

## ทองคำขาว

### ประวัติ

ทองคำขาวได้ถูกนำไปใช้ประโยชน์เป็นครั้งแรก ตั้งแต่ประมาณ ๗๐๐ ปีก่อนคริสต์ศักราช โดยชาวอียิปต์โบราณได้ใช้ เกร็ดทองคำขาวตกแต่ง เป็นตัวอักษรที่ เขียนอยู่บนหีบใส่เครื่องใช้ประจำตัว หรือหีบ เครื่องสำอางค์ ต่อจากนั้นมา ยังได้พบว่าชาวอินเดียในประเทศโคลัมเบีย ได้นำไปใช้ประโยชน์ ตั้งแต่ก่อนสมัยที่ชาว สเปนจะ เดินทางไปถึงทวีปอเมริกาใต้ แหล่งแร่ทองคำขาวแบบลานแร่ในประเทศโคลัมเบีย นับได้ว่าเป็นแหล่งแร่ทองคำขาวแหล่งแรกของโลก ที่ได้มีการกล่าวถึงในเอกสาร ในปี ค.ศ. ๑๕๔๗ แต่ถึงกระนั้นก็ตาม ก็ยังไม่มีผู้ใดทราบว่า โลหะธรรมชาติที่เกิดขึ้นอยู่กับทองคำในแหล่งลานแร่ ในลุ่มน้ำ Pinto ใกล้ ๆ ตำบล Papayan เมือง Choco ซึ่งอยู่ใกล้ฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิก ทางด้านตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศโคลัมเบีย ในทวีปอเมริกาใต้นั้น เป็นโลหะอะไร ใน ค.ศ. ๑๗๓๔ โลหะธรรมชาตินี้ได้ถูกนำไปยังทวีปยุโรป และได้รับการเรียกชื่อว่า Platina ซึ่งแปลว่าคล้าย ๆ เงิน (Silver like) โดยมาจากคำว่า Plata ซึ่งเป็นภาษาสเปนแปลว่าเงิน เป็นการเรียกชื่อตามสีของมันหรือบางทีก็เรียกว่า Platina del Pinto ในสมัยซึ่งยังไม่มีผู้ใดทราบว่าโลหะนี้เป็นอะไรและใช้ประโยชน์อะไรได้บ้างนั้น ทองคำขาวได้ถูกนำไปใช้ในทางทุจริต โดยเอาไปทำเป็น เหรียญเงินปลอม และถ้าต้องการจะทำเหรียญทองปลอมก็เอาทองคำมาฉาบทับอีกทีหนึ่ง ใน ค.ศ. ๑๗๕๐ Charles Wood ได้นำเอาโลหะธรรมชาตินี้ไปแสดงต่อที่ประชุม Royal Society ในกรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ จึงได้มีผู้เริ่มสนใจศึกษากันว่าโลหะธรรมชาตินี้เป็นอะไร และต่อมาได้ทราบว่า เป็นโลหะผสมธรรมชาติ (Natural Alloys) ซึ่งประกอบด้วยโลหะหรือธาตุต่าง ๆ หลายชนิด โดยมีทองคำขาวเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ และมีชนิดต่าง ๆ ปนอยู่ด้วย นักโลหะวิทยาในสมัยนั้นสามารถแยกเอาชนิดลอกจากโลหะผสมนี้ได้ แต่ยังไม่สามารถจะแยกโลหะหรือธาตุตัวอื่น ๆ ของโลหะผสมนี้ออกมาจากทองคำขาวได้ และก็ยังไม่มีใครพบคุณสมบัติที่แน่นอนของโลหะผสมด้วย แต่อย่างไรก็ตาม ในปี ค.ศ. ๑๗๗๔ ได้มีการทำเหมืองแร่ทองคำขาวกันขึ้นในแหล่งแร่ที่สำรวจกันพบแล้วในประเทศโคลัมเบีย

ในปี ค.ศ. ๑๘๐๐ W.H. Wollaston แยกเอาเฉพาะธาตุทองคำขาว (Platinum) ออกจากโลหะผสมธรรมชาตินี้ได้ ต่อมาในระหว่างปี ค.ศ. ๑๘๐๒ - ๑๘๐๔ ก็สามารถแยกเอาธาตุ Palladium และ Rhodium ออกมาได้อีก และในช่วงระยะเวลาเดียวกันนี้ Smithson Tennant แยกธาตุ Iridium และ Osmium ออกมาได้ จนกระทั่งปี ค.ศ. ๑๘๔๔ Karl Klaus จึงได้แยกเอาธาตุ Ruthenium ออกมาจากโลหะผสมนี้ได้ ทำให้ทราบว่าโลหะผสมธรรมชาตินี้ ประกอบด้วยโลหะหรือธาตุที่สำคัญ ๆ ๖ ชนิด คือ Platinum, Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium และ Ruthenium ซึ่งเรียกชื่อรวม ๆ กันว่า Platinum Group Metals

การทำเหมืองแร่ทองคำขาว นับตั้งแต่ปี ค.ศ. ๑๗๗๘ เป็นต้นมา ทำจากแหล่งลานแร่ ๒ แหล่งในประเทศโคลัมเบียเท่านั้น จนกระทั่งถึงปี ค.ศ. ๑๘๒๒ จึงได้มีการค้นพบแหล่งแร่ทองคำขาว ซึ่งเกิดปนอยู่กับทองคำ ในแหล่งลานแร่ของกลุ่มน้ำ Tura รอบ ๆ เมือง Nizhny ทางด้านตะวันออกของเทือกเขา Ural ในสหภาพโซเวียต และได้เริ่มการผลิตใน ค.ศ. ๑๘๒๓ จนกระทั่ง ค.ศ. ๑๘๕๐ ได้มีการค้นพบทองคำขาว เป็นผลพลอยได้ของเหมืองแร่ निकเกิลในไซบีเรียตะวันตกเฉียงเหนือ และที่ Kola Peninsula ผลผลิตที่ได้มีปริมาณสูงมาก จนทำให้ผลผลิตจากบริเวณเทือกเขา Ural ด้วยความสำคัญลงไป

ใน ค.ศ. ๑๘๕๕ ได้มีการค้นพบทองคำขาวเกิดปนอยู่กับทองคำในแหล่งลานแร่ในประเทศแคนาดาหลายแหล่ง แต่มีปริมาณเพียงเล็กน้อย จนในปี ค.ศ. ๑๙๐๔ จึงได้ค้นพบว่าทองคำขาวเกิดปนอยู่ในแหล่งแร่ निकเกิล-ทองแดง ที่เมือง Sudbury มณฑล Ontario ผลผลิตทองคำขาวที่ได้มีปริมาณมาก ทำให้แคนาดาเป็นประเทศผู้ผลิตทองคำขาวได้มากที่สุดในโลกอยู่ชั่วระยะเวลาหนึ่ง ก่อนที่จะมีการค้นพบแหล่งแร่ที่แอฟริกาใต้

ค.ศ. ๑๙๒๓ ได้สำรวจพบแหล่งแร่ทองคำขาว ในบริเวณ Bushveld Igneous Complexes ในมณฑล Transvaal สาธารณรัฐแอฟริกาใต้ โดยเกิดอยู่ในหินชุด Merensky Reef เป็นชั้นบาง ๆ แต่มีความยาวมาก ผลผลิตจากแหล่งนี้มีปริมาณสูงมาก ทำให้สาธารณรัฐแอฟริกาใต้เป็นประเทศผู้ผลิตมากที่สุดในโลก นับตั้งแต่ปี ค.ศ. ๑๙๕๔ มาจนถึงปัจจุบันนี้

ส่วนในสหรัฐอเมริกา นั้น ได้ค้นพบทองคำขาวในรัฐอลาสก้า ในปี ค.ศ. ๑๙๒๔ โดยเกิด  
ปนอยู่กับทองคำในลานแร่ และนอกจากนั้นสหรัฐอเมริกา ยังได้ทองคำขาว เป็นผลพลอยได้จาก เหมืองแร่  
ทองแดง นิกเกิล โครเมียม ทองคำและเงินด้วย แต่มีปริมาณเพียง เล็กน้อย เท่านั้น

#### คุณสมบัติของทองคำขาว

##### รูปผลึก

ผลึกของทองคำขาวจะอยู่ในระบบ Isometric แต่ที่จะพบเป็นรูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์  
นั้นยากมาก ส่วนมากจะพบในลักษณะที่ไม่เป็นรูปผลึก โดยเป็น เกร็ดหรือเป็นแผ่นบาง ๆ ในบางแห่งอาจจะ  
จับตัวกัน เป็นก้อนใหญ่ ๆ

##### คุณสมบัติทางฟิสิกส์

ความแข็ง ๔.๐ ถึงมากกว่า ๗ ซึ่งนับว่าแข็งมากสำหรับโลหะ

ความถ่วงจำเพาะ ๒๑.๔๕ เมื่อบริสุทธิ์ หรือ ๑๔-๑๕ เมื่อพบเป็นทองคำขาว-  
ธรรมชาติ นับว่าเป็นโลหะที่มีน้ำหนักมาก

จุดหลอมตัว ๑,๕๔๕ - ๒,๗๐๐ °ซ

สีและผงสี มีสีขาวแกมเทาปนดำ หรือสีเทาโลหะ มีแววสดใส สีจะสวย-  
งามไม่หมองคล้ำและทนทาน

ตีแผ่เป็นแผ่นและดึงให้เป็นเส้นได้

ถูกแม่เหล็กดูดได้ เพราะส่วนมากมีเหล็กผสมอยู่ในเนื้อด้วย

เป็นสื่อไฟฟ้าที่ดีมาก

##### คุณสมบัติทางเคมี

โดยปกติแล้ว ทองคำขาวมักจะเกิด เป็นโลหะผสมตามธรรมชาติ โดยมี เหล็ก  
ทองแดง ทองคำและนิกเกิล เกิดร่วมอยู่ด้วย นอกจากนั้นแล้ว ในตัวโลหะทองคำขาวเอง ก็มักจะมีโลหะ  
อื่น ๆ ในกลุ่มทองคำขาว (Platinum Group Metals) ซึ่งมีอยู่ ๖ ตัว เกิดร่วมอยู่ด้วย ซึ่งกลุ่มทอง-  
คำขาวนี้แบ่งออกได้ เป็น ๒ กลุ่มย่อย ตามน้ำหนักปริมาณและความถ่วงจำเพาะ ซึ่งหนักผิดกันมาก คือ

		<u>น้ำหนักปรมาณู</u>	<u>ความถ่วงจำเพาะ</u>
กลุ่มย่อยที่ 1 :	Palladium (Pd)	106.7	12.00
	Rhodium (Rh)	102.9	12.44
	Ruthenium (Ru)	101.7	12.20
กลุ่มย่อยที่ 2 :	Platinum (Pt)	195.2	21.45
	Iridium (Ir)	193.1	22.40
	Osmium (Os)	191.5	22.50
ทองคำ (Au)		197.2	19.3
เงิน (Ag)		107.9	10.5

ทองคำขาวเป็นโลหะหนึ่งที่ทำหายากที่สุดในโลกและมีราคาสูงมาก จึงถูกเรียกว่า โลหะที่มีค่า (Precious Metal) เช่นเดียวกับทองคำและเงิน ในตาราง Periodic Table จะอยู่ใน Group VIII มี Atomic Number 78 และมี Ionic Radius 0.80

ทองคำขาวมีคุณสมบัติทางเคมีซึ่งสามารถนำเอาไปใช้ประโยชน์ได้เป็นอย่างดีในกิจการต่าง ๆ โดยทองคำขาวจะไม่ละลายในกรดใด ๆ นอกจากกรดกัตทอง (Aqua Regia) มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนทางเคมีสูงมาก ต้านทานการเกิด oxidation ได้ดีแม้ว่าจะอยู่ในอุณหภูมิสูง ๆ และเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) ที่ดี

#### ธรณีเคมี

ทองคำขาวและธาตุตัวอื่น ๆ ในกลุ่มนี้ เป็นธาตุที่มีอยู่ในเปลือกโลกน้อยมาก ประมาณว่า ในเปลือกโลกจะมี platinum 5 ppb. (part per billion), palladium 10 ppb. iridium, osmium, rhodium และ ruthenium ๓๓๓ละ 1 ppb.

ในหินแกรนิต จะมีทองคำขาวอยู่ประมาณ 0.008 ppm. (part per million) และในหิน diabase ประมาณ 0.009 ppm. หรือถ้าเทียบกับ Silica ซึ่งมีอยู่อย่างอุดมสมบูรณ์ในเปลือกโลกแล้ว จะมี Pt เพียง 16 อะตอม ต่อ Si 10 ล้านอะตอม



ทองคำขาว เป็นธาตุที่มีกำเนิดยุ่งยากซับซ้อนมาก และไม่เหมือนธาตุใด ๆ ทั้งสิ้น (Unique) และประกอบกับการวิเคราะห์ทางเคมี เพื่อหาปริมาณและคุณสมบัติของมันก็ยังทำได้ไม่ละเอียดถี่ถ้วน ซึ่งทำให้พลอยไม่ทราบรายละเอียดของลักษณะการกำเนิด การแผ่กระจายและวงจรทางธรณีเคมีของมันไป ค้ำย ทองคำขาวจะพบอยู่ในหินอัคนีที่เกิดในอุณหภูมิต่ำ โดยมีการกำเนิดมาจากชั้น mantle ของโลก ซึ่งอยู่ใต้สภาวะที่อุณหภูมิต่ำและความดันสูง

แร่ทองคำขาว

โดยปกติแล้ว ทองคำขาวธรรมชาติ (Native platinum) จะไม่เกิดเป็นทองคำขาวบริสุทธิ์ซึ่งมีแต่โลหะหรือธาตุทองคำขาวอย่างเดียวเท่านั้น แต่จะเกิดเป็นโลหะผสมธรรมชาติ (Natural Alloys) โดยผสมกับโลหะหรือธาตุชนิดอื่น ๆ ในกลุ่มของมันหรือกับโลหะอื่น ๆ เช่น เกิดเป็น platinumiridium โดยผสมกับ iridium หรือผสมกับเหล็ก เป็น ferroplatinum โดยมีเหล็ก 16 - 21 % หรือ polyxene ซึ่งมีเหล็ก 6 - 11 % ผสมกับทองแดง เป็น cuproplatinum โดยมีทองแดงอยู่ 8 - 13 % เป็นต้น

นอกจากนั้น ยังพบทองคำขาวเกิดเป็นแร่ชนิดอื่น ๆ ได้อีก คือ :-

Sperrylite	PtAs <sub>2</sub>	มีส่วนประกอบของ	Pt	56.58 %
			As	43.42 %
Cooperite	PtS	มีส่วนประกอบของ	Pt	85.89 %
			S	14.11 %
Braggite	(Pt,Pd,Ni)S	มีส่วนประกอบของ	Pt	60.15 %
			Pd	18.27 %
			Ni	4.02 %
			S	17.56 %
Mertieite	Pt(Sb, As) <sub>2</sub>			
Rodian sperrylite	(Pt,Rh,Ni,Pd) (As,S) <sub>2</sub>			

ทองคำขาวที่เป็นผลพลอยได้ โดยเกิดร่วมอยู่กับแร่นิกเกิล-ทองแดง หรือแร่ทองแดงนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นแร่ Sperrylite

สำหรับในแหล่งลานแร่ นั้น จะมีแร่ต่าง ๆ เกิดอยู่หลายชนิด แต่ส่วนสำคัญที่มีมูลค่าจะได้แก่ ทองคำขาว ทองคำ และแร่ในกลุ่มทองคำขาว โดยมีความสมบูรณ์แตกต่างกันไป ดังนี้

Table 2 Average Precious Metal Content of Alluvial Platinum Concentrates, in Percent

	U.S.S.R.	Colombia	U.S.A.	Ethiopia	Sierra Leone
Platinum	70.74	84.97	73.15	73.45	77.10
Palladium	0.24	0.70	0.29	0.22	1.41
Iridium	1.99	1.16	1.76	0.30	0.65
Rhodium	0.79	0.79	0.96	0.62	1.13
Osmiridium	0.42	0.42	7.48	0.67	2.70
Gold	3.05	0.99	2.33	3.48	0.03

#### การกำเนิด

แหล่งแร่ทองคำขาวซึ่งเป็นแหล่งที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจในปัจจุบันนี้ มักจะเกิดเป็นโลหะธรรมชาติใน Mafic and Ultramafic rocks โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหิน Dunite โดยเกิดร่วมกับแร่ olivine, serpentine, pyroxene, chromite และ magnetite ซึ่งบางครั้งจะพบว่าเกิดเป็น intergrowth ด้วย และเกิดร่วมกับสายแร่ นิกเกิล-ทองแดง และสายแร่ทองแดง และนอกจากนั้น เมื่อดินที่มีทองคำขาว เกิดอยู่ผิวดินและถูกพัดพาไปสะสมในแอ่งซึ่งอยู่ใกล้ ๆ ก็จะทำให้เกิดเป็นแหล่งลานแร่ทองคำขาวขึ้น

การกำเนิดของแร่ทองคำขาวนั้น มีได้หลายแบบ คือ :-

I. Magmatic Concentrations :

1. Early Magmatic :

- a. Disseminations - ฝังประปรายกับแร่โครไมท์ อยู่ในหิน dunite เป็นจุดเล็ก ๆ ยังไม่สามารถนำเอามาใช้ประโยชน์ได้ ต่อเมื่อธรรมชาติได้ทำให้หินต้นกำเนิดยุ้งลงไปแล้ว แร่ก็จะไปสะสมตัวรวมกันอยู่ในลานแร่ เช่น ที่แหล่งลานแร่บริเวณเทือกเขา Ural ในสหภาพโซเวียต ในประเทศโคซังเบีย และที่รัฐอลาสก้าในสหรัฐอเมริกา
- b. Segregations - การแยกตัวโดยการตกผลึก เป็นลำดับชั้นของทองคำขาวในหิน Mafic และ Ultramafic เช่นที่ Merensky Reef ที่เมือง Rustenberg ในสาธารณรัฐแอฟริกาใต้

2. Late Magmatic :

- a. Immiscible liquid segregations - การแยกตัวโดยสารละลายที่ผสมกันไม่ได้ เช่นที่ Vlackfontein ในแอฟริกาใต้
- b. Immiscible liquid injections - สารละลายที่ไม่ผสมกัน พุ่งตกลงแทรกเข้าไปในหินอื่น เช่นที่ Frood Mine เมือง Sudbury มณฑล Ontario ประเทศแคนาดา

II. Contact Metasomatic Deposits

- Mafic and Ultramafic rocks ตัดผ่านเข้าไปในหินเดิม และทำปฏิกิริยากับหินเดิมในส่วนที่ใกล้กับรอยสัมผัส ทำให้เกิดแร่ทองคำขาวขึ้น เช่นที่ Tweetfontein, Potgietersrust ในหินชุด Bushveld Complex ในแอฟริกาใต้ และที่แหล่งแร่ Norilsk ในไซบีเรีย สหภาพโซเวียต

III. Hydrothermal Deposits -

น้ำยาความร้อนที่มีทองคำขาวเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย ได้เข้ามาประจุในที่ว่างแล้วเย็นตัวลง เกิดเป็นแหล่งแร่ ชั้น ส่วนมากมักจะเป็นแหล่งแร่จำพวกซัลไฟด์ ทองคำขาว จะเกิดร่วมกับแร่ซิงค์และทองแดง เช่นที่ Sudbury ในแคนาดา และ Waterburg ในแอฟริกาใต้

IV. Placer Deposits -

Mafic and Ultramafic rocks ซึ่งผุพังลงหรือหินชั้น ที่บดคั่วเปิดมาจาก Mafic and Ultramafic rocks แต่เดิม ผุพังลง จะถูกพัดพามาสะสมกัน ไม่ว่าจะเป็แหล่งที่เกิดจากสายน้ำ terrace ชายหาด delta แอ่งที่เกิดจากธารน้ำแข็ง และ lithified placer ทั้งที่เกิดในสมัยโบราณและที่เกิดปัจจุบัน ทองคำขาวที่เกิดอยู่ในหิน เหล่านี้ จะถูกพัดพามาสะสมตัวอยู่ตามแหล่งต่าง ๆ ดัง ได้กล่าวมาแล้ว และ เนื่องจากเกร็ดทองคำขาวมีขนาด และความถ่วงจำเพาะใกล้เคียงกับทองคำ จึงอาจจะพบทองคำขาว เกิดปนอยู่กับทองคำในแหล่งลานแร่ได้ เช่น แหล่งแร่ที่ Ural Mountains ในรัสเซีย ที่รัฐอลาสกา ในอเมริกา และที่ประเทศโคลัมเบีย

การสำรวจ

การสำรวจแร่ทองคำขาวนั้น โดยทั่ว ๆ ไปแล้ว มักจะเริ่มต้นโดยการสำรวจในแอ่ง เพื่อหา ร่องรอยของทองคำขาวที่ถูกพัดพามาสะสมตัวในแอ่งก่อน การสำรวจอาจจะใช้วิธีเรียงแร่แล้วตรวจดูแร่ หนักที่ติดอยู่กับ เลียง ถ้าพบว่าเป็นทองคำขาว ก็ใช้บริเวณนี้เป็นจุดเริ่มต้นหาสายแร่ หรือหินที่เป็นต้นกำเนิด ของทองคำขาว ในบริเวณใกล้เคียงหรือบริเวณเหนือน้ำขึ้นไป เมื่อพบหินต้นกำเนิดซึ่งส่วนมากจะเป็น Mafic หรือ Ultramafic rocks แล้ว ก็ให้สนใจเป็นพิเศษ ในบริเวณที่เป็น oxide and sulfide rich zones

ร  
ศ  
ว  
ค  
ย

ntein,

ซึ่งทองคำขาวมักจะเกิดร่วมกับแร่อื่น ๆ ในบริเวณนั้น

ในการสำรวจชั้นรายละเอียดในบริเวณ Mafic and Ultramafic Complexes ที่มีทองคำขาวนั้น จากการสำรวจที่ผ่านมา พบว่าในบริเวณนี้สามารถจะแบ่งออกได้เป็น ๓ แบบ คือ :-

1. Stratiform Complexes: หิน Mafic และ Ultramafic จะพุ่งผ่านแทรกเข้าไปในหินเดิมที่มีอยู่แล้ว โดยมีลักษณะเป็นชั้น ๆ หรือเป็นแนว ๆ และขนานกัน ในทิศทางใด ๆ ก็ได้ ชั้นเหล่านี้อาจจะมีได้หลายชั้นหรือหลายแนว และหินเดิมนั้นมักจะเป็นหินซึ่งเก่ามากของยุคต้น ๆ เช่นใน Pre-Cambrian Shield หรืออาจจะเป็นหิน basalt ของยุคใด ๆ ก็ได้ ตัวอย่างแหล่งแร่ที่พบ ได้แก่ แหล่ง Merensky Reef ใน Bushveld Igneous Complex ในสาธารณรัฐแอฟริกาใต้

2. Concentric Complexes: หิน Mafic และ Ultramafic ไม่ว่าจะมุดันกำเนิดมาจาก Sedimentary, metamorphic or igneous processes จะพุ่งผ่านเข้าไปใน Metamorphic rock ของ Eugeosynclinal orogenic belt แร่จะเกิดเป็นกระจุก ๆ หรือฝังประอยู่ในหิน pyroxenite, gabbro และ gabbro pegmatite โดยทองคำขาวจะเกิดร่วมกับแร่ bornite และ chalcopyrite เช่นที่ Norilsk ในไซบีเรีย สหภาพโซเวียต

3. Alpine Complexes: หิน Mafic และ Ultramafic จะพุ่งผ่านเข้าไปใน Eugeosynclinal orogenic belt และ Island arcs ในระหว่างเกิด Tectonic movement แร่จะเกิดในหิน dunite และ harzburgite มีลักษณะเป็น irregular discordant lenticular layer แต่แร่ทองคำขาวที่เกิดแบบนี้จะไม่ค่อยพบ และจะเป็นแหล่งเล็ก ๆ ไม่มีกรรมสำคัญ

วิธีการสำรวจหาแหล่งแร่ทองคำขาว ควรจะเป็นไปตามลำดับดังนี้ ดังนี้

๑. เก็บตัวอย่างและวิเคราะห์หินต้นกำเนิดโดยละเอียด จุดที่เก็บตัวอย่างจะต้องอยู่ใกล้กันมาก ๆ เพราะสายแร่ทองคำขาวจะเกิดเป็นสายเล็ก ๆ เท่านั้น ตัวอย่างที่ได้ นอกจากจะนำไปวิเคราะห์หาทองคำขาวโดยตรงแล้ว จะต้องวิเคราะห์ธาตุที่อาจจะเกิดร่วมกับทองคำขาวด้วย เช่น Fe, Cr, Ni, V, Ti, Cu เป็นต้น เพื่อใช้เป็นตัวช่วยหรือตัวชี้ว่าในกรณีวิเคราะห์แล้ว ไม่พบร่องรอยของทองคำขาวเลย ซึ่งอาจจะเป็นเพราะวิธีการวิเคราะห์ไม่เหมาะสมหรือมีการผิดพลาดไป แต่ถ้าได้พบธาตุที่เกิดร่วมกับทองคำขาวอยู่ ก็จะได้กลับไปพิจารณาดำเนินการวิเคราะห์ใหม่ ให้ทราบโดยแน่ชัดว่า มีทองคำขาวอยู่ในตัวอย่างหรือไม่

๒. พิจารณาศึกษาส่วนประกอบและลักษณะต่าง ๆ ของหินในชั้นรายละเอียด จากบริเวณที่สำรวจพบแร่ทองคำขาวแล้ว เพื่อใช้เป็นแนวทางในการค้นหาทองคำขาวในตัวอย่างอื่น ๆ ต่อไป

๓. กำหนดขอบเขตของบริเวณที่น่าสนใจว่าจะมีทองคำขาว แล้วศึกษาให้ละเอียดลึกซึ้งลงไปอีก จนสามารถทราบถึงลักษณะทางธรณีวิทยาและการกำเนิดของแหล่งแร่

การใช้วิธีการทางธรณีเคมี ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ช่วยในการสำรวจได้ เนื่องจากทั้งธาตุ platinum และ palladium จะถูก leached ใน Zone of weathering ของหินต้นกำเนิดได้ ดังนั้นการสำรวจธรณีเคมี นอกจากจะหาทองคำขาวที่ถูกพัดพาหลุดมาจากหินต้นกำเนิดแล้ว ก็ยังอาจจะหา Soluble platinum ได้อีกด้วย และนอกจากนั้น ธาตุในกลุ่มทองคำขาวตัวอื่น ๆ เช่น osmium, rhodium, iridium และ ruthenium ซึ่งมีความคงทนกว่า ก็อาจจะวิเคราะห์พบได้ ทำให้การสำรวจหาสายแร่ทองคำขาวได้ผลดียิ่งขึ้น

ในการสำรวจที่ Red Mountain ซึ่งเป็นภูเขาที่เป็น Ultramafic mass ที่ Goodnews Bay รัฐอลาสก้า สหรัฐอเมริกา เมื่อปี ค.ศ. ๑๙๗๒ นั้น ได้ใช้วิธีการทาง Geobotanical prospecting พบว่า ต้นไม้ซึ่งมีชื่อเป็นภาษาละตินว่า *Eritrichium chamissonis*, DC\* มีธาตุทองคำขาวอยู่ถึง 4.8 ppm. แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อนำเอาวิธีการนี้ไปใช้ในพื้นที่แห่งอื่น ๆ กลับไม่ได้รับผลสำเร็จ เพราะต้นไม้ชนิดเดียวกันนี้ ไม่ปรากฏว่ามีธาตุทองคำขาวสูงผิดปกติเลย

สำหรับการสำรวจหาทองคำขาวที่เกิดร่วมอยู่กับแร่อื่น ๆ นั้น ก็ต้องสำรวจหาแร่ชนิดนั้น ๆ เสียก่อน จะโดยการสำรวจทางธรณีเคมีที่ใช้การเก็บตัวอย่างดินและตะกอนตามทางน้ำมาวิเคราะห์ โดย Geobotanical หรือโดย Geophysical methods ก็ตาม แล้ววิเคราะห์ดูให้ละเอียดว่ามีทองคำขาวเกิดร่วมอยู่ด้วยหรือไม่ แต่การวิเคราะห์หาร่องรอยของทองคำขาวนั้น ยังเป็นวิธีการที่ยากลำบากอยู่ ถ้าหากมีทองคำขาวต่ำกว่า 10 ppm. แล้ว จะต้องใช้การวิเคราะห์หลาย ๆ วิธี และหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้ทราบโดยแน่ชัดว่า พบ หรือ ไม่พบ ทองคำขาว

\* หมายเหตุ

*Eritrichium chamissonis*, DC

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุศบรณ ฆ ลังขลา ภาควิชา-  
พฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ให้คำ  
อธิบายไว้ เมื่อวันที่ 29 กรกฎาคม 2525 ว่า :

พันธุ์ไม้ในสกุล (species) *Eritrichium* อยู่ในวงศ์  
(Family) *Boraginaceae* ลักษณะเป็นไม้ล้มลุก (Annual or  
perennial herb) มีขนนุ่ม ๆ เหมือนไหมหรือขนแข็งทั่ว ๆ ไป  
เรียงตัวบนกิ่งแบบเรียงสลับ ดอกเล็ก ออกเป็นช่อ สีฟ้าหรือขาว  
ดอกสีขาวหาได้ค่อนข้างยาก มีกลีบเลี้ยง 5 กลีบดอก 5 เกสร-  
ตัวผู้ 5 เกสรตัวเมีย 1 ง่ายโยเป็นพ 4 พ

พันธุ์ไม้สกุลนี้มีอยู่ทั้งหมดประมาณ 70 ชนิด ขึ้นอยู่ในทวีป-  
ยุโรป อเมริกา ออสเตรเลีย และในเอเชียเขตอบอุ่น เป็นส่วนใหญ่  
ที่ระดับความสูงประมาณ 7,000-15,000 ฟุต เช่น บริเวณด้าน  
ตะวันตกของเทือกเขาดีมาสดี ลิกซิม แคชเมียร์ และทางตะวันตกของ  
ริเบต สำหรับในประเทศไทย ยังไม่ปรากฏหลักฐานว่าพบพืชที่อยู่ในสกุลนี้

พันธุ์ไม้ในวงศ์ *Boraginaceae* ที่พบทั่ว ๆ ไปใน  
ประเทศไทย คือ หนังกวางช้าง (*Heliotropium indicum* Linn.)  
เป็นไม้ล้มลุก ต้นเล็ก ๆ สูงประมาณ 30 ซม. ดอกเล็ก ออกเป็นช่อโค้ง  
สีขาว มีกลีบเลี้ยง 5 กลีบดอก 5 เกสรตัวผู้ 5 เกสรตัวเมีย 1  
พบขึ้นตามที่และ ๆ ทั่วไป เป็นวัชพืชและเป็นพืชสมุนไพร .

การผลิต

แหล่งผลิตทองคำขาวที่สำคัญของโลก คือ สาธารณรัฐแอฟริกาใต้ ผลิตได้ประมาณ 48 ๕

ของผลผลิตทั่วโลก สหภาพโซเวียต ผลิตได้ประมาณ 44 % และแคนาดาผลิตได้ประมาณ 7 % ส่วนที่เหลืออีกประมาณ 1 % นั้น มาจากประเทศโคลัมเบีย สหรัฐอเมริกา และประเทศอื่น ๆ ซึ่งได้ทองคำขาวทั้งจากการเป็นผลพลอยได้ในการผลิตแร่อื่น ๆ และจากการนำเอาผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบของทองคำขาวกลับไปแยกเอาทองคำขาวออกมาใช้ใหม่ นับตั้งแต่ปี ค.ศ. ๑๙๘๐ เป็นต้นมา ทั่วโลกผลิตทองคำขาวได้ปีละ ๖.๘ - ๘.๐ ล้าน troy ounces การเปลี่ยนแปลงในปริมาณการผลิต ไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มขึ้นหรือลดลง จะมีไม่มากนัก ปีหนึ่ง ๆ ไม่เกิน 5 %

ทองคำขาวที่ผลิตได้ในโลกเสรีนั้น มาจากเหมืองใหญ่ ๆ ๓ แห่ง คือ Rustenberg Platinum Mines ผลิตได้ปีละประมาณ ๒.๕ ล้าน troy ounces และ Impala Platinum Mines ผลิตได้ปีละประมาณ ๑.๕ ล้าน troy ounces ทั้งสองเหมืองนี้อยู่ในมณฑล Transvaal สาธารณรัฐแอฟริกาใต้ และเหมืองที่ผลิตได้เป็นลำดับที่ ๓ คือ เหมือง International Nickel of Canada ซึ่งตั้งอยู่ที่เมือง Sudbury มณฑล Ontario ผลิตได้ปีละประมาณ ๐.๕ ล้าน troy ounces ส่วนเหมืองที่ผลิตทองคำขาวได้ปริมาณรองลงไป ได้แก่ Western Platinum ในสาธารณรัฐแอฟริกาใต้ ผลิตได้ปีละประมาณ ๑๕๐,๐๐๐ troy ounces Falconbridge Nickel Mines ในแคนาดา ผลิตได้ปีละประมาณ ๑๐๐,๐๐๐ troy ounces Atok Platinum Mines ในสาธารณรัฐแอฟริกาใต้ ผลิตได้ประมาณปีละ ๕๐,๐๐๐ troy ounces และ Thompson Mines ในแคนาดาผลิตได้ปีละประมาณ ๒๐,๐๐๐ troy ounces นอกจากนั้นก็ยังผลิตจากเหมืองแร่นิกเกิลและทองแดง ทั้งในสาธารณรัฐแอฟริกาใต้และในแคนาดาอีก

ประเทศโคลัมเบียผลิตทองคำขาวได้ประมาณปีละ ๔๐,๐๐๐ troy ounces ซึ่งในจำนวนนี้ประมาณครึ่งหนึ่งเป็นผลิตผลของบริษัท Compania Mineros Colombianos S.A. ซึ่งทำเหมืองเรือขุดในแม่น้ำ Pinto ส่วนอีกครึ่งหนึ่งนั้น ได้จากการร่อนแร่ของชาวบ้าน ส่วนสหรัฐอเมริกานั้น ผลิตทองคำขาวได้จากเหมือง Goodnews Bay Mining ในรัฐอลาสก้า และผลผลิตอีกส่วนหนึ่งเป็นผลพลอยได้จากการแยกแร่ทองแดงแบบ Electrolytic Process จากโรงถลุงทองแดง นอกจากนั้นสหรัฐอเมริกายังได้นำเอาผลิตภัณฑ์ที่มีทองคำขาวเป็นส่วนผสมกลับไปทำการแยกเอาทองคำขาวออกมาใช้ประโยชน์ใหม่อีกด้วย

ทองคำขาวที่ผลิตได้ในสหภาพโซเวียต ส่วนใหญ่เป็นผลพลอยได้จากการทำเหมืองแร่ นิกเกิล-ทองแดง ที่เมือง Norilsk ในไซบีเรียตะวันตกเฉียงเหนือ โดยผลิตได้ถึง 90 % ของผลผลิตของประเทศ เหมืองที่ Monchegorsk ใน Kola Peninsula และที่ Pechenga ซึ่งอยู่เหนือขึ้นไปอีกประมาณ ๒๐๐ กม. ในบริเวณขั้วโลกเหนือ ผลิตได้รวมกันประมาณ 5 % และอีก 5 % ได้มาจากผลผลิตของแหล่งลานแร่ทางเหนือของเมือง Sverdlovsk ทางด้านตะวันออกของเทือกเขา Ural

ส่วนประเทศอื่น ๆ นอกจากนี้ ผลิตทองคำขาวได้เล็กน้อย เช่น ญี่ปุ่น ได้ทองคำขาวจากการนำเอาผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้วซึ่งมีทองคำขาวผสมอยู่ด้วยไปแยกเอาออกมาใช้อีก ฟิลิปปินส์ผลิตทองคำขาวเป็นผลพลอยได้จากเหมืองแร่ นิกเกิล-โคบอลต์ ออสเตรเลียผลิตทองคำขาวเป็นผลพลอยได้จากเหมืองแร่ นิกเกิลที่ Port Kembla ในรัฐ New South Wales ฟินแลนด์ได้ทองคำขาวเป็นผลพลอยได้จากการถลุงแร่ทองแดง ยูโกสลาเวียผลิตทองคำขาวเป็นผลพลอยได้จากเหมืองแร่ทองแดงที่ Rudarsko Topionicarski Basin และเอธิโอเปียได้จากเหมืองลานแร่เล็ก ๆ

ในช่วงแรก ๆ ของศตวรรษที่ ๒๐ ทองคำขาวส่วนใหญ่จะผลิตได้จากแหล่งลานแร่ แต่จากการค้นพบสายแร่ทองคำขาวในสาธารณรัฐแอฟริกาใต้ แคนาดาและสหภาพโซเวียต จึงทำให้ผลผลิตจากสายแร่สูงมาก โดยในปี ค.ศ. ๑๙๗๑ ผลิตทองคำขาวจากสายแร่ได้ถึง 98 % ของผลผลิตของโลก หรืออาจจะกล่าวได้ว่า ทองคำขาวที่ผลิตได้ส่วนใหญ่ของโลกได้มาจากผลพลอยได้ของการผลิตแร่ นิกเกิลและทองแดงก็ได้ ยกเว้นทองคำขาวจากแหล่ง Merensky Reef ในสาธารณรัฐแอฟริกาใต้ ซึ่งมีความสมบูรณ์มาก ทั้งนี้เพราะความสมบูรณ์ของทองคำขาวในแหล่งอื่น ๆ ต่ำมาก ไม่คุ้มค่าที่จะลงทุนทำเหมืองทองคำขาวโดยเฉพาะแต่อย่างเดียว ดังนั้นปริมาณการผลิตของทองคำขาวจึงขึ้นอยู่กับปริมาณของทองแดงและนิกเกิลที่ผลิตได้

Table 3 Platinum - Group Metals : World Production, by country,  
in Troy Ounces

Country	1976	1977	1978	1979
Australia, metal recovered domestically from nickel ore :				
Palladium, metal content, from nickel ore	7,950	9,581	7,395	6,880
Platinum, metal content, from nickel ore	3,158	3,697	2,958	2,765
Ruthenium	462	225	300	200
Canada: Platinum-group metals from nickel ore	416,821	465,371	346,213	197,943
Colombia: Placer platinum	16,779	17,300	13,939	12,932
Ethiopia: Placer platinum	145	100	123	108
Finland: Platinum-group metals from copper ore	600	670	670	590
Japan, metal recovered from nickel and copper ores :				
Palladium	18,089	22,716	24,221	22,495
Platinum	8,706	9,737	10,176	12,142
South Africa, Republic of: Platinum-group metals from platinum ores	2,700,000	2,870,000	2,860,000	3,017,000
U.S.S.R.: Placer platinum and platinum-group metals recovered from nickel/copper ores	3,050,000	3,100,000	3,050,000	3,200,000
United States: Placer platinum and platinum-group metals from gold and copper ores	6,116	5,545	8,246	7,300
Yugoslavia:				
Palladium	NA	4,951	5,562	5,240
Platinum	NA	739	417	675
<b>Total</b>	<b>6,228,826</b>	<b>6,510,632</b>	<b>6,330,220</b>	<b>6,486,270</b>

Table 4 World Production and Resources, 1980, in Troy Ounces

Countries	Production	Resources
Republic of South Africa	4,350,000	650,000,000 - 1,330,000,000
U.S.S.R	3,990,000	Not Available
Canada	625,000	20,000,000
Colombia	40,000	4,000,000
U.S.A.	25,000	210,000,000
Japan	24,000	-
Philippines	8,000	-
Australia	2,000	-
Finland	1,000	-
Yugoslavia	1,000	-
Ethiopia	1,000	-
Zimbabwe	-	100,000,000
	9,067,000	984,000,000 - 1,664,000,000

ปริมาณสำรอง

แหล่งแร่ทองคำขาวสำรองของสาธารณรัฐแอฟริกาใต้ เป็นแหล่งที่ใหญ่ที่สุดในโลก แหล่งแร่มีลักษณะเป็นชั้น ๆ หรือเป็นแนว อยู่ใน Bushveld Igneous Complex ในมณฑล Transvaal แหล่งแร่ Merensky Reef นั้น ได้มีการสำรวจกันอย่างละเอียดและเปิดการทำเหมืองมานานแล้ว ส่วนอีกแหล่งหนึ่งที่เรียกว่า Upper Group Chrome Seams นั้น เพิ่งจะมีการสำรวจกันและยังไม่มีการทำเหมือง และ

TABLE 5 Identified, hypothetical, and speculative resources of platinum-group metals, in million troy ounces

IDENTIFIED RESOURCES <sup>1</sup>	
Summary data from Ageton and Ryan (1970)	
World (total) .....	424
United States (total) .....	3
Goodnews Bay, Alaska .....	.3
Salt Chuck, Alaska .....	.012
South Africa .....	200
U.S.S.R. ....	200
Canada .....	16
Colombia .....	5
Data from various sources	
Alaska:	
Snettisham .....	4.55
Klukwan .....	7.55
Goodnews Bay .....	6.8
Lodes .....	1.3
Bays .....	5.0
Beaches .....	.5
Lituya Bay beaches .....	.06
Gold placers .....	.016
Porphyry copper .....	.06
Copper deposits .....	.002
Montana, Stillwater Complex:	
Basal zone .....	2.4
Chromites .....	2.2
California, Tertiary gravels .....	.008
Western United States, porphyry copper .....	1.002
United States, minor occurrences .....	.002
South Africa, Bushveld Complex .....	656
Rhodesia, Great Dyke .....	100
South Africa, Witwatersrand .....	1.075
HYPOTHETICAL RESOURCES <sup>2</sup>	
Alaska:	
Concentric complexes .....	35
Porphyry copper .....	.15
Gold deposits .....	.032
Montana, Stillwater Complex: Basal zone .....	150
Conterminous United States:	
Gold placers .....	.057
Chromite deposits, excluding Stillwater Complex .....	.002
SPECULATIVE RESOURCES <sup>3</sup>	
Alaska:	
Continental shelf .....	4
Kenai-Chugach ultramafic belt .....	?
Fairbanks-Livingood ultramafic belt .....	?
Southeastern Alaska ultramafic belt .....	?
Porphyry copper, Alaska Range .....	?
Alkalic rocks, Seward Peninsula .....	?
California-Oregon-Washington:	
Continental shelf .....	?
Beaches .....	?
Antarctica, Dufek intrusive .....	?
Brazil, Goias serpentine belt .....	?
Worldwide:	
Syenitic and alkalic rocks .....	?
Basaltic rocks .....	?

<sup>1</sup> Identified resources: Specific, identified mineral deposits that may or may not be evaluated as to extent and grade, and whose contained minerals may or may not be profitably recoverable with present technology.

<sup>2</sup> From Ageton and Ryan (1970).

<sup>3</sup> Based on Ageton's (1970) reserve estimates of gold for South Africa and on Cousins' (1972) ratio of osmiridium to gold produced.

<sup>4</sup> Hypothetical resources: Undiscovered mineral deposits, whether of recoverable or subeconomic grade, that are geologically predictable as existing in known districts.

<sup>5</sup> Speculative resources: Undiscovered mineral deposits, whether of recoverable or subeconomic grade, that may exist in unknown districts or in unrecognized or unconventional form.

ในประเทศ Zimbabwe ซึ่งอยู่ติดกับแอฟริกาใต้ นั้น ทองคำขาว เกิดอยู่ใน Great Dyke ทางตอนกลาง ด้านตะวันออกของประเทศ ส่วนอีกประเทศหนึ่งในทวีปแอฟริกา คือประเทศเอธิโอเปีย นั้น เป็นแหล่ง ลานแร่ อยู่ที่เมือง Jubdo ดินและทรายที่มีทองคำขาวอยู่นั้น มีปริมาณประมาณ ๖๕ ล้านลูกบาศก์เมตร แต่ไม่ทราบความสมบูรณ์ที่แน่นอนของทองคำขาว แหล่งแร่นี้ เคย เป็นของบริษัทอิตาเลียนและบริษัทอเมริกัน มาก่อน

แหล่งทองคำขาวสำรองของแคนาดาและสหภาพโซเวียตนั้น ได้มาจากผลพลอยได้ของเหมืองแร่ निकเกิลและทองแดง แหล่งแร่ในแคนาดาได้แก่บริเวณ Sudbury มณฑล Ontario และ Lynn Lake และ Moak Lake ทางด้านตะวันตกเฉียงเหนือของมณฑล Manitoba ส่วนในสหภาพโซเวียตนั้น แหล่งแร่อยู่ในบริเวณเมือง Norilsk - Talnakh ทางด้านตะวันตกเฉียงเหนือของไซบีเรีย และแหล่งแร่ที่ Monchegorsk และ Pechenga ใน Kola Peninsula บริเวณขั้วโลกเหนือ ส่วนแหล่งแร่ดั้งเดิมของรัสเซียบริเวณเทือกเขา Ural นั้น ในปัจจุบันได้ลดความสำคัญลงไปมาก

ในสหรัฐอเมริกา แหล่งแร่ทองคำขาวพบอยู่ในรัฐอลาสก้า ที่ Goodnews Bay และที่ Ultramafic Complexes ทางด้านตะวันออกเฉียงใต้ของรัฐ และพบที่รัฐ Montana, Minnesota และในบริเวณแหล่งแร่ทองแดงในรัฐภาคตะวันตกอีกด้วย แหล่งแร่ทองคำขาวสำรองที่สำคัญของสหรัฐอเมริกา คือแหล่งแร่ที่ Stillwater Complex ทางด้านใต้ตอนกลางของรัฐ Montana แต่อย่างไรก็ตามปริมาณแร่สำรองและกำลังผลิตของสหรัฐอเมริกา ก็ยังคงไม่พอที่จะสนองความต้องการของอุตสาหกรรมภายในประเทศต่อไปอีก เป็น เวลานาน

#### การแยกแร่และการถลุง

ทองคำขาวที่เป็นผลพลอยได้จากการถลุงแร่อื่น ๆ ได้มาจาก Electrolytic Refining สำหรับทองคำขาวที่ได้จากแหล่งลานแร่นั้น ใช้วิธี Gravity Concentration แยกออกจากแร่อื่น ๆ ส่วนทองคำขาวจากสายแร่นั้น ใช้แยกโดยวิธี Gravity และ Flotation

แต่การที่จะแยกเอาโลหะแต่ละชนิดของกลุ่มทองคำขาวออกนั้น เป็นวิธีการที่ยุ่งยากซับซ้อนมาก วิธีการที่ใช้จะต้องทำการค้นคว้าวิจัยและทดลองให้ถูกต้องกับลักษณะทาง Mineralogy ของแร่จาก

แต่ละแหล่ง ดังนั้นจึงมีบริษัทหรือห้องปฏิบัติการ รับแยกแร่หรือโลหะจากแร่ทองคำขาวแต่ละแหล่งโดยเฉพาะ หลักการใหญ่ ๆ สำหรับการแยกแร่มีดังนี้

๑. แร่ตัวอย่าง + กรดกษทอง (Aqua Regia) เพื่อละลาย platinum, palladium และ gold ส่วนพวกที่เหลือที่ไม่ละลายในกรดชนิดนี้ คือ rhodium, ruthenium, iridium และ silver กรองเอาออก

๒. เอา Ferrous sulfate เติมลงไปใต้น้ำยา ที่มี Pt, Pd, Au ละลายอยู่ ซึ่งจะไปทำปฏิกิริยากับทองคำ ตกตะกอนเป็นสีน้ำตาล เรียกว่า Brown Gold กรองเอาออกเพื่อไปหลอมเอาทองคำ

๓. เติม Ammonium chloride ลงไปในน้ำยาที่เหลือ Pt จะตกตะกอนเป็นสีเหลือง เรียกว่า Ammonium chloro-platinate กรองเอาตะกอนออกไป เพื่อไปหลอมเอาทองคำขาว

๔. เติม Sodium chlorate or potassium permanganate ลงไปในน้ำยาส่วนที่เหลือสุดท้าย จะได้ตะกอนสีแดง เรียกว่า Red salt ซึ่งละลายในน้ำร้อนได้ แล้วเติม Sodium hydroxide ลงไปจะได้ tetramine แล้วใส่กรดเกลือลงไปจะได้ Palladosamine เอา Palladosamine ไปหลอม จะได้โลหะ palladium

การแยกโดยวิธีดังกล่าวมาแล้วนี้ จะได้ทองคำขาวและโลหะอื่น ๆ มีความบริสุทธิ์ถึง ๙๙.๙ % ขึ้นไป

ทองคำขาวที่ผลิตได้จากเหมือง จะถูกส่งไปแยกและถลุงที่โรงงาน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นของบริษัทเหมืองแร่เองหรือเหมืองมีหุ้นอยู่ด้วย ทั้งในสาธารณรัฐแอฟริกาใต้และในประเทศอื่น ๆ เช่น ที่โรงงาน Matthey Rustenberg Platinum และ Impala Platinum ที่เมือง Johannesburg รับดำเนินการสำหรับแร่ของสาธารณรัฐแอฟริกาใต้ Acton Precious Metals Refinery ที่กรุงลอนดอนแยกแร่ที่มาจากแคนาดา เป็นต้น นอกจากนี้ก็ยังมีโรงงานในประเทศอื่น ๆ อีก ที่รับจ้างแยกและถลุงแร่ เช่นที่เมือง Kristiansand ประเทศนอร์เวย์ และที่เมืองนิวยอร์ก สหรัฐอเมริกา ส่วนในสหภาพโซเวียตนั้น แร่ทองคำขาวจะถูกส่งไปถลุงยังเมือง Krasnoyarsk ที่อยู่ห่างจากเมือง

Norilsk ซึ่งเป็นแหล่งแร่ไปทางใต้ประมาณ ๑,๕๐๐ กม. โรงงานในสาธารณรัฐแอฟริกาใต้มีความสามารถในการถลุงแร่ได้ทองคำขาวปีละประมาณ ๔.๕ ล้าน troy ounces

#### การตลาด

ทองคำขาวที่ผลิตได้จากสาธารณรัฐแอฟริกาใต้และแคนาดา จะถูกส่งไปขายยังตลาดลอนดอนและนิวยอร์ก โดยผ่านทางบริษัทในเครือหรือตัวแทน เช่น Johnson Matthey & Co. of London, Gerald Metals, Inc. of New York, Engelhard Minerals & Chemicals และ Matthey Bishop, Inc. สหภาพโซเวียตจะขายทองคำขาวโดยผ่านทาง New York Mercantile Exchange ส่วนทองคำขาวจากประเทศโคลัมเบียนั้นจะถูกนำไปขายยังประเทศเม็กซิโกเพื่อใช้ทำเป็นเครื่องประดับ

#### มาตรฐานในการซื้อขาย

ทองคำขาวจะซื้อขายกันในตลาดโดยใช้หน่วยน้ำหนักเป็น Troy ounces หรือถ้าหากตลาดแห่งใดใช้ระบบเมตริก ก็จะซื้อขายกันเป็นกิโลกรัม โดย ๑ กก. เท่ากับ ๓๒.๑๕ troy ounces ที่ New York Mercantile Exchange ได้กำหนดราคาซื้อขายให้ขึ้นอยู่กับปริมาณที่ซื้อขายกันด้วย โดยการแบ่งปริมาณการซื้อขายออกเป็น ๕๐๐ และ ๑,๐๐๐ ออนซ์ ซึ่งราคาซื้อขายครั้งละ ๕๐๐ ออนซ์ และครั้งละ ๑,๐๐๐ ออนซ์จะแตกต่างกันออกไป ซึ่งผิดกับทองคำหรือเงิน ที่กำหนดกันเป็นราคาต่อหน่วยไม่ว่าจะมีการซื้อขายกันมากน้อยเพียงใด

โลหะทองคำขาวที่ซื้อขายกันจะมีอยู่หลายชนิด ทั้งที่เป็นผง เป็นผลึก เป็นแผ่น เป็นแถบ (ribbon) เป็น foil เป็นเส้นลวด หรือจับกันเป็นก้อน ๆ แบบฟองน้ำ (Platinum sponge)

ความบริสุทธิ์ของทองคำขาวจะต้องมีอย่างน้อยที่สุด ๙๙.๙ % แต่ถ้าหากจะเป็นการนำเอาไปใช้ในกิจการอย่างหนึ่งอย่างใดโดยเฉพาะแล้ว ก็อาจจะกำหนดความบริสุทธิ์เอาไว้เป็นพิเศษ เช่น ในการเอาไปทำโลหะผสม ทำเครื่องมือเครื่องใช้ในห้องปฏิบัติการ และทำขั้วสัมผัสทางไฟฟ้า (Electrical contact) จะต้องบริสุทธิ์ ๙๙.๙ % ส่วนชนิดที่บริสุทธิ์ ๙๙.๙๙๙ % ซึ่งเรียกกันว่า