

1.1 คำนำ (1, 2, 3, 4)

ตีพิมพ์มาจากภาษาละตินว่า stannum ประวัติศาสตร์ของตะกั่วเกี่ยวข้องกับ โลหะผสมระหว่างทองแดงกับตะกั่ว (ตะกั่ว 10-18 %) ซึ่งเรียกว่า บรอนซ์ (Bronze) หรือทองสัมฤทธิ์ โดย 3500 BC มีการใช้บรอนซ์ใน Ur (ประเทศอิรักในปัจจุบัน) ซึ่งการใช้ยังไม่แพร่หลายนัก ต่อมาใน 3000 BC มีการใช้อย่างแพร่หลายของ Persian Bronze โดยใช้ในการทำอาวุธ เครื่องมือ ราชรถ เครื่องประกอบและเครื่องประดับต่าง ๆ 1500 BC มีหลักฐานการทำเหมืองตะกั่วใน Caucasia ตามชายประเทศ Persia (ประเทศอิหร่านในปัจจุบัน) อังกฤษ ฝรั่งเศส และสเปน ตามลำดับ 1100 BC พวก Phoenician และกรีก ได้กระจายการใช้บรอนซ์ไปยังที่ต่าง ๆ โดยการค้า เนื่องจากในตะวันออกกลาง (Middle East) ตะกั่วมีจำนวนจำกัดจึงมีการซื้อขายโดยทางเรือกับประเทศอังกฤษ และสเปน AD79 Pliny ได้พรรณนาโลหะผสมระหว่างตะกั่วกับตะกั่วที่เรียกว่า Solder ซึ่งชาวโรมันได้นำมาใช้ในการเชื่อมโลหะและการใช้ตะกั่วเคลือบทองแดง (Tinned copper) ศตวรรษที่ 17 ในประเทศอังกฤษได้มีการใช้ตะกั่วอาบเหล็ก (Tin plate or Tinned-Steel Sheet) ใน ค.ศ.1893 Isaac Babbit ได้ทำโลหะผสมตะกั่ว พลวง และทองแดง (Babbit metal) ซึ่งใช้ในการทำเครื่องจักรไอน้ำ ในศตวรรษที่ 20 นี้ ก็ได้มีการปรับปรุงทำตะกั่วให้บริสุทธิ์ และการทำโลหะผสมตะกั่วต่าง ๆ

ประวัติตะกั่วในประเทศไทย⁽⁴⁾ ในสมัยโบราณคนไทยใช้ตะกั่วมาสร้างพระพุทธรูป และอาวุธต่าง ๆ ในสมัยพระนารายณ์มหาราชก็ได้มีการใช้ตะกั่วแลกเปลี่ยนสินค้ากับต่างประเทศ และเมื่อประมาณร้อยกว่าปีมานี้ได้มีการใช้ตะกั่วเป็นเงินตรา ส่วนการทำเหมืองตะกั่วก็มีหลักฐานแสดงว่ามีการทำเหมืองตะกั่วครั้งแรก

ที่จังหวัดภูเก็ต ซึ่งผลิตแร่ดีบุกได้มา และทำการถลุง ณ บริเวณแหล่งแร่ ทำให้เกิดซัตะกรันโบราณที่ขุดพบกันในปัจจุบัน

1.2 สมบัติทางกายภาพและทางเคมี (1, 2, 3, 5)

ดีบุกเป็นโลหะมีสมบัติต่าง ๆ กันรายละเอียดที่แสดงไว้ในตารางที่ 1 ดีบุกมีสมบัติอ่อนไม่เปราะ มีสีเงินขาวเจือฟ้า (silvery-white metal with a bluish tinge) ซึ่งเกิดจากผิวของดีบุกถูกออกซิไดซ์ (oxidize) โดยก๊าซออกซิเจน (oxygen, O_2) ในอากาศเกิดเป็นสแตนนิกออกไซด์ (stannic oxide, SnO_2) เคลือบเป็นผิวบางรอบโลหะซึ่งมีคุณสมบัติที่เสถียรและเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ คัดยัดแน่นอย่างมั่นคงกับผิวโลหะต่าง ๆ ใต้อันเช่น เหล็ก ทองแดง และโลหะผสมต่าง ๆ จึงใช้ดีบุกเคลือบผิวโลหะพวกนี้เพื่อป้องกันการเกิดสนิม (corrosion) มีจุดหลอมเหลวที่ต่ำเมื่อเทียบกับโลหะที่มีโครงสร้างคล้ายกันแต่มีจุดเดือดที่สูง จึงทำให้มีอุณหภูมิระหว่างจุดเดือดและจุดหลอมเหลวต่ำมากยากแก่การที่จะระเหยหรือสูญหาย เมื่อทำให้หลอมเหลวหรือการผสมทำโลหะผสมต่าง ๆ ไม่เป็นพิษจึงนิยมใช้ในการเคลือบกระป๋องหรือภาชนะที่บรรจุอาหาร มีโครงสร้างผลึกที่เป็นระเบียบและแข็งแรง จึงจะเห็นได้จาก การโค้งงอของแผ่นดีบุกจะเกิดเสียงดังที่เรียกว่า tin cry ซึ่งเกิดจากบิควัตถ์ หรือชนกันภายในโครงสร้างผลึก มีโครงสร้างผลึก 2 ชนิด คือ white tin (beta tin) และ Gray tin (alpha tin) ซึ่งมีการเปลี่ยนไปมาได้ โดยดีบุกที่มีความบริสุทธิ์จะมีการเปลี่ยนจาก white tin ไปยัง Gray tin เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า $13.2^{\circ}C$ ซึ่งเรียกว่า tin pest หรือ tin disease และการบดเป็นผงของ white tin ที่มีความบริสุทธิ์สูงก็จะมี การเปลี่ยนแปลงไปเช่น

เดียวกัน ถึงแม้ขุมนหภูมิจะไม่ทำนักรซึ่งป้องกันได้โดยการเพิ่มสารเจือปน (impurity) ต่าง ๆ ปริมาณเล็กน้อยลงไป เช่น Sb, Bi, Cu, Pb, Ag และ Au

ดีบุกเป็นธาตุอยู่ใน Group (IV) A มีสารประกอบได้ 2 แบบคือ สแตนนัสทิน (stannous tin, Sn(II)) และสแตนนิกทิน (stannic tin, Sn(IV)) นอกจากนี้ สารประกอบบางชนิดของดีบุกมีออกซิเดชันนัมเบอร์ (oxidation number) -4 ซึ่งเกิดจากอิเล็กตรอนวงนอก 8 ตัว ไขว้ร่วมกับ อะตอมที่มีประจุบวก

กรดไฮโดรเจน (Halogen acid, HF, HCl, HBr และ HI) สามารถละลายดีบุกได้ดีเมื่อร้อนและเข้มข้น กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid, H_2SO_4) สามารถละลายดีบุกได้ดีเมื่อร้อนโดยเฉพาะอย่างยิ่งใน oxidizing agent ส่วนกรดไนตริก (Nitric acid, HNO_3) ละลายดีบุกได้อย่างช้า ๆ เมื่อเย็นและเจือจาง แต่เมื่อร้อนจะเปลี่ยนดีบุกเป็น metastannic acid (hydrate tin oxide, $SnO_2 \cdot n \cdot H_2O$) ดีบุกไม่ทำปฏิกิริยากับกรดอินทรีย์ (organic acid) ในอาหาร ทำปฏิกิริยาโดยตรงกับไฮโดรเจน ออกซิเจน ซัลเฟอร์ และฟอสฟอรัส ได้สารประกอบต่าง ๆ เช่น สแตนนิกไอโอไดด์ (Stannic iodide, SnI_4) สแตนนิกออกไซด์ (Stannic oxide, SnO_2) แต่ไม่ทำปฏิกิริยาโดยตรงกับไนโตรเจนและไฮโดรเจน เบสอ่อนเช่น แอมโมเนียม ไฮดรอกไซด์ (Ammonium hydroxide) หรือโซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate) มีผลน้อยมากต่อดีบุก ส่วนเบสแก่เช่น โซเดียมหรือโพแทสเซียม ไฮดรอกไซด์ (Sodium or Potassium hydroxide) ละลายดีบุกและเกิด สแตนเนต (stannate) เช่น โซเดียมและโพแทสเซียม สแตนเนต (sodium and potassium stannate, $Na_2Sn(OH)_6$ and $K_2Sn(OH)_6$)

ดีบุกสามารถเกิดพันธะกับคาร์บอนได้มากกว่า 500 ชนิด เรียก
 organotin compounds โดยดีบุกถูกจับด้วย alkyl หรือ aryl
 1 ถึง 4 กลุ่ม

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพของดีบุกบริสุทธิ์ (1, 5)

Symbol	Sn
Atomic number	50
Atomic weight	118.69
Isotope	120, 118, 116, 119, 117, 124, 122, 112, 114, 115
Crystal system	
White tin (β)	tetragonal
Gray tin (α)	cubic
Melting point ($^{\circ}\text{C}$)	231.9
Boiling point ($^{\circ}\text{C}$)	2,270
Density or Specific gravity (g/cm^3 at 20°C)	
White tin (β)	7.31
Gray tin (α)	5.75
Oxidation number	+2, +4
Electron configuration	$1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ $3s^2$ $3p^6$ $3d^{10}$ $4s^2$ $4p^6$ $4d^{10}$ $5s^2$ $5p^2$

ตารางที่ 1 (ต่อ)

Tensile strength as cast psi at 15°C	2,100
200°C	650
-40°C	2,900
Electric resistivity (microhm/cm) at 0°C	11.0
100°C	15.5
Thermal conductivity (cal/cm/cm ² /sec/°C) at 100°C	0.145
Magnetic susceptibility, cgs unit	0.027 x 10 ⁻⁶
Modulus of elasticity million psi	6-6.5
Specific heat (cal/g) at 25°C	0.053
Latent heat of fusion (cal/g)	14.2
Latent heat of vapourization (cal/g)	520 ± 20
Shrinkage of solidification (%)	2.8
Coefficient of linear expansion (per degree)	
at 0°C	19.9 x 10 ⁻⁶
100°C	23.8 x 10 ⁻⁶

1.3 ชนิดและการเกิดของแร่ดีบุก (1, 3, 4)

แร่ดีบุกมีกระจายในความเข้มข้นน้อย ๆ ทั่วโลก แต่มีเพียงบางพื้นที่ที่มีความเข้มข้นสูงจนมีความสำคัญในทางการค้าและเศรษฐกิจของประเทศต่าง ๆ เช่น มาเลเซีย โบลิเวีย ไทย อินโดนีเซีย ในจีเรีย จีน คองโก และบราซิล

แร่ดีบุกมีหลายชนิดด้วยกัน แร่ดีบุกที่สำคัญที่สุดของแหล่งแร่และทางการค้าคือ แร่แคสซิเทไรต์ (Cassiterite, SnO_2) ซึ่งรู้จักทั่วไปในชื่อว่า tin stone ถ้าบริสุทธิ์มีเปอร์เซ็นต์โลหะดีบุก 78.6 % มีรูปร่างผลึกเป็น tetragonal หรือ ditetragonal-dipyramidal มีสีน้ำตาล แต่อาจพบสีขาว น้ำผึ้ง แดง ม่วง ค่าดัชนีอยู่กึ่งกลางของหินที่ประกอบอยู่ในแร่ มีความวาวแบบเพชร (adamantine luster) มีความแข็ง 6-7 มีความถ่วงจำเพาะ 6.8-7.1 และทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก และแผ่นสังกะสี โลหะดีบุกสีเทาเข้ม นอกจากนี้ ยังมีแร่ดีบุกชนิดอื่น ๆ เช่น Stannite ($\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{FeS} \cdot \text{SnS}_2$), Cylindrite ($\text{Pb}_3\text{Sn}_4\text{FeSb}_2\text{S}_{14}$), Teallite (PbSnS_2), Canfieldite (Ag_8SnS_6) และ Malayaite (CaSnSiO_5)

แร่ดีบุกมีการเกิดสัมพันธ์กับหินแกรนิต โดยแร่ดีบุกปฐมภูมิ (primary tin ore) มีความสัมพันธ์กับหินแกรนิต หังสเทน ควอตซ์ ไวท์ไมก้า และบางที่ยังพบเงินและโมลิบดีนัมปะปนอยู่ด้วย เกิดจากการคั่นตัวขึ้นมาของหินละลาย แล้วเกิดการเย็นตัวแข็งกลายเป็นหินแกรนิต ท่อน้ำแร่ที่อยู่ในสภาวะของก๊าซหรือสารละลายก็จะถูกบีบตัวออกมาจากภายในหินแกรนิตเกิดเป็นแร่ดีบุกในลักษณะเปกมาไทต์ (pegmatite) หรือแบบฝังประ (disseminated type) อยู่บริเวณช่วงตอนบนของหินแกรนิต หรือเกิดเป็นสายแร่ควอตซ์ดีบุกอุณหภูมิสูง (Hypothermal) สายแร่อุณหภูมิปานกลาง (Mesothermal) อยู่ในตัวหินแกรนิต

ใกล้รอยสัมผัสกับหินข้างเคียง หรืออยู่ตามรอยร้าวของหินข้างเคียง ซึ่งเป็น การสะสมตัวของแร่คิบุกแบบสายแร่ แต่เดิมจะเกิดอยู่ที่ผิวโลก ประมาณ 3-10 กิโลเมตร เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นผิวโลก โดยหินชนิดต่าง ๆ ที่ทับถมอยู่บนสายแร่ เกิดการยุพังสลายตัวกลายเป็นดินสาย แร่จึงโผล่ให้เห็นดังตัวอยู่ในหิน ซึ่งพบในประเทศอังกฤษ และโบลิเวีย แหล่งแร่ชนิดหนึ่งคือ แหล่งลานแร่ หรือลานแร่พลัค (placer deposit) เกิดจากการยุพังของแหล่งแร่คิบุกปฐมภูมิ แล้วถูกฝนหรือพลังงานอื่นพัดพา เอาแร่คิบุกไปสะสมตัวอยู่ตามท้องลำธาร หรือในบริเวณที่เป็นแอ่ง แร่ที่เบา ก็จะถูกพัดพาไปเหลือแต่แร่น้ำหนัก ๆ คือ แร่แคลสซิเทอไรต์ ซึ่งแหล่งแร่ชนิดนี้ จะมีแร่ทั้งสเทนและแร่ เหล็กปะปนอยู่ด้วย และส่วนใหญ่จะถูกพัดพาไปไม่ไกล จากแหล่งแร่ เดิมมากนักเนื่องจากเป็นแร่น้ำหนักซึ่งพบในประเทศมาเลเซีย ไทย อินโดนีเซีย ไนจีเรีย คองโก และจีน โดยแร่คิบุกส่วนใหญ่ 80 % ของผล ผลิตมาจากแหล่งแร่ เหล่านี้

1.4 ประโยชน์และการใช้งาน (1, 2, 3, 6)

จากสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของคิบุก เป็นผลทำให้มีการ ใช้โลหะคิบุกอย่างกว้างขวางกว่าโลหะตัวอื่น ๆ ถึงแม้จำนวนโลหะคิบุกที่ถูกใช้ จะน้อยเมื่อเทียบกับโลหะตัวอื่น แต่ก็ได้ชื่อว่าเป็นโลหะที่มีความสำคัญอย่างมาก ในการผลิต ผลิตภัณฑ์ของคิบุกมีความจำเป็นสำหรับความ เจริญและชีวิตประจำวัน มีการใช้คิบุกอย่างสม่ำเสมอในหลายรูปแบบ แม้ว่าคิบุกจะมีราคาแพงแต่ความ เฉพาะเจาะจงและคุณสมบัติที่โลหะตัวอื่นไม่มี ทำให้มีการใช้คิบุกอย่างประหยัด

เราสามารถแบ่งประโยชน์และการใช้งานของโลหะคิบุกได้เป็น 3 รูปแบบคือ โลหะคิบุกบริสุทธิ์ โลหะผสมคิบุก และสารประกอบของคิบุก

1.4.1 โลหะบริสุทธิ์ (Pure metal) โลหะที่บริสุทธิ์มีประโยชน์และ
การใช้งานหลายอย่างคือ

Tin plate โลหะที่ถูกใช้มากที่สุดในการทำ tin plate
คือ ประมาณ 40 % ของโลหะที่ถูกผลิตได้ ส่วนมากจะใช้ในอุตสาหกรรมทำ
กระป๋องสำหรับบรรจุอาหารและเครื่องดื่ม นอกจากนี้ก็ใช้ในการเคลือบบนผิว
โลหะและโลหะผสมต่าง ๆ การทำ tin plate และการเคลือบบนผิวโลหะ
ทำได้หลายวิธีคือ วิธี electro plating โดยใช้ไฟฟ้าในการเคลือบเป็นวิธี
การที่ไม่มีขีดจำกัดความหนาที่ทำได้ง่ายในการเตรียมและความคุม วิธี Hot-dip
tinning โดยการจุ่มวัตถุที่ต้องการเคลือบลงในโลหะที่หลอมเหลวจะได้
ความหนา 0.0001-0.0005 นิ้ว และวิธีเคลือบโดยปฏิกิริยาเคมี โดยจุ่มใน
สารละลายเช่น sodium stannate acetate

Tin pipe ใช้เป็นท่อสำหรับน้ำกลั่นและเบียร์

Tin wire ใช้เป็น electric fuse

Tin anode ใช้เป็น anode สำหรับการทำ electroplating

Tin in glass manufactory ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตกระจก
โดยกระจกแบนทำจากแก้วที่หลอมเหลวบนผิวโลหะที่หลอมเหลว

1.4.2 โลหะผสม (Alloy) โลหะที่ถูกมีคุณสมบัติอ่อนจึงมีการใช้น้อย
เมื่อเป็นโลหะบริสุทธิ์ และโลหะที่ถูกสามารถผสมกับโลหะอื่น ๆ ได้ง่าย เช่น
Cu, Sb, Bi, Cd, Ag, Pb, Co, Ni, Al, Ti, Na และ Zr ทำให้
เกิดโลหะผสมที่ถูกมากมาย ซึ่งการผสมของโลหะที่ถูกเป็นการเพิ่มคุณสมบัติ
ของโลหะผสม เช่น การป้องกันสนิม ความแข็ง mechanical strength
และความสามารถในการใช้งาน

Bronze เป็นโลหะผสมที่เก่าแก่ที่สุดเกิดจากการผสมระหว่าง
กัมพูกับทองแดงใช้ในงานที่มีความไวสูง (high speed) และต้องการความ
ทนทานสูง (heavy duty bearing) เช่น วาล์วสำหรับไอน้ำ แปรง

Solder โลหะที่มักถูกใช้มากที่สุดคือ solder รองจาก tin
plate เป็นโลหะผสมระหว่างกัมพูกับตะกั่ว มีจุดหลอมเหลวต่ำ ใช้ในงาน
เชื่อมชิ้นส่วนของโลหะมีกัมพู 2-70 % ที่เหลือเป็นตะกั่ว

ส่วนโลหะผสมกัมพูตัวอื่น ๆ มีส่วนประกอบและการใช้ประโยชน์
ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบและการใช้ประโยชน์ของโลหะผสมกัมพูบางตัว (2)

trade name or type	composition (percent)											uses
	Cu	Sn	Pb	Sb	Ni	Al	Si	Ti	Zr	Cr	Fe	
Tin base and lead base												
Babbitt metal (grade 1)	4.5	91		4.5								turbines, centrifugal pumps
Babbitt metal (grade 2)	3.5	89		7.5								automotive bearings
Babbitt metal (grade 3)	8	84		8								
Babbitt metal (grade 4)	3	75	10	12								bearings
Babbitt metal (grade 5)	2	65	18	15								costume jewelry
Jeweler's white metal		92		8								plates, domestic utensils
Pewter (casting)	0.5	92		7.5								tea and coffee service, trays, tankards
Pewter (spinning)	2	91		7								
Pewter (soft)	2	95		3								
Britannia metal	1-3	90-95		4-8								castings, ornamental objects
Linotype		3-5	balance	11-12								type metal
Stereotype		6-8	balance	13-15								type metal
Monotype		7-8	balance	15-17								type metal
Foundry type		10-13	balance	20-25								type metal
Aluminum base												
Alcoa 80S	1	6.5			0.5	balance	1.5					solid bearings subject to high loads
Aluminum-Tin	1	20				balance						automotive bearings-connecting rod, main camshaft
Miscellaneous												
Alpha titanium		2.5				5		balance				structural material for aircraft and spacecraft
Zircaloy-2		1.5			0.05				balance	0.10	0.12	nuclear power reactor fuel cladding
Superconducting Nb ₃ Sn		33.4										solenoid magnets
Dental amalgam*		12										fillings

*Plus mercury, silver balance.

1.4.3 สารประกอบดีบุก (Tin compounds) ดีบุกทำปฏิกิริยากับสารประกอบอนินทรีย์และอินทรีย์ ได้สารประกอบมากมายซึ่งมีการใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การใช้ประโยชน์ของสารประกอบดีบุก^(1, 6)

Compound	Application
tin metal	manufacture of tin plate, solders, bronzes, pewter, alloys, amalgams, chemicals
tin(IV) oxide	ceramic glaze opacifier, ceramic pigments
tin(IV) hydride	gas-plate tin on metal, ceramics
tin(II) acetate	catalyst
tin(II) chloride	electroplating of steel strip, tin coating of sensitized paper, antisludge agent for oils, stabilizer of perfumes in soaps, additive for drilling muds, electroplating, catalyst in organic reactions
tin(II) fluoroborate	tin-plating baths
tin(II) fluoride	toothpaste and dental preparations
tin(II) 2-ethylhexoate	catalyst for polyurethane foam production and incurring silicone oil formulations

Compound	Application
tin(II) oxalate	catalyst for coal hydrogenation, catalyst for acid-type esterification, transesterification or polyesterification
tin(II) oxide	manufacture of gold-tin and copper-tin ruby glass
tin(II) sulfate	immersion plating of steel wire, electrotinning strip, with copper sulfate for lacquer finishes
tin(II) tartrate	dyeing and printing of textiles
tin(IV) chloride	mordant in dyeing of silk, preparation of other inorganic and organic tins, manufacture of blueprint and other sensitized papers
sodium stannate	alkaline electroplating tin baths
sodium pentafluorostannate	dentifrice formulations
tin(II) oleate	catalyst for polymerization
dibutyltin dilaurate and dibutyltin maleate	prevent the decomposition of polyvinyl chloride
tributyltin oxide	antifoulant in marine plant, wood preservative, fungicide, bactericide

1.5 วิธีการวิเคราะห์^(6, 7)

ที่มุกมีวิธีการวิเคราะห์ให้หลายวิธีการด้วยกัน การเลือกวิธีใด ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของวิธีการอื่นใดแก่ ปริมาณสารที่ต้องการวิเคราะห์ ขบวนการของตัวอย่าง ความถูกต้อง ความแม่นยำ ปริมาณต่ำสุด ความ สะดวก ความรวดเร็วของวิธีการ เครื่องมือเครื่องใช้ที่มีอยู่ ตลอดจนค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ ตัวอย่างวิธีการวิเคราะห์ที่มุกมีดังนี้คือ

1.5.1 Volumetric method เป็นวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้ทั่วไปในการ วิเคราะห์หาปริมาณที่มุกในแร่ซึ่งมีปริมาณที่มุกมาก (5 mg) ที่มีโลหะต่าง ๆ หลายชนิดปะปนอยู่ด้วย โดยการรีดักชัน (reduction) ที่มุกให้อยู่ในรูป สแตนนิสออส (Sn(II)) แล้วนำมาออกซิไดซ์ให้เป็นสแตนนิคออส (Sn(IV)) โดยสารละลายไอโอดีนมาทำ ฐานซึ่งเป็น titrant

1.5.2 Gravimetric method เป็นวิธีที่นิยมใช้กันในการวิเคราะห์ หาปริมาณที่มุกในแร่ ที่มีโลหะต่าง ๆ ปะปนอยู่น้อย โดยหาคีมุกให้ตกตะกอน อยู่ในรูปของสแตนนิคออกไซด์ (stannic oxide, SnO_2) หลังจากการอมให้ แห้งแล้วชั่งน้ำหนัก

1.5.3 Atomic absorption spectroscopy เป็นวิธีการวิเคราะห์ ที่ใช้อย่างกว้างขวางในการวิเคราะห์หาปริมาณที่มุกปริมาณน้อย ๆ ปริมาณต่ำสุด ของการวิเคราะห์จะให้ผลได้ก็กับเปลวไฟที่มีเชื้อเพลิงมาก (a fuel rich, reducing flame) โดยวิเคราะห์ที่มุกที่มีความเข้มข้นต่ำสุดเมื่อใช้เปลวไฟ air-hydrogen, air-ethylene และ nitrous oxide-ethylene flame เป็น 1-1.5, 2-2.5 และ 4-5 ppm ตามลำดับ โดยวัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ที่ความยาวคลื่น 224.61, 235.48, 286.33 nm ตามลำดับ

ซึ่งให้ข้อมูลไม่แตกต่างกันมากมาย ปัจจุบันมีรายงานว่า วิธี AAS สามารถวิเคราะห์ตะกั่วที่มีความเข้มข้นต่ำสุด 0.1-0.5 ppm และโดยการจกโดยวิธี aspiration เมื่อใช้ร่วมกับเทคนิค hydride generation จะสามารถหาปริมาณตะกั่วต่ำสุดถึง 5×10^{-3} ppm

1.5.4 Emission spectrometry เป็นวิธีการวิเคราะห์ที่รวดเร็วและเฉพาะเจาะจงวิธีหนึ่ง สามารถใช้วิเคราะห์ธาตุต่าง ๆ หลายธาตุไปพร้อมกัน แต่วิธีการนี้ต้องการความชำนาญที่สูงของผู้ทำการวิเคราะห์และเครื่องมือที่มีราคาแพง

1.5.5 Neutron activation analysis ถึงแม้ความเข้มข้นต่ำสุดที่วิเคราะห์ได้โดยวิธีนี้จะดีกว่าวิธีอื่น ๆ แต่วิธีการนี้มีข้อเสียคือ มีความจำเป็นที่จะต้องมีการนิวเคลียร์ reactor และความเป็นไปได้ของสิ่งรบกวน จากการเตรียมของไอโซโทป (isotope) ต่าง ๆ

1.5.6 Spectrophotometric method เป็นวิธีการวิเคราะห์ที่ง่าย สะดวกและรวดเร็ว ใช้สารที่ทำปฏิกิริยากับตะกั่วเกิดสารประกอบเชิงซ้อนที่มีสี ซึ่งความสามารถต่าง ๆ ของวิธีการนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ใช้ทำปฏิกิริยากับตะกั่ว เช่น กาเลอีน ฟีนิลฟลูโอโรน รายละเอียดจะอธิบายในบทที่ 3

1.5.7 Miscellaneous analytical methods ได้แก่ X-ray fluorescence, Infrared internal reflection spectroscopy, Fluorimetric method และ Electroanalytical method

1.6 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณคีนุกในตัวอย่างดินและตะกอนห้องน้ำ
2. เพื่อศึกษาปรับปรุงวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณคีนุกโดยวิธีสเปกโตรโฟโตเมตรี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved