# บทที่ 2

# งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 1. พื้นที่ศึกษา

เกาะล้าน อยู่ในหมู่เกาะล้านซึ่งประกอบด้วยเกาะขนาดต่างๆ 5 เกาะ ได้แก่ เกาะล้าน เกาะสาก เกาะครก เกาะนก เกาะจุ่น อยู่ห่างจากชายฝั่งเมืองพัทยาไปทางทิศตะวันตกประมาณ 12 กิโลเมตร บนเกาะล้านมีชุมชนอาศัยอยู่ค่อนข้างหนาแน่น เกาะล้านเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญของจังหวัดชลบุรี มีนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ นิยมเดินทางมาเที่ยวเป็นจำนวนมาก ปะการังที่พบบริเวณใกล้ชายฝั่งของเกาะล้านส่วนใหญ่เป็นแบบก้อน เช่น *Porites lutea* , *Platygyra sp.* , *Goniopora sp.* , และ *Favia sp.* ส่วนในระดับน้ำลึกจะพบ *Symphyllia sp.* และบางบริเวณพบปะการังเขากวาง *(Acropora spp.)* อยู่บ้าง ปริมาณปะการังมีชีวิตปกคลุมพื้นที่ประมาณ 30 – 35 เปอร์เซ็นต์ สภาพแนวปะการังโดยทั่วไป อยู่ในสภาพสมบูรณ์ปานกลางถึงสมบูรณ์ดี (กรมประมง,2542)

เกาะริ้น อยู่ในหมู่เกาะไผ่ อยู่ห่างจากเมืองพัทยาประมาณ 25 กิโลเมตร และอยู่ทางทิศตะวันตกของเกาะล้านประมาณ 12 กิโลเมตร ประกอบด้วยเกาะขนาดต่างๆ เรียงตัวจากทิศเหนือไปทิศใต้รวม 8 เกาะ ได้แก่ เกาะเหลื่อม เกาะเหลื่อมน้อย เกาะไผ่ เกาะหูช้าง เกาะกลึงบาดาล เกาะมารวิชัย เกาะริ้น และเกาะรางเกวียน ชายฝั่งของเกาะต่างๆในหมู่เกาะไผ่ ส่วนใหญ่เป็นหาดหิน และน้ำค่อนข้างลึกโดยเฉพาะทางด้านทิศตะวันตก มีหาดทรายอยู่บ้างทางด้านทิศตะวันออกและใต้ มีกลุ่มปะการังที่พัฒนาได้ดีบนแนวโขดหิน ตามหาดหินใกล้ชายฝั่งห่างฝั่งไม่เกิน 50 เมตร นอกจากนี้ยังมีเกาะที่มีลักษณะเป็นหินกลางน้ำหลายเกาะ ซึ่งพบแนวปะการังพัฒนาได้ตามความลึก ชนิดของปะการังส่วนใหญ่เป็น *Porites lutea* สภาพแนวปะการังส่วนใหญ่จัดอยู่ในสภาพสมบูรณ์ดี (กรมประมง,2542)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## 2. ผลกระทบต่างๆต่อแนวปะการัง

แนวปะการังจะถูกรบกวนจากปัจจัยใหญ่ๆ 2 ประการ

2.1 ผลกระทบจากธรรมชาติ เช่น การเกิดพายุ การระบาดของดาวมงกุฎหนาม การฟอกขาวปะการัง สัตว์ขุดเจาะเช่น หอยฝาเดียวขนาดเล็ก

2.2 ผลกระทบจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ เช่นการระเบิดปลา การทิ้งสมอเรือ การดำน้ำ การชนหรือเกยตื้นของเรือ การเหยียบย่ำและเก็บสิ่งมีชีวิตในแนวปะการัง จากการประมงและเครื่องมือประมง การใช้สารพิษจับปลา การขุดร่องน้ำ โครงการก่อสร้างชายฝั่ง การถมทะเล น้ำเสียจากชุมชน น้ำมันรั่ว การใช้สารเคมีบางชนิดที่เป็นพิษต่อสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในทะเล (เช่น TBT ใช้ทาท้องเรือกันเพรียงและสัตว์ขุดเจาะ)

ซึ่งแนวปะการังในแต่ละพื้นที่ จะพบประเภทของปัญหา และระดับความรุนแรงแตกต่างกันไป (ธรรมศักดิ์ ยีมิน. 2540ข ; หรรษา จรรย์แสง และนิพนธ์ พงศ์สุวรรณ, 2540 ; Ohman et al.1993)

## 3. ผลกระทบจากการท่องเที่ยวต่อแนวปะการัง

การทิ้งสมอเรือ เป็นการสร้างความเสียหายต่อแนวปะการังอย่างรุนแรง (Glynn,1994) Davis (1977) ได้ทำการศึกษาความเสียหายของปะการังจากการทิ้งสมอเรือ ในฟลอริดา สหรัฐอเมริกา พบว่า สมอเรือ ทำลายปะการังเขากวาง (*Acropora cervicornis*) ไปถึง 20 เปอร์เซ็นต์ของปะการังเขากวางที่มีอยู่อย่างหนาแน่นในบริเวณนั้น Davis กล่าวว่าสมอเรือ สามารถสร้างความเสียหายต่อแนวปะการังได้มากกว่าดาวมงกุฎหนาม หนอนเจาะ(bristle worms) และปลานกแก้วรวมกันเสียอีก สอดคล้องกับ Edinger et al. (1998) ที่ได้ทำการสำรวจแนวปะการังในประเทศอินโดนีเซีย ด้วยวิธี line intercept transect พบว่า แนวปะการังที่มีการทิ้งสมอ จะมีเปอร์เซ็นต์ปะการังถูกทำลายมากกว่าบริเวณที่ไม่มีการทิ้งสมอ 50 เปอร์เซ็นต์

การครูดของท้องเรือบนปะการังเวลาที่น้ำลง เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อปะการังได้มาก (Davis and Tisdell, 1995; Maragos and Cook Jr., 1995) จากการศึกษาของ Tilmant and Schmahl (1981) (อ้างถึงใน นฤมล กรคณิตนันท์, 2541) พบว่าเรือท่องเที่ยวที่เข้ามายัง Biscayne Nation Park ในฟลอริดาก่อให้เกิดปัญหาการครูดของท้องเรือบนปะการัง ซึ่งเกิดจากการไม่ชำนาญพื้นที่ของคนขับเรือ และการขับเรือในเวลากลางคืน ในช่วง 3 ปีพวกเขาพบร่องรอยการครูดของท้องเรือ 6 ครั้ง ในแนวปะการัง 8 แห่งซึ่งทำลายปะการังขนาดใหญ่ที่มีอายุมาก

การดำน้ำแบบ scuba diving เป็นกิจกรรมที่มีผลกระทบต่อการแตกหักของปะการังต่ำ จากการศึกษาพฤติกรรมของนักดำน้ำแบบ scuba diving ที่เกาะเต่าโดย นฤมล กรคณิตนันท์ (2541) พบว่าการสัมผัสปะการังของนักดำน้ำแบบ scuba diving จะไม่ทำให้เกิดการแตกหักของปะการัง หรือถ้ามีก็เป็นส่วนน้อยเท่านั้น สอดคล้องกับ Harriott et al. (1997) ซึ่งศึกษาการสัมผัสปะการังของนักดำน้ำแบบ scuba diving ที่ Great Barrier Reef ออสเตรเลียตะวันออก พบว่าการสัมผัสของนักดำน้ำส่วนใหญ่ไม่ได้ทำให้ปะการังแตกหัก แต่การสัมผัสปะการังด้วยมือ ตัว อุปกรณ์ดีนกบ หรือการหักปะการัง อาจทำให้เมือกที่คลุมตัวปะการังหลุดออกมา ทำให้ปะการังเกิดการติดเชื้อแบคทีเรีย เป็นแผล เป็นโรคและสาหร่ายขึ้นคลุมในที่สุด (Talge, 1992 อ้างถึงใน นฤมล กรคณิตนันท์ , 2541) นอกจากนี้ปะการังที่เมือกปกคลุมถูกทำลายตลอดจนเนื้อเยื่ออ่อนแอ จะถูกเลือกกินโดยปลานกขุนทอง *(Labrichthys unilineatus)* มากกว่าปะการังที่ไม่ถูกทำลาย 50 เปอร์เซ็นต์ เหตุผลที่ปลานกขุนทองเลือกกินปะการังที่ถูกทำลายนั้นยังไม่ทราบแน่ชัด แต่อาจมาจากการที่ปะการังสูญเสียเข็มพิษหรือเมือกปกคลุมตัว หรือมีสารเคมีดึงดูดให้ปลานกแก้วสนใจปะการังที่บาดเจ็บเป็นพิเศษ (McIlwain and Jones, 1997) นอกจากนี้นักดำน้ำแบบ scuba diving จำนวนมากก็ทำลายสภาพแนวปะการังด้วยเช่นกัน Hawkins et al. (1999) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของการดำน้ำแบบ scuba diving ต่อปะการัง และปลา ที่ Caribbean island of Bonaire เปรียบเทียบความเสียหายของปะการังระหว่างเขตดำน้ำทั่วไป ซึ่งมีนักดำน้ำกว่า 6,000 คนต่อบริเวณต่อปี กับเขตสงวนซึ่งจำกัดการดำน้ำ พบว่า ความเสียหายของปะการัง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับปะการังก้อนในเขตดำน้ำทั่วไปมีความเสียหาย 19.2 เปอร์เซ็นต์ ในเขตสงวนมีความเสียหาย 6.7 เปอร์เซ็นต์ และสำหรับปะการังกิ่งในเขตดำน้ำทั่วไปมีความเสียหาย 8.2 เปอร์เซ็นต์ ในเขตสงวนมีความเสียหาย 2.2 เปอร์เซ็นต์

การดำน้ำแบบ snorkeling เป็นกิจกรรมที่มีผลกระทบต่อสภาพแนวปะการังโดย Allison (1996) ได้ทำการศึกษา ในหมู่เกาะมัลดีฟ พบว่า บริเวณที่เกิดผลกระทบมากที่สุด มีความเสียหายเกิดขึ้น 17 เปอร์เซ็นต์ ของปะการังปกคลุมในกลุ่มที่แตกหักง่าย และมีความเสียหายเกิดขึ้น 7 เปอร์เซ็นต์ ของปะการังปกคลุมรวมทั้งหมด สอดคล้องกับ นฤมล กรคณิตนันท์ (2541) ที่ได้ศึกษาพฤติกรรมของนักดำน้ำแบบ snorkeling ที่เกาะนางยวน พบว่า การสัมผัสปะการังของนักดำน้ำแบบ snorkeling ทำให้ปะการังเกิดการแตกหักสูงถึงร้อยละ 82.34 ของการสัมผัสทั้งหมด Plathong et al. (2000) ได้ศึกษาผลกระทบของการดำน้ำแบบ snorkeling ต่อปะการัง โดยทำการกำหนดบริเวณที่สร้างแนวเส้นทางในการดำน้ำให้นักดำน้ำ บริเวณที่ไม่สร้างแนวเส้นทาง และบริเวณที่ไม่ถูกรบกวนเลย นำข้อมูลมาเปรียบเทียบกัน พบว่า จำนวนนักดำน้ำเฉลี่ยเพียง 15 คนต่อเส้นทาง ต่อสัปดาห์ก็เป็นสาเหตุในการทำลายปะการังในเส้นทางที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญ

การเหยียบย่ำปะการังบริเวณ reef flat ที่นักดำน้ำสามารถยืนถึง ก็สร้างความเสียหายต่อปะการังได้มาก (Hawkins and Roberts, 1993) แม้ว่าการเหยียบจะไม่ได้ทำให้ปะการังแตกหักหรือสร้างความเสียหายต่อโครงร่างของปะการังแบบก้อน แต่การเหยียบย่ำปะการัง จะทำลายบางส่วนของเนื้อเยื่อที่มีชีวิต (Liddle and Kay,1987 ; Kay and Liddle,1989)

Glynn (1994) ได้ทำการศึกษาสภาวะของแนวปะการังในเกาะ Galapagos พบปัญหาการเก็บปะการังมาขายเป็นจำนวนมาก มีปะการัง *Pocillopora eydouxi* ซึ่งเป็นชนิดที่หายากมากในธรรมชาติ และใกล้จะสูญพันธุ์วางขายอยู่ในตู้โชว์ด้วย สอดคล้องกับ Hawkins and Roberts (1994) ที่กล่าวว่าการเก็บปะการังไปขาย หรือเก็บไปเป็นที่ระลึก เป็นหนึ่งในหลายสาเหตุที่สร้างความเสียหายต่อแนวปะการัง โดยไม่ได้ส่งผลต่อปะการังเพียงอย่างเดียว แต่สิ่งมีชีวิตอื่นๆที่อยู่ในแนวปะการังก็ได้รับผลกระทบนี้ด้วย

ก่อนหน้านี้ ความเสียหายของปะการังจากการดำน้ำแบบ scuba diving และsnorkeling ยังคงมีความสำคัญน้อย ในขณะที่ ความเสียหายจากการเหยียบย่ำ การทิ้งสมอ และการครูดของท้องเรือมีความสำคัญมาก (Plathong, 1997 อ้างถึงใน นฤมล กรคณิตนันท์, 2541) แต่เมื่อการดำน้ำซึ่งเป็นกิจกรรมที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว และได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อยๆ กลายเป็นอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวในหลายๆประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น จนเป็นกีฬาที่เติบโตเร็วที่สุดในโลก (Dignam, 1990 cited in Davis and Tisdell, 1995 ; Tabata, 1992 cited in Davis and Tisdell, 1995 ; Dignam, 1990 cited in Harriott et al., 1997; Tabata, 1992 cited in Harriott et al., 1997)

Hawkins and Roberts (1994) ได้ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของการท่องเที่ยวชายฝั่งในแนวปะการังของ Sharm-el-Shiekh ในอียิปต์ พบว่ามีแนวปะการัง 6 แห่ง ได้รับผลกระทบโดยตรงจากนักดำน้ำ เนื่องจากถูกใช้โดยนักดำน้ำระหว่าง 35,000 - 50,000 คนต่อปี ซึ่งทำให้วิตกว่าจะเกินความสามารถในการรองรับนักดำน้ำของแนวปะการัง

จากจำนวนนักดำน้ำที่เพิ่มขึ้น ก็จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อแนวปะการังเพิ่มขึ้น จนทำให้แหล่งดำน้ำเสื่อมโทรม (Hawkins and Roberts, 1994; Davis and Tisdell, 1995; Harriott et al., 1997; Hawkins et al.,1999) เนื่องจากแนวปะการัง สามารถรองรับการใช้งาน (carrying capacity) ได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งโดยปกติ แหล่งดำน้ำที่ได้รับความนิยมจะต้องรองรับนักท่องเที่ยวจำนวนมากจนไม่สามารถจำกัดจำนวนได้ ความสามารถในการรองรับนักท่องเที่ยวของแหล่งดำ

น้ำจึงขึ้นอยู่กับ สมดุลระหว่างผลกระทบที่ทำให้แนวปะการังเสื่อมโทรม ความสามารถในการเกิดขึ้นมาใหม่ และขึ้นอยู่กับความพอใจของผู้ที่ใช้บริเวณนั้น (Salm, 1986 cited in Harriott et al., 1997)

**4. ปัจจัยร่วมอื่นๆ**

ผลกระทบจากกิจกรรมการท่องเที่ยวได้สร้างความเสียหายต่อแนวปะการัง แต่ความเสียหายของที่เกิดขึ้นกับปะการังแต่ละครั้งไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อความรุนแรง และลักษณะการทำลายที่จะเกิดขึ้นกับแนวปะการัง

Rouphael and Inglis (1997) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับสภาพทางภูมิศาสตร์ของแนวปะการัง ว่ามีอิทธิพลต่อความเสียหายของปะการังที่เกิดจากการดำน้ำแบบ scuba diving อย่างไร โดยสังเกตนักดำน้ำแบบ scuba diving จำนวน 150 คน ที่ดำน้ำในแนวปะการัง 6 แห่งในบริเวณ Great Barrier Reef ประเทศออสเตรเลีย พบว่า ความเสียหายที่เกิดกับปะการังมีความหลากหลายระหว่างแหล่งดำน้ำแต่ละแห่ง แต่เมื่อเทียบความสัมพันธ์กับลักษณะทางภูมิศาสตร์แล้วไม่ชัดเจน ส่วนใหญ่ปะการังแตกหักที่สำรวจพบเป็นปะการังที่มีรูปร่างแบบกิ่ง จากผลทั้งคู่จึงสรุปว่าลักษณะทางภูมิศาสตร์ของแหล่งดำน้ำแต่ละแห่ง ไม่สามารถใช้ทำนายความเสียหายที่เกิดขึ้นจากนักดำน้ำแบบ scuba diving ได้ สิ่งสำคัญกว่านั้นคือองค์ประกอบทางรูปลักษณะของปะการังและ การรวมกลุ่มของแนวปะการังในบริเวณนั้นๆ แต่ในบางกรณีก็แตกต่างไป เช่น Kay and Liddle (1989) ได้ศึกษาผลกระทบของการเยียบย่ำต่อบริเวณต่างๆในพื้นที่ราบแนวปะการัง (reef flat) ที่มีการท่องเที่ยวแบบ reef walking ในบริเวณเกาะ Heron ประเทศออสเตรเลีย กล่าวว่าการเหยียบย่ำในลักษณะนี้จะพบปะการังแตกหักในบริเวณที่ราบ (reef flat) มากกว่าบริเวณไหล่ของแนวปะการัง (reef crest) และรูปลักษณะของปะการังเป็นเรื่องที่สำคัญที่สุดซึ่งสัมพันธ์กับความต้านทานการเหยียบย่ำของปะการัง

เมื่อพิจารณาเกี่ยวกับ ปัจจัยทางด้านรูปลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการถูกทำลายของปะการัง Liddle and Kay (1987) ได้ทำการศึกษาความทนทานต่อแรงที่มากระทำ ความอยู่รอด และการฟื้นตัวของปะการังที่ถูกเหยียบย่ำ บริเวณ Great Barrier Reef โดยเปรียบเทียบความต้านทานหรือความเปราะบางต่อการทำลายทางกายภาพ ความอยู่รอดหลังถูกทำลาย และการฟื้นตัวหลังถูกทำลาย ระหว่างปะการัง 4 ชนิดที่พบมากใน Great Barrier Reef เป็นปะการังกิ่ง 3 ชนิดได้แก่ *Acropora palifera* , *Acropora millepora* และ *Pocillopora damicornis* กับปะการังก้อน 1

ชนิดได้แก่ *Porites lutea* พบว่า ผลของความต้านทานในห้องปฏิบัติการระหว่างปะการังกิ่ง 3 ชนิด *Acropora palifera* มีความต้านทานต่อการแตกหักสูงที่สุด และ *Acropora millepora* มีความต้านทานต่อการแตกหักต่ำที่สุด และการทดลองในแนวปะการัง การเหยียบย่ำแม้ไม่ได้ทำลายโครงสร้างของปะการังก้อน *(Porites lutea)* แต่ก็ทำลายเนื้อเยื่อมีชีวิตไปบางส่วน ทำให้ทราบว่ารูปลักษณะ และชนิดของปะการังที่ต่างกันก็จะมีความต้านทานต่อแรงการทำลายที่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Marshall (2000) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานการแตกหัก และคุณสมบัติทางรูปลักษณะต่างๆของปะการัง ได้แก่ ความหนาแน่นของโครงร่างแข็ง ความเหนียวของกิ่ง พื้นที่ว่างระหว่างกิ่ง ความยาวของกิ่ง ความสูงของโคโลนี และพื้นที่ของโคโลนี โดยทดสอบความสามารถในการต้านทานการแตกหัก จากแรงทางกลศาสตร์ที่มากระทำพบว่าจากแบบจำลองที่สร้างขึ้นแสดงให้เห็นว่า มีความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานและรูปลักษณะของปะการังเด่นชัด เมื่อพิจารณาจากคุณสมบัติ 4 อย่างได้แก่ ความสูงของโคโลนี ความเหนียวของกิ่ง พื้นที่ว่างระหว่างกิ่ง และพื้นที่ของโคโลนี ส่วนความหนาแน่นของโครงร่างแข็ง และความยาวของกิ่งไม่ได้มีความสำคัญมากนักในการกำหนดความเปราะบางการแตกหัก

### 5. ความเสียหาย และการตายบางส่วนของปะการัง

เมื่อเกิดความเสียหาย หรือบาดแผลขึ้นกับปะการัง โดยที่บางส่วนของโคโลนียังคงมีชีวิตอยู่ จะทำให้เกิดที่ว่างบนโครงร่างแข็งของปะการังส่วนนั้นๆ ซึ่งอาจถูกสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นเข้ามาแก่งแย่งพื้นที่นั้นๆ ตลอดจนเข้ามาทำลาย หรือเบียดเบียนส่วนที่ยังคงมีชีวิต ดังนั้นความสามารถของปะการังในการอยู่รอดหลังเกิดบาดแผล จึงเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิตรอดของปะการัง อย่างไรก็ตามปะการังสามารถกอบกู้บาดแผลให้กลับมาเป็นพื้นผิวที่มีชีวิตได้อีกครั้ง ขึ้นอยู่กับการรุกรานของสิ่งมีชีวิตอื่น และความสามารถในการสร้างเนื้อเยื่อขึ้นมาใหม่ของโคโลนีปะการัง (Bak and Steward-van Es, 1980) เมื่อผิวของโคโลนีถูกทำลาย เนื้อเยื่อที่อยู่รอบๆบาดแผลจะเจริญเข้ามาข้างในเพื่อปกปิดส่วนที่บาดเจ็บ แต่ถ้าไม่ได้ผลก็จะมีการตายบางส่วนเกิดขึ้น ซึ่งจะเห็นเป็นหย่อมแผลเป็น บนพื้นผิวโครงร่างแข็งของโคโลนีปะการัง การสร้างเนื้อเยื่อขึ้นมาใหม่เพื่อรักษาบาดแผล ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยหลายประการ เช่น ขนาดของบาดแผล ความสามารถเฉพาะตัวของปะการังแต่ละชนิด และสภาพแวดล้อมอื่นๆ (Meesters et al., 1996)

Meesters and Bak (1993) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการสร้างเนื้อเยื่อขึ้นมาใหม่และการอยู่รอดของปะการัง ในช่วงเวลาที่เกิดการฟอกขาวของแนวปะการังในปี 1990 โดยทำการสร้างบาดแผลเทียมบนปะการัง 3 ชนิดได้แก่ *Montastrea annularis* , *Porites astreoides* และ

*Meandrina meandrites* เปรียบเทียบผลการสร้างเนื้อเยื่อขึ้นมาใหม่ ระหว่างโคโลนีปกติ และโคโลนีที่ฟอกขาว พบว่า อัตราการสร้างเนื้อเยื่อขึ้นมาใหม่ในปะการังที่ฟอกขาว ต่ำกว่าในปะการังปกติทุกชนิด และอุณหภูมิมีผลต่อการทดลอง โดยอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ทำให้อัตราการสร้างเนื้อเยื่อขึ้นมาใหม่ของโคโลนีที่ฟอกขาว ของ *P. astreoides* สูงขึ้นจนเกือบเท่าโคโลนีปกติ ส่วนอุณหภูมิที่ลดลงมีผลทำให้สีของปะการังที่ฟอกขาวกลับมาเป็นปกติได้ โดยที่สีของ *M. annularis* มีการกลับมาได้ช้าที่สุด

Meesters and Bak (1995) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับการสร้างเนื้อเยื่อขึ้นมาใหม่ ของปะการังกิ่ง *Acropora pulmata* โดยการสร้างบาดแผลเทียมบนปะการังระยะห่างจากปลายกิ่งต่างๆกัน พบว่า ความสามารถในการสร้างเนื้อเยื่อขึ้นมาใหม่ จะลดลงอย่างรวดเร็วในระยะ 25 เซนติเมตรแรกจากปลายสุดของโคโลนี และจะลดลงอย่างช้าๆ ในระยะที่มากกว่า 25 เซนติเมตร การลดลงนี้ แสดงว่าความสามารถในการสร้างเนื้อเยื่อขึ้นมาใหม่ มีความสัมพันธ์กับอายุของโพลิปปะการัง

Bak and Steward-van Es (1980) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการสร้างเนื้อเยื่อขึ้นมาใหม่ ของผิวชั้นนอกที่ถูกทำลายโดยบาดแผลขนาดต่างๆกันในปะการังแข็ง 2 ชนิดได้แก่ *Agaricia agaricites* และ *Porites astreoides* โดยสร้างบาดแผลเทียม 3 แบบคือ แผลเนื้อเยื่ออย่างเดียว โดยโครงร่างแข็งยังคงอยู่ขนาด 1 ตารางเซนติเมตร แผลเนื้อเยื่อกับโครงร่างแข็งขนาด 1 ตารางเซนติเมตร และ แผลเนื้อเยื่อกับโครงร่างแข็งขนาด 5 ตารางเซนติเมตร บนโคโลนีปะการังทั้ง 2 ชนิด พบว่า ปะการังแต่ละชนิด มีความสามารถในการสร้างเนื้อเยื่อขึ้นมาใหม่ได้ไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของปะการังแต่ละชนิด และ ไม่มีชนิดไหนที่สามารถรักษาบาดแผลเนื้อเยื่อกับโครงร่างแข็งขนาด 5 ตารางเซนติเมตรได้เลย

Oren et al. (1997) ได้ศึกษาอิทธิพลของขนาด และรูปร่างของบาดแผล ต่อการสร้างเนื้อเยื่อขึ้นมาใหม่ ของปะการัง *Favia favus* ในทะเลแดง โดยใช้บาดแผลเทียม 5 รูปแบบที่มีพื้นที่และเส้นรอบวงขนาดต่างๆกัน ในการศึกษานี้ ต้องการแสดงถึงเปอร์เซ็นต์การฟื้นตัวของบาดแผลที่มีรูปแบบบาดแผลต่างกัน และอัตราส่วนระหว่างเนื้อเยื่อที่สร้างขึ้นมาใหม่กับความยาวเส้นรอบวงบาดแผลของบาดแผลแต่ละอัน เป็นครั้งแรกที่ผลการทดลองแสดงถึงอิทธิพลของขนาดและรูปร่างบาดแผล ต่อความสามารถในการสร้างเนื้อเยื่อขึ้นมาใหม่ของโคโลนีปะการัง อย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับการทดลองของ Meesters et al. (1997) ซึ่งพยายามทำนายการสร้างเนื้อเยื่อขึ้นมาใหม่จากการถูกทำลายทางกายภาพของปะการัง *Montastrea annularis* โดยใช้ความสามารถใน

การสร้างเนื้อเยื่อใหม่ และรูปร่างของบาดแผล พบว่าเส้นรอบวงบาดแผล เป็นปัจจัยแรกเริ่มในการกำหนดจำนวนของพื้นที่จะสร้างเนื้อเยื่อใหม่ได้ โดยที่ *M. annularis* สามารถสร้างเนื้อเยื่อขึ้นใหม่ได้ 4.7 ตารางมิลลิเมตร ต่อความยาวเส้นรอบวงบาดแผล 1 มิลลิเมตร แต่บาดแผลรูปทรงกลมที่มีพื้นที่มากกว่า 130 ตารางมิลลิเมตรจะไม่สามารถสร้างเนื้อเยื่อใหม่ได้ การสร้างเนื้อเยื่อขึ้นมาใหม่ของโคโลนีปะการัง จึงขึ้นอยู่กับขนาดเส้นรอบวงบาดแผล และรูปร่างของบาดแผล ซึ่งเป็นสิ่งที่มีอิทธิพลมากกว่า

นอกจากปัจจัยต่างๆ จะมีอิทธิพลต่อความสามารถในการสร้างเนื้อเยื่อขึ้นมาใหม่ของปะการังแล้ว การเกิดบาดแผล และการสร้างเนื้อเยื่อขึ้นใหม่ก็มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปะการังด้วยเช่นกัน โดยปะการังที่มีบาดแผลที่กำลังสร้างเนื้อเยื่อขึ้นใหม่ หรือเกิดการตายบางส่วน จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตของปะการังลดลง (Meesters et al., 1994 ; Scoffin et al., 1997)

### 6. การฟื้นฟูแนวปะการัง

เมื่อแนวปะการังถูกรบกวนไม่ว่าจากธรรมชาติหรือจากมนุษย์ แนวปะการังจะเกิดความเสียหายและเสื่อมโทรมลงตามลักษณะและความรุนแรงของปัญหาที่เกิดขึ้น การจะฟื้นฟูแนวปะการังที่เสื่อมโทรมให้กลับคืนมา เป็นสิ่งสำคัญในการที่จะรักษาแนวปะการังนั้นๆเอาไว้ การฟื้นฟูแนวปะการังแต่ละแห่งมีความแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับปัญหาที่เกิดขึ้นว่ามีลักษณะใด Connell (1997) กล่าวว่า แนวปะการังมักจะฟื้นฟูจากลักษณะการรบกวนที่เฉียบพลันได้ดีกว่า ในขณะที่แนวปะการังที่ถูกรบกวนแบบเรื้อรังจะฟื้นฟูได้น้อยหรือไม่ได้เลยทั้งการรบกวนจากธรรมชาติหรือจากมนุษย์ สภาพพื้นที่และช่วงเวลาก็มีผลต่อความเสื่อมโทรมและการฟื้นฟูแนวปะการัง เช่น ในด้านที่ได้รับคลื่นลมจะฟื้นฟูได้น้อยกว่าด้านที่ไม่ได้รับผลกระทบจากคลื่นลม หรืออัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังที่ถูกทำให้ลดลงโดยการเข้าครอบครองของปะการังอื่นๆหรือสาหร่ายขนาดใหญ่ และการฟุ้งกระจายของตะกอนที่มีผลมาจากพายุ สมดุลของชุมชนปะการัง เป็นเรื่องใหญ่ที่จะต้องทำความเข้าใจในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบ และสาเหตุการรบกวนที่เกิดขึ้น รวมทั้งรู้จักเลือกวิธีการที่จะเข้าไปแก้ไขปัญหาในบริเวณที่ถูกรบกวน (Connell et al., 1997)

ธรรมศักดิ์ ยีมิน (2540ก) กล่าวว่า วิธีการฟื้นฟูแนวปะการังมีหลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพของปัญหา และวัตถุประสงค์ โดยอาศัยพื้นฐานทางด้านชีววิทยาแนวปะการังเป็นเกณฑ์ในการเลือกวิธีที่ดีที่สุดในแต่ละกรณี เช่น การให้ตัวอ่อนปะการังลงเกาะตามธรรมชาติ การให้พื้นที่

(artificial substrata) ให้ตัวอ่อนปะการังลงเกาะ หรือพัฒนาเป็นกลุ่มปะการังในระยะยาว การเพาะเลี้ยงปะการังในห้องปฏิบัติการ แล้วนำตัวอ่อนไปวางลงบนแนวปะการัง การย้ายปะการังจากพื้นที่ที่จะได้รับผลกระทบ ไปซ่อมแซมบริเวณอื่นที่เสื่อมโทรม การนำ fragment ของปะการังที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติไปยึดติดบนพื้นที่มีความเหมาะสม ตลอดจนวิธีการอื่นๆ ที่ดัดแปลงหรือพัฒนาเทคนิคข้างต้นให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

การสร้างแนวปะการังเทียม (Artificial reef) (Clark and Edwards, 1994) และการย้ายปลูกปะการัง (transplantation) (สิทธิพันธ์ ศิริรัตนชัย, 2537 ; สุรพล ชุนหบัณฑิต และคณะ, 2540 ; Clark and Edwards, 1995 ; Rinkevich, 1995 ; Van and Schuhmacher,1998 ; Van and Schuhmacher,1999) เป็นวิธีการหนึ่งในการฟื้นฟูแนวปะการัง ในบริเวณแนวปะการังที่มีความเสื่อมโทรม ซึ่งมีความแตกต่างกันในรูปแบบของปัญหา และมีปัจจัยอื่นประกอบมากมาย

สำหรับแนวปะการังซึ่งได้รับผลกระทบจากการท่องเที่ยว ซึ่งถูกรบกวนจากนักดำน้ำจำนวนมาก ก็มีแนวคิดในการใช้ปะการังเทียมเข้ามาแก้ไข เพื่อลดความขัดแย้งระหว่างทางด้านเศรษฐกิจ และการอนุรักษ์ โดยสร้างปะการังเทียม หรือใช้เรือจมทดแทนแนวปะการังตามธรรมชาติ (Van and Schuhmacher, 1998 ; Wilhelmsson et al.,1998) ซึ่งแนวปะการังเทียมหรือเรือจมที่สร้างขึ้นสามารถใช้ประโยชน์ในการดำน้ำได้ดี เพราะมีความหนาแน่นและความหลากหลายของปลาและชุมชนสิ่งมีชีวิตสูงเป็นแรงดึงดูดนักดำน้ำ ช่วยลดผลกระทบโดยตรงต่อแนวปะการังตามธรรมชาติได้เป็นอย่างดี และสร้างประโยชน์ทางเศรษฐกิจไปพร้อมๆกัน

มีวิธีการในการฟื้นฟูแนวปะการังมากมายดังที่กล่าวมาข้างต้น แต่การฟื้นฟูโดยการเอาสิ่งต่างๆใส่เข้าไปในแนวปะการังเป็นเรื่องที่ละเอียดอ่อน เมื่อกิจกรรมมนุษย์เปลี่ยนแปลงและรบกวนระบบของธรรมชาติในแนวปะการัง โดยการสร้างปัญหาขึ้นเป็นช่วงๆ หรือรบกวนต่อเนื่องจนกลายเป็นปัญหาเรื้อรัง เมื่อปะการังเสื่อมโทรม วิธีการฟื้นฟูต่างๆ ที่มนุษย์พยายามใส่เข้าไป เพื่อหวังแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น อาจเป็นการเข้าไปรบกวนระบบของธรรมชาติ และทำให้เกิดผลกระทบต่อเนื่องอื่นๆที่เราไม่คาดคิด (Nystrom et al.,2000) ซึ่งปกติแล้ว ธรรมชาติเองก็มีความสามารถในการฟื้นตัวจากสิ่งรบกวนแบบเฉียบพลันได้ดี แม้จะมีความรุนแรงมากก็ตาม (Fitt et al., 1993)

สุรพล สุดารา (2540) กล่าวว่า การฟื้นฟูแนวปะการังที่ดีที่สุด คือการใช้วิธีการฟื้นฟูตัวเองตามธรรมชาติ เมื่อแนวปะการังเสื่อมโทรม สิ่งที่ควรทำคือหยุดการรบกวนจากกิจกรรมมนุษย์ในบริเวณนั้น แล้วปล่อยให้เกิดการฟื้นฟูตามขั้นตอนที่ควรจะเป็นตามธรรมชาติ การเคลื่อนย้าย

ปะการังหรือการปลูกปะการังจะต้องพิจารณาให้รอบคอบก่อนการดำเนินการ ต้องคำนึงถึงความแปรปรวนตามปัจจัยสิ่งแวดล้อมของปะการัง การแก่งแย่ง (competition) ในระบบนิเวศก็มีความสำคัญมากและอาจทำให้เกิดผลกระทบเป็นลูกโซ่ แต่การศึกษาเทคนิคการย้ายปะการังก็มีความจำเป็น เพราะอาจนำมาใช้ประโยชน์ในการซ่อมแซมแนวปะการังบางบริเวณได้