บทที่ 4

วิจารณ์ผลการศึกษา

ลักษณะตะกอนดิน

ตะกอนดินในแปลงขุดแร่ปี 2525 มีลักษณะหยาบกว่าตะกอนจากแปลงเปรียบเทียบและแปลงขุดแร่อื่น ๆ นอกจากนี้ยังพบว่ามีปริมาณซิลท์-เคลย์อยู่ในระดับที่ต่ำมาก สำหรับแปลงขุดแร่ปี 2524 และ 2523 มีปริมาณซิลท์-เคลย์สูงขึ้นแต่ก็ยังอยู่ในระดับต่ำมากเมื่อเทียบกับแปลงเปรียบเทียบ ทั้งนี้เนื่องจากขบวนการขุดแร่ไปรบกวนทำให้ตะกอนขนาดเล็กฟุ้งกระจายขึ้นและถูกเคลื่อนย้ายออกไปเนื่องจากอิทธิพลของลมและกระแสน้ำ ซึ่งอนุวัฒน์ นทีวัฒนา และคณะ (2525) พบว่าทางฝั่งตะวันตกของเกาะภูเก็ตจะมีการก่อตัวของซิลท์-เคลย์ในตะกอนดินขึ้นในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและหายไปจากตะกอนดินในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยมีกระแสน้ำปั่นป่วน (turbulent current) เป็นตัวการสำคัญในการเคลื่อนย้ายซิลท์-เคลย์ออกไป ในกรณีที่มีการรบกวนตะกอนดินในอ่าวปีดและมีสิ่งปลูกสร้างที่ทำให้ทิศทางการไหลเวียนของกระแสน้ำเปลี่ยนแปลงไปจะทำให้พื้นทะเลซึ่งเดิมมีลักษณะเป็นพื้นทรายถูกเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นโคลนเนื่องจากการทับถมของตะกอนดินขนาดเล็กที่ไม่ถูกพัดพาออกจากอ่าวนั้นไป (Jones, 1981) แต่สำหรับบริเวณแปลงขุดแร่ที่ทำการศึกษาอยู่ห่างจากฝั่งและไม่ถูกปิดล้อม เมื่อซิลท์-เคลย์ฟุ้งกระจายขึ้นก็จะถูกพัดพากระจายไปยังบริเวณอื่นจึงทำให้ซิลท์-เคลย์ในบริเวณดังกล่าวมีปริมาณลดต่ำลงอย่างมาก

ตะกอนดินในแปลงเปรียบเทียบมีลักษณะเป็นทรายละเอียด (fine sand) มีปริมาณซิลท์-เคลย์สูงที่สุดคือ 3.64 เปอร์เซ็นต์ แต่เป็นค่าที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับทางฝั่งตะวันตกของเกาะภูเก็ตที่ทำการศึกษาโดย อนุวัฒน์ นทีวัฒนา และคณะ (2525) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ปริมาณซิลท์-เคลย์ในแปลงขุดแร่ปี 2522, 2518 และ 2508 มีค่าสูงขึ้นใกล้เคียงกับแปลงเปรียบเทียบ แม้ว่าปริมาณซิลท์-เคลย์ในแปลงขุดแร่ปี 2525 จะต่ำลงมากแต่กลับพบว่าปริมาณสารอินทรีย์ยังคงมีค่าสูงคือมีปริมาณ 7.93 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งซึ่งมีค่าสูงกว่าปริมาณสารอินทรีย์ในแปลงเปรียบเทียบและสำหรับแปลงขุดแร่ปี 2524

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

และ 2523 ซึ่งมีปริมาณซิลท์-เคลย์และปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอนดินไม่แสดงถึงความสัมพันธ์กันอย่างเด่นชัดเช่นเดียวกับการศึกษาตะกอนดินทางฝั่งตะวันตกของเกาะภูเก็ตโดย อนุวัฒน์ นทีวัฒนา และคณะ (2525) ซึ่งพบว่าปริมาณซิลท์-เคลย์กับปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอนดินมีความสัมพันธ์กันเพียง 27 เปอร์เซนต์

<u>ลักษณะชุมนุมสิ่งมีชีวิตสัตว์ทะเลหน้าดิน</u>

ก. <u>องค์ประกอบทางชนิดของชุมนุมสิ่งมีชีวิตสัตว์ทะเลหน้าดิน</u>

การจำแนกชนิดถึงระดับครอบครัวพบว่าในแปลงขุดแรกปี 2525 มีจำนวนลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งสัตว์ทะเลหน้าดินในกลุ่มครัสตาเซียนลดลงเหลือเพียง 7 ครอบครัว ในขณะที่แปลงเปรียบเทียบพบกลุ่มครัสตาเซียนจำนวน 15 ครอบครัวเช่นเดียวกับกลุ่มหอยก็มีจำนวนลดลงเหลือเพียง 1 ครอบครัว และไม่พบกลุ่มปลาและสัตว์มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ เลย ส่วนกลุ่มไส้เดือนทะเลยังคงมีจำนวนครอบครัวเท่ากับแปลงเปรียบเทียบและมีความคล้ายคลึงกันมาก แสดงว่าการขุดแรกมีผลกระทบอย่างเด่นชัดต่อสัตว์กลุ่มครัสตาเซียน หอย ปลาและสัตว์มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ ทำให้จำนวนครอบครัวลดลง ซึ่ง Jones and Candy (1981) พบว่าการขุดลอกตะกอนในอ่าว Botany ประเทศออสเตรเลียมีผลทำให้จำนวนชนิดของสัตว์ทะเลหน้าดินในบริเวณนั้นลดลงเช่นกัน ในแปลงขุดแรกปี 2524 เริ่มมีจำนวนครอบครัวของสัตว์ทะเลหน้าดินเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสัตว์กลุ่มครัสตาเซียน แปลงขุดแรกปี 2523 เป็นแปลงขุดแรกที่พบว่ามีจำนวนครอบครัวของสัตว์ทะเลหน้าดินกลุ่มไส้เดือนทะเลและครัสตาเซียนเพิ่มสูงขึ้นมากแสดงให้เห็นว่ากลุ่มไส้เดือนทะเลและกลุ่มครัสตาเซียนเป็นสัตว์ทะเลหน้าดินที่สามารถปรับตัวและเจริญเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็วกว่าสัตว์กลุ่มอื่น ๆ ในสภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมอย่างรุนแรง เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่หลังจากที่พื้นท้องทะเลถูกรบกวนไปอย่างมากและหลังจากที่สิ่งแวดล้อมมีสภาพดีขึ้นชุมนุมสิ่งมีชีวิตสัตว์ทะเลหน้าดินนี้ก็จะพยายามปรับสภาพชุมนุมให้กลับเข้าสู่สภาพสมดุลย์ และเมื่อพิจารณาในแปลงขุดแรกปี 2518 ซึ่งมีจำนวนครอบครัวของสัตว์ทะเลหน้าดินสูงที่สุดจะเห็นว่ากลุ่มสัตว์ทุกกลุ่มมีจำนวนครอบครัวสูงขึ้นแต่ก็ยังไม่พบปลาและสัตว์มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ

สำหรับองค์ประกอบของชุมนุมสิ่งมีชีวิตสัตว์ทะเลหน้าดินในแปลงเปรียบเทียบนั้นพบว่ากลุ่มสัตว์ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มครัสตาเซียนซึ่งมีปริมาณความหนาแน่น 52.09 เปอร์เซ็นต์ของสัตว์ทะเลหน้าดินทั้งหมด รองลงไปเป็นกลุ่มไส้เดือนทะเลซึ่งมีปริมาณความหนาแน่น 28.32 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อพิจารณาจำนวนครอบครัวกลับพบว่ากลุ่มไส้เดือนทะเลเป็นกลุ่มที่มีจำนวนครอบครัวสูงกว่ากลุ่มครัสตาเซียนแสดงว่าไส้เดือนทะเลส่วนใหญ่จะสามารถปรับตัวอยู่ในลักษณะตะกอนดินที่เป็นทรายละเอียดได้ดีแต่กลุ่มครัสตาเซียนที่อาศัยอยู่ในบริเวณนี้มีความสามารถในการเจริญพันธุ์ในลักษณะตะกอนดินและความลึกของน้ำระดับนี้ได้ดีกว่ากลุ่มไส้เดือนทะเล จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี log-normal distribution พบว่าเส้นกราฟมีการเบี่ยงเบนแสดงว่าความสมดุลย์ของชุมนุมสัตว์ถูกรบกวนไปซึ่งอาจเนื่องจากถูกรบกวนโดยการประมงอวนลากหรือได้รับผลกระทบจากการขุดแร่ในแปลงขุดแร่ที่อยู่ใกล้เคียง ทั้งนี้เพราะการขุดแร่ในทะเลสามารถส่งผลกระทบต่อชุมนุมสิ่งมีชีวิตสัตว์ทะเลหน้าดินที่อยู่ห่างไปจากเรือขุด 3 - 5 กิโลเมตร (อนุวัฒน์ นทีวัฒนา และบำรุงศักดิ์ ฉัตรอนันเวช, 2524)

ไส้เดือนทะเลครอบครัว Eunicidae เป็นไส้เดือนทะเลที่พบได้ในทุกแปลงศึกษามีปริมาณความหนาแน่นสูงและค่อนข้างคงที่แสดงว่าไส้เดือนทะเลครอบครัวนี้สามารถปรับตัวให้อยู่ได้ในตะกอนดินที่มีลักษณะต่าง ๆ กัน นอกจากนี้การที่มีลักษณะการกินอาหารเป็นแบบ omnivore ซึ่งสามารถกินอาหารได้หลายชนิดทั้งที่เป็นสัตว์ด้วยกันและสาหร่ายหรือพืชอื่น ๆ ตามพื้นทะเลและความสามารถในการเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระทำให้มันสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมอย่างรุนแรง ไส้เดือนทะเลครอบครัว Spionidae และ Orbiniidae เป็นไส้เดือนทะเลอีกกลุ่มหนึ่งซึ่งพบได้ในทุกแปลงศึกษา และพบว่ามีปริมาณความหนาแน่นเพิ่มสูงขึ้นกว่าปกติในช่วงต้น ๆ หลังการทำเหมืองแร่ผ่านพ้นไปคือในแปลงขุดแร่ปี 2524-2522 ไส้เดือนทะเลทั้ง 2 ครอบครัวนี้เป็นไส้เดือนทะเลขนาดเล็กที่มีลักษณะการกินอาหารแบบ deposit feeding ทำให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมอย่างรุนแรง และการที่มันสามารถแพร่พันธุ์ได้อย่างรวดเร็วอันเป็นลักษณะของ opportunistic group ทำให้ไส้เดือนทะเล 2 ครอบครัวนี้เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่หลังจากการทำเหมืองแร่ผ่านพ้นไป

สำหรับสัตว์ทะเลหน้าดินในกลุ่มครัสตาเซียนที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนก็คือกลุ่ม Amphipod ซึ่งปกติเป็นกลุ่มที่มีปริมาณความหนาแน่นสูง พบว่าจะมีปริมาณความหนาแน่นลดต่ำลงอย่างมากในแปลงขุดแร่ปี 2525 และค่อยเพิ่มสูงขึ้นหลังการขุดแร่ผ่านพ้นไป ในแปลงขุดแร่ปี 2523 มีการเพิ่มปริมาณความหนาแน่นของ Amphipod สูงขึ้นอย่างผิดปกติ แสดงให้เห็นว่า Amphipod เป็นกลุ่มสัตว์สำคัญอีกกลุ่มหนึ่งที่เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่หลังจากมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมไป จากการศึกษาการฟื้นสภาพของ Amphipod หลังจากการทำเหมืองแร่ในทะเลโดย สมชัย บุศราวิช และปกรณ์ ประเสริฐวงษ์ (2527) พบว่า Amphipod สามารถฟื้นสภาพได้อย่างรวดเร็วในด้านปริมาณความหนาแน่น โดยพบว่า Amphipod ชนิด Grandidierella megnae และ Ampelisca misakiensis ซึ่งเป็น opportunistic species เป็นชนิดที่มีปริมาณความหนาแน่นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงปีแรกหลังการขุดแร่ Amphipod ดังกล่าวอาศัยอยู่ในหลอดที่สร้างขึ้นจากทราย (sand tube) ช่วยให้มันปลอดภัยจากศัตรูตามธรรมชาติ จึงทำให้มันคงมีปริมาณความหนาแน่นสูงอยู่ได้ และพบว่าหลังการทำเหมืองแร่ผ่านพ้นไปแล้วประมาณ 3 ปี Amphipod มีแนวโน้มกลับเข้าสู่สภาพสมดุลย์ตามธรรมชาติ

กลุ่มหอยเป็นกลุ่มที่ได้รับผลกระทบจากการขุดแร่อย่างชัดเจนคือมีจำนวนครอบครัวลดต่ำลงมากโดยเฉพาะในช่วง 3 ปีแรกหลังจากการขุดแร่คือในแปลงขุดแร่ปี 2525, 2524, 2523 และ 2522 พบกลุ่มหอยรวมกันเพียง 5 ครอบครัว และไม่พบหอยฝาเดียวในแปลงขุดแร่เหล่านี้เลย ในขณะที่แปลงเปรียบเทียบมีกลุ่มหอยรวม 8 ครอบครัว โดยพบหอยฝาเดียว 2 ครอบครัว คือ Naticidae และ Mitridae แปลงขุดแร่ปี 2518 เป็นแปลงศึกษาที่มีจำนวนครอบครัวสูงใกล้เคียงกับแปลงเปรียบเทียบ จากข้อมูลนี้จะเห็นได้ว่ากลุ่มหอยซึ่งมีลักษณะการกินแบบกรองอาหารจากมวลน้ำเป็นกลุ่มสัตว์ที่ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงและฟื้นตัวได้ช้า

ดาวเปราะในครอบครัว Amphiuridae เป็นกลุ่มเอคไคโนเดิร์มที่พบได้ทุกแปลงศึกษาและมีปริมาณค่อนข้างสูงในแปลงเปรียบเทียบ เมื่อถูกรบกวนจากการขุดแร่จะทำให้ปริมาณความหนาแน่นลดลง ปริมาณความหนาแน่นเริ่มมีค่าสูงขึ้นถึงระดับปานกลางในแปลงขุดแร่ปี 2508 แสดงว่ากลุ่มเอคไคโนเดิร์มเป็นสัตว์ทะเลหน้าดิน อีกกลุ่มหนึ่งที่ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงเพราะส่วนร่างกายของดาวเปราะจะขาดเสียหายได้ง่ายเมื่อได้รับความกระทบกระเทือนจากการขุดแร่ทั้งยังมีความสามารถในการฟื้นสภาพได้ช้า ซึ่ง Probert (1981) พบว่า

ดาวเปราะและหอยเป็นสัตว์กลุ่มที่เพิ่มปริมาณความหนาแน่นได้ช้ากว่าไส้เดือนทะเลและปลิงทะเล ส่วนกลุ่มปลาและสัตว์มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ เป็นกลุ่มที่ไม่พบในแปลงขุดแร่ใด ๆ เลย ทั้งนี้เนื่องจากกลุ่มปลาเป็นกลุ่มที่มีความสามารถในการเคลื่อนที่ได้ดีเมื่อถูกรบกวนโดยการขุดแร่ก็จะมีการอพยพหนีออกจากบริเวณดังกล่าวไปอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีความอุดมสมบูรณ์และไม่ถูกรบกวน

ข. <u>ปริมาณความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดินกลุ่มต่าง ๆ และปริมาณความหนาแน่นรวมของสัตว์ทะเลหน้าดิน</u>

ปริมาณความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดินในแปลงศึกษาต่าง ๆ แสดงให้เห็นว่าการขุดแร่ในทะเลมีผลทำให้ปริมาณความหนาแน่นรวมของสัตว์ทะเลหน้าดินลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแปลงขุดแร่ปี 2525 มีปริมาณความหนาแน่นต่ำกว่าแปลงเปรียบเทียบถึง 58.74 เปอร์เซนต์ ซึ่งผลการศึกษาของอนุวัฒน์ นทีวัฒนา และบำรุงศักดิ์ ฉัตรอนันเวช (2524) ก็พบว่าบริเวณแปลงขุดแร่ในอ่าวบางเทาทางฝั่งตะวันตกของเกาะภูเก็ตมีปริมาณความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดินลดต่ำลงมากคือมีปริมาณความหนาแน่นเพียง 15.5 - 55.6 ตัว/ตารางเมตร โดยพบว่าสัตว์ทะเลหน้าดินกลุ่มครัสตาเซี่ยน, หอย, เอคไคโนเดิร์ม, ปลาและสัตว์มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ มีปริมาณความหนาแน่นลดลงอย่างเห็นได้ชัด ส่วนกลุ่มไส้เดือนทะเลยังคงมีปริมาณความหนาแน่นค่อนข้างสูง ทั้งนี้เพราะไส้เดือนทะเลเป็น deposit feeder ซึ่งจะสามารถปรับตัวอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงตะกอนดินได้ดี นอกจากนี้ความสามารถในการงอกใหม่ (regeneration) ของไส้เดือนทะเลก็มีส่วนช่วยให้ไส้เดือนทะเลยังคงมีปริมาณความหนาแน่นค่อนข้างสูงอยู่ได้ เมื่อการขุดแร่ผ่านพ้นไปแล้ว 1 ปี พบว่าจะมีปริมาณความหนาแน่นเพิ่มสูงขึ้นใกล้เคียงกับแปลงเปรียบเทียบและเพิ่มสูงขึ้นอย่างผิดปกติในแปลงขุดแร่ปี 2523 เนื่องจากการเพิ่มปริมาณขึ้นอย่างรวดเร็วของ opportunistic group อันได้แก่ไส้เดือนทะเลครอบครัว Orbiniidae และ Spionidae รวมทั้งกลุ่ม Amphipod ชนิด <u>Groandidierella megnae</u> และ <u>Ampelisca misakiensis</u> ซึ่งเป็นระยะแรกของการเปลี่ยนแปลงแทนที่เมื่อสภาพแวดล้อมถูกรบกวนไปอย่างรุนแรง แต่เมื่อทำการวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ พบว่าปริมาณความหนาแน่นรวมของสัตว์ทะเลหน้าดินในแปลงขุดแร่ปี 2524, 2523, 2522, 2518 และ 2508 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากปริมาณความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดินในแปลงเปรียบเทียบ

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดินแต่ละกลุ่มจะเห็นว่าในแปลงเปรียบเทียบมีสัตว์ทะเลหน้าดินในกลุ่มครัสตาเชี่ยนเป็นส่วนใหญ่คือมีปริมาณ 52.09 เปอร์เซนต์ของสัตว์ทั้งหมด รองลงไปเป็นกลุ่มไส้เดือนทะเลซึ่งมีปริมาณ 28.22 เปอร์เซนต์ ส่วนในแปลงขุดแรกจะพบว่าสัตว์ทะเลหน้าดินกลุ่มไส้เดือนทะเลเป็นส่วนใหญ่ซึ่งมีปริมาณอยู่ระหว่าง 47.69 - 72.73 เปอร์เซนต์ โดยพบว่าในแปลงขุดแรกปี 2525 มีกลุ่มไส้เดือนทะเลสูงถึง 72.73 เปอร์เซนต์ และพบกลุ่มครัสตาเชี่ยนเพียง 14.15 เปอร์เซนต์ แสดงให้เห็นว่ากลุ่มไส้เดือนทะเลเป็นกลุ่มสัตว์ที่ปรับตัวอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ถูกรบกวนได้ดีกว่าสัตว์ทะเลหน้าดินกลุ่มอื่นและยังมีความสามารถในการฟื้นสภาพได้รวดเร็วกว่าสัตว์ทะเลหน้าดินกลุ่มอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากช่วงระยะการเป็นตัวอ่อนที่เป็นแพลงค์ตอน(planktonic larvae) ของไส้เดือนทะเลมีระยะเวลาสั้น ๆ เพียง 4 - 5 วัน และยังสามารถผลิตไข่ออกมาได้ครั้งละมาก ๆ คือประมาณ 1,000,000 ฟอง/ตัว/ฤดู (Thorson, 1961) ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของกลุ่มสัตว์ที่เป็น opportunistic group ส่วนกลุ่มครัสตาเชี่ยนนั้นประมาณ 70 เปอร์เซนต์ จะมีช่วงระยะการเป็นตัวอ่อนที่เป็นแพลงตอนยาวประมาณ 5 สัปดาห์ และบางพวกจะมีระยะยาวถึง 90 - 120 วัน จึงทำให้มีการฟื้นตัวได้ช้ากว่ากลุ่มไส้เดือนทะเล แต่ก็เป็นที่น่าสังเกตว่ากลุ่ม Amphipod เป็นครัสตาเชี่ยนกลุ่มเดียวที่มีการเพิ่มจำนวนขึ้นได้อย่างรวดเร็วหลังจากการขุดแรกผ่านพ้นไป ทั้งนี้เพราะ Amphipod จัดว่าเป็นสัตว์ชนิด opportunistic species ซึ่งมีขนาดเล็กและสามารถสร้างตัวอ่อนได้ปริมาณมาก ๆ และลักษณะการดำรงชีวิตแบบที่อาศัยอยู่ในหลอดที่สร้างขึ้นจากทราย (sand tube) รวมทั้งลักษณะการกินอาหารแบบ deposit feeder ทำให้สัตว์กลุ่มนี้ปลอดภัยจากศัตรูตามธรรมชาติและเพิ่มปริมาณขึ้นได้อย่างรวดเร็ว

ค. <u>การเปลี่ยนแปลงปริมาณมวลชีวภาพของสัตว์ทะเลหน้าดิน</u>

ปริมาณมวลชีวภาพของสัตว์ทะเลหน้าดินในแปลงขุดแรกปี 2525 ลดต่ำลงมากเช่นเดียวกับปริมาณความหนาแน่น ในแปลงขุดแรกปี 2524 ซึ่งมีการฟื้นสภาพในด้านปริมาณความหนาแน่นใกล้เคียงกับแปลงเปรียบเทียบแต่ปริมาณมวลชีวภาพมีค่าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย แม้แต่ในแปลงขุดแรกปี 2523 ซึ่งมีปริมาณความหนาแน่นสูงที่สุดก็มีปริมาณมวลชีวภาพต่ำเมื่อเทียบกับแปลงเปรียบเทียบ ทั้งนี้เป็นเพราะกลุ่มสัตว์ที่ฟื้นสภาพขึ้นในช่วงแรกนั้นเป็นสัตว์ทะเลหน้าดินกลุ่มไส้เดือนทะเลและกลุ่มครัสตาเชี่ยนจำพวก Amphipod ซึ่งเป็นสัตว์ทะเลหน้าดินที่มี

ขนาดเล็กจึงทำให้ปริมาณมวลชีวภาพมีค่าเปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อย ปริมาณมวลชีวภาพเริ่มมีค่าสูงขึ้นในแปลงขุดแร่ปี 2518 แสดงว่าเริ่มมีสัตว์ขนาดใหญ่ที่มีค่ามวลชีวภาพสูงซึ่งได้แก่กลุ่มหอยและครัสตาเซียนบางชนิดเจริญเติบโตขึ้นทำให้ค่ามวลชีวภาพสูงขึ้น สำหรับแปลงขุดแร่ปี 2508 มีค่ามวลชีวภาพสูงและไม่แตกต่างจากแปลงเปรียบเทียบซึ่งแสดงถึงความอุดมสมบูรณ์ของชุมนุมสิ่งมีชีวิตสัตว์ทะเลหน้าดินที่มีทั้งสัตว์ขนาดเล็กและขนาดใหญ่อยู่ปะปนกัน โดยพบว่ากลุ่มหอยในครอบครัว Veneridae และ Malleidae เป็นกลุ่มสัตว์ที่มีขนาดใหญ่และมีค่ามวลชีวภาพสูง

ง. <u>ดัชนีความแตกต่างและค่า evenness ของชุมนุมสิ่งมีชีวิตสัตว์ทะเลหน้าดิน</u>

ชุมนุมสิ่งมีชีวิตสัตว์ทะเลหน้าดินในแปลงขุดแร่ปี 2508 มีค่าดัชนีความแตกต่างและค่า evenness สูง แสดงว่าเป็นชุมนุมที่ค่อนข้างสมบูรณ์และมีความสมดุลย์โดยมีจำนวนชนิดสูงและปริมาณความหนาแน่นของสัตว์แต่ละชนิดค่อนข้างคงที่คือไม่มีสัตว์ทะเลหน้าดินบางกลุ่มที่มีปริมาณความหนาแน่นสูงมากหรือต่ำมากอย่างผิดปกติ ในแปลงขุดแร่ปี 2525, 2524 และ 2522 มีค่าดัชนีความแตกต่างต่ำกว่าดัชนีความแตกต่างของแปลงเปรียบเทียบ แสดงว่ามีจำนวนชนิดของสัตว์ทะเลหน้าดินอยู่ในระดับต่ำ เพราะการลดจำนวนครอบครัวของสัตว์ทะเลหน้าดินในกลุ่มครัสตาเซียน หอยและเอคไคโนเดิร์มเนื่องจากผลกระทบของการขุดแร่จึงทำให้มีค่าดัชนีความแตกต่างต่ำลง แต่มีค่า evenness ค่อนข้างสูงแสดงว่ามีปริมาณความหนาแน่นของสัตว์แต่ละชนิดไม่แตกต่างกันมากนัก สำหรับในแปลงขุดแร่ปี 2518 ซึ่งมีจำนวนชนิดของสัตว์ทะเลหน้าดินสูงที่สุดในแปลงศึกษาทั้งหมดก็มีค่าดัชนีความแตกต่างและค่า evenness ใกล้เคียงกับแปลงเปรียบเทียบ เช่นเดียวกับแปลงขุดแร่ปี 2523 ซึ่งมีปริมาณความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดินสูงและมีจำนวนครอบครัวของสัตว์ทะเลหน้าดินค่อนข้างสูงก็มีค่าดัชนีความแตกต่างและค่า evenness ใกล้เคียงกับแปลงเปรียบเทียบเช่นกัน

จ. <u>ความคล้ายคลึงของชุมนุมสิ่งมีชีวิตสัตว์ทะเลหน้าดินของแปลงขุดแร่ปีต่าง ๆ กับแปลงเปรียบเทียบ</u>

ชุมนุมสิ่งมีชีวิตสัตว์ทะเลหน้าดินในแปลงขุดแร่ปี 2525 และ 2524 ซึ่งผลกระทบจากการขุดแร่ยังมีอิทธิพลอยู่มาก ค่อนข้างจะมีความแตกต่างไปจากชุมนุมสิ่งมีชีวิตสัตว์

ทะเลหน้าดินในแปลงเปรียบเทียบคือมีความคล้ายคลึงกับแปลงเปรียบเทียบเพียง 53 และ 57 เปอร์เซนต์ตามลำดับ กลุ่มสัตว์ที่มีความแตกต่างไปจากแปลงเปรียบเทียบอย่างเห็นได้ชัดคือ สัตว์ทะเลหน้าดินกลุ่มครัสตาเชี่ยน, หอย และเอคไคโนเดิร์ม ส่วนไส้เดือนทะเลยังคงมีความคล้ายคลึงกับแปลงเปรียบเทียบและแปลงขุดแร่ปีอื่น ๆ ส่วนแปลงขุดแร่อื่น ๆ คือแปลงขุดแร่ปี 2523, 2522, 2518 และ 2508 มีความคล้ายคลึงกับแปลงเปรียบเทียบตั้งแต่ 60 เปอร์เซนต์ขึ้นไป โดยแปลงขุดแร่ปี 2518 มีความคล้ายคลึงกับแปลงเปรียบเทียบมากที่สุด คือ 70 เปอร์เซนต์ แสดงว่าการฟื้นสภาพของชุมนุมสิ่งมีชีวิตสัตว์ทะเลหน้าดินหลังการทำเหมืองแร่ในทะเล ส่วนใหญ่จะเป็นสัตว์ทะเลหน้าดินกลุ่มเดิมที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นและจากบริเวณใกล้เคียง แต่เนื่องจากการรบกวนของการขุดแร่ทำให้ลักษณะตะกอนดินเปลี่ยนแปลงไป จึงเป็นผลให้การฟื้นสภาพของสัตว์ทะเลหน้าดินไม่สามารถเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์เหมือนในสภาพเดิม

ฉ. <u>การเปรียบเทียบข้อมูลสัตว์ทะเลหน้าดินด้วยวิธี log-normal distribution</u>

จากการเปรียบเทียบข้อมูลสัตว์ทะเลหน้าดินโดยวิธี log-normal distribution ชี้ให้เห็นว่าชุมนุมสิ่งมีชีวิตสัตว์ทะเลหน้าดินจากแปลงขุดแร่ปี 2508 แสดงแนวโน้มว่ามีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้นเพื่อปรับเข้าสู่สภาพสมดุลย์ใหม่ตามธรรมชาติโดยมีเส้นกราฟที่เป็นเส้นตรงและมีความชันใกล้เคียงกับเส้นกราฟของแปลงเปรียบเทียบซึ่งแสดงความสม่ำเสมอของการแพร่กระจายของสัตว์ทะเลหน้าดินชนิดต่าง ๆ ไม่มีสัตว์ทะเลชนิดใดมีปริมาณความหนาแน่นสูงขึ้นอย่างผิดปกติ มีการอพยพเข้าออกคงที่และสัดส่วนของจำนวนตัวในแต่ละครอบครัวก็ค่อนข้างคงที่ นับเป็นชุมนุมสิ่งมีชีวิตสัตว์ทะเลหน้าดินที่ประสบความสำเร็จในขบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่และมีการปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในบริเวณนั้น

ชุมนุมสิ่งมีชีวิตสัตว์ทะเลหน้าดินในแปลงขุดแร่ปี 2523 ซึ่งมีปริมาณความหนาแน่นสูงมากจากเส้นกราฟในภาพที่ 10 แสดงให้เห็นว่าชุมนุมสิ่งมีชีวิตสัตว์ทะเลหน้าดินในแปลงขุดแร่นี้ยังไม่อยู่ในสภาพสมดุลย์ มีการขาดหายไปของสัตว์ทะเลหน้าดินครอบครัวที่มีความหนาแน่นต่ำและมีการเพิ่มปริมาณความหนาแน่นขึ้นสูงมากของสัตว์ทะเลหน้าดินบางครอบครัว เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของกลุ่มสัตว์ที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีและสามารถสร้างตัวอ่อนได้ครั้งละมาก ๆ แต่ส่วนใหญ่จะเป็นสัตว์ขนาดเล็กเพราะทำให้ปริมาณมวลชีวภาพมีค่าเปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อย เมื่อพิจารณาต่อไปถึงชุมนุมสิ่งมีชีวิตสัตว์ทะเลหน้าดินในแปลงขุดแร่ปี

2522 จะเห็นว่าเส้นกราฟมีความเบี่ยงเบนไปเพียงเล็กน้อย แต่มีความชันของเส้นกราฟมีค่าน้อยกว่าเส้นกราฟของแปลงเปรียบเทียบ ทั้งนี้เพราะมีการปรับตัวของชุมนุมสิ่งมีชีวิตสัตว์ทะเลหน้าดินเพื่อพยายามกลับเข้าสู่สภาพสมดุลย์เมื่ออิทธิพลของผลกระทบจากการขุดแร่ลดต่ำลง และในแปลงขุดแร่ปี 2518 จะเห็นว่าเส้นกราฟในช่วงแรกมีความคล้ายคลึงกับเส้นกราฟของแปลงเปรียบเทียบแต่ยังคงมีการเบี่ยงเบนไปในช่วงของกลุ่มสัตว์ที่มีปริมาณความหนาแน่นสูง

สำหรับชุมนุมสิ่งมีชีวิตสัตว์ทะเลหน้าดินในแปลงขุดแร่ปี 2525 นั้นมีเส้นกราฟคล้ายคลึงกับเส้นกราฟของแปลงเปรียบเทียบมาก ทั้งนี้เพราะสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบในแปลงขุดแร่ดังกล่าวซึ่งส่วนใหญ่มีปริมาณความหนาแน่นต่ำมีการแพร่กระจายอย่างต่อนข้างสม่ำเสมอ สัตว์ทะเลหน้าดินเกือบทั้งหมดมีปริมาณความหนาแน่นต่ำลงเนื่องจากผลกระทบจากการขุดแร่ แต่อย่างไรก็ดีเส้นกราฟของแปลงเปรียบเทียบก็ยังมีการเบี่ยงเบนไปแสดงว่าสมดุลย์ของชุมนุมสิ่งมีชีวิตสัตว์ทะเลหน้าดินก็ถูกรบกวนเช่นกัน ซึ่งอาจเป็นการเปลี่ยนแปลงไปตามการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติหรืออาจมีสาเหตุมาจากการรบกวนจากการทำประมงในบริเวณนั้นซึ่งจากการสังเกตพบว่ามีการทำประมงอวนลากในบริเวณแถบนี้อยู่เป็นประจำ นอกจากนี้ยังอาจได้รับผลกระทบจากการขุดแร่ในแปลงขุดแร่ปี 2522, 2523 และ 2524 ซึ่งอยู่ห่างออกไปประมาณ 2 - 3 กิโลเมตร ทำให้ชุมนุมสิ่งมีชีวิตสัตว์ทะเลหน้าดินนี้ไม่อยู่ในสภาพสมดุลย์ตามธรรมชาติอย่างแท้จริง

การทำเหมืองแร่ในทะเลมีผลกระทบต่อโครงสร้างชุมนุมสิ่งมีชีวิตสัตว์ทะเลหน้าดินทำให้ความหนาแน่น จำนวนชนิดและมวลชีวภาพลดลง อีกทั้งยังทำให้ปริมาณซิลท์-เคลย์ในตะกอนดินลดลงด้วย เมื่อการขุดแร่ผ่านพ้นไปแล้วสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณนั้นจะสามารถฟื้นสภาพขึ้นใหม่ได้โดยเริ่มจากการมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของกลุ่มสัตว์ที่สามารถแพร่พันธุ์ได้รวดเร็วและมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงตะกอนดินได้ดีซึ่งได้แก่กลุ่มไส้เดือนทะเลในครอบครัว Eunicidae, Obiniidae และ Spionidae รวมทั้งกลุ่มครัสตาเซียนจำพวก Amphipod แต่สัตว์กลุ่มดังกล่าวนี้เป็นสัตว์ขนาดเล็กจึงทำให้มวลชีวภาพมีการเปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อย ข้อมูลจากแปลงขุดแร่ปี 2518 แสดงให้เห็นว่าหลังจากการขุดแร่ผ่านพ้นไปแล้ว 7 ปี มวลชีวภาพเริ่มมีค่าสูงขึ้นเนื่องจากสัตว์ทะเลหน้าดินเริ่มมีขนาดใหญ่ขึ้นโดยเฉพาะสัตว์ในกลุ่มหอยครอบครัว Veneridae ส่วนแปลงขุดแร่ปี 2508 มีค่ามวลชีวภาพสูงใกล้เคียงกับแปลงเปรียบเทียบเพราะมีสัตว์ที่มีขนาดใหญ่เช่นเดียวกับแปลงเปรียบเทียบ เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี

log-normal distribution เส้นกราฟที่ได้เมื่อเทียบกับแปลงเปรียบเทียบแสดงให้เห็นแนวโน้มของการเริ่มปรับสภาพสู่สภาพสมดุลย์ใหม่ตามลักษณะสภาพแวดล้อมเมื่อการขุดแร่ผ่านพ้นไปแล้ว 17 ปี ซึ่งเป็นชุมนุมสิ่งมีชีวิตสัตว์ทะเลหน้าดินที่ได้รับผลความกระทบกระเทือนจากการขุดแร่ในทะเลน้อยลง

อย่างไรก็ดีการศึกษานี้ทำการเก็บตัวอย่างเพียงครั้งเดียวโดยมิได้ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลและการเปลี่ยนแปลงระหว่างปีของชุมนุมสิ่งมีชีวิตสัตว์ทะเลหน้าดินและการหาตำแหน่งเรือในสถานีเก็บตัวอย่างโดยใช้เครื่องวัดมุมที่หมายฝั่งเป็นวิธีที่เกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย ดังนั้นจึงมีปัญหาในเรื่องการหาตำแหน่งเรือในแปลงขุดแร่ที่มีขนาดเล็กเช่นแปลงขุดแร่ปี 2522, 2523 และ 2524 ส่วนแปลงขุดแร่ปี 2525 แม้จะมีขนาดเล็กแต่มีเรือขุดจอดอยู่และมีทุ่นลอยแสดงตำแหน่งของแปลงขุดแร่จึงสามารถกำหนดตำแหน่งได้อย่างถูกต้อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย