บทที่ 3

ผลและการอภิปรายผล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เก็บตัวอย่างตะกอนโคลนของโรงกรองประปาที่ใช้น้ำดิบจากแม่น้ำตาปี-พุมดวงในการผลิตน้ำประปา ซึ่งจะเก็บตัวอย่างตะกอนโคลนใน 2 ช่วง คือช่วงหน้าแล้ง และช่วงหน้าฝนโดยจะเก็บตัวอย่างตะกอนโคลนในสถานีพักน้ำดิบในระบบโรงกรองประปา และนำตะกอนโคลนมาศึกษาปริมาณของรูปแบบทางเคมีต่าง ๆ ของตะกั่วและแคดเมียม ได้ผลดังต่อไปนี้

ผลการควบคุมคุณภาพในการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและแคดเมียมในตะกอนโคลน

จากการทดสอบหาสัมประสิทธิ์ในการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและแคดเมียมในตะกอนโคลน พบว่าวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์หาระดับตะกั่วและแคดเมียม มีค่าดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน(coefficient of variation, C.V.)

ตะกั่วมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน ร้อยละ 2.57

แคดเมียมค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน ร้อยละ 2.83

ค่าความถูกต้อง(accuracy)

ตะกั่วมีค่าความถูกต้อง ร้อยละ 96.32

แคดเมียมมีค่าความถูกต้อง ร้อยละ 97.01

ขีดจำกัดของการตรวจหา(detection limit)

ขีดจำกัดของการตรวจหาตะกั่ว มีค่า 0.3 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม

ขีดจำกัดของการตรวจหาแคดเมียม มีค่า 0.1 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม

ผลการศึกษาตัวอย่างน้ำ

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ที่ใช้ในการทำน้ำประปาจากแม่น้ำตาปี-พุมดวงของการเก็บตัวอย่างช่วงหน้าแล้งและช่วงหน้าฝน ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ได้แสดงไว้ในตาราง 6 และ 7

ตาราง 6 ระดับความเข้มข้นรวมของตะกั่วและแคดเมียมในน้ำดิบจากแม่น้ำตาปี-พุมดวง

สถานี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัม/ลิตร)					
	ตะกั่ว			แคดเมียม		
	ช่วงหน้าแล้ง	ช่วงหน้าฝน	ค่าเฉลี่ยตลอดปี	ช่วงหน้าแล้ง	ช่วงหน้าฝน	ค่าเฉลี่ยตลอดปี
พระแสง	40.31	44.91	43.76	0.93	1.34	1.24
เคียนซา	18.58	20.77	20.22	0.58	0.79	0.74
พุนพิน	15.59	19.12	18.24	0.19	0.28	0.26
คีรีรัฐนิคม	12.12	21.80	19.38	0.21	0.47	0.41

ตาราง 7 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำดิบจากแม่น้ำตาปี-พุมดวง

สถานี	คุณสมบัติทางกายภาพ					
	อุณหภูมิ(C°)			pH		
	ช่วงหน้าแล้ง	ช่วงหน้าฝน	ค่าเฉลี่ยตลอดปี	ช่วงหน้าแล้ง	ช่วงหน้าฝน	ค่าเฉลี่ยตลอดปี
พระแสง	26.0	30.78	29.59	7.80	5.72	6.24
เคียนซา	28.1	30.85	30.16	7.45	6.02	6.38
พุนพิน	27.0	30.01	29.26	7.41	5.96	6.32
คีรีรัฐนิคม	26.0	29.16	28.37	7.20	5.71	6.08

ระดับความเข้มข้นรวมของตะกั่วและแคดเมียมในตะกอนโคลนจำแนกตามสถานี

1. ตะกั่ว

ผลการศึกษาพบว่า ในช่วงหน้าแล้งสถานีพระแสงมีระดับความเข้มข้นรวมของตะกั่วมากที่สุด คือ 25.48 $\pm$ 0.767 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และช่วงหน้าฝนพบว่า สถานีคีรีรัฐนิคมมีระดับความเข้มข้นรวมของตะกั่วมากที่สุด คือ 20.89 $\pm$ 1.455 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ระดับความเข้มข้นรวมโดยเฉลี่ยตลอดปีของตะกั่วในตะกอนโคลนจากสถานีโรงกรองที่ใช้น้ำดิบจากแม่น้ำตาปี มีค่าสูงสุดที่สถานีพระแสง 19.70$\pm$1.359 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนสถานีคีรีรัฐนิคมซึ่งใช้น้ำดิบจาก

แม่น้ำพุมดวง ระดับความเข้มข้นรวมโดยเฉลี่ยตลอดปีของตะกั่วในตะกอนโคลน มีค่า 20.82±1.448 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รายละเอียด ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 ระดับความเข้มข้นรวมโดยเฉลี่ยตลอดปีของตะกั่วในตะกอนโคลนในช่วงหน้าแล้ง และในช่วงหน้าฝน รายงานเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
(หน่วย = มิลลิกรัม/กิโลกรัม)

สถานีเก็บตัวอย่าง	ระดับความเข้มข้น		
	ช่วงหน้าแล้ง	ช่วงหน้าฝน	ค่าเฉลี่ยตลอดปี
พระแสง	25.48 ± 0.767	17.77 ± 1.556	19.70±1.359
เคียนซา	18.57 ± 0.970	17.93 ± 1.790	18.09±1.585
พุนพิน	22.74 ± 1.226	18.67 ± 1.251	19.69±1.245
คีรีรัฐนิคม	20.60 ± 1.426	20.89 ± 1.455	20.82±1.448

2. แคดเมียม

ผลการศึกษาพบว่า ในช่วงหน้าแล้งสถานีพระแสงมีระดับความเข้มข้นรวมของแคดเมียมมากที่สุด คือ 0.12 ± 0.031 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และช่วงหน้าฝนพบว่า สถานีพุนพินมีระดับความเข้มข้นรวมของแคดเมียมมากที่สุด คือ 0.25 ± 0.026 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ระดับความเข้มข้นรวมโดยเฉลี่ยตลอดปีของแคดเมียมในตะกอนโคลนจากสถานีโรงกรองที่ใช้น้ำดิบจากแม่น้ำตาปี มีค่าสูงสุดที่สถานีพุนพินคือ 0.21 ± 0.023 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนสถานีคีรีรัฐนิคมซึ่งใช้น้ำดิบจากแม่น้ำพุมดวง ระดับความเข้มข้นรวมโดยเฉลี่ยตลอดปีของแคดเมียมในตะกอนโคลน มีค่า 0.06± 0.014 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รายละเอียดดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 ระดับความเข้มข้นรวมโดยเฉลี่ยตลอดปีของแคดเมียมในตะกอนโคลนในช่วงหน้าแล้งและในช่วงหน้าฝน รายงานเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
(หน่วย = มิลลิกรัม/กิโลกรัม)

สถานีเก็บตัวอย่าง	ระดับความเข้มข้น		
	ช่วงหน้าแล้ง	ช่วงหน้าฝน	ค่าเฉลี่ยตลอดปี
พระแสง	0.12 ± 0.031	0.25 ± 0.036	0.21± 0.035
เคียนซา	0.07 ± 0.021	0.14 ± 0.040	0.12± 0.035
พุนพิน	0.07 ± 0.012	0.25 ± 0.026	0.21± 0.023
คีรีรัฐนิคม	0.10 ± 0.020	0.04 ± 0.012	0.06± 0.014

ผลการวิเคราะห์รูปแบบทางเคมีต่างๆ ของตะกั่วในตะกอนโคลนของโรงกรองประปาในหน้าแล้ง ได้แสดงไว้ในตาราง 10 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- รูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยนอิออนได้ ตรวจพบทุกสถานีโรงกรองประปา พบปริมาณมากที่สุดที่สถานีเคียนซา มีค่า 0.20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 1 ของปริมาณรวม) รองลงมาคือสถานีพระแสง มีค่า 0.09 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 0.37 ของปริมาณรวม) สถานีคีรีรัฐนิคม มีค่า 0.07 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 0.43 ของปริมาณรวม)และพบน้อยที่สุดที่สถานีพุนพิน มีค่า 0.06 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็น ร้อยละ 0.28 ของปริมาณรวม)
- รูปแบบที่ถูกดูดซับกับคาร์บอเนต ตรวจพบทุกสถานีโรงกรองประปายกเว้นสถานีคีรีรัฐนิคม พบปริมาณมากที่สุดที่สถานีพระแสง มีค่า 1.56 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 6 ของปริมาณรวม) รองลงมาคือสถานีเคียนซา มีค่า 0.31 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 2 ของประมาณรวม) และพบน้อยสุดที่สถานีพุนพิน มีค่า 0.15 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 0.71 ของปริมาณรวม)
- รูปแบบที่ดูดซับอยู่กับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ ตรวจพบทุกสถานีโรงกรองประปา พบปริมาณมากที่สุดที่สถานีพระแสง มีค่า 5.97 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 24 ของปริมาณรวม) รองลงมาคือสถานีพุนพิน มีค่า 3.89 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 18 ของปริมาณรวม) สถานีเคียนซา มีค่า 3.65 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 22 ของปริมาณรวม) และพบน้อยที่สุดที่สถานีคีรีรัฐนิคม มีค่า 2.63 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 17 ของปริมาณรวม)

- รูปแบบที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์ ตรวจพบทุกสถานีโรงกรองประปา พบปริมาณมากสุดที่สถานีพุนพิน มีค่า 6.35 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 30 ของปริมาณรวม) รองลงมาคือสถานีเคียนซา มีค่า 5.67 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 34 ของปริมาณรวม) สถานีพระแสง มีค่า 4.71 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 19 ของปริมาณรวม) และพบน้อยที่สุดที่สถานีคีรีรัฐนิคม มีค่า 3.94 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 25 ของปริมาณรวม)

- รูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ ตรวจพบทุกสถานีโรงกรองประปา พบปริมาณมากสุดที่สถานีพระแสง มีค่า 12.32 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 50 ของปริมาณรวม) รองลงมาคือสถานีพุนพิน มีค่า 10.71 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 51 ของปริมาณรวม) สถานีคีรีรัฐนิคม มีค่า 9.28 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 58 ของปริมาณรวม) และน้อยสุดที่สถานีเคียนซา มีค่า 6.89 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 41 ของปริมาณรวม)

ตาราง 10 ระดับความเข้มข้นของรูปแบบทางเคมีต่าง ๆ ของตะกั่วในตะกอนโคลนจากการเก็บตัวอย่างในช่วงหน้าแล้ง รายงานเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วย = มิลลิกรัม/กิโลกรัม)

สถานีเก็บตัวอย่าง	Exchangeable form	Carbonate form	Oxide form	Organic form	Residual form	รวม
พระแสง	0.09 ±0.047	1.56±0.502	5.97±1.345	4.71±1.910	12.32±1.265	24.65±0.191
เคียนซา	0.20 ±0.107	0.31±0.115	3.65±0.330	5.07±1.184	6.89 ± 0.372	16.12±1.580
พุนพิน	0.06 ±0.029	0.15±0.007	3.89±1.173	6.35±0.614	10.71±2.180	21.16±1.302
คีรีรัฐนิคม	0.07±0.015	ND	2.63±1.292	3.94±1.451	9.28 ±1.957	15.93±1.845

ND = ตรวจไม่พบ (< 0.0003 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ผลการวิเคราะห์รูปแบบทางเคมีต่างๆ ของแคดเมียมในตะกอนโคลนของโรงกรองประปาในหน้าแล้ง ได้แสดงไว้ในตาราง 11 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- รูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยนอิออนได้ ตรวจพบทุกสถานียกเว้นสถานีเคียนซา พบปริมาณมากสุดที่สถานีคีรีรัฐนิคม มีค่า 0.04 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 50 ของปริมาณรวม) รองลงมาคือสถานีพระแสง มีค่า 0.03 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 38 ของปริมาณรวม) และสถานีพุนพิน มีค่า 0.02 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 100 ของปริมาณรวม)

- รูปแบบที่ถูกดูดซับกับคาร์บอเนต ตรวจพบ 2 สถานีคือ สถานีคีรีรัฐนิคม มีค่า 0.04 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 50 ของปริมาณรวม) และสถานีพระแสง มีค่า 0.04 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 50 ของปริมาณรวม) ไม่พบที่สถานีเคียนซาและสถานีพุนพิน

- รูปแบบที่ดูดซับอยู่กับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ ตรวจพบสถานีเดียวคือสถานีพระแสง มีค่า 0.01 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 12 ของปริมาณรวม) ไม่พบที่สถานีคีรีรัฐนิคม สถานีเคียนซาและสถานีพุนพิน

- รูปแบบที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์ ตรวจพบสถานีเดียวคือสถานีเคียนซา มีค่า 0.02 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 100 ของปริมาณรวม) ไม่พบที่สถานีคีรีรัฐนิคม สถานีพุนพินและสถานีพระแสง

- รูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ ไม่พบทุกสถานีโรงกรอง

ตาราง 11 ระดับความเข้มข้นของรูปแบบทางเคมีต่าง ๆ ของแคดเมียมในตะกอนโคลนจากการเก็บตัวอย่างในช่วงหน้าแล้ง รายงานเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วย = มิลลิกรัม/กิโลกรัม)

สถานีเก็บตัวอย่าง	Exchangeable form	Carbonate form	Oxide form	Organic form	Residual form	รวม
พระแสง	0.03±0.008	0.04±0.019	0.01±0.004	ND	ND	0.08±0.021
เคียนซา	ND	ND	ND	0.02±0.017	ND	0.02±0.017
พุนพิน	0.02±0.005	ND	ND	ND	ND	0.02±0.005
คีรีรัฐนิคม	0.04±0.029	0.04±0.033	ND	ND	ND	0.08±0.029

ND = ตรวจไม่พบ (< 0.0001 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ผลการวิเคราะห์รูปแบบทางเคมีต่างๆ ของตะกั่วในตะกอนโคลนของโรงกรองประปาในช่วงหน้าฝน ได้แสดงไว้ในตาราง 12 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

รูปแบบทางเคมีของตะกั่วที่พบทุกสถานีโรงกรองคือ รูปแบบที่ดูดซับอยู่กับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ รูปแบบที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์และรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ ส่วนรูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยนอิออนได้ไม่พบในสถานีพระแสงและสถานีพุนพิน และรูปแบบที่ถูกดูดซับกับคาร์บอเนตไม่พบในสถานีเคียนซา สถานีพุนพินและสถานีคีรีรัฐนิคม

- รูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยนอิออนได้ ตรวจพบ 2 สถานีคือสถานีคีรีรัฐนิคม มีค่ามากสุด 0.06 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 0.31 ของปริมาณรวม) และสถานีเคียนซา มีค่า 0.03 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 0.18 ของปริมาณรวม) ตรวจไม่พบในสถานีพระแสงและสถานีพุนพิน

- รูปแบบที่ถูกดูดซับกับคาร์บอเนต ตรวจพบสถานีเดียวคือสถานีพระแสง มีค่า 0.19 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 1 ของปริมาณรวม) ไม่พบในสถานีเคียนซา สถานีพุนพิน และสถานีคีรีรัฐนิคม

- รูปแบบที่ดูดซับอยู่กับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ตรวจพบทุกสถานีโรงกรอง พบมากที่สุดที่สถานีพระแสง มีค่า 3.95 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 24 ของปริมาณรวม) รองลงมาคือสถานีคีรีรัฐนิคม มีค่า 2.06 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 11 ของปริมาณรวม) สถานีเคียนซา มีค่า 1.43 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 9 ของปริมาณรวม) และพบน้อยสุดคือสถานีพุนพิน มีค่า 1.36 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 9 ของปริมาณรวม)

- รูปแบบที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์ ตรวจพบทุกสถานีโรงกรองพบมากสุดที่สถานีคีรีรัฐนิคม มีค่า 4.22 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 22 ของปริมาณรวม) รองลงมาคือสถานีพุนพิน มีค่า 1.60 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 10 ของปริมาณรวม) สถานีเคียนซา มีค่า 0.81 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 5 ของปริมาณรวม) และพบน้อยสุดที่สถานีพระแสง มีค่า 0.35 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 2 ของปริมาณรวม)

- รูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ ตรวจพบทุกสถานีพบมากสุดที่สถานีเคียนซา มีค่า 14.20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 86 ของปริมาณรวม) รองลงมาคือสถานีพุนพิน มีค่า 13.30 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 82 ของปริมาณรวม) สถานีคีรีรัฐนิคม มีค่า 12.87 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 67 ของปริมาณรวม)และพบน้อยสุดที่สถานีพระแสง มีค่า 12.25 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 73 ของปริมาณรวม)

ตาราง 12 ระดับความเข้มข้นของรูปแบบทางเคมีต่าง ๆ ของตะกั่วในตะกอนโคลนจากการเก็บตัวอย่างในช่วงหน้าฝน รายงานเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
(หน่วย = มิลลิกรัม/กิโลกรัม)

สถานีเก็บตัวอย่าง	Exchangeable form	Carbonate form	Oxide form	Organic form	Residual form	รวม
พระแสง	ND	0.19±0.103	3.95±1.443	0.35±0.191	12.25±2.207	16.74±1.967
เคียนซา	0.03±0.028	ND	1.43±1.450	0.81±0.445	4.20±0.967	16.47±1.935
พุนพิน	ND	ND	1.36±0.843	1.60±0.969	13.30±2.978	16.26±3.227
คีรีรัฐนิคม	0.06±0.025	ND	2.06±1.482	4.22±0.789	12.87±1.005	19.21±2.729

ND = ตรวจไม่พบ (< 0.0003 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

รูปแบบทางเคมีของแคดเมียมในตะกอนโคลนช่วงหน้าฝนที่พบในทุกโรงกรองประปา คือ รูปแบบที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์ รายละเอียดดังแสดงในตาราง 13

- รูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยนอิออนได้ ตรวจพบ 2 สถานีคือสถานีพุนพินพบค่ามากสุด มีค่า 0.03 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 16 ของปริมาณรวม)และสถานีพระแสง มีค่า 0.01 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 5 ของปริมาณรวม) ไม่พบในสถานีเคียนซาและสถานีคีรีรัฐนิคม
- รูปแบบที่ถูกดูดซับกับคาร์บอเนต ตรวจพบค่ามากสุดที่สถานีพระแสง มีค่า 0.02 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 9 ของปริมาณรวม) สถานีเคียนซา มีค่า 0.01 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 7 ของปริมาณรวม) และ สถานีคีรีรัฐนิคม มีค่า 0.01 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 33 ของปริมาณรวม)ไม่พบในสถานีพุนพิน
- รูปแบบที่ดูดซับอยู่กับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ ตรวจพบค่ามากสุดที่สถานีเคียนซา มีค่า 0.11 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 79 ของปริมาณรวม) สถานีพุนพิน มีค่า 0.11 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 58 ของปริมาณรวม) และสถานีพระแสง มีค่า 0.06 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 26 ของปริมาณรวม)
- รูปแบบที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์ ตรวจพบค่ามากสุดที่สถานีพระแสง มีค่า 0.04 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 17 ของปริมาณรวม) สถานีพุนพิน มีค่า 0.02 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

(คิดเป็นร้อยละ 11 ของปริมาณรวม) และสถานีเคียนซา มีค่า 0.02 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 14 ของปริมาณรวม)

- รูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ ตรวจพบ 2 สถานีคือสถานีพระแสง มีค่า 0.10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 43 ของปริมาณรวม) และสถานีพุนพิน มีค่า 0.02 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 11 ของปริมาณรวม)

ตาราง 13 ระดับความเข้มข้นของรูปแบบทางเคมีต่าง ๆ ของแคดเมียมในตะกอนโคลนจากการเก็บตัวอย่างในช่วงหน้าฝน รายงานเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
(หน่วย = มิลลิกรัม/กิโลกรัม)

สถานีเก็บตัวอย่าง	Exchangeable form	Carbonate form	Oxide form	Organic form	Residual form	รวม
พระแสง	0.01±0.004	0.02±0.022	0.06±0.023	0.04±0.023	0.10±0.029	0.23±0.030
เคียนซา	ND	0.01±0.000	0.11±0.010	0.02±0.010	ND	0.14±0.023
พุนพิน	0.03±0.019	ND	0.11±0.024	0.03±0.004	0.02±0.010	0.19±0.017
คีรีรัฐนิคม	ND	0.01±0.004	ND	0.02±0.013	ND	0.03±0.013

ND = ตรวจไม่พบ (< 0.0001 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

รูปแบบทางเคมีของตะกั่วและแคดเมียมจำแนกตามสถานี

1. ตะกั่ว พบว่าตะกั่วกระจายอยู่ในทุกรูปแบบทางเคมี โดยจะพบมากในรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ รูปแบบที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์และรูปแบบที่ดูดซับอยู่กับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ ทั้งสามรูปแบบพบในปริมาณใกล้เคียงกันทั้ง 4 สถานีโรงกรอง ดังแสดงไว้ในตาราง 14

- รูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ จะมีปริมาณใกล้เคียงกันทุกสถานี มีพิสัยระหว่าง6.89-14.20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 42-87 ของปริมาณรวม) มีปริมาณค่าเฉลี่ยตลอดปีมากที่สุดที่สถานีพุนพิน มีค่า 12.65 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

- รูปแบบที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์ จะมีปริมาณใกล้เคียงกันทุกสถานี มีพิสัยระหว่าง 0.35-6.35 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 2-30 ของปริมาณรวม) มีปริมาณค่าเฉลี่ยตลอดปีมากที่สุดที่สถานีคีรีรัฐนิคม มีค่า 4.15 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

- รูปแบบที่ดูดซับอยู่กับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์มีปริมาณใกล้เคียงกันทุกสถานี มีพิสัยระหว่าง 1.36-5.97 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 8-24 ของปริมาณรวม) มีปริมาณค่าเฉลี่ยตลอดปีมากที่สุดที่สถานีพระแสง มีค่า 4.46 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

- รูปแบบที่ถูกดูดซับกับคาร์บอเนต พบค่าทุกสถานี ยกเว้นสถานีคีรีรัฐนิคม มีพิสัยระหว่าง ND -1.56 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 0.002 - 6 ของปริมาณรวม) มีปริมาณค่าเฉลี่ยมากที่สุดที่สถานีพระแสง มีค่า 0.53 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

- รูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยนอิออนได้ พบในทุกสถานีโรงกรอง มีพิสัยระหว่าง ND-0.20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 0.002 -1 ของปริมาณรวม) มีปริมาณค่าเฉลี่ยตลอดปีมากที่สุดที่สถานีเคียนซา มีค่า 0.07 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

ตาราง 14 ระดับความเข้มข้นเฉลี่ยตลอดปีของรูปแบบทางเคมีต่างๆ ของตะกั่วในตะกอนโคลน ในช่วงหน้าแล้ง และ ในช่วงหน้าฝน (หน่วย = มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

สถานี	สถานีพระแสง			สถานีเคียนซา			สถานีพุนพิน			สถานีดีรีรัฐนิคม		
รูปแบบทางเคมี	ช่วงหน้าแล้ง	ช่วงหน้าฝน	ค่าเฉลี่ยตลอดปี	ช่วงหน้าแล้ง	ช่วงหน้าฝน	ค่าเฉลี่ยตลอดปี	ช่วงหน้าแล้ง	ช่วงหน้าฝน	ค่าเฉลี่ยตลอดปี	ช่วงหน้าแล้ง	ช่วงหน้าฝน	ค่าเฉลี่ยตลอดปี
Exchangeable form	0.09	ND	0.02	0.20	0.03	0.07	0.06	ND	0.02	0.07	0.06	0.06
Carbonate form	1.56	0.19	0.53	0.31	ND	0.08	0.15	ND	0.04	ND	ND	ND
Iron and manganese oxide form	5.97	3.95	4.46	3.65	1.43	1.99	3.89	1.36	1.99	2.63	2.06	2.20
Organic form	4.71	0.35	1.44	5.07	0.81	1.88	6.35	1.60	2.79	3.94	4.22	4.15
Residual form	12.32	12.25	12.26	6.89	4.20	4.87	10.71	13.30	12.65	9.28	12.87	11.97
ปริมาณรวม	24.65	16.74	18.72	16.12	6.47	8.89	21.16	16.26	17.49	15.9	19.21	18.39

ND = ตรวจไม่พบ (< 0.0003 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

2. แคดเมียม พบว่ามีเพียงรูปแบบที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์เท่านั้นที่พบในทุกสถานี และสถานีพระแสงเพียงสถานีเดียวที่มีปริมาณแคดเมียมกระจายอยู่ในทุกรูปแบบทางเคมี ส่วนสถานีเคียนซา ไม่พบในรูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยนอิออนได้และรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ สถานีพุนพินไม่พบในรูปแบบที่ถูกดูดซับกับคาร์บอเนตและสถานีคีรีรัฐนิคมไม่พบในรูปแบบที่ดูดซับอยู่กับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์และรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ รายละเอียดดังแสดงในตาราง 15

- รูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยนอิออนได้ พบว่าทุกสถานีที่พบมีค่าใกล้เคียงกัน มีพิสัยระหว่าง ND - 0.04 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 0.07 - 50 ของปริมาณรวม) มีปริมาณค่าเฉลี่ยตลอดปีมากสุดที่สถานีพุนพิน มีค่า 0.03 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
- รูปแบบที่ถูกดูดซับกับคาร์บอเนต พบว่า ทุกสถานีที่พบมีค่าใกล้เคียงกัน มีพิสัยระหว่าง ND -0.04 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 0.05 -50 ของปริมาณรวม) มีปริมาณค่าเฉลี่ยตลอดปีมากสุดที่สถานีพระแสง มีค่า 0.03 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
- รูปแบบที่ดูดซับอยู่กับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ พบว่า ทุกสถานีที่พบมีค่าใกล้เคียงกัน มีพิสัยระหว่าง ND - 0.11 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(คิดเป็นร้อยละ 0.125 - 79 ของปริมาณรวม) มีปริมาณค่าเฉลี่ยตลอดปีมากสุดที่สถานีเคียนซา มีค่า 0.08 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
- รูปแบบที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์ พบในทุกสถานี มีพิสัยระหว่าง ND-0.04 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 0.125 - 17 ของปริมาณรวม) มีปริมาณค่าเฉลี่ยตลอดปีมากที่สุดที่สถานีพระแสงมีค่า 0.03 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
- รูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ พบว่า ทุกสถานีที่พบ มีพิสัยระหว่าง ND-0.10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 0.125 - 43 ของปริมาณรวม) มีปริมาณค่าเฉลี่ยตลอดปีมากที่สุดที่สถานีพระแสง มีค่า 0.08 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

ตาราง 15 ระดับความเข้มข้นเฉลี่ยตลอดปีของรูปแบบทางเคมีต่างๆ ของแคดเมียมในตะกอนโคลน ในช่วงหน้าแล้ง และ ในช่วงหน้าฝน (หน่วย = มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

สถานี	สถานีพระแสง			สถานีเคียนซา			สถานีพุนพิน			สถานีดีรีรัฐนิคม		
รูปแบบทางเคมี	ช่วงหน้าแล้ง	ช่วงหน้าฝน	ค่าเฉลี่ยตลอดปี	ช่วงหน้าแล้ง	ช่วงหน้าฝน	ค่าเฉลี่ยตลอดปี	ช่วงหน้าแล้ง	ช่วงหน้าฝน	ค่าเฉลี่ยตลอดปี	ช่วงหน้าแล้ง	ช่วงหน้าฝน	ค่าเฉลี่ยตลอดปี
Exchangeable form	0.03	0.01	0.02	ND	ND	ND	0.02	0.03	0.03	0.04	ND	0.01
Carbonate form	0.04	0.02	0.03	ND	0.01	0.01	ND	ND	ND	0.04	0.01	0.02
Iron and manganese oxide form	0.01	0.06	0.05	ND	0.11	0.08	ND	0.11	0.08	ND	ND	ND
Organic Form	ND	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	ND	0.03	0.02	ND	0.02	0.02
Residual form	ND	0.10	0.08	ND	ND	ND	ND	0.02	0.02	ND	ND	ND
ปริมาณรวม	0.08	0.23	0.19	0.02	0.14	0.11	0.02	0.19	0.15	0.08	0.03	0.04

ND = ตรวจไม่พบ (< 0.0001 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของรูปแบบทางเคมีต่างๆ ของตะกั่วในช่วงหน้าแล้งกับช่วงหน้าฝน

- ในสถานีพระแสง พบว่า ทุกรูปแบบทางเคมีของตะกั่วในช่วงหน้าแล้งและช่วงหน้าฝน มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$) ยกเว้นรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p > 0.05$)
- -ในสถานีเคียนซา พบว่า ทุกรูปแบบทางเคมีของตะกั่วในช่วงหน้าแล้งและช่วงหน้าฝน มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$) ยกเว้นรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p > 0.05$)
- ในสถานีพุนพิน พบว่า ทุกรูปแบบทางเคมีของตะกั่วในช่วงหน้าแล้งและช่วงหน้าฝนมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$) ยกเว้นรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ไม่มีความแตกต่างอย่างกันมีนัยสำคัญ($p > 0.05$)
- ในสถานีคีรีรัฐนิคม พบว่า ทุกรูปแบบทางเคมีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p > 0.05$) ยกเว้นรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และไม่พบในรูปแบบที่ถูกดูดซับกับคาร์บอเนต

ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของรูปแบบทางเคมีต่างๆ ของแคดเมียมในช่วงหน้าแล้งกับช่วงหน้าฝน

- ในสถานีพระแสง พบว่า ทุกรูปแบบทางเคมีของแคดเมียมในช่วงหน้าแล้งและช่วงหน้าฝนมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$) ยกเว้นรูปแบบที่สามารถดูดซับกับคาร์บอเนตไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p > 0.05$)
- ในสถานีเคียนซา พบว่า ไม่พบแคดเมียมในรูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยนอิออนได้ และรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ทั้งในช่วงหน้าแล้งและช่วงหน้าฝน ส่วนในรูปแบบที่ดูดซับกับคาร์บอเนตและรูปแบบที่ดูดซับกับอยู่กับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ พบว่าในช่วงหน้าฝนและช่วงหน้าแล้ง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$) ส่วนรูปแบบที่ดูดซับกับสารอินทรีย์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p > 0.05$)
- ในสถานีพุนพิน พบว่า ไม่พบแคดเมียมในรูปแบบที่สามารถดูดซับกับคาร์บอเนต ส่วนในรูปแบบที่ดูดซับกับอยู่กับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ รูปแบบที่สามารถอยู่ร่วมกับสาร

อินทรีย์และรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ พบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$) ส่วนรูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยนอิออนได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p > 0.05$)

-ในสถานคีรีรัฐนิคม พบว่า รูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยนอิออนได้และรูปแบบที่สามารถอยู่ร่วมกับสารอินทรีย์ได้ในช่วงหน้าแล้งและช่วงหน้าฝน พบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$) ส่วนรูปแบบที่ดูดซับกับคาร์บอเนตไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p > 0.05$) และไม่พบแคดเมียมในรูปแบบที่ดูดซับกับอยู่กับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์และรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่

ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของรูปแบบทางเคมีต่างๆ ของตะกั่วในตะกอนโคลนระหว่างสถานีโรงกรองในช่วงหน้าแล้ง

- ความเข้มข้นของรูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยนอิออนได้ พบว่าทุกสถานีโรงกรองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p > 0.05$)
- ความเข้มข้นของรูปแบบที่สามารถดูดซับกับคาร์บอเนต พบว่าทุกสถานีโรงกรองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$)
- ความเข้มข้นของรูปแบบที่สามารถดูดซับกับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ พบว่าทุกสถานีโรงกรองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$)
- ความเข้มข้นของรูปแบบที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์ พบว่าทุกสถานีโรงกรองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p > 0.05$)
- ความเข้มข้นของรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ พบว่าทุกสถานีโรงกรองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$)

ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของรูปแบบทางเคมีต่างๆ ของแคดเมียมในตะกอนโคลนช่วงหน้าแล้ง

- ความเข้มข้นของรูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยนอิออนได้ พบว่าทุกสถานีโรงกรองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$)
- ความเข้มข้นของรูปแบบที่สามารถดูดซับกับคาร์บอเนต พบว่าทุกสถานีโรงกรองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$)

- ความเข้มข้นของรูปแบบที่สามารถดูดซับกับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ พบว่าทุกสถานีโรงกรองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$)
- ความเข้มข้นของรูปแบบที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์ พบว่าทุกสถานีโรงกรองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$)
- ความเข้มข้นของรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ พบว่าทุกสถานีโรงกรองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$)

ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของรูปแบบทางเคมีต่างๆ ของตะกั่วในตะกอนโคลนช่วงหน้าฝน

- ความเข้มข้นของรูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยนอิออนได้ พบว่าทุกสถานีโรงกรองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$)
- ความเข้มข้นของรูปแบบที่สามารถดูดซับกับคาร์บอเนต พบว่าทุกสถานีโรงกรองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$)
- ความเข้มข้นของรูปแบบที่สามารถดูดซับกับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ พบว่าทุกสถานีโรงกรองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$)
- ความเข้มข้นของรูปแบบที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์ พบว่าทุกสถานีโรงกรองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$)
- ความเข้มข้นของรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ พบว่าทุกสถานีโรงกรองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p > 0.05$)

ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของรูปแบบทางเคมีต่างๆ ของแคดเมียมในตะกอนโคลนช่วงหน้าฝน

- ความเข้มข้นของรูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยนอิออนได้ พบว่าทุกสถานีโรงกรองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$)
- ความเข้มข้นของรูปแบบที่สามารถดูดซับกับคาร์บอเนต พบว่าทุกสถานีโรงกรองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$)
- ความเข้มข้นของรูปแบบที่สามารถดูดซับกับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ พบว่าทุกสถานีโรงกรองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$)

- ความเข้มข้นของรูปแบบที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์ พบว่าทุกสถานีโรงกรองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p > 0.05$)

- ความเข้มข้นของรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ พบว่าทุกสถานีโรงกรองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$)

ในการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของรูปแบบทางเคมีต่างๆ ตะกั่วและแคดเมียมในตะกอนโคลนของโรงกรองประปาที่ใช้น้ำดิบจากแม่น้ำตาปี-พุมดวง ความเข้มข้นของตะกั่วและแคดเมียมในรูปแบบทางเคมีต่าง ๆ เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของตะกั่วและแคดเมียมกับสภาวะความเป็นกรด-เบส และอุณหภูมิ ได้ผลดังนี้

ก. ในหน้าแล้ง (ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545)

ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะความเป็นกรด-เบส กับรูปแบบทางเคมีต่าง ๆ ของตะกั่ว

ตะกั่วที่อยู่ในรูปแบบที่ดูดซับอยู่กับคาร์บอเนตมีความสัมพันธ์กับกรด-เบสมากที่สุด ($r = 0.939$) รองลงมาคือรูปแบบที่สามารถดูดซับกับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ ($r = 0.698$) ส่วนรูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยนอิออนได้ ($r = 0.226$) รูปแบบที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์ได้ ($r = 0.000$) รูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ ($r = 0.140$) พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับกรด-เบส

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับรูปแบบทางเคมีต่าง ๆ ของตะกั่ว

ตะกั่วที่อยู่ในรูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยนอิออนได้ ($r = 0.287$) รูปแบบที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์($r = 0.217$) มีความสัมพันธ์ต่ำกับอุณหภูมิ และรูปแบบที่สามารถดูดซับกับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์($r = -0.082$) รูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่($r = - 0.605$) พบว่ามีความสัมพันธ์ผกผันกับอุณหภูมิ ส่วนรูปแบบที่สามารถดูดซับกับคาร์บอเนต($r = 0.062$) พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ รายละเอียดดังแสดงในตาราง 16

ตาราง 16 แสดงค่า Spearman rank correlation (r) ของความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะความเป็นกรด-เบส อุณหภูมิกับรูปแบบทางเคมีต่าง ๆ ของตะกั่วในช่วงหน้าแล้ง

รูปแบบทางเคมี	Spearman rank correlation (r)	
	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะกรด-เบสกับรูปแบบทางเคมีต่างๆ	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับรูปแบบทางเคมีต่างๆ
Exchangeable form	0.226	0.287
Carbonate form	0.939	0.062
Iron and manganese oxide form	0.698	-0.082
Organic form	0.000	0.217
Residual form	0.140	-0.605

ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะความเป็นกรด-เบสกับรูปแบบทางเคมีต่าง ๆ ของแคดเมียม

แคดเมียมที่อยู่อยู่ในรูปแบบที่สามารถดูดซับกับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์มีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงกับกรด-เบส ($r = 0.769$) ส่วนรูปแบบที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์ได้มีความสัมพันธ์กับกรด-เบสต่ำ($r = 0.255$) และในรูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยนอิออนได้($r = - 0.222$) รูปแบบที่สามารถดูดซับกับคาร์บอเนต($r = - 0.025$) พบว่ามีความสัมพันธ์ผกผันกับกรด-เบส ส่วนรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่($r = 0.00$) พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับกรด-เบส

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับรูปแบบทางเคมีต่าง ๆ ของแคดเมียม

ทุกรูปแบบทางเคมีของแคดเมียมมีความสัมพันธ์ผกผันกับอุณหภูมิ ยกเว้นรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ รายละเอียดดังแสดงในตาราง 17

ตาราง 17 แสดงค่า Spearman rank correlation (r) ของความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะความเป็นกรด-เบส อุณหภูมิกับรูปแบบทางเคมีต่าง ๆ ของแคดเมียมในช่วงหน้าแล้ง

รูปแบบทางเคมี	Spearman rank correlation (r)	
	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะกรด-เบสกับรูปแบบทางเคมีต่างๆ	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับรูปแบบทางเคมีต่างๆ
Exchangeable form	-0.222	-0.851
Carbonate form	-0.025	-0.875
Iron and manganese oxide form	0.769	-0.541
Organic form	0.255	-0.806
Residual form	0.000	0.000

ข. ในหน้าฝน (ช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2545)

ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะความเป็นกรด-เบสกับรูปแบบทางเคมีต่าง ๆ ของตะกั่ว

รูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยนอิออนได้(r = -0.0.212) รูปแบบที่สามารถดูดซับกับคาร์บอเนต (r = -0.255) รูปแบบที่ดูดซับกับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ (r = -0.333) รูปแบบที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์(r = -0.403) พบว่ามีความสัมพันธ์แบบผกผันกับกรด-เบส ส่วนรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่(r = -0.341) พบว่ามีความสัมพันธ์ต่ำกับกรดเบส

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับรูปแบบทางเคมีต่าง ๆ ของตะกั่ว

รูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยนอิออนได้(r = 0.255) มีความสัมพันธ์ต่ำกับอุณหภูมิ รูปแบบที่สามารถดูดซับกับคาร์บอเนต (r = -0.016) และรูปแบบที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์(r = -0.749) มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอุณหภูมิ ส่วนรูปแบบที่ดูดซับกับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์(r = 0.016) และรูป

แบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่(r = 0.194) พบว่ามีไม่มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ รายละเอียดดังแสดงในตาราง 18

ตาราง 18 แสดงค่า Spearman rank correlation (r) ของความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะความเป็นกรด-เบส อุณหภูมิกับรูปแบบทางเคมีต่าง ๆ ของตะกั่วในช่วงหน้าฝน

รูปแบบทางเคมี	Spearman rank correlation (r)	
	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะกรด-เบสกับรูปแบบทางเคมีต่างๆ	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับรูปแบบทางเคมีต่างๆ
Exchangeable form	-0.212	0.255
Carbonate form	-0.255	-0.016
Iron and manganese oxide form	-0.333	0.016
Organic form	-0.403	-0.749
Residual form	0.341	0.194

ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะความเป็นกรด-เบสกับรูปแบบทางเคมีต่าง ๆ ของแคดเมียม

รูปแบบที่สามารถดูดซับกับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์(r = 0.895) พบว่ามีความสัมพันธ์สูงกับกรด-เบส ส่วนรูปแบบที่ดูดซับกับคาร์บอเนต(r = -0.244) รูปแบบที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์(r = -0.119) และรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่(r = -0.104) มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับกรด-เบส ส่วนรูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยนอิออนได้(r = 0.055) ไม่มีความสัมพันธ์กับกรด-เบส

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับรูปแบบทางเคมีต่าง ๆ ของแคดเมียม

รูปแบบที่สามารถดูดซับกับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์(r = 0.607) มีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงกับอุณหภูมิ ส่วนรูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยนอิออนได้(r = -0.055) รูปแบบที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์(r = -0.016) มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอุณหภูมิ ส่วนรูปแบบที่ดูดซับกับคาร์บอเนต(r = 0.244) มีความสัมพันธ์ต่ำกับอุณหภูมิ และรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่(r = 0.104) พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ รายละเอียดดังแสดงในตาราง 19

ตาราง 19 แสดงค่า Spearman rank correlation (r) ของความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะความเป็นกรด-เบส อุณหภูมิกับรูปแบบทางเคมีต่าง ๆ ของแคดเมียมในช่วงหน้าฝน

รูปแบบทางเคมี	Spearman rank correlation (r)	
	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะกรด-เบสกับรูปแบบทางเคมีต่างๆ	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับรูปแบบทางเคมีต่างๆ
Exchangeable form	0.055	-0.055
Carbonate form	-0.244	0.244
Iron and manganese oxide form	0.895	0.607
Organic form	-0.119	-0.016
Residual form	-0.104	0.104

ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นรวมของตะกั่วและแคดเมียมในน้ำประปา รายละเอียดดังแสดงในตาราง 20

ตาราง 20 ระดับความเข้มข้นรวมของตะกั่วและแคดเมียมในน้ำประปา

สถานีเก็บตัวอย่าง	ความเข้มข้น(ไมโครกรัม/ลิตร)	
	ตะกั่ว	แคดเมียม
พระแสง	ND	ND
เคียนซา	ND	ND
พุนพิน	ND	ND
คีรีรัฐนิคม	ND	ND

ND = ตรวจไม่พบ

การประเมินความเสี่ยง

โลหะหนักมีการสะสมในตะกอนดินและดิน ถ้ามีการสะสมในปริมาณที่มากเกินไปจะก่อให้เกิดมลภาวะในดินและส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ ดังนั้นจึงควรมีการประเมินผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากการสะสมของโลหะหนักในตะกอนดินและดิน อันจะส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบของตะกอนดินและดิน การแพร่กระจายสู่รากของพืช การสะสมในสัตว์และสิ่งมีชีวิตถ่ายทอดสู่ห่วงโซ่อาหารซึ่งจะส่งผลกระทบต่อมนุษย์ในที่สุด (Gupta, 1996) ในการศึกษานี้จึงได้ทำการประเมินความเสี่ยงเนื่องจากการปนเปื้อนของตะกั่วและแคดเมียมในน้ำดิบและตะกอนโคลนของโรงกรองประปาที่ใช้น้ำดิบจากแม่น้ำตาปี – พุมดวงด้วย

1. การประเมินความเสี่ยงเนื่องจากระดับความเข้มข้นรวมของตะกั่วและแคดเมียมในน้ำดิบเฉลี่ยตลอดปีอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศและมนุษย์

ในการประเมินความเสี่ยงด้วยการหาค่า hazard quotients (HQs) โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินที่ไม่ใช้น้ำทะเล ที่กำหนดให้ตะกั่วมีค่าสูงสุด 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตรและแคดเมียมมีค่าสูงสุด 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า การหาโอกาสที่อาจก่อให้เกิดอันตรายเนื่องจากการปนเปื้อนของตะกั่วและแคดเมียมในน้ำดิบ ของทุกสถานีโรงกรองมีค่าน้อยกว่า 1 ดังนั้นปริมาณของตะกั่วและแคดเมียมในน้ำดิบของแม่น้ำตาปี – พุมดวงอยู่ในระดับความเข้มข้นที่ยังไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ได้ รายละเอียดแสดงในตาราง 21 และ 22

ตาราง 21 แสดงค่า hazard quotient (HQs) ของระดับความเข้มข้นรวมของตะกั่วเฉลี่ยตลอดปีในน้ำดิบของแต่ละสถานีโรงกรอง

สถานีเก็บตัวอย่าง	ความเข้มข้น (ไมโครกรัม/ลิตร)	ค่า hazard quotient
พระแสง	43.76	0.875
เคียนซา	20.22	0.404
พุนพิน	18.24	0.364
คีรีรัฐนิคม	19.38	0.388

ตาราง 22 แสดงค่า hazard quotient (HQs) ของระดับความเข้มข้นรวมของแคดเมียมเฉลี่ยตลอดปีในน้ำดิบของแต่ละสถานีโรงกรอง

สถานีเก็บตัวอย่าง	ความเข้มข้น (ไมโครกรัม/ลิตร)	ค่า hazard quotient
พระแสง	1.24	0.248
เคียนซา	0.74	0.148
พุนพิน	0.26	0.052
คีรีรัฐนิคม	0.41	0.082

2. การประเมินความเสี่ยงเนื่องจากระดับความเข้มข้นรวมของตะกั่วและแคดเมียมเฉลี่ยตลอดปีในตะกอนโคลนที่อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศและมนุษย์

ในการประเมินความเสี่ยงด้วยการหาค่า hazard quotients (HQs) โดยเปรียบเทียบกับ sediment quality guideline (SQG) ที่กำหนดค่าต่ำสุดของตะกั่วและแคดเมียมที่ไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงเท่ากับ 31 μg/ g และ 0.6 μg/ g ตามลำดับ พบว่า การหาโอกาสที่อาจก่อให้เกิดอันตรายเนื่องจากการปนเปื้อนของตะกั่วและแคดเมียมในตะกอนโคลน ของทุกสถานีโรงกรองมีค่าน้อยกว่า 1 ดังนั้นปริมาณของตะกั่วและแคดเมียมในตะกอนโคลนของแม่น้ำตาปี – พุมดวงอยู่ในระดับความเข้มข้นที่ยังไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ได้ รายละเอียดแสดงในตาราง 23 และ 24

ตาราง 23 แสดงค่า hazard quotient (HQs) ของระดับความเข้มข้นรวมของตะกั่วเฉลี่ยตลอดปีในตะกอนโคลนของแต่ละสถานีโรงกรอง

สถานีเก็บตัวอย่าง	ความเข้มข้น(มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	ค่า hazard quotient
พระแสง	19.70±1.359	0.635
เคียนซา	18.09±1.585	0.584
พุนพิน	19.69±1.245	0.635
คีรีรัฐนิคม	20.82±1.448	0.672

ตาราง 24 แสดงค่า hazard quotient (HQs) ของระดับความเข้มข้นรวมของแคดเมียมเฉลี่ยตลอดปีในตะกอนโคลนของแต่ละสถานีโรงกรอง

สถานีเก็บตัวอย่าง	ความเข้มข้น(มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	ค่า hazard quotient
พระแสง	0.21±0.035	0.350
เคียนซา	0.12±0.035	0.200
พุนพิน	0.21±0.023	0.350
คีรีรัฐนิคม	0.06±0.014	0.100