บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ตะกั่วเป็นธาตุจำพวกโลหะหนักที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการใช้งานในด้านต่างๆ จึงมีการนำมาใช้อย่างกว้างขวาง เช่น การทำแบตเตอรี่ อุตสาหกรรมการพิมพ์ การทำสี การทำท่อน้ำ การผลิตยาฆ่าแมลง การเคลือบภาชนะดินเผา เป็นต้น และนอกจากนี้ยังมีการเติมสารตะกั่วเข้าไปในน้ำมันเบนซิน เพื่อช่วยแก้อาการน็อคของเครื่องยนต์ ทำให้การทำงานของเครื่องยนต์มีประสิทธิภาพ เป็นที่ยอมรับว่าสารประกอบอินทรีย์ของตะกั่วเป็นส่วนผสมที่จะเพิ่มค่าออกเทน ในน้ำมันเบนซินได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด และสิ้นเปลืองน้อยที่สุด (สิทธิชัย จันทรศิลปิน และพูลพร แสงบางปลา, 2532) ถึงแม้ว่าปัจจุบันได้มีการส่งเสริมการใช้น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วขึ้น แต่ก็ยังไม่เป็นที่นิยมแพร่หลายนักโดยเฉพาะต่างจังหวัด ผลกระทบจากการนำตะกั่วมาใช้อย่างกว้างขวางนี้ ก่อให้เกิดการแพร่กระจายของตะกั่วออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ ทั้งในบรรยากาศ พื้นดิน และแหล่งน้ำ สำหรับการปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำนั้นอาจมาจาก แหล่งกำเนิดตามธรรมชาติหรือจากกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ซึ่งมาจากการปล่อยน้ำทิ้งที่มีตะกั่วปนเปื้อนอยู่ และการฟุ้งกระจายไปในบรรยากาศ แล้วเกิดการตกสะสมจากบรรยากาศลงสู่แหล่งน้ำ โดยการตกสะสมแบบแห้งด้วยแรงโน้มถ่วงโลก และตกสะสมแบบเปียกโดย 2 กระบวนการคือ rain out และ wash out (พรรณวดี สุวัฒิกะ, 2531)

สำหรับแม่น้ำเจ้าพระยา เป็นแม่น้ำที่สำคัญของประเทศไทย ไหลผ่านพื้นที่หลายจังหวัด มีการนำน้ำจากแม่น้ำมาใช้ทั้งทางด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม อุปโภคและบริโภค เป็นจำนวนมาก เนื่องจากลักษณะการใช้ที่ดินบริเวณริมฝั่งแม่น้ำประกอบด้วย บ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรมที่ค่อนข้างหนาแน่น โดยเฉพาะบริเวณปากแม่น้ำ จังหวัดสมุทรปราการ มีโรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับสารตะกั่วตั้งอยู่ (ภาคผนวก n) รวมทั้งมีการคมนาคมติดต่อขนส่งโดยทางเรืออยู่ตลอดเวลา จึงอาจทำให้มีการปนเปื้อนของสารตะกั่วลงสู่แหล่งน้ำได้

จุดประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของสารตะกั่วในแม่น้ำเจ้าพระยา ทั้งในน้ำและดินตะกอน ตั้งแต่ต้นแม่น้ำ จนถึงปากแม่น้ำ ในช่วงฤดูน้ำมาก (เดือนตุลาคม พ.ศ.2534) และฤดูน้ำน้อย (เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2535)
2. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณตะกั่วที่สะสมในบริเวณดังกล่าว ในช่วงฤดูน้ำมาก และฤดูน้ำน้อย
3. เพื่อศึกษาสาเหตุของการปนเปื้อนของสารตะกั่วในน้ำ จากแหล่งกำเนิดทางธรรมชาติและจากกิจกรรมของมนุษย์

ขอบเขตการวิจัย

1. พื้นที่ทำการศึกษา ได้แก่ แม่น้ำเจ้าพระยา ตั้งแต่ต้นแม่น้ำ จังหวัดนครสวรรค์ จนถึงปากแม่น้ำ จังหวัดสมุทรปราการ และปากคลองสำโรง ปากคลองสองพี่น้อง ปากคลองบางปลากด และปากคลองบางนางเกรง จังหวัดสมุทรปราการ
2. ทำการเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอน จากแม่น้ำเจ้าพระยา จำนวน 18 สถานี และคลองจำนวน 4 คลอง
3. เก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอน 2 ครั้ง ซึ่งทำการเก็บในฤดูน้ำมากและฤดูน้ำน้อย (ตุลาคม 2534 และพฤษภาคม 2535 ตามลำดับ)
4. วิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วในตัวอย่างน้ำ โดยวิธีอะตอมมิกแอบซอพชั่นสเปกโตร-โฟโตเมตรี
5. วิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วในตัวอย่างดินตะกอน โดยการสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริก 0.5 นอร์มัล
6. วิเคราะห์พารามิเตอร์อื่นได้แก่ พีเอช การนำไฟฟ้า ความเค็ม ค่าออกซิเจนละลาย ปริมาณสารอินทรีย์ สารแขวนลอย และความกระด้าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้ทราบถึงปริมาณการปนเปื้อนของสารตะกั่วในแม่น้ำเจ้าพระยาตลอดลำน้ำ ทั้งในน้ำและดินตะกอน ในช่วงเดือนตุลาคม 2534-พฤษภาคม 2535
2. ทำให้ทราบถึงแนวโน้มของแหล่งที่มาของการปนเปื้อนของสารตะกั่วในแม่น้ำเจ้าพระยา
3. เป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดแนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนของสารตะกั่วในน้ำ และการศึกษาคุณภาพน้ำ ในแม่น้ำเจ้าพระยาต่อไป

การตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาการปนเปื้อนของตะกั่วในแหล่งน้ำเป็นปัญหาที่สำคัญต่อคุณภาพน้ำมากโดยเฉพาะในแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งเป็นแม่น้ำสายหลักของประเทศไทย มีการนำน้ำมาใช้ประโยชน์มาก จึงจำเป็นต้องศึกษาถึงคุณภาพน้ำ การศึกษาวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในแหล่งน้ำ มีผู้สนใจศึกษาวิจัยสรุปได้ดังนี้

Elzerman,Armstrong and Andren (1979) ศึกษาอนุภาคของตะกั่วใน Surface Microlayer ใน Southern Lake Michigan ซึ่งใกล้แหล่งอุตสาหกรรม พบว่าตะกั่วอาจถูกชะหรือดูดซับโดยอนุภาคแขวนลอยได้

Danielsson and Westerlund (1984) ศึกษาปริมาณตะกั่วในน้ำทะเลบอลติกโดยใช้วิธี Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometry พบว่าปริมาณตะกั่วอยู่ระหว่าง 0.016± 0.0045 ไมโครกรัม/กรัม ที่ระดับความลึก 0-15 เมตร ค่าที่ได้นี้แม้จะต่ำกว่าที่มีผู้ทำการศึกษามาแล้ว อาจเนื่องมาจากการเก็บตัวอย่างในช่วงต้นฤดูใบไม้ผลิ มีความเข้มข้นของธาตุอาหารต่ำ น้ำมีลักษณะใส

Yoshimitsu et al.(1984) ศึกษาการแพร่กระจายของตะกั่วในแม่น้ำ Tamagawa ประเทศญี่ปุ่น พบว่าความเข้มข้นของตะกั่วสูงขึ้นจาก 0.02 ไมโครกรัม/ลิตร ที่ต้นแม่น้ำ จนถึง 0.5 ไมโครกรัม/ลิตร ในช่วงกลางแม่น้ำ และ 2.4 ไมโครกรัม/ลิตร บริเวณปากแม่น้ำ ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนก็สูงเช่นเดียวกับในน้ำ อยู่ในช่วง 11-81 ไมโครกรัม/กรัม

Signorile and Bufo (1984) ศึกษาการปนเปื้อนของตะกั่วในน้ำทะเลบริเวณท่าเรือ Bari ประเทศอิตาลี ตะกั่วในน้ำทะเลที่ท่าเรือ 2 ท่าเรือ ในปี ค.ศ. 1980-1982 พบว่ามีค่า 34.0-52.0 และ 100.0-108.0 ไมโครกรัม/ลิตร นอกจากนี้ยังได้ศึกษาน้ำที่อยู่ใกล้ท่าเรือพบว่ามีค่าตะกั่ว 0.4-1.6 และ1.6-4.5 ไมโครกรัม/ลิตร ส่วนน้ำภายนอกท่าเรือมีตะกั่ว 0.5-0.6 ไมโครกรัม/ลิตร พบว่าการปนเปื้อนของตะกั่วมาจากการปล่อยของเสียจากอุตสาหกรรมลงสู่ท่าเรือ

Benes et al. (1985) ศึกษาการเคลื่อนย้ายและชนิดของตะกั่วในน้ำ ประเทศโบฮีเมีย ซึ่งเป็นผลมาจากการตกสะสมจากบรรยากาศบริเวณรอบๆ เตาหลอม, เหมืองแร่ และน้ำไหลล้นในเขตเมือง โดยวิธี Anodic Stripping Voltammetry พบว่ารูปแบบทางเคมี-ฟิสิกส์ของตะกั่วแยกออกเป็น dissolved-labile (Pb^{2+}, $PbOH^{+}$, $PbCO_3$), dissolved-bound (colloids or strong complexes) และ particulate (โดยการใช้กระดาษกรองขนาด 0.40 μm) ตะกั่วในรูป labile ที่ลงสู่แหล่งน้ำมาจากการชะล้างด้วยหยาดน้ำฝนที่ตกลงมา ส่วน particulate และ bound มาจากน้ำไหลล้นจากเขตเมืองและเหมืองแร่ การเคลื่อนย้ายและชนิดของตะกั่วขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของน้ำ ถ้าอัตราการไหลสูง ความเข้มข้นของตะกั่วในรูป particulate และlabile จะสูงขึ้น ในขณะที่ความเข้มข้นของตะกั่วในรูป bound จะลดลง การแยกตะกั่วออกมาโดยการตกตะกอนจะเกิดในสภาพที่มีอัตราการไหลของน้ำต่ำๆ

Trefry, Metz and Trocine (1985) ศึกษาการปนเปื้อนของตะกั่วในอ่าวเม็กซิโกจากแม่น้ำ Mississippi พบว่าการปนเปื้อนของตะกั่วลดลงประมาณ 40 % ภายใน 10 ปีที่ผ่านมา เนื่องจากแนวโน้มการลดตะกั่วในน้ำมันเบนซิน ซึ่งเป็นที่ยอมรับและมีประสิทธิภาพดี

Abaychi and Douabul (1985) ศึกษาการแพร่กระจายของตะกั่วในตอนเหนือของแม่น้ำ Shatt ประเทศอิรัก โดยใช้วิธี Flameless Atomic Absorption Spectrophotometry พบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของตะกั่วส่วนที่ละลายเท่ากับ 0.3 ไมโครกรัม/ลิตร และตะกั่วส่วนที่แขวนลอยเท่ากับ 93 ไมโครกรัม/กรัม ปริมาณที่พบนี้ดูเหมือนว่าจะมาจากหินและดินในพื้นที่นั้นและการเคลื่อนย้ายตามธรรมชาติของตะกั่ว

Rico, Hernandez and Gonzalez (1988) ได้ศึกษาการปนเปื้อนของตะกั่วใน Donana National Park ประเทศสเปน พบว่ามีค่า 1.4-41.6 ไมโครกรัม/ลิตร โดยทำการเก็บตัวอย่าง 3 จุดคือ บริเวณเหมืองแร่ ที่ลุ่ม และ stabilized sand และพบว่าแหล่งกำเนิดการปนเปื้อนของตะกั่วอยู่บริเวณเหมืองแร่

Leung (1988) ศึกษาปริมาณตะกั่วในน้ำบริเวณโรงงานแบตเตอรี่ในแคลิฟอร์เนีย โดยใช้วิธี Atomic Absorption Spectrophotometry เก็บตัวอย่างที่ระยะห่างจากโรงงาน 0.87, 0.78 และ 0.77 กิโลเมตร พบว่ามีค่า ND, ND และ 10.0 ไมโครกรัม/ลิตร และวิเคราะห์โดยใช้วิธี Dithizone Method ที่ระยะห่างจากโรงงาน 0.77 กิโลเมตร พบว่ามีค่า 17.0 ไมโครกรัม/ลิตร (มาตรฐานระดับตะกั่วในน้ำดื่มของEPA เท่ากับ 20.0 ไมโครกรัม/ลิตร)

Michael and Sneddon (1989) ศึกษาหาปริมาณตะกั่วในน้ำและดินตะกอนของทะเลสาบ Donner แคลิฟอร์เนีย โดยใช้วิธี Electrotermal Atomization Absorption Spectrometry พบว่าที่ผิวน้ำพบตะกั่วในปริมาณที่ต่ำกว่า 2.0 ไมโครกรัม/ลิตร ที่ความลึก 14.5 ฟุต พบอยู่ในช่วง 35-41 ไมโครกรัม/ลิตร และในดินตะกอน อยู่ในช่วง 0.12-0.32 %

Lo, Pang and Huang (1990) ศึกษาพบว่าจากผลการวิเคราะห์น้ำและดินตะกอนในแม่น้ำ Keelung ซึ่งเป็นสาขาสำคัญของแม่น้ำ Tansui ตอนเหนือของไตหวัน ค่าสูงสุดของตะกั่วที่พบในน้ำสูงถึง 270 ไมโครกรัม/ลิตร ส่วนในแม่น้ำ Tansui มีค่า 250 ไมโครกรัม/ลิตร ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนพบมากในตอนล่างของแม่น้ำ ทั้งฤดูแล้งและฤดูน้ำหลาก ปริมาณสารอินทรีย์พบในช่วง 1.2-8.7% (เฉลี่ย 4.0%) เนื่องจากแม่น้ำ Keelung ตอนต้นแม่น้ำต้องรับน้ำทิ้งจากชุมชน อุตสาหกรรม และน้ำทิ้งจากเหมืองแร่ที่ไม่มีการควบคุมและระบบบำบัด ส่วนตอนล่างของแม่น้ำรับน้ำทิ้งมาจากบ้านเรือน ทั้งนี้จากปริมาณตะกั่วในน้ำและดินตะกอนที่มีค่าสูง แสดงให้เห็นถึงปัญหามลพิษจากโลหะหนักมาจากแม่น้ำ Keelung ทั้งสิ้น

Peerzada et al. (1990) ศึกษาตะกั่วในน้ำและดินตะกอนจากท่าเรือ Gove ตอนเหนือของประเทศออสเตรเลีย ในฤดูน้ำน้อย ปี คศ. 1987 พบว่าปริมาณตะกั่วในน้ำอยู่ในช่วง 0.15 - 2.87 ไมโครกรัม/ลิตร และในดินตะกอนอยู่ในช่วง ND-2.98 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในประเทศไทยมีผู้ทำการศึกษาวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วในแหล่งน้ำต่างๆ เช่นกันคือ

พิชาญ สว่างวงศ์ (2520) พบว่าน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา ช่วงปากแม่น้ำมีค่าความเข้มข้นของตะกั่วอยู่ระหว่าง 14.35-52.03 ไมโครกรัม/ลิตร ในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2520 และ 15.50-62.05 ไมโครกรัม/ลิตร ในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2520

ทวีศักดิ์ ปิยะกาญจน์ อำไพ อิทธิเกษม และรวิวรรณ วัชรางค์กุล (2521) จากการศึกษาคุณภาพน้ำทะเลในอ่าวไทย ปี พ.ศ. 2516 ปรากฏว่ามีตะกั่วในน้ำทะเลประมาณ 7.00 ไมโครกรัม/ลิตร ส่วนดินตะกอนในอ่าวไทยตอนบนตรวจไม่พบ แต่ในดินตะกอนของอ่าวไทยตอนล่างพบปริมาณตะกั่วอยู่ระหว่าง 0.0-0.5 ไมโครกรัม/กรัม ตะกั่วที่พบในดินตะกอนของอ่าวไทยอยู่ในรูปของตะกั่วซัลไฟด์ (Lead Sulphide) โดยเฉพาะในบริเวณที่มีสารอินทรีย์สูง

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต และพิชาญ สว่างวงศ์ (2521) ศึกษาหาปริมาณตะกั่วในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง เดือนมกราคม พ.ศ.2520 ค่าเฉลี่ยจาก 9 สถานี พบว่า Dissolved lead, Particulate lead และ Total lead มีค่า 3.20$\pm$1.28, 19.05$\pm$12.00 และ 22.20$\pm$12.60 ไมโครกรัม/ลิตร ตามลำดับ เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2520 มีค่า 3.34$\pm$0.90, 21.50$\pm$14.4 และ 24.90$\pm$14.30 ไมโครกรัม/ลิตร ตามลำดับ และพบว่าค่าเฉลี่ยของตะกั่วที่ผิวดินตะกอน (0-10 ซม.) ในแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณปากแม่น้ำมีค่าสูงถึง 2.494 ไมโครกรัม/กรัม ค่าต่ำสุดอยู่บริเวณนนทบุรี 0.217 ไมโครกรัม/กรัม

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2523) ได้ศึกษาและวิจัยปริมาณตะกั่วในน้ำแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลอง และอ่าวไทยตอนบน ช่วงเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน พ.ศ. 2522 พบว่ามีค่า 9.58, 46.67, 91.00, 59.98 และ 168.28 ไมโครกรัม/ลิตร ตามลำดับ

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2525) รายงานว่ามีการสะสมของตะกั่วบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาในปริมาณสูง แต่ในบริเวณตั้งแต่กิโลเมตรที่ 30 ขึ้นไป จะมีปริมาณน้อยกว่าบริเวณปากแม่น้ำ ค่าความเข้มข้นของตะกั่วสูงถึง 233.1 ไมโครกรัม/ลิตร

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2525) ศึกษาในแม่น้ำท่าจีนตอนบนพบว่าปริมาณตะกั่วมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 5 ไมโครกรัม/ลิตร (ซึ่งไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดที่กำหนดไว้ให้มีค่าไม่เกิน 50 ไมโครกรัม/ลิตร) ส่วนในแม่น้ำท่าจีนตอนล่างมีปริมาณตะกั่วโดยเฉลี่ยน้อยกว่า 5ไมโครกรัม/ลิตร ยกเว้น บริเวณกิโลเมตรที่ 16 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 8.6 ไมโครกรัม/ลิตร (มีค่าด่ำกว่ามาตรฐาน) พิจารณาค่าปริมาณตะกั่วที่สำรวจพบตามจุดต่างๆ ในแต่ละเดือนเป็นที่น่าสังเกตว่าในเดือนมิถุนายน มีบางจุดสำรวจคือ บริเวณกิโลเมตรที่ 16 ที่พบปริมาณตะกั่วสูงมากถึง 54 ไมโครกรัม/ลิตร (เกินระดับมาตรฐานคุณภาพน้ำ)

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2527) สำรวจปริมาณตะกั่วตลอดแม่น้ำท่าจีน ช่วงเดือนมกราคม-พฤศจิกายน พ.ศ.2526 รวม 5 ครั้ง พบว่าทุกตัวอย่างมีค่าน้อยกว่า 5 ไมโครกรัม/ลิตร ซึ่งไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่กำหนดไว้ให้มีค่าไม่เกิน 50 ไมโครกรัม/ลิตร เช่นเดียวกับผลการสำรวจในปี พ.ศ.2525

ชูจิตต์ เครือตราชู เกียรติอนันต์ชัย (2527) วิเคราะห์ตะกั่วที่มาจากแหล่งน้ำที่มีการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ช่วงเวลาตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2522 จนถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2523 โดยนำมาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer พบว่าตะกั่วในน้ำจากลุ่มน้ำห้วยวนศาสตร์ (ป่าดิบแล้งธรรมชาติ) มีค่าน้อยมากซึ่งเครื่องมือไม่สามารถวัดปริมาณได้จนถึง 7 ไมโครกรัม/ลิตร ค่าเฉลี่ย 2.55 ไมโครกรัม/ลิตร ลุ่มน้ำห้วยตาอยู่ (ไร่ร้าง) มีค่าระหว่าง 1-2 ไมโครกรัม/ลิตร ค่าเฉลี่ย 1.0 ไมโครกรัม/ลิตร และลุ่มน้ำห้วยน้ำเค็ม (เกษตรกรรม) มีค่าตั้งแต่มีน้อยมากจนวัดไม่ได้จนถึง 12 ไมโครกรัม/ลิตร ค่าเฉลี่ย 7 ไมโครกรัม/ลิตร

อรพินทร์ จันทร์ผ่องแสง (2527) ศึกษาการแพร่กระจายของโลหะตะกั่ว เฉพาะส่วนที่ละลายน้ำ จากปากแม่น้ำเจ้าพระยาถึงศรีราชา ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ.2525 - เดือนกันยายน พ.ศ.2526 พบว่าตะกั่วในน้ำมีค่าตั้งแต่ 0.06-5.51 ไมโครกรัม/ลิตร และพบปริมาณมากในเดือนพฤษภาคม ซึ่งเป็นต้นฤดูฝน ส่วนในเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ พบในปริมาณน้อย

รัชนีกรณ์ บำรุงราชหิรัญย์ วรรณภา จ่าราช และขันธ์พงษ์ จริงจิตร (2527) ศึกษาตะกั่วในน้ำทะเลและดินตะกอนในอ่าวไทยตอนบน พบว่าในเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2524 และเดือนกันยายน พ.ศ.2524 มีค่า 3-17 ไมโครกรัม/ลิตร และ 6.6-56 ไมโครกรัม/ลิตร ส่วนในดินตะกอนมีค่า 10-32 ไมโครกรัม/กรัม และ 11-32 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ

สุธรรม สิทธิชัยเกษม และสุวรรณี เฉินบำรุง (2527) ศึกษาปริมาณตะกั่วในน้ำและดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ท่าจีน แม่กลอง เพชรบุรี และปราณบุรี พบว่าตะกั่วในน้ำมีค่าเฉลี่ย 11.78, 10.72, 9.65, 11.97 และ 11.0 ไมโครกรัม/ลิตร ตามลำดับ ส่วนในดินตะกอนที่ระดับ 0-10 ซม. มีค่าเฉลี่ย 18.81, 25.66, 24.55, 19.88 และ13.09 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ

กัลยา อำนวย (2527) ศึกษาพฤติกรรมของตะกั่วในส่วนที่ละลายน้ำ และตะกอนแขวนลอยในแม่น้ำและปากแม่น้ำเจ้าพระยา พบว่าตะกั่วส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปตะกอนแขวนลอย และส่วนที่ละลายน้ำตรวจพบในเดือนเมษายน และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2526 พบว่ามีค่า ND-0.12 ไมโครกรัม/ลิตร , ND-0.07 ไมโครกรัม/ลิตร และปากแม่น้ำมีค่า 3.18 และ 1.99 ไมโครกรัม/ลิตร ส่วนปริมาณตะกั่วแขวนลอยตรวจพบในช่วงเวลาเดียวกัน มีค่า 18.2-112.8 ไมโครกรัม/กรัม และ 12.5-23.7 ไมโครกรัม/กรัม และปากแม่น้ำมีปริมาณ 13.6 ไมโครกรัม/กรัม และ 17.8 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ

กฤษณะ ถิระพงษ์ และวิไล สันติไสภาศรี (2528) ศึกษาปริมาณตะกั่วในน้ำจากลำธารที่ลุ่มน้ำปิงและวัง จากลุ่มน้ำย่อย 6 ลุ่มน้ำ ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2526-เดือนเมษายน พ.ศ.2527 ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณเฉลี่ยของตะกั่วในน้ำ มีปริมาณสูงสุด 1.92 ไมโครกรัม/ลิตร ที่ลุ่มน้ำย่อยคลองขลุง รองลงมามีปริมาณ 1.69, 1.63, 1.35, 1.24 และ 1.16 ไมโครกรัม/ลิตร ที่ลุ่มน้ำย่อยแม่กลาง แม่บอน-แม่สวย แม่กวง แม่ท้อ และแม่จาง ตามลำดับ

เพริศพิชญ์ คณาธารณา และสุเมธ เจริญฉัตรชัย (2528) ศึกษาหาปริมาณตะกั่วในน้ำฝนบริเวณอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา โดยเทคนิคดิฟเฟอเรนเชียลพัลซ์อะโนดิกสตริพพิง-โวลแทมมิตรี พบว่าตะกั่วมีค่าพิสัย 10.0-45.0 ไมโครกรัม/ลิตร

หิรัญรัตน์ สุวรรณนที พรพรรณ พรศิลปทิพย์ และสมรัตน์ ยินดีพิช (2528) ศึกษาปริมาณตะกั่วที่อยู่ในสภาพอิออนอิสระในคลองประปา และคลองบางเขน ในเขตกรุงเทพมหานคร ช่วงปี พ.ศ.2527 พบว่ามีปริมาณเฉลี่ยในคลองบางเขน และคลองประปา เท่ากับ 1540 และ 390 ไมโครกรัม/ลิตร ตามลำดับ และคาดว่าปริมาณตะกั่วที่อยู่ในสภาพอิออนอิสระ จะมีปริมาณน้อยกว่าปริมาณตะกั่วรวมทั้งหมด

ชูศิโอะ ไอโนเคร่า มณฑิพย์ ทาบุกานอน เจิดจรรย์ ศิริวงศ์ และผกา อุดมนิธิกุล (2528) ศึกษาแม่น้ำเจ้าพระยา ปี พ.ศ.2526-2527 พบปริมาณตะกั่วในน้ำ ND-4.05 ไมโครกรัม/ลิตร ค่าเฉลี่ย 2.07 ไมโครกรัม/ลิตร และในดินตะกอนซึ่งเก็บส่วนบน (10 ซม.) มีค่า 8.9-92.0 ไมโครกรัม/กรัม ค่าเฉลี่ย 22.6 ไมโครกรัม/กรัม ความเข้มข้นของตะกั่วในดินตะกอนสูงกว่าในน้ำ อาจเนื่องมาจากค่าความเป็นกรดด่างของน้ำเป็น 7.5 และดินตะกอนเป็น 8.5-9.0 ส่วนในคลองที่เชื่อมต่อกับแม่น้ำเจ้าพระยา (ตั้งแต่ปากแม่น้ำถึงคลองบางกอกน้อย) พบปริมาณตะกั่วในดินตะกอนมีค่า 11.8-356 ไมโครกรัม/กรัม ค่าเฉลี่ย 65.6 ไมโครกรัม/กรัม ในน้ำพบว่ามีค่า ND-8.86 ไมโครกรัม/ลิตร ค่าเฉลี่ย 4.54 ไมโครกรัม/ลิตร การเปรียบเทียบปริมาณตะกั่วในดินตะกอนสรุปได้ว่า แหล่งที่มาของตะกั่วส่วนหนึ่งมาจากน้ำเสียจากคลองที่เชื่อมต่อ

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2528) ได้ทำการศึกษา ติดตามและตรวจสอบคุณภาพน้ำแหล่งน้ำที่สำคัญๆ ของประเทศไทย พ.ศ. 2528 มีดังนี้

ปริมาณตะกั่วในแม่น้ำเจ้าพระยาช่วงเดือนมกราคม-พฤษภาคม พ.ศ.2528

แม่น้ำเจ้าพระยาตอนบน	มีปริมาณตะกั่วเฉลี่ย	3.0	ไมโครกรัม/ลิตร
" ตอนกลาง	"	2.0	"
" ตอนล่าง	"	7.0	"
แม่น้ำบางปะกงตอนบน	มีปริมาณตะกั่วเฉลี่ย	1.0	"
" ตอนกลาง	"	5.0	"
" ตอนล่าง	"	6.0	"
แม่น้ำแม่กลองตอนบน	มีปริมาณตะกั่วเฉลี่ย	8.0	"
" ตอนล่าง	"	4.0	"

อ่าวไทยตอนบน ช่วงเดือนเมษายน พ.ศ.2528 มีปริมาณตะกั่วเฉลี่ย 5.2 "

ชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกของอ่าวไทย

	มีนาคม พ.ศ.2527	กันยายน พ.ศ.2527	
บางละมุง	1.0-2.0	1.0-2.0	ไมโครกรัม/ลิตร
มาบตาพุด	1.4-8.0	1.0-4.0	"
ปากน้ำระยอง	1.0	0.0-3.3	"

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2528) ศึกษาปริมาณตะกั่วในแม่น้ำเจ้าพระยาปี พ.ศ.2526 ตลอดลำน้ำ มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด ในเดือนเมษายนขณะน้ำลงต่ำสุด ปริมาณตะกั่วสูงสุดวิเคราะห์ได้ที่บริเวณปากคลองเทเวศน์ มีค่าเท่ากับ 2.5 ไมโครกรัม/ลิตร ในคอนบนของแม่น้ำเจ้าพระยา ปริมาณสูงสุดของตะกั่วในน้ำมีค่าเท่ากับ 4.4 ไมโครกรัม/ลิตร บริเวณอำเภอพยุหคีรี จังหวัดนครสวรรค์ (กิโลเมตรที่ 331 จากปากแม่น้ำ) ส่วนในเดือนตุลาคมนั้น ปริมาณตะกั่วในปี พ.ศ.2527 ในแม่น้ำเจ้าพระยามีค่าเฉลี่ยโดยทั่วไปใกล้เคียงกับในปี พ.ศ. 2526 โดยมีค่าสูงเท่ากับ 2.3 ไมโครกรัม/ลิตร ในเดือนเมษายน ที่บริเวณอำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี (กิโลเมตรที่ 101 จากปากแม่น้ำ) และในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนบนมีค่าสูงสุดเท่ากับ 2.1ไมโครกรัม/ลิตร บริเวณเขื่อนเจ้าพระยา จังหวัดชัยนาท (กิโลเมตรที่ 277 จากปากแม่น้ำ)

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2529) พบว่าตะกั่วในแม่น้ำแม่กลองปี พ.ศ.2526 มีค่าผันแปรอยู่ระหว่าง 1.0-14.0 ไมโครกรัม/ลิตร ซึ่งพบปริมาณตะกั่วสูงสุดในเดือนมีนาคม บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม และในปี พ.ศ.2527 ปริมาณตะกั่วมีค่าผันแปรอยู่ระหว่าง 1.0-46.2 ไมโครกรัม/ลิตร ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืด พบว่าปริมาณตะกั่วยังมีค่าต่ำกว่าระดับมาตรฐานที่กำหนดไว้ (50 ไมโครกรัม/ลิตร) ในทุกสถานีที่ทำการสำรวจตลอดทั้ง 2 ปี

ธำรง ธรรมเกษม, ปรีชา เจาฑานนท์ และปริญญา แน่นหนา (2529) ศึกษาคุณภาพน้ำแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณเหนือวัดสำแล ตำบลสำแล อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี ปี พ.ศ.2527 และ พ.ศ.2528 พบว่ามีค่า 5.0 และ 4.0 ไมโครกรัม/ลิตร ตามลำดับ

จารนัย พณิชยกุล และวิไล สันติไสภาศรี (2531) ศึกษาการปนเปื้อนของตะกั่วในน้ำจากลุ่มน้ำย่อย 6 แห่ง บริเวณลุ่มน้ำปิงและลุ่มน้ำวัง ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2526 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2527 พบว่าความเข้มข้นตลอดปีของตะกั่วในน้ำมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.07-0.36 ไมโครกรัม/ลิตร ความเข้มข้นที่พบไม่แปรผันตามระดับความสูงของลุ่มน้ำที่ศึกษา ความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำในช่วงฤดูฝน มีแนวโน้มค่อนข้างสูงกว่าในฤดูแล้งในทุกลุ่มน้ำย่อย และในแม่น้ำปิงและแม่น้ำวัง อาจเป็นเพราะน้ำฝนมีส่วนชะล้างหรือละลายไลหะดังกล่าวลงสู่แหล่งน้ำต่างๆ นอกเหนือไปจากน้ำใต้ดิน จึงทำให้ตรวจพบปริมาณสูงขึ้น

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2531) ทำการสำรวจติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกง แม่น้ำนครนายก และแม่น้ำปราจีนบุรี ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2528 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ.2530 พบว่าระดับตะกั่วในแม่น้ำทั้งสามสายยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

โรงกรองน้ำบางเขน (2531) วิจัยปริมาณตะกั่วในน้ำดิบจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่ตำบลสำแล อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี ซึ่งไหลผ่านตามคลองประปาถึงโรงกรองน้ำสามเสน ระหว่างปี พ.ศ.2521-2530 พบว่ามีค่าเฉลี่ย 2.8-10.1 ไมโครกรัม/ลิตร แต่ในบางครั้งจะแปรผันสูงถึง 14.0 ไมโครกรัม/ลิตร

ศิริพันธ์ ภัทรเบญจพร และจันทพร ตันติอภิกุล (2532) ศึกษาปริมาณตะกั่วในคลองประปา พบว่ามีค่าระหว่าง 2.0-21.0 ไมโครกรัม/ลิตร และจากจุดเก็บตัวอย่างน้ำซึ่งมีระยะทาง 18 กิโลเมตร พบว่าน้ำในคลองประปามีปริมาณตะกั่วเพิ่มขึ้นคิดเป็น 23.5% เนื่องจากไหลผ่านย่านชุมชนที่มีการจราจรแออัด ทำให้มีการปนเปื้อนของตะกั่ว

กองอนามัยสิ่งแวดล้อม (2532) สำรวจความเข้มข้นของตะกั่วในแม่น้ำระหว่างปี พ.ศ.2521-2531 พบว่าแม่น้ำ 35 สาย ทั่วประเทศ มีค่าตะกั่วในน้ำเกินมาตรฐานร้อยละ 30.6 และจากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมด 1,816 ตัวอย่าง พบว่ามีค่าตะกั่วสูงสุดเท่ากับ 15,100 ไมโครกรัม/ลิตร ในแม่น้ำปัตตานี ส่วนแม่น้ำที่พบค่าตะกั่วเกินมาตรฐานสูงสุดคือแม่น้ำปากพนัง คิดเป็นร้อยละ 70.5 ของตัวอย่างที่ทำการสำรวจ (17 ตัวอย่าง) แม่น้ำในภาคใต้มีค่าเกินมาตรฐานสูงถึงร้อยละ 43.5 และค่าตะกั่วสูงสุดที่สำรวจพบในแม่น้ำแต่ละภาคเรียงลำดับดังนี้ แม่น้ำภาคใต้ แม่น้ำภาคกลาง แม่น้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แม่น้ำภาคตะวันออก และแม่น้ำภาคเหนือ

โดยพบค่าตะกั่วสูงสุดเท่ากับ 15,100 , 2,050 , 490 , 290 และ 220 ไมโครกรัม/ลิตร ตามลำดับ หรือคิดเป็น 302, 41, 10, 6 และ 4 เท่า ของมาตรฐานตามลำดับ

อำพัน อยู่คงคร้าม (2534) ศึกษาความผันแปรของปริมาณตะกั่วในแม่น้ำเจ้าพระยาจากจังหวัดนครสวรรค์ถึงสมุทรปราการ ช่วงปี พ.ศ.2523-2532 พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 16-111 ไมโครกรัม/ลิตร

ตารางที่ 1.1 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณตะกั่วในแหล่งน้ำ

ตัวอย่าง	สถานที่ศึกษา	วิธีวิเคราะห์	ปริมาณตะกั่ว*	อ้างอิง
น้ำทะเล (0-15ม.)	ทะเลบอลติก	กราไฟต์เฟอแนซ อะตอมมิกแอบซอพชั่น สเปกโตรโฟโตเมตรี	0.016	Danielsson and Westerlund,1985
น้ำ	ม. Tamagawa ประเทศญี่ปุ่น	อะตอมมิกแอบซอพชั่น สเปกโตรโฟโตเมตรี	0.02-2.4	Yoshimitsu et al., 1984
ดินตะกอน			11-81	
น้ำทะเล	ท่าเรือ Bari ประเทศอิตาลี(1)	อะตอมมิกแอบซอพชั่น สเปกโตรโฟโตเมตรี	34-52	Signorile and Bufo, 1984
	(2)		100-108	
น้ำ	ม.Shatt ประเทศอิรัก	เฟลมเลส อะตอมมิก แอบซอพชั่นสเปกโตร โฟโตเมตรี	0.3(diss.) 93.0(part.)	Abaychi and Douabul,1985
น้ำ	Donana National Park ประเทศสเปน	อะตอมมิกแอบซอพชั่น สเปกโตรโฟโตเมตรี	1.4-41.6	Rico, Hernandez And Gonzalez, 1988

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

ตัวอย่าง	สถานที่ศึกษา	วิธีวิเคราะห์	ปริมาณตะกั่ว*	อ้างอิง
น้ำ	บริเวณโรงงานแบต	อะตอมมิกแอบซอพชั่น	ND-10	Leung, 1988
	เตอรี แคลิฟอร์เนีย	สเปกโตรโฟโตเมตรี		
		ไดไธโซน เมทธอด	17	Michael and
น้ำ	ทะเลสาบ Donner	อิเลกโตรเทอมอล	2.0	Sneddon, 1989
(ผิวน้ำ)	แคลิฟอร์เนีย	อะตอมมิกแอบซอพชั่น		
		สเปกโตรโฟโตเมตรี		
(14.5 ฟุต)			35-41	
ดินตะกอน			0.12-0.32%	
น้ำ	ม.Keelung	อะตอมมิกแอบซอพชั่น	270	Lo, Pang and
		สเปกโตรโฟโตเมตรี		Huang, 1990
	ม.Tansui		250	
น้ำ	ท่าเรือ Gove	อะตอมมิกแอบซอพชั่น	0.15-2.87	Peerzada et al.,
	ประเทศออสเตรเลีย	สเปกโตรโฟโตเมตรี		1990
ดินตะกอน			ND-2.98	
น้ำทะเล	อ่าวไทย	อะตอมมิกแอบซอพชั่น	7.00	ทวีศักดิ์ ปิยะกาญจน์,
		สเปกโตรโฟโตเมตรี		อำไพ อิทธิเกษม และ
ดินตะกอน	อ่าวไทยตอนล่าง		0.0-0.5	รวิวรรณ วัชรางค์กุล,
				2521

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

ตัวอย่าง	สถานที่ศึกษา	วิธีวิเคราะห์	ปริมาณตะกั่ว*	อ้างอิง
น้ำ	ม.เจ้าพระยา (มค.2519)	อะตอมมิกแอบซอพชั่น สเปกโตรโฟโตเมตรี	3.2 (diss.) 19.05(part.) 22.20(total)	เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต และพิชาญ สว่างวงศ์, 2521
	(พค.2519)		3.34(diss.) 21.50(part.) 24.90(total)	
ดินตะกอน (0-10ซม.)	ปากแม่น้ำ-เจ้าพระยา		2.494	
น้ำ	ม.เจ้าพระยา	อะตอมมิกแอบซอพชั่น สเปกโตรโฟโตเมตรี	9.58	สวล,2523
	ม.บางปะกง		46.67	
	ม.ท่าจีน		91.00	
	ม.แม่กลอง		59.98	
	อ่าวไทยตอนบน		168.28	
น้ำ	ปากแม่น้ำเจ้าพระยา	อะตอมมิกแอบซอพชั่น สเปกโตรโฟโตเมตรี	233.1	สวล,2525
	ม.ท่าจีน		<5.0	
น้ำ	ม.ท่าจีน	อะตอมมิกแอบซอพชั่น สเปกโตรโฟโตเมตรี	<5.0	สวล,2527
น้ำ	ลุ่มน้ำห้วยวนศาสตร์	อะตอมมิกแอบซอพชั่น สเปกโตรโฟโตเมตรี	2.55	ชูจิตต์ เครือตราชู เกียรติอนันต์ชัย,2527
	ลุ่มน้ำห้วยตาอยู่		1.0	
	ลุ่มน้ำห้วยน้ำเค็ม		7.0	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

ตัวอย่าง	สถานที่ศึกษา	วิธีวิเคราะห์	ปริมาณตะกั่ว*	อ้างอิง
น้ำทะเล	ปากแม่น้ำเจ้าพระยา	อะตอมมิกแอบซอพชั่น	0.06-5.51	อรพินทร์ จันทร์-
	ถึงศรีราชา	สเปกโตรโฟโตเมตรี	(diss.)	ผ่องแสง,2527
น้ำ	ลุ่มน้ำปิง-วัง	อะตอมมิกแอบซอพชั่น	1.24-1.92	กฤษณะ ถิระพงษ์ และ
		สเปกโตรโฟโตเมตรี		วิไล สันติโสภาศรี,
				2528
น้ำทะเล	ปากแม่น้ำบางปะกง	อะตอมมิกแอบซอพชั่น	11.78	สุธรรม สิทธิธรรมเกษม
		สเปกโตรโฟโตเมตรี		และสุวรรณี เฉินบำรุง,
	ปากแม่น้ำท่าจีน		10.72	2527
	ปากแม่น้ำแม่กลอง		9.65	
	ปากแม่น้ำเพชรบุรี		11.97	
	ปากแม่น้ำปราณบุรี		11.0	
ดินตะกอน	ปากแม่น้ำบางปะกง		18.81	
	ปากแม่น้ำท่าจีน		25.66	
	ปากแม่น้ำแม่กลอง		24.55	
	ปากแม่น้ำเพชรบุรี		19.88	
	ปากแม่น้ำปราณบุรี		13.09	
น้ำทะเล	อ่าวไทยตอนบน	อะตอมมิกแอบซอพชั่น	3-17	รัชนีกรณ์ บำรุงราช-
	(กค.2524)	สเปกโตรโฟโตเมตรี		หิรัญย์ วรรณภา จำราช
ดินตะกอน			10-30	และขันธ์พงษ์ จริงจิตร,
น้ำทะเล	(กย.2524)		6.6-5.6	2527
ดินตะกอน			11-32	

018884

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

ตัวอย่าง	สถานที่ศึกษา	วิธีวิเคราะห์	ปริมาณตะกั่ว*	อ้างอิง
น้ำฝน	อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	ดิฟเฟอเรนเชียลพัลอะโนดิกสตริพพิงโวลแทมเมตรี	10-45	เพริศพิชญ์ คณาชารณา และ สุเมธ เจริญ-ฉัตรชัย,2528
น้ำ	คลองบางเขน	อะตอมมิกแอบซอพชั่นสเปกโตรโฟโตเมตรี	1540	หิรัญรัตน์ สุวรรณที และคณะ,2528
	คลองประปา		390	
น้ำ	ม.เจ้าพระยา	อะตอมมิกแอบซอพชั่นสเปกโตรโฟโตเมตรี	2.07	ชูศิโอะ โอโนเดร่า และคณะ, 2528
	คลอง		4.54	
ดินตะกอน	ม.เจ้าพระยา		22.6	
	คลอง		65.6	
น้ำ	ม.เจ้าพระยา	อะตอมมิกแอบซอพชั่นสเปกโตรโฟโตเมตรี	2-7	สวล, 2528
	ม.บางปะกง		1.0-6.0	
	ม.แม่กลอง		4.0-8.0	
น้ำทะเล	อ่าวไทยตอนบน	อะตอมมิกแอบซอพชั่นสเปกโตรโฟโตเมตรี	5.2	สวล,2528
	บางละมุง		1.0-2.0	
	มาบตาพุด		1.0-8.0	
	ปากน้ำระยอง		0.0-3.3	
น้ำ	ม.แม่กลอง(2526)	อะตอมมิกแอบซอพชั่นสเปกโตรโฟโตเมตรี	1.0-14.0	สวล,2529
	(2527)		1.0-46.2	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

ตัวอย่าง	สถานที่ศึกษา	วิธีวิเคราะห์	ปริมาณตะกั่ว*	อ้างอิง
น้ำ	ม.เจ้าพระยาบริเวณ เหนือวัดสำแล ต.สำแล อ.เมือง จ.ปทุมธานี(2527)	อะตอมมิกแอบซอพชั่น สเปกโตรโฟโตเมตรี	5.0	ชำรง ธรรมเกษม ปรีชา เจาฑานนท์ และปริญญา แน่นหนา, 2529
	(2528)		4.0	
น้ำคลองประปา	โรงกรองน้ำสามเสน	อะตอมมิกแอบซอพชั่น สเปกโตรโฟโตเมตรี	2.0-21.0	ศิริพันธ์ ภัทรเบญจพร และจันทพร ตันติอภิกุล, 2531
แหล่งน้ำธรรมชาติ			< 10	Lovering, 1976
World stream water			3.0	เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต และพิชาญ สว่างวงศ์, 2520
ค่าเฉลี่ยของดินตะกอนของโลก			20.0	อำไพ อิทธิเกษม และคณะ,2524
ค่าเฉลี่ยของดินตะกอนของโลก			0-20	เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต และพิชาญ สว่างวงศ์, 2520

* ปริมาณตะกั่วในน้ำ (ไมโครกรัม/ลิตร)
ปริมาณตะกั่วในดินตะกอน (ไมโครกรัม/กรัม)

(diss.) = dissolved lead

(part.) = particulate lead

(total) = total lead

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย