ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ ผลของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมต่อการสะสมตัวของแหล่งเชื้อเพลิงธรรมชาติในภาคใต้และอ่าวไทย

ผู้เขียน นางสาวบัณฑิตา อุดมกัน

ปริญญา วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (ธรณีวิทยา)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ. ดร. เบ็ญจวรรณ รัตนเสถียร	ประธานกรรมการ
อ. ดร. วิทยา คันธรส	กรรมการ
อ. ดร. พิษณุ วงศ์พรชัย	กรรมการ
ศ. ดร. คัตซึมิ ทากายาสึ	กรรมการ
ศ. ดร. วิลเลี่ยม ไฟฟ์	กรรมการ

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการสะสมตัวของแหล่งเชื้อเพลิงธรรมชาติโดยการเปรียบเทียบลักษณะทางธรณีเคมีจากแอ่งเทอร์เชียรี 3 แอ่ง ได้แก่ แอ่งกระบี่ แอ่งเคียนซา และแอ่งปัตตานี วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อเป็นการหาสภาพแวดล้อมการสะสมตะกอน แหล่งที่มาของซัลเฟอร์ และอายุของการสะสมตะกอนโดยวิธีการวิเคราะห์โดยประมาณ และการวิเคราะห์จำเพาะธาตุ เอกซ์เรย์ดิฟแฟรคโทเมตทรี (XRD) เอกซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์ สเปคโทรเมตทรี (XRF) อินดิวซ์ คอบเพิล พลาสมา (ICP) การวิเคราะห์ค่าคาร์บอนออกซิเจน และซัลเฟอร์ไอโซโทป การวิเคราะห์ศิลาวรรณนาถ่านหิน และบรรพชีวินวิทยา

ในแอ่งกระบี่ จังหวัดกระบี่ แหล่งถ่านหินบางหมากถูกเลือกเป็นตัวแทนพื้นที่ศึกษา การศึกษาเริ่มจากชั้นตะกอนใต้ชั้นถ่านหิน เกิดจากการสะสมตัวของตะกอนธารน้ำในทะเลสาบน้ำจืดและน้ำทะเลรุกล้ำเข้ามาบ้างเล็กน้อย พบแร่ดินที่เกิดจากกระบวนการแปรเปลี่ยนของเฟลด์สปาร์ทั้งจากการผุพังปกติของหินรอบแอ่งและน้ำร้อน โดยมีควอตซ์เป็นแร่หลัก และแร่รองเป็น เคโอลิไนต์ แคลไซต์ และอิลไลต์ต่อมาสภาพแวดล้อมเปลี่ยนเป็นการสะสมตัวของพีชชั้นสูงในที่ลุ่มน้ำขัง/ทะเลสาบน้ำจืดถึงน้ำกร่อย ภายใต้สภาวะรีดิวซ์ ทำให้เกิดชั้นถ่านหินคุณภาพดี แต่มีปริมาณธาตุเหล็ก แคลเซียม อาร์เซนิก และตะกั่วในปริมาณสูง กลุ่มแร่อินทรีย์ส่วนใหญ่ที่พบเป็นกลุ่มของฮิวมิ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไนต์ 50 ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ และลิปติไนต์ 20 ถึง 45 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกลุ่มของอินเนอร์ติไนต์มีน้อยต่ำกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ การสะสมชั้นตะกอนเหนือชั้นถ่านหิน เกิดจากตะกอนบนบกมาสะสมตัวแบบสลับกันระหว่างสภาพแวดล้อมแบบที่ลุ่มน้ำขังหรือทะเลสาบน้ำจืด และน้ำกร่อย ซึ่งมีการทับถมภายใต้สภาวะรีดิวซ์ในตอนล่างแล้วค่อยๆเปลี่ยนเป็นสภาวะออกซิไดซ์ในตอนบน จากส่วนประกอบของตะกอนที่เป็น ควอตซ์ แคลไซต์ เบต้าดิสออร์เดอร์เคโอลิไนต์ เคโอลิไนต์ กลอโคไนต์ อิลไลต์ มอนต์มอริลโลไนต์ ธาตุที่พบปริมาณสูง ได้แก่ ซิลิคอน แคลเซียม และอะลูมิเนียม ธาตุรอง ได้แก่ แบเรียม โครเมียม นิกเกิล วาเนเดียมและสังกะสี และบ่งชี้ว่ามีน้ำทะเลรุกล้ำเข้ามาในแอ่ง จากหลักฐานการพบแร่มอนต์มอริลโลไนต์และกลอโคไนต์

ปริมาณที่สูงของ ธาตุซิลิคอน อะลูมิเนียม และเหล็ก ในชั้นตะกอนและชั้นถ่านหิน แสดงความสัมพันธ์กับปริมาณที่สูงของควอตซ์ เคโอลิไนต์ และอิลไลต์ ปริมาณแคลไซต์ที่สูงสัมพันธ์กับกลุ่มซากบรรพชีวินหอยและเป็นผลของการตกตะกอนของสารละลายคาร์บอเนตในช่วงล่าง และสารเชื่อมประสาน ค่าเดลต้า-13 คาร์บอน ของหอยกาบเดี่ยว ชนิด *เบลลามยา* หอยสกุล ทิเอริเด และหอยกาบคู่ ชนิด *ลาเมลลิเดนซ์*ทางตอนใต้ของแหล่ง มีค่าระหว่าง –1.2 ถึง –5.7 เปอร์มิล บ่งชี้ว่าเป็นหอยน้ำจืดในตอนล่าง และเป็นหอยน้ำกร่อยในตอนบนของลำดับชั้นหิน ส่วนหอยกาบคู่ ชนิด *ลาเมลลิเดนซ์* และหอยกาบเดี่ยวสกุล ทิเอริเด ในตอนล่างของลำดับชั้นหินทางตอนเหนือของแหล่ง มีค่าระหว่าง –2.6 ถึง –4.2 เปอร์มิล บ่งชี้ว่าเป็นหอยน้ำกร่อย ค่าเดลต้า-34 ซัลเฟอร์ มีค่าสองช่วง ช่วงแรกมีค่าระหว่าง -3 ถึง +2 เปอร์มิล และช่วงที่สองมีค่าระหว่าง +4.8 ถึง +10.4 เปอร์มิล บ่งชี้ว่าซัลเฟอร์ส่วนใหญ่ในไพไรต์และถ่านหินมีแหล่งเกิดมาจากหินที่เย็นตัวจากแมกม่าและแหล่งแร่น้ำร้อน (ค่าเข้าใกล้ศูนย์) และมาจากพืช (ค่าประมาณ +8 ถึง +10 เปอร์มิล) ผ่านกระบวนการรีดักชันของแบคทีเรียในระหว่างหรือหลังการสะสมตะกอน ดังนั้นสภาพแวดล้อมการสะสมตะกอนของแหล่งบางหมากส่วนใหญ่เป็นการสะสมตะกอนแบบบนบก มีหลักฐานของการรุกล้ำของน้ำทะเล เข้ามาทางด้านใต้ของแหล่งจากการพบตะกอนทะเลและกลอโคไนต์เข้ามาสะสมร่วมกับตะกอนอื่นๆ จากการศึกษาซากบรรพชีวินของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในชั้นถ่านหิน บ่งชี้ว่าแอ่งกระบี่มีอายุในสมัยอีโอซีนตอนปลาย ช่วงอายุ 31 ถึง 34 ล้านปี

แหล่งถ่านหินเคียนซาตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของแอ่งเคียนซา จังหวัดสุราษฎร์ธานี แร่อินทรีย์ในชั้นถ่านหินและหินน้ำมัน ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มของฮิวมิไนต์ และลิปติไนต์ พบกลุ่มอินเนอร์ติไนต์ น้อยมา แร่อินทรีย์ กลุ่มลิปติไนต์ที่ส่วนใหญ่เป็น ชนิด ลามอัลจิไนต์ เทลอัลจิไนต์ สปอริไนต์ และคิวติไนต์ เป็นแหล่งกำเนิดไฮโดรคาร์บอนที่ดี คิวติไนต์ที่เป็นพืชตระกูลสน ชนิด *ไพนัส* เป็นพืชที่อยู่ในเขตหนาวหรือจากพื้นที่สูง การสะสมตะกอนเป็นแบบที่ลุ่มน้ำขัง/ทะเลสาบน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จืด ในระดับตื้น ภายใต้สภาวะรีดิวซ์ ปริมาณของธาตุซิลิคอน สัมพันธ์กับควอตซ์ หรือ ธาตุซิลิคอนกับอะลูมิเนียม สัมพันธ์กับเคโอลิไนต์ และธาตุซิลิคอนกับโพแทสเซียม สัมพันธ์กับอิลไลต์ พบปริมาณธาตุอาร์เซนิก แบเรียม โครเมียม วาเนเดียม และสังกะสี สูงในตัวอย่างถ่านหินและหินน้ำมัน ส่วนค่าเดลต้า-34 ซัลเฟอร์ ของถ่านหิน มีค่าเป็นบวก ในช่วง +8.5 ถึง +10.3 เปอร์มิล บ่งชี้ว่าซัลเฟอร์เกิดจากสภาพแวดล้อมการสะสมตัวในน้ำจืด

แอ่งปัตตานีตั้งอยู่ในอ่าวไทย สภาพแวดล้อมการสะสมตะกอน ได้ทำการศึกษาจากชนิดแร่ ธาตุประกอบ และศิลาวรรณนาถ่านหิน จากตัวอย่างเศษชิ้นหินจากการเจาะสำรวจและผลิตตามลำดับชั้นหินที่เริ่มตั้งแต่ชั้นหินลำดับที่ 2 ถึง ที่ 5 พบว่าแร่ส่วนใหญ่ที่พบได้แก่ ควอตซ์ เคโอลิไนต์ อิลไลต์ มอนต์มอริลโลไนต์ และแพลจิโอเคลส ปริมาณธาตุซิลิคอนและอะลูมิเนียมที่สูงสัมพันธ์กับควอตซ์และเคโอลิไนต์ที่สูง และพบปริมาณธาตุอาร์เซนิก โคบอลต์ โครเมียม นิกเกิล ตะกั่ว วาเนเดียม และสังกะสี เกิดสัมพันธ์กับชั้นถ่านหินแร่ดินเหนียว และหินดินดาน แร่อินทรีย์ส่วนใหญ่ที่พบคือกลุ่มของลิปติไนต์ ในช่วง 30 ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มฮิวมิไนต์ต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ โดยแร่อินทรีย์ของกลุ่มลิปติไนต์ ประกอบด้วย เอกซูดาติไนต์ เรซินไนต์ ลิปโตเดตริไนต์ สปอริไนต์ คิวติไนต์ และซูเบอริไนต์ กลุ่มอินเนอร์ติไนต์พบน้อยมากเป็นซนิดฟูซิไนต์และสเคอโรติไนต์

เมื่อพิจารณาเฉพาะช่วงลำดับชั้นหิน พบว่าลำดับชั้นหินที่ 2 สภาพแวดล้อมการสะสมตะกอนส่วนใหญ่เป็นแบบตะกอนธารน้ำ และทะเลสาบน้ำจืด/ที่ลุ่มน้ำขัง มีการรุกล้ำเข้ามาของน้ำทะเลเล็กน้อย ประกอบด้วยควอตซ์เป็นแร่หลัก และแร่รอง คือ เบต้าดิสออร์เดอร์เคโอลิไนต์ เคโอลิไนต์ อิลไลต์ แคลไซต์ ส่วนแร่อินทรีย์ของกลุ่มลิปติไนต์ประกอบด้วย เอกซูดาติไนต์ เรซินไนต์ และลิปโตเดตริไนต์ ในปริมาณสูงกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ การพบฟูซิไนต์บ่งชี้ว่าเป็นส่วนของพืชที่เกิดจากไฟไหม้ในที่ลุ่มน้ำขังและสภาวะที่แห้งแล้ง ลำดับชั้นหินที่ 3 สภาพแวดล้อมการสะสมตะกอนอาจเป็นแบบที่ลุ่มน้ำขัง หรือทะเลสาบน้ำจืด มีการรุกล้ำเข้ามาของน้ำทะเลเล็กน้อยโดยเฉพาะตอนใต้และตอนกลางของแอ่ง บ่งชี้โดยพบปริมาณของมอนต์มอริลโลไนต์และคลอไรต์ แร่อินทรีย์ของกลุ่มลิปติไนต์พบปริมาณของเอกซูดาติไนต์ เรซินไนต์ ลิปโตเดตริไนต์ คิวติไนต์ และอัลจิไนต์ โดยมีค่าเดลต้า-34 ซัลเฟอร์ มีค่า –0.2 เปอร์มิล บ่งชี้ว่าซัลเฟอร์มีแหล่งเกิดมาจากแมกม่าหรือแหล่งแร่น้ำร้อน ลำดับชั้นหินที่ 4 สภาพแวดล้อมการสะสมตะกอนที่เด่นคือสิ่งแวดล้อมแบบทะเลสาบน้ำจืด/ที่ลุ่มน้ำขังประกอบด้วยควอตซ์ เป็นแร่หลัก และแร่รอง คือ เบต้าดิสออร์เดอร์เคโอลิไนต์ เคโอลิไนต์ อิลไลต์ แคลไซต์ และมอนต์มอริลโลไนต์ และพบเอกซูดาติไนต์ในชั้นล่าง และเรซินไนต์ ลิปโตเดตริไนต์ คิวติไนต์ อัลจิไนต์ สปอริไนต์ และซูเบอริไนต์ ในตอนล่างและด้านเหนือของแอ่งมีการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สะสมตัวของตะกอนธารน้ำ ลำดับชั้นหินที่ 5 สภาพแวดล้อมการสะสมตะกอนส่วนใหญ่เป็นแบบทะเลสาบน้ำจืด/ที่ลุ่มน้ำชัง ประกอบด้วยควอตซ์ เป็นแร่หลัก และแร่รอง คือ เคโอลิไนต์ อิลไลต์ แคลไซต์ คลอไรต์และเฮไลต์ มีการรุกล้ำเข้ามาของน้ำทะเลทางตอนใต้ของแอ่ง บ่งชี้โดยปริมาณคลอไรต์และฟอแรมมินิเฟอราในแหล่งบรรพต พืชตระกูลสน ชนิด ไพนัส เป็นพืชในเขตหนาว แร่อินทรีย์ของกลุ่มลิปติไนต์ถูกพบมากในลำดับชั้นหินที่ 5 และตอนบนของลำดับชั้นหินที่ 4 บ่งว่าหินต้นกำเนิดน้ำมันในลำดับชั้นหินเหล่านี้อยู่ในภาวะยังไม่ได้ที่ หินกักเก็บที่ให้ไฮโดรคาร์บอนในแอ่งปัตตานี คือหินทรายที่อยู่ในตอนล่างของลำดับชั้นหินที่ 4 ส่วนหินต้นกำเนิดลำดับชั้นหินที่ 3 และตอนบนของลำดับชั้นหินที่ 2 อยู่ในภาวะได้ที่ที่ให้ปิโตรเลียม หินเหล่านี้จึงเป็นแหล่งกำเนิดเบื้องต้นของก๊าซธรรมชาติและก๊าซปิโตรเลียมเหลวในแอ่งปัตตานี

อิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการสะสมของแหล่งเชื้อเพลิงธรรมชาติในภาคใต้และอ่าวไทย มีปัจจัยสำคัญมาจาก ที่มาของตะกอน สภาพแอ่งสะสมเป็นน้ำจืด น้ำกร่อย หรือมีอิทธิพลของน้ำทะเลรุกล้ำเข้ามาในแอ่ง และสภาวะออกซิเดชั่นหรือรีดักชั่น ทั้งในขณะที่สะสมตะกอนและกระบวนการแปรเปลี่ยน ที่เกิดขึ้นหลังการสะสมตะกอน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title Effect of Environmental Factors on Accumulation of Fossil Fuel Deposits in the South and the Gulf of Thailand

Author Ms. Bantita Udomkan

Degree Doctor of Philosophy (Geology)

Thesis Advisory Committee

Assoc. Prof. Dr. Benjavun Ratanasthien	Chairperson
Dr. Wittaya Kandharosa	Member
Dr. Pisanu Wongpornchai	Member
Prof. Dr. Katsumi Takayasu	Member
Prof. Dr. William Fyfe	Member

ABSTRACT

This thesis is a study of the effect of environmental factors on the accumulation of fossil fuel deposits based on the comparison of the geochemical character of three Tertiary basins: the Krabi, Khian Sa, and Pattani basins. The purpose of this study was to identify the depositional environments, source of sulfur, and age of depositional environments using proximate and ultimate analyses, X-ray diffractometry, X-ray fluorescence spectrometry, induced couple plasma, carbon and oxygen isotopes, sulfur isotope, coal petrography, and paleontology analyses.

In the Krabi basin, Krabi province, the Bang Mark coal deposit is selected to be study area. The earliest studied environment of this coal deposit is that of the underburden. The depositional environment of this underburden is fluvio-lacustrine, with some marine incursion indicated by clay minerals that were derived from feldspar by weathering and hydrothermal alteration. Quartz is a major mineral of the underburden; minor minerals are kaolinite, calcite, and illite. Subsequently, the depositional environment changed to one for higher plants that were deposited in swamp/lacustrine or brackish environments under reducing conditions. The Bang

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Mark coal seam is of high quality. As and Pb contents are dominant in this coal seam. Macerals present are mainly the huminite group, ranging from 50-70 percent, and the liptinite group, ranging from 20-45 percent. Inertinite group macerals are rare, less than 5 percent. In the overburden, the deposition of terrestrial organic matter deposits alternated between swamp, lacustrine, and brackish water environments. This resulted in the organic matter having been accumulated in a reducing environment in the lower part and gradually in an oxidizing environment in the upper part of this sequence. Overburden minerals are mainly quartz, calcite, beta-disordered kaolinite, kaolinite, glauconite, illite, and montmorillonite. The elements are dominantly Si, Ca, and Al. The minor elements are Ba, Cr, Ni, V, Zn, and Zr. The marine incursion into the basin is indicated by the presence of montmorillonite and glauconite.

A high concentration of Si, Al, and Fe indicates the varying content of quartz, kaolinite, and illite. A high proportion of calcite is associated with shell assemblages that are carbonate-filled and cemented. In the southern part of the deposit, the $\delta^{13}C$ values of *Bellamya* sp., Thiaridae gastropods, and *Lamellidens* sp. bivalves range from –1.2 to –5.7 permil and indicate freshwater shells in the lower sequence and brackish water shells in the upper sequence. The *Lamellidens* sp. bivalves and the Thiaridae gastropods in the interburden of the northern part of the deposit have $\delta^{13}C$ value that range from –2.6 to –4.2 permil. These values indicate a brackish water environment. The $\delta^{34}S$ values show two sets. First set is ranging from –3 to +2 permil, and second set is ranging from +4.8 to +10.4 permil indicate that most of the sulfur in pyrite and coal was derived from a magmatic or hydrothermal source ($\delta^{34}S$ values are close to zero) and derived from plants ($\delta^{34}S$ values ranges from +8 to +10 permil) which underwent reduction by bacteria during or after deposition. Therefore, the depositional environment of the Bang Mark coal deposit was predominately terrestrial, though there were occasional marine incursions in the southern part of the deposit area as indicated by the presence of marine clay minerals and glauconite. The vertebrate Krabi mammal faunas within the coal seams indicate a late Eocene age of 31-34 million years.

The Khian Sa coal deposit is located in the northwestern of the Khian Sa basin of Surat Thani province. Macerals in the coal and oil shale of the basin are dominantly

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

the huminite and liptinite groups, with inertinite group macerals being rare. The liptinite macerals are dominantly lamalginite, telalginite, sporinite, and cutinite. These macerals indicate good hydrocarbon sources. The cutinite is mostly the *Pinus* sp., which indicates temperate or high latitude plants. The coal was deposited in a reducing shallow water swamp/lacustrine environment. The high proportion of Si in the deposit varies as quartz, with Al in kaolinite, and with K in illite. The proportions of As, Ba, Cr, V, and Zn are significant in both coal and oil shale samples. The high $\delta^{34}S$ value ranges from +8.45 to +10.3 permil and indicate that the sulfur occurred in freshwater.

The Pattani basin is located in the Gulf of Thailand. The depositional environment was studied using minerals, elements, and coal petrography of well cutting samples from the basin's stratigraphic sequences 2 to 5. The dominant minerals are quartz, kaolinite, calcite, illite, montmorillonite, and plagioclase feldspar. The high contents of Si and Al are associated with quartz and kaolinite. The elements As, Co, Cr, Ni, Pb, V, and Zn are associated with coal, clay minerals, and shale. Liptinite group macerals range from 30-80 percent and huminite group macerals are less than 50 percent. The liptinite macerals are mainly exsudatinite, resinite, alginite, liptodetrinite, sporinite, cutinite, and suberinite. Inertinite group macerals are minor constituents, as are fusinite and sclerotinite macerals.

The depositional environment of stratigraphic sequence 2 was dominantly fluvial and lacustrine/swamp, though some transgressive marine environments also occurred. The sequences minerals are mainly quartz and minor beta kaolinite, kaolinite, illite, calcite, and montmorillonite. The liptinite maceral content is more than 50 percent and consists of exsudatinite, resinite, and liptodetrinite. The fusinite maceral was produced by swamp fires and the drying out of the environment. The depositional environment of stratigraphic sequence 3 was possibly dominantly swamp or lacustrine. However, a transgressive marine environment occurred, especially in the southern and middle part of the basin. This is indicated by the proportion of montmorillonite and chlorite. The liptinite macerals are mainly exsudatinite, resinite, liptodetrinite, cutinite, and alginite. The $\delta^{34}S$ value is –0.2 permil and indicates that the sulfur was derived from magmatic or hydrothermal sources. Lacustrine and swamp environments were dominant during deposition of stratigraphic sequence 4.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

The minerals of the sequence are mainly quartz and minor beta disordered kaolinite, kaolinite, illite, calcite, and montmorillonite. Exsudatinite macerals are dominant in the lower part of the sequence. Resinite, liptodetrinite, cutinite, alginite, sporinite, and suberinite macerals occur in the upper part of the sequence. A fluvial environment was possibly the dominant environment in the lower and northern parts of the basin. In stratigraphic sequence 5, the depositional environment was dominantly lacustrine/swamp. The minerals of the sequence are mainly quartz and minor amounts of kaolinite, illite, calcite, chlorite, and halite. A transgressive marine environment occurred in the southern part of the basin, as indicated by chlorite and foraminifera in the Baanpot gas field. *Pinus* sp. pollen indicates the occurrence of temperate plants. Liptinite macerals in sequence 5 and in the upper part of sequence 4 indicate that source rocks are immature. The main hydrocarbon-bearing reservoirs are sandstone beds within the lower part of sequence 4. The mature source rocks are sequence 3 and the upper part of sequence 2. Rocks of these two sequences are the primary source of gas and condensate in the Pattani basin.

The fossil fuel deposits in both southern Thailand and the Gulf of Thailand are the result of the depositional environments that existed at the time of deposition. These environments resulted from the source and type of sediments that were deposited, whether deposition took place in fresh, brackish, or marine conditions, and whether oxidation or reducing conditions prevailed during and after deposition.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved