การวิเคราะห์ลักษณะปรากฏทางจุลภาคของหินตะกอนคาร์บอเนต ยุคออร์โดวิเชียนบางส่วนกับแหล่งแร่ตะกั่ว-สังกะสีซึ่งเกิดร่วม ที่เหมืองแร่สองท่อ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นาย วัลลภ ยิ้มใย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาธรณีวิทยา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2530

ISBN 974-568-336-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

013101

013101

1 17344281

MICROFACIES ANALYSIS OF SOME ORDOVICIAN CARBONATE SEDIMENTS WITH ASSOCIATED LEAD-ZINC ORES AT SONG TOH MINE, AMPHOE THONG PHA PHUM, CHANGWAT KANCHANABURI.

Mr. Wanlop Yimyai

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Geology

Graduate School

Chulalongkorn University

1987

ISBN 974-568-336-1

Copyright of the Graduate School, Chulalongkorn University

Thesis title Microfacies Analysis of some Ordovician Carbonate Sedmiments with Associated Lead-Zinc Ores at Song Toh Mine, Amphoe Thong Pha Phum, Changwat Kanchanaburi.

By Mr. Wanlop Yimyai

Department Geology

Thesis advisor Chaiyudh Khantaprab, Ph.D.

Thesis co-advisor Visut Pisutha-Arnond, Ph.D.

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree.

Thavorn Vajrabhaya, Dean of Graduate School

(Professor Thavorn Vajrabhaya, Ph.D.)

Thesis committee

Sompop Vedchakanchana Chairman

(Sompop Vedchakanchana, M.Sc.)

Ch. Khantapl Thesis advisor

(Chaiyudh Khantaprab, Ph.D.)

Visut Pisutha-Arnond Thesis co-advisor

(Visut Pisutha-Arnond, Ph.D.)

Chongpan Chonglakmani Member

(Chongpan Chonglakmani, Ph.D.)

วัลลภ ยิ้มใย : การวิเคราะห์ลักษณะปรากฏทางจุลภาคของหินตะกอนคาร์บอเนตยุคออร์โดวิเชียนบางส่วนกับแหล่งแร่ตะกั่ว-สังกะสี ซึ่งเกิดร่วม ที่เหมืองแร่สองท่อ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี (MICROFACIES ANALYSIS OF SOME ORDOVICIAN CARBONATE SEDIMENTS WITH ASSOCIATED LEAD-ZINC ORES AT SONG TOH MINE, AMPHOE THONG PHA PHUM, CHANGWAT KANCHANABURI) อ.ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยยุทธ ขันทปราบ; อ.ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ์ พิสุทธอานนท์, 191 หน้า.

พื้นที่เหมืองแร่ตะกั่ว-สังกะสีสองท่อ ตั้งอยู่ระหว่างแม่น้ำแควใหญ่ และแม่น้ำแควน้อย ห่างออกไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของตัวจังหวัดกาญจนบุรี เป็นระยะทางประมาณ 160 กิโลเมตร พื้นที่ซึ่งทำการศึกษามีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 1.1x2.5 ตารางกิโลเมตร ตอนกลางของพื้นที่ดังกล่าวคือบริเวณที่มีการพัฒนาแหล่งแร่ตะกั่ว-สังกะสีนั้น เป็นหุบเขาที่มีลักษณะตามแนวเหนือ-ใต้ ความสูงของพื้นผิวดินโดยเฉลี่ยมีค่าระหว่าง 610 ถึง 670 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

การศึกษาและวิจัยมีเป้าหมายหลัก ที่จะชี้บ่งลักษณะปรากฏทางจุลภาคของตะกอนทั้งทางด้านกายภาพ และธรณีเคมีภาพของหินตะกอนคาร์บอเนตยุคออร์โดวิเชียนในพื้นที่ซึ่งทำการศึกษา นอกจากนี้ยังมีเป้าหมายรองที่จะศึกษาความเป็นไปได้ด้านความสัมพันธ์ระหว่างหินคาร์บอเนตกับการกำเนิดแร่

ในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการเก็บตัวอย่างหินและสินแร่ รวมทั้งสิ้นประมาณ 450 ตัวอย่าง จากการตรวจวัดลำดับชั้นหิน 3 แนว รวมความหนาทั้งสิ้นประมาณ 850 เมตร นอกจากนี้ยังได้เก็บตัวอย่างหินและสินแร่บริเวณพื้นผิวเพิ่มเติมประมาณ 90 ตัวอย่าง โดยครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 2 ตารางกิโลเมตร การศึกษาโดยละเอียดในห้องปฏิบัติการครอบคลุมเรื่องลักษณะทางจุลภาคของหิน การพิสูจน์เอกลักษณ์ของแร่ด้วยรังสีเอกซ์ การวิเคราะห์ทางธรณีเคมีและการศึกษาสินแร่ทางจุลภาค

ลักษณะปรากฏทางจุลภาคของตะกอนที่นำเสนอในรูปตัดด้านข้าง ของลำดับหินตะกอนคาร์บอเนตยุคออร์โดวิเชียนจำแนกออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ ลักษณะทางกายภาพ และลักษณะทางธรณีเคมีภาพ สำหรับลักษณะทางกายภาพนั้นครอบคลุมรายละเอียดเกี่ยวกับ ออลโลเคมส์ ออร์โธเคมส์ แร่ตะกอนคาร์บอเนต (แคลไซต์และโดโลไมต์) แร่เชียวหนุมาน ปริมาณสารเหลือค้างจากการละลายด้วยกรด สินแร่และแร่กาก สำหรับองค์ประกอบทางธรณีเคมีนั้นครอบคลุมปริมาณของธาตุต่าง ๆดังนี้ คือ แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แบเรียม แมงกานีส สตรอนเซียม ตะกั่ว สังกะสี แคดเมียม เงิน ทองแดง นิกเกิล สารหนู และปรอท

ลำดับชั้นหินตะกอนคาร์บอเนตประกอบขึ้นด้วย หินดิสมิไครต์ ฟอสสิริเฟอรัสมิไครต์ ไบโอมิไครต์ ไบโอสแปไรต์ ออูสแปไรต์ ออูลิติกเพลสแปไรต์และเพลมิไครต์ ซึ่งถูกแปรเปลี่ยนไปเป็นโดโลไมต์บางส่วนหรือทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบลักษณะปรากฏทางจุลภาคของตะกอนภายใต้การศึกษาครั้งนี้กับแบบจำลองลักษณะปรากฏทางจุลภาคของการสะสมตัวของตะกอนคาร์บอเนต สามารถสรุปได้ว่าหินตะกอนคาร์บอเนตยุคออร์โดวิเชียน บริเวณเหมืองแร่สองท่อเกิดจากการสะสมตัวภายในโซนระหว่างน้ำขึ้น-น้ำลง และใต้ระดับน้ำลงของทะเลตื้นที่มีสภาพเหมาะสมสำหรับการสะสมตัวของตะกอนคาร์บอเนต นอกจากนี้ยังมีข้อสังเกตเพิ่มเติมว่าตะกอนคาร์บอเนตในพื้นที่ซึ่งทำการศึกษา ได้มีการเปลี่ยนแปลงหลังการสะสมตัวสูงมากและยังมีการแปรรูปทางด้านโครงสร้างจากการคดโค้งของหินการเลื่อนตัวของหินรวมทั้งการแตกตัวของหินอีกด้วย

สินแร่ที่เกิดร่วมส่วนใหญ่ เป็นแร่กาลีนา สฟาเลอไรต์ โดยมีไพไรต์ แบไรต์ เชี้ยวหนุมาน โดโลไมต์ แคลไซต์ และเคลย์เป็นแร่กาก นอกจากนี้ยังพบสินแร่ทุติยภูมิคือ เซอรัสไซต์ สมิทซอไนต์ เฮมิมอร์ไฟต์และไฮโดรซิงไคต์เกิดร่วมอีกด้วย รูปร่างของแหล่งแร่วางตัวอยู่ในทิศเหนือ-ใต้ โดยมีค่าความลาดเอียงปานกลางเอียงเทไปทางทิศตะวันออกซึ่งขนานไปกับลักษณะการเรียงตัวของชั้นหินตะกอน-คาร์บอเนตยุคออร์โดวิเชียนซึ่งเป็นหินเหย้าในบริเวณดังกล่าวนี้ด้วย

แม้ว่าแหล่งแร่บริเวณสองท่อจะถูกแรงมากระทำหลังการสะสมตัวทำให้แปรรูปร่างไปและเกิดการเคลื่อนย้ายตัวไปแต่ลักษณะปฐมภูมิทางจุลภาคของสินแร่โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อแร่ยังคงสังเกตได้ อาทิ เฟรมบอยคอลไพไรต์และแร่สฟาเลอไรต์แบบปฐมภูมิ

ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบของการกำเนิดของแหล่งแร่ตะกั่ว-สังกะสีบริเวณเหมืองแร่สองท่อนั้น หลักฐานหลายประการในขั้นนี้ชี้บ่งได้ว่าเกิดแบบหินตะกอน , โดยของไหลที่พาแร่มาสะสมตัวนั้น เชื่อว่าอาจเกิดจากการบีบตัวออกมาจากตะกอนเศษหินขนาดละเอียดยุคแคมโบร-ออร์โดวิเชียนซึ่งวางตัวอยู่ข้างใต้หินตะกอนคาร์บอเนตยุคออร์โดวิเชียนหรือเกิดจากน้ำทะเลที่มีปริมาณโลหะสูงซึ่งมีกำเนิดเชื่อมโยงกับกระบวนการพุน้ำร้อนแล้วมาตกตะกอนสะสมตัวพร้อมกับหน่วยหินดังกล่าว ท้ายสุดนั้นการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาแปรสันฐาน ทำให้แนวชั้นแร่มีรูปร่างยุ่งยากซับซ้อนมากขึ้น

ภาควิชา ธรณีวิทยา ลายมือชื่อนิสิต วัลลภ ยิ้มใย

สาขาวิชา ธรณีวิทยา

ปีการศึกษา 2530 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ชัยยุทธ ขันทปราบ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

WANLOP YIMYAI : MICROFACIES ANALYSIS OF SOME ORDOVICIAN CARBONATE SEDIMENTS WITH ASSOCIATED LEAD-ZINC AT SONG TOH MINE, AMPHOE THONG PHA PHUM, CHANGWAT KANCHANABURI. THESIS ADVISOR : ASST.PROF.CHAIYUDH KHANTAPRAB; THESIS CO-ADVISOR : ASST.PROF. VISUT PISUTHA-ARNOND. 191 PP.

The Song Toh Lead-zinc Mine area is located between Khwae Yai and Khwae Noi rivers approximately 160 kilometres in the northwestern part of Kanchanaburi. The study area is rectangular of 1.1x2.5 square kilometres. The central part of the area, where the lead-zinc ores are exploited, is elongated in the valley with north-south trend. The average ground surface elevation is between 610 to 670 metres above the mean sea level.

The present study aims at defining the microfacies of both physical and geochemical aspects of the Ordovician carbonate sediments in the area. Additional attempt will be focussing upon the associated lead-zinc ores and the possible relationships between the carbonate-host rock and the mineralization.

Approximately, 450 rock and ore samples have been collected from three measured sections of about 850 metres thick. In addition, about 90 samples have been collected from the surface exposures covering the area of approximately 2 square kilometres. Detailed laboratory studies include petrography, X-ray diffractometry, geochemistry, and ore-microscopy have been undertaken.

The microfacies profiles of the Ordovician carbonate sediments can be categorized into two aspects, namely, physical and geochemical. The physical parameters are allochems, orthochems, carbonate minerals (calcite and dolomite), quartz, acid insoluble residue, ores and gangue minerals. For geochemical aspect, the parameters concerned are Ca, Mg, Fe, Ba, Mn, Sr, Pb, Zn, Cd, Ag, Cu, Ni, As, and Hg.

The carbonate sequences are consisting of dismicrite, fossiliferous micrite, biomicrite, biosparite, oosparite, oolitic pelsparite, and pelmicrite which have been partially and/or wholly dolomitized. Upon comparison of the microfacies in the study area with carbonate depositional facies models, it is concluded that the Ordovician carbonate sediments of Song Toh Mine area were deposited in the intertidal-subtidal zone of carbonate shelf environment. It is also noted that the Ordovician carbonate sediments in this area show strongly diagenetic changes and have been structurally deformed by folding, faulting, and fracturing.

The sulphide ores associated with the Ordovician carbonate sediments are mainly galena, sphalerite whereas, pyrite, barite, quartz, dolomite, calcite, and clay are gangue minerals. Besides, secondary ores of cerussite, smithsonite, hemimorphite and hydrozincite are also present. The ore bodies are oriented approximately in the north-south trend with moderate dipping to the east parallel to the regional attitude of the Ordovician carbonate-host rock.

Despite the fact that ores of the Song Toh deposit have been post-depositional deformed and mobilized, some microscopic characteristics of primary or early-formed ore textures can still be observed, i.e., framboidal pyrite, and primitive or early-formed sphalerite.

With respect to the genetic model of the lead-zinc mineralization of the Song Toh Mine area, many lines of evidence indicate that it is of sedimentary origin. The ore-bearing fluid is believed to be either squeezed out of the underlying Cambro-Ordovician fine-grained clastic rocks or the metal-rich brine which might be derived from exhalative processes to be precipitated penecontemporaneously with the Ordovician carbonate-sediments under favourable conditions. Lastly, subsequent tectonic deformation have further complicated the mineralized zone.

ภาควิชา ธรณีวิทยา ..... ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา ธรณีวิทยา .....

ปีการศึกษา 2530 ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวิเคราะห์ลักษณะปรากฏทางจุลภาคของหินตะกอนคาร์บอเนตยุคออร์โดวิเชียน
บางส่วนกับแหล่งแร่ตะกั่ว-สังกะสี ซึ่งเกิดร่วม ที่เหมืองแร่สองท่อ
อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี
ชื่อนิสิต นายวัลลภ ยิ้มใย
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยยุทธ ขันทบ่ราบ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ์ พิสุทธอานนท์
ภาควิชา ธรณีวิทยา
ปีการศึกษา 2530

บทคัดย่อ

พื้นที่เหมืองแร่ตะกั่ว-สังกะสีสองท่อ ตั้งอยู่ระหว่างแม่น้ำแควใหญ่ และแม่น้ำแควน้อย ห่างออกไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของตัวจังหวัดกาญจนบุรี เป็นระยะทางประมาณ 160 กิโลเมตร พื้นที่ซึ่งทำการศึกษามีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 1.1×2.5 ตารางกิโลเมตร ตอนกลางของพื้นที่ดังกล่าวคือบริเวณที่มีการพัฒนาแหล่งแร่ตะกั่ว-สังกะสีนั้น เป็นหุบเขาที่มีลักษณะตามแนวเหนือ-ใต้ ความสูงของพื้นผิวดินโดยเฉลี่ยมีค่าระหว่าง 610 ถึง 670 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง

การศึกษาและวิจัยมีเป้าหมายหลัก ที่จะชี้บ่งลักษณะปรากฏทางจุลภาคของตะกอน ทั้งทางด้านกายภาพ และธรณีเคมีภาพของหินตะกอนคาร์บอเนตยุคออร์โดวิเชียนในพื้นที่ซึ่งทำการศึกษา นอกจากนี้ยังมีเป้าหมายรองที่จะศึกษาความเป็นไปได้ด้านความสัมพันธ์ระหว่างหินคาร์บอเนตกับการกำเนิดแร่

ในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการเก็บตัวอย่างหินและสินแร่ รวมทั้งสิ้นประมาณ 450 ตัวอย่าง จากการตรวจวัดลำดับชั้นหิน 3 แนว รวมความหนาทั้งสิ้นประมาณ 850 เมตร นอกจากนี้ยังได้เก็บตัวอย่างหินและสินแร่บริเวณพื้นผิวเพิ่มเติมประมาณ 90 ตัวอย่าง โดยครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 2 ตารางกิโลเมตร การศึกษาโดยละเอียดในห้องปฏิบัติการครอบคลุมเรื่องลักษณะทางจุลภาคของหิน การพิสูจน์เอกลักษณ์ของแร่ด้วยรังสีเอกซ์ การวิเคราะห์ทางธรณีเคมีและการศึกษาสินแร่ทางจุลภาค

ลักษณะปรากฏทางจุลภาคของตะกอนที่นำเสนอในรูปตัดด้านข้าง ของลำดับหินตะกอนคาร์บอเนตยุคออร์โดวิเชียน จำแนกออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ ลักษณะทางกายภาพ และลักษณะทางธรณีเคมีภาพ สำหรับลักษณะทางกายภาพนั้น ครอบคลุมรายละเอียดเกี่ยวกับ ออลโลเคมส์ ออร์โธเคมส์ แร่ตะกูลคาร์บอเนต (แคลไซต์ และโดโลไมต์) แร่เชี้ยวหนุมาน ปริมาณสารเหลือค้างจากการละลายด้วยกรด สินแร่และแร่กาก สำหรับองค์ประกอบทางธรณีเคมีนั้นครอบคลุมปริมาณของธาตุต่าง ๆดังนี้ คือ แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แบเรียม แมงกานีส สทรอนเชียม ตะกั่ว สังกะสี แคดเมียม เงิน ทองแดง นิกเกิล สารหนู และปรอท

ลำดับชั้นหินตะกอนคาร์บอเนตประกอบขึ้นด้วย หินดิสมิไครต์ ฟอสสิริเฟอรัสมิไครต์ ไบโอมิไครต์ ไบโอสแปไรต์ อูอูสแปไรต์ อูอูลิติกเพลสแปไรต์ และเพลมิไครต์ ซึ่งถูกแปรเปลี่ยนไปเป็นโดโลไมต์บางส่วนหรือทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบลักษณะปรากฏทางจุลภาคของตะกอนภายใต้การศึกษาครั้งนี้กับแบบจำลองลักษณะปรากฏทางจุลภาคของการสะสมตัวของตะกอนคาร์บอเนต สามารถสรุปได้ว่าหินตะกอนคาร์บอเนตยุคออร์โดวิเชียน บริเวณเหมืองแร่สองท่อ เกิดจากการสะสมตัวภายในโซนระหว่างน้ำขึ้น-น้ำลง และใต้ระดับน้ำลงของทะเลตื้นที่มีสภาพเหมาะสมสำหรับการสะสมตัวของตะกอนคาร์บอเนต นอกจากนี้ยังมีข้อสังเกตเพิ่มเติมว่าตะกอนคาร์บอเนตในพื้นที่ซึ่งทำการศึกษา ได้มีการเปลี่ยนแปลงหลังการสะสมตัวสูงมากและยังมีการแปรรูปทางด้านโครงสร้างจากการคดโค้งของหินการเลื่อนตัวของหินรวมทั้งการแตกตัวของหินอีกด้วย

สินแร่ที่เกิดร่วมส่วนใหญ่ เป็นแร่กาลีนา สฟาเลอไรต์ โดยมีไพไรต์ แบไรต์ เชี้ยวหนุมาน โดโลไมต์ แคลไซต์ และเคลย์ เป็นแร่กาก นอกจากนี้ยังพบสินแร่ทุติยภูมิคือ เซอรัสไซต์ สมิทซ่อไนต์ เฮมิมอร์ไฟต์และไฮโดรซิงไคต์เกิดร่วมอีกด้วย รูปร่างของแหล่งแร่วางตัวอยู่ในทิศเหนือ-ใต้ โดยมีค่าความลาดเอียงปานกลางเอียงเทไปทางทิศตะวันออกซึ่งขนานไปกับลักษณะการเรียงตัวของชั้นหินตะกอน-คาร์บอเนตยุคออร์โดวิเชียนซึ่งเป็นหินเหย้าในบริเวณดังกล่าวนี้ด้วย

แม้ว่าแหล่งแร่บริเวณสองท่อจะถูกแรงมากระทำหลังการสะสมตัว ทำให้แปรรูปร่างไปและเกิดการเคลื่อนย้ายตัวไป แต่ลักษณะปฐมภูมิทางจุลภาคของสินแร่โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อแร่ยังคงสังเกตได้ อาทิ เฟรมบอยดอลไพไรต์ และแร่สฟาเลอไรต์แบบปฐมภูมิ

ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบของการกำเนิดของแหล่งแร่ตะกั่ว-สังกะสี บริเวณเหมืองแร่สองท่อนั้น หลักฐานหลายประการในชั้นนี้ชี้บ่งได้ว่าเกิดแบบหินตะกอน โดยของไหลที่พาแร่มาสะสมตัวนั้น เชื่อว่าอาจเกิดจากการบีบตัวออกมาจากตะกอนเศษหินขนาดละเอียดยุคแคมโบร-ออร์โดวิเชียนซึ่งวางตัวอยู่ข้างใต้หินตะกอนคาร์บอเนตยุคออร์โดวิเชียนหรือเกิดจากน้ำทะเลที่มีปริมาณโลหะสูงซึ่งมีกำเนิดเชื่อมโยงกับกระบวนการพุน้ำร้อน แล้วมาตกตะกอนสะสมตัวพร้อมกับหน่วยหินดังกล่าว ท้ายสุดนั้นการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาแปรสัณฐานทำให้แนวชั้นแร่มีรูปร่างยุ่งยากซับซ้อนมากขึ้น

Thesis title Microfacies Analysis of some Ordovician Carbonate Sediments with Associated Lead-Zinc Ores at Song Toh Mine, Amphoe Thong Pha Phum, Changwat Kanchanaburi.

By Mr. Wanlop Yimyai

Thesis advisor Chaiyudh Khantaprab, Ph.D.

Thesis co-advisor Visut Pisutha-Arnond, Ph.D.

Department Geology

Academic year 1987

ABSTRACT

The Song Toh Lead-zinc Mine area is located between Khwae Yai and Khwae Noi rivers approximately 160 kilometres in the northwestern part of Kanchanaburi. The study area is rectangular of 1.1x2.5 square kilometres. The central part of the area, where the lead-zinc ores are exploited, is elongated in the valley with north-south trend. The average ground surface elevation is between 610 to 670 metres above the mean sea level.

The present study aims at defining the microfacies of both physical and geochemical aspects of the Ordovician carbonate sediments in the area. Additional attempt will be focussing upon the associated lead-zinc ores and the possible relationships between the carbonate-host rock and the mineralization.

Approximately, 450 rock and ore samples have been collected from the three measured sections of about 850 metres thick. In addition, about 90 samples have been collected from the surface exposures covering the area of approximately 2 square kilometres. The detailed laboratory studies include petrography, X-ray diffractometry, geochemistry, and ore-microscopy have been undertaken.

The microfacies profiles of the Ordovician carbonate sediments can be categorized into two aspects, namely, physical and geochemical. The physical parameters are allochems, orthochems, carbonate minerals (calcite and dolomite), quartz, acid insoluble residue, ores and gangue minerals. For geochemical aspect, the parameters concerned are Ca, Mg, Fe, Ba, Mn, Sr, Pb, Zn, Cd, Ag, Cu, Ni, As, and Hg.

The carbonate sequences are consisting of dismicrite, fossiliferous micrite, biomicrite, biosparite, oosparite, oolitic pelsparite, and pelmicrite which have been partially and/or wholly dolomitized. Upon comparison of the microfacies in the study area with carbonate depositional facies models, it is concluded that the Ordovician carbonate sediments of the Song Toh Mine area were deposited in the intertidal-subtidal zone of the carbonate shelf environment. It is also noted that the Ordovician carbonate sediments in this area show strongly diagenetic changes and have been structurally deformed by folding, faulting, and fracturing.

The sulphide ores associated with the Ordovician carbonate sediments are mainly galena, sphalerite whereas, pyrite, barite, quartz, dolomite, calcite, and clay are gangue minerals. Besides, secondary ores i.e., cerussite, smithsonite, hemimorphite and hydrozincite are also present. The ore bodies are oriented approximately in the north-south trend with moderate dipping to the east parallel to the regional attitude of the Ordovician carbonate-host rock.

Despite the fact that ores of the Song Toh deposit have been post-depositional deformed and mobilized, some microscopic characteristics of primary or early-formed ore textures can still be observed, i.e., framboidal pyrite, and primitive or early-formed sphalerite.

With respect to the genetic model of the lead-zinc mineralization of the Song Toh Mine area, many lines of evidence indicate that it is of sedimentary origin. The ore-bearing fluid is believed to be either squeezed out of the underlying Cambro-Ordovician fine-grained clastic rocks or the metal-rich brine which might be derived from exhalative processes to be precipitated penecontemporaneously with the Ordovician carbonate sediments under favourable conditions. Lastly, subsequent tectonic deformation have further complicated the mineralized zone.

พลอยุกกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ACKNOWLEDGEMENTS

Grateful acknowledgements are due to Dr.Chaiyudh Khantaprab and Dr.Visut Pisutha-Arnond of the Department of Geology, Graduate School, Chulalongkorn University, for their supervision, their encouragement, and critical reading of the menuscript.

Appreciation is extended to Dr.Wasant Pongsapich, the former head of the Department of Geology, for the permission to use all necessary facilities of the Department during the course of study.

The financial support of this study was partially provided by the Chulalongkorn-Amoco Geological Fund,and the Graduate School Fund, Chulalongkorn University.

Mr.Thani Kleabbua, and Dr.Gerdt Pedall of the KEMCO are most grateful for the permission to conduct this study and for their kind assistance. Thanks are also extended to the staff of the KEMCO for their help.

Finally, thanks are extended to numerous peoples whose name are not mentioned here, for their encourgement and assistance.

CONTENTS

	Page
ABSTRACT IN THAI	iv
ABSTRACT IN ENGLISH	vii
ACKNOWLEDGEMENTS	x
LIST OF TABLES	xiv
LIST OF FIGURES	xvi
LIST OF PLATES	xix
CHAPTER	
I INTRODUCTION	1
1.1 The study area	2
1.2 Objectives and scope	5
1.2.1 Background geology	5
1.2.2 Measured lithostratigraphic sections	8
1.2.3 Microfacies analysis	8
1.2.4 Geochemical and mineralogical profiles	8
1.2.5 Ore petrography	8
1.2.6 Evaluation	8
1.3 Methodology	9
1.3.1 Background literature research	9
1.3.2 Fieldwork	10
1.3.3 Laboratory work	11
1.3.3.1 Petrographic study	11
1.3.3.2 X-ray diffractrometry	11
1.3.3.3 Geochemical facies analysis	11

1.3.3.4 Ore microscopy 12
1.3.4 Data evaluation 13
1.4 Previous investigations 13
1.5 Exploration and mining history of the Song Toh Mine and its adjacent area 15
II GEOLOGY 18
2.1 Regional geological setting 18
2.1.1 Stratigraphy 21
2.1.2 Geological structure 26
2.1.3 Igneous rocks 27
2.2 Geology of the Song Toh Mine area 28
2.2.1 Stratigraphy 28
2.2.2 Geological structure 30
2.3 Mineralization of the Song Toh deposit 34
2.3.1 Characteristics of the deposit 34
2.3.2 Ore types 36
III MICROFACIES ANALYSIS OF THE ORDOVICIAN CARBONATE SEDIMENTS 43
3.1 Physical aspect 44
3.1.1 Petrography of the carbonate sediments 45
3.1.2 Mineralogical aspect 89
3.2 Interpretation of microfacies 95
3.2.1 Depositional environments 95
3.2.2 Authigenesis 100
IV GEOCHEMICAL FACIES ANALYSIS OF THE ORDOVICIAN CARBONATE SEDIMENTS 105
4.1 Geochemical facies profiles 105
4.2 Relationships among the geochemical parameters 112

4.3 Geochemical characteristics of the mineralized and non-mineralized zones 115

V THE CARBONATE-HOSTED LEAD-ZINC SULPHIDE 118

5.1 Petrographic and geochemical characteristics of the ore-bearing carbonate sediments 118

5.1.1 Petrographic characteristics 118

5.1.2 Geochemical characteristics 120

5.2 Lead-zinc ores 127

5.2.1 Megascopic characteristics 127

5.2.2 Microscopic characteristics 130

5.2.3 Proposed paragenesis of the Song Toh lead-zinc sulphide deposit 143

5.2.4 Proposed model of the Song Toh lead-zinc sulphide deposit 146

VI CONCLUSIONS 150

REFERENCES 159

APPENDICES 163

BIOGRAPHY 191

LIST OF TABLES

Table		Page
4.1a	The analytical results of the geochemical parameters ...	109
4.1b	Sample size needed for 0.95 and 0.99 probability that population mean lies within 5 units of the sample mean .	111
4.2a	The correlation matrices of the geochemical parameters .	113
4.2b	The correlation coefficients and significance of the geochemical parameters	114
4.3	The analytical results of some geochemical parameters in the mineralized, and non-mineralized zones	116
5.1.2a	The analytical results of the geochemical parameters in the mineralized zone	121
5.1.2b	The correlation matrices of the geochemical parameters .	122
5.1.2c	The correlation coefficients and significance of the geochemical parameters	123
5.1.2d	The analytical results of the geochemical parameters in the mineralized and non-mineralized zones	125
B-1	Classification of the carbonate rocks	166
D-1	Measuring conditions, absorption sentivities, and precision of the elements	171
E-1	Characteristics of depositional environments	173
E-2	Diagnostic biological characteristics of depositional environments	174
E-3	Diagnostic physical characteristics of depositional environments	175

E-4 Diagnostic physiochemical characteristics of depositional environments 176

E-5 Depth range of Recent Epoch of organisms and microfacies criteria 177

LIST OF FIGURES

Figure		Page
1.1a	Location of the study area	3
1.1b	Topographic map of the Song Toh Mine area	6
1.1c	3-dimension surface of the Song Toh Mine area	7
2	Distribution of the Ordovician carbonate sediments	19
2.1	Geological map of the Thong Pha Phum area	22
2.2.1	Geological map of the Song Toh Mine area	29
2.2.2a	Contour diagramme of attitudes of bedding in carbonate-host rock of the Song Toh Mine area	32
2.2.2b	Rose diagramme of fault systems in the Song Toh North Mine area	33
2.2.2c	Rose diagramme of joints occurring in the Song Toh North Mine area	33
3.1.1a	Location of the measured sections	46
3.1.1b	The relative stratigraphic position of the measured sections in the Song Toh North Mine area	47
3.1.1c	Sampling location in the study area	48
3.1.1d	The petrographic characteristics of the Dewatering Drift to Huai Chanee section	68
3.1.1e	The petrographic characteristics of the drill-hole number 68 section	77
3.1.1f	The petrographic characteristics of the drill-hole number 67 section	83

3.1.1g The carbonate lithofacies map of the study area 85

3.1.2a The graphic presentation of the mineralogical aspect of the Dewatering Drift to Huai Chanee section 93

3.1.2b The graphic presentation of the mineralogical aspect of the drill-hole number 68 section 94

3.1.2c The graphic presentation of the mineralogical aspect of the drill-hole number 67 section 94

4.1a The graphic presentation of the distribution pattern of the geochemical parameters of the Dewatering Drift to Huai Chanee section 107

4.1b The graphic presentation of the distribution pattern of the geochemical parameters of the drill-hole number 68 section 108

4.1c The graphic presentation of the distribution pattern of the geochemical parameters of the drill-hole number 67 section 108

4.1d The graphic presentation of the analytical results of the geochemical parameters in Table 4.1a 110

5.1.2 The graphic presentation of the analytical results of the geochemical parameters in Table 5.1.2d 126

5.2.3 Proposed paragenetic diagramme of the Song Toh lead-zinc sulphide deposit 144

5.2.4 Proposed model of the Song Toh lead-zinc sulphide deposit 149

C-1 The representation of 122 X-ray diffractogrammes of the Ordovician carbonate sediments showing the pattern of muscovite natural 3T 169

F-1 A model for lead and zinc deposits in deep sea graben .. 181

F-2 Lateral updip brine migration from basin centre towards carbonate platform at the shallow margin of the basin .. 182

LIST OF PLATES

Plate		Page
3-1	Photomicrographs of the Ordovician carbonate sediments from the Song Toh Mine area	51
3-2	Photomicrographs of the Ordovician carbonate sediments from the Song Toh Mine area	55
3-3	Photomicrographs of the Ordovician carbonate sediments from the Song Toh Mine area	59
3-4	Photomicrographs of the Ordovician carbonate sediments from the Song Toh Mine area	62
3-5	Photomicrographs of the Ordovician carbonate sediments from the Song Toh Mine area	66
3-6	Photomicrographs of the Ordovician carbonate sediments from the Song Toh Mine area	71
3-7	Photomicrographs of the Ordovician carbonate sediments from the Song Toh Mine area	75
3-8	Photomicrographs of the Ordovician carbonate sediments from the Song Toh Mine area	80
3-9	Photomicrographs of the Ordovician carbonate sediments from the Song Toh Mine area	87
3-10	Photomicrographs of the Ordovician carbonate sediments from the Song Toh Mine area	90
3-11	Photomicrographs of the Ordovician carbonate sediments from the Song Toh Mine area	103

5-1 Photomicrographs of the ore-bearing Ordovician carbonate sediments from the Song Toh Mine area 119

5-2 Photographs of the ore-bearing Ordovician carbonate sediments from the Song Toh Mine area 129

5-3 Photomicrographs of the ore-bearing Ordovician carbonate sediments from the Song Toh Mine area 132

5-4 Photomicrographs of the ore-bearing Ordovician carbonate sediments from the Song Toh Mine area 135

5-5 Photomicrographs of the ore-bearing Ordovician carbonate sediments from the Song Toh Mine area 139

5-6 Photomicrographs of the ore-bearing Ordovician carbonate sediments from the Song Toh Mine area 142