บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ทะเลสาบสงขลาเป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญด้านการประมง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต ทั้งยังเป็นแหล่งรองรับของเสียที่มาจากธรรมชาติ และการกระทำของมนุษย์อีกด้วย การพัฒนาด้านต่าง ๆ รวมทั้งจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วรอบทะเลสาบสงขลา ได้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและระบบนิเวศของทะเลสาบ สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และของเสียต่าง ๆ ที่ปะปนอยู่กับน้ำทิ้งจากชุมชน จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จากการเกษตรกรรม และจากโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้คุณภาพน้ำในทะเลสาบสงขลาเสื่อมโทรมลงเรื่อย ๆ โดยเฉพาะบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง (นุกูล, 2536) ทั้งนี้เนื่องจากทะเลสาบสงขลาตอนล่างเป็นแหล่งรองรับน้ำเสียและมลพิษต่าง ๆ จากทะเลสาบสงขลาตอนบน และจากจังหวัดสงขลาเกือบทั้งหมด (บุญสิน, 2541) อีกทั้งโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะตั้งอยู่ในบริเวณลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภาและคลองพะวง ซึ่งจะไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง น้ำเสียที่ถูกปล่อยออกมาจากโรงงานเหล่านี้จะมีปริมาณและความเข้มข้นของสารมลพิษสูง ซึ่งจะประกอบไปด้วยสารอินทรีย์และสารมลพิษประเภทโลหะหนักเป็นส่วนใหญ่ (ฉัตรไชย และคณะ, 2532) อาจทำให้มีการแพร่กระจายและการสะสมของสารมลพิษเหล่านี้ในสิ่งมีชีวิตบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างได้

ปรอทจัดเป็นโลหะหนักชนิดหนึ่งที่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตมาก เป็นสารมลพิษที่ไม่สลายตัว สามารถแพร่กระจายลงสู่แหล่งน้ำด้วยวิธีต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะปะปนมากับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำปรอทมาใช้ (มนูวดี, 2532) โดยปรอทจะอยู่ในรูปของปรอทอนินทรีย์ และสามารถเปลี่ยนรูปเป็นปรอทอินทรีย์ในรูปของเมทิลเมอร์คิวรี่ (Methyl Mercury) ซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ของปรอทที่มีความเป็นพิษสูงได้ โดยการกระทำของจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อม สารประกอบอินทรีย์ของปรอทนี้สามารถเข้าไปสะสมในน้ำ ตะกอนดิน และเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในแหล่งน้ำนั้นได้ (นันทนา และคณะ, 2530) เนื่องมาจากปรอทเป็นโลหะหนักชนิดที่ไม่มีความจำเป็นต่อร่างกาย และร่างกายไม่สามารถควบคุมปริมาณได้ จึงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงไปตามความเข้มข้นของปรอทในน้ำ และช่วงระยะเวลาที่สัตว์น้ำนั้น ๆ อาศัยอยู่ (Devineau and Amiard-Triquet, 1985; Rainbow, 1985; Riisgard and Famme, 1986; Hanson and Hoss, 1986) การสะสมจะมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับชั้นในห่วงโซ่อาหาร (food chain) (แววตา และ

คณะ, 2531; Langston, 1986; Beattie, *et al*., 1996) ส่วนใหญ่มนุษย์รับสารปรอทเข้าสู่ร่างกายโดยการบริโภคปลาที่ปนเปื้อนด้วยสารปรอท (Galal-Gorchev, 1991) และปรอทที่ปนเปื้อนอยู่ในปลานั้น 90% อยู่ในรูปของเมทิลเมอร์คิวรี่ (Windom and Cranmer, 1998) ซึ่งเป็นสารประกอบปรอทที่เป็นพิษมากที่สุดในสารประกอบปรอททั้งหมด สามารถดูดซึมจากทางเดินอาหารเข้าสู่ร่างกายได้มากกว่าร้อยละ 90 (วิลาวัณย์ และ สุรจิต, 2542) และจะไปสะสมในร่างกาย ถ้าร่างกายได้รับปรอทสะสมจนถึงขนาดหนึ่ง จะทำให้เกิดโรคพิษปรอทหรือโรคมินามาตะ (ประดิษฐ์, 2541) โดยเมทิลเมอร์คิวรี่จะไปยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ในการเมตาโบลิซึมของกลูโคส ซึ่งจะมีผลต่อร่างกาย คือ จะไปทำลายเซลล์ของสมอง ระบบประสาท ไต และเนื้อเยื่อต่าง ๆ ได้ สามารถซึมผ่านรกสู่ตัวอ่อนในครรภ์ (fetus) ได้ดี (วิลาวัณย์ และสุรจิต, 2542) ทำให้ทารกที่อยู่ในครรภ์มีลักษณะไม่สมประกอบ พิการทางร่างกายและสมอง ยับยั้งพัฒนาการทางร่างกาย ระดับสติปัญญาต่ำกว่าเด็กในวัยเดียวกัน (D' Itri, 1972)

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสารปรอทในประเทศไทย ส่วนใหญ่มีการศึกษาในบริเวณอ่าวไทยตอนบน โดยจะเน้นในเรื่องคุณภาพน้ำทะเลและสัตว์ทะเลเป็นหลัก (ณรงค์ และอรุณโชติ, 2530) การศึกษาในทะเลสาบสงขลามีอยู่น้อยมาก จากการศึกษาของณรงค์ ณ เชียงใหม่ และอรุณโชติ คงพล (2530) พบปริมาณปรอทเฉลี่ยในปลาช่อนและปลาดุกในทะเลสาบสงขลา (ทะเลน้อย) 0.193 และ 0.072 มก./กก. ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานขององค์การอนามัยโลก แต่ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย ซึ่งกระทรวงสาธารณสุข (2529) ได้กำหนดค่ามาตรฐานของสารปรอทที่ยอมให้ปนเปื้อนในอาหารทะเลและอาหารอื่น ๆ ได้ไม่เกิน 0.5 มก./กก. น้ำหนักเปียก ส่วนมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก (WHO) กำหนดค่าสูงสุดของปริมาณสารปรอทรวมในอาหารทั่วไปไม่เกิน 0.05 มก./กก. น้ำหนักเปียก ประดิษฐ์ มีสุข และสัชญา เบญจกุล (2541) ได้ศึกษาหาปริมาณโลหะหนักในผลิตภัณฑ์จากทะเลสาบสงขลาตอนล่าง พบว่ามีปรอทปนเปื้อนในปลากะพงขาว, กุ้งกุลาดำ, หอยแมลงภู่, ปูทะเล และสาหร่ายผมนาง เฉลี่ย 0.052, 0.008, 0.013, 0.016 และ 0.025 มก./กก. ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข แต่ปริมาณปรอทที่ปนเปื้อนในปลากระพงขาวมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานขององค์การอนามัยโลก และประดิษฐ์ มีสุข (2541) ได้ศึกษาหาปริมาณโลหะหนักในน้ำคลองสำโรงซึ่งไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง พบว่าบริเวณปากคลองสำโรง และบริเวณปากระวะเก้าเส้งมีปริมาณปรอทปนเปื้อนในน้ำ 0.001 และ 0.004 มก./ลิตร ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2537) ที่กำหนดให้มีปริมาณปรอทรวมไม่เกิน 0.002 มก./ลิตร

เนื่องจากปลาเป็นสัตว์น้ำหลักของทะเลสาบสงขลา โดยพบทั้งชนิดและปริมาณมากกว่าสัตว์น้ำชนิดอื่น ฉะนั้นการศึกษาวิจัยถึงปริมาณการปนเปื้อนหรือการสะสมของสารปรอทในเนื้อปลาจึงเป็นงานวิจัยที่น่าสนใจยิ่ง เพราะการปนเปื้อนของสารดังกล่าวอาจก่อให้เกิดผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อม คือ มีผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้บริโภคโดยตรงและมีผลกระทบต่อห่วงโซ่อาหารและระบบนิเวศในทะเลสาบสงขลาได้ ซึ่งข้อมูลจากการศึกษาครั้งนี้จะเป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประกอบการพิจารณาจัดทำแผนการจัดการสิ่งแวดล้อมด้านสารพิษ สำหรับประเทศไทยได้ต่อไป

การตรวจเอกสาร

1. ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

1.1 ที่ตั้ง

ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตั้งอยู่บนชายฝั่งด้านตะวันออกของภาคใต้ มีตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ระหว่างละติจูดที่ 6 องศา 27 ลิบดาเหนือ ถึง ละติจูดที่ 8 องศา 12 ลิบดาเหนือ และระหว่างลองติจูดที่ 99 องศา 44 ลิบดาตะวันออก ถึงลองติจูดที่ 100 องศา 41 ลิบดาตะวันออก มีเนื้อที่รวมทั้งหมด 9,807 ตร.กม. (6,129,375 ไร่) พื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นพื้นดินมีเนื้อที่ 8,761 ตร.กม. (5,475,625 ไร่) และส่วนที่เป็นพื้นน้ำมีเนื้อที่ 1,046.04 ตร.กม. (653,775 ไร่) (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สำนักวิจัยและพัฒนา, 2537 ก.) ครอบคลุมพื้นที่ 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดสงขลาจำนวน 12 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอหาดใหญ่ อำเภอสะเดา อำเภอรัตภูมิ อำเภอระโนด อำเภอสทิงพระ อำเภอสิงหนคร อำเภอควนเนียง อำเภอกระแสสินธุ์ อำเภอนาหม่อม อำเภอบางกล่ำ และอำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดพัทลุงทั้งจังหวัด และจังหวัดนครศรีธรรมราช 2 อำเภอ คือ อำเภอชะอวด และอำเภอหัวไทร (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12, 2543)

1.2 อาณาเขต

อาณาเขตของพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาได้กำหนดตามแนวสันปันน้ำ ชายฝั่งทะเล และแนวขอบเขตการปกครอง มีดังต่อไปนี้

ทิศเหนือ ติดต่อ อำเภอปากพนัง อำเภอเชียรใหญ่ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช

ทิศใต้ ติดต่อ ประเทศมาเลเซีย

ทิศตะวันออก ติดต่อ อำเภอจะนะ อำเภอเทพา อำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา และอ่าวไทย

ทิศตะวันตก ติดต่อ จังหวัดตรัง จังหวัดสตูล และมีแนวสันปันน้ำเทือกเขาบรรทัดเป็นเส้นแบ่ง ตั้งแต่ตอนเหนือในเขตจังหวัดพัทลุง ลงไปถึงตอนใต้จรดเขตชายแดนไทย-มาเลเซีย

(มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สำนักวิจัยและพัฒนา, 2537 ข.; สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12, 2543)

พื้นที่ตั้งของลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาดังแสดงในภาพประกอบ 1

1.3 ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศที่เด่นชัดบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา คือ เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติขนาดใหญ่ ซึ่งมีทั้งแหล่งน้ำจืดและแหล่งน้ำกร่อยตามสภาพลักษณะระบบนิเวศที่แตกต่างกันโดยธรรมชาติ สำหรับพื้นที่ผิวดินมีลักษณะภูมิประเทศดังต่อไปนี้

1. พื้นที่ภูเขา (hill) พบได้ 2 บริเวณ คือ ทางด้านตะวันตกของพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งเป็นที่ตั้งของแนวเทือกเขาบรรทัด เป็นแนวเทือกเขาสูงทอดตัวยาวเป็นสันปันน้ำในแนวเหนือ-ใต้ ตั้งแต่ตอนเหนือสุดของจังหวัดพัทลุงไปจรดชายแดนไทย-มาเลเซีย เทือกเขาแห่งนี้เป็นแหล่งต้นกำเนิดลำน้ำสายสำคัญในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา เช่น คลองพรุพ้อ คลองท่าแค คลองหลง และคลองรัตภูมิ ส่วนด้านตะวันออกเฉียงใต้มีแนวเทือกเขาเตี้ย ๆ อยู่ในเขตอำเภอเมือง ผ่านอำเภอจะนะ อำเภอเทพา และอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา ไปจรดชายแดนไทย-มาเลเซีย พื้นที่ภูเขาสูงนี้ปกคลุมด้วยป่าไม้ทึบอันอุดมสมบูรณ์ จึงเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่สำคัญที่ไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลา

2. พื้นที่ราบลูกคลื่น (rolling plain) เป็นพื้นที่อยู่ถัดจากพื้นที่ภูเขา มีลักษณะภูมิประเทศเป็นเนินเขาเตี้ย ๆ สลับด้วยที่ราบ เริ่มตั้งแต่ตอนเหนือของจังหวัดพัทลุงขนานไปกับแนวเทือกเขาบรรทัด ไปจนถึงด้านใต้บริเวณอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา

3. พื้นที่ราบ (plain) เป็นพื้นที่ที่มีอาณาบริเวณล้อมรอบทะเลสาบสงขลา พื้นที่ราบในบริเวณนี้เป็นที่ราบที่เกิดจากการทับถมของตะกอนจากลำน้ำต่าง ๆ ที่ไหลลงสู่ทะเลสาบ จนเกิดเป็นที่ราบขนาดใหญ่ พบทางด้านตะวันตกและทางใต้ของทะเลสาบ

4. พื้นที่ราบชายฝั่งทะเลสาบ (coastal plain) เป็นพื้นที่ราบชายฝั่งที่เกิดจากการทับถมของตะกอนทะเล พบในบริเวณด้านเหนือและด้านตะวันออกของพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบ บริเวณอำเภอเมือง อำเภอระโนด อำเภอสิงหนคร อำเภอกระแสสินธุ์ จังหวัดสงขลา และอำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช ดังนั้น ในบริเวณพื้นที่ราบและพื้นที่ราบชายฝั่งทะเลจึงกลายเป็นแหล่งที่ตั้งชุมชนและแหล่งผลิตทางการเกษตรที่สำคัญของประชาชน ที่อยู่อาศัยอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สำนักวิจัยและพัฒนา, 2537 ข.; สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12, 2543)

ภาพประกอบ 1 พื้นที่ตั้งของลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12, 2543)

1.4 ฤดูกาล

ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ตั้งอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ จึงแบ่งฤดูกาลออกได้เป็น 2 ฤดู คือ ฤดูร้อนและฤดูฝน

ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ระยะนี้เป็นช่วงว่างของมรสุมหลังจากสิ้นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือแล้ว อากาศจะเริ่มร้อนและร้อนจัดที่สุดในเดือนเมษายน แต่ไม่ร้อนนักเนื่องจากอยู่ใกล้ทะเล กระแสลมและไอน้ำ ทำให้อากาศร้อนเบาบางลง

ฤดูฝนแบ่งได้เป็น 2 ช่วง คือ ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ลักษณะฝนที่ตกจะเป็นฝนในช่วงบ่ายถึงค่ำ ในช่วงเช้าจะมีเมฆบางส่วนและจะก่อตัวทวีขึ้นในช่วงบ่าย ฝนที่ตกส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นฝนฟ้าคะนอง ซึ่งจะมีลมกรรโชกแรงเป็นครั้งคราวในขณะมีฝน ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงกลางเดือนมกราคม ลักษณะของฝนจะเป็นฝนที่ตกไม่เลือกเวลา โดยมีโอกาสตกได้ตลอดไม่ว่าจะเป็นตอนเช้า ตอนเย็นหรือตอนกลางคืน และมักจะเป็นฝนที่ตกต่อเนื่องกันไปเป็นระยะเวลานาน ๆ ในบางครั้งฝนอาจตกนานถึง 2 วัน ดังนั้นในหน้ามรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจังหวัดสงขลาจึงได้รับฝนมากในบางช่วง โดยฝนจะตกหนักมากที่สุดในเดือนพฤศจิกายน (กรมอุตุนิยมวิทยา, ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก จังหวัดสงขลา, 2540; สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12, 2543)

1.5 ลักษณะภูมิอากาศ

เนื่องจากลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตั้งอยู่บนฝั่งทะเลด้านตะวันออกของภาคใต้ ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ที่พัดจากมหาสมุทรอินเดีย และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดผ่านอ่าวไทย ทำให้ได้รับไอน้ำและความชุ่มชื้นมาก อุณหภูมิเฉลี่ยจึงไม่สูงมากนัก ไม่ร้อนจัดในฤดูร้อนและอบอุ่นในช่วงฤดูฝน ส่วนฤดูหนาวอากาศจะเย็นในบางครั้ง อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 27.7 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 24.0 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 31.4 องศาเซลเซียส (กรมอุตุนิยมวิทยา, ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก จังหวัดสงขลา, 2540)

1.6 แหล่งน้ำธรรมชาติ

ทะเลสาบสงขลาเป็นทะเลสาบที่มีคุณสมบัติแตกต่างจากทะเลสาบน้ำจืดทั่ว ๆ ไป คือมีลักษณะเป็นแหล่งน้ำแบบลากูนขนาดใหญ่ (large lagoonal water) (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, คณะทรัพยากรธรรมชาติ, 2537) มีความกว้างจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออกประมาณ 20 กิโลเมตร ส่วนความยาวจากทิศเหนือไปทิศใต้ประมาณ 75 กิโลเมตร (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12, 2543) ประกอบด้วยแหล่งน้ำที่สำคัญ 3 ส่วน คือ ทะเลสาบตอนล่าง มีเนื้อที่ 182.15 ตร.กม. ทะเลหลวง มีเนื้อที่ 836.73 ตร.กม. และทะเลน้อย มีเนื้อที่ 27.16 ตร.กม. ความลึกของน้ำในทะเลสาบเฉลี่ยประมาณ 1-2 เมตร แหล่งน้ำดังกล่าวแต่ละส่วนเชื่อมต่อกันโดยช่องแคบและลำคลอง

ทะเลสาบสงขลาตอนล่างมีลักษณะเป็นทะเลเปิด มีทางออกสู่อ่าวไทยที่ปากทะเลสาบสงขลา น้ำของทะเลสาบในบริเวณนี้เป็นน้ำเค็ม แต่บางส่วนในช่วงฤดูฝนจะเป็นน้ำกร่อย และได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลง ทะเลหลวงเป็นน้ำกร่อย-จืด ส่วนทะเลน้อยจัดเป็นแหล่งน้ำจืดที่หลงเหลือเป็นแหล่งสุดท้ายในปัจจุบัน

สภาพน้ำในทะเลสาบโดยทั่วไปมีลักษณะตื้นเขินมาก เนื่องจากบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบมีแหล่งน้ำลำคลองหลายสายที่ไหลลงสู่ทะเลสาบได้พัดพาตะกอนมาทับถม สืบเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินในบริเวณที่สูงของลุ่มน้ำ จนเป็นสาเหตุให้เกิดการกัดเซาะดินอย่างรุนแรง และปริมาณน้ำที่ไหลลงสู่ทะเลสาบมีปริมาณลดลง เนื่องจากได้มีการเก็บกักน้ำตามโครงการชลประทานต่าง ๆ ในลำน้ำสาขา ทำให้น้ำในทะเลสาบมีสภาพกร่อยไปจนถึงเค็มในช่วงฤดูแล้ง กอปรกับคุณภาพน้ำในทะเลสาบมีคุณภาพลดลง เพราะได้มีการปล่อยของเสียทิ้งลงทะเลสาบ ไม่ว่าจะเป็นของเสียจากชุมชนบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม โรงแรม การเกษตรและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณรอบ ๆ ทะเลสาบ (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สำนักวิจัยและพัฒนา, 2537 ข.; สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12, 2543)

2. ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

2.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

ทะเลสาบสงขลาตอนล่างอยู่ถัดจากตำบลปากรอลงมา ครอบคลุมพื้นที่อำเภอเมือง อำเภอหาดใหญ่ อำเภอสิงหนคร อำเภอควนเนียง และกิ่งอำเภอบางกล่ำ จังหวัดสงขลา เป็นส่วนตอนล่างสุดของทะเลสาบทั้งหมด มีพื้นที่ผิวน้ำ 182.15 ตร.กม. ส่วนพื้นที่รอบ ๆ ทะเลสาบสงขลาตอนล่างมีเนื้อที่รวมประมาณ 1,500 ตร.กม. (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สำนักวิจัยและพัฒนา, 2537 ข.; มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, คณะทรัพยากรธรรมชาติ, 2537)

ที่ตั้งและลักษณะพื้นที่ทะเลสาบสงขลาตอนล่างดังแสดงในภาพประกอบ 2

ภาพประกอบ 2 ที่ตั้งและลักษณะพื้นที่ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, คณะทรัพยากรธรรมชาติ, 2537)

2.2 สภาพภูมิประเทศ

บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง มีสภาพภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มและที่ราบริมทะเลทางด้านทิศเหนือ ทิศตะวันตกและทิศใต้เป็นพื้นที่ลาดชันมีเนินเขาและทิวเขาสูง ส่วนทางด้านทิศตะวันออกเป็นที่ราบริมฝั่งทะเลและมีเนินหาดทราย รอบ ๆ ทะเลสาบมีเขาเตี้ย ๆ ตามแนวเหนือ-ใต้ เขาที่สำคัญได้แก่ เขาตังกวน มียอดเขาสูง 80 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล เขาน้อย มียอดเขาสูง 60 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล และเขาคอหงส์ มียอดเขาสูง 389 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ทะเลสาบสงขลาตอนล่างมีทางเปิดออกสู่ทะเลอ่าวไทยทางด้านตะวันออกที่ปากทะเลสาบสงขลา ในบริเวณอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา น้ำในทะเลสาบเป็นน้ำกร่อยหรือน้ำเค็ม และได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลง บริเวณทางตอนใต้มีพื้นที่ป่าชายเลนปกคลุมโดยทั่วไป แต่ปัจจุบันถูกเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่อยู่อาศัยและพื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้ง สภาพทะเลสาบโดยทั่วไปมีลักษณะตื้นเขิน ความลึกของน้ำในทะเลสาบเฉลี่ยประมาณ 1-2 เมตร ยกเว้นช่องแคบที่ติดต่อกับทะเลอ่าวไทย ซึ่งเป็นช่องเดินเรือ มีความลึกประมาณ 12-14 เมตร ในทะเลสาบมีพื้นที่เกาะที่สำคัญ คือ เกาะยอ(มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, คณะทรัพยากรธรรมชาติ, 2537; สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12, 2543)

2.3 ลำน้ำสำคัญที่ไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

1. คลองอู่ตะเภา ต้นน้ำเกิดจากเทือกเขาสันกะลาคีรี ในตำบลสำนักแต้ว อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา ไหลผ่านอำเภอสะเดา อำเภอหาดใหญ่ ไปลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ยาวประมาณ 90 กิโลเมตร

2. คลองวาด ต้นน้ำเกิดจากเทือกเขาบรรทัด ในอำเภอหาดใหญ่ ไหลลงสู่ทางตะวันออกเฉียงเหนือ ไปสู่คลองอู่ตะเภา ยาวประมาณ 37 กิโลเมตร

3. คลองรัตภูมิ ต้นน้ำเกิดจากเทือกเขาบรรทัด ลำน้ำเขานครศรีธรรมราชตอนต้นไหลลงทางทิศเหนือ แล้วลงมาทางตะวันออกเฉียงเหนือ ผ่านอำเภอรัตภูมิ และลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

4. คลองต่ำ ต้นน้ำเกิดจากเทือกเขาบรรทัด (เขาพระ) ไหลลงสู่คลองอู่ตะเภา

5. คลองพะวง ไหลผ่านชุมชนตำบลน้ำน้อย ตำบลควนหิน ไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

6. คลองสำโรง ไหลผ่านทางตอนใต้ของอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนล่างบริเวณบ้านท่าสะอ้าน อำเภอเมือง ผ่านเขตชุมชนย่อย ๆ หลายชุมชนและยังเป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมหลายประเภท (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สำนักวิจัยและพัฒนา, 2537 ข.)

2.4 แหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญในพื้นที่ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

แหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญในบริเวณพื้นที่ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำทะเลสาบสงขลาตอนล่าง คือ แหล่งชุมชน กิจการอุตสาหกรรม การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ กิจกรรมการเกษตร และการทำเหมืองแร่

1. น้ำเสียจากชุมชน

ชุมชนซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง เป็นชุมชนขนาดใหญ่ซึ่งมีประชากรอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก มีการขยายตัวของเมืองอย่างรวดเร็ว ได้แก่ ชุมชนเทศบาลนครหาดใหญ่และปริมณฑล และชุมชนเทศบาลนครสงขลาและบริเวณใกล้เคียง โดยน้ำเสียจากชุมชนจะถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติซึ่งเป็นคลองสาขาของทะเลสาบสงขลาตอนล่างก่อนที่จะไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนล่างในที่สุด

เทศบาลนครหาดใหญ่ เป็นเมืองศูนย์กลางความเจริญของภาคใต้ตอนล่างที่มีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น มีการขยายตัวของเมืองออกไปยังพื้นที่รอบบริเวณอย่างรวดเร็ว ทำให้ชุมชนที่อยู่รอบข้าง อาทิ เทศบาลตำบลบ้านพรุ อบต.คอหงส์ อบต.คลองแห มีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่นเช่นเดียวกัน จากประชากรจำนวนมากดังกล่าว ส่งผลให้มีปริมาณน้ำเสียมากตามไปด้วย ซึ่งน้ำเสียจากเทศบาลนครหาดใหญ่และชุมชนข้างเคียงดังกล่าว จะถูกปล่อยทิ้งลงสู่คลองเตยและคลองอู่ตะเภาก่อนที่จะไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาในที่สุด สำหรับคลองอู่ตะเภานั้นนอกเหนือจากการรองรับน้ำทิ้งจากเทศบาลนครหาดใหญ่และชุมชนดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังรองรับน้ำทิ้งจากชุมชนในระดับเทศบาลซึ่งเป็นพื้นที่ต่อเนื่องจากเทศบาลนครหาดใหญ่อีก คือ เทศบาลตำบลสะเดา เทศบาลตำบลพังลา เทศบาลตำบลปริก และเทศบาลตำบลพะตงอีกด้วย

เทศบาลนครสงขลาและบริเวณใกล้เคียง คือ อบต.เขารูปช้าง มีลักษณะเป็นเมืองศูนย์ราชการ และเป็นที่ตั้งของสถาบันการศึกษาที่สำคัญหลายแห่ง จึงมีประชากรเข้ามาอาศัยอยู่ในเขตพื้นที่ดังกล่าวเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้มีปริมาณน้ำเสียมากในแต่ละวัน โดยแหล่งน้ำซึ่งรองรับน้ำเสียจากชุมชนเทศบาลนครสงขลาและบริเวณใกล้เคียงนี้ คือ คลองสำโรง และคลองขวาง ซึ่งในปัจจุบันคลองทั้ง 2 แห่งค่อนข้างตื้นเขิน (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12, 2543)

ปริมาณน้ำเสีย สภาวะมลพิษที่ปนเปื้อน และแหล่งรองรับน้ำเสียแต่ละชุมชนของทะเลสาบสงขลาตอนล่าง แสดงในตาราง 1

ตาราง 1 สรุปปริมาณน้ำเสีย สภาวะมลพิษที่ปนเปื้อน และแหล่งรองรับน้ำเสียแต่ละชุมชนของทะเลสาบสงขลาตอนล่าง (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12, 2543 อ้างจากจังหวัดสงขลา, 2540)

ลำดับที่	ชุมชนเมือง	พื้นที่ชุมชนเมือง (ตร.กม.)	ประชากรรวม (คน)	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	บีโอดี (กก./วัน)	แหล่งรองรับน้ำเสีย
1	เทศบาลเมืองสงขลา	9.27	83,322	18,276	3,725	1. ทะเลสาบสงขลา 2. อ่าวไทย 3. คลองสำโรง 4. คลองขวาง
2	เทศบาลนครหาดใหญ่	21.00	156,506	38,288	7,093	1. คลองเตย 2. คลองอู่ตะเภา 3. ที่ลุ่มน้ำขัง
3	เทศบาลตำบลบ้านพรุ	17.97	16,068	2,685	597	1. คลองริมถนนเพชรเกษม 2. คลองด้านฝั่งตะวันตกของถนนเพชรเกษม
4	เทศบาลตำบลพะตง	6.68	6,931	1,225	184	1. คลองทุ่งลุง 2. ที่ลุ่มตามแนวทางหลวง 3. ที่ลุ่มด้านหลังชุมชน
5	เทศบาลตำบลพังลา	5.30	8,241	1,337	201	1. คลองใหญ่ในเขตชุมชน 2. ที่ลุ่มริมทางหลวงแผ่นดิน
6	เทศบาลตำบลปริก	4.80	5,680	1,038	156	1. คลองปริก 2. ที่ลุ่มริมถนนมิตรสงคราม
7	เทศบาลตำบลสะเดา	47.00	17,544	3,220	712	1. คลองอู่ตะเภา 2. คลองครอบ 3. ที่ลุ่มในเขตชุมชน
8	เทศบาลตำบลปาดังเบซาร์	11.22	11,684	2,405	517	1. คูระบายน้ำริมทางรถไฟ 2. ที่ลุ่มด้านหลังชุมชน
9	เทศบาลตำบลสิงหนคร	33.90	35,396	5,386	807	1. ทะเลสาบสงขลา 2. อ่าวไทย 3. คลองจะทิ้งหม้อ 4. คลองธรรมชาติสาขาย่อย
10	เทศบาลตำบลควนเนียง	2.00	3,986	674	101	1. คลองควนเนียง 2. ลำน้ำธรรมชาติที่ไหลผ่านชุมชน
11	เทศบาลตำบลกำแพงเพชร	4.80	4,657	792	119	1. คลองรัตภูมิ 2. ที่ลุ่มด้านหลังชุมชน
12	เทศบาลตำบลนาสีทอง	8.00	2,626	402	60	1. คลองรัตภูมิ 2. ที่ลุ่มด้านหลังชุมชน 3. ที่ลุ่มตามแนวทางหลวง

หมายเหตุ: ข้อมูลประชากรของชุมชน เป็นข้อมูล ณ วันที่ 30 กันยายน 2540

2. น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นสาเหตุสำคัญอีกประการหนึ่งที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ จากข้อมูลปริมาณน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ในเขตจังหวัดสงขลา ดังแสดงในตาราง 2 พบว่าปัจจุบันทะเลสาบสงขลาและคลองสาขา รวมถึงทะเลอ่าวไทยในเขตอำเภอเมือง อำเภอสิงหนคร อำเภอสทิงพระ และอำเภอระโนด ต้องรองรับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมสูงถึงวันละประมาณ 70,920 ลบ.ม. จากจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมทั้งสิ้น 60 โรง โดยโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งถือว่าเป็นแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญ คือ โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ และโรงงานผลิตภัณฑ์ยางพารา คลองที่ได้รับการระบายน้ำจากโรงงานอุตสาหกรรมที่สำคัญ คือ คลองสำโรง คลองพะวง และคลองอู่ตะเภา

การประกอบกิจการของโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ ส่วนใหญ่เป็นโรงงานผลิตอาหารทะเลแช่แข็ง อาหารทะเลบรรจุกระป๋อง ห้องเย็น น้ำเสียที่เกิดจากโรงงานเหล่านี้จะเกิดขึ้นในระหว่างการแปรรูปผลิตภัณฑ์ คือ การฟอก การล้างสัตว์ทะเล รวมทั้งการใช้น้ำในกระบวนการผลิต และโดยทั่วไปพบว่าไม่มีการนำน้ำมาหมุนเวียนหรือกลับมาใช้ใหม่อีก ดังนั้นในแต่ละวันโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำจึงก่อให้เกิดน้ำเสียในปริมาณที่มาก สำหรับในจังหวัดสงขลาพบว่ามีโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำซึ่งระบายน้ำทิ้งลงสู่ทะเลสาบสงขลา คลองสาขา และทะเลอ่าวไทย จำนวนทั้งสิ้น 26 โรง และมีปริมาณน้ำทิ้งรวมทั้งสิ้นประมาณ 22,190 ลบ.ม./วัน โดยคลองสาขาของทะเลสาบสงขลาที่รองรับน้ำทิ้งจากโรงงานเหล่านี้ ก่อนที่จะไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลา ได้แก่ คลองวง คลองหวะ คลองสำโรง และคลองน้ำน้อย

โรงงานผลิตภัณฑ์ยางพาราในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา เช่น โรงงานทำน้ำยางข้น โรงงานผลิตถุงมือยาง ส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในเขตอำเภอหาดใหญ่ อำเภอสะเดา และอำเภอบางกล่ำ โดยคลองสาขาของทะเลสาบสงขลาซึ่งเป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมยางพารานี้ คือ คลองอู่ตะเภา ซึ่งเป็นแหล่งน้ำดิบที่สำคัญในการผลิตน้ำประปา แต่ขณะเดียวกันก็ต้องรองรับน้ำทิ้งในปริมาณที่มากขึ้นในทุกปี โดยในปี 2542 พบว่าคลองอู่ตะเภาต้องรองรับน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตภัณฑ์ยางพาราถึงวันละ 38,990 ลบ.ม./วัน จากปริมาณน้ำทิ้งที่เกิดจากโรงงานผลิตภัณฑ์ยางพาราในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาทั้งสิ้น 44,490 ลบ.ม./วัน ซึ่งน้ำทิ้งที่เกิดขึ้นดังกล่าวส่วนใหญ่มาจากกระบวนการทำน้ำยางซึ่งต้องใช้น้ำในปริมาณมากถึง 3-10,000 ลบ.ม./วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของโรงงานด้วย

นอกเหนือจากโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ และโรงงานผลิตภัณฑ์ยางพาราแล้ว ยังมีโรงงานประเภทอื่นที่ก่อให้เกิดน้ำเสีย เช่น โรงงานผลิตอาหารสัตว์ โรงงานผลิตน้ำอัดลม เป็นต้น

อนึ่ง โรงงานอุตสาหกรรมดังกล่าวข้างต้นทั้งหมดล้วนมีการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อทำการบำบัดน้ำเสียให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

สำหรับแหล่งน้ำธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา มีดังนี้

คลองอู่ตะเภา	รับน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรม	41,000	ลบ.ม./วัน
คลองน้ำน้อย	รับน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรม	3,600	ลบ.ม./วัน
คลองวง	รับน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรม	3,240	ลบ.ม./วัน
คลองสำโรง	รับน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรม	300	ลบ.ม./วัน
คลองแพรกสุวรรณ	รับน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรม	800	ลบ.ม./วัน
คลองหวะ	รับน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรม	4,880	ลบ.ม./วัน
คลองบางกล่ำ	รับน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรม	750	ลบ.ม./วัน
ทะเลสาบสงขลา	รับน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรม	80	ลบ.ม./วัน
ทะเลอ่าวไทย	รับน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรม	13,010	ลบ.ม./วัน
แหล่งน้ำอื่น ๆ	รับน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรม	3,260	ลบ.ม./วัน

((มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, คณะทรัพยากรธรรมชาติ, 2537; สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12, 2543)

ตาราง 2 ปริมาณน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ในเขตจังหวัดสงขลา (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12, 2543 อ้างจากสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดสงขลา, 2542)

ลำดับที่	อำเภอ	ชื่อโรงงาน	การประกอบกิจการ	ระบบบำบัดน้ำเสีย	ปริมาณน้ำทิ้ง (ลบ.ม./วัน)	แหล่งระบายน้ำทิ้ง
1	เมือง	บ.คิงฟิชเชอร์ โฮลดิ้ง จก	ผลิตอาหารทะเลเยือกแข็ง	Oxidation Ditch	300	คลองสำโรงสู่ทะเลสาบสงขลา
2	เมือง	บ.แมนเอโฟสเซน ฟูดส์ จก.	ผลิตอาหารทะเลแช่แข็ง	Anaerobic Pond Aerated Lagoon	280	ทะเลอ่าวไทย
3	เมือง	บ.สยามโภชนาการ จก.	ผลิตอาหารทะเลแช่แข็ง และอาหารทะเลชุบแป้งแช่แข็ง	Extended Aeration	120	ทะเลอ่าวไทย
4	เมือง	บ.แปซิฟิกแปรรูปสัตว์น้ำ จก.	ทำเนื้อปลาบดแช่แข็งและผลิตอาหารสำเร็จรูป	Dissolved Air Floatation System (DAF) & Aerated Lagoon	900	ทะเลอ่าวไทย
5	เมือง	บ.ประมงไทยสงขลา จก.	อาหารทะเลแช่แข็ง ห้องเย็น	Activated Sludge	250	ทะเลอ่าวไทย
6	เมือง	บ.สงขลาแคนนิ่ง จก (มหาชน)	อาหารทะเลบรรจุกระป๋อง ห้องเย็น	DAF & Activated Sludge	3,000	คลองวง
7	เมือง	บ.แปซิฟิคคานากะฟู้ด จก.	ผลิตอาหารทะเลแช่แข็ง	DAF & Aerated Lagoon	60	ทะเลอ่าวไทย
8	เมือง	บ.ไทยอินเตอร์เนชั่นแนลซีฟู้ด จก.	ห้องเย็นเก็บสัตว์น้ำและแช่แข็ง	Activated Sludge Bio-Roter	80	ท่าเรือประมงสู่ทะเลสาบสงขลา
9	เมือง	บ.อภิทุนคอร์ปอเรชั่น	ปลาป่น	Aerated Lagoon	1,200	ทะเลอ่าวไทย
10	เมือง	บ.อุตสาหกรรมปลาป่นแปซิฟิค จก.	ปลาป่น	บ่อกักเก็บ	2,000	ทะเลอ่าวไทย
11	เมือง	บ.สงขลาอุตสาหกรรมปลาป่น จก.	ปลาป่น	บ่อกักเก็บ	1,200	ทะเลอ่าวไทย
12	เมือง	บ.แสงเจริญวัฒนาการประมง จก.	ปลาป่น	Aerated Lagoon	1,200	ทะเลอ่าวไทย
13	เมือง	บ.อุตสาหกรรมปลาป่นการทักษิณ	ปลาป่น	บ่อกักเก็บ	1,400	ทะเลอ่าวไทย

ตาราง 2 (ต่อ)

ลำดับที่	อำเภอ	ชื่อโรงงาน	การประกอบกิจการ	ระบบบำบัดน้ำเสีย	ปริมาณน้ำทิ้ง (ลบ.ม./วัน)	แหล่งระบายน้ำทิ้ง
14	เมือง	หจก.โรงงานปลาป่น พัฒนาเจริญสงขลา	ปลาป่น	บ่อกักเก็บ	1,200	ทะเลอ่าวไทย
15	เมือง	บ.ซีฮอร์ส จก	อาหารทะเลบรรจุกระป๋อง	Anaerobic Pond Aerated Lagoon	200	ทะเลอ่าวไทย
16	เมือง	บ.ซีฮอร์ส จก	อาหารแช่แข็ง ห้องเย็น	Anaerobic Pond Aerated Lagoon	300	ทะเลอ่าวไทย
17	หาดใหญ่	บ.ทรอปิคอลแคนนิ่ง (ปท) จก.	ผลิตปลากระป๋อง กุ้งกระป๋อง	Stabilization Pond Aerated Lagoon	1,000	คลองน้ำน้อย
18	หาดใหญ่	บ.รอแยลแคนนิ่ง จก.	อาหารกระป๋อง	Stabilization Pond	600	คลองน้ำน้อย
19	หาดใหญ่	บ.โชติวัฒน์อุตสาหกรรมการผลิต จก.	อาหารทะเลบรรจุกระป๋อง แช่แข็ง ห้องเย็น	Anaerobic Pond Activated Sludge	2,000	คลองหวะ
20	หาดใหญ่	บ.ทรอปิคอลแคนนิ่ง (ปท) จก. (มหาชน)	ผลิตอาหารทะเลแปรรูปแช่แข็งที่สุกและปรุงแต่ง	Stabilization Pond Aerated Lagoon	500	คลองน้ำน้อย
21	หาดใหญ่	บ.เจริญโภคภัณฑ์อาหารสัตว์ จก.	ผลิตอาหารสัตว์	Aerated Lagoon	40	คลองวง
22	หาดใหญ่	บ.เจริญโภคภัณฑ์อาหารสัตว์ จก. (มหาชน)	ผลิตอาหารสัตว์	Anaerobic Filter	250	คลองอู่ตะเภา
23	หาดใหญ่	บ.หาดทิพย์ จก.	ทำน้ำอัดลม	Anaerobic Pond Aerated Lagoon	910	คลองอู่ตะเภา
24	หาดใหญ่	บ.เซฟสกิน คอร์ปอเรชั่น (ปท) จก. บ.ทรัพย์มี (ปท) จก.	ถุงมือยาง ถุงมือแพทย์	Facultative Pond with Supplemental Aeration and Polishing Pond	10,000	คลองประดู่สู่คลองอู่ตะเภา
25	หาดใหญ่	บ.มอนเทอเรย์เอเชีย จก. (มหาชน)	ยางแผ่นรมควัน	Trickling Filter Stabilization	150	คลองอู่ตะเภาสู่ทะเลสาบสงขลา
26	หาดใหญ่		ยางแผ่นรมควัน	Stabilization Pond	160	คลองต่ำสู่คลองอู่ตะเภา

ตาราง 2 (ต่อ)

ลำดับที่	อำเภอ	ชื่อโรงงาน	การประกอบกิจการ	ระบบบำบัดน้ำเสีย	ปริมาณน้ำทิ้ง (ลบ.ม./วัน)	แหล่งระบายน้ำทิ้ง
27	หาดใหญ่	บ.ออมมิเกรซ (ปท) จก.	ถุงมือยาง ถุงยางอนามัย ลูกโป่ง อื่น ๆ	Stabilization Pond	2,000	คลองหมอสู่คลองอู่ตะเภา
28	หาดใหญ่	บ.หาดสินรับเบอร์ จก.	ทำน้ำยางข้น	Stabilization Pond	500	คลองอู่ตะเภาสู่ทะเลสาบสงขลา
29	หาดใหญ่	บ.สยามเซมเพอร์เมด จก.	ผลิตถุงมือยาง	บ่อกักเก็บ	4,000	คลองอู่ตะเภา
30	หาดใหญ่	บ.เอ็กซ์เซลรับเบอร์ จก.	ทำน้ำยางข้น ยางแท่งทีทีอาร์	Stabilization Pond	600	คลองปอมสู่คลองอู่ตะเภา
31	หาดใหญ่	บ.ไฮแคร์อินเตอร์เนชั่นแนล จก.	ผลิตถุงมือยาง	Stabilization Pond	500	คลองอู่ตะเภาสู่ทะเลสาบสงขลา
32	หาดใหญ่	บ.ทักษิณสมุทร จก.	ทำห้องเย็น แช่แข็ง	Aerated Lagoon	200	คลองวง
33	หาดใหญ่	บ.ฉรงค์ซีฟู้ด จก.	ทำห้องเย็นเก็บอาหารทะเล อาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง	Aerated Lagoon	700	คลองอู่ตะเภา
34	หาดใหญ่	บ.เด็กเล่ย์ ทีทีอาร์ จก	ยางแท่งทีทีอาร์	Aerated Lagoon	2,000	คลองหวะสู่ทะเลสาบสงขลา
35	หาดใหญ่	บ.ทรอปิคอลผลิตภัณฑ์อาหารทะเล จก.	ผลิตอาหารทะเลแปรรูปแช่แข็งที่สุกและปรุงแต่ง	Stabilization Pond Aerated Lagoon	1,500	คลองน้ำน้อย
36	หาดใหญ่	บ.รับเบอร์แลนด์โปรดักส์ จก	น้ำยางข้น	บ่อเติมอากาศ & บ่อปรับสภาพ	200	คลองอู่ตะเภา
37	หาดใหญ่	บ.สยามเซมเพอร์เมด จก. โรงงาน 2	ผลิตถุงมือแพทย์	บ่อเติมอากาศ & บ่อปรับสภาพ	2,000	คลองอู่ตะเภา
38	สะเดา	หจก.เอกพลคลองแงะ	ยางแผ่นรมควัน	Stabilization Pond	40	คลองอู่ตะเภาสู่ทะเลสาบสงขลา
39	สะเดา	บ.สู่พัฒนาการยางพารา จก.	ยางแผ่นรมควัน	Stabilization Pond	60	คลองอู่ตะเภาสู่ทะเลสาบสงขลา
40	สะเดา	บ.เซฟสกิน อินดัสทรีส์ (ปท) จก.	ผลิตกล่องกระดาษและกล่องกระดาษลูกฟูก	Activated Sludge	160	คลองครอบ
41	สะเดา	บ.เซฟสกิน เมดดิคอล แอนด์ไซแอนทิฟิก (ปท) จก.	ถุงมือยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์	Aerated Lagoon & Oxidation Pond	16,600	คลองอู่ตะเภา

ตาราง 2 (ต่อ)

ลำดับที่	อำเภอ	ชื่อโรงงาน	การประกอบกิจการ	ระบบบำบัดน้ำเสีย	ปริมาณน้ำทิ้ง (ลบ.ม./วัน)	แหล่งระบายน้ำทิ้ง
42	สะเดา	บ.เซฟสกิน อินดัสทรีส์ (ปท) จก.	ผลิตแม่แบบเซรามิกส์สำหรับผลิตถุงมือยาง	Completely Activated Sludge	200	คลองครอบ
43	สะเดา	บ.ทรัพย์มีลาเท็กส์ จก.	น้ำยางข้น	Stabilization Pond	1,680	คลองอู่ตะเภา
44	สะเดา	บ.ศรีตรังแอโกรอินดัสทรี จก.	ทำยางแผ่นรมควัน	Stabilization Pond	250	คลองอู่ตะเภา
45	สะเดา	บ.มาล์เทครับเบอร์ จก.	น้ำยางข้น	Anaerobic & Aerated Lagoon	800	คลองเร่
46	สะเดา	บ.สะเดาอุตสาหกรรมยางพารา (1998) จก.	ผลิตน้ำยางข้นและสกริมเครฟ	Stabilization Pond	250	คลองอู่ตะเภาสู่ทะเลสาบสงขลา
47	บางกล่ำ	บ.ไทยฮั้วยางพารา จก. (บางกล่ำ)	ผลิตน้ำยางข้นและทะยางแผ่น/ก้อน	Stabilization Pond	800	คลองแพรกสุวรรณ
48	บางกล่ำ	บ.ไทยมารับเบอร์โปรดักส์ จก.	น้ำยางข้น	Stabilization Pond	270	คลองบางกล่ำ
49	บางกล่ำ	บ.เมคเท็กซ์อุตสาหกรรมยาง (ไทย) จก.	ทำถุงมือยาง	Stabilization Pond	480	คลองบางกล่ำ
50	บางกล่ำ	บ.เซาท์แลนด์โปรดักส์ จก.	ทำถุงมือยาง	Stabilization Pond	250	คลองนกกระทุง
51	บางกล่ำ	บ.บางกล่ำวอเตรอร์ทรีทเมนท์ จก. บ.เฟลเท็กซ์ จก.	โรงงานปรับคุณภาพน้ำเสียรวม	Anaerobic Pond & Aerated Lagoon & Polishing Pond	950	คลองนกกระทุง
52	รัตภูมิ		น้ำยางข้นและสกริมแผ่นบล็อก	Stabilization Pond & Anaerobic Pond & Aerated Lagoon & Polishing Pond	900	คลองเขาร้อง
53	สิงหนคร	บ.ไทยยูเนี่ยนซีฟู้ด จก.	ทำห้องเย็นและแช่แข็งสัตว์น้ำ	Anaerobic Pond	520	ทะเลอ่าวไทย
54	นาหม่อม	บ.ห้องเย็นโชติวัฒน์หาดใหญ่ จก.	ทำอาหารทะเลแช่แข็งและห้องเย็น	Activated Sludge & Aerated Lagoon	800	คลองหวะ
55	นาหม่อม	บ.เมดไลน์โปรดักส์ จก.	ยางแท่งมาตรฐาน	Aerated Lagoon & Aerobic Pond	80	คลองหวะ

ตาราง 2 (ต่อ)

ลำดับที่	อำเภอ	ชื่อโรงงาน	การประกอบกิจการ	ระบบบำบัดน้ำเสีย	ปริมาณน้ำทิ้ง (ลบ.ม./วัน)	แหล่งระบายน้ำทิ้ง
56	คลองหอยโข่ง	บ.หาดใหญ่แคนนิ่ง จก.	น้ำผลไม้กระป๋อง	Aerobic Pond & Stabilization Pond	150	คลองอู่ตะเภา
57	ระโนด	บ.ฟอร์จูนโฟรเซ็นฟูดส์ (ปท) จก.	ทำอาหารทะเลแช่แข็งและห้องเย็น	Waste Stabilization Pond	800	ทะเลอ่าวไทย
58	ระโนด	บ.กรุงเทพเพาะเลี้ยงกุ้ง จก.	ห้องเย็นเก็บสัตว์น้ำ	Aerated Lagoon & Facultative Pond & Polishing Pond	800	ทะเลอ่าวไทย
59	ระโนด	บ.มีจู ฟิชเชอรี่ กรุงเทพ จก.	ผลิตอาหารทะเลแช่แข็ง	Aeration Tank & Sedimentation Tank & Polishing Pond & Maturation Pond	60	ทะเลอ่าวไทย
60	สิงหนคร	บ.ไทยยูเนี่ยนซีฟู้ด จก.	ห้องเย็นและแช่แข็งสัตว์น้ำ	Anaerobic Pond	520	ทะเลอ่าวไทย
รวม 60 โรงงาน ปริมาณน้ำทิ้ง 70,920 ลบ.ม./วัน						

3. น้ำเสียจากการเกษตร

เกษตรกรในพื้นที่บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ประกอบอาชีพเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเกือบทุกตำบล โดยเกษตรกรในตำบลเกาะยอมีการเลี้ยงสัตว์น้ำมากที่สุด สำหรับการเลี้ยงกุ้งกุลาดำซึ่งเป็นกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่นิยมทำกันมากในปัจจุบัน พบว่าในระยะ 10 ปีที่ผ่านมา ปัญหาน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำส่งผลกระทบต่อเกษตรกรที่ต้องใช้น้ำ พื้นที่ในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างที่มีการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ได้แก่ พื้นที่เขตอำเภอสิงหนคร อำเภอเมือง อำเภอควนเนียง และอำเภอหาดใหญ่ จากสถิติข้อมูลพื้นที่การเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่ผ่านมาพบว่าพื้นที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำเริ่มมีการขยายตัวขึ้นอีกครั้งในปี 2540 เป็นต้นมา ทั้งนี้เป็นผลจากการที่กุ้งกุลาดำมีราคาสูงขึ้น เกษตรส่วนใหญ่จึงหันมาทำการเพาะเลี้ยงอีกครั้ง หลังจากต้องประสบกับภาวะขาดทุนจากการเลี้ยงในปี 2536 เป็นต้นมา ของเสียส่วนใหญ่จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะประกอบด้วยสารอินทรีย์ สารแขวนลอย และของแข็งต่าง ๆ ตลอดจนสารตกค้าง

สาเหตุของปัญหาน้ำเสียจากการเกษตรที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การทำฟาร์มปศุสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟาร์มสุกร ซึ่งมักมีที่ตั้งของฟาร์มอยู่ใกล้แหล่งน้ำ จึงมีการระบายน้ำเสียลงสู่คูคลองหรือลำรางสาธารณะและไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาในที่สุด โดยพื้นที่ที่มีปัญหาในเรื่อง

ฟาร์มสุกรมากที่สุดในปัจจุบัน คือ อำเภอนาหม่อม ซึ่งมีแนวโน้มการขยายตัวของฟาร์มสุกรเพิ่มมากขึ้นในอนาคต

การกสิกรรม โดยเฉพาะกิจกรรมการปลูกผัก ทำสวนผลไม้และสวนยางพาราจะมีการใช้ปุ๋ยและสารเคมีมาก สารเคมีที่ตกค้างอยู่ในดินจะถูกชะพาไปโดยน้ำในฤดูฝนลงไปยังลำคลอง และในที่สุดจะไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลา พื้นที่ที่ทำการปลูกผักมาก คือ ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง ส่วนพื้นที่ที่มีการทำสวนยางพารามาก คือ ตำบลน้ำน้อย อำเภอหาดใหญ่ ตำบลเกาะยอ อำเภอเมือง และตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, คณะทรัพยากรธรรมชาติ, 2537; สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12, 2543; เพริศพิชญ์ และคณะ, 2535)

4. น้ำเสียจากการทำเหมืองแร่

การทำเหมืองแร่ก่อให้เกิดมลสารประเภทโลหะหนักและสารตกค้างอื่น ๆ พื้นที่ทำเหมืองแร่ที่ปล่อยของเสียลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ได้แก่ เหมืองแร่ดีบุกและวุลเฟรมในเขตอำเภอหาดใหญ่ และอำเภอนาหม่อม เหมืองแร่ฟอสเฟตในอำเภอรัตภูมิ เป็นต้น (เพริศพิชญ์ และคณะ, 2535)

2.5 แนวโน้มคุณภาพน้ำในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

จากผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำในปี 2542 ของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12 พบว่า คุณภาพน้ำโดยรวมของทะเลสาบสงขลาตอนล่าง อยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมกว่าผลการตรวจวัดที่ผ่านมา คลองสาขาต่าง ๆ ของทะเลสาบสงขลาซึ่งรองรับน้ำทิ้งจากชุมชนขนาดใหญ่และโรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมาก เช่น คลองสำโรง คลองขวาง คลองพะวง มีคุณภาพน้ำเสื่อมโทรมตลอดทั้งปี ชี้ให้เห็นว่าคลองสาขาเหล่านี้รองรับน้ำทิ้งจนไม่อาจปรับตัวดีขึ้นได้แม้ในช่วงฤดูฝน ซึ่งโดยปกติแล้วปริมาณน้ำฝนจะช่วยทำให้เกิดการเจือจางความสกปรกลงได้

สำหรับคุณภาพน้ำบริเวณปากคลองอู่ตะเภา หลังจากมีการเปิดใช้ระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียรวมเทศบาลนครหาดใหญ่เมื่อเดือนตุลาคม 2542 ปรากฏว่าคุณภาพน้ำปรับตัวดีขึ้นอยู่ในระดับพอใช้ จากที่เคยอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม หรือค่อนข้างเสื่อมโทรมเกือบมาโดยตลอดทุกปี (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12, 2543) แต่จากรายงานการตรวจวัดคุณภาพน้ำ คลองอู่ตะเภา จังหวัดสงขลา ของศูนย์วิเคราะห์และทดสอบสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมภาคใต้ สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (2545) พบว่าในปี 2544 คุณภาพน้ำคลองอู่ตะเภากลับไปอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างเสื่อมโทรมเป็นส่วนใหญ่ และในปี 2545 คุณภาพน้ำลดลงไปอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมเกือบทุกจุดตรวจวัด

3. สารปรอท

3.1 คุณสมบัติทั่วไปของสารปรอท

สารปรอท (Mercury) เป็นธาตุลำดับที่ 80 ของตารางธาตุ มีมวลอะตอม 200.59 มีจุดเดือด 356.6 องศาเซลเซียส และมีจุดหลอมเหลว –38.9 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีความหนาแน่นเท่ากับ 13.546 กรัม/มล. ค่าความถ่วงจำเพาะเป็น 13.545 และค่าความดันไอเป็น 0.16 Pa (0.0012 มิลลิเมตรปรอท) แรงดันของไอปรอทจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น โดยปกติปรอทจะไม่เกาะติดกับวัตถุ มีสถานะเป็นของเหลว และสามารถระเหยได้ที่อุณหภูมิห้อง มีความสามารถในการละลายน้ำต่ำ จัดเป็นโลหะหนักที่มีความเป็นพิษสูง และเป็นพิษต่อมนุษย์ (Janicki, *et al*., 1987)

3.2 ประเภทของสารปรอท

สารปรอท แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. สารประกอบอนินทรีย์ของปรอท (Inorganic Mercury Compound) ได้แก่ สารประกอบเมอร์คิวรัสคลอไรด์และสารประกอบเมอร์คิวริกคลอไรด์ ซึ่งสารประกอบเมอร์คิวริกคลอไรด์มีอำนาจในการขัดขวางปฏิกิริยาในร่างกายมากกว่าสารประกอบพวกเมอร์คิวรัสคลอไรด์

2. สารประกอบอินทรีย์ของปรอท (Organo Mercury Compound) เป็นสารประกอบปรอทที่เป็นพิษมากที่สุด เช่น สารประกอบจำพวกอัลคิลเมอร์คิวรี่ (Alkyl Mercury) เช่น เมทิลเมอร์คิวรี่ ซึ่งสารนี้ละลายได้ดีในไขมัน ดังนั้นจึงสะสมได้ดีในเนื้อเยื่อต่าง ๆ รวมทั้งเนื้อเยื่อสมอง สารประกอบปรอทอินทรีย์สามารถผ่านเนื้อเยื่อ Blood Brain Barrier (BBB) ที่ช่วยป้องกันไม่ให้สารพิษผ่านจากกระแสโลหิตเข้าสู่เนื้อเยื่อสมอง ดังนั้นสารปรอทอินทรีย์จึงสามารถทำอันตรายต่อระบบประสาทส่วนกลางได้อย่างถาวร สารประกอบปรอทอินทรีย์ยังสามารถซึมผ่านรก (placenta) เข้าสู่ทารกในครรภ์แม่ ทำให้ทารกที่เกิดมามีความผิดปกติทางระบบประสาท และภูมิปัญญา นอกจากนี้ยังพบว่า สารประกอบปรอทอินทรีย์สามารถทำให้เกิดความผิดปกติทางโครโมโซม (chromosome) ของมนุษย์ซึ่งส่งผลกระทบระยะยาวต่อกรรมพันธุ์ (วรวิทย์ และคณะ, 2542)

3.3 รูปแบบทางเคมีและความเป็นพิษของสารปรอท

สารปรอทสามารถเปลี่ยนรูปแบบได้ง่าย และแต่ละรูปจะมีความเป็นพิษไม่เท่ากัน ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 รูปแบบทางเคมีและความเป็นพิษของสารปรอท (De, 1994)

รูปแบบ	ความเป็นพิษ
Hg	โลหะปรอท: ค่อนข้างเฉื่อย (Inert) และไม่เป็นพิษ แต่ไอปรอทเป็นพิษอย่างร้ายแรงเมื่อสูดดมเข้าไป
Hg_2^{2+}	ประจุเมอร์คิวรัส: ไม่ละลายน้ำในรูปสารประกอบคลอไรด์ ความเป็นพิษไม่มาก เช่น เมอร์คิวรัสคลอไรด์ (Hg_2Cl_2)
Hg^{2+}	ประจุเมอร์คิวริก: เป็นพิษแต่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายข้ามเนื้อเยื่อ เช่น Blood-Brain-Barrier (BBB) ซึ่งกั้นระหว่างกระแสโลหิตกับเนื้อเยื่อสมอง (ช่วยป้องกันไม่ให้สารพิษผ่านจากกระแสโลหิตเข้าสู่เนื้อเยื่อประสาทส่วนกลาง) สามารถสะสมและทำอันตรายต่อไต เช่น เมอร์คิวริกคลอไรด์ ($HgCl_2$)
RHg^+	สารปรอทอินทรีย์เชิงเดี่ยว: มีความเป็นพิษสูง โดยเฉพาะเมทิลเมอร์คิวรี่ (CH_3Hg) ทำลายระบบประสาทส่วนกลางและสมองอย่างถาวร เนื่องจากสามารถเคลื่อนย้ายผ่านเนื้อเยื่อกีดกั้น เช่น BBB ได้ สะสมได้ดีในเนื้อเยื่อไขมัน
R_2Hg	สารปรอทอินทรีย์เชิงคู่: มีความเป็นพิษต่ำ แต่สามารถเปลี่ยนรูปเป็น RHg^+ ได้ในตัวกลางที่เป็นกรด เช่น ไดเมทิลเมอร์คิวรี่ ($(CH_3)_2Hg$)
HgS	สารประกอบปรอทซัลไฟด์: ไม่ละลายน้ำและไม่เป็นพิษ พบตามธรรมชาติในดิน ในรูปของแร่ซินนาบาร์

ปกติในธรรมชาติสารปรอทถูกพบในรูปของแร่ซินนาบาร์ (cinnabar) มีสูตร HgS ซึ่งมีสีแดงและไม่ละลายน้ำ ปรอทบริสุทธิ์มีสถานะเป็นของเหลวและไม่เป็นพิษมากนัก แต่ไอปรอทจะมีพิษร้ายแรงจึงควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับไอปรอท สารประกอบของปรอทมีเลขออกซิเดชันได้ทั้ง +1 และ +2 เมื่อเลขออกซิเดชันเป็น +1 เรียกสารนั้นว่าเมอร์คิวรัส (Mercurous) เช่น Hg_2Cl_2 เมื่อเป็น +2 เรียกว่าเมอร์คิวริก (Mercuric) เช่น $HgCl_2$ อย่างไรก็ตามสารประกอบเมอร์คิวรัสมี Hg สองอะตอมอยู่คู่กันเสมอ เรียกว่าเกิดเป็นไดเมอร์ ดังนั้นเมื่อสารเมอร์คิวรัสละลายน้ำจะเป็นประจุคู่เสมอ คือเป็น Hg_2^{2+} แต่สมบัติทางเคมีอื่น ๆ คล้ายคลึงกับประจุเดี่ยวทั่วไป เช่น Hg^+ จะทำปฏิกิริยากับประจุคลอไรด์ (Cl^-) ได้เมอร์คิวรัสคลอไรด์ (Mercurous Chloride) มีสูตร Hg_2Cl_2 ซึ่งเป็นตะกอนสีขาว เรียกว่าคาโลเมล (Calomel) ใช้ประโยชน์เป็นอิเลกโทรดในเซลล์ไฟฟ้า สารนี้ถ้าถูกกับแสงสว่างโดยตรงจะสลายให้ Hg และ $HgCl_2$

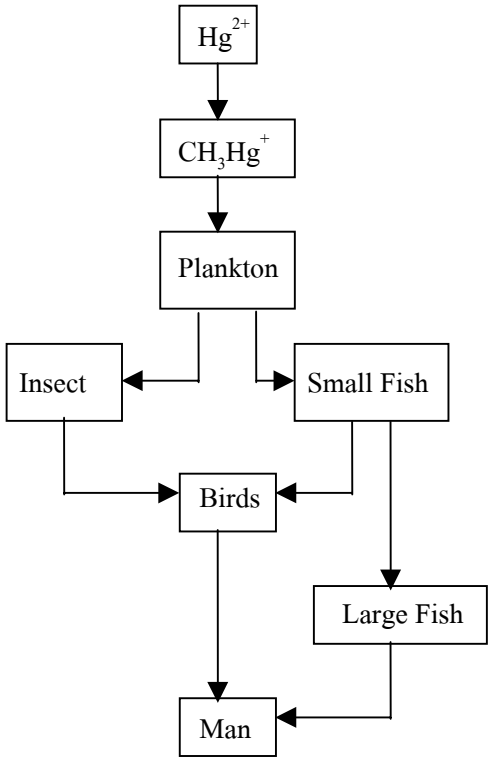
ประจุเมอร์คิวรัส (Hg_2^{2+}) สามารถรวมตัวกับคลอไรด์เป็นเมอร์คิวรัสคลอไรด์ (Hg_2Cl_2) ซึ่งไม่ละลายน้ำและไม่เป็นพิษมากนัก ส่วนประจุเมอร์คิวริก (Hg^{2+}) มีความเป็นพิษเนื่องจากมีสัมมรรคภาพ (affinity) สูงกับกลุ่มไทออล (Thiol group; -SH) สามารถจับตัวกับซัลเฟอร์ในเม็ดเลือดแดง เซรัม (serum) และในโปรตีนชนิดต่าง ๆ อย่างไรก็ตามประจุเมอร์คิวริกไม่สามารถเคลื่อนย้ายผ่านเนื้อเยื่อ BBB ในสิ่งมีชีวิตได้ ปรอทจะเข้าสู่สิ่งมีชีวิตได้โดยห่วงโซ่อาหาร เมื่อปรอทเข้าสู่สิ่งมีชีวิตจะเปลี่ยนรูปไปอยู่ในรูปเมทิลเมอร์คิวรี่ซึ่งสามารถละลายในไขมันได้ดี ปลาบางชนิดมีเมทิลเมอร์คิวรี่ประมาณ 40 ไมโครกรัม/ลิตร ในเนื้อเยื่อ ในเลือดพบปริมาณปรอท 22.8 มก./กก. พืชก็สามารถดูดซึมปรอทได้เช่นกัน แต่พบว่ามีปรอทในเนื้อเยื่อของพืชน้อย แม้ว่าดินบริเวณนั้นจะมีปรอทสูงมากก็ตาม (Cheevaporn, 1996)

สารประกอบไดเมทิลของปรอท (Dimethylmercury) สามารถถูกเปลี่ยนเป็นสารประกอบเมทิลของปรอท (Methylmercury) ได้ภายใต้สภาวะที่เป็นกรด สารประกอบเมทิลของปรอทจะสะสมและขยายปริมาณเพิ่มขึ้น (biological magnification) ในลูกโซ่อาหารได้นับเป็นจำนวนนับพัน ๆ เท่า ดังแสดงในภาพประกอบ 3 และภาพประกอบ 4

3.4 แหล่งที่มาของสารปรอทในสิ่งแวดล้อม

สารประกอบปรอทที่แพร่ออกสู่สิ่งแวดล้อมมาจากแหล่งใหญ่ ๆ 2 แหล่ง คือ

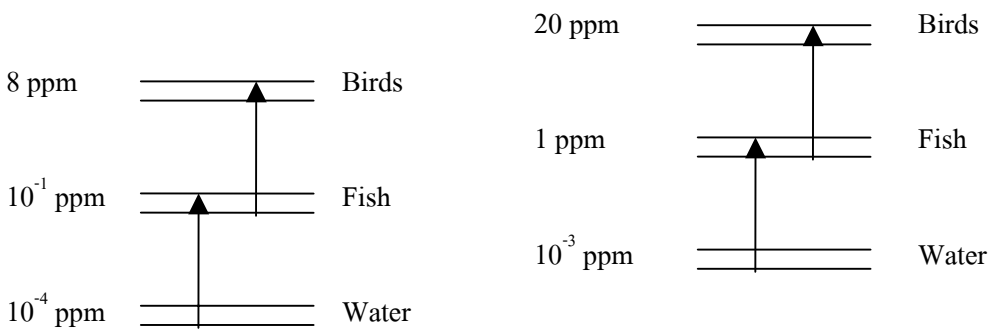
1. แหล่งธรรมชาติ (natural sources) ปรอทสามารถพบได้ทั่วไปตามธรรมชาติ แต่พบในปริมาณที่น้อยมากเมื่อเทียบกับพื้นที่ของโลก ปรอทที่พบมากในธรรมชาติ คือ โลหะปรอท และปรอทซัลไฟด์ ปรอทแพร่กระจายออกสู่สิ่งแวดล้อมโดยการแตกสลายเป็นส่วนเล็ก ๆ อย่างไรก็ตามการแพร่กระจายโดยธรรมชาตินั้นหายาก และมีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับปรอทที่มาจากการกระทำของมนุษย์ ทำให้สมดุลย์ของธรรมชาติเปลี่ยนไป ก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษยชาติและสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในแม่น้ำลำคลอง รวมทั้งน้ำในดินจะไหลผ่านสิ่งต่าง ๆ ที่มีปรอทสะสมอยู่ แต่ปริมาณปรอทในน้ำธรรมชาติสามารถลดลงได้โดยพืชน้ำซึ่งจะดูดซึมปรอทเอาไว้ ปรอทบางส่วนจะซึมอยู่ในดินตะกอนในแหล่งน้ำ ความเข้มข้นของปรอทในน้ำธรรมชาติจะน้อยกว่า 0.1 ไมโครกรัม/ลิตร (วรวิทย์ และคณะ, 2542)



ภาพประกอบ 3 กลไกการถ่ายทอดของสารปรอทผ่านลูกโซ่อาหารสู่มนุษย์ (Knauer and Martin, 1972)

) ปริมาณในระดับปกติ (Normal Levels)

ข) ปริมาณในระดับที่ได้รับการปนเปื้อน (Contaminated Levels)



ภาพประกอบ 4 แสดงการขยายปริมาณเพิ่มขึ้น (Biological Magnification) ของสารปรอทในลูกโซ่อาหารในระดับปกติและระดับที่ได้รับการปนเปื้อน (De, 1994)

2. แหล่งที่มาจากการกระทำของมนุษย์ (anthropogenic sources) ปรอทเป็นสารที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง และเป็นจำนวนมาก มนุษย์รู้จักและได้ใช้ประโยชน์จากสารปรอทหลายอย่าง เช่น ใช้เมอร์คิวริกออกไซด์ (HgO) และซินนาบาร์ ทำเป็นเม็ดสี (pigment) และเครื่องสำอางมาแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ (Saha, 1972) ในปัจจุบันมีการใช้อย่างกว้างขวาง เช่น ใช้เป็นอิเลคโทรด (Hg electrode) ใช้ในกระบวนการผลิตโซดาไฟและคลอรีน (chloralkaline industry) ใช้ในอุตสาหกรรมแบตเตอร์รี่ สวิทซ์ไฟฟ้า ใช้ในโรงพยาบาล นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมการเกษตร (Engle, 1976) เนื่องจากมีการใช้สารปรอทกันอย่างกว้างขวาง ทำให้เกิดการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์มากกว่าเกิดจากการกระทำโดยธรรมชาติ ทำให้เกิดการแพร่กระจายและตกค้างของสารปรอทในธรรมชาติในปริมาณที่สูงเช่นเดียวกัน ตัวอย่างการแพร่กระจายของสารปรอทโดยมนุษย์จนเกิดอันตรายต่อมนุษย์ เคยเกิดมาแล้วที่อ่าวมินามาตะทางตอนใต้ของประเทศญี่ปุ่น เมื่อปี พ.ศ. 2506 ทำให้ผู้คนล้มป่วยและตายลงเป็นจำนวนมาก เนื่องจากการบริโภคปลาและหอย ที่มีปริมาณของสารปรอทที่อยู่ในรูปของเมทิลเมอร์คิวรี่ในปริมาณที่สูง (Kurland, 1960) ซึ่งสาเหตุที่ปลาในอ่าวมินามาตะมีปริมาณปรอทสูงมาก เป็นเพราะบริเวณริมอ่าวเป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตปุ๋ยและสารเคมี ซึ่งในขบวนการผลิตสารเคมีได้ใช้เมอร์คิวริกคลอไรด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้มีสารปรอทปนเปื้อนในน้ำทิ้งที่ระบายลงสู่อ่าวมินามาตะ อีกเหตุการณ์หนึ่งในปี พ.ศ. 2515 มีรายงานผู้ล้มป่วยและเสียชีวิตเนื่องจากสารปรอทที่ประเทศอิรักถึง 450 คน สาเหตุเนื่องมาจากรับประทานข้าวสาลีที่ได้รับการฉีดพ่นด้วยยากำจัดเชื้อราที่ผสมสารปรอท (วรวิทย์ และคณะ, 2542)

ปรอทที่แพร่สู่สิ่งแวดล้อมโดยมนุษย์อาจมาจากหลายทางด้วยกันได้แก่

1. ด้านอุตสาหกรรม ได้แก่ อุตสาหกรรมทำสี อุตสาหกรรมพลาสติก อุตสาหกรรมโซดาไฟและคลอรีน อุตสาหกรรมทอผ้า อุตสาหกรรมชุบโลหะ อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมทำสารเคมี อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ไฟฟ้า เป็นต้น

2. ด้านเกษตรกรรม ได้แก่ การใช้ $HgCl_2$ เป็นส่วนผสมของยาฆ่าแมลง สารประกอบอินทรีย์ของปรอทใช้ฆ่าเชื้อราในพืช บางครั้งอาจใช้ปรอทฉาบเมล็ดพืชเพื่อป้องกันแมลงและโรคพืช

3. จากอุปกรณ์เครื่องมือทางฟิสิกส์ เช่น แบตเตอรี่ สวิตซ์ไฟฟ้า เทอร์โมมิเตอร์ บารอมิเตอร์ และ mercury-arc lamp เป็นต้น

4. จากการทำกระจกเงาและแว่นตา เพราะปรอทมีการสะท้อนแสงได้ดี

5. ทางการแพทย์ เช่น amalgam ที่ใช้ในการอุดฟัน เนื่องจากเมื่อผสมเสร็จใหม่ ๆ จะมีลักษณะอ่อน สามารถแต่งเป็นรูปทรงต่าง ๆ ได้ง่าย เมื่อทิ้งไว้ให้ถูกอากาศระยะหนึ่งจะเกิดการแข็งตัว นอกจากนี้ยังใช้เป็นส่วนประกอบของยา เช่น ยาถ่ายคาโลเมล เป็นต้น

6. น้ำเสียจากห้องปฏิบัติการและน้ำเสียจากครัวเรือน

7. จากการขุดเจาะหรือเผาไหม้ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ ซึ่งมีปรอทเป็นส่วนประกอบอยู่

8. จากการชำรุดของอุปกรณ์ที่มีปรอทเป็นส่วนประกอบอยู่ เป็นต้น

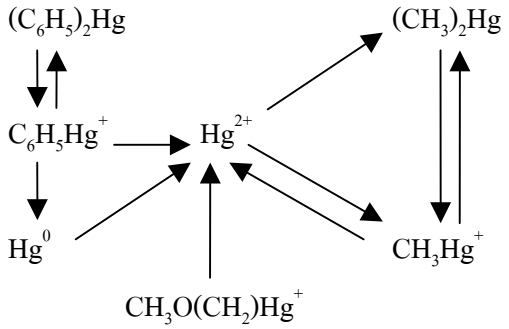
3.5 การเปลี่ยนรูปของสารปรอทในสิ่งแวดล้อม

ปรอทอยู่ในน้ำได้หลายรูป แต่ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปใดรูปหนึ่ง ดังนี้

1. Inorganic Divalent Mercury, Hg^{2+}
2. Metallic Mercury, Hg^{0}
3. Phenyl Mercury, $C_6H_5Hg^{+}$
4. Methyl Mercury, CH_3Hg^{+}
5. Alkoxy-Alkyl Mercury, $CH_3O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Hg^{+}$

เมื่อสารปรอทได้ถูกปลดปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อมของน้ำแล้ว บางส่วนจะเข้าไปติดอยู่กับอินทรีย์วัตถุที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ Bothner และ Carpenter (1972) ได้รายงานว่าปริมาณ 50 ถึง 75% ของปรอทไอออนในแม่น้ำโคลัมเบียจะเข้าไปติดอยู่กับวัตถุที่แขวนลอยในน้ำภายใน 10-60 ชั่วโมง หลังจากที่ได้ปล่อยไอออนนี้ลงไป นอกจากนี้ Hannerz (1969) ยังพบว่าสิ่งแขวนลอยในน้ำจะทำหน้าที่คล้าย ๆ กับตัวกำจัดปรอทออกไปจากน้ำ โดยที่มันจะเหนี่ยวนำให้ปรอทไอออนมาเกาะติดและตกตะกอนลงสู่พื้นของแหล่งน้ำต่อไป

การเปลี่ยนรูปของสารปรอทที่เจือปนอยู่ในสิ่งแวดล้อมแสดงในภาพประกอบ 5

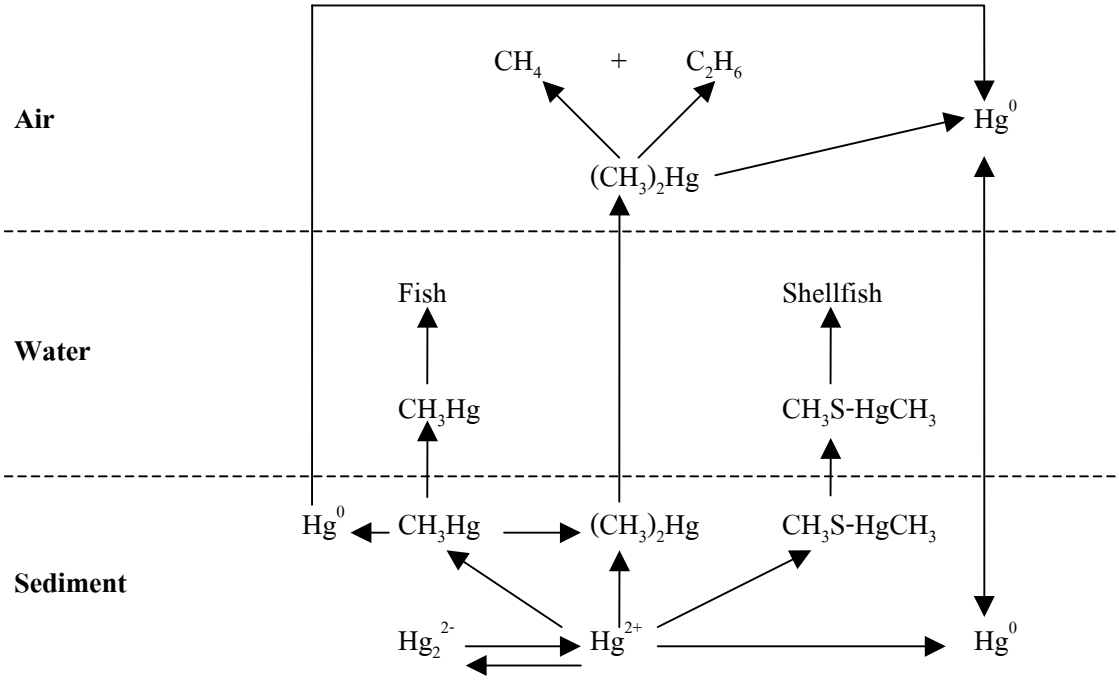


ภาพประกอบ 5 การเปลี่ยนรูปของสารปรอทที่เจือปนอยู่ในสิ่งแวดล้อม (Jernelov, 1969)

Matsumura และคณะ (1972) ได้รายงานว่า การเปลี่ยนรูปของปรอทอนินทรีย์ไปเป็นปรอทอินทรีย์นั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางสิ่งแวดล้อมหลายประการ เช่น ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ ปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน ชนิดและปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ในดินตะกอน Jensen และ Jernelov (1969) ได้พบว่าปรอทในรูปไดวาเลนท์ (Hg^{2+}) ในโคลนตมสามารถถูกเปลี่ยนให้เป็นปรอทอินทรีย์ในรูปของเมทิลเมอร์คิวรี่ได้โดยกระบวนการทางชีวภาพ แบคทีเรียที่สามารถเปลี่ยนปรอทอนินทรีย์ไปเป็นปรอทอินทรีย์ได้แก่ methanogenic bacteria การเปลี่ยนรูปดังกล่าวจะทำให้เกิดปรอทอินทรีย์ได้ทั้งสองรูปแบบคือเมทิลเมอร์คิวรี่ และไดเมทิลเมอร์คิวรี่ (Wood, 1968) เมทิลเมอร์คิวรี่เป็นรูปของปรอทที่สามารถคงสภาพอยู่ในน้ำได้ แต่ไดเมทิลเมอร์คิวรี่เป็นรูปของปรอทที่มีความสามารถในการระเหยสูง ดังนั้นส่วนใหญ่จะระเหยออกจากแหล่งน้ำไป ปรอทที่อยู่ในน้ำอาจถูกขจัดออกจากน้ำได้โดยการระเหยเป็นไอในรูปของไดเมทิลเมอร์คิวรี่ ซึ่งจะแพร่กระจายในอากาศต่อไป แต่จะสลายตัวเมื่อถูกแสงอัลตราไวโอเลต จึงไม่ค่อยพบในอากาศมากนัก ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนรูปของปรอท ในสภาวะที่เป็นด่างจะทำให้เกิดไดเมทิลเมอร์คิวรี่ (Larson, 1970) แต่ถ้าอยู่ในสภาวะที่เป็นกลางหรือเป็นด่างเล็กน้อย ก็จะทำให้มีการเปลี่ยนรูปเป็นเมทิลเมอร์คิวรี่มากขึ้น (Study Group on Mercury Hazards, 1970) นอกจากนี้สภาวะที่เป็นกรดจะมีผลทำให้ไดเมทิลเมอร์คิวรี่เปลี่ยนรูปเป็นเมทิลเมอร์คิวรี่ได้โดยง่าย วัฏจักรทางชีวภาพของสารปรอทในสิ่งแวดล้อมแสดงไว้ดังภาพประกอบ 6

ในสภาวะที่มีปฏิกิริยารีดักชั่น (reducing condition) ปรอทในน้ำจะถูกเปลี่ยนให้เป็นปรอทซัลไฟด์ แล้วเกิดการตกตะกอน ปรอทในรูปนี้จะละลายน้ำได้น้อยมากหรือไม่ละลายเลย อย่างไรก็ดี ปรอทซัลไฟด์อาจถูกออกซิไดส์ได้โดยเฟอริกไอออน (Fe^{3+}) และมีโอกาสละลายน้ำออกมาได้อีก ในแม่น้ำที่มีการขาดออกซิเจนนั้นที่บริเวณพื้นก้นแม่น้ำจะมีไฮโดรเจนซัลไฟด์อยู่มาก ดังนั้นปฏิกิริยาการเปลี่ยนปรอทไปเป็นปรอทซัลไฟด์ จึงมีโอกาสเกิดได้มากกว่าแม่น้ำที่มีออกซิเจนละลายอยู่ในระดับปกติ

ปรอทอนินทรีย์ที่อยู่ในตะกอนของพื้นท้องน้ำ มีโอกาสเปลี่ยนเป็นปรอทอินทรีย์ในรูปของเมทิลเมอร์คิวรี่ซึ่งสามารถละลายน้ำได้ จึงมีโอกาสเข้าสะสมในร่างกายของสิ่งมีชีวิตได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามถ้าสภาวะที่พื้นท้องน้ำเป็นแบบที่ไม่มีอากาศ (anaerobic) ปรอทก็ไม่สามารถถูกเปลี่ยนให้เป็นปรอทอินทรีย์ได้ (Jernelov, 1969)



ภาพประกอบ 6 วัฏจักรทางชีวภาพของสารปรอทในสิ่งแวดล้อม (Wood, 1968)

Gillespie (1972) ได้ทำการศึกษาอัตราการเคลื่อนที่ของปรอท 3 ชนิด จากดินตะกอนจากน้ำเข้าสู่ปลา สารปรอทเหล่านี้ คือ เมอร์คิวริกคลอไรด์ เมอร์คิวริกซัลไฟด์ และโลหะปรอท ผลการวิจัย พบว่าความเข้มข้นของปรอทในตัวปลาเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในการทดลองที่ใช้โลหะปรอทผสมดินตะกอน ซึ่งแสดงว่าโลหะปรอทสามารถผ่านเข้าไปในตัวปลาได้รวดเร็วกว่าสารประกอบปรอท และยังพบว่าปลาสามารถเปลี่ยนโลหะปรอทให้เป็นเมทิลเมอร์คิวรี่ได้น้อยกว่าสารประกอบปรอทที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ดังปรากฏว่าปริมาณเมทิลเมอร์คิวรี่ที่ตรวจพบในปลาซึ่งเลี้ยงในน้ำมีโลหะปรอท เมอร์คิวริกคลอไรด์ และเมอร์คิวริกซัลไฟด์ มีค่าเท่ากับ 30%, 40% และ 50% ของปรอททั้งหมดในตัวปลา ตามลำดับ

3.6 การสะสมของสารปรอทในสิ่งมีชีวิต

สารปรอทเมื่อถูกปลดปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ จะถูกดูดซับโดยอินทรีย์วัตถุที่แขวนลอยอยู่ในแหล่งน้ำนั้น และสามารถเคลื่อนย้ายเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารได้ โดยแพลงค์ตอนพืชซึ่งเป็นผู้ผลิตที่สำคัญในห่วงโซ่อาหาร ได้ดูดซับสารปรอทจากน้ำและอินทรีย์วัตถุที่แขวนลอยในน้ำเข้าสะสมในร่างกาย เมื่อสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กหรือผู้บริโภคอันดับที่ 1 บริโภคแพลงค์ตอนพืช สารปรอทก็จะเข้าไปสะสมในร่างกายของสิ่งมีชีวิตนั้นได้ และจะสะสมเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ตามลำดับชั้นในห่วงโซ่อาหาร ดังแสดงในภาพประกอบ 4 และเมื่อปรอทเข้าสู่สิ่งมีชีวิตจะเปลี่ยนรูปไปอยู่ในรูปเมทิลเมอร์คิวรี่ซึ่งสามารถละลายน้ำได้ดี (Cheevaporn, 1996) สารประกอบเมทิลของปรอทจะสะสมและขยายปริมาณเพิ่มขึ้น (biological magnification) ในห่วงโซ่อาหารได้เป็นจำนวนนับพัน ๆ เท่า

3.7 การศึกษาระดับปริมาณสารปรอทในสัตว์น้ำ

การศึกษาเกี่ยวกับปริมาณสารปรอทในสัตว์น้ำในประเทศไทย จะทำการศึกษากันในพื้นที่อ่าวไทยและพื้นที่บริเวณใกล้เคียงเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งได้รวบรวมไว้ในตาราง 4 ส่วนการศึกษาปริมาณสารปรอทในสัตว์น้ำ บริเวณทะเลสาบสงขลา ในระยะเวลาที่ผ่านมามีผู้ทำการศึกษาเอาไว้น้อยมาก ดังแสดงในตาราง 5 ส่วนใหญ่พบว่าปริมาณปรอทยังไม่เกินค่ามาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (2529) และมาตรฐานขององค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา (USFDA) ซึ่งได้กำหนดระดับความปลอดภัยที่มีผลต่อสุขภาพและชีวิตของผู้บริโภคไว้ โดยกำหนดให้มีปริมาณสารปรอทในปลาและสัตว์ทะเลได้สูงสุด 0.5 มก./กก. น้ำหนักเปียก

ตาราง 4 แสดงปริมาณสารปรอทในสัตว์ทะเลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจบริเวณอ่าวไทยและพื้นที่ใกล้เคียง

สถานที่ศึกษา	ปีที่ศึกษา	สัตว์ทะเล	ปริมาณปรอท (มก./กก.)	เอกสารอ้างอิง
อ่าวไทยตอนบน	ส.ค.-ก.ย. 2515	ปลาทะเล	0.08 - 0.03	Huschenbeth and Harms (1975)
พื้นที่จังหวัดระยอง		ปลาทะเล กุ้งทะเล หอยแมลงภู่	< 0.01 -0.10 0.05 – 0.2 0.02	
อ่าวไทยตอนบน	2516-2520	ปลาและสัตว์ทะเลอื่น ๆ	พบปริมาณปรอทเกิน 0.1 มก./กก. ร้อยละ 4.2	ศิริ และคณะ (2521)
อ่าวไทยตอนล่าง		ปลาและสัตว์ทะเลอื่น ๆ	พบปริมาณปรอทเกิน 0.1 มก./กก. ร้อยละ 4.5	
อ่าวไทยตอนบน	ก.ย. 2519-มี.ค. 2520	ปลาทะเล	0.002-0.653	วรวิทย์ (2520)
อ่าวไทยตอนบน	2521-2523	ปลาและสัตว์ทะเลอื่น ๆ	พบปริมาณปรอทเกิน 0.1 มก./กก. ร้อยละ 3.2	ศิริ และคณะ (2524)
อ่าวไทยตอนล่าง		ปลาและสัตว์ทะเลอื่น ๆ	พบปริมาณปรอทเกิน 0.1 มก./กก. ร้อยละ 3.5	
อ่าวไทยตอนบน	2524-2526	ปลา	พบปริมาณปรอทเกิน 0.1 มก./กก. ร้อยละ 3.6	ศิริ และคณะ (2527)
อ่าวไทยตอนล่าง	2542	ปลา	0.049-0.694	Windom and Cranmer (1998)
อ่างศิลา บางโปรง และบางปะกง	2525-2526	หอยนางรม หอยแมลงภู่ หอยแครง	0.001-0.041	ศิริ และคณะ (2527)

ตาราง 4 (ต่อ)

สถานที่ศึกษา	ปีที่ศึกษา	สัตว์ทะเล	ปริมาณปรอท (มก./กก.)	เอกสารอ้างอิง
ปากแม่น้ำบางปะกง	เม.ย. 2522-มี.ค. 2525	ปลา	0.032	สุธรรม และสุวรรณี (2527)
		กุ้ง	0.046	
ปากแม่น้ำท่าจีน		หอยแมลงภู่	0.043	
		ปลา	0.050	
		กุ้ง	0.031	
ปากแม่น้ำแม่กลอง		หอยแมลงภู่	0.043	
		ปลา	0.042	
ปากแม่น้ำเพชรบุรี		กุ้ง	0.051	
ปากแม่น้ำปราณบุรี		หอยแมลงภู่	0.032	
		หอยแมลงภู่	0.033	
		ปลา	0.012	
		กุ้ง	0.021	
ฟาร์มบริเวณโดยรอบอ่าวไทย	เม.ย. 2533-ก.ย. 2524	หอยลาย	0.02	สุนันท์ และคณะ (2529)
		หอยแครง	0.02	
		หอยแมลงภู่	0.02	
อ่าวไทยตอนล่าง	ม.ค.-ส.ค. 2529	ปลาทะเล	0.013-0.575	ณรงค์ (2530)
สะพานปลาบ้านเพ จ.ระยอง	มิ.ย.-ธ.ค. 2529	ปลาทะเล	0.046	แววตา และคณะ (2531)
สะพานปลาบางเสร่ จ.ชลบุรี		ปลาทะเล	0.039	
สะพานปลาอ่างศิลาและเขาสามมุข จ. ชลบุรี		ปลาทะเล	0.041	

ตาราง 4 (ต่อ)

สถานที่ศึกษา	ปีที่ศึกษา	สัตว์ทะเล	ปริมาณปรอท (มก./กก.)	เอกสารอ้างอิง
สะพานปลาบ้านเพ จ.ระยอง สะพานปลาบางเสร่ จ.ชลบุรี สะพานปลาอ่างศิลาและเขาสามมุข จ. ชลบุรี	ต.ค. 2530-ก.ย. 2531	ปลาทะเล หมึก ปูม้า กั้งตั๊กแตน หอยนางรม กุ้ง	0.035 0.025 0.021 0.016 0.017 0.010	แววตา และคณะ (2532)
ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก	2541	สัตว์ทะเล	0.002-0.714	วรวิทย์ และคณะ (2542)
ปากแม่น้ำระยอง ปากแม่น้ำบางปะกง ปากแม่น้ำเจ้าพระยา ปากแม่น้ำท่าจีน ปากแม่น้ำแม่กลอง ปากแม่น้ำเพชรบุรี ปากแม่น้ำปราณบุรี ปากแม่น้ำกุยบุรี ปากแม่น้ำชุมพร ปากแม่น้ำหลังสวน ปากแม่น้ำตาปี-พุมดวง ปากแม่น้ำปากพนัง ปากแม่น้ำปัตตานี ปากแม่น้ำสายบุรี ปากแม่น้ำตรัง	มิ.ย.-ก.ค. 2541	ปลา, กุ้ง, หอย ปลา, กุ้ง, หอย ปลา, กุ้ง, หอย ปลา, กุ้ง, หอย ปลา, กุ้ง, หอย ปลา, กุ้ง, หอย ปลา, กุ้ง, หอย ปลา, กุ้ง ปลา, กุ้ง, หอย ปลา, กุ้ง, หอย ปลา, กุ้ง, หอย ปลา, กุ้ง, หอย ปลา, กุ้ง, หอย ปลา, กุ้ง ปลา, กุ้ง, หอย	0.08-0.17 0.06-0.15 0.04-0.24 0.07-0.09 0.11-0.18 0.05-0.12 0.05-0.14 0.06-0.14 0.06-0.09 0.05-0.15 0.09-0.20 0.06-0.32 0.06-0.15 0.08-0.19 0.09-0.18	กรมควบคุมมลพิษ (2542)

ตาราง 5 แสดงปริมาณสารปรอทในสัตว์น้ำ บริเวณทะเลสาบสงขลา

สถานที่ศึกษา	ปีที่ศึกษา	สัตว์ทะเล	ปริมาณปรอท (มก./กก.)	เอกสารอ้างอิง
ทะเลน้อย	สิงหาคม 2528	ปลาดุก ปลาช่อน	0.034-0.172 0.129-0.390	ณรงค์ และ อรุณโชติ (2530)
ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง	ธันวาคม 2538	ปลากะพงขาว กุ้งกุลาดำ หอยแมลงภู่ ปูทะเล สาหร่ายผมนาง	0-0.107 0-0.015 0-0.021 0-0.038 0-0.069	ประดิษฐ์ และ สัชญา (2541)

นอกจากนี้ยังมีผู้ศึกษาอัตราการสะสมสารปรอทในเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ของปลาทะเล พบว่า ความเข้มข้นของสารปรอทที่สะสมในไตมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ ตับ และกล้ามเนื้อ ตามลำดับ (แววตา และคณะ, 2535)

3.8 การปนเปื้อนของสารปรอทในดินตะกอน

ในการศึกษาการปนเปื้อนของสารปรอทในแหล่งน้ำนั้น การวิเคราะห์ปริมาณสารปรอทในน้ำไม่สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งบอกถึงการปนเปื้อนได้ดี ทั้งนี้เพราะสารปรอทมีค่าความสามารถในการละลายที่ต่ำ (William and Coffee, 1975) และโลหะหนักจะมีการสะสมในตะกอนดินในปริมาณสูงถึง 3-5 เท่า เมื่อเทียบกับปริมาณการสะสมในน้ำ (Bryan and Langston, 1992) ดังนั้นการติดตามการปนเปื้อนของสารปรอทจึงควรตรวจสอบในดินตะกอนและสิ่งมีชีวิต ตามที่องค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกาได้กำหนดไว้ (วรวิทย์ และคณะ, 2542) เนื่องจากจวบจนปัจจุบันนี้ประเทศไทยยังไม่ได้กำหนดมาตรฐานของปรอทในตะกอนดิน ดังนั้นค่าที่ตรวจวัดจึงใช้เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของปรอทในตะกอนดินของต่างประเทศ

ค่ามาตรฐานของปรอทในตะกอนดินจากที่ต่าง ๆ รวบรวมไว้ดังตาราง 6

ตาราง 6 ค่ามาตรฐานของปรอทในตะกอนดินจากที่ต่าง ๆ

สถานที่	ค่ามาตรฐานของสารปรอท (มก./กก. น้ำหนักแห้ง)	เอกสารอ้างอิง
มาตรฐานคุณภาพดินตะกอนสำหรับออสเตรเลียและนิวซีแลนด์	0.15[1]-1[2]	ANZECC, 1998
มาตรฐานคุณภาพดินตะกอนสำหรับฟลอริดา สหรัฐอเมริกา	0.13[1]-0.7[2]	MacDonald, 1994

หมายเหตุ 1 ค่าความเข้มข้นที่ไม่มีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต
2 ค่าความเข้มข้นที่อาจจะมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต

จากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นที่อ่าวมินามาตะทางตอนใต้ของประเทศญี่ปุ่น ทำให้เกิดโรคมินามาตะหรือโรคพิษสารปรอท เป็นเหตุให้ผู้คนล้มตายและเจ็บป่วยเป็นจำนวนมาก พบว่าระดับปริมาณสารปรอทในดินตะกอนบริเวณอ่าวมินามาตะมีปริมาณสูงถึง 2,010 มก./กก. ที่บริเวณใกล้โรงงานที่เป็นจุดปล่อยสารมลพิษ และมีปริมาณ 130 มก./กก. ที่บริเวณห่างออกไป 200-300 เมตร ขณะที่พบว่าค่าพื้นฐานของสารปรอทในบริเวณอ่าวมินามาตะอยู่ที่ระดับ 0.1-0.35 มก./กก. ซึ่งแสดงให้เห็นชัดเจนว่าบริเวณดังกล่าวถูกปนเปื้อนด้วยสารปรอท (Fujiki, 1980)

นอกจากนี้มีรายงานในบริเวณ Drewent Estuary ใน Tasmania พบว่ามีปริมาณปนเปื้อนของสารปรอทที่สูงประมาณ 1,130 มก./กก. แต่ต่ำกว่าที่พบในอ่าวมินามาตะ (Bloom and Ayling, 1977) และใน Santa Monica Bay พบว่ามีการปนเปื้อนของสารปรอทบริเวณผิวดินตะกอน 0.16 มก./กก. และบริเวณดินตะกอนที่ลึกลงไปพบ 0.04 มก./กก. (Anderson, 1985)

จากการศึกษาการแพร่กระจายของสารปรอทในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง Sawangwong (1977) รายงานว่าพบสารปรอทบริเวณผิวหน้าดินมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.012-0.264 มก./กก. และมีปริมาณสูงในบริเวณเมืองและย่านอุตสาหกรรม นอกจากนี้การศึกษาในแท่งตะกอนดินพบปริมาณสารปรอทที่ผิวดินสูงกว่าบริเวณที่อยู่ลึกลงไปในชั้นดิน แสดงให้เห็นถึงการปนเปื้อนเนื่องจากการกระทำของมนุษย์

การศึกษาเกี่ยวกับการปนเปื้อนของสารปรอทในบริเวณต่าง ๆ ของอ่าวไทยและพื้นที่ใกล้เคียงได้รวบรวมไว้ดังตาราง 7

ตาราง 7 ปริมาณสารปรอทในดินตะกอนบริเวณอ่าวไทยและพื้นที่ใกล้เคียง

สถานที่ศึกษา	ปริมาณสารปรอท (มก./กก. น้ำหนักแห้ง)	เอกสารอ้างอิง
ปากแม่น้ำบางปะกง	0.041	สุธรรม และสุวรรณี, 2527
ปากแม่น้ำบางปะกง	0.033	Polprasert *et al*., 1979
ปากแม่น้ำบางปะกง	0.62	Cheevaparanapivat, 1979
ปากแม่น้ำบางปะกง	ไม่พบ-1	กรมเจ้าท่า, 2539
ปากแม่น้ำท่าจีน	0.017	สุธรรม และสุวรรณี, 2527
ปากแม่น้ำท่าจีน	0.028	Polprasert *et al*., 1979
ปากแม่น้ำท่าจีน	1.09	Cheevaparanapivat, 1979
ปากแม่น้ำท่าจีน	ไม่พบ	กรมเจ้าท่า, 2539
ปากแม่น้ำเจ้าพระยา	0.012-0.264	Menasveta, 1978
ปากแม่น้ำเจ้าพระยา	0.023	Polprasert *et al*., 1979
ปากแม่น้ำเจ้าพระยา	2.2	Cheevaparanapivat, 1979
เจ้าพระยาตอนบน	ไม่พบ	กรมเจ้าท่า, 2539
เจ้าพระยาตอนล่าง	0.012-0.264	Sawangwong ,1977
ปากแม่น้ำแม่กลอง	0.031	Polprasert *et al*., 1979
ปากแม่น้ำแม่กลอง	0.66	Cheevaparanapivat, 1979
ปากแม่น้ำแม่กลอง	ไม่พบ-1	กรมเจ้าท่า, 2539
ปากแม่น้ำเพชรบุรี	0.007	สุธรรม และสุวรรณี, 2527
ปากแม่น้ำปราณบุรี	0.014	Polprasert *et al*., 1979
อ่าวไทยตอนบน	0.030	อำไพ และคณะ, 2524
อ่าวไทยตอนบน	ไม่พบ-1.2	NRCT, 1974, 1976
อ่าวไทยตอนล่าง ปี 1977	0.04-37	NRCT, 1974, 1976

ตาราง 7 (ต่อ)

สถานที่ศึกษา	ปริมาณสารปรอท (มก./กก. น้ำหนักแห้ง)	เอกสารอ้างอิง
อ่าวไทย ปี 1973	ไม่พบ-43.9	NRCT, 1974, 1976
ปี 1974	ไม่พบ-16.2	
ปี 1975	0.01-0.29	
ปี 1976	0.001-0.33	
ปี 1977	0.02-0.67	
อ่าวไทย	0.01-0.12	กรมควบคุมมลพิษ, 2542
ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย	0.005-2.14	
บริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด	<0.005-0.13	
บริเวณนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง	<0.005-0.03	
อ่าวไทยฝั่งตะวันออก	ไม่พบ-0.072	
บริเวณที่ตั้งโรงงานปิโตรเคมีชลบุรี	0.026-0.28	Pescod, 1975
ชายฝั่งทะเลบางพระ	0.003-0.069	Menasveta, 1978

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของสารปรอทในเนื้อปลา บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของปลา (น้ำหนัก, ความยาว) และปริมาณการปนเปื้อนของสารปรอทในเนื้อปลาแต่ละชนิด
3. เพื่อศึกษาปริมาณสารปรอทในน้ำและตะกอนดิน บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการวางแผนการจัดการสิ่งแวดล้อมด้านสารพิษ ในบริเวณทะเลสาบสงขลา
2. เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการป้องกัน และควบคุมแหล่งกำเนิดสารพิษ เพื่อการกำหนดเงื่อนไขการอนุรักษ์ทรัพยากรร่วมทางธรรมชาติ ของทะเลสาบสงขลาให้อยู่ยั่งยืน
3. เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้น ในการเตือนภัยอันตรายแก่ผู้บริโภคสัตว์น้ำที่มีการปนเปื้อนสารปรอท ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง และบริเวณใกล้เคียง
4. ผลที่ได้จากการศึกษาสามารถนำไปใช้ในการประเมินผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้