

การศึกษาไมโครครัสเตเชียนที่อาศัยอยู่ในถ้ำในอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์
Composition of cave-dweller microcrustaceans in Nam Nao National Park, Phetchabun Province

สันติ วาติโรยรัมย์ (Santi Watiroyram)* ดร.แอนตอน แบรินเซล (Dr. Anton Brancelj)**

ดร.ละออศรี เสนาะเมือง (Dr. La-orsri Sanoamuang)***

บทคัดย่อ

ศึกษาไมโครครัสเตเชียนที่อาศัยอยู่ในถ้ำที่อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยเก็บตัวอย่างเชิงคุณภาพ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2550 ถึงกุมภาพันธ์ 2552 โดยใช้สวิงมือ และขวดประติษฐ์ ขนาดตา 60 ไมโครเมตร เก็บตัวอย่างจาก 7 ถ้ำ คือ ถ้ำใหญ่น้ำหนาว ถ้ำผาหงษ์ ถ้ำสองห้อง ถ้ำผาป่าไร่ ถ้ำพญานาค ถ้ำบาดาล และถ้ำที่ยังไม่มีการตั้งชื่อ ผลการศึกษาพบไมโครครัสเตเชียนทั้งหมด 5 แทกซา จาก 75 ตัวอย่าง กลุ่มที่พบบ่อยเรียงตามความถี่ที่พบ คือ โคพีพอด (ร้อยละ 58.1 ของพื้นที่เก็บตัวอย่าง) รองลงมาคือ ออสตราคอด (ร้อยละ 21.6) ซินคาร์ดิ (ร้อยละ 5.4) แอมฟิพอด (ร้อยละ 2.7) และคลาโดเซอรา (ร้อยละ 1.4) ตามลำดับ ถ้ำใหญ่น้ำหนาวมีความหลากหลายของไมโครครัสเตเชียนมากที่สุด บริเวณแหล่งอาศัยย่อยของบริเวณอ้อมตัวด้วยน้ำของถ้ำพบความหลากหลายมากที่สุด ขณะที่พบความชุกชุมมากสุดในแหล่งอาศัยย่อยประเภทมีน้ำหยดจากเพดานถ้ำโดยตรง สัดส่วนของโคพีพอดแตกต่างกันตามประเภทของแหล่งอาศัย โดยพบว่าในน้ำที่หยดจากเพดานถ้ำโดยตรงมีฮาร์แพคติกอยด์โคพีพอดเป็นกลุ่มเด่น ขณะที่ในแอ่งน้ำบนพื้นดินที่มีน้ำท่วมถึง และลำธาร เป็นกลุ่มไซโคลพอยด์โคพีพอด

ABSTRACT

A study on microcrustaceans living in caves from Nam Nao National Park, Phetchabun Province was carried out. Microcrustacean samples were collected qualitatively during November 2007 and February 2009. Specimens were sampled using a hand net and a special sampling bottle with a mesh size of 60 μ m. Samples were collected from seven caves namely Tham Yai Nam Nao cave, Phar Hong cave, Song Hong cave, Phar Pha Rai cave, Phaya naak cave, Bar Dahn cave and an unnamed cave. Five taxa of microcrustacean from seventy-five samples were found. The most frequently encountered taxa were Copepoda (58.1% of the sampled localities) followed by Ostracoda (21.6%), Syncarida (5.4%), Amphipoda (2.7%) and Cladocera (1.4%). The highest diversity of microcrustacean was found in Tham Yai Nam Nao cave. In microhabitats of saturated zone diversity prevailed over others while high number of specimens was found in percolating water. Our study shows that the ratio of recorded copepods differed according to habitats. Harpacticoid copepods were a dominant group in percolation water where as those in puddles and streams were cyclopoid copepods.

Key Words : Microcrustacean, Cave, Nam Nao National Park

คำสำคัญ : ไมโครครัสเตเชียน ถ้ำ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

*นักศึกษาลำดับต้นปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

**Professor, National Institute of Biology, Slovenia

***ศาสตราจารย์ ศูนย์วิจัยอนุกรมวิธานประยุกต์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

ถ้ำเป็นแหล่งอาศัยประเภทหนึ่งของสิ่งมีชีวิตในแหล่งอาศัยใต้ดิน (subterranean habitats) ซึ่งมีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตมากที่สุดเมื่อเทียบกับแหล่งอาศัยใต้ดินประเภทอื่น ซึ่งปัจจุบันทั่วโลกพบสัตว์แล้วมากกว่า 5,000 สปีชีส์ทั่วโลก (Culver, 2001) ในจำนวนสัตว์ที่สำรวจพบทั้งหมดมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและส่วนใหญ่เป็นสัตว์กลุ่มครัสเตเชียน (Culver et al., 2004; Hobbs, 2005) ประมาณ 41 เปอร์เซ็นต์ของครัสเตเชียนพบชนิดที่เป็นสัตว์ใต้ดินประเภทสไตโกไบต์ (stygobite) ประกอบด้วย Mystacocarida, Gelyelloida, Syncarida, Mictacea, Thermosbenacea, Nectiopoda, Cyclopoida, Harpacticoida, Amphipoda, Isopoda, Cladocera และ Ostracoda (Sket, 1999) สไตโกไบต์เป็นสัตว์ที่สามารถพบและมีชีวิตอยู่รอดภายใต้สภาพแวดล้อมใต้ดินเท่านั้น (Barr & Holsinger, 1985) ซึ่งมีช่วงการแพร่กระจายที่แคบและหลายชนิดมักเป็นสัตว์ประจำถิ่น หรือ *endemic species* (Brancelj, 2005, Porter, 2007)

ประเทศไทยมีข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาความหลากหลายของไมโครครัสเตเชียนน้ำจืดอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะโคฟีพอด และคลาโดเชอรา (ละออศรี, 2545; Sanoamuang & Athibai, 2002; Sanoamuang, 2004; Sanoamuang & Sivongxay, 2005; Sanoamuang & Teeramethee, 2006; Korovchinsky & Sanoamuang, 2008; Proongkiat & Sanoamuang, 2008) แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาไมโครครัสเตเชียนในถ้ำของไทยนั้น มีข้อมูลน้อยมาก ณ ปัจจุบันมีเพียงรายการพบแอมฟิพอดและไอโซพอด บางสปีชีส์จากภาคเหนือของประเทศเท่านั้น (พินดา และคณะ, 2549) การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2550 จนถึงปี 2552 และผู้วิจัยคาดว่าผลการศึกษานี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานและแนวทางเพื่อการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความหลากหลายของไมโครครัสเตเชียนน้ำจืดที่อาศัยอยู่ในถ้ำของประเทศต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การเก็บตัวอย่างภาคสนาม

เก็บตัวอย่างไมโครครัสเตเชียนเชิงคุณภาพจากแหล่งน้ำประเภทต่างๆ ในถ้ำ ได้แก่ แอ่งน้ำบนพื้นหิน (calcareous sinter) หรือหินงอก (stalagmites) แอ่งน้ำบนพื้นโคลน และภาชนะรองน้ำ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 บริเวณ ประกอบด้วย (1) บริเวณที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (vadose หรือ unsaturated zone) หรือแอ่งน้ำจากน้ำที่หยดจากเพดานถ้ำ (percolating water) (2) บริเวณที่มีน้ำท่วมเป็นครั้งคราว (amphibious zone) และ (3) บริเวณที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated zone) หรือลำธาร โดยใช้สวิงมือ และขวดประดิดฐ์ ขนาดตา 60 ไมโครเมตร เก็บตัวอย่าง 2 ถาด (ถาดฝน และถาดแล้ง) จาก 7 ถ้ำ คือ ถ้ำใหญ่ น้ำหนาว ถ้ำผาหงษ์ ถ้ำสองห้อง ถ้ำผาป่าไร่ ถ้ำพญานาค ถ้ำบาดาล และถ้ำที่ยังไม่มีการตั้งชื่อ

เก็บรักษาภาวตัวอย่างสัตว์ด้วยฟอร์มาลินความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ ตรวจวัดข้อมูลทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิของน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ (conductivity) พิกัดทางภูมิศาสตร์ และความสูงจากระดับน้ำทะเล (altitude)

การวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

คัดกรองและเลือกตัวอย่างสัตว์ออกจากเศษซากอินทรีย์และอินทรีย์อื่นๆ ภายใต้กล้องสเตอริโอ และเก็บรักษาตัวอย่างด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ ตักรยางค์และตรวจสอบเอกลักษณ์เพื่อจำแนกชนิดด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง กำลังขยาย 400-1000 เท่า พร้อมถ่ายรูป วาดภาพลายเส้นโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ที่ติดอุปกรณ์สำหรับวาดภาพ (camera lucida) และโปรแกรมสำเร็จรูป CorelDRAW 12.0

วิเคราะห์หาความแตกต่างของปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำของแต่ละถ้ำระหว่างถาดฝนกับถาดแล้ง และเปรียบเทียบความหลากหลายชนิดระหว่างถาด โดยใช้สถิติ One-Way ANOVA วิเคราะห์

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำกับความหลากหลายชนิดของไมโครครัสเตเชียน (ใช้ซาร์แพคติกอยด์โคฟีพอดเป็นกรณีศึกษา) ด้วยการใช้วิเคราะห์สหสัมพันธ์ (correlation analysis) ซึ่งนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

1. ปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำ

จากการตรวจวัดปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำในถ้ำที่เก็บตัวอย่าง พบว่าถ้ำผาหงษ์ ถ้ำสองห้อง ถ้ำบาตล ถ้ำผาป่าไร่ และถ้ำที่ยังไม่มีการตั้งชื่อไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าพารามิเตอร์ระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้ง ($p > 0.05$) แต่พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างถ้ำใหญ่ น้ำหนาวและอุณหภูมิถ้ำผานาคมีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) อาจเนื่องจากถ้ำผานาคมีทางเข้าหลายทาง ซึ่งแตกต่างชัดเจนจากถ้ำอื่นๆ สอดคล้องกับทฤษฎี The tropical winter effect (Howarth, 1983) ขณะที่ความแตกต่างของความเป็นกรด-ด่างของน้ำในถ้ำใหญ่ น้ำหนาวอาจเนื่องมาจากการได้รับอิทธิพลจากกระแสน้ำในลำธารที่ไหลผ่านถ้ำ เมื่อเปรียบเทียบปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำของทั้ง 3 บริเวณของแต่ละถ้ำ คือ บริเวณแหล่งอาศัยย่อยประเภทน้ำหยดจากเพดานถ้ำ บริเวณแหล่งอาศัยย่อยที่มีน้ำท่วมถึง และบริเวณแหล่งอาศัยย่อยในลำธาร ผลการศึกษาพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

เมื่อทำการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำต่อความหลากหลายชนิดของซาร์แพคติกอยด์โคฟีพอด พบว่าความหลากหลายชนิดมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับอุณหภูมิของน้ำ ($r = 0.402$, $p < 0.05$) กล่าวคือ เมื่อ

อุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นจำนวนชนิดมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นด้วย

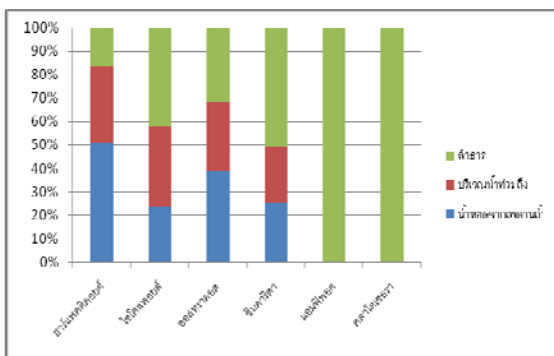
2. ความหลากหลายของไมโครครัสเตเชียนเชิงพื้นที่

แหล่งอาศัยย่อยประเภทน้ำหยดจากเพดานถ้ำและแอ่งน้ำบนพื้นถ้ำไม่ท่วมถึงพบได้ในถ้ำใหญ่ น้ำหนาว ถ้ำผาหงษ์ ถ้ำผาป่าไร่ ถ้ำสองห้องและถ้ำผานาค การศึกษาครั้งนี้พบไมโครครัสเตเชียน 3 กลุ่มคือ โคฟีพอด (ร้อยละ 93.5 ของไมโครครัสเตเชียนที่พบทั้งหมด) ออสทราคอด (ร้อยละ 5.1) และชินคาริดา (ร้อยละ 1.4) โดยพบซาร์แพคติกอยด์โคฟีพอดในภาชนะรองน้ำเป็นกลุ่มเด่น มากถึงร้อยละ 99.6 สอดคล้องกับการงานวิจัยอื่นๆ (Pipan & Brancelj, 2001, 2003; Moldovan et al., 2007; Pipan et al., 2008) แต่อย่างไรก็ตาม ออสทราคอดและชินคาริดาพบเฉพาะที่ถ้ำใหญ่ น้ำหนาวเท่านั้น โดยชินคาริดาพบเฉพาะแอ่งน้ำบนพื้น (puddles) ไม่พบในภาชนะรองน้ำจากเพดานถ้ำ

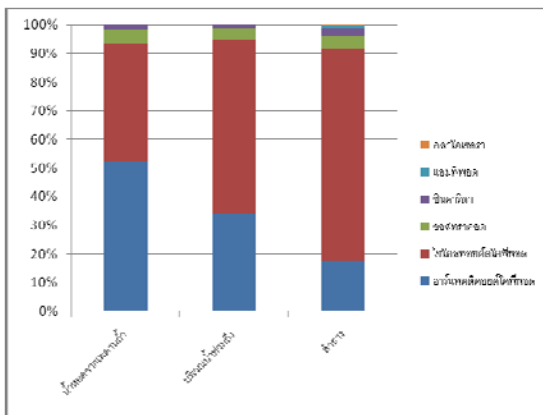
แหล่งอาศัยย่อยประเภทแอ่งน้ำบนพื้นบริเวณน้ำท่วมถึงพบได้ในถ้ำใหญ่ น้ำหนาว และถ้ำบาตล การศึกษาครั้งนี้พบไมโครครัสเตเชียนทั้งหมด 3 กลุ่มประกอบด้วย โคฟีพอด (ร้อยละ 94.9 ของไมโครครัสเตเชียนที่พบทั้งหมด) ออสทราคอด (ร้อยละ 3.8) ชินคาริดา (ร้อยละ 1.3) โดยพบไซโคลพอยด์โคฟีพอดเป็นกลุ่มเด่น คิดเป็นร้อยละ 63.9 ของไมโครครัสเตเชียนที่พบทั้งหมด

แหล่งอาศัยย่อยที่เก็บโดยตรงจากแอ่งน้ำตื้นๆ ในลำธารซึ่งเป็นบริเวณที่อึดด้วยน้ำของถ้ำพบเฉพาะถ้ำใหญ่ น้ำหนาว และถ้ำที่ยังไม่มีการตั้งชื่อ การศึกษาครั้งนี้พบความหลากหลายของไมโครครัสเตเชียนมากกว่าแหล่งอาศัยประเภทอื่นทั้งหมด โดยพบทั้งหมด 5 กลุ่มคือ โคฟีพอด คิดเป็นร้อยละ 91.8 ของไมโครครัสเตเชียนที่พบทั้งหมด รองลงมาคือ ออสทราคอด (ร้อยละ 4.1) ชินคาริดา (ร้อยละ 2.8) แอมฟิพอด (ร้อยละ 0.9) และคลาโดเซอรา (ร้อยละ 0.3) ตามลำดับ โดยพบไซโคลพอยด์โคฟีพอดเป็นกลุ่มเด่น คิดเป็นร้อยละ 81.2 ของไมโครครัสเตเชียนที่พบทั้งหมด

ความชุกชุมของสัตว์พบมากในฤดูฝนที่มีปริมาณน้ำ การไหลของน้ำ (discharge) สูง เนื่องจากปริมาณแหล่งอาศัยและโอกาสที่สัตว์จะถูกพัดพาและแพร่กระจายสูงเมื่อเทียบกับฤดูแล้ง (Pipan et al., 2006) Pipan & Brancelj (2001) กล่าวว่าสาเหตุที่พบไซโคลพอยด์โคพีพอดเป็นกลุ่มเด่นในแอ่งน้ำบนพื้นที่แหล่งน้ำประเภทน้ำหยดจากเพดานถ้ำมีฮาร์แพคติกอยด์โคพีพอดเป็นกลุ่มเด่นเกี่ยวกับความสามารถในการสืบพันธุ์เพิ่มขนาดของประชากร



ภาพที่ 1 การกระจายตัวของไมโครครัสเตเชียนที่อาศัยอยู่ในถ้ำในอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จ.เพชรบูรณ์



ภาพที่ 2 สัดส่วนของไมโครครัสเตเชียนใน 3 บริเวณของถ้ำในอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จ.เพชรบูรณ์

สรุปผลการวิจัย

ศึกษาความหลากหลายของไมโครครัสเตเชียนจากแหล่งน้ำประเภทต่างๆ ของแต่ละบริเวณของถ้ำในอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยเก็บ

ตัวอย่างตามฤดูกาล คือ ฤดูฝน และฤดูแล้ง จำนวน 7 ถ้ำ รวมทั้งสิ้น 75 ตัวอย่าง สามารถสรุปผลวิจัยได้ดังนี้

1. สสำรวจพบไมโครครัสเตเชียน 5 แทกซา คือ โคพีพอด (ร้อยละ 58.1 ของพื้นที่เก็บตัวอย่าง) รองลงมาคือ ออสทราคอด (ร้อยละ 21.6) ซินคาร์ดา (ร้อยละ 5.4) แอมฟีพอด (ร้อยละ 2.7) และคลาโดเซอรา (ร้อยละ 1.4) ตามลำดับ

2. ถ้ำใหญ่น้ำหนาวพบความหลากหลายของไมโครครัสเตเชียนมากที่สุด รองลงมาคือ ถ้ำบาดาล ถ้ำที่ยังไม่มีการตั้งชื่อ ถ้ำผาหงษ์ ถ้ำพญานาค และถ้ำผาป่าไร่ ตามลำดับ ขณะที่การศึกษาครั้งนี้ไม่พบไมโครครัสเตเชียนอาศัยอยู่ในถ้ำสองห้อง

3. แหล่งอาศัยย่อยในถ้ำธารมีความหลากหลายของไมโครครัสเตเชียนมากที่สุด รองลงมาคือ แหล่งอาศัยย่อยประเภทน้ำหยดจากเพดานถ้ำ และแหล่งอาศัยย่อยบริเวณที่มีน้ำท่วมถึง ขณะที่เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสัตว์พบว่า แหล่งอาศัยย่อยประเภทน้ำหยดจากเพดานถ้ำ มีความชุกชุมมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งอาศัยย่อยในบริเวณที่มีน้ำท่วมถึงและในถ้ำธาร

4. สัดส่วนของไมโครครัสเตเชียนในแหล่งอาศัยย่อยจากทั้ง 3 บริเวณของถ้ำ พบว่า ทุกแหล่งอาศัยย่อยของทั้ง 3 บริเวณมีโคพีพอดเป็นกลุ่มเด่น ซึ่งแหล่งอาศัยย่อยประเภทน้ำหยดจากเพดานถ้ำของบริเวณไม่อ้อมตัวของน้ำของถ้ำพบฮาร์แพคติกอยด์โคพีพอดเป็นกลุ่มเด่น ขณะที่แหล่งอาศัยย่อยบริเวณน้ำท่วมถึงและถ้ำธารพบไซโคลพอยด์โคพีพอดเป็นกลุ่มเด่น

5. ฤดูฝนมีความหลากหลายของไมโครครัสเตเชียนมากกว่าฤดูแล้ง กรณีศึกษาฮาร์แพคติกอยด์โคพีพอดพบว่าปัจจัยทางนิเวศวิทยาที่มีอิทธิพลต่อความหลากหลายคือ อุณหภูมิของน้ำ

ข้อเสนอแนะ

ควรเก็บตัวอย่างในช่วงปลายฤดูฝนซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มียปริมาณแหล่งน้ำและโอกาสที่จะพบจำนวนตัวอย่าง

สัตว์มากที่สุด แต่ควรหลีกเลี่ยงการเก็บตัวอย่างในถ้ำที่มี
ลำธารไหลผ่านในช่วงระยะเวลาดังกล่าว

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการปริญญา
เอกกาญจนาภิเษก รหัสนักศึกษา 4.B.KK/49 และ
ขอขอบคุณศูนย์วิจัยอนุกรมวิธานประยุกต์ ภาควิชา
ชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้
ความอนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

พินดา สิทธิสุนทร, ไชมอน การ์ดเนอร์ และดิน สมาร์ท.
2549. ถ้ำถื่นเหนือ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ:
สำนักพิมพ์วีเออร์บุค.

ละออศรี เสนาะเมือง. 2545. แพลงกัตตอนสัตว์น้ำจืด: คา
ลานอยด์โคฟีพอด. พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่น:
โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา.

Barr, T.C. and Holsinger, J.R. 1985. Speciation in
cave faunas. Ann. Rev. Ecol. Syst. 16:313-
337.

Brancelj, A. and Culver, D.C. 2005. Epikarstic
communities: Encyclopedia of caves.
(Culver DC. & White WB., Eds). UK,
Elsevier Academic Press.

Culver, D.C. 2001. The dark zone: Cave offer
biologists the chance to study how darkness,
famine and isolation have forced the hand of
evolution. The Science. 41(2): 30-35.

Culver, D.C., Christman, M.C., Sket, B. and Trontelj,
P. 2004. Sampling adequacy in an extreme
environment: species richness patterns in
Slovenian caves. Biodiversity and
Conservation. 13: 1209-1229.

Hobbs, H.H. 2005. Crustacea : Encyclopedia of caves.
Culver DC & White WB, Eds). UK.
Elsevier Academic Press.

Howarth, F.G. 1983. Ecology of cave arthropods.
Annu. Rev. Entomol. 28: 365-389.

Korovchinsky, N.M. and Sanoamuang, L. 2008.
Diaphanosoma senegal Gauthier, 1951
(Crustacea: Cladocera: Sididae) in South-
East Asia. Zootaxa. 1695: 53-60.

Moldovan, O.T., Pipan, T., Iepure, S., Mihevc, A., and
Mulec, J. 2007. Biodiversity and ecology of
fauna in percolating water in selected
Slovenian and Romanian caves. Acta
Carsologica. 36(3): 439-501.

Pipan, T. and Brancelj, A. 2001. Ratio of copepods
(Crustacea: Copepoda) in fauna of
percolation water in six karst caves in
Slovenia. Acta Carsologica. 13/2(18): 257-
265.

Pipan, T. and Brancelj, A. 2003. The fauna of epikarst
:Copepoda (Crustacea) in percolation water
of Karst caves in Slovenia. Annales, Ser.
hist. nat. 13(2): 223-228.

Pipan, T., Christman, M.C., and Culver, D.C. 2006.
Dynamics of epikarst communities:
microgeographic pattern and environmental
determinants of epikarst copepods in Organ
cave, West Virginia. Am. Midl. Nat. 156:
75-87.

Pipan, T., Navodnik, V., Janzekovic, F., and Novak, T.
2008. Studies of the fauna of percolation
water of Huda Luknja, a cave in isolated
karst in Northeast Slovenia. Acta
Carsologica. 37(1): 141-151.

Porter, M.L. 2007. Subterranean biogeography: what
have we learned from molecular techniques?.

- Journal of cave and karst studies. 69(1): 179-186.
- Proongkiat, K. and Sanoamuang, L. 2008. Description of *Neodiaptomus siamensis*, a new diaptomid copepod (Copepoda, Calanoida) from temporary pools in northern Thailand. *Crustaceana*. 81(2): 177-189.
- Sanoamuang, L. and Athibai, S. 2002. A new species of *Neodiaptomus* (Copepoda, Diaptomidae) from temporary waters in northeast Thailand. *Hydrobiologia*. 489: 71-82.
- Sanoamuang, L. 2004. *Heliodiaptomus phuthaiorum* n. sp., a new freshwater copepod (Calanoida, Diaptomidae) from temporary ponds in northeast Thailand. *International Review of Hydrobiologie*. 89(4): 392-406.
- Sanoamuang, L. and Sivongxay, N. 2005. Description of *Eodiaptomus phuvongi* n. sp. (Copepoda, Calanoida) from Thailand and Laos. *Crustaceana*. 77(10): 1223-1236.
- Sanoamuang, L. and Teeramethee, J. 2006. *Phyllodiaptomus thailandicus* n. sp. a new species freshwater copepod (Copepoda, Calanoida, Diaptomidae) from Thailand. *Crustaceana*. 79(4): 475-487.
- Sket, B. 1999. The nature of biodiversity in hypogean waters and how it is endangered. *Biodiversity and Conservation*. 8: 1319-1338.

ตารางที่ 1 ปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำในถ้ำในอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2550 - กุมภาพันธ์ 2552

พารามิเตอร์ ถ้ำ	พิกัด		ความสูงจาก ระดับน้ำทะเล (เมตร)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		การนำไฟฟ้าของน้ำ (ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร)		ความเป็นกรด-ด่าง	
	ละติจูด	ลองจิจูด		ต่ำ-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ต่ำ-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ต่ำ-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
ถ้ำใหญ่น้ำหนาว			740	17.7-22.1	20.8±0.9	412-934	561±116	7.2-8.7	8.1±0.5
ถ้ำผาหงษ์	16° 45' 24.4''	101° 30' 42.2''	902	16.7-21.0	18.9±0.5	360-650	479±241	8.0-8.6	8.6±0.1
ถ้ำสองห้อง	16° 56' 21.1''	101° 30' 59.9''	907	19.8-20.1	20.0±0.2	324-456	416±110	8.1-8.7	8.5±0.3
ถ้ำพญานาค	16° 54' 59.4''	101° 31' 54.5''	846	16.5-22.7	19.4±1.9	456-852	683±97	8.1-9.0	8.7±0.4
ถ้ำผาป่าไร่	16° 54' 58.3''	101° 31' 50.6''	862	16.8-21.6	19.9±2.6	559-745	655±93	8.4-9.1	8.8±0.5
ถ้ำบาดาล	16° 55' 11.7''	101° 32' 02.4''	791	16.8-21.2	18.7±1.6	422-681	531±128	7.8-9.0	8.5±0.5
ถ้ำที่ยังไม่การตั้งชื่อ	16° 45' 51.8''	101° 30' 34.4''	878	17.9-19.2	18.6±0.7	440-587	498±78	7.8-8.3	8±0.2