

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

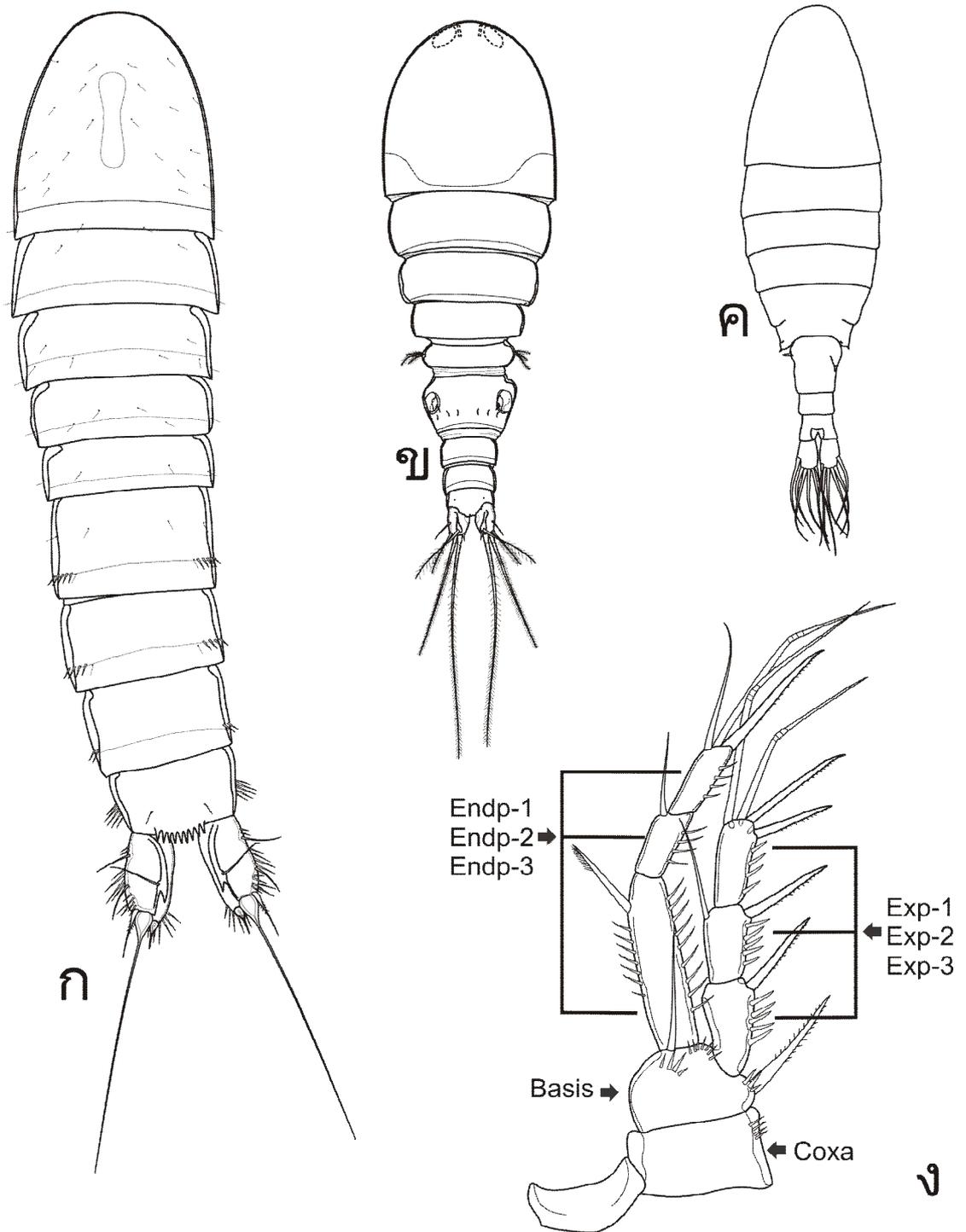
2.1 ถ้ำและระบบนิเวศของแหล่งน้ำใต้ดิน

น้ำจืดถูกกักเก็บไว้ในรูปของแหล่งน้ำใต้ดินประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำภาคพื้นทวีปทั้งหมด (Domenico & Schwartz, 1998) และประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำใต้ดินถูกกักเก็บไว้ในบริเวณ คาสต์ (karst) โดยเฉพาะถ้ำ (Hao et al., 2006) ถ้ำจึงเป็นแหล่งอาศัยที่สำคัญของสัตว์น้ำนานาชนิดและข้อมูล ปัจจุบันได้แสดงให้เห็นว่ามีความหลากหลายทางชีวภาพสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งอาศัยใต้ดินประเภทอื่น (Eberhard et al., 2005) ถ้ำเป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศใต้ดิน (subterranean ecosystem) ที่มีเอกลักษณ์ ทั้งสภาพสิ่งแวดล้อม และสิ่งมีชีวิต (Camacho & Valdecasas, 1992) สิ่งมีชีวิตในถ้ำมีความหลากหลายชนิดสูง โดยเฉพาะครัสเตเชียน (crustaceans) กลุ่มโคพีพอด ((Brancelj, 2001; Pipan et al., 2006) และหลายชนิด ไม่สามารถพบเห็นได้ที่สิ่งแวดล้อมภายนอกถ้ำหรือเรียกสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นว่า สไตโกไบต์ (stygobite) ชนิดพันธุ์ ส่วนใหญ่มีขอบเขตการแพร่กระจายพันธุ์ที่จำกัด นั่นคือ บางชนิดอาจสามารถพบได้เพียง 1-2 ถ้ำ เท่านั้น (Romero, 2009) ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ค่อนข้างคงที่และเปราะบางซึ่งง่ายต่อการเปลี่ยนแปลง แต่ใน สภาวะปกติที่ไม่มีการรบกวนจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ อาหาร และ พลังงานเฉลี่ยในรอบปีจะมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (Ferreira et al., 2007) ถ้ำหลายแห่งได้รับความสนใจจาก ประชาชนทั้งเพื่อการท่องเที่ยว หรือการแสวงหาและใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในถ้ำเพื่อการบริโภคหรือค้าขาย ผล ตามมาคือการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรและระบบนิเวศโดยเฉพาะภายในถ้ำ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างชุมชนของสิ่งมีชีวิต (communities) หรือการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต ข้อมูลปัจจุบันยังไม่มี การศึกษาโคพีพอดที่อาศัยอยู่ในถ้ำของจังหวัดเลย ประกอบกับเอกลักษณ์ด้านความหลากหลายและการ แพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตในถ้ำ จึงน่าจะมีชนิดพันธุ์ที่น่าสนใจหลายชนิด ทั้งชนิดที่ไม่เคยมีรายงานในระดับ ภูมิภาค ประเทศ (new record) หรือเป็นชนิดใหม่ (new species)

การศึกษาด้านความหลากหลายทางชีวภาพของถ้ำทั่วโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งมี หลากหลายโจทย์วิจัยที่นักวิจัยหรือนโยบายของภาครัฐของแต่ละประเทศให้ความสนใจ แต่สำหรับประเทศที่มี การศึกษามายาวนานและมีข้อมูลการศึกษามากแล้ว โดยเฉพาะอิตาลี สโลวีเนีย และสหรัฐอเมริกา ได้มีการตระหนักเห็นคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติเหล่านี้เพื่อการวางแผนเฝ้าระวังติดตามการเปลี่ยนแปลงและการ อนุรักษ์ทรัพยากรภายในถ้ำในพื้นที่ที่ถูกใช้ประโยชน์จากมนุษย์ เช่น ถ้ำที่เป็นแหล่งท่องเที่ยว หรือถ้ำในเขตพื้นที่ อุทยานแห่งชาติ ซึ่งล้วนได้รับผลกระทบทั้งตรงและทางอ้อมจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ (Brancelj, 2002; Elliott, 2007; Ferreira et al., 2007; Ladle et al., 2012) ดังนั้นการสร้างฐานข้อมูลด้านความหลากหลาย ทางชีวภาพจึงเป็นจุดเริ่มต้นของการวางแผนการใช้ประโยชน์และการอนุรักษ์ของประเทศไทยในอนาคต

2.2 ข้อมูลทั่วไปของโคพีพอด

โคพีพอดจัดเป็นแพลงก์ตอนกลุ่มใหญ่ที่มีความสำคัญในแหล่งน้ำจืดอยู่ในไฟลัม Arthropoda ชั้นไฟลัม Crustacea คลาส Copepoda แบ่งออกเป็น 7 อันดับ (Order) โดยมีอันดับดำรงชีวิตอิสระคือคาลานอยดา (Calanoida) ไฮโคพอยดา (Cyclopoida) และฮาร์แพคติกอยดา (Harpacticoida) และอีก 4 อันดับดำรงชีวิตเป็นปรสิต ได้แก่ Caligoida, Lernaepodida, Monstilloida และ Notodelphyoida พบโคพีพอดแพร่กระจายอยู่ทั่วโลกมีสมาชิกมากกว่า 12,000 สปีชีส์ ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในทะเลและน้ำกร่อยมีประมาณ 2,000 สปีชีส์ ที่อาศัยอยู่ในน้ำจืด โคพีพอดส่วนใหญ่มีลำตัวขนาดเล็ก ตัวเต็มวัยยาวประมาณ 0.5-1.5 มิลลิเมตร โคพีพอดมีรูปร่างที่แตกต่างกันออกไปมีทั้งแบบยาวเรียวย รูปร่างสวย (Fusiform) หรือรูปทรงกระบอก มียางค์และข้อปล้องที่เห็นชัดเจน (Culver et al., 2004) ซึ่งสามารถพบในน้ำจืดทั่วโลกได้ทั้งหมด 3 กลุ่มคือ คาลานอยด์ (calanoids) ไฮโคลพอยด์ (cyclopoids) และฮาร์แพคติกอยด์ (harpacticoids) (Boxshall & Defaye, 2008) (ภาพที่ 2.1) โดยคาลานอยด์โคพีพอด (calanoid copepods) ส่วนใหญ่ดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอน ลำตัวเรียวยาว ลำตัวยาว 0.5 – 5.0 มิลลิเมตร แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนท้ายหรือยูโรโซม (urosome) คอดเล็กกว่าส่วนต้นหรือโปรโซม (prosome) หนวดคู่แรกยาวมาก มี 23 – 25 ข้อในเพศเมีย มักยึดยาวเกินปล้องสุดท้ายของส่วนยูโรโซม หนวดคู่นี้ข้างขวาของเพศผู้แผ่แบน มีขนาดใหญ่กว่าของตัวเมีย ใช้สำหรับจับตัวเมียเวลาผสมพันธุ์ หนวดคู่ที่ 2 แยกแขนงเป็นสองแฉก (biramous) ยูโรโซมของเพศเมียมี 3 ปล้อง แต่ในเพศผู้มี 5 ปล้อง ของเพศผู้ข้างซ้ายเล็กกว่าข้างขวา ขาคู่ที่ 5 ของตัวเมียขนาดเล็ก ไม่มีขาคู่ที่ 6 ตัวเมียไม่มีถุงไข่ 1 ถุงอยู่ด้านท้อง ซีติ (setae) ของคอร์ดีลลามิ (caudal rami) มี 3 – 5 เส้นแต่ละเส้นยาวใกล้เคียงกัน ทั่วโลกพบแล้วประมาณ 2,300 สปีชีส์ ประมาณร้อยละ 25 อาศัยอยู่ในน้ำจืด ขณะที่ไฮโคลพอยด์โคพีพอด (cyclopoid copepods) มีทั้งที่ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอนและอาศัยอยู่ตามพื้น (benthic copepods) ลำตัวยาว 0.6 – หลาย มิลลิเมตร ลำดับตัวค่อนข้างกลมหรือเป็นรูปไข่ ส่วนยูโรโซมยึดยาว โปรโซมและยูโรโซมแยกจากกันเห็นชัดเจน หนวดคู่ที่ 1 สั้นกว่าของคาลานอยด์ มี 6 -17 ปล้องในเพศเมีย มักยึดยาวไม่เกินปล้องสุดท้ายของส่วนโปรโซม หนวดคู่แรกในเพศผู้ทั้งสองข้างแผ่แบนโค้งงอใช้จับเพศเมียเวลาผสมพันธุ์ หนวดคู่ที่ 2 เป็นเส้นเดียวไม่แตกแขนง (uniramous) ยูโรโซมของเพศเมียมี 4 ปล้อง แต่ในเพศผู้มี 5 ปล้อง ขาคู่ที่ 5 ทั้งสองข้างของทั้งตัวผู้และตัวเมียมีลักษณะเหมือนกันและมีขนาดเล็ก ขาคู่ที่ 6 ตัวเมียมีถุงไข่ 2 ถุงอยู่ด้านข้างของปล้องสืบพันธุ์ (genital segment) ซีติของคอร์ดีลลามิ มี 6 เส้น แต่ละเส้นยาวไม่เท่ากัน ขณะที่ฮาร์แพคติกอยด์โคพีพอด (harpacticoida copepods) ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ตามพื้น มีเพียงบางชนิดเท่านั้นที่ดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอน ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในทะเลและน้ำกร่อย มีขนาดเล็กกว่าพวกคาลานอยด์และไฮโคลพอยด์ ลำตัวคล้ายหนอน ตัวยาวไม่ถึง 1 มิลลิเมตร ส่วนโปรโซมและยูโรโซมแยกจากกันไม่ชัดเจน หนวดคู่ที่ 1 สั้นมาก มี 5 - 9 ปล้องในเพศเมีย มักยึดยาวไม่เกินปล้องสุดท้ายของส่วน โปรโซม หนวดคู่แรกในเพศผู้ทั้งสองข้างเปลี่ยนรูปร่างไป เพื่อใช้จับตัวเมียเวลาผสมพันธุ์ ยูโรโซมของเพศเมียมี 4 ปล้อง แต่ในเพศผู้มี 5 ปล้อง ตัวเมียมีถุงไข่ 1 – 2 ถุง ซีติของคอร์ดีลลามิสั้นมากมี 6 เส้น แต่ละเส้นยาวไม่เท่ากัน ทั่วโลกพบแล้วประมาณ 2,800 สปีชีส์ ประมาณร้อยละ 10 อาศัยอยู่ในน้ำจืด



ภาพที่ 2.1 ลักษณะรูปร่างทางสัณฐานวิทยาทั่วไปของโคพีพอดตัวเต็มวัย (ก-ค) และโครงสร้างของขาว่ายน้ำ (ง): ก. ฮาร์แพคติกอยด์โคพีพอด, *Elaphoidella ligorae* Watiroyram, Sanoamuang & Brancelj; ข. ไชโคลพอยด์โคพีพอด, *Bryocyclops maholamensis* Watiroyram, Sanoamuang & Brancelj; ค. คาลานอยด์โคพีพอด, *Mongolodiptomus loeiensis* Watiroyram & Sanoamuang และ ง. ขาว่ายน้ำคู่ที่ 1 ของ *E. ligorae* Watiroyram, Sanoamuang & Brancelj

โคฟีพอดเป็นอาหารที่สำคัญสำหรับมนุษย์ซึ่งสามารถทำเป็นทั้งอาหารสดและอาหารหมักได้ เช่น ประชาชนในประเทศลาวนำคาลานอยด์โคฟีพอด สกุล *Allodiaptomus* มาหมักด้วยเกลือในกระบอกไม้ไผ่ซึ่งสามารถเก็บไว้ทานได้นานคล้ายปลาร้าและสามารถสร้างรายได้ให้กับประชาชนเพิ่มขึ้น (Kottelat, 2007) ปัจจุบันได้ใช้ไซโคลพอยด์โคฟีพอดหลายชนิดเป็นตัวควบคุมทางชีวภาพ (biological control) เพื่อป้องกันยุงที่เป็นสาเหตุของโรคมาลาเรีย และโรคไข้เลือดออก เช่น *Macrocyclus albidus*, *Mesocyclops longisetus* และ *Mesocyclops thermocyclopoides* (Marten, 1997; Chavarria and Schaper, 2000) โคฟีพอดมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในระบบนิเวศทั้งในห่วงโซ่อาหาร (food chain) และสายใยอาหาร (food web) ใช้เป็นอาหารสำหรับอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน โดยเฉพาะอุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่เป็นสัตว์เศรษฐกิจหรือมีราคาแพง สามารถใช้เป็นดัชนีชีวภาพ (bioindicator) เพื่อการเฝ้าระวังติดตามคุณภาพของแหล่งน้ำได้เป็นอย่างดี และจัดว่าเป็นกลุ่มสัตว์ที่มีความหลากหลายมากที่สุดในระบบนิเวศของแหล่งน้ำ รวมทั้งแหล่งน้ำในถ้ำด้วย (ละออศรี เสนาะเมือง, 2545; Culver et al., 2004; Piasecki et al., 2004)

2.3 การศึกษาความหลากหลายชนิดของโคฟีพอดในประเทศไทย

การศึกษาด้านความหลากหลายชนิดของโคฟีพอดในประเทศไทย เริ่มมีปรากฏข้อมูลการศึกษาตั้งแต่ พ.ศ.2449 แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาด้านอนุกรมวิธานที่แท้จริงเริ่มมีการศึกษาเมื่อ พ.ศ.2524 (Reddy et al., 1998) และยังมีการศึกษาอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะกลุ่มคาลานอยด์ (Sanoamuang, 2001, 2004; Sanoamuang & Sivongxay, 2005; Sanoamuang & Teeramethee, 2006; Proongkiat & Sanoamuang, 2008) ปัจจุบันประเทศไทยพบกลุ่มคาลานอยด์ทั้งหมด 41 ชนิด (species) มากกว่าประเทศเพื่อนบ้าน เช่น ประเทศลาว (19 ชนิด) และประเทศกัมพูชา (22 ชนิด) (ข้อมูลจากศาสตราจารย์ ดร.ละออศรี เสนาะเมือง) พบกลุ่มไซโคลพอยด์ทั้งสิ้นประมาณ 30 ชนิด ขณะที่กลุ่มฮาร์แพคติคอยด์นั้นพบเพียง 13 ชนิด (Watiroyram, 2012) แต่เมื่อพิจารณาการศึกษาเชิงพื้นที่ของประเทศไทยในปัจจุบัน การศึกษาเกือบทั้งหมดเป็นการเก็บตัวอย่างจากแหล่งน้ำทั่วไปของแหล่งน้ำผิวดิน เช่น ห้วย หนอง ลำคลอง แม่น้ำ และบ่อ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาแหล่งน้ำภายในถ้ำหรือแหล่งน้ำใต้ดินยังมีข้อมูลอยู่น้อยมาก ปัจจุบันมีข้อมูลการศึกษาชนิดพันธุ์โคฟีพอดในถ้ำเพียง 8 จังหวัด เท่านั้น ประกอบด้วย ภาคเหนือ 5 จังหวัด (จังหวัดแม่ฮ่องสอน จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดลำปาง จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดตาก) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1 จังหวัด (จังหวัดเลย) ภาคกลางและภาคตะวันตก 2 จังหวัด (จังหวัดกาญจนบุรีและจังหวัดราชบุรี) แต่สิ่งที่น่าสนใจอย่างยิ่งจากผลการวิจัยในพื้นที่ดังกล่าวที่กล่าวมาข้างต้น คือ ได้มีการค้นพบสิ่งมีชีวิตสกุลใหม่ (new genus) และชนิดใหม่ (new species) หลายชนิด ทั้งที่ได้มีการตีพิมพ์เพื่อตั้งชื่อวิทยาศาสตร์แล้ว หรือยังไม่ได้มีการตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะกลุ่มไซโคลพอยด์และฮาร์แพคติคอยด์โคฟีพอด (ฮาร์แพคติคอยด์โคฟีพอด: *Elaphoidella namnaoensis* Brancelj, Watiroyram & Sanoamuang, 2010; *E. thailandensis* Watiroyram, Brancelj & Sanoamuang, 2015; *E. jaesornensis* Watiroyram, Brancelj & Sanoamuang, 2015; *E. sanoamuangae* Watiroyram & Brancelj, 2016; ไซโคลพอยด์โคฟีพอด: *Bryocyclops maewaensis* Watiroyram, Brancelj & Sanoamuang, 2012; *Fierscyclops tanaosriensis* Boonyanusith, Brancelj & Sanoamuang, 2013; *F. solaris* Boonyanusith, Brancelj & Sanoamuang, 2013; *B. maholarnensis*) จากข้อมูลการศึกษาของคณะผู้วิจัยที่ผ่านมา ยังได้สำรวจพบสัตว์กลุ่มครัสเตเชียนขนาดเล็กอื่นๆ ด้วยเช่นกัน นั่นคือ แอมฟิพอด (amphipod) และซินคาร์ริด (syncarid) ซึ่งได้ตีพิมพ์ตั้งชื่อวิทยาศาสตร์กลุ่มซินคาร์ริดแล้ว จำนวน 1 ชนิด คือ *Siambathynella laorsriae* Camacho,

Watiroyram & Brancelj, 2011 (Brancelj et al., 2010; Camacho et al., 2011; Watiroyram et al, 2012; Boonyanusith, 2013; Watiroyram et al., 2015; Watiroyram & Brancelj, 2016) จากข้อมูลงานวิจัยเหล่านี้ แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยเป็นพื้นที่ที่อุดมด้วยทรัพยากรทางชีวภาพที่สำคัญและรอการสนับสนุนการวิจัยค้นคว้าในพื้นที่ใหม่ๆ ที่ยังไม่เคยมีการสำรวจมาก่อน โดยเฉพาะถ้าในพื้นที่ของเทือกเขานครศรีธรรมราชที่เปิดบริการไว้เพื่อท่องเที่ยว เช่น ถ้ำขมิ้น ถ้ำสิงขร ถ้ำใหญ่ ถ้ำวราราม ถ้ำพระวังมัจฉา ถ้ำปะการัง ถ้ำพันธุรัตน์ ถ้ำปลา ถ้ำผึ้ง ถ้ำหมอก ถ้ำเพชรพนมมวัง ถ้ำประกายเพชร (สุราษฎร์ธานี) ถ้ำหงส์ ถ้ำเขากรด ถ้ำเขาหัวช้าง ถ้ำแก้วสุรกานต์ ถ้ำทะเล ถ้ำน้ำวังศรีธรรมโศกราช ถ้ำเขาเหล็ก ถ้ำพระพุทธไสยาสน์ ถ้ำแก้ววิเชียร ถ้ำตลอด ถ้ำเขาวังทอง ถ้ำเขาโพรง ถ้ำเขาขุนพนม ถ้ำใหญ่ ถ้ำวังพระยาพิชัยสงคราม (นครศรีธรรมราช) ถ้ำเก่า (พัทลุง) ถ้ำเลเขากอบ (ตรัง) เป็นต้น ซึ่งถ้ำเหล่านี้เป็นพื้นที่ที่ควรมีการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพอย่างเร่งด่วน เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการถูกรบกวนและการสูญพันธุ์อันเป็นผลกระทบจากกิจกรรมท่องเที่ยว ดังที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น