

บทที่ ๑

บทนำ

๑.๑ เคมีกับอุทกพิภพ

แหล่งน้ำหรืออุทกพิภพ (hydrosphere) เป็นส่วนหนึ่งของสิ่งแวดล้อมที่เราสงเกตใจกันมากที่สุด ทั้งนี้เพราะน้ำมีบทบาทและความสำคัญอย่างมากต่อการดำรงชีพหรือความเป็นอยู่ของมนุษย์ พืชและสัตว์ทั้งหลาย

มหาสมุทร ทะเล ทะเลสาบ บึง หนอง บ่อ ตลอดจนแม่น้ำ ลำคลอง และอ่างเก็บน้ำ เป็นต้น ล้วนอยู่ในอุทกพิภพทั้งสิ้น สารต่าง ๆ ที่ประกอบกันเป็นอุทกพิภพนั้นมีองค์ประกอบส่วนใหญ่ (major component) คือ น้ำ (water) หรือ H_2O นอกนั้นจัดเป็นองค์ประกอบส่วนน้อย (minor components) เช่น สารเคมีอนินทรีย์และอินทรีย์อื่น ๆ รวมทั้งจุลินทรีย์ต่าง ๆ อีกมากมายด้วย ปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับความบริสุทธิ์หรือชนิดและปริมาณสิ่งปนเปื้อนของน้ำในแต่ละแหล่ง อย่างไรก็ตามเรายังไม่เคยพบน้ำบริสุทธิ์ที่แท้จริงเลย น้ำทุกที่ทุกแห่งจะต้องมีสารเคมีและจุลินทรีย์ต่าง ๆ ปนเปื้อนอยู่เป็นปริมาณมากน้อยแตกต่างกันไปแล้วแต่แหล่งน้ำ และขึ้นอยู่กับปัจจัยทางภูมิศาสตร์ อุทกศาสตร์ สมุทรศาสตร์ และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เป็นต้น ถ้าหากสิ่งปนเปื้อนเหล่านี้ไม่เป็นพิษเป็นภัยต่อพืช สัตว์ หรือมนุษย์ น้ำนั้นก็ถูกจัดว่ามีคุณภาพดีซึ่งอาจเรียกกันตามภาษาสิ่งแวดล้อมว่า น้ำดี (unpolluted water) แต่ถ้าหากสิ่งปนเปื้อนเหล่านี้มีปริมาณเกินระดับ หรือมีสารพิษในปริมาณที่จะเป็นพิษเป็นภัยต่อพืช สัตว์ หรือมนุษย์แล้ว น้ำนั้นก็ถูกจัดว่ามีคุณภาพไม่ดีซึ่งอาจเรียกกันตามภาษาสิ่งแวดล้อมว่า น้ำเสีย (polluted water) เรานิยมเรียกสิ่งปนเปื้อนหรือสารพิษที่ปนอยู่ในน้ำว่า water pollutants อาทิเช่น เชื้อโรคต่าง ๆ สารที่ต้องการออกซิเจน กากสารกัมมันตรังสี สารพิษอินทรีย์และอนินทรีย์ต่าง ๆ รวมทั้งพวกสารโลหะหนักหลายชนิด เป็นต้น

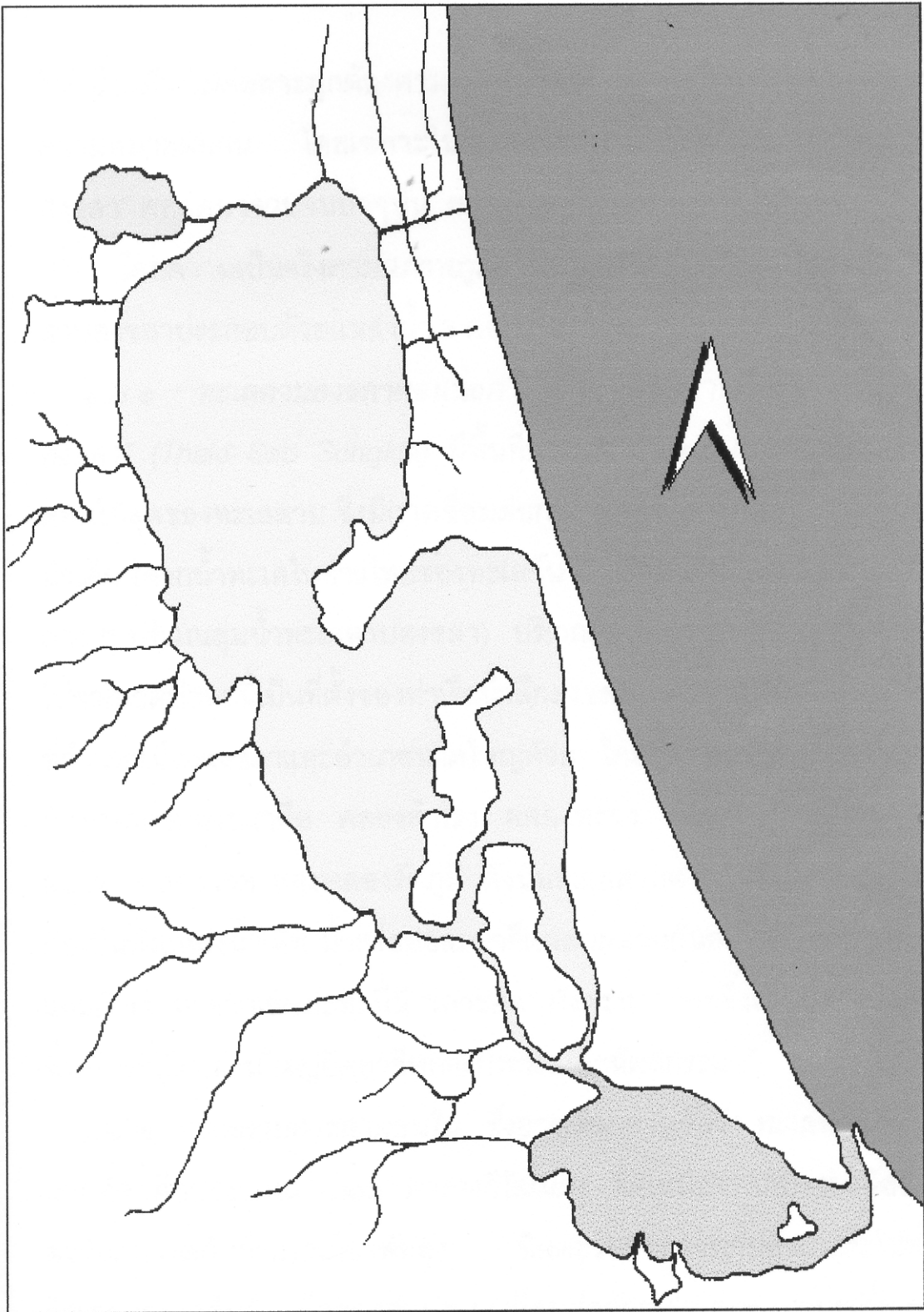
ในกรณีสารโลหะหนักปริมาณน้อย (trace heavy metals) และสารอินทรีย์ปริมาณน้อย (trace organics) หลายชนิดในแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยทั่วไปมักจะมีสารเหล่านี้ปนเปื้อนอยู่ในปริมาณค่อนข้างต่ำ คืออยู่ในระดับ 100 ถึง 1 ppm (trace level) และในแหล่งน้ำเช่นทะเล ทะเลสาบ และแม่น้ำ อาจมีปริมาณต่ำมาก คือต่ำกว่า 1 ppm ถึง ระดับ ppb และ ppt (ultratrace level) ดังนั้นสารปนเปื้อนที่มีระดับความเข้มข้นต่ำเช่นนี้ เรานิยมเรียกกันว่า trace component อาทิเช่น ระดับปริมาณโลหะหนักต่าง ๆ คือ แคดเมียม ตะกั่ว สังกะสี ทองแดง และปรอท เป็นต้น ที่ปนเปื้อนอยู่ในทะเลและทะเลสาบ สงขลา ก็จัดอยู่ในระดับที่เป็น trace หรือ ultratrace level เช่นกัน

๑.๒ กลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

ในประเทศไทย มีกลุ่มน้ำที่สำคัญอยู่เพียง 3 กลุ่มน้ำใหญ่ ๆ เท่านั้นคือ กลุ่มน้ำเจ้าพระยา กลุ่มน้ำแม่กลอง และกลุ่มน้ำชี-มูล มีอาณาบริเวณกลุ่มน้ำเป็นพื้นที่ประมาณร้อยละ 65 ของพื้นที่ทั้งประเทศไทย สำหรับภาคใต้ มีกลุ่มน้ำที่จัดว่าใหญ่และค่อนข้างสำคัญในระดับภูมิภาคคือ กลุ่มน้ำตาปีและกลุ่มน้ำปากพนัง บริเวณภาคใต้ตอนบน และ กลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา (รูปที่ 1) บริเวณภาคใต้ตอนล่าง โดยที่กลุ่มน้ำทั้ง 3 แห่งนี้มีปริมาณน้ำท่าอุดมสมบูรณ์มากเป็นสองเท่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มน้ำในภาคเหนือ แต่แม่น้ำในภาคใต้มักเป็นแม่น้ำสายสั้น ๆ ที่ไหลจากภูเขาสูงทางตอนกลางของภาคผ่านบริเวณกลุ่มน้ำลงสู่ทะเลทางทิศตะวันออกและตะวันตก

เนื่องจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงประมาณเดือนมิถุนายนถึงตุลาคม และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงประมาณเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ เป็นผลทำให้ภาคใต้เป็นภาคที่มีฝนตกชุกที่สุดของประเทศไทย คือมีปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยประมาณ 2,400 มิลลิเมตรต่อปี (ขณะที่ในภาคเหนือมีปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยประมาณ 1,300 มิลลิเมตรต่อปีเท่านั้น) อย่างไรก็ตาม พื้นที่ทางด้านชายฝั่งตะวันออกของภาคใต้ในช่วงระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคมแม้จะเป็นช่วงที่ฝนตกแต่ก็ค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับในช่วงระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ซึ่งจะเป็นช่วงที่มีฝนตกค่อนข้างมาก ทั้งนี้เพราะลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือได้พัดพาและหอบเอาความชุ่มชื้นจากทะเลจีนใต้และเหนือบริเวณอ่าวไทยเข้ามายังพื้นที่ทางด้านชายฝั่งตะวันออกของภาคใต้ซึ่งรวมไปถึงพื้นที่ของกลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาด้วย

ทะเลสาบสงขลาเป็นแหล่งน้ำที่มีการเชื่อมต่อกับทะเลอย่างจำกัด มีบริเวณที่น้ำจืดและน้ำเค็มบรรจบกัน ซึ่งควรจะเรียกว่า “เอสทูอะรี” (estuary) แต่เนื่องจากเราได้ใช้คำว่า “ทะเลสาบสงขลา” กันมานานแล้วจนเกิดความคุ้น



รูปที่ 1 แผนที่แสดงกลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

จีน ถึงแม้ว่าไม่ค่อยจะถูกต้องตามหลักวิชาการ แต่เพื่อความสะดวกในการสื่อความหมายต่อกัน โดยเฉพาะในเมืองไทยซึ่งยังคงนิยมใช้คำว่า “ทะเลสาบสงขลา” ตลอดมาจวบจนปัจจุบัน รวมทั้งในรายงานวิจัยฉบับนี้ด้วย

โดยความเป็นจริงตามสภาพภูมิศาสตร์และอย่างเป็นทางการแล้ว ทะเลสาบสงขลาประกอบด้วยแหล่งน้ำ 3 ตอน คือ

๑.๒.๑ ทะเลสาบสงขลาตอนนอก ซึ่งอาจเรียกขานกันว่า “ทะเลสาบสงขลา” (*Thale Sab Songkla*) มีพื้นที่ประมาณ ๒๒๐ ตารางกิโลเมตร อยู่ตอนใต้สุดของทะเลสาบ ซึ่งมีการเชื่อมต่อกับทะเลจีนใต้ จึงมีเขตปะทะระหว่างน้ำเค็ม (จากน้ำทะเลในอ่าวไทยของทะเลจีนใต้) กับน้ำจืด (จากแม่น้ำลำคลองต่าง ๆ บริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา) บริเวณใกล้กับทะเลสาบสงขลาถัดออกไปจากเขตปะทะนี้เป็นที่ตั้งของท่าเรือน้ำลึกสงขลา และหาดสมิหลา รวมทั้งพื้นที่อำเภอเมืองสงขลาและอำเภอหาดใหญ่ด้วย โดยมีคลองสำคัญที่เชื่อมต่อกับทะเลสาบสงขลา คือ คลองสำโรง คลองพะวง คลองสะทิงหม้อ คลองชู้ตะเภา คลองวาด และคลองรัตภูมิ ดังนั้นทะเลสาบสงขลาจึงมีลักษณะพิเศษคือเป็นทั้งแหล่งน้ำเค็ม น้ำกร่อยและน้ำจืดผสมผสานกันอยู่ในแหล่งน้ำเดียวกัน และถัดเข้ามาจากเขตปะทะนี้มี “เกาะยอ” ตั้งตระหง่านอยู่ซึ่งเป็นที่ตั้งของชุมชนพื้นบ้านที่ผู้คนส่วนใหญ่ยึดอาชีพการประมงและหัตถกรรม

๑.๒.๒ ทะเลสาบสงขลาตอนใน ซึ่งอาจเรียกขานกันว่า ทะเลหลวง มีพื้นที่มากที่สุดคือประมาณ ๘๒๐ ตารางกิโลเมตร ทิศเหนือจรดกับทะเลน้อย ทิศตะวันตกจรดกับอำเภอเมืองพัทลุง ทิศตะวันออกจรดกับอำเภอระโนดและอำเภอกระแสสินธุ์ มีคลองต่าง ๆ มาเชื่อมต่อกับด้วยเช่น คลองท่ามะเดื่อ คลองนาท่อม คลองท่าแนะ คลองปากพะเนียด คลองลำปำ คลองตะเคียน และคลองระโนด เป็นต้น ทะเลสาบสงขลาตอนในจึงเป็นแหล่งน้ำจืด แต่อาจจะกร่อยบ้างในฤดูแล้ง มีลมพัดแรงเป็นผลให้น้ำในทะเลสาบสงขลาตอนในหรือ

ทะเลหลวงนี้ชุ่มตลอดเวลา นอกจากการประมงแล้ว ทะเลหลวงยังเป็นแหล่งน้ำสำหรับการเกษตรและชุมชน

๑.๒.๓ ทะเลน้อย มีพื้นที่น้อยที่สุดคือประมาณ ๓๐ ตารางกิโลเมตร อยู่ในอำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุงส่วนที่ติดต่อกับจังหวัดนครศรีธรรมราช อาจจะเรียกว่าเป็นหนองน้ำจืดดี และน้ำมีสภาพเป็นกรด เป็นแหล่งนกน้ำที่สำคัญแห่งหนึ่งของไทย สำหรับพื้นที่ชุ่มน้ำเพราะเป็นที่ราบซึ่งน้ำท่วมถึงและเรียกกันว่า “พรุควรเคร็ง” ที่อยู่ในทะเลน้อยนี้ถูกจัดเป็นเขตห้ามล่าสัตว์

กล่าวโดยสรุป ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาในบริเวณภาคใต้ตอนล่างซึ่งมีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ ๘,๘๐๐ ตารางกิโลเมตรนั้นครอบคลุมพื้นที่ของอำเภอต่าง ๆ ของจังหวัดสงขลา พัทลุง และนครศรีธรรมราช แต่มีพื้นที่ส่วนที่เป็นแหล่งน้ำอยู่ประมาณ ๑,๑๐๐ ตารางกิโลเมตร และโดยที่สงขลารวมทั้งภาคใหญ่ถูกจัดให้เป็นเมืองหลักแห่งหนึ่งของประเทศไทยตามนโยบายการกระจายความเจริญไปสู่ภูมิภาค การพัฒนาในด้านต่าง ๆ เช่น การคมนาคม การท่องเที่ยว โรงงานอุตสาหกรรม และการสร้างนิคมอุตสาหกรรมภาคใต้ที่อำเภอฉลุง ตลอดจนการมีท่าเรือน้ำลึกสงขลา น่าจะทำให้สิ่งแวดล้อมในภาคใต้ซึ่งรวมทั้งทะเลสาบสงขลา ได้รับผลกระทบไม่มากนักและไม่เร็วก็ช้าอันเนื่องมาจากการพัฒนาและความเจริญด้านต่าง ๆ เหล่านี้ โดยเฉพาะต่อแหล่งน้ำต่าง ๆ ของลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ในอนาคต หากคอคอดกระ (อำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง) ซึ่งต้องแยกแผ่นดินภาคใต้ออกจากภาคอื่น ๆ หรือ สะพานเศรษฐกิจ (Trans-Thai Landbridge, East-West Link) ซึ่งอาจจะเชื่อมระหว่างอำเภอเมืองในจังหวัดกระบี่กับอำเภอขนอมในจังหวัดนครศรีธรรมราช หรืออาจจะเชื่อมระหว่างอำเภอเมืองในจังหวัดพังงากับอำเภอสิชลในจังหวัดนครศรีธรรมราช หรืออาจจะเชื่อมระหว่างจังหวัดสตูลกับจังหวัดสงขลา ได้รับไฟเขียวให้ก่อสร้างขึ้นมาได้แล้ว การพัฒนาและความเจริญด้านต่าง ๆ ย่อมเพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณ เพราะจะมีท่าเรือน้ำลึกเพิ่มขึ้นอีก 1 หรือ 2 แห่ง มีทางรถไฟคู่ขนานกับ

ถนนซูเปอร์ไฮเวย์และท่อส่งน้ำมันเชื่อมต่อกันระหว่าง 2 ชายฝั่งทะเล และผ่านพื้นที่ของจังหวัดต่าง ๆ ในภาคใต้ คาดว่าจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในภาคใต้ ทั้งพื้นดิน น้ำ และอากาศอย่างแน่นอน รวมทั้งการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารโลหะหนักต่าง ๆ ด้วย

๑.๓ มลภาวะทางน้ำอันเนื่องมาจากสารโลหะหนัก

เนื่องจากทะเลสาบสงขลา มีลักษณะเป็นแอ่งหุบเขารีดังได้กล่าวมาแล้ว และโดยที่มีปากทะเลสาบกว้างและลึกพอสมควร น้ำในทะเลสาบสงขลาจึงไหลไปมาผสมผสานกันกับน้ำทะเลของอ่าวไทยในทะเลจีนใต้ได้ตลอดเวลาทุกฤดูกาล และจากการที่มีน้ำในแม่น้ำลำคลองใหญ่ น้อยมากกว่าร้อยละสิบของปริมาณน้ำทะเลสาบสงขลาไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาซึ่งส่วนใหญ่มีน้ำไหลตลอดปี แต่ก็มีหลาย ๆ สายที่มักจะไม่มีน้ำไหลเลยในฤดูแล้ง น้ำในทะเลสาบสงขลาจึงอาจมีปริมาณโลหะหนักต่าง ๆ ไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับสภาพทางธรรมชาติ เช่น ภูมิศาสตร์ อุทกศาสตร์ และ สมุทรศาสตร์ สิ่งแวดล้อมบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา และกิจกรรมหรือกิจกรรมต่าง ๆ ของผู้คนบนแผ่นดินได้ปล่อยสารโลหะหนักสู่พื้นดิน แหล่งน้ำและอากาศ แล้วเข้าสู่ทะเลสาบสงขลาในที่สุด นอกจากนี้ การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำต่าง ๆ ทั้งตามแม่น้ำลำคลองและในตัวทะเลสาบสงขลาเองด้วย เช่น การคมนาคมทางน้ำ การท่องเที่ยว การเพาะปลูก การประมงและเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การทำนา กุ้ง น้ำทิ้งและสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ จากโรงงานอุตสาหกรรมทั้งขนาดเล็กและใหญ่หลายร้อยโรง รวมทั้งการทำเหมืองแร่ ตลอดจนของเสียจากแหล่งชุมชนหนาแน่นและโรงแรมต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่หรือเกือบทั้งหมดไม่มีเครื่องหรือโรงบำบัดน้ำเสีย ที่กล่าวมานี้ล้วนแล้วแต่เป็นแหล่งกำเนิดหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ที่อาจจะก่อให้เกิดมลภาวะของน้ำในทะเลสาบสงขลาอันเนื่องมาจากสารโลหะหนักเช่น Cd, Pb, Zn, Cu, และ Hg ได้ นอกจากนี้โลหะหนักที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำทะเลสาบสงขลา ส่วนหนึ่งเกิดขึ้นหรือมีอยู่ตามธรรมชาติ เช่น การชะล้างพื้นดินเมื่อฝนตก การผุพังของหิน และการออกสู่ชั้นน้ำในทะเลสาบสงขลาจากดินตะกอนท้องทะเลสาบสงขลาซึ่งโดยทั่วไปมีปริมาณสารโลหะหนักสูงกว่าในชั้นน้ำหลายร้อยหลายพันเท่า แม้ว่าจะมีปริมาณไม่มากนักเมื่อเทียบกับส่วนที่มีอยู่ก่อนหน้านี้ แต่ก็ถือว่าเป็นแหล่งที่มาของสารปนเปื้อนโลหะหนักในน้ำทะเลสาบสงขลาได้ด้วย อย่างไรก็ตาม การ

ปนเปื้อนโดยกระบวนการทางธรรมชาตินั้นมีโอกาสเทียบได้เลยกับการปนเปื้อนโดยการกระทำของมนุษย์ ตัวอย่างเช่น มีตัวเลขประมาณกันว่ามนุษย์ได้ปล่อยสารตะกั่วลงสู่ทะเลมากกว่าการปนเปื้อนโดยกระบวนการทางธรรมชาติสูงกว่า 10 เท่าขึ้นไป

สำหรับปัญหาที่ว่า สารโลหะหนักมีปนเปื้อนอยู่ในน้ำมากเท่าใด และเป็นอย่างไร จึงจะเรียกว่าแหล่งน้ำนั้นได้เกิดมลภาวะ (pollution) แล้ว หรือจัดได้ว่าเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ และค่าสูงสุดที่ยอมให้มีได้โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย (maximum allowable limits) สำหรับโลหะแต่ละชนิดนั้นเป็นอย่างไร และมีค่าเท่าใด นักวิชาการส่วนใหญ่นิยมอิงค่าพื้นฐานหรือค่าโดยเฉลี่ยของโลหะปริมาณน้อยที่มีอยู่ในน้ำทะเลทั่ว ๆ ไป ซึ่งอาจจะถือได้ว่าเป็นระดับปกติ (Normal Level) ของโลหะปริมาณน้อยในน้ำทะเล ตัวอย่างเช่น ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทะเล จากตำรา "สมุทรศาสตร์เคมี" พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2532 เรียบเรียงโดย ดร. มนุวดี หังสพฤกษ์ (ปัจจุบันดำรงตำแหน่งศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) พบว่า ค่าพื้นฐานของโลหะหนักปริมาณน้อย Cd, Cu, Pb, และ Zn ในน้ำทะเล 17 สถานีในอ่าวบางละมุง อ่าวไทยตอนบน (พ.ย. 2526 ถึง มี.ค. 2527) มีค่าความเข้มข้นค่อนข้างกว้างมาก คือ Cd, Cu, Pb, และ Zn วัดได้ต่ำสุด 0.010, 0.010, n.d., และ 1.63 ppb และ วัดได้สูงสุด 0.193, 3.40, 0.061, และ 9.24 ppb โดยมีค่าเฉลี่ย 0.04, 0.68, 0.016 และ 5.17 ppb ตามลำดับ

ในกรณีของปริมาณโลหะหนักในทะเลสาบสงขลา ผลงานวิจัยที่แล้วมา มีปรากฏอยู่ในวารสารนานาชาติน้อยมาก โดยเฉพาะผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ แต่ก็ได้มีรายงานการวิจัย (Research Report) กันบ้างแล้วตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๒๙ คือ Sirinawin, W. (1986), A Report, "Determination of Trace Metals in Lake Songkla Water", University of Gothenburg, Gothenburg,

Sweden. และ ในปีพ.ศ.๒๕๓๕ คือ Sirinawin, W. (1992), Fil. Lic. Thesis, " Trace Metal Studies in Thale Sap Songkla, an Estuary in the South of Thailand", University of Gothenburg, Gothenburg, Sweden. ซึ่งได้รายงานสรุปปริมาณโลหะหนักหนักต่าง ๆ ยังมีระดับที่ค่อนข้างต่ำมากจนถือได้ว่าทะเลสาบสงขลายังไม่มียมลภาวะอันเนื่องมาจากโลหะหนักอย่างเช่นที่ได้เคยมีผู้ตรวจวัดค่าพื้นฐานโลหะปริมาณน้อย Cd, Cu, Pb, และ Zn ในน้ำทะเล 17 สถานีในอ่าวบางละมุง อ่าวไทยตอนบน

เมื่อเร็ว ๆ นี้ Sirinawin, W. *et al* (1998) ได้ revised ผลงานใน Fil. Lic. Thesis ใหม่ และได้ตีพิมพ์ผลงานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างน้ำทะเลสาบสงขลาซึ่งเก็บครั้งเดียวทั้งหมด 8 สถานี 34 จุดเก็บ ในเดือนมกราคม พ.ศ.๒๕๓๐ (ค.ศ.1987) โดยได้ทำการตรวจวัดปริมาณโลหะหนักด้วยวิธี Graphite Furnace AAS ที่ Department of Analytical and Marine Chemistry, University of Gothenburg, Gothenburg, Sweden สรุปได้ว่าทะเลสาบสงขลายังไม่เกิดมลภาวะ หรือยังเป็น unpolluted estuary เพราะมีระดับปริมาณโลหะหนักต่าง ๆ ค่อนข้างต่ำมากในตัวอย่างน้ำที่ได้ตรวจวัดทั้งหมด พบว่า มี Cd ปนเปื้อนอยู่เพียง 1.8-15.4 ppt, มี Pb ปนเปื้อนแค่ 3.1-41.4 ppt, มี Zn อยู่ระหว่าง 130-920 ppt, และมี Cu อยู่ในช่วง 320-570 ppt เท่านั้นเอง

๑.๔ เทคนิคและวิธีการที่ใช้

การตรวจวัดปริมาณโลหะหนักปริมาณน้อยมาก (ultratrace level) ในสารตัวอย่างน้ำธรรมชาติ เช่น น้ำทะเล น้ำฝน และ น้ำในแม่น้ำลำคลอง เป็นต้น เทคนิคที่นิยมใช้กันมากจนเป็นงานวิเคราะห์ประจำโดยทั่วไปในห้องปฏิบัติการชั้นนำต่าง ๆ ที่ได้มาตรฐานสากลนั้น ได้แก่ ICP-MS และ GFAAS แต่การอาศัยเทคนิคเหล่านี้เพื่อตรวจวัดปริมาณโลหะหนักปริมาณน้อย ๆ ให้ได้ผลดีในห้องปฏิบัติการของประเทศที่พัฒนาแล้วนั้นไม่ถือว่าเป็นเรื่องที่ยากมาก ๆ อย่างที่เป็นอยู่ในห้องปฏิบัติการของประเทศที่กำลังพัฒนาและด้อยพัฒนา ข้อเสียของเทคนิคเหล่านี้คือ เงินลงทุนสูงมาก ๆ ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ก็แพงมาก และในบางกรณีต้องทำการทดลองในห้องปฏิบัติการพิเศษที่เรียกว่า Chemical Clean Laboratory ซึ่งได้รับการตรวจสอบและพิสูจน์แล้วว่าได้มาตรฐานสูงจริง ๆ จากข้อเสียดังกล่าวประกอบกับข้อจำกัดและปัญหาอื่น ๆ อีกมากมาย ทำให้ผู้วิจัยพยายามอาศัยเทคนิคอื่นด้วยที่คิดว่าน่าจะเหมาะสมกว่า ลงทุนน้อยกว่า และค่าใช้จ่ายต่ำกว่า (มาใช้เสริมกับเทคนิคดังกล่าวข้างต้น) ได้แก่ Stripping Analysis ซึ่งในประเทศ USA และหลาย ๆ ประเทศในยุโรปตะวันตก เช่น UK, Germany, France, Spain, Italy, Sweden, และ Denmark กับอีกหลายประเทศในยุโรปตะวันออก เช่น Czech Republic, Slovakia, Hungary, และ Russia ตลอดจนประเทศในแถบเอเชียแปซิฟิก เช่น China, Japan, India และ Australia ได้นิยมใช้กันมานานแล้วก่อนที่จะมีการพัฒนาเทคนิค GFAAS และ ICP-MS ขึ้นมาด้วยซ้ำ แต่เทคนิค Stripping Analysis มีข้อด้อยคือ ยังไม่เหมาะที่จะใช้ในงานวิเคราะห์ประจำในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ (analytical laboratory) โดยทั่วไป แม้ว่าได้ใช้กันมากทั้งงานวิจัยพัฒนาและงานวิเคราะห์ประจำในห้องปฏิบัติการวิจัย (research laboratory) ต่าง ๆ อย่างไรก็ตาม ได้มีการวิจัยและพัฒนาในแง่ของการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ และรูปแบบการทดลอง รวมทั้งวิธีวิทยา (methodology) ใหม่ ๆ

เพื่อให้ Stripping Analysis เป็นเทคนิคที่เหมาะสมสำหรับงานวิเคราะห์ประจำได้ในห้องปฏิบัติการทั่ว ๆ ไปในอนาคต

เทคนิคการวิเคราะห์โดยอาศัยการคืนรูปของสาร (Stripping Analysis) นั้นมีหลากหลายเทคนิคด้วยกัน แต่ส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มเทคนิคของ Polarography (เริ่มใช้กันประมาณปี ค.ศ. 1920) และ Stripping Voltammetry (เริ่มใช้กันประมาณปี ค.ศ. 1931) อาทิเช่น Linear-Scan Stripping Voltammetry, Differential-Pulse Stripping Voltammetry, และ Square-Wave Stripping Voltammetry เป็นต้น ได้ถูกพัฒนาเรื่อยมาจนเป็นที่ยอมรับกันแล้ว แม้ว่าจะต้องใช้เวลานานหลายสิบปี และปัจจุบันยังคงมีการวิจัยและพัฒนาในแง่ต่าง ๆ อยู่อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สมรรถนะและประสิทธิภาพในการวิเคราะห์สูงขึ้นอีก

สำหรับวิธีวัดศักย์ไฟฟ้าคืนรูปหรือเทคนิค *Stripping Potentiometry* ซึ่งได้ถูกนำมาใช้เสริมกัน (complementary) กับเทคนิค GFAAS ในงานวิจัยนี้ด้วยนั้นได้รับการยอมรับกันแล้วว่าเป็น trace analysis technique อีกเทคนิคหนึ่งที่ใหม่และน่าสนใจ เนื่องจากมีข้อดีเมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคส่วนใหญ่ของกลุ่ม Stripping Voltammetry (ซึ่งมีคุณลักษณะเป็น multi-element capability เช่นกัน และมีความไววิเคราะห์พอ ๆ กัน) คือ ไม่จำเป็นต้องได้ dissolved oxygen ที่ละลายอยู่ในสารตัวอย่างให้หมดก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ ไม่ถูกรบกวนโดยสารอินทรีย์ที่มีปนอยู่ในสารตัวอย่าง นอกจากนี้เครื่องมือ อุปกรณ์ และวัสดุต่างๆ ที่เกี่ยวข้องมีราคาไม่แพงมาก และค่าใช้จ่ายน้อยกว่ามากในการวิเคราะห์ต่อตัวอย่าง

การอาศัยวิธีวัดศักย์ไฟฟ้าคืนรูปมาใช้กับสารตัวอย่างประเภทน้ำธรรมชาตินั้นยังมีข้อดีอีกคือ เป็นวิธีที่สะดวกและรวดเร็ว เพราะสามารถผสมตัวอย่างน้ำกับ medium หรือ matrix modifier โดยตรง ไม่จำเป็นต้องทำการย่อยสลาย (digestion) หรือสกัด (extraction) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ค่อนข้างจะเสีย

เวลามาก ยุ่งยากและซับซ้อน จึงเป็นการหลีกเลี่ยงการปนเปื้อน (sample contamination) และ/หรือการสูญเสียของสารที่สนใจ (sample loss) ได้ เป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ไปด้วย นอกจากนี้ เครื่องมือและอุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง ๆ ที่ใช้ในเทคนิคนี้ถูกควบคุมด้วย personal computer (PC) แบบ IBM-compatible จึงเป็นวิธีวิเคราะห์ที่ค่อนข้างอัตโนมัติ และถ้ามี autoburets แบบ tri-buret system รวมทั้ง automatic sample changer มาต่อพ่วงเพิ่มอีก ก็จะจัดเป็นชุดเครื่องมือประเภทที่เรียกว่า fully or absolutely automatic analyzer (TraceLab[®] System) ซึ่งสามารถเพิ่มทั้ง analytical performances (เช่น precision, accuracy, sensitivity) และ analytical efficiency (เช่น speed of analysis และ laboratory automation)

วิธีวัดศักย์ไฟฟ้าคิโนรูป ประกอบด้วยกลุ่มเทคนิคต่าง ๆ คือ เทคนิค Potentiometric Stripping Analysis (เริ่มใช้กันประมาณปี ค.ศ. 1976 โดย Jagner และ Graneli) อาศัยสารเคมีที่เหมาะสมทำให้สารที่สนใจเกิดการคิโนรูป เทคนิค Constant Current Stripping Analysis (เริ่มใช้กันประมาณปี ค.ศ. 1986 โดย Renman *et al*) อาศัยกระแสไฟฟ้าค่าคงที่และอาจร่วมกับสารเคมีที่เหมาะสมทำให้สารที่สนใจเกิดการคิโนรูป และเทคนิค Coulometric Stripping Potentiometry (เริ่มใช้กันประมาณปี ค.ศ. 1995 โดย Jagner และ Wang) อาศัยวิธีการทาง coulometry มาประยุกต์ กับเทคนิค constant current stripping analysis สำหรับเทคนิค Potentiometric Stripping Analysis และวิธีการวิเคราะห์ (analytical methods) สำหรับหาปริมาณ Cd, Pb, Zn, และ Cu และ สำหรับหาปริมาณ Hg ที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยหัวหน้าโครงการวิจัย (รุ่งโรจน์ รัตนโอภาส) และได้เคยทดลองใช้วิเคราะห์น้ำทะเลชนิด standard reference materials และตัวอย่างน้ำทะเลอื่น ๆ ตลอดจนน้ำธรรมชาติต่าง ๆ เช่นน้ำฝน น้ำคลอง รวมทั้งน้ำดื่มน้ำใช้ จนได้ผลเป็นที่

นำพอลิเมอร์มาแล้ว จึงนำมาประยุกต์ใช้กับตัวอย่างน้ำซึ่งมีทั้งน้ำเค็ม (คล้ายน้ำทะเล) น้ำกร่อย และน้ำค่อนข้างจะเป็นน้ำจืด (คล้ายน้ำคลอง) ที่เก็บมาจากทะเลสาบสงขลาในโครงการวิจัยนี้

การวิเคราะห์น้ำธรรมชาติ เช่น น้ำแม่น้ำ และน้ำทะเล โดยอาศัยเทคนิคและอุปกรณ์ต่าง ๆ ของวิธีวัดศักย์ไฟฟ้าคิโนรูปนั้นเริ่มมีผลงานตีพิมพ์กันมานานเกือบ 20 ปีมาแล้ว แม้ผลการทดลองเป็นที่น่าพอใจแต่ผลลัพธ์วิเคราะห์ยังมี precision และ accuracy ต่ำ จึงได้มีการวิจัยและพัฒนาให้ผลการทดลองมี analytical performances และ analytical efficiency ดีขึ้นเรื่อย ๆ และเมื่อเร็ว ๆ นี้ Riso *et al* ได้ใช้เครื่องมือวัดศักย์ไฟฟ้าคิโนรูปรุ่นใหม่ล่าสุดคือ PSU 22 ซึ่งมี detection limit ต่ำกว่า (sensitivity สูงกว่า) เครื่องมือวัดศักย์ไฟฟ้าคิโนรูปรุ่นเก่าคือ PSU 20 ประมาณสี่เท่า สามารถหาปริมาณ Cu, Pb, และ Cd ในน้ำทะเลได้ค่า detection limit ต่ำถึง 44, 3, และ 1 ppt ตามลำดับ ผลลัพธ์วิเคราะห์สอดคล้องกันกับที่วิเคราะห์โดยวิธี ASV และ AAS แต่ไม่ได้หาปริมาณ Zn ด้วย

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำ Potentiometric Stripping Unit (PSU 20) และ Sample Station (SAM 20) with three-electrode system มาต่อพ่วงกันกับ Personal Computer (PC) โดยอาศัย TAP 2 TraceTalk : Method Builder and Commander ซึ่งเป็น software package มาใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องมือ และได้ถูกนำมาใช้เป็นหลักในการวิจัยและพัฒนาโปรแกรมการทดลองทั้งหมด จนได้ method files ที่เหมาะสมสำหรับใช้วิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก Cd, Pb, Zn, และ Cu ในตัวอย่างน้ำทะเลสาบสงขลา ส่วนการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักปรอท (Hg) นั้นได้อาศัยเครื่องมือ Ion Scanning System รุ่น ISS 820 โดยใช้เทคนิค Potentiometric Stripping Analysis ซึ่งอาศัยสารละลาย KMnO_4 เป็นสารที่ทำให้ปรอทเกิดการคิโนรูป

ส่วนเทคนิค GFAAS ที่ผู้วิจัยอีกท่านหนึ่ง (วราภรณ์ ศิรินาวิน) ได้ใช้ตรวจวัดหาปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างน้ำทะเลสาบสงขลาในโครงการวิจัยนี้ นั้น ได้อาศัยการทำให้สารโลหะหนักมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นก่อนโดยวิธี Freon Dithiocarbamate Extraction และ Back Extraction (Danielsson et al, 1978) สำหรับเทคนิค GFAAS นั้นเริ่มใช้กันมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1959 และได้มีการวิจัยพัฒนามามาก ในช่วงกว่า 10 ปีแรกนั้น ผลลัพธ์วิเคราะห์ยังมีความแม่นยำและความถูกต้องต่ำ แต่หลังจากได้รับการวิจัยพัฒนาถึงขั้นน่าพอใจแล้ว บริษัทผู้ผลิตเครื่องมือวิทยาศาสตร์จึงได้ออกแบบ ดัดแปลงเรื่อยมาจนในที่สุดก็ได้ผลิตรุ่นที่มีผู้ใช้อยอมรับกันประมาณปี ค.ศ. 1970 และก็ได้มีการวิจัยพัฒนาต่อมาอีกอย่างมากมายจนเป็นที่นิยมใช้กันในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทั่ว ๆ ไปตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 อย่างไรก็ตาม ผลลัพธ์วิเคราะห์ยังมีความแม่นยำและความถูกต้องไม่สูง แต่ก็มีความไววิเคราะห์ (sensitivity) สูงพอ ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงเลือกเทคนิค GFAAS มาใช้เสริมกันกับเทคนิค Stripping Potentiometry ดังกล่าวมาแล้วข้างต้น