

บทที่ 5 อภิปรายและวิจารณ์ผล

5.1 ผลกระทบจากกิจกรรมการท่องเที่ยวแบบดำน้ำต่อคุณภาพน้ำบริเวณรอบแหล่งดำน้ำธรรมชาติ และแหล่งดำน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น

จากผลการศึกษาในบทที่ 4 พบว่า คุณภาพน้ำบริเวณรอบแหล่งดำน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นมีคุณภาพด้อยกว่าแหล่งดำน้ำธรรมชาติ เนื่องมาจากข้อจำกัดในเรื่องพื้นที่ โดยแหล่งดำน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นมีพื้นที่น้อยกว่าแหล่งดำน้ำธรรมชาติ เมื่อเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ในพื้นที่กับขนาดพื้นที่แล้ว จะพบว่า บริเวณแหล่งดำน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นมีการใช้ประโยชน์มากกว่าแหล่งดำน้ำธรรมชาติ อีกทั้งสิ่งอำนวยความสะดวกโดยเฉพาะทุ่นจอดเรือบริเวณแหล่งดำน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นก็มีน้อยกว่า ส่งผลให้เรือท่องเที่ยวต้องไปจอดแออัดกันอยู่ที่บริเวณเดียว ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อคุณภาพน้ำจึงมากกว่าบริเวณแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีการติดตั้งทุ่นจอดเรือกระจายอยู่รอบๆ ดังนั้น การใช้ประโยชน์จากแหล่งดำน้ำธรรมชาติจึงมีการกระจายความหนาแน่นจากการใช้ประโยชน์ได้มากกว่า นอกจากนี้ ยังพบว่า จำนวนนักท่องเที่ยวเป็นปัจจัยหลักที่ควบคุมคุณภาพน้ำ โดยพบว่า ในวันธรรมดาที่มีนักท่องเที่ยวน้อย คุณภาพน้ำจะดีกว่าวันเสาร์-อาทิตย์ หรือวันหยุดนักขัตฤกษ์ ที่มีนักท่องเที่ยวหนาแน่น ซึ่งผลการศึกษาที่ได้สอดคล้องกับผลการศึกษาอื่นๆ ที่พบว่า จำนวนนักท่องเที่ยวมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับคุณภาพน้ำ (Reopanichkul, 2009; Stonich, 1998) อย่างไรก็ตาม เนื่องมาจากบริเวณแหล่งดำน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นมีตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์อยู่ในบริเวณที่มีกระแสน้ำค่อนข้างแรง ดังนั้น การพัดพาเอาธาตุอาหารที่มากเกินไป รวมถึงตะกอนแขวนลอยออกจากพื้นที่จึงเป็นไปได้ดีกว่าแนวปะการังธรรมชาติที่ตั้งอยู่บริเวณอ่าว ที่มีกระแสน้ำไม่รุนแรงมากนัก

พารามิเตอร์หลักที่ได้รับอิทธิพลจากการเพิ่มจำนวนนักท่องเที่ยว คือ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ปริมาณธาตุอาหาร ปริมาณตะกอน แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด และแบคทีเรียกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์ม

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิและกระบวนการทางชีวภาพ เช่น อัตราการสังเคราะห์แสงของพืช อัตราการหายใจ และอัตราการย่อยสลายของจุลินทรีย์ (Chapman, 1992) ในบริเวณที่มีการปนเปื้อนของของเสียมาก (โดยเฉพาะสารอินทรีย์) จุลินทรีย์จะนำออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำไปในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ดังกล่าว จึงทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง

ปริมาณธาตุอาหารที่มากเกินไปส่งผลกระทบต่อตัวปะการัง โดยจะไปลดอัตราการรอดของตัวอ่อนปะการัง ลดความหนาแน่นและความหลากหลายทางชีวภาพของปะการัง ไปจนถึงเพิ่มอัตราการตายของปะการัง รวมถึงการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายขนาดใหญ่ (Macroalgae) เพิ่มการกีดขวางทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกับปะการัง ซึ่งจะไปแย่งพื้นที่ในการลงเกาะกับปะการัง นอกจากนี้ปริมาณธาตุอาหารที่เพิ่มขึ้นยังไปกระตุ้นให้แพลงก์ตอนพืชมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จนเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี (Plankton bloom) ที่ส่งผลต่อเนื่องทำให้แสงส่องผ่านลงไปในน้ำได้น้อยลง มีอัตราการใช้ออกซิเจนมากขึ้น จนทำให้น้ำทะเลบริเวณพื้นที่ท่องเที่ยวอยู่ในสภาพที่มีออกซิเจนน้อยหรือขาดออกซิเจน จึงทำให้สัตว์น้ำตายไปเป็นจำนวนมาก (Brodie & Furnas, 1993; Cox &

Ward, 2002; Fabricius, 2005; Fabricius & De'Ath, 2004; Moss *et al.*, 2005; Sammarcom, 1996; Szmant, 2002)

ปริมาณตะกอนเป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมการแพร่กระจายของปะการัง ในสภาวะปกติที่มีปริมาณตะกอนไม่มาก หากตะกอนตกลงมาทับถมบนตัวปะการัง ปะการังสามารถที่จะขับเมือกออกมาเพื่อคลุมตะกอนนั้นไว้ เมื่อกระแสน้ำพัดมาก็จะพาเอาก้อนตะกอนดังกล่าวหลุดออกไปจากปะการัง ซึ่งปะการังต้องใช้พลังงานจำนวนมากในการสร้างเมือกเพื่อออกมาจับตะกอนไว้ ดังนั้น ในบริเวณที่มีปริมาณตะกอนมากเกินไปเกินความสามารถในการกำจัดออกของปะการัง จึงพบปะการังถูกตะกอนทับถมและตายไปในที่สุด ปริมาณตะกอนที่เพิ่มขึ้นนั้นไม่ได้ส่งผลในเชิงของการตกตะกอนทับถมบนตัวปะการังเท่านั้น แต่ยังส่งผลกระทบทางอ้อมในการลดปริมาณแสงที่ส่องผ่านลงไปใต้น้ำด้วย โดยพบว่า ในบริเวณที่มีตะกอนแขวนลอยมาก แสงจะส่องผ่านลงไปใต้น้ำได้ลดลง ดังนั้น จึงส่งผลต่อปะการังและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่ต้องการแสงไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง และผลที่ร้ายแรงที่สุด คือ มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางสังคมปะการัง เนื่องจากปะการังบางชนิด หรือบางรูปทรง ต้องการแสงในปริมาณมาก ดังนั้น หากปริมาณแสงที่ส่องผ่านลงมามีน้อยลง สังคมปะการังจึงมีการปรับตัวหรือเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง เป็นกลไกการคัดเลือกตามธรรมชาติ โดยปะการังที่ต้องการแสงมากก็จะอ่อนแอและตายไปในที่สุด และมีการพัฒนาเพิ่มจำนวนของปะการังที่ไม่ต้องการแสง หรือสามารถอยู่รอดในบริเวณที่แสงน้อยเข้ามาแทน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อเนื่องเป็นลูกโซ่ไปถึงสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นที่อาศัยอยู่บริเวณแนวปะการังอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ (Anthony, 1999; Dikou & van Woeski, 2006; Fabricius, 2006; Reopanichkul, 2009; Roger, 1990)

แบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม มักถูกใช้เป็นตัวบ่งชี้สุขภาพในแหล่งน้ำ เนื่องจากพบได้ในระบบทางเดินอาหารของสิ่งมีชีวิต และสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสภาวะแวดล้อมภายนอก เช่น ดิน และแหล่งน้ำได้ดี ซึ่งถ้าพบในน้ำก็แสดงถึงโอกาสของการปนเปื้อนจากสิ่งขับถ่ายของสิ่งมีชีวิต ส่วนฟิคอลโคลิฟอร์ม มักถูกใช้เป็นตัวบ่งชี้โอกาสของการปนเปื้อนจากสิ่งขับถ่ายของมนุษย์ เนื่องจากพบแบคทีเรียกลุ่มนี้ได้ในลำไส้ของมนุษย์และสัตว์เลื้อยคลานทั่วไป โดยแบคทีเรียที่สำคัญและถูกกำหนดให้เป็นตัวบ่งชี้อยู่เสมอ ๆ ได้แก่ *Escherichia coli* ซึ่งถ้าพบในอาหารหรือน้ำก็แสดงให้เห็นถึงโอกาสการปนเปื้อนจากอุจจาระของมนุษย์ โดยอาจเกิดจากการขาดการควบคุมระบบสุขลักษณะที่ดี โดยการบ่งชี้ดังกล่าวนอกจากจะบอกถึงความสะอาดแล้ว ยังบอกถึงอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคจากแบคทีเรียชนิดอื่น ๆ ที่พบในระบบทางเดินอาหารอีกด้วย (Lipp *et al.*, 2002; Mill *et al.*, 2006)

จากการศึกษาคุณภาพน้ำ พบว่า บริเวณแหล่งน้ำธรรมชาติบางจุดศึกษามีปริมาณธาตุอาหารสูง โดยเฉพาะบริเวณที่เป็นจุดจอดเรือ สาเหตุหนึ่งอาจเนื่องมาจากเรือท่องเที่ยวส่วนใหญ่เป็นเรือที่มีอายุการใช้งานค่อนข้างนาน และไม่มีถังเก็บของเสียและสิ่งปฏิกูล อีกทั้งเรือท่องเที่ยวบางลำจะมีการประกอบอาหารสำหรับให้บริการบนเรือ ดังนั้น ของเสียจากห้องสุขา รวมถึงเศษอาหารที่เหลือจากการรับประทานหรือประกอบอาหาร และน้ำทิ้งจากการล้างจานจึงถูกทิ้งลงในทะเลโดยตรง ส่งผลให้ปริมาณธาตุอาหารบริเวณจุดจอดเรือมีค่าสูงกว่าบริเวณอื่นๆ

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำบริเวณจุดศึกษากับคุณภาพน้ำบริเวณชายฝั่งของจังหวัดชลบุรี พบว่าคุณภาพน้ำบริเวณจุดศึกษามีคุณภาพที่ดีกว่าคุณภาพน้ำบริเวณชายฝั่ง อาจเนื่องมาจากบริเวณจุดศึกษาเป็นพื้นที่ที่อยู่ห่างฝั่งจึงได้รับผลกระทบจากกิจกรรมการพัฒนาชายฝั่งน้อย การเข้าถึงพื้นที่เพื่อประกอบกิจกรรมต่างๆทำได้ยากกว่า อีกทั้งยังมีการหมุนเวียนของกระแสน้ำที่ดีกว่า จึงทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอย ธาตุอาหาร แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด และแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มน้อยกว่าบริเวณชายฝั่ง

5.2 ผลกระทบอื่นๆที่อาจเกิดขึ้นจากกิจกรรมท่องเที่ยวดำน้ำ

การศึกษาผลกระทบโดยตรงจากการท่องเที่ยว ดำน้ำโดยศึกษาพฤติกรรมของนักดำน้ำระหว่างการดำน้ำเพื่อนับจำนวนอัตราการแตะจับและทำลายปะการัง พบว่า จำนวนครั้งที่นักดำน้ำแตะและทำลายปะการังโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 2.67 และ 0.08 ครั้งต่อคนต่อการดำน้ำ 1 ครั้ง ตามลำดับ สำหรับอัตราการแตะปะการังนั้นถึงแม้ว่าอัตราการแตะปะการังของนักดำน้ำจะค่อนข้างสูง แต่พบว่า การแตะปะการังของนักดำน้ำส่วนใหญ่เกิดจากความไม่ตั้งใจ เช่น เตะดินกับไปโดนปะการัง แต่มีนักดำน้ำบางส่วนที่ตั้งใจจะแตะปะการัง เช่น การค้นหาสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแนวปะการัง อย่างไรก็ตาม พบว่า อัตราการแตะที่ส่งผลกระทบต่อปะการังถูกทำลายนั้นมีน้อยมาก (Rouphael & Inglis, 1997; Zakai & Chadwick-Furman, 2002)

จากการศึกษา พบว่า เพศหญิงมีแนวโน้มที่จะแตะและทำลายปะการังมากกว่าเพศชาย เนื่องจากเพศหญิงมีสภาพร่างกายที่อ่อนแอกว่าเพศชาย ดังนั้น จึงเหนื่อยง่ายกว่า และหากไปดำน้ำในบริเวณที่มีกระแสน้ำแรง จะไม่สามารถผิวนและควบคุมการทรงตัวได้ดีเท่าเพศชาย จึงอาจทำให้ไปแตะหรือทำลายปะการังโดยไม่ตั้งใจ และ/หรือตั้งใจที่จะเกะบนปะการังเพื่อหยุดพัก (Worachananant, 2008) ซึ่งผลที่ได้ขัดแย้งกับผลที่ได้จากการศึกษาของ Rouphale & Inglis (1997) ที่พบว่า เพศชายมีอัตราการแตะและทำลายปะการังมากกว่าเพศหญิง เนื่องจากเพศชายมีพฤติกรรมชอบผจญภัย ชอบเสี่ยงและค้นหาสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ๆ มากกว่าเพศหญิง รวมถึงจะไม่ค่อยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ควบคุมการดำน้ำ (Rouphale & Inglis, 1997)

นอกจากนี้ยังพบว่า อัตราการแตะปะการังมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับระดับขั้นการดำน้ำ โดยเมื่อระดับขั้นการดำน้ำสูงขึ้น จำนวนครั้งในการแตะหรือทำลายปะการังจะน้อยลง เนื่องจากนักดำน้ำสามารถควบคุมการทรงตัวและลอยตัวได้ดีกว่านักดำน้ำที่เพิ่งหัดดำน้ำ ซึ่งนักดำน้ำมือใหม่ส่วนใหญ่จะแตะปะการังโดยไม่ตั้งใจ (Robert & Harriot, 1995) อย่างไรก็ตาม พบว่า นักดำน้ำที่มีระดับขั้นการดำน้ำสูงบางครั้งก็มีการจงใจแตะปะการัง โดยเฉพาะนักดำน้ำที่อยู่ในระดับขั้น Advanced openwater diver ที่พบว่า มีอัตราการแตะปะการังมากที่สุด เนื่องมาจากความคึกคะนองในการที่จะพยายามหาสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ตามซอกหลืบของปะการัง แต่ความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้นจะน้อย

การมีกล้องหรือ pointer ของนักดำน้ำส่งผลให้อัตราการแตะและทำลายเพิ่มมากขึ้น สาเหตุหนึ่งเนื่องมาจากการที่นักดำน้ำพยายามที่จะถ่ายรูปสิ่งมีชีวิตให้ชัดเจนและ/หรือมีองค์ประกอบภาพอย่างที่ต้องการ จึงต้องหาทางแห่หรือเคลื่อนย้ายสิ่งมีชีวิตดังกล่าวออกมา อีกประการหนึ่งคือ ในปัจจุบัน กล้อง

ถ่ายภาพได้น้ำมีราคาถูกลง นักดำน้ำส่วนใหญ่จึงซื้อไว้เพื่อถ่ายภาพเป็นที่ระลึก โดยเฉพาะนักดำน้ำที่เพิ่งเริ่มดำน้ำยังไม่มีประสบการณ์มากนัก ซึ่งนักดำน้ำกลุ่มนี้ยังไม่สามารถควบคุมการทรงตัวได้ดี ดังนั้น การพกกล้องถ่ายรูปลงน้ำไปด้วย จึงเป็นการเพิ่มภาระให้ตัวเอง เมื่อไม่สามารถควบคุมการทรงตัวได้ จึงต้องใช้มือหรือส่วนต่างๆ ของร่างกายช่วยจับปะการังหรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในการทรงตัว (Barker & Robert, 2004; Worachananant *et al.*, 2008)

เมื่อเปรียบเทียบรูปทรงของปะการังที่ได้รับผลกระทบจากการแตะและทำลาย พบว่า ปะการังรูปทรงแบบก้อนถูกนักดำน้ำแตะมากที่สุด สาเหตุที่ปะการังก้อนถูกแตะมาก เนื่องมาจากนักดำน้ำเข้าใจผิดคิดว่าปะการังก้อนเป็นก้อนหิน หรือคิดว่า ปะการังก้อนมีรูปร่างที่แข็งแรง จึงใช้ปะการังโขดในการเกาะพักเมื่อเจอกระแสน้ำแรงๆ หรือเกาะเพื่อหยุดพักเหนื่อย แต่พบว่า อัตราการถูกทำลายจากการแตะของนักดำน้ำต่ำ เนื่องจากปะการังรูปทรงแบบก้อนเป็นปะการังที่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมและผลกระทบทางกายภาพมากกว่าปะการังรูปทรงอื่นๆ (Worachananant *et al.*, 2008)

5.3 ผลกระทบจากการท่องเที่ยวต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่พบระหว่างแหล่งดำน้ำธรรมชาติ และแหล่งดำน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตระหว่างแหล่งดำน้ำที่มนุษย์ขึ้นและแหล่งดำน้ำธรรมชาติ พบความแตกต่างของความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตระหว่าง 2 บริเวณอย่างชัดเจน ไม่ว่าจะเป็นจำนวนชนิดปะการัง ปลา สัตว์เกาะติด และสิ่งมีชีวิตบนพื้นทราย

5.3.1 ความแตกต่างของจำนวนชนิดปะการัง

บริเวณแนวปะการังธรรมชาติพบความหลากหลายของจำนวนชนิดปะการังมากกว่าแหล่งดำน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น เนื่องจาก ปัจจัยจำกัดที่กำหนดขอบเขตการแพร่กระจายของปะการัง ได้แก่ ปริมาณแสงที่ส่องผ่านลงไปใต้น้ำ อุณหภูมิ และกระแสน้ำ

ปะการังเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง อาศัยอยู่ในโครงสร้างหินปูน ปะการังแต่ละตัวที่รวมกันจะสร้างโครงสร้างในรูปของหินปูนเป็นรูปร่างต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของปะการัง ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่สำคัญต่อการอยู่รอดและเจริญเติบโตของปะการัง ได้แก่ อุณหภูมิของน้ำ และแสงสว่าง เนื่องจากในเนื้อเยื่อของปะการังมีสาหร่ายเซลล์เดียวที่ชื่อว่า ซูแซนเทลลี อาศัยอยู่และมีความสัมพันธ์กันแบบ symbiosis ซึ่งสาหร่ายนี้จำเป็นต้องใช้แสงสว่างในกระบวนการสังเคราะห์แสง เพื่อให้สารอาหารแก่ปะการัง และยังมีบทบาทสำคัญในกระบวนการสร้างหินปูน และช่วยขจัดของเสียของปะการังด้วย (ธรรณ และสกลพรรณ, 2541)

เรือหลวงกูดและเรือหลวงครามถูกจมอยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 30 เมตร และโดยทั่วไปทัศนวิสัยใต้น้ำค่อนข้างขุ่น (โดยเฉลี่ยประมาณ 1-5 เมตร) ดังนั้น ปริมาณแสงที่ส่องผ่านลงไปถึงตัวเรือจึงมีไม่มากนัก อีกทั้งในบริเวณที่ลึกอุณหภูมิของน้ำจะยิ่งต่ำ เนื่องจากแสงส่องลงไม่ถึง และมีการหมุนเวียนของกระแสน้ำเย็นในบริเวณที่ลึกกว่าเข้ามาแทนที่ ซึ่งมวลน้ำเย็นดังกล่าวเป็นมวลน้ำเย็นที่มีปริมาณธาตุอาหารสูง และมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำน้อย ดังนั้น สภาพแวดล้อมบริเวณแหล่งดำน้ำที่มนุษย์

สร้างขึ้นจึงไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปะการัง (Anthony & Guldborg 2003; Dullo, 2005; Fabricius, 2005)

ปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ กระแสน้ำ เนื่องจากตัวอ่อนของปะการังมีลักษณะเป็นแพลงก์ตอนที่ต้องลอยลอยอยู่ในกระแสน้ำเป็นระยะเวลาหนึ่งก่อนที่จะลงเกาะบนพื้นแข็งเพื่อเจริญเติบโตและขยายพันธุ์สร้างแนวปะการังต่อไป บริเวณแหล่งดำน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นมีที่ตั้งทางภูมิศาสตร์อยู่ในบริเวณที่มีกระแสน้ำค่อนข้างแรง ทำให้ตัวอ่อนปะการังไม่สามารถลงเกาะได้

5.3.2 ความแตกต่างของจำนวนสัตว์เกาะติดและสิ่งมีชีวิตบนพื้นทราย

บริเวณแหล่งดำน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นมีความหลากหลายของจำนวนชนิดสัตว์เกาะติดมากกว่าแนวปะการังธรรมชาติ เนื่องจากเรือหลวงทั้งสองลำมีลักษณะพื้นผิวที่แข็งแรง เหมาะสำหรับสิ่งมีชีวิตจำพวกสัตว์เกาะติด ซึ่งส่วนใหญ่จะกินอาหารโดยการกรองกินอาหารจากตะกอนแขวนลอย หรือแพลงก์ตอน จึงทำให้บริเวณเรือหลวงทั้งสองลำมีสิ่งมีชีวิตพวกกรองกิน (filter feeders) ชุกชุม (Ponti *et al.*, 2002)

สิ่งมีชีวิตที่พบมากบริเวณแหล่งดำน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่ เพรียงหัวหอม เพรียงหิน ฟองน้ำ ไบรโอซัว และหอยสองฝา โดยพบว่า เพรียงหัวหอม ฟองน้ำ และไบรโอซัว เป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มแรกที่เข้ามายึดเกาะบนพื้นผิวของเรือหลวงทั้งสองลำ (primary settlement) และเจริญเติบโตบนพื้นผิวของเรือหลวงทั้งสองลำได้อย่างรวดเร็ว (Perkol-Finkel & Benayahu, 2007; Phongsuwan *et al.*, 1993) ซึ่งเมื่อเวลาผ่านไป สิ่งมีชีวิตที่เข้ามายึดเกาะเป็นกลุ่มแรกอาจจะกลายเป็นที่ยึดเกาะของสิ่งมีชีวิตพวกยึดเกาะเป็นอันดับสอง (secondary settlement) ต่อไป เช่น มีหนอนท่อบางชนิดที่สร้างท่ออยู่บนเปลือกของหอยนางรมที่เกาะอยู่บนพื้นผิวของเรือ (Ponti *et al.*, 2002)

นอกจากนี้ ยังพบว่า มีสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บนพื้นทรายเข้ามาอาศัยอยู่บริเวณเรือหลวงทั้งสองลำเป็นจำนวนมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Phongsuwan *et al.* (1993) เนื่องจากสัตว์กลุ่มนี้จะเข้ามาล่าเหยื่อที่อาศัยอยู่บนพื้นผิวเรือจม จึงทำให้พบสัตว์กลุ่มนี้เป็นจำนวนมากกว่าที่พบในแนวปะการังธรรมชาติ

5.3.3 ความแตกต่างของชนิดปลา

ความหลากหลายของปลามีความสัมพันธ์กับความหลากหลายและความสมบูรณ์ของแนวปะการัง (Reopanichkul, 2009) ดังนั้นจึงพบความหลากหลายของปลาบริเวณแหล่งดำน้ำธรรมชาติมากกว่าแหล่งดำน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า ปลาทะเลหลายชนิดมีลักษณะการดำรงชีวิตตามลักษณะเฉพาะของพื้นที่ (วิภูษิต, 2541) โดยพบว่า ลักษณะพื้นผิวของเรือจม ไม่เหมาะสำหรับปลาขนาดเล็กบางประเภทที่มีนิสัยชอบหลบซ่อนอยู่ตามซอกหินหรือซอกปะการังขนาดเล็ก เช่น ปลาสลิดหิน *Amblypomacentrus breviceps* และปลาสลิดหินบั้งในสกุล *Abudefduf* นอกจากนี้บริเวณเรือจมยังไม่พบปลาในกลุ่มปลาสินสมุทรและปลาผีเสื้อบางชนิดที่กินปะการังเป็นอาหาร เช่น ปลาผีเสื้อเหลืองชุมพร *Chaetodon weibeli*

อย่างไรก็ตามบริเวณเรือจมจะพบปลาขนาดใหญ่ โดยเฉพาะปลาที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ เช่น ปลากะพง ปลากะรัง ฯลฯ ได้ง่ายกว่าในบริเวณแนวปะการัง เนื่องมาจากภูมิประเทศที่เป็นซอกขนาดใหญ่

ใหญ่ และมีตื้นภายในตัวเรือจึงเหมาะเป็นที่หลบซ่อนตัวของปลา นอกจากนี้ เรือจมยังเป็นแหล่งรวมฝูงของปลาที่กินแพลงก์ตอนเป็นอาหาร เนื่องมาจากการที่มีซากของเรือมาตั้งขวางทางไหลของกระแสน้ำทำให้เกิดกระแสน้ำหนุนขึ้น (Upwelling) ที่เป็นตัวการพัดพาตะกอนและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กให้ลอยขึ้นสู่มวลน้ำ ทำให้มักพบปลาฝูงขนาดใหญ่อยู่บริเวณเรือจมเสมอ (สุชาย, 2554)

ปลาที่เข้ามาอาศัยบริเวณเรือจมแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ ปลาที่เข้ามาอาศัยอยู่ถาวร (residents) ปลาที่เข้ามาเยือนพื้นที่เป็นครั้งคราว (visitors) และปลาที่เข้ามาอาศัยอยู่ชั่วคราว (transient) ซึ่งปลาส่วนใหญ่ที่พบบริเวณเรือหลวงทั้งสองลำเป็นปลา 2 กลุ่มแรก (Lök *et al.*, 2002) โดยสามารถแบ่งพฤติกรรมการอยู่อาศัยของปลาออกได้เป็น 5 รูปแบบ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Satapoomin (1994) คือ

1. ปลาที่อาศัยอยู่ตามซอกหลืบหรือโพรงของเรือจม ได้แก่ ปลากระรัง ปลาสิงโต ปลาตักแตนหิน
2. ปลาที่ว่ายน้ำใกล้กับเรือจม และใช้เรือจมเป็นที่หลบภัย ได้แก่ ปลาสลิทหิน ปลาอมไข่ ปลาปักเป้า
3. ปลาที่ว่ายน้ำรอบๆเรือจม ได้แก่ ปลากระพง ปลาสร้อยนกเขา ปลาผีเสื้อ ปลาวัว
4. ปลาที่ชอบอาศัยอยู่บริเวณพื้นทราย หรือว่ายรอบๆท้องเรือ ได้แก่ ปลาทรายขาว
5. ปลาที่อาศัยอยู่บริเวณกลางน้ำ และผิวน้ำ ส่วนใหญ่อยู่รวมกันเป็นฝูง เช่น ปลากล้วย ปลาซาก ปลาหูช้าง ปลาหางแข็ง

5.4 ระดับความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้นระหว่างแหล่งดำน้ำธรรมชาติและแหล่งดำน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น

แหล่งดำน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นได้รับผลกระทบเชิงนิเวศจากการท่องเที่ยวทั้งทางตรงและทางอ้อม น้อยกว่าบริเวณแหล่งดำน้ำธรรมชาติมากกว่า เนื่องมาจาก แหล่งดำน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นมีโครงสร้างเป็นเหล็กหรือวัสดุที่แข็งแรงทนทาน อีกทั้งแหล่งดำน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นส่วนใหญ่จะมีตำแหน่งที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีกระแสน้ำค่อนข้างแรง และมีความลึกน้ำพอสมควร ดังนั้นนักดำน้ำที่มาดำน้ำบริเวณนี้จึงต้องมีความชำนาญในการดำน้ำ การที่แหล่งดำน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นมีที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีกระแสน้ำและมีการไหลเวียนของน้ำดี ถึงแม้ว่าคุณภาพน้ำ ณ เวลาที่ทำการตรวจวัดบริเวณแหล่งดำน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นจะมากกว่า แต่โอกาสที่กระแสน้ำจะพัดพาเอาปริมาณธาตุอาหาร ตะกอนแขวนลอย หรือของเสียต่างๆ ออกไปในทะเลลึกจึงมีมากกว่าแนวปะการังธรรมชาติ ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำบริเวณแหล่งดำน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นจึงน้อยกว่าแนวปะการังธรรมชาติ

เมื่อพิจารณาถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น พบว่า ผลกระทบส่วนใหญ่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำที่ส่งผลกระทบต่อเนื่องถึงความสมบูรณ์และความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ดังนั้น การจัดการแก้ไขและวางแนวทางในการควบคุมมาตรฐานคุณภาพน้ำ จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องเร่งดำเนินการเพื่อที่จะคงไว้ซึ่งความสมบูรณ์และความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตต่อไป

จากการศึกษาผลกระทบเชิงนิเวศจากการท่องเที่ยวต่อน้ำเปรียบเทียบกับระหว่างแหล่งดำน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นและแหล่งดำน้ำธรรมชาติ พบว่า แหล่งดำน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นมีความทนทานต่อผลกระทบ

เชิงนิเวศมากกว่าแหล่งดำน้ำธรรมชาติ ถึงแม้ว่าในปัจจุบัน แหล่งดำน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นจะมีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตน้อยกว่า แต่เมื่อเปรียบเทียบกับความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่มีรายงานในอดีต (สุขาย, 2554) พบว่า ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตบริเวณแหล่งดำน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นค่อยๆมีจำนวนมากขึ้นตามลำดับ ดังนั้น โอกาสและความเป็นไปได้ที่จะใช้แหล่งดำน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น เพื่อลดอัตราการใช้ประโยชน์จากแหล่งดำน้ำธรรมชาติจึงสูง

