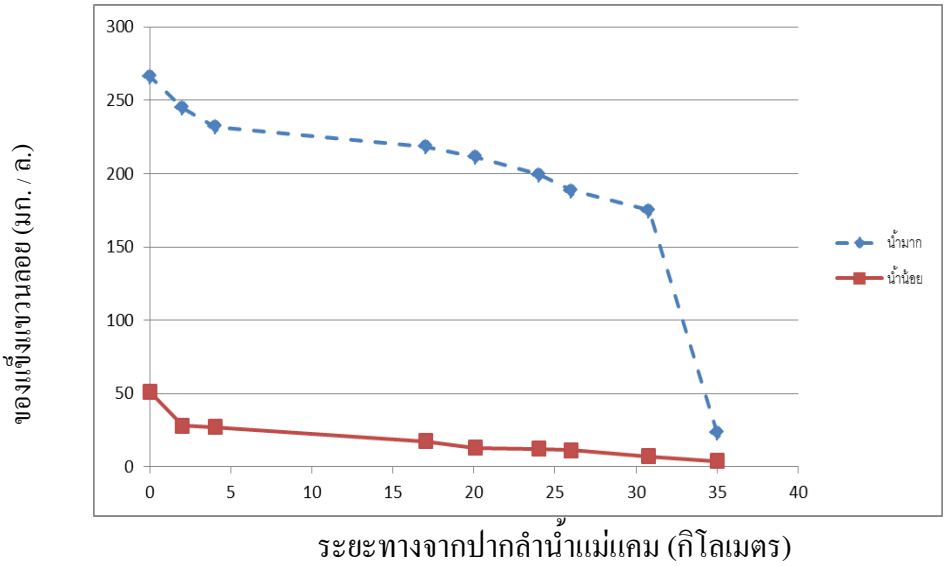
การวิเคราะห์ทางสถิติ

ใช้วิธีสหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Linear Correlation) เพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างของแข็งแขวนลอยกับสารอาหารว่ามีความสัมพันธ์รูปแบบใด ถ้ามีความสัมพันธ์กันก็วิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression) เพื่อสร้างรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เชิงเส้นตรงอย่างง่าย ซึ่งเป็นวิธีการสำหรับการประมาณค่าตัวแปรหนึ่งจากการที่เราทราบค่าหรือสมมติค่าของตัวแปรอีกตัวแปรหนึ่ง

ผลการศึกษา

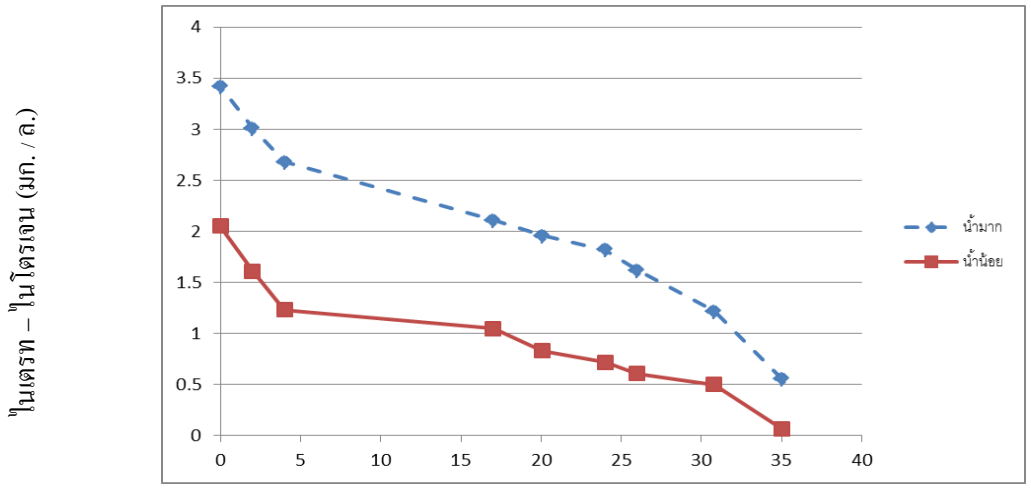
ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

1. ปริมาณของแข็งแขวนลอย มีค่าพิสัย 4.06–266.00 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 2) โดยมีค่าเฉลี่ยในช่วงปริมาณน้ำน้อย (พฤศจิกายน 2555 และ มกราคม 2556) 19.09 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานเกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ (ไม่ควรเกิน 25 มิลลิกรัมต่อลิตร) (กรมควบคุมมลพิษ, 2540) ยกเว้น สถานี KS 07 KS 08 และ KS 09 มีค่า 27.10, 28.18 และ 51.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยในช่วงปริมาณน้ำมาก (กรกฎาคม 2555 และ กันยายน 2555) 195.48 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ยกเว้น สถานี KS 01 มีค่าเฉลี่ย 23.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานเกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ



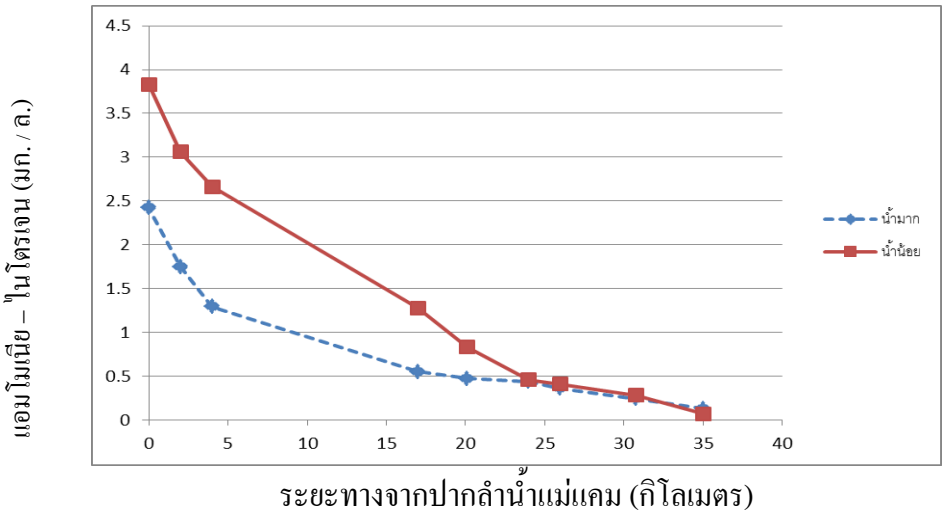
ภาพที่ 2 ของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร) ช่วงปริมาณน้ำน้อย และน้ำมาก

2. ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3^--N) มีค่าพิสัย 0.07 – 2.12 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 3) โดยมีค่าเฉลี่ยในช่วงปริมาณน้ำน้อย (พฤศจิกายน 2555 และ มกราคม 2556) และช่วงปริมาณน้ำมาก (กรกฎาคม 2555และกันยายน 2555) 0.96 และ 2.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 อย่างไรก็ตามปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3^--N) มีแนวโน้มปริมาณเพิ่มมากขึ้นเมื่อผ่านเขตพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนชนบท และพื้นที่ชุมชนเมืองตามลำดับ



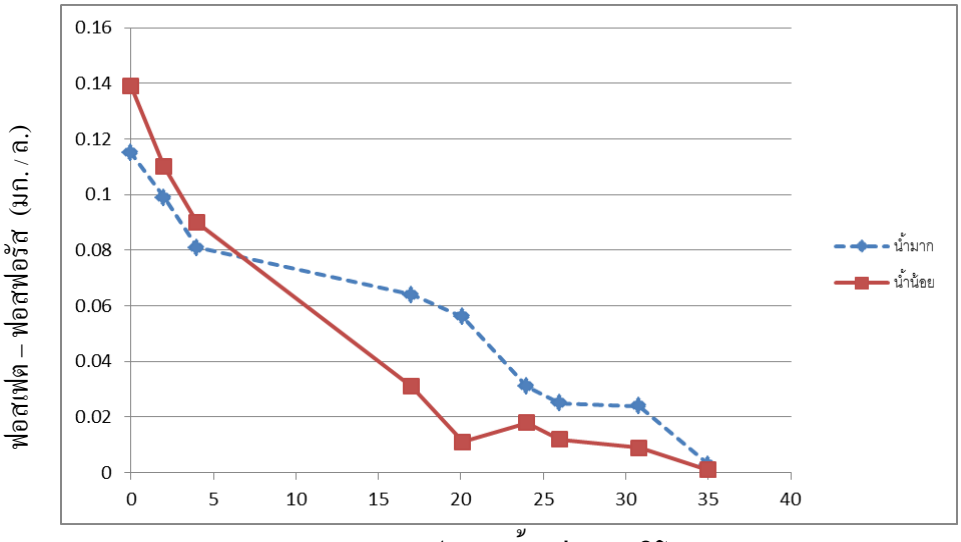
ภาพที่ 3 ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3^--N) (มิลลิกรัมต่อลิตร) ช่วงปริมาณน้ำน้อย และน้ำมาก

3.แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) มีค่าพิสัย 0.07–3.83 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 4) โดยมีค่าเฉลี่ยในช่วงปริมาณน้ำน้อย (พฤศจิกายน 2555 และ มกราคม 2556) และช่วงปริมาณน้ำมาก (กรกฎาคมและกันยายน 2555) 1.43 และ 0.85 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 (ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร) ยกเว้น ในช่วงปริมาณน้ำมาก ได้แก่ สถานี KS 01, KS 02, KS 03,KS 04 และ KS 05 มีค่าเฉลี่ย 0.13, 0.24, 0.36, 0.44 และ 0.47 ตามลำดับ ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐาน และในช่วงปริมาณน้ำน้อย ได้แก่สถานี KS 01, KS 02, KS 03 และ KS 04 มีค่าเฉลี่ย 0.07, 0.28, 0.41 และ 0.46 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 อย่างไรก็ตามแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อผ่านเขตพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนชนบท และพื้นที่ชุมชนเมืองตามลำดับ



ภาพที่ 4 แอมโมเนีย –ไนโตรเจน (NH_3-N) (มิลลกรัมต่อลิตร) ช่วงปริมาณน้ำน้อย และน้ำมาก

4. ฟอสเฟต – ฟอสฟอรัส (PO_4^{3-}-P) มีค่าพิสัย 0.001 – 0.139 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 5) โดยมีค่าเฉลี่ยในช่วงปริมาณน้ำน้อย (พฤศจิกายน 2555 และ มกราคม 2556) และช่วงปริมาณน้ำมาก (กรกฎาคมและกันยายน 2555) 0.047 และ 0.055 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ (ไม่เกิน 0.03ยกเว้น ช่วงปริมาณน้ำมาก ได้แก่ สถานีป่ KS 01, KS 02 และ KS 03 มีค่าเฉลี่ย 0.003, 0.024, และ0.025 ตามลำดับ ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐาน ส่วนในช่วงปริมาณน้ำน้อย ได้แก่ สถานี KS 01, KS 02, KS 03, KS 04 และ KS 05 มีค่าเฉลี่ย 0.001, 0.009, 0.012 ,0.018 และ 0.011 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ อย่างไรก็ตามปริมาณฟอสเฟต – ฟอสฟอรัส (PO_4^{3-}-P) มีแนวโน้มปริมาณเพิ่มมากขึ้นเมื่อผ่านเขตพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชน ชนบท และพื้นที่ชุมชนเมืองตามลำดับ



ภาพที่ 5 ฟอสเฟต–ฟอสฟอรัส (PO_4^{3-}-P) (มิลลิกรัมต่อลิตร) ช่วงปริมาณ น้ำน้อย และน้ำมาก

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์

ของแข็งแขวนลอยมีความสัมพันธ์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กับสารอาหาร (NO_3^--N, NH_3-N และ PO_4^{3-}-P) ในช่วงปริมาณน้ำน้อย(พฤศจิกายน 2555 และ มกราคม 2556) โดยปริมาณของแข็งแขวนลอย (x) กับ ไนเตรท–ไนโตรเจน (NO_3^--N) (y) มีความสัมพันธ์ y = 0.0397x-0.205 (R^2 = 0.916) (ตารางที่ 2) กับ แอมโมเนีย–ไนโตรเจน (NH_3-N) (y) มีความสัมพันธ์ y = 0.0916x - 0.03169 (R^2 = 0.9102) (ตารางที่ 2) และ กับ ฟอสเฟต – ฟอสฟอรัส (PO_4^{3-}-P) (y) มีความสัมพันธ์ y = 0.0034x - 0.0182 (R^2 = 0.905) (ตารางที่ 2) และ มีความสัมพันธ์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กับสารอาหาร (NO_3^- -N และ และ PO_4^{3-}-P) ในช่วงปริมาณน้ำมาก (กรกฎาคม 2555 และ กันยายน 2555) โดยปริมาณของแข็งแขวนลอย (x) กับ ไนเตรท – ไนโตรเจน (NO_3^- -N) (y) มีความสัมพันธ์ y = 0.0112x - 0.1395 (R^2 = 0.778) (ตารางที่ 1) และ กับ ฟอสเฟต – ฟอสฟอรัส (PO_4^{3-}-P) (y) มีความสัมพันธ์ y = 0.0004x - 0.00299 (R^2 = 0.659) (ตารางที่ 1) แต่ไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กับแอมโมเนีย – ไนโตรเจน (NH_3-N) (ตารางที่ 2) อาจเนื่องมาจากยังมีปัจจัยร่วมอื่นๆ ที่มีอิทธิพลต่อปริมาณของแข็งแขวนลอยที่เด่นชัดกว่าปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) และพบว่า ในช่วงปริมาณน้ำน้อย (กรกฎาคม และ กันยายน 2555) ปริมาณของแข็งแขวนลอยมีความสัมพันธ์กับสารอาหาร (NO_3^--N, NH_3-N และ PO_4^{3-}-P) มากกว่า ช่วงปริมาณน้ำมาก (กรกฎาคมและ กันยายน 2555) 1 เท่า

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างของแข็งแขวนลอยกับสารอาหาร

สารอาหาร	ปริมาณน้ำมาก	ปริมาณน้ำน้อย
ไนเตรท – ไนโตรเจน (NO_3^--N)	y = 0.0112x - 0.1395 (R^2 = 0.778)	y = 0.0397x - 0.205 (R^2 = 0.916)
แอมโมเนีย – ไนโตรเจน (NH_3-N)	Y=0.0075(x) - 0.6136 (R^2=0.4439)	y = 0.0916x - 0.03169 (R^2 = 0.9102)
ฟอสเฟต – ฟอสฟอรัส (PO_4^{3-}-P)	y = 0.0004x - 0.00299 (R^2 = 0.659)	y = 0.0034x - 0.0182 (R^2 = 0.905)

สรุปผลการศึกษา

1. ปริมาณของแข็งแขวนลอย มีค่าพิสัยเท่ากับ 4.06 – 266.00 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยในช่วงปริมาณน้ำน้อย (พฤศจิกายน 2555 และ มกราคม 2556) มีค่าเฉลี่ย 19.09 mg/l ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ส่วนในช่วงปริมาณน้ำมาก (กรกฎาคม 2555 และ กันยายน 2555) มีค่าเฉลี่ย 195.48 mg/l ซึ่งเป็นค่าที่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ในช่วงปริมาณน้ำน้อย และน้ำมาก NO_3^- -N มีค่าพิสัย 0.07 – 2.12 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ย 0.96 และ 2.04 mg/l ตามลำดับ ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 ส่วนปริมาณ NH_3-N มีค่าพิสัย 0.07 – 3.83 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ย 1.43 และ 0.85 mg/l ตามลำดับ ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิว

ดินประเภทที่ 5 และปริมาณ PO_4^{3-}-P มีค่าพิสัย 0.001 – 0.139 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ย 0.047 และ 0.055 mg/l ตามลำดับ ซึ่งเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

2. ในช่วงปริมาณน้ำน้อย ปริมาณของแข็งแขวนลอยมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ สารอาหาร (NO_3^--N, NH_3-N และ PO_4^{3-}-P) ส่วนในช่วงปริมาณน้ำมาก ปริมาณของแข็งแขวนลอยมีความสัมพันธ์กับ NO_3^--N และ PO_4^{3-}-P แต่ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ (α=0.05) กับ NH_3-N และพบว่าในช่วงปริมาณน้ำน้อย ปริมาณของแข็งแขวนลอยมีความสัมพันธ์กับสารอาหาร (NO_3^--N, NH_3-N และ PO_4^{3-}-P) มากกว่า ช่วงปริมาณน้ำมาก 1 เท่า

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพบว่า ปริมาณสารอาหาร มีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ โดยเฉพาะช่วงปลายน้ำมีปริมาณสารอาหาร และ ของแข็งแขวนลอยสะสมมากที่สุด ดังนั้นจึงควรเฝ้าระวัง และ หาวิธีการในการลดปริมาณของแข็งแขวนลอยและสารอาหาร ให้อยู่ในภาวะที่ไม่เป็นอันตรายต่อพืชและสิ่งมีชีวิตในน้ำ และ ยังรวมถึงประชาชนที่ใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในลำน้ำแม่แคมและอาจส่งผลถึงแม่น้ำยม

กิตติกรรมประกาศ

ขออนุโมทนาบุญและถวายพระพร **สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี** องค์อุปถัมภ์โรงเรียนพระปริยัติธรรม แผนกสามัญศึกษาจังหวัดแพร่ ทรงมีพระกรุณาพระราชทานทุนการศึกษาระดับปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ซึ่งเป็นมหาวิทยาลัยอันทรงเกียรติอย่างยิ่ง

ขออนุโมทนาบุญกับ รองศาสตราจารย์ *ดร.* คุณหญิงสุมณฑา พรหม, สถาบันพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยมีอาจารย์ผ่องพรรณ เอกอาวุธ และ คุณสุคนธา อาวัชนาการ ที่เป็นภาระธุระสนับสนุนด้านการศึกษามาโดยตลอด

และที่ขออนุโมทนาบุญ กับ รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐา หังสพฤกษ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต อนุรักษ์ ตลอดถึง รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริพรรณ ทวีสุข ที่เป็นที่ปรึกษาและเมตตาถ่ายความรู้ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ และอีกท่านหนึ่ง คือ คุณสุทธยศ ยิ้มพูลทรัพย์ ผู้ซึ่งเป็น ทั้งโยมอุปฐาก อุปถัมภ์ และ เป็นผู้ช่วยอาจารย์ถ่ายความรู้ทั้งภาคทฤษฎี และปฏิบัติตั้งแต่เริ่มต้น

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมลพิษ. (2540).*เกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำและมาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย*.กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: มิตรนราการพิมพ์.

นิพนธ์ ตั้งธรรม.(2527). *การควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ คณะวนศาสตร์.

นิพนธ์ จันทร์เพ็ง (2512). "*ความสัมพันธ์ระหว่างตะกอนแขวนลอยกับสารอาหารบริเวณลุ่มน้ำห้วยคอกม้า ดอยปุย*." วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาเกษตรศาสตร์.

พอใจ ศรีสุวัฒนาสกุล, (2547) ."ความสัมพันธ์ตะกอนแขวนลอยและความเข้มข้นของธาตุอาหาร (ไนเตรท-ไนโตรเจนแอม โมเนีย-ไนโตรเจน และฟอสเฟต). วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

American Public Association. *American Water Works Association and Water Environment Federation*. (1998). Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. American Public Health Association inc, 15th United States of American. Washington, D.C . USA.

Committee on Water Quality Criteria. (1972). *Water Quality Criteria*. Washington, D.C.

Schuman, G.E. Spomer, R.G. and Piest, R.F.(2006).*Phosphorus Losses from four Agricultural Watersheds on Missouri Valley Less.* Soil Sci. Soc. Am. Proc