

**Thesis Title** Gold and Iron - Gold Mineralisation in the Sukhothai and Loei-Phetchabun Fold Belts

**Author** Mr. Somboon Khositanont

**Degree** Doctor of Philosophy (Geology)

**Thesis Advisory Committee**

|  |             |
|--|-------------|
| Asst. Prof. Dr. Prayote Ounchanum            | Chairperson |
| Assoc. Prof. Dr. Yuenyong Pajasawatwong      | Member      |
| Assoc. Prof. Dr. Theerapongs Thanasuthipitak | Member      |
| Assoc. Prof. Dr. Khin Zaw                    | Member      |

**Abstract**

Major gold and gold-iron-copper deposits of Thailand are located within the Sukhothai and Loei – Phetchabun Fold Belts and are closely associated with the formation of volcano – plutonic host rocks. The geochemistry and ages of the volcano – plutonic rocks in the Sukhothai Fold Belt are distinctive and different from those of Loei – Phetchabun Fold Belt. The volcano – plutonic rocks in the Sukhothai Fold Belt generally show felsic to intermediate composition with a short period of volcanism and plutonism in Late-Middle Triassic, whereas those of the Loei – Phetchabun Fold Belt vary in composition and age from mafic to intermediate and felsic with a long episode of volcanism and plutonism throughout the time from Silurian – Devonian to Triassic. However, the volcano – plutonic rocks in both the Sukhothai and Loei – Phetchabun Fold Belts show similar trace element characteristic which are limited within volcanic arc and syn-collision fields. The volcano – plutonic rocks in the Sukhothai Fold Belt also typically show calc-alkali series magma signature, whereas those of Loei – Phetchabun Fold Belt mainly show calc-alkali magma series signature with less abundant back-arc tholeiite magma series signature.

The origin of the ore-forming fluids in the Sukhothai Fold Belt is distinctive and completely different from those of the ore-forming fluids in the Loei – Phetchabun Fold Belt. The ore-forming fluids in the Sukhothai Fold Belt typically show upper crustal contamination signature of post Triassic age, whereas those of Loei – Phetchabun Fold Belt typically show arc signature of Palaeozoic age.

The styles and formation of gold and gold-iron-copper deposits in the Sukhothai Fold Belt is distinctive and different from those of Loei – Phetchabun Fold Belt. The gold and gold iron deposits in the Sukhothai Fold Belt were formed from relatively low salinity aqueous fluids with locally abundant carbonic fluids. On the other hand, the gold and gold-iron-copper deposits in the Loei – Phetchabun Fold Belt were formed from moderately to highly saline aqueous fluids with less abundant carbonic fluids and later contamination of low salinity aqueous fluids.

The presence of coexisting aqueous-carbonic (L-L-V) fluid inclusions and vapour-rich aqueous-carbonic (V) fluid inclusions at Huai Kham On deposit in conjunction with the presence of coexisting aqueous (L-V) fluid inclusions and vapour rich (V) inclusions at Mae Bo Thong deposit indicates that the formation of gold and gold-iron-copper deposits in the Sukhothai Fold Belt is typically reflected by rapidly dropping pressure and temperature caused by fluid effervescence and boiling. On the other hand, presence of highly saline (L-V-S) fluid inclusions and aqueous-carbonic (L-L-V) fluid inclusions and secondary aqueous (L-V) fluid inclusions at Phu Tham Phra – Phu Thong Daeng deposits in relation to the skarn alteration indicates that the formation of gold and gold-iron-copper deposits in the Loei – Phetchabun Fold Belts is typically reflected by chemical buffering due to ore fluids-wall rock interaction and gradual drop in temperature followed by rapid depressurisation.

**ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์** การเกิดแร่ทองคำและแร่เหล็ก-ทองคำ ในแนวโครงสร้างคดโค้ง  
สุโขทัยและเลย-เพชรบูรณ์

**ผู้เขียน** นายสมบุญ โฉมิตานนท์

**ปริญญา** วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (ธรณีวิทยา)

**คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์**

|                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| ผศ. ดร. ประโยชน์ อุนจะนำ       | ประธานกรรมการ |
| รศ. ดร. ยืนยง ปัญจสวัสดิ์วงศ์  | กรรมการ       |
| รศ. ดร. ชีรพงศ์ ธนสุทธิพิทักษ์ | กรรมการ       |
| Assoc. Prof. Dr. Khin Zaw      | กรรมการ       |

### บทคัดย่อ

แหล่งแร่ทองคำและทองคำ-เหล็กในประเทศไทยส่วนใหญ่ ปรากฏอยู่ในแนวโครงสร้างคดโค้งสุโขทัยและเลย-เพชรบูรณ์ นอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์เป็นพิเศษกับการเกิดของหินภูเขาไฟและหินอัคนีแทรกซอน ลักษณะทางธรณีเคมีและอายุการเกิดของหินภูเขาไฟและหินอัคนีแทรกซอนในแนวคดโค้งสุโขทัยมีลักษณะโดดเด่นที่แตกต่างจากลักษณะทางธรณีเคมีและอายุของหินภูเขาไฟและหินอัคนีแทรกซอนที่เกิดอยู่ในแนวโครงสร้างคดโค้งเลย-เพชรบูรณ์ หินภูเขาไฟและหินอัคนีแทรกซอนที่อยู่ในแนวโครงสร้างสุโขทัยส่วนใหญ่ แสดงองค์ประกอบทางเคมีแบบกรดถึงปานกลางและเกิดในช่วงอายุแคบๆ ในช่วงปลายยุคไทรแอสซิกตอนกลาง ในขณะที่หินภูเขาไฟและหินอัคนีแทรกซอนในแนวโครงสร้างคดโค้งเลย-เพชรบูรณ์แสดงองค์ประกอบทางเคมีเป็นแบบต่างถึงปานกลางและกรด และมีช่วงอายุการเกิดที่ต่อเนื่องยาวนานตั้งแต่ยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน จนถึงยุคไทรแอสซิก แต่อย่างไรก็ตามหินภูเขาไฟและหินอัคนีแทรกซอนที่ปรากฏอยู่ในแนวโครงสร้างคดโค้งทั้งสองแห่ง มีลักษณะทางเคมีของธาตุรองและธาตุหายากที่ตรงกับสภาพแวดล้อมของหินภูเขาไฟที่เกิดในแนวการมุดตัวของเปลือกโลก และหินภูเขาไฟที่เกิดในแนวการชนกันของแผ่นเปลือกโลก หินภูเขาไฟและหินอัคนีแทรกซอนในแนวโครงสร้างคดโค้งทั้งสองแห่งยังแสดงลักษณะทาง

ธรณีเคมีของธาตุรองและธาตุหายากแบบแคลค์-อัลคาไลเป็นส่วนใหญ่ และยังมีบ้างเล็กน้อยที่แสดงลักษณะโทลีไอต์ของแอ่งหลังแนวภูเขาไฟรูปโค้ง

แหล่งกำเนิดน้ำแร่ของแหล่งแร่ในแนวโครงสร้างคดโค้งสุโขทัย มีลักษณะโดดเด่นเฉพาะตัว และแตกต่างอย่างสิ้นเชิงกับแหล่งกำเนิดน้ำแร่ของแหล่งแร่ในแนวโครงสร้างคดโค้งเลย-เพชรบูรณ์ น้ำแร่ของแหล่งแร่ในแนวโครงสร้างคดโค้งสุโขทัยนั้น แสดงลักษณะเฉพาะตัวที่มีการเจือปนจากต้นกำเนิดของเปลือกโลกชั้นบนที่เกิดภายหลังยุคไทรแอสซิก ในขณะที่น้ำแร่ของแหล่งแร่ในแนวโครงสร้างคดโค้งเลย-เพชรบูรณ์แสดงลักษณะที่เกิดจากหินภูเขาไฟของยุคพาลีโอโซอิก

ลักษณะการเกิดของแหล่งแร่ทองคำและเหล็ก-ทองคำในแนวโครงสร้างคดโค้งสุโขทัยมีลักษณะโดดเด่นและแตกต่างจากลักษณะการเกิดของแหล่งแร่ทองคำและทองคำ-เหล็กในแนวโครงสร้างคดโค้งเลย-เพชรบูรณ์ คือแหล่งแร่ทองคำและทองคำ-เหล็ก ในแนวโครงสร้างคดโค้งสุโขทัยเกิดจากน้ำแร่ที่มีสารละลายเกลือปริมาณต่ำ บางแห่งของเหลวประเภทคาร์บอนิกที่ผสมอยู่มากก็มีความสำคัญสำหรับการเกิดของแหล่งแร่ ในขณะที่แหล่งแร่ทองคำและทองคำ-เหล็กในแนวโครงสร้างคดโค้งเลย-เพชรบูรณ์เกิดจากน้ำแร่ที่มีสารละลายเกลือปนอยู่สูงมาก ในขณะที่ของเหลวคาร์บอนิกมีปริมาณน้อยและไม่สำคัญมากนักสำหรับการเกิดของสายแร่ สารละลายเกลือปริมาณต่ำอาจมีความสำคัญต่อการเกิดของแหล่งแร่ในภายหลัง

การปรากฏร่วมกันของฟลูอิดอินคลูชันแบบน้ำ-คาร์บอนิก (L-L-V) และแบบฟลูอิดอินคลูชันแบบมีก๊าซมาก (V) ที่แหล่งแร่ห้วยคำอ่อน และการเกิดร่วมกันของฟลูอิดอินคลูชันแบบน้ำมาก (L-V) และแบบมีก๊าซมาก (V) ที่แหล่งแร่แม่ป้อทอง แสดงถึงการเกิดแหล่งแร่ที่มีจากอิทธิพลการลดลงอย่างรวดเร็วของความดันและอุณหภูมิในน้ำแร่ ที่เป็นผลมาจากการแยกตัวของของเหลวและก๊าซในสารละลายเกลือ และการแยกตัวระหว่างสารละลายน้ำและสารคาร์บอนิก ในอีกทางหนึ่งการปรากฏของฟลูอิดอินคลูชันที่มีของแข็ง (L-V-S) และฟลูอิดอินคลูชันแบบสารละลายเกลือและสารคาร์บอนิก (L-L-V) ที่เกิดร่วมกับหินสการ์นในแหล่งแร่ที่ปรากฏในแนวโครงสร้างคดโค้งเลย-เพชรบูรณ์นั้น เป็นเครื่องบ่งชี้ว่า การตกผลึกแร่ในแหล่งแร่นั้นเกิดจากอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีร่วมกับการลดลงของอุณหภูมิ และมีอิทธิพลจากการลดลงของความดันในน้ำแร่ที่เข้ามาเสริมในภายหลัง