

บทที่ 1

บทนำ

บทนำค้นเรื่อง

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญยิ่งในการดำรงชีวิตทั้งมนุษย์ สัตว์ และพืช โดยเฉพาะมนุษย์ได้มีการนำน้ำมาใช้ประโยชน์ในหลายรูปแบบ เช่น การอุปโภค บริโภค การเกษตรกรรม และการอุตสาหกรรม ปัจจุบันทรัพยากรน้ำถูกนำมาใช้ประโยชน์มากขึ้นตามการเพิ่มจำนวนของประชากรจนก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่างๆ ในสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้ทวีความรุนแรงมากขึ้น โดยเฉพาะปัญหามลพิษในน้ำที่เกิดจากน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม การทิ้งมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลของชุมชน และการใช้สารเคมีทางการเกษตร ส่งผลให้มนุษย์และสัตว์ต้องเสี่ยงต่อการได้รับสารมลพิษในระดับความเข้มข้นที่เกินกว่าสภาพความเป็นไปของธรรมชาติและหากได้รับในปริมาณที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานจะทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของประชาชนได้

คลองอู่ตะเภาเป็นแหล่งน้ำสำคัญที่ใช้ในการทำน้ำประปาเพื่อการอุปโภคและบริโภคของประชาชนในเขตอำเภอสะเตาะ อำเภอหาดใหญ่ อำเภอสิงหนคร และอำเภอเมืองจังหวัดสงขลา เปรียบเสมือนเส้นเลือดใหญ่ที่หล่อเลี้ยงประชาชนในจังหวัดสงขลา ปัจจุบันคลองอู่ตะเภามีคุณภาพเสื่อมโทรมลงเพราะกลายเป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้งจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมที่ขยายตัวอย่างต่อเนื่องตามแนวชายของลำคลอง จึงควรมีการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างต่อเนื่องเช่น การตรวจวัดค่า BOD, COD, DO, pH, อุณหภูมิ และโลหะหนักต่างๆ เป็นต้นอันเป็นผลมาจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพของประชาชนผู้บริโภคน้ำในจังหวัดสงขลา

การปนเปื้อนของโลหะหนักเมื่อมีการสะสมในดินและตะกอนดิน หากมีปริมาณการสะสมมากเกินไปส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบของดินและตะกอนดิน การแพร่กระจายสู่รากของพืชการสะสมในสิ่งมีชีวิตถ่ายทอดสู่ห่วงโซ่อาหาร ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อมนุษย์ในที่สุด (Gupta, 1996) หากมีการปล่อยโลหะหนักลงสู่แหล่งน้ำทำให้เกิดการดูดกลืนโดยสิ่งมีชีวิตในน้ำ ซึ่งหากได้รับติดต่อกันเป็นเวลานานจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศในน้ำ และเกิดการสะสมในวงจรห่วงโซ่อาหารจนเป็นอันตรายถึงมนุษย์ ซึ่งเป็นผู้ล่าระดับสูงสุด (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540)

ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อตรวจวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นของโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในน้ำคลองอู่ตะเภาและน้ำบ่อน้ำที่อยู่ใกล้เคียง และประเมิน

ความเสี่ยงเบื้องต้นต่อระบบนิเวศ สิ่งแวดล้อม และสุขภาพของประชาชนผู้บริโภคน้ำคลองอยู่ตะเภา และน้ำบ่อต้น ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่ใช้ในการอุปโภค บริโภคของประชาชนที่อยู่ใกล้คลอง

การตรวจเอกสาร

คำจำกัดความ

ธาตุโลหะหนัก (heavy metal) หมายถึง โลหะธาตุที่มีความถ่วงจำเพาะตั้งแต่ 5.0 ขึ้นไป โดยทั่วไปจะเป็นธาตุในตารางธาตุที่มีเลขเชิงอะตอม (atomic number) ในช่วง 23 – 92 อยู่ในคาบที่ 4 - 7 (ศุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา, 2540) ธาตุเหล่านี้มีความเป็นพิษสูงและก่อให้เกิดโทษอย่างร้ายแรงต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ได้โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทารก, เด็ก และหญิงมีครรภ์ (กระทรวงสาธารณสุข, 2535)

บ่อน้ำตื้น (shallow wells) หมายถึง บ่อน้ำที่ขุดได้ไม่ลึกนัก ไม่อาจกำหนดความลึกที่แน่นอนได้ ส่วนมากเป็นบ่อที่มีความลึกอยู่ในระดับผิวดินชั้นบนๆบางแห่งขุดลงไปได้ลึกถึงชั้นดินอุ้มน้ำขึ้นอยู่กับเครื่องมือและความสามารถในการขุดบ่อ (กระทรวงสาธารณสุข, 2535)

การปนเปื้อนของโลหะหนักในแหล่งน้ำ

โดยธรรมชาติโลหะหนักที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำอาจเกิดจากการชะล้าง, การกัดเซาะ และการพังทลายของเปลือกโลกที่มีแร่ธาตุของโลหะปนเปื้อนอยู่ นอกจากนี้การปนเปื้อนของโลหะหนักยังมีสาเหตุมาจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยทั่วไปโลหะหนักอยู่ในสภาวะที่สมดุล แต่เมื่อมนุษย์นำโลหะหนักมาใช้ประโยชน์ และเกิดการเสียสมดุลทางธรรมชาติจนเกิดการปนเปื้อนในแหล่งน้ำ (Elder, 1988) โลหะหนักบางชนิดเช่น สังกะสี, ทองแดง และเหล็ก มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตกล่าวคือ สิ่งมีชีวิตต้องการในระดับความเข้มข้นหนึ่งเพื่อดำเนินกระบวนการทางชีวเคมีภายในร่างกาย แต่หากมีความเข้มข้นที่เกินกว่าระดับหนึ่งก็จะทำให้เกิดพิษได้ และโลหะหนักบางชนิดไม่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตคือ หากมีความเข้มข้นต่ำก็จะไม่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตแต่หากมีความเข้มข้นสูงถึงระดับหนึ่งก็จะทำให้เกิดพิษต่อสิ่งมีชีวิตได้เช่นกัน โลหะหนักเหล่านี้ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม เป็นต้น (Clark, 1989) อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของโลหะหนักที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อม อาจจะไม่สูงมากพอที่จะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตนั้นๆแบบเฉียบพลัน แต่อาจจะมีการสะสมหรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการต่างๆในร่างกายสิ่งมีชีวิต จึงก่อให้เกิดความเป็นพิษแบบเรื้อรังได้ (Campbell, et al., 1988)

แหล่งกำเนิดของสารมลพิษในแหล่งน้ำ

สารมลพิษอาจแบ่งได้ตามแหล่งกำเนิดโดยแบ่งเป็นแหล่งมลพิษที่มีลักษณะเป็นจุด (point - source) เช่น แหล่งมลพิษอุตสาหกรรม หรือของเสียจากชุมชนเมือง เป็นต้น ซึ่งถูกปล่อยลงสู่

แหล่งน้ำเป็นจุดๆ อย่างชัดเจน และแหล่งมลพิษที่มีลักษณะกระจาย (non point source) เช่น แหล่งมลพิษทางการเกษตร หรือของเสียชุมชนชนบท เป็นต้น ที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำอย่างกระจัดกระจาย (ฉัตรไชย รัตนาไชย, 2539)

คุณภาพน้ำและดัชนีชี้วัด

คุณภาพน้ำขึ้นอยู่กับสิ่งที่ปนเปื้อนที่อยู่ในน้ำ ได้แก่ ก๊าซและเกลือแร่ต่างๆ คุณภาพน้ำได้ถูกนำมาใช้เป็นกลไกในการเลือกแหล่งน้ำในการบริโภค โดยสามารถแบ่งคุณภาพน้ำออกเป็น 3 ลักษณะดังนี้

1. ลักษณะทางกายภาพ เป็นลักษณะที่รับรู้ได้โดยประสาทสัมผัส เช่น สี, กลิ่น, รส อุณหภูมิ, ความขุ่น, ความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้า

2. ลักษณะทางเคมี เป็นลักษณะของสารเคมีที่เจือปนอยู่ในน้ำ ซึ่งต้องตรวจสอบด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ เช่น สารอินทรีย์, สารอนินทรีย์, โลหะหนัก, ความกระด้าง, แคลเซียม, เหล็ก, แมกนีเซียม, คลอไรด์, แอมโมเนียส และซัลเฟต

3. ลักษณะทางชีวภาพ เกิดจากจุลินทรีย์ที่เจือปนอยู่ในน้ำ บางชนิดทำให้เกิดโรคในคน เช่น แบคทีเรียชนิดพัลลโคลิฟอร์ม บางชนิดทำให้เกิดคุณภาพน้ำเปลี่ยนไป เช่น ซัลเฟอร์แบคทีเรียทำให้น้ำมีสีค้ำและมีกลิ่นเหม็น (กระทรวงสาธารณสุข, 2535) การตรวจวัดคุณภาพน้ำมีดัชนีชี้วัดดังนี้

1. Biochemical Oxygen Demand (BOD) เป็นค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณของกากสารอินทรีย์จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงการใช้ออกซิเจนไปมากน้อยเพียงใดระหว่างการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกากของเสีย

2. Dissolved Oxygen (DO) เป็นปริมาณของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ มีค่าเปลี่ยนแปลงได้ตามอุณหภูมิและความดัน การที่ปริมาณของออกซิเจนในน้ำลดลง อาจมาจากสาเหตุกากของสารที่มีปริมาณมากย่อยทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลงอย่างรวดเร็ว

3. Suspended solid (SS) เป็นสารแขวนลอย เป็นได้ทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ซึ่งอยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติ หากมีปริมาณสารแขวนลอยเพิ่มขึ้น ทำให้น้ำขุ่น จึงลดอัตราการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำ (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2524)

4. การนำไฟฟ้า (Conductivity) การนำไฟฟ้าของสารละลายขึ้นอยู่กับปริมาณสารอนินทรีย์ เช่น การละลายเกลือแร่ต่างๆ โดยสารละลายที่เจือจางการนำไฟฟ้าจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณรวมของของแข็งที่ละลายได้

การปนเปื้อนของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในแหล่งน้ำของประเทศไทย

เนื่องจากปัจจุบันมนุษย์ได้มีการนำน้ำมาใช้ประโยชน์ในการอุปโภค, บริโภค การเกษตรกรรม และการอุตสาหกรรม ทำให้แหล่งน้ำกลายเป็นแหล่งรองรับน้ำเสีย จากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ เมื่อประชาชนเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีปริมาณน้ำเสียเพิ่มขึ้นจึงก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่างๆในแหล่งน้ำได้ โดยเฉพาะเกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักในแม่น้ำสายสำคัญของประเทศไทย ดังแสดงไว้ในตาราง 1 และ 2 ตามลำดับ

ตาราง 1 ปริมาณของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในแหล่งน้ำของประเทศไทย

ชื่อแม่น้ำ	ชนิดของโลหะหนัก			แหล่งข้อมูล
	Pb (µg/l)	Cd (µg/l)	Cr (µg/l)	
ปากน้ำปราณบุรี แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำคราด แม่น้ำประแส	60 - 110	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	กองอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2530
บริเวณใต้เขื่อนบางลาง จนถึงปากอ่าวปัตตานี	20	40	ไม่มีข้อมูล	สุรพล อารีย์กุล และ กัลยาณี กุลปานนท์, 2536
ลำห้วยคลิตี้	7 - 140	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	กรมควบคุมมลพิษ, 2542
เกณฑ์มาตรฐาน *	50	5	50	กรมควบคุมมลพิษ, 2546

หมายเหตุ

- * ใช้เกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม

ตาราง 2 การปนเปื้อนของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในแหล่งน้ำในเขตภาคใต้

สถานที่	ชนิดของโลหะหนัก			แหล่งข้อมูล
	Pb (µg/l)	Cd (µg/l)	Cr (µg/l)	
ทะเลสาบสงขลา	ไม่มีข้อมูล	8 - 10	ไม่มีข้อมูล	ณรงค์ ณ เชียงใหม่, 2521 - 2522
แม่น้ำปากพนัง	ไม่มีข้อมูล	15	ไม่มีข้อมูล	กองอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2530
แม่น้ำคาปี	ไม่มีข้อมูล	320	ไม่มีข้อมูล	กองอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2530
แม่น้ำบางนรา	ไม่มีข้อมูล	14	ไม่มีข้อมูล	กองอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2530
บริเวณใต้เขื่อนบางลาง จนถึงปากอ่าวปัตตานี	20	40	ไม่มีข้อมูล	สุรพล อารีย์กุล และ กัลยาณี คุปตานนท์, 2536
ลุ่มน้ำปากพนัง	16.04 - 27.37	2.67 - 11.67	ไม่มีข้อมูล	วรพิน วิทยวรวิวัฒน์, 2537
เกณฑ์มาตรฐาน*	50	5	50	กรมควบคุมมลพิษ, 2546

หมายเหตุ

- * ใช้เกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม

ตาราง 3 ปริมาณของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตะกอนดินในแหล่งน้ำของประเทศไทย

สถานที่	ชนิดของโลหะหนัก			แหล่งข้อมูล
	Pb (mg/ kg)	Cd (mg/ kg)	Cr (mg/ kg)	
ปากน้ำบางประกง	8.33 - 22.8	0.10 - 0.54	ไม่มีข้อมูล	รัชนิกร บำรุงราชธีรณย์ และคณะ, 2529
ปากน้ำปราณบุรี	7.27 - 21.7	0.06 - 0.08	ไม่มีข้อมูล	รัชนิกร บำรุงราชธีรณย์ และคณะ, 2529
ลุ่มน้ำชี	4.10 - 7.04	0.39 - 0.68	ไม่มีข้อมูล	บวร ไชยษา, 2530
อ่าวระยอง	6.30 - 7.21	0.38 - 0.67	ไม่มีข้อมูล	กรกช วิชฎฐพิทยาพงษ์, 2534
ลุ่มน้ำปากพนัง	16.04 - 27.37	2.67 - 11.67	ไม่มีข้อมูล	วรพิน วิทยวรวัฒน์, 2537
ทะเลสาบสงขลาตอนนอก	24.5 - 59.8	< 2.5	3.01 - 67.5	ไตรภพ ผ่องสุวรรณ และครุณี ผ่องสุวรรณ, 2545

ความสัมพันธ์ของระดับโลหะในน้ำกับคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี

1. ระดับโลหะและอุณหภูมิของน้ำ

อุณหภูมิของน้ำมักไม่เป็นปัญหาสำหรับการบริโภคเพราะส่วนใหญ่อยู่ในสภาวะปกติยกเว้นน้ำพุร้อนเท่านั้น ที่มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ (พรพรรณ บวรสาโชติ, 2530) เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพิ่มขึ้น การละลายของก๊าซลดลง การละลายแร่ธาตุในน้ำเพิ่มขึ้น (นัทธีรา สรรมณี, 2541)

2. ระดับโลหะและความเป็นกรด - ด่าง (pH)

ความเป็นกรด - ด่าง เกิดจากสารที่แตกตัวให้อนุกรด - ด่าง มีค่าตั้งแต่ 0 -14 ถ้าค่าต่ำกว่า 7 หมายถึง น้ำมีความเป็นกรดสูง ถ้าค่าเท่ากับ 7 น้ำมีความเป็นกลาง ถ้าค่าสูงกว่า 7 น้ำมีความเป็นด่าง ภาวะความเป็นกรด - ด่างของน้ำ มีผลต่อคุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต (กระทรวงสาธารณสุข, 2535) pH ยังมีความสำคัญต่อความสามารถในการละลายของโลหะหนัก โดยทั่วไปโลหะหนักจะละลายในสภาวะที่เป็นกรด และสามารถตกตะกอนอยู่ในรูปของออกไซด์หรือไฮดรอกไซด์ในสภาวะที่เป็นด่าง

3. ระดับโลหะและความเป็นด่าง (Alkalinity)

ความเป็นด่างในน้ำเป็นตัวบ่งบอกถึง ระดับของสารด่าง 3 ชนิดในน้ำ คือ ไฮดรอกไซด์ (OH^-) คาร์บอเนต (CO_3^{2-}) และไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) โดยทั่วไปน้ำตามธรรมชาติมักมีสารด่างไม่ครบทุกชนิด น้ำอาจจะมีสารด่างได้ 2 ชนิดเป็นอย่างมาก ซึ่งขึ้นอยู่กับ pH ของน้ำดังนี้

ระดับ pH	ชนิดของค้าง (หรือกรด)
pH > 11.0	OH ⁻
pH 9.4 – 11.0	OH ⁻ และ CO ₃ ²⁻
pH 8.3 – 9.4	CO ₃ ²⁻ และ HCO ₃ ⁻
pH 4.6 – 8.3	HCO ₃ ⁻
pH < 4.6	มีกรดอินทรีย์

ข้อมูลของพื้นที่ที่ศึกษา

1. ข้อมูลทั่วไป

คลองอู่ตะเภามีต้นน้ำเกิดจากทิวเขาสันกาลาศีรี ซึ่งแบ่งเขตประเทศไทยกับประเทศมาเลเซียบริเวณตำบลสำนักแดง อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา โดยมีคลองสาขาของคลองอู่ตะเภาจำนวน 9 สาย ได้แก่ คลองสะเดา, คลองแล, คลองหวะ, คลองรำ, คลองตง, คลองหลา, คลองปอม, คลองเวียน, คลองวาด, คลองอู่ตะเภาไหลผ่านตำบลต่างๆ ในอำเภอสะเดาเข้าสู่อำเภอหาดใหญ่ ผ่านตำบลพะตง, ทุ่งลาน, บ้านพรุ, ควนลัง, คลองแห, บ้านแห และคูเต่าไปออกทะเลสาบสงขลาที่บ้านคลองบางกล้า ซึ่งมีความยาวประมาณ 90 กิโลเมตร (ฝ่ายข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติ, 2530) กลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภาครอบคลุมพื้นที่ 2,305 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา ประกอบด้วย ดินทราย เป็นส่วนใหญ่ สันฐานภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูงทางทิศตะวันตก พื้นที่ตอนกลางเป็นที่ราบตะกอนแม่น้ำทับถมโดยคลองอู่ตะเภาเป็นลำน้ำที่สำคัญที่สุดในลุ่มน้ำ (วินัย แซ่จิว, 2539) ลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภามีความลึกเฉลี่ย 2-5 เมตร กว้างประมาณ 10 - 50 เมตร (ณรงค์ ฅ เชียงใหม่ และ กรรณิการ์ วิทยสุภากร, 2525 ; ถักษณา เนาวรรตน์, 2534)

2. สภาพภูมิอากาศ

พื้นที่ลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา มีสภาพอากาศแบบร้อนชื้นในเดือนพฤษภาคม - ตุลาคม ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ส่วนเดือนพฤศจิกายน - มกราคมจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งทำให้เกิดฝนตกหนัก ภูมิอากาศมหภาคแบ่งเป็น 2 ฤดูคือ เดือนกุมภาพันธ์ - สิงหาคมเป็นฤดูแล้ง และเดือนกันยายน - มกราคม เป็นฤดูฝน โดยทั่วไปจะมีฝนตกเกือบทั้งปีเฉลี่ยต่อปีประมาณ 1,720 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดตลอดปีมีค่า 31.4 และ 22.8 องศาเซลเซียส ตามลำดับและอัตราการระเหยเฉลี่ยเท่ากับ 1,650 มิลลิเมตรต่อปี (สานิตย์ สังข์ขุม, 2545)

3. ลักษณะทางธรณีวิทยา

ลักษณะโครงสร้างของแผ่นดินของลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภาจะมีลักษณะเป็นแอ่งแผ่นดินของชั้น

หินยุคเทอร์เชียรี ซึ่งเป็นแอ่งมีแนวยาวเป็นร่องตามแนวเหนือ - ใต้ตั้งแต่จังหวัดนครศรีธรรมราชลงมาทางจังหวัดพัทลุงบริเวณอำเภอหาดใหญ่ อำเภอสะเตาะและติดต่อกลึงไปถึงบริเวณประเทศมาเลเซีย มีการสันนิษฐานว่าแอ่งเทอร์เชียรีมีลักษณะเป็นร่องรอยเลื่อนคู่ขนาน (fault block) หรือเรียกว่า กราเบน (Graben) โดยมีลักษณะทางธรณีวิทยาของกลุ่มน้ำคลองอุตะเถาะส่วนใหญ่ เป็นยุคหินคาร์บอนิเฟอรัส (carboniferous) ประกอบด้วยหินทราย (sandstone) หินดินดาน (shale) (พิสิทธ์ ธีรดิถ, 2527)

4. ดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน

พื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถาะเป็นพื้นที่ภูเขาที่มีความลาดชันประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใหญ่เป็นดินต้นมีเศษหินปนเนื้อดิน ชุดดินที่พบบ่อย ได้แก่ ดินชุดยะลา, ดินชุดระแงะ, ดินชุดคอกหงส์ และดินชุดหาดใหญ่ ชุดดินเหล่านี้ ส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์เป็นสวนยางพารา นอกจากนี้ยังพบดินนาบางชุด เช่น ดินชุดบางนรา และดินชุดแกลง ลักษณะดินในส่วนที่ใกล้คลองอุตะเถาะจะเป็นดินที่เกิดจากตะกอนลำน้ำพัดพามาทับถมอาจจะเกิดจากปัญหาการพังทลายของดิน จากการทำการเกษตร เช่น การทำสวนยางพารา การปลูกข้าว และไม้ผล เป็นลักษณะเด่นของพื้นที่ในบริเวณนี้

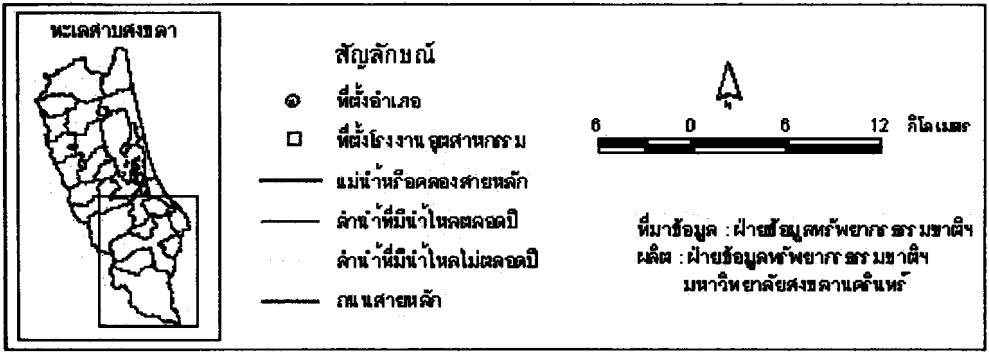
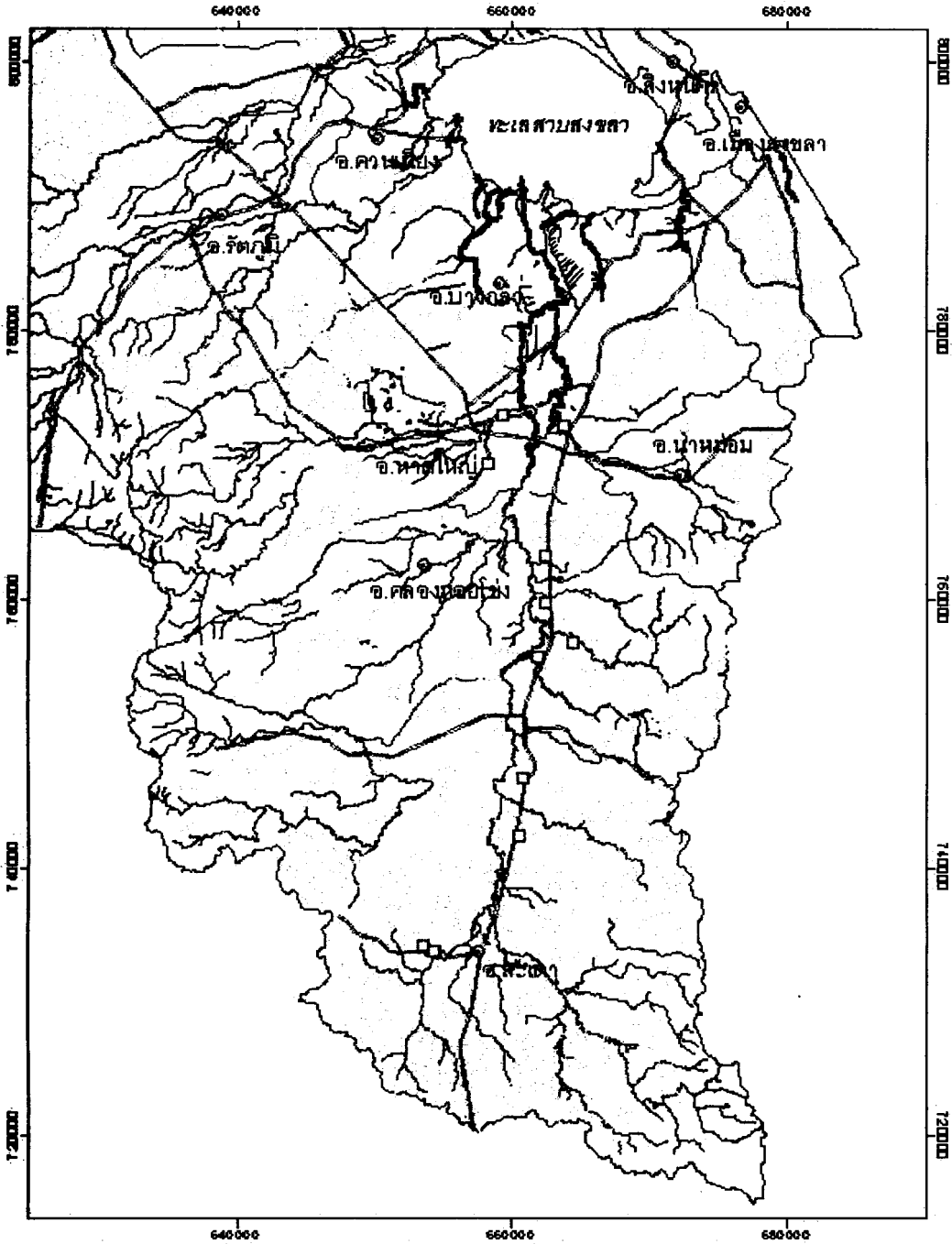
5. การใช้ประโยชน์จากน้ำคลองอุตะเถาะ

คลองอุตะเถาะเป็นแหล่งน้ำที่ชุมชนบริเวณพื้นที่รับน้ำนำมาใช้ประโยชน์มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตอำเภอหาดใหญ่ และอำเภอเมืองสงขลาการใช้ประโยชน์ที่สำคัญคือ เป็นแหล่งน้ำดิบในการผลิตน้ำประปา สำหรับเทศบาลนครหาดใหญ่ - สงขลา และพื้นที่เชื่อมต่อระหว่างหาดใหญ่-สงขลาและเป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้งจากชุมชน โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งบริเวณคลองอุตะเถาะมีโรงงานอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก เช่น อุตสาหกรรมยาง และน้ำยาง อุตสาหกรรมกลึงและเชื่อมโลหะ การพิมพ์หรือบรรจุภัณฑ์ การทำไม้และเฟอร์นิเจอร์โรงงานเหล่านี้ มีการใช้สารเคมีที่มีโลหะหนักเป็นส่วนประกอบอยู่และมีการระบายน้ำทิ้งลงสู่คลองอุตะเถาะทั้งโดยตรงและโดยอ้อม ทำให้คลองอุตะเถาะกลายเป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมประมาณ 41,000 ลูกบาศก์เมตร / วัน นับว่า เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติที่ต้องรองรับน้ำเสียจากอุตสาหกรรมมากที่สุดในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16, 2543) ข้อมูลเกี่ยวกับกิจกรรมต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม อาจจะเป็นแหล่งการปนเปื้อนของโลหะหนักและที่ตั้ง โรงงานอุตสาหกรรม ได้แสดงไว้ในตาราง 4 และภาพประกอบ 1 ตามลำดับ

ตาราง 4 โรงงานอุตสาหกรรมที่มีการปล่อยน้ำทิ้งลงสู่คลองอุตะเกา (ข้อมูลบางส่วนของวันที่ 4 เม.ย.43)

โรงงาน	ประเภทของกิจการ	ระบบบำบัดน้ำเสีย	ปริมาณน้ำทิ้ง (ลบ.ม./ วัน)
1. บริษัทเซฟสกิน คอร์ปอเรชั่น ประเทศไทย จก.	ผลิตถุงมือยาง และ ถุงมือแพทย์	Facultative pond with supplemental aeration and polishing pond	10,000
2. บริษัทเซฟสกิน เมดดิคอล แอนดีไซ เอนทิฟิค (ประเทศไทย) จก.	ผลิตถุงมือยางธรรมชาติ และยางสังเคราะห์	Aerated lagoon + Oxidation pond	8,000
3. บริษัทสยามแชมเพอร์เมค จก.	ผลิตถุงมือยาง	บ่อเติมอากาศ+ บ่อ ปรับสภาพ	4,000
4. บริษัทสยามแชมเพอร์เมค จก. โรงงาน 2	ผลิตถุงมือแพทย์	บ่อเติมอากาศ+ บ่อ ปรับสภาพ	2,000
5. บริษัททอมนิเกรซ (ประเทศไทย) จก.	ผลิตถุงมือยาง ถุงยาง อนามัย และลูกโป่ง	Stabilization pond	2,000
6. บริษัททรัพย์มีลาเทกซ์ จก.	ผลิตน้ำยางข้น	Aerated lagoon + Oxidation pond	1,680
7. บริษัทหาดทิพย์ จก.	ผลิตน้ำอัดลม	Anaerobic pond	910
8. บริษัทนครคัสฟูค	ห้องเย็นเก็บอาหาร ทะเลและอาหารแช่แข็ง	Aerated lagoon	700
9. บริษัทเอ็กซ์เซลรับเบอร์ จก.	ผลิตน้ำยางข้น และยางแท่งที่ที่อาร์ 5 แอล	Stabilization pond	600
10. บริษัทไฮแคร์อินเตอร์เนชัน- แนล จก.	ผลิตถุงมือยาง	Stabilization pond	500

ที่มา : สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดสงขลา, 2543



ภาพประกอบ 1 แผนที่แสดงที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม

นอกจากโรงงานอุตสาหกรรมแล้วการปนเปื้อนของโลหะหนักในน้ำคลองอู่ตะเภาซึ่งอาจมาจากพื้นที่ทำการเกษตร, แหล่งชุมชน และการทำเหมืองแร่ อีกด้วย

การทำเกษตรกรรม เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนในแหล่งน้ำ โดยโลหะหนักที่ปนเปื้อนอาจปะปนอยู่ในปุ๋ยฟอสเฟต เนื่องจากหินฟอสเฟตที่มีแคดเมียมเป็นองค์ประกอบประมาณ 2 - 170 ppm (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2532) โดยทั่วไปในดินปรกติเฉลี่ยมีแคดเมียมประมาณ 0.5 ppm ตะกั่วประมาณ 20 ppm และปรอทประมาณ 0.1 ppm (ศุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา, 2540)

แหล่งชุมชน เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่สามารถก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำในคลองอู่ตะเภา น้ำเสียชุมชนเกิดจากกิจกรรมต่างๆ ในครัวเรือน ธุรกิจบริการประเภทต่างๆ ทั้งนี้แหล่งชุมชนส่วนใหญ่จะปล่อยน้ำเสีกลงสู่คลองสายหลัก เช่น คลองอู่ตะเภา คลองอู่ตะเภา นอก จากเป็นแหล่งรองรับน้ำเสียจากเทศบาลนครหาดใหญ่และชุมชนยังเป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้งจากชุมชนในระดับเทศบาล เช่น เทศบาลตำบลสะเดา, เทศบาลตำบลพุน้ำ, เทศบาลตำบลปริก และเทศบาลตำบลพะตง (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16, 2543)

การทำเหมืองแร่ ในอดีตพบเหมืองแร่และแหล่งกระจายในเขตพื้นที่ต่างๆ คือ เหมืองแร่ดินบุกในอำเภอนาหม่อม, อำเภอหาดใหญ่ อำเภอสะเดา และแหล่งหินก่อสร้างในอำเภอหาดใหญ่ และอำเภอบางกล่ำ จังหวัดสงขลา จากการทำเหมืองแร่ พบว่า การระบายตะกอนดินทรายและน้ำขุ่นจากการทำเหมืองแร่ลงสู่ทางน้ำที่มีการเชื่อมต่อกับคลองอู่ตะเภาจึงกลายเป็นปัญหาในที่สุด (ณรงค์ ธิงใหม่, 2525)

6. คุณภาพน้ำคลองอู่ตะเภา

จากการใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำในลักษณะอเนกประสงค์รวมถึงการใช้แหล่งน้ำเป็นแหล่งรองรับของเสียส่งผลให้คุณภาพน้ำเสื่อมโทรมลง ในอดีตคุณภาพน้ำคลองอู่ตะเภามีปริมาณน้ำเสียเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปี พ.ศ. 2522 - 2524 พบว่า คุณภาพน้ำคลองอู่ตะเภามีปริมาณน้ำเสียเพิ่มขึ้นจาก 13,290 ลูกบาศก์เมตรเป็น 57,770 ลูกบาศก์เมตร (ฝ่ายข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติ, 2540) ต่อมาคุณภาพน้ำคลองอู่ตะเภามีแนวโน้มดีขึ้น นอกจากนี้ปัจจัยด้านต่างๆ อาจจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำคลองอู่ตะเภา เช่น ด้านกายภาพ และเคมี ได้แสดงไว้ในตาราง 5

ตาราง 5 คุณภาพน้ำคลองอยู่ตะเภาในระหว่างปี พ.ศ. 2539 – 2545

ปีที่ ศึกษา	BOD ₅ (mg / l)	DO (mg / l)	pH	SS (mg / l)	Conductivity (µS / cm)	แหล่งข้อมูล
2539 - 2540	0.8 - 1.5	4.4 - 5.5	6.7 - 6.9	72.9 - 92.4	ไม่มี ข้อมูล	อานอบ กันตะชา, 2540
2540	1.4 - 2.7	-	8.5 - 8.7	5.0 - 293.0	ไม่มี ข้อมูล	พีระพิทย์ พีชมงคล และคณะ, 2543
2542 - 2545	1.1 - 4.0	2.2 - 5.4	6.5 - 7.1	15 - 120	85 - 12,798	ศูนย์วิเคราะห์และทดสอบ สิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม ภาคใต้, 2542 - 2545
เกณฑ์ มาตรฐาน * (mg / l)	≠ 1.5	> 6	5.0 - 9.0	ไม่ กำหนด	ไม่ กำหนด	กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากร - ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม , 2546

หมายเหตุ

* ใช้เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินคุณภาพประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม

ตาราง 6 .คุณภาพน้ำคลองอยู่ตะเภาด้านกายภาพและเคมีในระหว่างเดือน เมษายน – มิถุนายน พ.ศ.
2546

พารามิเตอร์	ปริมาณที่พบ (mg / l)	เกณฑ์มาตรฐาน (mg / l)*
1. คุณลักษณะทางกายภาพ		
สี (หน่วยปลาตินัม - โคบอลต์)	73 - 262	} อุณหภูมิของน้ำต้องไม่สูงกว่า อุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน 3 องศาเซลเซียส
กลิ่น	ไม่เป็นที่น่ารังเกียจ	
รส	ไม่เป็นที่น่ารังเกียจ	
ความขุ่น (NTU unit)	15.6 - 69	10
ความเป็นกรด - ด่าง	6.30 - 6.70	5.0 - 9.0
ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครโมห์/ เซนติเมตร)	172 - 288	ไม่กำหนด
2. คุณลักษณะทางเคมี (mg/l)		
ปริมาณสารทั้งหมด	166 - 240	ไม่กำหนด
ความกระด้างทั้งหมด	31 - 47	ไม่กำหนด
ความกระด้างชั่วคราว	17 - 47	ไม่กำหนด
ความกระด้างถาวร	8 - 22	ไม่กำหนด
เมทริลลอเรนจ์ อัลคาไลนิตี้	17 - 47	ไม่กำหนด
แคลเซียม	5 - 19	ไม่กำหนด
แมกนีเซียม	2 - 9	ไม่กำหนด
คลอไรด์	20 - 48	ไม่กำหนด
เหล็ก	0.65 - 3.63	ไม่กำหนด
แมงกานีส	0.12 - 0.16	1.0
ซัลเฟต	24.84 - 38.12	ไม่กำหนด

ที่มา : สำนักงานประปาเขต 5 สงขลา, 2546

หมายเหตุ

* ใช้เกณฑ์มาตรฐานการประปาชนบทของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

7. คุณภาพน้ำของบ่อน้ำตื้น

มีรายงานเกี่ยวกับคุณภาพน้ำจากบ่อน้ำตื้นในตำบลทุ่งคำเสา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ได้แสดงไว้ในตาราง 7

ตาราง 7 คุณภาพน้ำจากบ่อน้ำตื้นในตำบลทุ่งคำเสา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ย	เกณฑ์มาตรฐาน *	
		น้ำบริโภคชนบท ^๑	น้ำดื่ม ^๒
อุณหภูมิ (°C)	27.8	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด
ความเป็นกรด-ด่าง	6.7	6.5 - 8.5	ไม่กำหนด
ความขุ่น (NTU)	16.5	10	5
เหล็ก (mg/l)	0.5	0.5	0.3

ที่มา : นพพร ชิมมากทอง, 2536

หมายเหตุ

- * ^๑ ใช้เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคในชนบทของกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2535
- ^๒ ใช้เกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก พ.ศ. 2536

8. การปนเปื้อนของโลหะหนักในคลองคูตะเกาและพื้นที่ใกล้เคียง

จากการที่มนุษย์ใช้น้ำเพื่อประโยชน์ต่างๆทั้งการอุปโภค บริโภค การเกษตรกรรม การอุตสาหกรรม เป็นต้น โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีกิจกรรมเหล่านี้ที่อยู่ใกล้คลองคูตะเกา ซึ่งอาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักซึ่งยากต่อการสลายตัวจึงอาจมีการสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้ ดังรายงานการศึกษาโลหะหนักในคลองคูตะเกา ได้แสดงไว้ในตาราง 8 และ 9

ตาราง 8 ระดับความเข้มข้นรวมของโลหะหนักในน้ำคลองอยู่ตะเภาในระหว่างปี พ.ศ. 2535 - 2545

ปีที่ศึกษา	ระดับความเข้มข้นรวม (µg / l)							
	Hg	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Mn	Zn
2535 - 2536	ตรวจ	1.24 - 21.98	1.09 -6.00	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
*	ไม่พบ			ข้อมูล	ข้อมูล	ข้อมูล	ข้อมูล	ข้อมูล
2539 - 2540	ไม่มี	33.10- 49.10	2.10 -4.80	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
**	ข้อมูล			ข้อมูล	ข้อมูล	ข้อมูล	ข้อมูล	ข้อมูล
2542 - 2545	ไม่มี	ตรวจ	ตรวจ	15 - 164	ตรวจ	ตรวจ	72 - 522	6 -200
***	ข้อมูล	ไม่พบ	ไม่พบ - 9		ไม่พบ - 8	ไม่พบ - 0.2		
เกณฑ์ @								
มาตรฐาน (µg/l)	2	50	5	50	100	100	1000	1000

หมายเหตุ

- * วินิตา อธิไกรริน, 2538
- ** อานอบ คัมชะชา, 2540
- *** ศูนย์วิเคราะห์และทดสอบสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมภาคใต้, 2542 - 2545
- @ ใช้เกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม

ตาราง 9 ปริมาณโลหะหนักในตะกอนดินของคลองอู่ตะเภาในระหว่างปี พ.ศ. 2535 - 2539

ปีที่ศึกษา	ปริมาณโลหะหนัก (mg / kg)							
	Hg	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Mn	Zn
2535 - 2536	ตรวจ	6.18 - 21.86	0.91 - 4.35	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
*	ไม่พบ			ข้อมูล	ข้อมูล	ข้อมูล	ข้อมูล	ข้อมูล
2539	ไม่มี	0.5 - 21.6	< 0.1 - 0.3	0.2 - 3.0	0.3 - 17.4	0.4 - 4.0	3.0 - 356	1.7 - 40.5
**	ข้อมูล							

หมายเหตุ

* วินิตา อธิไกรริน, 2538

** Manepong and Angsupanich, 1999

ส่วนระดับการปนเปื้อนของโลหะหนักในทะเลสาบสงขลาตอนนอก ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่รับน้ำจากคลองอู่ตะเภา โดยผลการศึกษาได้แสดงไว้ในตาราง 10

ตาราง 10 ปริมาณโลหะหนักในตะกอนท้องน้ำในทะเลสาบสงขลาตอนนอก
ในระหว่างปี พ.ศ. 2520 - 2538

ปีที่ศึกษา	ปริมาณโลหะ (mg / kg)						
	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Mn	Fe
2520 - 2538	24.5 - 59.8	ตรวจ	30.1 - 67.5	ไม่มีข้อมูล	1.1 - 16.7	368 - 756	21014 - 36683
*		ไม่พบ					
2538 **	226 ± 102	35 ± 19	ไม่มีข้อมูล	67 ± 14	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	467 ± 165

หมายเหตุ

* ไตรภพ ผ่องสุวรรณ และครุณี ผ่องสุวรรณ, 2538

** ภาสกร ถมพลกรัง และคณิต ไชยคำ, 2539

ความรู้ทั่วไปของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม

ตะกั่ว (lead)

ตะกั่ว มีอยู่ในธรรมชาติ จัดอยู่ในหมู่ที่ IV B ของตารางธาตุหมู่เดียวกับ คาร์บอน, ซิลิกอน, เจอร์มาเนียม และดีบุก ใช้สัญลักษณ์ทางเคมีว่า Pb น้ำหนักอะตอม 207.19 เลขอะตอม 82 เลขออกซิเดชัน 0, +2 และ +4 ความถ่วงจำเพาะ 11.34 จุดเดือด 1,749 องศาเซลเซียส จุดหลอมเหลว 327.50 องศาเซลเซียส มีสีเทาปนขาว เนื้อโลหะมีลักษณะเป็นสีอ่อน สามารถทุบ รีด ดึง หรือดัดแปลง เป็นรูปต่างๆ ได้ง่าย ทนทานต่อการกัดกร่อน ละลายได้ในกรดไนตริก และกรดกำมะถันเข้มข้น สามารถผสมกับโลหะต่างๆ เป็นโลหะผสม (alloys) ได้หลายชนิด (กรมตรวจโรงงาน, 2527 ; ธีรรัตน์ รุจิรวรรณ, 2538 ; Tsuchiya, 1986)

สารประกอบของตะกั่วแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

1. ตะกั่วอนินทรีย์ (inorganic lead) อยู่ในรูปเกลือและออกไซด์ เช่น ตะกั่วออกไซด์ (lead oxide) ใช้มากในโรงงานทำแบตเตอรี่ ทำสี ตะกั่วโครเมต (lead chromate) ใช้ทำสีทาบ้านเป็นต้น และตะกั่วคาร์บอเนต (lead carbonate)

2. ตะกั่วอินทรีย์ (organic lead) ได้แก่ ตะกั่วเตตราเมทิล (tetramethyl lead) และตะกั่วเตตราเอทิล (tetraethyl lead) ใช้เป็นสารที่ทำให้เครื่องยนต์เดินเรียบ นอกจากนี้ตะกั่วยังใช้ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์ อุตสาหกรรมผลิตแก้ว การทำเซรามิก และเครื่องปั้นดินเผา เป็นต้น (วิลาวัลย์ จึงประเสริฐ และ สุรจิต สุนทรธรรม, 2542)

ประโยชน์จากตะกั่ว

ตะกั่วถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายโดยเฉพาะทางด้านอุตสาหกรรมเช่น ใช้เป็นโลหะผสม (alloy), ใช้หล่อตัวพิมพ์และผสมในหมึกพิมพ์, ใช้เป็นเม็ดสี, ใช้ผลิตแบตเตอรี่, ใช้ในการเชื่อมและบัดกรี, ใช้ในอุตสาหกรรมพลาสติกและยาง, ใช้ในอุตสาหกรรมแก้ว นอกจากนี้ตะกั่วยังใช้ในการผลิตกระเบื้องเคลือบหรือเซรามิก เพื่อความเงางามและมีผิวเรียบ เช่น ตะกั่วซิลิเกต เป็นต้น (พิมล เรียนวัฒนา และ ชัยวัฒน์ เจนวานิชย์, 2525 ; สุพัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา, 2532 ; สมพุก กฤตลักษณ์, 2532 ; ศูนย์ข้อมูลคณะกรรมการประสานงานองค์กรพัฒนาเอกชนเพื่อการสาธารณสุขมูลฐาน, 2535 ; คณะผู้เชี่ยวชาญเรื่องโลหะหนักเน้นพิษตะกั่ว, 2535)

แหล่งที่มาและการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม

1. ตะกั่วเกิดขึ้นโดยธรรมชาติ แหล่งกำเนิดมาจากหินต่างๆเช่น หินอัคนี หินชั้น หินแปร หรือสามารถรวมอยู่กับแร่โลหะอื่นๆเช่น ทองแดง, สังกะสี, เงิน, แคดเมียม กาลีนา เป็นต้น ส่วนใหญ่มักพบอยู่ในรูปของสารประกอบตะกั่วซัลไฟด์และตะกั่วซัลเฟต (Bermen, 1980)

2. ตะกั่วมาจากกิจกรรมของมนุษย์ มนุษย์มีการใช้ประโยชน์จากตะกั่วมาเป็นเวลานาน มีการนำตะกั่วมาใช้ประโยชน์เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะโรงงานอุตสาหกรรม (ศูนย์ข้อมูลคณะกรรมการประสานงานองค์กรพัฒนาเอกชนเพื่อการสาธารณสุขมูลฐาน, 2535) เช่น จากการถลุงแร่ทำให้มีฝุ่นตะกั่วออกมาจากควันและน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จากการปล่อยไอเสียรถยนต์ออกสู่อากาศโดยมีตะกั่วประกอบอยู่ประมาณ 3 - 12 ไมโครกรัม / บุหรี่ 1 มวน ประมาณร้อยละ 2 เท่านั้นที่สามารถแพร่กระจายออกมากับควันจากการสูบบุหรี่และสามารถหายใจเข้าไปประมาณ 1.2 - 4.8 ไมโครกรัม / บุหรี่ 20 มวน (Tsuchiya, 1986) ซึ่งระดับตะกั่วในสิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงสูง มีการสะสมในธรรมชาติ ส่วนใหญ่มาจากกิจกรรมของมนุษย์ (WHO, 1979)

ทางเข้าสู่ร่างกาย (Routes of Exposure)

ตะกั่วจัดเป็นสารพิษที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ ในธรรมชาติพบทั้งในดิน, น้ำ, อากาศ, อาหาร และสิ่งมีชีวิตต่างๆ ตะกั่วสามารถเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้ 3 ทาง คือ

1. ทางเดินหายใจ โดยการหายใจเอาอากาศที่มีฝุ่นผง ละอองและไอระเหยของสารประกอบเข้าไป (เฮเลน อารมย์ดี, 2532)
2. ทางเดินอาหาร โดยการรับประทานอาหาร หรือดื่มน้ำ เครื่องดื่มที่มีตะกั่วเจือปนอยู่ และในกลุ่มเด็กที่รู้เท่าไม่ถึงการณ์ เช่น เอาของเล่นเข้าปาก กินเศษสีตามพื้นหรือเกิดจากอุบัติเหตุ (อุทัยพรณ ลูวิระ, 2532)
3. ทางผิวหนัง โดยการดูดซึมผ่านผิวหนัง จากการสัมผัสกับตะกั่วหรือสารประกอบตะกั่ว เช่น tetramethyl lead , tetraethyl lead ที่ใช้เป็นส่วนผสมของน้ำมันเบนซินสามารถละลายในไขมันซึมผ่านทางผิวหนังได้หรือกรณีที่มีบาดแผลที่ผิวหนังหรือรอยถลอก และ lead naphthalate ซึ่งเป็นตัว drier, lead stearate ที่ใช้ในอุตสาหกรรมสี (ชมภูศักดิ์ พูลเกษ, 2527)

ความเป็นพิษ (Toxicity)

ความเป็นพิษเฉียบพลัน (Acute toxicity)

ความเป็นพิษเฉียบพลันมักจะเกิดจากสารตะกั่วอนินทรีย์ อาการต่างๆไปที่พบคือ เมื่ออาหารคลื่นไส้ อาเจียน ระบายน้ำ มีรสหวานในปากหรือคล้ายกับอมโลหะในปาก ปวดศีรษะ ปวดท้องอย่างรุนแรง บางกรณีมีอาการท้องร่วงหรือบางครั้งท้องผูก ปวดบริเวณรอบสะดือ อุจจาระมีสีดำ ปัสสาวะอาจจะน้อย อ่อนเพลีย เป็นลมและสิ้นสติ บางรายอาจมีอาการทางสมองด้วย และ

อาจจะเสียชีวิตได้ภายใน 2-3 วัน (นุจริย์ เพชรรัตน์, 2537 ; นิพนธ์ พวงวรินทร์ และ สมชัย บวร กิติ, 2526)

ความเป็นพิษเรื้อรัง (Chronic toxicity)

ความเป็นพิษเรื้อรังมักจะเกิดจากสารตะกั่วอินทรีย์ โดยมีอาการตามระบบต่างๆ ดังนี้

1. ระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system) อาการที่พบคือ เซื่องซึม, ความคิดช้า, มึนศีรษะ, ปวดศีรษะ, เวียนศีรษะ, เดินเซง่าย และหงุดหงิด หากมีอาการรุนแรงขึ้นมักสั้นเวลาเคลื่อนไหว, ซึมหลับ, ชัก และหมดสติ ส่วนระบบประสาทส่วนรอบ (peripheral nervous system) มักมีอาการปวดตามกล้ามเนื้อและข้อต่างๆ กล้ามเนื้ออ่อนแรง โดยเฉพาะกล้ามเนื้อที่ใช้กระดกข้อมือ ทำให้ไม่สามารถกระดกข้อมือได้

2. ระบบทางเดินอาหาร มักมีอาการเบื่ออาหาร อาเจียน ปวดท้องแบบลำไส้บิดตัว เป็นต้น ระบบการสร้างเม็ดเลือด มักมีอาการซีด โดยทั่วไปมักพบลักษณะ hypochromic microcytic เช่นเดียวกับการขาดธาตุเหล็ก เป็นต้น

3. ระบบไต มักเกิดภาวะกรดยูริกคั่งในร่างกาย จนอาจทำให้เกิดไตวายเรื้อรังได้ เป็นต้น (วิภาวัลย์ จึงประเสริฐ และ สุรจิต สุนทรธรรม, 2542)

พิษจลศาสตร์ (Toxicokinetics)

การดูดซึม (Absorption)

ปกติตะกั่วจะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายอย่างช้าๆ แบ่งออกเป็น 3 ทาง คือ

1. ระบบทางเดินหายใจ ร้อยละ 35 - 50 ของตะกั่วที่หายใจเข้าไป จะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดโดยวิธี Phagocytosis ทางปอด ปริมาณตะกั่วที่เข้าสู่ร่างกายขึ้นอยู่กับอนุภาคของตะกั่วและอัตราการหายใจ การหายใจเอาอากาศที่มีไอหรืออนุภาคตะกั่ว 1 ไมโครกรัม / ลูกบาศก์เมตรจะเพิ่มปริมาณของตะกั่วประมาณ 1 - 2 ไมโครกรัม / เดซิลิตร ตะกั่วจะถูกดูดซึมตั้งแต่จมูกถึงปลายสุดของถุงลมเล็กๆของปอด ขนาดของตะกั่วต้องมีขนาดเล็กกว่า 0.75 ไมครอน และหากมีปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์สูงในส่วนลึกของปอดจะทำให้ตะกั่วถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายทางปอดได้ดีขึ้น (รุ่งเดช สุขถาวร, 2539 ; Prasad, 1978)

2. ระบบทางเดินอาหาร ตะกั่วที่ปนเปื้อนในอาหาร พบทั้งในรูปของสารละลายหรือสารไม่ละลาย เช่น ตะกั่วของตะกั่วซัลเฟต ตะกั่วซัลไฟด์ เมื่อเข้าสู่กระเพาะอาหารที่มีกรดไฮโดรคลอริกอยู่ ทำให้ตะกั่วละลายน้ำกลายเป็นเกลือตะกั่วคลอไรด์ซึ่งละลายน้ำได้ดีขึ้น ตะกั่วที่ละลายส่วนใหญ่จะถูกดูดซึมในลำไส้เล็กส่วนดูโอดีนัม (duodenum) ประมาณร้อยละ 5 - 10 ส่วนที่เหลือจะถูกขับออกทางอุจจาระ ซึ่งในภาวะที่ท้องร่วงหรือได้รับอาหารที่ขาดแคลเซียม, เหล็ก และทองแดงหรือมีสารฟอสเฟตต่ำ จะทำให้ตะกั่วถูกดูดซึมได้ดีขึ้นเช่นกัน (Prasad, 1978)

3. ระบบผิวหนัง พบในพวกตะกั่วอินทรีย์เช่น ตะกั่วเตตระเอทิลจากไอเสียของรถยนต์จะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนังได้ง่าย เนื่องจากตะกั่วอินทรีย์สามารถละลายในไขมันได้ดี ส่วนตะกั่วอนินทรีย์ จะไม่สามารถซึมผ่านผิวหนังได้ หากผิวหนังมีบาดแผลหรือรอยถลอกเกิดการสัมผัสกับตะกั่วโอกาสและปริมาณของตะกั่วที่เข้าสู่ร่างกายจะเพิ่มมากขึ้นด้วย (รุ่งเดช สุขถาวร, 2539)

การแพร่กระจายและการสะสม (Distribution and Accumulation)

เมื่อตะกั่วเข้าสู่ร่างกายจะแพร่กระจายและสะสมอยู่ในร่างกาย ตะกั่วที่อยู่ในรูปของสารอินทรีย์จะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงในช่วงกระบวนการ phase I กล่าวคือ ปฏิกริยาออกซิเดชันรีดักชัน และไฮโดรไลซิส แต่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงภายใต้กระบวนการเมทาบอลิซึม phase II (biosynthesis) และจับกับglucuronicหรือ sulfate (SEPA, 1986) และส่วนประกอบอัลคิลของตะกั่วจะถูกออกซิเดชันในตับ (Gerson, 1990) ตะกั่วที่มนุษย์หายใจเข้าไปจะสะสมอยู่ในปอด ร้อยละ 35 ตะกั่วที่เข้าไปโดยการรับประทานอาหาร คีมน้ำ เครื่องดื่ม จะถูกดูดซึมในร่างกาย ร้อยละ 10 ของปริมาณตะกั่วทั้งหมด ตะกั่วที่ถูกดูดซึมจากลำไส้จะถูกผ่านทางเส้นเลือดดำ (portal vein) เข้าสู่ตับ บางส่วนจะถูกขับออกทางน้ำดี และทางอุจจาระ หากเข้าไปในปอด ตะกั่วจะเข้าสู่กระแสเลือดโดยตรง กระแสเลือดจะพาตะกั่ววนเวียนไปทั่วร่างกายใช้เวลาประมาณ 14 นาที และกระจายอยู่ตามเนื้อเยื่อต่างๆอย่างทั่วถึง ตับและไตเป็นอวัยวะที่เก็บตะกั่วไว้ได้มากที่สุด แต่ต่อมาระดับตะกั่วในเนื้อเยื่อนิ่มอ่อนนุ่ม (soft tissue) จะค่อยๆลดลง จากนั้นจึงเคลื่อนที่ไปตามกระแสเลือดไปเกาะสะสมอยู่ที่กระดูกในสภาพของเกลือที่ละลายได้ยาก เช่น ตะกั่วฟอสเฟต กระดูกจะมีตะกั่วเพิ่มขึ้นทีละน้อยและฝังตัวอยู่ในกระดูกชนิดแข็งหนาอยู่เป็นเวลานาน โดยไม่แสดงผลเสียหายต่อร่างกาย แต่ปริมาณของตะกั่วในกระดูกจะเพิ่มขึ้นตามอายุขัยของคน คือร้อยละ 90 รองลงมาคืออยู่ในเลือด ส่วนใหญ่อยู่ในเม็ดเลือดแดงร้อยละ 95 ที่เหลืออยู่ในพลาสมา (plasma) นอกจากนี้ยังสะสมอยู่ในเนื้อเยื่ออื่นๆ อีก เช่น สมอง ผนังหลอดเลือดเอออร์ตา (aorta) รั้งใจ, เส้นผม และเล็บ สำหรับค่าครึ่งชีวิตของตะกั่วในเลือดอยู่ในช่วงประมาณ 2 - 4 สัปดาห์ และพบว่าตะกั่วในเลือดของแม่สามารถส่งผ่านทางรก (placenta) (รุ่งเดช สุขถาวร, 2539 ; Rabinowitz *et. al.*, 1976)

การขับถ่าย (Excretion)

ตะกั่วถูกดูดซึมในร่างกาย ร้อยละ 76 จะถูกขับออกทางปัสสาวะ โดยกระบวนการกรองของไต (glomerular filtration) ร้อยละ 16 จะถูกขับออกทางอุจจาระ และร้อยละ 8 จะถูกขับออกทางผม เล็บ เหงื่อ นอกจากนี้ยังถูกขับถ่ายออกมากับน้ำนมอีกด้วย วันหนึ่งๆร่างกายสามารถขับสารตะกั่วออกจากร่างกายประมาณ 2 มิลลิกรัมเท่านั้น (ATSDR, 1993)

ระดับปกติของตะกั่วในร่างกาย

จากรายงานเกี่ยวกับ ระดับปกติของตะกั่วในเลือด มีได้ไม่เกิน 40 ไมโครกรัม / เดซิลิตร (Levy และ Wegman, 1995) เช่นเดียวกันองค์การอนามัยโลก กำหนดค่ามาตรฐานตะกั่วในเลือดของคณงานผู้ชายที่ต้องทำงานสัมผัสกับตะกั่วมีได้ไม่เกิน 40 ไมโครกรัม / เดซิลิตร และเกณฑ์มาตรฐานตะกั่วในเลือดของผู้หญิง และเด็กมีได้ไม่เกิน 25 ไมโครกรัม / เดซิลิตร (WHO, 1980) เกณฑ์มาตรฐานของตะกั่วในแหล่งน้ำ

1. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม ที่กำหนดให้มีตะกั่วในแหล่งน้ำผิวดินไว้ไม่เกิน 50 ไมโครกรัม / ลิตร
2. กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ที่กำหนดให้มีตะกั่วในน้ำบริโภคชนบทไว้ไม่เกิน 50 ไมโครกรัม / ลิตร
3. องค์การอนามัยโลก ค.ศ. 1993 ที่กำหนดให้มีตะกั่วในน้ำดื่มไว้ไม่เกิน 10 ไมโครกรัม / ลิตร

แคดเมียม (Cadmium)

แคดเมียม จัดอยู่ในหมู่ II B ของตารางธาตุ เช่นเดียวกับสังกะสี และปรอท ใช้สัญลักษณ์ทางเคมีว่า Cd น้ำหนักอะตอม 112.4 เลขอะตอม 48 เลขออกซิเดชัน +2 ความถ่วงจำเพาะ 8.65 จุดเดือด 765 องศาเซลเซียส จุดหลอมเหลว 320.9 องศาเซลเซียส มีสีเงินปนขาว เนื้อโลหะมีลักษณะอ่อนและดัดง่ายทนทานต่อการกัดกร่อน, ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ดีในกรดไนตริก ในรูปของโลหะจะไม่เผาไหม้ และจะเผาไหม้ได้ในรูปผง หรือแป้ง และทำปฏิกิริยาอย่างรุนแรงกับสารออกซิไดซ์อย่างแก่ธาตุกำมะถัน, ธาตุซัลเฟอร์, และธาตุเฮลลูเรียม (กองอาชีวอนามัย, 2536 ; ตาโรจน์ ศิริสันสนียกุล, 2540 ; Friberg et al., 1986)

แคดเมียมมีอยู่ในตามธรรมชาติน้อยเมื่อเทียบกับโลหะหนักอื่นๆ โดยทั่วไปจะพบในรูปของซัลไฟด์ (CdS) และมักเกิดร่วมกับสินแร่สังกะสี ทั้งนี้เพราะธาตุทั้ง 2 ชนิด มีสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์คล้ายคลึงกัน

ประโยชน์จากแคดเมียม

แคดเมียมถูกนำมาใช้ประโยชน์ในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ คือ ใช้ผสมร่วมกับโลหะนิกเกิลเพื่อทำแบตเตอรี่ที่สามารถประจุไฟฟ้าใหม่ได้, ใช้ทำโลหะเจือให้มีสีเขียวแวววาว, ใช้ผสมสีบางชนิด, ใช้ในอุตสาหกรรมเคลือบผิวหรือชุบโลหะ, ใช้ผสมในน้ำมันเครื่อง, ยาง, พลาสติก, ใช้

เป็นพลาสติกไซเซอร์ (plasticizer), ใช้ผสมกับปรอทในการอุดฟันและใช้ในกิจกรรมอื่น เช่น ใช้ทำโลหะกระป๋องบางชนิด, ใช้ผลิตหลอดฟลูออโรเรสเซนซ์ ใช้ผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นต้น (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2524)

แหล่งที่มาและการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม

1. แคลเมียมเกิดขึ้นโดยธรรมชาติ เช่น การระเบิดของภูเขาไฟ การผุพังของดิน หินที่มีแคลเมียมเป็นองค์ประกอบโดยธรรมชาติ และกิจกรรมของแบคทีเรียที่ต้องการกำมะถัน (cadmium sulfate) และแคลเมียมคลอไรด์ (cadmium chloride) (Dunnick and Fowler, 1988)

2. แคลเมียมมาจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ มนุษย์มีการใช้ประโยชน์จากแคลเมียม ได้แก่ อุตสาหกรรมเชื่อมโลหะ, การเคลือบ, การทำอัลลอย, อุตสาหกรรมสี, โรงงานถลุงแร่สังกะสีและตะกั่ว, โรงงานผลิตผงสังกะสี, โรงงานชุบแคลเมียม, โรงงานอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า, จากการเผาขยะจำพวกพลาสติก, จากการเผาถ่านหิน, การสูบบุหรี่ การทำเม็ดสีและหมึกพิมพ์ ขากรยณฑ์ที่สึกกร่อนจะมีแคลเมียมประมาณ 20 - 90 มิลลิกรัม / กรัม ยก้าจัดศัตรูพืชและปุ๋ยฟอสเฟต จะมีแคลเมียมประมาณ 2 - 170 มิลลิกรัม / ลิตร (NRCC, 1979) นอกจากนี้ยังพบว่า อากาศตามชนบทและห่างไกลจากโรงงานอุตสาหกรรมมีความเข้มข้นของแคลเมียมต่ำกว่า 0.01 ไมโครกรัม / ลูกบาศก์เมตร แต่ในชุมชนมีแคลเมียมสูงกว่า 0.1 ไมโครกรัม / ลูกบาศก์เมตร น้ำสะอาดโดยทั่วไปมีค่าแคลเมียมต่ำกว่า 1 ส่วนในพันล้านส่วน (ppb) แต่น้ำดื่มและน้ำตามธรรมชาติอาจมีสูงถึง 10 ส่วนในพันล้านส่วน (สุรภิ โรจน์อารยนาถ, 2530)

ทางเข้าสู่ร่างกาย (Routes of Exposure)

แคลเมียมจัดเป็นสารพิษที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ ซึ่งพบทั้งในดิน, น้ำ, อากาศ และ อาหาร แคลเมียมสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง คือ

1. ทางเดินหายใจ จากการสูดหายใจอากาศที่มีฝุ่น ผง ละอองของแคลเมียม หรือ สารประกอบแคลเมียมเข้าไป และจากการสูบบุหรี่ของคนงานที่ทำงานในสถานที่ที่มีการใช้แคลเมียมเป็นส่วนผสมเช่น ช่างเชื่อมโลหะ, ช่างทาสีอาคาร, ช่างพ่นสีรถยนต์ จะมีโอกาสสูดหายใจเอาละอองของแคลเมียมเข้าสู่ร่างกายได้ (บุญจง ขาวสิทธิวงษ์, 2538) เมื่อแคลเมียมเข้าสู่ร่างกายถูกดูดผ่านชั้นผนังเซลล์ของเนื้อเยื่อปอดเป็นทางหลักคือ สูงถึงร้อยละ 50 ขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาค (particle size) และความสามารถในการละลายของน้ำได้ (solubility) ของสารประกอบแคลเมียม (Goyer, 1986)

2. ทางเดินอาหาร โดยการกลืนกินอนุภาคของแคลเมียมที่ปนเปื้อนอยู่ในอาหารหรือดื่มน้ำที่มีแคลเมียมเจือปน โดยการดื่มน้ำที่มีแคลเมียมละลายอยู่จะดูดซึมเข้าสู่ผนังลำไส้ได้ง่ายกว่าแคลเมียมที่เจือปนอยู่ในอาหาร (ศรีัญญา ศรีสุวรรณ, 2539) โดยแคลเมียมประมาณร้อยละ 6 ใน

อาหารที่กินเข้าไปอยู่จะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายและมีการสะสมมากขึ้นตามอายุ มีการสะสมมากที่สุดที่ตับและไต (พิมล เรียนวัฒนา และชัยวัฒน์ เจนวนิชย์, 2525)

3. ทางผิวหนัง แคลเมียมสามารถซึมเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนังได้ ถ้ามีบาดแผลหรือรอยถลอก (ศรัญญา ศรีสุวรรณ, 2539)

ความเป็นพิษ (Toxicity)

ความเป็นพิษเฉียบพลัน (Acute toxicity)

1. ความเป็นพิษต่อระบบหายใจ ผู้ได้รับไอของแคลเมียมเข้าทางเดินหายใจในปริมาณมากปรากฏอาการภายใน 2 - 3 ชั่วโมง หรือภายใน 24 ชั่วโมง ผู้ป่วยจะรู้สึกระคายเคืองที่จมูกและคอ, ไอ, ปวดศีรษะ, เวียนศีรษะ, เหงื่อออกมาก, อ่อนเพลีย, หนาวสั่น, เป็นไข้, เจ็บหน้าอก อาจจะหายใจขัดเนื่องจากน้ำท่วมปอด อาจตายได้ร้อยละ 15 ส่วนผู้ที่มิมีชีวิตอยู่อาจใช้เวลาในการฟื้นตัวนานกว่าจะเป็นปกติ (บุญจง ขาวสิทธิวิทย์, 2538)

2. ความเป็นพิษต่อระบบทางเดินอาหาร เมื่อกินอาหารหรือเครื่องดื่มที่มีแคลเมียมปนเปื้อนผู้ที่ได้รับจะรู้สึกคลื่นไส้, อาเจียน, ท้องร่วง เป็นตะคริวและน้ำลายฟูมปาก หากเป็นมากจะเกิดอาการช็อค เนื่องจากสูญเสียน้ำมากทำให้เสียชีวิตภายใน 24 ชั่วโมงหรือ ระบบการทำงานไต, ดับล้มเหลว และอาจเสียชีวิตภายใน 1 - 2 สัปดาห์ (ศรัญญา ศรีสุวรรณ, 2539)

ความเป็นพิษเรื้อรัง (Chronic toxicity)

1. ความเป็นพิษต่อเอนไซม์ เกิดจากแคลเมียมไปแทนที่สังกะสีในเอนไซม์ บางชนิดในร่างกาย หรือรวมตัวกับหมู่ซัลไฟไฮดริลในเอนไซม์ของเซลล์ต่างๆ ทำให้ไม่สามารถทำงานตามปกติ

2. ความเป็นพิษต่อไต เป็นอวัยวะที่ได้รับอันตรายจากพิษแคลเมียมอย่างรุนแรงเป็นเหตุให้เกิดการสูญเสียโปรตีน กลูโคส และกรดยูริกในออกมากับปัสสาวะ ทำให้ความดันโลหิตสูง ชักทำให้เกิดอาการกล้ามเนื้อหัวใจขยายใหญ่ขึ้น เส้นเลือดฝอยแข็งตัว และหัวใจวาย (Franzblan, 1994)

3. ความเป็นพิษต่อกระดูก แคลเมียมก่อให้เกิดอาการของโรคกระดูกผุ หรือโรคกระดูกอ่อนกล่าวคือ กระดูกจะพรุน, งอโค้งง่ายทำให้กระดูกเสียรูปทรง, รูปร่างผิดปกติ และหักง่าย มีอาการปวดที่เอว, ปวดกล้ามเนื้อขา และเจ็บที่กระดูก (วิทยา อยู่สุข, 2527)

4. ความเป็นพิษต่อปอด ดับ หัวใจ และอวัยวะอื่นๆ แคลเมียมกระจายไปยังเนื้อเยื่อส่วนต่างๆ ทำให้เกิดอาการบวมโดยไม่ทราบกลไกการออกฤทธิ์แท้จริง (Franzblan, 1994)

พิษจลศาสตร์ (Toxicokinetics)

การดูดซึม (Absorption)

1. ระบบทางเดินหายใจ แคลเมียมถูกดูดซึมผ่านชั้นผนังเซลล์ของเนื้อเยื่อปอดเป็นทางหลักคือสูงถึงร้อยละ 50 ขึ้นอยู่กับขนาดอนุภาค (particle size) และความสามารถในการละลาย

น้ำได้ (solubility) ของสารประกอบแคดเมียม (Goyer, 1986)

2. ระบบทางเดินอาหาร แคดเมียมถูกดูดซึมทางระบบทางเดินอาหาร โดยซึมผ่านเซลล์เยื่ออาหาร โดยวิธี Simple diffusion เพียงร้อยละ 5 เท่านั้น เพศหญิงจะสามารถดูดซึมได้มากกว่าเพศชายทำให้เพศหญิงมีความเสี่ยงมากกว่าเพศชาย (Franzblan, 1994 ; สาโรจน์ ศิริคันสนียกุล, 2540)

3. ระบบผิวหนัง แคดเมียมถูกดูดซึมผ่านเข้าสู่ทางผิวหนังได้น้อย (Lauwerys and Hoet, 1993 ; Franzblan, 1994)

การแพร่กระจายและการสะสม (Distribution and Accumulation)

แคดเมียมที่ถูกดูดซึมเข้าสู่ปอดหรือทางเดินอาหาร จะซึมผ่านเข้าสู่กระแสเลือดแล้วจับกับ albumin แพร่กระจายไปสู่ตับ, ไต และตับอ่อน ค่อมลูกหมาก, กระดูก และเนื้อเยื่อต่างๆ ที่ไตและตับ แคดเมียมจะรวมตัวกับ โปรตีนของเซลล์ส่วน cortex มากกว่า medulla โดยแคดเมียมจะอยู่ในสภาพของ metallothionein และจะมีการสะสมของแคดเมียมที่ตับและไตร้อยละ 50 สำหรับในเลือกร้อยละ 70 แคดเมียมจะอยู่ในเม็ดเลือดแดง นอกจากนี้แคดเมียมสามารถสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำ พืชน้ำและ ข้าว จากนั้นจึงถ่ายทอมาสู่ห่วงโซ่อาหารและเกิดเป็นพิษต่อมนุษย์ในเวลาต่อมา (Lauwerys and Hoet, 1993 ; Nordberg, 1972)

การขับถ่าย (Excretion)

แคดเมียมถูกขับออกทางปัสสาวะเป็นหลัก รองลงมาคือ ทางอุจจาระปริมาณแคดเมียมในปัสสาวะจะสะท้อนถึงปริมาณแคดเมียมในร่างกาย (Lauwerys and Hoet, 1993) นอกจากนี้ร่างกายจะขับแคดเมียมออกมาโดยผ่านทางไต แต่อัตราการขับถ่ายน้อยกว่าการดูดซึมแคดเมียมร้อยละ 10 ของปริมาณที่ถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดเท่านั้นที่ถูกขับออกจากร่างกาย (Nobbs and Pearce, 1976) โดยเฉลี่ยวันหนึ่งๆร่างกายได้รับแคดเมียมจากอาหารประมาณ 0.215 กิโลกรัม แต่ขับออกทางปัสสาวะเพียง 0.03 มิลลิกรัม / กรัม (Reilly, 1980)

ระดับปกติของแคดเมียมในร่างกาย

องค์การอนามัยโลกได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะของคนที่สัมผัสกับแคดเมียมมิได้ไม่เกิน 10 ไมโครกรัม / กรัมของ creatinine และกำหนดเกณฑ์มาตรฐานระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะของคนปกติ มิได้ไม่เกิน 5 ไมโครกรัม / กรัมของ creatinine (WHO, 1981) ส่วนในเลือดมีรายงานว่า ระดับของแคดเมียมในเลือด มีค่าเฉลี่ยไม่เกิน 0.5 ไมโครกรัม / เดซิลิตร (Harrington and Gill, 1992)

เกณฑ์มาตรฐานของแคดเมียมในแหล่งน้ำ

1. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม ที่กำหนดให้มีแคดเมียมในแหล่งน้ำผิวดินไว้ไม่เกิน 5 ไมโครกรัม / ลิตร
2. กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ที่กำหนดให้มีแคดเมียมในน้ำบริโภคชนบทไว้ไม่เกิน 5 ไมโครกรัม / ลิตร
3. องค์การอนามัยโลก ค.ศ. 1993 ที่กำหนดให้มีแคดเมียมในน้ำดื่มไว้ไม่เกิน 3 ไมโครกรัม / ลิตร

โครเมียม (Chromium)

โครเมียม ใช้สัญลักษณ์ทางเคมีว่า Cr น้ำหนักอะตอม 52 เลขอะตอม 24 เลขออกซิเดชัน +2, +3 และ +6 ความถ่วงจำเพาะ 7.2 จุดเดือด 2672 องศาเซลเซียส จุดหลอมเหลว 1857 ± 20 องศาเซลเซียส (Langard and Norseth, 1986) มีสีเทาหรือสีฟ้าอมขาวอ่อน มีเนื้อโลหะ ลักษณะแข็งและเปราะ มีความทนทานต่อการเสียดสีและกัดกร่อน พบในแหล่งธรรมชาติ เช่น ในหิน, ดิน, พืช และ สัตว์ รวมทั้งฝุ่นและก๊าซจากภูเขาไฟมักอยู่ในรูปของโครเมต (chromate)

ประโยชน์จากโครเมียม

โครเมียมถูกนำมาใช้ประโยชน์เป็นสารพื้นฐานของโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมเคมี คือ ใช้ในโรงงานฟอกหนัง, โรงงานทำโครเมียมอัลลอยด์, ใช้เป็นเม็ดสีในกิจการอุตสาหกรรมใช้ในโรงงานผลิตกราฟไฟต์, ใช้ในโรงงานผลิตเหล็กและเหล็กกล้า, ใช้เป็นน้ำยาถนอมเนื้อไม้, ใช้เป็นสารเคลือบโลหะกันสนิม, ใช้ในการผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้า, ใช้ในการชุบโครเมียม, ใช้ในโรงงานทอผ้า และใช้ในการล้างฟิล์ม เป็นต้น (ชงชัย พรรณสวัสดิ์ และกมล เข็มเสมอ, 2536 ; สนธยา พริงลำพู, 2538 ; Harrington and Gill, 1992; Friberg *et al.*, 1986)

แหล่งที่มาและการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม

การปนเปื้อนของโครเมียมมาจากการใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ โดยเฉพาะการนำโครเมียมมาใช้ในอุตสาหกรรม เช่น การผลิตเหล็กและเหล็กกล้า, วัสดุอัลลอยด์, สีข้อมและสีต่างๆ, น้ำยาถนอมเนื้อไม้ เป็นต้น โรงงานอุตสาหกรรมเหล่านี้ จะปล่อยของเสียออกมาในรูปของน้ำเสีย เศษขยะหรือฝุ่นละอองที่แพร่กระจายในอากาศ มีโครเมียมเพียงส่วนน้อยที่ละลายน้ำได้ และไหลซึมเกิดการปนเปื้อนในแหล่งน้ำใต้ดิน (ชงชัย พรรณสวัสดิ์ และ กมล เข็มเสมอ, 2536) มีรายงานว่า ในบุนหรีมีโครเมียม 390 ไมโครกรัม / กิโลกรัม และบางข้อมูลมีรายงานว่าโครเมียม 0.24 -14.6 มิลลิกรัม / กิโลกรัม (Friberg *et al.*, 1986)

ทางเข้าสู่ร่างกาย (Routes of Exposure)

โครเมียมสามารถเข้าสู่ร่างกายได้หลายทางคือ ทางเดินหายใจโดยการสูดดมหายใจเอาละอองไอเข้าสู่ร่างกาย การสัมผัสทางผิวหนัง ทำให้เกิดการระคายเคืองและปฏิกิริยาการแพ้ของผิวหนังและโดยการกินอาหารหรือน้ำดื่ม หลังจากโครเมียมเข้าสู่ร่างกายแล้ว Cr^{3+} จะไม่สามารถผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้ แต่จะถูกจับโดย transferrin ในพลาสมา แต่ Cr^{6+} สามารถผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ของเม็ดเลือดแดงได้อย่างรวดเร็ว และจะถูกเปลี่ยนเป็น Cr^{3+} ภายในเซลล์เม็ดเลือดแดง โครเมียมที่อยู่ในร่างกาย ส่วนใหญ่จะเป็น Cr^{3+} และจะสะสมอยู่ในไขกระดูก, ปอด, ต่อมน้ำเหลือง, ไต, ตับ และม้าม โดยจะอยู่ในปอดมากที่สุด (สนธยา พริงลำพู, 2538)

ความเป็นพิษ (Toxicity)

ความเป็นพิษเฉียบพลัน (Acute toxicity)

หากได้รับประทานสารประกอบโครเมียมในปริมาณสูง อาจทำให้ถึงแก่ชีวิตได้หรือหลังจากหายใจเอาฟุ้งของโครเมียมจะทำให้มีอาการหายใจติดขัดคล้ายหอบหืดทันที และมีอาการหอบหืดอาเจียน มีอาการของภาวะไตล้มเหลวและหมดสติ (สนธยา พริงลำพู, 2538)

ความเป็นพิษเรื้อรัง (Chronic toxicity)

หลังจากมนุษย์ได้รับ โครเมียมติดต่อกันเป็นเวลานานจะมีอาการระคายเคืองในคอ, คอหอย มีอาการอักเสบวมแดง, ไอ, น้ำมูกไหล, มีอาการหอบหืด, ปวดบวม, ไตและตับอักเสบ มีอาการผื่นคันตามผิวหนัง เนื่องจากปฏิกิริยาของผิวหนังเมื่อสัมผัสกับสารประกอบโครเมียม จะเกิดอาการแพ้ผิวหนังอักเสบ เกิดแผลเรื้อรัง เช่น คนงานในโรงงานฟอกหนัง มีแผลคล้ายตะปูดำบริเวณหลังมือและแขนส่วนล่าง ซึ่งเกิดจากการกัดของเฮกซะวาเลนต์โครเมียม (hexavalent chromium) หรือ ไดโครเมต (dichromate) แผลเปื่อยที่เยื่อจมูกและที่ผนังกันโพรงจมูก เกิดแผลและการทะลุของผนังกันจมูกในคนที่ทำงานเกี่ยวกับโครเมต (chromate) (Langard and Norseth, 1986)

พิษจลศาสตร์ (Toxicokinetics)

การดูดซึม (Absorption)

1. ระบบทางเดินหายใจ การดูดซึมของโครเมียมจากการหายใจจะมีความเข้มข้นสูงสุดในเนื้อเยื่อปอดในรูปของ Hexavalent (Cr^{6+}) และเมื่อเข้าสู่เม็ดเลือดแดงจะเปลี่ยนเป็น Trivalent (Cr^{3+}) แล้วถูกขับออกทางปัสสาวะ (William, 1983 ; Langard and Norseth, 1986)

2. ระบบทางเดินอาหาร ร่างกายของมนุษย์สามารถดูดซึมโครเมียมเข้าสู่ระบบทางเดินอาหารได้เพียงร้อยละ 2 เท่านั้น การดูดซึมของโครเมียมขึ้นอยู่กับวาเลนซ์ของโครเมียมและ Function ของลำไส้โดยที่ Cr^{6+} ดูดซึมได้ดีกว่า Cr^{3+} เนื่องจาก Cr^{6+} ไม่เกิดปฏิกิริยารีดักชันกับน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร (Langard and Norseth T., 1986) สำหรับ Cr^{3+} การดูดซึมที่ลำไส้เกิดได้น้อย (WHO, 1996)

การแพร่กระจายและการสะสม (Distribution and Accumulation)

เมื่อมีการแพร่กระจายของ Cr^{3+} , Cr^{6+} ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ โดยที่ Cr^{6+} จะเปลี่ยนเป็น Cr^{3+} สามารถจับถ่ายได้อย่างรวดเร็ว โครเมียมจะตกค้างในอวัยวะต่างๆที่แตกต่างกัน มีความเข้มข้นสูงสุดที่ตับ รองลงมาคือ มดลูกและไต การแพร่กระจายของโครเมียมมีความเกี่ยวข้องกับการขนส่ง Glucose Tolerance Factor (GTF) และพบว่า ทารกในครรภ์และทารกแรกเกิดมีความเข้มข้นของโครเมียมในร่างกาย เนื่องจากการส่งผ่านทางรกจากแม่สู่ทารก นอกจากนี้พบว่าจะมีการสะสมที่ม้าม, ผิวหนัง, เนื้อเยื่อชนิดอ่อนนุ่ม, ปอด, กล้ามเนื้อ, ไขมัน, ไขกระดูก และ กระดูก (Lauwerys and Hoet, 1993 ; Norton, 1980 ; Beliles, 1975)

การขับถ่าย (Excretion)

โครเมียมจะถูกขับออกจากร่างกายทางปัสสาวะเป็นส่วนใหญ่ เมื่อร่างกายได้รับ Cr^{6+} เข้าสู่ร่างกายประมาณ 8 ชั่วโมง โดยในรูปของ Cr^{3+} ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์และประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์จะถูกขับออกทางน้ำดีเข้าสู่ลำไส้ และมีเพียงเล็กน้อยจะถูกขับออกทาง เล็บ, ผม, และ เหงื่อ (Langard and Norseth, 1986) ร่างกายประมาณ 8 ชั่วโมง โดยในรูปของ Cr^{3+} ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์และประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์จะถูกขับออกทางน้ำดีเข้าสู่ลำไส้ และมีเพียงเล็กน้อยจะถูกขับออกทางเล็บ, ผม, และเหงื่อ (Langard and Norseth, 1986)

ระดับปกติของโครเมียมในร่างกาย

ระดับปกติของโครเมียมในเลือด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.042 ไมโครกรัม / ลิตร (ชมภูศักดิ์ พูลเกษ, 2527) ส่วนระดับปกติของโครเมียมในปัสสาวะต้องไม่เกิน 5 ไมโครกรัม / กรัมของ creatinine (Franzblau, 1994b) และระดับความเข้มข้นของโครเมียมในซีรัมหรือพลาสมาของคนปกติไม่ควรเกิน 0.05 ไมโครกรัม / เดซิลิตร (Lauwerys and Hoet, 1993)

เกณฑ์มาตรฐานของโครเมียมในแหล่งน้ำ

1. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม ที่กำหนดให้มีแคดเมียมในแหล่งน้ำผิวดินไว้ไม่เกิน 50 ไมโครกรัม / ลิตร
2. กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ที่กำหนดให้มีโครเมียมในน้ำบริโภคชนบทไว้ไม่เกิน 50 ไมโครกรัม / ลิตร
3. องค์การอนามัยโลก ค.ศ. 1993 ที่กำหนดให้มีโครเมียมในน้ำดื่มไว้ไม่เกิน 50 ไมโครกรัม / ลิตร

วัตถุประสงค์

1. เพื่อตรวจวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และ โครเมียมที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำคลองอู่ตะเภาและน้ำบ่อต้นบริเวณใกล้เคียง
2. เพื่อประเมินความเสี่ยงเบื้องต้นต่อระบบนิเวศ สิ่งแวดล้อม และสุขภาพของประชาชนผู้บริโภคน้ำคลองและน้ำบ่อต้นใกล้คลองอู่ตะเภา