

บทที่ 2

ตรวจสอบเอกสาร

2.1 สารปรอท

2.1.1 สมบัติทางกายภาพ

ธาตุปรอทถูกจัดอยู่เป็นลำดับที่ 80 ในตารางธาตุในกลุ่มของธาตุ transition ปรอทเป็นโลหะสีขาวคล้ายเงิน มีมวลโมเลกุล 200.6 ปกติปรอทมีสภาพเป็นของเหลวที่อุณหภูมิปกติและที่ความดันบรรยากาศ สามารถทำให้เป็นของแข็งได้แต่เปราะ ในอุณหภูมิปกติจะระเหยเป็นไอได้ ปรอทมีจุดหลอมเหลว -38.9°C . จุดเดือด 356.72°C . ค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 13.59 ที่อุณหภูมิ 20°C . ละลายน้ำได้เล็กน้อย ระบิดได้ จัดเป็นโลหะหนักชนิดหนึ่ง คนโบราณเรียกธาตุนี้ว่า Fluid Silver หรือ Quick Silver โดยมีชื่อมาจากภาษาละตินว่า "Hydragyrum" ซึ่งมีความหมายว่า เงินเหลว (Liquid Silver) จึงใช้สัญลักษณ์แทนด้วย Hg

ในธรรมชาติพบว่าธาตุปรอทจะพบรวมกับพวกหินบางประเภท เช่น Limestone Sandstone แหล่งที่พบปรอทมาก คือ อิตาลี สเปน และฟิลิปปินส์

2.1.2 สมบัติทางเคมี

ปรอทสามารถรวมเป็นสารประกอบของเกลือได้โดยมีปรอทเป็นไอออนบวกที่มีเลขออกซิเดชัน เป็น +1 หรือ +2 ที่เรียกว่า mercurous และ mercuric โดยเกลืออยู่ในรูปของ mercuric จะมีในธรรมชาติมากกว่า เกลือที่อยู่ในรูปของ mercurous นอกจากนี้ปรอทยังสามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์กับสารอินทรีย์ เกิดเป็นสารประกอบที่เรียกว่า organometallic หรือ ปรอทอินทรีย์ ซึ่งสารประกอบชนิดนี้นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม และการเกษตรกรรมเป็นอย่างมาก ส่วนมากสารประกอบของปรอทในรูป organometallic นั้นจะมีความเสถียรสูงโดยไม่เกิดการสลายตัวด้วยวิธีทางชีวภาพ มีเพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่จะเกิดการเปลี่ยนรูปไปโดยสิ่งมีชีวิต

นอกจากนี้โลหะปรอทสามารถอยู่ในสภาพก๊าซ (Hg) ได้ง่าย แต่จะมีความสามารถในการละลายน้ำได้น้อยมาก การเกิดสารประกอบ organometallic ของปรอทมักจะเกิดจากพันธะระหว่างปรอทที่มีเลขออกซิเดชัน 2+ กับอนุมูลกรดพวกคลอไรด์ (Cl) ไนเตรท (NO₃) ซัลเฟต (SO₄²⁻) กับอะตอมของคาร์บอนของสารประกอบอินทรีย์กลายเป็นสารประกอบที่มีสูตรโมเลกุลเป็น R-Hg-X หรือ R-Hg-R' โดยที่ R และ R' เป็น

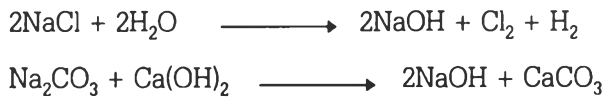
ส่วนของสารประกอบอินทรีย์ และ X เป็นอนุมูลกรดที่เป็นไอออนลบ ส่วนมากส่วนที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ R หรือ R' ที่จะเกิดพันธะกับปรอทมักเป็นกลุ่มอัลคิลเรดิคัล (CH₃· หรือ CH₃-(CH₂)_n·) ฟีนิลเรดิคัล (C₆H₅·) หรือ เมทอกซีเอธิลเรดิคัล (CH₃O-CH₂-CH₂·)

พันธะที่เกิดขึ้นระหว่างคาร์บอนและปรอท เป็นพันธะทางเคมีที่ค่อนข้างเสถียรสูง ไม่แตกตัวเป็นไอออนในสารละลายของน้ำที่มีสภาวะเป็นกรดอ่อนหรือเบสอ่อน อย่างไรก็ตาม คุณสมบัติของสารประกอบของปรอทจะแตกต่างกันไปตามกลุ่มของสารประกอบอินทรีย์ และอนุมูลกรดที่มาเกิดพันธะ เช่น ถ้าอนุมูลกรดเป็นพวกไนเตรต หรือซัลเฟต หรือสารประกอบที่มีสมบัติคล้ายเกลือ ก็จะมีผลทำให้สารประกอบของปรอทละลายน้ำได้มากขึ้น หรือถ้าอนุมูลกรดนั้นที่มีลักษณะเป็นสารประกอบที่มีขั้วน้อย (non-polar compound) ก็จะทำให้สารประกอบปรอทที่เกิดขึ้นละลายในตัวละลายอินทรีย์ได้ดีกว่าในน้ำ

2.2 การใช้ประโยชน์จากปรอท

2.2.1 ในด้านอุตสาหกรรมผลิตโซดาไฟและคลอรีน

โซดาไฟและคลอรีนจัดเป็นอุตสาหกรรมขั้นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับประเทศที่อยู่ในระหว่างการพัฒนา อุตสาหกรรมอย่างประเทศไทยซึ่งจะต้องผลิตเองเพื่อจะลดการนำเข้าจากต่างประเทศ โซดาไฟและคลอรีนต่างก็เป็นสารเคมีหลักที่จำเป็นในการผลิตสารเคมีอื่นๆ เช่น อุตสาหกรรมสบู่ ผงซักฟอก เคมีจากปิโตรเลียม เยื่อกระดาษ น้ำมันพืช และผงชูรส เป็นต้น ในวิธีการผลิตโซดาไฟมีหลายวิธีการซึ่งวิธีการหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายคือ จะทำโดยการแยกสารละลายเกลือแอกด้วยไฟฟ้าในเซลล์ของปรอท โดยใช้ปรอทเป็นแคโทดในเซลล์ไฟฟ้า ซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์โซดาไฟที่มีความบริสุทธิ์สูง ได้ก๊าซคลอรีนและก๊าซไฮโดรเจนเป็นผลพลอยได้ ดังสมการ



2.2.2 ในด้านอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

จากคุณสมบัติของปรอทที่เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีเยี่ยม ให้ความต้านทานต่อการไหลของอิเล็กตรอนเล็กน้อย จึงมีการใช้ประโยชน์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ เช่น การใช้ปรอทในสวิตช์ไฟฟ้าแบบฉีก และหลอดแคโทด การใช้ในด้านความถี่สูงในเรดาร์วิทยุ มีการใช้ปรอทในเซลล์เชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ไอออนสำหรับจรวดและระบบพลังไฟฟ้ากักเก็บ

นอกจากนี้ยังใช้ปรอทในด้านไฟฟ้าอื่นๆ ได้แก่ หลอดไฟ มอเตอร์ สวิตช์ เครื่องวัดเครื่องสั้น ด้วยความถี่สูง บั๊มแบบดิฟฟิวชัน (diffusion pump) เครื่องวัดกระแสตรง เครื่องแปลงกระแสตรงแบบ อาร์กปรอท และลวดไฟฟ้าซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติปรอทด้านความนำไฟฟ้าในสภาพไอหรือของเหลว

ลวดทังสเตน-โมลิบดีนัมสำหรับลัมผัสไฟฟ้าและเส้นใย จะเผาในปรอทเหลวเพื่อให้โลหะทั้งสองเกาะ ยึดกันดีขึ้น การทำสวิตช์ผนังแบบเรียบสำหรับการเปิด-ปิดไฟโดยอาศัยปรอทนำไฟฟ้าระหว่างปลายลัมผัสทั้งสองโดยปรอทจะเคลื่อนที่จากปลายแกว่งข้างหนึ่งไปอีกข้างหนึ่ง

กระแสไฟฟ้าเมื่อผ่านเข้าไปในไอปรอทให้แสงสีน้ำเงินในแสงอุลตราไวโอเล็ต จึงใช้หลักการนี้ทำ หลอดอุลตราไวโอเล็ต หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดไอปรอทความถี่สูง ซึ่งใช้เป็นหลอดไฟตามถนน ไฟโฆษณา ไฟฉายแผ่แสง (floodlight) และไฟในโรงงาน นอกจากนี้ปรอทยังใช้ในแบตเตอรี่รูเบน (Ruben battery) หรือแบตเตอรี่ปรอทแม้จะมีราคาแพงแต่ให้ข้อดีมากกว่าแบตเตอรี่แห้ง คือ มีอายุการใช้งานนานกว่า ขนาดเล็กกว่า แรงดันไฟฟ้าคงที่กว่า รวมทั้งยังใช้ได้ที่อุณหภูมิและความชื้นสูงด้วย แบตเตอรี่ปรอทเป็น แหล่งพลังงานของอุปกรณ์ช่วยฟัง วิทยุแบบกระทัดรัด ไฟฉายขนาดเล็ก วิทยุสนาม เครื่องวัดรังสีและ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทันสมัยอื่นๆ เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องนำร่องขีปนาวุธ และยานอวกาศ

ปรอทยังใช้เป็นอิเล็กทรอนิกส์เปรียบเทียบในเซลล์ไฟฟ้าเคมีในแท่งอิเล็กทรอนิกส์คาโลเมลมาตรฐานที่มีส่วนประกอบของคาโลเมลหรือเมอร์คิวรีสคลอไรด์กับสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์อิ่มตัวซึ่งใช้วัดการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าในสารละลายอิเล็กโทรไลต์

2.2.3 ในด้านอุปกรณ์ทางกล

ปรอทเป็นหนึ่งในจำนวนธาตุ 40 ธาตุ ที่มีความถ่วงจำเพาะมากกว่า 5 หรือหนักเป็น 13.6 เท่าของน้ำ ซึ่งจัดว่ามีความถ่วงจำเพาะสูงและมีสถานะเป็นของเหลวจึงใช้ประโยชน์ได้มากมาย เช่นใช้เป็นส่วนหนุ่ลดความเสียดทานเพื่อลดยส่วนประกอบของเลนส์ในกล้องส่องทางไกล โลหะแคดเมียมผสมกับปรอทใช้เทลงแบบยางจะทำให้แข็งตัวเพื่อทำแบบหล่อสำหรับเครื่องประดับ โดยหลังจากเททองคำหรือโลหะเจืออื่นๆ เพื่อขึ้นรูปแล้วจะเผาโลหะแคดเมียมและโลหะปรอทออก จากคุณสมบัติของปรอทที่มีความหนาแน่นสูงถึง 13.6 เมกกะกรัมต่อตารางเมตร ที่ 20 °C มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางปริมาตรคงที่ตลอดช่วงอุณหภูมิ -38.87 - 356.58 °C มีความดันไอต่ำไม่จับเกาะแก้วตลอดจนไหลผ่านช่องแคบเล็กๆได้ จึงได้ถูกนำมาใช้ทำปรอทมิเตอร์สำหรับวัดความกดดันของบรรยากาศ ใช้บรรจุในเทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและมาโนมิเตอร์สำหรับวัดความดันโลหิตอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

2.2.4 ในด้านการทำเครื่องสำอาง

มีการใช้ปรอทในปริมาณมากในลักษณะของยาทาและยาฆ่าเชื้อซึ่งมีประสิทธิภาพในการรักษาสูง เช่นเป็นส่วนผสมเพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในครีมทาหน้า และใช้แร่ปรอทซัลไฟด์ในการสัก

ผิวหนังให้มีสีแดง นอกจากนี้สารประกอบบางประเภทยังเป็นส่วนผสมในยาหลายชนิด เช่น ยาทาที่มีส่วนผสมของเมอคิวริกออกไซด์ใช้รักษาอาการเคืองตา เป็นต้น

2.2.5 ในด้านการผลิตพลังงานนิวเคลียร์

เนื่องจากปรอทมีค่าการนำความร้อนสูงและมีภาคตัดขวางการจับนิวตรอนความร้อนสูง จึงใช้เป็นสารป้องกันและสารหล่อเย็นในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ในการดัดนิวตรอน มีการใช้ปรอทในการแยกไอโซโทปลิเทียม 6 และ 7 ออกจากกัน ซึ่งลิเทียม 6 ใช้ในการผลิตลิเทียมไตรไทดซึ่งเป็นสารสำคัญในระเบิดไฮโดรเจน

2.2.6 ในด้านการเร่งปฏิกิริยา

สารประกอบปรอทได้แก่ เมอคิวริกคลอไรด์ เมอคิวริกออกไซด์ เมอคิวริกซัลเฟต เมอคิวริกอะซีเตต และ เมอคิวริกฟอสเฟตนั้น สามารถใช้เป็นสารเร่งปฏิกิริยาเพื่อผลิตไวนิลคลอไรด์ยูเรเทน อนุพันธ์แอนทราควิโนน และ สารเคมีอื่น ๆ

ในการผลิตโพลีไวนิลคลอไรด์ (พีวีซี) 1,000 ปอนด์จากอะเซทิลีน จะใช้ปรอทประมาณ 0.074 ปอนด์ พีวีซีมีประโยชน์มากมาย เช่น ใช้ผลิตแผ่นเสียง ด้ามแปรงสีฟัน ขวด ถาดทำน้ำแข็ง ข้อต่อต่อชิ้นส่วนระบบวาล์ว และอื่น ๆ ส่วนพีวีซีอ่อนและยืดหยุ่นใช้ทำเสื้อกันฝน ม่านห้องน้ำ ผ้าปูโต๊ะ วัสดุหอบาะเฟอร์นิเจอร์ กระเบื้องปูพื้น ท่อพลาสติก เชือก ของเล่น กระจดุม และพลาสติกอื่นๆที่ใช้แทนไม้ ปัจจุบันกำลังมีแนวโน้มการใช้พลาสติกเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จึงเป็นการแน่นอนว่าปริมาณการใช้ปรอทจะต้องมีปริมาณสูงขึ้นไปด้วย

2.2.7 ในด้านทันตกรรม

เนื่องจากปรอทเป็นตัวทำลายที่ดีสำหรับโลหะบางชนิดจึงนำมาทำเป็นสารประกอบที่เรียกว่าอมัลกัม ทางทันตกรรมนิยมใช้วัสดุอุดฟันทำด้วยปรอทเพื่อเป็นตัวสร้างความแข็งแรงให้กับฟันที่อุดซึ่งเป็นที่รู้จักกันทั่วไปในชื่อของ ปรอทอมัลกัม เงิน-ดีบุกอมัลกัมใช้เป็นวัสดุในการอุดฟันซึ่งทำโดยการผสมปรอทกับโลหะผสมเงิน-ดีบุก ในการเตรียมครั้งแรกจะได้สารผสมเหนียวคล้ายพลาสติก แต่หลังจากนั้น 2-3 ชั่วโมงจะแข็งตัวได้ดีและทนทานมาก

สมาคมทันตแพทย์แห่งสหรัฐอเมริกา (American Dental Association, A.D.A) กล่าวว่า ปรอทที่ใช้ทางทันตกรรมต้องมีปริมาณแฉก(non volatile residue) ในปริมาณมากที่สุดไม่เกิน 0.02% ซึ่งปกติแล้วปรอทที่ใช้ทางทันตกรรมจะผลิตด้วยวิธีการกลั่นหาจุดสาทรกรรมอย่างน้อยไม่ต่ำกว่า 3 ครั้ง

2.2.8 ในด้านงานอื่น ๆ

มีการใช้ปรอทในการผลิตยาฆ่าแมลง ยาฆ่าเชื้อรา ยาเคลือบพื้นห้อง ยาขัดเฟอร์นิเจอร์ และสารทำให้เส้นใยนุ่ม ใช้เมอคิวริกคลอไรด์ในการรักษาเนื้อไม้ ใช้สารประกอบอินทรีย์ในการรักษาและควบคุมเชื้อราในขอนไม้ สารประกอบเอธิลเมอร์คิวริก และ ฟีนิลเมอร์คิวริกป้องกันเชื้อราและอื่นๆได้ดี นอกจากนี้ยังใช้ปรอทในการผลิตกระดาษ เลื่อผ้า พลาสติก फिल्मถ่ายภาพ รักษาเนื้อไม้ ป้องกันสนิมและผ้าซัลไฟด์ของปรอทยังใช้ทำสีแดงในอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผา ออกไซด์ของปรอทใช้ในการทำสีทาไม้ทองเรือ นอกจากนี้สารประกอบบางชนิดของปรอทยังใช้ทำวัตถุระเบิดได้อีกด้วย

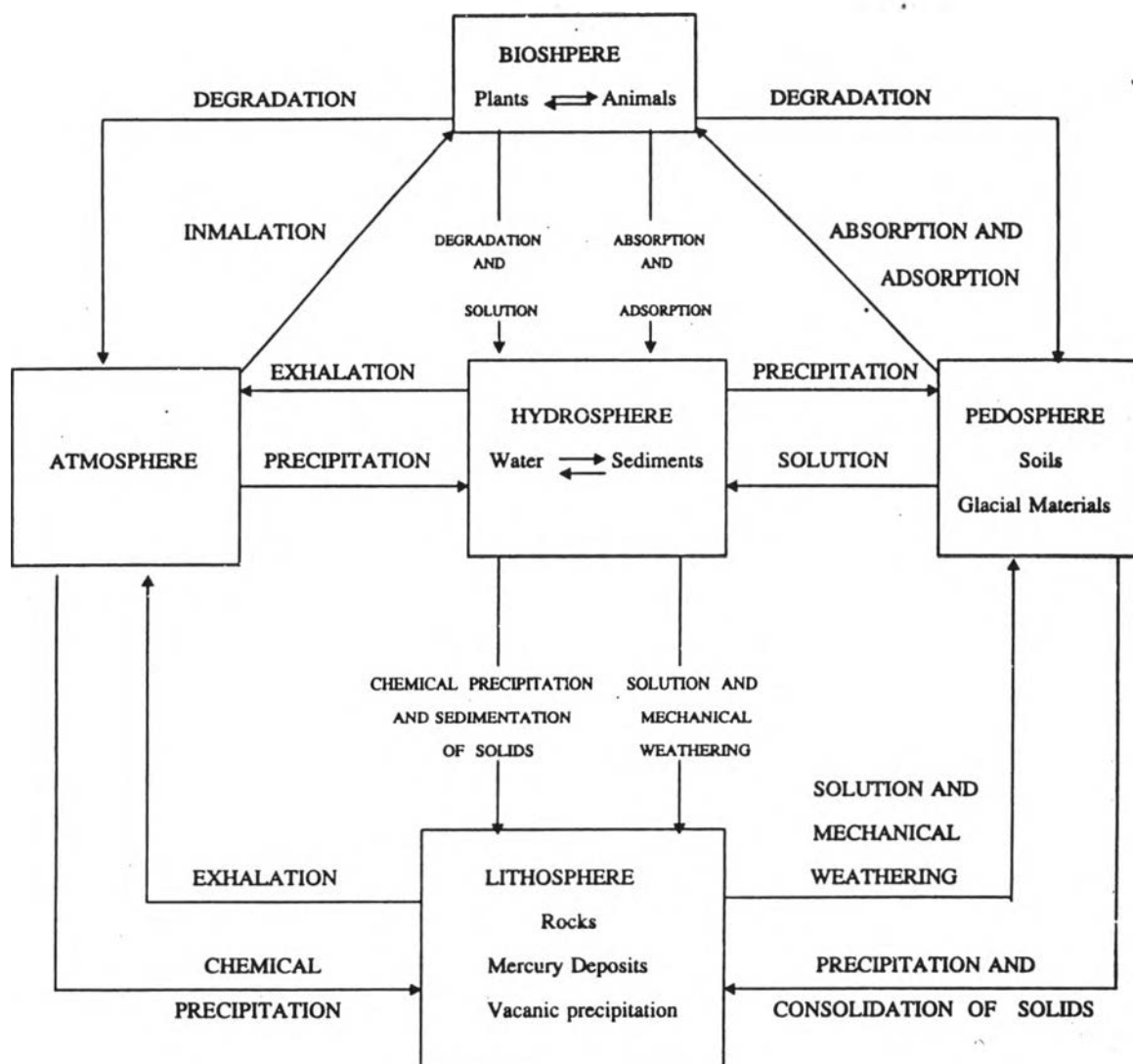
2.3 ปรอทในสิ่งแวดล้อม

2.3.1 แหล่งปลดปล่อยสารปรอท

แหล่งที่ปลดปล่อยสารปรอทเข้าสู่สิ่งแวดล้อมมีสองแหล่งใหญ่ ๆ คือ โดยการกระทำของมนุษย์และโดยธรรมชาติ แหล่งที่ปล่อยสารปรอทโดยการกระทำของมนุษย์ เช่น การใช้ยาปราบศัตรูพืช การใช้ปรอทในโรงงานผลิตสารเคมีพวกโซดาไฟและคลอรีน การเผาเชื้อเพลิง การถลุงแร่ การกำจัดน้ำโสโครก การเผาขยะมูลฝอย การผลิตสีและการใช้สี การชำรุดเสียหายของอุปกรณ์ที่มีสารปรอทประกอบอยู่ด้วยและโดยเฉพาะอย่างยิ่งการชุกชุมของธรรมชาติขึ้นมาใช้ สำหรับแหล่งในธรรมชาติที่ปล่อยสารปรอทออกมาในสิ่งแวดล้อมได้มาจากการกัดเซาะ (erosion) และการชะล้าง (leaching) เอาสารปรอทที่เกิดขึ้นเองด้วยกระบวนการทางธรณีวิทยาตามธรรมชาติโดยน้ำฝน จากนั้นจะไหลลงสู่ลำธาร ทะเลสาบ และซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน (ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.1)

2.3.2 รูปแบบของปรอทในสิ่งแวดล้อม

ปรอทในธรรมชาติมีปรากฏอยู่ในรูปของธาตุซึ่งปกติพบอยู่ในดินแร่ หิน ดิน น้ำ ตลอดจนพบในสิ่งมีชีวิตทั้งในพืชและสัตว์ สารประกอบของปรอทสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ปรอทอินทรีย์ และปรอทอนินทรีย์ ปรอทอนินทรีย์มักอยู่ในรูปของธาตุปรอท (elemental mercury) สารประกอบของเมอคิวรัสไอออน (mercurous ion $[Hg^+]$) หรือเมอคิวริกไอออน (mercuric ion $[Hg^{2+}]$) ส่วนสารปรอทอินทรีย์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มย่อย คือ กลุ่มของเอริลเมอคิวรี (Arylmercury) และอัลคิลเมอคิวรี (Alkylmercury) โดยที่กลุ่มของเอริลเมอคิวรีจะมีความคงทนอยู่ในธรรมชาติ (ทนต่อการ degradation) ส่วนกลุ่มของอัลคิลเมอคิวรีมักมีความเป็นพิษสูงต่อสิ่งมีชีวิต และมีพิษมากกว่ากลุ่มเอริลเมอคิวรี หรือสารประกอบอินทรีย์อื่น ๆ ของปรอท (Glass, 1975)



รูปที่ 2.1 แสดงวัฏจักรของปรอทที่เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพทางธรณีวิทยา
(Jonasson, 1970)

ปรอทในสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่ไม่ว่าจากการกระทำของมนุษย์ หรือจากธรรมชาติจะกลายเป็นมลพิษในแหล่งน้ำเป็นส่วนมาก รูปของปรอทที่พบในแหล่งน้ำมีอยู่ทั้งหมด 5 รูปดังนี้คือ (Jemelov, 1969)

1. ไดวาเลนต์เมอคิวรี (divalent mercury, Hg^{2+})
2. เมทัลลิกเมอคิวรี (metallic mercury, Hg^0)
3. ฟีนิลเมอคิวรี (phenylmercury, $\text{C}_6\text{H}_5\text{Hg}^+$)
4. เมธิลเมอคิวรี (methylmercury, CH_3Hg^+)
5. อัลคอกซีอัลคิลเมอคิวรี (Alkoxyalkylmercury, $\text{CH}_3\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Hg}^+$)

สารปรอทเหล่านี้บางส่วนจะเข้าไปติดอยู่กับอินทรีย์วัตถุที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ Bothner และ Carpenter (1972) ได้รายงานหา ปรอทไอออนในแม่น้ำโคลัมเบียปริมาณ 50 ถึง 75 % จะเข้าไปติดอยู่กับวัตถุที่แขวนลอยอยู่ในน้ำภายใน 10 - 60 ชั่วโมง หลังจากที่ได้ปล่อยไอออนดังกล่าวนี้ลงไป Hannerz (1969) ได้พบว่าสิ่งแขวนลอยในน้ำจะทำหน้าที่คล้าย ๆ กับตัวกำจัดปรอทออกไปจากน้ำโดยการเหนี่ยวนำให้ปรอทไอออนมาเกาะติดแล้วก็จะเกิดการตกตะกอนลงสู่พื้นของแหล่งน้ำในเวลาต่อมา ความสามารถของปรอทในการที่จะแทรกซึมเข้าไปติดอยู่กับวัตถุที่อยู่ใกล้เคียงได้ถูกแสดงไว้โดย Jonasson (1970) พบว่าประมาณ 70 % ของปรอทที่มีความเข้มข้น 500 ไมโครกรัมต่อลิตร สามารถซึมซับเข้าไปในภาชนะแก้วที่บรรจุอยู่ภายในระยะเวลา 5 ถึง 10 วัน

ในสภาวะที่มีรีด (reducing condition) ปรอทในน้ำจะถูกเปลี่ยนเป็นปรอทซัลไฟด์ แล้วเกิดการตกตะกอน ปรอทในรูปนี้จะละลายน้ำได้น้อยมาก หรือไม่ละลายเลย อย่างไรก็ตามปรอทซัลไฟด์อาจถูก oxidized ได้โดยเฟอร์ริกไอออน (Fe^{3+}) และมีโอกาสละลายน้ำออกมาได้อีก ในแม่น้ำที่มีการขาดออกซิเจนนั้นที่บริเวณพื้นที่ท้องน้ำจะมีไฮโดรเจนซัลไฟด์อยู่มาก ดังนั้นปฏิกิริยาการเปลี่ยนปรอทให้เป็นซัลไฟด์ จึงมีโอกาสมากกว่าแม่น้ำที่มีออกซิเจนละลายอยู่ในระดับปกติ

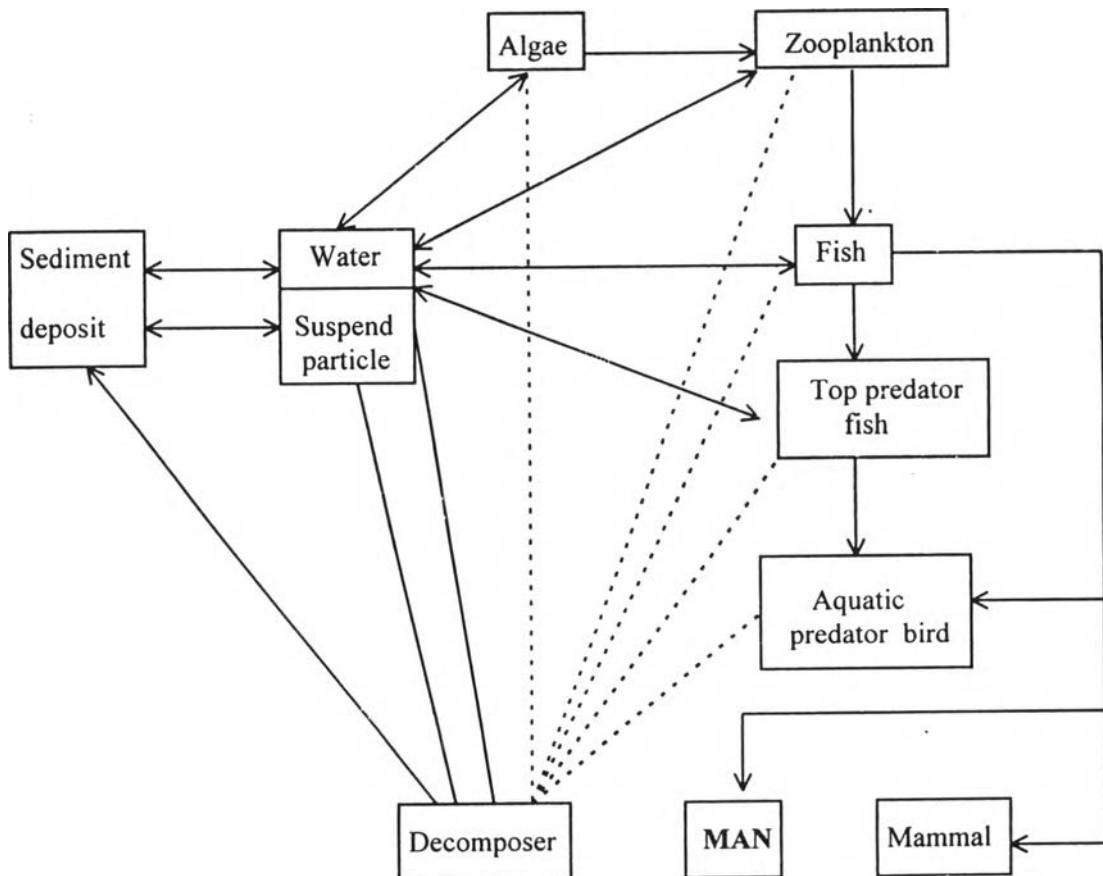
ปรอทอินทรีย์ที่อยู่ในตะกอนของพื้นท้องน้ำมีโอกาสเปลี่ยนเป็นปรอทอินทรีย์ในรูปของเมธิลเมอคิวรี ปรอทรูปนี้สามารถละลายน้ำได้ดีมาก จึงมีโอกาสเข้าสู่สะสมในร่างกายของ สิ่งมีชีวิตได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามถ้าสภาวะที่พื้นท้องน้ำเป็นแบบที่ไม่มีออกซิเจน (anaerobic) ปรอทจะไม่สามารถถูกเปลี่ยนให้เป็นปรอทอินทรีย์ได้ (Jemelov, 1969)

Matsumura et al. (1972) ได้รายงานหา การเปลี่ยนรูปของปรอทอินทรีย์ไปเป็นปรอทอินทรีย์นั้นขึ้นอยู่กับตัวประกอบสิ่งแวดล้อมหลายประการ เช่น ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ ปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน ชนิดและปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ในดินตะกอน Jensen และ Jemelov (1969) ได้พบว่า ปรอทในรูป divalent ในโคลนตมสามารถถูกเปลี่ยนให้เป็นปรอทอินทรีย์ในรูปของ methylmercury ได้โดย

กระบวนการทางชีวภาพ แบคทีเรียที่มีความสามารถเปลี่ยนรูปปรอทอนินทรีย์ให้เป็นปรอทอินทรีย์ ได้แก่ methanogenic bacteria การเปลี่ยนรูปดังกล่าวนี้จะทำให้เกิดปรอทอินทรีย์ได้ทั้งสองรูปแบบคือโมโนเมธิลเมอควิรี (monomethylmercury) และไดเมธิลเมอควิรี (dimethylmercury) (Wood et al., 1968) โมโนเมธิลเมอควิรีเป็นรูปของปรอทที่สามารถคงสภาพอยู่ในน้ำได้ แต่ไดเมธิลเมอควิรีเป็นรูปของปรอทที่มีความสามารถในการระเหยสูง ดังนั้นส่วนใหญ่จะระเหยออกจากแหล่งน้ำไป สภาวะความเป็นกรดและด่างมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนรูปของปรอท โดยในสภาวะที่เป็นด่างจะทำให้เกิดไดเมธิลเมอควิรี (Larsson, 1970) แต่ถ้าอยู่ในสภาวะที่เป็นกลางหรือเป็นด่างเล็กน้อยก็จะทำให้มีการเปลี่ยนรูปเป็นโมโนเมธิลเมอควิรีมากขึ้น (Study Group on Mercury Hazards, 1970) นอกจากนี้สภาวะที่เป็นกรดจะมีผลทำให้ไดเมธิลเมอควิรีเปลี่ยนรูปเป็นโมโนเมธิลเมอควิรีได้โดยง่าย

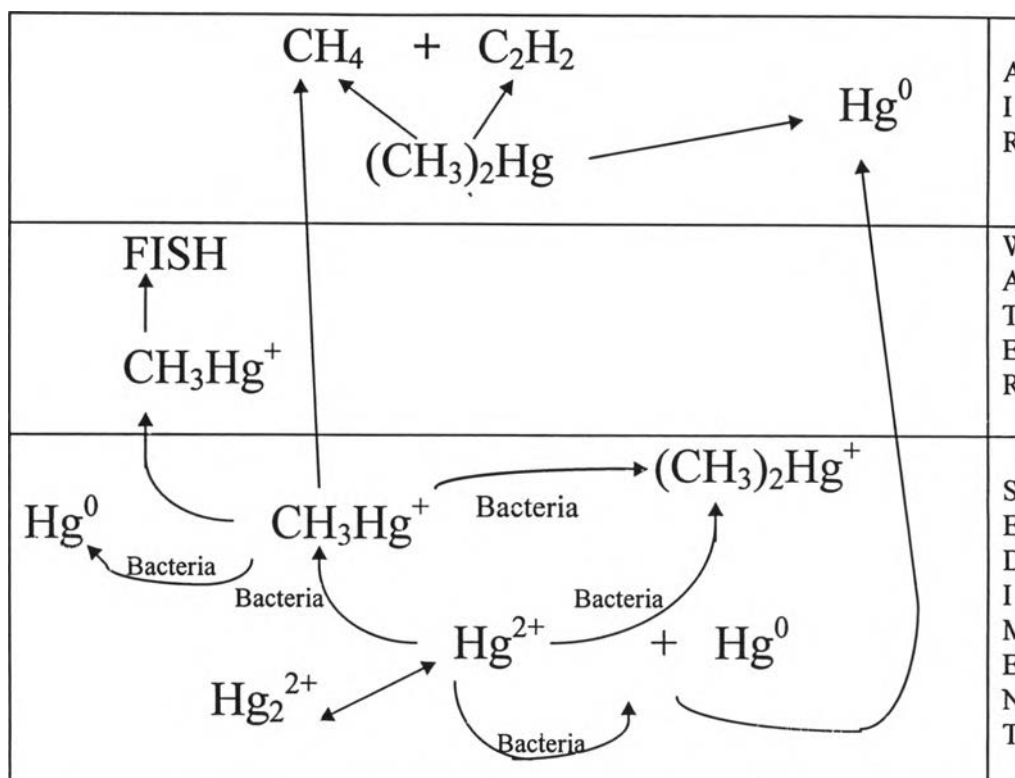
ปรอทในสิ่งแวดล้อม สามารถย้อนกลับเข้าสู่ร่างกายของมนุษย์ได้โดยผ่านทางห่วงโซ่อาหาร (food chain) และอาจเป็นอันตรายต่อมนุษย์ในที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 2.2

การถ่ายเทปรอทจากสิ่งมีชีวิตอย่างหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตอีกอย่างหนึ่ง เกิดได้โดยที่สัตว์ใหญ่กินสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ เป็นทอด ๆ เช่น ตัวแพลงตันกินแบคทีเรีย ปลาเล็กกินตัวแพลงตัน ปลาใหญ่กินปลาเล็ก คนหรือสัตว์กินปลา พืชจะสะสมในตัวสัตว์มากขึ้น ๆ โดยวิธีนี้เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของปรอทหรือสารพิษชนิดอื่นให้มากขึ้นตามลำดับในสิ่งมีชีวิต กระบวนการนี้เป็นการเพิ่มความเข้มข้นทางชีววิทยา หรือ bioconcentration เป็นกระบวนการที่นับว่ามีบทบาทสำคัญในการถ่ายเทสารพิษจากสิ่งแวดล้อมมาสู่มนุษย์ ซึ่งเป็นส่วนปลายสุดของห่วงโซ่อาหาร มนุษย์จึงได้รับสารพิษปริมาณมากหลายเท่าตัวและได้รับอันตรายจากสารพิษที่สะสมไว้ในระยะเวลาอันสั้น ในที่สุดก็จะเจ็บป่วยหรือล้มตายลง



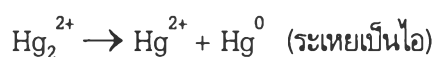
รูปที่ 2.2 แสดงการถ่ายทอดของปรอทจากสิ่งแวดล้อมผ่านทางโซ่อาหาร (food chain) กลับเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ (Kongpool, 1977)

ปัญหาที่สำคัญยิ่งในระบบนิเวศน์เมื่อมีสารประกอบตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อม คือ การที่จุลชีพหลายชนิดมีความสามารถที่จะเปลี่ยนเมอคิวริกไอออน(Hg^{2+}) กลายเป็นเมธิลเมอคิวรี ด้วยกระบวนการสังเคราะห์ทางชีวภาพ (D'Itri, 1972) และปรอทในรูปแบบต่างๆสามารถกระจายอยู่ทั่วไปได้ในสิ่งแวดล้อมดังแสดงในรูป

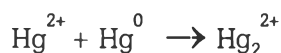


รูปที่ 2.3 แสดงความสัมพันธ์และรูปแบบของปรอทในรูปปรอทอินทรีย์และปรอทอนินทรีย์ในอากาศ แหล่งน้ำ และดินตะกอน (Wood, 1974)

Wood (1974) อธิบายว่าเมื่อปรอทเข้าสู่สิ่งแวดล้อมในระดับจุลภาค (microenvironment) จุลชีพจะทำให้เกิดปฏิกิริยาดังสมการ



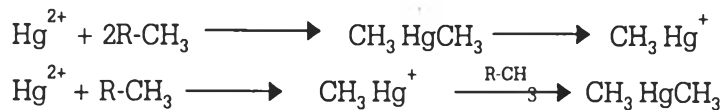
ซึ่งจะทำให้สมดุลย์เลื่อนมาทางขวา เมื่อมีไอปรอท (Hg^0) กลับเข้าสู่บรรยากาศ สมการจะเลื่อนกลับมาทางซ้าย



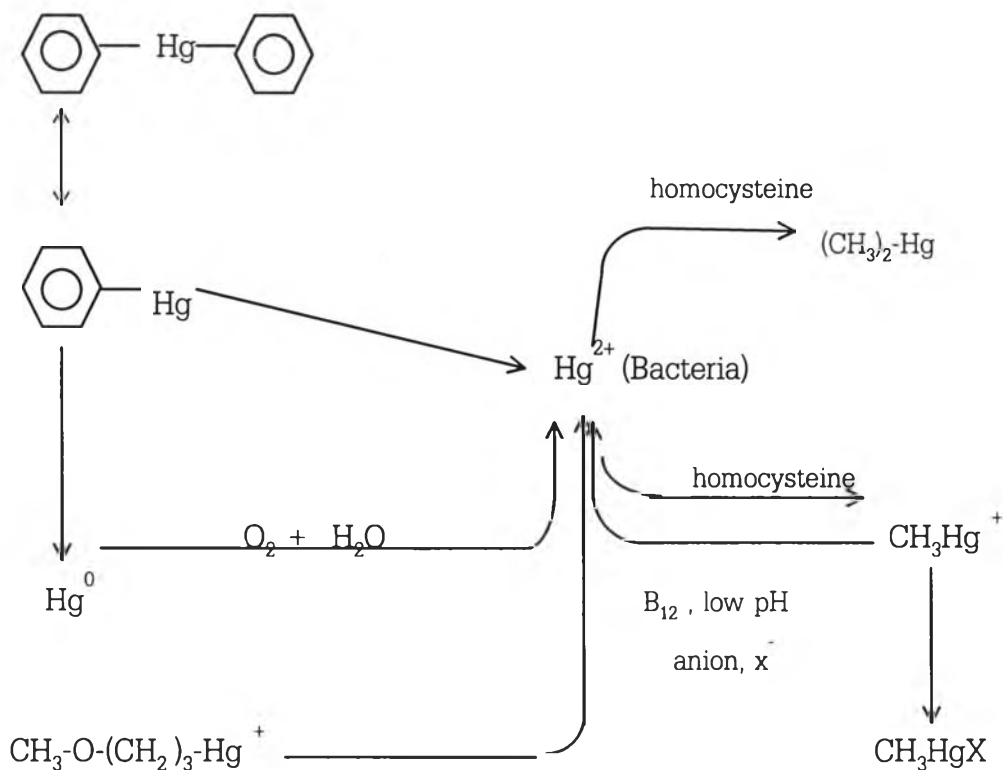
ในปฏิกิริยาที่มีออกซิเจน (aerobic) จุลชีพสามารถละลายเมอร์คิวริกไอออน (mercuric(II) ion [Hg^{2+}]) ออกจากปรอทซัลไฟด์ (HgS) ซึ่งมีค่าความสามารถในการละลาย solubility product = 10^{-53} M โดยการออกซิไดซ์ซัลไฟด์เป็นซัลไฟท์แล้วเป็นซัลเฟตในที่สุด

ใน ค.ศ. 1967 Jensen และ Jernelov สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจนเกี่ยวกับกระบวนการในการเปลี่ยนจากสารปรอทอนินทรีย์ไปเป็นสารปรอทอินทรีย์ ซึ่งเกิดขึ้นในดินตะกอนท้องน้ำ (bottom sediment)

ในแหล่งน้ำจืดโดยการเกิดสารประกอบของ โมโนเมธิลเมอร์คิวรี (monomethylmercury) และไดเมธิลเมอร์คิวรี (dimethylmercury) ดังสมการ



กระบวนการนี้อาจเกี่ยวข้องกับจุลชีพที่ไม่ต้องการออกซิเจน (anaerobic microbe) การเปลี่ยนแปลงของปรอทในสิ่งมีชีวิตอาจสรุปได้ดังแสดงในรูปที่ 2.4 ซึ่งจะเห็นว่าไม่ว่าจะเป็นปรอทอินทรีย์ชนิดฟีนิลเมอร์คิวรี (phenylmercury) ไดฟีนิลเมอร์คิวรี (diphenylmercury) เมทอกซีเอธิลเมอร์คิวรี (methoxyethylmercury) หรือโลหะปรอทจะถูกเปลี่ยนเป็น Hg^{2+} ก่อนเสมอในธรรมชาติ ต่อมาแบคทีเรียจึงเปลี่ยน Hg^{2+} ให้เป็นอนุพันธ์ของปรอทชนิดเมธิลเมอร์คิวรี หรือไดเมธิลเมอร์คิวรี ซึ่งจะเสถียรอยู่ในสิ่งมีชีวิตได้นาน อีออนลบที่จะรวมกับอีออนของเมธิลเมอร์คิวรี (CH_3Hg^+) มักจะเป็นคลอไรด์กลายเป็นเมธิลเมอร์คิวรีคลอไรด์ (CH_3HgCl)



รูปที่ 2.4 แสดงวงจรธรรมชาติของปรอทในสิ่งมีชีวิต (ไมตรี สุทตจิตต์, 2534)

ปรอทรูปที่เป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์มากที่สุดคือ ในรูปของไอระเหยของธาตุปรอท สามารถเกิดพิษเฉียบพลันถ้าหายใจเข้าไปในช่วง 1,200 - 8,500 ไมโครกรัม/ลบ.ม. (Sitting, 1976) โดยมีอาการของการได้รับพิษ เช่น อาเจียน ปวดท้องอย่างรุนแรง ท้องร่วง เหนื่อยและต่อมน้ำลายไหลเหนียว และเกิดความผิดปกติของระบบประสาท เป็นต้น ส่วนกลุ่มของสารปรอทที่เป็นอันตรายน้อยคือ กลุ่มของโมโนวาเลนซ์ เพราะเกลือของปรอทกลุ่มนี้ละลายน้ำได้ค่อนข้างยาก (Lucky et al., 1975) ปรอทอินทรีย์ เช่น เมธิลเมอควิรีนถือว่าเป็นปรอทที่เป็นพิษมากเช่นกันต่อสิ่งมีชีวิต เพราะสามารถสะสมในตัวเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตได้ดี

2.4 การเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ของปรอท

ปรอทสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทางได้แก่

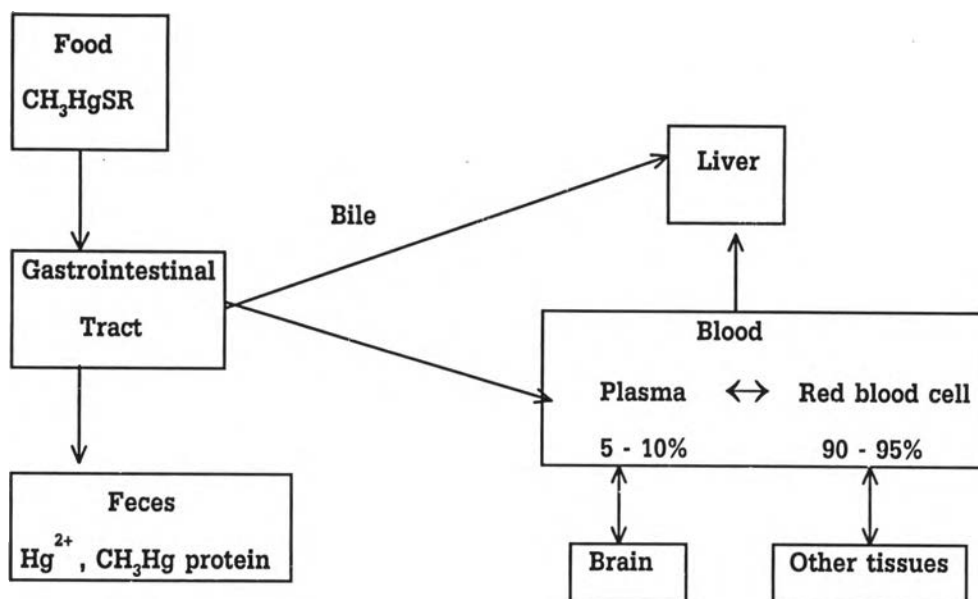
1. ทางหายใจหรือทางจมูก โดยสูดหายใจเอาผงหรือไอปรอทเข้าสู่ปอด ซึ่งส่วนใหญ่จะตกค้างบริเวณจมูกและทำอันตรายแก่กระดูกอ่อนที่กั้นระหว่างจมูก
2. ทางการรับประทานหรือทางปาก การรับประทานสารประกอบของปรอทเข้าไปนั้น มักจะเป็นปรอทอินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในอาหาร โดยเฉพาะอาหารทะเลจำพวกหอย
3. ทางการสัมผัสหรือทางผิวหนัง ผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับปรอทซึ่งสัมผัสกับฝุ่นละอองหรือไอระเหยของปรอท ทำให้เกิดการระคายเคืองที่ผิวหนังและเกิดโรคผิวหนังได้

2.5 ผลกระทบของปรอทต่อมนุษย์

2.5.1 การดูดซึม การกระจายตัว และการขับถ่ายปรอท

ปรอทเข้าสู่ร่างกายเราได้ทุกทาง ไอระเหยของโลหะปรอทเข้าทางจมูกและปอดโดยการหายใจ สารละลายเกลือปรอทเข้าทางปากและทางเดินอาหาร ยาที่มีปรอทเป็นส่วนประกอบจะถูกพาโดยการดูดซึมเข้าทางผิวหนังผ่านเข้าไปในกระแสเลือดและกระจายตัวไปตามเนื้อเยื่อต่าง ๆ ทั่วร่างกาย อวัยวะที่มีการสะสมปรอทได้มากที่สุดคือ ไต ถัดมาตามลำดับก็คือ ตับ ม้าม สมอง ผังลำไส้เล็ก หัวใจ กล้ามเนื้อลาย และปอด

ถ้าร่างกายได้รับปรอทเข้ามาโดยผ่านทางช่องปากลงมาพร้อมกับอาหาร ก็สามารถที่จะสรุปการแพร่กระจายของปรอทในร่างกายได้ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แผนผังการแพร่กระจายของปรอทชนิดเมธิลเมอควิรี ในร่างกายของมนุษย์
(ทริญรัตน์ สุวรรณณี , 2525)

ปรอทบางส่วนจะถูกขับออกทันทีหลังจากที่ได้รับเข้าไป โดยผ่านทางไตและทางลำไส้ใหญ่ ปรอทจำนวนเล็กน้อยจะถูกขับออกทางน้ำดี เหงื่อ และน้ำลาย หลังจากเข้าไปในร่างกายประมาณ 6 วัน ปรอทส่วนมากจะถูกขับออก แต่มักจะพบจำนวนเล็กน้อยในปัสสาวะเป็นเวลาหลายเดือน ค่าครึ่งชีวิตของปรอทในร่างกายประมาณ 70 วัน

2.5.2 กลไกการเกิดพิษในร่างกายมนุษย์ (ไมตรี สุทธิจิตต์, 2534)

พิษของปรอทจะทำอันตรายร่างกายมนุษย์มากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับ

- ทางที่ปรอทเข้าสู่ร่างกาย เช่น ทางผิวหนัง ทางระบบหายใจ หรือทางระบบย่อยอาหาร
- ปริมาณที่ได้รับมากน้อยเท่าใด ซึ่งขึ้นกับระยะเวลาที่ได้รับและความเข้มข้นของปรอท
- สภาพปรอทที่ไปทำปฏิกิริยากับอวัยวะส่วนใดของร่างกาย (Target Organs ส่วนใด) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของสารประกอบปรอทที่อยู่ในรูปใด

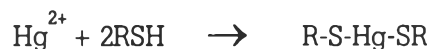
เมื่อสารปรอทที่มีความเป็นพิษสูง เช่น สารปรอทในรูปของ เมธิลเมอควิรีเข้าสู่ร่างกายมนุษย์จะทำให้เกิดความผิดปกติในการทำงานของร่างกายขึ้นคือ ระบบประสาทและระบบการทำงานของเอนไซม์ เมื่อสารนี้เข้าสู่กระแสโลหิตไปสู่สมองเมื่อมีการสะสมตัวสารนี้จะทำให้เซลล์ของระบบประสาทส่วนกลางของบางส่วนถูกทำลายเมื่อได้รับเข้าไปในปริมาณต่าง ๆ กัน จะเกิดอาการผิดปกติทางประสาทได้หลายประการ เช่น ไม่

สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกายได้อย่างปกติ พูดติดอ่าง หูหนวก และตายในที่สุด นอกจากนั้น อากาศ ทางประสาทอื่น ๆ ที่อาจปรากฏได้แก่ บัสสาวะขัด ความจำเสื่อม และการมองเห็นแคบลง เป็นต้น

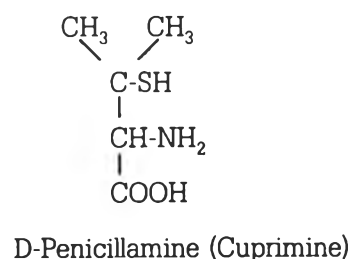
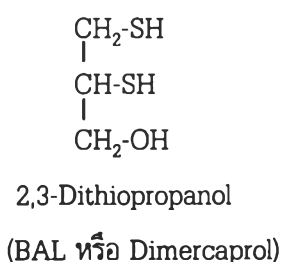
ตัวอย่างในอดีตที่แสดงให้เห็นถึงพิษของปรอทเกิดขึ้นที่ประเทศญี่ปุ่นเมื่อปี พ.ศ. 2495 ที่เมืองมินามาตะ จังหวัดคุมาโมโตะ ในหมู่เกาะคิวชูทางใต้ของประเทศญี่ปุ่น โศกนาฏกรรมนี้เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตสารเคมีปล่อยปรอทลงสู่แม่น้ำที่ไหลผ่านเมืองมินามาตะ ต่อจากนั้นไม่นานในราวเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2496 ก็พบว่าแมวและสุนัขมีอาการแปลก ๆ เดินขาเป๋ไปเป๋มา ผู้คนจำนวนมากโดยเฉพาะเด็กเล็กเกิดป่วยมีอาการต่าง ๆ ทางประสาทคือ ตัวเกร็ง สั่น ชักกระตุก พูดจาไม่รู้เรื่อง ฟังไม่ได้ยิน ครรภ์ตรงเหมือนเสียงเท้าหอนของสุนัข และเดินพรวดพราดไปมาทั้งกลางวันและกลางคืน จำนวนผู้ป่วยทั้งหมดที่มารักษาตัวที่โรงพยาบาลเมื่อผ่านการรักษาแล้ว จะกลายเป็นคนพิการ เป็นอัมพาต หรือตายไปในที่สุด

ในด้านผลจากปรอทต่อระบบเอนไซม์นั้น เกิดขึ้นเนื่องจากปรอทเมื่อเข้าสู่ร่างกายในรูปของเมอคิวไรอออน (Hg^+) และอัลคิลเมอคิวไรอออน ($R-Hg^+$) สามารถจับตัวกับอนุมูลซัลไฟด์ริล ($-SH$) ของเอนไซม์ ทำให้การทำงานของเอนไซม์บางประเภทถูกระงับ เช่น มีผลให้การขนถ่ายออกซิเจนของเลือดไปสู่เซลล์ได้ไม่ดีเท่าที่ควร กระบวนการเผาผลาญอาหารในระดับเซลล์ไม่สมบูรณ์ และการควบคุมสมดุลของการแลกเปลี่ยนโซเดียมและน้ำในระบบไตเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ เป็นต้น

นอกจากอออนของปรอทจะสามารถรวมกับหมู่ $-SH$ ในเอนไซม์แล้ว ยังเกิดปฏิกิริยาแบบเดียวกันกับโปรตีน ซิสเตอีน โคเอนไซม์ และในกลูตาไธโอนที่มีหมู่ $-SH$ ได้เช่นเดียวกัน ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะเป็นแบบในทิศทางเดียวไม่มีการย้อนกลับ (irreversible reaction) ดังนี้



ปฏิกิริยาในสมการข้างบนนี้จะถูกยับยั้งได้ด้วยสารพวก dithiols ซึ่งเป็นโมเลกุลที่มีหมู่ $-SH$ 2 หมู่ อยู่กับ 2 คาร์บอนอะตอมที่ติดกัน เช่น 2,3-dithiopropanol (BAL) และ L-penicillamine ซึ่งมีหมู่ $-SH$ 1 หมู่โมเลกุล สาร thiols จึงถูกนำมาใช้เป็นยาแก้หรือทำลายพิษของปรอทและโลหะหนักในผู้ป่วยได้ โดยสาร thiols จะเข้าไปแทนที่ปรอทในเซลล์ที่ละลายกลายเป็นสารไม่มีพิษแล้วถูกขับออกจากร่างกาย



อ็อกซิดาซิมจะรวมตัวกับหมู่ -SH และยับยั้งเอนไซม์ทั่วไปแบบไม่จำเพาะเจาะจง (non-specific inhibition) เอนไซม์นั้นจะหยุดทำงานทำให้เมตาบอลิซึมหลายกระบวนการพลอยหยุดนิ่งไปด้วย จุดแรกที่ปรอทจะทำลายคือ เยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) เพราะว่ามีหมู่ -SH จำนวนมากซึ่งจำเป็นต่อ permeability และ active transport ของเซลล์ เมื่อหมู่ -SH รวมกับ Hg^{2+} เป็น -SHg แล้วจะไม่ทำหน้าที่ทางชีวเคมีต่อไป เหตุผลนี้ใช้อธิบายกลไกการเป็นยาระบายของ Hg_2Cl_2 ได้คือปรอทจะรวมกับโปรตีนของ cell lining ในลำไส้ใหญ่ ทำให้ไม่มีการดูดซึมของน้ำและเกลือเข้าผนังเซลล์ของลำไส้ใหญ่ ทำให้ขับถ่ายได้ง่ายขึ้นเพราะมีน้ำและเกลือมากในอุจจาระนั้นเอง โดย Hg_2Cl_2 มีความเป็นพิษน้อยกว่า $HgCl_2$

ถ้าปรอทเข้าไปในเซลล์ได้จะเข้าไปรวมกับสารที่มีหมู่ -SH ในไซโตพลาสซึม ไมโทคอนเดรีย ไลโซโซม และนิวเคลียส ความเสียหายทางชีวเคมีของเซลล์ก็ยิ่งเพิ่มขึ้นตามลำดับ ในกรณีที่มีพิษเรื้อรังของปรอทจะพบว่าเซลล์ของตับ ไต ลำไส้ กล้ามเนื้อ หัวใจ และสมองถูกทำลายและอักเสบ อาการอย่างหนึ่งที่เกิดจากไตอักเสบก็คือ ปัสสาวะน้อยลง หรือปัสสาวะไม่ออกเลย

ปรอทจะถูกสะสมมากที่สุดที่เซลล์ของไต เป็นเพราะว่าที่เบสเมมเบรน(basement membrane) ของเซลล์ไตมีหมู่ -SH พบว่าปรอทจะถูกนำไปเก็บไว้ในรูปของสารประกอบเชิงซ้อนของเมทัลโลเมทาไธโอนีน (metallo-methionine) แม้ว่าไตจะเป็นอวัยวะเป้าหมาย (target organ) ของปรอท แต่ก็ถูกกระทบกระเทือนและอันตรายน้อยกว่าการสะสมปรอทในสมองมาก

แม้ไม่มีข้อมูลยืนยันผลของปรอทที่มีต่อพันธุกรรมของคนและสัตว์ แต่มีรายงานจากสถาบันสุขภาพและสาธารณสุขของสวีเดนว่า โครโมโซมของเซลล์ลิมโฟไซท์ (lymphocyte) ในผู้ป่วยที่กินปลาปนด้วยสารปรอทเมธิลนั้นมีความผิดปกติ โดยที่โครโมโซมจำนวนหนึ่งถูกทำลายโดยแตกออกเป็นชิ้นส่วนเล็ก ๆ จึงมีแนวโน้มว่าพิษของปรอทน่าจะมีผลต่อระบบสืบพันธุ์และกรรมพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดด้วย

2.6 มาตรฐานของสารปรอทในสิ่งแวดล้อม

ตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ.2535 กำหนดให้น้ำทิ้งที่ระบายจากโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทยมีปรอทได้ไม่เกิน 5 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามมาตรฐานน้ำทิ้ง (effluent standard)

กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2526 ได้กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดของประเทศไทย ควรมีปริมาณปรอทปนเปื้อนได้ไม่เกิน 2 ไมโครกรัมต่อลิตร และคุณภาพน้ำใต้ดินที่สามารถนำมาใช้ดื่มต้องมีปรอทไม่เกิน 1 ไมโครกรัมต่อลิตร

EPA (1973) กำหนดให้ปริมาณปรอทในสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำมีปรอทอินทรีย์รวมไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปรอทอินทรีย์รวมไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (body burden concentration of Mercury)

เอกสารเรื่องปรอท กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2528) กล่าวว่า ค่าปริมาณปรอทที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายมนุษย์นั้น WHO (1976 อ้างถึงใน UNEP, 1984) ว่าปริมาณปรอทที่ได้รับต่อสัปดาห์ ซึ่งร่างกายสามารถทนได้จะมีค่าเท่ากับ 300 ไมโครกรัม ในรูป total mercury ซึ่งในจำนวนนี้จะต้องมี methylmercury อยู่ไม่เกินกว่า 200 ไมโครกรัม และการแพร่กระจายของปรอทในอากาศ จะมีความแตกต่างกันในแต่ละสถานที่โดยการศึกษาของ NAS (1978 อ้างถึงใน UNEP, 1984) และ Mathson (1979 อ้างถึงใน UNEP, 1984) พบว่าเขตชนบทจะมีปรอทในบรรยากาศเฉลี่ยประมาณ 1 - 5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนในเมืองมีปรอทในบรรยากาศประมาณ 7 - 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

Method for Biological Monitoring ของ American Public Health Association กำหนดให้ปริมาณปรอทในรูป total mercury ระดับที่ปลอดภัยในปัสสาวะมีได้สูงสุดไม่เกิน 300 ไมโครกรัมต่อลิตร และระดับปรอทในเลือดมีได้สูงสุดไม่เกิน 3 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร

National Institute for Occupational Safety & Health (NIOSH) กำหนดให้มาตรฐานมลพิษประเภทปรอทจากแหล่งกำเนิดมีได้สูงสุดในอากาศ 0.05 มิลลิกรัมต่ออากาศลูกบาศก์เมตร

2.7 ข้อมูลเพิ่มเติม

จากหนังสือสถิติการค้าระหว่างประเทศ ปี พ.ศ. 2530-2537 กรมศุลกากร กล่าวว่าประเทศไทยมีการซื้อปรอทจากต่างประเทศ โดยช่วงปี พ.ศ. 2536 มีการนำปรอทเข้ามาถึง 87,497 กิโลกรัม และ ปี พ.ศ. 2537 นำเข้าปรอท 60,363 กิโลกรัม ปรอทเหล่านี้ยังไม่สามารถระบุอุตสาหกรรมที่ใช้ได้ชัดเจน

The Encyclopedia of the Chemical Element, Cowsik, 1968 ได้ทำการศึกษาพบว่า โลหะแมกนีเซียม อะลูมิเนียม โคโรเนียม แคดเมียม ดีบุก นิกเกิล ตะกั่ว และทองแดง จะถูกล้างออกจากปรอทได้โดยใช้ล้างในสารละลายไนตริก 1 ส่วนต่อน้ำ 9 ส่วน ฉีดผ่านปรอทที่วางอยู่บน Fritted glass เป็นเวลา 12 - 16 ชั่วโมง และพบว่า โลหะทอง แพลตินัม เงิน ทองแดง สังกะสี ดีบุก ตะกั่ว และแคดเมียม จะถูกสกัดออกจากปรอทได้โดยใช้วิธีการกลั่นสุญญากาศ (vacuum distillation)

บุญพฤษฯ จาตุมาระ, วารสารทันตแพทย์ 2536 แนะนำว่า การทำปรอทบริสุทธิ์ ทำได้โดยให้ปรอทที่ไม่บริสุทธิ์ไหลเป็นสายเล็ก ๆ ผ่าน 5% HNO₃ ซึ่งมี mercurous nitrate [Hg₂(NO₃)₂] ละลายอยู่ จะทำให้ธาตุปนเปื้อนอื่น ๆ ละลายไปได้ และการเขย่าปรอทที่ไม่บริสุทธิ์กับสารละลายเข้มข้นของ potassium permanganate (KMnO₄) ใน 6 N H₂SO₄ ซึ่งเจือ ferric Chloride (FeCl₃) เล็กน้อย แล้วจึงนำปรอทที่ได้นี้ไปกลั่นในสุญญากาศ จะได้ปรอทบริสุทธิ์

ชัชรี สุชาติลำพังค์, วารสารทันตแพทย์ 2526 ทำการทดลองเปรียบเทียบ คุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีของปรอทที่ควรใช้ทางทันตกรรมโดยการสังเกตลักษณะของปรอทด้วยตาเปล่าและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยใช้ AAS พบว่าปรอทที่ใช้ศึกษา 5 ชนิด ซึ่งได้แก่ปรอทมาตรฐานของสมาคมทันตแพทย์แห่งสหรัฐอเมริกา (A.D.A) 1 ตัวอย่าง ปรอทที่ใช้ทางทันตกรรมทั่วไป 3 ตัวอย่าง และปรอทที่ใช้ทางเคมี

1 ตัวอย่าง พบว่าจากการตรวจคุณสมบัติทางฟิสิกส์ปรอททุกชนิดไม่พบลักษณะ "เบี่ยง" หรือ "Tail of Mercury" และจากการตรวจคุณสมบัติทางเคมีพบว่าปรอททุกตัวอย่างมีร้อยละความบริสุทธิ์มากกว่า 99.9 และมีเก๊าร้อยละ 0.006-0.01 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานรับรองของ A.D.A ให้ใช้ปรอทนั้นทางทันตกรรมได้

อมรา คัมภีรานนท์ และ สุพัตรา กุลชร (2539) ทำการทดสอบทางไซโตจีนิติกกับเม็ดเลือดขาวของคน พบว่าปรอทมีผลต่ออัตราการแบ่งเซลล์ โดยเป็นตัวยับยั้งการแบ่งเซลล์ไมโทซิส โดยถ้ามีปรอทในเลือดถึง 9 ไมโครกรัมต่อลิตร จะไม่มีการแบ่งเซลล์เกิดขึ้นในร่างกายมนุษย์