จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เงินอุดหนุนงบประมาณแผ่นดิน

รายงานผลการวิจัย

การศึกษาสารอาหารที่ก่อปัญหาความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำของประเทศไทย : กรณีศึกษาแม่น้ำปิง-วัง-ยม-น่าน-เจ้าพระยา

โดย

นายธีรพล คังคะเกตุ

ตุลาคม 2541

ชื่อโครงการวิจัย	การศึกษาสารอาหารที่ก่อปัญหาความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำของประเทศไทย : กรณีศึกษาแม่น้ำปิง-วัง-ยม-น่าน-เจ้าพระยา
ชื่อผู้วิจัย	นายธีรพล คังคะเกตุ
เดือนและปีที่ทำวิจัยเสร็จ	ตุลาคม 2541

บทคัดย่อ

แม่น้ำปิง – วัง – ยม – น่าน และแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นแม่น้ำสายหลักที่สำคัญของประเทศ แนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้น้ำได้ส่งผลให้มีน้ำเสียเกิดขึ้นมากตามกันไป ประกอบกับแนวโน้มการลดลงของปริมาณน้ำแม่น้ำ ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเพิ่มขึ้นของปัญหามลภาวะแหล่งน้ำ มีชุมชนหนาแน่น 21 แห่ง ซึ่งรวมถึงกรุงเทพมหานคร ตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำเหล่านี้ รวมทั้งได้อาศัยแม่น้ำต่าง ๆนี้เป็นแหล่งน้ำดิบสำหรับการผลิตประปา ซึ่งในขณะเดียวกันก็ระบายน้ำทิ้งชุมชนกลับลงสู่แม่น้ำเหล่านี้ ปัจจุบันชุมชนหนาแน่นที่ตั้งอยู่ริมแม่น้ำเหล่านี้มีโรงบำบัดน้ำเสียเพียง 48 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนชุมชนหนาแน่นทั้งหมด การบำบัดน้ำเสียมุ่งเน้นในการลดปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสียเท่านั้น โดยไม่มีการกำจัดสารอาหารออกจากน้ำทิ้งที่บำบัดแล้ว ดังนั้นโอกาสของการเกิดปัญหาสภาพการเพิ่มผลผลิตปฐมภูมิอย่างเร็ว (การแพร่กระจายของสาหร่าย และวัชชพืชน้ำ) จึงยังคงมีอยู่ ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าไนโตรเจนเป็นสารอาหารที่เป็นปัจจัยจำกัดของแม่น้ำทุกสาย แต่การควบคุมและป้องกันปัญหามลพิษจากสารอาหารในแม่น้ำอาจทำได้โดยการควบคุมปริมาณฟอสฟอรัส อย่างไรก็ตามการควบคุมปริมาณไนโตรเจนก็จำเป็นขึ้นอยู่กับสภาพการณ์คุณภาพน้ำในแต่ละบริเวณ ระบบบำบัดแบบธรรมชาติถูกเสนอให้ใช้เนื่องจากมีข้อดีหลายประการและรวมถึงสามารถกำจัดสารอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การควบคุมสารอาหารในแหล่งน้ำยังต้องคำนึงถึงที่มาของสารอาหารจากแหล่งกำเนิดไม่ถาวรด้วย

Abstract

Mae Nam (mean river) ping-Wang-Yom-Nan and Chao-Phraya, all are the major rivers of the northern and Central part of Thailand. There are twenty-one communities, or the municipalities, including Bangkok metropolitan, located along these rivers. These communities use the rivers as a major source of raw water supply, and in turn, discharging wastewater back into the rivers. At present, there are only ten communities that have wastewater treatment plants (most of these are in construction phase). Most of these plants were designed at secondary level, therefore, biodegradable organic matter, not nutrients, will be removed effectively. In this study, it was found that N is the limiting nutrient of all rivers. But P removal was suggested because of ease of operation and the operation cost is low comparable to that of N. However, control of N in wastewater is necessary depending on the situation or condition of water quality of the rivers. Natural treatment systems were suggested in removing nutrients (an also other pollutants) from municipal wastewater because these systems have many advantages over the activated sludge (AS) process. In controlling nutrients entering the rivers effectively, nonpoint or diffuse sources of nutrients must be concerned or into consideration. Several methods in minimizing or taken eliminating nutrients from nonpoint sources had been recommended.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ

- ภาษาไทย (2)
- ภาษาอังกฤษ (3)

สารบัญรูป (6)

สารบัญตาราง (8)

บทที่ 1 : บทนำ 1-1

1.1 บทบาทของสารอาหารในแหล่งน้ำ 1-1

1.2 แหล่งน้ำสำคัญของประเทศไทย 1-1

1.3 การศึกษาเกี่ยวกับสารอาหารในแหล่งน้ำของประเทศไทย 1-2

1.4 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 1-5

1.5 ขอบเขต และขั้นตอนการศึกษา 1-5

บทที่ 2 : สารอาหารกับแหล่งน้ำ 2-1

2.1 ความสำคัญของสารอาหารในแหล่งน้ำ 2-1

2.2 ผลกระทบของการเพิ่มขึ้นของสารอาหารต่อแหล่งน้ำ 2-2

2.2.1 การเกิด Eutrophication หรือการเพิ่มผลผลิตปฐมภูมิ 2-2

2.2.2 การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ 2-4

2.2.3 ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ 2-9

2.3 ผลกระทบของการเพิ่มขึ้นของสารอาหารต่อการใช้ประโยชน์แหล่งน้ำของมนุษย์ 2-10

2.4 กรณีศึกษา หรือตัวอย่างของการเกิด River Eutrophication 2-11

2.4.1 แม่น้ำสำคัญของCzech Republic 2-11

2.4.2 แม่น้ำ Milwaukee 2-11

2.4.3 แม่น้ำ Emscher 2-11

บทที่ 3 : ลักษณะทั่วไปของลุ่มน้ำ 3-1

3.1 ลุ่มน้ำแม่น้ำแม่ปิง 3-1

3.2 ลุ่มน้ำแม่น้ำวัง 3-7

3.3 ลุ่มน้ำแม่น้ำยม 3-11

3.4 ลุ่มน้ำแม่น้ำน่าน 3-15

3.5 ลุ่มน้ำแม่น้ำเจ้าพระยา 3-15

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 : การศึกษาสารอาหาร และคุณภาพน้ำแม่น้ำ 4-1

4.1 การเก็บ และวิเคราะห์ตัวอย่าง 4-1

4.2 การกำหนด และวิเคราะห์ตัวอย่าง 4-1

4.3 แม่น้ำปิง 4-4

4.4 แม่น้ำวัง 4-7

4.5 แม่น้ำยม 4-11

4.6 แม่น้ำน่าน 4-14

4.7 แม่น้ำเจ้าพระยา 4-17

4.8 สรุปลักษณะการผันแปรของคุณภาพน้ำ 4-20

4.9 ดัชนีคุณภาพน้ำที่บ่งชี้การเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพน้ำ 4-21

บทที่ 5 : แหล่งกำเนิดน้ำเสียบนลุ่มน้ำ และการควบคุมสารอาหาร 5-1

5.1 ประเภทของแหล่งกำเนิดน้ำเสีย 5-1

5.2 แหล่งกำเนิดน้ำเสียถาวร 5-1

5.3 แหล่งกำเนิดน้ำเสียไม่ถาวร 5-4

5.4 การใช้ประโยชน์จากแม่น้ำ 5-8

5.5 การบำบัดน้ำเสียชุมชน 5-11

5.6 สารอาหารที่ก่อปัญหาความเสื่อมโทรมต่อคุณภาพน้ำ 5-15

5.7 การควบคุมสารอาหารในแม่น้ำ 5-16

5.8 ข้อเสนอแนะในการควบคุมสารอาหารภายในแหล่งน้ำ 5-16

บทที่ 6 : บทสรุป และข้อเสนอแนะ 6-1

บรรณานุกรม

เลขหมู่ ลฬ
ล15
เลขทะเบียน 009961
วัน.เดือน.ปี 21 เม.ย 43

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
1-1	แผนที่แสดงที่ตั้ง และขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย	1-3
2-1	การเปลี่ยนแปลงาของออกซิเจนในน้ำในช่วงกลางวัน และกลางคืน ของแม่น้ำ SAAR ในบริเวณที่คุณภาพน้ำปกติ (Gudingen) และบริเวณ ที่เสื่อมโทรม (Volklingen)	2-6
2-2	ภาพจำลองเชิงทฤษฎีแสดงการเปลี่ยนแปลงของออกซิเจนความเป็นกรด-ด่าง ในแม่น้ำที่มีผลผลิตปฐมภูมิสูงผิดปกติ (Eutrophic River)	2-7
2-3	ความสัมพันธ์ของปริมาณการใช้ปุ๋ยบางพื้นที่ ลุ่มน้ำแม่น้ำ Vltava ในสาธารณรัฐ Czech กับแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณไนเตรดในแม่น้ำ (วัด ณ บริเวณเหนือ-น้ำของกรุง Prague)	2-12
3-1	ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำแม่น้ำปิง	3-3
3-2	ภาพตัดตามยาวของแม่น้ำปิงแสดงระดับความสูง หรือความลาดชันของแม่น้ำปิง รวมทั้งลำน้ำสาขาต่างๆ ที่ไหลลงสู่แม่น้ำปิง	3-4
3-3	ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล (ปีพ.ศ. 2507-2535)	3-5
3-4	กราฟแสดงระดับน้ำในรอบปีของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลระหว่างปีพ.ศ. 2518 ถึง พ.ศ. 2536	3-6
3-5	ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำแม่น้ำวัง	3-9
3-6	ภาพตัดตามยาวของแม่น้ำวังแสดงระดับความสูง หรือความลาดชันของแม่น้ำวัง รวมทั้งลำน้ำสาขาต่างๆ ที่ไหลลงสู่แม่น้ำวัง	3-10
3-7	ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำแม่น้ำยม	3-13
3-8	ภาพตัดตามยาวของแม่น้ำยมแสดงระดับความสูง หรือความลาดชันของแม่น้ำยม รวมทั้งลำน้ำสาขาต่างๆ ที่ไหลลงสู่แม่น้ำยม	3-14
3-9	ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำแม่น้ำน่าน	3-17
3-10	ภาพตัดตามยาวของแม่น้ำน่านแสดงระดับความสูง หรือความลาดชันของแม่น้ำน่าน รวมทั้งลำน้ำสาขาต่างๆ ที่ไหลลงสู่แม่น้ำน่าน	3-18
3-11	กราฟแสดงระดับน้ำในรอบปีของอ่างเก็บน้ำสิริกิติ์ระหว่างปีพ.ศ. 2518 ถึง 2536	3-19
3-12	แผนที่แสดงขอบเขตลุ่มน้ำปิง-วัง-ยม-น่าน	3-20
3-13	ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำแม่น้ำเจ้าพระยา	3-24

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
4-1	แผนที่แสดงสถานีเก็บตัวอย่างน้ำบนแม่น้ำปิง-วัง-ยม-น่าน	4-5
4-2	แผนที่แสดงสถานีเก็บตัวอย่างในแม่น้ำเจ้าพระยา	4-19
4-3	ความผันแปรของคุณภาพน้ำของแม่น้ำปิงในช่วงฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลาก	4-27
4-4	ความผันแปรของคุณภาพน้ำของแม่น้ำวังในช่วงฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลาก	4-31
4-5	ความผันแปรของคุณภาพน้ำของแม่น้ำน่านในช่วงฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลาก	4-36
4-6	ความผันแปรของคุณภาพน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยาในช่วงฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลาก	4-39
5-1	ผังแสดงชุมชนระดับอำเภอที่ตั้งอยู่ริมแม่น้ำปิง-วัง-ยม-น่าน และแม่น้ำเจ้าพระยา	5-2

สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
1-1	รหัส และรายชื่อลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย	1-4
1-2	ปริมาณ บีโอดี (5 วัน) และไนโตรเจนของแม่น้ำสำคัญบางสายของสายของสาธารณรัฐ Czech ณ บริเวณเส้นพรมแดน	2-12
3-1	รายชื่อ และพื้นที่รับน้ำของลุ่มน้ำย่อยภายในลุ่มน้ำแม่น้ำปิง	3-2
3-2	รายชื่อ และพื้นที่รับน้ำของลุ่มน้ำย่อยภายในลุ่มน้ำแม่น้ำวัง	3-8
3-3	รายชื่อ และพื้นที่รับน้ำของลุ่มน้ำย่อยภายในลุ่มน้ำแม่น้ำยม	3-12
3-4	รายชื่อ และพื้นที่รับน้ำของลุ่มน้ำย่อยภายในลุ่มน้ำแม่น้ำน่าน	3-16
3-5	สรุปพื้นที่ และความยาวของแม่น้ำหลักในแต่ละลุ่มน้ำที่ทำการศึกษา	3-23
3-6	การเปรียบเทียบปริมาณน้ำเฉลี่ยรายเดือนของแม่น้ำเจ้าพระยาวัดที่สถานีนครสวรรค์ในช่วงก่อสร้างเขื่อนภูมิพล และเขื่อนสิริกิติ์ (พ.ศ. 2495-2506) และช่วงหลังสร้างเขื่อน (พ.ศ. 2507-2534)	3-25
4-1	วิธีการรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ (Sample Preservation) และระยะเวลาของการเก็บรักษาก่อนการวิเคราะห์	4-2
4-2	วิธีการ หรือเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ลักษณะคุณภาพน้ำของตัวอย่างน้ำ	4-3
4-3	รายชื่อสถานีเก็บตัวอย่างน้ำของแม่น้ำปิง และระยะทาง ระยะห่าง/จากปากแม่น้ำปิงของแต่ละสถานี (หน่วย : กิโลเมตร)	4-6
4-4	ลักษณะคุณภาพน้ำของแม่น้ำปิงในช่วงฤดูน้ำน้อย (Low-Flow Period) และในช่วงฤดูน้ำมาก (High-Flow Period)	4-8
4-5	รายชื่อสถานีเก็บตัวอย่างน้ำของแม่น้ำวัง และระยะทาง ระยะห่าง/จากปากแม่น้ำวังของแต่ละสถานี (หน่วย : กิโลเมตร)	4-9
4-6	ลักษณะคุณภาพน้ำของแม่น้ำวังในช่วงฤดูน้ำน้อย (Low-Flow Period) และในช่วงฤดูน้ำมาก (High-Flow Period)	4-10
4-7	รายชื่อสถานีเก็บตัวอย่างน้ำของแม่น้ำยม และระยะทาง ระยะห่าง/จากปากแม่น้ำยมของแต่ละสถานี (หน่วย : กิโลเมตร)	4-12
4-8	ลักษณะคุณภาพน้ำของแม่น้ำยมในช่วงฤดูน้ำน้อย (Low-Flow Period) และในช่วงฤดูน้ำมาก (High-Flow Period)	4-13

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
4-9	รายชื่อสถานีเก็บตัวอย่างน้ำของแม่น้ำน่าน และระยะทาง ระยะห่าง/จากปากแม่น้ำน่านของแต่ละสถานี (หน่วย : กิโลเมตร)	4-15
4-10	ลักษณะคุณภาพน้ำของแม่น้ำน่านในช่วงฤดูน้ำน้อย (Low-Flow Period) และในช่วงฤดูน้ำมาก (High-Flow Period)	4-16
4-11	รายชื่อสถานีเก็บตัวอย่างน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยา และระยะทาง ระยะห่าง/จากปากแม่น้ำเจ้าพระยาของแต่ละสถานี (หน่วย : กิโลเมตร)	4-18
4-12	ลักษณะคุณภาพน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยาในช่วงฤดูน้ำน้อย (Low-Flow Period) และในช่วงฤดูน้ำมาก (High-Flow Period)	4-23
4-13	การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำของแม่น้ำปิง-วัง-ยม-น่าน-เจ้าพระยา โดยแสดงในรูปของค่าต่ำสุด และสูงสุด	4-24
5-1	ปริมาณสารอาหาร (N และ P) ที่ระบายลงสู่ Chesapeake Bay ที่มีต้นกำเนิดจาก Diffuse Source	5-6
5-2	ความเข้มข้นของมลสารที่พบโดยทั่วไปในน้ำท่าของพื้นที่ชนบท (Rural Runoff) ในเขตตะวันตกตอนกลางของประเทศสหรัฐอเมริกา	5-6
5-3	การเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของมลสารของ Poine และ Nonpoint Source จากชุมชน	5-7
5-4	ความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำ (Pollution) ที่เกิดจากแหล่งกำเนิดมลพิษต่างๆ	5-9
5-5	สาเหตุ หรือมลสารที่พบสาเหตุของการเกิดปัญหามลภาวะแหล่งน้ำผิวดินในประเทศสหรัฐอเมริกา	5-9
5-6	รายชื่อชุมชนที่ใช้น้ำจากแม่น้ำปิง-วัง-ยม-น่าน และแม่น้ำเจ้าพระยา แหล่งน้ำดิบเพื่อการประปา	5-12
5-7	การบำบัดน้ำเสียของชุมชนเทศบาลที่ตั้งอยู่ริมแม่น้ำปิง-วัง-ยม-น่านและแม่น้ำเจ้าพระยา	5-13
5-8	โครงการบำบัดน้ำเสียชุมชนของกรุงเทพมหานคร	5-14
5-9	ค่า N : P ของแม่น้ำปิง ณ สถานีต่างๆ และสารอาหารที่เป็นปัจจัยจำกัด หรือสารอาหารพร่อง (limiting nutrient)	5-17

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
5-10	ค่า N : P ของแม่น้ำวัง ณ สถานีต่างๆ และสารอาหารที่เป็นปัจจัยจำกัด หรือสารอาหารพร่อง (limiting nutrient)	5-18
5-11	ค่า N : P ของแม่น้ำยม ณ สถานีต่างๆ และสารอาหารที่เป็นปัจจัยจำกัด หรือสารอาหารพร่อง (limiting nutrient)	5-19
5-12	ค่า N : P ของแม่น้ำน่าน ณ สถานีต่างๆ และสารอาหารที่เป็นปัจจัยจำกัดหรือสารอาหารพร่อง (limiting nutrient)	5-20
5-13	ค่า N : P ของแม่น้ำเจ้าพระยา ณ สถานีต่างๆ และสารอาหารที่เป็นปัจจัยจำกัด หรือสารอาหารพร่อง (limiting nutrient)	5-21

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทบาทของสารอาหารในแหล่งน้ำ

สารอาหารเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของแพลงค์ตอนพืช และพืชน้ำทั่วๆ ไป สารอาหารที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศน์แหล่งน้ำก็คือ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ทั้งไนโตรเจนและฟอสฟอรัสโดยทั่วไปถือว่าเป็นสารอาหารที่มีอยู่อย่างจำกัดในแหล่งน้ำอาจเป็นตัวใดตัวหนึ่ง หรือทั้งสองตัวก็ได้เมื่อมนุษย์ได้มีการพัฒนาการขึ้น และก่อให้เกิดน้ำเสียระบายลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งทำให้แหล่งน้ำได้รับสารอาหารเพิ่มขึ้น จึงทำให้มีการแพร่กระจายของแพลงค์ตอนพืช และหรือน้ำซึ่งมีผลทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลง และเสื่อมโทรมลงจนถึงระดับที่รบกวนหรือขัดขวางต่อการใช้ประโยชน์ของมนุษย์

การศึกษาเกี่ยวกับสารอาหารในแหล่งน้ำได้เริ่มมาเกือบศตวรรษแล้ว และในภายหลังในช่วงปลายทศวรรษ 1930 จึงได้เริ่มมีการศึกษาเกี่ยวกับปัญหา Eutrophication (การเพิ่มขึ้นของสารอาหารในแหล่งน้ำ และนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของผลผลิตปฐมภูมิ) ต่อมาในช่วงทศวรรษ 1950 จึงได้มีการศึกษาปัญหา Eutrophication ที่เกิดขึ้นในทะเลสาบ (Lake) หรือ Impounded Water Resource รวมทั้งได้มีการศึกาเน้นลงไปถึงปัญหามลภาวะทางน้ำที่เกิดจากไนเตรตด้วยในราวกลางทศวรรษ 1940 ต่อมาภายหลังตั้งแต่ทศวรรษ 1970 เป็นต้นมาจึงได้มีการศึกษาปัญหา Eutrophication ที่เกิดขึ้นใน Flowing Water Resource หรือ River Eutrophication ในการศึกษาเกี่ยวกับปัญหา Eutrophication นอกจากมีการขยายขอบเขตการศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งน้ำประเภท Impounded Water มายังแหล่งน้ำที่เป็น Flowing Water แล้วยังได้มีการศึกษาถึงแหล่งน้ำที่มาของสารอื่นด้วย ซึ่งแต่เดิมมีความเข้าใจว่าน้ำเสียจากชุมชนเป็นสาเหตุสำคัญของการเพิ่มขึ้นของสารอาหารในแหล่งน้ำต่อมาได้มีการศึกษา และพบว่าพื้นที่การเกษตรก็เป็นแหล่งกำเนิดสำคัญของสารอาหารที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำด้วย

1.2 แหล่งน้ำสำคัญของประเทศไทย

แหล่งน้ำ (Water Resource) แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

- แหล่งน้ำไหล (Flowing Water)
- แหล่งน้ำนิ่ง (Impounded Water)
- แหล่งน้ำใต้ดิน (Ground Water)

สำหรับประเทศไทยแหล่งน้ำหลักที่ป้อนน้ำให้กับระบบเศรษฐกิจสังคมของประเทศก็คือแหล่งน้ำไหล รองลงมาก็คือแหล่งน้ำใต้ดิน น้ำในแม่น้ำต่างๆ ก็ไหลมาจากพื้นที่ลุ่มน้ำของแม่น้ำแต่ละสายในประเทศไทยได้แบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำออกได้เป็น 25 ลุ่มน้ำมีพื้นที่รวมกันทั้งสิ้นประมาณ 512,000 ตารางกิโลเมตรรายละเอียดของลุ่มน้ำแสดงไว้ใน ตารางที่ 1-1 ที่ตั้งและขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำต่างๆ แสดงไว้ใน

รูปที่ 1-1

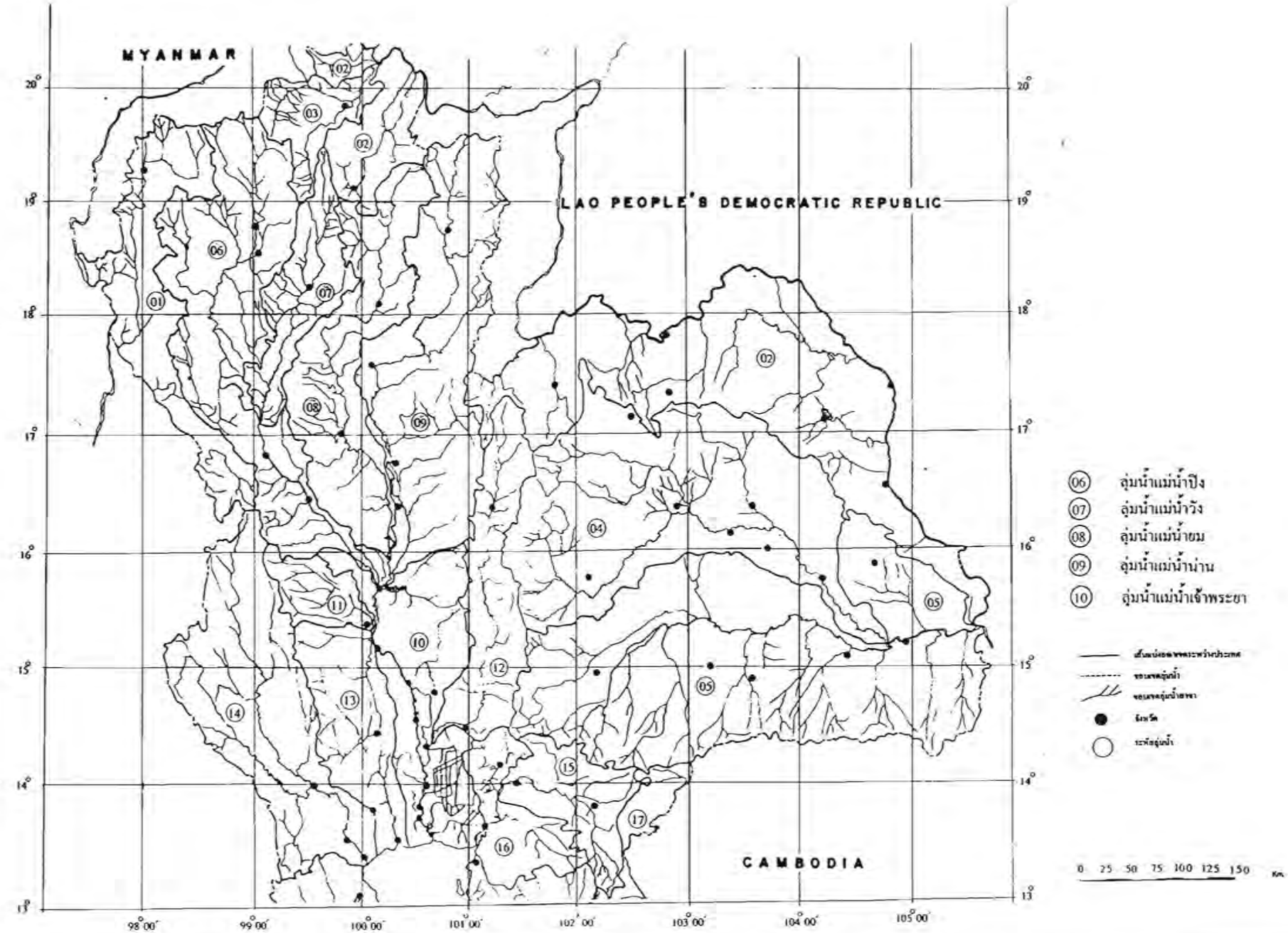
ในบรรดาแหล่งน้ำทั้งหมดมีเพียงลุ่มน้ำปิง ลุ่มน้ำวัง ลุ่มน้ำยม และลุ่มน้ำน่านที่มีพื้นที่ลุ่มน้ำติดต่อกัน และระบายน้ำออกจากลุ่มน้ำเข้าสู่จุดเดียวกันคือเป็นต้นน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยาเมื่อรวมพื้นที่ลุ่มน้ำของแม่น้ำปิง แม่น้ำวัง แม่น้ำยม แม่น้ำน่าน และแม่น้ำเจ้าพระยาแล้ว พบว่ามีพื้นที่เกือบหนึ่งในสี่ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งประเทศ นอกจากมีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมที่มีขนาดใหญ่มากแล้วสามารถสังเกตได้ว่าบนพื้นที่ลุ่มน้ำประกอบด้วยเมืองหลักของภาคเหนือ และภาคกลางตลอดจนกรุงเทพมหานครที่ต้องอาศัยน้ำจากแหล่งน้ำของลุ่มน้ำดังกล่าว หรืออาจกล่าวได้ว่าลุ่มน้ำรวมนี้มีความสำคัญต่อสภาพเศรษฐกิจสำคัญของประเทศ และมีความยาวต่อเนื่องกันตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปากแม่น้ำยาวที่สุด

1.3 การศึกษาเกี่ยวกับสารอาหารในแหล่งน้ำของประเทศไทย

ถึงแม้ว่าในต่างประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศพัฒนาแล้วได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัญหา Eutrophication หรือ Nutrient Pollution มานานเกือบครึ่งศตวรรษรวมทั้งในความสำคัญคือการควบคุมหรือจำกัดปริมาณสารอาหาร (Nutrient loading) ที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำจาก Point source และ Diffuse source ดังเช่นในปี ค.ศ. 1988 EPA ได้รายงานต่อสภา Congress ถึงสภาวะการณ์คุณภาพน้ำของแม่น้ำทั้งประเทศสหรัฐอเมริกาว่า 70% ของแหล่งน้ำยังอยู่ในสภาพดี (Unpolluted) 20% มีสภาพเสื่อมโทรมปานกลาง (Moderately polluted) และอีก 10% อยู่ในสภาพเสื่อมโทรมสิ้นเชิง (Severely polluted) ทั้งนี้จากการคำนวณความยาวรวมของแม่น้ำทั้งประเทศ นอกจากนี้จากการศึกษายังพบสาเหตุของความเสื่อมโทรม (Pollution Cause) ดังนี้ (เรียงลำดับตามความสำคัญจากมากไปน้อย)

- Siltation
- Nutrient
- Pathogens
- Organic enrichment
- Metal
- Pesticide
- Salinity
- Suspended solid
- etc.

นอกจากนี้ในปีค.ศ. 1989 National Resource Diffuse Council ได้ศึกษาและรายงานไว้ว่า Pollutant ที่มาจาก Diffuse Pollution (Urban and Agriculture run - off) เป็นไนโตรเจน (N) ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีผลต่อการกระตุ้นการเจริญเติบโตอย่างมากของสาหร่ายในแม่น้ำ ทะเลสาบ และบริเวณปากแม่น้ำ (Estuaries) สำหรับประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาในเรื่องดังกล่าวอย่างจริงจัง และต่อเนื่องทั้งๆ ที่



รูปที่ 1-1 แผนที่แสดงที่ตั้ง และขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย

ตารางที่ 1-1 รหัส และรายชื่อลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย

ชื่อลุ่มน้ำ	พื้นที่ตร. กม.
แม่น้ำสาละวิน	17,920.19
แม่น้ำโขง	57,422.07
น้ำแม่กก	789.38
แม่น้ำชี	49,476.50
แม่น้ำมูล	69,700.44
แม่น้ำปิง	33,897.71
แม่น้ำวัง	10,790.74
แม่น้ำยม	23,615.59
แม่น้ำน่าน	34,330.16
แม่น้ำเจ้าพระยา	20,125.25
แม่น้ำสะแกกรัง	5,191.43
แม่น้ำป่าสัก	16,292.24
แม่น้ำท่าจีน	13,681.60
แม่น้ำแม่กลอง	30,836.76
แม่น้ำปราจีนบุรี	10,481.32
แม่น้ำบางประกง	7,978.15
โตนเลสาป	4,149.97
ชายฝั่งทะเลตะวันออก	13,829.72
แม่น้ำเพชรบุรี	5,602.91
ชายฝั่งทะเลตะวันตก	6,745.33
ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	26,352.78
แม่น้ำตาปี	12,224.53
ทะเลสาบสงขลา	8,494.97
แม่น้ำปัตตานี	3,857.82
ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	21,172.25
รวม	**512,065.81**

พลตรีคุณากร สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในช่วงสามสิบปีที่ผ่านมานี้ประเทศไทยมีการขยายพื้นที่เพื่อการเกษตรกรรมเพิ่มสูงขึ้นมีการทำเกษตรกรรมสมัยใหม่ (มีการใช้ปุ๋ยเคมีสารเคมีฆ่าแมลงและสารเคมีปราบวัชชพืช) เพื่อเพิ่มผลผลิต มีการขยายตัวของชุมชน และเมืองอย่างรวดเร็ว และประการสำคัญมีชุมชนขนาดใหญ่ตั้งอยู่บนแม่น้ำสายหลักของประเทศและปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำ

ดังนั้นการศึกษาถึงสารอาหารในแหล่งน้ำก็เป็นความจำเป็นประการหนึ่งต่อการจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อคงไว้ซึ่งแหล่งน้ำที่มีน้ำที่มีคุณภาพดีต่อการใช้ประโยชน์ของประชาชนต่อไปในอนาคต โดยเฉพาะต่อการใช้ประโยชน์ในแง่ของการเป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปา

1.4 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาคุณภาพน้ำเบื้องต้นที่สำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพน้ำแหล่งน้ำเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในกิจกรรมของมนุษย์ รวมทั้งการศึกษาชนิดและปริมาณของสารอาหารที่มีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำประกอบกับศึกษาบลักษณะการใช้ที่ดินที่มีผลต่อการเกิดปัญหาของสภาวะแหล่งน้ำเนื่องจากสารอาหาร

1.5 ขอบเขต และขั้นตอนการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ข้อมูลทั้งปฐมภูมิ และทุติยภูมิ โดยข้อมูลคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำสำคัญของลุ่มน้ำปิง ลุ่มน้ำวัง ลุ่มน้ำยม ลุ่มน้ำน่าน และลุ่มน้ำเจ้าพระยา จะใช้ข้อมูลปฐมภูมิ สำหรับข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การใช้ที่ดิน เป็นต้น จะใช้ข้อมูลทุติยภูมิสำหรับขั้นตอนการศึกษาประกอบด้วย

(1) การสำรวจ และรวบรวมเอกสารข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

(2) การวางแผนการศึกษา และการเก็บตัวอย่างน้ำในลุ่มน้ำ โดยใช้แผนที่ภูมิประเทศ 1 : 50,000 และ 1 : 250,000

(3) การเก็บข้อมูลภาคสนาม และเก็บตัวอย่างน้ำจากแม่น้ำสายหลัก ซึ่งประกอบด้วย แม่น้ำปิง แม่น้ำวัง แม่น้ำยม แม่น้ำน่าน และแม่น้ำเจ้าพระยา โดยแบ่งเก็บ 2 ช่วง คือ ในช่วงฤดูน้ำหลาก และช่วงฤดูน้ำน้อย

(4) การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

(5) การรวบรวม และการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ

(6) การจัดทำรายงาน

บทที่ 2

สารอาหารกับแหล่งน้ำ

2.1 ความสำคัญของสารอาหารในแหล่งน้ำ

ในระบบบนิเวศน์แหล่งน้ำ (Aquatic Ecosystem) ผู้ผลิตปฐมภูมิ (Primary Producer) ซึ่งประกอบด้วยสาหร่ายเซลเดียว และพืชน้ำอื่นๆ มีบทบาทสำคัญต่อความคงอยู่ของระบบนิเวศน์โดยการส่งทอดพลังงาน (Energy) ในรูปของมวลชีวภาพ (Biomass) เพื่อให้สิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่อยู่ในระดับสูงขึ้น (Higher forms of living-things) สามารถดำรงชีพ และแพร่พันธุ์ได้ตามปกติ การดำรงชีพ และแพร่กระจายของผู้ผลิตปฐมภูมินั้นขึ้นกับปัจจัยสำคัญ ดังนี้

(1) สาร หรือธาตุอาหาร (Nutrient or Food)

(2) แสงอาทิตย์ (Sun light)

ทั้งนี้ เพราะผู้ผลิตปฐมภูมิจัดได้ว่าเป็นพวก Autotrophic ซึ่งเป็นพวก Phytoplankton และ Aquatic plants พวกนี้จะอาศัยพลังงานจากแสงอาทิตย์ และสารอาหารที่อยู่ในรูปอนินทรียสาร (Inorganic Nutrient) สร้างมวลชีวภาพขึ้นมาโดยกระบวนที่เรียกว่า การสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) จากนั้นผู้ผลิตปฐมภูมิก็จะถ่ายทอดพลังงานไปยังสัตว์ต่างๆ ผ่านสายสัมพันธ์ที่เรียกว่า ห่วงโซ่อาหาร หรือสายใยอาหาร (Food Chain or Food Web) จนในที่สุดก็มาถึงระดับสูงสุดคือมนุษย์ ในระบบนิเวศน์เมื่อมีการตายเกิดขึ้นมวลชีวภาพทั้งของพืช และสัตว์ก็จะถูกย่อยสลายโดยจุลชีพ (Microorganism) ซึ่งประกอบด้วย แบคทีเรีย (Bacteria) รา (Fungi) และสัตว์บางชนิด เช่น โปรโตซัว ไส้เดือนดิน เป็นต้น พวกเหล่านี้รวมเรียกว่า ผู้ย่อยสลาย (Decomposer) ผู้ย่อยสลายจะใช้คาร์บอนที่มีอยู่ในโมเลกุลของซากพืช และซากสัตว์ (Organic Compound) เป็นแหล่งพลังงานโดยการย่อยสลายโมเลกุลขนาดใหญ่ให้เล็กลง และอยู่ในรูปสารอนินทรีย์ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) แอมโมเนีย (NH_4^+) และฟอสเฟต (PO_4^{-3}) เป็นต้น

$$C_aH_bO_cN_dP_e+(a+{}^1/_4b+{}^3/_2c-{}^1/_2d+2e)\,O_2 \rightarrow aCO_2+{}^b/_2\,H_2O+dNO_3+ePO_4^{-3} \quad \text{----- (2.1)}$$

$$106\,CO_2+90\,H_2O+16\,NO^{-3}+PO_4^{-3}+\text{light energy} \rightarrow C_{106}H_{180}D_{45}N_{16}P(\text{algal biomass})+154O_2 \quad \text{----- (2.2)}$$

ดังนั้น จะเห็นได้ว่าในระบบนิเวศน์ที่สมดุลย์ก็จะมีการส่งทอดพลังงานเป็นทอดๆ ไปโดยเริ่มต้นจากพลังงานแสงอาทิตย์รวมทั้งมีการหมุนเวียนของสารต่างๆ จากอนินทรียสารได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไนเตรต และฟอสฟอรัส เป็นต้น กลายเป็นอินทรียสารเช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน เป็นต้น และสุดท้ายอินทรียสารเหล่านี้ก็แปรสภาพกลับไปเป็นอนินทรียสารดังเดิม หรือเช่นเดียวกับเมื่อครั้งเริ่มต้น (ดูสมการ 2.1และ 2.2)

สารอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชสามารถแบ่งออกเป็นประเภทตามปริมาณที่พืชต้องการใช้มากหรือใช้น้อยดังนี้

(1) สารอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมาก (Macronutrient or Macroelement)

ประกอบด้วย ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โปแตสเซียม (K) คาร์บอน (C)

(2) สารอาหารที่พืชต้องการในปริมาณที่รองลงมา (Minorelement)

(3) สารอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อยมาก (Micronutrient a Trace Element) ได้แก่ แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) โครเมียม (Cr) นิกเกิ้ล (Ni) เป็นต้น

ในบรรดาสารอาหารดังกล่าวข้างต้นถ้าพืชขาดสารอาหารใดหรือได้รับไม่พอเพียงแล้ว ไม่ว่าจะเป็น Micronutrient หรือกระทั่ง Micronutrient ก็จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตตามปกติของพืชได้ และอาจทำให้เกิดโรคบางชนิดได้ อย่างไรก็ตามสำหรับพืชบกแล้งมักนิยมใส่ปุ๋ยที่มีไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโปรตัสเซียม (K) เพื่อเร่งการเจริญเติบโตหรือเร่งผลผลิต (แต่อาจใส่ในสัดส่วนที่ต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ความสมบูรณ์ของดิน (ชนิดดิน) และช่วงของการเจริญเติบโตของพืชในแต่ละช่วง)

แต่สำหรับแพลงค์ตอนพืช (Phytoplankton) และพืชน้ำ (Aquatic Plants) แล้วสารอาหารที่พบว่ามีโอกาสขาดแคลนส่วนใหญ่ประกอบด้วยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส บางครั้งพบว่าขาดแคลนคาร์บอน (C - ในรูปของ CO_2) หรือขาดแคลนเหล็ก (Fe) หรือธาตุอาหารปริมาณน้อยอื่นๆ (Trace Elements) การขาดสาร/ธาตุอาหารอาจเป็นเพราะว่าไม่มีหรือมีแต่ไม่เพียงพอ แต่บางกรณีก็พบว่ามีพอเพียงแต่อยู่ในรูปแบบที่พืชนำมาใช้ไม่ได้ เช่น อยู่ในรูปที่ละลายน้ำไม่ได้ (Insoluble Form) หรืออยู่ในรูปของสารอินทรีย์ เช่น Organic Nitrogen หรืออาจอยู่ในรูปที่พืชดูดซับไปใช้ไม่ได้อื่นๆ เช่น อยู่ในรูป unionized form เช่น unionized ammonia เป็นต้น สารอาหารที่พืชขาดแคลนนี้เรียกว่า สารอาหารจำกัด (Limiting Nutrient)

อย่างไรก็ตามสารอาหารจำกัดของแหล่งน้ำถือได้ว่าเป็นกลไกตามธรรมชาติในการควบคุมการเจริญเติบโตของแพลงค์ตอนพืช และพืชน้ำอื่นๆ ให้เหมาะสม และระบบนิเวศน์แหล่งน้ำแต่ละแห่งก็จะมีการปรับตัวเพื่อสร้างภาวะสมดุลย์ภายในระบบนิเวศน์นั้นๆ เอง

2.2 ผลกระทบของการเพิ่มขึ้นของสารอาหารต่อแหล่งน้ำ

2.2.1 การเกิด Eutrophication หรือการเพิ่มผลผลิตปฐมภูมิ

โดยธรรมชาติแล้วสารอาหารจะเข้าสู่แหล่งน้ำได้ 2 ทางคือ จากภายนอก (External Input) และจากการหมุนเวียนภายใน (Internal Input) ผ่านกระบวนการย่อยสลายของมวลชีวภาพ (Decomposition of Biomass Process) ในขณะเดียวกันสารอาหารก็จะสูญหายออกไปจากแหล่งน้ำด้วยเช่นกันโดยผ่านกระบวนการตกตะกอน (Sedimentation) โดยทั่วไปแล้วแหล่งน้ำที่เป็นน้ำไหล (Flowing Water) มักไม่มีการสะสมของสารอาหารซึ่งต่างจากแหล่งน้ำที่มีลักษณะเป็นน้ำนิ่ง (Impounded Water) เช่น ทะลสาบ

เป็นต้น ทะเลสาบจะมีการสะสมสารอาหาร ซึ่งมีผลทำให้ผลผลิต (Productivity) ของแหล่งน้ำเพิ่มขึ้น สารอาหารและผลผลิตของแหล่งน้ำต่างๆ จะมีระดับไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ อย่าง เช่น ลักษณะทางธรณีวิทยา ความสมบูรณ์ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ขนาดและรูปร่างของแหล่งน้ำ อายุของแหล่งน้ำ เป็นต้น ดังนั้นจึงมีการแบ่งประเภทของแหล่งน้ำตามปริมาณของสารอาหาร และผลผลิตออกเป็นระดับ ดังนี้

- Oligotrophic : มีสารอาหาร และผลผลิตต่ำ
- Mesotrophic : มีสารอาหาร และผลผลิตปานกลาง
- Eutrophic : มีสารอาหาร และผลผลิตสูง

การแบ่งระดับเช่นนี้เป็นการแบ่งแบบหยาบๆ อันที่จริงแล้วถ้าต้องการแบ่งให้ละเอียดกว่านี้สามารถแบ่งได้เป็น

- Ultraoligotrophic
- Oligotrophic
- Oligomesotrophic
- Mesotrophic
- Eutrophic
- Polytrophic
- Hypertrophic

โดยการแบ่งระดับจะใช้ปัจจัยของผลผลิตของแหล่งน้ำเป็นปัจจัยหลักมากกว่าที่จะใช้สารอาหารเป็นตัวกำหนด เนื่องจากสารอาหารมีหลายชนิดดังกล่าวแล้ว ตัวอย่างเช่น ทะเลสาบบางแห่งมีปริมาณไนเตรตสูง แต่มีผลผลิตต่ำ เนื่องจากขาดแคลนฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำ เป็นต้น

การเพิ่มขึ้นของระดับสารอาหาร และผลผลิตของแหล่งน้ำจะเป็นไปอย่างช้าๆ โดยธรรมชาติ และถึงแม้ว่าแหล่งน้ำมีการเปลี่ยนสภาพสารอาหาร (Nutrient or Trophic Status) ก็ตาม แต่ระบบนิเวศน์แหล่งน้ำก็ยังคงสภาวะสมดุลย์อยู่ได้ ทั้งนี้ เพราะสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในน้ำ (Aquatic life) มีเวลานานพอที่จะปรับตัว (Adaptaion) ให้เข้ากับสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนไป

ต่อเมื่อมีการเพิ่มขึ้นของสารอาหารอย่างรวดเร็ว ซึ่งเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การระบายน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ เป็นต้น ก็จะทำให้เกิดการแพร่กระจายอย่างรวดเร็วของ แพลงค์ตอนพืช (Plankton Bloom or Algal Bloom) และพืชน้ำ ซึ่งเป็นผลทำให้สิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในแหล่งน้ำปรับตัวตามไม่ทันจนทำให้ระบบนิเวศน์แหล่งน้ำสูญเสียสมดุลย์ไป สิ่งที่สังเกตเห็นได้คือคุณภาพน้ำเปลี่ยนไป (เสื่อมโทรมลง) จนถึงระดับที่ขัดขวางต่อการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ทั้งทางตรง และทางอ้อม ซึ่งเราเรียกสภาวะเช่นนี้ว่า "Pollution" และเนื่องจากมีสาเหตุมาจากสารอาหารที่เพิ่มขึ้นในแหล่งน้ำจึงเรียกว่า "Nutrient Pollution " การเพิ่มขึ้นของสารอาหารอย่างรวดเร็ว (ในปริมาณที่มากขึ้นต่อหน่วยเวลา) และทำให้เกิดการแพร่กระจายอย่างรวดเร็วของ แพลงค์ตอน และพืชน้ำนั้น เราเรียกลักษณะนี้ว่า "Cultural or Arificial or

Accerelated Eutrophication) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพูดถึงปัญหานี้แล้วเรามักเรียกสั้นๆ ว่า Eutrophication แต่ในความหมายที่ซ่อนไว้ว่าเป็น Cultural Eutrophication ไม่ใช่ Natural Eutrophication

2.2.2 <u>การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ</u>

สารอาหารที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ และสร้างปัญหา Eutrophication ส่วนใหญ่ประกอบด้วยไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) การระบายสารอาหารลงสู่แหล่งน้ำ (จากกิจกรรมของมนุษย์) ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทั้งโดยตรง และโดยอ้อม

2.2.2.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำโดยตรง สารประกอบของไนโตรเจนที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำมีอยู่ใน 2 รูปใหญ่ๆ คือ

(1) อินทรีย์ไนโตรเจน (Organic Nitrogen) เช่น โปรตีน และยูเรีย เป็นต้น

(2) อนินทรีย์ไนโตรเจน (Inorganic Nitrogen) ได้แก่ แอมโมเนีย และไนเตรต เป็นต้น

อินทรีย์ไนโตรเจนเมื่อถูกระบายลงสู่แหล่งน้ำแล้วก็จะถูกแบคทีเรีย หรือ Decomposer ย่อยสลายเป็นแอมโมเนียกระบวนการนี้เรียกว่า Deamination ต่อมาแอมโมเนียก็จะเปลี่ยนไปเป็นไนเตรตโดยกระบวนที่เรียกว่า Nitrification ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

<u>ขั้นตอนแรก</u> เป็นการเปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นไนไตรต์โดยกลุ่มแบคทีเรียที่เรียกว่า Nitrosomonas (ดูสมการ 2.2)

<u>ขั้นตอนที่สอง</u> เป็นการเปลี่ยนไนไตรต์ให้เป็นไนเตรตโดยกลุ่มแบคทีเรียที่เรียกว่า Nitrobacter (ดูสมการ 2.3)

$$NH_4^+ + {}^3/_2\, O_2 \rightarrow NO_2^- + 2H^+ + H_2O \quad \text{---------- (2.3)}$$

$$NO_2^- + {}^1/_2\, O_2 \rightarrow NO_3^- \quad \text{---------- (2.4)}$$

$$NH_4^+ + {}^1/_2\, O_2 \rightarrow NO_3^- + 2H^+ + H_2O \quad \text{---------- (2.5)}$$

สังเกตได้ว่ากระบวนการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวข้างต้นตั้งแต่การเปลี่ยนรูปจากอินทรีย์ไนโตรเจน และแอมโมเนีย มาเป็นไนเตรตนั้นจำเป็นต้องใช้ออกซิเจน ซึ่งความต้องการใช้ออกซิเจนในน้ำในส่วนนี้เรียกว่า Nitrogen Oxygen Demand (NOD)

2.2.2.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำโดยอ้อม เมื่อสารอาหารถูกระบายหรือปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ และทำให้เกิดการแพร่กระจายอย่างรวดเร็วของแพลงค์ตอนพืชและพืชน้ำแล้ว การแพร่กระจายของแพลงค์ตอนพืชดังกล่าวก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ ดังนี้

(1) <u>*การเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนในน้ำ*</u> ในช่วงเวลากลางวันพืชจะทำการสังเคราะห์แสง ซึ่งกระบวนการนี้พืชจะใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ

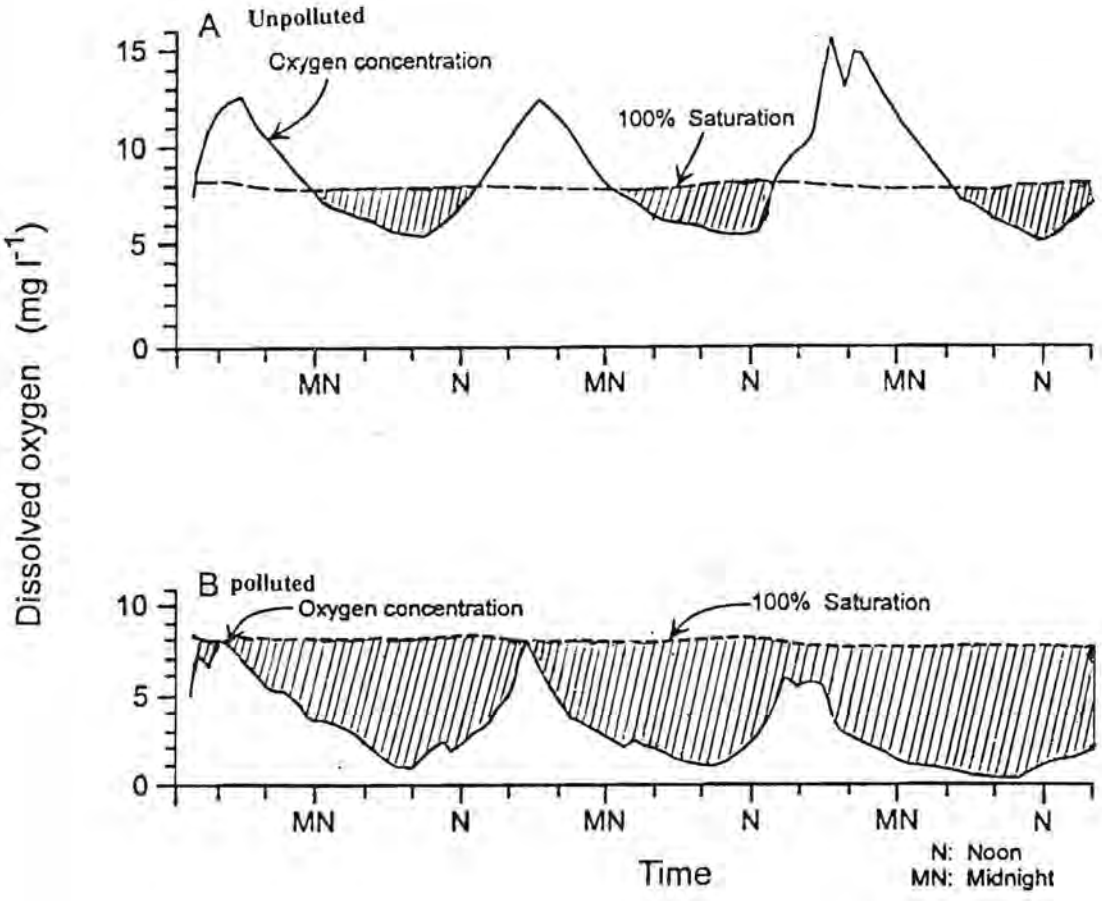
และสารอาหาร (อนินทรียสาร) ผลผลิตของกระบวนการนี้นอกจากมวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้นแล้ว ผลผลิตสำคัญอีกอย่างก็คือ ก๊าซออกซิเจน ซึ่งอัตราการผลิตก๊าซออกซิเจนมีมากกว่าอัตราการใช้ออกซิเจน (จากการหายใจของพืช) ดังนั้น ปริมาณออกซิเจนสุทธิ (Net Oxygent Produced) จึงเป็นบวก ซึ่งมีผลทำให้ออกซิเจนในน้ำเพิ่มสูงขึ้น (โดยอาจสูงถึง 200% เปอร์เซ็นต์ของความอิ่มตัวของออกซิเจนในน้ำมากกว่านั้น) แต่ในเวลากลางคืนไม่มีการผลิตออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสง แต่ยังคงมีการใช้ออกซิเจนจากการหายใจ ดังนั้นปริมาณออกซิเจนสุทธิในน้ำ (Net Oxygen in Water) ก็จะลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว (เนื่องจากมีแพลงค์ตอนพืชเป็นจำนวนมาก) และบางครั้งอาจลดลงจนหมด หรือเกือบหมดก็เป็นได้ รูปที่ 2-1 เป็นตัวอย่างการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของออกซิเจนในน้ำในช่วงกลางวัน และกลางคืน (diel variation in oxygen content in water) ของแม่น้ำ Saar โดยเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างที่เกิดขึ้นในบริเวณที่ไม่เกิดมลภาวะ (Gudingen) และบริเวณที่เกิดมลภาวะ (Volklingen)

(2) <u>การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)</u> ดังกล่าวข้างต้นแล้วว่าในเวลากลางวันพืชจะสังเคราะห์แสง โดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นวัตถุดิบส่วนหนึ่งซึ่งพืชได้มาจากการแตกตัวของไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) ที่มีอยู่ในน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์จัดเป็น acidic gas ดังนั้นเมื่อคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำลดลง (เนื่องจากพืชนำไปใช้) ก็จะทำให้ความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออน, H^+ ลดลง ส่งผลให้ความเป็นกรด-ด่าง (pH) เพิ่มขึ้น โดยอาจเพิ่มขึ้นถึง pH 10 สาหร่าย (หรือแพลงค์ตอนพืช) สามารถดึงคาร์บอนไดออกไซด์จากน้ำไปใช้จนกระทั่งถึงระดับ inhibitory pH (pH 10-11) แต่เมื่อถึงเวลากลางคืนพืชหยุดใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการสังเคราะห์แสงพืชใช้ออกซิเจนในการหายใจและปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์กลับคืนมา ซึ่งมีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงสมการที่ 2.6 ถึง 2.8 แสดงให้เห็นถึงปฏิกิริยาของคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ ซึ่งเมื่อมีมากก็จะทำให้น้ำมีฤทธิ์เป็นกรดแต่เมื่อถูกกำจัดออกไปก็จะทำให้น้ำมีฤทธิ์เป็นด่างจากการเกิดขึ้นของคาร์บอเนต (CO_3^{-2}) และไฮดรอกไซด์อิออน (OH)

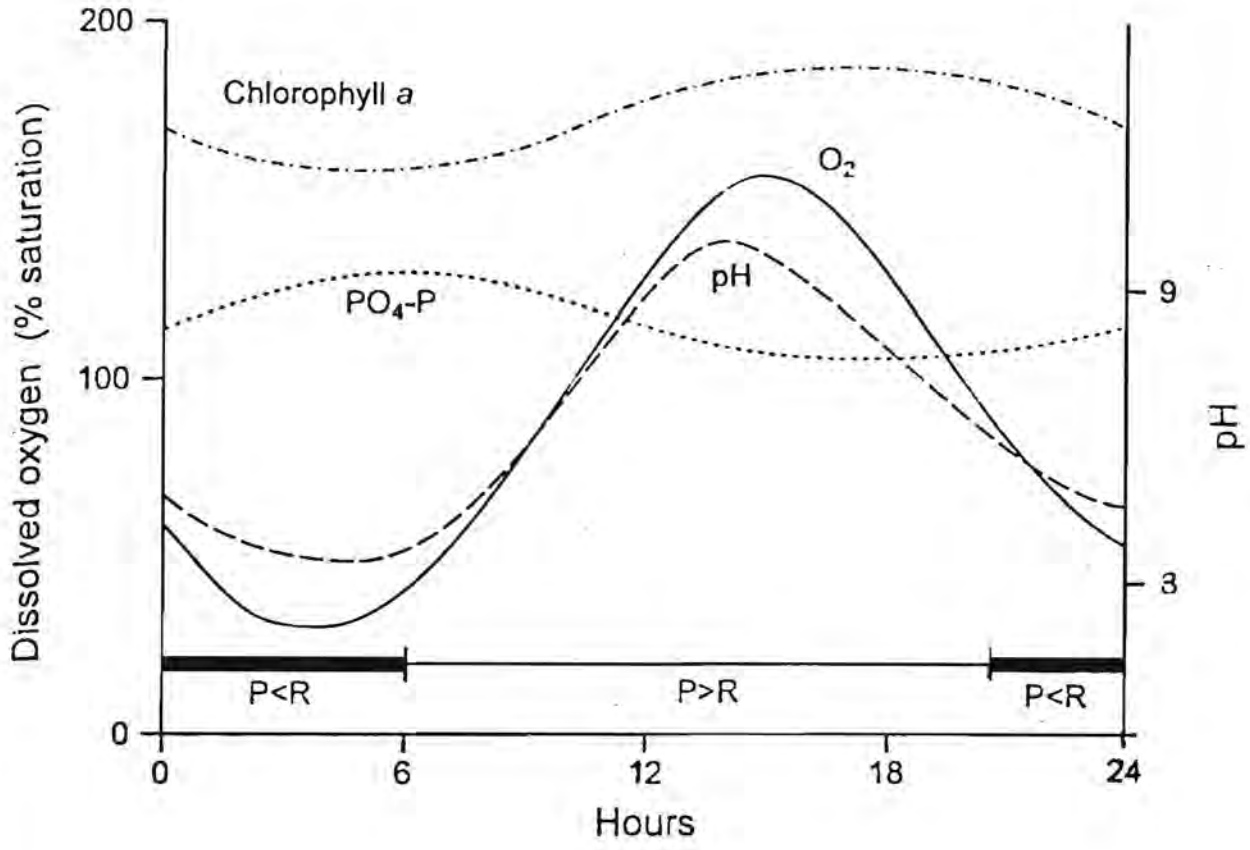
$$H_2O + CO_2 \quad HCO_3^- + H^+ \quad \text{---------- (2.6)}$$

$$HCO_3 \quad CO_3^{-2} + H^+ \quad \text{---------- (2.7)}$$

$$CO_3^{-2} + H_2O \quad 2OH^- + CO_2 \quad \text{---------- (2.8)}$$



รูปที่ 2-1	การเปลี่ยนแปลง ของออกซิเจนในน้ำในช่วงกลางวัน และกลางคืนของแม่น้ำ SAAR ในบริเวณ ที่คุณภาพน้ำปกติ (Güdingen) และบริเวณที่เสื่อมโทรม (Völklingen)



รูปที่ 2-2	ภาพจำลองเชิงทฤษฎีแสดงการเปลี่ยนแปลงของออกซิเจนความเป็นกรด-ด่างในแม่น้ำที่มีผลผลิตปฐมภูมิสูงผิดปกติ (Eutrophic River)

รูปที่ 2-2 เป็นภาพจำลองเชิงทฤษฎีแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของออกซิเจน และความเป็นกรด-ด่างกับผลผลิตของสาหร่ายในแม่น้ำที่เกิดภาวะ Eutrophication

(3) <u>*การเปลี่ยนรูปของแอมโมเนีย*</u> เมื่อแอมโมเนียละลายน้ำจะปรากฏอยู่ใน 2 รูปลักษณะคือ NH_3 (หรือ $NH_3 . H_2O$) และ NH_4^+ (ammoniun ion) ตามที่แสดงไว้ในสมการที่ 2.9 และ 2.10

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_3 . H_2O \quad \text{---------- (2.9)}$$

unionized ammonia

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^- \quad \text{---------- (2.10)}$$

แอมโมเนียที่มีโมเลกุลเกาะติดอยู่กับโมเลกุลของน้ำ ($NH_3 . H_2O$) เรียกว่า unionized หรือ deionized ammonia จากสมการ 2.9 และ 2.10 จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงระหว่างรูปลักษณะทั้งสองแบบนี้ขึ้นอยู่กับความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (จาก OH^-) นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำอีกด้วย การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของแพลงค์ตอนพืช หรือสาหร่ายทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมากของความเป็นกรด-ด่างของน้ำในรอบวัน (24 ชั่วโมง) จึงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปลักษณะของแอมโมเนียในน้ำด้วย

แอมโมเนียในรูปอิออน (NH_4^+) จะถูกใช้เป็นสารอาหารของพืชได้ และสามารถเปลี่ยนเป็นไนเตรตได้ (ดูสมการ 2.2) สำหรับแอมโมเนียที่ไม่แตกตัว (un-ionized ammonia-NH_3) จะเป็นพิษต่อปลา นอกจากนี้แอมโมเนียอิออนยังสามารถเกาะซับ (Adsorption) ได้บนผิวของอนุภาคดิน (Soil Particles) และทำให้อยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ไม่ได้ (unavailble form)

(4) <u>*การเพิ่มขึ้นของอินทรียสารในแหล่งน้ำ*</u> การแพร่พันธุ์อย่างเร็วของแพลงค์ตอนพืชหรือสาหร่ายทำให้มวลชีวภาพ (Biomass) ซึ่งได้แก่ เซลของแพลงค์ตอนพืชของแหล่งน้ำเพิ่มขึ้นโดยปกติการแพร่พันธุ์ หรือเพิ่มจำนวนของสิ่งมีชีวิตทั้งหลายในสภาพแวดล้อมมีความสัมพันธ์กับปริมาณอาหารในรูปแบบของ Growth Curve หรือ Sigmoid Curve กล่าวคือ เมื่อมีสารอาหารมากขึ้นสิ่งมีชีวิตก็จะแพร่พันธุ์หรือเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วด้วย จึงทำให้มีการแย่งสารอาหารในระหว่างกัน และในที่สุดเมื่อสารอาหารหมดหรือลดน้อยลงจนไม่สามารถรองรับจำนวนสิ่งมีชีวิตที่เพิ่มขึ้นมากแล้วการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตก็จะเข้าสู่สภาวะถดถอย (Declining Phase) ซึ่งในช่วงนี้ก็จะมีการตายเกิดขึ้นการตายของแพลงค์ตอนพืชหรือสาหร่ายก็เท่ากับการเพิ่มสารอินทรีย์ให้กับแหล่งน้ำ ซึ่งสารอินทรีย์เหล่านี้ก็จะต้องถูกย่อยสลายด้วย Decomposer (เช่น แบคทีเรีย) เช่นเดียวกับสารอินทรีย์ที่มาพร้อมกับน้ำเสียที่ถูกระบายลงสู่แหล่งน้ำ ดังนั้นจึงทำให้เกิดความต้องการออกซิเจนขั้นที่สอง (Secondary Oxygen Demand) ขึ้นจากการย่อยสลายเซล

พลตรีกิตติ สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ตายแล้วของแพลงค์ตอนพืชที่ขยายเพิ่มจำนวนมากขึ้น หลังจากที่แหล่งน้ำได้รับสารอาหารมากขึ้นจากการระบายน้ำเสียลงไป (หมายเหตุ - Primary Oxygen Demand คือความต้องการให้ออกซิเจนเพื่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ ซึ่งอาจเป็นสารอินทรีย์ตามธรรมชาติ หรือที่มาจากการระบายน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ แต่โดยทั่วไปมักหมายถึงประการหลังมากกว่า)

2.2.3 <u>ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ</u> ผลกระทบของการเพิ่มขึ้นของสารอาหารในแหล่งน้ำที่เกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตในน้ำนั้นส่วนใหญ่ได้แก่ ปลา และสัตว์น้ำอื่นๆ ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตขั้นที่สองของระบบนิเวศน์แหล่งน้ำ ซึ่งก็คือพวก Consumer ผลกระทบดังกล่าวสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประการใหญ่ คือ

2.2.3.1 ผลกระทบโดยตรง เป็นผลกระทบที่เกิดจากตัวของสารอาหารโดยตรง ซึ่งได้แก่แอมโมเนีย ดังได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 2.2.2.2 (3) ว่าแอมโมเนียที่ไม่แตกตัว (un-ionized ammonia) นั้นเป็นพิษต่อปลาโดยตรง US.EPA. ได้กำหนดให้มีปริมาณของ un-ionized ammonia นอกจากขึ้นอยู่กับปริมาณแอมโมเนียทั้งหมด ($NH_3 + NH_4^+$) แล้วยังขึ้นอยู่กับความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่ pH 7.5 และอุณหภูมิ 30° C un-ionized ammonia จะมีเพียง 2.5 เปอร์เซ็นต์ของแอมโมเนียทั้งหมดที่ pH 9.0 deionized ammonia จะเพิ่มขึ้นเป็น 45 เปอร์เซ็นต์ และที่ pH 10.0 ค่า deionized ammonia จะเพิ่มขึ้นสูงถึง 89 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการเพิ่มขึ้นของความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของแหล่งน้ำในเวลากลางวันระหว่างที่เกิดภาระแพร่พันธุ์อย่างรวดเร็วของแพลงค์ตอนพืช (Planktal Bloom) นั้นจะเป็นปัจจัยสนับสนุนเพิ่มความเป็นพิษของแอมโมเนียในแหล่งน้ำต่อปลาชนิดต่างๆ อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้นๆ

2.2.3.2 ผลกระทบโดยอ้อม

(1) <u>*การขาดแคลนออกซิเจนของแหล่งน้ำ*</u> การระบายสารอาหารลงสู่แม่น้ำและการแพร่พันธุ์อย่างเร็วของแพลงค์ตอนพืชส่งผลต่อการลดลงของออกซิเจนในน้ำใน 3 ลักษณะพอสรุปได้ ดังนี้

- Nitrogen Oxygen Demand
- Diel Variation (เกิดเวลากลางคืน)
- Secondary Oxygen Demand

ตามปกติออกซิเจนในน้ำต้องมีไม่น้อยกว่า 2 มก/ลิตร เพื่อการเจริญเติบโตตามปกติของปลา และสัตว์น้ำอื่นๆ ดังนั้นการลดลงของออกซิเจนจากเหตุดังกล่าวข้างต้นอาจเป็นสาเหตุทำให้ปลา และสัตว์น้ำอื่นๆ ตายได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากสาเหตุของ diel variation ของออกซิเจนอาจทำให้ปลาตายได้ภายในคืนเดียว ซึ่งเราเรียกอาการที่ปลาขาดแคลนออกซิเจนว่าอาการสำลักน้ำ (Suffocation)

(2) *การแพร่กระจายของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue-green algae)*

เมื่อแหล่งน้ำเกิดสภาวะ Eutrophicstion แล้วส่วนใหญ่พบว่าทำให้ความหลากพันธุ์ (Species Diversity) เปลี่ยนไปสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมักเป็น dominant species ซึ่งสาหร่ายกลุ่มนี้มักไม่เป็นแหล่งอาหารของแพลงค์ตอนสัตว์ ดังนั้นจึงถือได้ว่าเป็นการทำลายขั้นตอนของห่วงโซ่อาหารในระดับหนึ่งรวมทั้งหลายๆ สายพันธุ์จะเป็นพวกที่สร้างสารพิษ (Toxin) ขึ้นมาทั้งเมื่อมีชีวิตอยู่ หรือเมื่อตายแล้ว ซึ่งสารพิษเหล่านี้เป็นอันตรายต่อสาหร่ายชนิดอื่นๆ ปลา สัตว์น้ำอื่นๆ นกน้ำ สัตว์บก และมนุษย์ซึ่งมีผลโดยรวมทำให้ผลผลิตขั้นสุดท้ายของแหล่งน้ำลดลง

2.3 ผลกระทบของการเพิ่มขึ้นของสารอาหารในแหล่งน้ำต่อการใช้ประโยชน์ของมนุษย์

ผลกระทบของการเพิ่มขึ้นของสารอาหารในแหล่งน้ำ และตามมาด้วยการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของแพลงค์ตอนพืชทำให้เกิดผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์แหล่งน้ำของมนุษย์ในประเภทต่างๆ ทั้งทางตรง และทางอ้อม ซึ่งสามารถสรุปพอสังเขปได้ ดังนี้

(1) การบริโภค-อุปโภคน้ำ

- ปริมารไนเตรต และแอมโมเนียที่มีเกินมาตรฐานน้ำดื่ม
- Toxin ที่เกิดจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน
- กลิ่น และรสของน้ำน่ารังเกียจต่อการบริโภค ซึ่งเกิดจากสาหร่ายและไม่สามารถกำจัดออกจากน้ำได้ด้วยกระบวนการผลิตน้ำประปาตามปกติ

(2) การจับปลา และสัตว์น้ำ/การประมง

- การแพร่พันธุ์ของแพลงค์ตอนพืชทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำสูญเสียไป (ผลผลิตขั้นสุดท้ายของนิเวศน์แหล่งน้ำ ได้แก่ ปลา)

(3) ทัศนียภาพและสุนทรียภาพของแหล่งน้ำ

(4) การคมนาคม

- การขัดขวางทางเดินเรือจากการแพร่พันธุ์อย่างเร็วของพืชลอยน้ำ (Floating Macrophyte) เช่น ผักตบชวา

(5) การระบาด และแพร่พันธุ์ของแมลง เช่น ยุง เป็นต้น

2.4 กรณีศึกษา หรือตัวอย่างของการเกิด River Eutrophication

2.4.1 แม่น้ำสำคัญของ Czech Republic

กระทรวงสิ่งแวดล้อมของ Czech Republic ได้รายงานว่า 56 เปอร์เซ็นต์ของMajor Stream

นั้นไม่เหมาะต่อการใช้ประโยชน์ในหลายด้านค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำที่ตรวจวัด ณ Border Section ที่ไหลผ่านมาจาก Czech Republic ดังแสดงในตารางที่ 2-1 นั้นจะสังเกตพบว่ามีคุณภาพคล้ายกับ Treated sewage ที่ไม่มีการกำจัด nutrient ปริมาณไนเตรตที่พบว่าสูงมากขึ้นเป็นผลมาจากการใช้ chemical fertilizer ที่มากเกินไปรวมทั้งน้ำทิ้งจากชุมชน และอุตสาหกรรมที่ไม่มีการบำบัดหรือบำบัดเพียงเล็กน้อย

นอกจากนี้แล้วแม่น้ำ Vltava ยังเป็นตัวอย่างของการเพิ่มขึ้นของปริมาณไนเตรตในแหล่งน้ำผิวดินของยุโรปกลาง และยุโรปตะวันออกดังแสดงในรูปที่ 2-3 ซึ่งแสดงแนวโน้มของปริมาณไนเตรตในแม่น้ำในช่วงต้นน้ำของกรุง Prague ซึ่งใกล้เคียงกับระดับที่กำหนดไว้ในมาตรฐานน้ำดื่ม

2.4.2 แม่น้ำ Milwaukee

แม่น้ำ Milwaukee มีปัญหาการแพร่พันธุ์อย่างเร็วของสาหร่าย และพืชน้ำในบริเวณ Upper Reach และการลดต่ำของออกซิเจนในน้ำในบริเวณ Impounded Lower Reach ทั้งๆ ที่ได้ลงทุนไปกว่า 2.5 พันล้านเหรียญสหรัฐ ในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย และระบบกัก CSO (Combined Sever Overflow) ของเมือง Milwaukee County รวมทั้งได้ควบคุมปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำทิ้งให้มีได้ไม่เกิน 1 มก./ลิตร (1 mg P/L) ต่อมาจึงพบว่าปัญหาเกิดจากการที่ไม่มีการควบคุมสารอาหาร และดินตะกอนที่ไหลลงสู่แม่น้ำ จึงได้มีมาตรการออกมาเพื่อป้องปัญหาที่เกิดขึ้น อาทิเช่น

(1) ลดปริมาณสารอาหาร และดินตะกอนที่ระบายลงสู่แม่น้ำ

(2) ทำ perenial grassland burffer strip ตลอดริมฝั่งแม่น้ำจากเดิมที่เป็นพื้นที่ทราย

(3) ปลูกป่า (ปรับพื้นที่ที่เป็น highly erodible land มาเป็น woodland)

2.4.3 แม่น้ำ Emscher

ในปี ค.ศ. 1990 ได้ประมาณว่ามีการระบายไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) ลงสู่แม่น้ำสูงถึง 13,500 และ 36,000 ตัน/ปี ตามลำดับ ดังนั้น Emscher Association จึงได้วางแผนเพื่อฟื้นฟูสภาพให้แม่น้ำกลับสู่สภาพตามได้ให้มากที่สุด ซึ่งได้ดำเนินการดังนี้

(1) เตรียม Storm-water-detention basin (20 แห่ง) เพื่อให้รองรับน้ำได้ถึง 1.3 ล้านลูกบาศก์เมตร

(2) การระบายน้ำจาก basin จะใช้วิธี (partial infiltration) และ

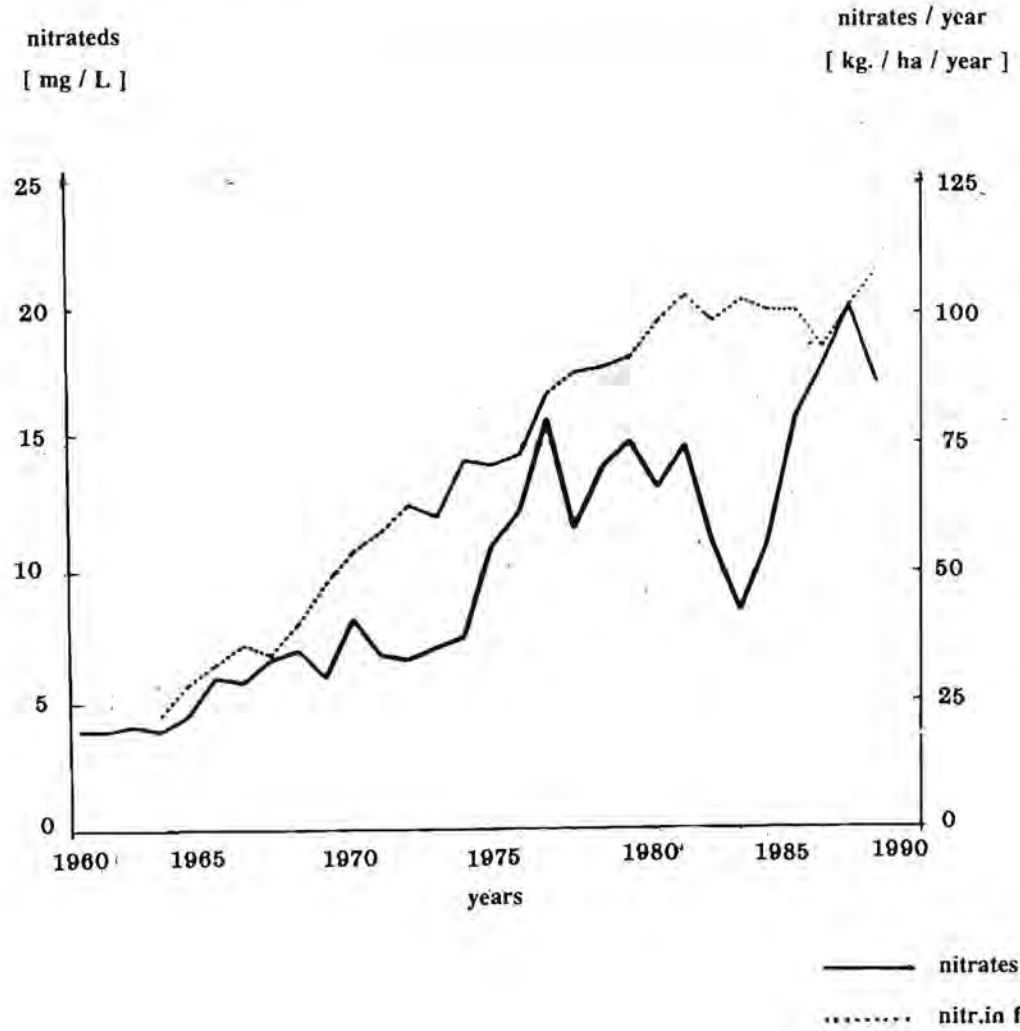
(3) ให้มี pretreatment ของน้ำเสียในกิจการต่างๆ โดยกำหนดให้น้ำทิ้งมีไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ได้ไม่เกิน 15 และ 0.5 มก./ลิตร ตามลำดับ

ทั้งหมดนี้ก็เพื่อลดอัตราการไหล และปริมาณของ Pollutant (ซึ่งเน้น Nutrient) ที่จะระบายลงสู่แม่น้ำเป็นหลัก

River Border Crossing	Concentration (mg/l)		
	BOD_5	NO_3^-	NH_4^+
Labe (Elbe)	6.6	19.4	2.67
Morava	9.7	17.4	0.91
Dyje (Thaya)	8.8	37.5	1.7
Odra (Oder)	9.8	19.5	7.58

Source : Data from Ministry of Environment (1991)

ตารางที่ 2-1 ปริมาณ บีโอดี (5 วัน) และไนโตรเจนของแม่น้ำสำคัญบางสายของสาธารณรัฐ Czech ณ บริเวณเส้นพรมแดน



รูปที่ 2-3 ความสัมพันธ์ของปริมาณการใช้ปุ๋ยบางพื้นที่ ลุ่มน้ำแม่น้ำ Vltava ในสาธารณรัฐCzech กับแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณไนเตรตในแม่น้ำ วัด ณ บริเวณเหนือน้ำของกรุง Prague (จาก Academy of Science, 1992)

บทที่ 3
ลักษณะทั่วไปของลุ่มน้ำ

3.1 ลุ่มน้ำแม่น้ำปิง

ลุ่มน้ำแม่น้ำไนเตรตมีพื้นที่รวมปริมาณ 33,898 ตารางกิโลเมตร มีแม่น้ำไนเตรตเป็นแม่น้ำสายหลักประกอบด้วยลุ่มน้ำย่อยประมาณ 20 ลุ่มน้ำ (ดูตารางที่ 3-1 และรูปที่ 3-1) ลำน้ำสาขาที่สำคัญได้แก่ น้ำแม่งัด น้ำแม่แตง แม่น้ำลี้ แม่น้ำกวง เป็นต้น แม่น้ำไนเตรตมีความยาวตลอดลำน้ำประมาณ 740 กิโลเมตรมีต้นกำเนิดจากเทือกเขาในบริเวณอำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีลักษณะเป็นทิวเขาสลับซับซ้อน และมีความสูงตั้งแต่ 500 ถึง 1,300 เมตร รทก. แม่น้ำไนเตรตมีทิศทางไหลลงสู่ทางใต้ผ่านอำเภอแม่แตง อำเภอแม่ริม ตลอดลงมาถึงอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ จากนั้นก็ยังคงไหลลงมาทางใต้ผ่าน อำเภอจอมทอง อำเภอฮอด และไหลลงสู่เขื่อนภูมิพลที่อำเภอสามเงา จังหวัดตาก จากท้ายเขื่อนภูมิพลแม่น้ำไนเตรตก็ไหลลงใต้ผ่านอำเภอบ้านตาก อำเภอเมือง จังหวัดตาก ผ่านอำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร อำเภอคลองขลุง อำเภอขาณุวรลักษณ์ อำเภอบรรพตพิสัย อำเภอเก้าเลี้ยว จนมาถึงปากแม่น้ำโพ จังหวัดนครสวรรค์

รูปที่ 3-2 แสดงระดับความลาดชัน หรือความสูงของลำน้ำแม่ไนเตรตรวมทั้งลำน้ำสาขาต่างๆ ที่ไหลลงสู่แม่น้ำไนเตรต

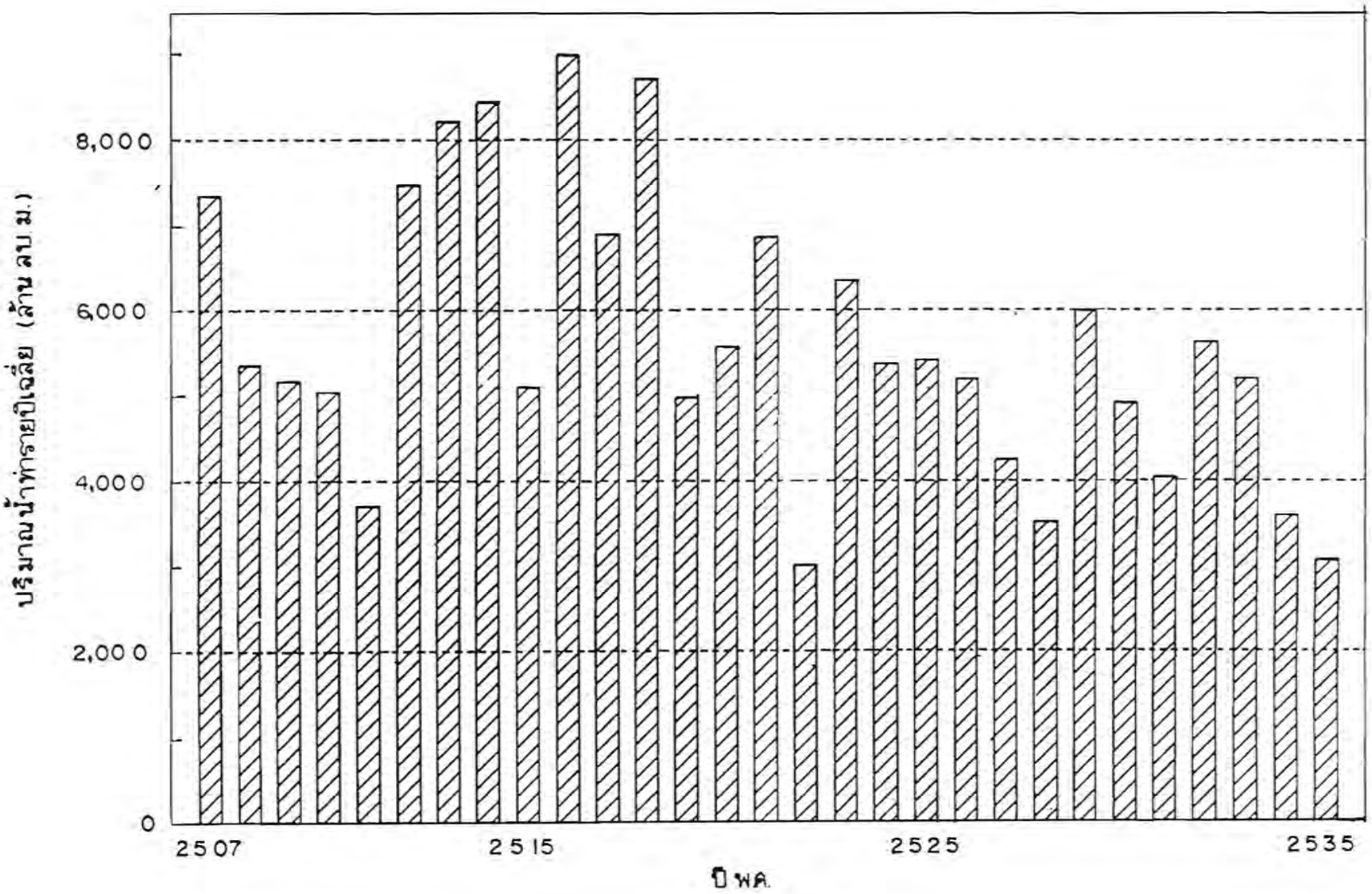
เขื่อนภูมิพลเป็นเขื่อนคอนกรีตรูปโค้งสร้างขึ้นเพื่อปิดกั้นลำน้ำที่บริเวณเขาแก้ว อำเภอสามเงา จังหวัดตาก ครอบคลุมพื้นที่รับน้ำฝนเป็น 26,386 ตารางกิโลเมตร ตัวเขื่อน(ที่ระดับสันเขื่อน) 154 เมตร (+ 261.0 เมตร รทก.) ก่อสร้างแล้วเสร็จในปีพ.ศ. 2507 ก่อให้เกิดอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่เหนือเขื่อนที่ระดับเก็บกักปกติ 260.0 เมตร รทก. มีความจุ 13,462 ล้านลูกบาศก์เมตร เขื่อนภูมิพลเป็นเขื่อนเอนกประสงค์สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าให้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยปีละ 1,562 ล้านหน่วย จ่ายน้ำให้กับพื้นที่ชลประทานในบริเวณทุ่งราบสองฝั่งแม่น้ำไนเตรตในโครงการ ท่อทองแดง วังบัว วังยาง หนองขวัญ และพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง รวมถึงการปล่อยน้ำเพื่อให้พอเพียงต่อการผลิตน้ำประปาของการประปานครหลวง และการผลักดันน้ำเค็มในแม่น้ำเจ้าพระยาในช่วงฤดูแล้ง จากสภาวะฝนแล้งในปีพ.ศ. 2536 ทำให้เกิดวิกฤตการณ์ของอ่างเก็บน้ำ เขื่อนภูมิพลขึ้นในช่วงต้นปีพ.ศ. 2537 โดยในช่วงปลายเดือน มกราคม 2537 ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลมีเพียง 4,853 ล้านลูกบาศก์เมตร และเป็นปริมาตรที่ใช้งานได้ 1,053 ล้านลูกบาศก์เมตรเท่านั้น

(เป็น dead storage 3,800 ล้านลูกบาศก์เมตร)

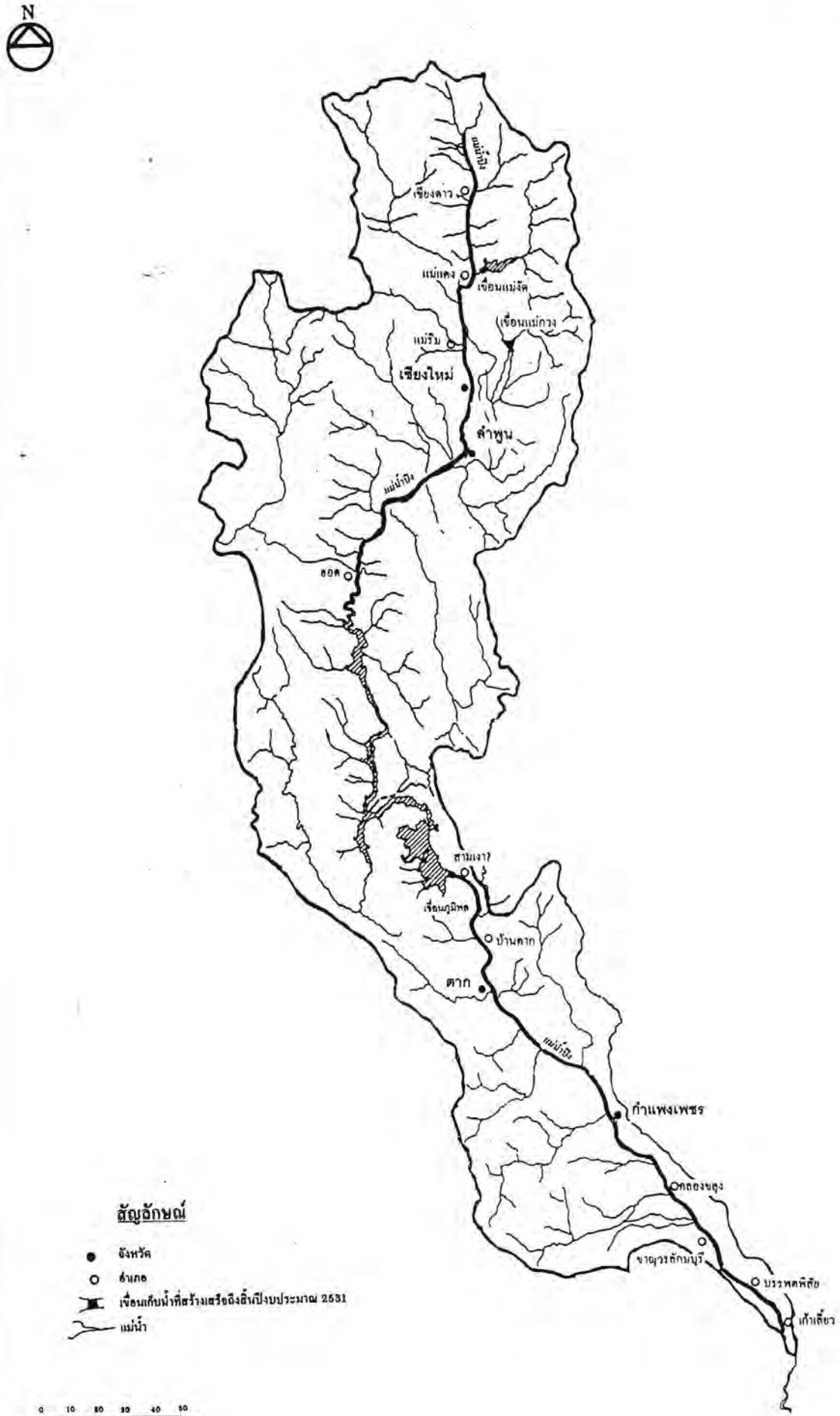
จากสถิติปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลตั้งแต่ปีพ.ศ. 2507 ถึง 2535 สรุปได้ว่ามีน้ำไหลเข้าเฉลี่ย 5,727 ล้านลูกบาศก์เมตร ช่วงสิบปีหลังจากปี 2526 เป็นต้นมาปริมาณน้ำไหลเข้าเฉลี่ยลดลงเป็น 4,667 ล้านลูกบาศก์เมตร และในช่วงห้าปีที่ผ่านมาตั้งแต่พ.ศ. 2531 เป็นต้นมาปริมาณน้ำไหลเข้าเฉลี่ยก็ยังคงลดลงอีกเหลือ 4,598 ล้านลูกบาศก์เมตร รูปที่ 3-3 แสดงปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลตั้งแต่ปีพ.ศ. 2507 ถึง 2535 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการลดลงของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยตั้งแต่ปี

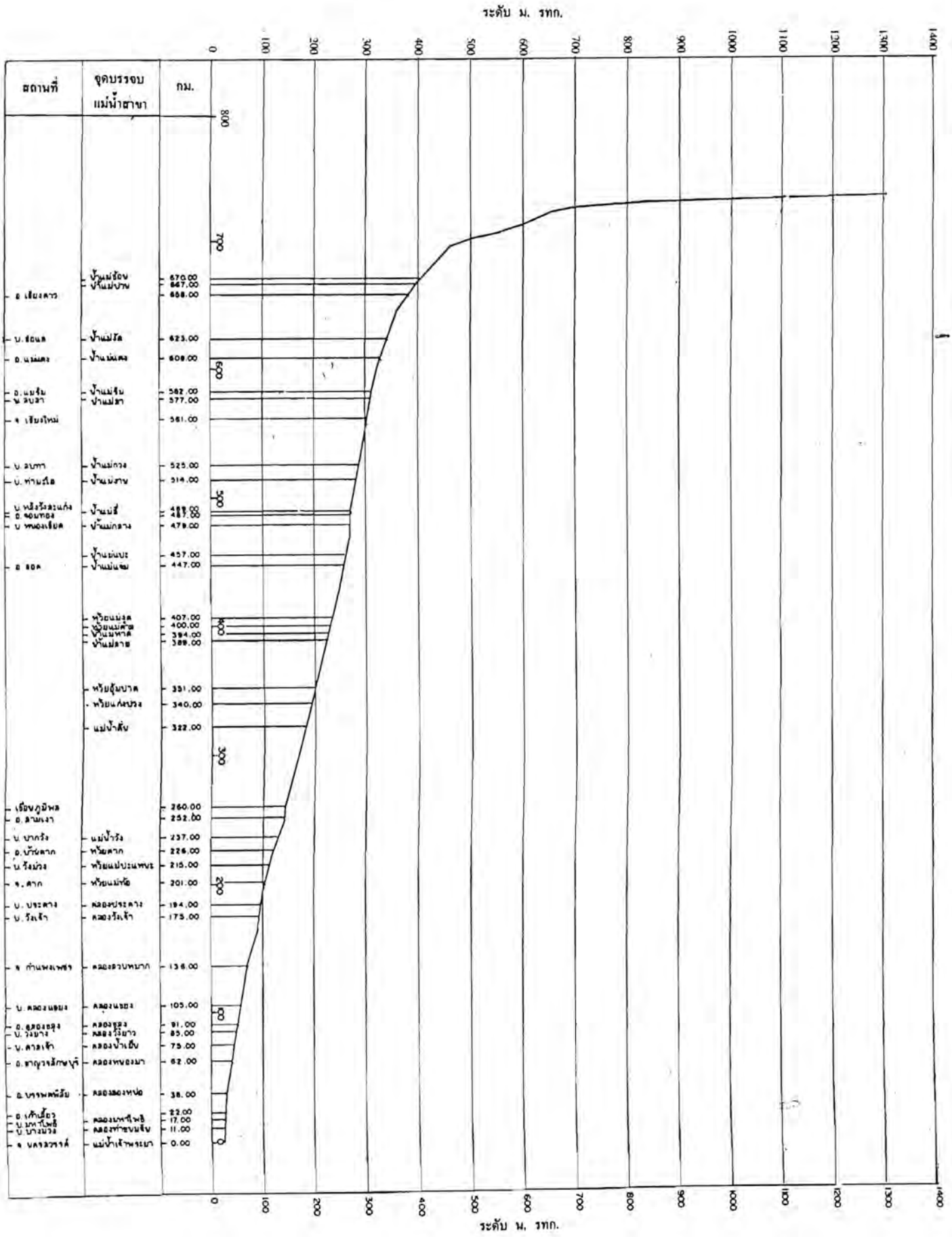
ตารางที่ 3-1 รายชื่อ และพื้นที่รับน้ำของลุ่มน้ำย่อยภายในลุ่มน้ำแม่น้ำปิง

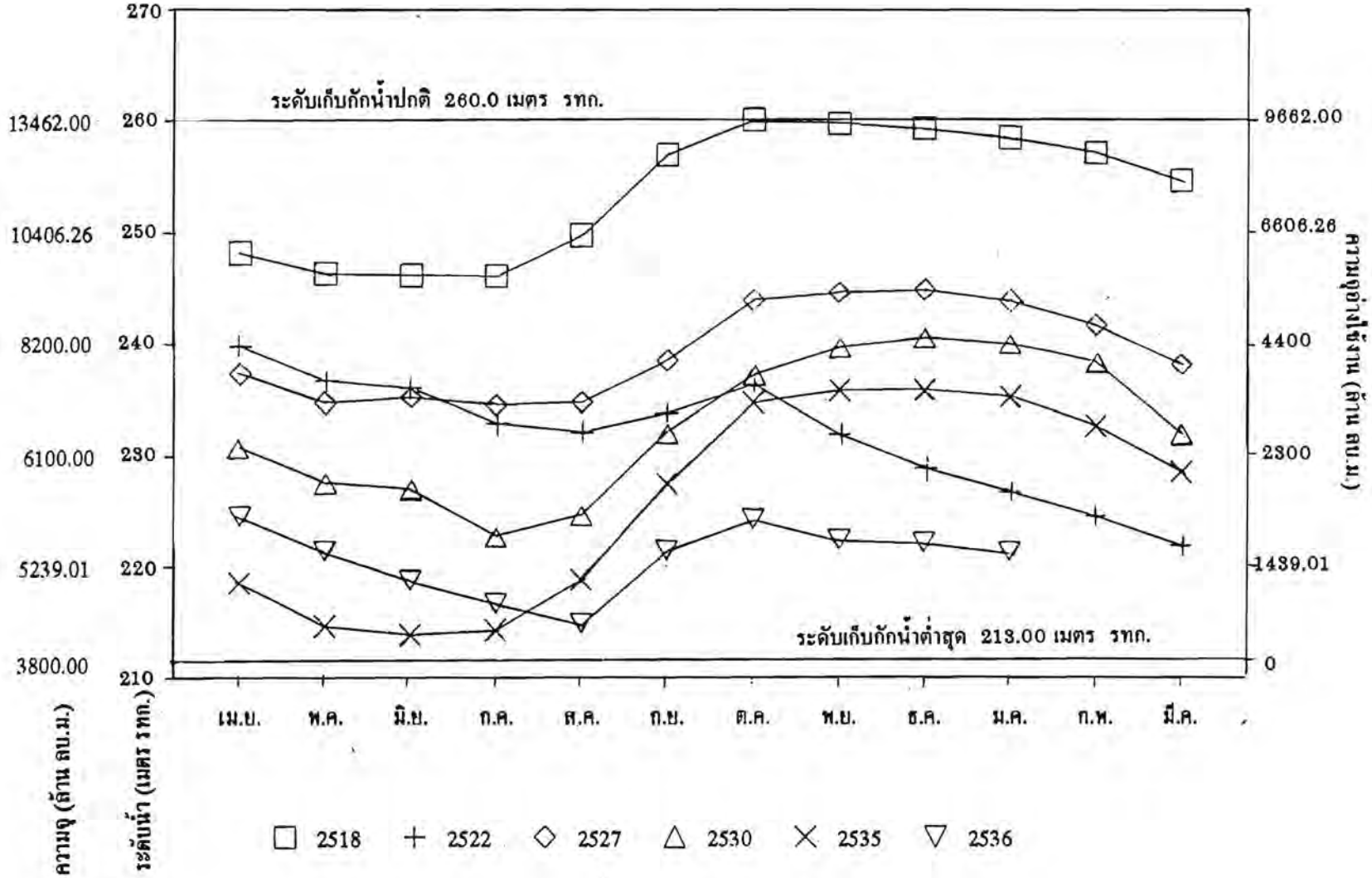
ชื่อลุ่มน้ำ	พื้นที่เป็นตร.กม.
แม่น้ำปิงตอนบน	2,019.12
น้ำแม่งัด	1,294.06
แม่น้ำแม่แตง	1,694.77
แม่น้ำปิงส่วนที่ 2	1,489.45
น้ำแม่ริม	596.36
น้ำแม่กวง	2,699.54
น้ำแม่งาน	1,699.35
น้ำแม่ลี้	1,898.81
น้ำแม่กลาง	611.07
แม่น้ำปิงส่วนที่ 3	3,179.33
น้ำแม่แจ่มตอนบน	1,787.95
น้ำแม่แจ่มตอนล่าง	1,849.26
น้ำแม่หาด	520.41
น้ำแม่ตื่น	3,053.34
น้ำแม่ปิงส่วนที่ 4	2,842.12
ห้วยแม่ท้อ	615.00
คลองวังเจ้า	626.75
คลองแม่ระกา	975.62
คลองสวนหมาก	1,129.29
แม่น้ำปิงตอนล่าง	3,316.11
รวม	**33,897.71**



รูปที่ 3-3 ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล (ปีพ.ศ. 2507-2535)


N
แม่น้ำปิง
เชียงดาว
แม่แตง
เขื่อนแม่งัด
เขื่อนแม่กวง
แม่ริม
เชียงใหม่
ลำพูน
แม่น้ำปิง
ฮอด
สามเงา
เขื่อนภูมิพล
บ้านตาก
ตาก
แม่น้ำปิง
กำแพงเพชร
ทองผาภูมิ
ขาณุวรลักษบุรี
บรรพตพิสัย
เก้าเลี้ยว
สัญลักษณ์
จังหวัด
อำเภอ
เขื่อนเก็บน้ำที่สร้างเสร็จถึงสิ้นปีงบประมาณ 2531
แม่น้ำ
0 10 20 30 40 50
กม.
มาตราส่วน 1 : 1,000,000


ระดับ ม. รทก.
สถานที่
จุดบรรจบแม่น้ำสาขา
กม.
อ. เสิงสาง
บ. ช้อนแล
อ. แม่แตง
อ. แม่ริม
น. ลมสัก
จ. เชียงใหม่
บ. ลบกา
บ. ท่าผเดื่อ
บ. หลังวังลานก้าง
อ. จอมทอง
บ. หนองเขียด
อ. สอด
เชียงภูมิพล
อ. สามเงา
บ. บากรัง
อ. บ้านตาก
น. วังม่วง
จ. ตาก
บ. ประดาง
บ. วังเจ้า
จ. กำแพงเพชร
บ. คลองแอบ
อ. คลองลาน
บ. วังยาง
บ. คลาเจ้า
อ. ขาณุวนลักษบุรี
อ. บรรพตพิสัย
อ. เก้าเลี้ยว
บ. มหาโพธิ์
บ. บางมัวง
จ. นครสวรรค์
ป้านแม่ข้อน 670.00
ป้านแม่ปาน 647.00
658.00
ป้านแม่ลัด 623.00
ป้านแม่แตง 609.00
ป้านแม่ริม 582.00
ป้านแม่ลา 577.00
561.00
ป้านแม่กวง 525.00
ป้านแม่งาน 514.00
ป้านแม่ปี๋ 488.00
487.00
ป้านแม่กลาง 479.00
ป้านแม่แบบ 457.00
ป้านแม่แตม 447.00
หัวยแม่งูด 407.00
หัวยแม่ตื่อ 400.00
ป้านแม่หาด 394.00
ป้านแม่ลาย 389.00
หัวยอุ้มบาต 351.00
หัวยแก่งปวง 340.00
แม่น้ำลับ 322.00
260.00
252.00
แม่น้ำวัง 237.00
หัวยตาก 226.00
หัวยแม่ประแพรก 215.00
หัวยแม่ท้อ 201.00
คลองประดาง 194.00
คลองวังเจ้า 175.00
คลองสวนหมาก 136.00
คลองแอบ 105.00
คลองลาน 91.00
คลองวังยาว 85.00
คลองป่าเป็ง 75.00
คลองหนองมา 62.00
คลองสองหน่อ 38.00
คลองมหาโพธิ์ 22.00
คลองท่าขนลิ่ง 17.00
แม่น้ำเจ้าพระยา 11.00
0.00
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
1400
ระดับ ม. รทก.



รูปที่ 3-4	กราฟแสดงระดับน้ำในรอบปีของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลระหว่างปีพ.ศ. 2518 ถึงพ.ศ. 2536

พ.ศ. 2518 เป็นต้นมา สำหรับรูปที่ 3-4 แสดงระดับน้ำในรอบปีของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลในช่วงปีพ.ศ. 2518 ถึง 2536 โดยจะเห็นได้ว่าในปีพ.ศ. 2518 ระดับน้ำในอ่างจะสูงที่สุดใกล้เคียงกับระดับเก็บกักปกติ (260 เมตร รทก.) และหลังจากนั้นเป็นต้นมาระดับน้ำก็มีแนวโน้มลดต่ำลงตลอดมาจนถึงปีพ.ศ. 2535 และ 2536 ซึ่งระดับต่ำมากอยู่ในระดับวิกฤต

การลดลงของปริมาณน้ำย่อมส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อระดับความเข้มข้นของมลสาร (Pollutant) ของบริเวณท้ายน้ำและในทางกลับกันปริมาณมลสาร (Pollutant load) มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของประชากร และการขยายตัวทางเศรษฐกิจสังคมของประเทศ

3.2 ลุ่มน้ำแม่น้ำวัง

ลุ่มน้ำแม่น้ำวังมีพื้นที่ลุ่มน้ำรวม 10,791 ตารางกิโลเมตร และแม่น้ำวัง ซึ่งเป็นแม่น้ำสายหลักมีความยาว 460 กิโลเมตร ประกอบด้วยลุ่มน้ำย่อย 7 ลุ่มน้ำ (ดูตารางที่ 3-2) ถือได้ว่าเป็นลุ่มน้ำที่เล็กที่สุด และมีความยาวของแม่น้ำสายหลักสั้นที่สุดเมื่อเทียบกับลุ่มน้ำภาคเหนือทั้ง 4 ลุ่มน้ำที่เป็นต้นน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยา ลุ่มน้ำวังมีพื้นที่เกือบทั้งหมดอยู่ในท้องที่จังหวัดลำปาง มีต้นกำเนิดของลำน้ำในเทือกเขาบริเวณ อำเภอวังเหนือ จังหวัดลำปาง ไหลลงมาภาคใต้ผ่านอำเภอแจ้ห่มก่อนไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำเขื่อนกิ่วลม จากนั้นจึงไหลผ่านอำเภอเมือง จังหวัดลำปาง อำเภอเกาะคา อำเภอสบปราบ อำเภอเถิน อำเภอแม่พริก แล้วไหลรวมบรรจบกับแม่น้ำปิง ที่บ้านปากวัง อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก ประมาณ 30 กิโลเมตรจากท้ายเขื่อนภูมิพล รูปที่ 3-5 แสดงขอบเขตพื้นที่ของลุ่มน้ำแม่น้ำวัง และรูปที่ 3-6 แสดงระดับความสูงของแม่น้ำวังและลำน้ำสาขาต่างๆ ที่ไหลลงสู่แม่น้ำวังเป็นภาพตัดความยาวของแม่น้ำวัง

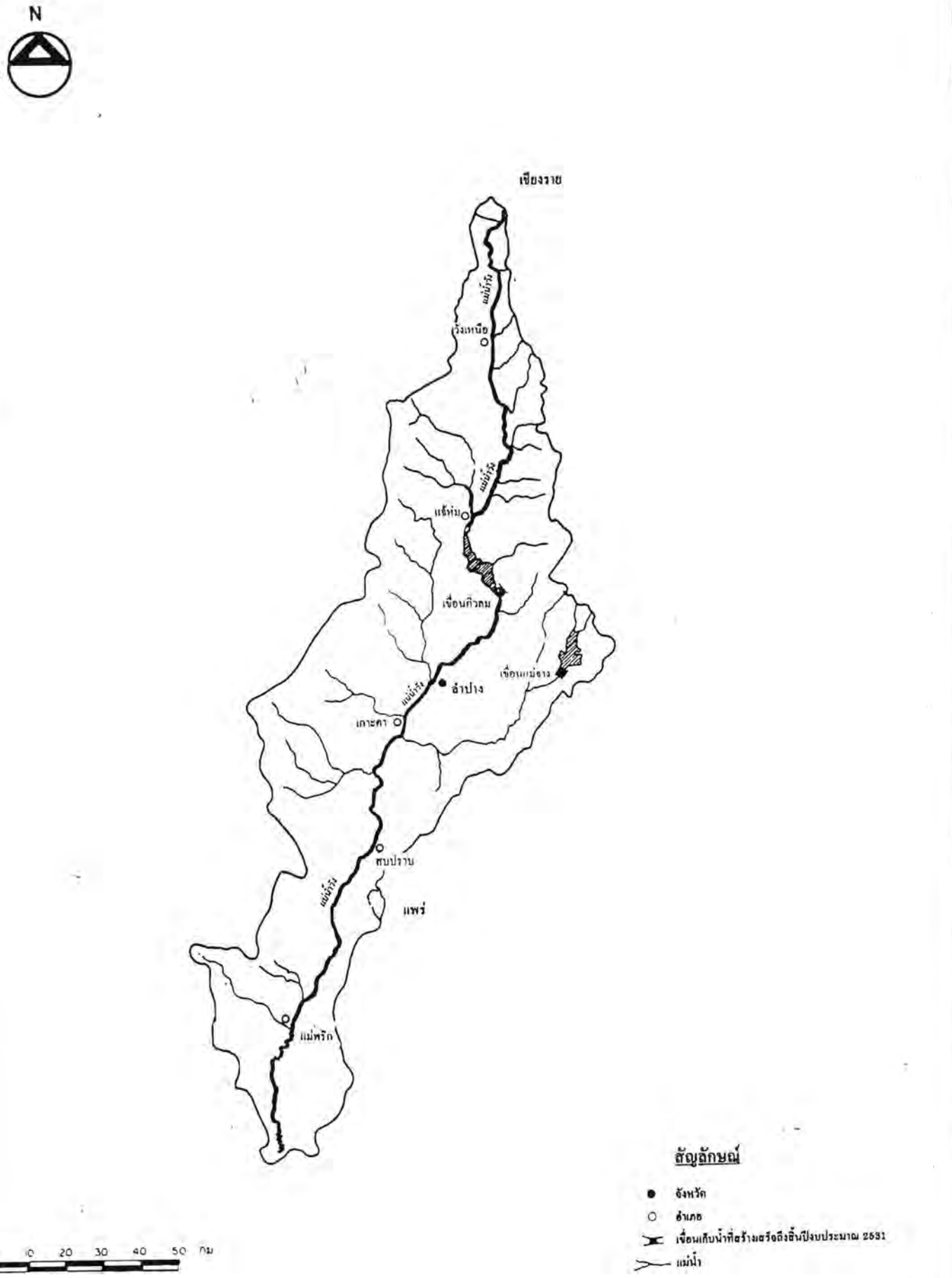
เขื่อนกิ่วลมเป็นเขื่อนกั้นน้ำขนาดใหญ่ที่สุดของลำน้ำวัง ก่อสร้างเสร็จในปีพ.ศ. 2515 ปิดกั้นลำน้ำวังที่ตำบลบ้านแตง อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง เป็นเขื่อนคอนกรีตสูง 26.5 เมตร (ที่ระดับสันเขื่อน + 286.5 เมตร รทก.) ที่ระดับเก็บกักปกติ (+ 285.0 เมตร รทก.) อ่างเก็บน้ำมีความจุ 112 ล้านลูกบาศก์เมตรความจุใช้งาน 106 ล้านลูกบาศก์เมตร (เป็น dead sterese 6 ล้านลูกบาศก์เมตร) มีพื้นที่รับน้ำฝน 2,700 ตารางกิโลเมตร และส่งน้ำช่วยพื้นที่ชลประทาน 53,000 ไร่ ให้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยปีละ 1.7 ล้านหน่วย

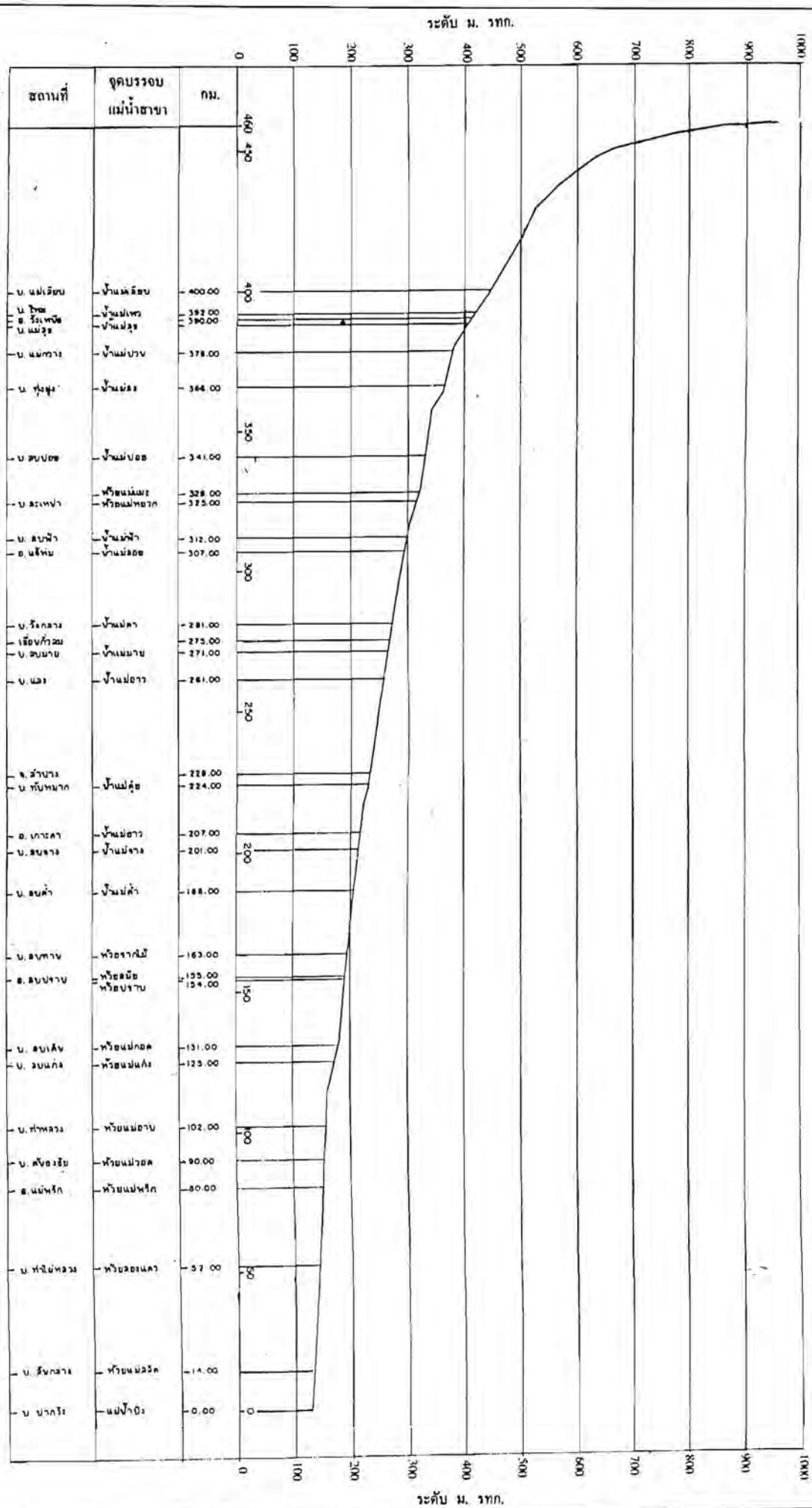
จากข้อมูลปริมาณน้ำท่าระหว่างปีพ.ศ. 2508 ถึง 2534 พบปริมาณน้ำท่าที่เขื่อนกิ่วลมเฉลี่ยปีละ 588 ล้านลูกบาศก์เมตร ในช่วงสิ้นปีที่ผ่านมาในช่วงพ.ศ. 2525 ถึง 2534 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยลดลงเหลือปีละ 456 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นสถานการณ์เช่นเดียวกับที่เกิดขึ้นกับเขื่อนภูมิพล นอกจากนี้มีข้อสังเกตว่า

(1) ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำวังจะเกิดขึ้น 80-93 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณน้ำท่ารวมทั้งปีในช่วงฤดูฝน (เดือน มิถุนายน ถึงเดือน พฤศจิกายน) ทำให้เกิดปัญหาขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากเขื่อนกิ่วลมมีขนาดเล็กเกินไปที่บริหารปริมาณน้ำท่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 3-2 รายชื่อ และพื้นที่รับน้ำของลุ่มน้ำย่อยภายในลุ่มน้ำแม่น้ำวัง

ชื่อลุ่มน้ำสาขา	พื้นที่เป็นตร.กม.
แม่น้ำวังตอนบน	1,686.77
น้ำแม่สวย	742.76
น้ำแม่ตุ๋ย	801.09
แม่น้ำวังตอนกลาง	2,131.98
น้ำแม่จาง	1,599.68
น้ำแม่ต๋ำ	737.72
แม่น้ำวังตอนล่าง	3,090.74
รวม	**10,790.74**


N
เชียงราย
แม่น้ำรัม
วังเหนือ
แม่น้ำรัม
แจ้ห่ม
เขื่อนกิ่วลม
เขื่อนแม่งาง
แม่น้ำรัม
ลำปาง
เกาะคา
สบปราบ
แม่น้ำรัม
แพร่
แม่พริก
สัญลักษณ์
จังหวัด
อำเภอ
เขื่อนเก็บน้ำที่สร้างเสร็จสิ้นปีงบประมาณ 2531
แม่น้ำ
0 10 20 30 40 50 กม


ระดับ ม. รทก.
สถานที่
จุดบรรจบแม่น้ำสาขา
กม.
บ. แม่เงียบ
น้ำแม่เงียบ
400.00
น. ไทย
น้ำแม่เพว
393.00
ธ. ร้อยเหนือ
น. แม่ลุง
น้ำแม่ลุง
390.00
บ. แม่ทาง
น้ำแม่ปาง
378.00
บ. ทุ่งหุ่ง
น้ำแม่ลอง
366.00
บ. สบปอย
น้ำแม่ปอย
341.00
หัวยแม่แพะ
328.00
บ. ละเทป่า
หัวยแม่หอก
325.00
บ. สบฟ้า
น้ำแม่ฟ้า
312.00
ธ. แจ้ห่ม
น้ำแม่ลอย
307.00
บ. ร้องกลาง
น้ำแม่ตา
281.00
เสื่องก้วม
275.00
บ. สบยาย
น้ำแม่ยาย
271.00
บ. แลง
น้ำแม่อาว
261.00
จ. ล้ำบาง
228.00
บ. หับหมาก
น้ำแม่คุ้ย
224.00
ธ. เกาะคา
น้ำแม่อาว
207.00
บ. สบจาง
น้ำแม่จาง
201.00
บ. สบค้า
น้ำแม่ค้า
188.00
บ. สบหาง
หัวยราไม้
163.00
ธ. สบปราบ
หัวยลมัย
155.00
หัวยปราบ
154.00
บ. สบเลิง
หัวยแม่กอด
131.00
บ. สบแก่ง
หัวยแม่แก่ง
125.00
บ. ท่าหลวง
หัวยแม่ฮาบ
102.00
บ. สบของใย
หัวยแม่ฆอด
90.00
ธ. แม่พริก
หัวยแม่พริก
80.00
บ. ท่าไม้หลวง
หัวยลองแคว
57.00
บ. ร้องกลาง
หัวยแม่ลวิด
14.00
บ. ปากวัง
แม่น้ำยม
0.00
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
460
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
ระดับ ม. รทก.

(2) ถ้าปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนกิ่วลมมีปริมาณน้อยกว่า 400 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี ก็จะทำให้เกิดปัญหาขาดแคลนน้ำได้

3.3 ลุ่มน้ำแม่น้ำยม

ลุ่มน้ำแม่น้ำยมมีพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 23,616 ตารางกิโลเมตร ประกอบด้วยลุ่มน้ำย่อย 11 ลุ่มน้ำ (ดูตารางที่ 3-3) มีแม่น้ำยมเป็นแม่น้ำสายหลักมีต้นกำเนิดอยู่ในดอยขุนยวม ทิวเขาผีปันน้ำ ซึ่งอยู่ในเขตอำเภอปง และอำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา ไหลลงทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ผ่านหุบเขาที่ปกคลุมด้วยป่า และมีความลาดเทมากมีที่ราบแคบๆ ริมแม่น้ำเป็นบางตอนเมื่อเข้าเขตจังหวัดแพร่จะมีลำน้ำงาว ซึ่งเป็นลำน้ำสาขาที่สำคัญไหลมาบรรจบ จากนั้นแม่น้ำยมจะไหลลงทางทิศใต้ และเริ่มออกสู่ที่ราบผืนใหญ่ในเขตจังหวัดแพร่ จากอำเภอสอง อำเภอเมือง อำเภอสูงเม่น ไปจนถึงอำเภอเด่นชัย ต่อจากนั้นแม่น้ำยมจะไหลไปทางทิศตะวันตกเข้าสู่หุบเขา ก่อนจะถึงอำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย แม่น้ำยมจะเริ่มไหลลงทางใต้เข้าสู่บริเวณที่ราบซึ่งจะเริ่มตั้งแต่อำเภอศรีสัชนาลัยติดต่อกันลงไป แม่น้ำยม ในช่วงนี้จะเริ่มมีความลาดเทน้อยลง จากอำเภอศรีสัชนาลัยแม่น้ำยมจะไหลมีแนวขนานคู่กับแม่น้ำน่านผ่านอำเภอสวรรคโลก ศรีสำโรง กงไกรลาศ และผ่านอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก เข้าสู่จังหวัดพิจิตร ที่อำเภอสามง่าม จากอำเภอสามง่ามแม่น้ำยมไหลคู่ขนานกับแม่น้ำน่านผ่านอำเภอโพธิ์ประทับช้าง อำเภอโพทะเล จนเข้าเขตจังหวัดนครสวรรค์ โดยแม่น้ำยมจะไหลเข้าบรรจบกับแม่น้ำน่านที่บ้านเกยชัย อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ รวมความยาวจากต้นน้ำถึงจุดที่ไหลลงแม่น้ำน่านยาวประมาณ 735 กม.

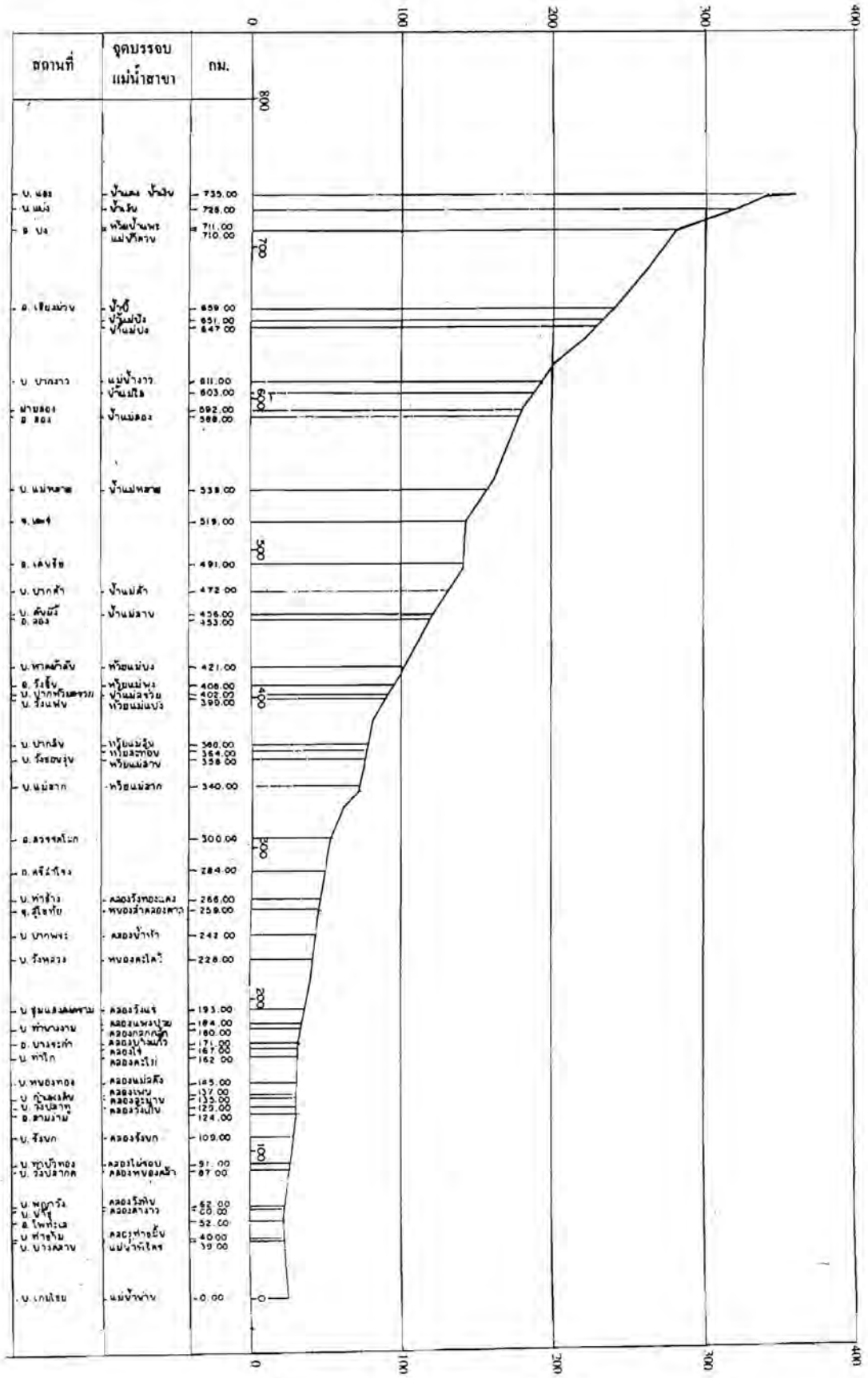
ลุ่มน้ำแม่น้ำยม มีลำน้ำสาขาประมาณ 77 สาย คือ น้ำเงิน น้ำแม่ผง น้ำแม่งาว แม่ใส แม่สอง แม่ยางหลวง แม่ยางน้อย น้ำแม่คำมี แม่หล่าย แม่แคบ แม่สาย แม่สรวย แม่ต้า แม่กลาง ห้วยท่าแพ ห้วยแม่ลิน น้ำแม่มอก น้ำแม่รำพัน คลองสาระบบ คลองลำหนองโบสถ์ คลองคณที ห้วยใหญ่ คลองไผ่รอบ คลองห้วยแก้ว เป็นต้น ลุ่มน้ำแม่น้ำยมครอบคลุมพื้นที่ในเขต จังหวัดลำปาง น่าน แพร่ พะเยา พิษณุโลก สุโขทัย ตาก กำแพงเพชร พิจิตร และนครสวรรค์ (ดูรูปที่ 3-7 และ 3-8)

ในลุ่มน้ำยมไม่มีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ดังเช่น ลุ่มน้ำปิง วัง และน่าน ลุ่มน้ำยมมีปัญหาเช่นเดียวกับลุ่มน้ำวังคือ ปริมาณน้ำท่า 80-90 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำท่ารายปีจะเกิดในช่วงฤดูฝน ดังนั้นจึงเกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำขึ้นทุกปีในช่วงฤดูแล้ง ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ของแต่ละปี แม่น้ำยมในเขตพื้นที่ อำเภอสอง อำเภอ ร้องกวางอำเภอเมือง จังหวัดแพร่ และตั้งแต่ใต้แก่งหลวง อำเภอศรีสัชนาลัย ลงไปไม่มีน้ำไหล แต่จะมีน้ำขังอยู่ในลำน้ำเป็นช่วงๆ หากแห่งแม่น้ำยมจะแห้งจึงต้องมีการสร้างทำนบชั่วคราวแบบกระสอบทราย หรือเรือเหล็กใส่ท้ายปิดกั้นลำน้ำไว้เป็นช่วงๆ เพื่อกักน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้ง บางบริเวณต้องใช้รถขุดทรายท้องน้ำลงเป็นแอ่งแล้วสูบน้ำขึ้นมาใช้

ตารางที่ 3-3 รายชื่อ และพื้นที่รับน้ำของลุ่มน้ำย่อยภายในลุ่มน้ำแม่น้ำยม

ชื่อลุ่มน้ำ	พื้นที่เป็นตร.กม.
แม่น้ำยมตอนบน	2,029.02
แม่น้ำคาน	851.61
น้ำปี้	1,093.70
แม่น้ำงาว	1,800.08
แม่น้ำยมส่วนที่ 2	2,587.84
น้ำแม่คำมี	570.76
น้ำแม่ต้า	506.46
ห้วยแม่สิน	610.36
น้ำแม่หมอก	1,312.78
น้ำแม่รำพัน	965.82
แม่น้ำยมตอนล่าง	11,287.16
รวม	**23,615.59**

ระดับ ม. รทก.



ระดับ ม. รทก.

3.4 ลุ่มน้ำแม่น้ำน่าน

ลุ่มน้ำแม่น้ำน่านมีพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 34,330 ตารางกิโลเมตร ประกอบด้วยลุ่มน้ำย่อย 16 ลุ่มน้ำ (ดูตารางที่ 3-4) มีแม่น้ำน่านเป็นแม่น้ำสายหลักมีความยาว 770 กิโลเมตร ลำน้ำสาขาที่สำคัญได้แก่ น้ำว้า น้ำปาด แม่น้ำแควน้อย แม่น้ำวังทอง เป็นต้น แม่น้ำน่านมีต้นกำเนิดจากดอยภูแล ในทิวเขาหลวงพระบาง ในท้องที่อำเภอทุ่งช้าง อำเภอเชียงกลาง และอำเภอปัง จังหวัดน่าน จากนั้นไหลลงสู่ทิศใต้ผ่านอำเภอท่าวังผา อำเภอเมือง จังหวัดน่าน อำเภอสา แล้วจึงไหลลงเขื่อนสิริกิติ์ จากท้ายเขื่อนสิริกิติ์ก็ไหลผ่านอำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ อำเภอตรอน อำเภอพิชัย จังหวัดพิจิตร อำเภอตะพานหิน อำเภอบางมูลนาค อำเภอชุมแสง และไหลมาพบกับแม่น้ำยมที่บ้านเกยชัยห่างจากต้นน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาประมาณ 35 กิโลเมตร (ดูรูปที่ 3-9 และ 3-10)

เขื่อนสิริกิติ์เป็นเขื่อนดินเอนกประสงค์สร้างขึ้นปิดกั้นลำน้ำน่านที่ตำบลผาซ่อม อำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์ ตัวเขื่อนที่ระดับสันเขื่อนสูง 113.6 เมตร (+ 169.0 เมตร รทก.) สร้างเสร็จเมื่อปี พ.ศ. 2514 ที่ระดับเก็บกักปกติ + 162.0 เมตร รทก. สามารถเก็บกักน้ำได้ 9,500 ล้านลูกบาศก์เมตร มีพื้นที่รับน้ำ 13,086 ตารางกิโลเมตร สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้พลังงานเฉลี่ยปีละ 974 ล้านหน่วย จ่ายน้ำให้กับพื้นที่ชลประทานบริเวณที่ราบสองฝั่งแม่น้ำน่าน จังหวัดพิษณุโลก และพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง รวมทั้งจ่ายน้ำไฟกับการประปานครหลวง และช่วงผลักดันน้ำเค็มในช่วงฤดูแล้ง

จากสถิติปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2517 ถึง 2535 มีน้ำไหลเข้าเฉลี่ย 5,094 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี ในช่วงสิบปีหลังตั้งแต่ ปีพ.ศ. 2526 มีปริมาณน้ำไหลเข้าเฉลี่ยลดลงเพียงปีละ 4,382 ล้านลูกบาศก์เมตร และในช่วงห้าปีหลังตั้งแต่ปีพ.ศ. 2531 มีปริมาณน้ำไหลเข้าเฉลี่ยปีละ 3,804 ล้านลูกบาศก์เมตร และจากรูปที่ 3-11 ก็จะเห็นได้ชัดว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำมีแนวโน้มลดลงซึ่งเป็นสถานการณ์เช่นเดียวกับที่เกิดขึ้นกับอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล และอ่างเก็บน้ำเขื่อนกิ่วลม การลดลงของปริมาณน้ำนี้เป็นปัจจัยสำคัยยิ่งต่อสภาพการเกิดปัญหามลภาวะของแหล่งน้ำท้ายน้ำของลุ่มน้ำ

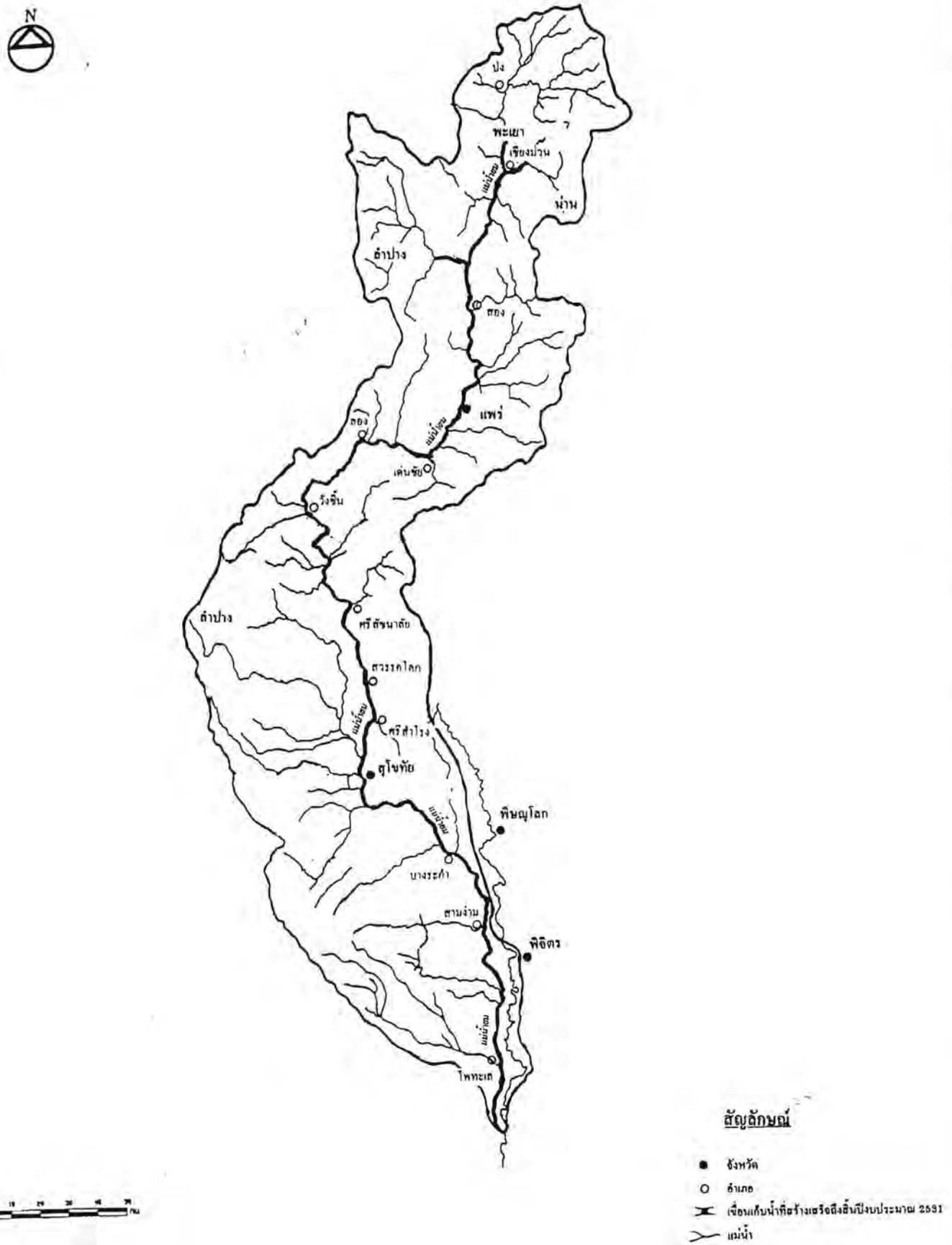
รูปที่ 3-12 เป็นแผนที่แสดงภาพรวมของกลุ่มลุ่มน้ำภาคเหนือ (ลุ่มน้ำปิง-วัง-ยม-น่าน)

3.5 ลุ่มน้ำแม่น้ำเจ้าพระยา

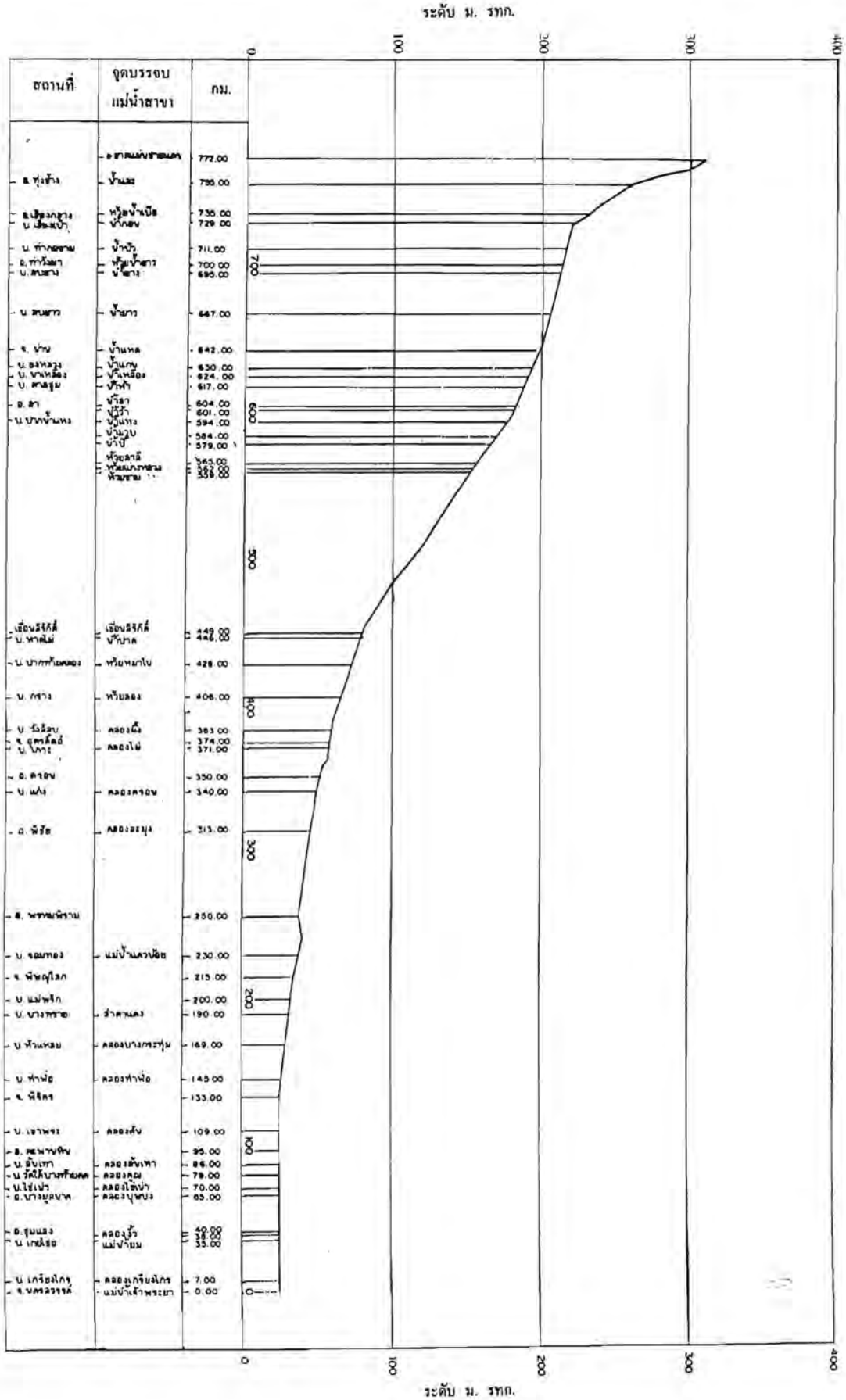
ลุ่มน้ำเจ้าพระยาเป็นลุ่มน้ำขนาดใหญ่มีพื้นที่รับน้ำเขตลุ่มน้ำ 20,125 ตารางกิโลเมตร แต่เมื่อรวมกับลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน ป่าสัก และสะแกกรัง ซึ่งถือว่าเป็นลำน้ำสาขาของแม่น้ำเจ้าพระยาแล้ว จะมีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมกันเป็น 144,243 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 28 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งประเทศ (ดูตารางที่ 3-5) แม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านทุ่งราบภาคกลางอันอุดมสมบูรณ์ในเขตจังหวัดนครสวรรค์ ชัยนาท สิงห์บุรี ลพบุรี อ่างทอง อยุธยา สระบุรี ปทุมธานี นนทบุรี สมุทรปราการ และกรุงเทพฯ (ดูรูปที่ 3-13) สภาพภูมิประเทศของลุ่มน้ำเจ้าพระยาทางฝั่งซ้าย ของแม่น้ำเจ้าพระยา (ฝั่งตะวันออก) ในเขตจังหวัดนครสวรรค์ ลพบุรี ภูมิประเทศเป็นที่ราบสูง มีเนินเขาเตี้ยๆ อันเป็นสันกั้นน้ำของลุ่มน้ำเจ้าพระยาและ

ตารางที่ 3-4 รายชื่อ และพื้นที่รับน้ำของลุ่มน้ำย่อยภายในลุ่มน้ำแม่น้ำน่าน

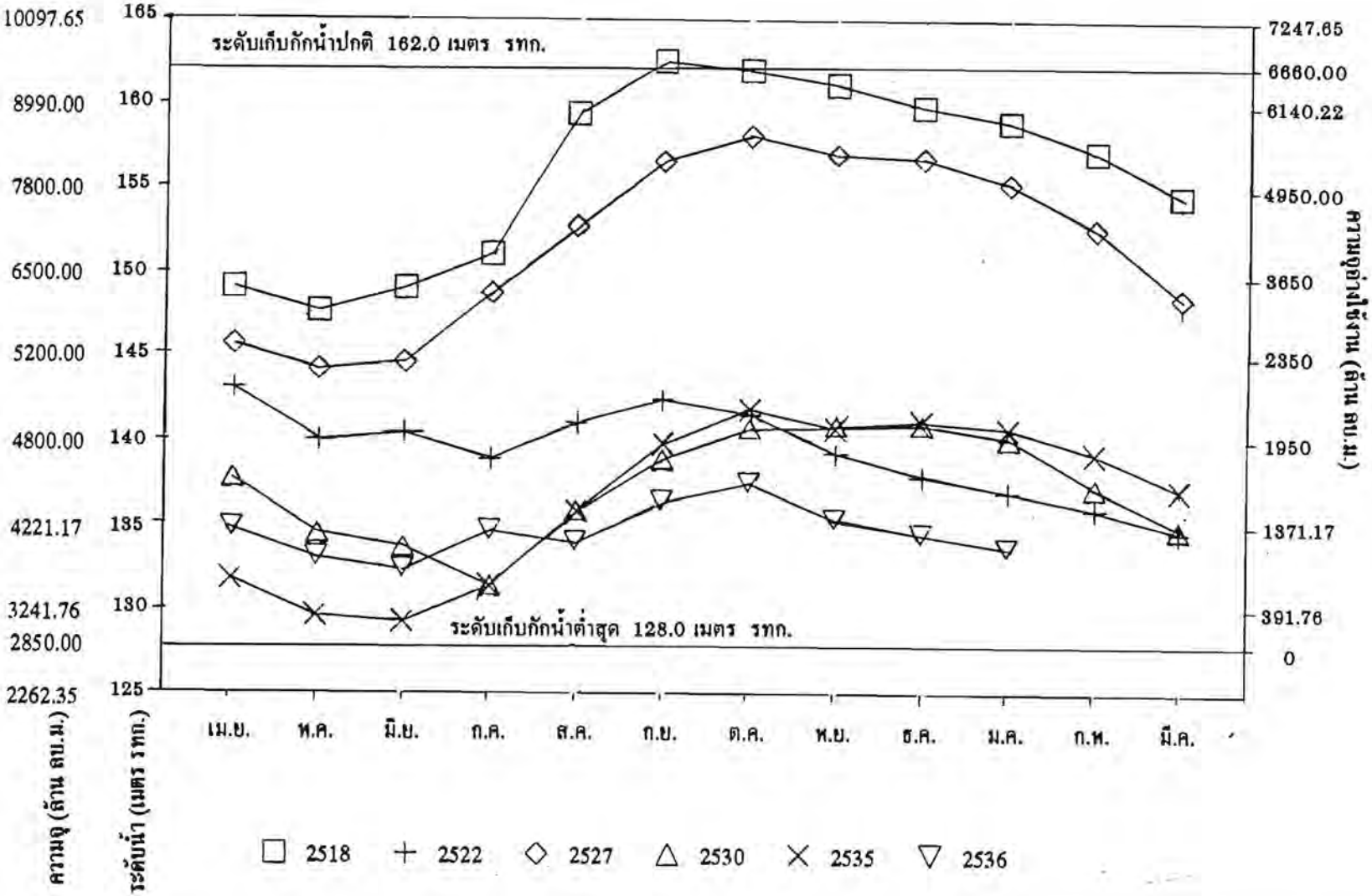
ชื่อลุ่มน้ำ	พื้นที่เป็นตร.กม.
แม่น้ำน่านตอนบน	2,216.05
ห้วยน้ำยาว (1)	640.60
แม่น้ำน่านส่วนที่ 2	1,567.06
น้ำยาว (2)	596.90
น้ำสมุน	578.21
แม่น้ำน่านส่วนที่ 3	3,368.11
น้ำสา	770.57
น้ำว้า	2,175.58
น้ำแหง	1,051.84
แม่น้ำน่านส่วนที่ 4	3,233.32
น้ำปาด	1,960.79
คลองตรอน	1,273.47
แม่น้ำแควน้อย	4,675.94
น้ำภาค	997.99
แม่น้ำวังทอง	2,303.43
แม่น้ำน่านตอนล่าง	6,920.30
รวม	**34,330.16**


N
ปง
พะเยา
เชียงม่วน
แม่น้ำยม
น่าน
ลำปาง
สอง
แพร่
สอง
แม่น้ำยม
เด่นชัย
รังจิ้น
ลำปาง
ศรีสัชนาลัย
สวรรคโลก
แม่น้ำยม
ศรีสำโรง
สุโขทัย
แม่น้ำยม
พิษณุโลก
บางระกำ
สามง่าม
พิจิตร
แม่น้ำยม
โพทะเล
สัญลักษณ์
จังหวัด
อำเภอ
เขื่อนเก็บน้ำที่สร้างเสร็จถึงสิ้นปีงบประมาณ 2531
แม่น้ำ

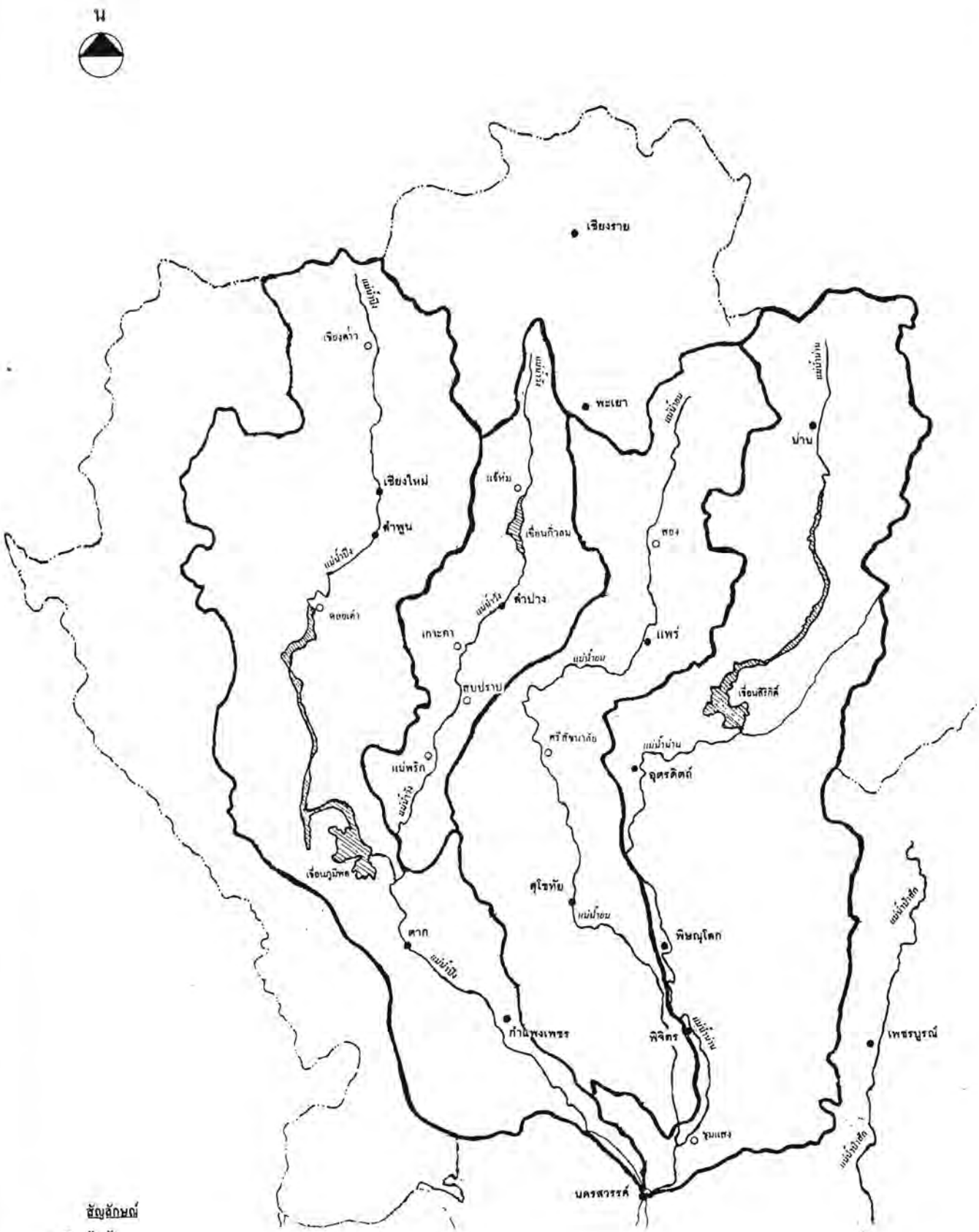
N
ทุ่งช้าง
เชียงกลาง
แม่น้ำน่าน
ท่าวังเข่า
น่าน
สา
เขื่อนสิริกิติ์
แม่น้ำน่าน
อุตรดิตถ์
คลองตรอน
ตรอน
พิชัย
พรหมพิราม
พิษณุโลก
แม่น้ำน่าน
พิจิตร
เพชรบูรณ์
ทะพานหิน
กำแพงเพชร
บางมูลนาก
รุมแสง
แม่น้ำปิง
นครสวรรค์
0 10 20 30 40 50 กม.
มาตราส่วน 1 : 500,000
สัญลักษณ์
จังหวัด
อำเภอ
เขื่อนเก็บน้ำที่สร้างเสร็จถึงขั้นปีงบประมาณ 2531
แม่น้ำ



ภาพตัดตามยาวของแม่น้ำน่านแสดงระดับความสูง หรือความลาดชัน



รูปที่ 3-11 กราฟแสดงระดับน้ำในรอบปีของอ่างเก็บน้ำสิริกิติ์ระหว่างปีพ.ศ. 2518 ถึง 2536


น
เชียงราย
เชียงคำ
เชียงใหม่
ลำพูน
แม่น้ำปิง
ดอยเต่า
พะเยา
แจ้ห่ม
เขื่อนกิ่วลม
ลำปาง
เกาะคา
สบปราบ
แม่พริก
แม่น้ำวัง
เขื่อนภูมิพล
ตาก
กำแพงเพชร
สุโขทัย
แม่น้ำยม
แพร่
สอง
น่าน
แม่น้ำน่าน
เขื่อนสิริกิติ์
อุตรดิตถ์
พิษณุโลก
พิจิตร
ชุมแสง
นครสวรรค์
เพชรบูรณ์
แม่น้ำป่าสัก
สัญลักษณ์
จังหวัด
แม่น้ำ
เขื่อนเก็บน้ำที่อยู่ระหว่างก่อสร้างหรือจะสิ้นสุดภายในปีงบประมาณ 2531
อำเภอ
0 10 20 30 40 50 กม.
มาตราส่วน

ลุ่มน้ำป่าสัก ส่วนทางฝั่งซ้ายตอนล่างซึ่งเป็นเขตติดต่อของจังหวัดสระบุรี ฉะเชิงเทรา ภูมิประเทศจะเป็นที่ราบลาดเขาลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา และตั้งแต่ตอนใต้แม่น้ำป่าสัก (ใต้จังหวัดพระนครศรีอยุธยา) ลงไปสภาพพื้นที่จะลาดเทสู่ชายฝั่งทะเล สำหรับพื้นที่ทางฝั่งขวาของแม่น้ำเจ้าพระยา (ฝั่งตะวันตก) มีลักษณะเป็นที่ราบทางตอนบนและที่ราบลุ่มทางตอนล่างอันเป็นที่ราบริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาติดต่อกับแม่น้ำท่าจีน ความลาดชันของพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา แบ่งได้เป็น 2 ตอน คือ ตอนบนเหนือจังหวัดพระนครศรีอยุธยาขึ้นไปจนถึงจังหวัดชัยนาท จะมีความลาดเทประมาณ 1 : 7,000 หรือจากระดับประมาณ (+ 4.00 เมตร รทก.) ถึงระดับ (+ 16.00 เมตร รทก.) ส่วนบริเวณทางตอนใต้ของจังหวัดพระนครศรีอยุธยาลงไปจนจรดชายฝั่งทะเลจะเป็นที่ราบลุ่มมีระดับบริเวณกรุงเทพมหานครประมาณ (+ 1.75 เมตร รทก.) หรือคิดเป็นความลาดเทของพื้นที่ประมาณ 1 : 25,000 ดังนั้นพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลจึงได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลหนุนอยู่เสมอ ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำเจ้าพระยา จะเกิดจากลุ่มน้ำสาขา (ปิง วัง ยม และน่าน) ในภาคเหนือโดยปกติปริมาณน้ำจะค่อยๆ มีระดับน้ำสูงขึ้นในระยะปลายเดือนพฤษภาคม อันเป็นระยะเริ่มต้นฤดูฝน จะมีปริมาณสูงสุดช่วงแรกประมาณเดือนมิถุนายน แล้วปริมาณน้ำจะค่อยๆ ลดลงเนื่องจากเป็นระยะฝนทิ้งช่วงต้นฤดู เป็นเวลาประมาณ 2-3 สัปดาห์ ในระยะปลายเดือนมิถุนายนต่อต้นเดือนกรกฎาคม ต่อมาปริมาณจะเพิ่มขึ้นอีกจนถึงยอดน้ำสูงสุดประมาณเดือนตุลาคม จึงค่อยๆ ลดลงตามฤดูกาล และเข้าสู่ระยะปริมาณน้ำน้อยในฤดูแล้ง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์-กลางเดือนพฤษภาคม ส่วนแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างตั้งแต่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จะเกิดยอดน้ำสูงสุดประมาณเดือนพฤษภาคม

จากสถิติการตรวจวัดปริมาณน้ำท่าของแม่น้ำเจ้าพระยา สามารถแบ่งระยะเวลาออกเป็น 2 ช่วง ตามสภาพน้ำ คือ ช่วงก่อนและหลังก่อสร้างเขื่อนภูมิพล และเขื่อนสิริกิติ์ ซึ่งสรุปได้ว่าก่อนการสร้างเขื่อนทั้ง 2 แห่ง ปริมาณน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยาจะอยู่ในลักษณะสภาพน้ำตามธรรมชาติ และหลังจากก่อสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำแล้วปริมาณน้ำส่วนหนึ่งจะถูกควบคุม ทำให้การแพร่กระจายของปริมาณน้ำเปลี่ยนแปลงไป โดยจะมีประมาณน้ำในระยะฤดูแล้งที่มั่นคงมากขึ้น สามารถนำไปใช้เพื่อประโยชน์ของกิจการต่างๆ ได้ (ดูตารางที่ 3-6)

แม่น้ำเจ้าพระยาถือได้ว่าเป็นแม่น้ำสายสำคัญที่สุดของประเทศ และมีส่วนหล่อเลี้ยงเศรษฐกิจของประเทศ มีพื้นที่ชลประทานถึง 7.5 ล้านไร่ หรือ 12,000 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 60 ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่น้ำเจ้าพระยา นอกจากนี้น้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยายังถูกใช้ประโยชน์อีกหลายประการพอสรุป ดังนี้

(1) การใช้น้ำเพื่อการเกษตร

(2) เพื่อการบริโภค-อุปโภค เป็นแหล่งน้ำดิบของการประปานครหลวง ซึ่งสูบน้ำขึ้นมาใช้ถึงประมาณวันละ 3.5 ล้านลูกบาศก์เมตร รวมทั้งเป็นแหล่งน้ำดิบของประปาภูมิภาคเพื่อให้บริการแก่ที่อยู่ริมแม่น้ำเจ้าพระยาอีกด้วย

(3) ใช้ผลักดันน้ำเค็มในช่วงฤดูแล้ง

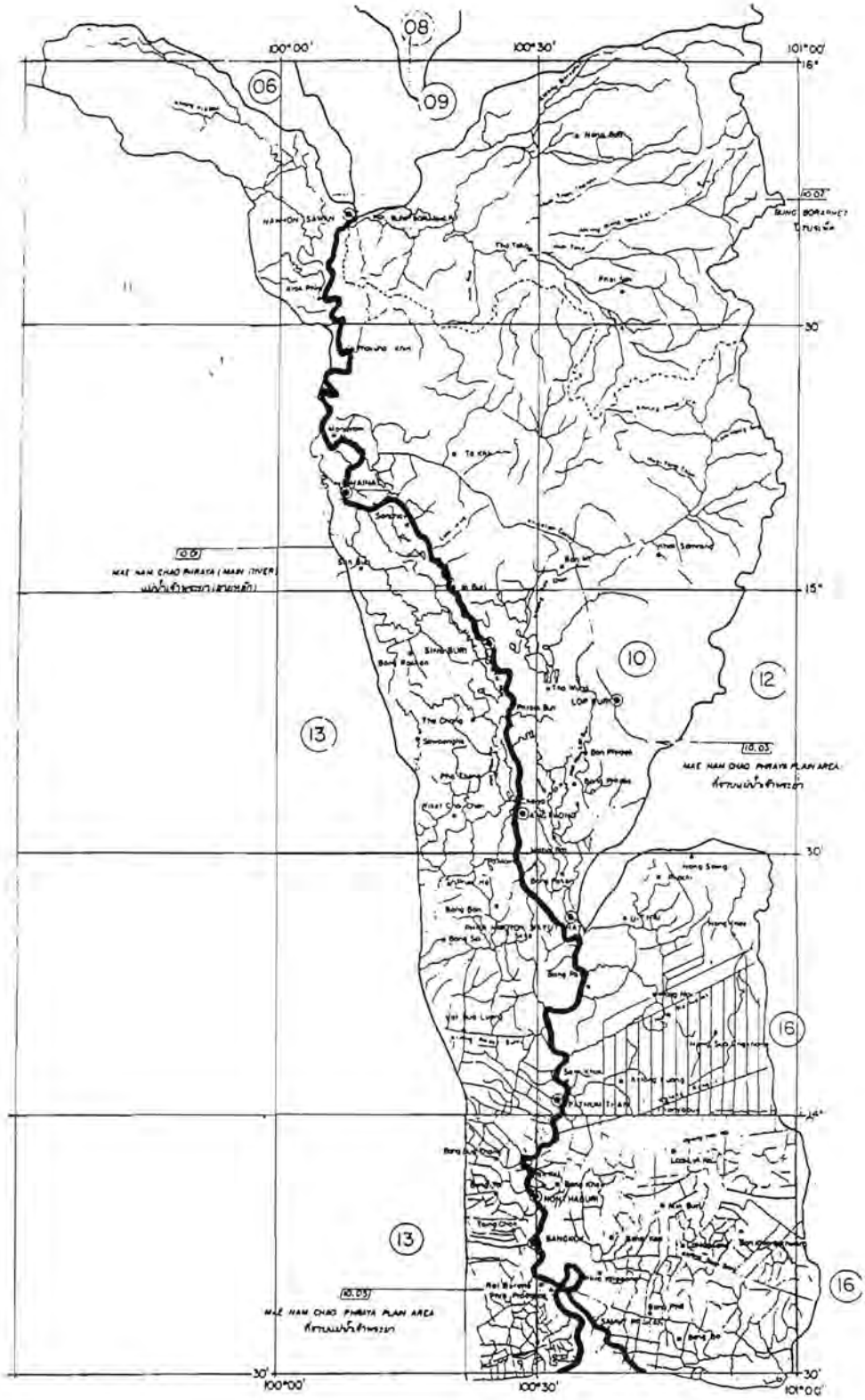
ปริมาณการใช้น้ำแม่น้ำเจ้าพระยาเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 11,400 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยแบ่งเป็นช่วงฤดูแล้ง 4,300 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี และช่วงฤดูฝน 7,100 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี ทั้งนี้ปริมาณน้ำที่ระบายจากเขื่อนเจ้าพระยาจะต้องไม่น้อยถึง 80 ลูกบาศก์เมตร/วินาที หรือประมาณ 2,500 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี เพื่อการผลักดันน้ำเค็ม และเพื่อการผลิตน้ำประปาของการประปานครหลวง

นอกจากนี้แม่น้ำเจ้าพระยายังใช้เป็นเส้นทางคมนาคมทางน้ำที่สำคัญอีกด้วย ประโยชน์อีกอย่างหนึ่งที่แม่น้ำเจ้าพระยา และรวมถึงแม่น้ำสายอื่นๆ ของประเทศถูกใช้อย่างละเลย และขาดความเอาใจใส่ก็คือ เป็นแหล่งรองรับน้ำเสียต่างๆ ที่เกิดขึ้น เช่น น้ำเสียชุมชน น้ำเสียอุตสาหกรรม น้ำเสียเกษตรกรรม เป็นต้น หรืออาจกล่าวได้ว่าน้ำเสียทุกประเภททั้งที่เป็น Point Source และ Diffuse (Nonpoint) Source ถูกระบายลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำอื่นๆ อย่างการขาดการจัดการที่ดี และเหมาะสม ซึ่งย่อมส่งผลต่อการเกิดขึ้นของความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำสายอื่นๆ

ตารางที่ 3-5 สรุปพื้นที่ และความยาวของแม่น้ำหลักในแต่ละลุ่มน้ำที่ทำการศึกษา

ชื่อลุ่มน้ำ	พื้นที่ลุ่มน้ำ (ตารางกิโลเมตร)	ความยาว (กิโลเมตร)
1. แม่น้ำปิง	33,898	740
2. แม่น้ำวัง	10,791	460
3. แม่น้ำยม	23,616	735
4. แม่น้ำน่าน	34,330	770
5. แม่น้ำเจ้าพระยา	20,125	379

หมายเหตุ แม่น้ำเจ้าพระยานอกจากรับน้ำจากลุ่มน้ำย่อยภายในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาแล้วยังรับน้ำจากลุ่มน้ำแม่น้ำปิง แม่น้ำวัง แม่น้ำยม แม่น้ำน่าน แม่น้ำป่าสัก (พื้นที่ลุ่มน้ำ 16292 ตารางกิโลเมตร) และแม่น้ำสะแกกรัง (พื้นที่ลุ่มน้ำ 5181 ตารางกิโลเมตร) เมื่อรวมทั้งหมดแล้วคิดเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำ 144,243 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 28 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งประเทศ



BASIN BOUNDARY

SUB-BASIN BOUNDARY

MAE NAM

CHANGWAT

AMPHOE

BASIN CODE

BASIN, SUB-BASIN CODE

Km

ตารางที่ 3-6 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำเท่าเฉลี่ยรายเดือนของแม่น้ำเจ้าพระยา วัดที่สถานีนครสวรรค์ในช่วงก่อสร้างเขื่อนภูมิพล และเขื่อนสิริกิติ์ (พ.ศ. 2495-2506) และช่วงหลังสร้างเขื่อน (พ.ศ. 2507-2534)

เดือน	ปริมาณน้ำเฉลี่ย ปี 24-5-2506 (ล้านลูกบาศก์เมตร)	ปริมาณน้ำเฉลี่ย ปี 2507-2534 (ล้านลูกบาศก์เมตร)
เมษายน	183	1,032
พฤษภาคม	409	1,168
มิถุนายน	868	1,390
กรกฎาคม	1,258	1,501
สิงหาคม	2,850	2,281
กันยายน	5,333	3,604
ตุลาคม	7,498	4,437
พฤศจิกายน	3,246	2,660
ธันวาคม	962	1,295
มกราคม	421	689
กุมภาพันธ์	281	748
มีนาคม	234	1,049
รวม	**23,133**	**22,015**

บทที่ 4

การศึกษาสารอาหาร และคุณภาพน้ำของแม่น้ำ

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาปริมาณสารอาหารโดยเน้นไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) รวมทั้งลักษณะคุณภาพน้ำ (Characteristies) ประการอื่นๆ ประกอบการศึกษา

4.1 การเก็บ และวิเคราะห์ตัวอย่าง

ตัวอย่างน้ำจากแม่น้ำปิง-วัง-ยม-น่าน และแม่น้ำเจ้าพระยา จะถูกเก็บ 2 ช่วง คือ ในช่วงฤดูน้ำน้อย หรือฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม ถึงเดือนพฤษภาคม) และช่วงฤดูน้ำมาก (เดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม) ในการเก็บตัวอย่างจะเก็บ ณ จุดกึ่งกลางตามความกว้างลำน้ำ และที่ระดับกึ่งกลางความลึก หรือที่ระดับ 1 เมตรจากผิวน้ำถึงน้ำลึกมากกว่า 2 เมตร ยกเว้นตัวอย่างน้ำสำหรับตรวจวัดโคลิฟอร์มแบคทีเรียจะเก็บที่ระดับ 1 ฟุต (30 เซ็นติเมตร) จากผิวน้ำ พารามิเตอร์บางรายการจะวิเคราะห์ทันทีที่เก็บตัวอย่าง หรือวิเคราะห์ภายในวันเดียวกับที่เก็บตัวอย่าง เช่น อุณหภูมิความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความนำไฟฟ้า (Conductivity) ความเสถียรต่อกรด (Alkalinity) เป็นต้น พารามิเตอร์บางรายการก็จำต้องส่งไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ดังนั้นหลังจากเก็บตัวอย่างน้ำ และทำการรักษาสภาพตัวอย่าง (Sample Preservation) แล้วก็จะรวบรวมตัวอย่างน้ำที่เก็บได้ในแต่ละวันส่งกลับมายังกรุงเทพมหานครโดยรถโดยสารระหว่างเมือง (รถทัวร์) และตัวอย่างน้ำจะถูกนำไปยังห้องปฏิบัติการของสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม (โดยเจ้าหน้าที่ของสถาบันฯ ไปรับที่ท่าจอดรถ) พารามิเตอร์บางรายการ เช่น บีโอดี โคลิฟอร์มแบคทีเรีย เป็นต้น ก็จะถูกวิเคราะห์ทันทีในวันที่ตัวอย่างถึงห้องปฏิบัติการ ตารางที่ 4-1 แสดงวิธีการรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ และระยะเวลาของการเก็บรักษาตัวอย่างก่อนทำการวิเคราะห์ที่ยอมรับกันว่าไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง หรือเปลี่ยนแปลงน้อยมาก สำหรับ ตารางที่ 4-2 แสดงวิธีการหรือเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำแต่ละพารามิเตอร์

4.2 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำในการศึกษาครั้งนี้จะทำการเก็บตลอดลำน้ำแต่ละสาย จุดเก็บตัวอย่างส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณท้ายน้ำของตัวเมือง อำเภอ หรือชุมชนหนาแน่นที่ตั้งติดอยู่กับแม่น้ำ รวมทั้งได้ใช้ประโยชน์จากลำน้ำนั้นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการผลิตน้ำประปา และในขณะเดียวกันก็มีการระบายน้ำทิ้งชุมชนกลับลงไปยังแหล่งน้ำเดิม เนื่องจากข้อจำกัดของงบประมาณนี้ใช้ศึกษาทำให้ไม่สามารถกำหนดจุดเก็บตัวอย่างในลักษณะเหนือน้ำ และท้ายน้ำของชุมชนได้ในขณะเดียวกัน อย่างไรก็ตามเมื่อได้พิจารณาถึงระยะห่างระหว่างจุดเก็บตัวอย่างนี้แล้ว (ส่วนใหญ่มีระยะห่างมากกว่า 50 กิโลเมตรขึ้นไป) คาดว่าคุณภาพน้ำควรจะดีขึ้นโดยธรรมชาติจากกระบวนการฟอกตัวของน้ำ (Stream Self-purification process) ดังนั้น ถึงจะไม่มีการเก็บตัวอย่างน้ำจากบริเวณเหนือน้ำมาทำการเปรียบเทียบก็จะไม่ส่งผลต่อการศึกษาอย่าง

ตารางที่ 4-1 วิธีการเก็บรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ (Sample Preservation) และระยะเวลาของการเก็บรักษาก่อนทำการวิเคราะห์

Parameter	การเก็บรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ	ระยะเวลาการเก็บ ①
Water Temperature	วิเคราะห์ทันที	-
pH	วิเคราะห์ทันที	2 ชั่วโมง
Conductivity	แช่เย็น - วิเคราะห์ในสนาม	28 วัน
Dissolved Oxygen	วิเคราะห์ทันที	0.5 ชั่วโมง
Alkalinity	แช่เย็น - วิเคราะห์ในสนาม	1 - 14 วัน
Solids	แช่เย็น	7 วัน
Chloride	แช่เย็น	ไม่ระบุ ②
Sulfate	แช่เย็น	2 วัน
Hardness	ปรับให้ pH < 2 ด้วย HNO_3	6 เดือน
Metals	ปรับให้ pH < 2 ด้วย HNO_3	6 เดือน
BOD	แช่เย็น	6 - 48 ชั่วโมง
Ammonia	ปรับให้ pH < 2 ด้วย H_2SO_4	7 - 28 วัน
Nitrate + Nitrite	ปรับให้ pH < 2 ด้วย H_2SO_4	28 วัน
Organic Nitrogen	ปรับให้ pH < 2 ด้วย H_2SO_4	7 - 28 วัน
Phosphate	เติม $HgCl_2$ 40 mg ต่อตัวอย่าง 1 ลิตร และแช่เย็น	48 ชั่วโมง
Total phosphorus	เติม conc. Hcl 1 mL ต่อ ตัวอย่าง 1 ลิตร	ไม่ระบุ ②
Coliform bacteria	แช่เย็น (อุณหภูมิ < 10 °C)	6 - 24 ชั่วโมง

หมายเหตุ

① หมายถึงช่วงเวลานับตั้งแต่ตัวอย่างน้ำถูกเก็บจากแหล่งน้ำจนถึงเวลาที่ถูกนำมาวิเคราะห์ อย่างไรก็ตามในหลักการวิเคราะห์แล้ว ตัวอย่างน้ำควรถูกนำมาวิเคราะห์ทันทีหรือเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้นับตั้งแต่ตัวอย่างน้ำถูกเก็บจากแหล่งน้ำ

② ถ้าไม่มีการระบุวิธีการรักษาสภาพตัวอย่างน้ำเป็นพิเศษหมายความว่าตัวอย่างน้ำที่เก็บมาจะบรรจุในขวดพลาสติก (polyethylene หรือ polypropylene) โดยเก็บตัวอย่างน้ำให้เต็มขวดแล้วปิดฝาให้แน่นเก็บไว้ในที่อุณหภูมิต่ำ และในที่มืด

ตารางที่ 4-2 วิธีการหรือเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ลักษณะคุณภาพน้ำของตัวอย่างน้ำ

Parameter	วิธีการวิเคราะห์หรือเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์
Water Temperature	Thermister
pH	Electrometry
Conductivity	Electrometry
Dissolved Oxygen	Specific electrode method
Alkalinity	Thermister
Solids	Filter and dried at 103-105 $^{\circ}$C / 180 $^{\circ}$C
Chloride	Thermister (against Ag NO_3)
Sulfate	Turbidimetric method
Hardness	Calculation from calcium and magnesiun
Metals	Atomic absorption spectrometry
BOD	5 - day Incubation at 20 $^{\circ}$C
Ammonia	Specific electrode method
Nitrate + Nitrite	Spectrophotometry
Organic Nitrogen	Oxidation with titrimetry
Phosphate	Spectrophotometry
Total phosphorus	Oxidation with Spectrophotometry
Coliform bacteria	Muliple - Tube Fementation

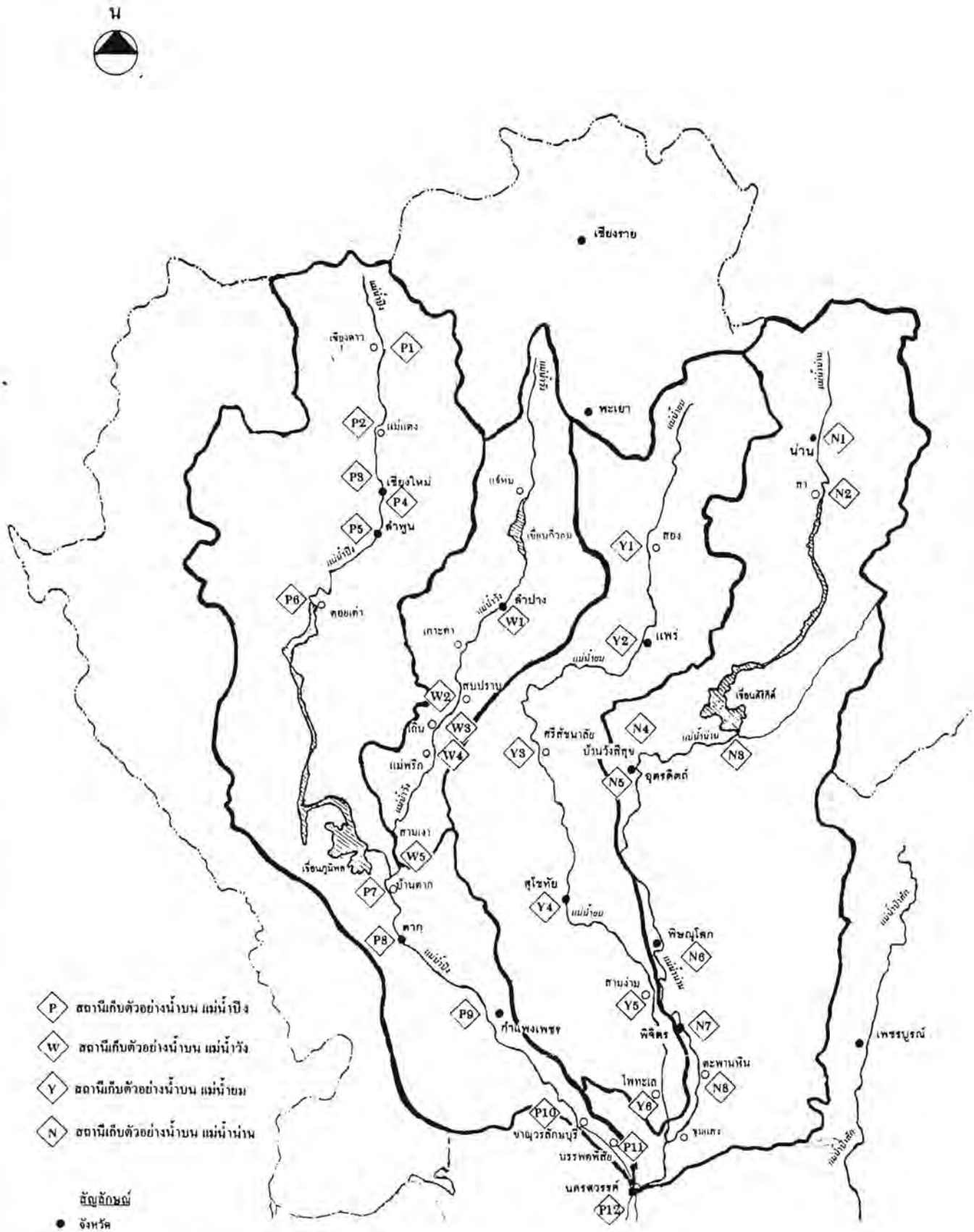
มีนัยสำคัญ รวมทั้งในการศึกษาครั้งนี้มุ่งที่จะเน้นถึงผลกระทบจากการระบายน้ำเสียต่อลำน้ำในภาพรวม อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำของต้นน้ำ ดังนั้นจึงสามารถใช้คุณภาพน้ำบริเวณต้นน้ำเป็นตัวเลขอ้างอิงได้ในระดับหนึ่ง นอกจากนี้ในบางจุดที่สำคัญ เช่น บริเวณเมืองเชียงใหม่ได้กำหนดจุดเก็บตัวอย่างทั้งบริเวณเหนือน้ำและท้ายน้ำ สำหรับแม่น้ำเจ้าพระยาช่วงที่ไหลผ่านกรุงเทพมหานครก็จะมีการเก็บตัวอย่างเป็นช่วงๆ และจุดเก็บตัวอย่างดังกล่าวสามารถเทียบเคียงได้กับสถานีเก็บตัวอย่างน้ำถาวร ซึ่งกำหนดโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม แห่งชาติ (เดิม) ที่ได้ทำการศึกษาไว้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2522 (ปัจจุบันงานศึกษาคุณภาพน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาอยู่ภายใต้การดำเนินงานของการควบคุมมลพิษ)

4.3 แม่น้ำปิง

การเก็บตัวอย่างน้ำจากแม่น้ำปิงเริ่มในเดือนมีนาคม (พ.ศ. 2534) และในเดือนพฤศจิกายนในปีเดียวกันสถานีเก็บตัวอย่างน้ำมีทั้งสิ้น 12 สถานี เริ่มจากต้นน้ำบริเวณอำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ และสิ้นสุดที่อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ก่อนถึงปากแม่น้ำโพ (บริเวณที่แม่น้ำปิง และแม่น้ำน่านมาบรรจบกัน และเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำเจ้าพระยา) ประมาณ 4 กิโลเมตร ตารางที่ 4-3 แสดงรายชื่อสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ และระยะทาง (ระยะห่าง) จากปากแม่น้ำของแต่ละสถานี สำหรับตำแหน่งของสถานีเก็บตัวอย่างน้ำดูได้ในรูปที่ 4-1 ลักษณะคุณภาพน้ำของแม่น้ำปิงสามารถสรุปสาระสำคัญได้ ดังนี้

(1) ลักษณะคุณภาพน้ำโดยทั่วๆ ไปมีฤทธิ์เป็นด่างเล็กน้อยมีค่า pH อยู่ระหว่าง 7.0-8.0 (ดูรูปที่ 4-2 ก) น้ำมีลักษณะเป็นน้ำอ่อน (ความกระด้างน้ำทั้งหมดน้อยกว่า 75 มก./ลิตร ในรูป $CaCO_3$) ยกเว้นบริเวณอำเภอเชียงดาว (P1) พบว่าเป็นน้ำกระด้าง โดยพบค่าความกระด้าง 191.6 และ 152.6 มก./ลิตร ในรูป $CaCO_3$ ในช่วงฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลาก ซึ่งคาดว่าจะเป็นความกระด้างชั่วคราวที่เกิดจากต้นน้ำที่เป็นเขาหินปูน โดยสังเกตพบว่าค่าความเสถียรต่อกรด (Alkalinity) เพิ่มสูงมากกว่า 150 มก./ลิตร ในรูป $CaCO_3$ รวมทั้งยังพบว่าค่าความนำไฟฟ้าสูงขึ้นผิดปกติจากสถานีอื่นๆ ด้วยเช่นกัน (ดูรูปที่ 4-2 ข) แต่ในขณะเดียวกันปริมาณคลอไรด์พบว่าต่ำกว่าสถานีอื่นๆ และปริมาณซัลเฟตก็มีค่าใกล้เคียงกับสถานีอื่นๆ

(2) ออกซิเจนในน้ำซึ่งเป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึง health ของ stream นั้นพบว่าส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 7 มก./ลิตร ยกเว้นบริเวณท้ายเมืองเชียงใหม่ (P4) พบว่าออกซิเจนในน้ำลดต่ำลงเหลือ 4.8 มก./ลิตร ในช่วงฤดูแล้ง (ดูรูปที่ 4-2 ช) สำหรับสารอินทรีย์ในน้ำในรูปบีโอดี (5 วัน) พบว่าส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่า 2 มก./ลิตร ทั่วไปไม่สามารถสังเกตเห็นถึงผลกระทบจากการระบายน้ำเสียต่างๆ ลงสู่แหล่งน้ำยกเว้นที่จังหวัดนครสวรรค์ (P12) ในช่วงฤดูแล้งพบว่าค่าบีโอดี 2.7 มก./ลิตร แต่ก็ไม่สามารถชี้ชัด หรือบ่งได้ว่าลำน้ำมีปัญหาในเรื่อง Organic Pollution สำหรับค่าบีโอดี (20 วัน) ที่ได้ทำการวิเคราะห์ในการศึกษาดังนี้ พบว่าส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 3 - 5 มก./ลิตร ซึ่งก็ยังไม่สามารถชี้ชัดได้ว่าลำน้ำมีปัญหาเรื่อง organic enrichment ได้อย่างชัดเจน (ดูรูปที่ 4-2 ญ)



ที่ ... สถานีเก็บตัวอย่างน้ำบนแม่น้ำปิง-วัง-ยม-น่าน

ตารางที่ 4-3 รายชื่อสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ แม่น้ำปิงและระยะห่างจากปากแม่น้ำโดยประมาณ

(หน่วย : กิโลเมตร)

รหัสตัวอย่าง	สถานีเก็บตัวอย่าง	ระยะห่างจากปากแม่น้ำ
อำเภอเชียงดาว	P1	658
อำเภอแม่แตง	P2	608
อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ (เหนือเมือง)	P3	561
อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ (ท้ายเมือง)	P4	561
จังหวัดลำพูน	P5	536
อำเภอดอยเต่า	P6	495
อำเภอบ้านตาก	P7	226
อำเภอเมือง จังหวัดตาก	P8	201
อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร	P9	136
อำเภอขาณุวรลักษบุรี	P10	62
อำเภอบรรพตพิสัย	P11	38
อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์	P12	4

(3) การปนเปื้อนของแหล่งน้ำจากการระบายน้ำเสียชุมชนโดยสังเกตจากปริมาณคลอไรด์ พบว่าแม่น้ำปิงช่วงแรก ตั้งแต่อำเภอเชียงดาว (P1) จนถึงอำเภอดอยเต่า (P6) ก่อนไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล มีปริมาณคลอไรด์เพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่ 2 - 4 เท่าของปริมาณคลอไรด์ที่พบที่อำเภอเชียงดาว (0.8 และ 1.0 มก./ลิตร ในช่วงฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลาก) สำหรับแม่น้ำปิงช่วงตั้งแต่ท้ายเขื่อนภูมิพลลงมาถึงจังหวัดนครสวรรค์ (P7-P12) ไม่พบการเพิ่มขึ้นของคลอไรด์ที่ชัดเจนในช่วงที่ผ่านชุมชนขนาดใหญ่ต่างๆ แต่มีข้อสังเกตว่าปริมาณคลอไรด์ในช่วงฤดูนี้น้ำหลากในหลายๆ สถานีสูงกว่าในช่วงฤดูน้ำน้อยที่เป็นเช่นนี้อาจมีสาเหตุมาจาก run-off ในช่วงฤดูฝนก็เป็นได้ (ดูรูปที่ 4-2 ค)

(4) แต่ถ้าสังเกตการปนเปื้อนโดยการสังเกตจากปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียก็พบว่าน้ำในแม่น้ำปิงช่วงที่ไหลผ่านเมืองเชียงใหม่ (P4) ลำพูน (P5) และตาก (P8) จะพบว่าปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียเพิ่มสูงกว่าปกติ (ดูรูปที่ 4-2 ฎ)

(5) สำหรับปริมาณสารอาหารในแม่น้ำปิงพบว่าแอมโมเนียเกือบทั้งหมดอยู่ในระดับที่ตรวจวัดไม่ได้ (< 0.01 มก./ลิตร ในรูป N) ยกเว้นพบที่บริเวณท้ายเมืองเชียงใหม่ 0.06 และ 0.02 มก./ลิตร (ในรูป N) ในช่วงฤดูน้ำน้อย และในฤดูน้ำหลากตามลำดับ สำหรับไนไตรต์ก็พบน้อยกว่า 0.01 มก./ลิตร (ในรูป N) ทุกสถานีแต่ไนเตรตสามารถพบได้ตั้งแต่ 0.01 มก./ลิตร (ในรูป N) ที่อำเภอเชียงดาว (P1) จนถึง 0.26 มก./ลิตร (ในรูป N) ที่ท้ายเมืองเชียงใหม่ (P4) แต่ตั้งแต่อำเภอ ขาณุวรลักษณ์ (P10) ลงไปจนถึงจังหวัดนครสวรรค์ (P12) พบว่ามีไนเตรตอยู่ในช่วง 0.01 - 0.04 มก./ลิตร (ในรูป N)
(ดูรูปที่ 4-2 ง) พบฟอสเฟตต่ำสุดที่อำเภอเชียงดาว (P1) 0.010 มก./ลิตร (ในรูป P) และพบสูงสุด 0.065 มก./ลิตร (ในรูป P) ที่ท้ายเมืองเชียงใหม่ในช่วงฤดูแล้ง สำหรับฟอสฟอรัสทั้งหมดพบในช่วง 0.030 ถึง 0.144 มก./ลิตร (ดูรูปที่ 4-2 จ)

ตารางที่ 4-4 แสดงลักษณะคุณภาพน้ำของแม่น้ำปิงของการศึกษาครั้งนี้โดยละเอียดทั้งในช่วงฤดูแล้ง (Low Flow period) และในช่วงฤดูน้ำหลาก (High - Flow Period)

4.4 แม่น้ำวัง

การเก็บตัวอย่างแม่น้ำวังได้ทำใน 2 ช่วงคือ ในช่วงเดือนมีนาคม และเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2534 สถานีเก็บตัวอย่างน้ำมีทั้งสิ้น 5 สถานี เริ่มจากอำเภอเมือง จังหวัดลำปาง (เขื่อนกิ่วลมอยู่เหนือตัวเมืองลำปางขึ้นไปเป็นระยะทางตามลำน้ำประมาณ 47 กิโลเมตร) ลงมาถึง อำเภอสามเงา จังหวัดตาก ก่อนไหลลงไปบรรจบกับแม่น้ำปิง ประมาณ 15 กิโลเมตร รายชื่อสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ และระยะทาง (ระยะห่าง) จากสถานีต่างๆ ถึงปากแม่น้ำแสดงไว้ใน ตารางที่ 4 - 5 และที่ตั้งสถานีเก็บตัวอย่างดูได้จากรูปที่ 4-1 ลักษณะคุณภาพน้ำของแม่น้ำวังของการศึกษาครั้งนี้พอสรุปได้ ดังนี้

(1) ความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำมีฤทธิ์เป็นด่างเล็กน้อยเช่นเดียวกับที่พบได้ในน้ำธรรมชาติทั่วไปโดยพบค่าระหว่าง 7.6 - 8.5 (ดูรูปที่ 4-3 ก) น้ำมีลักษณะเป็นน้ำกระด้างปากกลาง (มีความกระด้างอยู่ในช่วง 75 - 150 มก./ลิตร ในรูป $CaCO_3$) โดยพบว่าส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 100 -120

ตารางที่ 4-4 ลักษณะคุณภาพน้ำของแม่น้ำปิงในช่วงฤดูแล้ง (Low Flow-L) และในช่วงฤดูน้ำหลาก (High Flow-H)

คุณภาพน้ำ	หน่วย	P1		P2		P3		P4		P5		P6		P7		P8		P9		P10		P11		P12	
		L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H
Temperature	°C	28.6	23.8	27.7	25.5	28.3	24.8	28.6	24.5	29.2	23.6	NA	22.4	30.3	27.1	28.2	26.3	30.2	25.1	29.7	28.2	29.2	25.6	25.8	29.0
pH	—	8.5	8.1	8.4	7.8	7.6	7.9	7.5	7.6	7.0	7.1	NA	8.0	7.9	8.0	7.8	8.1	8.3	8.2	8.4	8.5	8.4	8.6	8.3	8.5
Conductivity	µs / cm	385	312	175	197	174	180	179	180	193	186	NA	162	179	246	170	186	177	190	173	203	171	209	171	206
DO	mg/L	10.5	9.3	9.6	6.8	7.0	7.3	4.8	6.9	4.5	7.4	NA	7.9	7.2	7.6	7.4	7.4	8.0	7.8	8.3	8.1	7.8	8.6	7.6	8.4
Alkalinity (as $CaCO_3$)	mg/L	212	153	88	52	82	43	83	49	92	44	NA	40	90	52	85	43	88	45	86	NA	88	NA	87	NA
TDS	mg/L	250	174	95	120	86	126	105	120	65	146	NA	108	145	134	150	114	130	116	135	118	120	116	115	122
SS	mg/L	5	6	3	11	22	42	13	41	1	25	NA	53	2	8	3	34	5	11	13	9	17	12	21	24
Total Hardness	mg/L	191.6	152.8	74.5	73.9	69.8	76.3	68.0	76.7	74.4	76.7	NA	70.9	73.2	93.1	68.3	72.6	71.4	75.0	69.5	46.6	68.7	85.0	69.5	47.1
Cl^-	mg/L	0.8	1.0	0.5	1.9	2.6	1.9	3.6	1.9	4.1	2.9	NA	1.4	2.4	1.0	1.7	4.4	1.9	3.4	1.9	3.9	1.9	3.9	2.2	4.4
SO^{-2}_4	mg/L	5.3	6.4	5.5	6.0	4.8	7.0	8.1	5.3	5.8	5.6	NA	5.6	5.5	14.3	4.6	7.0	4.8	7.1	5.1	9.2	5.3	10.4	4.0	9.6
NH_3-N (nd < 0.01)	mg/L	nd	nd	nd	0.05	nd	nd	0.06	0.02	nd	0.02	NA	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
NO^-_2-N (nd < 0.001)	mg/L	0.002	0.003	nd	0.004	nd	0.003	0.006	0.003	0.003	0.012	NA	0.002	0.002	0.003	nd	0.002	nd	0.001	nd	0.003	nd	nd	nd	nd
NO^-_3-N	mg/L	0.12	0.10	0.11	0.13	0.18	0.20	0.26	0.14	0.10	0.22	NA	0.11	0.21	0.18	0.20	0.13	0.21	0.15	0.02	0.02	0.04	0.03	0.03	0.01
Organic N	mg/L	0.12	0.08	0.12	0.12	0.13	0.17	0.15	0.23	0.23	0.26	NA	0.20	0.19	0.17	0.24	0.22	0.20	0.14	0.17	0.14	0.24	0.17	0.31	0.22
PO^{-3}_4-P (nd < 0.003)	mg/L	0.010	0.017	0.024	0.017	0.026	0.021	0.065	0.021	0.019	0.037	NA	0.031	0.026	0.023	0.026	0.029	0.033	0.032	0.020	0.028	0.023	0.025	0.020	0.024
TP	mg/L	0.035	0.049	0.030	0.090	0.043	0.099	0.068	0.126	0.050	0.095	NA	0.084	0.048	0.057	0.078	0.136	0.063	0.073	0.065	0.065	0.075	0.144	0.065	0.084
BOD_5	mg/L	2.0	1.2	1.5	0.6	1.6	0.8	1.9	0.4	1.7	1.6	NA	0.7	0.9	0.3	1.2	0.3	1.6	0.2	2.2	0.3	1.8	0.6	2.7	0.4
BOD_{20}	mg/L	4.5	2.2	3.7	3.6	4.2	3.1	4.3	3.1	3.8	4.6	NA	3.7	3.5	3.4	3.9	3.2	4.0	3.5	5.0	4.6	4.4	5.2	5.9	5.1
Total Coliform	MPN/100 ml	11,000	4,600	2,100	4,600	2,300	2,100	15,000	24,000	4,600	240,000	NA	4,600	11,000	1,500	4,600	240,000	2,400	110,000	2,400	11,000	430	930	2,100	11,000
Fecal Coliform	MPN/100 ml	4,600	4,600	1,500	2,400	900	1,500	3,900	1,100	2,400	11,000	NA	930	1,500	1,500	4,600	11,000	2,400	11,000	430	15,000	430	430	1,500	4,600
Ca	mg/L	60.9	47.6	21.6	25.8	20.2	22.8	19.5	22.8	21.4	22.8	NA	21.8	22.7	27.9	21.1	21.8	22.0	22.8	21.4	24.8	21.1	25.8	21.4	24.8
Mg	mg/L	9.6	8.2	5.0	5.4	4.7	4.7	4.7	4.8	5.1	4.8	NA	4.0	4.0	5.7	3.8	4.4	4.0	4.4	3.9	4.7	3.9	5.0	3.9	4.8

หมายเหตุ : NA = data not - available

nd = non - detactable

ตารางที่ 4-5 รายชื่อสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ แม่น้ำวังและระยะห่างจากปากแม่น้ำโดยประมาณ

(หน่วย : กิโลเมตร)

รหัสตัวอย่าง	สถานีเก็บตัวอย่าง	ระยะห่างจากปากแม่น้ำ
อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง	W1	228
อำเภอสบปราบ	W2	155
อำเภอเถิน	W3	110
อำเภอแม่พริก	W4	80
อำเภอสามเงา	W5	15

ตารางที่ 4-6 ลักษณะคุณภาพน้ำของแม่น้ำวังในช่วงฤดูแล้ง (Low Flow-L)และในช่วงฤดูน้ำหลาก (High Flow-H)

คุณภาพน้ำ	หน่วย	W1		W2		W3		W4		W5	
		L	H	L	H	L	H	L	H	L	H
Temperature	°C	29.2	25.9	NA	26.6	31.1	26.5	32.3	26.6	32.2	26.6
pH	—	7.6	7.7	NA	8.4	8.4	8.2	8.4	8.2	8.5	8.2
Conductivity	µs / cm	280	213	NA	266	296	266	308	277	316	286
DO	mg/L	4.8	6.8	NA	8.8	8.3	7.9	7.7	7.8	9.3	7.5
Alkalinity (as $CaCO_3$)	mg/L	220	49	NA	NA	122	56	127	58	132	60
TDS	mg/L	165	164	NA	182	175	172	210	162	260	192
SS	mg/L	8	15	NA	20	1	17	2	25	1	17
Total Hardness	mg/L	109.2	85.4	NA	101.4	106.2	101.4	113.7	107.7	117.0	111.0
Cl^-	mg/L	5.8	3.9	NA	8.1	10.1	7.2	10.6	8.2	10.8	8.2
SO^{-2}_4	mg/L	23.0	14.0	NA	22.7	20.7	20.1	19.0	22.9	19.5	22.9
NH_3-N (nd < 0.01)	mg/L	0.14	0.07	NA	nd	nd	0.02	nd	0.04	nd	nd
NO^-_2-N (nd < 0.001)	mg/L	0.047	0.006	NA	0.003	nd	0.002	nd	0.003	nd	0.002
NO^-_3-N	mg/L	0.43	0.13	NA	0.25	0.04	0.20	0.04	0.23	0.04	0.23
Organic N	mg/L	0.85	0.21	NA	0.20	0.20	0.18	0.17	0.13	0.37	0.25
PO^{-3}_4-P (nd < 0.003)	mg/L	0.125	0.033	NA	0.061	0.011	0.023	0.014	0.026	0.016	0.030
TP	mg/L	0.160	0.121	NA	0.074	0.030	0.070	0.030	0.063	NA	0.074
BOD_5	mg/L	2.5	1.5	NA	0.7	1.6	1.0	2.1	1.9	1.1	2.1
BOD_{20}	mg/L	6.9	6.2	NA	4.1	4.6	5.6	4.8	5.0	1.8	6.5
Total Coliform	MPN/100 ml	90,000	240,000	NA	2,100	11,000	4,600	4,600	46,000	930	4,600
Fecal Coliform	MPN/100 ml	40,000	240,000	NA	200	750	2,400	NA	24,000	210	2,400
Ca	mg/L	32.7	25.8	NA	29.9	30.0	29.9	32.5	31.9	33.0	32.9
Mg	mg/L	6.7	5.1	NA	6.5	7.6	6.5	7.9	6.8	8.4	7.0

หมายเหตุ : NA = data not - available

nd = non - detactable

มก./ลิตร ในรูป $CaCO_3$ ซึ่งต่างจากแม่น้ำปิง ซึ่งเป็นน้ำอ่อน (ยกเว้นบริเวณต้นน้ำอำเภอเชียงดาว)

(2) ออกซิเจนในน้ำมีค่าค่อนข้างสูงโดยทุกสถานียกเว้นอำเภอเมืองลำปาง (W1) มีค่ามากกว่า 7.5 มก./ลิตร สำหรับสถานี W1 มีค่า 4.8 และ 6.8 มก./ลิตร ในช่วงฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลากตามลำดับ (ดูรูปที่ 4-3 ช) ซึ่งอาจเป็นผลมาจาก Organic Enrichment จากตัวเมือง ซึ่งสอดคล้องกับค่าบีโอดีเฉลี่ยของสถานี W1 นั้นสูงกว่าสถานีอื่นๆ แต่ก็ไม่ต่างมากนัก (ดูรูปที่ 4-3 ญ)

(3) การปนเปื้อนของลำน้ำสามารถสังเกตได้จากปริมารคลอไรด์ และจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ซึ่งพบว่าปริมาณคลอไรด์เพิ่มขึ้นตามลำน้ำประมาร 2 เท่าของสถานี W1 แต่ยังไม่อาจสรุปให้เห็นถึงการปนเปื้อนได้ชัดเจนดังเช่น จำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจนของสถานี W1 ซึ่งเห็นได้จาก (รูปที่ 4-3 ค และ 4-3 ฎ)

(4) สำหรับปริมาณไนโตรเจน ในแม่น้ำวังพบว่าไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมีค่าส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ตรวจไม่พบ (< 0.01 มก./ลิตร) แต่พบว่าที่สถานี W1 ทางด้านแอมโมเนีย 0.14 และ 0.07 มก./ลิตร ในรูป N ในช่วงฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลาก ตามลำดับ สำหรับไนเตรตพบในช่วง 0.04 ถึง 0.43 มก./ลิตร ในรูป N โดยพบค่าสูงสุดที่สถานี W1 ในช่วงฤดูแล้ง (ดูรูปที่ 4-3 ง) สำหรับฟอสเฟต และฟอสฟอรัสทั้งหมดก็เช่นเดียวกันกล่าวคือ พบค่าสูงสุดที่สถานี W1 (ดูรูปที่ 4-3 จ)

สรุปได้ว่าเมืองลำปางเป็นแหล่งระบายน้ำเสียสำคัญของแม่น้ำวัง และก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำอย่างเห็นได้ชัด ตารางที่ 4-6 แสดงลักษณะคุณภาพน้ำของแม่น้ำวังจากการศึกษาครั้งนี้โดยละเอียด

4.5 แม่น้ำยม

ในการศึกษาคุณภาพน้ำแม่น้ำยมได้กำหนดสถานีเก็บตัวอย่างน้ำบนแม่น้ำยมรวม 6 สถานี เริ่มตั้งแต่อำเภอสอง จังหวัดแพร่ ลงมาถึงอำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร ตารางที่ 4-7 แสดงสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ และระยะทางจากปากแม่น้ำถึงแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง ตำแหน่งของสถานีเก็บตัวอย่างแต่ละสถานีดูได้ในรูปที่ 4-1 ในการเก็บตัวอย่างครั้งแรกในช่วงเดือนมีนาคม (พ.ศ. 2534) ไม่สามารถเก็บตัวอย่างน้ำได้เนื่องจากน้ำแห้ง สำหรับครั้งที่สองเก็บตัวอย่างในเดือนพฤศจิกายน ในปีเดียวกันคุณภาพน้ำของแม่น้ำยมพอสรุปได้ ดังนี้

(1) ความเป็นกรด-ด่างของน้ำมีฤทธิ์เป็นด่างเล็กน้อย เช่นเดียวกับแม่น้ำปิง และแม่น้ำวัง โดยพบค่าในช่วง 7.0 - 7.7 มก./ลิตร น้ำมีความเป็นกระด้างปานกลางเช่นเดียวกับน้ำแม่น้ำวัง โดยพบว่ามีค่าความกระด้างอยู่ในช่วง 102.1 ถึง 132.7 มก./ลิตร (ในรูป $CaCO_3$)

(2) ออกซิเจนในน้ำมีค่าค่อนข้างสูงในช่วง 3 สถานีแรก (Y1 - Y3) โดยพบว่ามีค่าระหว่าง 7.7 - 7.8 มก./ลิตร แต่เริ่มจากจังหวัดสุโขทัย (Y4) ลงมาถึงอำเภอโพทะเล (Y6) ค่าออกซิเจนลดลงพอสมควรอยู่ในช่วง 4.9 - 6.3 มก./ลิตร แต่อย่างไรก็ตามพบว่าค่าบีโอดี (5 วัน) ต่ำกว่า 2 มก./ลิตร ทุกสถานี

ตารางที่ 4-7 รายชื่อสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ แม่น้ำยมและระยะห่างจากปากแม่น้ำโดยประมาณ

(หน่วย : กิโลเมตร)

รหัสตัวอย่าง	สถานีเก็บตัวอย่าง	ระยะห่างจากปากแม่น้ำ
อำเภอสอง	Y1	588
อำเภอเมือง จังหวัดแพร่	Y2	519
อำเภอศรีสัชนาลัย	Y3	344
อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย	Y4	259
อำเภอสามง่าม	Y5	124
อำเภอโพทะเล	Y6	52

ตารางที่ 4-8 ลักษณะคุณภาพน้ำของแม่น้ำยมในช่วงฤดูน้ำหลาก (High Flow-H)

คุณภาพน้ำ	หน่วย	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6
Temperature	°C	27.1	26.3	27.0	27.2	27.2	27.4
pH	—	7.4	7.3	7.7	7.0	7.4	7.2
Conductivity	µs / cm	252	266	270	290	285	210
DO	mg/L	8.1	7.9	7.7	6.3	5.1	4.9
Alkalinity (as $CaCO_3$)	mg/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA
TDS	mg/L	179	207	196	194	201	146
SS	mg/L	26	53	46	81	28	39
Total Hardness	mg/L	102.1	116.7	112.8	132.7	124.5	122.2
Cl^-	mg/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA
SO^{-2}_4	mg/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA
NH_3-N (nd < 0.01)	mg/L	nd	nd	nd	nd	nd	nd
NO^-_2-N (nd < 0.001)	mg/L	nd	nd	nd	nd	nd	nd
NO^-_3-N	mg/L	0.04	0.06	0.04	0.05	0.05	0.06
Organic N	mg/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA
PO^{-3}_4-P (nd < 0.003)	mg/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA
TP	mg/L	0.038	0.020	0.041	0.122	0.069	0.041
BOD_5	mg/L	1.2	1.3	1.5	1.2	1.5	1.9
BOD_{20}	mg/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Total Coliform	MPN/100 ml	1,100	46,000	2,100	150,000	2,400	12,000
Fecal Coliform	MPN/100 ml	150	2,300	930	39,000	750	1,400
Ca	mg/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Mg	mg/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA

หมายเหตุ : NA = data not - available

nd = non - detactable

(3) การปนเปื้อนของแม่น้ำจากน้ำเสียชุมชนเห็นได้ชัดจากจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่พบสูงมากที่เมืองแพร่ และที่เมืองสุโขทัย

(4) ปริมารไนเตรตพบว่ามีค่าค่อนข้างต่ำ (มีค่าระหว่าง 0.04 - 0.06 มก./ลิตรในรูป N) เมื่อเปรียบเทียบกับแม่น้ำปิง และแม่น้ำวัง สำหรับค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดพบว่ามีค่าสูงมากที่เมืองสุโขทัย (Y4) โดยพบสูงถึง 0.122 มก./ลิตร ในขณะที่สถานีอื่นๆ พบในช่วง 0.020 - 0.069 มก./ลิตร

ตารางที่ 4-8 แสดงลักษณะคุณภาพน้ำของแม่น้ำยมในช่วงฤดูน้ำหลาก

4.6 แม่น้ำน่าน

แม่น้ำน่านมีสถานีเก็บตัวอย่างทั้งหมด 8 สถานี เริ่มตั้งแต่อำเภอเมือง จังหวัดน่าน ลงมาจนถึงอำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร (ดูตารางที่ 4-9) เก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง ในช่วงฤดูแล้ง (มีนาคม 2534) และช่วงฤดูน้ำหลาก (พฤศจิกายน 2534) แม่น้ำน่านสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ช่วงคือ ช่วงเหนือเขื่อนสิริกิติ์ (สถานี N1 ถึง N2) และช่วงท้ายเขื่อน (สถานี N3 ถึง N8) ตำแหน่งของสถานีเก็บตัวอย่างแสดงไว้ในรูปที่ 4-1 คุณภาพน้ำของแม่น้ำน่านสามารถสรุปได้ ดังนี้

(1) โดยสภาพทั่วๆ ไปน้ำมีฤทธิ์เป็นด่างเล็กน้อยดังที่พบในแม่น้ำปิง, แม่น้ำวัง และแม่น้ำยม โดยพบว่า pH มีค่าในช่วง 7.5 - 8.7 (ดูรูปที่ 4-4 ก) สำหรับความกระด้างของน้ำพบว่าน้ำทั้งลำน้ำมีลักษณะเป็นน้ำอ่อน โดยพบว่าเกือบทุกสถานีมีค่าความกระด้างต่ำกว่า 75 มก./ลิตร ในรูป $CoCO_3$

(2) ออกซิเจนในน้ำมีค่าค่อนข้างสูงมากแม่น้ำน่านช่วงแรก (N1 ถึง N2) โดยพบว่ามีค่า 9.0 และ 10.4 มก./ลิตร ที่สถานี N1 และ N2 ตามลำดับ (ถึงแม้ว่าเป็นช่วงฤดูแล้ง) สำหรับระดับออกซิเจนในน้ำจากท้ายเขื่อนพบว่าลดลงค่อนข้างมาก 5.0 และ 7.5 มก./ลิตร ในช่วงฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลากจากนั้นพบว่าออกซิเจนอยู่ในช่วง 5.5 ถึง 6.5 มก./ลิตร ที่สถานี N4 และ N5 หลังจากนั้นจึงเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 7 - 8 มก./ลิตร ที่สถานี N6 เป็นต้นไป (ดูรูปที่ 4-4 ช)

(3) สำหรับค่าบีโอดี (5 วัน) พบว่ามีค่าสูงกว่าโดยเปรียบเทียบกับแม่น้ำวัง, แม่น้ำยม และแม่น้ำน่าน โดยพบว่าส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 2 - 4 มก./ลิตร และสังเกตว่าค่าบีโอดีจะเพิ่มสูงขึ้นในช่วงน้ำหลาก (ดูรูปที่ 4-4 ฌ)

(4) แม่น้ำน่านแสดงให้เห็นถึงการได้รับการปนเปื้อนจนน้ำเสียชุมชนให้เห็นอย่างชัดเจนจากจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ดังแสดงในรูปที่ 4-4 ฎ โดยพบว่าจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรียเพิ่มขึ้นสูงมากที่เมืองน่าน (N1) พิษณุโลก (N6) และพิจิตร (N7)

(5) ปริมาณแอมโมเนียพบว่าอยู่ในระดับมีความวัดไม่ได้ (< 0.01 มก./ลิตร ในรูป N) ทุกสถานี แต่พบว่าไนไตรต์บางสถานี แต่ก็อยู่ในระดับต่ำค่าสูงสุดที่พบคือ 0.004 มก.N/ลิตร ที่สถานี N4 สำหรับไนเตรตก็พบว่ามีค่าอยู่ในระดับต่ำเช่นเดียวกันกล่าวคือ พบในช่วง 0.01 ถึง 0.07 มก.N/ลิตร

ตารางที่ 4-9 รายชื่อสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ แม่น้ำน่านและระยะห่างจากปากแม่น้ำโดยประมาณ

(หน่วย : กิโลเมตร)

รหัสตัวอย่าง	สถานีเก็บตัวอย่าง	ระยะห่างจากปากแม่น้ำ
อำเภอเมือง จังหวัดน่าน	N1	642
อำเภอสา	N2	604
ท้ายเขื่อนสิริกิติ์	N3	449
บ้านวังศรีสุข	N4	383
อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์	N5	374
อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก	N6	215
อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร	N7	133
อำเภอตะพานหิน	N8	95

ตารางที่ 4-10 ลักษณะคุณภาพน้ำของแม่น้ำน่านในช่วงฤดูแล้ง (Low Flow-L) และในช่วงฤดูน้ำหลาก (High Flow-H)

คุณภาพน้ำ	หน่วย	N1		N2		N3		N4		N5		N6		N7		N8	
		L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H
Temperature	°C	29.1	NA	31.2	NA	26.3	27.0	27.5	27.7	27.2	27.8	28.8	28.4	29.3	27.6	29.5	27.5
pH	—	8.3	NA	8.7	NA	7.5	8.1	7.6	7.7	7.7	7.7	7.6	8.0	8.0	7.8	8.0	7.6
Conductivity	µs / cm	190	NA	203	NA	162	227	163	157	163	159	161	172	163	173	162	158
DO	mg/L	9.0	NA	10.4	NA	5.0	7.5	6.4	5.5	6.1	5.6	7.8	7.6	7.4	7.6	7.3	7.5
Alkalinity (as $CaCO_3$)	mg/L	93	NA	94	NA	82	52	83	40	83	38	82	38	84	35	82	41
TDS	mg/L	110	NA	120	NA	175	144	160	114	160	120	75	126	120	94	120	112
SS	mg/L	1	NA	2	NA	2	4	4	7	5	13	44	27	72	27	73	28
Total Hardness	mg/L	74.7	NA	81.4	NA	68.1	76.6	69.1	64.2	69.1	66.3	69.3	64.2	70.7	58.2	70.7	51.9
Cl^-	mg/L	3.6	NA	7.7	NA	2.2	7.7	1.9	2.4	2.2	3.4	1.7	9.2	2.2	12.6	1.9	11.1
SO_4^{-2}	mg/L	6.8	NA	6.1	NA	5.3	8.5	5.5	4.6	4.5	5.0	4.3	5.4	4.4	4.7	4.4	5.0
NH_3-N (nd < 0.01)	mg/L	nd	NA	nd	NA	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
NO_2^--N (nd < 0.001)	mg/L	0.002	NA	nd	NA	nd	0.003	nd	0.004	0.002	0.003	nd	0.002	nd	0.002	0.002	0.002
NO_3^--N	mg/L	0.02	NA	0.02	NA	0.07	0.05	0.07	0.01	0.06	0.01	0.06	0.05	0.04	0.05	0.06	0.01
Organic N	mg/L	NA	NA	NA	NA	NA	0.11	NA	0.14	NA	0.11	NA	0.20	NA	0.25	NA	0.48
PO_4^{-3}-P (nd < 0.003)	mg/L	0.011	NA	0.013	NA	0.010	0.008	0.013	0.008	0.013	0.007	0.010	0.021	0.028	0.020	0.008	0.012
TP	mg/L	0.011	NA	0.013	NA	0.016	0.008	0.013	0.008	0.013	0.007	0.089	0.021	0.073	0.020	0.059	0.012
BOD_5	mg/L	3.3	NA	3.4	NA	NA	3.0	2.3	2.5	1.6	2.3	1.4	2.3	0.8	4.4	1.3	3.7
BOD_{20}	mg/L	6.5	NA	6.5	NA	NA	5.0	4.5	5.6	4.1	5.7	5.0	6.3	4.1	8.5	4.4	8.1
Total Coliform	MPN/100 ml	240,000	NA	460	NA	75	2,400	2,100	240,000	4,600	11,000	240,000	240,000	240,000	11,000	2,400	9,300
Fecal Coliform	MPN/100 ml	4,600	NA	43	NA	9	430	70	11,000	930	11,000	11,000	11,000	4,600	4,600	2,400	4,300
Ca	mg/L	22.0	NA	24.5	NA	20.2	20.8	20.4	18.8	20.4	19.8	19.5	18.8	20.9	16.7	20.9	14.7
Mg	mg/L	4.8	NA	4.9	NA	4.3	6.0	4.4	4.2	4.4	4.1	5.0	4.2	4.5	4.0	4.5	3.7

หมายเหตุ : NA = data not - available

nd = non - detactable

(ดูรูปที่ 4-4 ง) สำหรับฟอสเฟตก็พบว่ามีค่าค่อนข้างต่ำเช่นเดียวกัน โดยพบว่าส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่า 0.020 มก.P/ลิตร ยกเว้นที่พิษณุโลก (N6) และที่พิจิตร (N7) พบต่ำสุดถึง 0.089 และ 0.073 มก.P/ลิตร ตามลำดับในช่วงฤดูแล้งฟอสฟอรัสทั้งหมดก็เช่นเดียวกันพบในปริมาณที่ไม่สูงมากนัก (ไม่เกิน 0.030 มก.P/ลิตร) ยกเว้นตั้งแต่ท้ายน้ำของพิษณุโลก (N6) ลงไปถึงตะพานหิน (N8) พบว่ามีค่าสูงตั้งแต่ 0.053 ถึง 0.078 มก./ลิตร (ดูรูปที่ 4-4 จ)

ตารางที่ 4-10 แสดงลักษณะคุณภาพน้ำโดยละเอียดของแม่น้ำน่านจากการศึกษาครั้งนี้ทั้งในช่วงฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลาก

4.7 แม่น้ำเจ้าพระยา

สถานีเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยามีทั้งหมด 10 สถานีเริ่มตั้งแต่อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งเป็นต้นแม่น้ำจนถึงปากแม่น้ำเจ้าพระยา (ดูตารางที่ 4-11) สำหรับตำแหน่งของสถานีเก็บตัวอย่างดูได้ในรูปที่ 4-29 การเก็บตัวอย่างเริ่มในฤดูน้ำหลาก (ธันวาคม 2534) และเก็บตัวอย่างน้ำที่เก็บในฤดูน้ำน้อยในช่วงเดือนพฤษภาคม 2535 คุณภาพน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยาพอสรุปได้ ดังนี้

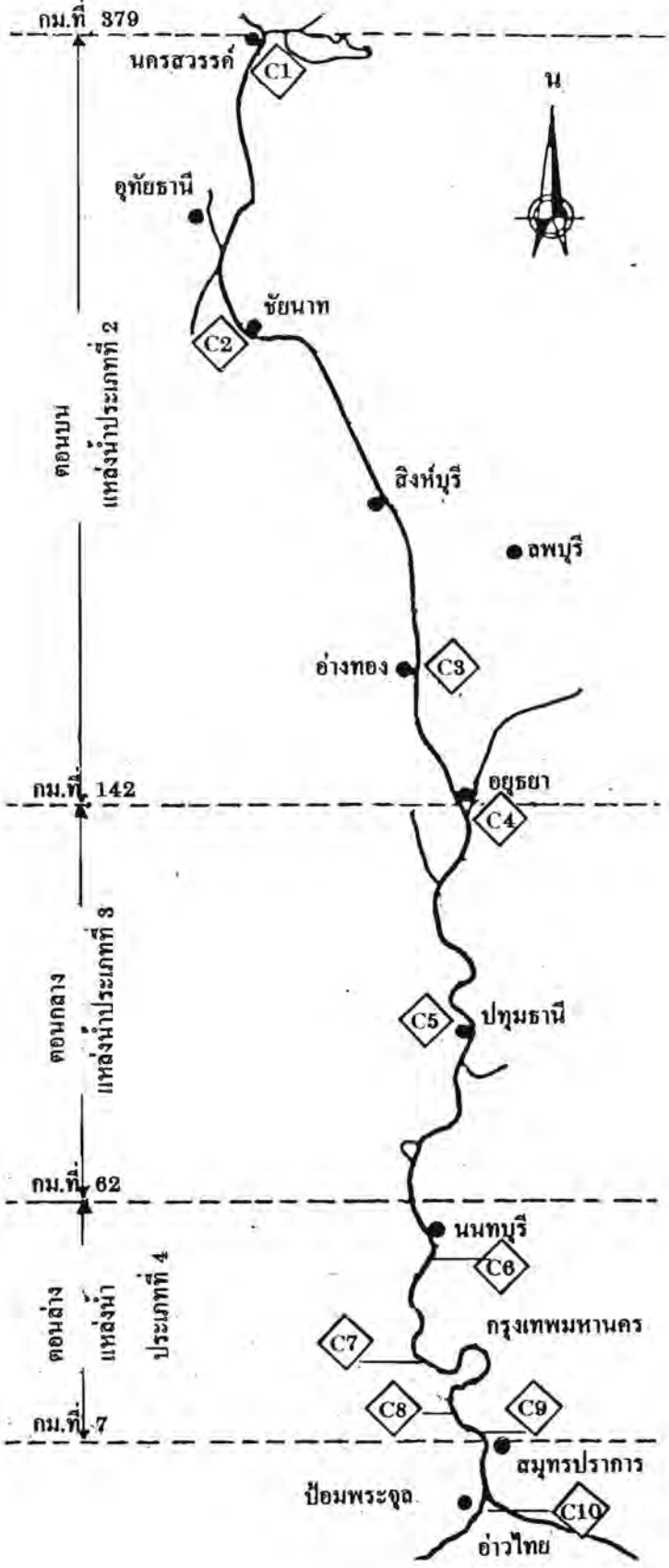
(1) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำมีฤทธิ์เป็นด่างเล็กน้อยเช่นเดียวกับแม่น้ำในลุ่มน้ำภาคเหนือทั้งสี่ (ปิง-วัง-ยม-น่าน) แต่ว่ามีค่าไม่ผันแปรมากนักพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 7 - 8 (ดูรูปที่ 4-5 ก) สำหรับความกระด้างของน้ำพบว่าเป็นน้ำอ่อนจนถึงกระด้างเล็กน้อย ยกเว้นตั้งแต่สถานีพระรามหก (C6) ลงมาเป็นต้นไป ซึ่งพบว่าค่าความกระด้างเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากอิทธิพลของน้ำทะเลหนุนในช่วงฤดูแล้ง และตั้งแต่สถานีพระประแดง (C8) ลงมาถึงปากแม่น้ำพบอิทธิพลของน้ำทะเลแม้ในช่วงฤดูน้ำหลากอิทธิพลของน้ำทะเลนี้สามารถสังเกตได้จากค่าความนำไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นสูงมากอย่างผิดปกติได้ (ดูรูปที่ 4-5 ข)

(2) ออกซิเจนในน้ำแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มที่ลดลงตลอดระยะทางของลำน้ำตั้งแต่ต้นน้ำลงไปจนถึงปากแม่น้ำ (ดูรูปที่ 4-5 จ) โดยเฉพาะตั้งแต่สะพานพระรามหก (C6) ลงไปออกซิเจนในน้ำอยู่ในระดับ 1 - 3 มก./ลิตร สำหรับค่าบีโอดี (5 วัน) พบว่าเริ่มสูงผิดปกติ (มากกว่า 3 มก./ลิตร) ตั้งแต่สถานีพระรามหก (C6) ลงมาโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูแล้งค่าบีโอดีเพิ่มสูงถึงระดับ 6 มก./ลิตร (ดูรูปที่ 4-5 ช) ซึ่งค่าบีโอดีที่สูงขึ้นนั้นสอดคล้องกับค่าออกซิเจนในน้ำที่ลดต่ำลง อย่างไรก็ตามค่าบีโอดีพอที่จะสังเกตได้ชัดถึง organic pollution ที่เกิดขึ้นเนื่องจากขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ขนาดของแม่น้ำและปริมาณการไหลของน้ำในแม่น้ำทำให้เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างออกซิเจนในน้ำกับค่าบีโอดีในระหว่างลำน้ำได้ยาก

(3) เมื่อพิจารณาจากค่า โคลิฟอร์มแบคทีเรียแล้ว พบว่ามีสูงตลอดลำน้ำ และยิ่งเพิ่มสูงมากขึ้นในบริเวณกรุงเทพมหานคร (ดูรูปที่ 4-5 ฌ) อันแสดงให้เห็นว่าน้ำได้รับการปนเปื้อนจากน้ำเสียชุมชนอย่างชัดเจนนอกจากนี้จำนวนโคลิฟอร์มที่พบที่ตำบลสำแล (C5) ยังแสดงถึงความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นของการนำแม่น้ำเจ้าพระยามาใช้เป็นน้ำดิบสำหรับการผลิตน้ำประปา (US.EPA , 1972 แนะนำว่าโคลิฟอร์มทั้งหมด (TC) และโคลิฟอร์มจากการขับถ่าย (FC) ไม่ควรมีเกิน 20,000 และ 2,000 เอ็มพีเอ็ม/100 มล.

ตารางที่ 4-11 รายชื่อสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ แม่น้ำเจ้าพระยาและระยะห่างจากปากแม่น้ำ โดยประมาณ (หน่วย : กิโลเมตร)

รหัสตัวอย่าง	สถานีเก็บตัวอย่าง	ระยะห่างจากปากแม่น้ำ
อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์	C1	376
อำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท	C2	260
อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง	C3	183
อำเภอเมือง จังหวัดอยุธยา	C4	142
ตำบลสำแล จังหวัดปทุมธานี	C5	96
สะพานพระรามหก	C6	58
สะพานกรุงเทพฯ	C7	42
อำเภอพระประแดง	C8	18
อำเภอพระสมุทรเจดีย์	C9	7
ปากแม่น้ำ	C10	0



รูปที่ 4-2 แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างในแม่น้ำเจ้าพระยา

ตามลำดับ ในแหล่งน้ำดื่มเพื่อการประปา)

(4) ปริมาณแอมโมเนีย และไนเตรต แสดงให้เห็นชัดเช่นกันถึงแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นในช่วงท้ายแม่น้ำ ซึ่งรวมถึงปริมาณฟอสเฟต และฟอสฟอรัสทั้งหมดด้วย (ดูรูปที่ 4-5 ค และ 4-5 ง)

ตารางที่ 4-12 แสดงลักษณะคุณภาพน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยาในการศึกษาครั้งนี้น้ำในช่วงฤดูน้ำน้อย และฤดูน้ำหลาก

ตารางที่ 4-13 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำของแม่น้ำปิง-วัง-ยม-น่าน-เจ้าพระยา โดยแสดงค่าสูงสุด และต่ำสุด

4.8 สรุปลักษณะการผันแปรของคุณภาพน้ำ

จากผลการศึกษาคุณภาพน้ำของแม่น้ำปิง-วัง-ยม-น่าน-เจ้าพระยา รวม 5 สายในครั้งนี้พบว่าการแปรผันของดัชนีคุณภาพน้ำ (parameter) แต่ละดัชนีขึ้นกับปัจจัยของฤดูกาล (โดยสัมพันธ์กับปริมาณการไหลของน้ำในแม่น้ำ) และลักษณะการใช้ที่ดินที่แม่น้ำไหลผ่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะการใช้ที่ดินเป็นชุมชนเมือง หรือชุมชนหนาแน่น ซึ่งพอสรุปได้ ดังนี้

กรณีที่ 1 ความเข้มข้นของดัชนีคุณภาพน้ำแปรผกผันกับปริมาณการไหลของน้ำ กล่าวคือในช่วงฤดูน้ำแล้งจะมีความเข้มข้นสูงกว่าในช่วงฤดูหลาก

กรณีที่ 2 ความเข้มข้นของดัชนีคุณภาพน้ำแปรผันตามปริมาณการไหลของน้ำในลักษณะนี้จะพบได้ว่าความเข้มข้นจะสูงขึ้นในฤดูน้ำหลาก และลดลงในช่วงฤดูแล้ง

การเกิดขึ้นใน 2 ลักษณะดังกล่าวข้างต้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับชนิดหรือประเภทของดัชนีคุณภาพน้ำ ตัวอย่างเช่น กรณีความเข้มข้นของคลอไรด์ในแม่น้ำปิงนั้นพบว่าในช่วงที่เริ่มเข้าสู่เขตชุมชนหนาแน่น (เมืองเชียงใหม่) ความเข้มข้นของคลอไรด์ในช่วงฤดูแล้งจะสูงกว่าในช่วงฤดูน้ำหลาก แต่แม่น้ำปิงในช่วงตั้งแต่ท้ายเขื่อนภูมิพลลงมาถึงจังหวัดนครสวรรค์ผลกลับเป็นตรงกันข้าม กล่าวคือความเข้มข้นของคลอไรด์ในช่วงฤดูน้ำหลากจะสูงกว่าความเข้มข้นของคลอไรด์ในช่วงฤดูแล้ง (ดูรูปที่ 4-2 ค)

เหตุผลของการเกิดปรากฏการณ์ดังกล่าว สามารถอธิบายได้ว่าสาเหตุน่าจะมาจากแหล่งกำเนิดของสารหรือมลสารนั้นๆ ถ้าแหล่งกำเนิดเป็นแบบถาวร (point source) ความเข้มข้นของสารหรือมลสารก็จะเป็นไปตามลักษณะที่ (1) ซึ่งเป็นลักษณะกรณีหรือปรากฏการณ์ที่เป็นที่คาดหมายอยู่โดยทั่วไปว่าความเข้มข้นของสารหรือมลสารจะต้องเป็นเช่นนี้ กล่าวคือความเข้มข้นจะลดลงเมื่อมีปริมาณน้ำมากขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากการเจือจางหรือ dilution effect ในกรณีนี้สารหรือมลสารจะถูกปล่อยหรือระบายลงสู่ลำน้ำด้วยอัตราที่ค่อนข้างคงที่ เช่น จากน้ำทิ้งชุมชน น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรม เป็นต้น ดังเช่นกรณีของคลอไรด์ซึ่งบ่งชี้ได้ว่าบริเวณเมืองเชียงใหม่เป็นชุมชนหนาแน่นขนาดใหญ่ และเป็นบริเวณที่มีอุตสาหกรรมที่ต้องใช้และระบายเกลือออกมาในน้ำทิ้ง เช่น อุตสาหกรรมอาหารหมักดอง เป็นต้น ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดสำคัญของคลอไรด์ในน้ำทิ้ง

ส่วนในกรณีที่ 2 แหล่งกำเนิดของสารหรือมลสาร น่าจะเป็นลักษณะกระจายโดยทั่วไป

(non-point หรือ diffuse source) สารหรือมลสารส่วนใหญ่จะมาพร้อมกับ agricultural run-off urban run-off และ CSO'S (combined sewer overflows) ในกรณีนี้สารหรือมลสารจะถูกชะโดยน้ำฝน แล้วจึงระบายลงสู่แหล่งน้ำจึงทำให้มีความเข้มข้นของสาร/มลสารเหล่านี้ในช่วงฤดูน้ำหลาก แต่ในกรณีนี้มีข้อควรคำนึงถึงคือ สาร/มลสารจะมาพร้อมกับ run-off ดังนั้นความเข้มข้นของสาร/มลสารในลำน้ำจึงสามารถผันแปรได้ตาม run-off ในแต่ละครั้งซึ่งขึ้นอยู่กับความถี่ และความเข้มของฝนที่ตกบนพื้นที่ลุ่มน้ำในแต่ละบริเวณหรือในแต่ละตอนของลำน้ำ

4.9 ดัชนีคุณภาพน้ำที่บ่งชี้การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ

ดัชนีคุณภาพน้ำในหัวข้อนี้มุ่งเน้นดัชนีที่สามารถใช้บ่งชี้ หรือแสดงให้เห็นถึงร่องรอยหรือสภาวะที่ลำน้ำ นั้นได้รับผลกระทบจากการระบายน้ำทิ้งทั้งจากกรณี point source diffuse source และทั้งสองกรณีรวมกันอันเนื่องมาจากการใช้ที่ดินที่หลากหลายปะปนกัน

(1) คลอไรด์ จากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของคลอไรด์ในลำน้ำเกิดขึ้นได้ทั้ง 2 กรณี แม่น้ำปิงตั้งแต่บริเวณท้ายเขื่อนภูมิพลลงมาแม่น้ำวัง และแม่น้ำน่านตลอดทั้งสายความเข้มข้นของคลอไรด์จะเกิดขึ้นตามลักษณะกรณีที่ 2 เฉพาะบริเวณเมืองเชียงใหม่เท่านั้นที่เกิดตามลักษณะกรณีที่ 1 สำหรับกรณีแม่น้ำเจ้าพระยาความเข้มข้นของคลอไรด์จะแปรผันตามระยะทางจากปากแม่น้ำเข้ามาอันเป็นผลจากการรุกล้ำของน้ำเค็ม (salt water intrusion)

(2) ฟอสฟอรัสทั้งหมด โดยปกติ domestic wastewater มักถูกมองว่าเป็นแหล่งกำเนิดสำคัญของฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลังจากที่ได้เริ่มมีการใช้ synthetic detergent กันอย่างแพร่หลายแม้ว่าสัดส่วนของ N : P ของ domestic wastewater โดยทั่วไปจะอยู่ที่ 3 : 1 แต่ P กลับเป็นดัชนีที่แสดงให้เห็นถึงความไวในการแสดงร่องรอยของการได้รับ anthroponic impact เหตุผลน่าจะมาจากว่าในน้ำธรรมชาติโดยทั่วไปนั้นจะพบว่ามี P ในระดับ trace เท่านั้นและมีสัดส่วนต่างกันมากระหว่าง N และ P

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าแม่น้ำปิงมีความเข้มข้นของ P ในลักษณะของกรณีที่ 2 แม่น้ำวังและน่านพบทั้งสองกรณี ส่วนแม่น้ำเจ้าพระยาพบกรณีที่ 1 อันหมายถึงว่า effect หรือ impact ที่เกิดจาก point source มีสูงกว่าหรือมากกว่าที่เกิดจาก differse source

(3) ไนโตรเจน ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าอนินทรีย์ไนโตรเจนที่ตรวจพบในลำน้ำทุกสายอยู่ในรูปไนเตรต (NO_3^- - N) ส่วนแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3 - N) พบได้เฉพาะในแม่น้ำเจ้าพระยา ความเข้มข้นของไนเตรตในแม่น้ำปิงและวังพบแบบกรณีที่ 1 และ 2 สำหรับแม่น้ำน่าน และแม่น้ำเจ้าพระยาพบว่าเป็นแบบกรณีที่ 1 เท่านั้น สำหรับแอมโมเนียที่พบเฉพาะในแม่น้ำเจ้าพระยาก็เป็นแบบกรณีที่ 1 เช่นเดียวกัน

(4) ออกซิเจนในน้ำ (DO) ความเข้มข้นของออกซิเจนในน้ำจะมีการผันแปรโดยตรงกับปริมาณน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่ได้รับน้ำทิ้งชุมชนจะเห็นได้อย่างชัดเจนถึงการลดลงของออกซิเจนในฤดูแล้ง

(5) บีโอดีในแม่น้ำวังเกิดกรณีที่ 1 และ 2 แม่น้ำน่านเกิดกรณีที่ 2 แต่แม่น้ำปิง และแม่น้ำเจ้าพระยาเกิดกรณีที่ 1 ซึ่งในกรณีของแม่น้ำเจ้าพระยาจะได้ผลสรุปคล้ายคลึงกับกรณีของ P

(6) โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ในทุกลำน้ำที่ศึกษาพบว่าจำนวนของโคลิฟอร์ม (faecal coliform - FC) มีการผันแปรตามกรณีที่ 2 ทั้งหมด โดยพบว่าจำนวน FC จะเพิ่มขึ้นสูงในช่วงฤดูน้ำหลาก

ตารางที่ 4-12 ลักษณะคุณภาพน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยาในช่วงฤดูแล้ง (Low Flow-L) และในช่วงฤดูน้ำหลาก (High Flow-H)

คุณภาพน้ำ	หน่วย	C1		C2		C3		C4		C5		C6		C7		C8		C9		C10	
		L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H
Temperature	°C	32.7	26.1	30.7	27.2	32.2	26.2	32.2	25.8	31.3	25.8	32.6	25.7	32.3	26.1	33.1	26.9	34.4	27.1	33.0	27.6
pH	—	7.0	7.6	7.2	7.7	7.6	7.4	7.0	7.2	7.6	6.9	7.3	7.0	7.3	7.3	7.5	7.3	7.5	7.4	7.5	7.5
Conductivity	µs/cm	171	186	177	186	175	203	221	214	238	238	3,700	251	10,400	264	25,700	3,700	30,000	12,700	34,000	16,400
DO	mg/L	7.4	8.7	6.0	6.1	7.0	6.1	5.4	5.4	5.0	3.6	1.6	3.4	1.0	2.0	0.8	1.2	1.2	1.9	1.6	3.1
Total Hardness	mg/L	78.8	77.7	80.8	78.7	80.8	77.7	88.5	79.6	88.0	87.0	442.0	87.0	1,215.0	90.0	2,923.0	500.0	3,500.0	1,382.0	4,019.0	1,901.0
NH_3-N (nd < 0.01)	mg/L	0.09	nd	0.04	nd	0.04	nd	0.09	0.02	0.03	nd	0.61	0.01	1.33	0.70	1.87	1.27	1.89	1.28	NA	NA
NO_3^--N	mg/L	nd	nd	0.06	nd	nd	nd	0.03	nd	0.24	0.15	1.48	0.38	1.34	0.47	1.00	0.48	0.35	0.28	0.20	0.16
Organic N	mg/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
PO_4^{-3}-P (nd < 0.003)	mg/L	0.04	0.02	0.05	0.02	0.04	0.01	0.08	0.01	0.05	0.01	0.35	0.04	0.51	0.07	0.46	0.12	0.40	0.11	0.37	0.12
TP	mg/L	0.16	0.09	0.15	0.09	0.16	0.08	0.23	0.11	0.20	0.10	0.52	0.15	0.79	0.21	0.63	0.24	0.65	0.25	0.43	0.35
BOD_5	mg/L	2.2	1.4	NA	0.9	1.0	1.2	1.1	1.1	1.1	1.2	5.9	1.5	7.2	1.6	5.2	1.4	3.5	1.2	4.1	2.2
Total Coliform	MPN/ml	23,000	75,000	7,000	15,000	4,000	11,000	11,000	28,000	21,000	43,000	75,000	150,000	210,000	460,000	240,000	1,100,000	NA	NA	NA	NA
Fecal Coliform	MPN/ml	9,000	23,000	4,000	9,000	< 300	3,000	7,000	9,000	9,000	15,000	23,000	43,000	75,000	240,000	93,000	460,000	NA	NA	NA	NA

หมายเหตุ : NA = data not - available

nd = non - detactable

ตารางที่ 4-13 การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำของแม่น้ำปิง-วัง-ยม-น่าน-เจ้าพระยา โดยแสดงในรูปของค่าต่ำสุด และสูงสุด

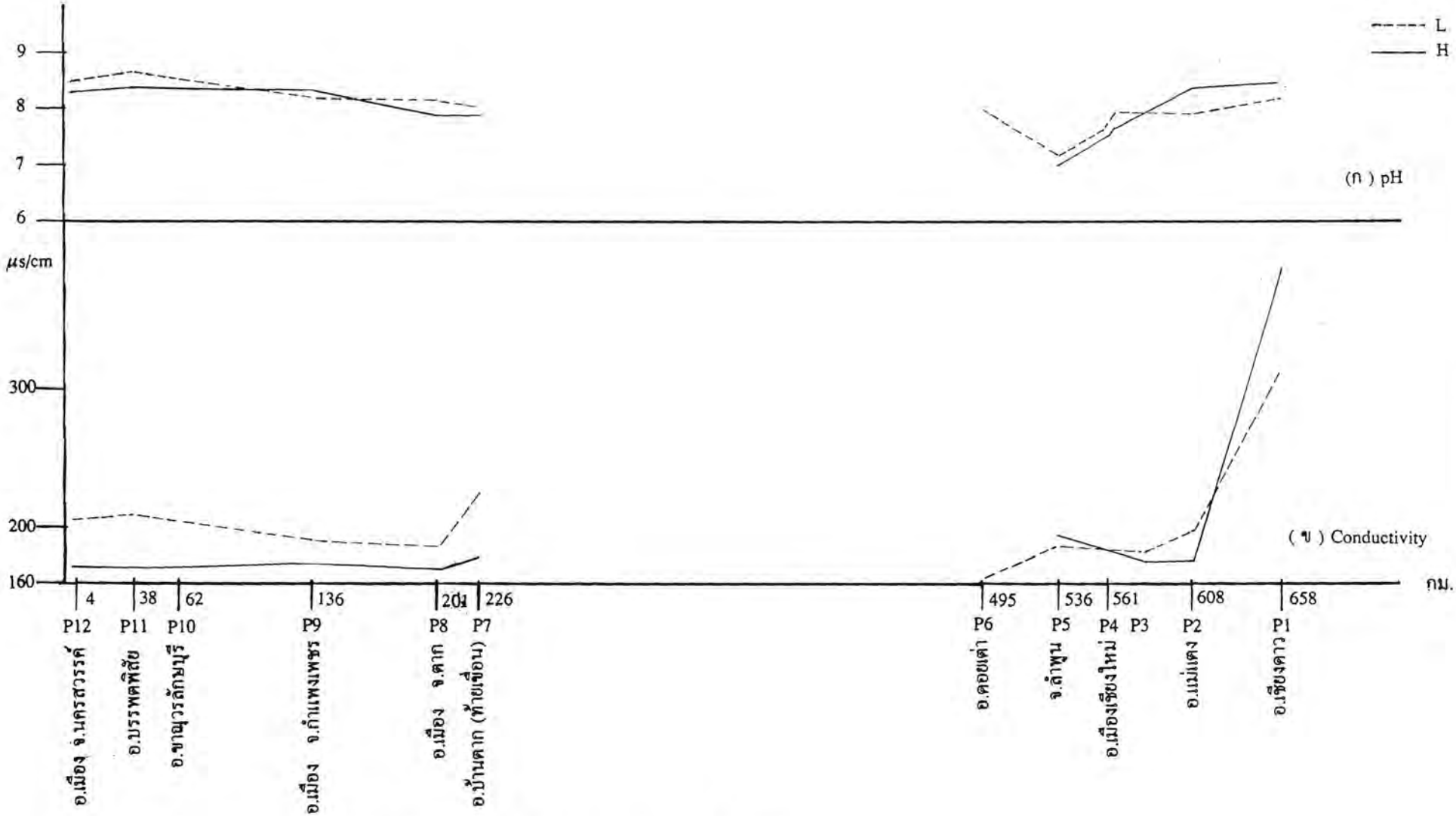
ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ฤดู	แม่น้ำปิง		แม่น้ำวัง		แม่น้ำยม		แม่น้ำน่าน		แม่น้ำเจ้าพระยา	
			ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด
Temperature	°C	L	27.70	30.30	29.20	32.30	-	-	26.30	31.20	30.70	34.40
		H	22.40	29.00	25.90	26.60	26.30	27.40	27.00	28.40	25.70	27.60
pH	-	L	7.00	8.50	7.60	8.50	-	-	7.50	8.70	7.00	7.60
		H	7.10	8.50	7.70	8.40	7.00	7.40	7.60	8.10	6.90	7.70
Conduetivity	us/cm	L	170.00	385.00	280.00	316.00	-	-	161.00	203.00	171.00	34,000.00
		H	162.00	312.00	213.00	286.00	210.00	290.00	157.00	227.00	186.00	16,400.00
DO	mg/L	L	4.80	105.00	4.80	9.30	-	-	5.00	10.40	0.80	7.40
		H	6.80	9.30	6.80	8.80	4.90	8.10	5.50	7.60	1.20	8.70
Alkalinity	mg/L	L	82.00	212.00	122.00	220.00	-	-	82.00	94.00	-	-
(as $CaCO_3$)		H	40.00	153.00	49.00	60.00	-	-	35.00	52.00	-	-
TDS	mg/L	L	65.00	250.00	165.00	260.00	-	-	75.00	175.00	-	-
		H	108.00	174.00	162.00	192.00	146.00	207.00	94.00	144.00	-	-
SS	mg/L	L	1.00	22.00	1.00	8.00	-	-	1.00	73.00	-	-
		H	6.00	42.00	15.00	25.00	26.00	81.00	4.00	28.00	-	-

ตารางที่ 4-13 (ต่อ)

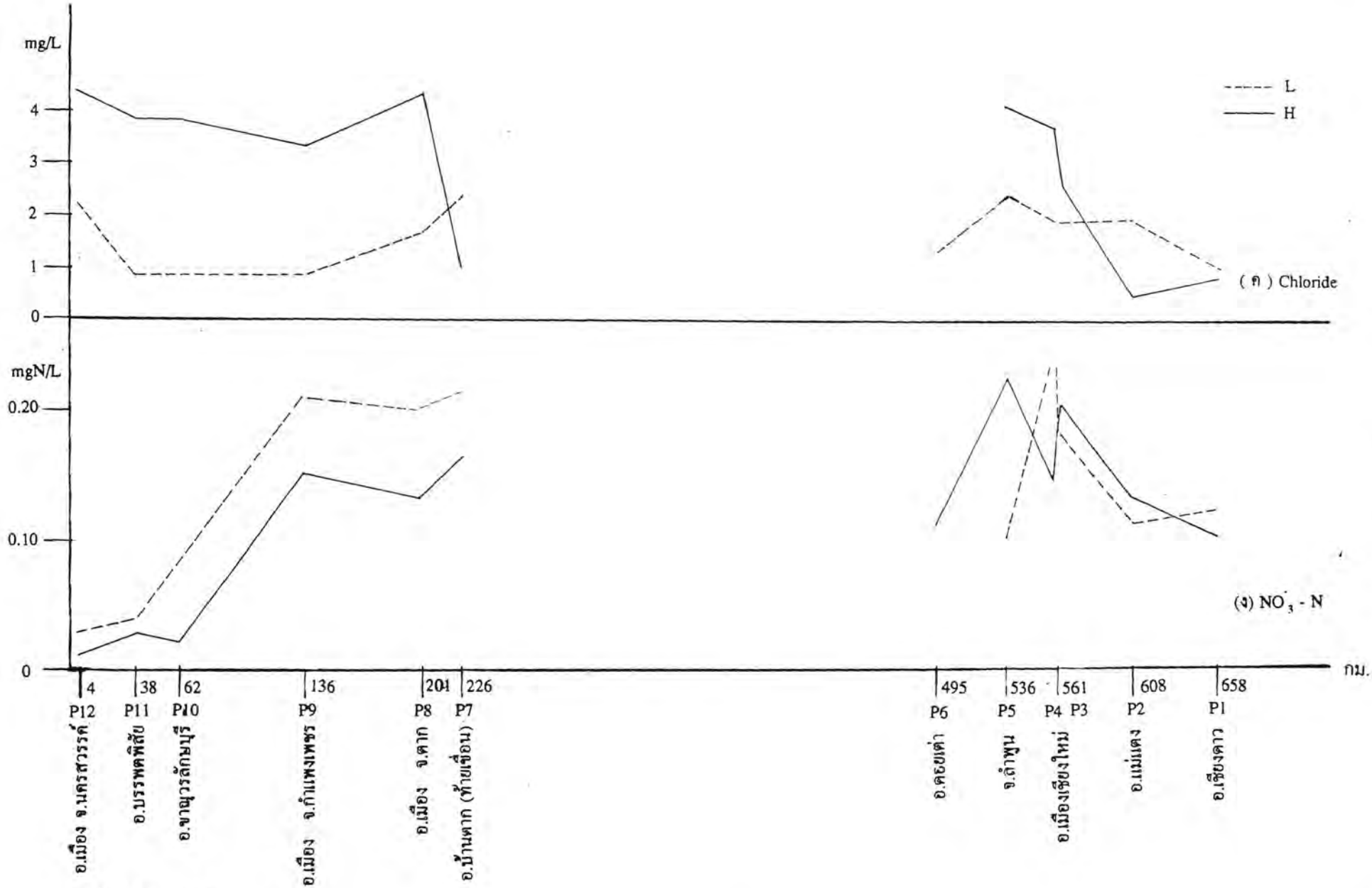
ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ฤดู	แม่น้ำปิง		แม่น้ำวัง		แม่น้ำยม		แม่น้ำน่าน		แม่น้ำเจ้าพระยา	
			ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด
Total hardness	mg/L	L	68.30	191.60	106.20	117.00	-	-	68.10	81.40	78.80	4,016.00
(as $CaCO_3$)		H	46.60	152.60	85.40	111.00	102.10	132.70	51.90	76.60	73.70	1,901.00
Cl^-	mg/L	L	0.50	4.10	5.80	10.80	-	-	1.70	7.70	-	-
		H	1.00	4.40	3.90	8.20	-	-	2.40	12.60	-	-
SO_4^{-2}	mg/L	L	4.00	8.10	19.00	23.00	-	-	4.30	6.80	-	-
		H	5.30	14.30	14.00	22.90	-	-	4.60	8.50	-	-
NH_3 - N	mg/L	L	nd	0.060	nd	0.140	-	-	nd	nd	0.030	1.890
		H	nd	0.050	nd	0.070	nd	nd	nd	nd	nd	1.280
NO_2^- - N	mg/L	L	nd	0.006	nd	0.047	-	-	nd	0.002	-	-
		H	nd	0.012	0.002	0.006	nd	nd	0.002	0.004	-	-
NO_3^- - N	mg/L	L	0.020	0.260	0.040	0.430	-	-	0.02	0.07	nd	1.48
		H	0.010	0.220	0.130	0.250	0.040	0.060	0.01	0.05	nd	0.48
Organic N	mg/L	L	0.120	0.310	0.170	0.850	-	-	-	-	-	-
		H	0.080	0.260	0.130	0.250	-	-	0.110	0.480	-	-

ตารางที่ 4-13 (ต่อ)

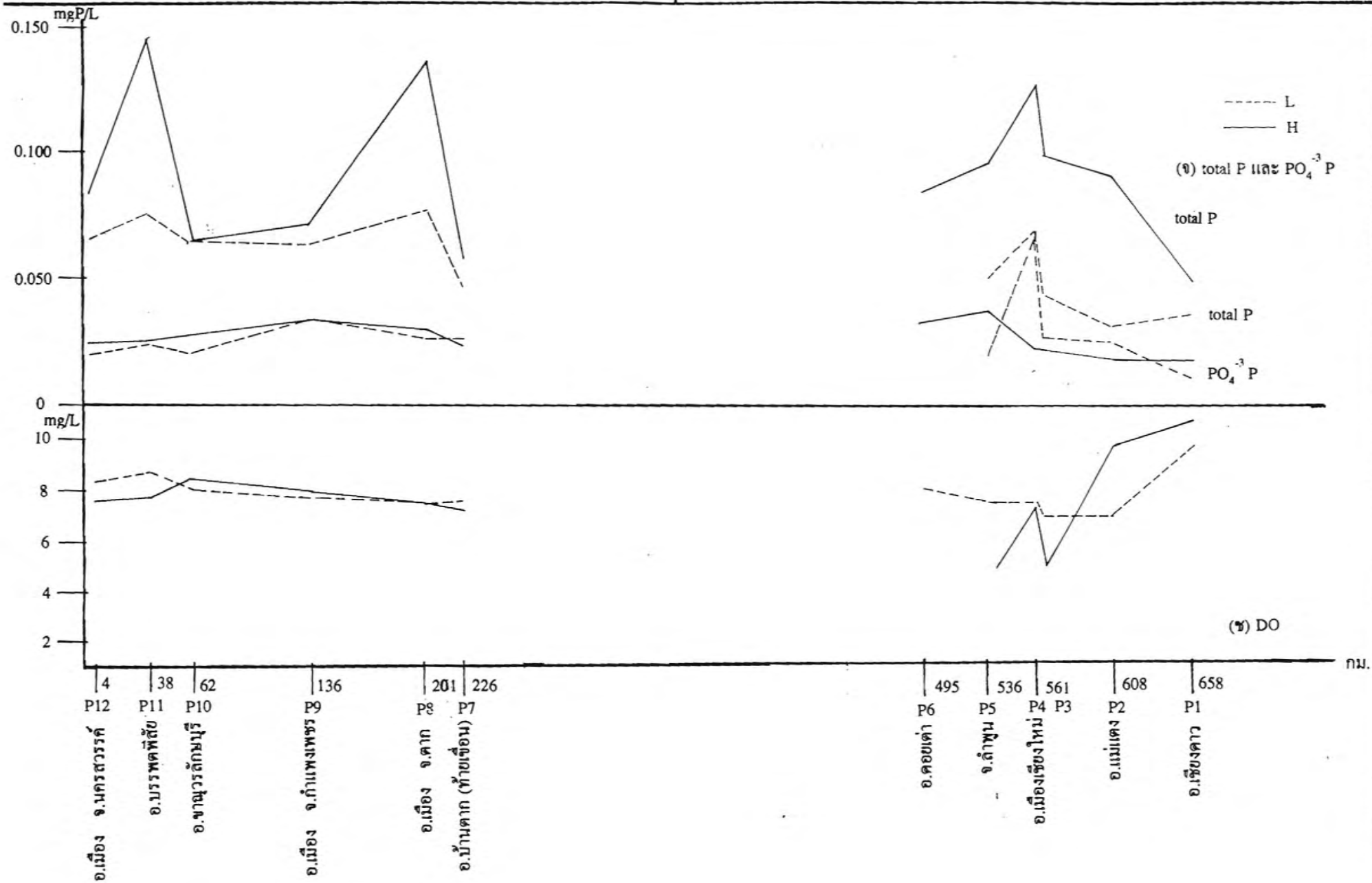
ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ฤดู	แม่น้ำปิง		แม่น้ำวัง		แม่น้ำยม		แม่น้ำน่าน		แม่น้ำเจ้าพระยา	
			ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด
PO_4^{-3} - P	mg/L	L	0.010	0.07	0.01	0.13	-	-	0.01	0.03	0.04	0.51
		H	0.017	0.04	0.02	0.06	-	-	0.01	0.02	0.01	0.12
TP	mg/L	L	0.030	0.08	0.03	0.16	-	-	0.96	0.09	0.15	0.79
		H	0.049	0.14	0.06	0.12	0.02	0.12	0.02	0.08	0.08	0.35
BOD_5	mg/L	L	0.90	2.70	1.10	2.50	-	-	0.80	3.40	1.00	7.20
		H	0.20	1.60	0.70	2.10	1.20	1.90	2.30	4.40	0.90	2.20
BOD_{20}	mg/L	L	3.50	8.80	1.80	6.90	-	-	4.10	6.50	-	-
		H	2.20	5.20	4.10	6.50	-	-	5.00	8.50	-	-
Total coliform	MPN/100mL	L	43 0	15,000	930	90,000	-	-	75	240,000	4,000	240,000
		H	930	240,000	2,100	240,000	1,100	150,000	2,400	240,000	11,000	110,000
Fecal coliform	MPN/100mL	L	430	4,600	210	40,000	-	-	9.00	11,000	<300	93,000
		H	430	15,000	200	240,000	150	39,000	430	11,000	3,000	460,000



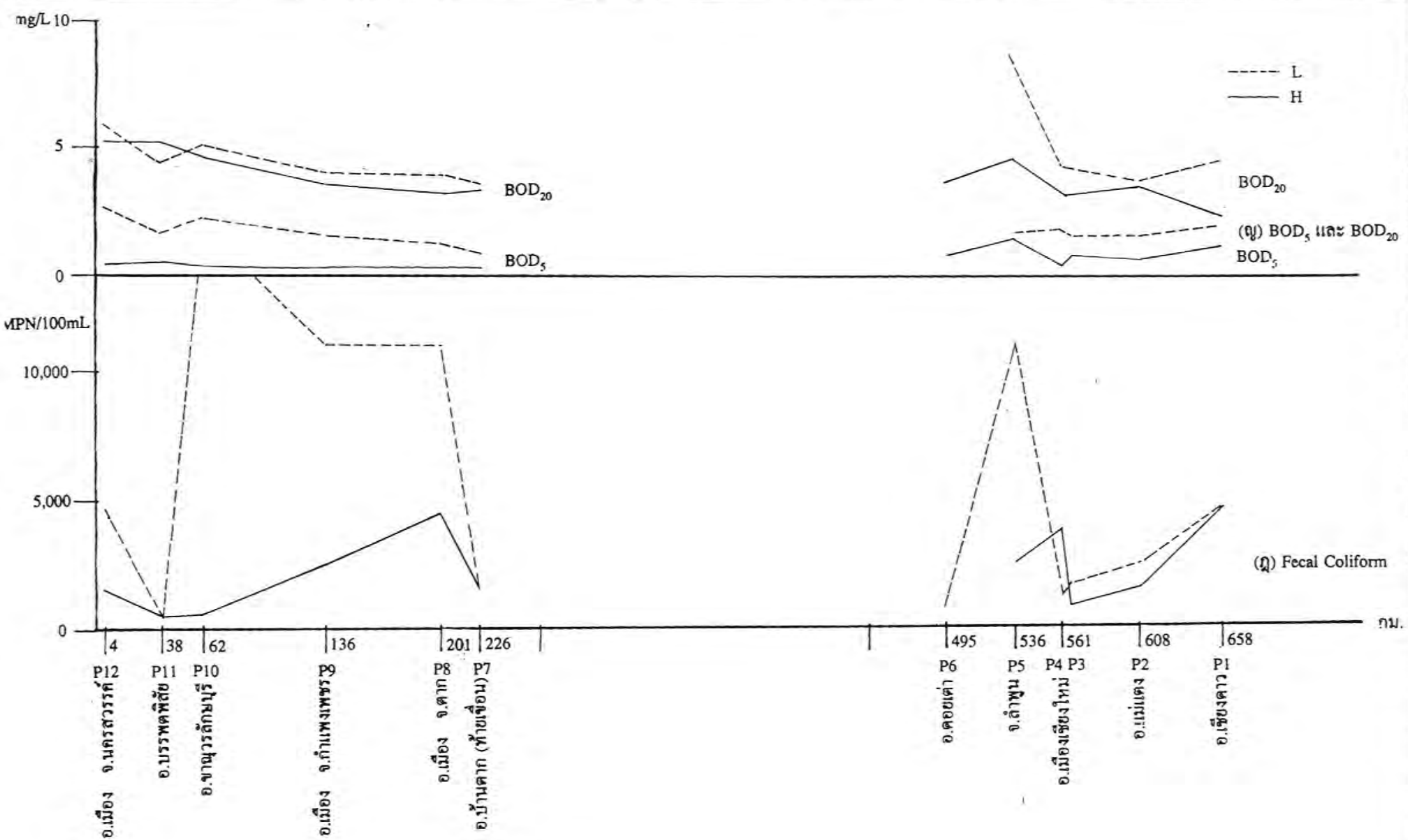
รูปที่ 4-3 ความผันแปรของคุณภาพน้ำของแม่น้ำปิงในช่วงฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลาก


mg/L
4
3
2
1
0
L
H
(ก) Chloride
mgN/L
0.20
0.10
0
(ง) NO3 - N
กม.
4
38
62
136
201
226
495
536
561
608
658
P12
P11
P10
P9
P8
P7
P6
P5
P4
P3
P2
P1
อ.เมือง จ.นครสวรรค์
อ.บรรพตพิสัย
อ.ขาณุวรลักษบุรี
อ.เมือง จ.กำแพงเพชร
อ.เมือง จ.ตาก
อ.บ้านตาก (ท้ายเขื่อน)
อ.คอยเต่า
จ.ลำพูน
อ.เมืองเชียงใหม่
อ.แม่แตง
อ.เชียงดาว

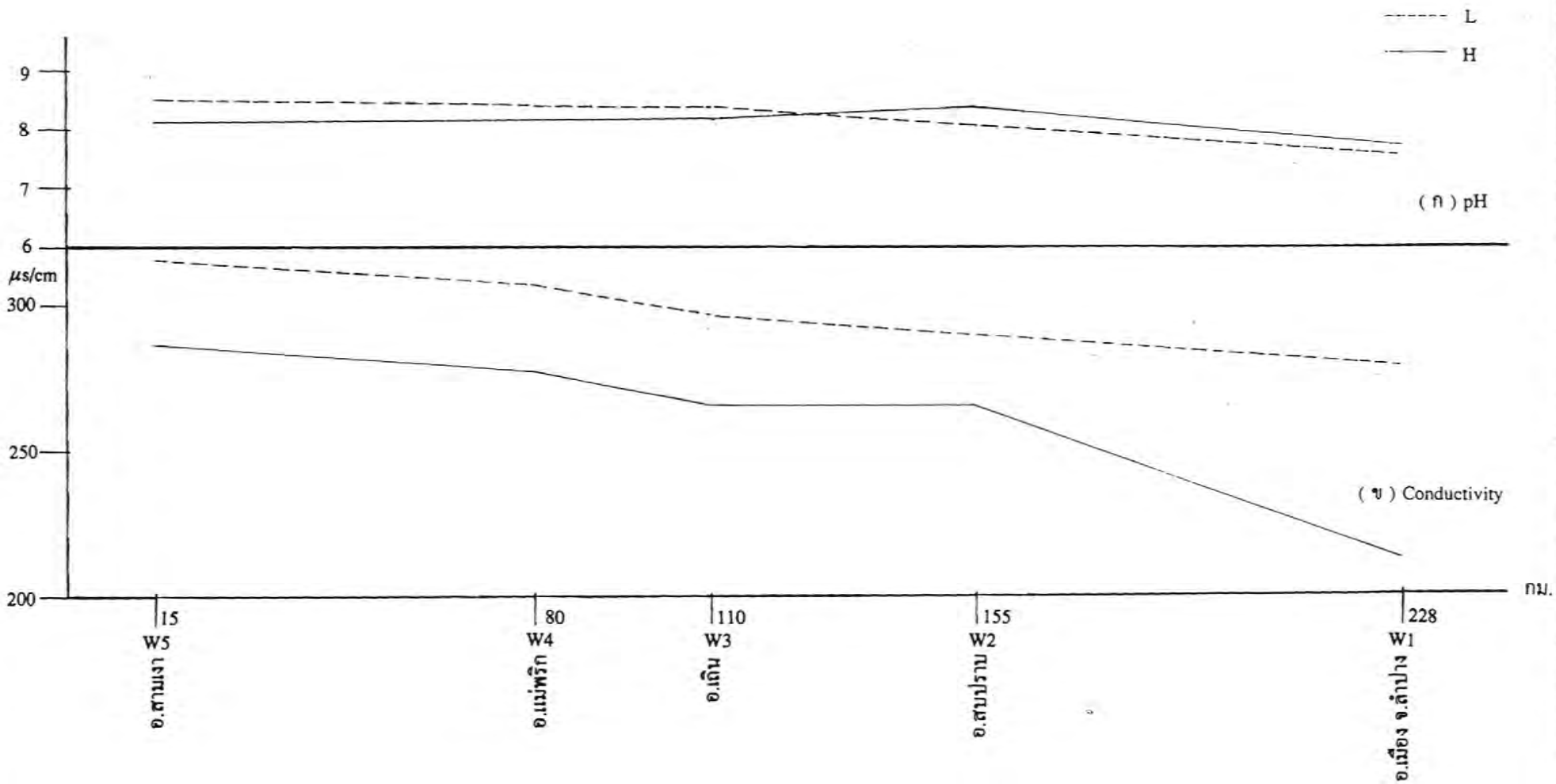
รูปที่ 4-3 (ต่อ)


mgP/L
0.150
0.100
0.050
0
L
H
(ข) total P และ PO_4^{-3} P
total P
total P
PO_4^{-3} P
mg/L
10
8
6
4
2
(ค) DO
กม.
4
38
62
136
201
226
495
536
561
608
658
P12
P11
P10
P9
P8
P7
P6
P5
P4
P3
P2
P1
อ.เมือง จ.นครสวรรค์
อ.บรรพตพิสัย
อ.ขาณุวรลักษบุรี
อ.เมือง จ.กำแพงเพชร
อ.เมือง จ.ตาก
อ.บ้านตาก (ท้ายเขื่อน)
อ.คอยเต่า
จ.ตำพูน
อ.เมืองเชียงใหม่
อ.แม่แตง
อ.เชียงดาว

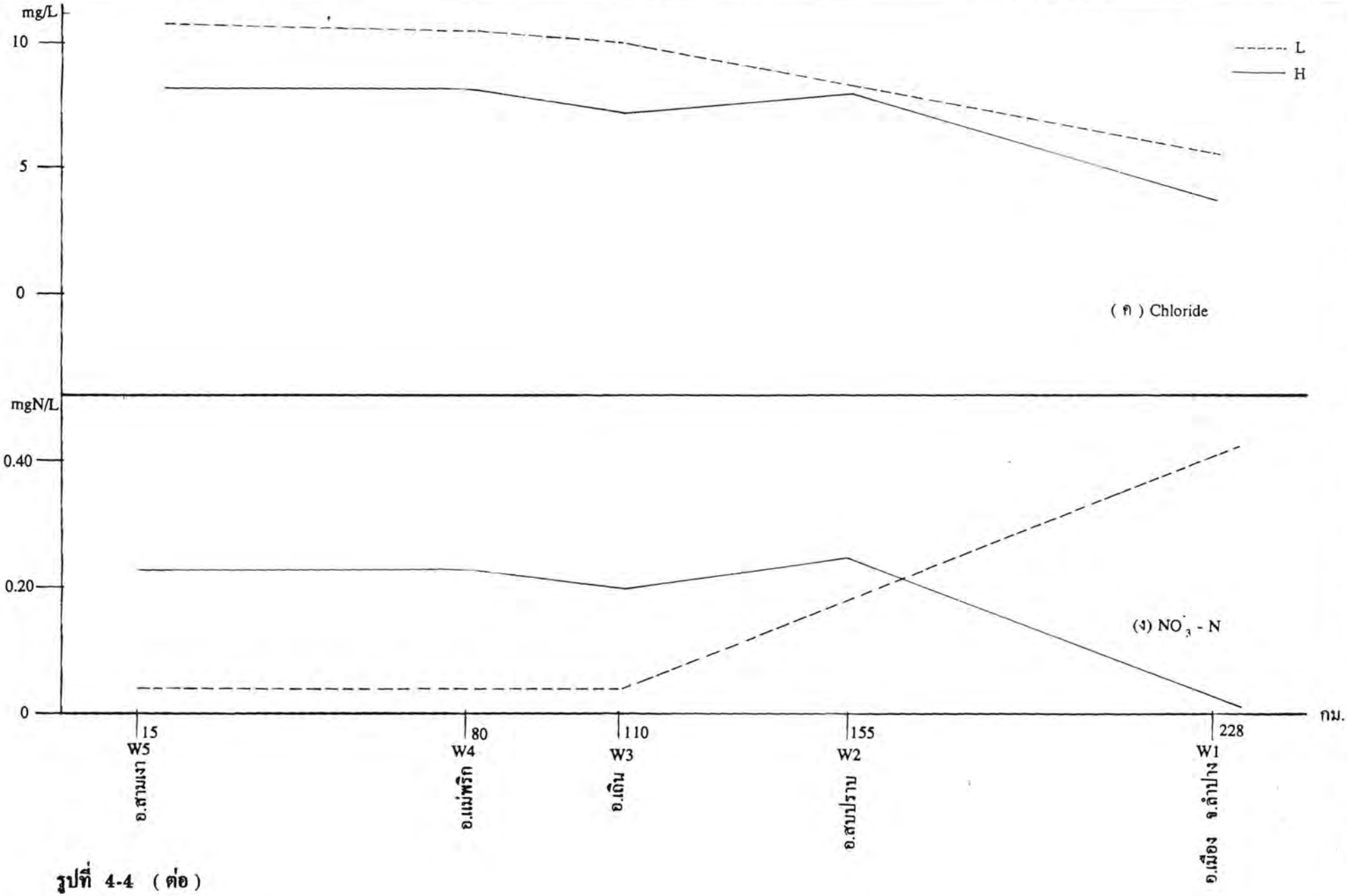
รูปที่ 4-8 (ต่อ)


mg/L 10
5
0
L
H
BOD_{20}
BOD_5
BOD_{20}
(ญ) BOD_5 และ BOD_{20}
BOD_5
MPN/100mL
10,000
5,000
0
(ฎ) Fecal Coliform
กม.
4
38
62
136
201
226
495
536
561
608
658
P12
P11
P10
P9
P8
P7
P6
P5
P4
P3
P2
P1
อ.เมือง จ.นครสวรรค์
อ.บรรพตพิสัย
อ.ขานุวรลักษบุรี
อ.เมือง จ.กำแพงเพชร
อ.เมือง จ.ตาก
อ.บ้านตาก (ท้ายเขื่อน)
อ.คอยเต่า
อ.ลำพูน
อ.เมืองเชียงใหม่
อ.แม่แตง
อ.เชียงดาว

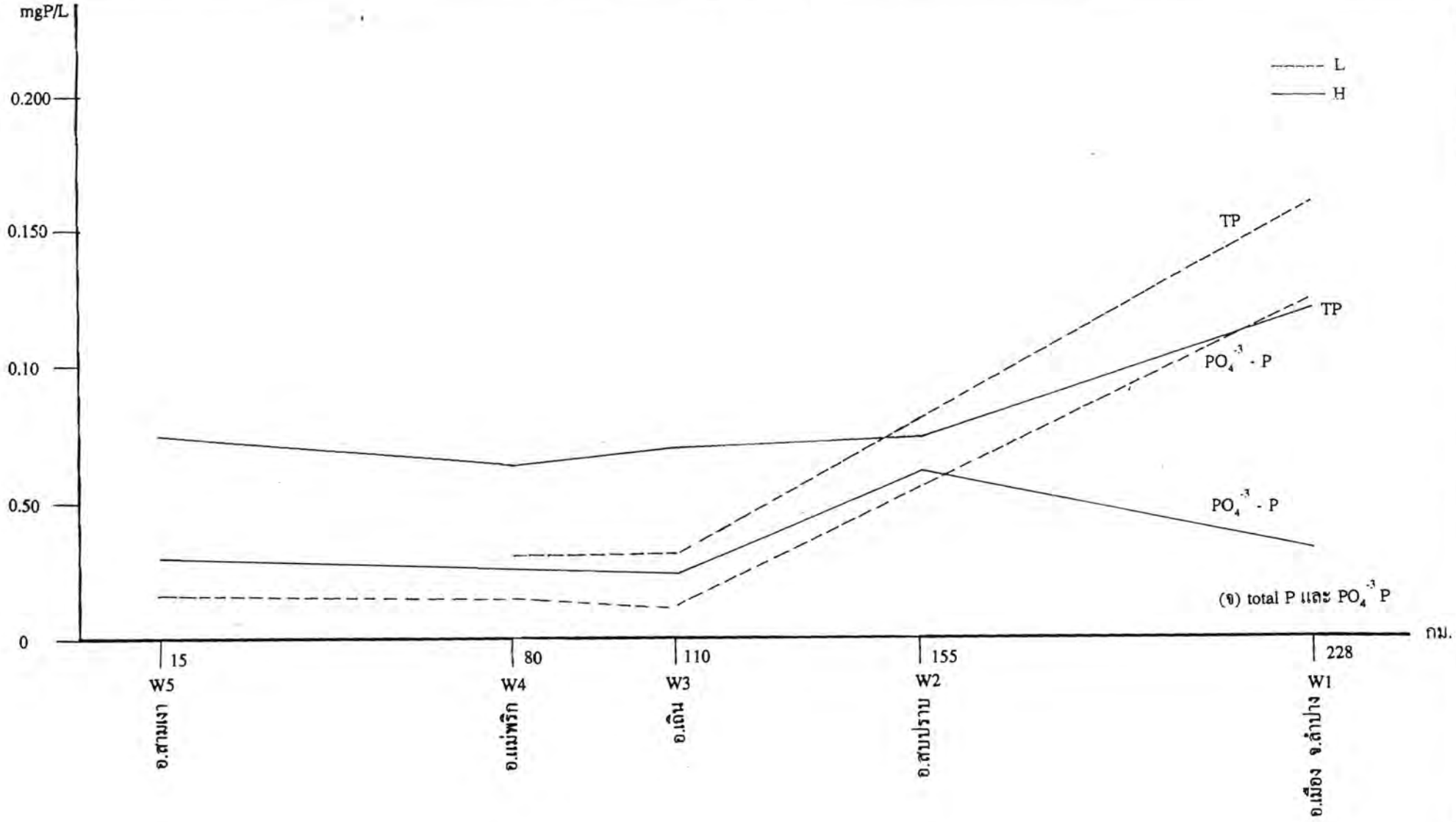
รูปที่ 4-3 (ต่อ)



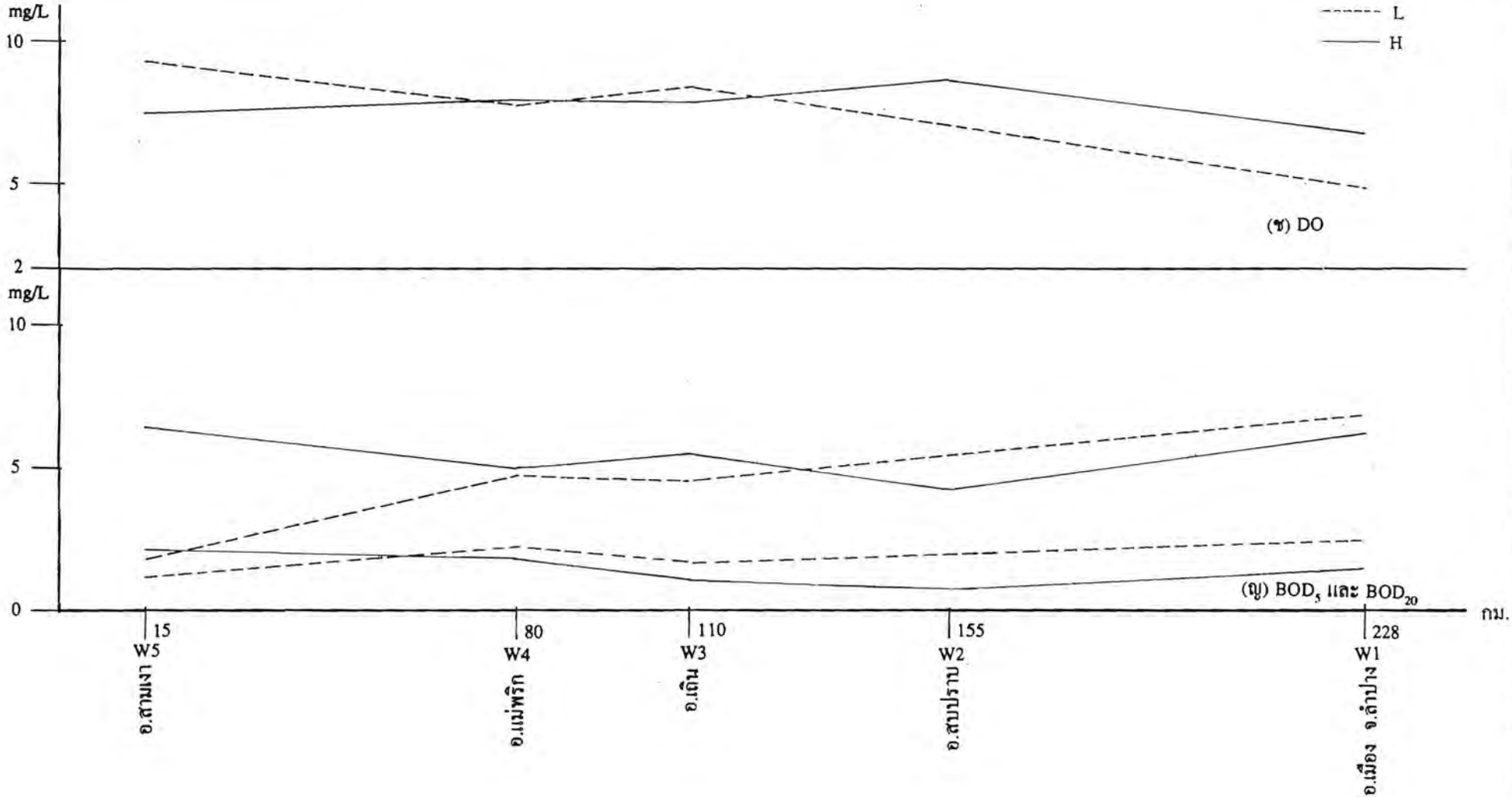
รูปที่ 4-4 ความผันแปรของคุณภาพน้ำของแม่น้ำวังในช่วงฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลาก


mg/L
10
5
0
L
H
(ก) Chloride
mgN/L
0.40
0.20
0
(ง) NO3 - N
กม.
15
80
110
155
228
W5
W4
W3
W2
W1
อ.สามเงา
อ.แม่พริก
อ.เถิน
อ.สบปราบ
อ.เมือง จ.ลำปาง

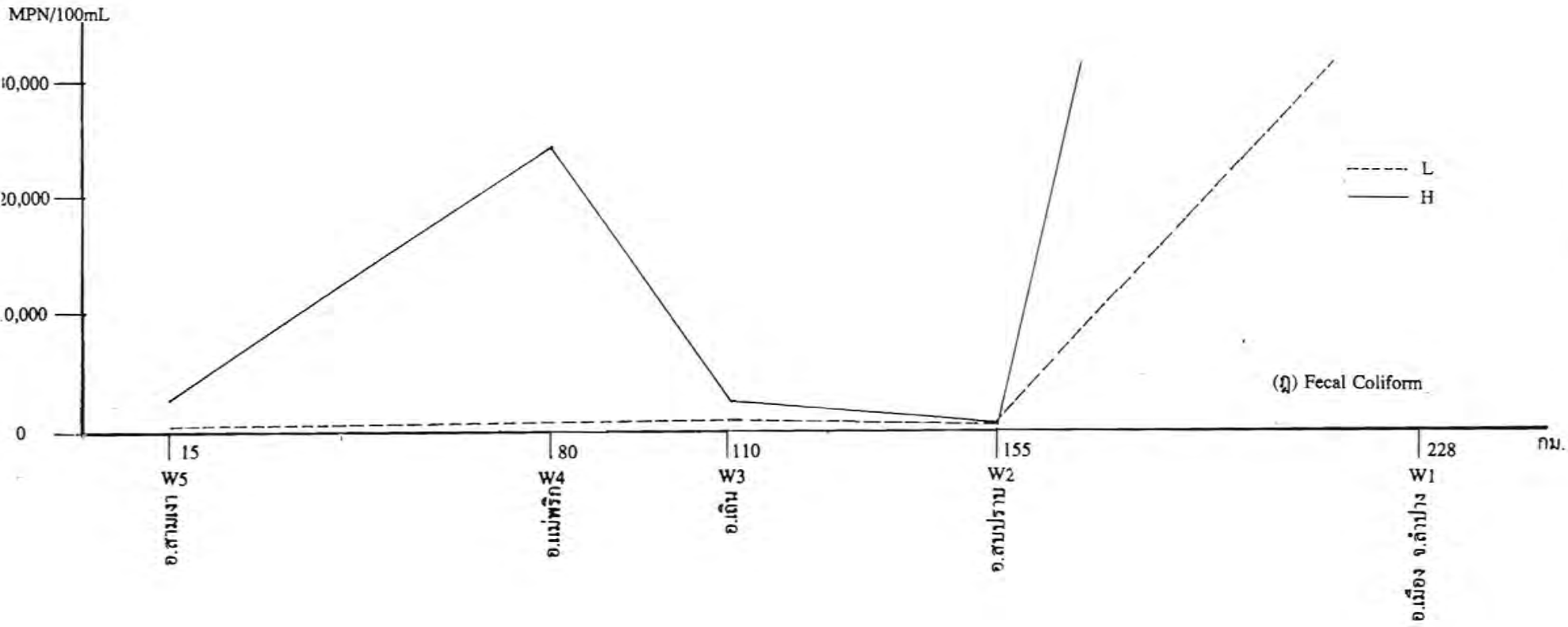
รูปที่ 4-4 (ต่อ)


mgP/L
0.200
0.150
0.10
0.50
0
L
H
TP
TP
PO_4^{-3} - P
PO_4^{-3} - P
(ข) total P และ PO_4^{-3} P
กม.
15
80
110
155
228
W5
W4
W3
W2
W1
อ.สามเงา
อ.แม่พริก
อ.เถิน
อ.สบปราบ
อ.เมือง จ.ลำปาง

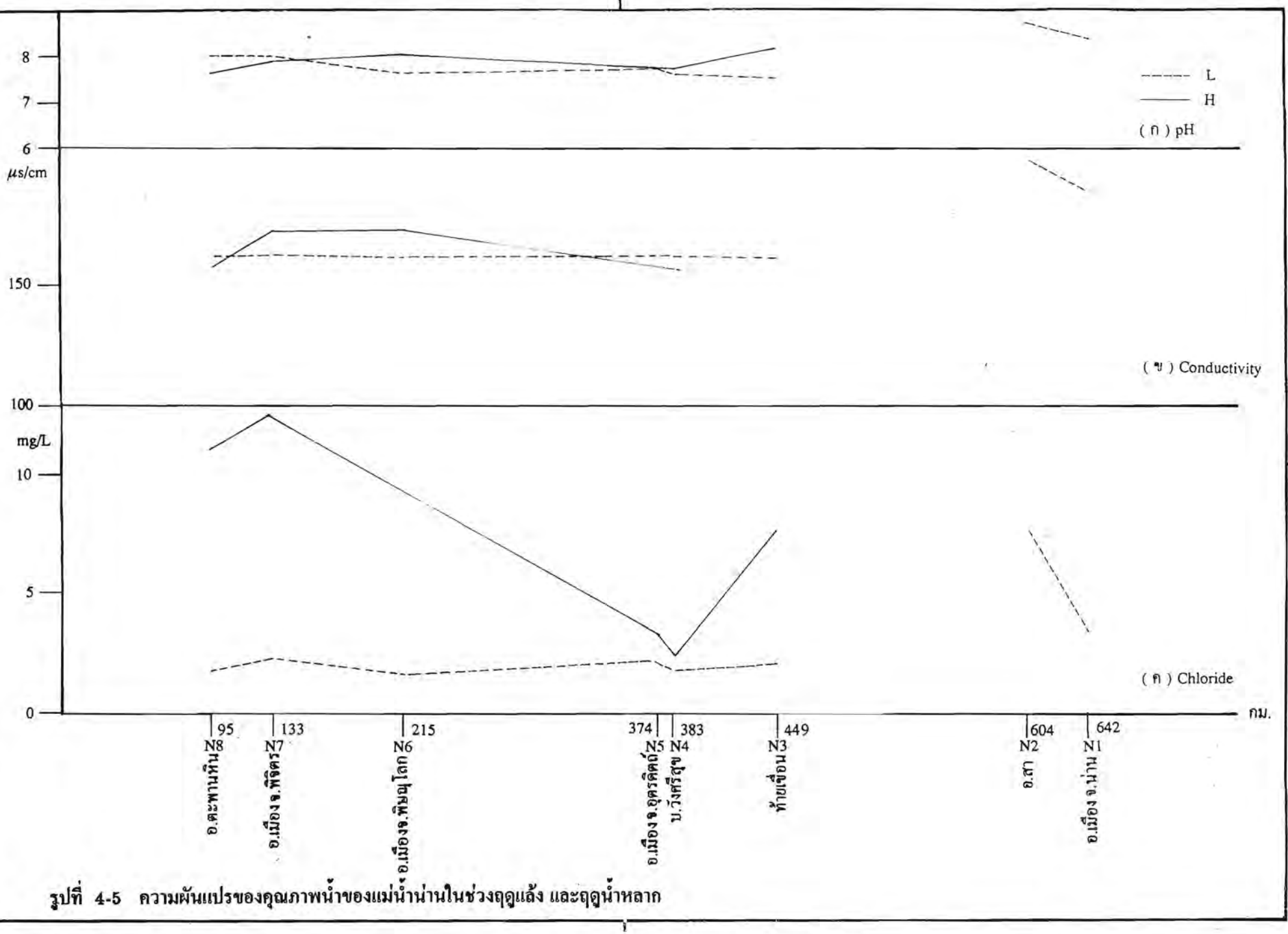
รูปที่ 4-4 (ต่อ)


mg/L
10
5
2
L
H
(ช) DO
mg/L
10
5
0
(ญ) BOD_5 และ BOD_{20}
กม.
15
80
110
155
228
W5
W4
W3
W2
W1
อ.สามเงา
อ.แม่พริก
อ.เถิน
อ.สบปราบ
อ.เมือง จ.ลำปาง

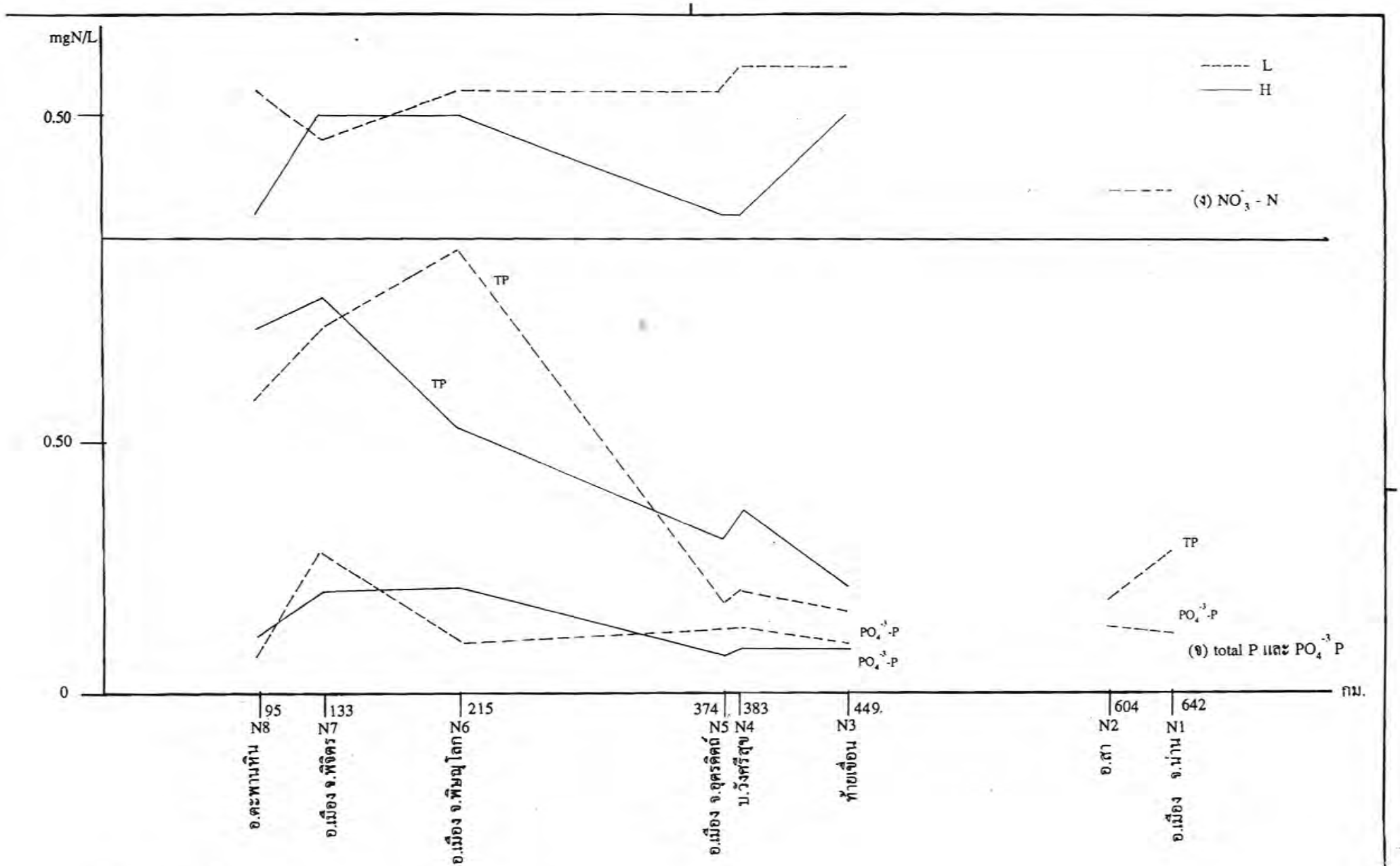
รูปที่ 4-4 (ต่อ)


MPN/100mL
0,000
20,000
0,000
0
L
H
(ฎ) Fecal Coliform
15
80
110
155
228
กม.
W5
W4
W3
W2
W1
อ.สามเงา
อ.แม่ฟรีก
อ.เถิน
อ.สบปราบ
อ.เมือง จ.ลำปาง

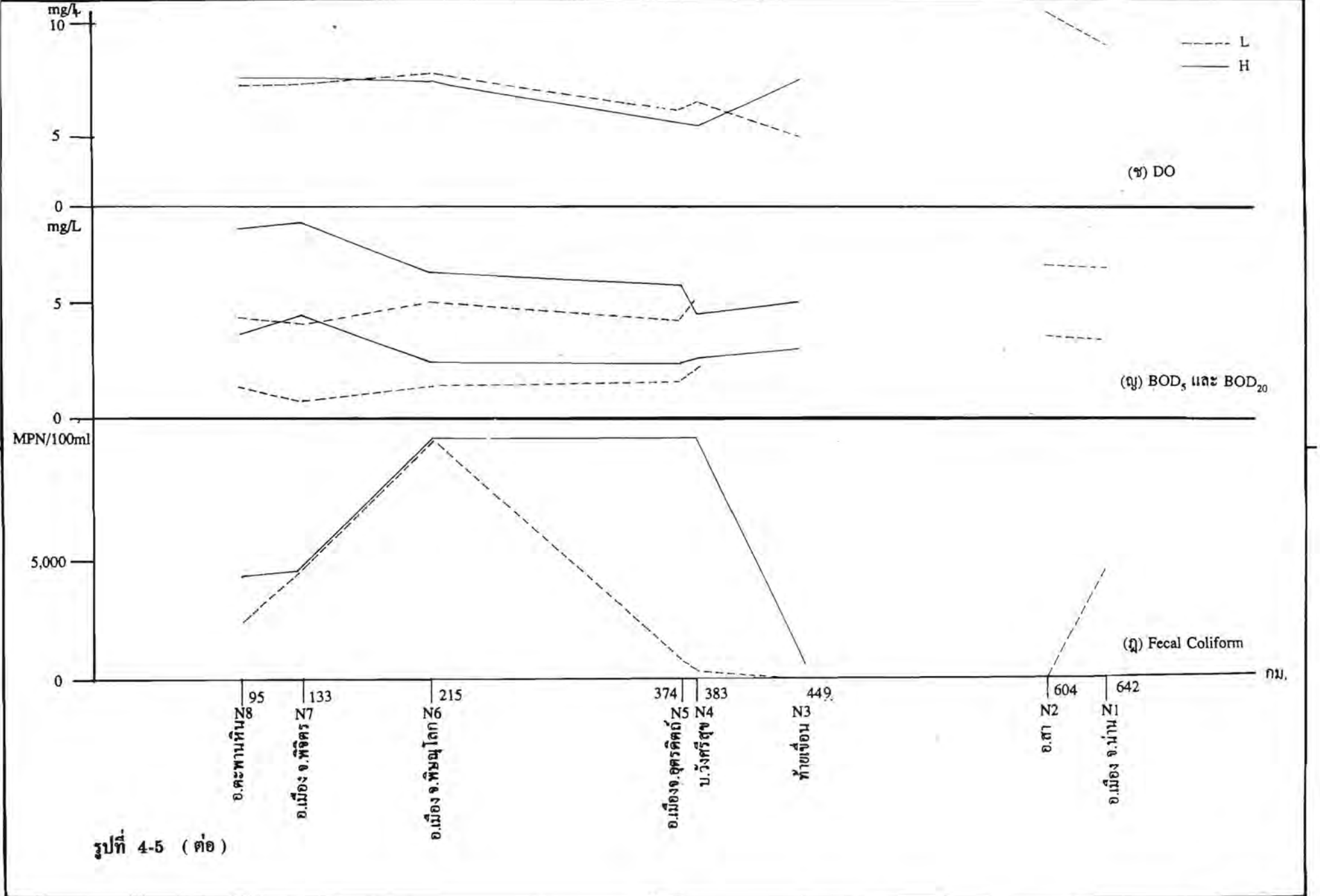
รูปที่ 4-4 (ต่อ)



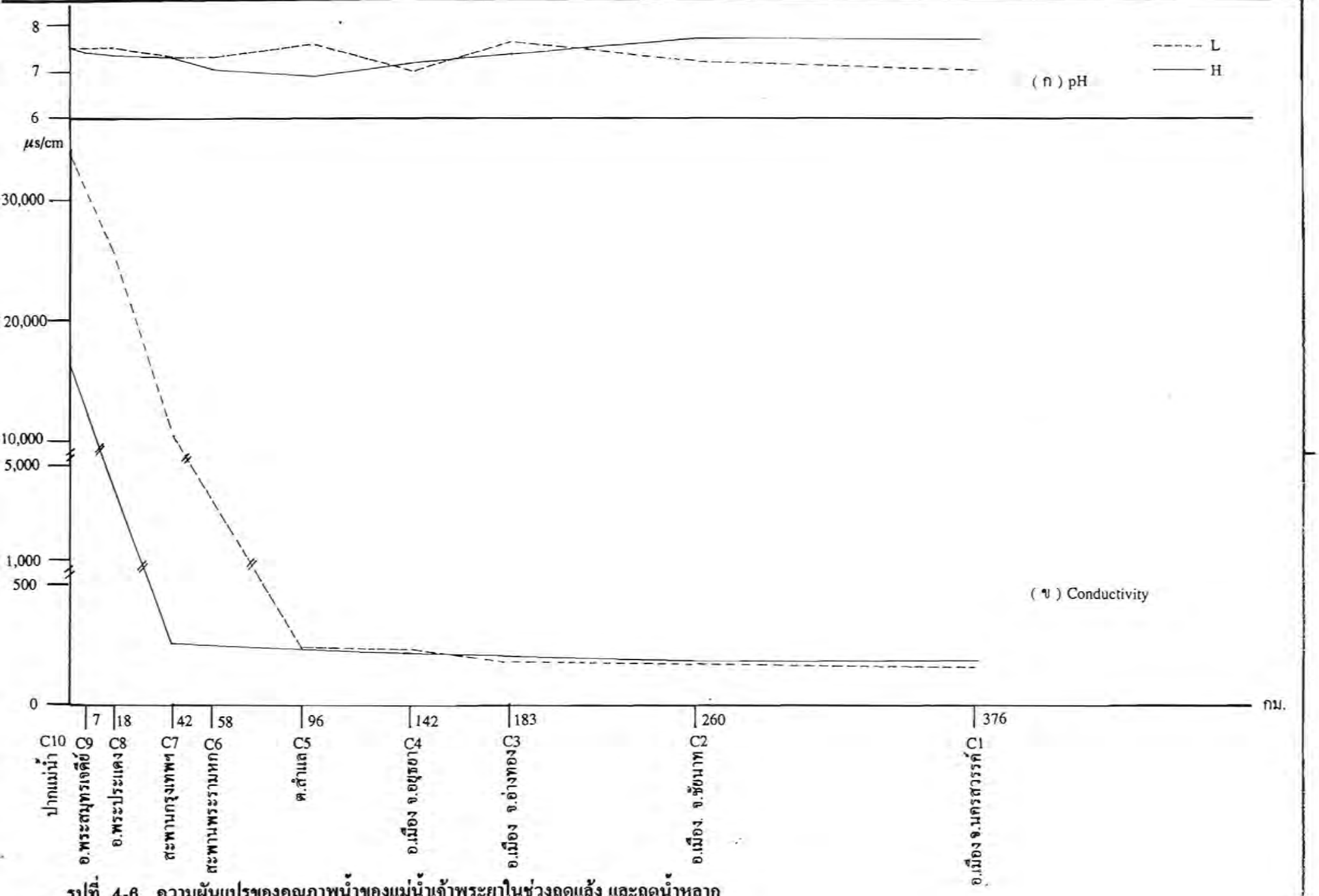
รูปที่ 4-5 ความผันแปรของคุณภาพน้ำของแม่น้ำน่านในช่วงฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลาก


mgN/L
0.50
L
H
(ง) NO_3^- - N
TP
TP
0.50
TP
PO_4^{-3}-P
PO_4^{-3}-P
PO_4^{-3}-P
(จ) total P และ PO_4^{-3} P
0
กม.
95
133
215
374
383
449
604
642
N8
N7
N6
N5
N4
N3
N2
N1
อ.คะพานหิน
อ.เมือง จ.พิจิตร
อ.เมือง จ.พิษณุโลก
อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์
บ.วังศรีสุข
ท้ายเขื่อน
อ.สา
อ.เมือง จ.น่าน

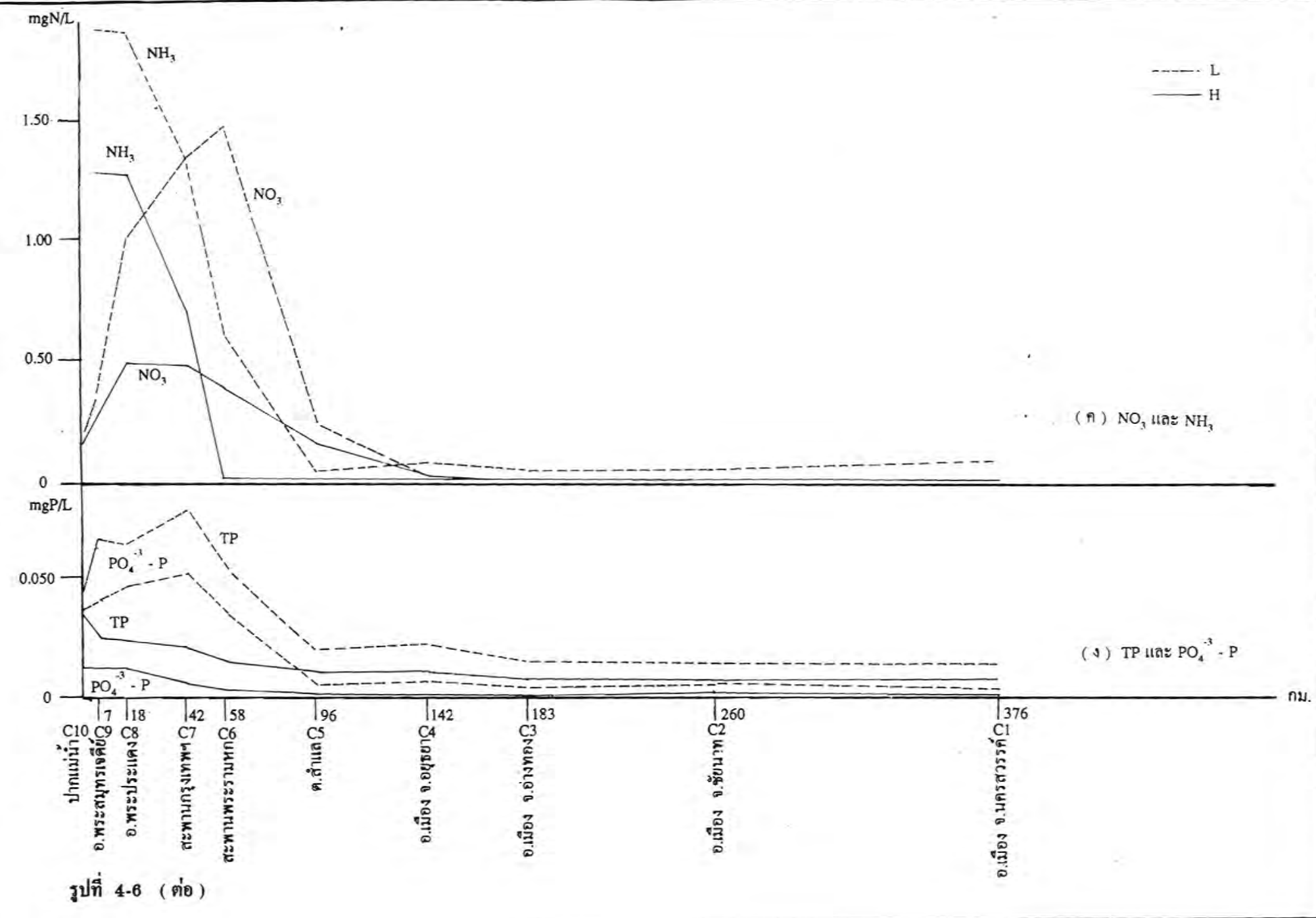
รูปที่ 4-5 (ต่อ)


mg/L
10
5
0
L
H
(ช) DO
mg/L
5
0
(ญ) BOD_5 และ BOD_{20}
MPN/100ml
5,000
0
(ฎ) Fecal Coliform
กม.
95
133
215
374
383
449
604
642
N8
N7
N6
N5
N4
N3
N2
N1
อ.ตะพานหิน
อ.เมือง จ.พิจิตร
อ.เมือง จ.พิษณุโลก
อ.เมืองจ.อุตรดิตถ์
บ.วังศรีคุณ
ท้ายเขื่อน
อ.ตรอน
อ.เมือง จ.น่าน

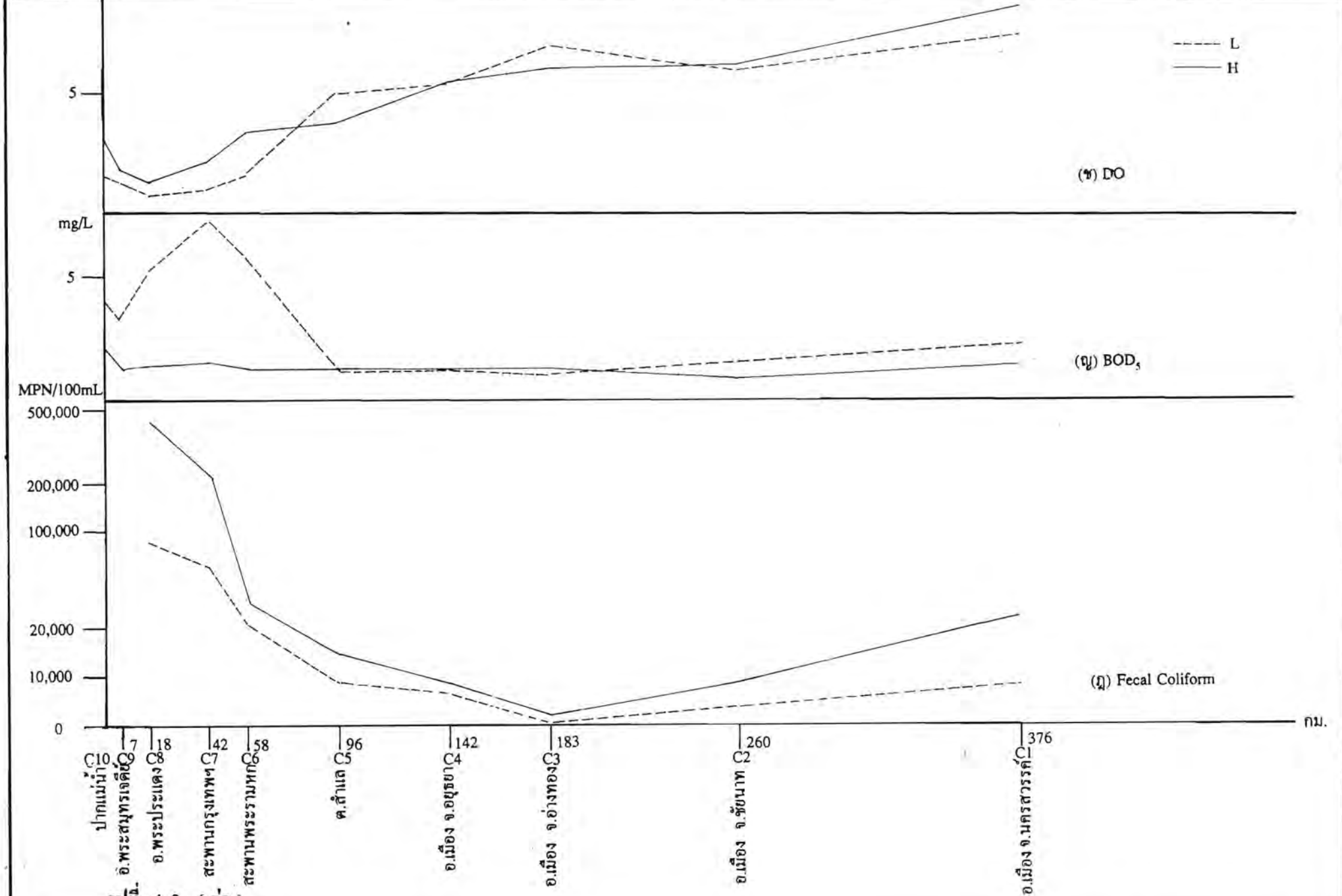
รูปที่ 4-5 (ต่อ)



รูปที่ 4-6 ความผันแปรของคุณภาพน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยาในช่วงฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลาก


mgN/L
NH3
NO3
NH3
NO3
1.50
1.00
0.50
0
L
H
(ก) NO3 และ NH3
mgP/L
TP
PO4-3 - P
TP
PO4-3 - P
0.050
0
(ง) TP และ PO4-3 - P
กม.
7
18
42
58
96
142
183
260
376
C10
C9
C8
C7
C6
C5
C4
C3
C2
C1
ปากแม่น้ำ
อ.พระสมุทรเจดีย์
อ.พระประแดง
สะพานกรุงเทพฯ
สะพานพระรามหก
ต.สำแล
อ.เมือง จ.อยุธยา
อ.เมือง จ.อ่างทอง
อ.เมือง จ.สิงห์บุรี
อ.เมือง จ.นครสวรรค์

รูปที่ 4-6 (ต่อ)


L
H
5
(ช) DO
mg/L
5
(ญ) BOD_5
MPN/100mL
500,000
200,000
100,000
20,000
10,000
0
(ฎ) Fecal Coliform
กม.
C10
ปากแม่น้ำ
7
C9
อ.พระสมุทรเจดีย์
18
C8
อ.พระประแดง
42
C7
สะพานกรุงเทพฯ
58
C6
สะพานพระรามหก
96
C5
ต.สำแล
142
C4
อ.เมือง จ.อยุธยา
183
C3
อ.เมือง จ.อ่างทอง
260
C2
อ.เมือง จ.ชัยนาท
376
C1
อ.เมือง จ.นครสวรรค์

รูปที่ 4-6 (ต่อ)

บทที่ 5

แหล่งกำเนิดน้ำเสียบนลุ่มน้ำ และการควบคุมสารอาหาร

5.1 ประเภทของแหล่งกำเนิดน้ำเสีย

แหล่งกำเนิดน้ำเสียสามารถแบ่งออกตามต้นกำเนิดได้ 2 แหล่งใหญ่ๆ คือ

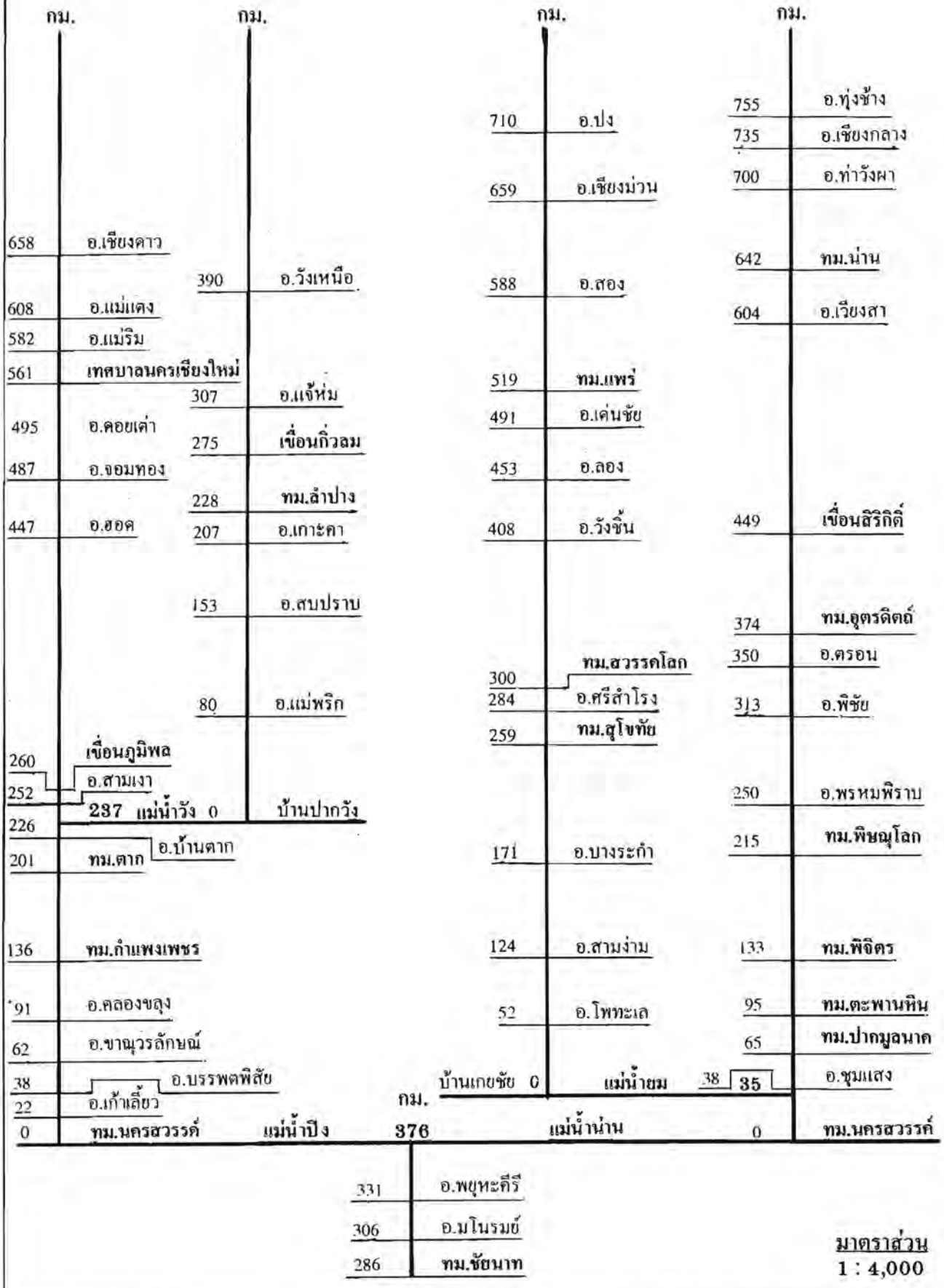
- มลพิษที่มีแหล่งกำเนิดถาวร (Point Source of Pollution)
- มลพิษที่มีแหล่งกำเนิดไม่ถาวร (Nonpoint Source of Pollution or Diffuse Pollution)

มลพิษที่มีแหล่งกำเนิดถาวร หมายถึง บริเวณสถานที่ของกิจการต่างๆ ที่ก่อให้เกิดน้ำเสียเป็นประจำ และมีการรวบรวมน้ำเสียนั้นเข้าด้วยกัน และระบายลงสู่แหล่งน้ำเป็นบริเวณๆ ซึ่งอาจมากกว่าหนึ่งบริเวณก็ได้ ได้แก่ น้ำเสียจากชุมชนเมือง น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม น้ำบ่าหรือน้ำนอง (Runoff) จากพื้นที่อุตสาหกรรม น้ำฝนจากท่อระบายน้ำ (Storm Sewer Outfall) ของชุมชนที่มีประชากรมากกว่า 100,000 คน น้ำฝนระบายล้นจากท่อระบายน้ำเสียรวม (Combined Sewer Overflow) น้ำซึม หรือน้ำชะออกจากโรงกำจัดขยะ เป็นต้น

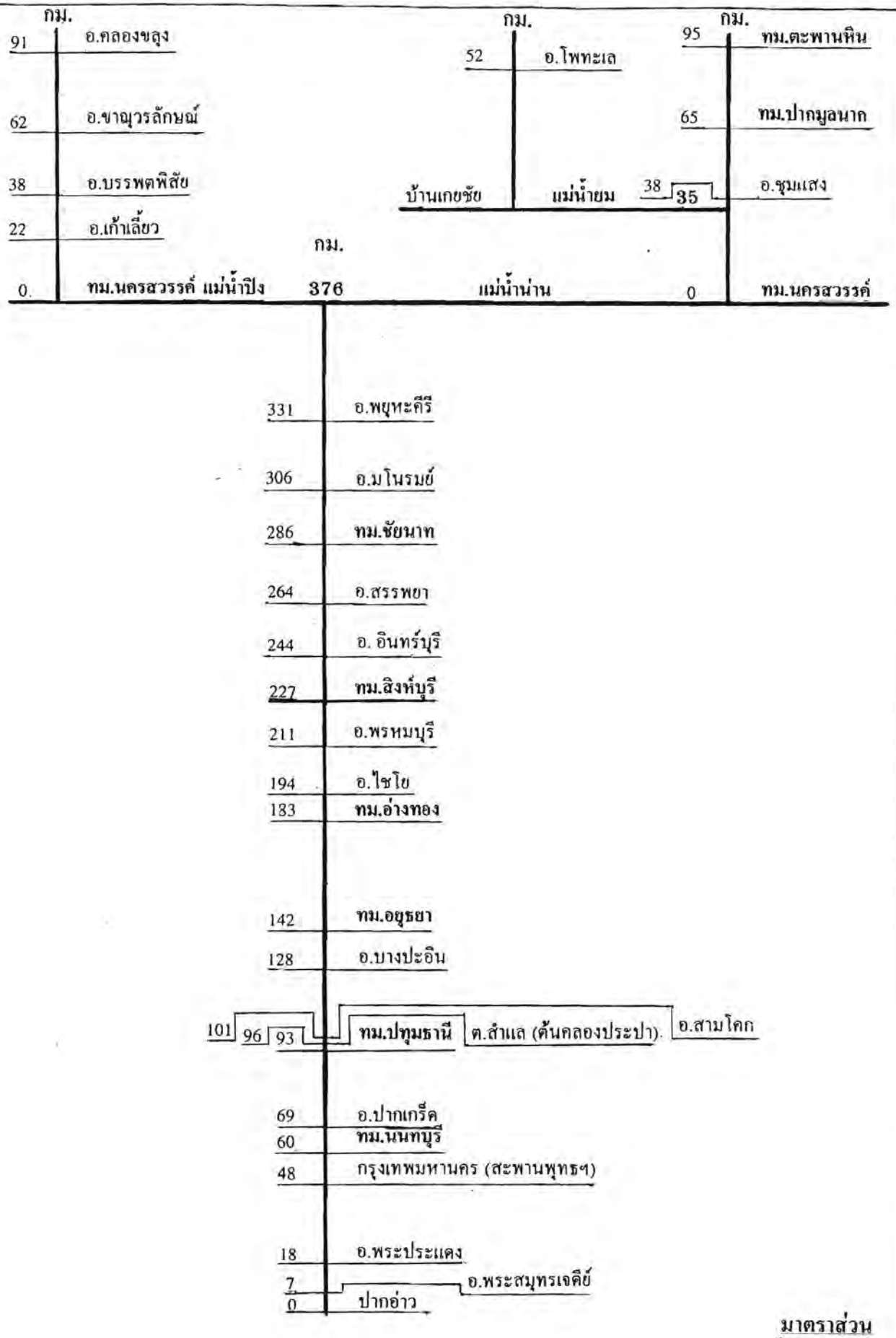
มลพิษที่มีแหล่งกำเนิดไม่ถาวรหมายถึง บริเวณพื้นที่ที่ก่อให้เกิดน้ำเสียเป็นครั้งคราวไม่สม่ำเสมอ และไม่มีระบบรวบรวมน้ำเสียหรือถ้ามีก็เป็นชุมชนขนาดเล็ก ส่วนใหญ่การระบายน้ำเสียออกจากพื้นที่ต้นกำเนิดเกิดจากการชะหรือการระบายของน้ำฝน หรือเป็นการระบายน้ำทิ้งออกจากพื้นที่ชลประทาน ได้แก่ น้ำนองจากพื้นที่การเกษตร (agricultusal unoff) ซึ่งรวมถึงพื้นที่เลี้ยงสัตว์ด้วยน้ำนองของชุมชน (Urban Runoff) จากชุมชนที่ไม่มีระบบระบายน้ำเสียหรือชุมชนที่มีระบบระบายน้ำเสียแต่มีประชากรน้อยกว่า 100,000 คน น้ำนองจากพื้นที่ป่าไม้ที่ถูกทำลาย เป็นต้น

5.2 แหล่งกำเนิดน้ำเสียถาวรบนลุ่มน้ำ

จากความหมายของแหล่งกำเนิดน้ำเสียถาวรดังกล่าวในหัวข้อ 5.1 แหล่งกำเนิดน้ำเสียสำคัญประเภทนี้บนลุ่มน้ำก็จะประกอบด้วยชุมชนเมืองเป็นส่วนใหญ่ รูปที่ 5-1 แสดงชุมชนระดับอำเภอต่างๆ ที่ตั้งอยู่ริมแม่น้ำปิง-วัง-ยม-น่าน และแม่น้ำเจ้าพระยา ชุมชนต่างๆ เหล่านี้ย่อมมีขนาดพื้นที่ และจำนวนประชากรต่างกันไป รวมทั้งมีความพร้อมของการจัดการระบบสาธารณูปโภค เช่น ระบบระบายน้ำของแต่ละชุมชนไม่เท่ากัน โดยทั่วไปของชุมชนต่างๆ ในประเทศถ้ายังมีประชากรไม่หนาแน่นเพียงพอที่จะยกระดับ การบริการท้องถิ่นให้อยู่ในระดับเทศบาลเมืองขึ้นไปแล้ว ก็จะไม่มีระบบระบายน้ำของชุมชน ดังนั้นชุมชนดังกล่าวอาจจัดให้เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษไม่ถาวร แต่อย่างไรก็ตามในอนาคตชุมชนเหล่านี้ก็มีโอกาส หรือศักยภาพที่จะเปลี่ยนเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษถาวรได้ถ้ามีความเจริญทางเศรษฐกิจเพิ่มขึ้นรวมทั้งมีการขยายตัวของประชากรเพิ่มสูงขึ้นด้วย



รูปที่ 5-1 (ก) ผังแสดงชุมชนระดับอำเภอที่ตั้งอยู่ริมแม่น้ำ ปิง-วัง-ยม-น่าน และแม่น้ำเจ้าพระยา



มาตราส่วน
1 : 2,000

รูปที่ 5-1 (ข) ผังแสดงชุมชนระดับอำเภอที่ตั้งอยู่ริมแม่น้ำ ปิง-วัง-ยม-น่าน และแม่น้ำเจ้าพระยา

ในบรรดาชุมชนระดับอำเภอที่แสดงไว้ในรูปที่ 5-1 นั้นในปัจจุบันมีชุมชนที่มีประชากรหนาแน่น และมีสภาพเศรษฐกิจสูงพอสำหรับถูกจัดให้เป็นชุมชนเทศบาลเมือง ดังนี้

(ก) แม่น้ำปิง

(1) เทศบาลนครเชียงใหม่

(2) เทศบาลเมืองตาก

(3) เทศบาลเมืองกำแพงเพชร

(ข) แม่น้ำวัง

(1) เทศบาลเมืองลำปาง

(ค) แม่น้ำยม

(1) เทศบาลเมืองแพร่

(2) เทศบาลเมืองสวรรคโลก

(3) เทศบาลเมืองสุโขทัย

(ง) แม่น้ำน่าน

(1) เทศบาลเมืองน่าน

(2) เทศบาลเมืองอุตรดิตถ์

(3) เทศบาลเมืองพิษณุโลก

(4) เทศบาลเมืองพิจิตร

(5) เทศบาลเมืองตะพานหิน

(6) เทศบาลเมืองบางมูลนาค

(จ) แม่น้ำเจ้าพระยา

(1) เทศบาลเมืองนครสวรรค์

(2) เทศบาลเมืองชัยนาท

(3) เทศบาลเมืองสิงห์บุรี

(4) เทศบาลเมืองอ่างทอง

(5) เทศบาลเมืองอยุธยา

(6) เทศบาลเมืองปทุมธานี

(7) เทศบาลเมืองนนทบุรี

(6) กรุงเทพมหานคร

นอกจากชุมชนระดับเทศบาลเมืองแล้วแหล่งกำเนิดน้ำเสียอื่นๆ ยังประกอบด้วยโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถรวบรวมรายชื่อประเภทและจำนวนของโรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยน้ำเสียบนลุ่มน้ำได้ เนื่องจากเป็นงานที่ต้องใช้เวลา กำลังคน และงบประมาณจำนวน

มากรวมทั้งยังขาดผู้ศึกษา และรวบรวมข้อมูลด้านนี้ได้ครบถ้วน นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำเสีย แล้วปัญหาน้ำเสียชุมชนน่าจะมี loading สูงกว่ารวมทั้งยังขาดการจัดการที่ดี ในขณะที่การจัดการน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมจะถูกควบคุมจากกฎหมายต่างๆ และจากหน่วยงานราชการต่างๆ เช่น กรมโรงงานอุตสาหกรรม กรมควบคุมมลพิษ กรมเจ้าท่า สำนักนโยบาย และแผนสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

5.3 แหล่งกำเนิดน้ำเสียแบบไม่ถาวร

ชุมชนระดับอำเภอที่ตั้งอยู่ริมแม่น้ำปิง-วัง-ยม-น่าน และแม่น้ำเจ้าพระยา (ตามรูปที่ 5-1) ซึ่งมีจำนวนประชากร และขนาด หรือฐานะทางเศรษฐกิจของชุมชนต่ำกว่าที่จะถูกจัดให้เป็นชุมชนเทศบาลเมือง อาจถือได้ว่าเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษแบบไม่ถาวรตามความหมายในหัวข้อ 5.1 เนื่องจากชุมชนเหล่านี้ไม่มีระบบระบายน้ำของชุมชน หรือมีแต่ไม่สมบูรณ์รวมทั้งคงไม่มีจุดปล่อยน้ำเสีย (Dischrge point) ที่แน่นอน แต่จากการศึกษาในต่างประเทศในระยะเวลาสิบปีที่ผ่านมาพบว่า มลพิษจากแหล่งกำเนิดไม่ถาวรนี้เป็นปัจจัยสำคัญของการก่อให้เกิดปัญหามลภาวะของน้ำ โดยเฉพาะปัญหา Eutrophication หรือ Nutrient Pollution ของแหล่งน้ำ ซึ่งส่วนใหญ่มาจากพื้นที่กสิกรรม ซึ่งได้รวบรวมมาใช้เป็นตัวอย่างศึกษา ดังนี้

(1) ความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำของ Chesapeake Bay ซึ่งจากการศึกษาของ EPA (1983) ได้สรุปว่าเป็นผลมาจากที่มีการระบาย Nutrient และ toxic pollutant ลงไปในอ่าวเป็นจำนวนมาก และจากการคำนวณพบว่าปริมาณไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) ที่ระบายลงอ่าวมาจาก Diffuse (nonpoint) Source ถึง 67 และ 39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ของปริมาณทั้งหมด (ส่วนที่เหลือนั้นมาจาก point source ซึ่งได้แก่ effIment จากโรงบำบัดน้ำเสียของชุมชน)ตารางที่ 5-1 แสดงให้เห็นถึงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (TN) และปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) ที่มาจาก diffuse source ต่างๆ

(2) การเพิ่มขึ้นของปริมาณไนเตรต (NO_3^-) ในแม่น้ำ Vltava ในสาธารณรัฐ Czech ในช่วง 30 ปี (ตั้งแต่ปีค.ศ. 1960 - 1990) ซึ่งเกิดจากการใช้ปุ๋ยเคมีบนพื้นที่ลุ่มน้ำ (ดูหัวข้อ 2.4.1 และรูปที่ 2-3) และในกรณีที่คล้ายคลึงกันก็พบได้จากปริมาณไนเตรตที่พบว่าอยู่ในระดับที่สูงมากของแม่น้ำสำคัญสายอื่นๆ ของสาธารณรัฐ Czech เช่น แม่น้ำ Morava Labe เป็นต้น (ดูตารางที่ 2-1)

(3) กรณีการแพร่กระจายของแพลงค์ตอนพืช และพืชน้ำในแม่น้ำ Milwaukee หลังจากที่ได้มีการจัดการน้ำเสียของชุมชนเมือง และรวมถึง CSO ด้วย (มีการกำหนดให้น้ำทิ้งมีฟอสฟอรัสได้ไม่เกิน 1 มก./ลิตร) ซึ่งต่อมาจึงรู้ว่าเป็นผลมาจากการชะของสารอาหารจากพื้นที่เกษตรกรรมที่อยู่บริเวณตอนบนของแม่น้ำ (Milwaukee County อยู่ทางตอนล่างของแม่น้ำ)

(4) การศึกษาเกี่ยวกับมลสารใน Runoff ของการใช้ที่ดินในลักษณะต่างๆ (ในกรณีของ diffuse source) แสดงไว้ ตารางที่ 5-2 จะเห็นได้ว่าฟาร์มเลี้ยงสัตว์เป็นกิจกรรม หรือการใช้ที่ดินที่ก่อสารมลพิษ และสารอาหารสูงกว่ากิจกรรมอื่นๆ สำหรับ ตารางที่ 5-3 เป็นการเปรียบเทียบปริมาณ หรือความเข้มข้นของมลสารระหว่าง Point และ Nonpoint source ของชุมชน

Land-use Type	Total Nitrogen from Diffuse Sources (%)	Total Phosphorus from Diffuse Sources (%)
Cropland	45–70	60–85
Pasture	4–13	3–8
Forest	9–30	4–8
Urban/suburban	2–12	4–12
Subtotal for Agriculture (Cropland + Pasture)	49–83	63–93

Source U. S. Environmental Protection Agency (1988)

ตารางที่ 5-1 ปริมาณสารอาหาร (N และ P) ที่ระบายลงสู่ Chesapeake Bay ที่มีต้นกำเนิดจาก Diffuse Source

	Suspended Solids (mg/l)	BOD_5 (mg/l)	COD (mg/l)	Total Nitrogen (mg/l)	Total Phosphorus (mg/l)	Total Coliforms (MPN/100 ml)
Background levels[a]	5–1000	0.5–3	NA	0.05–0.5	0.01–0.2	$10–10^2$
Cropland[b]	(780)	NA	(80)	(9)	(1.2)	NA
Grazed pasture[c]	NA	(13)	NA	4.5	(7)	10^5
Feedlots[d]	(30)	1000–11,000	31,000–41,000	920–2100	290–380	NA

Note: ( ) = mean; NA = data not available or insufficient.

[a] Lager and Smith (1974).

[b] Wisconsin Priority Watersheds, Wisconsin Department of Natural Resources.

[c] Robbins (1985).

[d] Lochr (1972).

ตารางที่ 5-2 ความเข้มข้นของมลสารที่พบโดยทั่วไปในน้ำท่าของพื้นที่ชนบท (Rural Runoff) ในเขตตะวันตกตอนกลางของประเทศสหรัฐอเมริกา

Type of Wastewater	BOD_5 (mg/l)	Suspended Solids (mg/l)	Total Nitrogen (mg/l)	Total Phosphorus (mg/l)	Lead (mg/l)	Total Coliforms (MPN/100 ml)
Urban storm-water[a]	10–250 (30)	3–11,000 (650)	3–10	0.2–1.7 (0.6)	0.03–3.1 (0.3)	10^3–10^8
Construction site runoff[b]	NA	10,000–40,000	NA	NA	NA	NA
Combined sewer overflows[a]	60–200	100–1100	3–24	1–11	(0.4)	10^5–10^7
Light industrial area[c]	8–12	45–375	0.2–1.1	NA	0.02–1.1	10
Roof runoff[c]	3–8	12–216	0.5–4	NA	0.005–0.03	10^2
Typical untreated sewage[d]	(160)	(235)	(35)	(10)	NA	10^7–10^9
Typical POWT effluent[d]	(20)	(20)	(30)	(10)	NA	10^4–10^6

Note: ( ) = mean; NA = not available; POWT = Publicly owned treatment works with secondary (biological) treatment.

[a] Novotny and Chesters (1981) and Lager and Smith (1974).

[b] Unpublished research by Wisconsin Water Resources Center.

[c] Ellis (1986).

[d] Novotny, et al. (1989)

ตารางที่ 5-3 การเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของมลสารของ Point และ Nonpoint Source จากชุมชน

(5) EPA (1990) ได้รายงานปัญหาความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำในแม่น้ำ และทะเลสาบของประเทศที่เกิดจากแหล่งมลพิษ (Pollution Source) ต่างๆ ทั้งที่เป็น Point และ Nonpoint Source โดยเปรียบเทียบความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำ (Pollution)ที่เกิดจากแหล่งต่างๆ เป็นเปอร์เซ็นต์ของความยาวของแม่น้ำ หรือพื้นที่ทะเลสาบทั้งหมด (ทั้งประเทศ) ทั้งนี้พบว่าแหล่งกำเนิดมลพิษอันดับแรก คือ มาจากพื้นที่การเกษตร (ดูตารางที่ 5-4) สำหรับ ตารางที่ 5-5 เป็นการเปรียบเทียบสาเหตุ หรือชนิดมลสารที่ก่อปัญหามลภาวะ

(6) กรณีแม่น้ำ Emscher ซึ่ง Emscher Association ต้องการฟื้นฟูสภาพแม่น้ำให้กลับสู่สภาพธรรมชาติให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยการลด Nutrient (N และ P) จาก Stormwater ลงด้วยการก่อสร้าง stormwater- detention - basin และการจำกัดความเข้มข้นของไนโตรเจน (N)และฟอสฟอรัส (P) ในน้ำทิ้ง (ดูหัวข้อ 2.4.3)

จากตัวอย่างศึกษาดังกล่าวข้างต้นพอสรุป ได้ว่า

(ก) ไนโตรเจน (N) และหรือฟอสฟอรัส (P) เป็นสารอาหารหรือมลสารชนิดหนึ่งที่ก่อให้เกิดปัญหา River Eutrophication หรือ Nutrient Pollution

(ข) แหล่งกำเนิดของไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) นอกจะมาจาก Point source ที่เห็นได้ชัดคือ ชุมชนแล้ว diffuse source ก็ถือได้ว่าเป็นแหล่งกำเนิดของสารอาหารในแหล่งน้ำที่มาพร้อมกับ Runoff ซึ่งถูกละเลย หรือมองข้ามมาก่อนหน้านี้

(ค) การแก้ไขปัญหา River Eutrophication สามารถทำได้โดยการลดปริมาณสารอาหารจาก Runoff (กรณี nonpoint source) และจาก Effluent (กรณี point source)

5.4 การใช้ประโยชน์จากแม่น้ำ

ปัจจุบันเราได้ใช้ประโยชน์จากแม่น้ำปิง-วัง-ยม-น่าน และแม่น้ำเจ้าพระยาในประการต่างๆ อาทิ เป็นแหล่งน้ำดื่มเพื่อการประปา หรือการบริโภคอุปโภค การชลประทาน การคมนาคม สุนทรียภาพ และสันทนาการ และประโยชน์สำคัญอีกประการคือ เป็นที่รองรับการระบายน้ำเสียจากชุมชน จากโรงงานอุตสาหกรรม และจากพื้นที่ต่างๆ เป็นต้น จะเห็นได้ว่าเกิดการขัดแย้งในการใช้ประโยชน์จากลำน้ำ เช่น การระบายน้ำเสียนั้นจะก่อให้เกิดปัญหามลภาวะ และส่งผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์อื่นๆ เช่นการเป็นแหล่งน้ำดื่มเพื่อการบริโภค สุนทรียภาพและสันทนาการ เป็นต้น อย่างไรก็ตามการใช้ประโยชน์จากลำน้ำที่จำเป็นและหลีกเลี่ยงไม่ได้ คือ

Pollution Source	Percent of River Kilometers Affected by Source		Percent of Lake Area Affected by Source	
	Moderately	Severely	Moderately	Severely
Agriculture	40	15	27	14
Municipal (POTW)	13	5	5	2
Mining	8	3	2	0
Habitat modification	12	4	16	2
Urban storm runoff	7	3	3	0.5
Silviculture	4	0.5	1.5	0
Industrial	7	3	3	0.5
Construction	5	1.5	2	0
Land disposal of waste	4	1	4	1
combined sewers	3	1	<0.5	0

Source : After U.S. EPA (1990)

ตารางที่ 5-4 ความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำ (Pollution) ที่เกิดจากแหล่งกำเนิดมลพิษต่างๆ

Pollution Cause	Percent of River Kilometers Affected by Source		Percent of Lake Surface Affected by Source	
	Moderately	Severely	Moderately	Severely
Siltation	33	9	18	8
Nutrients	22	4	33	13
Pathogens	15	7	8	2
Organic enrichment	11	3	16	4
Pesticides	8	1	5.5	2
Metals	9	5	5	1
Suspended solids	5	2.5	7.5	3
Salinity	5.5	2	4	2
Habitat modification	5	2.5	12	0.5

Source : After U.S. EPA (1990)

ตารางที่ 5-5 สาเหตุ หรือมลสารที่พบสาเหตุของการเกิดปัญหามลภาวะแหล่งน้ำผิวดินในประเทศสหรัฐอเมริกา

(1) <u>การเป็นแหล่งน้ำดื่มเพื่อการประปา</u> จำนวนประชากรที่เพิ่มสูงขึ้น สภาพเศรษฐกิจสังคมที่เปลี่ยนไปทำให้วิถีชีวิตของคนไทยเปลียนไป แต่เดิมคนไทยอาศัยน้ำฝนเป็นแหล่งน้ำหลักต่อการดำรงชีวิต โดยใช้สำหรับบริโภค และทำนา ดังนั้นคุณค่าของลำน้ำจึงมีเพียงเพื่อเป็นแหล่งอาหาร (จับปลา) การคมนาคม (เดินเรือ) และการประเพณี (ลอยกระทง แข่งเรือ) เป็นต้น ลำน้ำจึงมีความสำคัญต่อวิถีชีวิตในระดับหนึ่ง แต่ไม่มีผลต่อการดำรงชีพ เช่น น้ำฝน แต่ในปัจจุบันวิถีชีวิตเปลี่ยนไปตามสภาพเศรษฐกิจสังคมที่เปลี่ยนไป ชุมชนที่อาศัยอยู่ในเมืองต้องพึ่งพาน้ำจากลำน้ำต่างๆ เป็นแหล่งน้ำดื่มเพื่อการบริโภคอุปโภคไม่ใช้น้ำฝนดังสมัยก่อนนอกจากใช้เพื่อการบริโภค-อุปโภคในครัวเรือนแล้ว ระบบประปายังเป็นแหล่งน้ำสำคัญต่อการพาณิชย์ และอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งหล่อเลี้ยง หรือผลักดันระบบเศรษฐกิจของประเทศให้ดำเนินไปได้ตามสภาวะการพัฒนาเศรษฐกิจในยุคปัจจุบันอีกด้วย

(2) <u>การเป็นแหล่งน้ำชลประทาน</u> เช่นเดียวกับชาวเมืองที่เมื่อวิถีชีวิตเปลี่ยนไปตามสภาพเศรษฐกิจสังคม ชาวชนบทก็อาศัยน้ำจากแหล่งน้ำ เพื่อการเกษตร โดยอาศัยระบบชลประทาน โดยไม่ต้องรอหรือพึ่งน้ำฝนแต่อย่างเดียวดังแต่ก่อน

(3) <u>การเป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้ง</u> เมื่อชุมชนเมืองมีการขยายตัวมากขึ้นจึงต้องมีระบบระบายน้ำฝน และน้ำเสียออกจากเมืองก็ทำให้เกิดน้ำเสียจากชุมชน หรือการระบายน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งการระบายน้ำทิ้งออกจากพื้นที่เกษตรกรรม เหล่านี้ล้วนเป็นผลมาจากการพัฒนาด้านเศรษฐกิจสังคมยุคใหม่ ซึ่งน้ำทิ้ง/น้ำเสีย เหล่านี้ก็ไม่สามารถกักเก็บไว้ได้จำเป็นต้องระบายทิ้งออกไป และโดยอาศัยลำน้ำเป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้ง

จากประโยชน์ทั้ง 3 ประการดังกล่าวจะเห็นว่าการระบายน้ำเสียก่อให้เกิดความขัดแย้งต่อการใช้ประโยชน์ข้อ (1) โดยตรง และหลีกเลี่ยงไม่ได้ และเมื่อมีการขยายตัวของประชากรเพิ่มมากขึ้น ความต้องการน้ำใช้เพื่อการบริโภค-อุปโภคก็จะยิ่งสูงตามขึ้นไปเรื่อยๆ ขณะเดียวกันน้ำเสียก็จะมีเพิ่มขึ้นขนานตามกันไป โดยปกติแล้วน้ำเสียชุมชนจะมีปริมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำใช้ แม่น้ำปิง-วัง-ยม-น่าน และแม่น้ำเจ้าพระยา เป็นแหล่งน้ำดิบที่สำคัญในการบริโภค-อุปโภคของชุมชนที่อยู่ริมแม่น้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรุงเทพมหานครต้องใช้น้ำดิบจากแม่น้ำเจ้าพระยาถึงวันละ 3.5 ล้านลูกบาศก์เมตร เพื่อจ่ายให้กับประชาชนชาวกรุงเทพมหานคร ซึ่งก็ยังไม่สามารถจ่ายให้ทั่วถึงทุกพื้นที่ของกรุงเทพฯได้ ตารางที่ 5-5 แสดงชุมชนที่ใช้น้ำจากแม่น้ำปิง-วัง-ยม-น่าน และแม่น้ำเจ้าพระยา เป็นแหล่งน้ำดื่มสำหรับการผลิตน้ำประปา

5.5 การบำบัดน้ำเสียชุมชน

เมื่อเกิดการขัดแย้งของการใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำเพื่อการบริโภค-อุปโภคกับการระบายน้ำเสีย ดังนั้นวิธีการแก้ไขก็อยู่ที่การบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพที่เหมาะสมไม่ก่อให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำจนไม่เหมาะสมหรือปลอดภัยพอเพียงที่จะใช้เป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปาตารางที่ 5-6 แสดงชุมชนที่มีหรือกำลังดำเนินการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียที่ตั้งอยู่ริมแม่น้ำปิง-วัง-ยม-น่าน และแม่น้ำเจ้าพระยา ตารางที่ 5-7 แสดงรายละเอียดของโครงการบำบัดน้ำเสียของกรุงเทพมหานคร การบำบัดน้ำเสียของชุมชนตามข้อมูลดัง ตารางที่ 5-6 และ 5-7 มีข้อสังเกต ดังนี้

(1) โรงบำบัดน้ำเสียเกือบทั้งหมดอยู่ระหว่างการก่อสร้าง

(2) ไม่มีโรงบำบัดน้ำเสียของชุมชนบนแม่น้ำวัง และแม่น้ำยม

(3) บนแม่น้ำปิงมีโรงบำบัดน้ำเสียแห่งเดียวคือ ที่เทศบาลนครเชียงใหม่

(4) มีโรงบำบัดน้ำเสียชุมชนเพียง 2 แห่งบนแม่น้ำน่าน

(5) ไม่มีโรงบำบัดน้ำเสียชุมชนของเทศบาลเมืองนครสวรรค์ในขณะที่มีชุมชนเทศบาลที่ตั้งอยู่บนริมแม่น้ำน่านถึง 6 แห่งที่เป็นชุมชนต้นน้ำแม่น้ำเจ้าพระยา

(6) งบลงทุนก่อสร้างโรงบำบัดน้ำเสียทั้งหมดของกรุงเทพมหานครสูงมากถึงเกือบ 5 หมื่นล้านบาท สาเหตุสำคัญประการหนึ่งคือ วิธีการบำบัดใช้ระบบ Activetad Sludge ทั้งหมดซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจากการจำกัดของพื้นที่สำหรับใช้เป็นที่ตั้งของโรงบำบัดน้ำเสีย

(7) โรงบำบัดน้ำเสียของกรุงเทพมหานครมีเพียง 2 โรงเท่านั้นที่มีระบบกำจัดสารอาหาร (Nutrient Removal) หรือคิดเป็น 11 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำเสียทั้งหมดที่จะทำการบำบัด

นอกจากนี้ยังมีข้อเท็จจริงบางประการที่ควรนำมาพิจารณา คือ

(1) การบำบัดน้ำเสียมุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาความเน่าเสีย (Organic pollution) และมุ่งเน้นที่น้ำเสียชุมชนการจัดการน้ำเสียยังไม่เน้นหรือเห็นความสำคัญของการกำจัดสารอาหารออกจากน้ำเสีย

(2) การออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียส่วนใหญ่เป็นระบบระบายน้ำรวม

(4) การบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระบบ AS มีราคาแพงทั้งงบลงทุนก่อสร้าง และงบดำเนินการประการสำคัญคือ ไม่เข้ากับหลักการของ sustainable Development ในแง่ที่ว่าเป็นเพียงการเปลี่ยนรูปแบบของมลสารจากที่อยู่ในน้ำ (Water) มาอยู่ในรูปของแข็ง (Solid Water) และประการสำคัญคือ สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปแล้วว่าการได้มาซึ่งพลังงานไฟฟ้านั้นต้องลงทุนด้วยคุณค่าทางสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังมีปัญหาเกี่ยวกับกากตะกอน (Sludge) ที่เกิดขึ้นและที่จำต้องนำไปกำจัดต่อไป

ตารางที่ 5-6 รายชื่อชุมชนที่ใช้น้ำจากแม่น้ำปิง-วัง-ยม-น่าน และแม่น้ำเจ้าพระยาแหล่งน้ำดิบเพื่อการประปา

แหล่งน้ำเดิม	ชุมชนใช้น้ำหรือเขตจำหน่ายน้ำ	กำลังการผลิต (ลบ.ม./วัน)
1. แม่น้ำปิง	1.1 สุขาภิบาลเชียงดาว อำเภอเชียงดาว	1,200
	1.2 สุขาภิบาล อ.แม่แตง	960
	1.3 สุขาภิบาลช้างเผือก อ.เมือง	12,000
	1.4 เทศบาลนครเชียงใหม่	56,800
	1.5 สุขาภิบาลบ้านหลวง อ.จอมทอง	2,400
	1.6 สุขาภิบาลสามเงา อ.สามเงา	1,000
	1.7 สุขาภิบาลบ้านตาก อ.บ้านตาก	1,920
	1.8 เทศบาลเมืองตาก อ.เมือง	17,280
	1.9 เทศบาลเมืองกำแพงเพชร อ.เมือง	8,640
	1.10 สุขาภิบาลท่าพุทรา อ.ขาณุวรลักษณ์	960
	1.11 สุขาภิบาลบรรพตพิสัย อ.บรรพตพิสัย	1,680
	1.12 สุขาภิบาลเก้าเลี้ยว อ.เก้าเลี้ยง	2,400
2. แม่น้ำยม	2.1 สุขาภิบาลหาดเสี้ยว อำเภอศรีสัชนาลัย	1,200
	2.2 ต.ท่าชัย	960
	2.3 เทศบาลเมืองสวรรคโลก อ.สวรรคโลก	12,000
	2.4 เทศบาลเมืองสุโขทัย	56,800
3. แม่น้ำน่าน	3.1 สุขาภิบาลบ้านด่านนาขาม อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์	-
	3.2 บ้านปากฝาง อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์	724
	3.3 สุขาภิบาลตรอน อ.ตรอน	480
	3.4 สุขาภิบาลพรหมพิราบ อ.พรหมพิราบ	480
	3.5 สุขาภิบาลวงฆ้อง อ.พรหมพิราบ	720
	3.6 สุขาภิบาลบ้านใหม่ อ.เมือง จ.พิษณุโลก	480
	3.7 เทศบาลเมืองพิจิตร อ.เมือง	7,680
	3.8 สุขาภิบาลวังกรด อ.เมือง	960
	3.9 สุขาภิบาลหัวคง อ.เมือง	720
	3.10 เทศบาลเมืองตะพานหิน อ.ตะพานหิน	6,120
	3.11 เทศบาลเมืองบางมูลนาค อ.บางมูลนาค	2,880
	3.12 สุขาภิบาลบางไผ่ อ.บางมูลนาค	480
4. แม่น้ำเจ้าพระยา	4.1 อ.เมือง จ.นครสวรรค์ (บางพื้นที่)	2,880
	4.2 สุขาภิบาลพยุหะ อ.พยุหะคีรี	1,200
	4.3 สุขาภิบาลท่าน้ำอ้อย อ.พยุหะคีรี	1,200
	4.4 เทศบาลเมืองชัยนาท อ.เมือง	10,560
	4.5 เทศบาลเมืองอ่างทอง อ.เมือง	12,000
	4.6 กรุงเทพมหานคร	3,500,000

ตารางที่ 5-7 การบำบัดน้ำเสียของชุมชนเทศบาลที่ตั้งอยู่ริมแม่น้ำปิง-วัง-ยม-น่าน และแม่น้ำเจ้าพระยา

เทศบาลเมือง	วิธีการบำบัด	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ . ม./วัน)	ค่าก่อสร้าง (ล้านบาท)	หมายเหตุ
ก. แม่น้ำปิง				
1. เชียงใหม่	AL	55,000	491	กำลังก่อสร้าง
2. ตาก	-	-	-	
3. กำแพงเพชร	-	-	-	
ข. แม่น้ำวัง				
1. ลำปาง	-	-	-	
ค. แม่น้ำยม				
1. แพร่	-	-	-	
2. สวรรคโลก	-	-	-	
3. สุโขทัย	-	-	-	
ง. แม่น้ำน่าน				
1. น่าน	-	-	-	
2. อุตรดิตถ์	-	-	-	
3. พิษณุโลก	SP	15,000	394	กำลังก่อสร้าง
4. พิจิตร	OD	12,000	180	
5. ตะพานหิน	-	-	-	
6. บางมูลนาค	-	-	-	
จ. แม่น้ำเจ้าพระยา				
1. นครสวรรค์	-	-	-	
2. ชัยนาท	SP	4,000	204	กำลังก่อสร้าง
3. สิงห์บุรี	AL	9,500	291	กำลังก่อสร้าง
4. อ่างทอง	AL	8,000	180	เปิดดำเนินการแล้ว
5. พระนครศรีอยุธยา	OD	22,500	350	กำลังก่อสร้าง
6. ปทุมธานี	OD	98,000	340	กำลังก่อสร้าง
7. นนทบุรี	AS	38,500	617	กำลังก่อสร้าง
8. กรุงเทพมหานคร	ดูที่ตารางที่ 6-3	1,987,000	47,072	เปิดดำเนินการแล้วบางส่วน

หมายเหตุ : AL = Aerated Lagoon

AS = Activated Sludge

CD = Oxidation Ditch

SP = Stabilization Pond

ตารางที่ 5-8 โครงการบำบัดน้ำเสียชุมชนของกรุงเทพมหานคร

โครงการบำบัดน้ำเสีย	พื้นที่รับน้ำเสีย (ตารางกิโลเมตร)	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	ชนิดระบบบำบัดน้ำเสีย	งบประมาณก่อสร้าง (ล้านบาท)	หมายเหตุ
1. สี่พระยา	2.7	30,000	AS แบบ Contact Stabilization	464	เปิดดำเนินการแล้ว
2. รัตนโกสินทร์	4	40,000	Two-Stage AS	895	เปิดดำเนินการแล้ว
3. รวมระยะที่ 1	37	350,000	AS with Nutrient (N + P) Removal	6,582	เปิดดำเนินการแล้ว
4. ยางพารา	28.5	200,000	AS แบบ CASS	4,707	อยู่ระหว่างก่อสร้าง
5. หนองแขม/ภายีเจริญ	44	157,000	AS with Nutrient Removal		
6. ราษฎร์บูรณะ	42	65,000	AS with Nutrient Removal	7,094	อยู่ระหว่างก่อสร้าง
7. รวมระยะที่ 4	33.4	150,000	AS	4,025	อยู่ระหว่างก่อสร้าง
8. ธนบุรี	51	550,000	ยังไม่กำหนด	10,925	แผนพัฒนากทม.ฉบับที่ 5 (2540-2544)
9. พระโขนง/คลองเตย	57.3	320,000	ยังไม่กำหนด	8,680	แผนพัฒนากทม.ฉบับที่ 5 (2540-2544)
10. หนองจอก	58	125,000	ยังไม่กำหนด	3,700	แผนพัฒนากทม.ฉบับที่ 5 (2540-2544)
รวม	**357.9**	**1,987,000**		**47,072**	

(5) มาตรฐานน้ำทิ้งต่างๆ เช่น มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร เป็นต้น ยังไม่ได้กำหนดปริมาณฟอสฟอรัสไว้ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่เสนอไว้ก็ค่อนข้างสูงมาก

ทั้งหมดนี้แสดงให้เห็นว่าปัญหา Eutrophication หรือ Nutrient Pollution ยังไม่ได้รับการสนใจจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเท่าที่ควร

5.6 สารอาหารที่ก่อปัญหาความเสื่อมโทรมต่อคุณภาพน้ำ

ดังกล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 2.2 ว่า สารอาหารมีผลกระทบต่อแหล่งน้ำ 2 ประเด็น คือ

(1) ทำให้เกิดการแพร่กระจายของแพลงค์ตอนพืช หรือสาหร่าย และการแพร่พันธุ์อย่างเร็วของพืชน้ำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของแม่น้ำ เช่น ความเร็ว ระดับความลึก ลักษณะท้องน้ำเป็นต้น และการแพร่กระจายของแพลงค์ตอนพืชก็ก่อให้เกิดผลกระทบอื่นๆ ตามมา (Secondary Impact) เช่น เกิด Organic enrichment ของแม่น้ำจากซากของแพลงค์ตอนพืช และทำให้เกิด Secondary Oxygen demand เป็นต้น

(2) ไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนีย และไนเตรตก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อปลา และต่อการนำน้ำไปบริโภค นอกจากนี้แอมโมเนียยังทำให้เกิด Nitrogen Oxygen demand ขึ้นด้วย (ในการเปลี่ยนจากแอมโมเนียไปเป็นไนเตรต)

ในกรณีของการแพร่กระจายของแพลงค์ตอนพืช และพืชน้ำดังได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 2.1 ว่าสารอาหารเป็นปัจจัยสำคัญอันหนึ่ง และสารอาหารที่มักเป็นปัจจัยจำกัด (Limiting Nutrient) ของแหล่งน้ำส่วนใหญ่เป็นไนโตรเจน (N) และ/หรือฟอสฟอรัส (P) ดังนั้นในการศึกษาเพื่อป้องกันการเกิด River Eutrophication จึงต้องรู้ว่าสารอาหารตัวใดระหว่างไนโตรเจน (N) และ/หรือฟอสฟอรัส (P) เป็นสารอาหารที่เป็นปัจจัยจำกัดของแหล่งน้ำ

แหล่งน้ำเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการบ่งบอกสถานภาพของสารอาหารที่เป็นปัจจัยสำคัญของแหล่งน้ำ ถ้าแหล่งน้ำมีค่า N : P < 7.2 แสดงว่าแหล่งนั้นมี N เป็นปัจจัยจำกัดแต่มีนักวิจัยหลายท่านใช้ค่า N : P < 10 บ่งถึงสภาวะการขาดแคลน N ถ้า N : P > 12 บ่งถึงสภาพการขาดแคลน P และถ้า N : P อยู่ระหว่าง 10-12 แสดงว่าแหล่งน้ำขาดแคลนทั้ง N และ P น้ำเสียชุมชนส่วนใหญ่มีสัดส่วนของไนโตรเจน และฟอสฟอรัส (N : P) ประมาณ 3 : 1 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าในน้ำเสียชุมชนมีไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัด ดังนั้นการควบคุมหรือปิดกั้นการเกิด Eutrophication ของแหล่งน้ำก็น่าที่จะอยู่ที่การกำจัดปริมาณไนโตรเจนให้ลดลง แต่ที่จริงแล้วในทางปฏิบัติไม่ได้เป็นเช่นนั้นเสมอไป เพราะว่า

(1) การกำจัดฟอสฟอรัสออกจากน้ำเสียทำได้ง่ายกว่า และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการกำจัดไนโตรเจน

(2) ฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำส่วนใหญ่มาจากน้ำเสียเท่านั้น ในขณะที่ไนโตรเจนในแหล่งน้ำสามารถมาได้จากแหล่งอื่นๆ เช่นจากอากาศ (โดย Nitrogen- fixing bacteria หรือจาก Blue-green algae)

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีสัดส่วนของไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัส (N : P) ของแม่น้ำปิงอยู่ระหว่าง 1.4 - 7.7 แม่น้ำวังอยู่ระหว่าง 3.4 - 9.2 แม่น้ำน่านอยู่ระหว่าง 1.4 - 9.8 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแม่น้ำหลักในลุ่มน้ำภาคเหนือมีไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัด สำหรับแม่น้ำเจ้าพระยาพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.5 - 16.7 แต่สังเกตได้ว่าในช่วงฤดูแล้ง N เป็นปัจจัยจำกัดตลอดทั้งลำน้ำ แต่ในช่วงฤดูน้ำหลากแม่น้ำเจ้าพระยาตั้งแต่ช่วงตำบลสำแลลงมาถึงปากแม่น้ำปิงเป็นสารอาหารปัจจัยจำกัด (ดูตารางที่ 5-8 ถึง 5-11)

5.7 การควบคุมสารอาหารในแหล่งน้ำ

ถ้านำข้อสรุปจากวรรคท้ายของหัวข้อ 6.3 มาเป็นประเด็นหลักของการควบคุมสารอาหารในน้ำ เพื่อป้องกันการเกิดการแพร่กระจายของแพลงค์ตอนพืชแล้ว อาจกำหนดได้ว่าให้ทำการควบคุมปริมาณไนโตรเจนในน้ำทั้งชุมชน แต่อย่างไรก็ตามมีข้อควรพิจารณา คือ

(1) การกำจัดไนโตรเจนออกจากน้ำเสียยุ่งยาก และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากกว่าการกำจัดฟอสฟอรัส

(2) ไนโตรเจนในแหล่งน้ำสามารถมาได้จากแหล่งอื่นๆ เช่นจากอากาศ หรือจาก Agricutural Runoff ซึ่งโดยธรรมชาติทางเคมีแล้ว nitrate จะถูกปล่อย หรือถูกชะออกจากดินได้ง่ายกว่าฟอสเฟตมาก ดังนั้นการกำจัดฟอสฟอรัสออกจากน้ำเสียน่าจะเป็นตัวเลือกอันดับแรก

(3) การกำจัดสารอาหาร และ Organics ใน CSO

(4) การควบคุม และป้องกัน Siltation หรือ Soil erosion จากพื้นที่เกษตร พื้นที่ว่างเปล่า หรือพื้นที่ป่าไม้ที่ถูกทำลาย หรือ diffuse source อื่นๆ เช่น Urban Runoff จะช่วยลดการเติมสารอาหารลงสู่แหล่งน้ำจาก Diffuse source ต่างๆ

5.8 ข้อเสนอแนะในการควบคุมสารอาหารในแหล่งน้ำ

(1) กำหนดปริมาณไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) ในน้ำทิ้งที่บำบัดแล้วทั้งของชุมชนและของโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ในกรณีของประเทศสหรัฐอเมริกาจะกำหนดฟอสฟอรัสไว้ไม่เกิน 1 มก./ลิตร และกำหนดแอมโมเนีย (NH_3-N) มีได้ไม่เกิน 5 มก./ลิตรหรือกรณีของประเทศเยอรมันนีในแผนการฟื้นฟูแม่น้ำ Emscher กำหนดให้มีไนโตรเจน และฟอสฟอรัสไม่เกิน 1.0 และ 0.5 มก./ลิตร เป็นต้น

ตารางที่ 5-9 ค่า N : P ของแม่น้ำปิง ณ สถานีต่างๆ และสารอาหารที่เป็นปัจจัยจำกัด หรืออาหารพร่อง (limiting nutrient)

สถานีเก็บตัวอย่างน้ำ	ฤดู	N : P	สารอาหารพร่อง
P1	L	6.9 : 1	N
	H	3.7 : 1	N
P2	L	7.7 : 1	N
	H	2.8 : 1	N
P3	L	7.2 : 1	N
	H	3.8 : 1	N
P4	L	6.1 : 1	N
	H	3.0 : 1	N
P5	L	6.7 : 1	N
	H	5.2 : 1	N
P6	L	NA	N
	H	6.1 : 1	N
P7	L	8.4 : 1	N (และ P)
	H	6.2 : 1	N
P8	L	5.6 : 1	N
	H	2.6 : 1	N
P9	L	6.5 : 1	N
	H	4.0 : 1	N
P10	L	2.9 : 1	N
	H	4.3 : 1	N
P11	L	3.7 : 1	N
	H	1.4 : 1	N
P12	L	5.2 : 1	N
	H	2.7 : 1	N

ตารางที่ 5-10 ค่า N : P ของแม่น้ำวัง ณ สถานีต่างๆ และสารอาหารที่เป็นปัจจัยจำกัด หรืออาหารพร่อง (limiting nutrient)

สถานีเก็บตัวอย่างน้ำ	ฤดู	N : P	สารอาหารพร่อง
W1	L	9.2 : 1	N (และ P)
	H	3.4 : 1	N
W2	L	NA	N
	H	6.1 : 1	N
W3	L	8.0 : 1	N (และ P)
	H	5.7 : 1	N
W4	L	7.0 : 1	N
	H	6.4 : 1	N
W5	L	NA	-
	H	6.5 : 1	N

ตารางที่ 5-11 ค่า N : P ของแม่น้ำน่าน ณ สถานีต่างๆ และสารอาหารที่เป็นปัจจัยจำกัด หรืออาหารพร่อง (limiting nutrient)

สถานีเก็บตัวอย่างน้ำ	ฤดู	N : P	สารอาหารพร่อง
N1	L	2.0 : 1	N
	H	NA	N
N2	L	1.5 : 1	N
	H	NA	N
N3	L	7.0 : 1	N
	H	6.6 : 1	N
N4	L	5.4 : 1	N
	H	1.8 : 1	N
N5	L	4.8 : 1	N
	H	1.9 : 1	N
N6	L	6.0 : 1	N
	H	2.5 : 1	N
N7	L	1.4 : 1	N (และ P)
	H	2.6 : 1	N
N8	L	7.8 : 1	N
	H	1.0 : 1	N

ตารางที่ 5-12 ค่า N : P ของแม่น้ำเจ้าพระยา ณ สถานีต่างๆ และสารอาหารที่เป็นปัจจัยจำกัด หรือ อาหารพร่อง (limiting nutrient)

สถานีเก็บตัวอย่างน้ำ	ฤดู	N : P	สารอาหารพร่อง
C1	L	2.2 : 1	N
	H	0.5 : 1	N
C2	L	2.0 : 1	N
	H	0.5 : 1	N
C3	L	1.0 : 1	N
	H	1.0 : 1	N
C4	L	1.5 : 1	N
	H	2.0 : 1	N
C5	L	5.4 : 1	N
	H	15.0 : 1	P
C6	L	6.0 : 1	N
	H	10.0 : 1	N (และ P)
C7	L	5.2 : 1	N
	H	16.7 : 1	P
C8	L	6.2 : 1	N
	H	14.6 : 1	P
C9	L	5.6 : 1	N
	H	14.2 : 1	P
C10	L	NA	-
	H	NA	-

(2) ในชุมชนที่มีโรงบำบัดน้ำเสีย และใช้ระบบระบายน้ำรวม (Combined Sewer System) จำต้องจัดหา Retention Basin เพื่อรองรับ CSO

(3) ควรใช้ระบบธรรมชาติ (Natural Treatment System) ในการบำบัดน้ำเสียชุมชน และอาจรวมถึง CSO ใน Retention Basin เช่น ระบบ Overland Flow เป็นต้น สามารถลดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจาก Municipal Waste Water ลดเหลือ 5 และ 4 มก./ลิตร ตามลำดับ หรือระบบธรรมชาติอื่นๆ เช่น Stabilization Pond และ Wetland เป็นต้น

การใช้ระบบธรรมชาติมีข้อดีที่ (ก) ดำเนินงานได้ง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน (ข) ไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย (ค) ไม่ต้องพึ่งพา Skilled person ในการดำเนินงาน (ง) ไม่สิ้นเปลืองพลังงานสอดคล้องกับหลักการ Sustainable Development และ(จ) คุณภาพน้ำที่ออกมาอยู่ในสภาพดีสามารถลดอินทรียสาร สารอาหาร รวมทั้งจุลชีพก่อโรคได้ดี แต่ทั้งนี้ต้องใช้พื้นที่ในการบำบัดมาก

(4) ควรนำน้ำทิ้งที่บำบัดแล้วจาก Conventional Biological Treatment มาใช้ประโยชน์ เช่น ด้านการเกษตร หรือกักไว้ใน polishing pound เพื่อให้คุณภาพน้ำทิ้งดีขึ้น (สารอินทรีย์ลดลงสารอาหารถูกกำจัดออำไป เป็นต้น) ทั้งนี้น้ำทิ้งที่กักไว้ใน polishing pond สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่างๆ ได้หลายประการเช่น ใช้ในเกษตร รดต้นไม้ รวมทั้งใช้เป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนา หรือปรับปรุงเป็น receational area

(5) วางแผนควบคุมมลสาร และสารอาหารจาก Diffuse Source ต่างๆ ที่สำคัญ อาทิ

- การป้องกัน Runoff จากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ เนื่องจากมีปริมาณสารอาหารสูง
- การลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี และใช้ปุ๋ยอินทรีย์แทน
- การปลูกป่าไม้ หรือปลูกพืชคลุมดินในบริเวณพื้นที่ว่างเปล่า
- การป้องกันการชะหน้าดิน
- การจัดหา buffer strip บริเวณริมแม่น้ำที่ติดต่อกับพื้นที่เกษตรกรรม
- การจัดสร้าง Detention pound กระจายไปในพื้นที่ต่างๆ เพื่อลด peak ของ storm Flow หรือ CSO และการนำ storm Flow มาใช้ประโยชน์

(6) ศึกษาความเป็นไปได้ของการจัดทำ retention basin สำหรับพื้นที่เกษตรกรรมเพื่อใช้กักเก็บ storm flow ซึ่ง basin นี้นอกจากจะเป็นประโยชน์ในแง่ของการควบคุมสารอาหาร และมลสารอื่นๆ เช่น ดินตะกอน แสง ยังช่วยลด peak flow และน้ำที่กักเก็บไว้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในช่วงฤดูแล้ง ทั้งนี้ retention basin ควรสร้างจนกระจายให้ครอบคลุมพื้นที่เกษตรกรรม

(7) ให้มีการจัดการการใช้น้ำที่เหมาะสม เช่น ไม่ส่งเสริมหรือลดกิจกรรมที่ใช้น้ำมากหรือใช้น้ำสิ้นเปลือง น้ำกิจการทางด้านการเกษตร และอุตสาหกรรม

(8) ศึกษาความเป็นไปได้ และส่งเสริมให้มีการใช้น้ำซ้ำ (water reuse) และการนำน้ำเสียไปใช้ประโยชน์

บทที่ 6
บทสรุป และข้อเสนอแนะ

(1) แม่น้ำที่ทำการศึกษาประกอบด้วยแม่น้ำปิง-วัง-ยม-น่าน ซึ่งเป็นแม่น้ำสานหลักของลุ่มน้ำภาคเหนือ กับแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งเป็นแม่น้ำสายหลักของลุ่มน้ำภาคกลาง

(2) จากการศึกษาพบว่าแม่น้ำช่วงที่ไหลผ่านชุมชนหนาแน่นดังเช่น เทศบาลเมืองต่างๆ แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในทางลบ แต่ยังไม่ถึงระดับที่รุนแรง แต่ในหลายบริเวณมีจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่สูงเกินระดับความเหมาะสมของคุณภาพน้ำดิบเพื่อการผลิตประปา

(3) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าสารอาหาร (N และ P) มีอยู่ในปริมาณต่ำ N ในรูปของ NH_3 ส่วนใหญ่พบอยู่ในระดับที่ตรวจวัดไม่ได้ อย่างไรก็ตามพบแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของสารอาหารจากการระบายน้ำทิ้งชุมชน โดยจะสังเกตเห็นได้ชัดเจนในแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณตั้งแต่ตำบลสำแล ลงมาจนถึงปากแม่น้ำ (รวมทั้งพบว่ามีการเพิ่มขึ้นของ NH_3-N ในระดับสูงด้วย)

(4) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำสำคัญ คือ อ่างเก็บน้ำ เขื่อนภูมิพล และเขื่อนสิริกิติ์มีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ความต้องการปริมาณน้ำใช้ในด้านต่างๆ เช่น น้ำชลประทาน น้ำบริโภค-อุปโภค (น้ำประปา) มีเพิ่มสูงขึ้น และขณะเดียวกันปริมาณน้ำเสีย (และรวมถึงสารอาหารที่มีอยู่ในน้ำเสีย) ที่ถูกระบายลงสู่แม่น้ำก็มีแนวโน้มสูงขึ้นตามปริมาณน้ำใช้ที่เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของค่าความเข้มข้นของมลสารต่างๆ ซึ่งรวมถึงสารอาหารในแม่น้ำจึงเป็นไปได้สูง

(5) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า N เป็นสารอาหารที่เป็น limiting factor ของทุกแม่น้ำ ยกเว้นบริเวณท้ายแม่น้ำเจ้าพระยาในช่วง high flow ที่พบว่า P เป็น limiting nutrient

(6) การกำจัด P ออกจากน้ำเสียทำได้ง่ายและป้องกันปัญหา River Eutrophication ได้ ถึงแม้ว่าจากการศึกษาจะพบว่า N เป็น limiting nutrient ก็ตาม เนื่องจาก P ส่วนใหญ่มีแหล่งกำเนิดจากน้ำเสียชุมชน แต่ N นั้นมีแหล่งกำเนิดหลายแหล่งทั้งจากธรรมชาติ และจาก human activities อื่นๆ

(7) การควบคุม N ในแม่น้ำอาจจำเป็นถ้า

(ก) มีแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของแอมโมเนียจนถึงระดับที่เป็นอันตรายต่อปลา

(ข) มีแนวโน้มของการขาดแคลนออกซิเจนในแหล่งน้ำ (ดังนั้นต้องควบคุม Org. N และแอมโมเนีย)

(ค) มีแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของปริมาณไนเตรตจนถึงระดับที่เป็นอันตรายต่อการบริโภค

(8) ชุมชนหนาแน่นระดับเทศบาลเมืองที่อยู่ริมแม่น้ำที่ศึกษา ยังมีระบบบำบัดน้ำเสียไม่ครบทุกแห่ง (มีเพียง 48 เปอร์เซ็นต์ของชุมชนทั้งหมด)

(9) การบำบัดน้ำเสียมุ่งเน้นในการลดปัญหาความเน่าเสียของแม่น้ำ โดยการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน ซึ่งมีประสิทธิภาพในการลดสารอินทรีย์เป็นหลัก ดังนั้นยังคงมีสารอาหารถูกระบายลงสู่แหล่งน้ำแม้ว่าจะมีการบำบัดแล้วก็ตาม

(10) ระบบรวบรวมน้ำเสีย ส่วนใหญ่เป็นระบบ Combined Sewer ดังนั้น ผลกระทบต่อคุณภาพของแม่น้ำจาก CSO ควรได้รับการพิจารณา

(11) สังเกตว่าระบบบำบัดน้ำเสียของกรุงเทพมหานคร เป็นระบบ AS ทั้งหมดซึ่งเป็นระบบที่ต้องการ Skilled Person งบลงทุนและดำเนินการสูง สิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้า มีปัญหาเรื่องการกำจัด Sludge ตามมา และมีเพียง 2 แห่งเท่านั้นที่มีระบบกำจัดสารอาหาร

(12) การเตรียมการทางด้านผังการใช้ที่ดิน จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับชุมชนหนาแน่น (เทศบาลเมือง) เพื่อให้มีการจัดเตรียมพื้นที่สำหรับใช้ในการบำบัดน้ำเสียได้อย่างพอเพียงในอนาคต รวมทั้งสามารถเลือกใช้ระบบ Natural Treatment System ได้ (แต่ต้องใช้พื้นที่มาก ดังนั้นจึงต้องเตรียมการล่วงหน้า)

(13) ระบบ Natural Treatment System มีข้อดีหลายๆ ประการ เมื่อเปรียบเทียบกับระบบ AS ดังนี้

- ไม่ต้องการ Skilled Person
- งบลงทุนและดำเนินการต่ำ (ยกเว้นค่าที่ดิน)
- ไม่สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า
- ไม่มีปัญหาเรื่องการกำจัด Sludge
- คุณภาพน้ำทิ้งอยู่ในเกณฑ์ดี
- ถ้าออกแบบให้เหมาะสมสามารถลด Nutrient, Pathogens และสารพิษอื่นๆ ได้ดี
- สามารถนำน้ำทิ้งที่บำบัดแล้วไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้ (ซึ่งต้องขึ้นอยู่กับการเตรียมการทางด้านการจัดผังการใช้ที่ดินของชุมชนแต่ละแห่ง) และสามารถใช้ประโยชน์อื่นๆ ได้อีก

(14) เพื่อให้การควบคุมและป้องกันการเกิดปัญหา River Eutrophication เป็นไปด้วยดี จึงต้องมีการศึกษาวางแผนและหามาตรการควบคุมปริมาณสารอาหารที่เติมลงสู่แหล่งน้ำที่มีแหล่งกำเนิดมาจาก Nonpoint (Diffuse) Source

(15) มาตรการควบคุมสารอาหารจาก Nonpoint source ประกอบด้วย

- การอนุรักษ์ป่าไม้และดิน
- การปลูกป่าไม้/พืชคลุมดิน ในบริเวณที่มีการกัดเซาะของดินได้ง่าย (highly erodible land)
- การควบคุมการใช้ปุ๋ยเคมี และสนับสนุนการใช้ปุ๋ยอินทรีย์

- การจัดทำ Buffer Strip ตามแนวริมแม่น้ำในบริเวณที่ติดกับพื้นที่เกษตรกรรม และปลูกหญ้าคลุมดิน
- การจัดสร้าง Detention Basin เพื่อลด Peak ของ Storm flow, Urban Runoff และ Agricultural Runoff รวมทั้งการนำ Storm flow มาใช้ประโยชน์และกำจัดออกไปโดยวิธีอื่นๆ โดยไม่ระบายลงสู่แม่น้ำโดยตรง เช่น วิธี Partial Infiltration เป็นต้น
- การควบคุมน้ำไหลออกจากพื้นที่ Feedlots

(16) การกำหนดค่า P และ N ในมาตรฐานน้ำทิ้ง เช่น น้ำทิ้งชุมชน น้ำทิ้งอุตสาหกรรม เป็นต้น

(17) ศึกษา และสนับสนุนการใช้น้ำซ้ำ และการนำน้ำเสียกลับมาใช้ประโยชน์

บรรณานุกรม

APHA, AWWA, WEF, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 19 th. ed., Washington, DC, 1995

Chapra, S.C., *Surface Water Quality Modelling*, McGraw-Hill, Singapore, 1997

Darley, W.M., *Algal Biology: A Physiological Approach*, Blackwell Scientific Publications, U.K., 1982

Hammer , M.J. and K.A. Makichan, *Hydrology and Quality of Water Resources*, John-Willey & Sons, USA, 1981

Metcalf & Eddy, *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*, 3 rd.ed., McGraw- Hill, Singapore, 1991

Moss, B., *Ecology of Fresh Waters*, Bladewell Scientific Publication, London, 1980

Novotny, V., and Harvey Olen, *Water Quality: Prevention, Identification, and Management of Diffuse Pollution*, Van Nostrand Reinhold, USA, 1994

Palmer, C.M., *Algae and Water Pollution*, Tonbridge Printers Ltd., England, 1980

Sawyer, C.N., P.L. McCarty, and G.F. Parkin, *Chemistry for Environmental Engineering*, 4 th.ed., McGraw-Hill, Singapore, 1994

UNESCO, WHO,UNEP, *Water Quality Assessment*, 2nd .ed., Deborah Chapman editor, E&FN SPON

US.EPA., *Quality Criteria for Water*, US. Environmental Protection Agency, Washington, DC, 1976

US.EPA., *Water Quality Criteria* Environmental Protection Agency, US. Environmental Protection Agency, Washington, DC, 1972

Viessman,W.,Jr.and M.J.Hammer, *Water Supply and Pollution Control*, 5 th.ed., Harper Collins College Publishers, USA, 1993

Wood, Garwin, *An Assessment of Eutrophication in Australia Inland Waters*, Australian Water Resource Council, Technical Paper No. 15, Australian Government Publishing Service, Canbera, 1980