

## บทที่ 1

### บทนำและสำรวจเอกสาร

#### 1.1 บทนำ

ปรอท (mercury) เป็นโลหะที่เป็นพิษมากต่อสิ่งมีชีวิตและระบบนิเวศ แม้จะมีการปนเปื้อนในปริมาณที่ต่ำมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งปรอทอินทรีย์ (organic mercury) จะมีความเป็นพิษมากกว่าปรอทอนินทรีย์ (inorganic mercury) มาก ในธรรมชาติจุลินทรีย์จะเปลี่ยนปรอทอนินทรีย์ไปเป็นปรอทอินทรีย์ ได้แก่ เมทิลเมอร์คิวรี (methyl mercury) ปรอทอินทรีย์จะสะสมในสิ่งมีชีวิตและถ่ายทอดสู่สิ่งมีชีวิตอื่นผ่านห่วงโซ่อาหาร ความเข้มข้นของปรอทที่สะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตในระดับทรอฟิก (trophic level) ที่สูงขึ้นไป จะมีความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นมนุษย์ซึ่งอยู่ระดับทรอฟิกที่สูงที่สุดจึงได้รับผลกระทบมากที่สุด ตัวอย่างความเป็นพิษของปรอทต่อมนุษย์ ได้แก่ กรณีการปนเปื้อนของปรอทในอ่าวมินามาตะ ในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากบริษัทชิสโตะ (ฐานการผลิตอยู่ที่เมืองมินามาตะ) ปล่อยน้ำเสียที่มีปรอทปนเปื้อนลงในอ่าว ในช่วง ค.ศ. 1932-1968 (พ.ศ. 2475-2511) โดยตั้งแต่ปี ค.ศ. 1932 (พ.ศ. 2475) บริษัทมีการใช้สารเคมีที่ชื่อว่า “acetaldehyde” ในอุตสาหกรรมการผลิตพลาสติก ยา และน้ำหอม ในการผลิต acetaldehyde นั้นมีการใช้ปรอทในกระบวนการผลิต บริษัทชิสโตะ ทิ้งน้ำเสียลงในอ่าวมินามาตะโดยตรง ต่อมาในช่วงกลางคริสต์ศตวรรษ 1950 ชุมชนชาวมินามาตะเริ่มพบว่ามิโรคแปลกๆ เกี่ยวกับระบบประสาทเกิดขึ้นกับคนในชุมชน นอกจากนั้นที่บินอยู่ก็ตกลงมาตาย ในที่สุดเมื่อเดือนกรกฎาคม ค.ศ. 1959 (พ.ศ. 2502) นักวิจัยจาก Kumamoto University สรุปว่าโรคมินามาตะ (Minamata Disease) นั้นมีสาเหตุมาจากปรอทอินทรีย์ จนกระทั่ง ค.ศ. 1968 (พ.ศ. 2511) บริษัทชิสโตะ จึงได้หยุดปล่อยน้ำเสียที่มีปรอทลงสู่อ่าวมินามาตะ (<http://ace.ace.orst.edu/info/extoxnet/faqs/foodcon/mercury.htm>, <http://www.american.edu/TED/MINAMATA.HTM>)

ปัจจุบันพบว่าการปนเปื้อนของปรอทอยู่ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม แม้แต่ในปลาทะเลลึกเช่นปลาทูน่าก็มีปรอทปนเปื้อนอยู่สูง ดังนั้นการตรวจวัดปริมาณปรอทที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมต่างๆ จึงได้รับความสนใจในระดับนานาชาติ นอกจากนี้ยังพบว่าปรอทที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมและในอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเนื้อปลาทะเลมีปริมาณสูงขึ้นเรื่อยๆ (<http://wi.water.usgs.gov/pubs/FS-216-95>; US-EPA, 2001) ปัจจุบันคาดว่าแหล่งกำเนิดหลักของปรอทที่ปนเปื้อนลงสู่สิ่งแวดล้อมชายฝั่งและทะเล มาจากแผ่นดิน (land-based pollution) เช่น น้ำทิ้งและของเสียจาก

บ้านเรือนและอุตสาหกรรม ขยะมูลฝอย เป็นต้น (<http://www.cep.unep.org/issues/lbsp.html>) การตรวจหาเพื่อควบคุมแหล่งกำเนิดของการปนเปื้อน จึงมีความจำเป็น

## 1.2 การปนเปื้อนของปรอทสู่สิ่งแวดล้อม

ปรอทเข้าสู่สิ่งแวดล้อมได้โดยกระบวนการตามธรรมชาติและจากกิจกรรมของมนุษย์ กระบวนการตามธรรมชาติที่นำปรอทเข้าสู่สิ่งแวดล้อม ได้แก่ การสีกกร่อนของหินต้นกำเนิด การระเบิดของภูเขาไฟ เป็นต้น แต่โดยมากการปนเปื้อนที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว มาจากกิจกรรมของมนุษย์ (anthropogenic source) ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อมทั้งสิ้น (Pacyna and Munch, 1991) กิจกรรมเหล่านี้ปลดปล่อยสารปรอทออกมา ส่งผลให้ปริมาณปรอททั้งในอากาศ ดิน และน้ำ สูงขึ้น นอกจากนี้แล้วปรอทยังมีการถ่ายเท ส่งผ่าน และสะสมระหว่างตัวกลางสิ่งแวดล้อมเหล่านี้ เช่น จากอากาศลงสู่ดิน และจากดินลงสู่แหล่งน้ำ เป็นต้น

กิจกรรมของมนุษย์ที่เป็นแหล่งกำเนิดหลักของปรอท (Mitra, 1986; Mukherjee, 1991) ได้แก่ โรงงานโซดาไฟ, น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมและห้องปฏิบัติการต่างๆ, การเผาขยะและของเสีย, การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ถ่านหินและน้ำมันปิโตรเลียม โรงถลุงโลหะ เหมืองสินแร่ที่มีปรอทปนเปื้อน การใช้ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่มีสารปรอทผสม (เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ ถ่านไฟฉาย เทอร์โมมิเตอร์ อุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ สีบางชนิด วัสดุอุดฟัน ยาฆ่าเชื้อรา สารเคมี) (US-EPA, 1997)

ปรอทจากแหล่งต่างๆ เหล่านี้ นอกจากมีทั้งที่เข้าสู่แหล่งน้ำหรือพื้นดินโดยตรง แต่ส่วนใหญ่จะมาจากการระเหยหรือจากการเผาไหม้ และปลดปล่อยสู่บรรยากาศ ปรอทที่อยู่ในบรรยากาศ ส่วนใหญ่อยู่ในรูป  $Hg^0$  ซึ่งเป็นไอโลหะ มีบางส่วนที่อยู่ในรูป  $Hg^{2+}$  ซึ่งเป็นแคตไอออน (cation) และบางส่วนก็จะรวมตัวอยู่กับอนุภาค (Bloom and Fitzgerald, 1988; Pacyna and Munch, 1991; US-EPA, 1997) ปรอทในรูป  $Hg^0$  จะถูกออกซิไดซ์โดยโอโซนในสถานะที่มีน้ำกลายเป็นไอออนของปรอท ซึ่งในที่สุดจะรวมกับหยาดน้ำฟ้า (precipitation) ในบรรยากาศตกลงสู่พื้นโลก (Iverfeldt, 1991; Hall, 1995) นอกจากนี้ปรอทในรูป  $Hg^0$  สามารถทำปฏิกิริยากับสารออกซิเดนต์ (oxidants) อื่นๆ ในบรรยากาศได้เช่นกัน เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide,  $H_2O_2$ ) และคลอรีน (chlorine,  $Cl_2$ ) เป็นต้น (Schroeder *et al.*; 1991)

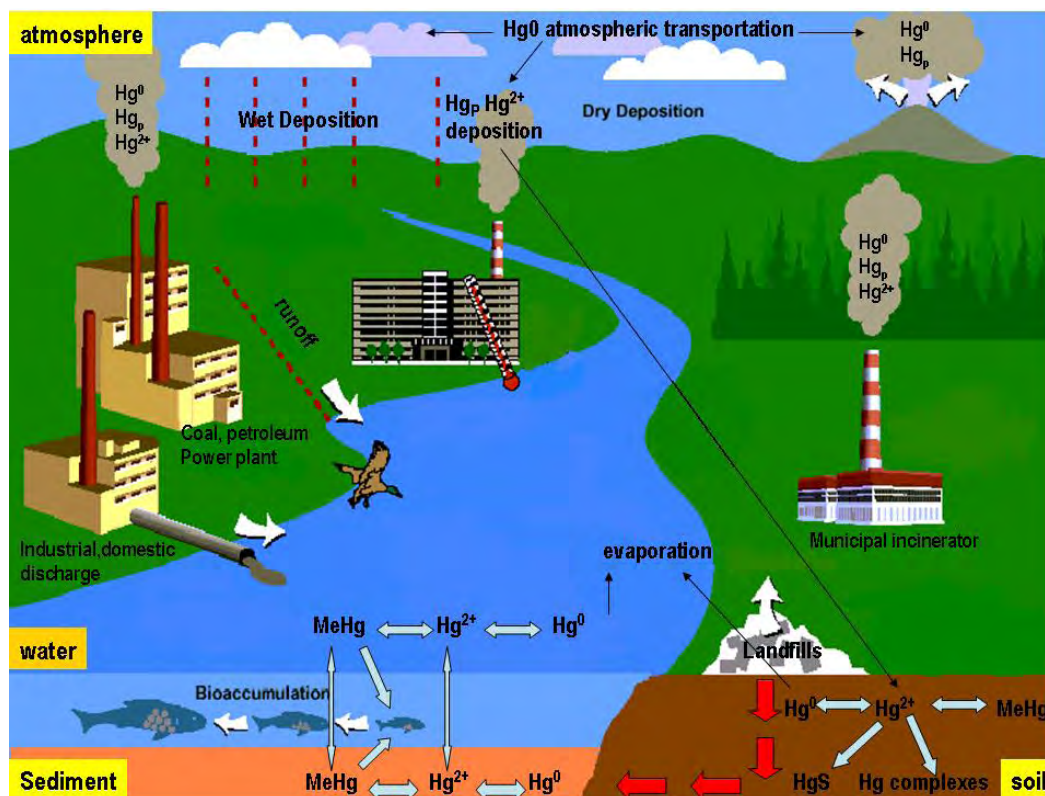
กระแสลมในบรรยากาศจะพัดพาไอปรอทให้เดินทางไปได้ไกลจากแหล่งกำเนิด ส่วนปรอทในรูปแคตไอออนและอนุภาค ส่วนใหญ่จะตกสะสมไม่ไกลจากแหล่งกำเนิดนัก ดังนั้น การเพิ่มขึ้นของปริมาณปรอทในพื้นที่บางแห่ง อาจไม่ได้มาจากแหล่งกำเนิดที่อยู่ใกล้เสมอไป (Xiao *et al.*, 1991) ไอปรอทในบรรยากาศตกลงสู่พื้นดินและน้ำ โดยกระบวนการ 2 ประเภท (Lindqvist *et al.*, 1991) คือ แบบแห้ง (dry deposition) โดยปรอทที่อยู่ในรูปอนุภาค เช่น ปรอทที่เกาะอยู่กับอนุภาคพวกเขม่า จะตกลงสู่พื้นโลกโดยแรงโน้มถ่วง และแบบเปียก (wet deposition) โดยหยาดน้ำฟ้าประเภทต่างๆ จะชะสารปรอททั้งประเภทที่ถูกออกซิไดซ์ไปเป็นไอออน และปรอทที่เป็นอนุภาค ให้ตกลงสู่พื้นดิน

ปรอทที่สะสมในดิน มักจะอยู่ในรูปสารประกอบร่วมกับสารอื่นในดิน กลายเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ (Schuster, 1991) เมื่อมีกิจกรรมการใช้ที่ดิน เช่น การเกษตร การพัฒนาที่ดินเพื่ออยู่อาศัย การขุดดิน การทำเหมือง การทำถนน ฯลฯ จะทำให้สารปรอทเหล่านี้เปลี่ยนแปลงรูปแบบทางเคมี เนื่องจากเมื่อมีการเปิดหน้าดินทำให้ปรอทถูกชะกร่อนและถูกออกซิไดซ์ได้ง่าย ทำให้ปรอทเปลี่ยนแปลงรูปแบบทางเคมีมาอยู่ในรูปแบบที่ละลายน้ำได้มากขึ้น และส่งผลต่อการเคลื่อนตัวของปรอทจากดินเข้าสู่แหล่งน้ำ (Blake, 1980)

ปรอทที่สะสมอยู่ในดินมีอยู่หลายรูปแบบ เช่น

- 1) สารประกอบที่ละลายน้ำ เช่น เมอร์คิวริกคลอไรด์ (mercury chloride)
- 2) คิวคซบอยู่บนพื้นผิวของสารอื่น เช่น แร่ดินเหนียว (clay minerals)
- 3) เกิดพันธะเชิงซ้อนกับสารอินทรีย์ เช่น ฟัลวิกแอซิด (fulvic acid)
- 4) เป็นสารประกอบในตะกอน เช่น ในรูปซัลไฟด์ (sulfide), คาร์บอเนต (carbonate) และไฮดรอกไซด์ (hydroxide)
- 5) ปรอทอินทรีย์ เช่น เมทิลเมอร์คิวรี (methyl mercury)

รูปแบบทางเคมีของปรอทที่แตกต่างกันมีความเป็นพิษแตกต่างกันไป นอกจากนี้ รูปแบบทางเคมีเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงไปมา โดยกระบวนการชีวธรณีเคมี (biogeochemical processes) รูปที่ 1-1 แสดงวัฏจักรชีวธรณีเคมีและการเปลี่ยนรูปแบบทางเคมีของปรอทที่เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อมประเภทต่างๆ



รูปที่ 1-1 วัฏจักรชีวธรณีเคมีของปรอท

### 1.3 การสะสมและการชะล้างปรอทในดินสู่แหล่งน้ำ

ส่วนใหญ่การปนเปื้อนของปรอทในแหล่งน้ำมักจะเกิดจากการปล่อยทิ้งปรอทจากแหล่งกำเนิดที่ชัดเจน (point source) แต่ในบางพื้นที่แม้ไม่มีการระบายสิ่งปนเปื้อนปรอทลงสู่แม่น้ำหรือทะเลสาบโดยตรง แต่อาจจะพบการสะสมของปรอท ซึ่งมีแหล่งกำเนิดมาจากบรรยากาศ (Lindquist *et al.*, 1991) ปรอทจากบรรยากาศจะตกสะสมลงสู่พื้นดิน (ทั้งแบบแห้งและเปียก) จึงมักพบปรอทกระจายอยู่ทั่วบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำ ปรอทที่สะสมอยู่ในดิน โดยเฉพาะในชั้นผิวดินจะถูกน้ำชะล้างพาเข้าสู่แหล่งน้ำได้ง่าย และในที่สุดจะตกสะสมรวมอยู่กับตะกอนในแหล่งน้ำนั้น ปริมาณปรอทที่ลงสู่แหล่งน้ำ เช่น ทะเลสาบ จะสัมพันธ์กับปริมาณน้ำท่า (runoff) อัตราการไหล และระยะเวลาที่เก็บกักของน้ำ จากงานวิจัยในทะเลสาบแถบสแกนดิเนเวียพบว่าน้ำท่าเป็นตัวการหลักในการพาปรอทไปสะสมอยู่ในทะเลสาบ ขณะที่การตกสะสมของปรอทลงสู่ทะเลสาบโดยตรงจากบรรยากาศ มีปริมาณน้อยกว่ามาก (Lindqvist *et al.*, 1991; Johansson, 1991; Meili, 1991a; Aastrup *et al.*, 1991) แต่สำหรับช่วงที่น้ำท่าแล้งหรือไม่มีแหล่งน้ำผิวดิน การสะสมปรอทโดยตรงจากบรรยากาศ จะกลายเป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญ (Meili, 1991a) ปรอทที่ลงสู่ทะเลสาบจะสะสมอยู่ในตะกอนดิน ปลา และสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในทะเลสาบ ดังนั้นหากสามารถควบคุมไม่ให้มีการ

เพิ่มขึ้นของปรอทที่ลงสู่ทะเลสาบ ก็จะทำให้การปนเปื้อนของปรอทในปลาลดลง ซึ่งการควบคุมดังกล่าวจะต้องควบคุม ปริมาณขาเข้า กล่าวคือ ควบคุมไม่ให้ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำมีปรอทเพิ่มขึ้น โดยควบคุมการปล่อยปรอทลงดินโดยตรงและสู่บรรยากาศ ให้มีปริมาณลดลง (Johansson, 1991)

#### 1.4 การชะล้างปรอทกับอินทรีย์สารในดิน

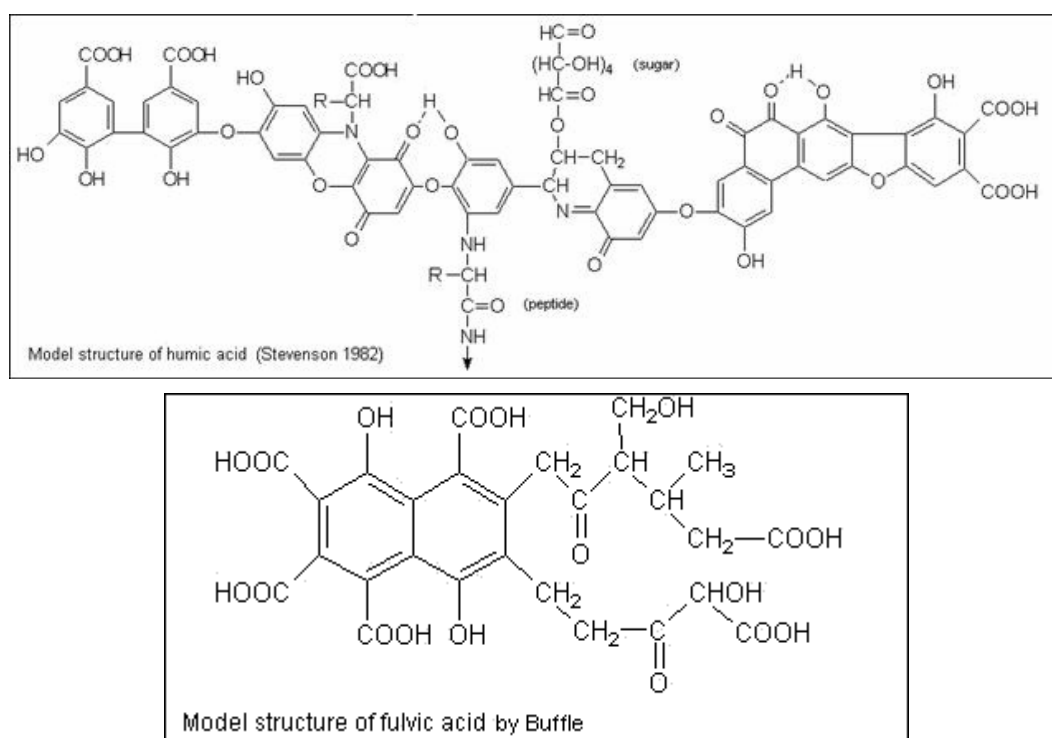
ดินประกอบด้วยอนินทรีย์สารและอินทรีย์สาร อนินทรีย์สารหรือเนื้อดินซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักประกอบด้วยอนุภาคขนาดทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว ส่วนที่เป็นอินทรีย์สารประกอบด้วยส่วนที่ยังไม่ย่อยสลายและส่วนที่ย่อยสลายแล้วของซากสิ่งมีชีวิต ส่วนที่ย่อยสลายแล้วก็คือ ฮิวมัส ซึ่งประกอบด้วย สารฮิวมิก (humic substances) และส่วนที่ไม่ใช่สารฮิวมิก ได้แก่ ไขมัน คาร์โบไฮเดรต สารฮิวมิกเป็นอินทรีย์สารที่เกิดจากการสลายตัวของเศษพืชและสัตว์ที่ทับถมบนดินและเป็นตัวสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการจับโลหะหนักในดิน มีอยู่ 3 ชนิด คือ กรดฮิวมิก (humic acid), กรดฟัลวิก (fulvic acid) และฮิวมิน (humin) ซึ่งจำแนกความแตกต่างจาก จำนวนหมู่ฟังก์ชันนอล (functional group) ขนาดโมเลกุล และสมบัติการละลาย (รูปที่ 1-2) กรดฟัลวิกมีน้ำหนักโมเลกุลและเปอร์เซ็นต์ของคาร์บอนในโมเลกุล น้อยกว่ากรดฮิวมิก แต่จะมีออกซิเจนในเปอร์เซ็นต์ที่สูงกว่า (Stevenson, 1982)

Humic substances (pigmented polymers)				
Fulvic acid		Humic acid		Humin
Light yellow	Yellow brown	Dark brown	Grey-black	Black
<p>————— increase in intensity of colour —————&gt;</p> <p>————— increase in degree of polymerization —————&gt;</p> <p>2 000 ————— increase in molecular weight —————&gt;300 000 ?</p> <p>45% ————— increase in carbon content —————&gt;62%</p> <p>48% ————— decrease in oxygen content —————&gt;30%</p> <p>1 400 ————— decrease in exchange acidity —————&gt;500</p> <p>————— decrease in degree of solubility —————&gt;</p>				
Chemical properties of humic substances. (Stevenson 1982)				

ที่มา: Stevenson (1982)

รูปที่ 1-2 คุณสมบัติของสารฮิวมิก (humic substances) ชนิดต่างๆ

ดินแต่ละชนิดจะมีสัดส่วนของสารฮิวมิกแตกต่างกันไป แบบจำลองโครงสร้างของกรดฮิวมิกและกรดฟัลวิก แสดงไว้ในรูปที่ 1-3 จากรูปจะเห็นว่าทั้งกรดฮิวมิก และกรดฟัลวิก มีหมู่ฟังก์ชันนอลของคาร์บอกซิล (carboxyl) ฟีนอลิก (phenolic) และคาร์บอนิล (carbonyl) จึงทำให้มีคุณสมบัติในการจับหรือแลกเปลี่ยนไอออน โลหะหนักได้ดี (<http://www.ar.wroc.pl/~weber/kwasy2.htm>)



ที่มา: Stevenson (1982)

รูปที่ 1-3 แบบจำลองโครงสร้าง บน: กรดฮิวมิก (humic acid) และ ล่าง: กรดฟัลวิก (fulvic acid)

ปรอทมีค่าแอฟฟินิตี (affinity) ต่ออินทรีย์สารและกำมะถัน (sulfur) ที่สูง ทำให้สามารถจับตัวกับอินทรีย์สารในดินได้ดี โดยเฉพาะกับสารฮิวมิกข้างต้นสามารถจับตัวกันได้ดีกว่าไอออนที่เป็นอนินทรีย์สาร เช่น คลอไรด์และไฮดรอกไซด์ (Schuster, 1991) ปรอทที่ลงสู่ดินจึงถูกตรึงโดยอินทรีย์สารในดิน เช่น มอร์ (mor) หรือฮิวมัส (raw humus) (Aastrup *et al.*, 1991) เมื่อมีน้ำไหลหลากมาชะล้างผิวดิน ก็จะละลายอินทรีย์สารที่มีปรอทตรึงอยู่ และพัดพาให้ละลายไปตามน้ำ ปริมาณปรอทในน้ำชะล้างจากดินจึงสัมพันธ์กับสีของน้ำ ซึ่งเกิดจากกรดฮิวมิกและกรดฟัลวิกในดินที่ละลายอยู่ โดยน้ำที่มีสีเข้มจะมีกรดฮิวมิกและกรดฟัลวิกปนจากดินละลายอยู่สูง ถ้าปรอทก็จะสูงด้วย อินทรีย์สารที่ไปกับน้ำนี้จะไหลลงสู่แม่น้ำและส่วนใหญ่จะสะสมอยู่กับตะกอนท้องทะเลสาบ

ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงปริมาณปรอทที่ลงสู่ทะเลสาบ จึงขึ้นกับความสามารถของพื้นที่ในการกักเก็บอินทรีย์สารพวกกรดฮิวมิกและกรดฟัลวิกให้อยู่ในดินได้ดีเพียงใด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของน้ำท่า และลักษณะทางกายภาพของดินในพื้นที่นั้นๆ (Mierle and Ingram, 1991; Meili *et al.*, 1991) ถึงแม้โดยทั่วไปเนื้อดินจะดูดซับปรอทได้ระดับหนึ่ง แต่ดินที่มีอินทรีย์สารสูงจะปลดปล่อยปรอทง่ายกว่าดินที่มีอินทรีย์สารสูง (Engstrom *et al.*, 1994)

### 1.5 การเปลี่ยนรูปแบบทางเคมีของปรอทและการสะสมสารปรอทในสัตว์น้ำ

สารปรอทเมื่ออยู่ในดินจะมีระยะกักเก็บที่นาน จึงมีเวลานานมากพอที่จะเกิดการเปลี่ยนรูปแบบทางเคมีโดยจุลินทรีย์ในดิน โดยเฉพาะเมื่อเกาะอยู่กับอินทรีย์สารซึ่งเป็นทั้งตัวพาปรอทและเป็นแหล่งคาร์บอนของแบคทีเรีย (Meili, 1991b) ปฏิกิริยาการเปลี่ยนรูปแบบทางเคมีของปรอทในดิน เกิดได้ทั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชัน ซึ่งจะเปลี่ยนรูปแบบระหว่างปรอทแคตไอออน ( $Hg^{2+}$ ) และธาตุปรอท ( $Hg^0$ ) นอกจากนี้ยังมีปฏิกิริยาไฮเดรชัน (hydration) และปฏิกิริยาการเกิดสารอินทรีย์ (ศุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา, 2545) ปรอทที่สะสมอยู่ในตะกอนท้องทะเลสาบก็เกิดการเปลี่ยนรูปแบบทางเคมีได้เช่นเดียวกับที่เกิดในดิน โดยกระบวนการเปลี่ยนรูปแบบทางเคมีสำคัญที่เกิดขึ้นและก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพ ก็คือ การเกิดปรอทอินทรีย์ โดยกระบวนการเมทิลเลชัน (methylation) สารฮิวมิกในดินและตะกอนมีส่วนช่วยในการเกิดกระบวนการนี้โดยเป็นตัวปลดปล่อยกลุ่มเมทิล (methyl group) ซึ่งจะเข้าทำปฏิกิริยากับปรอท

กระบวนการเมทิลเลชันเกิดจากแบคทีเรียพวกที่ใช้ซัลเฟต (sulfate reducing bacteria) เปลี่ยนรูปปรอทอนินทรีย์ไปเป็นเมทิลเมอร์คิวรี กระบวนการย้อนกลับที่เรียกว่าดีเมทิลเลชัน (demethylation) ก็เกิดขึ้นเช่นกัน สำหรับในแหล่งน้ำอัตราการเกิดเมทิลเลชันและดีเมทิลเลชันในชั้นตะกอนขึ้นกับลักษณะคุณสมบัติของน้ำในแหล่งน้ำนั้น ได้แก่ พีเอช ออกซิเจน อินทรีย์คาร์บอน และปริมาณซัลเฟต (Hudson *et al.*, 1992) ดังนั้นปรอทในรูปเมทิลเมอร์คิวรี ที่พบในทะเลสาบ จึงมาจากทั้งกระบวนการเมทิลเลชันที่เกิดในทะเลสาบเอง และการชะพาโดยน้ำท่าจากดินลงสู่ทะเลสาบ (Rudd, 1995) ปรอทอินทรีย์หรือเมทิลเมอร์คิวรีนี้เป็นพิษร้ายแรงและสะสมในปลา ซึ่งสามารถส่งถ่ายไปสู่สิ่งมีชีวิตในระดับทรอฟิกที่สูงขึ้นไปในห่วงโซ่อาหาร

ปริมาณการปนเปื้อนของปรอทจากแหล่งน้ำและตะกอนเข้าสู่สมในตัวปลา เกิดจากกระบวนการหลัก 3 กระบวนการ (Hudson *et al.*, 1992) คือ

- 1) Bioconcentration: ปลาจะได้รับปรอทโดยตรงจากน้ำ ผ่านทางช่องเหงือก
- 2) Bioaccumulation: ปลาจะได้รับปรอททั้งโดยตรงจากน้ำ และโดยอ้อม คือ ผ่านอาหารที่กินเข้าไป และจากตะกอนท้องน้ำ
- 3) Biomagnification: เกิดจากการสะสมปรอทเพิ่มมากขึ้นในสิ่งมีชีวิตในระดับ trophic ที่สูงขึ้นไปในห่วงโซ่อาหาร

## 1.6 การปนเปื้อนของสารปรอทในน้ำ ดิน ตะกอนดิน และสัตว์น้ำ

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เมื่อปรอทลงสู่แหล่งน้ำจะถ่ายเทเคลื่อนย้ายสู่ตัวกลางต่างๆ และสะสมอยู่ในนั้น พร้อมทั้งจะถ่ายทอดสู่สิ่งมีชีวิตตามระดับ trophic ที่สูงขึ้นตามลำดับ แต่การศึกษาปรอทในน้ำ ตะกอนดิน และสัตว์น้ำในประเทศไทย ส่วนใหญ่ยังศึกษาอยู่เฉพาะบริเวณชายฝั่งทะเล และทะเลด้านอ่าวไทยเป็นหลัก และส่วนมากอยู่ภายใต้การดูแลของกรมควบคุมมลพิษ มีบางส่วนเป็นงานวิจัยของสถาบันการศึกษาที่มีการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ทางทะเล เช่น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาวิทยาลัยบูรพา เป็นต้น

จากข้อมูลสถานการณ์การปนเปื้อนของปรอทในน้ำในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2544-2545 ของกรมควบคุมมลพิษ (2546ก) พอจะสรุปได้ว่าปริมาณปรอทในน้ำทะเลชายฝั่งอ่าวไทย ยังอยู่ในระดับที่ไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ คือ 0.1 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีค่าเฉลี่ยในน้ำทะเลอยู่ที่  $0.037 \pm 0.03$  ไมโครกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 1-1) สำหรับความเข้มข้นของปรอทในสัตว์น้ำ จำพวกปลา หอย และกุ้ง บริเวณปากแม่น้ำ ชายฝั่งและทะเลฝั่งอ่าวไทยจากข้อมูลของ Chongprasith and Wilairatanadilok (1999) และ EVS Consultant (1999) พบว่ายังไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข คือ 500 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม (มาตรฐานองค์การอนามัยโลกอยู่ที่ 100 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม) แต่พบว่าปรอทที่สะสมในตะกอนบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทย ซึ่งเป็นข้อมูลจากการศึกษาในปี พ.ศ. 2542 และ 2544 พบว่ามีหลายจุดที่มีค่าเกินมาตรฐานที่ไม่มีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต (130 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม) และมาตรฐานที่อาจมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต (700 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม) ตามเกณฑ์คุณภาพตะกอนของรัฐฟลอริดา สหรัฐอเมริกา (ตารางที่ 1-2) นอกจากนี้ สิทธิพันธ์ ศิริรัตนชัย (2542) ยังพบว่าในฤดูฝนซึ่งมีการไหลหลากของน้ำสูง ทำให้อุณหภูมิของน้ำลดลงเกิดการเคลื่อนย้ายลงสู่ทะเลมากขึ้น จึงมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปรอทในตะกอนดิน เช่น ในบริเวณแม่น้ำเจ้าพระยา ในฤดูฝนมีค่าปรอทในตะกอนดินถึง 304 – 448 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม



ส่วนบริเวณกลางอ่าวไทย กรมควบคุมมลพิษ (PCD, 2000) รายงานค่าปรอทที่พบในน้ำและตะกอนดินอยู่ในระดับที่ไม่เกินค่ามาตรฐาน แต่พบปรอทในตัวอย่างปลาบางส่วนมีค่าสูง (ตารางที่ 1-1 และ 1-2) Menasveta *et al.* (1995) รายงานพบค่าปรอทในปลาบริเวณแท่นขุดเจาะก๊าซธรรมชาติบางส่วนมีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข ส่วน Tetratech (1998) รายงานค่าปรอทที่พบในตะกอนดินรอบแท่นขุดเจาะมีค่าสูงมากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 1-2) แต่ปรอทที่พบอยู่ในรูปปรอทซัลไฟด์ (HgS) หรือที่เรียกว่า ซินนาบาร์ (cinnabar) ซึ่งเป็นรูปแบบทางเคมีที่ไม่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต (non-bioavailable) เนื่องจากถูกตรึงไว้ในรูปของแข็งที่ไม่ละลาย ทั้งนี้ปริมาณปรอทที่สูงเกิดจากกิจกรรมขุดเจาะก๊าซธรรมชาติ

ที่ผ่านมาได้มีการศึกษาปริมาณปรอทที่สะสมอยู่ในทะเลสาบสงขลาอยู่บ้าง ดังแสดงในตารางที่ 1-1 รายงานการศึกษาที่ผ่านมาพบปลาบางชนิด เช่น ปลากระพงขาวและปลาช่อน จากทะเลสาบ มีค่าปรอทสะสมอยู่ค่อนข้างสูง โดยมีค่าสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก (100 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม) แต่ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของประเทศไทยที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข (500 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม) ล่าสุด ประไพศรี ทรฤทธิ์ (2546) พบว่าปริมาณปรอทในปลาชนิดต่างๆ จากทะเลสาบตอนล่างส่วนใหญ่ยังมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก (100 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม)

Sompongchaiyakul and Sirinawin (2005) ได้เก็บตัวอย่างตะกอนดินจากทะเลสาบสงขลาทั้งระบบ (ครอบคลุม ตั้งแต่ทะเลน้อย ถึงทะเลสาบสงขลาตอนล่าง) ในช่วงเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2546 ถึง มกราคม พ.ศ. 2547 มาวิเคราะห์หาความเข้มข้นของปรอทที่สะสมในตะกอนดินพบว่าตะกอนดินท้องทะเลสาบสงขลา มีปรอทสะสมอยู่ในช่วง 24-113 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม สอดคล้องกับการศึกษาของประไพศรี ทรฤทธิ์ (2546) ที่ทำการศึกษาในตะกอนดินจากคลองที่ไหลลงทะเลสาบสงขลาตอนล่าง โดยพบว่าตะกอนดินบริเวณคลองขวางและท่าสะพานสงขลา มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานระดับต่ำสุด (130 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม) ตามเกณฑ์คุณภาพตะกอนของรัฐฟลอริดา สหรัฐอเมริกา กล่าวคือ มีค่าสูง แต่ค่าดังกล่าวยังไม่มีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต อย่างไรก็ตาม ประดิษฐ์ มีสุข (2540) รายงานการปนเปื้อนของปรอทในตะกอนดินทะเลสาบไว้ค่อนข้างสูง ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากตัวอย่างตะกอนถูกเก็บจากจุดที่มีการปนเปื้อนสูง

ตารางที่ 1-1 ความเข้มข้นของสารปรอทที่ปนเปื้อนในน้ำและสัตว์น้ำ

พื้นที่	ปรอท	เอกสารอ้างอิง
<b>น้ำทะเล</b>		
ชายฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน	0.032 (<0.01 - 0.54)	Chongprasith and Wilairatanadilok (1999)
ชายฝั่งอ่าวไทย	0.037 ± 0.03	กรมควบคุมมลพิษ (2546ก)
กลางอ่าวไทย	0.06 (<0.01 - 0.69)	PCD (2000)
ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง	<0.2	ประไพศรี ธรฤทธิ์ (2546)
<b>สัตว์น้ำ (ปลา หอย) บริเวณปากแม่น้ำชายฝั่งและอ่าวไทย</b>		
ปากแม่น้ำระยอง	76 - 170	Chongprasith and Wilairatanadilok (1999)
ปากแม่น้ำบางปะกง	63 - 153	
ปากแม่น้ำเจ้าพระยา	41 - 237	
ปากแม่น้ำท่าจีน	70 - 92	
ปากแม่น้ำแม่กลอง	105 - 175	
ปากแม่น้ำเพชรบุรี	45 - 116	
ปากแม่น้ำปราณบุรี	47 - 136	
ปากแม่น้ำกุยบุรี	60 - 139	
ปากแม่น้ำชุมพร	61 - 86	
ปากแม่น้ำหลังสวน	51 - 152	
ปากแม่น้ำตาปี พุมดวง	86 - 204	
ปากแม่น้ำปากพนัง	58 - 320	
ปากแม่น้ำสายบุรี	78 - 199	
ปากแม่น้ำปัตตานี	59 - 153	
ปากแม่น้ำตรัง	92 - 175	
ชายฝั่งมาบตาพุด (หอย)	20 - 43	EVS Consultant (1999)
ชายฝั่งแหลมตะบิ้ง (หอย)	8 - 12	
อ่าวไทย	30 - 180	
กลางอ่าวไทย	20 - 1570	PCD (2000)
แท่นขุดเจาะก๊าซธรรมชาติ	10 - 1270	Menasveta <i>et al.</i> (1995)
ปลาดุก	34 - 172	ณรงค์ ณ เชียงใหม่ และอรุณโชติ คงพล (2530)
ปลาช่อน	129 - 390	
ปลากะพงขาว	nd - 107	ประคิษฐ์ มีสุข (2541)
กุ้งกุลาดำ	nd - 15	
หอยแมลงภู่	nd - 21	
ปูทะเล	nd - 38	
สาหร่ายผสมนาง	nd - 69	
ปลาโคก	72	ประไพศรี ธรฤทธิ์ (2546)
ปลากระบอกดำ	71	
ปลากระบอกขาว	28	
ปลาเป็นเล็ก	40	
ปลากดหัวโม่ง	36	
ปลากดขี้ลิง	37	
ปลากะพงขาว	133	

หมายเหตุ: ความเข้มข้นในน้ำ มีหน่วยเป็น  $\mu\text{g/l}$  (ไมโครกรัมต่อลิตร); ความเข้มข้นในสัตว์/พืชมีหน่วยเป็น  $\mu\text{g/kg}$  (ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม) น้ำหนักแห้ง

ตารางที่ 1-2 ความเข้มข้นของสารปรอทที่ปนเปื้อนในตะกอนดินบริเวณต่างๆ

พื้นที่	ปรอท	เอกสารอ้างอิง
อ่าวไทยและทะเลอันดามัน	136 (47 - 2135)	Chongprasith and Wilairatanadilok (1999)
กลางอ่าวไทย	20 (10 - 120)	PCD (2000)
แท่นขุดเจาะก๊าซธรรมชาติ	206×10 <sup>3</sup> -292×10 <sup>3</sup>	Tetrattech(1998)
ปากแม่น้ำปะแสร์	250	กรมควบคุมมลพิษ (2546ข)
ปากแม่น้ำเจ้าพระยา	339	
ท่าเรือมาบตาพุด	131	
หาดชะอำ	350	
หาดชาญดำริ	2,140	
หาดเทพา	136	
หาดสมิหลา	1,050	
หาดบ้านปากบารา	870	
ปากแม่น้ำเจ้าพระยา	304 - 448	สิทธิพันธ์ ศิริวิคินชัย (2542)
ปากแม่น้ำบางปะกง	120 - 480	Thongra-ar (2001)
ทะเลสาบสงขลา	280 - 1,080	ประคิษฐ์ มีสุข (2540)
คลองอู่ตะเภา	50	ประไพศรี ทรฤทธิ์ (2546)
คลองพะวง	53	
ชุมชนเกาะขอม	72	
ชุมชนหัวเขาแดง	48	
ทะเลสาบสงขลา	94	
คลองขวาง	139	
ท่าสะพาน	280	
คลองสำโรง	101	
ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง	60	
ทะเลน้อย	89 (63 - 113)	Sompongchaiyakul and Sirinawin (2005)
ทะเลสาบตอนบน	36 (24 - 49)	
ทะเลสาบตอนกลาง	34 (32 - 62)	
ทะเลสาบตอนนอก	49 (27 - 64)	
Kara Sea, Russia	30	Loring <i>et al.</i> (1998)
Ob Estuary, Russia	35	
Yenisey Estuary, Russia	50	
Enid Lake, North Mississippi	34	Huggett <i>et al.</i> (2001)
Sardis Lake, North Mississippi	31	
Clean ocean sediment	100-1,000	Paasivirta (1991)
World average marine sediment	300	Rankama and Sahama (1960)
Background historic record of Lake Superior sediment (อายุ 8,000-10,000 ปี)	25±8	Glass <i>et al.</i> (1999)

หมายเหตุ: ความเข้มข้นในตะกอน มีหน่วยเป็น  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม) น้ำหนักแห้ง

เมื่อเปรียบเทียบค่าปรอทในตะกอนที่พบในทะเลสาบสงขลา กับบริเวณอื่นทั่วโลกที่ไม่มีการปนเปื้อนปรอท (ตาราง 1-1) เช่น Kara Sea Ob estuary และ Yenisey estuary ในรัสเซีย (Loring *et al.*, 1998) Enid Lake และ Sardis Lake ในมิสซิสซิปปี (Huggett *et al.*, 2001) หรือตะกอนสะอาดจากมหาสมุทร (Paasivirta 1991) โดยทั่วไปยังถือว่าตะกอนในทะเลสาบสงขลาสะอาด แม้จะพบค่าที่สูงบ้างในบางจุด ค่าปรอทยังอยู่ในช่วงเดียวกันกับค่าเฉลี่ยที่พบในตะกอนทะเลทั่วไป (Rankama and Sahama, 1960) รวมทั้งตะกอนดึกดำบรรพ์ (Glass *et al.*, 1999)

สำหรับปรอทในดิน ในประเทศไทยยังมีการศึกษาการปนเปื้อนปรอทในดินน้อย แต่มีมาตรฐานควบคุมคุณภาพดินที่กำหนดไว้สำหรับปรอทในการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างๆ ตารางที่ 1-3 แสดงค่าปรอทในมาตรฐานคุณภาพดินของประเทศไทยเทียบกับของประเทศแคนาดา ส่วนตารางที่ 1-4 เป็นปริมาณปรอทที่พบในดินจากแหล่งต่างๆ ทั่วโลก

ตารางที่ 1-3 ปริมาณปรอทตามมาตรฐานคุณภาพดินสำหรับใช้ประโยชน์แบบต่างๆ

การใช้ประโยชน์	ปรอท (mg/kg)	เอกสารอ้างอิง
<b>ไทย</b>		
ที่อยู่อาศัยและเกษตรกรรม	ไม่เกิน 23	ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม ปี 2547 ฉบับที่ 25
อื่นๆ	ไม่เกิน 610	
<b>แคนาดา</b>		
เกษตรกรรม	7	CCME (1997)
พาสัยกรรม	24	
ที่อยู่อาศัย	7	
อุตสาหกรรม	30	

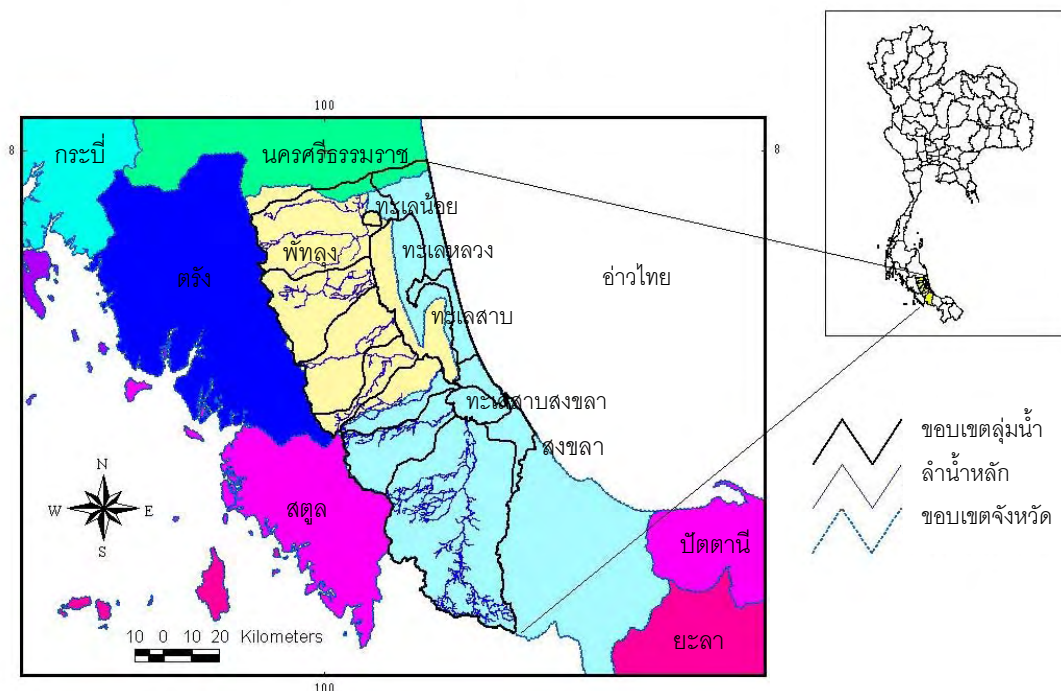
ตารางที่ 1-4 ปริมาณปรอทในดินจากบริเวณต่างๆ ทั่วโลก

พื้นที่	ปรอท (mg/kg)	เอกสารอ้างอิง
Natural background	0.02 – 0.20	UNEP (2001)
ทั่วโลก	0.071	Andren and Nriagu (1979)
แคนาดา	0.01 – 0.40	Environment Canada (1996)
สหรัฐอเมริกา	0.086	Shacklett and Boerngen (1984)
อิลินอยตอนใต้	0.018 – 0.104	Krug and Winstonley (2004)
สวีเดนตอนใต้	0.25 – 0.40	Lindqvist (1991)
นิวซีแลนด์	0.03	Kabata A and Pendias H (1992)
ญี่ปุ่น	0.31	Kabata A and Pendias H (1992)
รัสเซีย	0.13	Kabata A and Pendias H (1992)
โปแลนด์	0.06	Kabata A and Pendias H (1992)
อังกฤษ	0.03	Kabata A and Pendias H (1992)
ไทย	0.01 – 0.27	กรมวิชาการเกษตร (2543)

## 1.7 ลักษณะทางกายภาพและการใช้ประโยชน์ที่ดินในกลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาครอบคลุมพื้นที่ 3 จังหวัด คือ พัทลุงทั้งจังหวัด (10 อำเภอ 1 กิ่งอำเภอ), สงขลา (12 อำเภอ จาก 16 อำเภอ) และนครศรีธรรมราช (2 อำเภอ จาก 21 อำเภอ 2 กิ่งอำเภอ) พื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาทั้งหมดมีพื้นที่ประมาณ 8,729 ตารางกิโลเมตร ประกอบด้วยแผ่นดิน 7,687 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่ทะเลสาบ 1,042 ตารางกิโลเมตร ความยาวจากเหนือจรดใต้ประมาณ 150 กิโลเมตร และจากตะวันออกรจรดตะวันตกประมาณ 65 กิโลเมตร ทางทิศตะวันตกมีเทือกเขาบรรทัดเป็นสันปันน้ำ เทือกเขานี้สูงประมาณ 1,200 เมตร จากระดับทะเลปานกลาง (mean sea level) วางตัวตามแนวเหนือ-ใต้ และลดระดับลงไปทางทิศตะวันออกจนจรดทะเลสาบ ส่วนสันปันน้ำทางทิศใต้เป็นส่วนหนึ่งของแนวเทือกเขาสันกาลาคีรี เทือกเขาทั้งสองนี้เป็นแหล่งต้นน้ำของลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ถัดลงมาพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสวนยางพาราและนาข้าว ซึ่งพื้นที่ราบใกล้ทะเลสาบเป็นที่ทับถมของตะกอนลำน้ำที่รับน้ำจากพื้นที่ภูเขาแล้วไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลา ทางตอนเหนือของทะเลสาบเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำขนาดใหญ่ เรียกว่า “พรุควนเคร็ง” มีพื้นที่ประมาณ 137 ตารางกิโลเมตร (รวมทะเลน้อย) ทางตะวันออกของทะเลสาบเป็นที่ราบชายฝั่งทะเลติดต่อกับอ่าวไทย (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2548)

น้ำฝนและน้ำไหลหลากจากแผ่นดินจะไหลจากพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาลงสู่ทะเลสาบสงขลา ทะเลสาบสงขลาจึงทำหน้าที่เป็นแหล่งรับน้ำ ก่อนที่น้ำจะไหลจากแผ่นดินจะไหลออกสู่อ่าวไทย ทะเลสาบสงขลาเป็นระบบทะเลสาบแบบ “ลากูน” (lagoon) ขนาดใหญ่ ลักษณะทางกายภาพแบ่งเป็น 4 ส่วน คือ ทะเลน้อย ทะเลหลวง ทะเลสาบ และทะเลสาบสงขลา (รูปที่ 1-4) ทะเลน้อยเป็นทะเลสาบน้ำจืดธรรมชาติ มีขนาดเพียง 27 ตารางกิโลเมตร อยู่ตอนบนสุดของระบบทะเลสาบลึกไม่เกิน 1.2 เมตร มีพืชน้ำอยู่หนาแน่น มีป่าพรุขนาดใหญ่ และเป็นแหล่งนกน้ำ ทะเลน้อยเชื่อมต่อกับทะเลหลวง (หรือทะเลสาบตอนบน) โดยคลอง 3 คลอง ได้แก่ คลองขวน คลองบ้านกลาง และคลองนางเรียม น้ำในทะเลหลวงจะเป็นน้ำจืดเกือบตลอดทั้งปี ลึกเฉลี่ย 2 เมตร มีพื้นที่ประมาณ 473 ตารางกิโลเมตร ส่วนที่ถัดลงมาอีก เรียกว่า ทะเลสาบ (หรือทะเลสาบตอนกลาง) ทะเลสาบส่วนนี้มีระบบนิเวศที่เป็นทั้งน้ำจืดและน้ำกร่อย และยังมีเกาะแก่งมาก เช่น เกาะสี่ เกาะห้า เกาะหมาก เกาะนางคำ ลึกประมาณ 2 เมตร มีพื้นที่ประมาณ 360 ตารางกิโลเมตร ส่วนตอนล่างสุดเชื่อมต่อกับอ่าวไทย เรียกว่า ทะเลสาบสงขลา (หรือทะเลสาบตอนล่าง) มีน้ำกร่อยสลับกับน้ำเค็มเนื่องจากได้รับอิทธิพลน้ำขึ้นน้ำลง มีพื้นที่ประมาณ 182 ตารางกิโลเมตร ลึกเฉลี่ยเพียง 1.5 เมตร ยกเว้นช่องทางเดินเรือที่ต่อกับอ่าวไทยจะลึก 12–14 เมตร (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2548)



รูปที่ 1-4 กลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

การใช้ประโยชน์ที่ดินของกลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาสามารถจำแนกออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มที่ 1 พื้นที่ด้านตะวันตกของทะเลสาบสงขลา ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตร ทำนาข้าวและสวนยางพาราเป็นหลัก กลุ่มที่ 2 พื้นที่ด้านตะวันออกของทะเลสาบ เป็นคาบสมุทรอยู่ระหว่างทะเลอ่าวไทย กับทะเลสาบสงขลา พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบ ส่วนใหญ่ยังคงเป็นนาข้าว แต่ปัจจุบันได้มีการก่อสร้างท่าเรือน้ำลึก คลังน้ำมัน บังกะโล และโรงแรม ส่วนชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทยตั้งแต่อำเภอกระโนนด จังหวัดสงขลา จนถึงอำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช มีการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นจำนวนมาก กลุ่มที่ 3 พื้นที่ด้านใต้ของทะเลสาบ เป็นที่ราบน้ำท่วมถึง มีทางน้ำหลายสายไหลผ่าน เช่น คลองอู่ตะเภา คลองเตย และคลองพะวง ประชากรส่วนหนึ่งยังคงเป็นเกษตรกรทำสวนยางพาราและนาข้าว เป็นที่ตั้งของชุมชนเมืองขนาดใหญ่ คือเทศบาลนครหาดใหญ่และเทศบาลนครสงขลา ซึ่งเป็นศูนย์การคมนาคมขนส่ง และมีการใช้ที่ดินเพื่อการพาณิชย์กรรม อุตสาหกรรม และที่พักอาศัยหนาแน่น

ปัจจุบันมีการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบเป็นไปอย่างรวดเร็ว ทำให้มีกิจกรรมต่างๆ เกิดขึ้นรอบทะเลสาบสงขลา ทั้งภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม หรือแม้แต่การพัฒนาของชุมชนเมือง กิจกรรมเหล่านี้เป็นแหล่งกำเนิดของปรอททั้งโดยตรงและ

โดยอ้อม เนื่องจากสารปรอทไม่ได้เป็นสารเคมีที่ใช้แต่ในห้องปฏิบัติการเท่านั้น แต่สารปรอทยังเป็นองค์ประกอบที่ปนเปื้อนอยู่ในสารหรือวัตถุดิบต่างๆ เช่น เชื้อเพลิง หลอดฟลูออเรสเซนต์ เทอร์โมมิเตอร์ วัสดุอุดฟัน เป็นต้น การเผาไหม้ขยะก็เป็นแหล่งกำเนิดของสารปรอทสู่สิ่งแวดล้อมเช่นกัน ดังนั้นทุกกิจกรรมที่เกิดขึ้นในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาจึงมีส่วนก่อให้เกิดการปนเปื้อนและสะสมของสารปรอทมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสะสมของสารปรอทในดิน หากมีการปนเปื้อนในปริมาณสูง เมื่อเกิดฝนตกหรือน้ำหลากในลุ่มน้ำทะเลสาบ ก็จะชะล้างปรอทจากที่ต่างๆ ลงสู่แหล่งน้ำ และในที่สุดสะสมอยู่ในตะกอนทะเลสาบ ผลกระทบต่อระบบนิเวศในทะเลสาบก็จะเกิดขึ้นตามมา เนื่องจากทะเลสาบสงขลาเป็นแหล่งน้ำที่ค่อนข้างปิด ดังนั้นการปนเปื้อนใดๆ ที่เกิดขึ้นในทะเลสาบสงขลาจึงอาจส่งผลกระทบต่อประชากรรอบลุ่มน้ำได้อย่างรวดเร็วและรุนแรง

ทะเลสาบสงขลา ไม่มีแหล่งที่ระบายน้ำที่ปนเปื้อนปรอทลงสู่ทะเลสาบโดยตรง หรือที่เรียกว่า แบบที่ทราบแหล่งกำเนิดชัดเจนเนื่องจากอุตสาหกรรมหลักในลุ่มน้ำเป็นอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับอาหารทะเลและยางพารา แต่พื้นที่ดินรอบทะเลสาบสงขลาอาจเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษแบบกระจาย (non point source) ที่สำคัญ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อปริมาณปรอทที่ลงสู่ทะเลสาบ ทั้งนี้เนื่องจากพื้นดินบริเวณนี้รองรับสารปรอทจากกิจกรรมต่างๆ เช่น การทิ้งขยะของเสียที่ปนเปื้อนปรอท และยังรองรับการตกสะสมของปรอทที่ถูกพามาทางอากาศ ทั้งจากที่มีแหล่งกำเนิดภายในลุ่มน้ำ (local) และที่ถูกพามาจากแหล่งกำเนิดที่อยู่ไกลออกไป (long range transport)

การศึกษาการปนเปื้อนของปรอทในดินรอบทะเลสาบสงขลา นอกจากจะแสดงการกระจายของปรอทในพื้นที่รอบทะเลสาบสงขลา ยังอาจชี้บอกแนวโน้มการเกิดปัญหาการสะสมปรอทในทะเลสาบในอนาคตได้ ความสัมพันธ์ระหว่างปรอทและอินทรีย์สารในดิน บ่งบอกความสามารถในการดูดซับปรอทในดิน ซึ่งส่งผลกระทบต่อความยากง่ายในการเคลื่อนตัวของปรอทสู่ทะเลสาบ การศึกษาการกระจายปรอทในดินจึงมีความสำคัญ และถึงแม้ไม่มีการปนเปื้อนที่มีนัยสำคัญก็ยังสามารถใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับเปรียบเทียบดูการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว เมื่อมีการใช้ที่ดินเพื่ออุตสาหกรรมมากขึ้นได้ นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้ เมื่อนำเข้าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และใช้วิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลอื่นๆ เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดิน คุณสมบัติอื่นของดิน ก็สามารถนำไปวางแผนในภาพรวมเพื่อจัดการควบคุม ผลกระทบที่จะเกิดกับทะเลสาบได้

## 1.8 วัตถุประสงค์

จากแนวโน้มที่ปัจจุบันมีการสะสมปรอทในสิ่งแวดล้อมมากขึ้น และเนื่องจากทะเลสาบสงขลาเป็นทะเลสาบที่ค่อนข้างปิด และมีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรประมงมาก จึงน่าสนใจที่จะวิเคราะห์หาแหล่งกำเนิดของปรอทที่ถูกพามาสะสมในทะเลสาบ

การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาปริมาณและลักษณะการกระจายของปรอทที่ปนเปื้อนในดินรอบทะเลสาบสงขลา รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปรอทกับอินทรียสารและกำมะถันในดิน