# บทที่ 4

# วิจารณ์ผลการศึกษา

## ลักษณะโดยทั่วไปของปะการัง *G. fascularis*

ตัวอย่างปะการัง *G. fascicularis* จากชายฝั่งทะเลอันดามันซึ่งพบรูปทรงโคโลนีเป็นแบบเคลือบหรือแผ่นมากกว่า ความหลากหลายของรูปทรงโคโลนีน้อยกว่า ตัวอย่างจากชายฝั่งอ่าวไทยซึ่งมีรูปทรงโคโลนีเป็นแบบก้อนหรือกึ่งก้อนมากกว่า มีขนาดโคโลนีใหญ่ และมีความหลากหลายของรูปทรงมากกว่า การศึกษาของ Vollmer และ Edmunds (2000) รายงานว่าในปะการัง *Siderastrea siderea* มีการปรับตัวของลักษณะทางสัณฐานในระดับโคโลนีเพื่อลดพลังงานในการหายใจจากการตอบสนองต่อปัจจัยสิ่งแวดล้อมโดยการเพิ่มขนาดใหญ่ขึ้น และการศึกษาที่ผ่านมา (Graus and Macintyre, 1976, Muko, *et al*., 2000) พบว่าแสงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการควบคุมรูปทรงโคโลนีปะการัง ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่าที่ตัวอย่างจากชายฝั่งอ่าวไทยมีการตอบสนองต่อปัจจัยสิ่งแวดล้อม เนื่องจากเป็นแนวปะการังที่กระจายในช่วงความลึกน้อย เป็นลักษณะแนวปะการังน้ำตื้นจึงได้รับอิทธิพลจากปริมาณแสง และคลื่นสูงกว่า ส่งผลให้โคโลนีมีรูปทรงแบบก้อนกึ่งก้อน ขนาดใหญ่ และความหลากหลายของรูปทรงโคโลนีใน *G. fascicularis* ต่างจากชายฝั่งอันดามันซึ่งมีช่วงที่ปะการังอาศัยอยู่มีความลึกมากกว่า และส่วนมากเป็นลักษณะเป็นแนวปะการังน้ำลึก ลักษณะแนวปะการังมีความลาดชันมาก และมีความโปร่งใสสูง ในส่วนของลักษณะสีของโคโลนี โพลิป หนวด ปลายหนวด และพื้นผิวระหว่างโพลิปในปะการังชนิดนี้มีความหลากหลายของสีสันในแต่ละส่วน สูงมาก เช่นเดียวกับที่ Veron (1995) กล่าวว่าสีของปะการังภายในชนิดเดียวกันเกิดจากความผันแปรของแหล่งที่อยู่ ซึ่งการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับผลดังกล่าว โดยตัวอย่างในกลุ่มเกาะสุรินทร์และกลุ่มเกาะภูเก็ตมีความหลากหลายของสีสันมากกว่ากลุ่มเกาะอื่นๆ การที่ปะการังมีความหลากหลายของสีสันในแต่ละส่วนสูงเนื่องจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมหลายๆด้าน (Veron,1995) ดังเช่น การย้ายปลูกปะการัง 2 ชนิดคือ *Favia speciosa* และ *Diploastrea heliopora* พบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงของสีสันโคโลนีหลังการย้ายปลูกไปยังสิ่งแวดล้อมที่ต่างกัน (Todd, *et al*., 2002) และการศึกษาโดยเทคนิค Allozymeใน *Porites astreoides* โคโลนีสีเขียวและสีน้ำตาลไม่แตกต่างกัน (Weil, 1992) ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าสีของปะการังขึ้นอยู่กับ 4 ปัจจัยคือ ปริมาณแสง เช่นใน *P. astreoides* มีสีเขียวในที่ตื้นแนวชายฝั่ง สีน้ำตาลพบได้ทั่วไป ส่วน *P. panamensis* กลับพบสีน้ำตาลในที่ตื้นและมีสีเขียวในที่ลึก และพบว่าเมื่อศึกษาในระดับของคอรัลไลท์มีความผันแปรน้อยมากระหว่างโคโลนีที่มีสีต่างกัน (Weil, 1992) หรือไม่ได้มาจาก

ตัวปะการังโดยตรง เช่น ปัจจัยการกระจายตัวของ Zooxanthellae มีความแตกต่างที่บริเวณซีโนซาร์คเพิ่มมากกว่าที่โพลิป (Lasker, 1977) ปัจจัยความเข้มข้นของเม็ดสีซึ่งเมื่อความลึกเพิ่มขึ้นเม็ดสีเพิ่มจำนวนมากขึ้น (Dustan, 1979) และปัจจัยของชนิดและสายพันธุ์ของ Zooxanthellae เช่น ในกัลปังหา *Plexaura kuna* ในโคโลนีเดียวกันและต่างโคโลนี Zooxanthellae มีแบบแผน DNA แตกต่างกัน (Goulet and Goffroth, 2003) ในปะการัง *Plesiastrea versipora* มี Zooxanthellae ถึง 3 สายพันธุ์ที่ผันแปรในระดับภูมิศาสตร์ที่ห่างไกลกัน (Rodriguez-Lanetty *et al*., 2001) การศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ Weil (1992) ที่กล่าวว่า สี รูปทรง และลักษณะพฤติกรรมการขยายตัวของหนวดปะการังขึ้นอยู่กับถิ่นที่อยู่ จากผลการศึกษาพบหนวดของปะการังชนิดนี้ได้ในช่วงกลางวันเช่นเดียวกับที่ Veron (1986; 1995; 2000) รายงานไว้ โดยบริเวณแนวปะการังชายฝั่งน้ำตื้นโดยเฉพาะบริเวณที่มีตะกอนสูง เช่น อ่าวบ่อผุด (นิพนธ์ พงศ์สุวรรณ และ ชัยมงคล แย้มอรุณพัฒนา, 2546) เกาะค้างคาว เกาะร้านดอกไม้ (มนุวดี หังสพฤกษ์, 2543) พบเห็นหนวดได้ชัดเจน มีขนาดใหญ่ และเส้นหนวดยาว สอดคล้องกับการศึกษาของ Todd และคณะ (2001) ซึ่งพบหนวดมากบริเวณที่ใกล้ปากแม่น้ำ มากกว่าแนวปะการังไกลฝั่ง โดยตัวอย่างจากหมู่เกาะสิมิลัน หมู่เกาะสุรินทร์ เกาะภูเก็ต พบเห็นหนวดได้น้อย มีขนาดเล็ก และเส้นหนวดสั้น ยกเว้นตัวอย่างจากเกาะศรีบอยาซึ่งมีลักษณะเป็นแนวปะการังน้ำตื้น อยู่ภายในอ่าวพังงา พบว่ามีลักษณะของหนวดคล้ายกับตัวอย่างในชายฝั่งเดียวกัน ส่วนปริมาณการพบปะการัง *G. fascicularis* กระจายตัวอยู่ทั่วไป แม้ในบริเวณที่มีตะกอนหรือความขุ่นสูง และคลื่นลมแรง สามารถพบได้สูง การที่สามารถพบปะการังชนิดนี้ได้ในทุกรูปแบบสิ่งแวดล้อม เช่นดังที่ Voron and Pichon (1979) กล่าวว่าปะการังชนิดนี้น่าจะมีช่วงความทนทานต่อสิ่งแวดล้อมได้กว้าง ปะการังชนิดนี้เติบโตบนพื้นผิวที่เป็นซากปะการังเป็นส่วนมากอาจพบเคลือบอยู่บนแนวหิน เคลือบบนปะการังชนิดอื่น แสดงให้เห็นว่าปะการังชนิดนี้มีความสามารถในการแข่งขันสูง

ลักษณะโครงสร้างหินปูนที่มีความเด่นในแต่ละกลุ่มตัวอย่างชัดเจน ซึ่งเป็นลักษณะที่สามารถสังเกตและบันทึกได้ 5 ลักษณะประกอบด้วย รูปร่างของคอรัลไลท์ ลักษณะส่วนปลายของเซ็ปตา ลักษณะการยกสูงของเซ็ปตาวงที่ 1 ความสูงของคอรัลไลท์ และความหนาแน่นของคอรัลไลท์ โดยพบว่าตัวอย่างจาก 2 กลุ่มเกาะคือ กลุ่มเกาะสุรินทร์และกลุ่มเกาะภูเก็ตมีลักษณะโครงสร้างหินปูนที่แตกต่างกับกลุ่มเกาะศรีบอยา กลุ่มเกาะมัน กลุ่มเกาะสีชัง และกลุ่มเกาะสมุย แต่ลักษณะความสูงของคอรัลไลท์และขนาดของคอรัลไลท์ของตัวอย่างจากกลุ่มเกาะสุรินทร์และกลุ่มเกาะภูเก็ตไม่ต่างกับกลุ่มเกาะสมุย อาจเนื่องจากกลุ่มเกาะสุรินทร์และกลุ่มเกาะภูเก็ตได้รับอิทธิพลจากทะเลเปิด เพราะอยู่ใกล้ไหล่ทวีป ส่วนกลุ่มเกาะสมุยเรียงตัวใกล้กับบริเวณส่วนเปิดของอ่าวไทยทำให้ได้รับอิทธิพลจากทะเลเปิดมากกว่าตัวอย่างจากกลุ่มเกาะสีชังและกลุ่มเกาะมันที่อยู่ในอ่าวไทย

ตอนบนซึ่งมีลักษณะเป็นทะเลปิด และจากการสำรวจและเก็บตัวอย่างบริเวณเกาะศรีบอยาพบว่ามีปะการังบางส่วนตายเหลือเพียงโครงสร้างหินปูนโดยเนื้อเยื่อหลุดออกไปบางส่วนซึ่งบริเวณดังกล่าวมีปริมาณตะกอนและอัตราการตกตะกอนสูง (นิพนธ์ และคณะ 2545) ดังการศึกษาของ Edmunds and Davies (1989) และ Nugues and Roberts (2003) ซึ่งพบว่าผลของตะกอนทำให้ปะการังตายเป็นส่วนๆ และมีผลต่อการแบ่งตัวโดยอิทธิพลจากตะกอนไปมีผลให้ปะการังเครียดในระยะยาวจึงส่งผลให้เกิดการตาย ซึ่งเป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประกอบการศึกษาได้ต่อไป

**ความแตกต่างของลักษณะโครงสร้างหินปูนในแต่ละสถานที่**

ความแตกต่างของลักษณะโครงสร้างหินปูนภายใต้อิทธิพลของปัจจัยในแต่ละสถานที่ใน 16 บริเวณศึกษา 6 กลุ่มเกาะ และ 2 ชายฝั่งของทะเลไทยในปะการัง *G. fascicularis* พบว่ามีความแตกต่างของลักษณะโครงสร้างหินปูนทั้ง 3 ระดับสถานที่ โดยลักษณะโครงสร้างหินปูนมีความแตกต่างน้อยลงในระดับสถานที่ที่กว้างขึ้น โดยระหว่าง16 บริเวณมีความแตกต่าง 11 ลักษณะ ระหว่าง 6 กลุ่มเกาะต่างกัน 7 ลักษณะ และระหว่าง 2 ชายฝั่ง แตกต่างกัน 3 ลักษณะ แสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมในระดับถิ่นที่อยู่มีผลต่อความแตกต่างของลักษณะโครงสร้างหินปูนมากกว่าระยะทาง และการถูกกีดขวางระหว่างอ่าวไทยและอันดามัน อาจเกิดขึ้นได้เนื่องจากการปรับตัวในระดับถิ่นที่อยู่อาศัย (Local adaptation) หรือเกิดความผันแปรของลักษณะทางสัณฐาน (Amaral, 1994) ทำให้ปะการัง *G. fascicularis* มีลักษณะโครงสร้างหินปูนที่ต่างกันมากในระดับถิ่นที่อยู่และอาจมีความแตกต่างทางพันธุกรรมร่วมด้วยในแต่ละถิ่นที่อยู่ เนื่องจากบางลักษณะโครงสร้างหินปูนแตกต่างกันในรูปแบบสิ่งแวดล้อมคล้ายกันหรือกลับมีลักษณะเหมือนกันในรูปแบบสิ่งแวดล้อมที่ต่างกัน

ผลการศึกษาความแตกต่างของลักษณะโครงสร้างหินปูนใน 16 บริเวณศึกษาในแต่ละถิ่นที่อยู่ โดยจาก 13 ลักษณะโครงสร้างหินปูนมีความแตกต่าง 11 ลักษณะในการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาความแตกต่างของลักษณะโครงสร้างหินปูนในระดับถิ่นที่อยู่จากที่เคยมีรายงาน เช่นการศึกษาใน *Montastrea annularis* จาก 17 ลักษณะ มี 10 ลักษณะที่แตกต่างกันและใน *Siderastrea siderea* จาก 21 ลักษณะ มี 11 ลักษณะที่แตกต่างกัน (Foster, 1977) ใน *Madracis mirabilis* จาก 6 ลักษณะ มี 4 ลักษณะแตกต่างกัน (Bruno and Edmunds, 1997) และใน *Porites panamensis* มีลักษณะคอรัลไลท์ต่างกันระหว่าง 2 ประชากร (Weil, 1992) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าในระดับถิ่นที่อยู่ ยังคงเกิดความผันแปรของลักษณะโครงสร้างหินปูนในปะการังแข็งอยู่อย่างต่อเนื่อง

ตัวอย่างจากบริเวณที่อยู่ใกล้ฝั่งคือ เกาะร้านดอกไม้ เกาะค้างคาว มีลักษณะขนาดของคอรัลไลท์ใหญ่แต่อ่าวบ่อผุดซึ่งมีตะกอนสูง และเกาะเฮ B ซึ่งมีคลื่นลมแรง ก็มีลักษณะของขนาดใหญ่ รวมถึงตัวอย่างจากกลุ่มเกาะไกลฝั่ง เช่นหมู่เกาะสิมิลัน ก็มีลักษณะของขนาดใหญ่เช่นกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Todd และคณะ (2001) พบว่าลักษณะความกว้างยาวของโพลิป พื้นที่ของโพลิป ความกว้างยาวของปาก พื้นที่ของปากและจำนวนหนวด มีความแตกต่างระหว่าง 3 เกาะที่เรียงตัวห่างจากฝั่ง 4 กิโลเมตร และ 15 กิโลเมตรในเกาะที่อยู่ไกลที่สุด อย่างไรก็ตามการศึกษาครั้งนี้พบว่าลักษณะของขนาดไม่ได้ขึ้นอยู่กับความใกล้-ไกลฝั่งเพียงอย่างเดียวแต่น่าจะมีมากกว่า 1 ปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง

ตัวอย่างจากกลุ่มเกาะสุรินทร์ กลุ่มเกาะภูเก็ต และกลุ่มเกาะสมุย ในทุกบริเวณศึกษามีความสูงแตกต่างจากกลุ่มเกาะศรีบอยา กลุ่มเกาะมันและกลุ่มเกาะสีชังอย่างชัดเจนทั้ง 3 ลักษณะความสูงซึ่งบริเวณกลุ่มเกาะสุรินทร์ กลุ่มเกาะภูเก็ตได้รับอิทธิพลจากทะเลเปิด ส่วนกลุ่มเกาะสมุยอยู่ในช่วงอ่าวไทยตอนล่าง ใกล้ช่วงเปิดของส่วนอ่าวไทยทำให้ได้รับอิทธิพลจากลักษณะทางสมุทรศาสตร์ที่ต่างไปจากบริเวณอ่าวไทยตอนบน อาจเสริมให้ทั้ง 3 บริเวณมีการสร้างโครงสร้างหินปูนได้มาก ส่วนอีก 3 กลุ่มเกาะในทุกบริเวณนี้ได้รับอิทธิพลจากฝั่งมาก และเป็นแนวปะการังใกล้ฝั่งอาจส่งผลต่อการพัฒนาในส่วนของความสูงของคอรัลไลท์จากปัจจัยดังกล่าวน้อยลงโดยไปตอบสนองต่อขนาดและระยะห่างระหว่างคอรัลไลท์ ซึ่งจากการศึกษาของ Todd และคณะ (2001) ปะการังที่อยู่ใกล้ฝั่งมีระยะห่างระหว่างคอรัลไลท์มากกว่าปะการังที่อยู่ไกลฝั่งออกไป จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าลักษณะของความสูงอาจเป็นลักษณะที่ตอบสนองต่อปัจจัยสิ่งแวดล้อมได้ดี จึงเป็นลักษณะที่น่าจะมีการนำไปศึกษาในด้านสรีระหรือ การเกิด Phenotypic plasticity ต่อไป

ตัวอย่างจากชายฝั่งทะเลอันดามันทุกตัวอย่างมีความหนาของเซ็ปตาวงที่ 1 มากกว่าตัวอย่างในชายฝั่งอ่าวไทยโดยเฉพาะที่เกาะเฮ B ซึ่งเป็นบริเวณที่รับคลื่น พบว่าเซ็ปตามีความหนามากที่สุด เป็นไปได้ว่าเพื่อต้านทานแรงน้ำเนื่องจากเป็นบริเวณกระแสคลื่นลมแรง แต่บริเวณที่มีตะกอนสูง ลักษณะของเซ็ปตาและลักษณะโครงสร้างหินปูนส่วนอื่นๆมีลักษณะบางลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาลักษณะโครงสร้างหินปูนในปะการัง *Montastrea annularis* โดย Foster (1977)

ลักษณะของจำนวนเซ็ปตาพบว่ามีความแตกต่างเฉพาะระหว่างบริเวณศึกษาเท่านั้นไม่ได้แตกต่างระหว่างกลุ่มเกาะ และ 2 ชายฝั่งโดยพบว่าตัวอย่างจากเกาะค้างคาว เกาะร้านดอกไม้ และอ่าวบ่อผุดมีจำนวนเซ็ปตามาก และสอดคล้องกับการศึกษาในปะการัง Fungiid (Schumacher, 1977) และใน *Favia speciosa* (Todd, 2001) ซึ่งพบว่าบริเวณที่มีปริมาณตะกอนสูง มีจำนวนเซ็ปตามากกว่าบริเวณที่มีปริมาณตะกอนน้อย

ลักษณะความกลมของคอรัลไลท์และระยะห่างระหว่างคอรัลไลท์เป็นลักษณะที่แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างตัวอย่างจากชายฝั่งอ่าวไทยและชายฝั่งทะเลอันดามันโดยลักษณะความกลมพบว่าระหว่างบริเวณศึกษา และระหว่างกลุ่มเกาะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งเป็นไปได้ว่าอาจมีความแตกต่างที่เกิดขึ้นเนื่องจาก 2 ชายฝั่งอันดามันและอ่าวไทยถูกตัดขาดระหว่างกันหรืออาจมีลักษณะทางพันธุกรรมเข้ามาควบคุมความแตกต่างของลักษณะที่แสดงออกระหว่างตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มซึ่งควรมีการศึกษาในระดับของพันธุกรรมต่อไป

การศึกษาความแตกต่างของลักษณะโครงสร้างหินปูนใน 3 ระดับสถานที่ พบว่าความแตกต่างน้อยลงเมื่อระดับสถานที่กว้างขึ้น ซึ่งการศึกษาความแตกต่างของลักษณะทางพันธุกรรมของปะการังตามระดับสถานที่เช่นกัน พบว่าลักษณะทางพันธุกรรมมีความแตกต่างกันน้อยลงเมื่อระยะ

ห่างระหว่างประชากรมากขึ้นเช่นเดียวกันกัน เช่น การศึกษาใน *Seriatopora hystrix* พบว่าภายในบริเวณศึกษาเดียวกันมีความแตกต่าง และความผันแปรของลักษณะทางพันธุกรรมมากกว่าระหว่าง 12 บริเวณศึกษาที่ห่างกัน 90 กิโลเมตร (Ayre and Dufty, 1994) ใน *Pocillopora damicornis* พบว่าลักษณะทางพันธุกรรมภายในกลุ่มเกาะเดียวกันมีความความแตกต่างมากกว่าระหว่างเกาะที่อยู่ห่างกัน 650 กิโลเมตร และในระดับภูมิศาสตร์ที่ห่างถึง 1,200 กิโลเมตร พบความต่างกันทางพันธุกรรมน้อยที่สุด (Adjeroud and Tsuchiya, 1999) ในปะการังอ่อน *Clavutidas koellikeri* มีความแตกต่างทางพันธุกรรมน้อยลงเมื่อระยะทางห่างกันมากขึ้นจาก 5 กิโลเมตร ถึง 1,000 เมตร (Bastidas, *et al.,* 2002) และในปะการัง *Stylophora pistillata* พบว่าภายในประชากรมีความแตกต่างทางพันธุกรรมมากกว่าระหว่างประชากร และมีความแตกต่างทางพันธุกรรมน้อยมากในระดับภูมิศาสตร์ระหว่างญี่ปุ่น มาเลเซีย ออสเตรเลียทางตอนเหนือและตอนใต้ ซึ่งห่างกันหลายพันกิโลเมตร (Takabayashi, *et al*.,2003) แสดงให้เห็นว่าประชากรในระดับถิ่นที่อยู่มีความแตกต่างของทั้งลักษณะโครงสร้างหินปูน และลักษณะพันธุกรรมเกิดขึ้นสูงกว่าระหว่างประชากรที่มีระยะทางห่างไกลกัน

**ความผันแปรและการเข้ากลุ่มความต่างของลักษณะโครงสร้างหินปูนตามระดับสถานที่**

ก่อนการวิเคราะห์ความผันแปรมีการจัดกลุ่มตัวแปรโดยเทคนิค Factor analysis เพื่อลดความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะโครงสร้างหินปูน แต่ในการศึกษาความผันแปรของลักษณะโครงสร้างหินปูนที่ผ่านมา พบว่าไม่ใช้ Factor Analysis ในลดความสัมพันธ์ดังกล่าว และข้อมูลไม่มีการทดสอบตามข้อกำหนดเบื้องต้น (Foster, 1977; 1979; 1980) หรือลักษณะที่ใช้ในการวิเคราะห์มีจำนวนน้อย (Weil, 1992; Bruno and Edmunds, 1997; Todd, et al., 2001)

การศึกษาในครั้งนี้พบว่าสามารถอธิบายความผันแปรของลักษณะโครงสร้างหินปูนใน 16 บริเวณศึกษาได้ 94.59% ซึ่งลักษณะโครงสร้างหินปูนที่มีอิทธิพลในการแบ่งกลุ่มคือ ลักษณะของจำนวนเซ็ปตาและระยะห่างระหว่างคอรัลไลท์ ลักษณะของความสูง ลักษณะของความกลมของคอรัลไลท์ และลักษณะของขนาดมีความผันแปรแตกต่างกันโดยมีอิทธิพลในการแบ่งกลุ่มน้อยลงตามลำดับ ซึ่งผลการศึกษาความผันแปรของลักษณะโครงสร้างหินปูนในปะการังที่ผ่านมา ดังรายงานการศึกษาของ Foster (1977) พบว่าใน *Montastrea annularis* อธิบายความผันแปรได้ 93.40% โดยลักษณะของความหนาของโครงสร้างหินปูนมีอิทธิพลในการแบ่งกลุ่มตัวอย่างจากแบบ lagoon reef และแบบ patch reef ออกจากแบบ reef และ sand reef อย่างชัดเจน เช่นเดียวกับใน *Siderastrea siderea* อธิบายความผันแปรได้ 93.80% โดยลักษณะของความหนาของโครงสร้างหินปูนมีความผันแปรสูง ส่วน Todd และ คณะ (2001) ซึ่งศึกษาใน *Favia speciosa* ผลสามารถอธิบายการแบ่งกลุ่มตามความผันแปรได้ 92.5% โดยลักษณะที่สำคัญในการจำแนกคือขนาดของโพลิปสามารถแบ่งกลุ่มตัวอย่างจากเกาะที่อยู่ไกลปากแม่น้ำออกจากเกาะที่ใกล้ปากแม่น้ำบริเวณซึ่งมีปริมาณตะกอนสูง ผลของความผันแปรเกิดขึ้นเนื่องจากถิ่นที่อยู่มีความต่างกันของปัจจัยสิ่งแวดล้อม โดยปะการังในแต่ละชนิดแสดงผลความผันแปรในแต่ละลักษณะแตกต่างกัน

นอกจากนี้จากผลการศึกษาพบว่า 4 บริเวณศึกษา คือตัวอย่างจากเกาะเฮ B ซึ่งเป็นแนวรับคลื่นลม ส่วนเกาะศรีบอยา เกาะร้านดอกไม้ และบ่อผุดเป็นบริเวณที่มีปริมาณตะกอนสูง มีความผันแปรของลักษณะโครงสร้างหินปูนสูงมาก ปัจจัยสิ่งแวดล้อมดังกล่าวอาจส่งผลให้มีลักษณะโครงสร้างหินปูนในระดับถิ่นที่อยู่ต่างออกไปแม้มีรูปแบบสิ่งแวดล้อมเช่นเดียวกันกับบริเวณที่ไม่ได้รับปัจจัยสิ่งแวดล้อมอย่างใดอย่างหนึ่งรุนแรงเช่นดังทั้ง 4 บริเวณศึกษานี้ แสดงให้เห็นว่าปัจจัยเพียงปัจจัยเดียวที่รุนแรงส่งผลให้เกิดความผันแปรของลักษณะโครงสร้างหินปูนต่างออกไปเช่นดังผลการศึกษาครั้งนี้

จากผลการจัดกลุ่มความต่างจากความผันแปรของลักษณะโครงสร้างหินปูนใน 16 บริเวณศึกษา โดยผลแบ่งเป็น 2 กลุ่มความต่าง (Euclidean distances) ที่ 75% โดยกลุ่มแรกเป็นตัวอย่างจากชายฝั่งทะเลอันดามันยกเว้นตัวอย่างจากบริเวณเกาะพงัน และแหลมใหญ่เข้ากลุ่มกันทั้งที่สิ่งแวด

ล้อมต่างกัน ส่วนในกลุ่มที่ 2 เป็นตัวอย่างจากชายฝั่งอ่าวไทยยกเว้นตัวอย่างจากบริเวณเกาะศรีบอยา โดยความต่างกันของลักษณะโครงสร้างหินปูนทั้ง 16 บริเวณยังคงถูกจัดกลุ่มแยกระหว่าง 2 ชายฝั่งอ่าวไทยและอันดามันยกเว้น 3 บริเวณดังกล่าว ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความผันแปรที่ต่างกันของปะการัง *G. fascicularis* ไม่ได้ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมในระดับถิ่นที่อยู่เพียงอย่างเดียวแต่อาจได้รับอิทธิพลจากพันธุกรรมร่วมด้วย ในการควบคุมการแสดงออกให้ไปในทิศทางเดียวกัน อย่างไรก็ตาม ความต่างของลักษณะโครงสร้างหินปูนระหว่าง 16 บริเวณศึกษาในปะการัง *G. fascularis* ในแต่ละถิ่นที่อยู่โดยมากไม่ได้เรียงตามระยะทางที่ห่างกันของบริเวณศึกษา

ความผันแปรของตัวอย่างโครงสร้างหินปูนในปะการัง *G. fascicularis* ใน 6 กลุ่มเกาะสามารถอธิบายการแบ่งกลุ่มตามความผันแปรได้สูงถึง 99.07% ใน 3 มิติ ส่วนการวิเคราะห์การจัดกลุ่มความต่างจากความผันแปรของลักษณะโครงสร้างหินปูนใน 6 บริเวณศึกษาให้ผลสนับสนุนความผันแปรที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจน โดยความต่างของ 6 กลุ่มเกาะที่ 50 % มี 3 กลุ่มความต่าง ซึ่งกลุ่มเกาะสุรินทร์และกลุ่มเกาะภูเก็ตมีความต่างกันน้อยมาก และพบว่ากลุ่มเกาะศรีบอยามีลักษณะโครงสร้างหินปูนที่ผันแปรสูงภายในชายฝั่งทะเลอันดามันแยกจาก 2 กลุ่มเกาะนี้ ชี้ให้เห็นว่ามีปัจจัยหลายประการ เช่น ได้รับอิทธิพลจากทะเลเปิด ทำให้อุณหภูมิและความเค็มค่อนข้างคงที่ การฟุ้งกระจายของตะกอนน้อยกว่าในเขตน้ำตื้น น้ำใสสะอาด แสงส่องผ่านได้ดี (กรมประมง, 2543ข) และทิศทางการไหลของกระแสน้ำในชายฝั่งทะเลอันดามันในส่วนของทะเลอันดามันตอนเหนือได้รับกระแสน้ำที่ไหลมาจากอ่าวแบงกอล (Bengal Bay) ไหลวนตามเข็มนาฬิกาทั้ง 2 ช่วงลมมรสุม ส่วนของชายฝั่งอันดามันตอนใต้ได้รับกระแสน้ำจากช่องแคบมะละกา ซึ่งไหลทวนเข็มนาฬิกา ดังแสดงในภาพประกอบผนวก 10 จึงอาจทำให้การแพร่กระจายของตัวอ่อนปะการังไม่ถึงกันส่งผลให้ลักษณะโครงสร้างหินปูนของตัวอย่างในกลุ่มเกาะศรีบอยาต่างไปจากกลุ่มเกาะสุรินทร์ และกลุ่มเกาะภูเก็ต ซึ่งจากผลการศึกษาในปะการัง *Mycedium elephantotus* พบว่าทิศทางของกระแสน้ำเป็นตัวพาตัวอ่อนทำให้เกิดการกีดกั้นการเกิดการไหลเวียนทางพันธุกรรม ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของลักษณะทางพันธุกรรมระหว่างตอนเหนือและตอนใต้ของเกาะไต้หวัน (Dai, *et al.,* 2000) นอกจากนี้ลักษณะของถิ่นที่อยู่ที่เป็นอ่าวเว้าลึกเข้าไปในแผ่นดินส่งผลต่อการแพร่กระจายของตัวอ่อน (Miller, 1997,1998) ซึ่งกลุ่มเกาะศรีบอยาอยู่ภายในอ่าวพังงา อาจเป็นอุปสรรคในการแพร่กระจายของตัวอ่อนปะการังระหว่างกลุ่มเกาะศรีบอยากับอีก 2 กลุ่มเกาะในชายฝั่งทะเลอันดามัน

กลุ่มเกาะศรีบอยา กลุ่มเกาะมัน และกลุ่มเกาะสีชังมีความต่างกันของลักษณะโครงสร้างหินปูนน้อย เนื่องจากกลุ่มเกาะมันและกลุ่มเกาะสีชังได้รับอิทธิพลจากชายฝั่ง และปากแม่น้ำสูง ได้รับน้ำจืดเมื่อเกิดฝนตกหนัก และตะกอนจากปากแม่น้ำ ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับกลุ่มเกาะศรีบอยาคือทั้ง 3 กลุ่มเกาะเป็นแนวปะการังที่ก่อตัวได้ไม่ลึกมาก และมีลักษณะเป็นแนวปะการังน้ำตื้น มีความลาด

ชันเพียงเล็กน้อยหรือเป็นแนวราบกว้างๆ และได้รับอิทธิพลจากฝั่งสูง ซึ่งกลุ่มเกาะศรีบอยามีความผันแปรของลักษณะโครงสร้างหินปูนคล้ายกับกลุ่มเกาะมัน และกลุ่มเกาะสีชังมากกว่ากลุ่มเกาะทางชายฝั่งอันดามัน เนื่องจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมดังกล่าว ส่งผลให้ลักษณะของโครงสร้างหินปูนมีความผันแปรเช่นเดียวกับกลุ่มเกาะมัน แต่กลุ่มเกาะสีชังซึ่งอยู่ใกล้กับกลุ่มเกาะมันแต่มีความต่างมากกว่า อาจเนื่องจากบริเวณกลุ่มเกาะสีชังซึ่งตั้งอยู่ด้านในสุดของอ่าวไทยตอนบน จึงได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของความเค็มและปริมาณตะกอนที่ไหลมาจากแม่น้ำ 4 สายหลัก ห่างจากชายฝั่งน้อยใกล้ๆมีร่องน้ำลึก เป็นที่จอดเรือสินค้าขนาดใหญ่อยู่เป็นประจำ น้ำทะเลมีตะกอนค่อนข้างขุ่นและมีความเค็มต่ำกว่าทะเลเปิด (มนุวดี หังสพฤกษ์, 2543; กรมประมง, 2543ก)

กระแสน้ำภายในบริเวณอ่าวไทยตอนบนสุดในช่วงฤดูร้อน มีรายงานการไหลเวียนของกระแสน้ำอยู่ภายในอ่าวรูปตัว ก ในช่วงเปลี่ยนทิศทางของลมมรสุม (มีนาคม-เมษายน) โดยไหลตามทิศทางของลมมรสุมที่มีความแรงมากกว่าซึ่งคือลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (พฤษภาคม-ตุลาคม) (คงวัฒน์ นีละศรี, 2524) และมีอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง (จรินทร์ บุญเหมาะ, 2533) ร่วมด้วย ส่วนในช่วงพฤษภาคม-กันยายนกระแสน้ำไหลเวียนตามความแรงของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (มนุวดี หังสพฤกษ์, 2538) ซึ่งการไหลของกระแสน้ำภายในอาจเป็นสาเหตุให้เกิดการกีดขวางการแพร่กระจายของตัวอ่อนปะการัง *G. fascicularis* ปล่อยไข่ในช่วงเดือนเมษายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อน (Harison, *et.al.*, 1984) และเกิดขึ้นถึง 3 ครั้งในเดือนเมษายน พฤษภาคมและมิถุนายน(Dai, *et.al.*, 1992) นอกจากนี้ลักษณะของอ่าวไทยที่เว้าลึกเป็นรูปตัว ก อาจเป็นตัวเสริมในการกีดขวางการแพร่กระจายของตัวอ่อนอีกเหตุผลหนึ่ง จึงอาจส่งผลให้มีความผันแปรของลักษณะโครงสร้างหินปูนมากขึ้นในกลุ่มเกาะสีชัง และระหว่างกลุ่มเกาะในชายฝั่งอ่าวไทย ดังเช่น การศึกษาในปะการังดำ *Antipathes fiordensis* ที่ถิ่นที่อยู่มีลักษณะเป็นอ่าวเว้าลึกพบว่ากีดกั้นการเกิดการไหลเวียนทางพันธุกรรม (Miller, 1997,1998)

การวิเคราะห์ความผันแปรซึ่งแสดงผลอย่างชัดเจนว่ากลุ่มเกาะสมุยมีความผันแปรสูงต่างไปจากกลุ่มเกาะมัน กลุ่มเกาะสีชัง และเมื่อวิเคราะห์การเข้ากลุ่มตามความต่างให้ผลความแตกต่างผันแปรของลักษณะโครงสร้างหินปูนที่แยกกลุ่มกันชัดเจน ทั้งที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของปัจจัยจากชายฝั่งอ่าวไทยเหมือนกันซึ่งผลเช่นเดียวกับ อาจเนื่องจากกลุ่มเกาะสมุยตั้งอยู่ห่างฝั่งและมีระยะทางไกลจากกลุ่มเกาะมัน และกลุ่มเกาะสีชังมาก นอกจากนี้การไหลเวียนของกระแสน้ำภายในอ่าวไทย และลักษณะทางกายภาพของอ่าวไทยตอนบนรูปตัว ก (มนุวดี หงส์พฤกษ์ 2538) อาจส่งผลให้เกิดการกีดขวางการแพร่กระจายของตัวอ่อนใน 3 กลุ่มเกาะที่ศึกษา รวมถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อมในแต่ละกลุ่มเกาะที่แตกต่างกัน (มนุวดี หงส์พฤกษ์ 2538) อาจเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ส่งผลให้เกิดความต่างของลักษณะโครงสร้างหินปูนของตัวอย่างระหว่างกลุ่มเกาะสีชัง กลุ่มเกาะมันและกลุ่มเกาะสมุยสูง

จากการศึกษาความผันแปรของตัวอย่างระหว่างชายฝั่งอ่าวไทยและชายฝั่งทะเลอันดามัน พบว่าลักษณะโครงสร้างหินปูนที่ผันแปรไปแบ่งกลุ่มอย่างชัดเจน เช่นเดียวกับผลการวิเคราะห์ความแตกต่างแบบพหุคูณ แสดงให้เห็นว่าลักษณะโครงสร้างหินปูนปะการัง *G. fascicularis* ระหว่างชายฝั่งอ่าวไทยและชายฝั่งทะเลอันดามันมีความต่างกันชัดเจน อาจเนื่องจาก 3 เหตุผลคือ ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยลักษณะอ่าวไทยมีลักษณะคุณสมบัติของอ่าวชายฝั่งคือ ความเค็มต่ำ ความขุ่นสูง พื้นทะเลเป็นโคลน ส่วนชายฝั่งอันดามันเป็นชายฝั่งทะเลเปิด (กรมประมง, 2542 ก; ข) ปัจจัยของกระแสน้ำต่อการแพร่กระจายของตัวอ่อนโดยฝั่งอ่าวไทยเป็นกระแสน้ำที่เกิดจากหลายๆปัจจัยทั้ง มรสุม ลม กระแสคลื่น ลักษณะเป็นแอ่งที่พื้นทะเล โดยในช่วงฤดูร้อนไหลวนตามเข็มนาฬิกาจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (Wattayakorn, *et.al*., 1998; Morton and Blackmore, 2001) และทวนเข็มนาฬิกาในช่วงฤดูฝน (Wattayakorn, *et.al*. , 1998; Morton and Blackmore, 2001) ส่วนทางทะเลอันดามันจะได้รับกระแสน้ำที่ไหลมาจากอ่าวแบงกอล (Bengal Bay) ไหลวนตามเข็มนาฬิกาทั้ง 2 ช่วงลมมรสุมเฉพาะส่วนของอันดามันตอนเหนือ ส่วนของอันดามันตอนใต้ได้รับกระแสน้ำจากช่องแคบมะละกาซึ่งไหลทวนขึ้นมา (Morton and Blackmore, 2001) ซึ่งเงื่อนไขของกระแสน้ำ (Dai, *et al*, 2000) หรือกระแสลม (Willis, 1988, Yu, *et al*., 1999) มีผลต่อการแพร่กระจายของตัวอ่อนปะการัง ซึ่งการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะภายนอกในปูระหว่างชายฝั่งอ่าวไทยและชายฝั่งทะเลอันดามันโดย Overton และคณะ (1997) ในปู *Scylla serrata* โดยใช้ CDA ในการพิจารณาความผันแปรพบว่าลักษณะภายนอกของปูชนิดนี้ระหว่างตัวอย่างจากระนองซึ่งอยู่ชายฝั่งทะเลอันดามันต่างกับตัวอย่างจากสุราษฎร์ธานีซึ่งอยู่ในชายฝั่งอ่าวไทยซึ่งเป็นการยืนยันผลความแตกต่างจากการกีดกั้นของ 2 ชายฝั่ง และอาจจะเป็นไปได้ว่าความผันแปรของตัวอย่างปะการัง *G. fascicularis* ระหว่าง 2 ชายฝั่งอ่าวไทยและอันดามันอาจเกิดการถูกกีดกั้นทางพันธุกรรมระหว่างกัน ซึ่งจากการศึกษาทางพันธุกรรมในกุ้ง *Penaeus monodon* พบความผันแปรทางพันธุกรรมอย่างชัดเจนระหว่างตัวอย่างกุ้งจาก 2 ชายฝั่งทะเลไทย (Tassaakajon, *et al.,*1998, Klinbunga, *et al.,*1999) แต่ยังไม่มีรายงานการศึกษาในปะการัง

ความผันแปรที่เกิดขึ้นในปะการัง *G. fascicularis* มีลักษณะโครงสร้างหินปูนที่เด่นต่างกันในแต่ละบริเวณศึกษา เป็นไปได้ว่าอาจเนื่องจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมและพันธุกรรมร่วมกันทำให้เกิดความแตกต่างของลักษณะโครงสร้างหินปูน (Bruno and Edmunds, 1997) โดยหากพบว่ามี Phenotypic Variation จะพบว่ามี Genetic Variation ร่วมกันเสมอ (Via and Lande, 1985; Bruno and Edmunds, 1997; 1998; Zilberberg and Edmund, 1999) โดยความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยในส่วนของพันธุกรรมที่เข้ามาควบคุมลักษณะโครงสร้างหินปูนผ่านไปนานๆมีผลไปสู่ความแตกต่างทางพันธุกรรมได้ และสร้างความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างประชากรปะการังไปพร้อมกัน

(Benzie, *et al*., 1995) ซึ่งลักษณะที่แสดงออกมาอาจผ่านกลไกการคัดเลือก (selection) หรืออาจเป็นเพียงการเกิด Phenotypic plasticity เพื่อตอบสนองต่อเงื่อนไขสิ่งแวดล้อมหรือเกิดขึ้นทั้ง 2 กลไกไปพร้อมๆกัน เกิดเป็น Life history character เพื่อสร้างความเหมาะสม (Fitness) ให้เกิดการอยู่รอดสูงในปะการังในแต่ละถิ่นที่อยู่ที่แตกต่างกัน (Caswell, 1983) เข้าสู่กระบวนการ Natural selection ต่อไป แต่ในที่ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ไม่รุนแรงมากพบว่าทิศทางของลักษณะโครงสร้างหินปูนแสดงผลไปในทิศทางของตัวอย่างคล้ายกันซึ่งอาจถูกควบคุมด้วยหน่วยทางพันธุกรรมที่คล้ายกัน ดังเช่นผลความผันแปรที่ต่างกันระหว่างตัวอย่างจาก 2 ชายฝั่งทะเล

จากผลการศึกษาความผันแปรของลักษณะโครงสร้างหินปูนใน 3 ระดับสถานที่ พบว่าในระดับถิ่นที่อยู่มีความแตกต่างของลักษณะโครงสร้างหินปูนสูงสุด คาดว่าเกิดจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมในระดับถิ่นที่อยู่เป็นหลัก ส่วนในระดับ 6 กลุ่มเกาะพบความแตกต่างน้อยลงแต่ความผันแปรที่เกิดชัดเจนมากขึ้นโดยอาจมีผลมาจากปัจจัยสิ่งแวดล้อม ระยะทางที่ห่างไกลกัน และทิศทางของกระแสน้ำที่มีผลต่อการแพร่กระจายของตัวอ่อน ในส่วนของ 2 ชายฝั่งทะเลแสดงผลความผันแปรแตกต่างชัดเจนของตัวอย่างในแต่ละบริเวณศึกษาใน 2 ชายฝั่ง อาจเนื่องจาก ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน ทิศทางการไหลเวียนของกระแสน้ำ และถูกตัดขาดจากการกั้นกลางของแผ่นดิน ที่มีผลต่อการแพร่กระจายของตัวอ่อน ผลสรุปทั้งหมดชี้ให้เห็นว่าความผันแปรของลักษณะโครงสร้างหินปูนมีความผันแปรเกิดขึ้นทุกระดับสถานที่แต่เกิดขึ้นมากน้อยต่างกัน ซึ่งเป็นไปได้ว่าเกิดจากทั้งปัจจัยสิ่งแวดล้อมและพันธุกรรม ซึ่งการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาลักษณะโครงสร้างหินปูนในระดับคอรัลไลท์ซึ่งเป็นเพียงการค้นหาคำตอบของพันธุกรรมเพียงทางอ้อมเท่านั้นยังจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการศึกษาความแตกต่างผันแปรในระดับพันธุกรรมโดยตรงต่อไป