รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการย่อยที่ 1
ธรณีนิเวศ สถานภาพ ศักยภาพของน้ำและโคลนพุน้ำร้อน กลุ่มท่องเที่ยวอารยธรรมล้านนา

Ecological Geology, Status and Potential of Hot Spring Water and Mud of Lanna Tourism Cluster

โดย

ผศ.อรรณพ หอมจันทร์ และคณะ

พฤษภาคม 2561

สัญญาเลขที่ RDG5950131

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการย่อยที่ 1
ธรณีนิเวศ สถานภาพ ศักยภาพของน้ำและโคลนพุน้ำร้อน กลุ่มท่องเที่ยวอารยธรรมล้านนา

Ecological Geology, Status and Potential of Hot Spring Water and Mud of Lanna Tourism Cluster

คณะผู้วิจัย

ผศ.อรรณพ หอมจันทร์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
อ.พงศกร จิวาภรณ์คุปต์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.กัญจน์นรี ช่วงฉ่ำ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชุดโครงการ“ยุทธศาสตร์การพัฒนาการท่องเที่ยวพุน้ำร้อนกลุ่มท่องเที่ยวอารยธรรมล้านนา”

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย วช.-สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีก็เพราะได้รับความร่วมมือจากภาคส่วนต่างๆ ได้แก่ หน่วยงานและชุมชนในท้องถิ่นที่มีหน้าที่ดูแลบริหารจัดการแหล่งพุน้ำร้อนที่ศึกษา ได้แก่ องค์การบริหารส่วนตำบลเมืองแปง อ.ปาย จ.แม่ฮ่องสอน เทศบาลตำบลเวียงสรวย อ.แม่สรวย จ.เชียงราย และเทศบาลตำบลป่าเมี่ยง อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ ผู้นำชุมชนและชาวชุมชนในพื้นที่ที่ได้มีส่วนร่วมในการดำเนินการวิจัย ทั้งในส่วนของการสำรวจ เก็บตัวอย่าง และให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ(วช.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัยครั้งนี้ และคณะผู้ทรงคุณวุฒิ ได้แก่ ผศ.สุรเชษฎ์ เชษฐมาส, รศ.สุภาพร สุกสีเหลือง, คุณวรุณกาญจน์ ฐิติธรรมาภรณ์, คุณสุมิตรา มัทธุรนนท์ และ คุณวิโรจน์ สิตประเสริฐนันท์ ที่ได้ให้คำปรึกษาและข้อชี้แนะที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินการวิจัยเป็นอย่างดียิ่ง รวมถึงสำนักงานประสานงานโครงการวิจัยอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวและบริการ สกว. ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำในขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและการจัดทำรายงานการวิจัย และสุดท้ายขอขอบคุณที่ปรึกษาโครงการวิจัยและคณะผู้วิจัยทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือในการดำเนินการวิจัย และร่วมแลกเปลี่ยนข้อมูลพร้อมทั้งข้อคิดเห็นต่างๆ ทำให้การวิจัยครั้งนี้ประสบความสำเร็จตามเป้าประสงค์ของโครงการวิจัย

คณะผู้วิจัย

บทสรุปผู้บริหาร

ชื่อโครงการวิจัย ธรณีนิเวศ สถานภาพ ศักยภาพของน้ำและโคลนพุน้ำร้อนกลุ่มท่องเที่ยวอารยธรรมล้านนา
Ecological Geology, Status and Potential of Hot Spring Water and Mud of Lanna Tourism Cluster

ชื่อนักวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรณพ หอมจันทร์
นายพงศกร จิวาภรณ์คุปต์
ดร.กัญจน์นรี ช่วงฉ่ำ

หน่วยงาน ภาควิชาวิทยาศาสตร์พื้นพิภพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

พุน้ำร้อนเป็นทรัพยากรธรณีที่มักเกิดในบริเวณแนวรอยเลื่อนซึ่งเป็นแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น ใช้เพื่อการอุปโภคและบริโภค เป็นแหล่งพลังงานใต้พิภพ ตลอดจนเป็นแหล่งท่องเที่ยวและบริการ ประเทศไทยมีแหล่งพุน้ำร้อนที่ได้สำรวจแล้ว 124 แหล่ง กระจายตัวอยู่ทั่วไปยกเว้นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2551) จากผลการศึกษาของอรรณพและคณะ (2554) และ วีระศักดิ์และคณะ (2556) พบว่า แหล่งพุน้ำร้อนหลายแหล่งมีศักยภาพในการพัฒนาเพื่อประโยชน์ทางด้านการท่องเที่ยวและใช้ผลิตน้ำดื่มน้ำแร่ ซึ่งในปัจจุบันได้ดำเนินการเป็นสถานที่ท่องเที่ยวเชิงสุขภาพและได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยวเพิ่มมากขึ้น

ในเขตพื้นที่อารยธรรมล้านนามีแหล่งพุน้ำร้อนอยู่มาก และหลายแหล่งได้รับการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่ได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยวจำนวนมาก แต่มีบางแหล่งที่อาจมีความเหมาะสมที่สามารถได้รับการพัฒนาให้เป็นแหล่งท่องเที่ยว หรือใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ ให้เกิดความคุ้มค่ากับทุนทางทรัพยากรธรณีที่มี

จากการสำรวจพื้นที่และศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของคณะวิจัยได้พิจารณาเลือกแหล่งพุน้ำร้อนในกลุ่มท่องเที่ยวอารยธรรมล้านนาที่จะศึกษา โดยพิจารณาความเป็นฐานทรัพยากรธรณีที่มีคุณค่า ความต้องการของชุมชนที่จะพัฒนา และสภาพแวดล้อมโดยทั่วไป จึงได้เลือกแหล่งพุน้ำร้อนจำนวน 3 แหล่ง ใน 3 จังหวัด คือ แหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ แหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง จ.เชียงราย และแหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปง จ.แม่ฮ่องสอน

เนื่องจากแหล่งพุน้ำร้อนเป็นทรัพยากรธรณีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ มีความสัมพันธ์กับชั้นดินชั้นหินในบริเวณพื้นที่แหล่งพุน้ำร้อนนั้นๆ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาข้อมูลทางธรณีนิเวศ ซึ่งจะครอบคลุมถึงธรณีวิทยาที่ทำให้ทราบถึงประวัติความเป็นมาทางธรณี ข้อมูลทางด้านอุทกวิทยา อุทกธรณีวิทยา

อุตุนิยมวิทยา อุตุอุทกวิทยา และสภาพแวดล้อมของพื้นที่บริเวณแหล่งพุน้ำร้อน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการส่งเสริมการท่องเที่ยว และเป็นแหล่งเรียนรู้ทางวิชาการอีกด้วย

ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ของแหล่งพุน้ำร้อนมีการใช้ทรัพยากรน้ำค่อนข้างมาก ทั้งน้ำพุร้อนในการให้บริการอาบแช่ น้ำผิวดิน(ถ้ามีลำธารไหลผ่าน) และน้ำที่ใช้ในกิจกรรมทั้งหมดในแหล่งพุน้ำร้อนนั้นๆ ตลอดจนมีน้ำทิ้งที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ จึงควรมีการศึกษาสถานภาพ ศักยภาพของน้ำและโคลนพุน้ำร้อน เพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวและวางแผนในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของแหล่งพุน้ำร้อนให้เกิดประโยชน์สูงสุด ตลอดจนควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นผลการศึกษาทั้ง 3 แหล่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาแหล่งพุน้ำร้อนให้สามารถบริหารจัดการทรัพยากรน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล

สำหรับบริเวณที่มีโคลนพุน้ำร้อนอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งหากพบว่ามีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะนำมาทำ “Mud spa” หรือผลิตภัณฑ์ในชุมชนก็อาจช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยวได้เป็นอย่างดี จึงควรมีการศึกษาลักษณะสมบัติของโคลนร้อนดังกล่าว ว่ามีแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ หรือมีการปนเปื้อนหรือไม่เพียงใด

ดังนั้น โครงการวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาข้อมูลเชิงลึกทางด้านวิทยาศาสตร์ ได้แก่ สภาพแวดล้อม ธรณีวิทยา อุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา อุทกธรณีวิทยา สถานภาพและศักยภาพของน้ำในแหล่งพุน้ำร้อนที่ศึกษา เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาการท่องเที่ยวพุน้ำร้อนล้านนาได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับฐานทรัพยากรธรรมชาติต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาธรณีนิเวศของแหล่งพุน้ำร้อนที่ศึกษา ได้แก่ สภาพแวดล้อม ธรณีวิทยา อุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา และอุทกธรณีวิทยา
2. เพื่อศึกษาสถานภาพ ศักยภาพของน้ำและโคลนพุน้ำร้อนที่ศึกษา
3. เพื่อเสนอแนวทางในการบริหารจัดการน้ำและโคลนของพุน้ำร้อนที่ศึกษาเพื่อการท่องเที่ยว

1.3 ขอบเขตการวิจัย

ศึกษาสถานภาพและศักยภาพของน้ำพุร้อน ลักษณะทางธรณีวิทยา และสภาพแวดล้อมของผแหล่งท่องเที่ยวน้ำพุร้อนอารยธรรมล้านนาจำนวน 3 แหล่งใน 3 จังหวัด คือ แหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ แหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง จ.เชียงราย และแหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปง จ.แม่ฮ่องสอน ศึกษาสมบัติของโคลนพุน้ำร้อนบริเวณแหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อน(ถ้ามี) เช่น แหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด โดยดำเนินการร่วมกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและชุมชนในพื้นที่ศึกษา เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อน ดำเนินการศึกษาทั้งในฤดูแล้งและฤดูน้ำมาก ระยะเวลาการวิจัย 1 ปี

1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย

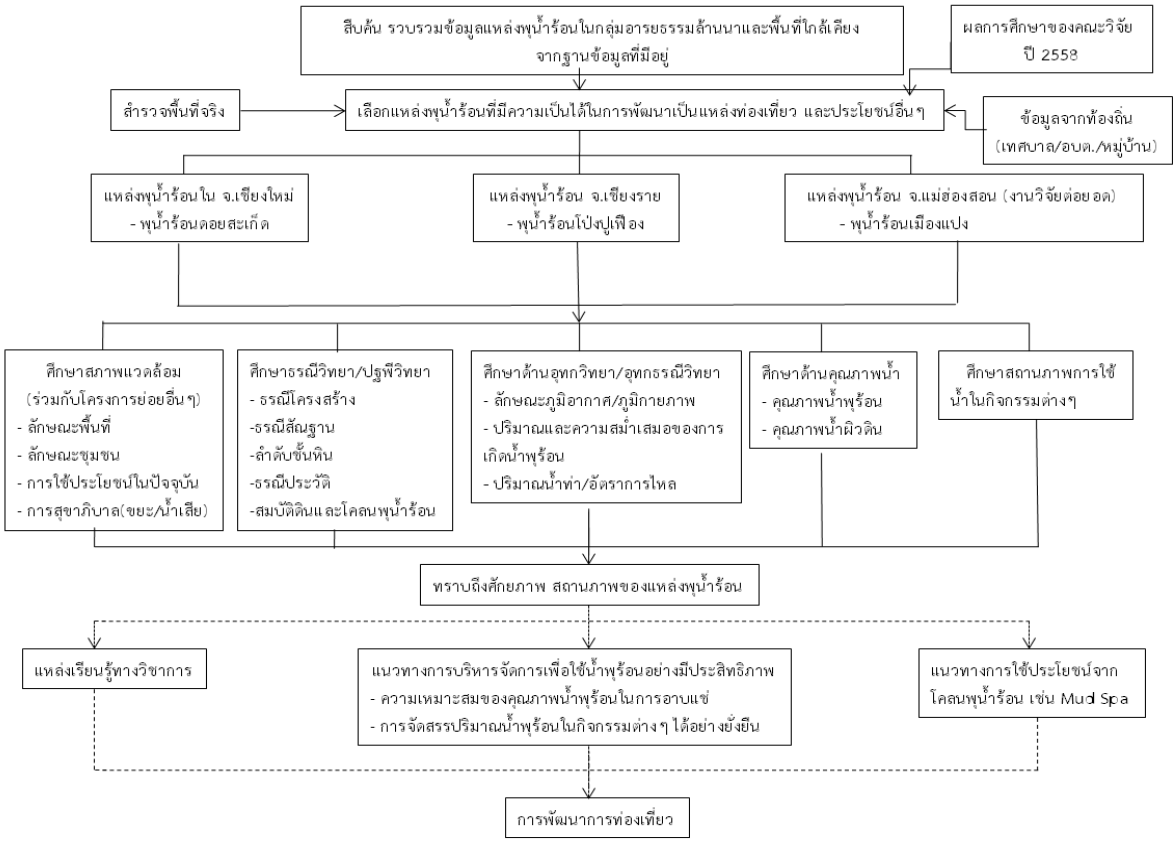
พื้นที่ทางภาคเหนือของประเทศไทยในกลุ่มท่องเที่ยวอารยธรรมล้านนา มีแนวรอยเลื่อนที่สำคัญหลายแนว เช่น รอยเลื่อนแม่ฮ่องสอน รอยเลื่อนแม่จัน และรอยเลื่อนแม่ทา เป็นต้น จึงมีแหล่งพุน้ำร้อนที่เกิดตามธรรมชาติอยู่มากมาย ซึ่งควรมีการศึกษาถึงปริมาณและคุณภาพของน้ำพุร้อน สมบัติของโคลนพุน้ำร้อน ตลอดจนข้อมูลทางด้านสภาพแวดล้อม ธรณีวิทยา ปฐพีวิทยา อุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา และอุทกธรณีวิทยา ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการเชื่อมโยงและบูรณาการกับการศึกษาวิจัยในมิติต่างๆ เช่น

ทางสถาปัตยกรรมและการท่องเที่ยว เพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวของแหล่งพุน้ำร้อนในกลุ่มท่องเที่ยวอารยธรรมล้านนาได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับฐานข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติ ความต้องการของชุมชน และวิทยาการต่างๆในทุกมิติ

<u>สมมติฐานของการวิจัย</u>: การศึกษาเชิงลึกทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ธรณีนิเวศ สถานภาพ ศักยภาพของน้ำและโคลนพุน้ำร้อนของแหล่งพุน้ำร้อนที่ได้คัดเลือก จะทำให้ได้ผลการวิจัยที่สามารถนำไปบูรณาการกับผลการศึกษาด้านการการออกแบบและการท่องเที่ยว และสามารถทำให้ได้รูปแบบการบริหารจัดการการท่องเที่ยวพุน้ำร้อนกลุ่มท่องเที่ยวอารยธรรมล้านนาที่เหมาะสมสอดคล้องกับฐานความเป็นทรัพยากรธรณี

<u>กรอบแนวคิดของการวิจัย</u>: สรุปได้ดังแผนภูมิต่อไปนี้

กรอบแนวคิดการวิจัย



สรุปความเชื่อมโยงผลการศึกษาของโครงการย่อยที่ 1 กับการท่องเที่ยวได้ดังนี้

1. ข้อมูลสภาพแวดล้อมทั่วไป ได้แก่ ลักษณะพื้นที่ กิจกรรมในชุมชนพุน้ำร้อน และสุขาภิบาล (ซึ่งดำเนินการร่วมกับโครงการย่อยอื่น) จะเป็นประโยชน์ในการออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกทางการท่องเที่ยวและภูมิทัศน์ให้สอดคล้องกับทุนสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น (โครงการย่อยที่ 2) และพิจารณาขีดความสามารถในการรองรับได้ของพื้นที่เพื่อการท่องเที่ยว (โครงการย่อยที่ 3)

2. ข้อมูลธรณีประวัติและการเกิดแหล่งเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์พื้นพิภพ จะเป็นประโยชน์โดยตรงต่อการสร้างสรรค์กิจกรรมท่องเที่ยวที่สอดคล้องกับอัตลักษณ์ของแหล่งพุน้ำร้อน (โครงการย่อยที่ 3)

3. ผลการศึกษาปริมาณและคุณภาพน้ำพุร้อน ทำให้ทราบสถานภาพและศักยภาพของน้ำพุร้อน จึงเป็นข้อมูลสำคัญในการพิจารณาขีดความสามารถในการรองรับนักท่องเที่ยวของแหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อนแต่ละแหล่ง (โครงการย่อยที่ 3) และการได้แนวทางการจัดการทรัพยากรน้ำของแหล่งพุน้ำร้อนของโครงการย่อยที่ 1 จะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาสมรรถนะการจัดการแหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อนแบบมีส่วนร่วมของชุมชนต่อไป (โครงการย่อยที่ 4) นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำพุร้อนจะทำให้ทราบจุดเด่นของคุณสมบัติน้ำพุร้อนที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพได้ เช่น การมีแร่ธาตุที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพและผิวพรรณ เป็นต้น

4. ผลการศึกษาสมบัติโคลนพุน้ำร้อนและลักษณะการสะสมตัวของตะกอนโคลน จะทำให้ทราบว่าโคลนพุน้ำร้อนมีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นสปาโคลน(Mud spa) หรือไม่ หากมีคุณสมบัติเหมาะสม คือมีแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพผิวและไม่มีสารมลพิษเกินมาตรฐาน ก็จะเป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มกิจกรรมการบริการนักท่องเที่ยวได้เป็นอย่างดี (โครงการย่อยที่ 3) และลักษณะของแอ่งที่ตะกอนสะสมตัวจะเป็นข้อมูลในการออกแบบพื้นที่การให้บริการ mud spa ได้อย่างสอดคล้องกับภูมิลักษณ์ของแหล่งพุน้ำร้อนนั้นๆด้วย (โครงการย่อยที่ 2)

5. ผลการศึกษาสภาพพื้นที่ในแหล่งพุน้ำร้อนที่มีลักษณะการกระจายตัวของการพุเป็นบริเวณกว้าง เช่น แหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ จะเป็นประโยชน์ในการออกแบบบ่ออาบแช่ที่มีความหลากหลายในการให้บริการ เช่น มีการผสมสมุนไพรท้องถิ่นลงในบางบ่อ หรือพื้นดินบางบริเวณที่มีความร้อนที่ถ่ายทอดมาจากใต้ดินก็อาจปรับพื้นที่เป็นที่ให้บริการนักท่องเที่ยวได้นอนรับความร้อนจากแผ่นวัสดุที่รับและถ่ายเทความร้อน โดยออกแบบสถานที่ให้สอดคล้องกับภูมิลักษณ์และวัสดุที่มีในท้องถิ่น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อโครงการย่อยที่ 2-4 ต่อไป

ดังนั้นโดยภาพรวมสรุปได้ว่า ผลการศึกษาของโครงการย่อยที่ 1 ทั้งหมดจะเป็นประโยชน์เชื่อมโยงกับโครงการย่อยอื่นๆ ดังนี้

1. เป็นข้อมูลในการจำแนกเขตท่องเที่ยวตามสถานภาพและศักยภาพทางกายภาพที่รองรับได้ของแหล่งพุน้ำร้อนที่ศึกษา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างต้นแบบการออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกทางการท่องเที่ยวและภูมิทัศน์บนฐานของทุนสิ่งแวดล้อม (โครงการย่อยที่ 2)
2. เป็นข้อมูลในการพิจารณาขีดความสามารถในการรับได้ของพื้นที่ ขีดจำกัดความสามารถทางการท่องเที่ยวและนโยบายสู่แผนแม่บทการพัฒนาแหล่งพุน้ำร้อนต่อไป ทั้งยังเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้างกิจกรรมท่องเที่ยวจากการใช้น้ำพุร้อน และกิจกรรมเชื่อมโยงกับแหล่งพุน้ำร้อน ซึ่งจะนำไปสู่การกำหนดรูปแบบการท่องเที่ยวแบบเบ็ดเสร็จสำหรับชุมชนพุน้ำร้อนที่ศึกษาต่อไป (โครงการย่อยที่ 3)
3. เป็นข้อมูลประกอบการกำหนดแผนงานและจัดทำคู่มือในการพัฒนาสมรรถนะการจัดการแหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อนอย่างมีส่วนร่วมของชุมชนต่อไป (โครงการย่อยที่ 4)

1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.5.1 การศึกษาสถานภาพศักยภาพน้ำพุร้อน

1) สำรวจกิจกรรมในแหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด แหล่งพุน้ำพุร้อนโป่งปูเฟือง และแหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปง อย่างละเอียด

2) จัดทำแบบฟอร์มสำหรับใช้บันทึกการใช้น้ำในแต่ละกิจกรรม

3) บันทึกข้อมูลการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ ทั้งในฤดูแล้ง ฤดูน้ำ และตามฤดูกาลท่องเที่ยว (ร่วมมือกับ เทศบาล/อบต. และชุมชน) โดยศึกษาปริมาณน้ำพุร้อนที่เกิดขึ้น น้ำพุร้อนที่นำมาใช้ประโยชน์ และน้ำพุร้อนเหลือทิ้ง น้ำที่ใช้ในกิจกรรมประจำวัน และน้ำทิ้งที่เกิดขึ้นในแหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อน โดยการตรวจวัดจริงและประเมินจากจำนวนนักท่องเที่ยวอย่างต่อเนื่อง

4) เก็บตัวอย่างน้ำพุร้อนจากแหล่งพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง ในฤดูแล้ง และฤดูน้ำ อย่างน้อย 2 ครั้ง รวมเป็นตัวอย่างน้ำพุร้อนอย่างน้อย 12 ตัวอย่าง น้ำผิวดิน(อย่างน้อย 6 ตัวอย่าง) และน้ำทิ้งตามลักษณะกิจกรรม(ถ้ามี)

5) วิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก (WHO, 2006) และคุณภาพน้ำผิวดิน (กรมควบคุมมลพิษ, 2537)

6) คำนวณสถานภาพการใช้น้ำในแต่ละกิจกรรม

7) สรุปสถานภาพศักยภาพน้ำของแหล่งพุน้ำร้อนทั้ง 3 แห่ง

1.5.2 การศึกษาอุตุ-อุทกวิทยา

1) ลักษณะภูมิอากาศ

ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิด้านภูมิอากาศของพื้นที่ลุ่มน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษาโดยใช้ข้อมูลจากสถานีสำรวจอากาศอุตุนิยมวิทยาที่รวบรวมได้ โดยคำนวณค่าต่างๆทางอุตุนิยมวิทยา เช่น ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำ อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ปริมาณฝนสูงสุด ค่าการกระจายน้ำฝนในแต่ละช่วงเวลา เพื่อวิเคราะห์สภาพอากาศบริเวณพื้นที่ท่องเที่ยวแหล่งพุน้ำร้อน และโอกาสเกิดภัยจากสภาพอากาศ

2) ลักษณะทางภูมิกายภาพของพื้นที่

ศึกษาลักษณะทางภูมิกายภาพของลุ่มน้ำโดยอาศัยข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ ได้แก่ ข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวข้องและข้อมูลแผนที่ โดยอาศัยแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ประกอบด้วย ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ ขนาด ความลาดชัน ระดับความสูง ทิศด้านลาด ความยาวลำน้ำ ความหนาแน่นของลำธาร ความหนาแน่นของการระบายน้ำ จำนวนลำธาร ค่าสัมประสิทธิ์ความกระชับ (Compactness Coefficient: Kc) ค่า Form Factor(FF) และอัตราส่วนความต่างระดับ (Relief Ratio: RR)

3) สภาพอุทกวิทยาบริเวณแหล่งพุน้ำร้อน

ศึกษาอุทกวิทยาบริเวณแหล่งพุน้ำร้อนในเชิงการระบายน้ำผิวดิน ความสามารถของลำธารในการรองรับปริมาณน้ำจากแหล่งพุน้ำร้อน และการคาดการณ์ความสามารถในการระบายน้ำที่เกิดจากฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย โดยอาศัยข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ ได้แก่ ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม และข้อมูลแผนที่โดยอาศัยแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ร่วมกับข้อมูลแผนที่ในระบบสารสนเทศ google เพื่อประกอบการประเมินผล

1.5.3 การศึกษาสมบัติโคลนพุน้ำร้อน ธรณีวิทยา อุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา และอุทกธรณีวิทยา

1) รวมรวมข้อมูลและศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับแหล่งพุน้ำร้อนจากทั้งในประเทศและต่างประเทศ

2) ศึกษาลักษณะธรณีวิทยา โครงสร้างทางธรณีวิทยา และอุทกธรณีวิทยา โดยมีประเด็นการสำรวจศึกษา ดังต่อไปนี้

- ค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของแหล่งพุน้ำร้อน ได้แก่ ตำแหน่ง ที่ตั้ง และขอบเขตพื้นที่ แผนที่ภูมิประเทศครอบคลุมพื้นที่แหล่งน้ำพุร้อน มาตราส่วน 1:50,000 แผนที่ธรณีวิทยาครอบคลุมพื้นที่แหล่งน้ำพุร้อน มาตราส่วน 1:250,000 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินครอบคลุมพื้นที่แหล่งพุน้ำร้อน มาตราส่วน 1:250,000
- ศึกษาข้อมูลภาคสนามเพื่อตรวจสอบลักษณะภูมิประเทศ รูปแบบการใช้ที่ดิน และลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ เพื่อยืนยันความถูกต้องของแผนที่และข้อมูลทุติยภูมิที่จะใช้อ้างอิง
- รวบรวมข้อมูล Seismic เพื่อศึกษาลักษณะของแอ่งน้ำและพิจารณาศักยภาพแนวโน้มของพื้นที่เติมน้ำโดยธรรมชาติ และรวบรวมข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา อุทกธรณีวิทยา ข้อมูลบ่อน้ำบาดาลที่มีการสำรวจ Electric log ในพื้นที่โครงการทั้งหมดที่มีอยู่แล้ว เพื่อทำการจำแนกชั้นน้ำบาดาล
- เก็บข้อมูลภาคสนาม ได้แก่ สภาพพื้นที่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน แหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค บ่อสังเกตการณ์ หรือบ่อน้ำบาดาลที่มีการใช้เพื่อกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลโดยตรงจากพื้นที่
- การศึกษาคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นน้ำ(Hydraulic Properties of Aquifer) ได้แก่ ค่าความสามารถในการซึมผ่าน (Hydraulic Conductivity; K), ค่าความสามารถในการจ่ายน้ำ (Transmissivity), ค่าสัมประสิทธิ์ในการกักเก็บ (Strorativity) เพื่อเป็นข้อมูลในการประเมินคุณลักษณะของชั้นหินอุ้มน้ำและใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการประเมินศักยภาพน้ำบาดาลของแหล่งพุน้ำร้อน

3) ศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำพุร้อน ดิน และโคลนพุน้ำร้อน ในแหล่งพุน้ำร้อน เพื่อประเมินศักยภาพของแหล่งพุน้ำร้อนเชิงคุณภาพ

- เก็บตัวอย่างน้ำพุร้อนโดยใช้ submersible pump ในพื้นที่ศึกษา 2 ครั้ง ช่วงฤดูน้ำหลาก และฤดูแล้ง เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ เช่น สี กลิ่น ความขุ่น และทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรดด่าง ค่าการนำไฟฟ้า(Electrical Conductivity) ค่าความกระด้าง(Hardness and Alkalinity) ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด โลหะหนัก (Cd, Pb, Cd, Ni, As, Hg etc.) แคตไอออน [Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}] และแอนไอออน [Cl^-, HCO_3^-, NO_3^-, CO_3^{2-}, PO_4^{3-}, SO_4^{2-}] เพื่อจำแนกชนิดของน้ำบาดาล [Hydrogeochemical Facies] วิธีการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ตัวอย่างเป็นไปตามวิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย (Standard Method for the Examination of Water and Wastewater) กำหนดโดย APHA, AWWA และ WEF (1998)
- ประมวลผลคุณภาพน้ำบาดาลด้วยโปรแกรม Aquachem Version 4.
- เก็บตัวอย่างดินและโคลนพุน้ำร้อนมาทดสอบสมบัติทางฟิสิกส์และเคมี

4) ประเมินศักยภาพเชิงคุณภาพและปริมาณของน้ำพุร้อน ดิน และโคลนร้อนในแหล่งพุน้ำร้อน

5) ประเมินศักยภาพของแหล่งพุน้ำร้อนในแต่ละพื้นที่ในเชิงปริมาณและคุณภาพ เพื่อศึกษาสถานการณ์ของแหล่งพุน้ำร้อนและศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์จากแหล่งพุน้ำร้อน ตลอดจนเสนอแนวทางการจัดการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพจากโคลนพุน้ำร้อน

2. สรุปผลการวิจัย

2.1 แหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปง ต.เมืองแปง อ.ปาย จ.แม่ฮ่องสอน

1). ที่ตั้งแหล่งพุน้ำร้อน

พิกัด: 47Q 0434443 mN, 2122031 mE

ที่ตั้ง: บ้านใหม่ดอนตัน หมู่ที่ 2 ตำบลเมืองแปง อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน อยู่ห่างจากตัวอำเภอปายไปตามทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1265 (อ.ปาย – ป่าสนวัดจันทร์ - อ.กัลยานิวัฒนา) และแยกเข้าถนนภายในชุมชนประมาณ 28 กิโลเมตร

2). ลักษณะทางธรณีวิทยา

ลักษณะภูมิประเทศบริเวณนี้เป็นเทือกเขาสลับเนินเขา การลำดับชั้นหินมีอายุตั้งแต่มหายุคพาลีโอ-โซอิกถึงยุคควอเทอร์นารี

พุน้ำร้อนตั้งอยู่ห่างจากกลุ่มรอยเลื่อนแม่ฮ่องสอนซึ่งเป็นกลุ่มรอยเลื่อนมีพลังที่วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ประมาณ 42 กิโลเมตร

3). สภาพภูมิอากาศ/อุทกวิทยา

- สภาพภูมิอากาศ

ลักษณะอากาศของจังหวัดแม่ฮ่องสอนขึ้นอยู่กับอิทธิพลของมรสุมที่พัดประจำฤดูกาล 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งจะพัดพามวลอากาศเย็นและแห้งจากประเทศจีนปกคลุมประเทศไทยในช่วงฤดูหนาว ทำให้มีอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้งทั่วไป กับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งพัดพามวลอากาศชื้นจากทะเลและมหาสมุทรปกคลุมประเทศไทยในช่วงฤดูฝนทำให้มีฝนตกทั่วไป ฤดูกาลของจังหวัดแม่ฮ่องสอนพิจารณาตามลักษณะลมฟ้าอากาศของประเทศไทย แบ่งออกได้เป็น 3 ฤดู ดังนี้

ฤดูร้อน เริ่มประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม มีอากาศร้อนอบอ้าวทั่วไป โดยเฉพาะในเดือนเมษายนเป็นเดือนที่มีอากาศร้อนอบอ้าวมากที่สุดในรอบปี

ฤดูฝน เริ่มประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นระยะที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดเข้าสู่ประเทศไทย อากาศจะเริ่มชุ่มชื้นและมีฝนตกชุกตั้งแต่ประมาณกลางเดือนพฤษภาคมเป็นต้นไป เดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือเดือนสิงหาคม

ฤดูหนาว เริ่มประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงที่ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพาดปกคลุมประเทศไทย อากาศโดยทั่วไปจะหนาวเย็นและแห้ง เดือนที่มีอากาศหนาวที่สุดคือเดือนมกราคม

- <u>อุทกวิทยา</u>

พุน้ำร้อนเมืองแปงตั้งอยู่พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่แปง ลักษณะภูมิประเทศบริเวณเมืองแปง เป็นพื้นที่ชุมชนจะอยู่ใกล้บริเวณพื้นที่ราบซึ่งจะเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ส่วนพื้นที่ตอนบนของลุ่มน้ำจะเป็นภูเขาที่มีความลาดชันพอสมควร ดังนั้นถ้าฝนตกหนักอาจทำให้เกิดน้ำบ่าไหลหลากสู่พื้นที่ราบลุ่มซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและเกิดความเสียหายได้

ส่วนห้วยโป่งร้อน สามารถรองรับปริมาณน้ำร้อนจากพุน้ำร้อนเมืองแปงได้ทั้งหมด โดยไม่ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมแต่อย่างใด

อุทกวิทยาแม่น้ำปาย ในช่วงวันที่ 25 เมษายน – 23 พฤศจิกายน 2559 ไม่มีน้ำหลากเกิดขึ้น ยกเว้นในช่วงที่มีฝนตกหนัก (เช่น วันที่ 13 สิงหาคม 2559) ส่งผลให้ระดับน้ำในแม่น้ำปายสูงขึ้นแต่ไม่ถึงขั้นอุทกภัย เนื่องจากสองฝั่งมีตลิ่งที่สูง แต่ไม่เหมาะสมในการล่องแก่งเนื่องจากกระแสน้ำไหลเชี่ยว อาจเกิดอันตรายต่อนักท่องเที่ยวได้

คณะผู้วิจัยได้ร่วมกิจกรรมการล่องแก่งแม่น้ำปายเป็นระยะทาง 10.7 กิโลเมตร พบว่า ลักษณะลำน้ำปายและริมสองฝั่งมีสภาพธรรมชาติที่น่าสนใจ ทั้งลักษณะทางธรณีวิทยา ภูมิลักษณ์ พืชพรรณ จึงมีศักยภาพสามารถรองรับการพัฒนาการท่องเที่ยวล่องแก่ง ซึ่งจะช่วยเชื่อมโยงการท่องเที่ยวพุน้ำร้อนเมืองแปงได้

4). คุณภาพน้ำ

น้ำพุร้อนมีอุณหภูมิสูงพอและมีแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ในการให้บริการอาบแช่เพื่อสุขภาพได้ และมีความปลอดภัยจากการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค ส่วนคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีของพุน้ำร้อนเมืองแปงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาล เป็นน้ำอ่อนหรือน้ำจืด(มีโซเดียม โพแทสเซียม ไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนต มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์) มีความเหมาะสมสำหรับการอุปโภค แต่ไม่เหมาะสมสำหรับการบริโภค เนื่องจากมีปริมาณฟลูออไรด์และกำมะถันสูง

5). สมบัติทางกายภาพและเคมีของโคลนพุน้ำร้อน

พบว่า อุดมไปด้วยแร่ธาตุที่เหมาะสมสำหรับการพอกผิว และมีความร้อนที่จะกระตุ้นการไหลเวียนของเลือด แร่ธาตุที่สำคัญ ได้แก่ โซเดียม แคลเซียม โพแทสเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ซึ่งธาตุเหล่านี้จะช่วยปรับสภาพสมดุลของผิว ลดความแห้งกร้าน ผลัดผิวใหม่ สร้างและซ่อมแซมเซลล์ผิวที่เสื่อมไป ช่วยกระตุ้นให้เซลล์ผิวทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยลดการอักเสบของผิวอีกด้วย แต่โคลนพุน้ำร้อนนี้มีปริมาณไม่มากนัก จึงอาจไม่สามารถรองรับการพัฒนาเชิงพาณิชย์ได้อย่างเต็มที่ และยังมีการสะสมของสารหนูในปริมาณที่สูง (เกินเกณฑ์มาตรฐานเพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม 2 ถึง 4 เท่า) ดังนั้นจึงเหมาะที่จะอนุรักษ์ไว้เพื่อประโยชน์ในการท่องเที่ยวเชิงวิชาการ ในลักษณะของการศึกษาทางธรณีนิเวศในพื้นที่ต่อไป

6). ศักยภาพด้านการท่องเที่ยวเชิงธรณีนิเวศของพุน้ำร้อน

พุน้ำร้อนเมืองแปงเป็นพุน้ำร้อนที่ไหลขึ้นมาจากหินแกรนิตโดยตรง ลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่บ้านเมืองแปงเป็นภูเขาสูงสลับเนินเขา มีทิวทัศน์สวยงาม เส้นทางสัญจรตั้งอยู่บนเนิน พื้นที่มีระดับสูงต่ำ และมีไร่กระเทียมซึ่งเป็นเกษตรกรรมหลักในพื้นที่ (ช่วงพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์) ช่วยเสริมบรรยากาศของความเป็นวิถีชีวิตเกษตรกรรมที่เรียบง่าย ส่วนแม่น้ำปายมีความสวยงามตามธรรมชาติและลักษณะทางธรณีวิทยาที่น่าสนใจ เช่น พุน้ำร้อนขนาดเล็กริมปาย ทรายร้อน หินย้อย หน้าผา และพืชพรรณที่สวยงาม มีความเหมาะสมในการพัฒนาการท่องเที่ยว ดังนั้นพุน้ำร้อนเมืองแปงและพื้นที่โดยรอบจึงมีศักยภาพในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงธรณีนิเวศและการท่องเที่ยวกึ่งผจญภัยได้เป็นอย่างดี

2.2 แหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง ต.แม่สรวย อ.แม่สรวย จ.เชียงราย

1). ที่ตั้งแหล่งพุน้ำร้อน

พิกัด: 47Q 0560587 mN, 2180310 mE

ที่ตั้ง: หมู่ที่ 1 บ้านโป่งปูเฟือง ต.แม่สรวย อ.แม่สรวย จ.เชียงราย อยู่ห่างจากตัว อ.เมืองเชียงราย ไปตามทางหลวงหมายเลข 118 (เชียงราย- เชียงใหม่) ประมาณ 25 กิโลเมตรและแยกเข้าถนนชุมชนบริเวณหมู่ที่ 1 บ้านโป่งปูเฟือง เข้าไปประมาณ 2 กิโลเมตร

2). ลักษณะทางธรณีวิทยา

ลักษณะภูมิประเทศบริเวณนี้เป็นแบบเทือกเขาสูงสลับซับซ้อนต่อเนื่องกันหลายเทือกเขาและแอ่งที่ราบหุบเขา หินที่พบในบริเวณนี้ประกอบด้วย หินชีสต์ หินฟิลไลต์ และหินชนวน มีอายุอยู่ในยุคไซลูเรียน – ดีโวเนียน

พุน้ำร้อนตั้งอยู่ใกล้กับกลุ่มแนวรอยเลื่อน ทางด้านทิศเหนือคือ แนวรอยเลื่อนแม่จัน (รอยเลื่อนมีพลังขนาดใหญ่) ทางด้านทิศใต้คือ แนวรอยเลื่อนแม่สรวย ทั้งสองรอยเลื่อนเป็นรอยเลื่อนลูกของรอยเลื่อนแม่จัน เรียกกลุ่มรอยเลื่อนนี้ว่า “กลุ่มรอยเลื่อนพะเยา”

3). สภาพภูมิอากาศ/อุทกวิทยา

- สภาพภูมิอากาศ

ลักษณะอากาศของจังหวัดเชียงรายขึ้นอยู่กับอิทธิพลของมรสุมที่พัดประจำฤดูกาล 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งจะพัดพามวลอากาศเย็นและแห้งจากประเทศจีนปกคลุมประเทศไทยในช่วงฤดูหนาว ทำให้มีอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้งทั่วไป กับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งพัดพามวลอากาศชื้นจากทะเลและมหาสมุทรปกคลุมประเทศไทยในช่วงฤดูฝนทำให้มีฝนตกทั่วไป ฤดูกาลของจังหวัดเชียงรายพิจารณาตามลักษณะลมฟ้าอากาศของประเทศไทย แบ่งออกได้เป็น 3 ฤดู ดังนี้

ฤดูร้อน เริ่มประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม มีอากาศร้อนอบอ้าวทั่วไป โดยเฉพาะในเดือนเมษายนเป็นเดือนที่มีอากาศร้อนอบอ้าวมากที่สุดในรอบปี

ฤดูฝน เริ่มประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นระยะที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดเข้าสู่ประเทศไทย อากาศจะเริ่มชุ่มชื้นและมีฝนตกชุกตั้งแต่ประมาณกลางเดือนพฤษภาคมเป็นต้นไป เดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือเดือนสิงหาคม

ฤดูหนาว เริ่มประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงที่ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพาดปกคลุมประเทศไทย อากาศโดยทั่วไปจะหนาวเย็นและแห้ง เดือนที่มีอากาศหนาวที่สุดคือเดือนมกราคม

- <u>อุทกวิทยา</u>

ลักษณะภูมิประเทศบริเวณบ้านโป่งปูเฟืองเป็นภูเขาและเนินเขาสลับซับซ้อน มีพื้นที่รับน้ำประมาณ 0.95 ตารางกิโลเมตร ซึ่งเป็นต้นน้ำของห้วยโป่งปูเฟือง มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เส้นทางระบายน้ำจากภูเขามีความลาดชันประมาณ 30% และเปลี่ยนความลาดชันเป็นพื้นที่ราบบริเวณแหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง จึงทำให้ในช่วงเวลาที่มีฝนตกอาจทำให้มีน้ำไหลบ่าจากภูเขา อย่างไรก็ตามลำธารธรรมชาติที่เป็นเส้นทางน้ำซึ่งมีขนาดเล็ก สามารถรองรับน้ำจากพุน้ำร้อน (มีอัตราการไหล 492 ลูกบาศก์-เมตร/วัน) และพื้นที่ตอนบนในช่วงเวลาปกติได้ แต่ถ้ามีฝนตกหนักจะทำให้มีน้ำหลากและเกิดน้ำท่วมขังเป็นช่วงระยะเวลาสั้นๆได้ จึงควรทำทางระบายน้ำเพิ่มเติมบริเวณเชิงเขา ทำบ่อพักน้ำหรือติดตั้งระบบสูบน้ำช่วยระบายน้ำ

4). คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีของพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาลเป็นน้ำอ่อนหรือน้ำจืด เหมาะสมในการอุปโภคแต่ไม่เหมาะสมสำหรับการบริโภค สามารถนำมาต้มหน่อไม้และต้มไข่ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากอุดมไปด้วยแคตไอออนและแอนไอออนที่สำคัญ ได้แก่ โซเดียม โพแทสเซียม

แคลเซียม แมกนีเซียม และคลอไรด์ ทำให้หน่อไม้เกิดความหวาน กรอบ อร่อย ไม่ขม และไข่ต้มมีลักษณะเด่นเฉพาะที่มีไข่แดงแข็งเป็นก้อนกลมในขณะที่ไข่ขาวเป็นวุ้น และมีรสชาติอร่อย

5). ศักยภาพด้านการท่องเที่ยวเชิงธรณีนิเวศของพุน้ำร้อน

พุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง จากความซับซ้อนทางธรณีวิทยาทำให้พื้นที่บ้านโป่งปูเฟืองมีลักษณะเป็นภูเขาสูงสลับกับเนินเขา พื้นที่มีระดับสูงต่ำ เส้นทางสัญจรและบ้านเรือนตั้งอยู่บนเนิน เส้นทางเชื่อมต่อถึงกันหมด เนินเขาในหมู่บ้านถูกตัดเป็นขั้นบันไดเพื่อลดการกัดเซาะจากน้ำ ทำให้เกิดความสวยงามแปลกตา มีรอยเลื่อนห่างจากบ้านโป่งปูเฟืองเพียง 1.7 กิโลเมตร ดังนั้นพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองจึงมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงธรณีนิเวศ โดยอาจจัดทำเส้นทางจักรยานดูลักษณะทางธรณีวิทยารอบๆหมู่บ้าน และท่องแดนรอยเลื่อนมีพลัง เป็นการเชื่อมโยงการท่องเที่ยวกับพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง คือ การอาบแช่พุน้ำร้อน หน่อไม้ต้มโป่ง ไข่ลวกออนเซ็น

2.3 แหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด ต.ป่าเมี่ยง อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่

1). ที่ตั้งแหล่งพุน้ำร้อน

พิกัด: 47Q 0525935 mN, 2090909 mE

ที่ตั้ง: บ้านโป่งสามัคคี หมู่ที่ 6 ตำบลป่าเมี่ยง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ ห่างจากอำเภอเมืองเชียงใหม่ ไปตามทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 118 (เชียงใหม่- เชียงราย) และ 3005 (เชียงใหม่-แม่ออน-เชียงราย) ประมาณ 20 กิโลเมตร

2). ลักษณะทางธรณีวิทยา

ลักษณะภูมิประเทศบริเวณนี้เป็นที่ราบลุ่มและมีเนินเขาเตี้ยล้อมรอบ การลำดับชั้นหินมีอายุตั้งแต่มหายุคพาลีโอโซอิกถึงยุคควอเทอร์นารี

พุน้ำร้อนตั้งอยู่ห่างจากแนวรอยเลื่อนแม่งัด 1.2 กิโลเมตร และรอยเลื่อนแม่ตุ้ม 4.2 กิโลเมตร ซึ่งทั้งสองแนวรอยเลื่อนอยู่ในกลุ่มรอยเลื่อนมีพลังแม่ทา ในแนวทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้

3). สภาพภูมิอากาศ/อุทกวิทยา

- สภาพภูมิอากาศ

ลักษณะอากาศของจังหวัดเชียงใหม่ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของมรสุมที่พัดประจำฤดูกาล 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งจะพัดพามวลอากาศเย็นและแห้งจากประเทศจีนปกคลุมประเทศไทยในช่วงฤดูหนาว ทำให้มีอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้งทั่วไป กับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งพัดพามวลอากาศชื้นจากทะเลและมหาสมุทรปกคลุมประเทศไทยในช่วงฤดูฝนทำให้มีฝนตกทั่วไป ฤดูกาลของจังหวัดเชียงใหม่พิจารณาตามลักษณะลมฟ้าอากาศของประเทศไทย แบ่งออกได้เป็น 3 ฤดู ดังนี้

ฤดูร้อน เริ่มประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม มีอากาศร้อนอบอ้าวทั่วไป โดยเฉพาะในเดือนเมษายนเป็นเดือนที่มีอากาศร้อนอบอ้าวมากที่สุดในรอบปี

ฤดูฝน เริ่มประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นระยะที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดเข้าสู่ประเทศไทย อากาศจะเริ่มชุ่มชื้นและมีฝนตกชุกตั้งแต่ประมาณกลางเดือนพฤษภาคมเป็นต้นไป เดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือเดือนสิงหาคม

ฤดูหนาว เริ่มประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงที่ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพาดปกคลุมประเทศไทย อากาศโดยทั่วไปจะหนาวเย็นและแห้ง เดือนที่มีอากาศหนาวที่สุดคือเดือนมกราคม

- <u>อุทกวิทยา</u>

แหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด ตั้งอยู่ในพื้นที่ราบระหว่างภูเขา บริเวณใกล้เคียงเป็นทุ่งนาและพื้นที่ชุมชน อยู่ในลุ่มน้ำย่อยของแม่น้ำแม่ลาวซึ่งเป็นลำธารธรรมชาติที่สามารถรองรับน้ำจากพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด (70 ลูกบาศก์เมตร/วัน) แต่เนื่องจากบริเวณพุน้ำร้อนเป็นที่ราบน้ำท่วมถึงจึงอาจมีปัญหาเรื่องการระบายน้ำเมื่อฝนตกหนัก โดยมีน้ำท่วมขังเป็นระยะเวลาสั้นๆได้

4). คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีของพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาลเกือบทั้งหมด (ยกเว้น บ่อพุน้ำร้อนที่ชาวบ้านนำมาใช้ซักล้างและอาบน้ำ มีสารหนูเกินเกณฑ์มาตรฐาน จึงควรตรวจติดตามการปนเปื้อนอย่างต่อเนื่อง) เหมาะสมกับการอุปโภคแต่ไม่เหมาะสำหรับบริโภค และสามารถนำมาต้มหน่อไม้และต้มไข่ได้เช่นเดียวกับน้ำพุร้อนโป่งปูเฟือง

5). สมบัติทางกายภาพและเคมีของโคลนพุน้ำร้อน

พบว่า อุดมไปด้วยแร่ธาตุที่เหมาะสมสำหรับการพอกผิว และมีความร้อนที่จะกระตุ้นการไหลเวียนของเลือด แร่ธาตุที่สำคัญ ได้แก่ โซเดียม แคลเซียม โพแทสเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ซึ่งธาตุเหล่านี้จะช่วยปรับสภาพสมดุลของผิว ลดความแห้งกร้าน ผลัดผิวใหม่ สร้างและซ่อมแซมเซลล์ผิวที่เสื่อมไป ช่วยกระตุ้นให้เซลล์ผิวทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยลดการอักเสบของผิวอีกด้วย แต่โคลนพุน้ำร้อนนี้มีปริมาณไม่มากนัก จึงอาจไม่สามารถรองรับการพัฒนาเชิงพาณิชย์ได้อย่างเต็มที่ และยังมีการสะสมของสารหนูในปริมาณที่สูง (เกินเกณฑ์มาตรฐานเพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม 2 ถึง 4 เท่า) ดังนั้นจึงเหมาะที่จะอนุรักษ์ไว้เพื่อประโยชน์ในการท่องเที่ยวเชิงวิชาการ ในลักษณะของการศึกษาทางธรณีนิเวศในพื้นที่ต่อไป

6). ศักยภาพด้านการท่องเที่ยวเชิงธรณีนิเวศของพุน้ำร้อน

แหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดอยู่ไม่ไกลจากรอยเลื่อยแม่งัดกับแม่ตุ้มในกลุ่มรอยเลื่อนแม่ทา ซึ่งเป็นรอยเลื่อนมีพลัง จึงอาจะเชื่อมโยงการท่องเที่ยวเชิงธรณีในแนวรอยเลื่อนนี้กับกิจกรรมการท่องเที่ยวในแหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดที่ได้ดำเนินการอยู่แล้ว ได้แก่ การอาบแช่น้ำพุร้อน ผลิตภัณฑ์จากพุน้ำร้อน (หน่อไม้ต้มโป่ง ไข่ต้ม) ผลิตภัณฑ์ชุมชน และเสริมด้วยกิจกรรมปั่นจักรยานรอบหมู่บ้าน

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะตามแหล่งพุน้ำร้อนที่ศึกษา

1). แหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปง-แม่น้ำปาย

- เนื่องจากบริเวณตัวพุน้ำร้อนมีความร้อนสูงและเป็นที่โล่งแจ้ง จึงควรมีการศึกษาเพื่อออกแบบให้มีร่มเงา เช่น หาพันธุ์ไม้มาปลูกให้ร่มเงา และสามารถอยู่ได้ในสภาพแวดล้อมบริเวณโดยรอบพุน้ำร้อน หรือก่อสร้างสิ่งมุงบังเพื่อลดความร้อนจากแสงแดดในตำแหน่งที่เหมาะสม

- ควรมีการศึกษาการลดหลั่นของอุณหภูมิจากจุดพุของน้ำแร่ร้อนตามระดับความลาดเทของพื้นที่เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดกิจกรรมส่งเสริมการท่องเที่ยว เช่น การต้มไข่ที่หลากหลายรูปแบบ เป็นต้น

- ควรศึกษาสัดส่วนผสมของน้ำพุร้อนกับน้ำเย็นในห้วยที่ไหลผ่าน เพื่อกำหนดบริเวณในห้วยที่มีอุณหภูมิพอเหมาที่จะสามารถให้บริการอาบแช่ในลำห้วยธรรมชาติ ตลอดจนปรับสภาพทางกายภาพให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ซึ่งจะทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากน้ำพุร้อนที่มีอุณหภูมิสูงมากในการให้บริการอาบแช่แก่นักท่องเที่ยวได้

- ควรมีการศึกษาทางธรณีวิทยา อุทกวิทยา และพืชพรรณ สองฝั่งแม่น้ำปาย เพื่อเป็นข้อมูลเชิงลึกในการพัฒนายกระดับกิจกรรมการล่องแก่งและเดินป่าให้มีความน่าสนใจ โดยบูรณาการองค์ความรู้เหล่านี้เข้ากับการท่องเที่ยวพุน้ำร้อนเมืองแปงเชื่อมโยงกับกิจกรรมการล่องแก่งและเดินป่า

- ควรศึกษาลักษณะเฉพาะและอุทกวิทยาของลำน้ำปาย เพื่อประเมินภาวะน้ำหลากและน้ำแล้งในช่วงเวลาและบริเวณต่างๆในแม่น้ำปาย ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการกำหนดจุดขึ้น-ลง และช่วงเดือนที่เหมาะสมของกิจกรรมารล่องแก่ง

2). แหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง

- ควรมีการออกแบบรายละเอียดเพื่อก่อสร้างบ่ออาบแช่และสิ่งอำนวยความสะดวกแก่นักท่องเที่ยวบริเวณพุน้ำร้อนให้สอดคล้องกับสภาพธรรมชาติ

- ควรมีการศึกษาเพื่อออกแบบและก่อสร้างระบบพักและหมุนเวียนน้ำพุร้อนให้มีอุณหภูมิลดลงจนเหมาะสมในการบริการอาบแช่เพื่อสุขภาพในบริเวณพุน้ำร้อน

- ส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากน้ำแร่ร้อน เช่น การต้มหน่อไม้และต้มไข่ หรือนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่า และช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยวในอีกทางหนึ่งด้วย

- บริหารจัดการการใช้น้ำพุร้อนให้สมดุลกับปริมาณน้ำพุร้อนที่มีให้เกิดประโยชน์สูงสุด กล่าวคือ การจำหน่ายน้ำพุร้อนที่ต่อท่อไปยังรีสอร์ทเอกชน ควรมีการติดตั้งมิเตอร์และคิดค่าน้ำตามหน่วยที่ใช้จริง (ปัจจุบันเป็นรายปี)

- พิจารณาหาแหล่งน้ำเพื่อรองรับการอุปโภค บริโภค และเกษตรกรรม เป็นแหล่งน้ำผิวดินหรือบ่อบาดาล เนื่องจากน้ำพุร้อนมีปริมาณไม่มากนัก (492 ลบ.ม./วัน) แม้ในสภาพปัจจุบันยังพอเพียงที่จะรองรับกิจกรรมต่างๆ เช่น ในอนาคตอาจมีความต้องการใช่น้ำเพิ่มขึ้น

3). แหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด

- ควรพิจารณาปรับภูมิลักษณ์และสิ่งก่อสร้างให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและวัฒนธรรมล้านนา

- ควรอนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากบ่อพุน้ำร้อนที่มีมากถึง 11 บ่อ ให้เต็มศักยภาพ

- เนื่องจากบ่อพุน้ำร้อนหลักที่ใช้ส่งน้ำไปยังห้องอาบแช่ซึ่งมีปริมาตรความจุน้ำไม่เพียงพอที่จะรองรับนักท่องเที่ยวในช่วงฤดูท่องเที่ยว จึงควรพิจารณาขยายบ่อในแนวด้านข้างเพื่อเพิ่มปริมาตรในการสำรองน้ำให้มากขึ้น

- เนื่องจากน้ำพุร้อนอุดมด้วยแร่ธาตุที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพผิว จึงควรมีการศึกษาเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำแร่ เช่น สบู่เหลวน้ำแร่ สเปรย์น้ำแร่ เป็นต้น

3.2 ข้อเสนอแนะโดยภาพรวม

- หลีกเลี่ยงการขุดเจาะในบริเวณพื้นที่พุน้ำร้อน เนื่องจากมีความเสี่ยงที่จะกระทบต่อโครงสร้างชั้นหินชั้นดินใต้ดิน ซึ่งอาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการพุของน้ำร้อน หรืออัตราการเกิดน้ำพุร้อนเปลี่ยนไปได้ หากจำเป็นต้องดำเนินการขุดเจาะต้องมีการศึกษาสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ใต้พิภพก่อน เพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่กระทบต่อโครงสร้างใต้ดินของพุน้ำร้อน

- ควรดำเนินการวิจัยต่อยอดในพื้นที่แหล่งพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ที่จะนำไปพัฒนาการท่องเที่ยวได้อย่างชัดเจนตรงประเด็นต่อไป
- สามารถนำผลการวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์เพื่อเป็นแนวทางหรือข้อมูลประกอบการพัฒนาแหล่งพุน้ำร้อนในพื้นที่อื่นๆ โดยเฉพาะในภาคเหนือซึ่งมีแหล่งพุน้ำร้อนอยู่มากมาย
- ควรขยายการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์พื้นพิภพในแหล่งพุน้ำร้อนที่น่าสนใจในภาคเหนือ ทั้งแหล่งที่มีการดำเนินการเป็นสถานที่ท่องเที่ยวแล้ว (destination) ให้สามารถเพิ่มขีดสมรรถนะ เพื่อยกระดับเป็นแหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อนมาตรฐานสากล หรือแหล่งพุน้ำร้อนใหม่ๆที่มีศักยภาพ (potential) ที่จะได้รับการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพต่อไป
- ควรมีการศึกษาเพื่อจัดสร้างทางระบายน้ำบริเวณโดยรอบพุน้ำร้อน เพื่อรองรับปริมาณในช่วงที่มีฝนตกหนัก

4. ผลสำเร็จและความคุ้มค่าของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ผลสำเร็จตามเป้าประสงค์ที่วางไว้ทุกประการ และเกิดความคุ้มค่าในการวิจัย กล่าวคือ ได้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์พื้นพิภพ ได้แก่ ลักษณะทางธรณีวิทยา ธรณีนิเวศ สภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ อุทกวิทยา ปริมาณและคุณภาพน้ำพุร้อน และสมบัติโคลนร้อน ของแหล่งพุน้ำร้อนที่ศึกษาทั้ง 3 แหล่ง ที่ครบถ้วนและมีความถูกต้อง สามารถนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานให้โครงการย่อยอื่นๆ และบูรณาการร่วมกันในการจัดทำแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาการท่องเที่ยวพุน้ำร้อนกลุ่มท่องเที่ยวอารยธรรมล้านนาต่อไป และนอกจากนี้ในระหว่างการดำเนินการวิจัยเทศบาล อบต. และชุมชนพุน้ำร้อนยังสามารถนำผลการวิจัยบางส่วนไปใช้ประโยชน์ได้ทันที (รายละเอียดดังข้อ 5)

5. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลงานวิจัยที่ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดังนี้

1). เทศบาล/อบต. และชุมชนพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ตั้งแต่ในระหว่างการดำเนินการวิจัย เช่น ชุมชนพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดได้รับความรู้ในเรื่องการขยายบ่อพุน้ำร้อนในแนวราบ เพื่อเพิ่มปริมาตรความจุของบ่อสำหรับรองรับการให้บริการอาบแช่ในฤดูท่องเที่ยวได้อย่างเพียงพอ

2). ผลการวิจัยที่ได้เป็นประโยชน์ในการวางแผนปรับสภาพทางกายภาพและการใช้ประโยชน์ของน้ำแร่ร้อนอย่างเหมาะสม เช่น จากผลการศึกษาสภาพภูมิประเทศและลักษณะของพุน้ำร้อนเมืองแปง ทำให้ควรปรับสภาพทางกายภาพให้เหมาะสม คือ สร้างร่มเงา เปลี่ยนตำแหน่งห้องสุขา จัดที่ทิ้งขยะที่เหมาะสม (สำหรับการบริการนักท่องเที่ยวในปัจจุบัน) และออกแบบทางภูมิสถาปัตยกรรมของบริเวณพุน้ำร้อนและห้วยโป่งร้อนที่ไหลผ่านให้เหมาะสม และผลการสำรวจแม่น้ำปายเบื้องต้นทำให้ได้แนวทางในการส่งเสริมกิจกรรมการท่องเที่ยวเชื่อมโยงกับแหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปงในอนาคตต่อไป

3). เทศบาล/อบต. และชุมชนพุน้ำร้อนที่ศึกษา สามารถนำผลงานวิจัยไปประกอบการเสนอขอรับการสนับสนุนงบประมาณ เพื่อการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อนต่อจังหวัดหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้อย่างมีความน่าเชื่อถือทางวิชาการ

4). ผลการวิจัยของโครงการย่อยที่1 ได้นำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาทางภูมิสถาปัตยกรรมและพัฒนากิจกรรมการท่องเที่ยวของโครงการย่อยอื่นๆในแผนงานวิจัย

5). แหล่งพุน้ำร้อนอื่นๆ โดยเฉพาะทางภาคเหนือสามารถนำผลการวิจัยทางวิทยาศาสตร์พื้นพิภพนี้เป็นแนวทางและประยุกต์เพื่อการพัฒนาแหล่งพุน้ำร้อนในพื้นที่ได้

6). ผลการวิจัยเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดนโยบายหรือสนับสนุนการท่องเที่ยว สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กรมการท่องเที่ยว และการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย เป็นต้น

7). สถาบันการศึกษาสามารถใช้ผลการวิจัยเพื่อประโยชน์ทางด้านการเรียนการสอนและการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทรัพยากรพุน้ำร้อนต่อไป

ชื่อโครงการวิจัย ธรณีนิเวศ สถานภาพ ศักยภาพของน้ำและโคลนพุน้ำร้อนกลุ่มท่องเที่ยวอารยธรรมล้านนา

Ecological Geology, Status and Potential of Hot Spring Water and Mud of Lanna Tourism Cluster.

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปี 2559 จำนวนเงิน 846,700 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 มิถุนายน 2559 ถึง 31 พฤษภาคม 2560
ชื่อผู้วิจัย ผศ.อรรณพ หอมจันทร์ อ.พงศกร จิวาภรณ์คุปต์ และ ดร.กัญจน์นรี ช่วงฉ่ำ

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มุ่งศึกษาลักษณะทางธรณีวิทยา อุทกวิทยา คุณภาพน้ำและโคลนพุน้ำร้อน และธรณีนิเวศของแหล่งพุน้ำร้อนกลุ่มท่องเที่ยวอารยธรรมล้านนา 3 แหล่ง คือ พุน้ำร้อนเมืองแปง จ.แม่ฮ่องสอน พุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง จ.เชียงราย และพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ ดำเนินการศึกษาในช่วงฤดูน้ำมาก (มิถุนายน-สิงหาคม 2559) และฤดูแล้ง (ธันวาคม 2559–กุมภาพันธ์ 2560) สำรวจพื้นที่ เก็บข้อมูลภาคสนาม ตรวจวัดอัตราการให้น้ำของพุน้ำร้อน เก็บตัวอย่างน้ำพุร้อนและน้ำบาดาลในแหล่งพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง เก็บตัวอย่างโคลนพุน้ำร้อนจากพุน้ำร้อนเมืองแปงและพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด วิเคราะห์คุณภาพน้ำพุร้อนเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาล และสมบัติของโคลนพุน้ำร้อน เพื่อพิจารณาศักยภาพในการใช้ประโยชน์เพื่อการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ

ผลการศึกษาสรุปได้ว่า ลักษณะทางธรณีวิทยาของแหล่งพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง ตั้งอยู่ไม่ไกลจากกลุ่มรอยเลื่อนมีพลัง พุน้ำร้อนเมืองแปงและพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองมีภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูงสลับเนินเขา ส่วนพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดเป็นที่ราบลุ่มมีเนินเขาเตี้ยล้อมรอบ สภาพทางอุทกวิทยาของพุน้ำร้อนเมืองแปงและพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองอาจทำให้เกิดน้ำป่าไหลหลากจากภูเขาที่มีความลาดชันพอสมควรลงสู่พื้นที่ราบลุ่มซึ่งเป็นพุน้ำร้อนและพื้นที่เกษตรกรรม สำหรับแม่น้ำปายอาจมีภาวะน้ำหลากในช่วงที่มีฝนตกหนักแต่ไม่ถึงขั้นอุทกภัย ส่วนพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดเป็นพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงอาจมีปัญหาการระบายน้ำในช่วงฝนตกหนัก คุณภาพน้ำพุร้อนของน้ำพุร้อนทั้ง 3 แหล่ง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาล ประกอบด้วยแร่ธาตุ ได้แก่ โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม คลอไรด์ และมีอุณหภูมิที่สูงพอ ซึ่งเหมาะสำหรับการอาบแช่เพื่อสุขภาพและส่งเสริมกิจกรรมการท่องเที่ยวด้านต่างๆ แต่ไม่เหมาะสำหรับใช้บริโภคเนื่องจากมีกำมะถันค่อนข้างสูง และน้ำพุร้อนเมืองแปงยังมีฟลูออไรด์สูงเกินมาตรฐานอีกด้วย สมบัติทางกายภาพและเคมีของโคลนพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดและพุน้ำร้อนเมืองแปงมีแร่ธาตุที่สำคัญ คือ โซเดียม แคลเซียม โพแทสเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ซึ่งเหมาะสำหรับการพอกผิวเพื่อสุขภาพ แต่ปริมาณโคลนพุน้ำร้อนทั้ง 2 แหล่งมีปริมาณไม่มากและบางบริเวณของโคลนพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดมีการสะสมของสารหนูสูงเกินมาตรฐานเพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม

พุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่งมีศักยภาพด้านปริมาณและคุณภาพน้ำที่สามารถพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพได้เป็นอย่างดี และมีสภาพธรณีนิเวศที่เอื้อต่อการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ โดยที่พุน้ำร้อนเมืองแปงและแม่น้ำปายเหมาะสมในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงธรณีนิเวศและการท่องเที่ยวกึ่งผจญภัย ส่วนพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองและพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดสามารถพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงธรณีนิเวศ โดยศึกษาลักษณะทางธรณีวิทยาที่โดดเด่น เช่น รอยเลื่อนมีพลัง เชื่อมโยงกับการท่องเที่ยวพุน้ำร้อน

Abstract

The research objectives were focused on studies of geology, hydrology and quality of hot spring water and hot mud in three Hot Spring of Lanna Tourism Cluster : Muang Pang hot spring, Mae Hong Son; Pong Pu Fueng hot spring, Chiangrai and Doi Saket hot spring, Chiangmai. Two seasonal periods were assigned for field survey and sampling collection; wet period (June – August, 2016) and dry period (December, 2016 – February, 2017). Field survey investigation and data collection on rate of runoff from hot water source and hot water retention of hot spring and ground water in each studied were performed. Water quality and hot mud properties analyses were studied comparing the results with the standard of ground water quality and hot mud quality. The qualities of hot water and hot mud were used as criteria for utilization potential as health tourism.

The study conclusion indicated that all three hot spring geological topography are situated near clusters of active faults. Muang Pang and Pong Pu Fueng hot springs have the topography of the mountain ranges and slopes while Doi Saket hot spring is located in low land basin surrounded by series of low hills. Therefore, hydrological characteristics of Mueng Pang and Pong Pu Fueng hot springs may come from steep slope of mountain ranges and caused sudden flood in rainy season. Doi Saket hot spring may have some effects from flooding during heavy rain dued to drainage problems. The water qualities of all three hot springs compared to ground water standard were in acceptable ranges; containing minerals such as sodium, potassium, calcium, magnesium and chloride with high temperature suitable for healthy hot bathing. However, the water is not suitable for drinking because of high sulfur content in most hot springs and high fluoride content in Mueng Pang hot spring water.

Physical and Chemical properties of hot spring mud of Doi Saket and Mueng Pang contained main minerals such as sodium, calcium, potassium, magnesium and sulfur suitable for skin and body masks. However, the presence of hot mud accumulated in small amount not enough for promotion as mud spa. Besides, in some spots of Doi Saket; arsenic was found in high content above standard limit for residential areas and agriculture.

As a conclusion, all hot springs had the potential development for tourism in ecological geology and natural adventure. Pai River has good potential of white water bamboo rafting. Unique geological landscape and history of each hot spring and active faults are keys advertizing spots tourism.

สารบัญเรื่อง

สารบัญเรื่อง

สารบัญตาราง

หน้า

สารบัญตาราง

หน้า

สารบัญภาพ

หน้า

สารบัญภาพ

สารบัญภาพ

หน้า

สารบัญภาพ

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

พุน้ำร้อนเป็นทรัพยากรธรณีที่มักเกิดในบริเวณแนวรอยเลื่อนซึ่งเป็นแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น ใช้เพื่อการอุปโภคและบริโภค เป็นแหล่งพลังงานใต้พิภพ ตลอดจนเป็นแหล่งท่องเที่ยวและบริการ ประเทศไทยมีแหล่งพุน้ำร้อนที่ได้สำรวจแล้ว 124 แหล่ง กระจายตัวอยู่ทั่วไป ยกเว้นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2551) จากผลการศึกษาของอรรณพและคณะ (2554) และ วีระศักดิ์และคณะ (2556) พบว่า แหล่งพุน้ำร้อนหลายแหล่งมีศักยภาพในการพัฒนาเพื่อประโยชน์ทางด้านการท่องเที่ยวและใช้ผลิตน้ำดื่มน้ำแร่ ซึ่งในปัจจุบันได้ดำเนินการเป็นสถานที่ท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ และได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยวเพิ่มมากขึ้น

ในเขตพื้นที่อารยธรรมล้านนามีแหล่งพุน้ำร้อนอยู่มาก และหลายแหล่งได้รับการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่ได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยวจำนวนมาก แต่มีบางแหล่งที่อาจมีความเหมาะสมที่สามารถได้รับการพัฒนาให้เป็นแหล่งท่องเที่ยว หรือใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ ให้เกิดความคุ้มค่ากับทุนทางทรัพยากรธรณีที่มี

จากการสำรวจพื้นที่และศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของคณะวิจัย ได้พิจารณาเลือกแหล่งพุน้ำร้อนในกลุ่มท่องเที่ยวอารยธรรมล้านนาที่จะศึกษา โดยพิจารณาความเป็นฐานทรัพยากรธรณีที่มีคุณค่าความต้องการของชุมชนที่จะพัฒนาและสภาพแวดล้อมโดยทั่วไป จึงได้เลือกแหล่งพุน้ำร้อนจำนวน 3 แหล่งใน 3 จังหวัด คือ แหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปง จ.แม่ฮ่องสอน แหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง จ.เชียงราย และแหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่

เนื่องจากแหล่งพุน้ำร้อนเป็นทรัพยากรธรณีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ มีความสัมพันธ์กับชั้นดินชั้นหินในบริเวณพื้นที่แหล่งพุน้ำร้อนนั้นๆ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาข้อมูลทางธรณีนิเวศ ซึ่งจะครอบคลุมถึงธรณีวิทยาที่ทำให้ทราบถึงประวัติความเป็นมาทางธรณี ข้อมูลทางด้านอุทกวิทยา อุทกธรณีวิทยา อุตุนิยมวิทยา อุตุอุทกวิทยา และสภาพแวดล้อมของพื้นที่บริเวณแหล่งพุน้ำร้อน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการส่งเสริมการท่องเที่ยวและเป็นแหล่งเรียนรู้ทางวิชาการอีกด้วย

ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ของแหล่งพุน้ำร้อน มีการใช้ทรัพยากรน้ำค่อนข้างมาก ทั้งน้ำพุร้อนในการให้บริการอาบแช่ น้ำผิวดิน(ถ้ามีลำธารไหลผ่าน) และน้ำที่ใช้ในกิจกรรมทั้งหมดในแหล่งพุน้ำร้อนนั้นๆ ตลอดจนมีน้ำทิ้งที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ จึงควรมีการศึกษาสถานภาพ ศักยภาพของน้ำและโคลนพุน้ำร้อนเพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวและวางแผนในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของแหล่งพุน้ำร้อนให้เกิดประโยชน์สูงสุด ตลอดจนควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นผลการศึกษาทั้ง 3 แหล่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาแหล่งพุน้ำร้อนให้สามารถบริหารจัดการทรัพยากรน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล

สำหรับบริเวณที่มีโคลนพุน้ำร้อนอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งหากพบว่ามีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะนำมาทำ “Mud spa” หรือผลิตภัณฑ์ในชุมชนก็อาจช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยวได้เป็นอย่างดี จึงควรมีการศึกษาลักษณะสมบัติของโคลนร้อนดังกล่าว ว่ามีแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ หรือมีการปนเปื้อนหรือไม่เพียงใด

ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาข้อมูลเชิงลึกทางด้านวิทยาศาสตร์ ได้แก่ สภาพแวดล้อมธรณีวิทยา อุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา อุทกธรณีวิทยา สถานภาพและศักยภาพของน้ำในแหล่งพุน้ำร้อนที่ศึกษา เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาการท่องเที่ยวพุน้ำร้อนล้านนาได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับฐานทรัพยากรธรรมชาติต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1) ศึกษาธรณีนิเวศของแหล่งพุน้ำร้อนที่ศึกษา ได้แก่ สภาพแวดล้อม ธรณีวิทยา อุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา และอุทกธรณีวิทยา
2) เพื่อศึกษาสถานภาพ ศักยภาพของน้ำและโคลนพุน้ำร้อนที่ศึกษา
3) เพื่อเสนอแนวทางในการบริหารจัดการน้ำและโคลนของพุน้ำร้อนที่ศึกษาเพื่อการท่องเที่ยว

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาสถานภาพและศักยภาพของน้ำพุร้อน ลักษณะทางธรณีวิทยา และสภาพแวดล้อมของแหล่งท่องเที่ยวน้ำพุร้อนอารยธรรมล้านนา จำนวน 3 แหล่งใน 3 จังหวัด คือ แหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปง จ.แม่ฮ่องสอน แหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง จ.เชียงราย และแหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ ศึกษาสมบัติของโคลนพุน้ำร้อนบริเวณแหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อน(ถ้ามี) เช่น แหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด โดยดำเนินการร่วมกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและชุมชนในพื้นที่ศึกษา เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อน ดำเนินการศึกษาทั้งในฤดูแล้งและฤดูน้ำมาก ระยะเวลาการวิจัย 1 ปี

1.4 นิยามศัพท์

<u>พุน้ำร้อน (Hot spring)</u> หมายถึง แหล่งที่น้ำไหลขึ้นมาจากใต้ดิน และมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิของร่างกายมนุษย์ โดยน้ำที่พุขึ้นมาอาจจะอุ่นๆจนถึงเดือดพล่าน อาจบริสุทธิ์หรือมีแร่ธาตุรวมทั้งแก๊สละลายอยู่ทำให้มีรสและกลิ่นต่างๆกัน ปริมาณน้ำที่ไหลออกมาแต่ละพุต่างกัน บางพุไหลเพียงเอ่อๆ บางพุไหลแรง บางพุพุ่งกระเซ็นพ้นปากบ่อเพราะแรงดันของแก๊สที่ละลายขึ้นมาจากใต้ดิน

<u>ธรณีนิเวศ (Ecological Geology)</u> ในโครงการวิจัยนี้ หมายถึง ลักษณะทางธรณีวิทยา อุทกวิทยา อุทกธรณีวิทยา อุตุนิยมวิทยา อุตุอุทกวิทยา และสภาพแวดล้อมของพื้นที่บริเวณแหล่งพุน้ำร้อน

<u>สถานภาพ (Status)</u> ในโครงการวิจัยนี้ หมายถึง สภาพหรือสมบัติน้ำพุร้อนและโคลนพุน้ำร้อนในปัจจุบันของแหล่งพุน้ำร้อนที่ศึกษาทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ

<u>ศักยภาพ (Potential)</u> ในโครงการวิจัยนี้ หมายถึง คุณสมบัติของน้ำพุร้อนและโคลนพุน้ำร้อนที่อาจสามารถนำไปใช้ประโยชน์ เพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวและประโยชน์ด้านอื่นๆได้

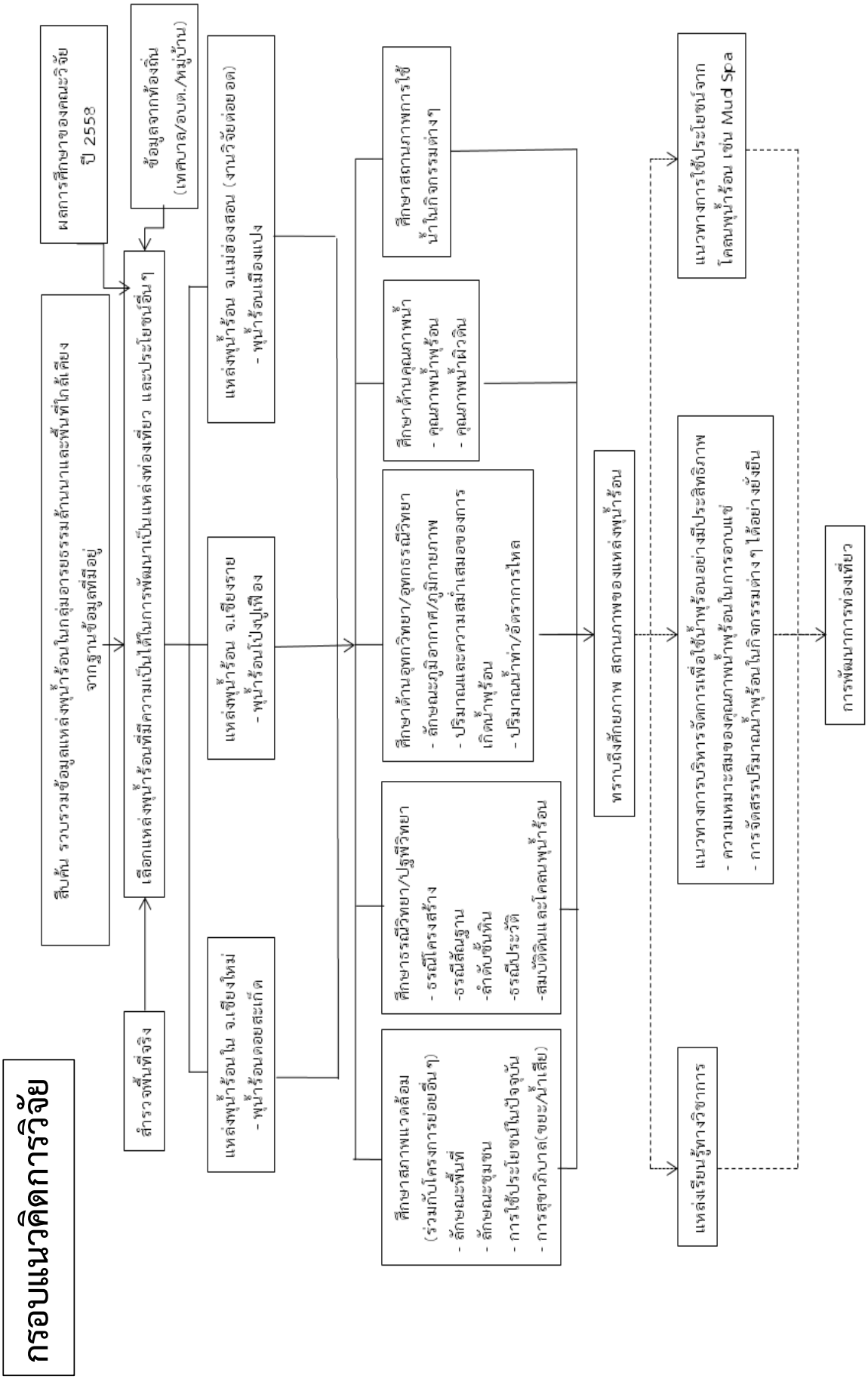
<u>โคลนพุน้ำร้อน (Hot spring mud)</u> หมายถึง โคลนธรรมชาติที่มาจากสายน้ำแร่ใต้พื้นดินของแหล่งพุน้ำร้อนบางแห่งที่ขึ้นมาพร้อมน้ำแร่ธรรมชาติที่สะอาด ประกอบไปด้วยแร่ธาตุที่มีประโยชน์ในการรักษาบำรุงผิวหนังและช่วยกระตุ้นระบบไหลเวียนโลหิต เช่น แคลเซียมคลอไรด์ โปแตสเซียม แมกนีเซียม และโซเดียม เป็นต้น ถ้ามีอุณหภูมิตั้งแต่ 61 - 140 องศาเซลเซียส จัดเป็นโคลนเดือด

1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย

พื้นที่ทางภาคเหนือของประเทศไทยในกลุ่มท่องเที่ยวอารยธรรมล้านนา มีแนวรอยเลื่อนที่สำคัญหลายแนว เช่น รอยเลื่อนแม่ฮ่องสอน รอยเลื่อนแม่จัน และรอยเลื่อนแม่ทา เป็นต้น จึงมีแหล่งพุน้ำร้อนที่เกิดตามธรรมชาติอยู่มากมาย ซึ่งควรมีการศึกษาถึงปริมาณและคุณภาพของน้ำพุร้อน สมบัติของโคลนพุน้ำร้อน ตลอดจนข้อมูลทางด้านสภาพแวดล้อม ธรณีวิทยา ปฐพีวิทยา อุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา และอุทกธรณีวิทยา ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการเชื่อมโยงและบูรณาการกับการศึกษาวิจัยในมิติต่างๆ เช่น ทางสถาปัตยกรรมและการท่องเที่ยว เพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวของแหล่งพุน้ำร้อนในกลุ่มท่องเที่ยวอารยธรรมล้านนาได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับฐานข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติ ความต้องการของชุมชนและวิทยาการต่างๆในทุกมิติ

<u>สมมติฐานของการวิจัย</u>: การศึกษาเชิงลึกทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ธรณีนิเวศ สถานภาพ ศักยภาพของน้ำและโคลนพุน้ำร้อนของแหล่งพุน้ำร้อนที่ได้คัดเลือก จะทำให้ได้ผลการวิจัยที่สามารถนำไปบูรณาการกับผลการศึกษาด้านการออกแบบและการท่องเที่ยว และสามารถทำให้ได้รูปแบบการบริหารจัดการการท่องเที่ยวพุน้ำร้อนกลุ่มท่องเที่ยวอารยธรรมล้านนาที่เหมาะสมสอดคล้องกับฐานความเป็นทรัพยากรธรณี

<u>กรอบแนวคิดของการวิจัย</u>: สรุปได้ดังแผนภูมิต่อไปนี้


กรอบแนวคิดการวิจัย
สืบค้น รวบรวมข้อมูลแหล่งพุน้ำร้อนในกลุ่มอารยธรรมล้านนาและพื้นที่ใกล้เคียง จากฐานข้อมูลที่มีอยู่
ผลการศึกษาของคณะวิจัย ปี 2558
ข้อมูลจากท้องถิ่น (เทศบาล/อบต./หมู่บ้าน)
สำรวจพื้นที่จริง
เลือกแหล่งพุน้ำร้อนที่มีความเป็นไปได้ในการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยว และประโยชน์อื่นๆ
แหล่งพุน้ำร้อนใน จ.เชียงใหม่ - พุน้ำร้อนดอยสะเก็ด
แหล่งพุน้ำร้อน จ.เชียงราย - พุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง
แหล่งพุน้ำร้อน จ.แม่ฮ่องสอน (งานวิจัยต่อยอด) - พุน้ำร้อนเมืองแปง
ศึกษาสภาพแวดล้อม (ร่วมกับโครงการย่อยอื่นๆ)
- ลักษณะพื้นที่
- ลักษณะชุมชน
- การใช้ประโยชน์ในปัจจุบัน
- การสุขาภิบาล(ขยะ/น้ำเสีย)
ศึกษาธรณีวิทยา/ปฐพีวิทยา
- ธรณีโครงสร้าง
-ธรณีสัณฐาน
-ลำดับชั้นหิน
-ธรณีประวัติ
-สมบัติดินและโคลนพุน้ำร้อน
ศึกษาด้านอุทกวิทยา/อุทกธรณีวิทยา
- ลักษณะภูมิอากาศ/ภูมิกายภาพ
- ปริมาณและความสม่ำเสมอของการเกิดน้ำพุร้อน
- ปริมาณน้ำท่า/อัตราการไหล
ศึกษาด้านคุณภาพน้ำ
- คุณภาพน้ำพุร้อน
- คุณภาพน้ำผิวดิน
ศึกษาสถานภาพการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ
ทราบถึงศักยภาพ สถานภาพของแหล่งพุน้ำร้อน
แหล่งเรียนรู้ทางวิชาการ
แนวทางการบริหารจัดการเพื่อใช้น้ำพุร้อนอย่างมีประสิทธิภาพ
- ความเหมาะสมของคุณภาพน้ำพุร้อนในการอาบแช่
- การจัดสรรปริมาณน้ำพุร้อนในกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างยั่งยืน
แนวทางการใช้ประโยชน์จากโคลนพุน้ำร้อน เช่น Mud Spa
การพัฒนาการท่องเที่ยว

สรุปความเชื่อมโยงผลการศึกษาของโครงการย่อยที่ 1 กับการท่องเที่ยวได้ดังนี้

1. ข้อมูลสภาพแวดล้อมทั่วไป ได้แก่ ลักษณะพื้นที่ กิจกรรมในชุมชนพุน้ำร้อน และสุขาภิบาล (ซึ่งดำเนินการร่วมกับโครงการย่อยอื่น) จะเป็นประโยชน์ในการออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกทางการท่องเที่ยวและภูมิทัศน์ให้สอดคล้องกับทุนสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น (โครงการย่อยที่ 2) และพิจารณาขีดความสามารถในการรองรับได้ของพื้นที่เพื่อการท่องเที่ยว (โครงการย่อยที่ 3)

2. ข้อมูลธรณีประวัติและการเกิดแหล่งเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์พื้นพิภพ จะเป็นประโยชน์โดยตรงต่อการสร้างสรรค์กิจกรรมท่องเที่ยวที่สอดคล้องกับอัตลักษณ์ของแหล่งพุน้ำร้อน (โครงการย่อยที่ 3)

3. ผลการศึกษาปริมาณและคุณภาพน้ำพุร้อน ทำให้ทราบสถานภาพและศักยภาพของน้ำพุร้อน จึงเป็นข้อมูลสำคัญในการพิจารณาขีดความสามารถในการรองรับนักท่องเที่ยวของแหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อนแต่ละแหล่ง (โครงการย่อยที่ 3) และการได้แนวทางการจัดการทรัพยากรน้ำของแหล่งพุน้ำร้อนของโครงการย่อยที่ 1 จะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาสมรรถนะการจัดการแหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อนแบบมีส่วนร่วมของชุมชนต่อไป (โครงการย่อยที่ 4) นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำพุร้อนจะทำให้ทราบจุดเด่นของคุณสมบัติน้ำพุร้อนที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพได้ เช่น การมีแร่ธาตุที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพและผิวพรรณ เป็นต้น

4. ผลการศึกษาสมบัติโคลนพุน้ำร้อนและลักษณะการสะสมตัวของตะกอนโคลน จะทำให้ทราบว่าโคลนพุน้ำร้อนมีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นสปาโคลน(Mud spa) หรือไม่ หากมีคุณสมบัติเหมาะสม คือมีแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพผิวและไม่มีสารมลพิษเกินมาตรฐาน ก็จะเป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มกิจกรรมการบริการนักท่องเที่ยวได้เป็นอย่างดี (โครงการย่อยที่ 3) และลักษณะของแอ่งที่ตะกอนสะสมตัวจะเป็นข้อมูลในการออกแบบพื้นที่การให้บริการ mud spa ได้อย่างสอดคล้องกับภูมิลักษณ์ของแหล่งพุน้ำร้อนนั้นๆด้วย (โครงการย่อยที่ 2)

5. ผลการศึกษาสภาพพื้นที่ในแหล่งพุน้ำร้อนที่มีลักษณะการกระจายตัวของการพุเป็นบริเวณกว้าง เช่น แหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ จะเป็นประโยชน์ในการออกแบบบ่ออาบแช่ที่มีความหลากหลายในการให้บริการ เช่น มีการผสมสมุนไพรท้องถิ่นลงในบางบ่อ หรือพื้นดินบางบริเวณที่มีความร้อนที่ถ่ายทอดมาจากใต้ดินก็อาจปรับพื้นที่เป็นที่ให้บริการนักท่องเที่ยวได้นอนรับความร้อนจากแผ่นวัสดุที่รับและถ่ายเทความร้อน โดยออกแบบสถานที่ให้สอดคล้องกับภูมิลักษณ์และวัสดุที่มีในท้องถิ่น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อโครงการย่อยที่ 2-4 ต่อไป

ดังนั้นโดยภาพรวม สรุปได้ว่าผลการศึกษาของโครงการย่อยที่ 1 ทั้งหมดจะเป็นประโยชน์เชื่อมโยงกับโครงการย่อยอื่นๆ ดังนี้

1. เป็นข้อมูลในการจำแนกเขตท่องเที่ยวตามสถานภาพและศักยภาพทางกายภาพที่รองรับได้ของแหล่งพุน้ำร้อนที่ศึกษา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างต้นแบบการออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกทางการท่องเที่ยวและภูมิทัศน์บนฐานของทุนสิ่งแวดล้อม (โครงการย่อยที่ 2)
2. เป็นข้อมูลในการพิจารณาขีดความสามารถในการรับได้ของพื้นที่ ขีดจำกัดความสามารถทางการท่องเที่ยวและนโยบายสู่แผนแม่บทการพัฒนาแหล่งพุน้ำร้อนต่อไป ทั้งยังเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้างกิจกรรมท่องเที่ยวจากการใช้น้ำพุร้อน และกิจกรรมเชื่อมโยงกับแหล่งพุน้ำร้อน

ซึ่งจะนำไปสู่การกำหนดรูปแบบการท่องเที่ยวแบบเบ็ดเสร็จสำหรับชุมชนพุน้ำร้อนที่ศึกษาต่อไป (โครงการย่อยที่ 3)

3. เป็นข้อมูลประกอบการกำหนดแผนงานและจัดทำคู่มือในการพัฒนาสมรรถนะการจัดการแหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อนอย่างมีส่วนร่วมของชุมชนต่อไป (โครงการย่อยที่ 4)

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- ข้อมูลพื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์พื้นพิภพที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาการท่องเที่ยวพุน้ำร้อน
- แนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของแหล่งพุน้ำร้อนที่ศึกษา
- ความเป็นไปได้ที่จะนำโคลนพุน้ำร้อนมาใช้ประโยชน์ เช่น Mud Spa
- แหล่งเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์พื้นพิภพของแหล่งพุน้ำร้อนที่ศึกษา
- การเผยแพร่ผลการวิจัยเพื่อใช้ประโยชน์สำหรับหน่วยงานต่างๆ

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากศัพท์ธรณีวิทยา “พุน้ำร้อน” หมายถึง แหล่งที่น้ำไหลขึ้นมาจากใต้ดิน และมีอุณหภูมิสูงกว่าร่างกายมนุษย์ น้ำที่พุขึ้นมาอาจจะอุ่นๆจนถึงเดือดพล่าน อาจบริสุทธิ์หรือมีแร่ธาตุรวมทั้งแก๊สละลายอยู่ทำให้มีรสและกลิ่นต่างๆ น้ำพุร้อนเป็นทรัพยากรธรณีที่มักเกิดในบริเวณแนวรอยเลื่อนซึ่งเป็นแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น ใช้เพื่อการอุปโภคและบริโภค เป็นแหล่งพลังงานใต้พิภพ ตลอดจนเป็นแหล่งท่องเที่ยวและบริการ ประเทศไทยมีแหล่งพุน้ำร้อนที่ได้สำรวจแล้ว 124 แหล่ง (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2551) ซึ่งบางแหล่งได้มีการศึกษาและพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ตามสมควรโดยเฉพาะในภาคเหนือ แต่อีกหลายแหล่งก็ยังไม่ได้มีการศึกษาอย่างจริงจังและเหลือที่ยังไม่ได้พัฒนาให้สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มศักยภาพ

2.1 การสำรวจแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพทางภาคเหนือของประเทศไทย

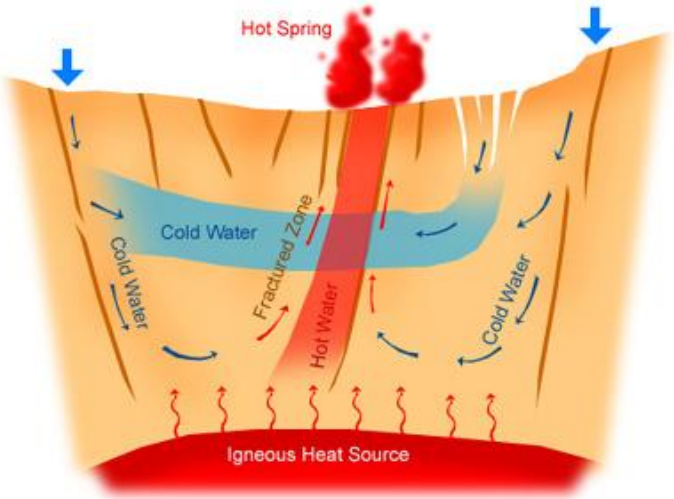
<u>ต้นกำเนิดความร้อน</u>

แหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพทางภาคเหนือของประเทศไทย ส่วนใหญ่มีต้นกำเนิดความร้อนมาจากการถ่ายเทความร้อนของหินหนืดร้อนใต้ผิวโลกผ่านชุดหินที่เป็น Heat Transfer Layer และบางส่วนอาจเกิดจากกระบวนการ Radiogenic Heating กล่าวคือ เกิดจากการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี เช่น ยูเรเนียม และทอเรียมในหินแกรนิตที่แทรกตัวขึ้นมาใกล้ผิวโลก โดยค่า Heat Production ของตัวอย่างหินบริเวณเทือกเขาขุนตาล อ.แม่ทา จ.ลำพูน มีค่าประมาณ 17 kw/km^3 ซึ่งสูงกว่าหินแกรนิตทั่วไปซึ่งมีค่าประมาณ 2.5 kw/km^3 (Ramingwong et at., 1980) และค่า Heat Generation ในประเทศไทย พบว่าในภาคเหนือมีค่าสูงกว่าที่พบในบริเวณอื่นๆทั่วโลก คือ สูงถึง 47.1×10^{13} $cal/sec.cm^3$ (Thienprasertet al., 1982) สำหรับประเทศไทย หินภูเขาไฟที่พบในบริเวณใกล้เคียงกับแหล่งน้ำพุร้อนส่วนใหญ่มีอายุแก่มากเกินกว่าที่จะเป็นต้นกำเนิดความร้อนได้ ส่วนหินภูเขาไฟยุค Quaternary ที่มีอายุน้อยสามารถเป็นต้นกำเนิดความร้อนได้ ส่วนใหญ่จะเป็นชนิดที่มาจากหินหนืดร้อนมีระดับลึกมาก และปรากฏอยู่ไกลจากแหล่งพุน้ำร้อนมาก

<u>การกำเนิดน้ำพุร้อน</u>

โดยทั่วไปต้นกำเนิดของน้ำร้อนที่พบในแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพแต่ละแหล่งในโลกมักมีต้นกำเนิดจากน้ำเย็นบนผิวดินหรือน้ำฝน (Meteoric Water) ที่ไหลซึมผ่านช่องว่างหรือรอยแตกของหินลึกลงไปใต้ดินได้รับความร้อนจากหินร้อนทำให้มีอุณหภูมิและความดันสูงขึ้น ไหลกลับสู่เบื้องบนและมาสะสมตัวในแหล่งกักเก็บที่เหมาะสม นอกจากนี้ปริมาณของน้ำใต้ดินบางส่วนอาจจะมาจากไอน้ำของหินหนืดที่เย็นตัว (Magmatic Water) และน้ำที่กักเก็บในช่องว่างระหว่างเม็ดแร่ประกอบหิน (Connate Water) หรือน้ำที่ได้จากการตกผลึกของหินบางชนิด สำหรับแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพทางภาคเหนือของประเทศไทย มีต้นกำเนิดของน้ำร้อนเช่นเดียวกับแหล่งอื่นๆทั่วโลก คือ มีต้นกำเนิดจากน้ำเย็นบนผิวดิน Giggenbach (1977) ทำการศึกษาวิจัยไอโซโทปของธาตุดิวทีเรียม(D) และธาตุออกซิเจน-18(^{18}O) ของตัวอย่างน้ำร้อน

และน้ำเย็น โดยเฉพาะแหล่งน้ำพุร้อนป่าแป๋ และแหล่งน้ำพุร้อนฝาง พบว่ามีส่วนประกอบของธาตุดิวทีเรียมและธาตุออกซิเจน-18 ของน้ำร้อนและน้ำเย็นในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 2-1 การเกิดน้ำพุร้อน
ที่มา: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2552)

<u>ธรณีวิทยาโครงสร้างของแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพ</u>

ลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างที่มีความสำคัญต่อระบบพลังงานความร้อนใต้พิภพทางภาคเหนือของประเทศไทย ได้แก่ รอยเลื่อน (Fault) และรอยแยก (Joints) ส่วนโครงสร้างทางธรณีวิทยาอื่นๆ เช่น ระนาบของชั้นหิน (Bedding) รอยคดโค้ง (Folding) ริ้วขนาน (Foliation) มีความสัมพันธ์กับแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพทางภาคเหนือเช่นกันแต่มีบทบาทน้อย เนื่องจากโครงสร้างประเภทแรกมีช่องว่างที่ให้น้ำร้อนไหลซึมขึ้นมาสู่ผิวดินได้มากกว่า จะพบว่าแหล่งพุน้ำร้อนแทบส่วนใหญ่ซึ่งปรากฏบริเวณภาคเหนือจะมีความสัมพันธ์หรืออยู่ภายใต้อิทธิพลของรอยเลื่อน (Fault Controlled) ทั้งที่เป็นรอยเลื่อนที่ยังมีพลัง (Active Fault) หรือ Concealed Fault

รอยเลื่อนที่สำคัญและเชื่อว่ายังคงมีพลัง คือ รอยเลื่อนแม่ทา ซึ่งมีลักษณะแบบครึ่งวงกลม (Semi-Circular Structure) ปรากฏอยู่ทางด้านทิศตะวันออกของจังหวัดเชียงใหม่ และสามารถพบแหล่งพุน้ำร้อนหลายแหล่งปรากฏอยู่ในบริเวณรอยเลื่อนนี้ เช่น แหล่งพุน้ำร้อนโป่งฮ่อม อำเภอสันกำแพง แหล่งพุน้ำร้อนโป่งกุ่ม อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ และแหล่งพุน้ำร้อนบริเวณอำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน เป็นต้น รอยเลื่อนแม่สะเรียง-แม่ฮ่องสอน เป็นรอยเลื่อนธรรมดา (Normal Fault) วางตัวอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ มีความยาวมากกว่า 100 กิโลเมตร และพบน้ำพุร้อนที่เกิดอยู่ในแนวรอยเลื่อนนี้ คือ แหล่งพุน้ำร้อนอุมลองหลวง อำเภอแม่สะเรียง เป็นต้น รอยเลื่อนในแนวประมาณทิศตะวันออก-ตะวันตก ซึ่งเป็นรอยเลื่อนฝาง-แม่จัน มีความยาวประมาณ 140 กิโลเมตร และมีน้ำพุร้อนที่เกิดร่วมกับรอยเลื่อนนี้ ได้แก่ แหล่งพุน้ำร้อนฝาง แหล่งพุน้ำร้อนโป่งเมืองงาม และแหล่งพุน้ำร้อนแม่จัน เป็นต้น รอยเลื่อนในแนวทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ บริเวณจังหวัดแพร่ ซึ่งเป็นรอยเลื่อนสัมผัสระหว่างหินภูเขาไฟยุค Permo-Triassic กับหินตะกอนที่เกิดในทะเล(Marine) ยุค Triassic สามารถพบแหล่งพุน้ำร้อนที่เกิดตามรอยเลื่อนนี้ ได้แก่ แหล่งพุน้ำร้อนบ้านแม่จอก และแหล่งพุน้ำร้อนบ้านปันเจน อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ เป็นต้น

การศึกษาวิจัยตัวอย่างหินจากหลุมเจาะที่บริเวณแหล่งพุน้ำร้อนอำเภอสันกำแพง อำเภอฝาง อำเภอพร้าว และอำเภอวังชิ้น พบรอยแยกและรอยเลื่อนขนาดเล็กมากมายปรากฏในตัวอย่างหินที่ระดับความลึกต่างๆกัน แสดงว่าแหล่งกักเก็บพลังงานความร้อนใต้พิภพน่าจะเป็นแหล่งกักเก็บที่เกิดจากรอยเลื่อนและรอยแยกของหินมากกว่าแหล่งกักเก็บที่เกิดจากความพรุนของหิน

<u>ลักษณะการกำเนิดและความสัมพันธ์ร่วมกับหินชนิดต่างๆ</u>

แหล่งพุน้ำร้อนทางภาคเหนือของประเทศไทยมีมากกว่า 50 แหล่ง ซึ่งสามารถจำแนกลักษณะการกำเนิดและความสัมพันธ์ของหินชนิดต่างๆได้ 4 ประเภท ได้แก่

1). แหล่งพุน้ำร้อนที่เกิดในหินแกรนิต ส่วนใหญ่เป็นยุค Triassic มีประมาณ 20% เช่น แหล่งพุน้ำร้อนเทพพนม แหล่งพุน้ำร้อนป่าแป๋ และแหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปง เป็นต้น

2). แหล่งพุน้ำร้อนที่เกิดใกล้รอยสัมผัสของหินแกรนิตกับหินชั้นหรือหินแปร มีประมาณ 30% เช่น แหล่งพุน้ำร้อนฝาง แหล่งพุน้ำร้อนแม่จัน เป็นต้น

3). แหล่งพุน้ำร้อนที่เกิดในชั้นหินแปรชนิดเกรดต่ำซึ่งอยู่ไม่ห่างจากหินแกรนิต (ประมาณ 5-10 กิโลเมตร) มีประมาณ 40% เช่น แหล่งพุน้ำร้อนโป่งฮ่อม แหล่งพุน้ำร้อนโป่งจ๊ะจ๋า เป็นต้น

4). แหล่งพุน้ำร้อนที่เกิดอยู่ในแอ่งตะกอนยุค Tertiary มีประมาณ 10% เช่น แหล่งพุน้ำร้อนบ้านโป่งน้ำร้อน อำเภอเกาะคา และแหล่งพุน้ำร้อนบ้านโป่ง อำเภอพร้าว เป็นต้น

2.2 ภูมิประเทศและธรณีวิทยาภาคเหนือและภาคตะวันตกตอนบน

2.2.1 ลักษณะภูมิประเทศและภูมิสัณฐาน บริเวณภาคเหนือและภาคตะวันตกตอนบน

ทั้งสองบริเวณนี้มีภูมิประเทศที่เหมือนกัน คือ ประกอบด้วยเทือกเขา (mountain ranges) สูงสลับซับซ้อนต่อเนื่องกันหลายเทือก ส่วนใหญ่วางตัวอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ และตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ มีความสัมพันธ์กับลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างของประเทศ และมีลักษณะสัณฐานเป็นแนวยาวติดต่อกับแนวเทือกเขาหิมาลัย รวมทั้งเทือกเขาในที่ราบสูงชานและยูนาน ทิวเขาในบริเวณนี้ที่สำคัญได้แก่ ทิวเขาแดนลาว ทิวเขาถนนธงชัย ทิวเขาผีปันน้ำ และทิวเขาหลวงพระบาง เป็นต้น บริเวณที่อยู่ระหว่างเทือกเขาเหล่านี้เป็นที่ราบลุ่มระหว่างหุบเขา อันเป็นแหล่งกำเนิดของทางน้ำที่สำคัญหลายสายที่ไหลลงไปสู่ทางตอนใต้ของประเทศ

<u>บริเวณที่สูงทางภาคเหนือ (Northern Highland)</u>

ขอบเขตของบริเวณนี้ประกอบด้วยพื้นที่ภูเขาซึ่งมีอัตราส่วนที่สูงกว่าพื้นที่ราบประมาณ 4:1 ครอบคลุมพื้นที่บริเวณจังหวัดเชียงราย แม่ฮ่องสอน พะเยา เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง น่าน แพร่ และอุตรดิตถ์ ซึ่งขอบเขตทางทิศใต้จะเป็นพื้นที่รอยต่อกับที่ราบลุ่มภาคกลาง สำหรับขอบเขตทางทิศตะวันออกจรดประเทศลาว โดยมีทิวเขาหลวงพระบางกั้นพรมแดน ซึ่งทิวเขานี้วางตัวทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของอำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย แล้วทอดผ่านลงมาทางทิศใต้ในเขตจังหวัดพะเยา แพร่ น่าน และอุตรดิตถ์ รวมความยาว 590 กิโลเมตร ส่วนใหญ่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทิวเขาสูงและหุบเขาแคบๆ มีความลาดชันมากและมีระดับความสูงมากกว่าภาคอื่นๆ ทิวเขานี้ปันน้ำส่วนหนึ่งลงสู่แม่น้ำโขงทางทิศตะวันออกและปันน้ำลงสู่แม่น้ำยมและแม่น้ำน่านทางทิศตะวันตก

ทางด้านทิศเหนือและทิศตะวันตกของบริเวณนี้จรดเขตประเทศพม่า โดยมีทิวเขาแดนลาวและทิวเขาถนนธงชัยกั้นพรมแดน ทิวเขาเหล่านี้มียอดเขาจำนวนมากที่สูงกว่า 2,000 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ทิวเขาแดนลาวมีความต่อเนื่องมาจากเทือกเขาสูงในประเทศพม่า ซึ่งในช่วงที่เป็นแนวกั้นพรมแดนระหว่างประเทศไทยกับประเทศพม่า มีความยาวประมาณ 120 กิโลเมตร และทอดตัวลงไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ไปบรรจบกับทิวเขาถนนธงชัย ซึ่งเป็นทิวเขาที่อยู่ทางทิศตะวันตกของภาคเหนือ ทิวเขาถนนธงชัยประกอบด้วยเทือกเขาที่สำคัญหลายเทือกเขา วางซ้อนกันอยู่ในแนวเหนือ-ใต้จากด้านตะวันตกไปตะวันออก รวมความยาวทั้งหมด 880 กิโลเมตร เช่น เทือกเขาสุเทพ เทือกเขาจอมทอง เทือกเขาอินทนนท์ ซึ่งมียอดเขาที่สูงที่สุดในประเทศไทย คือ ยอดดอยอินทนนท์ ซึ่งสูงประมาณ 2,590 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ระดับความสูงของพื้นที่นี้จะมีความสูงมากด้านทิศเหนือและทิศตะวันตกแล้วจะค่อยๆลดต่ำลงสู่แอ่งที่ราบเชียงใหม่-ลำพูน

สำหรับตอนกลางของพื้นที่นี้ ประกอบด้วยทิวเขามีลักษณะซับซ้อนเป็นสันยาวต่อเนื่องกัน รวม 3 ทิว มีความยาวทั้งหมด 412 กิโลเมตร ส่วนใหญ่วางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ทิวเขาในบริเวณนี้โดยทั่วไปจะเรียกว่าทิวเขาผีปันน้ำ เนื่องจากทำหน้าที่เป็นสันปันน้ำให้ไหลไปทางทิศเหนือส่วนหนึ่งและไหลลงไปทางทิศใต้อีกส่วนหนึ่ง ตามลักษณะความลาดชันของแนวสันเขา ทางน้ำที่ไหลไปทางทิศเหนือ ได้แก่ แม่น้ำฝาง น้ำแม่กก น้ำแม่จัน และน้ำแม่อิง เป็นต้น ซึ่งแม่น้ำเหล่านี้จะไหลลงสู่แม่น้ำโขงต่อไป ส่วนทางน้ำที่ไหลลงทางทิศใต้นั้น ได้แก่ แม่น้ำปิง วัง ยม และน่าน ซึ่งแม่น้ำทั้งสี่สายนี้เป็นสาขาที่สำคัญของแม่น้ำเจ้าพระยา

บริเวณระหว่างแนวเขาเหล่านี้จะเป็นแอ่งที่ราบหุบเขา (Valley plain) และที่ราบลุ่มริมน้ำ (fluvial plain) กระจายตัวอยู่ทั่วไปหลายแห่ง ซึ่งเป็นแหล่งที่ตั้งของชุมชนขนาดใหญ่ทางภาคเหนือที่สำคัญ ได้แก่ แอ่งเชียงราย บริเวณลุ่มแม่น้ำกกและแม่น้ำอิง แอ่งแพร่ บริเวณลุ่มแม่น้ำยม แอ่งลำปาง บริเวณลุ่มแม่น้ำวัง แอ่งเชียงใหม่-ลำพูน บริเวณลุ่มแม่น้ำปิง แอ่งปาย แอ่งฝาง ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ เป็นต้น โดยแอ่งเหล่านี้ทางด้านตะวันตกจะมีระดับความสูงมากกว่าด้านตะวันออก

<u>บริเวณที่สูงทางภาคตะวันตกตอนบน (Upper Western Highland)</u>

ขอบเขตของบริเวณนี้ครอบคลุมพื้นที่บริเวณจังหวัดตาก กำแพงเพชร อุทัยธานี สุพรรณบุรี และกาญจนบุรี ลักษณะภูมิประเทศประกอบด้วยเทือกเขาสูงสลับซับซ้อนที่ยาวต่อเนื่องลงมาทางใต้ของทิวเขาถนนธงชัยในภาคเหนือ ซึ่งเป็นเทือกเขาทางด้านตะวันตกที่กั้นพรมแดนระหว่างประเทศไทยกับประเทศพม่า เทือกเขาเหล่านี้ส่วนใหญ่วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ แล้วบิดโค้งจากแนวเดิมมาวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ในทิศทางเดียวกับรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์(Three Pagoda Fault Zone) ระดับความสูงของเทือกเขาที่ยาวต่อเนื่องกันจะค่อยๆลดต่ำลงกลายเป็นภูเขาโดดๆขนาดเล็กสลับกับพื้นที่ลอนลาด และเอียงเทลงสู่ที่ราบลุ่มภาคกลางซึ่งอยู่ทางด้านตะวันออก

ภูเขาในบริเวณนี้เป็นหน้าผาตั้งชันมากกว่าทางตอนเหนือ จึงทำให้มีที่ราบหุบเขาและที่ราบลุ่มริมน้ำแคบๆกระจายตัวอยู่ทั่วไปมากกว่าทางตอนเหนือ ทางน้ำที่เกิดจากทิวเขาถนนธงชัย ได้แก่ แม่น้ำแควใหญ่ แม่น้ำแควน้อย ซึ่งไหลตามแนวรอยเลื่อนขนาดใหญ่ และมีเทือกเขาหินปูนกลางมีความสูงประมาณ 1,300 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง แม่น้ำทั้งสองไหลมารวมกันเป็นแม่น้ำแม่กลองที่ตำบลปากแพรก จังหวัดกาญจนบุรี นอกจากนี้ยังมีแม่น้ำเมยซึ่งเป็นแม่น้ำกั้นพรมแดนระหว่างประเทศไทยกับประเทศพม่า บริเวณอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก มีทิศทางการไหลย้อนกลับไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือและไหลไปบรรจบ

กับแม่น้ำสาละวินในเขตประเทศพม่า และแม่น้ำสะแกกรังซึ่งไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ผ่านจังหวัดอุทัยธานีมาบรรจบกับแม่น้ำเจ้าพระยา เป็นต้น

2.2.2 ธรณีวิทยาบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันตกตอนบน

<u>ธรณีวิทยาทั่วไป</u>

ธรณีวิทยาภาคเหนือและภาคตะวันตกตอนบน ซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูงสลับซับซ้อนต่อเนื่องกันในแนวเหนือ-ใต้ และตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้นั้น ประกอบด้วยหินยุคต่างๆกัน โดยเทือกเขาเหล่านี้มักถูกกำหนดโดยลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างและชนิดของหินที่ปรากฏ

<u>ธรณีวิทยาแนวแม่ฮ่องสอน - แม่สอด – ทองผาภูมิ</u>

ชั้นหินที่สำคัญในแนวนี้ประกอบด้วยหินยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน-คาร์บอนิเฟอรัส ส่วนใหญ่ ได้แก่ หินเชิร์ต หินดินดาน หินทราย และหินทรายชนิดซับเกรย์แวก สลับกับชั้นหินปูน โดยมีหินทรายแดงและหินกรวดมนยุคคาร์บอนิเฟอรัสวางตัวอยู่ข้างบน แนวเทือกเขาที่ต่อลงมาทางใต้ในเขตอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี พบหินประเภทต่างๆที่มีอายุเกือบจะครบตลอดอายุทางธรณีกาล คือ ตั้งแต่ช่วงต้นยุคแคมเบรียนถึงช่วงปลายยุคเทอร์เชียรี หินส่วนใหญ่เป็นหินตะกอน มีหินอัคนีและหินแปรเพียงส่วนน้อย หินแปร เช่น หินไนส์ หินชีสต์ หินควอร์ตไซต์ หินแคลก์ซิลิเกต และหินอ่อน ซึ่งเชื่อว่าเป็นหินยุคแคมเบรียน พบเป็นแนวยาวอยู่สองบริเวณ คือ บริเวณน้ำตกคลองลาน จังหวัดกำแพงเพชร และแนวระหว่างลำน้ำแควใหญ่กับลำน้ำแควน้อย ช่วงระหว่างอำเภอศรีสวัสดิ์กับอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี โดยต่อเนื่องลงมาตามแนวลำน้ำแควใหญ่ถึงบริเวณด้านใต้ของอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี เป็นหินปูนและหินตะกอนมหายุคพาลีโอโซอิกตอนล่าง ยุคออร์โดวิเชียน-ดีโวเนียน ที่ถูกแปรสภาพขั้นต่ำไม่รุนแรงนัก ส่วนหินยุคดีโวเนียน-คาร์บอนิเฟอรัสพบอยู่ด้านตะวันตกของลำน้ำแควน้อยต่อเนื่องลงไปทางใต้ ลักษณะเด่นประการหนึ่งในพื้นที่นี้คือ มีหินปูนยุคเพอร์เมียน หินทราย และหินทรายแป้งสีแดงที่เกิดจากการสะสมตัวในทะเลมหายุคมีโซโซอิกแผ่กระจายเป็นบริเวณกว้างขึ้นไปถึงเขตอำเภออุ้มผาง จังหวัดตาก

<u>ธรณีวิทยาแนวดอยอินทนนท์ – ตาก</u>

แนวเทือกเขานี้ทอดยาวจากทางเหนือลงมาจดแนวรอยเลื่อนแม่น้ำปิงยาวประมาณ 300 กิโลเมตร กว้างมากกว่า 70 กิโลเมตร ซึ่งมีลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างเป็นแกนรูปประทุนของภูมิภาค (Baum et al., 1970) ประกอบด้วยหินแปรเกรดสูงพวก หินพาราไนส์ หินควอร์ตซิติกชีสต์ หินไบโอไทต์ชีสต์ หินแคลก์-ซิลิเกตชีสต์ และหินอ่อน (Baum et al., 1970 และCampbell, 1975) แนวชั้นหินด้านทิศเหนือวางตัวอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ แล้วค่อยๆเบนไปเป็นแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ใกล้กับแนวรอยเลื่อนแม่ปิง พบว่ามีหินอัคนีชนิดหินแกรนิต หินแกรโนไดออไรต์ และหินเพกมาไทต์ แทรกอยู่หลายๆบริเวณตลอดแนวเทือกเขา หินแปรเกรดสูงทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือของอำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน และทางตะวันตกของอำเภอจอมทอง และอำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ ถูกปิดทับด้วยหินทรายยุคแคมเบรียนและ/หรือ หินปูนยุคออร์โดวิเชียนแบบไม่ต่อเนื่อง(Baum et al., 1970)

<u>ธรณีวิทยาแนวเชียงราย - เชียงใหม่ – เถิน</u>

ชั้นหินที่สำคัญในแนวนี้ประกอบด้วยหินยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน-คาร์บอนิเฟอรัส ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 แนว คือ แนวด้านตะวันตกที่ชั้นหินเป็นหินเชิร์ตและหินปูนมีซากดึกดำบรรพ์ซึ่งไม่ถูกแปรสภาพ ส่วนอีกแนวด้านตะวันออกเป็นหินแปรเกรดต่ำ ประกอบด้วยหินควอร์ตโซเฟลด์สปาติกชีสต์ หินฟิลไลต์

หินควอร์ตไซต์ และหินเชิร์ต ซึ่งแผ่กระจายปกคลุมบริเวณด้านตะวันออกของเขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก บริเวณด้านตะวันออกของอำเภอเถิน ดอยขุนตาล จังหวัดลำปาง และบริเวณดอยลังกา จังหวัดเชียงราย โดยมีหินแกรนิตแทรกดันตัวเข้ามาในบางพื้นที่ เช่น ที่ดอยขุนตาล ดอยหมอก และดอยลังกา

2.3 ธรณีวิทยาพื้นที่แหล่งพุน้ำร้อนล้านนา

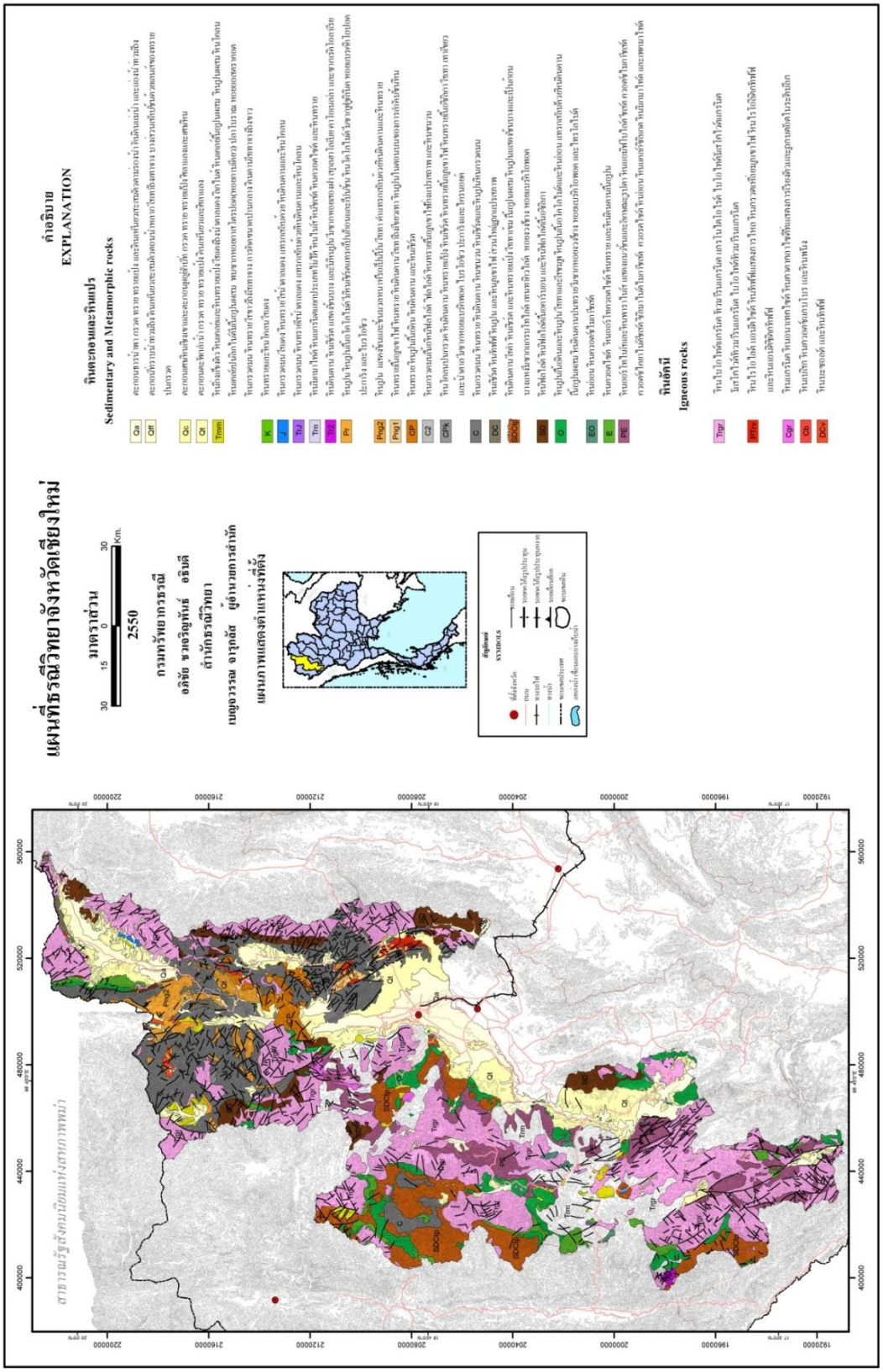
ธรณีวิทยาในพื้นที่ภาคเหนือซึ่งครอบคลุมพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ (ภาพที่ 2-2) เชียงราย (ภาพที่ 2-3) แม่ฮ่องสอน (ภาพที่ 2-4) ลำพูน ลำปาง และแพร่ อยู่ระหว่างเส้นลองติจูด 97°44´ ถึง 100° 35´ ตะวันออกและเส้นละติจูด 17° 45´ ถึง 20° 30´ เหนือ Bunopas(1981) ได้แบ่งตามลักษณะธรณีโครงสร้างทางภาคเหนือออก 4 ส่วน ประกอบด้วย บริเวณธรณีวิทยาแปรสัณฐานด้านตะวันตกนอก (West Tectonic Province) บริเวณธรณีวิทยาแปรสัณฐานด้านตะวันตกใน (Main Western Range Tectonic Province) บริเวณธรณีวิทยาแปรสัณฐานส่วนเหนือตอนกลาง (Central North Tectonic Province) และบริเวณธรณีวิทยาแปรสัณฐานด้านตะวันออก (East Tectonic Province)

<u>บริเวณธรณีวิทยาแปรสัณฐานด้านตะวันออก</u> ได้แก่ พื้นที่บริเวณแนวเขตแดนด้านตะวันตกของประเทศไทยและพื้นที่บางส่วนทางด้านตะวันออกของประเทศเมียนม่าร์ เส้นแบ่งขอบเขตของบริเวณนี้เริ่มจากเหนือสุดลงมาทางใต้จากจังหวัดแม่ฮ่องสอนถึงจังหวัดตาก หินส่วนใหญ่เป็นหินตะกอนเนื้อประสม (clastic) และหินคาร์บอเนต (carbonate) มีอายุตั้งแต่ยุคคาร์บอนิเฟอรัสถึงยุคจูแรสซิก ไม่พบหินภูเขาไฟ รอยเลื่อนต่างๆอยู่ในแนวเหนือใต้

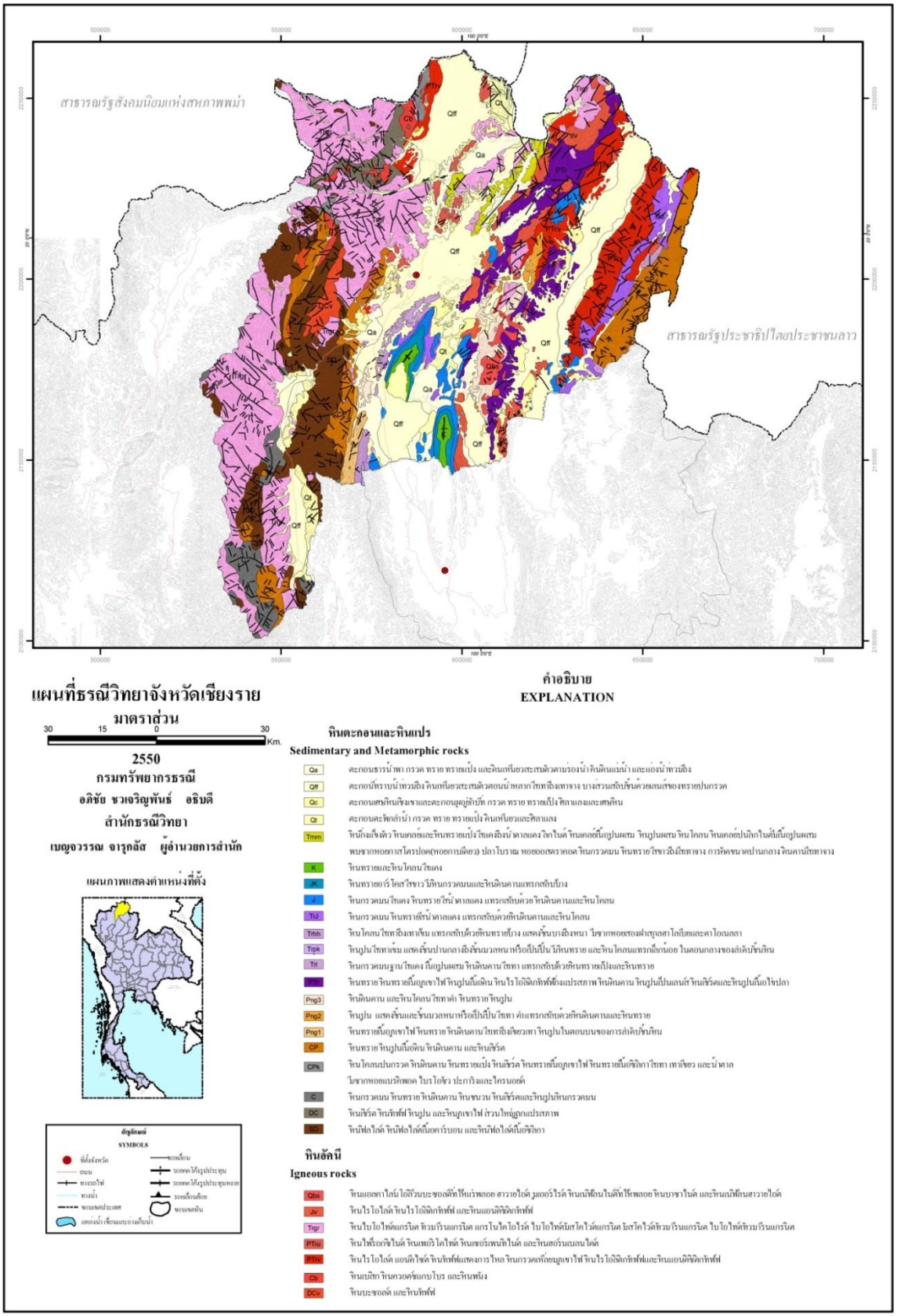
<u>บริเวณธรณีวิทยาแปรสัณฐานด้านตะวันตกใน</u> เป็นพื้นที่ส่วนที่อยู่ทางด้านตะวันออกของบริเวณธรณีวิทยาแปรสัณฐานด้านตะวันตกนอก เส้นแบ่งเขตด้านตะวันออกของบริเวณนี้เริ่มตั้งแต่อำเภอฝางผ่านแอ่งเชียงใหม่ลงมาทางใต้จรดจังหวัดตาก Bunopas(1981) ได้อธิบายถึงวิวัฒนาการของธรณีวิทยาในภาคเหนือว่าเป็น “มวลเขาสูงฉานไทย”(Shan – Thai Massif) ประกอบด้วยหินแปรยุคพรีแคมเบรียน บางแห่งพบหินแกรนิตยุคคาร์บอนิเฟอรัสแทรกตัวเข้ามาในหินแปร และประกอบด้วยหินมหายุคพาลีโอ-โซอิกตอนล่างซึ่งวางตัวอยู่บนหินยุคพรีแคมเบรียนอย่างไม่ต่อเนื่อง ส่วนหินมหายุคพาลีโอโซอิกตอนกลางพบมากทางด้านตะวันตกของบริเวณนี้ บริเวณตะวันตกของบริเวณนี้มีการยกตัวพร้อมกับการเกิดรอยเลื่อนและรอยแยกมากมาย

<u>บริเวณธรณีวิทยาแปรสัณฐานส่วนเหนือตอนกลาง</u> บริเวณนี้เป็นพื้นที่ภาคเหนือตอนกลางจากภาคเหนือผ่านภาคกลางจรดภาคตะวันออกของประเทศไทยที่จังหวัดจันทบุรี หินบริเวณนี้ประกอบด้วยหินตะกอนเนื้อประสม (classic) และหินคาร์บอเนต (carbonate) มีอายุระหว่างมหายุคพาลีโอโซอิกตอนกลางถึงมหายุคมีโซโซอิก มีหินภูเขาไฟจำพวกแคลก์-อัลคาไลน์ (calc-alkaline) เกิดขึ้นในบริเวณนี้ด้วย นอกจากนี้ยังมีหินแกรนิตมหายุคมีโซโซอิกแทรกเข้ามาในบริเวณนี้ ขอบเขตของบริเวณธรณีวิทยาแปรสัณฐานส่วนเหนือตอนกลางแผ่กระจายจากแอ่งฝางไปทางทิศตะวันออกถึงอำเภอเชียงของ และอำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย หินในบริเวณนี้ได้รับแรงบีบอัดอย่างรุนแรง มีรอยเลื่อนแบบรอยเลื่อนย้อนมุมต่ำ (thrust fault) เกิดร่วมด้วยเนื่องจากการชน (collision) ของมวลเขาสูงฉานไทยกับหินฐานธรณีอินโดไชนา (Indochina Craton) ทางฝั่งตะวันออกของบริเวณนี้ในช่วงยุคเพอร์เมียนตอนบนถึงยุคไทรแอสซิกตอนบน พร้อมกับการระเบิดของภูเขาไฟ

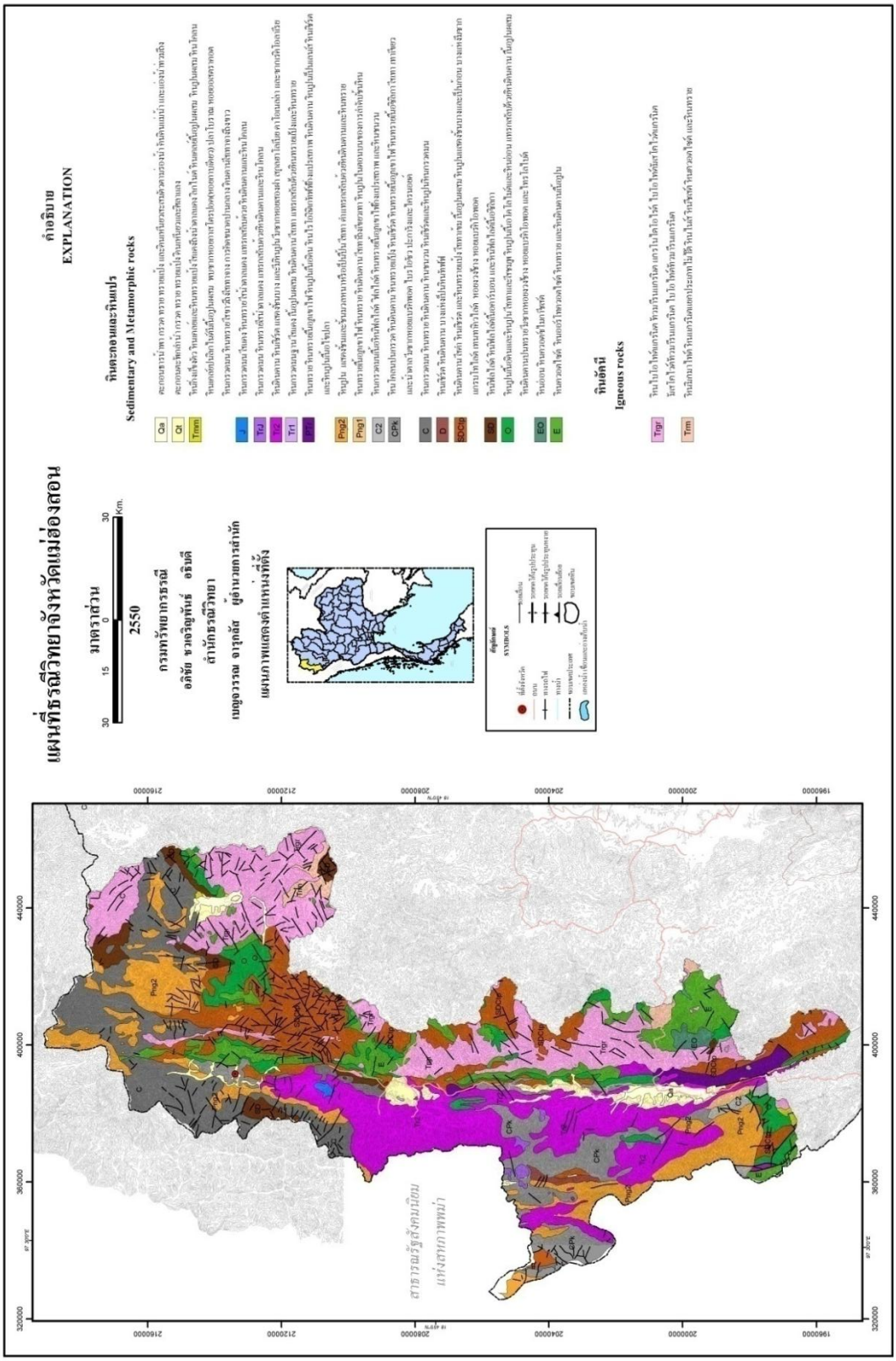
<u>บริเวณธรณีวิทยาแปรสัณฐานด้านตะวันออก</u> บริเวณนี้เป็นพื้นที่ทางขอบตะวันออกของภาคเหนือติดกับบริเวณที่ราบสูงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินทราย (Sandstone) และหินดินดาน (shale) ที่เกิดตามไหล่ทวีปในช่วงมหายุคมีโซโซอิก (Mesozoic) ได้รับแรงบีบอัดไม่รุนแรงเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณธรณีวิทยาแปรสัณฐานส่วนเหนือตอนกลางและพบหินภูเขาไฟที่มีอายุยุคมีโซโซอิกแทรกขึ้นมาด้วย



ภาพที่ 2-2 ธรณีวิทยาจังหวัดเชียงใหม่
ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี (2550)



ภาพที่ 2-3 ธรณีวิทยาจังหวัดเชียงราย
ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี (2550)



ภาพที่ 2-4 ธรณีวิทยาจังหวัดแม่ฮ่องสอน
ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี (2550)

2.4 ข้อมูลทั่วไปแหล่งพุน้ำร้อนล้านนา

2.4.1 แหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด

เป็นบ่อน้ำพุร้อนธรรมชาติที่สำคัญในอำเภอดอยสะเก็ด ตั้งอยู่บริเวณหุบเขาในหมู่บ้าน มีทัศนียภาพโดยรอบและบรรยากาศร่มรื่น ประกอบไปด้วยน้ำแร่หลายบ่อ ในแต่ละบ่อมีระดับความร้อนแตกต่างกันไป โดยน้ำในบ่อน้ำร้อนทุกบ่อจะมีแร่กำมะถันเป็นองค์ประกอบ ลักษณะของพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดจะวางตัวต่อเนื่องแนวเดียวกับพุน้ำร้อนสันกำแพงตามแนวรอยเลื่อนแม่กวง-ดอยสะเก็ด มีลักษณะธรณีวิทยาเป็นพุน้ำร้อนที่เกิดบริเวณที่ราบระหว่างหุบเขา แบ่งเป็นสองกลุ่มห่างกันประมาณ 400 เมตร ลักษณะของพุน้ำร้อนเป็นแบบบ่อน้ำร้อนและแบบน้ำเดือด เป็นหินชั้นยุคคาร์บอนิเฟอรัสและหินภูเขาไฟชนิดเบส สารละลายในน้ำพุน้ำร้อนมีปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์(H_2S) และคาร์บอนไดออกไซด์ค่อนข้างสูง หินท้องที่เป็นหินชั้นยุคคาร์บอนิเฟอรัส อัตราการไหลของน้ำร้อน 12.6 ลิตร/วินาที การเกิดบ่อพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดมีความสัมพันธ์กับหินอัคนีในระดับลึก แต่เนื่องจากมวลหินอัคนีบริเวณนี้เป็นหินเก่าแก่อายุมากตามมาตรธรณีกาลทำให้อุณหภูมิของมวลหินค่อนข้างต่ำ พุน้ำร้อนที่ได้จึงมีอุณหภูมิไม่สูงนัก

ภาพที่ 2-5 แหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่

2.4.2 แหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง

บ่อน้ำพุร้อนโป่งปูเฟือง ตั้งอยู่ที่บ้านโป่งปูเฟือง ตำบลแม่สรวย อำเภอแม่สรวย จ.เชียงราย น้ำพุร้อนมีกลิ่นกำมะถันค่อนข้างแรง เอกชนจึงมีการสร้างสถานที่พักผ่อนแช่น้ำแร่อาบน้ำร้อนขึ้นมา โดยอาศัยธารน้ำร้อนจากโป่งปูเฟืองเข้ามาในห้องอาบน้ำแร่ที่อยู่ไม่ไกลจากน้ำพุร้อนโป่งปูเฟือง ซึ่งนอกจากการอาบน้ำแร่แช่น้ำร้อนแล้ว จะมีกิจกรรมชมบ่อน้ำร้อนและชมวิธีการต้มหน่อไม้จากน้ำร้อนในบ่อน้ำร้อนของชาวบ้านสำหรับนักท่องเที่ยว และสามารถเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยวใกล้เคียง อาทิ น้ำตกโป่งสะลำ ดอยวาวีหรือดอยช้าง วัดพระเจ้าทองทิพย์ อุทยานแห่งชาติดอยหลวง น้ำตกขุนกรณ์ เป็นต้น แหล่งพุน้ำร้อนมีลักษณะธรณีวิทยาประกอบด้วย หินชีสต์ หินฟิลไลต์ และหินชนวนอายุไซลูเรียน-ดีโวเนียน กรวดหินมนใหญ่ของแร่ควอตซ์ และหินแกรนิตเนื้อละเอียด น้ำพุร้อนไหลขึ้นมาตามรอยเลื่อนทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ บริเวณน้ำพุร้อนพบก๊าซผุดขึ้นมากับน้ำพุร้อนเป็นจำนวนมาก มีกลิ่นกำมะถันรุนแรง พบแร่แปรสภาพพวกคาร์บอเนตและซิลิกา

ภาพที่ 2-6 แหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง จ.เชียงราย

2.4.3 แหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปง

ตั้งอยู่ในเขตบ้านเมืองแปง ต.เมืองแปง อ.ปาย จ.แม่ฮ่องสอน เป็นบ่อน้ำพุร้อนขนาดใหญ่มีลักษณะภูมิประเทศประกอบด้วยเทือกเขาสูงชันเกือบตลอดพื้นที่ ยกเว้นด้านเหนือสุดซึ่งมีแม่น้ำปายไหลผ่านในแนวตะวันออก-ตะวันตก ที่มีที่ราบน้ำท่วมถึงกว้างเกือบหนึ่งกิโลเมตร เป็นที่ตั้งของชุมชนขนาดใหญ่ เช่น บ้านเมืองแปง และบ้านดอนตัน นอกจากนั้นก็มีที่ราบแคบๆริมฝั่งทางน้ำสาขาของแม่น้ำปาย ได้แก่ ห้วยแม่แปง ซึ่งไหลผ่านตำแหน่งที่มีน้ำพุร้อนปรากฏ พบโครงสร้างธรณีที่สำคัญในพื้นที่คือ แนวรอยเลื่อนที่สัมพันธ์กับการปรากฏน้ำพุร้อนตามแนวห้วยแม่แปง และแนวรอยเลื่อนที่เป็นขอบเขตของหินตะกอนยุคคาร์บอนิเฟอร์รัสสัมผัสกับหินแกรนิตทางด้านตะวันตกของพื้นที่

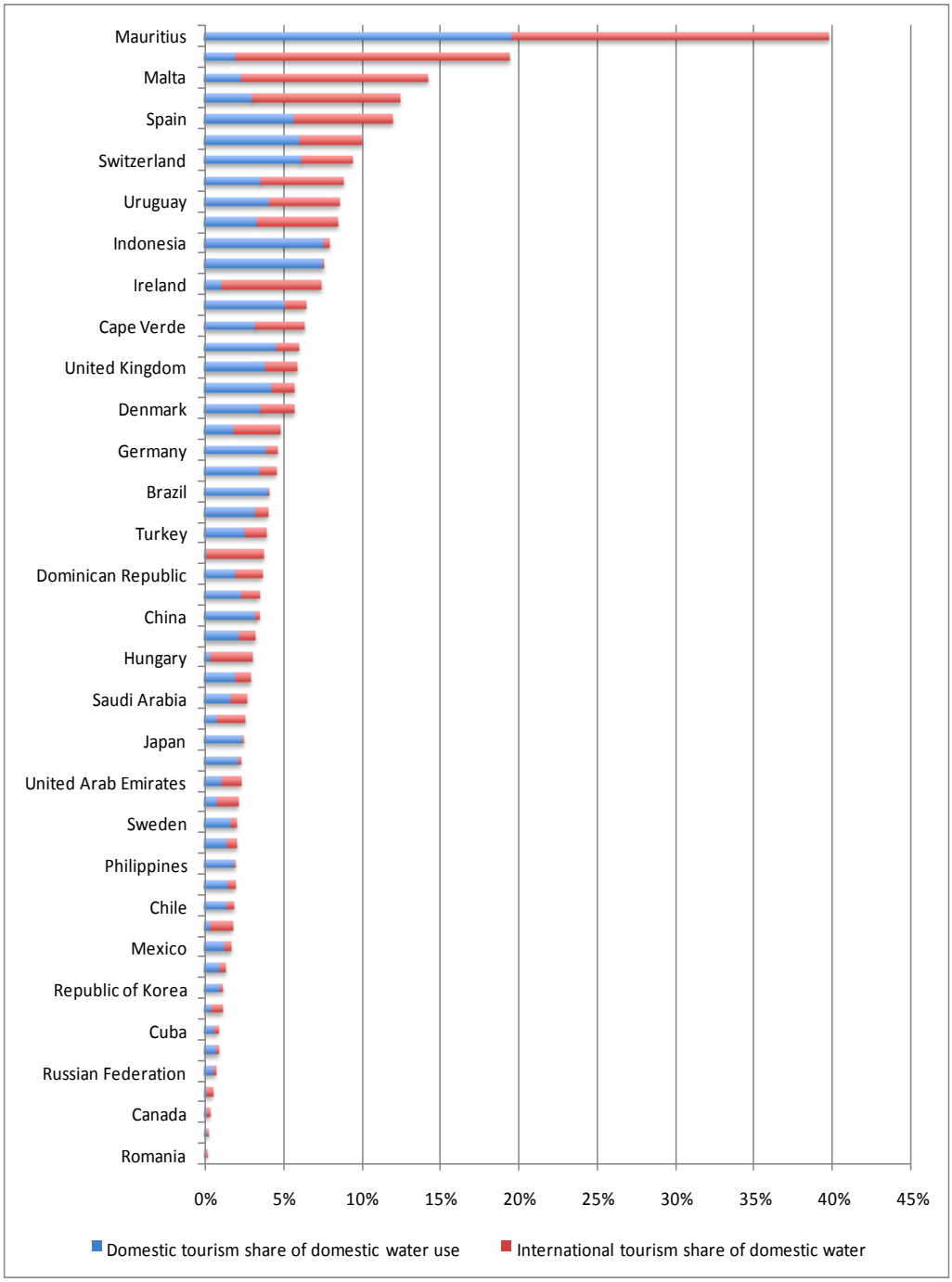

ภาพที่ 2-7 แหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปง จ.แม่ฮ่องสอน

2.5 การท่องเที่ยวกับการใช้น้ำ

ได้มีการศึกษาและรวบรวมถึงการใช้น้ำในการท่องเที่ยวในแต่ละประเทศ โดย Stefan และคณะ ซึ่งทำให้ทราบว่า การท่องเที่ยวจะใช้น้ำน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ของการใช้น้ำทั้งหมดในโลก และจะไม่มีนัยสำคัญถ้าการเพิ่มจำนวนของนักท่องเที่ยวมีน้อยกว่า 4 เปอร์เซ็นต์ต่อปี

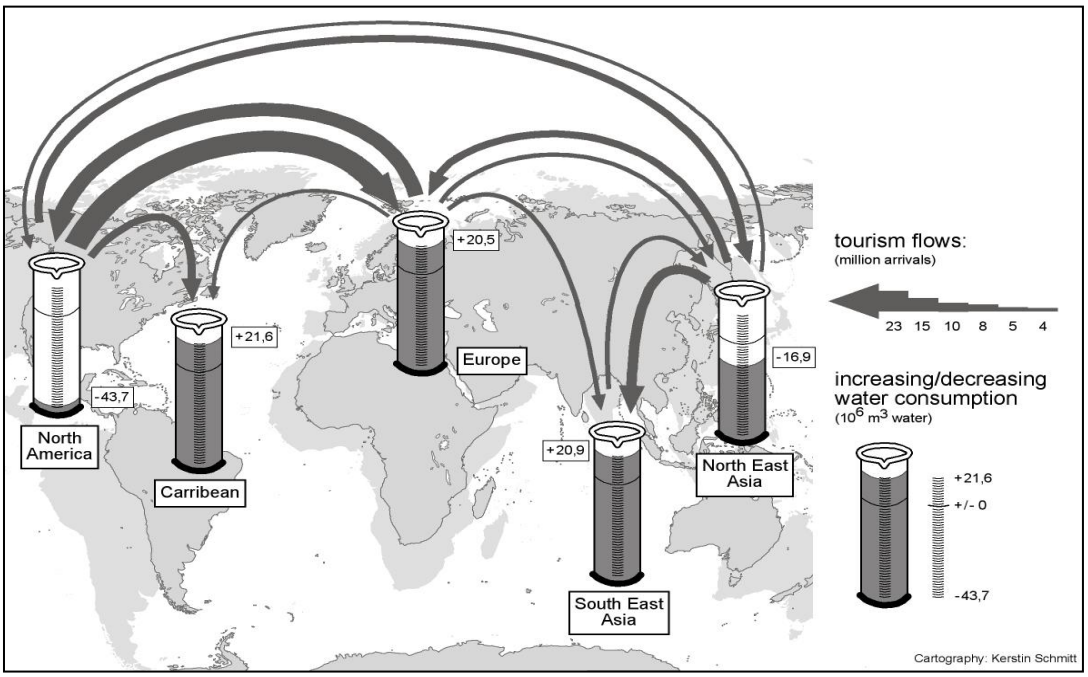
การเปรียบเทียบถึงปริมาณน้ำที่ใช้โดยนักท่องเที่ยวในประเทศกับน้ำที่ใช้โดยนักท่องเที่ยวต่างชาติของแต่ละประเทศ (ภาพที่ 2-8) พบว่า ประเทศมอริเชียสมีการใช้น้ำมากที่สุด โดยมีสัดส่วนระหว่างน้ำที่ใช้โดยนักท่องเที่ยวในประเทศเท่ากับนักท่องเที่ยวต่างชาติ ประเทศที่มีการใช้น้ำน้อยที่สุด คือ ประเทศโรมาเนีย

ซึ่งเป็นน้ำที่ใช้โดยนักท่องเที่ยวต่างชาติเป็นส่วนใหญ่ และประเทศไทยมีการใช้น้ำอยู่ในลำดับที่ 16 และการใช้น้ำส่วนใหญ่เป็นการใช้จากนักท่องเที่ยวในประเทศมากกว่านักท่องเที่ยวต่างประเทศ



ภาพที่ 2-8 เปรียบเทียบการใช้น้ำเพื่อการท่องเที่ยวโดยนักท่องเที่ยวในประเทศกับนักท่องเที่ยวต่างชาติ

การเคลื่อนตัวของนักท่องเที่ยวจะส่งผลต่อปริมาณการใช้น้ำของแต่ละภูมิภาคด้วย เช่น ภูมิภาคอเมริกาเหนือ และเอเชียตะวันออกเฉียงเหนือจะมีการใช้น้ำน้อยลดลง ส่วนยุโรป เอเชียตะวันตกเฉียงใต้ จะมีการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 2-9)



ภาพที่ 2-9 แนวโน้มการใช้น้ำเพื่อการท่องเที่ยวของทั้งโลก
ที่มา: Gössling (2005)

ตารางที่ 2-1 น้ำที่ใช้ในทางตรงและทางอ้อมของนักท่องเที่ยวต่อวัน

การใช้น้ำ	ปริมาณน้ำที่ใช้ (ลิตร/นักท่องเที่ยว/วัน)
น้ำที่ใช้ในทางตรง	
การพักอาศัย	84-2,000
กิจกรรม	10-30
น้ำที่ใช้ในทางอ้อม	
โครงสร้างพื้นฐาน	n.a.
น้ำมันเชื้อเพลิง	750 (per 1,000 km by air/car)
น้ำมันพืช	2,500 (per 1 L)
อาหาร	2,000-5,000
รวมน้ำที่ใช้	ประมาณ 2,000-7,500

ที่มา: ฐานข้อมูล Water Footprint Network

จากตารางที่ 2-1 แสดงให้เห็นถึงการใช้น้ำในทางตรงและทางอ้อมของนักท่องเที่ยว ซึ่งโดยรวมแล้วอยู่ระหว่าง 2,000-7,500 ลิตร/คน/วัน

2.6 กรณีศึกษาสถานภาพการใช้น้ำของแหล่งพุน้ำร้อนภาคตะวันตก

จากผลการศึกษาของ อรรณพและคณะ(2558) ได้ศึกษาสถานภาพและศักยภาพของแหล่งพุน้ำร้อนต้นแบบในภาคตะวันตก พบว่า อัตราการให้น้ำของแหล่งพุน้ำร้อนห้วยน้ำนัก แหล่งพุน้ำร้อนหินดาด และแหล่งพุน้ำร้อนหนองหญ้าปล้อง มีค่าเท่ากับ 294.62, 706.75 และ 155.52 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

ตามลำดับ ซึ่งยังมีปริมาณพอเพียงต่อการให้บริการอาบแช่และการอุปโภคบริโภคภายในชุมชน การศึกษาสถานภาพทำโดยศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นต์ในพื้นที่ศึกษาจะพิจารณาจากกิจกรรมการใช้น้ำที่แตกต่างกัน โดยจะคิดเป็นร้อยละของการใช้น้ำ พบว่า แหล่งพุน้ำร้อนห้วยน้ำนักมีปริมาณน้ำเหลือใช้จากกิจกรรมสูงสุดถึงร้อยละ 80 ลำดับต่อมาเป็นแหล่งพุน้ำร้อนหนองหญ้าปล้องร้อยละ 47 และแหล่งพุน้ำร้อนหินดาดมีปริมาณน้ำเหลือใช้จากกิจกรรมรวมกับกิจกรรมอาบแช่ร้อยละ 40 ซึ่งกิจกรรมการใช้น้ำอื่นๆประกอบด้วย ประปาหมู่บ้าน การอาบแช่ และการใช้น้ำในพื้นที่แหล่งพุน้ำร้อน คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเหมาะสำหรับการนำไปใช้เพื่อการอาบแช่เพื่อสุขภาพ ในอนาคตควรมีการวางแผนการใช้น้ำ โดยผลการศึกษาวิจัยนี้สามารถนำไปเป็นข้อมูลในการบริหารจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพและพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพต่อไป

2.7 โคลนร้อนและการพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านสปา

โคลนที่ใช้เพื่อการพอกผิวนั้นมีหลายชนิดหลายคุณสมบัติ เช่น โคลนดินขาวจากจีนมีคุณสมบัติช่วยดูดซับความมันได้ดี ถ่านชาร์โคลมีคุณสมบัติดูดซับฝุ่นและสารพิษ เป็นต้น โคลนนั้นมีที่มาจาก 2 ลักษณะ คือ โคลนจากภูเขาไฟและน้ำพุร้อน เช่น โคลนเถ้าภูเขาไฟในสหรัฐอเมริกา หรือตัวในประเทศไทยก็จะมีโคลนโป่งเดือดแม่สะงา จ.แม่ฮ่องสอน ซึ่งโคลนที่ได้จากแหล่งนี้จะมีธาตุกำมะถันและโพแทสเซียมอยู่สูงมาก อีกหนึ่งแหล่งที่มา คือ โคลนจากแม่น้ำ ทะเลสาบและทะเล เช่น จากทะเลสาบเดดซี เป็นต้น โคลนจากแม่น้ำและทะเลสาบจะมีวิตามินและสารพฤกษาเคมีอยู่ในโคลนมาก ส่วนโคลนที่ได้จากทะเลจะมีเกลือเป็นส่วนสำคัญ อีกทั้งยังแบ่งได้อีกเป็น 2 ประเภท คือ โคลนร้อนและโคลนเย็น ซึ่งมีคุณสมบัติของทั้งสองทำหน้าที่ทำความสะอาดผิวให้ชุ่มชื่น อีกทั้งโคลนร้อนนั้นยังช่วยรักษาโรค เช่น อัมพฤกษ์ เกาต์ และยังช่วยกระตุ้นระบบการไหลเวียนโลหิตได้อีกด้วย ส่วนประโยชน์ต่อผิวนั้นโคลนจะช่วยในเรื่องของการทำความสะอาดผิว เพราะเมื่อทาโคลนลงไปบนผิว เมื่อโคลนแห้งจะหดตัวและดึงผิวให้ตึง จะช่วยดูดซับความมัน สิ่งสกปรก รวมถึงสิวเสี้ยนออกจากผิว แล้วสารและแร่ธาตุต่างๆที่อยู่ในโคลนจะไปช่วยบำรุงผิวให้มีสุขภาพดีตามคุณสมบัติของโคลนแต่ละชนิด

2.8 กรณีศึกษาสมบัติโคลนร้อนของแหล่งพุน้ำร้อนห้วยน้ำนัก จ.ตาก

จากผลการศึกษาของ อรรณพและคณะ(2558) พบว่า ลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่พุน้ำร้อนห้วยน้ำนักเป็นหินปูน น้ำพุร้อนที่ไหลผ่านขึ้นมามีส่วนช่วยทำให้หินปูนผุพังได้เร็วมากขึ้น หินปูนที่ผุพังบริเวณนี้กลายเป็นตะกอนดินละเอียดสีเหลืองอมน้ำตาล มีลักษณะคล้ายโคลนร้อน และเป็นคราบสีเหลืองขุ่นเกาะบริเวณหินปูนที่น้ำพุร้อนไหลผ่าน เมื่อทำการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินจากผลการวิเคราะห์ดินได้ผลพบว่า ดินโคลนร้อนห้วยน้ำนักมีระดับความอุดมสมบูรณ์อยู่ในช่วงปานกลาง ดินมีฤทธิ์เป็นด่าง สารอาหารน้อย มีแร่ธาตุแคลเซียมสูง และมีประโยชน์สามารถนำมาพอกผิวหนังเพื่อบรรเทาอาการระคายเคืองต่างๆได้

2.9 คุณประโยชน์ของแร่ธาตุชนิดต่างๆในน้ำพุร้อน

ตารางที่ 2-2 คุณประโยชน์ของแร่ธาตุชนิดต่างๆ

ลำดับที่	ชนิดแร่ธาตุ	คุณสมบัติในการรักษาโรค
1	แคลเซียม	- ช่วยเสริมสร้างกระดูกและฟัน - ช่วยการเจริญเติบโตของเด็ก - ช่วยปรับสภาพความสมดุลของผิวไม่ให้เกิดความแห้งกร้าน
2	แมกนีเซียม	- ช่วยระบบขับถ่าย เป็นยาระบาย - สร้างและซ่อมแซมเซลล์ผิวที่เสื่อมสภาพไป
3	โพแทสเซียม	- ช่วยรักษาสมดุลของความเป็นกรด-ด่าง ของร่างกาย - ช่วยในปฏิกิริยาการเผาผลาญอาหาร - ช่วยบำรุงและควบคุมความชุ่มชื้นของเซลล์ผิว
4	โซเดียม	- รักษาระบบสมดุลของน้ำในร่างกาย - ช่วยในการรับส่งประสาทความรู้สึก - ช่วยระบบขับถ่าย เป็นยาระบาย - กระตุ้นการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ผิวให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น
5	ฟลูออไรด์	ช่วยให้ฟันแข็งแรงไม่ผุง่าย แต่ถ้ามีปริมาณมากเกินกว่าค่ามาตรฐานมากๆ และดื่มเป็นเวลานาน (ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 1.5 มิลลิกรัม/ลิตร) อาจทำให้ฟันเป็นจุดดำ (Fluorysis)
6	ไบคาร์บอเนต	ช่วยลดกรดในกระเพาะอาหาร
7	ซัลเฟต	- ช่วยให้เลือดแข็งตัว ป้องกันเลือดไหลไม่หยุด - ช่วยในการเจริญเติบโตของกระดูก - ช่วยระบบขับถ่าย เป็นยาระบาย
8	โบรไมน์	ฆ่าเชื้อโรคได้อย่างปลอดภัยไม่ระคายเคืองผิว
9	คลอไรน์	ทำความสะอาดผิวได้ลึกถึงรูขุมขน
10	ทองแดง	ช่วยบำรุงเส้นใยคอลลาเจน
11	ไอโอดีน	ป้องกันโรคคอพอก
12	น้ำแร่ที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นองค์ประกอบ	ช่วยขับปัสสาวะ และทำให้น้ำแร่มีรสชวนดื่ม
13	อีลาสติน	ช่วยพยุงผิวให้กระชับ
14	แมงกานีส	ช่วยสร้างคอลลาเจนให้ผิว
15	สังกะสี	ช่วยผลัดเซลล์ผิวใหม่

ที่มา: สำนักงานพัฒนาการท่องเที่ยว

นอกจากการใช้ประโยชน์น้ำพุร้อนเพื่อการชม แช่ อาบและดื่มแล้ว ในหลายประเทศยังมีการพัฒนากิจกรรม บริการ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เพื่อให้แหล่งท่องเที่ยวน่าสนใจยิ่งขึ้น โดยส่วนใหญ่จะผนวกกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพเข้าไป เช่น ที่พักในรูปแบบของโรงแรม รีสอร์ท หรือแคมป์ปิ้ง ศูนย์บริการนักท่องเที่ยว ร้ายขายสินค้าเพื่อสุขภาพ ร้านอาหารเพื่อสุขภาพ ศูนย์สุขภาพ บริการสปา เช่น นวดตัว นวดฝ่าเท้า อบสมุนไพร ห้องอบเซาว์น่า พิพิธภัณฑ์หรือนิทรรศการ ห้องประชุมสัมมนา สนามกอล์ฟ โดยมีบุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญด้านสุขภาพเป็นผู้แนะนำ เป็นต้น

2.10 ประเภทและประโยชน์จากการอาบน้ำพุร้อน

1). ประโยชน์จากการอาบน้ำพุร้อน

ได้รวบรวมการแบ่งประเภทน้ำพุร้อน และประโยชน์ที่ได้รับจากการอาบและการดื่มน้ำพุร้อนจากเว็บไซต์ในอินเตอร์เน็ต http://www.east.co.jp/dip-e/ante/onsen/what.html อนึ่ง ประโยชน์ของการอาบน้ำพุร้อนไม่ได้เป็นที่ยืนยันว่าต้องรักษาโรคได้กับทุกคนหรือรักษาโรคตามที่ระบุข้างต้นแล้วต้องหายเป็นปลิดทิ้ง การรักษาโรคยังต้องประกอบด้วยปัจจัยอีกหลายชนิด ขอยกข้อความตอนหนึ่งของผู้ช่วยศาสตราจารย์นายแพทย์สุรพงษ์ ตันธนศรีกุล เขียนในข่าวสาร สาธารณสุข สำนักงานสาธารณสุขกาญจนบุรี และติดแสดงไว้บริเวณที่อาบน้ำร้อนวัดวังขนาย ว่า “คุณสมบัติของน้ำที่มีอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส มีความสอดคล้องกับการรักษาทางการแพทย์ ที่เรียกว่า ธาราบำบัด โดยอาศัยหลักการที่ว่า การใช้น้ำที่มีอุณหภูมิสูงในระดับที่เหมาะสมจะช่วยเพิ่มการไหลเวียนของโลหิต มีผลต่อการผ่อนคลายความตึงเครียดของกล้ามเนื้อ เป็นผลให้รู้สึกสบายตัวยิ่งขึ้น เมื่อร่างกายรู้สึกสบายขึ้น ความตึงเครียดน้อยลง ย่อมมีผลต่อสภาพจิตใจ เป็นการลดความเครียดได้วิธีหนึ่ง”

สิ่งที่สำคัญและควรพิจารณาก่อนการอาบน้ำพุร้อน คือ การคำนึงถึงความสะอาด เนื่องจากน้ำพุร้อนหลายแห่งจัดเป็นห้องอาบน้ำรวม หรือแยกเป็นห้องอาบน้ำสำหรับผู้หญิงและห้องอาบน้ำสำหรับผู้ชาย ห้องอาบน้ำพุร้อนมี 2 แบบใหญ่ๆ ได้แก่ ห้องอาบน้ำร้อนแบบปิด จัดเป็นห้องส่วนตัวที่มีอากาศถ่ายเทได้น้อยมาก และห้องอาบน้ำร้อนแบบเปิด ไม่มีกำแพงล้อมรอบทำให้อากาศไหลถ่ายเทได้สะดวก ขณะเดียวกันสภาพของร่างกายก็เป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึง กล่าวคือ คนที่มีร่างกายอ่อนเพลียหรือคนที่เพิ่งเสร็จจากการออกกำลังกายมาใหม่ๆ ควรอาบน้ำพุร้อนในสถานที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้อย่างสะดวก เนื่องจากมีความต้องการอากาศออกซิเจนมากกว่าคนที่มีสภาพร่างกายปกติ

(ก)

(ข)

(ค)

ภาพที่ 2-10 (ก), (ข) และ(ค) ห้องอาบน้ำแบบปิดเป็นห้องส่วนตัว, ห้องอาบน้ำแบบเปิดเป็นสระว่ายน้ำและสถานที่แช่และอาบน้ำร้อน วัดวังขนายทายิการาม จังหวัดกาญจนบุรี

ขณะเตรียมตัวก่อนลงอาบน้ำพุร้อน ท่านควรสังเกตป้ายหรือข้อความต่างๆ ที่แสดงบอกไว้บริเวณบ่ออาบน้ำพุร้อน ท่านควรทราบอุณหภูมิของน้ำพุร้อน จากนั้นท่านจึงชำระร่างกายให้สะอาดในบริเวณที่อาบน้ำภายนอกที่ได้จัดเตรียมไว้ให้ ก่อนการอาบน้ำพุร้อนท่านควรทดสอบอุณหภูมิของน้ำร้อนโดยการจุ่มมือลงในบ่อน้ำและหย่อนตัวลงในบ่อน้ำร้อนอย่างช้าๆ เพื่อให้ร่างกายปรับสภาพให้เข้ากับน้ำร้อน แช่และผ่อนคลายความเครียดตามอัธยาศัย การแช่น้ำร้อนนานเกินไปอาจทำให้รู้สึกอึดอัด ระหว่างการอาบน้ำร้อนอาจขึ้นมาพักผ่อนคลายความเครียด หรือชำระร่างกายในห้องอาบน้ำภายนอกด้วยสบู่และแชมพู แล้วกลับลงมาอาบน้ำพุร้อนอีกครั้ง จนท่านรู้สึกว่าร่างกายเบา โปร่ง และกระปรี้กระเปร่า จึงขึ้นมาเช็ดตัวและเปลี่ยนเสื้อผ้า

สำหรับท่านที่นิยมการอาบน้ำพุร้อนหรือต้องการหาความรู้เพิ่มเติม ขอแนะนำบทความในอินเตอร์เน็ตเว็บไซต์ “http:/www.east.co.jp/dip-e/ante/onsen/manner.html” ที่แนะนำเกี่ยวกับการอาบน้ำพุร้อนตลอดจนการดื่มน้ำพุร้อนไว้ ดังนี้

- การอาบน้ำพุร้อนเป็นสิ่งที่ดี แต่ไม่ได้หมายความว่าท่านต้องแช่อยู่ในน้ำร้อนเป็นเวลานาน ท่านควรอาบน้ำพุร้อนวันละ 2–3 ครั้งๆละ 30 นาที การอาบน้ำ หมายถึง การชำระล้าง ทำความสะอาดร่างกาย 20 นาที และกายภาพบำบัดในน้ำพุร้อนอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส อีก 10 นาที ในกรณีที่อุณหภูมิของน้ำพุร้อนน้อยกว่า 40 องศาเซลเซียส หรือน้ำพุร้อนเป็นน้ำอุ่นที่มีปริมาณของสารละลายแร่ธาตุต่างๆ น้อย ท่านอาจเพิ่มระยะเวลาในการอาบน้ำให้นานขึ้น
- น้ำพุร้อนไม่เพียงแต่จะประกอบด้วยสารละลายแร่ธาตุต่างๆ เท่านั้น แต่น้ำพุร้อนยังมีแรงดันซึ่งจะช่วยกระตุ้นสภาพของร่างกาย ท่านควรปล่อยให้น้ำพุร้อนพยุงตัวให้ท่านลอยขึ้นเหนือน้ำ ซึ่งการพยุงตัวลอยเหนือน้ำพุร้อนนี้จะทำให้ร่างกายปลอดโปร่ง และเชื่อว่าจะช่วยกระตุ้นทำให้สภาวะแวดล้อมภายในมดลูกและช่องท้องดีขึ้น การอาบน้ำร้อนจะทำให้รูขุมขนของร่างกายเปิดกว้างออก เป็นการทำความสะอาดรูขุมขนและช่วยทำให้แร่ธาตุในน้ำพุร้อนไหลถ่ายเทตามรูขนเข้าไปในร่างกาย การอาบน้ำพุร้อนเป็นการทำให้ร่างกายกระปรี้กระเปร่า ลดความเครียด และเป็นการทำให้เกิดความสมดุลในระบบประสาท
- ภายหลังจากการอาบน้ำพุร้อนเสร็จสิ้นแล้ว ให้ท่านคิดในทางที่ดีเสมอว่าการอาบน้ำพุร้อนเป็นสิ่งที่ดีทำให้ท่านรู้สึกกระชุ่มกระชวย ท่านพร้อมแล้วสำหรับงานที่รออยู่ข้างหน้า เนื่องจาก บ่ออาบน้ำพุร้อนโดยทั่วไปจะเป็นบ่อสาธารณะ มีคนมาใช้บริการเป็นจำนวนมาก ดังนั้น ท่านคิดว่าเป็นการดีที่ท่านควรทำความสะอาดร่างกายก่อนออกจากบ่อน้ำพุร้อน แต่ที่จริงแล้วการที่แร่ธาตุที่อยู่ในน้ำพุร้อนจะซึมผ่านรูขนเข้าไปในร่างกายต้องใช้เวลา 6–7 ชั่วโมง ดังนั้น การที่ท่านชำระร่างกายก็เป็นการชำระเอาแร่ธาตุออกจาก

ร่างกายของท่านด้วย ในทางปฏิบัติ ท่านควรชำระร่างกายด้วยน้ำสะอาดจากบ่อน้ำพุร้อน หรือท่านอาจชำระร่างกายภายหลังจากอาบน้ำพุร้อนไปแล้ว 7 ชั่วโมง

น้ำพุร้อนไม่เพียงแต่ดีมีประโยชน์โดยการอุปโภคเท่านั้น การบริโภคหรือการดื่มน้ำพุร้อนก็มีประโยชน์เช่นกัน น้ำที่ประกอบด้วยแร่ธาตุต่างๆจะกระตุ้นการทำงานของระบบการเผาผลาญอาหาร (metabolism) การดื่มน้ำพุร้อนเป็นจำนวนมากไม่เป็นผลดีต่อสุขภาพ การดื่มน้ำพุร้อนต้องมั่นใจว่าส่วนประกอบของแร่ธาตุต่างๆ ที่มีอยู่ในน้ำพุร้อนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มตามประกาศกรมทรัพยากรธรณีหรือตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ภาชนะที่ใช้บรรจุน้ำพุร้อนตลอดจนก๊อกน้ำและท่อน้ำต้องถูกออกแบบมาอย่างดีเพื่อใช้บรรจุน้ำพุร้อน อย่าดื่มน้ำพุร้อนแบบการดื่มอย่างกระหายหรือกลืนน้ำลงคอทีละมากๆ แต่ควรดื่มทีละน้อยและใช้เวลาในการดื่มน้ำ 30–50 นาที น้ำพุร้อนเกลือ น้ำพุร้อนคาร์บอเนต น้ำพุร้อนโซเดียม ไฮโดรเจน คาร์บอเนต น้ำพุร้อนเรเดียมเหมาะสำหรับการดื่มหลังอาหาร ท่านควรดื่มน้ำพุร้อนในระหว่างที่ท้องว่าง และไม่ควรดื่มน้ำพุร้อนก่อนเวลานอนหลับ

2). ประเภทน้ำพุร้อน และประโยชน์จากการอาบน้ำพุร้อน

ตารางที่ 2-3 ประเภทและประโยชน์จากการอาบน้ำพุร้อน

ประเภท	คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี	ประโยชน์
น้ำพุร้อนทั่วไป (Simple Springs)	อุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน, เกลือและแร่อื่นๆ น้อยกว่า 1 กรัม	รักษาโรคปวดวิถีประสาท และโรคปวดข้อ การอาบน้ำพุร้อนเป็นประจำจะช่วยในการฟื้นฟูสมรรถภาพ
น้ำพุร้อนคาร์บอเนต (Carbonate Springs)	ประกอบด้วยธาตุคาร์บอนและแร่อื่นๆ น้อยกว่า 1 กรัม/ลิตร ลักษณะทั่วไปคล้ายกับน้ำพุร้อนทั่วไป แต่มีปริมาณของคาร์บอเนตสูงกว่า อุณหภูมิค่อนข้างต่ำ หรือเป็นพุน้ำเย็น	รักษาโรคเกี่ยวกับหัวใจ ทำให้การไหลเวียนของโลหิตดีขึ้น รักษาโรคประสาทและความผิดปรกติของเพศหญิง
น้ำพุร้อนดินคาร์บอนหนัก (Heavy Carbon Soil Springs)	ธาตุคาร์บอน และแร่อื่นๆ มากกว่า 1 กรัม/ลิตร	รักษาโรคปวดข้อ โรคปวดวิถีประสาท และโรคผิดปรกติของ ผิวหนังเรื้อรัง การดื่มน้ำนี้ช่วยผ่อนคลายปัญหาเกี่ยวกับระบบย่อยอาหารและอาการบวมหรืออักเสบของกระเพาะอาหาร
น้ำพุร้อนเกลือ (Salt Springs)	ประกอบด้วยสารเคมีมากกว่าน้ำพุร้อนทั่วไป คือมีแร่ธาตุต่างๆ มากกว่า 1 กรัม/ลิตร ในกรณีที่น้ำประกอบด้วยเกลือระหว่าง 1-5 กรัม/ลิตร เรียกว่าน้ำพุเกลืออ่อน (Weak Saline) เกลือระหว่าง 5-10 กรัม/ลิตร เรียกว่าน้ำพุเกลือ และเกลือมากกว่า 10กรัม/ลิตร เรียกว่า น้ำพุเกลือเข้มข้น (Strong Salt) และมีคุณสมบัติเก็บรักษาอุณหภูมิและความร้อนได้ดี	เช่นเดียวกับ น้ำพุร้อนดินคาร์บอเนต

ประเภท	คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี	ประโยชน์
น้ำพุร้อนเกลือ โซเดียม ไฮโดรเจนคาร์บอเนต (Saltine Sodium Hydrogen Carbomate Springs)	น้ำพุเกลือ ที่มีส่วนประกอบของโซเดียม ไฮโดรเจนคาร์บอเนต และ Alkaline Base	เช่นเดียวกับ น้ำพุร้อนดินคาร์บอเนต

ที่มา: http://www.east.co.jp/dip-e/ante/onsen/what.html

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

3.1 การศึกษาสถานภาพศักยภาพน้ำพุร้อน

1) สำรวจกิจกรรมในแหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด แหล่งพุน้ำพุร้อนโป่งปูเฟือง และแหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปง อย่างละเอียด

2) จัดทำแบบฟอร์มสำหรับใช้บันทึกการใช้น้ำในแต่ละกิจกรรม

3) บันทึกข้อมูลการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ ทั้งในฤดูแล้ง ฤดูน้ำ และตามฤดูกาลท่องเที่ยว (ร่วมมือกับเทศบาล/อบต. และชุมชน) โดยศึกษาปริมาณน้ำพุร้อนที่เกิดขึ้น น้ำพุร้อนที่นำมาใช้ประโยชน์ และน้ำพุร้อนเหลือทิ้ง น้ำที่ใช้ในกิจกรรมประจำวัน และน้ำทิ้งที่เกิดขึ้นในแหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อน โดยการตรวจวัดจริงและประเมินจากจำนวนนักท่องเที่ยวอย่างต่อเนื่อง

4) เก็บตัวอย่างน้ำพุร้อนจากแหล่งพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง ในฤดูแล้ง และฤดูน้ำ อย่างน้อย 2 ครั้ง รวมเป็นตัวอย่างน้ำพุร้อนอย่างน้อย 12 ตัวอย่าง น้ำผิวดิน (อย่างน้อย 6 ตัวอย่าง) และน้ำทิ้งตามลักษณะกิจกรรม (ถ้ามี)

5). วิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก (WHO, 2006) และคุณภาพน้ำผิวดิน (กรมควบคุมมลพิษ, 2537)

6). คำนวณสถานภาพการใช้น้ำในแต่ละกิจกรรม

7). สรุปสถานภาพศักยภาพน้ำของแหล่งพุน้ำร้อนทั้ง 3 แห่ง

3.2 การศึกษาอุตุ-อุทกวิทยา

1). ลักษณะภูมิอากาศ

ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิด้านภูมิอากาศของพื้นที่ลุ่มน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษา โดยใช้ข้อมูลจากสถานีสำรวจอากาศอุตุนิยมวิทยาที่รวบรวมได้ โดยคำนวณค่าต่างๆทางอุตุนิยมวิทยา เช่น ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำ อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ปริมาณฝนสูงสุด ค่าการกระจายน้ำฝนในแต่ละช่วงเวลา เพื่อวิเคราะห์สภาพอากาศบริเวณพื้นที่ท่องเที่ยวแหล่งพุน้ำร้อน และโอกาสเกิดภัยจากสภาพอากาศ

2). ลักษณะทางภูมิกายภาพของพื้นที่

ศึกษาลักษณะทางภูมิกายภาพของลุ่มน้ำโดยอาศัยข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ ได้แก่ ข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวข้องและข้อมูลแผนที่ โดยอาศัยแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ประกอบด้วย ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ ขนาด ความลาดชัน ระดับความสูง ทิศด้านลาด ความยาวลำน้ำ ความหนาแน่นของลำธาร ความหนาแน่นของการระบายน้ำ จำนวนลำธาร ค่าสัมประสิทธิ์ความกระชับ (Compactness Coefficient: Kc) ค่า Form Factor(FF) และอัตราส่วนความต่างระดับ (Relief Ratio:RR)

3). สภาพอุทกวิทยาบริเวณแหล่งพุน้ำร้อน

ศึกษาอุทกวิทยาบริเวณแหล่งพุน้ำร้อนในเชิงการระบายน้ำผิวดิน ความสามารถของลำธารในการรองรับปริมาณน้ำจากแหล่งพุน้ำร้อน และการคาดการณ์ความสามารถในการระบายน้ำที่เกิดจากฝนในพื้นที่

ลุ่มน้ำย่อย โดยอาศัยข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ ได้แก่ ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม และข้อมูลแผนที่ โดยอาศัยแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ร่วมกับข้อมูลแผนที่ในระบบสารสนเทศ google เพื่อประกอบการประเมินผล

3.3 การศึกษาสมบัติโคลนพุน้ำร้อน ธรณีวิทยา อุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา และอุทก-ธรณีวิทยา

1). รวมรวมข้อมูลและศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับแหล่งพุน้ำร้อนจากทั้งในประเทศและต่างประเทศ

2). ศึกษาลักษณะธรณีวิทยา โครงสร้างทางธรณีวิทยา และอุทกธรณีวิทยา โดยมีประเด็นการสำรวจศึกษา ดังต่อไปนี้

- ค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของแหล่งพุน้ำร้อน ได้แก่ ตำแหน่ง ที่ตั้ง และขอบเขตพื้นที่ แผนที่ภูมิประเทศครอบคลุมพื้นที่แหล่งพุน้ำร้อน มาตราส่วน 1:50,000 แผนที่ธรณีวิทยาครอบคลุมพื้นที่แหล่งพุน้ำร้อน มาตราส่วน 1:250,000 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินครอบคลุมพื้นที่แหล่งพุน้ำร้อน มาตราส่วน 1:250,000
- ศึกษาข้อมูลภาคสนามเพื่อตรวจสอบลักษณะภูมิประเทศ รูปแบบการใช้ที่ดิน และลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ เพื่อยืนยันความถูกต้องของแผนที่และข้อมูลทุติยภูมิที่จะใช้อ้างอิง
- รวบรวมข้อมูล Seismic เพื่อศึกษาลักษณะของแอ่งน้ำและพิจารณาศักยภาพแนวโน้มของพื้นที่เติมน้ำโดยธรรมชาติ และรวบรวมข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา อุทกธรณีวิทยา ข้อมูลบ่อน้ำบาดาลที่มีการสำรวจ Electric log ในพื้นที่โครงการทั้งหมดที่มีอยู่แล้ว เพื่อทำการจำแนกชั้นน้ำบาดาล
- เก็บข้อมูลภาคสนาม ได้แก่ สภาพพื้นที่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน แหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค บ่อสังเกตการณ์ หรือ บ่อน้ำบาดาลที่มีการใช้เพื่อกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลโดยตรงจากพื้นที่
- การศึกษาคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นน้ำ(Hydraulic Properties of Aquifer) ได้แก่ ค่าความสามารถในการซึมผ่าน (Hydraulic Conductivity; K), ค่าความสามารถในการจ่ายน้ำ (Transmissivity), ค่าสัมประสิทธิ์ในการกักเก็บ (Strorativity) เพื่อเป็นข้อมูลในการประเมินคุณลักษณะของชั้นหินอุ้มน้ำ และใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการประเมินศักยภาพน้ำบาดาลของแหล่งพุน้ำร้อน

3) ศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำพุร้อน ดิน และโคลนพุน้ำร้อน ในแหล่งพุน้ำร้อน เพื่อประเมินศักยภาพของแหล่งพุน้ำร้อนเชิงคุณภาพ

- เก็บตัวอย่างน้ำพุร้อนโดยใช้ submersible pump ในพื้นที่ศึกษา 2 ครั้ง ช่วงฤดูน้ำหลากและฤดูแล้ง เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ เช่น สี กลิ่น ความขุ่น และทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรดด่าง ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) ค่าความกระด้าง(Hardness and Alkalinity) ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด โลหะหนัก (Cd, Pb, Cd, Ni, As, Hg etc.) แคทไอออน [Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}] และแอนไอออน [Cl^-, HCO_3^-, NO_3^-, CO_3^{2-}, PO_4^{3-}, SO_4^{2-}] เพื่อจำแนกชนิดของน้ำบาดาล [Hydrogeochemical Facies] ดังแสดงในตารางที่ 3-1 วิธีการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ตัวอย่างเป็นไปตามวิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย(Standard Method for the Examination of Water and Wastewater) กำหนดโดย APHA, AWWA และ WEF (1998)
- ประมวลผลคุณภาพน้ำบาดาลด้วยโปรแกรม Aquachem Version 4.
- เก็บตัวอย่างดินและโคลนพุน้ำร้อนมาทดสอบสมบัติทางฟิสิกส์และเคมี ดังแสดงในตารางที่ 3-2

4). ประเมินศักยภาพเชิงคุณภาพและปริมาณของน้ำพุร้อน ดิน และโคลนร้อนในแหล่งพุน้ำร้อน

5). ประเมินศักยภาพของแหล่งพุน้ำร้อนในแต่ละพื้นที่ในเชิงปริมาณและคุณภาพ เพื่อศึกษาสถานการณ์ของแหล่งพุน้ำร้อนและศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์จากแหล่งพุน้ำร้อน ตลอดจนเสนอแนวทางการจัดการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพจากโคลนพุน้ำร้อน

ตารางที่ 3-1 คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และ ชีวภาพของน้ำใต้ดิน

คุณสมบัติของน้ำใต้ดิน		**วิธีการศึกษา**
ทางกายภาพ	สี	หลอดเนสเลอร์
	กลิ่น	
	ความขุ่น	Turbidity meter
	ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (TDS)	Gravimetric method
	ค่าความสามารถในการนำไฟฟ้า (Conductivity)	Conductivity Meter
ทางเคมี	ความเป็นกรด-ด่าง	Std. Glass Electrode
	ความกระด้างทั้งหมด (Total Hardness)	Titration
	Alkalinity	Titration
	Cations (Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+})	ICP
	Anions (Cl^-, HCO_3^- , NO_3^-, CO_3^{2-}, PO_4^{3-}, SO_4^{2-})	Titration (Cl^-, HCO_3^- , CO_3^{2-}) Kjeldahl Method (NO_3^-) Spectrophotometer (PO_4^{3-},SO_4^{2-})
	Fluoride	Ion Chromatography (IC)
	โลหะหนัก (Ba, Cd, Pb, total Cr, Cr^{+6}, Cu, Mn, Zn, Ni, Se, As, Hg, Co, V, Tl, ect.)	ICP ยกเว้น Hg ใช้ Cold Vapor AAS
ทางชีวภาพ	Fecal Coliform Bacteria (CFU/100 ml)	Fecal coliform membrane filter procedure (9222-D)
	Total Coliform Bacteria (MPN/100 ml)	Standard total coliform fermentation technique (9221-B)

ตารางที่ 3-2 สมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของดินและโคลนพุน้ำร้อน

คุณสมบัติของดิน		วิธีการศึกษา
ทางฟิสิกส์	ขนาดคละของเม็ดดิน	ASTM-D 422
	ปริมาณความชื้นในดิน	ASTM D 2216-98
	คุณสมบัติดัชนีทางวิศวกรรม (Plastic limit and Liquid limit)	ASTM D 423-66 ASTM D 424-59
	แร่ประกอบดิน (Mineral composition)	XRD/XRF
	พื้นที่ผิวจำเพาะ (Specific surface area)	BET
	อุณหภูมิ	
ทางเคมี	ความเป็นกรด-ด่าง	Std. Glass Electrode
	อินทรียวัตถุในดิน	Walkley and Black (wet oxidation)
	ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุ (CEC)	NH_4OAc 1 N pH 7
	การนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity)	
	คลอไรด์	Titration
	ซัลเฟต	Spectrophotometer
	โลหะหนัก (Cd, Pb, total Cr, Cr hexavalent, Cu, Fe, Mn, Zn, Ni, Co, Ti, Be, Se, V, B)	ICP
	As	Hydride generation AAS
	Hg	Cold Vapor AAS

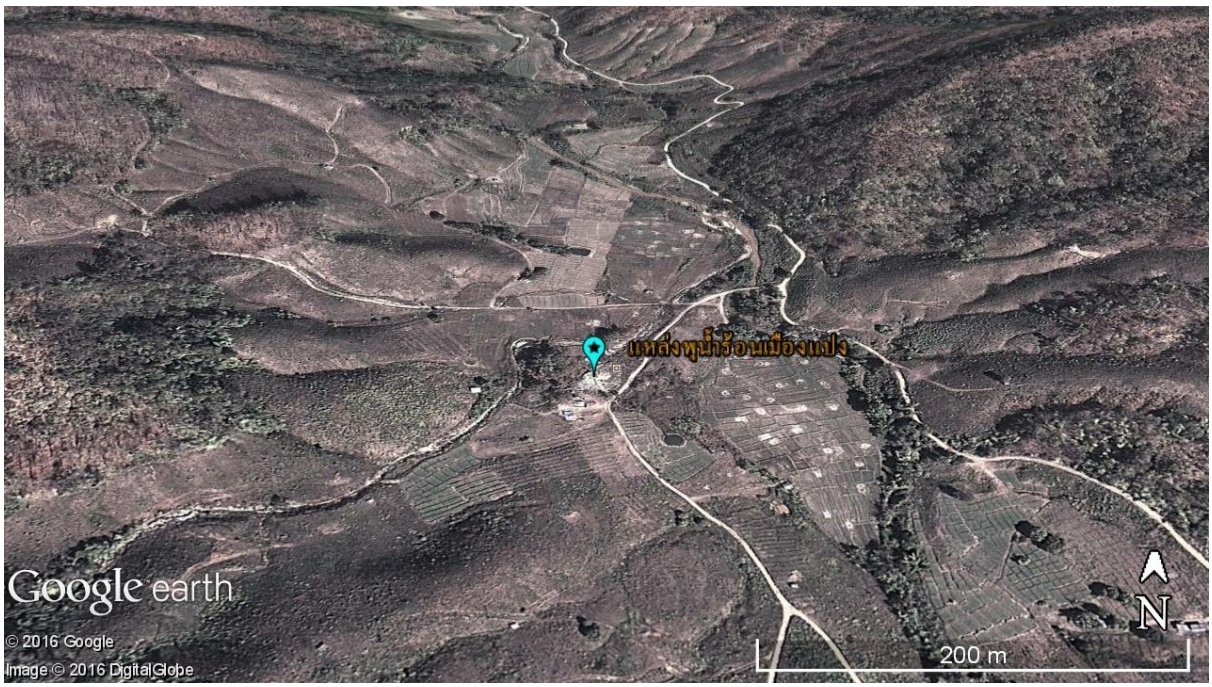
บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและผลการวิจัย

4.1 การสำรวจพุน้ำร้อนและพื้นที่โดยรอบ

4.1.1 แหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

แหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปง เป็นพุน้ำร้อนตามธรรมชาติคู่เมืองแปงมาเป็นเวลานาน ตั้งอยู่ในเขตหมู่ที่ 2 บ้านใหม่ดอนตัน ตำบลเมืองแปง อยู่ห่างจากอำเภอปายประมาณ 28 กิโลเมตร สำหรับเส้นทางการเดินทางมายังแหล่งพุน้ำร้อนใช้เส้นทางหลวงหมายเลข 1095(ปาย-แม่มาลัย) และแยกเข้าสาย 1265 ด้านขวามือบริเวณหลักกิโลเมตรที่ 85-86 ใกล้กับหน่วยพิทักษ์และรักษาป่าแม่ปิง ถนนเป็นถนนลาดยางและมีป้ายบอกเส้นทางตลอดการเดินทาง มีถนนคอนกรีตเสริมเหล็กเข้าถึงแหล่งพุน้ำร้อน โดยแหล่งพุน้ำร้อนนี้อยู่ในความดูแลขององค์การบริหารส่วนตำบลเมืองแปง



ภาพที่ 4-1 ภาพถ่ายดาวเทียมแสดงตำแหน่งของแหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปง และสภาพแวดล้อมโดยรอบ

<u>ประวัติและตำนานพุน้ำร้อนเมืองแปง</u>

เมื่อประมาณ ปี พ.ศ. 2245 – 2345 บ้านเมืองแปง แต่เดิมมีชื่อว่า เมืองทาผาน้อย คำว่า ผาน้อย มาจากคำว่า ผาบาท ซึ่งก็คือ ผาที่มีรอยพระพุทธบาท นั่นเอง มี พระยานุเว เป็นพระยากะเหรี่ยง เป็นเจ้าผู้ปกครองเมืองทาผาน้อย ในสมัยพระยานุเว มีประชากรอยู่หลายเผ่า คือ กะเหรี่ยง ไทยใหญ่ และขมุ ปะปนกันอยู่ และเมื่อสิ้นสมัยพระยานุเวเมืองทาผาน้อยได้กลายเป็นเมืองร้างไปเพราะภัยสงคราม

ต่อมาได้มีพระนางสุวรรณคำแปง พร้อมด้วยขุนคำเมืองใหม่ ได้มาสร้างบ้านสร้างเมืองใหม่ อยู่ที่บริเวณเมืองทาผาน้อยอยู่ประมาณ 3 ปี (ไม่ปรากฏว่าสร้างปีใด) กล่าวกันว่า พระนางสุวรรณคำแปง

มีสิริโฉมงดงามมาก ผิวกายของพระนางยามเมื่อต้องแสงแดดยามเช้าจะเป็นสีชมพูระเรื่อ ยามกลางวันผิวกายของพระนางจะเป็นสีขาวนวล ยามเย็นผิวกายของพระนางจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อนๆ พระนางสุวรรณคำแปงและนางบริวารชอบไปเล่นน้ำที่แม่น้ำสายหนึ่ง ซึ่งอยู่ในอาณาบริเวณของเมืองทาผาน้อยเป็นประจำ แม่น้ำสายนี้มีความงดงามและใสกระจ่างมาก ต่อมาพระนางสุวรรณคำแปงมีความจำเป็นบางอย่างที่จะต้องเดินทางไปยังเมืองสิงหล ทำให้พระนางสุวรรณคำแปงเศร้าโศกเสียใจเป็นอันมาก พระนางสุวรรณคำแปงจึงได้ประกาศไว้แก่ชาวเมืองว่า แม่น้ำสายที่พระนางชอบไปเล่นน้ำนี้มีชื่อว่า “แม่น้ำแปง” และเมืองๆนี้ก็ให้มีชื่อว่า “เมืองแปง” ตามชื่อของพระนาง ซึ่งก็ได้เรียกขานชื่อดังกล่าวมาจนถึงทุกวันนี้

เมื่อสิ้นสมัยพระนาง เมืองแปงกลายเป็นเมืองร้างอีกครั้ง เนื่องจากชาวเมืองต้องหลบหนีภัยสงครามกับพม่าเป็นเวลานานเท่าใดไม่ปรากฏ จึงได้มีผู้คนที่อื่นอพยพมาตั้งถิ่นฐานอีกครั้ง เมื่อประมาณ พ.ศ. 2415 (ประมาณ 130 กว่าปีที่ผ่านมา) เนื่องจากมีน้ำ ความอุดมสมบูรณ์ และพื้นที่นี้ก็มีพุน้ำร้อนอย่างน้อย 5 แหล่งที่สำคัญ โดยมีมาตั้งแต่สมัยดึกดำบรรพ์ ได้แก่ โป่งกลางปาย โป่งแกง โป่งจั๊ดจ้า โป่งเมืองแปง และโป่งเหมืองแร่ ชาวบ้านอาศัยน้ำจากพุน้ำร้อนเหล่านี้ในการอุปโภคบริโภค และทำการเกษตรเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน

สภาพพื้นที่โดยทั่วไปของแหล่งพุน้ำร้อน มีลักษณะเป็นเทือกเขาสูงชันเกือบตลอดทั้งพื้นที่ และมีแม่น้ำปายไหลผ่านใกล้กับแหล่งพุน้ำร้อน พื้นที่โดยรอบเป็นพื้นที่เกษตรกรรมของชาวบ้าน คือ การปลูกกระเทียม ภายในแหล่งพุน้ำร้อนมีการปรับภูมิทัศน์และมีการสร้างโครงสร้างพื้นฐานสำหรับรองรับนักท่องเที่ยวบ้างแล้ว คือ พื้นที่สำหรับจอดรถ ลำรางสำหรับแช่เท้า ศาลาสำหรับพักผ่อน และทางเดินสำหรับเดินชมน้ำพุร้อน

ภาพที่ 4-2 สภาพแวดล้อมโดยรอบแหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปงซึ่งมีการปรับภูมิทัศน์แล้ว

ลักษณะของพุน้ำร้อนเมืองแปงมีลักษณะเป็นบ่อน้ำพุร้อนขนาดใหญ่ น้ำพุร้อนจะผุดขึ้นมาจากพื้นดินกระจายไปทั่วบริเวณแหล่งพุน้ำร้อน ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 100×30 ตารางเมตร เส้นทางการไหลของน้ำพุร้อนจะไหลตามความลาดชันของพื้นที่และไหลสู่ห้วยแม่แปงต่อไป

จากการสำรวจพื้นที่แหล่งพุน้ำร้อนและจากการพูดคุยกับ คุณนันทนา พรมพันธ์(นายก อบต.เมืองแปง) คณะผู้บริหารและเจ้าหน้าที่อบต.เมืองแปง พบว่า แหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปงนี้มีอุณหภูมิจุดที่น้ำพุร้อนพุขึ้นมาสูงถึง 95 องศาเซลเซียส และจากการวัดอุณหภูมิตามจุดต่างๆ ตามเส้นทางการไหลของน้ำพุร้อน พบว่า อุณหภูมิของน้ำพุร้อนจะลดลงตามระยะห่างจากจุดที่พุขึ้นมา คณะผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจที่จะทดลองการต้มไข่ตามระยะทางจากจุดพุของน้ำแร่ร้อนซึ่งมีอุณหภูมิต่างกัน เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ในการสร้างรูปแบบกิจกรรมการต้มไข่ที่หลากหลาย เป็นการจูงใจนักท่องเที่ยวในอีกทางหนึ่งด้วย


ภาพที่ 4-3 เส้นทางการไหลของน้ำพุร้อนเมืองแปง (ซ้าย) และบริเวณที่มีการผุดของน้ำพุร้อน (ขวา)

สำหรับอัตราการให้น้ำพุร้อนพิจารณาจากจุดที่น้ำพุร้อนไหลไปรวมกันก่อนที่จะไหลลงสู่ห้วยแม่แปงต่อไป โดยคณะผู้วิจัยได้ทำการตรวจวัดอัตราการให้น้ำด้วยการใช้กระสอบทรายทำฝายกั้นน้ำ ได้ผลการตรวจวัดดังตารางที่ 4-1

ตางรางที่ 4-1 อัตราการให้น้ำของแหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปง

ภาพพื้นที่	อัตราการให้น้ำ (ลบ.ม./วัน)		เฉลี่ย (ลบ.ม./วัน)
	สิงหาคม 2559	ธันวาคม 2559	
	791.08	792.26	791.67

นอกจากแหล่งพุน้ำร้อนที่เป็นจุดสนใจในการท่องเที่ยวของเมืองแปงแล้วนั้น ยังมีกิจกรรมการล่องแพตามแม่น้ำปาย ซึ่งอยู่ในความดูแลขององค์การบริหารส่วนตำบลเมืองแปงเช่นกัน โดยจุดเริ่มต้นสำหรับการล่องแพคือบ้านผาสำราญ และสิ้นสุดที่ห้วยหมากพริก รวมระยะเวลาในการล่องแพทั้งสิ้น 3 ชั่วโมง ซึ่งในตลอดเส้นทางการล่องแพนั้นมีธรรมชาติที่สวยงามตลอดสองฝั่งริมแม่น้ำปาย และนอกจากนั้นยังมีโคลนพุน้ำร้อนตามริมฝั่งแม่น้ำปาย ซึ่งอาจนำมาทำสปาโคลนบริการนักท่องเที่ยวได้ ดังนั้นการศึกษา

ข้อมูลด้านอุตุอุทกวิทยาและสมบัติของโคลนพุน้ำร้อนบริเวณแม่น้ำปายจึงเป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญที่จะเชื่อมโยงกับการออกแบบและการท่องเที่ยวต่อไป


ภาพที่ 4-4 การประชุมร่วมกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (ซ้าย) และการสำรวจแหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง (ขวา)

คณะผู้วิจัยได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำพุร้อนจากจุดกำเนิด เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และทางชีวภาพ เพื่อพัฒนาการนำไปใช้ประโยชน์ และได้เก็บตัวอย่างโคลนพุน้ำร้อนจากแม่น้ำปาย เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบเช่นเดียวกัน เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ในการนำโคลนพุน้ำร้อนนี้ไปทำสปา หรือผลิตเครื่องสำอาง โดยอาจมีการผสมผสานร่วมกันกับสมุนไพรในท้องถิ่น เพื่อเป็นการสร้างรายได้ให้กับชุมชนต่อไป


ภาพที่ 4-5 การตรวจวัดอุณหภูมิน้ำพุร้อนบริเวณจุดกำเนิด (ซ้าย) และโคลนน้ำพุร้อนริมแม่น้ำปาย (ขวา)

4.1.2 แหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง จังหวัดเชียงราย

เส้นทางการเดินทางมายังแหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง เริ่มจากอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ไปทางทิศใต้ตามทางหลวงหมายเลข 1 ผ่านเขตอำเภอแม่ลาวเข้าเส้นทางหลวงหมายเลข 118 ประมาณ 10 นาที ตลอดเส้นทางการเดินทางจะมีป้ายบอกตลอดเส้นทาง ถนนที่เข้าสู่แหล่งพุน้ำร้อนเป็นถนนคอนกรีตเสริมเหล็กกว้าง 3 เมตร และถนนดินที่กำลังดำเนินการสร้างถนนคอนกรีตเป็นระยะทางอีก 270 เมตร

สภาพพื้นที่โดยทั่วไปของแหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง เป็นที่ราบระหว่างหุบเขา มีพื้นที่รวมทั้งหมด 19 ไร่ บริเวณโดยรอบแหล่งพุน้ำร้อนมีภูเขาล้อมรอบและมีแม่น้ำแม่ลาวไหลผ่าน โดยด้านหน้าทางเข้าจะมีป้ายชื่อแหล่งพุน้ำร้อน ภายในแหล่งพุน้ำร้อนได้ทำการปรับภูมิทัศน์ไปบ้างแล้ว

ภาพที่ 4-6 ภาพถ่ายดาวเทียมแสดงตำแหน่งของแหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง และสภาพแวดล้อมโดยรอบ

ภาพที่ 4-7 ป้ายบอกทางเข้าพุน้ำร้อน (ซ้าย) และป้ายแหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง (ขวา)

<u>ประวัติและตำนานพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง</u>

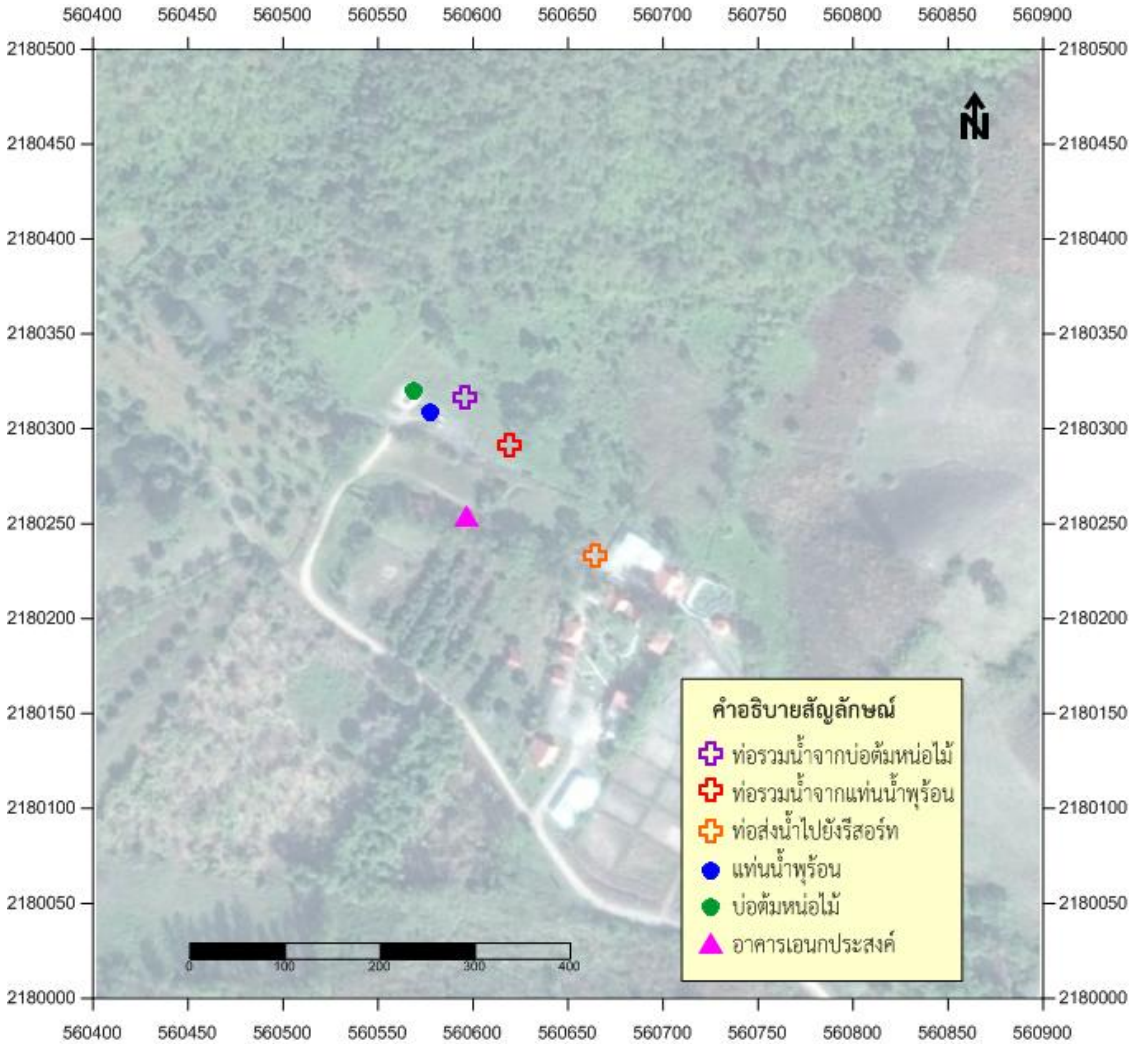
หมู่บ้านโป่งปูเฟืองเริ่มก่อตั้ง ตั้งแต่ พ.ศ. 2432 ในอดีตเป็นชุมชนของเผ่าลั๊วะมาก่อน และมีชุมชนเมืองอพยพเข้ามาสร้างถิ่นฐานบ้านเรือน พุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองมีปรากฏตั้งแต่รุ่นปู่ย่าตายาย เกิดมาก็มีพุน้ำร้อนปรากฏอยู่ในชุมชนแล้ว เมื่อก่อนไม่มีใครทราบว่าเป็นบ่อพุน้ำร้อน ชาวบ้านมักนิยมนำควายมาเลี้ยงบริเวณบ่อพุน้ำร้อน อยู่มาวันหนึ่งเด็กเลี้ยงควายได้นึกสนุกนำหน่อไม้โยนทิ้งในบ่อน้ำ และพอรุ่งเช้าก็หยิบมาชิม พบว่ารสชาติหน่อไม้หวาน กรอบ รสขมหายไป นับแต่นั้นชาวบ้านจึงนิยมนำหน่อไม้มาต้มในบ่อน้ำร้อนและรู้จักกินหน่อไม้ต้มโป่งมานานนับร้อยปีเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน ต่อมามีพระธุดงค์ผ่านมาปักกลดที่บริเวณพุน้ำร้อน ชาวบ้านทราบข่าวจึงมากราบมนัสการ นำฟางข้าวมาปูแทนเสื่อให้พระนั่งปักกลด พระธุดงค์ถามว่า “หมู่บ้านนี้มีชื่อว่าอะไร” ชาวบ้านบอกว่า “ไม่ทราบ” ท่านจึงตั้งชื่อให้ว่า “บ้านโป่งปูเฟือง” โดยโป่งคือพุน้ำร้อน เฟืองคือฟางข้าว โป่งปูเฟือง คือ ปูฟางข้าวบริเวณพุน้ำร้อน

จากลักษณะพื้นที่ของบ้านโป่งปูเฟืองเป็นภูเขาและเนินเขาสลับซับซ้อน มีเรื่องเล่าต่อๆ กันมาว่ามีงูยักษ์ชอบเลื้อยลงมาจากภูเขามากินโป่งเป็นประจำ เลื้อยมาก็เกิดร่องลึกคดโค้งไปมา ร่องลึกประมาณ

2 เมตร ชาวบ้านพากันประหลาดใจจึงเรียกพื้นที่นี้ว่า ดอยกิ่วงูบาด กิ่วแปลว่าแคบ และบาดคือร่องลึก ดอยกิ่วงูบาดเป็นเส้นทางที่เชื่อมระหว่างดอยช้างและดอยวาวี ใช้เวลาเดินเท้าประมาณ 1 ชั่วโมง

ปัจจุบันมีชาวเขาเผ่าลาหู่ และอาข่า ย้ายมาตั้งถิ่นฐานบ้านเรือน ซึ่งชาวเขาเหล่านี้มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ไม่ว่าจะเป็นการดำเนินชีวิต และผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น ดังนั้นในอนาคตเมื่อมีการพัฒนาพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง ชาวเขาเหล่านี้จะมาแสดงผลงานและผลิตภัณฑ์โอทอปในชุมชน นอกเหนือไปจากผลิตภัณฑ์โอทอปของโป่งปูเฟือง คือ หน่อไม้ต้มโป่ง ซึ่งมีรสชาติ หวาน กรอบ และอร่อย ไม่ว่าจะนึ่ง แปรรูป หรือทานสุก มีความเหมาะสมในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์โอทอปร่วมกับไข่ต้มโป่งปูเฟือง ซึ่งมีลักษณะโดดเด่นคือ ไข่ที่ต้มในโป่งปูเฟืองจะมีลักษณะเป็นไข่ลวกเท่านั้นไม่ว่าจะต้มนานเท่าไหร่

สำหรับการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ คือ การก่อสร้างบ่อน้ำพุร้อน สำหรับให้ชาวบ้านในพื้นที่เข้ามาต้มหน่อไม้ การสร้างแท่นพุน้ำร้อนเพื่อความสวยงาม มีการขุดบ่อดินขนาดใหญ่เพื่อรองรับน้ำพุร้อนที่ไหลล้น การสร้างศาลาสำหรับพักผ่อน และเทศบาลตำบลเวียงสรวยได้ทำข้อตกลงกับรีสอร์ทของเอกชนที่อยู่ใกล้เคียงในเรื่องของการส่งน้ำพุร้อนไปยังรีสอร์ท เพื่อธุรกิจการบริการอาบแช่แก่นักท่องเที่ยวโดยคิดเหมาจ่ายเป็นรายปี



ภาพที่ 4-8 ผังการใช้ประโยชน์พื้นที่แสดงกิจกรรมภายในแหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง


ภาพที่ 4-9 แท่นพุน้ำร้อน (ซ้าย) และบ่อสำหรับต้มหน่อไม้ (ขวา)

อัตราการให้น้ำของบ่อน้ำพุร้อนพิจารณาจากท่อที่รวมน้ำ เพื่อหาอัตราการให้น้ำของพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองจากจุดต่างๆที่ไหลออกมาจากบ่อพุน้ำร้อน คือ ท่อรวมน้ำจากแท่นพุน้ำร้อน ท่อส่งน้ำไปยังรีสอร์ท และท่อรวมน้ำจากบ่อต้มหน่อไม้ ได้ผลดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 สรุปกิจกรรมการใช้น้ำ และอัตราการให้น้ำของบ่อน้ำพุร้อนแหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง

ลำดับ	กิจกรรม	ภาพพื้นที่	อัตราการให้น้ำ (ลบ.ม./วัน) สิงหาคม 2559
1.	ท่อรวมน้ำจาก บ่อต้มหน่อไม้		317.09
2.	ท่อส่งน้ำไปยังรีสอร์ท		54.35
3.	ท่อรวมน้ำจาก แท่นพุน้ำร้อน รวม 2 ท่อ		120.01
รวมอัตราการให้น้ำ			**491.45 ลบ.ม./วัน**

ผลการสำรวจพื้นที่และพูดคุยกับผู้บริหาร/เจ้าหน้าที่เทศบาล และคนในพื้นที่ โดยมีผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ คุณจรัญ พุทธกาล (รองนายกเทศบาลตำบลเวียงสรวย) คุณกระมล อุประรัตน์ (สมาชิกสภาเทศบาลตำบลเวียงสรวย) คุณสมพงศ์ เจาะเส็น (ประธานสภาองค์กรชุมชน ต.แม่สรวย) คุณอเนก (ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 1)

และคุณชิน มณีวรรณ (เจ้าของสวนสมุนไพร) ทำให้ทราบว่า ชุมชนบ้านโป่งปูเฟืองมีประชากรประมาณ 600 คน (210-215 ครัวเรือน) ในปัจจุบันเทศบาลกับชุมชนยังมีความไม่เข้าใจกันในเรื่องการพัฒนาแหล่งพุน้ำร้อน เพราะเคยมีกรณีที่หน่วยงานในท้องถิ่นได้ให้เอกชนมาดำเนินการออกแบบพัฒนาแหล่งพุน้ำร้อน แต่ไม่สอดคล้องกับสภาพพื้นที่และวิถีชีวิตในท้องถิ่น ทำให้ชาวชุมชนเกิดความไม่เห็นด้วยในการพัฒนาแหล่งพุน้ำร้อน และมีความหวงแหนในพื้นที่แหล่งพุน้ำร้อนมากขึ้น ด้วยเหตุดังกล่าว การที่จะมีหน่วยงานเข้ามาพัฒนาจึงต้องมีการทำประชาคมหมู่บ้านเสียก่อน เพื่อสร้างความเข้าใจที่ตรงกันระหว่างหน่วยงานที่รับผิดชอบ คือ เทศบาลกับชุมชน โดยชาวบ้านในพื้นที่มีความคาดหวังว่าหากมีการเข้ามาพัฒนาแหล่งพุน้ำร้อน ชาวบ้านยังคงสามารถประกอบอาชีพเดิม คือ การต้มหน่อไม้ในแหล่งพุน้ำร้อนได้ การขายของข้างทางในบริเวณพื้นที่แหล่งพุน้ำร้อน และหวังว่า‘หน่อไม้ต้ม’จะเป็นจุดเด่นที่จะช่วยในการส่งเสริมการพัฒนาการท่องเที่ยวด้วย


ภาพที่ 4-10 การประชุมร่วมกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและชุมชนแหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง

ในช่วงฤดูหน่อไม้ชาวบ้านจะนำหน่อไม้ที่เก็บได้มาต้มที่บ่อพุน้ำร้อน มีประมาณ 50 ราย ที่นำหน่อไม้มาต้มที่บ่อพุน้ำร้อน แต่ยังเป็นในลักษณะแบบชาวบ้านที่ยังไม่ได้มีการพัฒนาให้ถูกสุขลักษณะ และยังไม่มีการปรับรูปแบบที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์


ภาพที่ 4-11 การต้มหน่อไม้และไข่ในบ่อน้ำพุร้อนโป่งปูเฟือง

นอกจากการนำน้ำพุร้อนไปใช้ประโยชน์ดังที่กล่าวไว้ข้างต้นแล้ว ยังไม่ได้มีการนำไปใช้ประโยชน์ในกิจกรรมใดๆ ซึ่งน้ำพุร้อนที่เหลือล้นออกมาจะไหลทิ้งลงสู่แม่น้ำแม่ลาวจึงเป็นการสูญเสียทรัพยากรน้ำพุร้อนโดยเปล่าประโยชน์ จากการสอบถามเจ้าหน้าที่เทศบาล พบว่า ในช่วงหน้าแล้งปริมาณน้ำในแหล่ง

พุน้ำร้อนจะมีปริมาณลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แสดงถึงศักยภาพการให้น้ำแร่ร้อนที่ค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดปี จึงควรมีการพัฒนากิจกรรมการใช้ประโยชน์จากน้ำพุร้อนให้เต็มศักยภาพ เพื่อเพิ่มรายได้ให้กับชาวบ้านในพื้นที่ได้ตลอดทั้งปี และอาจทำผังเส้นทางแหล่งท่องเที่ยวเชื่อมโยงที่น่าสนใจให้กับพื้นที่ และสร้างเอกลักษณ์โดยผสมผสานวัฒนธรรมท้องถิ่นชนเผ่าพื้นเมืองต่างๆเข้าด้วยกัน

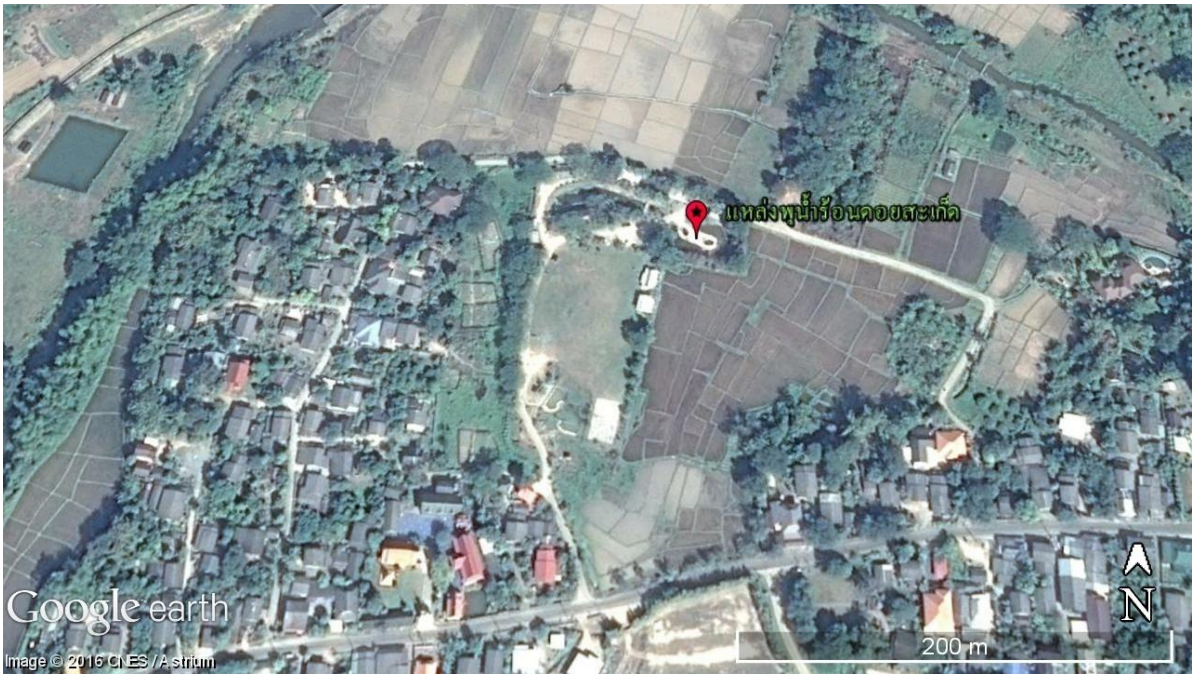

ภาพที่ 4-12 น้ำที่ไหลล้นทิ้งจากบ่อน้ำพุร้อนโป่งปูเฟือง โดยยังไม่มีการวางแผนนำไปทำประโยชน์อย่างคุ้มค่า

คณะผู้วิจัยได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำพุร้อนจากแหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง จำนวน 2 จุด คือบ่อสำหรับต้มหน่อไม้ (อุณหภูมิ 69 องศาเซลเซียส) และแท่นพุน้ำร้อน (อุณหภูมิ 73 องศาเซลเซียส) เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทั้งทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพ เพื่อพิจารณาว่ามีคุณภาพเหมาะสมเพียงใดในการช่วยส่งเสริมกิจกรรมการใช้ประโยชน์จากน้ำพุร้อน เช่น จะทำให้หน่อไม้ที่นำมาต้มในบ่อน้ำพุร้อนแห่งนี้มีรสชาติดีแตกต่างจากที่อื่นด้วยแร่ธาตุในน้ำพุร้อนหรือไม่เพียงใด

ภาพที่ 4-13 การตรวจวัดอุณหภูมิน้ำพุร้อนบริเวณแท่นพุน้ำร้อน (ซ้าย) และบ่อต้มหน่อไม้ (ขวา)

4.1.3 แหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่

แหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดเป็นทรัพยากรธรณีที่อยู่คู่กับพื้นที่บ้านน้ำโป่งมาช้านาน ลักษณะของแหล่งพุน้ำร้อนมีบ่อพุน้ำร้อนกระจายตัวอยู่ทั่วไปในบริเวณพื้นที่ ซึ่งเป็นเอกลักษณ์ที่โดดเด่นของแหล่งพุน้ำร้อนแห่งนี้ บริเวณแหล่งพุน้ำร้อนมีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกแล้วหลายส่วน เช่น พื้นที่สำหรับการอาบแช่ ลำรางแช่เท้า และร้านค้าต่างๆ เป็นต้น รวมถึงการปรับภูมิทัศน์ของพื้นที่ เพื่อการรองรับนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและต่างชาติ (จีน ญี่ปุ่น และเกาหลี)



ภาพที่ 4-14 ภาพถ่ายดาวเทียมแสดงตำแหน่งของแหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด และสภาพแวดล้อมโดยรอบ

สำหรับเส้นทางการเดินทางจากตัวจังหวัดเชียงใหม่ ตามทางหลวงหมายเลข 118 (เชียงใหม่-ดอยสะเก็ด-เวียงป่าเป้า-เชียงราย) เป็นระยะทางประมาณ 30 กิโลเมตร โดยระหว่างเส้นทางการเดินทางจะมีป้ายแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวบอกตลอดเส้นทาง

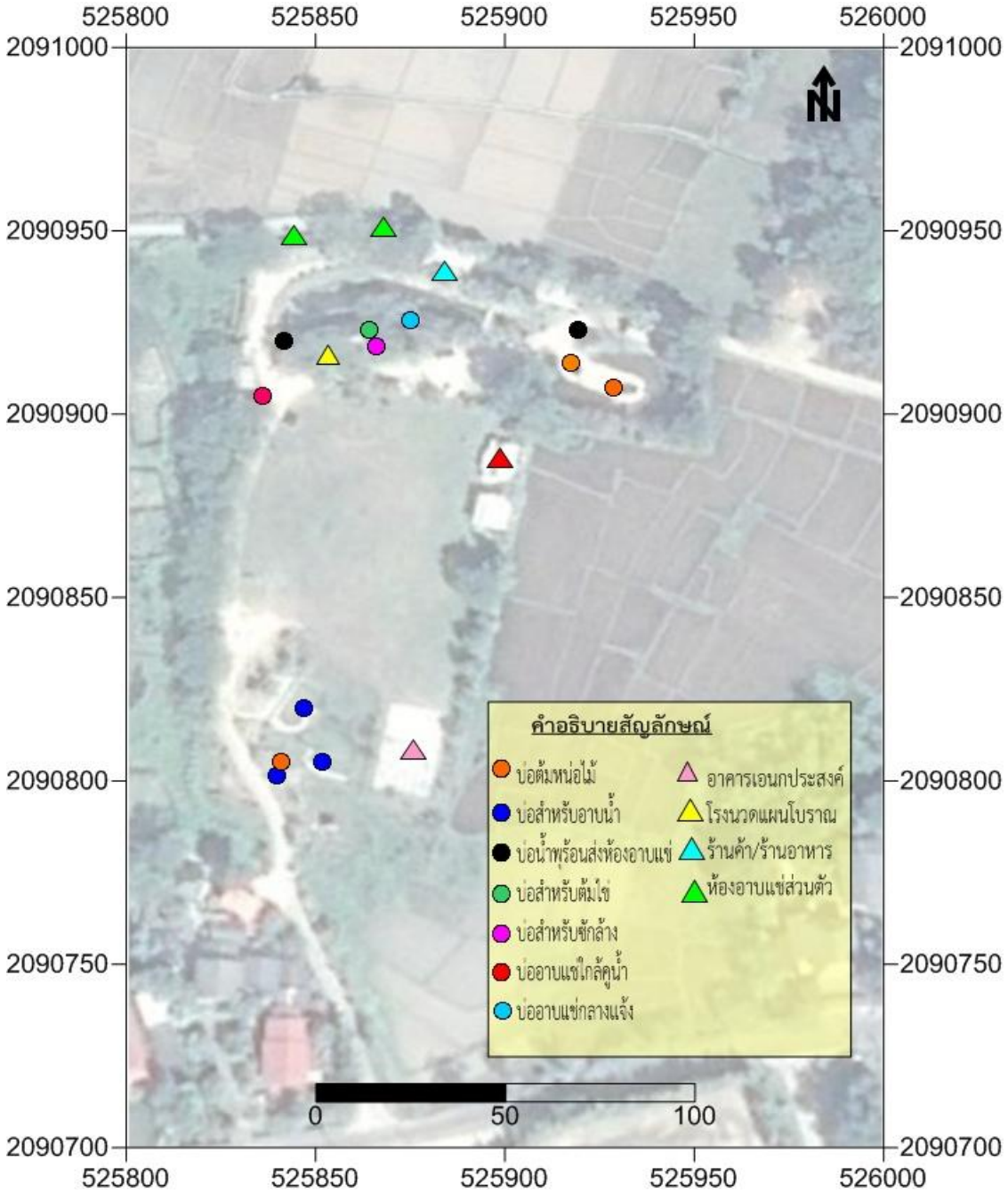
ภาพที่ 4-15 ป้ายแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวบอกเส้นทางแหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด

<u>ประวัติและตำนานพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด</u>

เดิมทีพื้นที่บริเวณนี้เป็นป่ารกร้าง มีชาวบ้านดั้งเดิมอพยพมาจากแคว้นสิบสองปันนา มาลงหลักปักฐานที่อำเภอเชียงแสน และเดินทางลงมาอยู่บ้านลวงใต้ อำเภอดอยสะเก็ด สมัยนั้นการเดินทางไม่สะดวกสบาย จึงใช้ วัว ม้า เทียมเกวียน เดินทางไปทำไร่ ระหว่างทางจะเอาวัว ควาย ล่ามไว้ใกล้กับศาลพระเสื้อบ้าน ทุกๆปีของเดือนเก้า แรมเก้าค่ำ ชาวบ้านจะเอาไม้ปักตรงกลางศาลพระเสื้อบ้าน แล้วปล่อยวัวควาย ให้เดินอิสระ ถ้าวัวหรือควายตัวไหนเอาสีข้างถูไม้ ตัวนั้นจะถูกจับบูชายัญ ต่อมาชาวบ้านทยอยมาตั้งถิ่นฐานบริเวณที่มีแหล่งน้ำใกล้กับแม่น้ำแม่ลายเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่พื้นที่ที่มีพุน้ำร้อนซึ่งกระจายหลายบ่อ และมีความร้อนตั้งแต่ระดับผิวดิน มีชาวบ้านตั้งถิ่นฐานน้อย เนื่องจากเกรงว่าจะเกิดอันตรายและบ่อน้ำบาดาลที่ขุดขึ้นมาก็ร้อน ดังนั้นผู้คนส่วนใหญ่จึงย้ายไปตั้งถิ่นฐานบริเวณใกล้กับแม่น้ำแทน

ตามประวัติพุน้ำร้อนไม่ทราบผู้ค้นพบ ผู้เถ้าผู้แก่ในหมู่บ้านเล่าว่าเกิดมาก็พบว่ามีพุน้ำร้อนเกิดขึ้นที่ดอยสะเก็ดแล้ว ชาวบ้านนิยมนำหน่อไม้มาต้ม ซึ่งพบว่ามีรสชาติหวาน กรอบ อร่อยกว่าหน่อไม้ที่ต้มกับน้ำปรกติทั่วไป ชาวบ้านในพื้นที่จึงยึดอาชีพขายหน่อไม้ต้มเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน

สภาพพื้นที่ของแหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดเป็นที่ราบระหว่างภูเขา บริเวณใกล้เคียงเป็นทุ่งนากว้าง เห็นทิวทัศน์ที่สวยงาม ประกอบกับมีบ่อน้ำพุร้อนกระจายอยู่ทั่วภายในบริเวณ จึงทำให้มีกิจกรรมในพื้นที่หลากหลาย ทั้งยังมีการจัดสรรการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นหลายส่วน ดังภาพที่ 4-16 และตารางที่ 4-3 ที่แสดงรายละเอียดการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ อุณหภูมิ และอัตราการให้น้ำของบ่อน้ำพุร้อน



ภาพที่ 4-16 ผังการใช้ประโยชน์พื้นที่แสดงกิจกรรมภายในแหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด

พื้นที่สำหรับใช้ในการจอดรถ จะอยู่บริเวณด้านหน้าทางเข้ามีลักษณะเป็นสนามหญ้าขนาดใหญ่ สามารถรองรับรถยนต์ได้ประมาณ 30 คัน

พื้นที่สำหรับการอาบแช่ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนอาบแช่กลางแจ้ง ประกอบด้วยลำรางสำหรับแช่เท้า บ่ออาบแช่สำหรับเด็ก 1 บ่อ และบ่ออาบแช่สำหรับผู้ใหญ่ 2 บ่อ และห้องอาบแช่ประกอบด้วยส่วนอาบแช่แบบส่วนตัว 2 ห้อง และห้องอาบแช่ธรรมดาอีก 12 ห้อง

พื้นที่สำหรับร้านค้าและบริการอื่นๆ เป็นร้านค้าของชาวบ้านในพื้นที่หมู่ 6 บ้านโป่งสามัคคี ประกอบด้วยร้านค้าขายของทั่วไป ร้านอาหาร โรงนวดแผนโบราณ และร้านขายหน่อไม้ซึ่งเป็นสินค้าแนะนำของแหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด

ชาวบ้านในพื้นที่สามารถเข้ามาใช้ประโยชน์จากแหล่งพุน้ำร้อนได้ คือ การต้มหน่อไม้ โดยชาวบ้านจะนำหน่อไม้มาแช่ในบ่อน้ำพุร้อนในบ่อที่จัดเตรียมสำหรับต้มหน่อไม้โดยเฉพาะ และเสียค่าใช้จ่ายคิดเป็นต่อกระสอบ และยังมีบ่อน้ำพุร้อนสำหรับนำมาใช้ในการซักล้าง อาบน้ำ รวมถึงสามารถนำภาชนะต่างๆ มาใส่น้ำพุร้อนกลับนำไปใช้ที่บ้านได้อีกด้วย


ภาพที่ 4-17 บ่อพุน้ำร้อนสำหรับต้มหน่อไม้(ซ้าย) และชาวบ้านในชุมชนนำหน่อไม้มาต้มที่บ่อพุน้ำร้อน(ขวา)

ตารางที่ 4-3 สรุปกิจกรรมการใช้น้ำ อุณหภูมิ และอัตราการให้น้ำของบ่อน้ำพุร้อน แหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด

ลำดับ	กิจกรรม	ภาพพื้นที่	สิงหาคม 2559		กุมภาพันธ์ 2560		อัตราเฉลี่ย
			อุณหภูมิ	อัตราการให้น้ำ	อุณหภูมิ	อัตราการให้น้ำ	
1	บ่อต้มหน่อไม้บ่อที่ 1		82 °C	-	78 °C	-	-
2	บ่อต้มหน่อไม้บ่อที่ 2		77 °C	-	74 °C	-	-
3	บ่อส่งห้องอาบแช่เดี่ยว		57 °C	32.04 ลบ.ม./วัน	62 °C	13.88 ลบ.ม./วัน	22.96 ลบ.ม./วัน

ลำดับ	กิจกรรม	ภาพพื้นที่	สิงหาคม 2559		กุมภาพันธ์ 2560		อัตราเฉลี่ย
			อุณหภูมิ	อัตราการให้น้ำ	อุณหภูมิ	อัตราการให้น้ำ	
4	บ่อส่งห้องอาบแช่ VIP		73 °C	6.28 ลบ.ม./วัน	72.5 °C	-	-
5	บ่อสำหรับต้มไข่		77 °C	-	75 °C	-	-
6	บ่อสำหรับซักล้าง		55 °C	-	42 °C	-	-
7	บ่ออาบแช่ใกล้คูน้ำ สำหรับชาวบ้าน		60 °C	10.109 ลบ.ม./วัน	49 °C	10.109 ลบ.ม./วัน	10.109 ลบ.ม./วัน

ลำดับ	กิจกรรม	ภาพพื้นที่	สิงหาคม 2559		กุมภาพันธ์ 2560		อัตราเฉลี่ย
			อุณหภูมิ	อัตราการให้น้ำ	อุณหภูมิ	อัตราการให้น้ำ	
8	บ่อสำหรับอาบน้ำบ่อที่ 1		65.5 °C	13.95 ลบ.ม./วัน	46 °C	2.568 ลบ.ม./วัน	-
9	บ่อสำหรับอาบน้ำบ่อที่ 2		45.5 °C	-	46 °C	-	-
10	บ่อต้มหน่อไม้ บ่อที่ 3 และ 4		78 °C	-	75.8 °C	-	-
11	บ่อสำหรับอาบน้ำบ่อที่ 3		59 °C	14.34 ลบ.ม./วัน	50 °C	10.76 ลบ.ม./วัน	12.55 ลบ.ม./วัน

ในการสำรวจพื้นที่แหล่งพุน้ำร้อน จากการพูดคุยกับ ร.ต.ประพาส บาลชมพู (ผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 6) ซึ่งเป็นผู้ดูแลแหล่งพุน้ำร้อน พบว่า แหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด มีพื้นที่ทั้งหมด 10 ไร่ อยู่ในความดูแลของคณะกรรมการหมู่บ้าน แหล่งพุน้ำร้อนมีบ่อน้ำพุร้อนกระจัดกระจายอยู่ทั่วทั้งพื้นที่ตั้งแต่บริเวณทางเข้า พบว่ามีบ่อน้ำพุร้อนทั้งสิ้น 11 บ่อ แบ่งเป็นส่วนสำหรับรองรับนักท่องเที่ยว และส่วนที่ให้ชาวบ้านในพื้นที่เข้ามาใช้ประโยชน์ได้ แหล่งพุน้ำร้อนนี้สามารถรองรับนักท่องเที่ยวที่ต้องการใช้บริการการอาบแช่ได้มากกว่า 100 คน โดยช่วงที่มีนักท่องเที่ยวเข้ามามากที่สุดคือ ฤดูหนาว ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ มีนักท่องเที่ยวมากกว่า 1,000 คน รายได้ต่อเดือนในช่วงที่มีนักท่องเที่ยวเข้ามาเป็นจำนวนมากประมาณ 50,000 – 60,000 บาทต่อเดือน นักท่องเที่ยวที่เข้ามามีทั้งคนไทยและชาวต่างชาติ ได้แก่ จีน เกาหลี ญี่ปุ่น (มีมากที่สุด) รายได้ส่วนใหญ่ของแหล่งพุน้ำร้อนมาจากการใช้บริการนวดแผนโบราณ การใช้บริการจากการอาบแช่ของนักท่องเที่ยว โดยเก็บค่าบริการการอาบแช่บ่อกลางแจ้ง/ห้องอาบแช่(คิดเป็นรายคน) ในส่วนลำรางแช่เท้าจะรับเป็นเงินบริจาค และการประมูลบ่อต้มหน่อไม้ของชาวบ้านในพื้นที่ ในปี 2559 ราคาประมูลบ่อต้มหน่อไม้ทั้ง 2 บ่อ อยู่ที่ 90,000 บาท (ขั้นต่ำเริ่มต้นที่ 70,000 บาท) โดยช่วงที่เปิดบ่อน้ำพุร้อนสำหรับต้มหน่อไม้ให้ชาวบ้านเข้ามาต้มได้นั้นอยู่ในช่วงเดือนมิถุนายน - กันยายน ซึ่งเป็นช่วงที่เรียกว่า “หน้าหน่อ” คือ เป็นช่วงที่มีหน่อไม้เป็นจำนวนมาก สามารถนำมาต้มน้ำพุร้อนเพื่อเพิ่มมูลค่าได้ นอกจากนี้ยังมีการส่งเสริมการประกอบอาชีพให้คนในพื้นที่ คือ การนวดแผนโบราณ ซึ่งจะเป็นการรวมกลุ่มแม่บ้านในพื้นที่แหล่งพุน้ำร้อนและหมู่บ้านใกล้เคียง(หมู่ที่4) ในปัจจุบันมีกลุ่มแม่บ้านประกอบอาชีพนี้ประมาณ 20 คน


ภาพที่ 4-18 การประชุมร่วมกับองค์กรบริหารส่วนท้องถิ่นและชุมชนแหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด

แหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดได้ออกเทศบัญญัติในพื้นที่กรณีการใช้น้ำใต้ดินเพื่อประโยชน์สำหรับกิจการใดๆ ให้สงวนไว้ใช้เพื่อชุมชนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้มีการเจาะบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ที่จะส่งผลกระทบต่อแหล่งพุน้ำร้อน เนื่องจากเคยมีกรณีเอกชนเข้ามาทำการเจาะบ่อบาดาลในพื้นที่ ซึ่งส่งผลให้ระดับน้ำในแหล่งพุน้ำร้อนลดระดับอย่างรวดเร็ว จึงมีการตรวจสอบการขุดเจาะและขอให้ผู้ที่เข้ามาทำการขุดเจาะบ่อบาดาลหยุดดำเนินการ

คณะผู้วิจัยได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำพุร้อนจากแหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทั้งทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพ รวมถึงตรวจวัดอุณหภูมิบ่อต่างๆในพื้นที่ โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำพุร้อนในบ่อปูนขนาดใหญ่ซึ่งเป็นบ่อที่ส่งน้ำพุร้อนไปยังห้องอาบแช่ส่วนตัวและเก็บตัวอย่างโคลนพุน้ำร้อน เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำโคลนพุน้ำร้อนนี้ไปใช้ประโยชน์ในการทำสปาโคลนหรือผลิตเป็นเครื่องสำอาง เช่น สครับ ต่อไป

ภาพที่ 4-19 การตรวจวัดอุณหภูมิน้ำพุร้อนในบ่อต้มหน่อไม้ (ซ้าย) และเก็บตัวอย่างน้ำพุร้อนเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (ขวา)

ภาพที่ 4-20 เก็บตัวอย่างโคลนพุน้ำร้อนเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบและคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี

4.2 ลักษณะธรณีวิทยาทั่วไปของแหล่งพุน้ำร้อน

4.2.1 ลักษณะธรณีวิทยาพื้นที่บ้านเมืองแปง ตำบลเมืองแปง อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ลักษณะภูมิประเทศบริเวณนี้เป็นเทือกเขาสลับเนินเขา (ภาพที่ 4-21 และ 4-22) การลำดับชั้นหินมีอายุตั้งแต่มหายุคพาลีโอโซอิกถึงยุคควอเทอร์นารี จากแก่ไปอ่อน ดังนี้

หินยุคแคมเบรียน (E) ชื่อว่า หมวดหินควอร์ตไซต์ผาบ่อง เป็นหินอายุแก่ที่สุดของจังหวัดแม่ฮ่องสอน มีอายุประมาณ 570 - 505 ล้านปี พบกระจายตัวเป็นบริเวณเล็กด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือของพุน้ำร้อนเมืองแปง แสดงลักษณะภูมิประเทศเป็นเขาสูง ประกอบด้วยหินควอร์ตไซต์ หินทรายสลับกับหินดินดาน และหินดินดานกึ่งชนวน

หินยุคออร์โดวิเชียน (O) หมวดหินปูนฮอด เป็นหินยุคออร์โดวิเชียน พบแผ่กระจายบริเวณด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือของพุน้ำร้อนเมืองแปง แสดงลักษณะภูมิประเทศแบบเทือกเขาหินปูน ส่วนใหญ่วางตัวอยู่ในทิศทางเหนือ-ใต้ ประกอบด้วยหินปูนเนื้อดินสลับด้วยหินโคลนและหินดินดาน ซากดึกดำบรรพ์ที่พบส่วนมากมีขนาดเล็กเป็นโคโนดอนต์ และซากดึกดำบรรพ์ที่มีขนาดใหญ่พบน้อยเป็นพวกนอติลอยด์ หินยุคนี้มีอายุประมาณ 505 - 438 ล้านปี

หินยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน-คาร์บอนิเฟอรัส (SDC) หินยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน-คาร์บอนิเฟอรัส ชื่อว่า หมวดหินแม่ฮ่องสอน พบแผ่กระจายอย่างกว้างขวางทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของพุน้ำร้อนเมืองแปง แสดงลักษณะภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูงและภูเขา ประกอบด้วยหินเชิร์ตสีน้ำตาลและดำเป็นชั้น และสลับด้วยหินทรายและหินดินดานสีเทา พบซากดึกดำบรรพ์หอยงวงช้าง หอยฝาเดียว และโคโนดอนต์ หมวดหินแม่ฮ่องสอนมีอายุประมาณ 438 - 286 ล้านปี

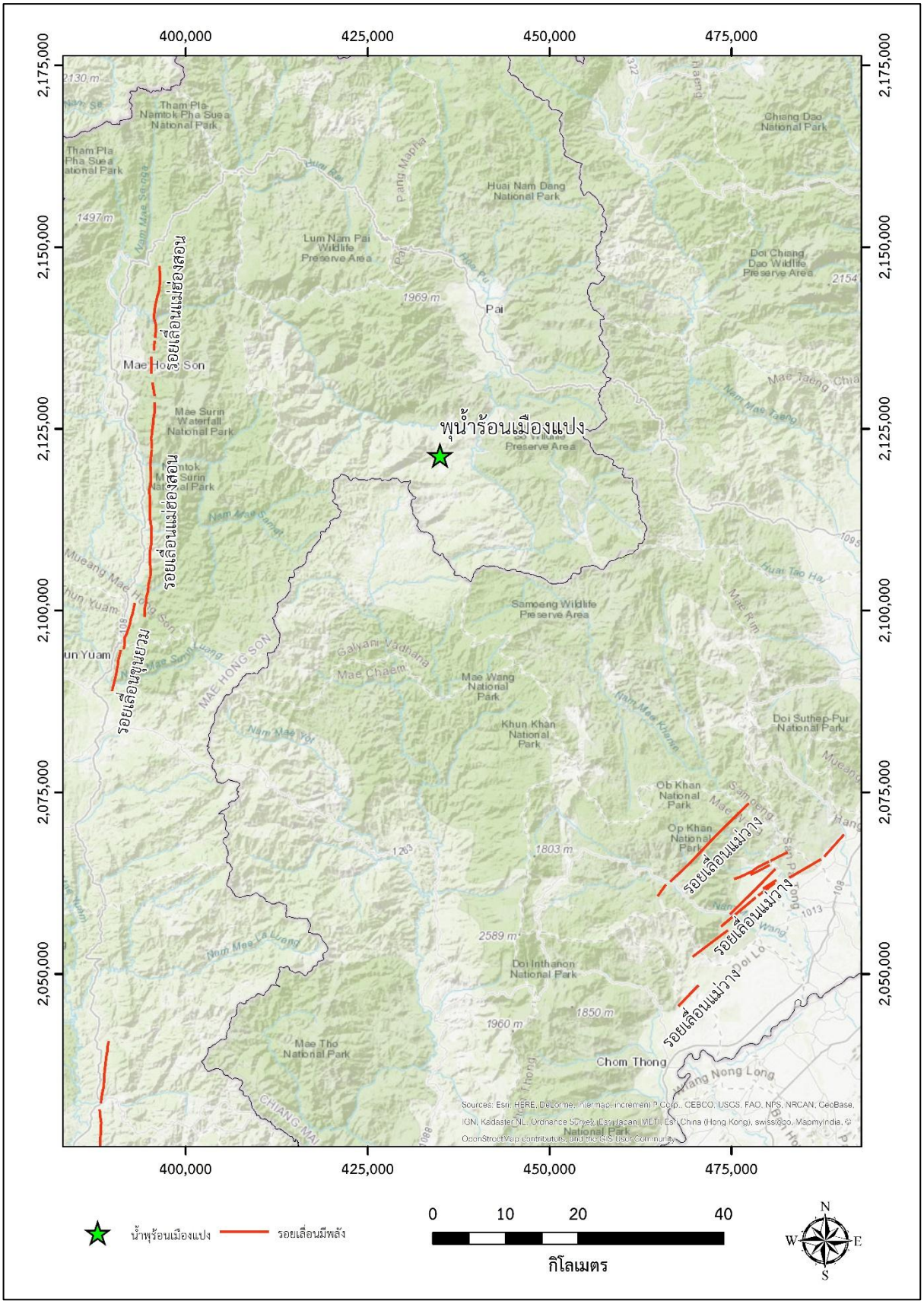
ตะกอนยุคควอเทอร์นารี (Qa) ประกอบด้วยตะกอนชนิดต่างๆ ที่มีอายุประมาณ 1.6 - 0.01 ล้านปี ในพื้นที่ศึกษาพบสะสมตัวแบบตะกอนน้ำพา (Quaternary alluvium: Qa) พบตามแนวลำน้ำใหญ่ที่ไหลผ่านแอ่งที่ราบระหว่างหุบเขา คือ บริเวณตัวลำน้ำปาย ประกอบด้วยทราย ดินเหนียว และกรวด

หินอัคนี หินอัคนีที่พบในพื้นที่ศึกษาเป็นหินอัคนีแทรกซอน ได้แก่ หินแกรนิตยุคไทรแอสซิก (Trgr) หินแกรนิตที่อำเภอปายแสดงลักษณะภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูงเป็นส่วนใหญ่ ประกอบด้วยหินไบโอไทต์แกรนิต หินฮอร์นเบลด์-ไบโอไทต์แกรนิต หินมัสโคไวต์แกรนิต เนื้อสม่ำเสมอถึงเนื้อดอกและหินลูโคเครติกแกรนิตเนื้อละเอียด หินแกรนิตมีอายุประมาณ 230 - 210 ล้านปี หินแกรนิตมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับการกำเนิดแร่เศรษฐกิจหลายชนิดของแม่ฮ่องสอน เช่น แร่ดีบุก แร่วุลแฟรม แร่ฟลูออไรต์ และแร่แบไรต์

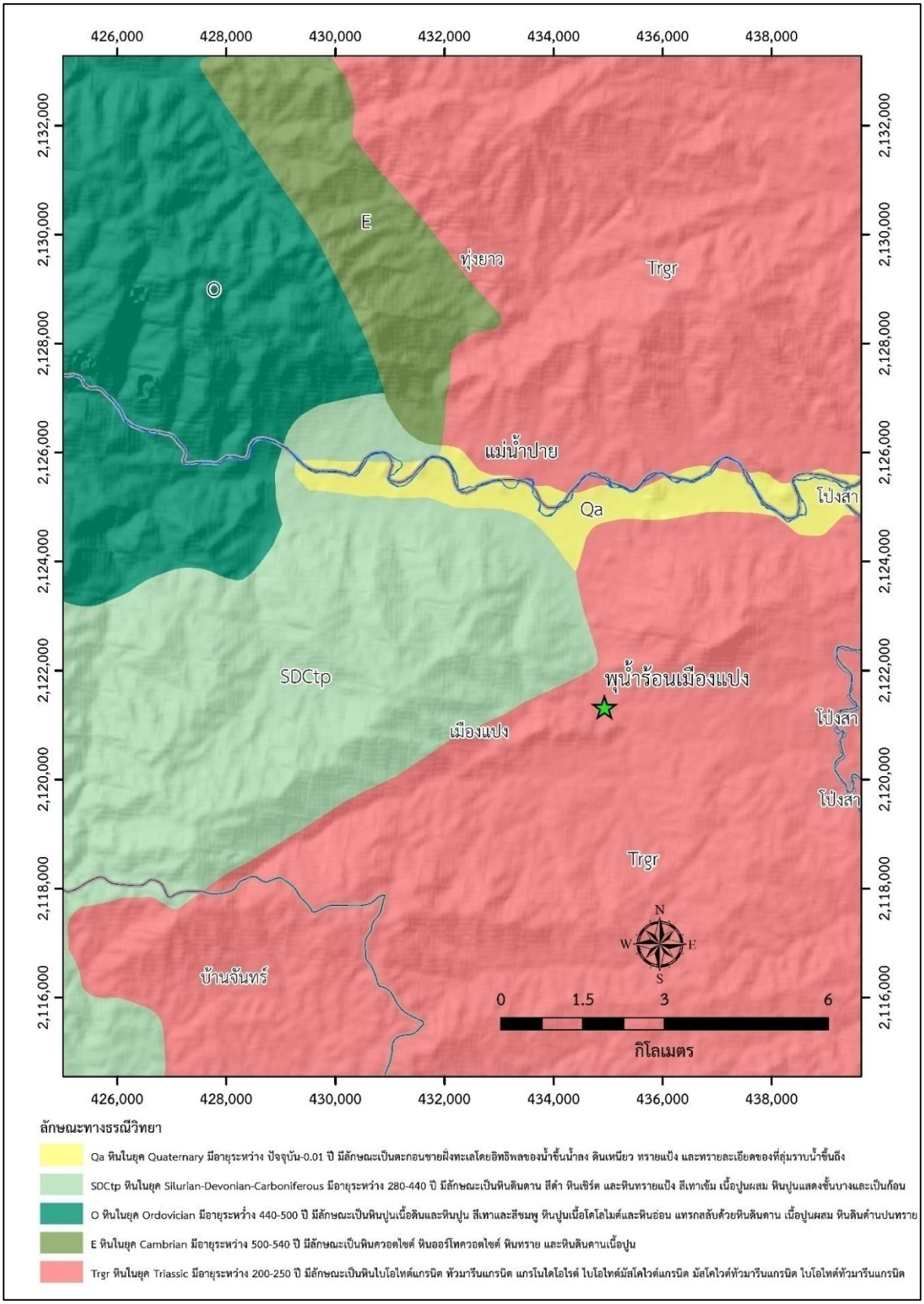
กลุ่มรอยเลื่อนแม่ฮ่องสอน เป็นกลุ่มรอยเลื่อนมีพลังที่วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ มีจุดเริ่มต้นทางทิศเหนือของตัวอำเภอแม่ฮ่องสอน ผ่านอำเภอเมืองมาตามน้ำยวม อำเภอขุนยวม อำเภอแม่ลาน้อย อำเภอแม่สะเรียง และอำเภอสบเมย แล้วต่อลงไปทิศใต้แล้วสิ้นสุดที่กลุ่มรอยเลื่อนเมยบริเวณอำเภอท่าสองยาง จังหวัดตาก มีความยาวประมาณ 200 กิโลเมตร ส่วนใหญ่หินมหายุคมีโซโซอิกบริเวณอำเภอขุนยวมและอำเภอแม่สะเรียงจะถูกกลุ่มรอยเลื่อนนี้แยกออกจากหินมหายุคพาลีโอโซอิก และแอ่งต่างๆในบริเวณนี้ก็เกิดจากอิทธิพลของกลุ่มรอยเลื่อนนี้ทั้งสิ้น พุน้ำร้อนเมืองแปงห่างจากแนวรอยเลื่อนแม่ฮ่องสอน 42 กิโลเมตร

จากการสำรวจลักษณะธรณีวิทยาภาคสนามพื้นที่บ้านเมืองแปง จำนวน 2 จุด ที่ปรากฏลักษณะหินโผล่ สรุปได้ดังนี้

จุดที่ 1 พิกัด UTM E 432423 N 2125148 เป็นจุดชมวิวใกล้กับจุดที่ 2 พิกัด UTM E 431157 N 2125291 พบ หินแกรนิตสีเทาขาว มีอัตราการผุพังต่ำ เป็นลานหินแกรนิต (granite terrain) ดังแสดงในภาพที่ 4-23 บ้านเมืองแปงตั้งอยู่บนหินแกรนิต ทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญในบริเวณนี้คือ ทราย ซึ่งเกิดจากการผุพังของหินแกรนิต



ภาพที่ 4-21 ลักษณะพื้นที่ตั้งพุน้ำร้อนเมืองแปง



ภาพที่ 4-22 ลักษณะธรณีวิทยาของพื้นที่ตั้งพุน้ำร้อนเมืองแปง

ภาพที่ 4-23 จุดชมวิวบ้านเมืองแปง

4.2.2 ลักษณะธรณีวิทยาพื้นที่บ้านโป่งปูเฟือง ตำบลแม่สรวย อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย

ลักษณะภูมิประเทศบริเวณนี้ เป็นแบบเทือกเขาสูงสลับซับซ้อนต่อเนื่องกันหลายเทือกเขาและแอ่งที่ราบหุบเขา สำหรับแนวเทือกเขานั้นต่อเนื่องลงมาจากเทือกเขาแดนลาว มีภูเขาที่สำคัญ ได้แก่ ดอยแม่สะลอง ดอยวาวี ดอยตุง ดอยโปร่งผาแตก ดอยขุนห้วยฝาง และดอยผาเหลือง ส่วนแอ่งที่ราบหุบเขาเป็นพื้นที่ระหว่างแนวเขาที่กระจายตัวอยู่ทั่วไปหลายแห่ง ใช้เป็นพื้นที่อยู่อาศัยและปลูกข้าว หินที่พบในบริเวณนี้ประกอบด้วย หินชีสต์ หินฟิลไลต์ และหินชนวน อายุไซลูเรียน-ดีโวเนียน ก้อนหินมนใหญ่ของแร่ควอรตซ์ และหินแกรนิตเนื้อละเอียด พุน้ำร้อนไหลขึ้นมาตามรอยเลื่อน (ภาพที่ 4-24)

พุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองตั้งอยู่ใกล้กับกลุ่มแนวรอยเลื่อน ทางด้านทิศเหนือมีแนวรอยเลื่อนแม่จัน ซึ่งเป็นรอยเลื่อนมีพลังขนาดใหญ่ (ยาวมากกว่า 100 กิโลเมตร) วางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ พาดผ่านตั้งแต่ อ.ฝาง อ.แม่จัน อ.เชียงแสน เข้าสู่ประเทศลาว อยู่ห่างจากพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง 45 กิโลเมตร ทางด้านทิศใต้ของพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองห่างจากแนวรอยเลื่อนแม่สรวย 1.7 กิโลเมตร และห่างจากแนวรอยเลื่อนแม่ลาว 6.5 กิโลเมตร ทั้งสองรอยเลื่อนเป็นรอยเลื่อนแขนงหรือรอยเลื่อนลูกของรอยเลื่อนแม่จัน เรียกกลุ่มรอยเลื่อนนี้ว่า “กลุ่มรอยเลื่อนพะเยา” วางตัวในแนวทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ที่พาดผ่านอำเภอแม่สรวยถึงอำเภอแม่ลาว ของจังหวัดเชียงราย (ภาพที่ 4-25) กลุ่มรอยเลื่อนย่อยในกลุ่มรอยเลื่อนพะเยาแบ่งได้ 2 ส่วน คือ รอยเลื่อนย่อยส่วนเหนือ วางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ เช่น รอยเลื่อนแม่สรวย และรอยเลื่อนแม่ลาว เป็นต้น ส่วนรอยเลื่อนย่อยส่วนใต้ วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ เช่น รอยเลื่อนวังเหนือ เป็นต้น การขยับตัวของรอยเลื่อนมีพลังทางตอนเหนือของประเทศไทย เป็นผลจากแรงดันภายในเปลือกโลกที่ถูกถ่ายทอดมาจากการชนกันของแผ่นเปลือกโลกอินเดียกับแผ่นเปลือกโลกยูเรเชีย กลุ่มรอยเลื่อนมีพลังพะเยา เป็นแผ่นดินไหวในประเทศไทยที่รุนแรงที่สุดที่มีการบันทึกไว้ โดยเมื่อปี 2557 เกิดเหตุแผ่นดินไหวขนาด 6.3 ริกเตอร์ (สูงสุดที่มีการบันทึกไว้) โดยมีศูนย์กลางแผ่นดินไหวที่ละติจูด 19.68 องศาเหนือ ลองติจูด 99.69 องศาตะวันออก ที่ระดับความลึก 7 กิโลเมตร บริเวณตำบลทรายขาว อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย สาเหตุแผ่นดินไหวครั้งนี้ เป็นผลมาจากการเลื่อนตัวในแนวราบแบบเหลื่อมซ้ายของกลุ่มรอยเลื่อนพะเยาส่วนเหนือ (รอยเลื่อนแม่ลาว) ประชาชนสามารถรับรู้ได้ถึงแรงสั่นสะเทือนทั่วทั้งภาคเหนือ มีความเสียหายรุนแรงในหลายพื้นที่ โดยเฉพาะในรัศมีประมาณ 30 กิโลเมตรจากศูนย์กลางแผ่นดินไหว เกิดรอยแยกของแผ่นดิน ทรายพุบริเวณพื้นดิน เกิดน้ำผุดขึ้นกลางบ้าน และระดับน้ำบาดาลลดลงจากบ่อน้ำตื้นในหมู่บ้าน โดยพบที่บ้านโป่งปูเฟือง ซึ่งระดับน้ำบาดาลที่ลดลงจากบ่อน้ำตื้นตั้งแต่ปี 2557 จนถึงปัจจุบันก็ไม่ได้คืนกลับมาแต่อย่างใด

จากการสำรวจลักษณะธรณีวิทยาภาคสนามพื้นที่บ้านโป่งปูเฟือง จำนวน 3 จุด ที่ปรากฏลักษณะหินโผล่ สรุปได้ดังนี้

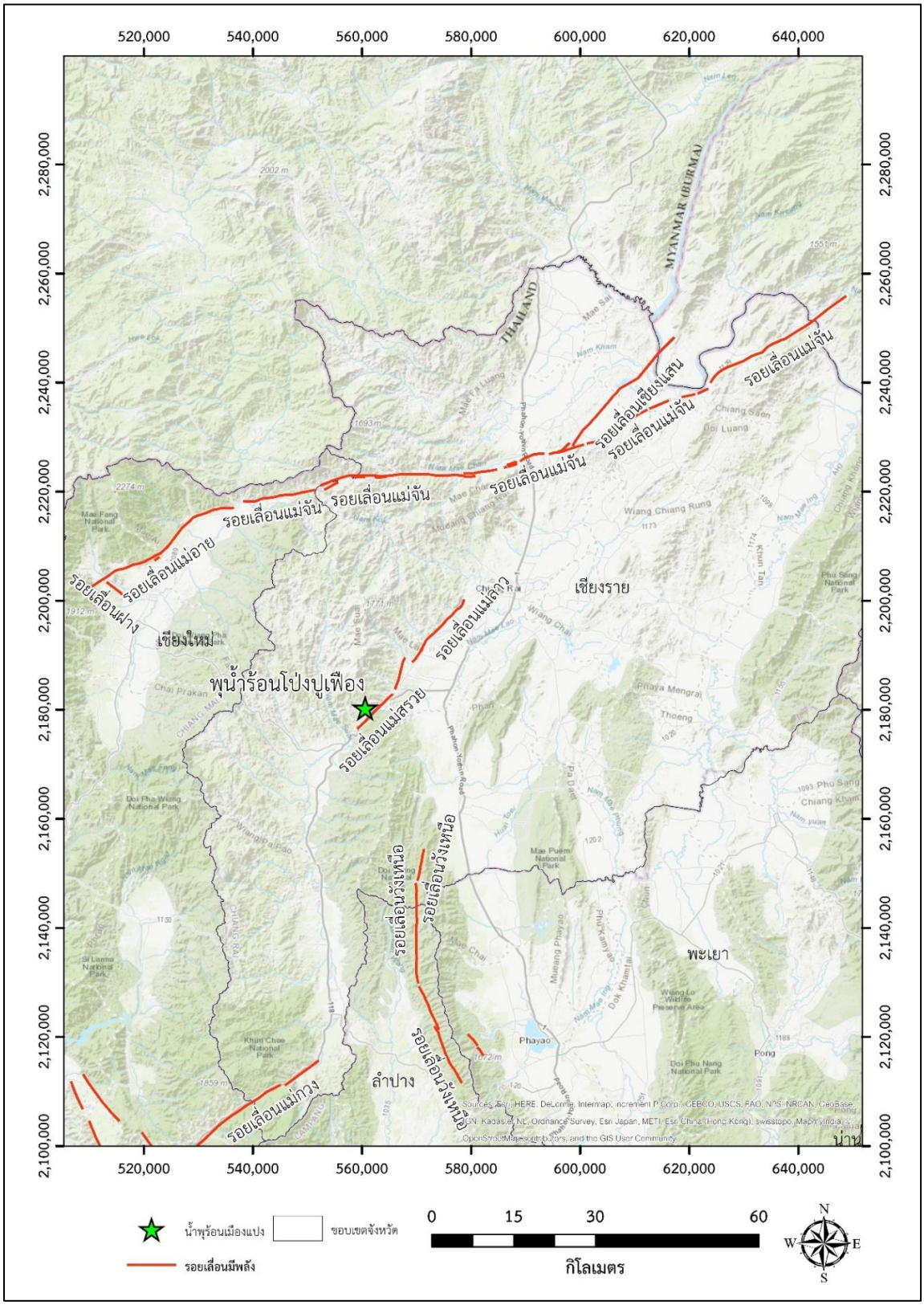
จุดที่ 1 พิกัด UTM E 560763 N 2179949 พบหินชีสต์คดโค้ง (folded schist) แสดงลักษณะ detail fold พบเป็น ไมกาเชียส ชีสต์ (Micaceous Schist) มีอัตราการผุพังสูงมาก (highly weathered rock) สีเทาอมน้ำตาล พบ ควอร์ทซิติก ชีสต์ (Quarzitic Schist) แทรกสลับ ดังแสดงในภาพที่ 4-26

จุดที่ 2 พิกัด UTM E 561055 N 2179981 พบ ไมกาเชียส ชีสต์ (Micaceous Schist) แทรกสลับกับ ควอร์ทซิติก ชีสต์ (Quarzitic Schist) เป็นเนินเขาที่มีการปรับพื้นที่เป็นขั้นบันได ดังแสดงในภาพที่ 4-27

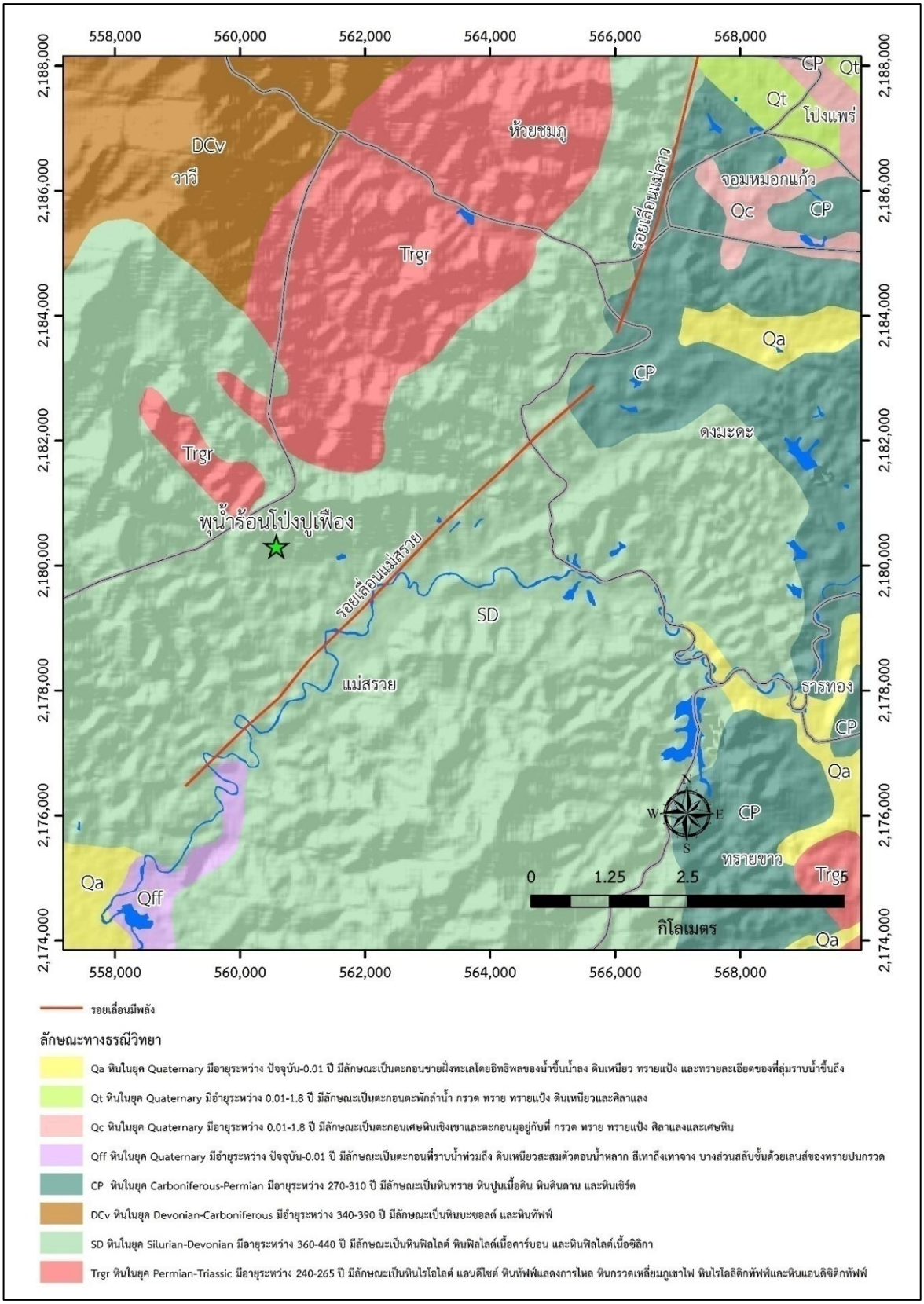
จุดที่ 3 พิกัด UTM E 561602 N 2179805 พบหินมีลักษณะเช่นเดียวกับจุดที่ 1 และ 2

บ้านโป่งปูเฟืองอยู่ใกล้พื้นที่แหล่งแร่ฟลูออไรต์ โดยแร่ฟลูออไรต์ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมผลิตเหล็กกล้า โดยใช้เป็นเชื้อถลุงหรือสารผสมในการถลุงเหล็ก โดยจะเป็นตัวช่วยทำให้ตะกรันเหลวได้ง่ายและช่วยดึงมลทินออกจากเหล็ก ใช้ผลิตกรดกัดแก้ว ใช้ในอุตสาหกรรมทำอะลูมิเนียม ทำอุปกรณ์กล้องจุลทรรศน์ และอุตสาหกรรมทางเคมีต่างๆ นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา เช่น ใช้ทำเครื่องเคลือบและใช้ผสมทำแก้ว เป็นต้น แร่ฟลูออไรต์ในเขตท้องที่จังหวัดเชียงราย พบมีอยู่ทางตอนเหนือของบ้านสันปู่เลย อำเภอแม่สรวย โดยมีการเกิดเป็นแบบสายแร่ ซึ่งในอดีตได้เปิดการทำเหมืองบ้าง

แต่ในปัจจุบันได้เลิกกิจการไปหมดแล้ว เนื่องจากแร่สำรองหมดไป แต่อย่างไรก็ตามยังมีพื้นที่แหล่งแร่ฟลูออไรต์ครอบคลุมบริเวณพื้นที่ที่เคยมีการทำเหมืองในอดีต เนื้อที่ประมาณ 13 ตารางกิโลเมตร



ภาพที่ 4-24 ลักษณะพื้นที่ตั้งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง



ภาพที่ 4-25 ลักษณะธรณีวิทยาของพื้นที่ตั้งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง

ภาพที่ 4-26 จุดเก็บตัวอย่างหินบริเวณพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองจุดที่ 1

ภาพที่ 4-27 จุดเก็บตัวอย่างหินบริเวณพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองจุดที่ 2

4.2.3 ลักษณะธรณีวิทยาพื้นที่บ้านโป่งสามัคคี ตำบลดอยสะเก็ด อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่

ลักษณะภูมิประเทศบริเวณนี้เป็นที่ราบลุ่มและมีเนินเขาเตี้ยล้อมรอบ (ภาพที่ 4-28 และ 4-29) การลำดับชั้นหินมีอายุตั้งแต่มหายุคพาลีโอโซอิกถึงยุคควอเทอร์นารี จากแก่ไปอ่อน ดังนี้

หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Carboniferous: C) ปรากฏให้เห็นบริเวณด้านทิศใต้ของพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด หินยุคนี้ประกอบด้วยหินทรายเป็นส่วนใหญ่ บางบริเวณพบหินฟิลไลต์ หินเกรย์แวก หินเชิร์ต หินกรวดมน หินดินดาน และหินปูนแทรกอยู่บ้าง หินยุคนี้มักวางตัวต่อเนื่องอยู่บนหินชุดไซลูเรียน-ดีโวเนียน และมีซากดึกดำบรรพ์จำพวกเซฟาโลพอด ฟอแรม (foram) แบรคีโอพอด และออสทราคอด (ostracod) ความหนาของหินยุคนี้ระหว่าง 300 ถึง 600 เมตร

หินยุคเพอร์เมียน (Permian: Png) พบบริเวณทางด้านทิศเหนือและทิศตะวันตกของพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด หินยุคนี้ส่วนใหญ่เป็นหินปูนสีเทาอ่อนถึงเทาเข้ม ซึ่งสามารถเทียบได้กับชุดหินปูนราชบุรี หินทรายเนื้อภูเขาไฟ หินทราย หินดินดานสีเทาถึงสีเขียวเทา และหินเชิร์ตแทรกสลับบ้าง มักพบซากดึกดำบรรพ์พวกฟูซูลินิด ฟอแรมมินิเฟอร่า สาหร่าย และหอยตะกียง ความหนาของหินยุคนี้ไม่แน่นอน บางแห่งหนาเพียง 100 - 200 เมตร บางแห่งหนาถึง 1,500 - 2,000 เมตร

หินยุคควอเทอร์นารี (Quaternary) หินยุคนี้ประกอบด้วยชั้นตะกอนของกรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียวสลับกัน ตะกอนพวกนี้ส่วนใหญ่ยังมีลักษณะค่อนข้างร่วน พุน้ำร้อนดอยสะเก็ดตั้งอยู่บนตะพักลุ่มน้ำ(terrace deposit: Qt) ประกอบด้วยชั้นตะกอนกึ่งแข็งตัวของตะกอนดินเหนียว ทราย ทรายแป้ง กรวด และเศษหินที่สะสมตัวอยู่ตามเชิงเขา และถูกยกตัวให้สูงขึ้น บางแห่งสูงมากกว่า 500 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง

สำหรับหินอัคนี (igneous rocks) ที่พบในพื้นที่ ได้แก่

หินภูเขาไฟยุคไทรแอสซิกตอนบน และอ่อนกว่า (Upper and Post Triassic Volcanic Rocks : PTrv) เป็นหินไรโอไลต์มีอายุประมาณ 187 ล้านปี ประกอบด้วย หินไดอะเบส และหินกรวดมนภูเขาไฟ มีอายุประมาณ 168 ล้านปี

โซนรอยเลื่อนแม่ทา (Mae Tha Fault Zone) โซนรอยเลื่อนแม่ทามีลักษณะเป็นเส้นเกือบครึ่งวงกลม (Semicircular Structure) มีความยาวประมาณ 150 กิโลเมตร โดยเริ่มต้นจากแอ่งอำเภอพร้าว โค้งไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ผ่านอำเภอดอยสะเก็ด และอำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ ตามแนวลำน้ำแม่ทาแล้วค่อยๆเปลี่ยนทิศทางโค้งไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ หินที่พบในบริเวณโซนรอยเลื่อนนี้เป็นหินมหายุคพาลีโอโซอิกตอนกลางถึงตอนปลาย และหินแกรนิตยุคไทรแอสซิก แหล่งพุน้ำร้อนหลายแหล่งที่ปรากฏอยู่ในบริเวณกลุ่มรอยเลื่อนนี้ เช่น พุน้ำร้อนบ้านโป่งฮ่อม อำเภอสันกำแพง **พุน้ำร้อนดอยสะเก็ด อำเภอดอยสะเก็ด** พุน้ำร้อนบ้านโป่ง อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

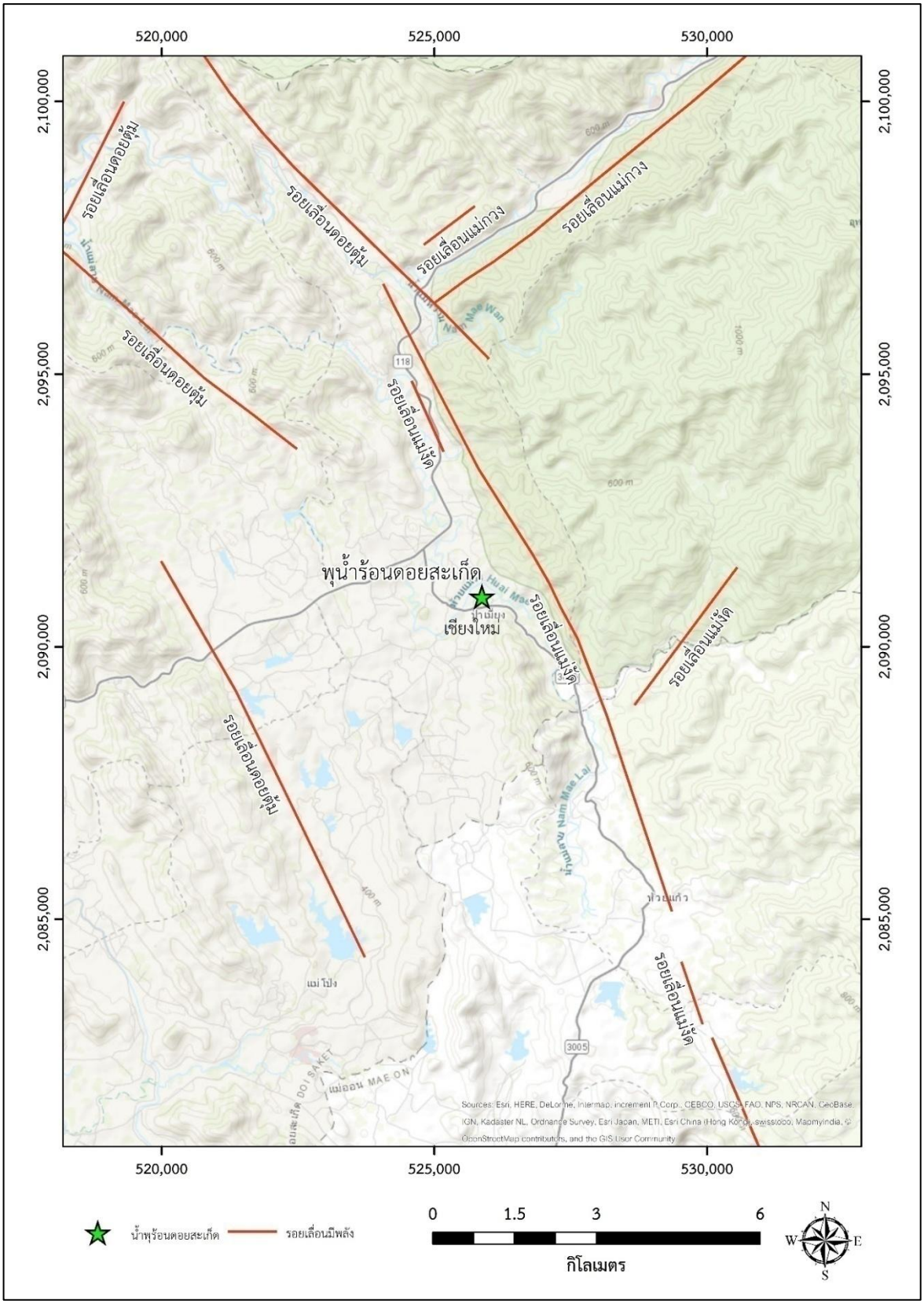
พุน้ำร้อนดอยสะเก็ดตั้งอยู่ห่างจากแนวรอยเลื่อนแม่งัด 1.2 กิโลเมตร และรอยเลื่อนแม่ตุ้ม 4.2 กิโลเมตร ซึ่งทั้งสองแนวรอยเลื่อนอยู่ในกลุ่มรอยเลื่อนมีพลังแม่ทา ในแนวทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้

จากการสำรวจลักษณะธรณีวิทยาภาคสนามพื้นที่บ้านโป่งสามัคคี จำนวน 3 จุด ที่ปรากฏลักษณะหินโผล่ สรุปได้ดังนี้

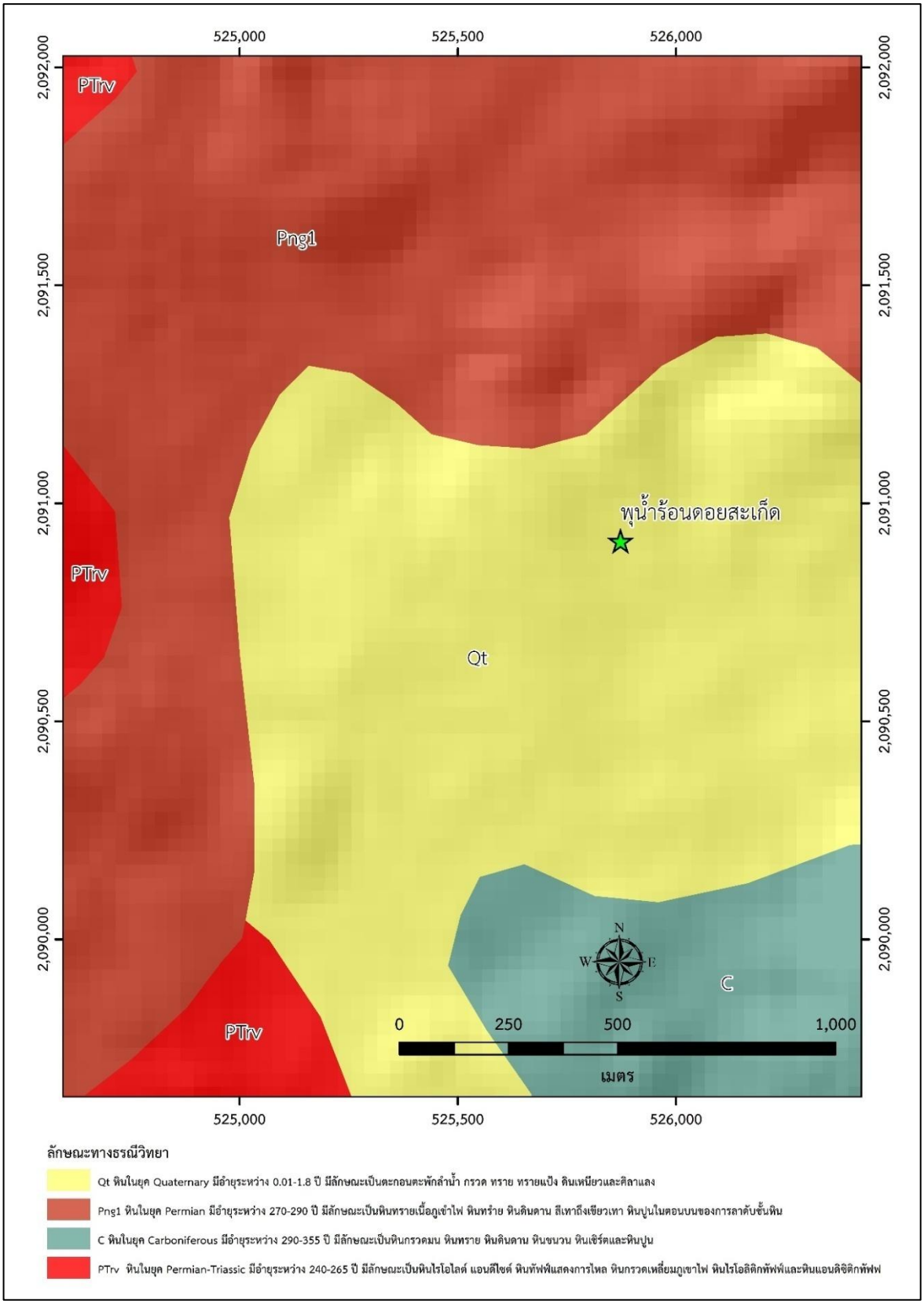
จุดที่ 1 พิกัด UTM E 526108 N 2090559 พบ หินดินดานเนื้อชนวน (slaty shale) สีเทาขาว แสดงลักษณะการคดโค้ง (detail fold) มีอัตราการผุพังปานกลางถึงสูง ดังแสดงในภาพที่ 4-30

จุดที่ 2 พิกัด UTM E 525840 N 2090249 พบ หินทรายกึ่งแปร (slightly metamorphosed sandstone) สีขาวเทา แทรกสลับกับ หินดินดานเนื้อชนวน (slaty shale) สีเทาขาว พบรอยแตก 3 ทิศทาง ทำให้หินทรายกึ่งแปรมีอัตราการผุพังปานกลางถึงสูง ดังแสดงในภาพที่ 4-31

จุดที่ 3 พิกัด UTM E 525739 N 2089951 พบหินมีลักษณะเช่นเดียวกับจุดที่ 1 หินดินดานเนื้อชนวน (slaty shale) สีผิวผุน้ำตาลอมเหลือง เกิดแทรกสลับกับหินเชิรต์สีน้ำตาลอมแดง แสดงลักษณะคดโค้ง มีอัตราการผุพังสูง หินป่นมาก



ภาพที่ 4-28 ลักษณะพื้นที่ตั้งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด



ภาพที่ 4-29 ลักษณะธรณีวิทยาของพื้นที่ตั้งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด

ภาพที่ 4-30 จุดเก็บตัวอย่างหินบริเวณพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดจุดที่ 1

ภาพที่ 4-31 จุดเก็บตัวอย่างหินบริเวณพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดจุดที่ 2

4.3 สภาพภูมิอากาศของแหล่งพุน้ำร้อน

4.3.1 อุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยาแม่น้ำปาย แหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

<u>สภาพภูมิอากาศ</u>

ลักษณะอากาศของจังหวัดแม่ฮ่องสอน ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของมรสุมที่พัดประจำฤดูกาล 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งจะพัดพามวลอากาศเย็นและแห้งจากประเทศจีนปกคลุมประเทศไทยในช่วงฤดูหนาว ทำให้จังหวัดแม่ฮ่องสอนมีอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้งทั่วไป กับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งพัดพามวลอากาศชื้นจากทะเลและมหาสมุทรปกคลุมประเทศไทยในช่วงฤดูฝน ทำให้จังหวัดแม่ฮ่องสอนมีฝนตกทั่วไป ฤดูกาลของจังหวัดแม่ฮ่องสอนพิจารณาตามลักษณะลมฟ้าอากาศของประเทศไทย แบ่งออกได้เป็น 3 ฤดู ดังนี้

ฤดูร้อน เริ่มประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม มีอากาศร้อนอบอ้าวทั่วไป โดยเฉพาะในเดือนเมษายนเป็นเดือนที่มีอากาศร้อนอบอ้าวมากที่สุดในรอบปี

ฤดูฝน เริ่มประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นระยะที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดเข้าสู่ประเทศไทย อากาศจะเริ่มชุ่มชื้นและมีฝนตกชุกตั้งแต่ประมาณกลางเดือนพฤษภาคมเป็นต้นไป เดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือเดือนสิงหาคม

ฤดูหนาว เริ่มประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงที่ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมประเทศไทย อากาศโดยทั่วไปจะหนาวเย็นและแห้ง เดือนที่มีอากาศหนาวที่สุดคือเดือนมกราคม

<u>อุตุนิยมวิทยา</u>

จากการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะภูมิอากาศ จากสถิติข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดแม่ฮ่องสอน ในคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2529-2558) โดยศึกษาความกดอากาศ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วและทิศทางลม และปริมาณน้ำฝน ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-4 สรุปได้ดังนี้

- **ความกดอากาศรายปี** มีค่า 1,009.5 เฮกโตปาสคาล ค่าความกดอากาศสูงสุดที่เคยตรวจวัดได้ในแต่ละเดือน (Extreme Maximum) มีค่าอยู่ในช่วง 1,012.2 - 1,026.4 เฮกโตปาสคาล (ค่าสูงสุดอยู่ในเดือนธันวาคม) และค่าความกดอากาศต่ำสุดที่เคยตรวจวัดได้ในแต่ละเดือน (Extreme Minimum) มีค่าอยู่ในช่วง 995.47 - 1,003.49 เฮกโตปาสคาล (ค่าต่ำสุดอยู่ในเดือนสิงหาคม)
- **อุณหภูมิรายปี** มีค่าเฉลี่ย 25.8 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในแต่ละเดือนมีค่าอยู่ในช่วง 28.9 - 38.7 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิสูงสุดที่เคยตรวจวัดได้ในแต่ละเดือนเท่ากับ 44 องศาเซลเซียส (ค่าสูงสุดอยู่ในเดือนพฤษภาคม) และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในแต่ละเดือน มีค่าอยู่ในช่วง 14.1 - 23.9 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดที่เคยตรวจวัดได้ในแต่ละเดือนเท่ากับ 3.9 องศาเซลเซียส (ค่าต่ำสุดอยู่ในเดือนธันวาคม)
- **ความชื้นสัมพัทธ์รายปี** มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 74.7 โดยมีค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงสุดร้อยละ 96 ในเดือนมกราคม พฤศจิกายน และธันวาคม ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำสุดร้อยละ 29 ในเดือนมีนาคม โดยค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดที่เคยวัดได้มีค่าเท่ากับร้อยละ 11 ในเดือนมีนาคมและเมษายน

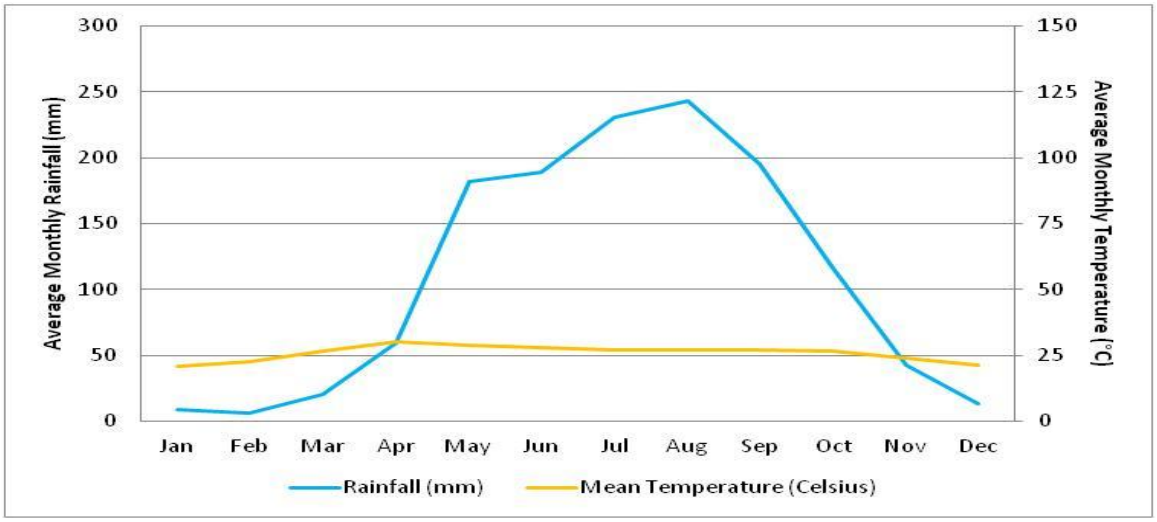
- **ทิศทางและความเร็วลม** พบว่า ลมส่วนใหญ่พัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนกันยายน ความเร็วลมเฉลี่ยรายปีมีค่า 0.5 น๊อต ความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุดมีค่า 0.9 น๊อต (เดือนเมษายน) และความเร็วลมเฉลี่ยต่ำสุด มีค่า 0.3 น๊อต ในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม
- **ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย** มีค่าเท่ากับ 1,306.9 มิลลิเมตร เดือนที่มีฝนตกมากที่สุด คือ เดือนสิงหาคม เฉลี่ย 242.8 มิลลิเมตร และเดือนที่มีฝนตกน้อยที่สุด คือ เดือนกุมภาพันธ์ เฉลี่ย 6.1 มิลลิเมตร จำนวนวันที่ฝนตกต่อปีเฉลี่ย 139.1 วัน เดือนที่มีจำนวนวันที่ฝนตกมากที่สุดคือ เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม (เฉลี่ย 20 วัน) และเดือนที่มีจำนวนวันฝนตกน้อยที่สุด คือ เดือนมกราคมถึงเดือนเมษายนและเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม (เฉลี่ย 3 วัน)

ตารางที่ 4-4 สถิติภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (2529-2558) สถานีอุตุนิยมวิทยาแม่ฮ่องสอน

สถานีอุตุนิยมวิทยาแม่ฮ่องสอน (Index 48300) ละติจูด 19 องศา 17 ลิปดา 56.3 ฟิลิปดา เหนือ

ความสูงของสถานีเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 265.41 เมตร ลองจิจูด 97 องศา 58 ลิปดา 32.8 ฟิลิปดา ตะวันออก

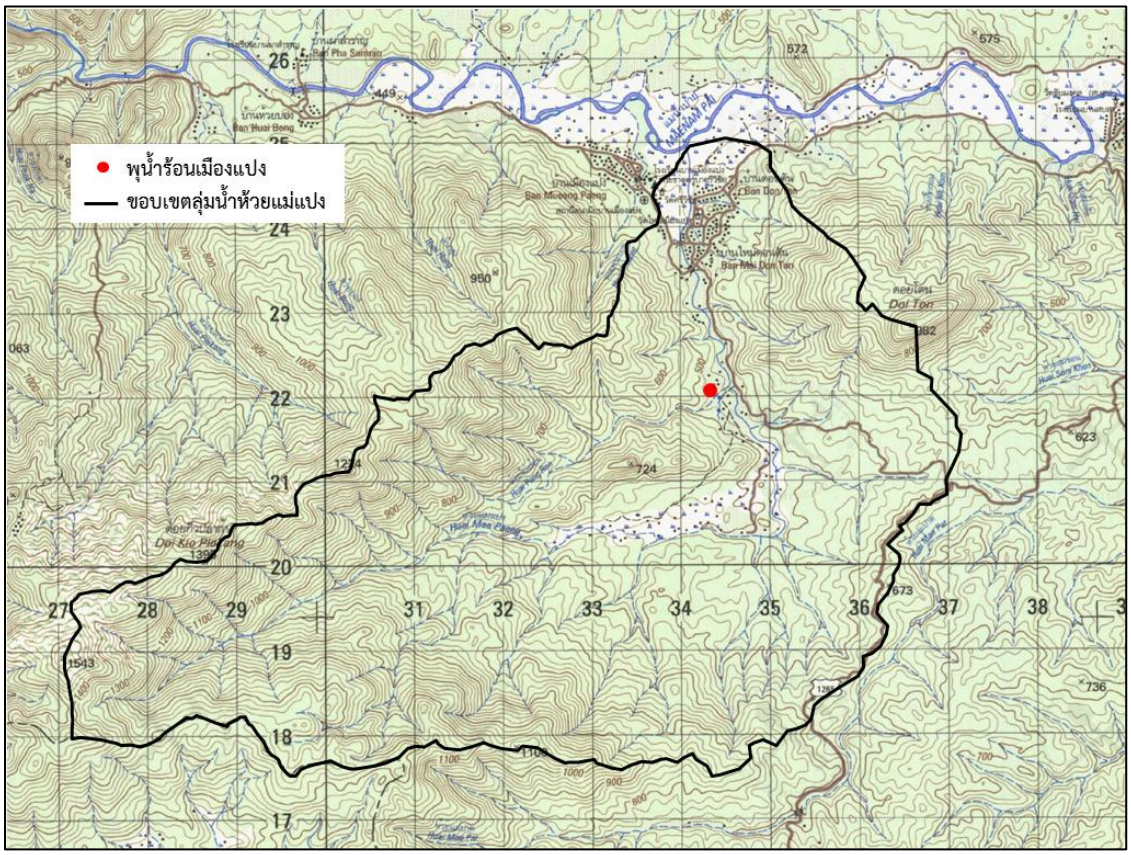
รายการ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ตลอดปี
ความกดอากาศ (เฮกโตปาสคาล)													
ค่าเฉลี่ย	1014.2	1012.4	1009.7	1007.6	1006.3.	1005.3	1005.5	1006.1	1007.9	1010.9	1013.1	1015	109.5
ค่าสูงสุดที่วัดได้	1024.3	1024.1	1023.8	1017.4	1014.9	1012.2	1013.5	1013	1015.7	1019.4	1024.3	1026.4	1026.4
ค่าต่ำสุดที่วัดได้	1003.5	1001.7	990	996.9	997.5	995.7	996.1	995.5	997.7	1000.6	1002.7	1001.8	995.5
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)													
ค่าสูงสุดเฉลี่ย	30.1	33.4	36.7	38.7	35.9	33.4	32.3	32.2	32.9	32.7	31	28.9	33.2
ค่าสูงสุดที่วัดได้	37.5	38	41	43.4	44	40.5	37.3	37.3	36.7	36.6	35.5	35.2	44
ค่าต่ำสุดเฉลี่ย	14.1	14.5	17.9	22.7	23.7	23.9	23.5	23.3	23.2	22.1	19.2	15.7	20.3
ค่าต่ำสุดที่วัดได้	7	8.6	11.3	15.9	18.9	20.7	20.6	20	19.7	14.9	9.3	3.9	3.9
ค่าเฉลี่ย	20.7	22.6	26.6	30.1	29	27.8	27.1	27	27.1	26.5	24.1	21.1	25.8
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)													
ค่าเฉลี่ย	76	66	57	56	72	80	83	84	83	82	80	79	74.7
ค่าสูงสุดเฉลี่ย	96	92	84	80	89	93	94	95	95	95	96	96	92.2
ค่าต่ำสุดเฉลี่ย	43	32	29	32	50	61	66	67	64	60	56	50	50.8
ค่าต่ำสุดที่วัดได้	20	16	11	11	20	32	40	44	38	33	29	17	11
อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (องศาเซลเซียส)													
ค่าเฉลี่ย	15.5	14.8	15.9	19.3	22.7	23.7	23.7	23.8	23.7	22.7	20.1	16.9	20.2
ปริมาณเมฆ (1-10)													
ค่าเฉลี่ย	1.8	1.1	1.2	2.6	5.8	7.8	8.5	8.4	7.4	5.4	3.6	2.8	4.7
ทัศนวิสัย (กิโลเมตร)													
ค่าเฉลี่ย	8.4	7.9	4.8	7.3	11.4	11.3	10.7	10.6	10.6	9.7	9.3	8.6	9.2
ลม (นอต)													
ทิศทางลม	SE	SE	SE,SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SE	SE	SE	-
ค่าเฉลี่ยความเร็วลม	0.4	0.5	0.7	0.9	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.5
ความเร็วลมสูงสุด	16	20	32	38	37	32	24	35	28	49	18	17	49
ปริมาณฝน (มม.)													
ค่าเฉลี่ย	8.9	6.1	20.5	59.3	181.7	189.4	231.1	242.8	195.5	116	42.5	13.1	1306.9
วันที่ฝนตก (วัน)	1.2	0.9	2.2	5.9	17.5	22.2	24.6	25.4	20	12.8	5	1.4	139.1
ค่าสูงสุดต่อวัน	54.4	25.4	115.3	82.5	98.6	82.6	101.3	95	1.6.3	128	123.2	87.6	128
จำนวนวันที่มี (วัน)													
หมอก	23.2	4.8	1.7	0.2	0.1	0.1	0	0.1	1.1	3.9	13.1	23.8	72.1
ฟ้าหลัว	6.9	15.9	19.2	17.6	1.7	0.1	0.1	0.1	0.8	3.1	3.5	4.9	73.9
พายุฟ้าคะนอง	0.2	0.4	1.4	5.7	9.7	4	2.5	4.8	7.4	5.6	1	0.3	
ลูกเห็บ	0	0.1	0.1	0.2	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0.5
พายุ	0	0	0	0.2	0	0.1	0	0.1	0	0.1	0	0	0.5



ภาพที่ 4-32 การวิเคราะห์สภาพอากาศรายคาบ 30 ปี (2529 - 2558) ตามหลักการ Walter's diagram ของสถานีอุตุนิยมวิทยาแม่ฮ่องสอน

<u>อุทกวิทยา</u>

พุน้ำร้อนเมืองแปง ตั้งอยู่พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่แปง มีพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 41.27 ตารางกิโลเมตร (บริเวณจุดบรรจบกับแม่น้ำปาย) โดยมีลักษณะการวางตัวของเส้นน้ำอยู่ในแนวตะวันตกเฉียงใต้-ตะวันออกเฉียงเหนือ (SW-NE) และมีการไหลไปบรรจบกับแม่น้ำปายด้านทิศเหนือของพื้นที่ (ภาพที่ 4-33)



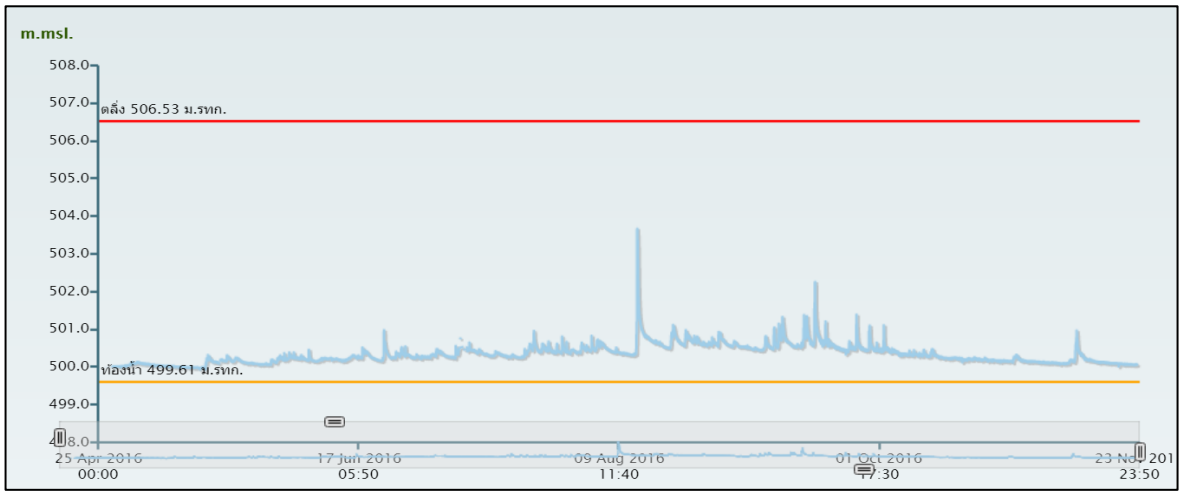
ภาพที่ 4-33 สภาพภูมิประเทศของพื้นที่แหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อนเมืองแปง ภายในลุ่มน้ำห้วยเมืองแปง

จากลักษณะภูมิประเทศบริเวณเมืองแปง เป็นพื้นที่ชุมชนจะอยู่ใกล้บริเวณพื้นที่ราบ ซึ่งจะเป็นพื้นที่เกษตรกรรม (ภาพที่ 4-34) ส่วนพื้นที่ตอนบนของลุ่มน้ำจะเป็นภูเขาที่มีความลาดชันพอสมควร ดังนั้นเมื่อมีฝนตกหนักบริเวณพื้นที่ต้นน้ำอาจจะทำให้เกิดน้ำป่าไหลหลากสู่พื้นที่ราบลุ่ม ซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและอาจสร้างความเสียหายได้ ในส่วนของห้วยโป่งร้อนที่อยู่ด้านข้างพุน้ำร้อนเมืองแปง สามารถรองรับปริมาณน้ำร้อนที่เกิดจากบริเวณพุน้ำร้อนได้ทั้งหมด (อัตราการให้น้ำพุร้อนเมืองแปง 791.08 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน หรือคิดเป็น 9.16 ลิตรต่อวินาที) โดยไม่ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมแต่อย่างใด

ภาพที่ 4-34 พื้นที่เกษตรกรรมบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำปาย

<u>สภาพอุทกวิทยาแม่น้ำปาย</u>

บริเวณพื้นที่แหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อนเมืองแปงอยู่ใกล้แม่น้ำปาย ทำให้มีกิจกรรมการล่องแก่ง ซึ่งเป็นที่นิยมสำหรับนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติที่ซื้อแพ็คเกจท่องเที่ยวกับบริษัททัวร์ ซึ่งเป็นแหล่งเงินได้จากกิจกรรมการท่องเที่ยวให้กับคนในพื้นที่(ชมรมล่องแก่ง) โดยกิจกรรมการล่องแก่งจะขึ้นกับสภาพอากาศและระดับน้ำในแม่น้ำปาย ซึ่งในเบื้องต้นคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลระดับน้ำในช่วงเวลาที่ผ่านมาจากหน่วยงานต่างๆ แล้ว พบว่า สถานีวัดระดับน้ำแม่น้ำปาย (ช่วงอำเภอปายขึ้นไป) มีจำนวน 1 สถานี ที่ยังคงตรวจวัดระดับน้ำอยู่ (ในอดีต มี 3 สถานี) โดยสถานีที่ใกล้บริเวณล่องแก่งมากที่สุด คือ สถานีวัดระดับน้ำ ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยมีระดับน้ำในระหว่างวันที่ 25 เมษายน – 23 พฤศจิกายน พ.ศ. 2559 (ภาพที่ 4-35)



ภาพที่ 4-35 ระดับน้ำของสถานีวัดน้ำปาย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ในช่วงวันที่ 25เมษายน – 23 พฤศจิกายน พ.ศ. 2559

ที่มา : สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) (2016)

จากผลการตรวจวัดระดับน้ำของสถานีวัดน้ำบริเวณตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งเป็นช่วงก่อนที่จะไหลผ่านพื้นที่ล่องแก่งแม่น้ำปาย ในช่วงระหว่างวันที่ 25 เมษายน ซึ่งเป็นช่วงตั้งแต่เริ่มหน้าน้ำ (wet period) ถึงปัจจุบัน (วันที่ 23 พฤศจิกายน พ.ศ. 2559) หรือช่วงเริ่มต้นฤดูแล้ง (dry period) พบว่าในช่วงฤดูดังกล่าวของปี 2559 ไม่มีน้ำหลากเกิดขึ้น และระดับน้ำในลำธารอยู่ในระดับต่ำ ยกเว้นช่วงมีฝนตกเกิดขึ้น เช่น วันที่ 13 สิงหาคม 2559 ฝนตกหนักจากอิทธิพลของร่องความกดอากาศต่ำพาดผ่านพื้นที่ภาคเหนือของประเทศ ส่งผลต่อระดับน้ำในแม่น้ำปายมีระดับสูงขึ้น แต่ไม่ส่งผลให้เกิดอุทกภัยเนื่องจากสองฝั่งมีตลิ่งที่สูง แต่ส่งผลต่อการล่องแก่ง เนื่องจากน้ำไหลเชี่ยว อาจเป็นอันตรายต่อนักท่องเที่ยวได้

ซึ่งคณะผู้วิจัยได้เข้าร่วมกิจกรรมการล่องแก่ง ในช่วงน้ำน้อย (ธันวาคม) เพื่อสำรวจแหล่งท่องเที่ยวและแนวโน้มการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเป็นระยะทางประมาณ 10.7 กิโลเมตร ดังแสดงเส้นทางการล่องแก่งในภาพที่ 4-36 พบว่าริมฝั่งแม่น้ำปายยังมีทรัพยากรธรรมชาติที่สมบูรณ์ เช่น ระบบนิเวศ ลักษณะทางธรณีวิทยาที่น่าสนใจ ภูมิลักษณ์ที่งดงาม และแหล่งพุน้ำร้อนที่สามารถพัฒนาให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพกึ่งผจญภัยได้ในอนาคต

ภาพที่ 4-36 ตำแหน่งและเส้นทางการล่องแก่งด้วยแพ คิดเป็นระยะทาง 10.7 กิโลเมตร

ภาพที่ 4-37 กิจกรรมการล่องแก่งแม่น้ำปาย โดยคณะผู้วิจัย

4.3.2 อุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา แหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง จังหวัดเชียงราย

<u>สภาพภูมิอากาศ</u>

ลักษณะอากาศของจังหวัดเชียงรายขึ้นอยู่กับอิทธิพลของมรสุมที่พัดประจำฤดูกาล 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพัดพามวลอากาศเย็นและแห้งจากประเทศจีนปกคลุมประเทศไทยในช่วงฤดูหนาว ทำให้จังหวัดเชียงรายมีอากาศหนาวเย็นและแห้งทั่วไป และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งจะพัดพามวลอากาศชื้นจากทะเลและมหาสมุทรอินเดียปกคลุมประเทศไทยในช่วงฤดูฝน ทำให้จังหวัดเชียงรายมีฝนตกทั่วไป จึงสามารถแบ่งฤดูกาลออกได้เป็น 3 ฤดู ดังนี้

ฤดูร้อน เริ่มประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม มีอากาศร้อนอบอ้าวทั่วไป โดยเฉพาะในเดือนเมษายนเป็นเดือนที่มีอากาศร้อนอบอ้าวมากที่สุดในรอบปี

ฤดูฝน เริ่มประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นระยะที่มรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทย อากาศจะเริ่มชุ่มชื้นและมีฝนตกชุกตั้งแต่ประมาณกลางเดือนพฤษภาคมเป็นต้นไป เดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือเดือนสิงหาคม

ฤดูหนาว เริ่มประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงที่มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมประเทศไทย อากาศโดยทั่วไปจะหนาวเย็นและแห้ง เดือนที่มีอากาศหนาวที่สุดคือเดือนมกราคม

<u>อุตุนิยมวิทยา</u>

จากการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะภูมิอากาศ จากสถิติข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงราย ในคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2529-2558) โดยศึกษาความกดอากาศ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วและทิศทางลม และปริมาณน้ำฝน ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-5 สรุปได้ดังนี้

- **ความกดอากาศรายปี** มีค่า 1,008.56 เฮกโตปาสคาล ค่าความกดอากาศสูงสุดที่เคยตรวจวัดได้ในแต่ละเดือน (Extreme Maximum) มีค่าอยู่ในช่วง 1,011.47 – 1,025.37 เฮกโตปาสคาล (ค่าสูงสุดอยู่ในเดือนมกราคม) และค่าความกดอากาศต่ำสุดที่เคยตรวจวัดได้ในแต่ละเดือน (Extreme Minimum) มีค่าอยู่ในช่วง 994.2 – 1,004.37 เฮกโตปาสคาล (ค่าต่ำสุดอยู่ในเดือนกรกฎาคม)
- **อุณหภูมิรายปี** มีค่าเฉลี่ย 24.5 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในแต่ละเดือน มีค่าอยู่ในช่วง 27.0 - 34.8 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิสูงสุดที่เคยตรวจวัดได้ในแต่ละเดือนเท่ากับ 40.8 องศาเซลเซียส (ค่าสูงสุดอยู่ในเดือนเมษายน) และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในแต่ละเดือน มีค่าอยู่ในช่วง 13.6 - 23.7 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดที่เคยตรวจวัดได้ในแต่ละเดือนเท่ากับ 5 องศาเซลเซียส (ค่าต่ำสุดอยู่ในเดือนมกราคม)
- **ความชื้นสัมพัทธ์รายปี** มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 79.9 โดยมีค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงสุดร้อยละ 97 ในเดือนธันวาคม ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำสุดร้อยละ 37 ในเดือนกุมภาพันธ์ โดยค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดที่เคยวัดได้มีค่าเท่ากับร้อยละ 12 ในเดือนมีนาคม
- **ทิศทางและความเร็วลม** พบว่า ลมส่วนใหญ่พัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม และทิศตะวันออกเฉียงเหนือในเดือนเดือนกันยายนถึงเดือนธันวาคม ความเร็วลมเฉลี่ยรายปีมีค่า 0.3 น๊อต ความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุดมีค่า 0.5 น๊อต (เดือนเมษายน พฤษภาคม และมิถุนายน) และความเร็วลมเฉลี่ยต่ำสุด มีค่า 0.2 น๊อต ในเดือนมกราคม สิงหาคม กันยายน และธันวาคม

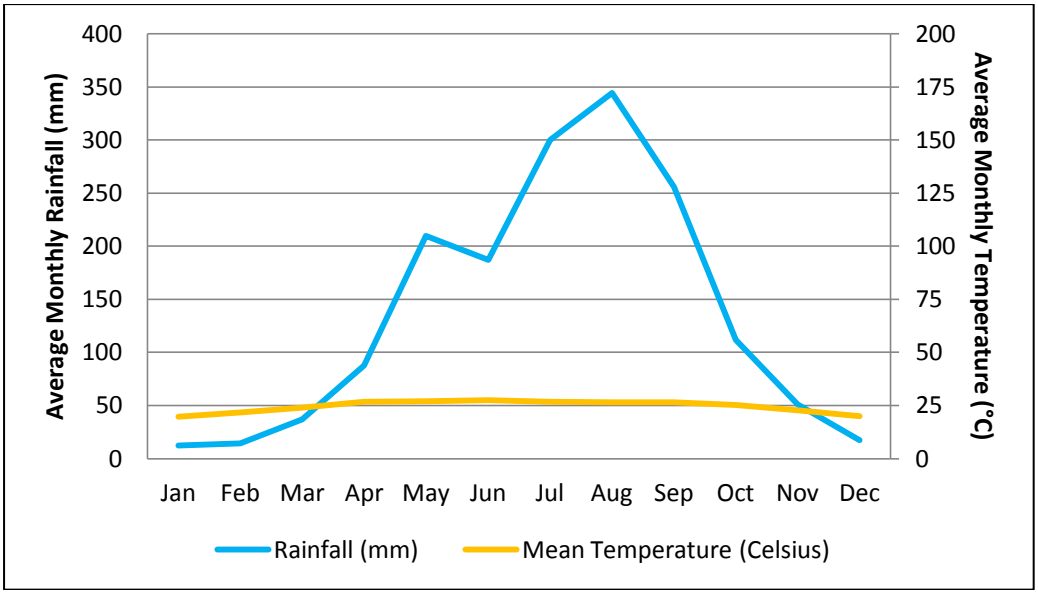
- **ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย** มีค่าเท่ากับ 1,628.6 มิลลิเมตร เดือนที่มีฝนตกมากที่สุด คือ เดือนสิงหาคม เฉลี่ย 344.4 มิลลิเมตร และเดือนที่มีฝนตกน้อยที่สุด คือ เดือนมกราคม เฉลี่ย 12.4 มิลลิเมตร จำนวนวันที่ฝนตกต่อปีเฉลี่ย 139 วัน เดือนที่มีจำนวนวันที่ฝนตกมากที่สุดคือ เดือนสิงหาคม (เฉลี่ย 24 วัน) และเดือนที่มีจำนวนวันฝนตกน้อยที่สุด คือ เดือนมกราคม กุมภาพันธ์ และเดือนธันวาคม (เฉลี่ย 2 วัน)

ตารางที่ 4-5 สถิติภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (2529 - 2558) สถานีอุตุนิยมวิทยาเชียงราย

สถานีอุตุนิยมวิทยาเชียงราย(กลุ่มงานอากาศเกษตร) (Index 48304) ละติจูด 19 องศา 52 ลิปดา 15 ฟิลิปดา เหนือ

ความสูงของสถานีเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 402.72 เมตร ลองจิจูด 99 องศา 46 ลิปดา 58 ฟิลิปดา ตะวันออก

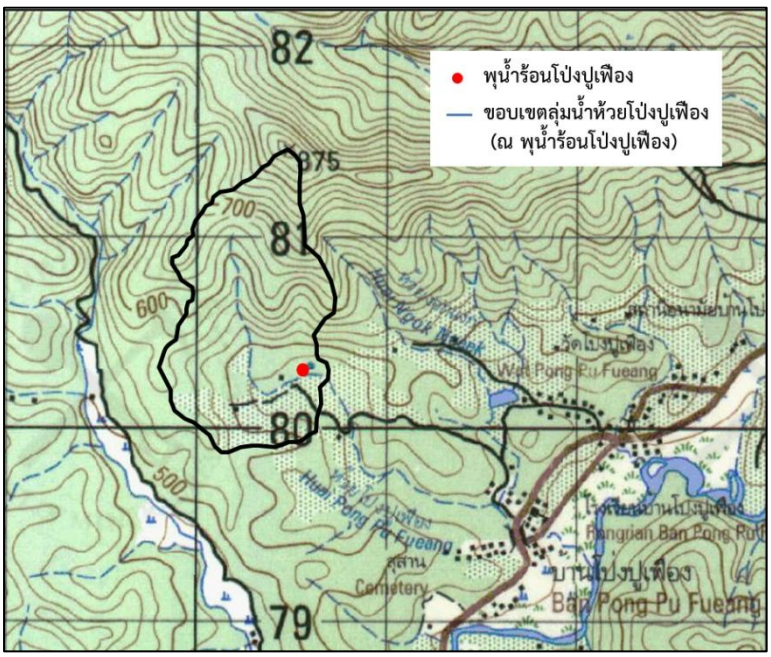
รายการ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ตลอดปี
ความกดอากาศ (เฮกโตปาสคาล)													
ค่าเฉลี่ย	1013.7	1010.9	1009.2	1007.3	1005.5	1003.7	1003.7	1004.7	1006.7	1010.6	1012.7	1014	1008.6
ค่าสูงสุดที่วัดได้	1025.4	1023.9	1021.9	1019.9	1014.7	1011.5	1012.1	1011.7	1021.7	1021.3	1023.4	1023.4	1025.4
ค่าต่ำสุดที่วัดได้	1004.4	1000	999.02	997.98	996.65	996.02	994.2	994.27	996.62	999.6	1001.3	1001.1	994.2
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)													
ค่าสูงสุดเฉลี่ย	28.5	31.3	33.4	34.8	33	32.1	31.1	30.8	331	30.2	28.8	27	31
ค่าสูงสุดที่วัดได้	33.7	36.5	38.8	40.8	39.8	39.7	37.1	35.5	336.2	34.7	35.7	33	40.8
ค่าต่ำสุดเฉลี่ย	13.6	14.6	17.2	21.1	22.9	23.7	23.5	23.3	22.5	21.3	8.	14.7	19.7
ค่าต่ำสุดที่วัดได้	5	9.6	11	17	17.5	20	21.5	21.2	17.8	15	9	7.3	5
ค่าเฉลี่ย	19.8	21.8	24	26.8	27	27.4	26.7	26.4	26.4	25.2	22.8	20.1	24.5
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)													
ค่าเฉลี่ย	79	73	72	73	79	81	84	86	85	84	81	81	79.9
ค่าสูงสุดเฉลี่ย	96	95	94	93	95	94	95	96	96	96	96	97	95.3
ค่าต่ำสุดเฉลี่ย	46	37	39	46	57	61	67	69	65	62	55	52	54.4
ค่าต่ำสุดที่วัดได้	15	16	12	17	34	39	38	48	40	42	29	26	12
อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (องศาเซลเซียส)													
ค่าเฉลี่ย	15.3	15.8	17.6	20.8	22.7	23.5	23.6	23.7	23.4	22	19	16.2	20.3
ปริมาณเมฆ (1-10)													
ค่าเฉลี่ย	1.6	1	1.3	3.2	5.7	6.7	7.7	7.8	6.2	4.6	2.3	2.4	4.2
ทัศนวิสัย (กิโลเมตร)													
ค่าเฉลี่ย	8.1	7	4.5	7.4	10.5	11.4	10.5	10.4	10.5	8.9	9.2	8.1	8.9
ลม (นอต)													
ทิศทางลม	Vary	SW	S	SW	NE,SW		SW	S	NE	NE	NE	NE	-
ค่าเฉลี่ยความเร็วลม	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3
ความเร็วลมสูงสุด	23	16	23	40	49	32	36	33	36	29	23	32	49
ปริมาณฝน (มม.)													
ค่าเฉลี่ย	12.4	14.5	36.7	87.5	209.9	187	300	344.4	255.9	112	50.9	17.4	1628.6
วันที่ฝนตก (วัน)	1.6	2.1	4.2	10.2	18.5	18.9	23.4	23.9	18.5	11.1	4.7	2.2	139.3
ค่าสูงสุดต่อวัน	47.4	43.4	58.2	77.6	107.9	129.3	130.3	126.7	105.1	83	147.4	71.1	147.4
จำนวนวันที่มี (วัน)													
หมอก	9.5	1.7	1.7	0.1	0.2	0	0	0	0.5	4	7.3	12	37
ฟ้าหลัว	6.3	16.8	23.4	14.2	1.6	0.2	0.1	0	1.3	4	4	6.4	78.3
พายุฟ้าคะนอง	0.4	1	2.7	8.2	10.9	9.7	8.6	11	10.3	4.8	0.3	0.2	68.1
ลูกเห็บ	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0	0.	0.1	0	0	0.6
พายุ	0	0	0.1	0.1	0	0.1	0	0	0	0.2	0	0	0.5



ภาพที่ 4-38 การวิเคราะห์สภาพอากาศรายคาบ 30 ปี (2529-2558) ตามหลักการ Walter's diagra ของสถานีอุตุนิยมวิทยาเชียงราย

<u>อุทกวิทยา</u>

ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ของบ้านโป่งปูเฟืองเป็นภูเขาและเนินเขาสลับซับซ้อน เมื่อกำหนดขอบเขตลุ่มน้ำตามสภาพภูมิประเทศ ณ แหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง พบว่า มีพื้นที่รับน้ำขนาดประมาณ 0.95 ตารางกิโลเมตร (ภาพที่ 4-39) และเป็นพื้นที่ต้นน้ำของห้วยโป่งปูเฟือง มีรูปร่างลุ่มน้ำเป็นลักษณะรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เส้นทางน้ำระบายน้ำจากพื้นที่ภูเขามีความลาดชันเฉลี่ยประมาณ 30% และเปลี่ยนความลาดชันเป็นพื้นที่ราบบริเวณแหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง



ภาพที่ 4-39 ที่ตั้ง และขอบเขตลุ่มน้ำ ณ แหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง ซึ่งเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนของห้วยโป่งปูเฟือง

จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิประเทศในช่วงต้นน้ำที่เป็นภูเขาและตอนล่างเป็นที่ราบ จึงส่งผลให้ความสามารถในการระบายน้ำแตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลาที่มีฝนตก ความเร็วน้ำในลำธารช่วงที่เกิดน้ำไหลบ่าจากภูเขา อาจทำให้เกิดการระบายน้ำไม่ทันเป็นระยะเวลาสั้นๆ ซึ่งสามารถคำนวณปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นในพื้นที่ โดยวิธี Rational Method ที่ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝน พื้นที่รองรับน้ำ และค่าสัมประสิทธิ์การไหลน้ำท่า (C) ซึ่งแตกต่างกันตามสภาพการใช้พื้นที่ ซึ่งอัตราการไหลสูงสุดของปริมาณน้ำท่า คำนวณได้จากสมการที่ (1)

$$Q = 0.278\ C\ I\ A \qquad \ldots (1)$$

เมื่อ Q = อัตราการไหลสูงสุด (หน่วย : ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)
C = สัมประสิทธิ์การไหลของน้ำท่า
I = ความเข้มฝน (หน่วย : มิลลิเมตรต่อชั่วโมง)
A = พื้นที่รับน้ำฝนหรือพื้นที่ระบายน้ำ (หน่วย : ตารางกิโลเมตร)

จากสมการที่ 1 สามารถคำนวณอัตราการไหลของน้ำท่าสูงสุดในพื้นที่พุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง ได้โดยกำหนดตัวแปร คือ ค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำท่า (C) ตามที่ได้สำรวจ (ภาพที่ 4-40) พบว่าเป็นพื้นที่ประเภทชนบทและเกษตรกรรม กำหนดให้มีค่าเป็น 0.3 ส่วนปริมาณน้ำฝนที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยใช้ค่าปริมาณความเข้มฝนของภาคเหนือตอนบน ที่เสนอไว้โดยศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนบน (http://hydro-1.net/08HYDRO/HD-03/3-11/Average.jpg) โดยใช้ค่าคาบปรากฏซ้ำ 5 ปีของฝนที่ตก 1 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 55.7 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ดังนั้นจึงสามารถคำนวณปริมาณน้ำสูงสุดที่จะเกิดจากฝนตกในพื้นที่ลุ่มน้ำโป่งปูเฟืองบริเวณพุน้ำร้อนมีค่า 4.41 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

ภาพที่ 4-40 สภาพลำธารธรรมชาติ (ห้วยโป่งปูเฟือง) บริเวณแหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง

ความสามารถในการระบายน้ำของลำธารธรรมชาติที่อยู่บริเวณแหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง เป็นลำธารธรรมชาติขนาดเล็ก ซึ่งโดยปกติแล้วจะรองรับน้ำใต้ดินที่ระบายจากพื้นที่ตอนบน และรองรับน้ำร้อนบางส่วนจากแหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง (491.45 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน หรือ 5.69 ลิตรต่อวินาที) โดยไม่มีปัญหาการล้นเอ่อจากลำน้ำแต่อย่างใด

แต่หากพิจารณาปริมาณน้ำท่าในลำธารธรรมชาติในช่วงที่มีฝนตกด้วย จะสามารถคำนวณความสามารถในการรองรับน้ำท่าของลำธารโป่งปูเฟืองช่วงพุน้ำร้อนได้ โดยแยกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นช่วงที่มีการรับน้ำจากพื้นที่ตอนบน โดยผ่านทางท่อซีเมนต์ลอดถนน (ภาพที่ 4-40 ก) ซึ่งเป็นท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร ซึ่งสามารถรองรับการระบายน้ำได้ไม่เกิน 0.8 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และจะไหลผ่านทางน้ำเปิดหรือลำธารธรรมชาติลงสู่ด้านล่าง จะเป็นทางน้ำที่มีหญ้าปกคลุม

ดังภาพที่ 4-40 ข ซึ่งสามารถคำนวณความสามารถในการระบายน้ำของทางน้ำธรรมชาติดังกล่าวได้ที่ 2.01 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

ภาพที่ 4-40 ลักษณะของลำน้ำโป่งปูเฟืองบริเวณพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง (ก) ช่องทางการระบายน้ำจากลุ่มน้ำตอนบนผ่านท่อซีเมนต์ลอดใต้ถนน และ (ข) ลำธารน้ำธรรมชาติที่ผ่านไปด้านล่างของลุ่มน้ำ

จากผลการคำนวณจะพบว่า ลำธารธรรมชาติที่อยู่บริเวณพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง สามารถรองรับน้ำจากพุน้ำร้อนและพื้นที่ตอนบนในช่วงเวลาปกติได้ แต่หากมีฝนตกหนักในพื้นที่แหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองจะทำให้มีน้ำหลากและเกิดน้ำท่วมขังในพื้นที่เป็นช่วงระยะเวลาสั้นๆ ดังนั้นหากมีการวางแผนพัฒนาพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง ควรให้มีการออกแบบรองรับเรื่องน้ำหลากในพื้นที่ด้วย เช่น การทำทางระบายน้ำเพิ่มเติมบริเวณเชิงภูเขาก่อนที่น้ำจะไหลสู่แหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อน หรือจัดทำบ่อพักน้ำ/สระน้ำเตรียมรอรับน้ำหลาก หรือมีการติดตั้งระบบสูบน้ำ เป็นต้น

4.3.3 อุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยาแหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่

<u>สภาพภูมิอากาศ</u>

ลักษณะอากาศของจังหวัดเชียงใหม่ ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของลมมรสุมที่พัดประจำฤดูกาล 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพัดพามวลอากาศเย็นและแห้งจากประเทศจีนปกคลุมประเทศไทยในช่วงฤดูหนาว ทำให้จังหวัดเชียงใหม่มีอากาศหนาวเย็นและแห้งทั่วไป ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพัดพามวลอากาศชื้นจากทะเลและมหาสมุทรปกคลุมประเทศไทยในช่วงฤดูฝน ทำให้จังหวัดเชียงใหม่มีฝนตกทั่วไป จึงสามารถแบ่งฤดูกาลออกได้เป็น 3 ฤดู ดังนี้

ฤดูร้อน เริ่มประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม มีอากาศร้อนอบอ้าวทั่วไป โดยเฉพาะในเดือนเมษายนเป็นเดือนที่มีอากาศร้อนอบอ้าวมากที่สุดในรอบปี

ฤดูฝน เริ่มประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นระยะที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดเข้าสู่ประเทศไทย อากาศจะเริ่มชุ่มชื้น และมีฝนตกชุกตั้งแต่ประมาณกลางเดือนพฤษภาคมเป็นต้นไป เดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือเดือนสิงหาคม

ฤดูหนาว เริ่มประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงที่มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมประเทศไทย อากาศโดยทั่วไปจะหนาวเย็นและแห้ง เดือนที่มีอากาศหนาวที่สุดคือเดือนมกราคม

<u>อุตุนิยมวิทยา</u>

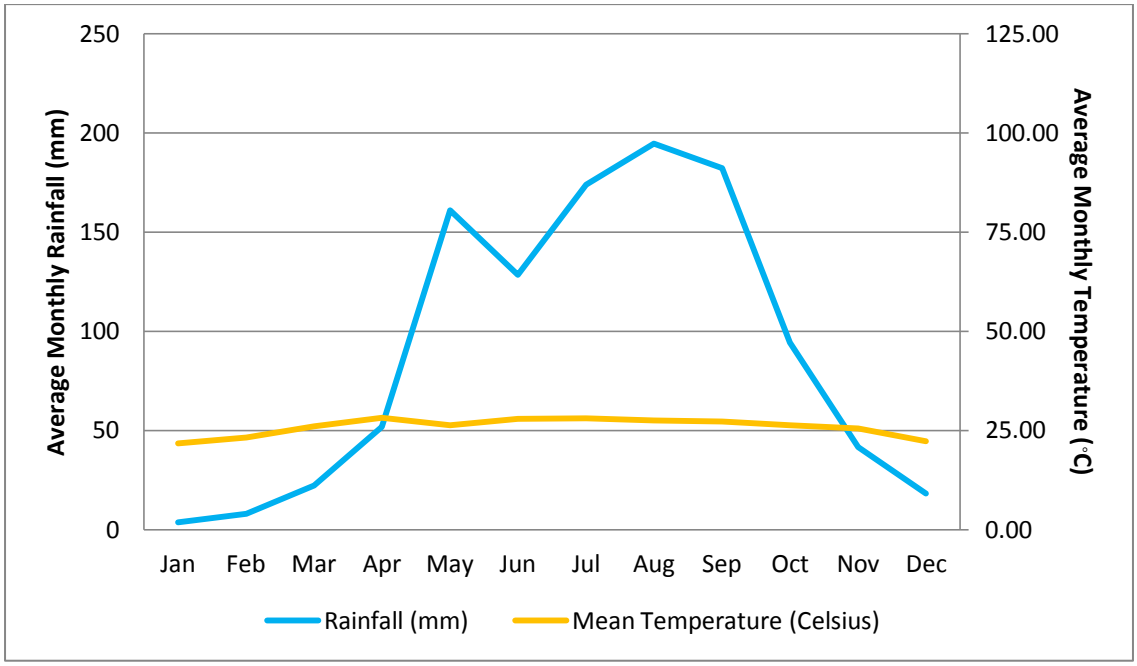
จากการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะภูมิอากาศ จากสถิติข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ ในคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2529-2558) โดยศึกษาความกดอากาศ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วและทิศทางลม และปริมาณน้ำฝน ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-6 สรุปได้ดังนี้

- **ความกดอากาศรายปี** มีค่า 1,009.3 เฮกโตปาสคาล ค่าความกดอากาศสูงสุดที่เคยตรวจวัดได้ในแต่ละเดือน (Extreme Maximum) มีค่าอยู่ในช่วง 1,012.59 - 1,028.12 เฮกโตปาสคาล (ค่าสูงสุดอยู่ในเดือนมีนาคม) และค่าความกดอากาศต่ำสุดที่เคยตรวจวัดได้ในแต่ละเดือน (Extreme Minimum) มีค่าอยู่ในช่วง 996.1 – 1,003.3 เฮกโตปาสคาล (ค่าต่ำสุดอยู่ในเดือนสิงหาคม)
- **อุณหภูมิรายปี** มีค่าเฉลี่ย 25.9 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในแต่ละเดือน มีค่าอยู่ในช่วง 28.8 - 36.4 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิสูงสุดที่เคยตรวจวัดได้ในแต่ละเดือนเท่ากับ 42.4 องศาเซลเซียส (ค่าสูงสุดอยู่ในเดือนพฤษภาคม) และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในแต่ละเดือน มีค่าอยู่ในช่วง 15.2 - 24.2 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดที่เคยตรวจวัดได้ในแต่ละเดือนเท่ากับ 3.8 องศาเซลเซียส (ค่าต่ำสุดอยู่ในเดือนธันวาคม)
- **ความชื้นสัมพัทธ์รายปี** มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 71.3 โดยมีค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงสุดร้อยละ 94 ในเดือนสิงหาคม - ตุลาคม ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำสุดร้อยละ 31 ในเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม โดยค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดที่เคยวัดได้มีค่าเท่ากับร้อยละ 3 ในเดือนมกราคมและมีนาคม
- **ทิศทางและความเร็วลม** พบว่า ลมส่วนใหญ่พัดมาจากทิศใต้ในช่วงเดือนมกราคมถึงเมษายน และในเดือนกันยายน ความเร็วลมเฉลี่ยรายปีมีค่า 2.3 น๊อต ความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุดมีค่า 3.2 น๊อต (เดือนพฤษภาคม) และความเร็วลมเฉลี่ยต่ำสุด มีค่า 1.4 น๊อต ในเดือนมกราคม
- **ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย** มีค่าเท่ากับ 1,148.8 มิลลิเมตร เดือนที่มีฝนตกมากที่สุด คือ เดือนสิงหาคม เฉลี่ย 226.4 มิลลิเมตร และเดือนที่มีฝนตกน้อยที่สุด คือ เดือนมกราคม เฉลี่ย 8.3 มิลลิเมตร จำนวนวันที่ฝนตกต่อปีเฉลี่ย 121 วัน เดือนที่มีจำนวนวันที่ฝนตกมากที่สุดคือ เดือนสิงหาคม (เฉลี่ย 21 วัน) และเดือนที่มีจำนวนวันฝนตกน้อยที่สุด คือ เดือนมกราคม และกุมภาพันธ์ (เฉลี่ย 1 วัน)

ตารางที่ 4-6 สถิติภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (2529-2558) สถานีอุตุนิยมวิทยาเชียงใหม่

สถานีอุตุนิยมวิทยาเชียงใหม่ (Index 48327) ละติจูด 18 องศา 47 ลิปดา 24 ฟิลิปดา เหนือ
ความสูงของสถานีเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 313.2 เมตร ลองจิจูด 98 องศา 58 ลิปดา 37 ฟิลิปดา ตะวันออก

รายการ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ตลอดปี
ความกดอากาศ (เฮกโตปาสคาล)													
ค่าเฉลี่ย	1013.6	1011.6	1009.4	1007.7	1006.4	1005.1	1005.1	1005.8	1007.8	1011	11013.2	1014.9	1009.3
ค่าสูงสุดที่วัดได้	1024.2	1024.1	1016.7	1016.3	1030.8	1010.8	1024.1	1027.3	1031.6	1028.5	1029.7	1030	1031.6
ค่าต่ำสุดที่วัดได้	913.55	1003.4	1002.2	1002.7	913.13	1000.9	1000.6	997.51	911.95	911.69	913.29	915.63	911.69
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)													
ค่าสูงสุดเฉลี่ย	30.6	32.8	36.1	36.1	33.2	33.4	31.9	32.3	31.2	31.7	31	29.8	32.5
ค่าสูงสุดที่วัดได้	36.2	37.4	39.6	40.3	36.2	37	35	35	35	34.5	35	33.6	40.3
ค่าต่ำสุดเฉลี่ย	19.8	15.2	17.6	21.3	225	23.5	23.5	23.2	23.1	23.7	19.3	17.6	20.6
ค่าต่ำสุดที่วัดได้	9.9	11.1	12	17	18.5	22.3	21.3	21.9	21.5	18.2	12.4	8.6	8.6
ค่าเฉลี่ย	21.7	23.2	26.1	28.2	26.3	28	28.1	27.6	27.2	26.3	25.5	22.3	25.9
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)													
ค่าเฉลี่ย	74	65	61	65	79	78	66	84	81	76	70	67	72
ค่าสูงสุดเฉลี่ย	87	90	86	88	88	92	74	90	89	87	84	84	86.6
ค่าต่ำสุดเฉลี่ย	54	32	31	40	65	58	55	75	67	63	48	48	53
ค่าต่ำสุดที่วัดได้	21	18	13	17	38	31	36	48	51	42	31	24	13
อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (องศาเซลเซียส)													
ค่าเฉลี่ย	17.2	15	16.6	20.2	22	23.5	20	24.7	23.4	21.4	18.8	14.6	19.8
ปริมาณเมฆ (1-10)													
ค่าเฉลี่ย	1.8	1	0.5	3.5	4.7	7	5.7	6.8	6	4	3	3	3.9
ทัศนวิสัย (กิโลเมตร)													
ค่าเฉลี่ย	8.1	7.1	4.9	8.1	10.1	11	10.5	9.4	10.5	9.8	9.8	8.4	9
ลม (นอต)													
ทิศทางลม	S		S	S	S	S,W		S	S,W	N,NW	Vary	S	-
ค่าเฉลี่ยความเร็วลม	1.7	0.8	0.8	1.3	1.2	0.9	1.5	0.9	0.5	1.8	2.9	1.4	1.3
ความเร็วลมสูงสุด	16	12	12	20	15	14	14	16	12	19	19	14	20
ปริมาณฝน (มม.)													
ค่าเฉลี่ย	3.6	8	22.4	51.9	161.1	128.6	173.8	194.7	182.3	94.3	41.5	18.3	1080.5
วันที่ฝนตก (วัน)	0.7	0.9	2.3	6.7	14.7	17.6	19.2	20.6	16.6	10	4.2	1.6	115.1
ค่าสูงสุดต่อวัน	17.1	68.9	64.3	112.8	126.9	70	163.4	110	91.5	84.7	92.8	99.5	163.4
จำนวนวันที่มี (วัน)													
หมอก	0	0	0.1	0	0	0.1	0	0	0.2	0.1	0.4	0.1	1
ฟ้าหลัว	4.7	5.3	6.2	3.4	0	0	0	0	0.4	1.4	2	2.8	26.2
พายุฟ้าคะนอง	0	0	0.3	1.1	1.1	1	0.6	1	0.4	0.2	0.1	0.2	6
ลูกเห็บ	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0.1	0.4	0.2	0.1	1
พายุ	0	0	0	0.1	0	0	0.1	0	0.1	0	0.1	0.2	0.6



ภาพที่ 4-41 การวิเคราะห์สภาพอากาศรายคาบ 30 ปี (2529-2558) ตามหลักการ Walter's diagram ของสถานีอุตุนิยมวิทยาเชียงใหม่

<u>อุทกวิทยา</u>

พื้นที่แหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ เป็นพื้นที่ราบระหว่างภูเขา บริเวณใกล้เคียงเป็นทุ่งนา และพื้นที่ชุมชน ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำย่อยของน้ำแม่ลาว ซึ่งเป็นลำธารธรรมชาติที่รองรับน้ำจากแหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดที่กระจายในพื้นที่ต่างๆ ที่คณะผู้วิจัยได้ตรวจวัดมีอัตราการให้น้ำประมาณ 70 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน หรือคิดเป็น 0.81 ลิตรต่อวินาที ทำให้สามารถรองรับปริมาณน้ำที่ไหลจากแหล่งพุน้ำร้อนได้โดยไม่ก่อให้เกิดอุทกภัยแต่อย่างไร และเนื่องด้วยที่ตั้งของพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดเป็นที่ราบ หรือเขตที่ราบน้ำท่วมถึง (floodplain) ลำธารดังกล่าวจึงมีลักษณะของลำน้ำแบบโค้งตวัด (meandering channel) ทำให้มีความเร็วน้ำไหลในลำธารไหลเรื่อยๆ ทำให้ลักษณะลำธารมีความกว้าง และสามารถพบตะกอนท้องน้ำได้ชัดเจน ดังแสดงในภาพที่ 4-42 และเมื่อนำมาพิจารณากับปริมาณฝนธรรมชาติ พบว่า ในพื้นที่อาจมีปัญหาเรื่องการระบายน้ำเมื่อมีฝนตกหนัก โดยมีน้ำท่วมขังเป็นระยะเวลาสั้นๆ ในพื้นที่

ภาพที่ 4-42 แผนที่ภูมิประเทศบริเวณที่ตั้งแหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด แสดงเส้นทางการไหลของน้ำใช้จากน้ำพุร้อนดอยสะเก็ด ระบายสู่ลำธารธรรมชาติ และไหลลงแม่น้ำแม่ลาว

4.4 ผลการศึกษาคุณภาพน้ำและโคลนพุน้ำร้อน

คณะผู้วิจัยได้ตรวจวัดคุณภาพน้ำพุร้อนในภาคสนามจากแหล่งพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง ดังแสดงในตารางที่ 4-7 และ 4-8 และได้เก็บตัวอย่างน้ำพุร้อนไปวิเคราะห์คุณภาพน้ำตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่ม-น้ำแร่ขององค์การอนามัยโลก (WHO, 2011) ส่วนการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางจุลินทรีย์ได้ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4-9 และ 4-10

ตารางที่ 4-7 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำพุร้อนในภาคสนามครั้งที่ 1 (16-17 มิถุนายน 2559)

จุดเก็บตัวอย่าง	พิกัด	พารามิเตอร์			
		อุณหภูมิ	กรด-ด่าง	ค่าความนำไฟฟ้า (mS/cm)	ค่าของแข็งละลายทั้งหมด (ppm)
1. พุน้ำร้อนดอยสะเก็ด (บ่อปูนซีเมนต์)	47Q 0525935 mN 2090909 mE	73	7.81	0.569	375
2. พุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง					
- แท่นพุน้ำร้อน	47Q 0560575 mN 2180306 mE	73	8.99	0.442	290
- บ่อต้มหน่อไม้	47Q 0560572 mN 2180322 mE	69	8.47	0.443	296
3. พุน้ำร้อนเมืองแปง (จุดกำเนิด)	47Q 0434442 mN 2122026 mE	95	8.45	0.506	342

ตารางที่ 4-8 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำพุร้อนในภาคสนามครั้งที่ 2 (1-4 กุมภาพันธ์ 2560)

จุดเก็บตัวอย่าง	พิกัด	พารามิเตอร์			
		อุณหภูมิ	กรด-ด่าง	ค่าความนำไฟฟ้า (mS/cm)	ค่าของแข็งละลายทั้งหมด (ppm)
1. พุน้ำร้อนดอยสะเก็ด (บ่อปูนซีเมนต์)	47Q 0525935 mN 2090909 mE	62	8.16	0.534	351
2. พุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง - แท่นพุน้ำร้อน	47Q 0560575 mN 2180306 mE	69	8.71	0.419	277
3. พุน้ำร้อนเมืองแปง (จุดกำเนิด)	47Q 0434442 mN 2122026 mE	94	8.26	0.486	326

ตารางที่ 4-9 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำพุร้อนทางจุลินทรีย์ครั้งที่ 1 (16-17 มิถุนายน 2559)

ตัวอย่างน้ำ (แหล่ง)	จุลินทรีย์ทั้งหมด (Total count) (CFU/mL)	แบคทีเรียโคลิฟอร์ม (Coliforms) (MPN/100mL)
		Presumptive
1. พุน้ำร้อนดอยสะเก็ด(บ่อปูนซีเมนต์)	ไม่พบการเจริญในตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร	< 2
2. พุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง		
(แท่นพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง)	60	< 2
(บ่อต้มหน่อไม้โป่งปูเฟือง)	ไม่พบการเจริญในตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร	< 2
3. พุน้ำร้อนเมืองแปง(จุดกำเนิด)	ไม่พบการเจริญในตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร	< 2

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำพุร้อนในภาคสนามครั้งที่ 1 (ตารางที่ 4-7) และคุณภาพน้ำทางจุลินทรีย์ครั้งที่ 1 (ตารางที่ 4-9) สามารถสรุปในเบื้องต้นได้ว่า น้ำพุร้อนจากแหล่งพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง มีอุณหภูมิสูงพอที่จะใช้วางแผนพัฒนาการใช้ประโยชน์ต่อไปได้ และมีแนวโน้มที่จะมีแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ในการให้บริการอาบแช่ และจากผลคุณภาพน้ำทางจุลินทรีย์ ตรวจไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total count) ในน้ำพุร้อนทั้ง 3 แหล่ง ยกเว้นตัวอย่างน้ำพุร้อนโป่งปูเฟือง ซึ่งพบการเจริญของเชื้อแบคทีเรียเพียงเล็กน้อย (60 CFU/mL) และไม่พบการเจริญของแบคทีเรียโคลิฟอร์มในน้ำพุร้อนทุกตัวอย่าง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าน้ำพุร้อนจากแหล่งทั้ง 3 มีความปลอดภัยจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์

ตารางที่ 4-10 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำพุร้อนทางจุลินทรีย์ครั้งที่ 2 (1-4 กุมภาพันธ์ 2560)

ตัวอย่างน้ำ (แหล่ง)	จุลินทรีย์ทั้งหมด (Total count) (CFU/mL)	แบคทีเรียโคลิฟอร์ม (Coliforms) (MPN/100mL)
		Presumptive
1. พุน้ำร้อนดอยสะเก็ด (บ่อปูนซีเมนต์)	3.4×10^2	< 2
2. พุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง (แท่นพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง)	1.9×10^2	< 2
3. พุน้ำร้อนเมืองแปง(จุดกำเนิด)	6.8×10^1	< 2

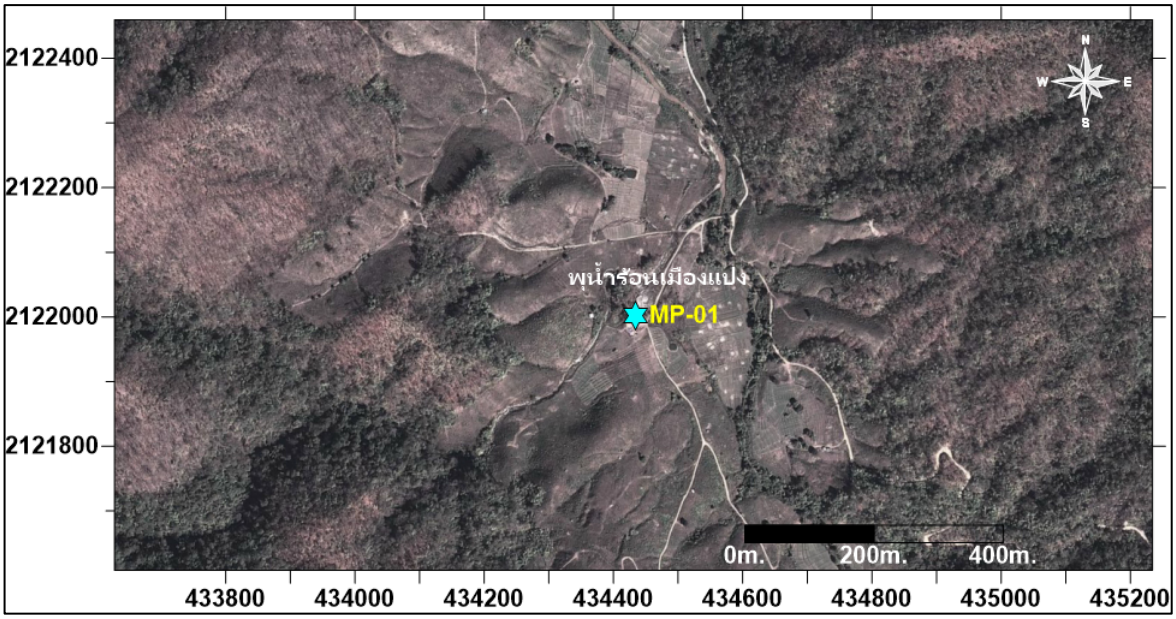
จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำพุร้อนในภาคสนามครั้งที่ 2 (ตารางที่4-8) และคุณภาพน้ำทางจุลินทรีย์ครั้งที่ 2 (ตารางที่4-10) สามารถสรุปในเบื้องต้นได้ว่า น้ำพุร้อนจากแหล่งพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง มีอุณหภูมิสูง และมีแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ในการให้บริการอาบแช่ และจากผลคุณภาพน้ำทางจุลินทรีย์ พบการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total count) ในน้ำพุร้อนทั้ง 3 แหล่ง โดยพบการเจริญของเชื้อ 3.4×10^2 , 1.9×10^2 และ 6.8×10^1 CFU/mL ตามลำดับ และไม่พบการเจริญของแบคทีเรียโคลิฟอร์มในตัวอย่างน้ำทั้ง 3 แหล่ง

4.4.1 ผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของพุน้ำร้อนเมืองแปง

<u>ผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของพุน้ำร้อนเมืองแปง ครั้งที่ 1 (มิถุนายน 2559)</u>

ตัวอย่างน้ำของพุน้ำร้อนเมืองแปง ซึ่งเก็บในเดือนมิถุนายน 2559 นำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ผลการวิเคราะห์สรุปได้ดังนี้ (ตารางที่ 4-11 และ ภาพที่ 4-43)

ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของพุน้ำร้อนเมืองแปง พบว่า น้ำพุร้อนมีสีใส มีค่าสี (Color) 0 แพลทินัม-โคบอลต์ อยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม ส่วนความขุ่น (Turbidity) มีค่า 1.27 เอ็นทียู ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม ส่วนผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีเป็นดังนี้ พบค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 8.48 บ่งชี้ถึงพุน้ำร้อนมีสมบัติเป็นด่าง มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาล ส่วนค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) พบว่ามีค่า 517 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่าปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total dissolved solids : TDS) 208 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม ส่วนความกระด้าง (Hardness) มีค่าเท่ากับ 15.20 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม สภาพด่าง (Alkalinity) มีค่า 179.28 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำที่ค่าสภาพด่างสูงจะสามารถต้านการเปลี่ยนแปลง pH ได้ดีกว่าน้ำที่มีค่าสภาพด่างต่ำ สำหรับซัลเฟตมีค่าความเข้มข้นเท่ากับ 21.94 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม ในขณะที่ไม่พบปริมาณความเข้มข้นของฟอสเฟตและไนเตรตสะสมตัวในพุน้ำร้อน สำหรับค่าความเข้มข้นของคาร์บอเนตเท่ากับ 6.90 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนค่าความเข้มข้นของไบคาร์บอเนต 202.52 มิลลิกรัมต่อลิตร และคลอไรด์พบค่าความเข้มข้น 5.64 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม



ภาพที่ 4-43 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำจากพุน้ำร้อนเมืองแปง (มิถุนายน 2559)

ภาพที่ 4-44 จุดเก็บตัวอย่างพุน้ำร้อนเมืองแปง

ผลการวิเคราะห์ลักษณะปรากฏทางเคมีของพุน้ำร้อน (Hydrogeological facies) จากไอออนประจุบวก ได้แก่ โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม และไอออนประจุลบ ได้แก่ คลอไรด์ ซัลเฟต คาร์บอเนต และไบคาร์บอเนต ในพื้นที่ศึกษา ด้วย Piper trilinear diagram โดยใช้โปรแกรม Aquachem Version 2014 ดังแสดงในตารางที่ 4-12 และภาพที่ 4-45 พบว่า ลักษณะชนิดของน้ำของพุน้ำร้อนเมืองแปง คือ Na-HCO_3 โดยที่ตัวอย่างพุน้ำร้อน MP-01 แสดงลักษณะปรากฏชนิดที่ 2

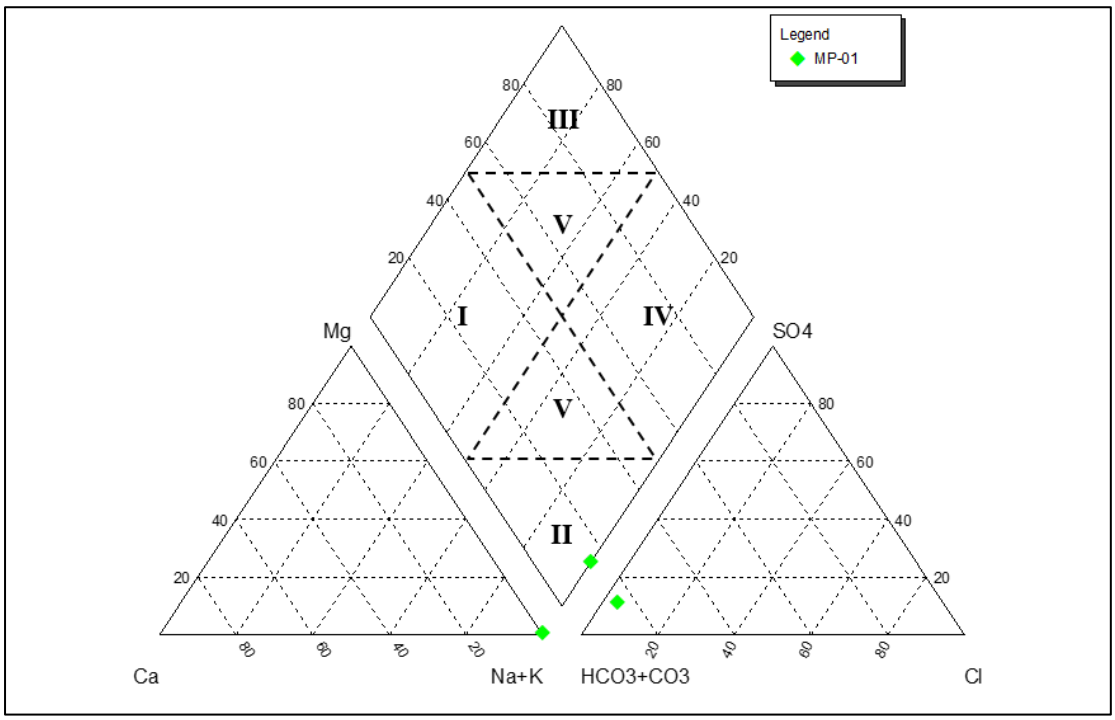
"Carbonate Alkali Facies" ซึ่งหมายถึง คุณภาพน้ำพุร้อนของบ่อพุน้ำร้อนนี้ มีค่าโซเดียม โปแทสเซียม ไบคาร์บอเนต และ คาร์บอเนต มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ บ่งชี้ลักษณะของน้ำอ่อน หรือ น้ำจืด

ตารางที่ 4-11 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำครั้งที่ 1 พื้นที่พุน้ำร้อนเมืองแปง (มิถุนายน 2559)

รายการทดสอบ	รายการทดสอบ	บ่อสังเกตการณ์พุน้ำร้อน	*เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	*เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
		MP-1		
1	ความเป็นกรดด่าง	8.48	7.0-8.5	6.5 - 9.2
2	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	23.00	-	-
3	สี (แพลทินัม-โคบอลต์)	0	5	15
4	ความขุ่น (เอ็นทียู)	1.27	5	20
5	ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	208	ไม่เกิน 600	1,200
6	ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร หินปูน)	15.20	ไม่เกิน 300	500
7	สภาพด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	179.28	-	-
8	การนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร)	517.0	-	-
9	โซเดียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	62.35	-	-
10	โพแทสเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.28	-	-
11	แคลเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.06	-	-
12	แมกนีเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.03	-	-
13	ซัลเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	21.94	ไม่เกิน 200	250
14	ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ND	-	-
15	ไนเตรต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ND	ไม่เกิน 45	45
16	คาร์บอเนต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	6.90	-	-
17	ไบคาร์บอเนต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	202.52	-	-
18	คลอไรด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	5.64	ไม่เกิน 250	600
19	อัตราการดูดซับโซเดียม (Sodium Adsorption Ratio : SAR)	36.69	-	-

ตารางที่ 4-12 ลักษณะชนิดของน้ำ ของตัวอย่างพุน้ำร้อนเมืองแปง

บ่อพุน้ำร้อน	Water Type
MP-01	Na-HCO_3



ภาพที่ 4-45 ลักษณะปรากฏทางเคมีของพุน้ำร้อนเมืองแปง

ผลการศึกษาสรุปได้ว่า คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของพุน้ำร้อนเมืองแปง มีคุณสมบัติอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมตามมาตรฐานน้ำบาดาล ประโยชน์ของพุน้ำร้อนเมืองแปงมีความเหมาะสมสำหรับการอุปโภค แต่ไม่เหมาะสมสำหรับบริโภค เนื่องจากมีกลิ่นกำมะถันค่อนข้างแรง ดังนั้นแหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปงสามารถนำไปใช้ประโยชน์นอกจากต้มหน่อไม้ ลวกไข่ อาบแช่ ตลอดจนสามารถกักเก็บปริมาณสำรองน้ำไว้ใช้ในยามหน้าแล้งได้อีกด้วย

4.4.2 ผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง

<u>ผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง ครั้งที่ 1 (มิถุนายน 2559)</u>

ตัวอย่างน้ำของพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองบ่อหลัก (PF-1) และบ่อพุน้ำร้อนสำหรับต้มหน่อไม้ (PF-2) ซึ่งเก็บในเดือนมิถุนายน 2559 นำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี (ภาพที่ 4-46) ผลการวิเคราะห์สรุปได้ดังนี้ (ตารางที่ 4-13)

ภาพที่ 4-46 จุดเก็บตัวอย่างพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองครั้งที่ 1 (มิถุนายน 2559)

ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง พบว่า น้ำพุร้อนมีค่าสี (Color) 0 ถึง 20 แพลทินัม-โคบอลต์ ค่าสีอยู่ในเกณฑ์อนุโลมสูงสุด ส่วนค่าความขุ่น (Turbidity) อยู่ในช่วง 0.87 ถึง 2.06 เอ็นทียู ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม ส่วนผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีเป็นดังนี้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) พบอยู่ในช่วง 8.49 ถึง 8.93 บ่งชี้ถึงพุน้ำร้อนมีสมบัติเป็นด่าง มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาล ส่วนค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) พบอยู่ในช่วง 435 ถึง 438 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่าปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total dissolved solids : TDS) อยู่ในช่วง 340 ถึง 374 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม ส่วนค่าความกระด้าง (Hardness) อยู่ในช่วง 19 ถึง 38 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม ค่าสภาพด่าง (Alkalinity) อยู่ในช่วง 166.65 ถึง 176.25 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำที่มีค่าสภาพด่างสูงจะสามารถต้านการเปลี่ยนแปลง pH ได้ดีกว่าน้ำที่มีค่าสภาพด่างต่ำ พบค่าความเข้มข้นของซัลเฟตอยู่ในช่วง 5.88 ถึง 7.71 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์

กำหนดที่เหมาะสม ในขณะที่พบปริมาณความเข้มข้นของฟอสเฟตสะสมตัวในพุน้ำร้อนเพียงจุดเดียว คือ PF-02 มีปริมาณความเข้มข้น 0.1093 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่พบค่าความเข้มข้นของไนเตรต ส่วนค่าความเข้มข้นของคาร์บอเนต 7.80 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเข้มข้นของไบคาร์บอเนตอยู่ในช่วง 195.81 ถึง 181.78 มิลลิกรัมต่อลิตร และความเข้มข้นของคลอไรด์มีค่า 10.54 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม

ตารางที่ 4-13 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองครั้งที่ 1 (มิถุนายน 2559)

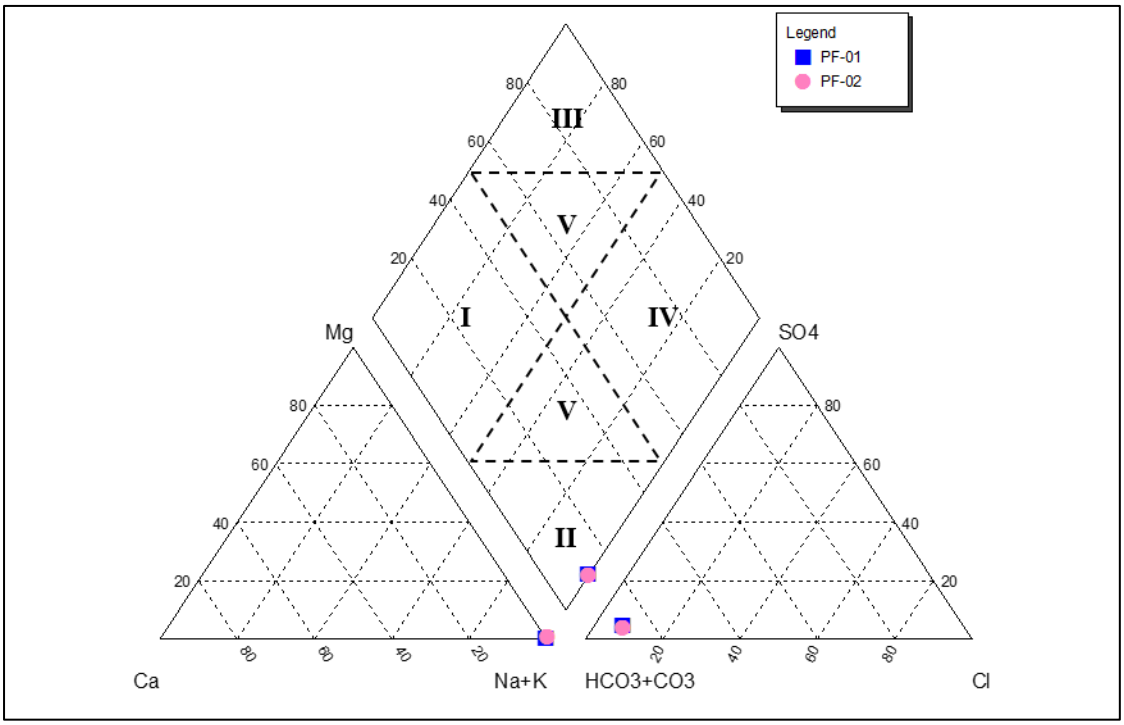
รายการทดสอบ	รายการทดสอบ	บ่อสังเกตการณ์พุน้ำร้อน		*เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	*เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
		PF-1	PF-2		
1	ความเป็นกรดด่าง	8.93	8.49	7.0-8.5	6.5 - 9.2
2	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	23.00	23.00	-	-
3	สี (แพลทินัม-โคบอลต์)	0	20	5	15
4	ความขุ่น (เอ็นทียู)	0.87	2.06	5	20
5	ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	340	374	ไม่เกิน 600	1,200
6	ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตรหินปูน)	38.00	19.00	ไม่เกิน 300	500
7	สภาพด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	176.25	166.65	-	-
8	การนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร)	435.0	438.0	-	-
9	โซเดียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	89.31	86.27	-	-
10	โพแทสเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	3.02	4.96	-	-
11	แคลเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.05	0.03	-	-
12	แมกนีเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.02	0.04	-	-
13	ซัลเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	7.71	5.88	ไม่เกิน 200	250
14	ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ND	0.1093	-	-
15	ไนเตรต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ND	ND	ไม่เกิน 45	45
16	คาร์บอเนต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	7.80	7.80	-	-
17	ไบคาร์บอเนต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	195.81	181.78	-	-
18	คลอไรด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	10.54	10.54	ไม่เกิน 250	600
19	อัตราการดูดซับโซเดียม (Sodium Adsorption Ratio : SAR)	60.37	54.23	-	-

ผลการวิเคราะห์ลักษณะปรากฏทางเคมีของพุน้ำร้อน (Hydrogeological facies) จากไอออนประจุบวก ได้แก่ โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม และไอออนประจุลบ ได้แก่ คลอไรด์ ซัลเฟต คาร์บอเนต และไบคาร์บอเนต ในพื้นที่ศึกษา ด้วย Piper trilinear diagram โดยใช้โปรแกรม Aquachem Version 2014 ดังแสดงในตารางที่ 4-14 และภาพที่ 4-47 พบว่า ลักษณะชนิดของน้ำ (Water type) ของพุน้ำร้อน คือ Na-HCO_3 และ Na-HCO_3-CO_3 โดยที่ตัวอย่างพุน้ำร้อน PF-01 และ PF-02 แสดงลักษณะปรากฏชนิดที่ 2 “Carbonate Alkali Facies” ซึ่งหมายถึง คุณภาพพุน้ำร้อน

โป่งปูเฟืองนี้ มีค่าโซเดียม โปแทสเซียม ไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนต มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ บ่งชี้ลักษณะของน้ำอ่อน หรือ น้ำจืด

ตารางที่ 4-14 ลักษณะชนิดของน้ำของตัวอย่างพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง

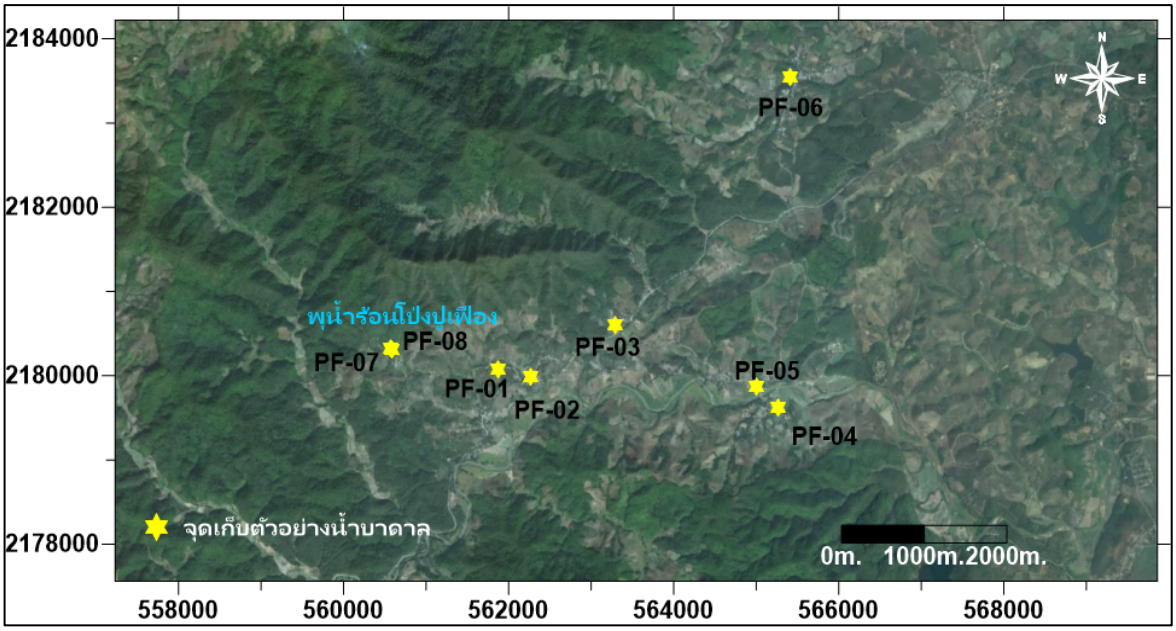
ตัวอย่างน้ำพุน้ำร้อน	ลักษณะชนิดของน้ำ
PF-01	Na-HCO_3
PF-02	Na-HCO_3-CO_3



ภาพที่ 4-47 ลักษณะปรากฏทางเคมีของพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง

<u>ผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง ครั้งที่ 2 (สิงหาคม 2559)</u>

ตัวอย่างน้ำบาดาลระดับตื้นที่ระดับความลึก 6 ถึง 10 เมตร ที่เก็บรอบๆ ตำบลแม่สรวย (PF-01 – PF-06) และตัวอย่างพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง บ่อหลัก (PF-07) และบ่อพุน้ำร้อนสำหรับต้มหน่อไม้ (PF-8) ซึ่งเก็บในเดือนสิงหาคม 2559 (ภาพที่ 4-48 และ 4-50) นำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ผลการวิเคราะห์สรุปได้ดังนี้ (ตารางที่ 4-15)



ภาพที่ 4-48 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำจากพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองและน้ำบาดาลตื้น (สิงหาคม 2559)

ภาพที่ 4-49 การเก็บตัวอย่างน้ำจากพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองและน้ำบาดาลตื้น (สิงหาคม 2559)

ภาพที่ 4-50 การเก็บตัวอย่างน้ำจากพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองและน้ำบาดาลตื้นครั้งที่ 2 (สิงหาคม 2559)

ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองและน้ำบาดาลระดับตื้นรอบๆ ตำบลแม่สรวย พบว่า น้ำบาดาลมีค่าสี (Color) 0 แพลทินัม-โคบอลต์ ค่าสีอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาล ส่วนค่าความขุ่น (Turbidity) อยู่ในช่วง 0.62 ถึง 4.68 เอ็นทียู ซึ่งอยู่ในเกณฑ์

มาตรฐาน ยกเว้น PF-03 และ PF-04 มีค่าความขุ่นเกินเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีเป็นดังนี้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) พบอยู่ในช่วง 5.87 ถึง 8.96 บ่งชี้ถึงน้ำบาดาลมีสมบัติเป็นกรดอ่อนถึงด่าง มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาล ส่วนค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) พบอยู่ในช่วง 42.5 ถึง 480 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ส่วนค่าปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total dissolved solids : TDS) อยู่ในช่วง 66 ถึง 508 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม ส่วนค่าความกระด้าง (Hardness) อยู่ในช่วง 29.45 ถึง 131.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม ค่าสภาพด่าง (Alkalinity) อยู่ในช่วง 2.53 ถึง 170.69 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำที่มีค่าสภาพด่างสูงจะสามารถต้านการเปลี่ยนแปลง pH ได้ดีกว่าน้ำที่มีค่าสภาพด่างต่ำ ค่าความเข้มข้นของซัลเฟตอยู่ในช่วง 0.001 ถึง 20.14 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม ในขณะที่พบปริมาณความเข้มข้นของฟอสเฟตสะสมตัวในน้ำบาดาลเพียงจุดเดียว คือ PF-07 มีปริมาณความเข้มข้น 0.29 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนค่าไนเตรตพบมีปริมาณความเข้มข้นอยู่ในช่วง 1.98 ถึง 4.82 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม ค่าความเข้มข้นของคาร์บอเนตอยู่ในช่วง 1.2 ถึง 10.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเข้มข้นของไบคาร์บอเนตอยู่ในช่วง 3.05 ถึง 186.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนความเข้มข้นของคลอไรด์พบอยู่ในช่วง 3.06 ถึง 42.30 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม

ผลการวิเคราะห์ลักษณะปรากฏทางเคมีของน้ำบาดาล (Hydrogeological facies) จากไอออนประจุบวก ได้แก่ โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม และไอออนประจุลบ ได้แก่ คลอไรด์ ซัลเฟต คาร์บอเนต และไบคาร์บอเนต ในพื้นที่ศึกษาด้วย Piper trilinear diagram โดยใช้โปรแกรม Aquachem Version 2014 ดังแสดงในตารางที่ 4-15 และภาพที่ 4-51 พบว่า ลักษณะชนิดของน้ำบาดาล คือ Na-Cl, Na-HCO_3-SO_4, Na-HCO_3, Na-Cl-HCO_3, Na-Mg-HCO_3-Cl, Mg-HCO_3-SO_4 และ Na-HCO_3 ตัวอย่างน้ำบาดาล PF-06 แสดงลักษณะปรากฏชนิดที่ 1 “Carbonate Hardness Facies” ซึ่งหมายถึง คุณภาพน้ำบาดาล มีค่าแคลเซียม แมกนีเซียม ไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนต มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ บ่งชี้ลักษณะของน้ำกระด้างชั่วคราวหรือน้ำจืด ส่วนตัวอย่างน้ำบาดาล PF-03, PF-07 และ PF-08 แสดงลักษณะปรากฏชนิดที่ 2 “Carbonate Alkali Facies” ซึ่งหมายถึง คุณภาพน้ำบาดาล มีค่าโซเดียม โปแทสเซียม ไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนต มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ บ่งชี้ลักษณะของน้ำอ่อน หรือ น้ำจืด ในขณะที่ตัวอย่างน้ำบาดาล PF-01 และ PF-04 แสดงลักษณะปรากฏชนิดที่ 4 “Noncarbonate Alkali Facies” หมายถึง คุณภาพน้ำบาดาลของบ่อน้ำบาดาลบ่อนี้ มีค่าโซเดียม โพแทสเซียม คลอไรด์ และซัลเฟต มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ บ่งชี้ลักษณะของน้ำกร่อยหรือน้ำเค็ม และตัวอย่างน้ำบาดาล PF-02 และ PF-05 แสดงลักษณะปรากฏชนิดที่ 5 “Mixing Water” ซึ่งหมายถึง คุณภาพน้ำบาดาลของบ่อน้ำบาดาลนี้มีค่าแคตไอออนและแอนไอออนใกล้เคียงกัน ไม่สามารถระบุลักษณะปรากฏของน้ำบาดาลได้ แสดงถึงมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำบาดาลในแต่ละช่วงเวลา

ตารางที่ 4-15 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองครั้งที่ 2 (สิงหาคม 2559)

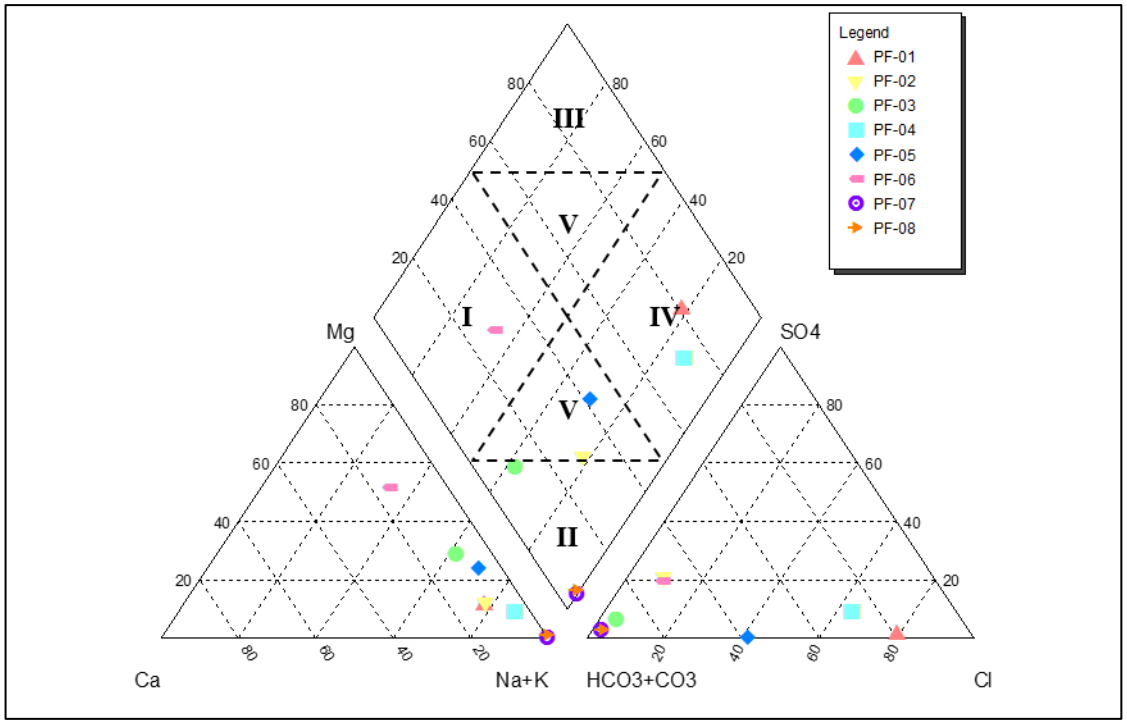
รายการทดสอบ	รายการทดสอบ	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ				*เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	*เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
		PF-01	PF-02	PF-03	PF-04		
1	ความเป็นกรดด่าง	5.87	7.21	7.57	6.68	7.0-8.5	6.5 - 9.2
2	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	25.20	25.20	25.20	24.90	-	-
3	สี (แพลทินัม-โคบอลต์)	0	0	0	0	5	15
4	ความขุ่น (เอ็นทียู)	1.95	4.68	13.70	27.20	5	20
5	ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	66	200	214	322	ไม่เกิน 600	1,200
6	ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร หินปูน)	36.10	82.65	131.10	55.10	ไม่เกิน 300	500
7	สภาพด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	2.53	72.22	127.26	25.25	-	-
8	การนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร)	42.5	262.0	299.0	367.0	-	-
9	โซเดียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	3.61	15.07	2.39	40.41	-	-
10	โพแทสเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1.32	4.35	8.95	5.67	-	-
11	แคลเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.35	1.37	1.85	2.24	-	-
12	แมกนีเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.52	2.00	1.02	1.77	-	-
13	ซัลเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.23	20.14	7.83	7.65	ไม่เกิน 200	250
14	ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ND	ND	ND	ND	-	-
15	ไนเตรต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	2.69	2.72	1.98	3.97	ไม่เกิน 45	45
16	คาร์บอเนต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ND	1.20	4.20	ND	-	-
17	ไบคาร์บอเนต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	3.05	84.79	145.18	30.50	-	-
18	คลอไรด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	7.52	7.05	4.70	42.30	ไม่เกิน 250	600
19	อัตราการดูดซับโซเดียม (Sodium Adsorption Ratio : SAR)	0.64	1.36	0.25	3.46	-	-

ตารางที่ 4-15 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองครั้งที่ 2 (สิงหาคม 2559) (ต่อ)

รายการทดสอบ	รายการทดสอบ	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ				*เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	*เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
		PF-05	PF-06	PF-07	PF-08		
1	ความเป็นกรดด่าง	6.63	7.57	8.28	8.96	7.0-8.5	6.5 - 9.2
2	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	24.60	24.90	24.80	24.80	-	-
3	สี (แพลทินัม-โคบอลต์)	0	0	0	0	5	15
4	ความขุ่น (เอ็นทียู)	3.39	3.44	3.69	0.62	5	20
5	ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	196	230	508	440	ไม่เกิน 600	1,200
6	ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร หินปูน)	41.80	113.05	29.45	31.35	ไม่เกิน 300	500
7	สภาพด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	20.71	76.76	170.69	161.60	-	-
8	การนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร)	160.6	309.0	480.0	466.0	-	-
9	โซเดียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	12.98	4.35	92.12	93.86	-	-
10	โพแทสเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.21	2.83	8.43	4.80	-	-
11	แคลเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	2.76	4.88	0.16	0.29	-	-
12	แมกนีเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1.23	2.40	0.10	0.15	-	-
13	ซัลเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.001	19.59	4.18	4.37	ไม่เกิน 200	250
14	ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ND	ND	0.29	ND	-	-
15	ไนเตรต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.69	4.82	ND	ND	ไม่เกิน 45	45
16	คาร์บอเนต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ND	2.10	9.90	10.50	-	-
17	ไบคาร์บอเนต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	25.01	88.45	186.05	173.85	-	-
18	คลอไรด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	10.34	7.52	3.06	3.29	ไม่เกิน 250	600
19	อัตราการดูดซับโซเดียม (Sodium Adsorption Ratio : SAR)	1.16	0.28	31.48	24.93	-	-

ตารางที่ 4-16 ลักษณะชนิดของน้ำของตัวอย่างพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองและน้ำบาดาลตื้นรอบๆบ้านโป่งปูเฟือง

บ่อน้ำบาดาล	ลักษณะชนิดของน้ำ
PF-01	Na-Cl
PF-02	Na-HCO_3-SO_4
PF-03	Na-HCO_3
PF-04	Na-Cl-HCO_3
PF-05	Na-Mg-HCO_3-Cl
PF-06	Mg-HCO_3-SO_4
PF-07	Na-HCO_3
PF-08	Na-HCO_3



ภาพที่ 4-51 ลักษณะปรากฏทางเคมีของตัวอย่างน้ำจากพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองและน้ำบาดาลตื้น (สิงหาคม 2559)

ผลการวิเคราะห์โลหะและโลหะหนักจำนวน 11 ธาตุ ได้แก่ ปรอท ซีลีเนียม สารหนู สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว แคดเมียม โครเมียม นิกเกิล เหล็ก และแมงกานีส จากตัวอย่างพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองและบ่อน้ำบาดาลระดับตื้น จำนวน 8 บ่อ ที่ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2559 ที่ผ่านมา ดังแสดงในตารางที่ 4-17

จากการวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักตามมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน ที่กำหนดไว้ในประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 20 (พ.ศ. 2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมคุณภาพและสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง “กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน” โดยกำหนดระดับความเข้มข้นสูงสุดของสารอันตรายที่ยอมให้มีได้ในน้ำใต้ดิน เมื่อนำน้ำใต้ดินมาใช้บริโภค ซึ่งได้กำหนดดัชนีคุณภาพน้ำใต้ดินประเภทโลหะหนัก มีทั้งหมด 10 ชนิด ได้แก่ ปรอท ซีลีเนียม สารหนู สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว แคดเมียม โครเมียม นิกเกิล และแมงกานีส ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำจากพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองและน้ำบาดาลระดับตื้นทั้ง 8 บ่อ ไม่ปรากฏปริมาณความเข้มข้นของปรอท ซีลีเนียม สารหนู ทองแดง ตะกั่ว แคดเมียม โครเมียม และนิกเกิล ส่วนปริมาณความเข้มข้นของสังกะสี พบว่ามีปริมาณความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.103 ถึง 0.146 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำใต้ดิน โดยต้องมีค่าไม่เกิน 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่ปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีสตรวจพบมีปริมาณความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.001 - 0.258 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่ามีเพียงบ่อ PF-01 และ บ่อ PF-07 เท่านั้นที่ไม่พบค่าความเข้มข้นของแมงกานีส

สำหรับปริมาณความเข้มข้นของเหล็ก พบว่า ปริมาณความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.012 และ 0.061 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำใต้ดิน โดยต้องมีค่าไม่เกินเกณฑ์อนุโลมสูงสุด 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งได้กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520

ตารางที่ 4-17 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะและโลหะหนักในพื้นที่พุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองและน้ำบาดาลระดับตื้น

จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	ปริมาณโลหะหนักในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)										
	ปรอท	ซีลีเนียม	สารหนู	สังกะสี	ทองแดง	ตะกั่ว	แคดเมียม	โครเมียม	นิกเกิล	เหล็ก	แมงกานีส
PF-01	ND	ND	ND	0.121	ND	ND	ND	ND	ND	0.012	ND
PF-02	ND	ND	ND	0.140	ND	ND	ND	ND	ND	0.039	0.013
PF-03	ND	ND	ND	0.121	ND	ND	ND	ND	ND	0.025	0.001
PF-04	ND	ND	ND	0.124	ND	ND	ND	ND	ND	0.039	0.258
PF-05	ND	ND	ND	0.146	ND	ND	ND	ND	ND	0.027	0.005
PF-06	ND	ND	ND	0.131	ND	ND	ND	ND	ND	0.061	0.094
PF-07	ND	ND	ND	0.103	ND	ND	ND	ND	ND	0.036	ND
PF-08	ND	ND	ND	0.119	ND	ND	ND	ND	ND	0.029	0.235
ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน	*0.001	*0.01	*0.01	*5.0	*1.0	*0.01	*0.003	-	*0.02	**1.0	*0.5

หมายเหตุ : 1) * หมายถึง มาตรฐานน้ำใต้ดิน กำหนดในประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 20 (พ.ศ. 2543) เรื่อง “กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน”
2) ** หมายถึง มาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ กำหนดในพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520
3) ND : Not detected

ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองมีคุณสมบัติอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมตามมาตรฐานน้ำบาดาล มีความเหมาะสมสำหรับการอุปโภค แต่ไม่เหมาะสมสำหรับบริโภค เนื่องจากมีกลิ่นกำมะถันจางๆ อย่างไรก็ตามพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองกลับถูกใช้เป็นที่ต้มหน่อไม้ ซึ่งมีรสชาติ หวาน กรอบ อร่อย ไม่ขม เป็นผลิตภัณฑ์ขายดิบขายดีของพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง

โดยทั่วไปองค์ประกอบการดองผักระยะสั้นๆเพื่อถนอมอาหารจะประกอบด้วยเกลือแกงและน้ำเปล่า เป็นหลัก เกลือแกง (NaCl) จะช่วยถนอมอาหาร โดยจะช่วยลดแอคติวิตี้ของน้ำ (water activity) หรือค่าความชื้นที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพ น้ำเกลือช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียและจุลินทรีย์ก่อโรค โดยจะทำให้เกิดการออสโมซีสของสารที่ละลายได้ในผักผลไม้แพร่กระจายสู่น้ำเกลือ เป็นการดึงน้ำออกจากตัวผักผลไม้และสารละลายในน้ำเกลือจะซึมเข้าสู่เซลล์ของผักผลไม้แทน ทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถคงสภาพได้ สำหรับอุตสาหกรรมอาหารจะมีการเติมเกลือแคลเซียม (CaCl) เพื่อช่วยเพิ่มความคงตัวและความกรอบให้กับผลิตภัณฑ์ ส่วนเกลือตัวอื่นๆ เช่น โปแทสเซียมช่วยเพิ่มรสหวาน ส่วนแมกนีเซียมถ้ามีมากจะเกิดรสขม

เมื่อพิจารณาสมบัติทางเคมีของพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง พบว่า อุดมไปด้วยแคตไอออนและแอนไอออนที่สำคัญ ได้แก่ โซเดียม โปแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และคลอไรด์ เมื่อคำนวณค่าการดูดซับโซเดียมในตัวอย่างพุน้ำร้อนพบว่ามีค่าสูงมาก เมื่อเทียบกับบ่อน้ำบาดาลตื้นที่อยู่รอบๆบ้านโป่งปูเฟือง ซึ่งโซเดียมนั้นเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการเริ่มกระบวนการถนอมอาหาร พุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองจึงกลายเป็นบ่อจำลองสภาพการดองผักระยะสั้นๆ เมื่อชาวบ้านนำหน่อไม้ไปต้มในพุน้ำร้อน 1 คืน คล้ายกับการดองผักหรือหน่อไม้ ที่ใช้เวลาแค่ 1 ถึง 2 คืน ทำให้ได้ผักที่กรอบ หวาน อร่อย และไม่ขม นอกจากนี้การต้มหน่อไม้นานๆ จะช่วยลดหรือกำจัดสารไซยาไนด์ซึ่งเป็นสาเหตุให้หน่อไม้มีรสชาติขมได้อีกด้วย

นอกจากหน่อไม้ต้มโป่งแล้ว ยังมีไข่ต้มที่ต้มนานแค่ไหนไข่ก็ไม่แข็ง คงสภาพเป็นไข่ลวก ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิพุน้ำร้อนประมาณ 68 ถึง 76 องศาเซลเซียส เท่านั้น จึงทำให้ได้ไข่ลวกออนเซ็น มีรสชาติดีเช่นเดียวกันกับหน่อไม้ต้มโป่ง เพราะต้มในพุน้ำร้อนที่อุดมไปด้วยเกลือชนิดต่างๆนั่นเอง

จากลักษณะองค์ประกอบแร่ธาตุที่เหมาะสมและลงตัวในพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น “หน่อไม้ต้มโป่ง และ ไข่ออนเซ็น” ที่มีรสชาติอร่อยแตกต่างจากท้องตลาดทั่วไป เหมาะแก่การส่งเสริมและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์โอทอปของตำบลแม่สรวยต่อไป

4.4.3 ผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด

<u>ผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด ครั้งที่ 1 (มิถุนายน 2559)</u>

ตัวอย่างน้ำของพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดบ่อหลัก ซึ่งเก็บในเดือนมิถุนายน 2559 ดังแสดงในภาพที่ 4-52 นำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ผลการวิเคราะห์สรุปได้ดังนี้ (ตารางที่ 4-18)

ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของบ่อพุน้ำร้อนพื้นที่พุน้ำร้อนดอยสะเก็ด พบว่าน้ำพุร้อนมีสีใสมีค่าสี (Color) 0 แพลทินัม-โคบอลต์ อยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม ส่วนความขุ่น (Turbidity) มีค่า 0.84 เอ็นทียู ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม ส่วนผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีเป็นดังนี้ พบค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 8.36 บ่งชี้ถึงพุน้ำร้อนมีสมบัติเป็นด่าง มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาล ส่วนค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) พบว่ามีค่า 543 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่าปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total dissolved solids : TDS) 536 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม ส่วนค่าความกระด้าง (Hardness) มีค่าเท่ากับ 21.85 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม สภาพด่าง (Alkalinity) มีค่า 232.81 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำที่มีค่าสภาพด่างสูงจะสามารถต้านการเปลี่ยนแปลง pH ได้ดีกว่าน้ำที่มีค่าสภาพด่างต่ำ สำหรับซัลเฟตมีค่าความเข้มข้นเท่ากับ 17.23 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม ในขณะที่ไม่พบปริมาณความเข้มข้นของฟอสเฟตและไนเตรตสะสมตัวในพุน้ำร้อน สำหรับค่าความเข้มข้นของคาร์บอเนตเท่ากับ 3.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนค่าความเข้มข้นของไบคาร์บอเนต 275.11 มิลลิกรัมต่อลิตร และคลอไรด์พบค่าความเข้มข้น 3.19 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม

ผลการวิเคราะห์ลักษณะปรากฏทางเคมีของพุน้ำร้อน (Hydrogeological facies) จากไอออนประจุบวก ได้แก่ โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม และไอออนประจุลบ ได้แก่ คลอไรด์ ซัลเฟต คาร์บอเนต และไบคาร์บอเนต ในพื้นที่ศึกษา ด้วย Piper trilinear diagram โดยใช้โปรแกรม Aquachem Version 2014 ดังแสดงในตารางที่ 4-19 และภาพที่ 4-53 พบว่า ลักษณะชนิดของน้ำของพุน้ำร้อน คือ Na-HCO_3 โดยที่ตัวอย่างพุน้ำร้อน DK-01 แสดงลักษณะปรากฏชนิดที่ 2 “Carbonate

Alkali Facies” ซึ่งหมายถึง คุณภาพน้ำพุร้อนของบ่อพุน้ำร้อนนี้ มีค่าโซเดียม โปแทสเซียม ไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนต มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ บ่งชี้ลักษณะของน้ำอ่อน หรือ น้ำจืด

ภาพที่ 4-52 จุดเก็บตัวอย่างพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด เดือนมิถุนายน 2559

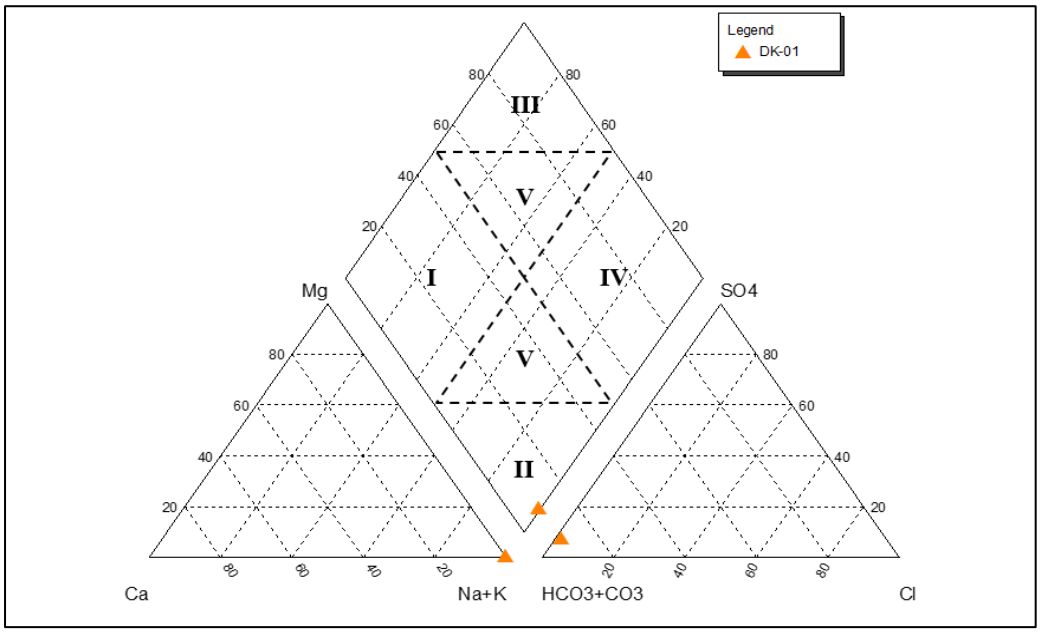
ตารางที่ 4-18 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำครั้งที่ 1 พื้นที่บ่อพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด

รายการทดสอบ	รายการทดสอบ	บ่อสังเกตการณ์พุน้ำร้อน	*เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	*เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
		DK-1		
1	ความเป็นกรดด่าง	8.36	7.0-8.5	6.5 - 9.2
2	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	23.30	-	-
3	สี (แพลทินัม-โคบอลต์)	0	5	15
4	ความขุ่น (เอ็นทียู)	0.84	5	20
5	ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	536	ไม่เกิน 600	1,200
6	ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร หินปูน)	21.85	ไม่เกิน 300	500
7	สภาพด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	232.81	-	-
8	การนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร)	543.0	-	-
9	โซเดียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	71.45	-	-
10	โพแทสเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	9.61	-	-
11	แคลเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.11	-	-
12	แมกนีเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.10	-	-
13	ซัลเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	17.23	ไม่เกิน 200	250
14	ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ND	-	-
15	ไนเตรต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ND	ไม่เกิน 45	45
16	คาร์บอเนต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	3.00	-	-

รายการทดสอบ	รายการทดสอบ	บ่อสังเกตการณ์พุน้ำร้อน	*เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	*เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
		DK-1		
17	ไบคาร์บอเนต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	275.11	-	-
18	คลอไรด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	3.19	ไม่เกิน 250	600
19	อัตราการดูดซับโซเดียม (Sodium Adsorption Ratio : SAR)	26.53	-	-

ตารางที่ 4-19 ลักษณะชนิดของน้ำของพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด

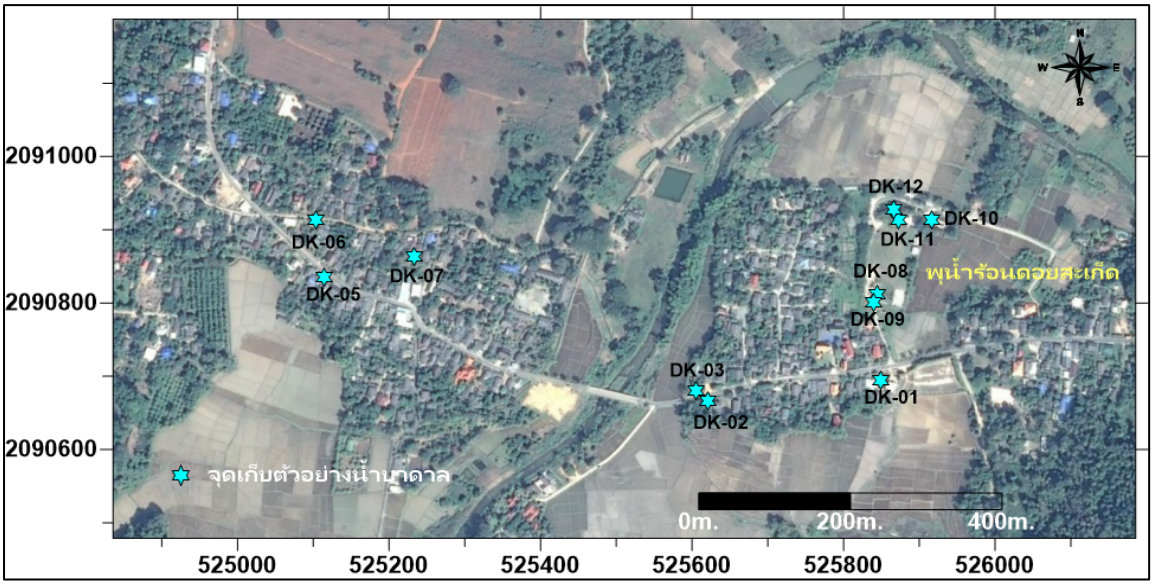
บ่อพุน้ำร้อน	ลักษณะชนิดของน้ำ
DK-01	Na-HCO_3



ภาพที่ 4-53 ลักษณะปรากฏทางเคมีของบ่อน้ำพุร้อนพื้นที่พุน้ำร้อนดอยสะเก็ด

<u>ผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด ครั้งที่ 2 (สิงหาคม 2559)</u>

ตัวอย่างน้ำบาดาลระดับตื้นที่ระดับความลึกประมาณ 5 ถึง 8 เมตร ที่เก็บรอบๆตำบลป่าเมี่ยง (DK-01 – DK-07) และตัวอย่างพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองบ่อหลัก (DK-08 – DK-12) ซึ่งเก็บในเดือนสิงหาคม 2559 (ภาพที่ 4-54 และ 4-55) นำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ผลการวิเคราะห์สรุปได้ดังนี้ (ตารางที่ 4-20)



ภาพที่ 4-54 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำจากพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดและน้ำบาดาลตื้น (สิงหาคม 2559)

ภาพที่ 4-55 สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำบาดาลระดับตื้น

ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของบ่อน้ำบาดาลรอบพื้นที่พุน้ำร้อนดอยสะเก็ด พบว่า น้ำบาดาลมีค่าสี (Color) 0 แพลทินัม-โคบอลต์ ค่าสีอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาล ยกเว้น DK-10 ที่มีค่าสี (Color) 50 แพลทินัม-โคบอลต์ ซึ่งมีค่าเกินเกณฑ์อนุโลมสูงสุด ส่วนค่าความขุ่น (Turbidity) อยู่ในช่วง 0.47 ถึง 17.00 เอ็นทียู ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้น DK-09 และ DK-10 มีค่าความขุ่นเกินเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีเป็นดังนี้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) พบอยู่ในช่วง 7.10 ถึง 8.72 บ่งชี้ถึงน้ำบาดาลมีสมบัติเป็นกลางถึงด่าง มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาล ส่วนค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) พบอยู่ในช่วง 141.7 ถึง 784.0 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ส่วนค่าปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total dissolved solids : TDS) อยู่ในช่วง 86 ถึง 586 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม ยกเว้น DK-10 ที่มีค่าเท่ากับ 1,126 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าเกินเกณฑ์อนุโลมสูงสุด ส่วนค่าความกระด้าง (Hardness) อยู่ในช่วง 34.20 ถึง 152.95 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม ค่าสภาพด่าง (Alkalinity) อยู่ในช่วง 25.25 ถึง 383.80 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำที่ค่าสภาพด่างสูงจะสามารถต้านการเปลี่ยนแปลง pH ได้ดีกว่าน้ำที่มีค่าสภาพด่างต่ำ ค่าความเข้มข้นของซัลเฟตอยู่ในช่วง 0.001 ถึง 37.39 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม ในขณะที่พบปริมาณความเข้มข้นของฟอสเฟตสะสมตัวในน้ำบาดาลเพียง 4 จุด คือ DK-01, DK-02, DK-09 และ DK-10 มีปริมาณความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.0006 ถึง 3.54 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนค่าไนเตรตพบมีปริมาณความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.72 ถึง 4.94 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม และไม่พบค่าไนเตรต 4 จุด ได้แก่ DK-08, DK-09, DK-11 และ DK-12 พบค่าความเข้มข้นของคาร์บอเนตอยู่ 6 จุด นั่นคือ DK-05, DK-08, DK-09, DK-10, DK-11 และ DK-12 พบอยู่ในช่วง 0.90 ถึง 20.70 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเข้มข้นของไบคาร์บอเนตอยู่ในช่วง 30.50 ถึง 445.30 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนความเข้มข้นของคลอไรด์พบอยู่ในช่วง 3.53 ถึง 23.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม

ตารางที่ 4-20 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำครั้งที่ 2 พื้นที่บ่อพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด

รายการทดสอบ	รายการทดสอบ	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ				*เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	*เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
		DK-01	DK-02	DK-03	DK-04		
1	ความเป็นกรดด่าง	7.56	7.43	7.28	7.10	7.0-8.5	6.5 - 9.2
2	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	24.80	25.00	25.00	24.60	-	-
3	สี (แพลทินัม-โคบอลต์)	0	0	0	0	5	15
4	ความขุ่น (เอ็นทียู)	4.55	9.97	8.99	0.47	5	20
5	ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	132	176	148	86	ไม่เกิน 600	1,200
6	ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตรหินปูน)	63.65	83.60	50.35	70.30	ไม่เกิน 300	500
7	สภาพด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	46.97	66.66	61.11	25.25	-	-
8	การนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร)	141.7	218.7	186.0	203.9	-	-
9	โซเดียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.78	10.47	8.05	14.49	-	-
10	โพแทสเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.07	16.99	15.92	0.98	-	-

รายการทดสอบ	รายการทดสอบ	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ				*เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	*เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
		DK-01	DK-02	DK-03	DK-04		
11	แคลเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	2.90	3.05	1.07	3.63	-	-
12	แมกนีเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1.25	1.81	1.79	1.95	-	-
13	ซัลเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	5.19	9.94	12.07	0.001	ไม่เกิน 200	250
14	ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.38	0.0049	ND	ND	-	-
15	ไนเตรต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1.85	2.12	0.72	4.66	ไม่เกิน 45	45
16	คาร์บอเนต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ND	ND	ND	ND	-	-
17	ไบคาร์บอเนต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	56.73	80.52	73.81	30.50	-	-
18	คลอไรด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	8.46	8.93	7.99	19.51	ไม่เกิน 250	600
19	อัตราการดูดซับโซเดียม (Sodium Adsorption Ratio : SAR)	0.42	0.83	0.78	1.08	-	-

ตารางที่ 4-20 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำครั้งที่ 2 พื้นที่บ่อพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด (ต่อ)

รายการทดสอบ	รายการทดสอบ	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ				*เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	*เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
		DK-05	DK-06	DK-07	DK-08		
1	ความเป็นกรดด่าง	7.45	7.25	7.15	8.72	7.0-8.5	6.5 - 9.2
2	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	25.40	24.80	24.80	25.50	-	-
3	สี (แพลทินัม-โคบอลต์)	0	0	0	0	5	15
4	ความขุ่น (เอ็นทียู)	1.51	0.55	0.53	1.60	5	20
5	ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	366	280	214	558	ไม่เกิน 600	1,200
6	ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตรหินปูน)	123.50	152.95	150.10	36.10	ไม่เกิน 300	500
7	สภาพด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	117.67	90.90	75.75	253.01	-	-
8	การนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร)	458.0	332.0	305.0	638.0	-	-
9	โซเดียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	27.15	7.10	5.14	117.40	-	-
10	โพแทสเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	21.21	1.81	0.76	13.16	-	-
11	แคลเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	8.00	2.35	1.46	0.01	-	-
12	แมกนีเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	3.66	2.21	2.37	0.03	-	-
13	ซัลเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	37.39	0.001	0.001	27.59	ไม่เกิน 200	250
14	ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ND	ND	ND	ND	-	-
15	ไนเตรต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.94	4.39	4.76	ND	ไม่เกิน 45	45

รายการทดสอบ	รายการทดสอบ	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ				*เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	*เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
		DK-05	DK-06	DK-07	DK-08		
16	คาร์บอเนต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.90	ND	ND	20.70	-	-
17	ไบคาร์บอเนต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	140.30	109.80	91.50	263.52	-	-
18	คลอไรด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	23.50	15.28	20.92	7.76	ไม่เกิน 250	600
19	อัตราการดูดซับโซเดียม (Sodium Adsorption Ratio : SAR)	1.41	0.56	0.43	93.74	-	-

ตารางที่ 4-20 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำครั้งที่ 2 พื้นที่บ่อพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด (ต่อ)

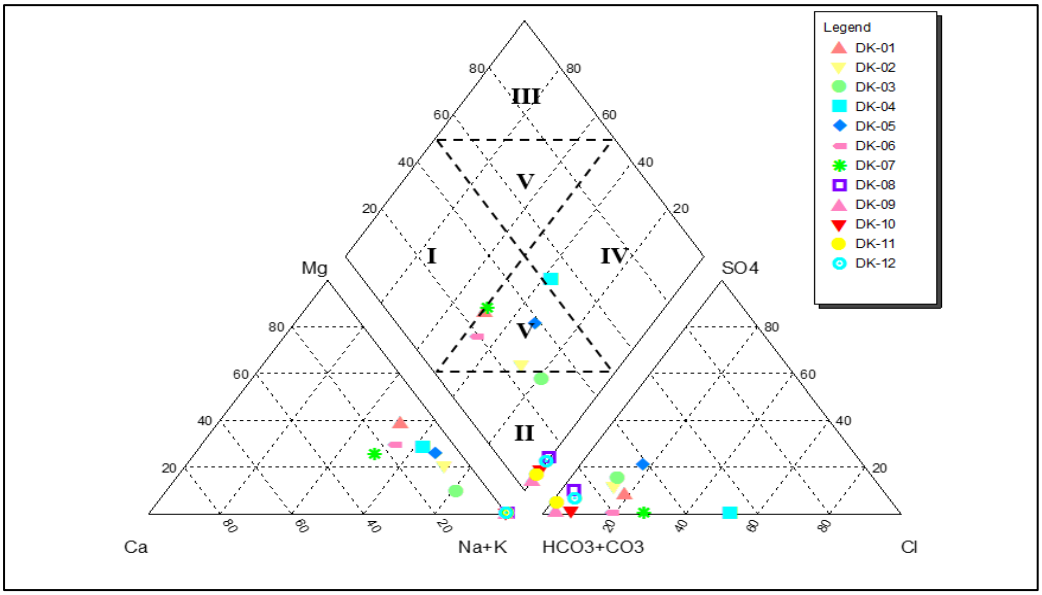
รายการทดสอบ	รายการทดสอบ	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ				*เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	*เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
		DK-09	DK-10	DK-11	DK-12		
1	ความเป็นกรดด่าง	8.63	8.05	8.55	8.66	7.0-8.5	6.5 - 9.2
2	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	25.60	26.00	26.00	26.20	--	--
3	สี (แพลทินัม-โคบอลต์)	0	50	0	0	5	15
4	ความขุ่น (เอ็นทียู)	42.10	73.60	17.00	7.49	5	20
5	ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	586	1126	528	562	ไม่เกิน 600	1,200
6	ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตรหินปูน)	46.55	76.00	34.20	42.75	ไม่เกิน 300	500
7	สภาพด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	272.70	383.80	272.70	247.96	--	--
8	การนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร)	610.0	784.0	593.0	609.0	--	--
9	โซเดียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	118.60	104.60	112.55	125.90	--	--
10	โพแทสเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	12.58	63.81	12.18	12.39	--	--
11	แคลเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.01	0.01	0.01	0.01	--	--
12	แมกนีเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.02	0.05	0.03	0.01	--	--
13	ซัลเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	2.36	3.27	13.06	17.23	ไม่เกิน 200	250
14	ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.0006	3.54	ND	ND	--	--
15	ไนเตรต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ND	0.84	ND	ND	ไม่เกิน 45	45
16	คาร์บอเนต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	15.60	9.00	11.40	17.70	--	--
17	ไบคาร์บอเนต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	297.68	445.30	306.22	263.52	--	--
18	คลอไรด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	6.58	23.03	3.53	11.28	ไม่เกิน 250	600
19	อัตราการดูดซับโซเดียม (Sodium Adsorption Ratio : SAR)	111.39	66.99	89.87	150.62	-	-

ผลการวิเคราะห์ลักษณะปรากฏทางเคมีของน้ำบาดาล (Hydrogeological facies) จากไอออนประจุบวก ได้แก่ โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม และไอออนประจุลบ ได้แก่ คลอไรด์

ซัลเฟต คาร์บอเนต และ ไบคาร์บอเนต ในพื้นที่ศึกษา ด้วย Piper trilinear diagram โดยใช้โปรแกรม Aquachem Version 2014 ดังแสดงในตารางที่ 4-21 และภาพที่ 4-56 พบว่า ลักษณะ Water type ของน้ำบาดาล คือ Mg-Na-HCO_3-Cl, Na-K-HCO_3, K-Na-HCO_3, Na-Mg-Cl-HCO_3, Na-Mg-HCO_3-SO_4-Cl, Na-HCO_3-Cl, HCO_3-Cl, Na-HCO_3 และ Na-K-HCO_3 และตัวอย่างน้ำบาดาล DK-03, DK-08, DK-09, DK-10, DK-11 และ DK-12 แสดงลักษณะปรากฏชนิดที่ 2 “Carbonate Alkali Facies” ซึ่งหมายถึง คุณภาพน้ำบาดาลของบ่อน้ำบาดาลนี้ มีค่าโซเดียม โปแทสเซียม ไบคาร์บอเนต และ คาร์บอเนต มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ บ่งชี้ลักษณะของน้ำอ่อน หรือ น้ำจืด ส่วนตัวอย่างน้ำบาดาล DK-04 แสดงลักษณะปรากฏชนิดที่ 4 “Noncarbonate Alkali Facies” หมายถึง คุณภาพน้ำบาดาลของบ่อน้ำบาดาลบ่อนี้ มีค่าโซเดียม โพแทสเซียม คลอไรด์และซัลเฟต มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ บ่งชี้ลักษณะของน้ำกร่อยหรือน้ำเค็ม และตัวอย่างน้ำบาดาล DK-01, DK-02, DK-05, DK-06 และ DK-07 แสดงลักษณะปรากฏชนิดที่ 5 “Mixing Water” ซึ่งหมายถึง คุณภาพน้ำบาดาลของบ่อน้ำบาดาลนี้ มีค่าแคตไอออนและแอนไอออนใกล้เคียงกัน ไม่สามารถระบุลักษณะปรากฏของน้ำบาดาลได้ แสดงถึงมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำบาดาลในแต่ละช่วงเวลา

ตารางที่ 4-21 ลักษณะชนิดของน้ำ ของตัวอย่างน้ำบาดาลรอบพื้นที่พุน้ำร้อนดอยสะเก็ด

บ่อน้ำบาดาล	ลักษณะชนิดของน้ำ
DK-01	Mg-Na-HCO_3-Cl
DK-02	Na-K-HCO_3
DK-03	K-Na-HCO_3
DK-04	Na-Mg-Cl-HCO_3
DK-05	Na-Mg-HCO_3-SO_4-Cl
DK-06	Na-HCO_3-Cl
DK-07	Na-HCO_3-Cl
DK-08	Na-HCO_3
DK-09	Na-HCO_3
DK-10	Na-K-HCO_3
DK-11	Na-HCO_3
DK-12	Na-HCO_3



ภาพที่ 4-56 ลักษณะปรากฏทางเคมีของบ่อน้ำบาดาลรอบพื้นที่พุน้ำร้อนดอยสะเก็ด

ผลการวิเคราะห์โลหะและโลหะหนักจำนวน 11 ธาตุ ได้แก่ ปรอท ซีลีเนียม สารหนู สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว แคดเมียม โครเมียม นิกเกิล เหล็ก และแมงกานีส จากพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดและน้ำบาดาลระดับตื้นรอบๆตำบลป่าเมี่ยง จำนวน 12 บ่อ ที่ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2559 ที่ผ่านมา ดังแสดงในตารางที่ 4-22

ตารางที่ 4-22 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะและโลหะหนักในพื้นที่พุน้ำร้อนดอยสะเก็ดและบ่อน้ำบาดาลตื้นรอบ ๆ ตำบลป่าเมี่ยง

จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	ปริมาณโลหะหนักในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)										
	ปรอท	ซีลีเนียม	สารหนู	สังกะสี	ทองแดง	ตะกั่ว	แคดเมียม	โครเมียม	นิกเกิล	เหล็ก	แมงกานีส
DK-01	ND	ND	ND	0.146	ND	ND	ND	ND	ND	0.012	ND
DK-02	ND	ND	ND	0.157	ND	ND	ND	ND	ND	0.034	ND
DK-03	ND	ND	ND	0.130	ND	ND	ND	ND	ND	0.014	0.067
DK-04	ND	ND	ND	0.172	ND	ND	0.001	ND	ND	0.045	0.012
DK-05	ND	ND	ND	0.122	ND	ND	ND	ND	ND	0.024	ND
DK-06	ND	ND	ND	0.124	ND	ND	ND	ND	ND	0.014	ND
DK-07	ND	ND	ND	0.176	0.044	ND	ND	ND	1.896	0.074	ND
DK-08	ND	ND	0.010	0.080	ND	ND	ND	ND	ND	0.021	ND
DK-09	ND	ND	0.012	0.139	ND	ND	ND	ND	ND	0.015	ND
DK-10	ND	ND	0.005	0.127	ND	ND	ND	ND	ND	0.023	ND
DK-11	ND	ND	ND	0.114	ND	ND	ND	ND	ND	0.031	ND
DK-12	ND	ND	0.011	0.124	ND	ND	ND	ND	ND	0.007	ND
ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน	*0.001	*0.01	*0.01	*5.0	*1.0	*0.01	*0.003	-	*0.02	**1.0	*0.5

หมายเหตุ : 1) * หมายถึง มาตรฐานน้ำใต้ดิน กำหนดในประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 20 (พ.ศ. 2543) เรื่อง “กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน”
2) ** หมายถึง มาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ กำหนดในพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520
3) ND : Not detected

จากการวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักตามมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน ที่กำหนดไว้ในประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 20 (พ.ศ. 2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมคุณภาพและสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง “กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน” โดยกำหนดระดับความเข้มข้นสูงสุดของสารอันตรายที่ยอมให้มีได้ในน้ำใต้ดิน เมื่อนำน้ำใต้ดินมาใช้บริโภค ซึ่งได้กำหนดดัชนีคุณภาพน้ำใต้ดินประเภทโลหะหนัก มีทั้งหมด 10 ชนิด ได้แก่ ปรอท ซีลีเนียม สารหนู สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว แคดเมียม โครเมียม นิกเกิล และแมงกานีส ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำใต้ดินพื้นที่บ่อพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด ไม่ปรากฏปริมาณความเข้มข้นของปรอท ซีลีเนียม ตะกั่ว และโครเมียม สำหรับปริมาณความเข้มข้นของสารหนูที่พบในพื้นที่พุน้ำร้อนดอยสะเก็ดพบว่า มีปริมาณความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.010 - 0.012 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำใต้ดิน โดยต้องมีค่าไม่เกิน 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร พบในบริเวณพุน้ำร้อน DK-07 และ DK-08 ซึ่งเป็นบ่อที่ชาวบ้านใช้อาบน้ำเป็นประจำ ส่วนสังกะสีพบว่ามีปริมาณความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.080 - 0.176 มิลลิกรัม

ต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำใต้ดิน โดยต้องมีค่าไม่เกิน 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนทองแดง พบว่ามีปริมาณความเข้มข้นเท่ากับ 0.044 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำใต้ดิน โดยต้องมีค่าไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบเพียงจุดเดียวคือบ่อ DK-07 ส่วนแคดเมียมพบว่ามีปริมาณความเข้มข้นเท่ากับ 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำใต้ดิน โดยต้องมีค่าไม่เกิน 0.003 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบเพียงจุดเดียวคือบ่อ DK-04 ส่วนนิกเกิลพบว่ามีปริมาณความเข้มข้นเท่ากับ 1.896 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำใต้ดิน โดยต้องมีค่าไม่เกิน 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบเพียงจุดเดียวคือบ่อ DK-07 และสำหรับความเข้มข้นของแมงกานีสในพื้นที่บ่อพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด พบว่าบ่อ DK-03 และบ่อ DK-04 มีปริมาณความเข้มข้น 0.067 และ 0.012 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำใต้ดิน โดยต้องมีค่าไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

สำหรับปริมาณความเข้มข้นของเหล็ก พบว่า มีปริมาณความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.007-0.074 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำใต้ดิน โดยต้องมีค่าไม่เกินเกณฑ์อนุโลมสูงสุด 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งได้กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520

ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดมีคุณสมบัติอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมตามมาตรฐานน้ำบาดาลเกือบทั้งหมด ยกเว้นบ่อพุน้ำร้อนที่ชาวบ้านใช้ซักล้างและอาบน้ำเป็นประจำ มีปริมาณการปนเปื้อนสารหนูเกินเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม จึงต้องเฝ้าระวัง ตรวจติดตามการปนเปื้อนอย่างต่อเนื่องต่อไป ประโยชน์ของพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด มีความเหมาะสมสำหรับการอุปโภค แต่ไม่เหมาะสมสำหรับบริโภค เนื่องจากมีกลิ่นกำมะถันค่อนข้างแรง ดังนั้นแหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดสามารถนำไปใช้ประโยชน์นอกจากการต้มหน่อไม้ ลวกไข่ อาบแช่ ตลอดจนสามารถกักเก็บปริมาณสำรองน้ำไว้ใช้ในยามหน้าแล้งได้อีกด้วย

แหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด ก็เป็นอีกแหล่งหนึ่งที่ชาวบ้านนิยมนำหน่อไม้มาต้มในบ่อพุน้ำร้อนและสร้างรายได้หลักให้กับชุมชน คุณสมบัติทางเคมีที่สำคัญของน้ำพุร้อนดอยสะเก็ดที่อุดมไปด้วยแคตไอออนและแอนไอออนที่สำคัญ ได้แก่ โซเดียม โปแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และคลอไรด์ และมีค่าการดูดซับโซเดียมในตัวอย่างน้ำพุร้อนสูงมาก พุน้ำร้อนดอยสะเก็ดก็มีสภาพเป็นบ่อจำลองการดองผักระยะสั้น ให้รสชาติหน่อไม้ต้มที่ กรอบ หวาน และอร่อย โดยหน่อไม้ต้มของพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดมีรสหวานเนื่องจากมีปริมาณโพแทสเซียมสูง ช่วยทำให้หน่อไม้มีรสชาติอร่อยเพิ่มขึ้น

นอกจากหน่อไม้ต้มโป่งแล้ว ยังมีไข่ต้มมีรสชาติดี เช่นเดียวกันกับหน่อไม้ต้มโป่ง เพราะต้มในพุน้ำร้อนที่อุดมไปด้วยเกลือชนิดต่างๆ นั่นเอง

4.4.4 ผลวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของโคลนพุน้ำร้อน

<u>1). โคลนร้อนดอยสะเก็ด</u>

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของโคลนพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดแสดงในตารางที่ 4-23 พบว่า มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ประมาณ 5.68 ดินมีสมบัติเป็นกรดปานกลาง มีค่าอินทรียวัตถุในดินประมาณ 5.78 เปอร์เซ็นต์ จัดว่าสูงมาก ผลการวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าของโคลนร้อนดอยสะเก็ด ด้วยวิธีการสกัดดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำมีค่าประมาณ 3.84 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีระดับความเค็มของดินอยู่ที่เค็มเล็กน้อย และมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกประมาณ 5.47 เซ็นติโมลต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าต่ำ ส่วนปริมาณธาตุประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ ประกอบด้วย ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีค่า 1,013

มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่า 140 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่า 1,286 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่า 84 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่ความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างในดินมีค่า 217 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าสูง ถ้าดินมีร้อยละของความอิ่มตัวด้วยเบสสูงจะทำให้เบสิกธาตุประจุบวกถูกแทนที่โดยธาตุประจุบวกอื่นๆได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น ส่วนร้อยละของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่ามีค่าสูงถึง 80.57 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาค่าร้อยละของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้กับอันตรายที่เกิดจากโซดิกพบว่ามีระดับอันตรายสูงที่สุด ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่า 24.83 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 4-23 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของโคลนร้อน

สมบัติ	รายการวิเคราะห์	ผลการวิเคราะห์สมบัติดิน	
		ดินโคลน ดอยสะเก็ด	ดินโคลนร้อน เมืองแปง
เคมี	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (1:1)	5.68	4.66
	ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (dS/cm)	3.84	3.63
	อินทรียวัตถุในดิน (%)	5.78	0.71
	ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในดิน (CEC : cmol/kg)	5.47	8.60
	ความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างในดิน (BS : %)	217	173
	ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg/kg)	1013	915
	ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg/kg)	140	117
	ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg/kg)	1286	1405
	ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg/kg)	84.42	435
	ร้อยละของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (%)	80.57	46.26
	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg/kg)	24.83	48.28

เมื่อนำโคลนร้อนดอยสะเก็ดมาวิเคราะห์ชนิดของแร่ประกอบดินด้วยเทคนิคเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ (X-Ray Diffractrometer : XRD) โดยทำการบดตัวอย่างให้ละเอียดเป็นผง แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเรียกว่า powder ผลการวิเคราะห์ชนิดของแร่ในตัวอย่างตะกอนดินด้วยเทคนิคเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ แสดงในตารางที่ 4-24 และภาพที่ 4-57 ถึง 4-58 แร่ที่พบในโคลนร้อนดอยสะเก็ด ได้แก่ ควอรตซ์ (Quartz) ออร์โทเคลส (Orthoclase), อิลไลท์ (Illite), เฮมาไทต์ (Hematite), เคโอลิไนต์ (Kaolinite) และรูไทล์ (Rutile)

ผลการวิเคราะห์ XRF ของโคลนร้อนดอยสะเก็ดแสดงในตารางที่ 4-25 จากผลการศึกษา พบว่าผลการวิเคราะห์ XRF ของโคลนร้อนดอยสะเก็ด พบว่า แร่ซิลิกาออกไซด์ (SiO_2) มีปริมาณมากที่สุด 58.20 เปอร์เซ็นต์ ในตัวอย่างดิน ส่วนแร่ที่พบมีปริมาณรองลงมา ได้แก่ แร่อะลูมินาออกไซด์ (Al_2O_3) โดยมีประมาณ 15.80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแร่โปแทสเซียมออกไซด์ (K_2O) มีค่าประมาณ 5.06 เปอร์เซ็นต์ แร่แคลเซียมออกไซด์ (CaO) พบว่ามีปริมาณ 0.84 เปอร์เซ็นต์ และแร่โซเดียมออกไซด์ (Na_2O) พบว่ามีค่าประมาณ 0.52 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแร่เหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3) พบว่ามีปริมาณ 4.34 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้พบว่ามีแร่รองเป็นส่วนประกอบในปริมาณไม่มาก แร่ที่พบ ได้แก่ แร่แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) พบมีค่าประมาณ 0.75 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแร่ไททาเนียมออกไซด์ (TiO_2) พบมีค่าประมาณ 0.86 เปอร์เซ็นต์

และ มีปริมาณซัลเฟต (SO_3) ประมาณ 5.04 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาค่า LOI ของสารเบนทอไนต์ พบว่า มีค่าประมาณ 8.23 เปอร์เซ็นต์ ค่า LOI ที่สูง บ่งบอกถึง มีน้ำและอินทรียวัตถุซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ

ผลการวิเคราะห์โลหะและโลหะหนักในโคลนร้อนดอยสะเก็ด จำนวน 11 ชนิด ได้แก่ แคดเมียม โครเมียมทั้งหมด ตะกั่ว นิกเกิล สารหนู ปรอท ทองแดง สังกะสี เหล็ก แมงกานีส และซีลีเนียม พบว่า ตะกั่ว พบว่า มีปริมาณความเข้มข้น 7.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่ไม่พบปริมาณการสะสมตัวของซีลีเนียม แคดเมียม และโครเมียม ส่วนปริมาณความเข้มข้นของนิกเกิลและแมงกานีส พบสะสมตัวในปริมาณ 15.05 และ 414 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับปริมาณความเข้มข้นสารหนู และปรอท พบว่า มีปริมาณการสะสมตัวในปริมาณ 5.30 และ 0.08 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนโลหะและโลหะหนักชนิดอื่นๆ ได้แก่ ทองแดง สังกะสี และเหล็ก พบมีปริมาณการสะสมตัวในปริมาณ 10.25, 26.25 และ 8,487 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

จากประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2547) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง “กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน” ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับการกำหนดพารามิเตอร์ที่ต้องเฝ้าระวังในดิน โดยแบ่งออกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ พบว่ามีโลหะหนัก 8 ชนิด ที่กำหนดในประกาศฉบับนี้ให้เป็นดัชนีคุณภาพดิน ได้แก่ แคดเมียม โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเลนท์ ตะกั่ว นิกเกิล สารหนู ปรอท แมงกานีส และซีลีเนียม และเมื่อพิจารณาปริมาณการสะสมตัวของโลหะหนักเหล่านี้ ที่พบสะสมตัวในพื้นที่ดำเนินโครงการกับมาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม พบว่า สารหนูมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานซึ่งกำหนดให้มีปริมาณความเข้มข้นสะสมตัวไม่เกิน 3.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

2). โคลนร้อนเมืองแปง

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของโคลนพุน้ำร้อนเมืองแปง พบว่า มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ประมาณ 4.66 ดินมีสมบัติเป็นกรดปานกลาง มีค่าอินทรียวัตถุในดินประมาณ 0.71 เปอร์เซ็นต์ จัดว่าสูงมาก ผลการวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าของโคลนร้อนดอยสะเก็ด ด้วยวิธีการสกัดดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ มีค่าประมาณ 3.63 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีระดับความเค็มของดินอยู่ที่เค็มเล็กน้อย และมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกประมาณ 8.60 เซ็นติโมลต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าต่ำ ส่วนปริมาณธาตุประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ ประกอบด้วย ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีค่า 915 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่า 140 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่า 1,405 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่า 435 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่ความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างในดินมีค่า 117 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าสูง ถ้าดินมีร้อยละของความอิ่มตัวด้วยเบสสูงจะทำให้เบสิกธาตุประจุบวกถูกแทนที่โดยธาตุประจุบวกอื่นๆได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น ส่วนร้อยละของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่ามีค่าสูงถึง 46.26 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่า 48.28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

เมื่อนำโคลนร้อนเมืองแปงมาวิเคราะห์ชนิดของแร่ประกอบดินด้วยเทคนิคเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ ผลการวิเคราะห์ชนิดของแร่ในตัวอย่างตะกอนดินเทคนิคเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ แสดงในตารางที่ 4-24 และภาพที่ 4-59 และ 4-60 แร่ที่พบในโคลนร้อนเมืองแปง ได้แก่ ควอรตซ์ (Quartz) ไมโคลไคลน์ (Microcline), อิลไลท์ (Illite), เฮมาไทต์ (Hematite), ไพไรต์ (Pyrite) และซิเดอร์ไรต์ (Siderite)

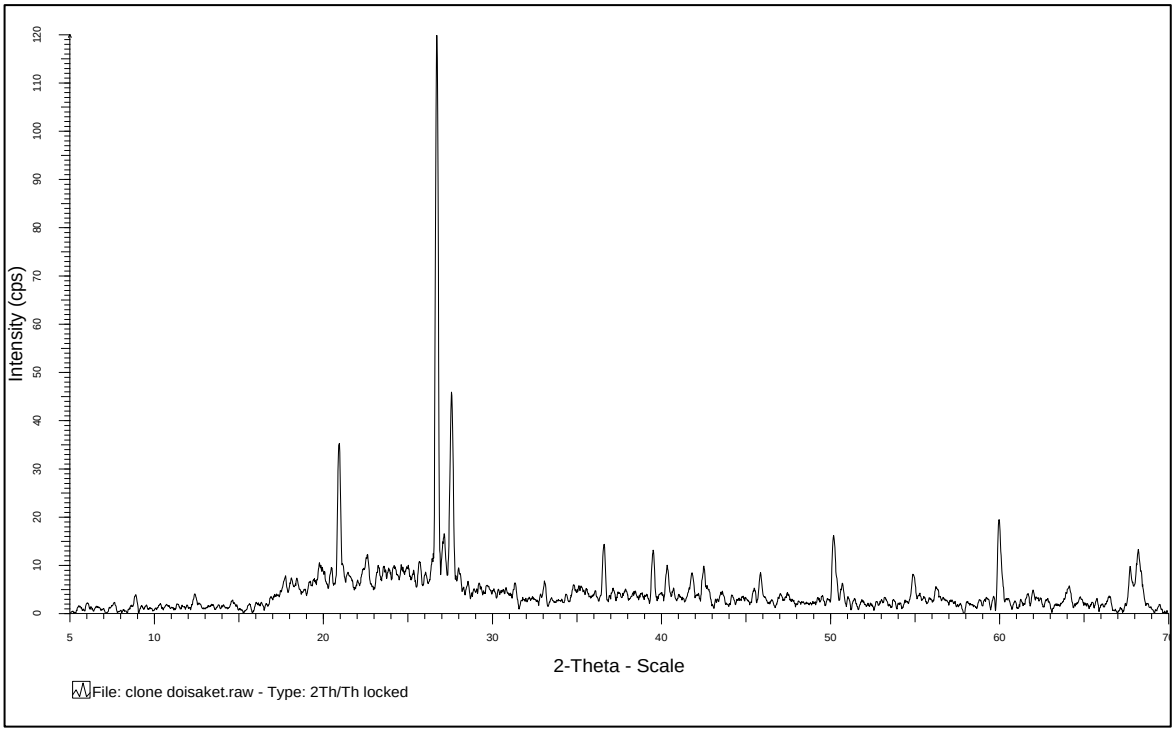
ผลการวิเคราะห์ XRF ของโคลนร้อนเมืองแปงแสดงในตารางที่ 4-25 จากผลการศึกษา พบว่า ผลการวิเคราะห์ XRF ของโคลนร้อนเมืองแปง พบว่า แร่ซิลิกาออกไซด์ (SiO_2) มีปริมาณมากที่สุด 55.00 เปอร์เซ็นต์ ในตัวอย่างดิน ส่วนแร่ที่พบมีปริมาณรองลงมา ได้แก่ แร่อะลูมินาออกไซด์ (Al_2O_3) โดยมีประมาณ 20.60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแร่โปแทสเซียมออกไซด์ (K_2O) มีค่าประมาณ 5.44 เปอร์เซ็นต์ แร่แคลเซียมออกไซด์ (CaO) พบว่ามีปริมาณ 2.16 เปอร์เซ็นต์ และแร่โซเดียมออกไซด์ (Na_2O) พบว่ามีค่าประมาณ 0.67 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแร่เหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3) พบว่ามีปริมาณ 4.65 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้พบว่ามีแร่รองเป็นส่วนประกอบในปริมาณไม่มาก แร่ที่พบ ได้แก่ แร่แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) พบมีค่าประมาณ 2.36 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแร่ไททาเนียมออกไซด์ (TiO_2) พบมีค่าประมาณ 1.01 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณซัลเฟต (SO_3) ประมาณ 1.50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาค่า LOI ของสารเบนทอไนต์ พบว่ามีค่าประมาณ 5.82 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิเคราะห์โลหะและโลหะหนักในโคลนร้อนเมืองแปง พบว่า ตะกั่วมีปริมาณความเข้มข้น 2.85 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนปริมาณความเข้มข้นของซีลีเนียมและโครเมียมพบมีปริมาณความเข้มข้น 0.90 และ 2.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่ไม่พบปริมาณการสะสมตัวของแคดเมียม ส่วนปริมาณความเข้มข้นของนิกเกิลและแมงกานีส พบสะสมตัวในปริมาณ 10.90 และ 160 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับปริมาณความเข้มข้นสารหนูและปรอท พบว่ามีปริมาณการสะสมตัวในปริมาณ 17.30 และ 0.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนโลหะและโลหะหนักชนิดอื่นๆ ได้แก่ ทองแดง สังกะสี และ เหล็ก พบมีปริมาณการสะสมตัวในปริมาณ 10.25, 26.25 และ 8,487 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

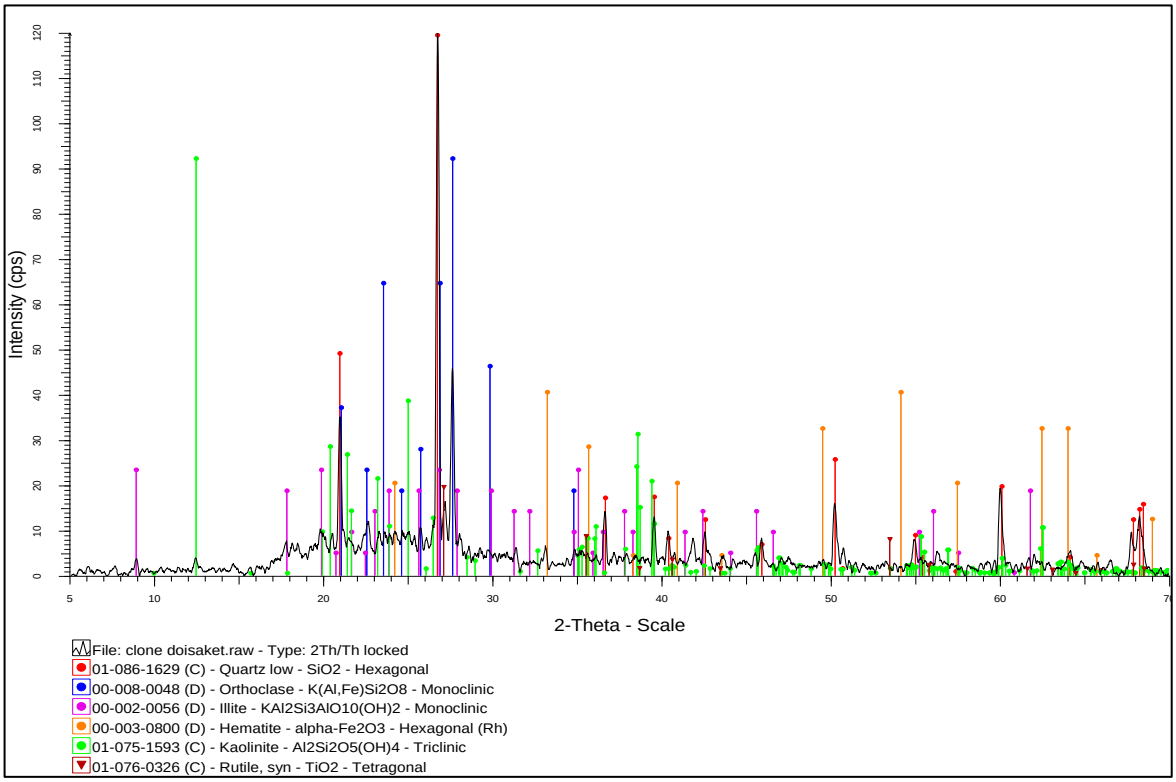
เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักที่วิเคราะห์กับมาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม พบว่า สารหนูมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานประมาณ 4 เท่า ซึ่งกำหนดให้มีปริมาณความเข้มข้นสะสมตัวไม่เกิน 3.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 4-24 แร่ที่พบในตัวอย่างดินโดยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRD

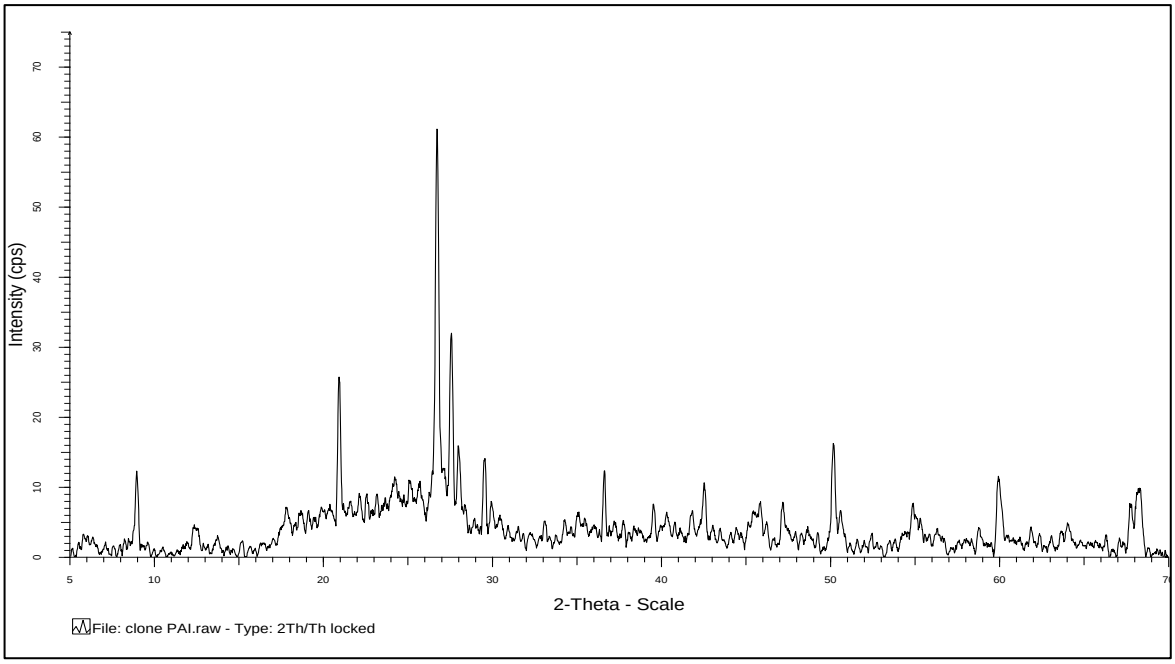
ชื่อตัวอย่าง	แร่ที่พบในตัวอย่าง
โคลนพุน้ำร้อยดอยสะเก็ด	• Quartz (SiO_2) • Orthoclase ($K(Al,Fe)Si_2O_8$) • Illite ($KAl_2Si_3AlO_{10}(OH)_2$) • Hematite (Fe_2O_3) • Kaolinite ($Al_2SiO_5(OH)_4$) • Rutile (TiO_2)
โคลนพุน้ำร้อนเมืองแปง	• Quartz (SiO_2) • Microcline ($KAlSi_3O_8$) • Illite ($(K,H3O)Al_2Si_3AlO_{10}(OH)_2$) • Hematite ($Fe_2O_3$) • Pyrite ($FeS_2$) • Siderite ($FeCO_3$)



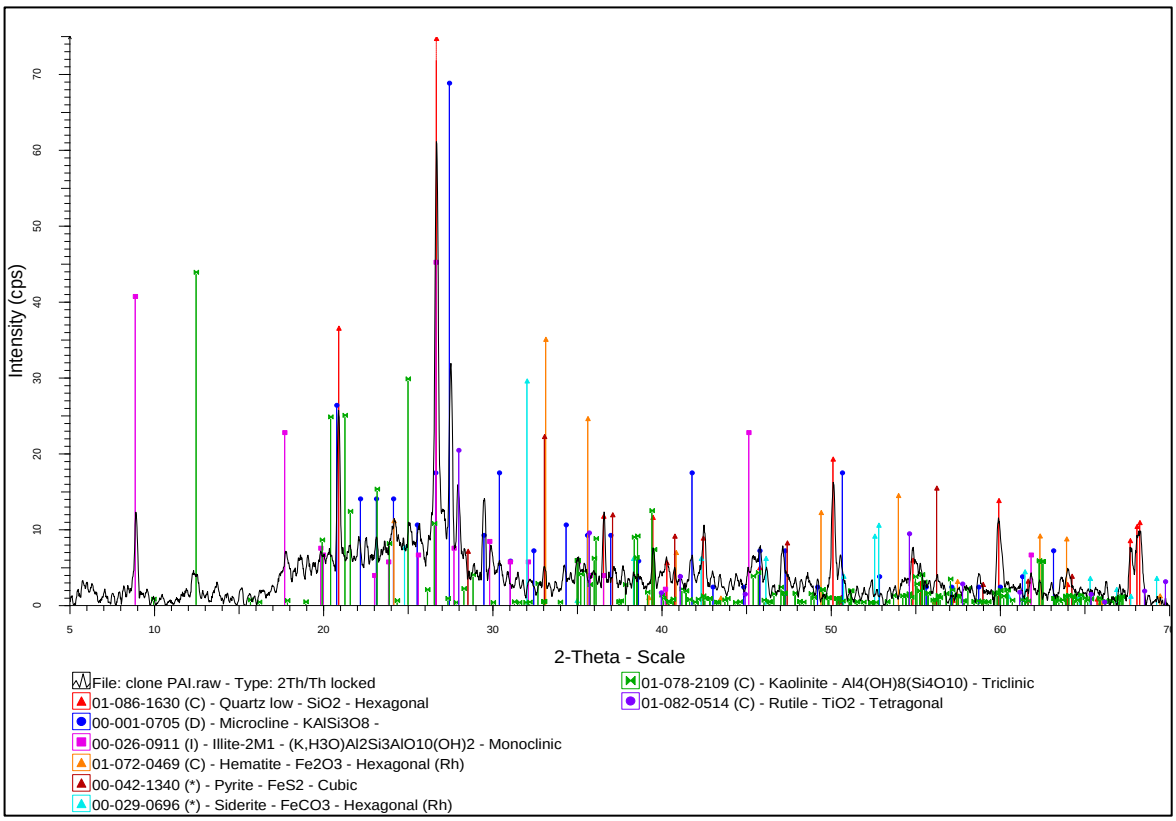
ภาพที่ 4-57 ผลการวิเคราะห์ชนิดของโคลนพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด



ภาพที่ 4-58 ผลการวิเคราะห์ชนิดของแร่องค์ประกอบของโคลนพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด



ภาพที่ 4-59 ผลการวิเคราะห์ชนิดของโคลนพุน้ำร้อนเมืองแปง



ภาพที่ 4-60 ผลการวิเคราะห์ชนิดของแร่องค์ประกอบของโคลนพุน้ำร้อนเมืองแปง

ตารางที่ 4-25 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบแร่ของโคลนพุน้ำร้อนด้วยวิธีเทคนิค XRF

แร่องค์ประกอบ	ปริมาณ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)	
	โคลนพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด	โคลนพุน้ำร้อนเมืองแปง
SiO_2	58.20	55.00
Al_2O_3	15.80	20.60
K_2O	5.06	5.44
Fe_2O_3	4.34	4.65
MgO	0.75	2.36
CaO	0.84	2.16
SO_3	5.04	1.50
TiO_2	0.86	1.01
Na_2O	0.52	0.67
ZrO_2	-	0.35
LOI	8.23	5.82

ตารางที่ 4-26 ผลการวิเคราะห์โลหะและโลหะหนักในโคลนพุน้ำร้อน

สมบัติ	รายการวิเคราะห์	ปริมาณความเข้มข้นโลหะและโลหะหนักในดิน (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)		ค่ามาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม
		ดินโคลนดอยสะเก็ด	ดินโคลนร้อนเมืองแปง	
เคมี	ปรอท	0.08	0.13	23
	ซีลีเนียม	ND	0.90	390
	สารหนู	5.30	17.30	3.9
	สังกะสี	26.25	20.10	-
	ทองแดง	10.25	15.10	-
	ตะกั่ว	7.70	2.85	400
	แคดเมียม	ND	ND	37
	โครเมียม	ND	2.25	-
	นิกเกิล	15.05	10.90	1,600
	เหล็ก	8487	7,712	-
	แมงกานีส	414	160	1,800

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของโคลนพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดและโคลนพุน้ำร้อนเมืองแปง พบว่าอุดมไปด้วยแร่ธาตุที่เหมาะสมสำหรับการเป็นโคลนพอกผิว ช่วยกระตุ้นการไหลเวียนของเลือด เพราะเป็นโคลนร้อน แร่ธาตุที่สำคัญ เช่น โซเดียม แคลเซียม โปแทสเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ซึ่งแร่ธาตุเหล่านี้จะช่วยปรับสภาพความสมดุลของผิว ลดความแห้งกร้าน ผลัดผิวใหม่ ช่วยสร้างและซ่อมแซมเซลล์ผิวที่

เสื่อมสภาพไป และช่วยกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ผิวให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังช่วยลดการอักเสบของผิวอีกด้วย

อย่างไรก็ตามโคลนพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดและเมืองแปงนี้มีปริมาณไม่มากนักและไม่สามารถพัฒนาในเชิงพาณิชย์ได้ กอปรกับพบการสะสมตัวของสารหนูในปริมาณสูงเกินเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม 2 ถึง 4 เท่า ดังนั้นโคลนพุน้ำร้อนจึงเหมาะที่จะอนุรักษ์ไว้เป็นปรากฏการณ์จากธรรมชาติที่มหัศจรรย์เป็นแหล่งศึกษาทางธรณีนิเวศน์ในพื้นที่ศึกษาเท่านั้น

4.5 ศักยภาพด้านการท่องเที่ยวเชิงธรณีนิเวศของพุน้ำร้อน

4.5.1 ศักยภาพด้านการท่องเที่ยวเชิงธรณีนิเวศของพุน้ำร้อนเมืองแปง

แหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปงเป็นแหล่งพุน้ำร้อนที่ยังไม่ได้รับการพัฒนาในเชิงธุรกิจท่องเที่ยวอย่างจริงจัง เป็นธุรกิจชุมชนที่มีรายได้จากการล่องแก่งในลำน้ำปายโดยมีชาวบ้านในชุมชนเป็นผู้พาล่องแก่ง ส่วนรายได้ที่เกิดจากพุน้ำร้อนยังไม่มีการพัฒนา พุน้ำร้อนเมืองแปงมีอุณหภูมิสูงถึง 95 องศาเซลเซียส เนื่องจากเป็นพุน้ำร้อนที่ไหลขึ้นมาจากหินแกรนิตโดยตรง ลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่บ้านเมืองแปงเป็นภูเขาสูงสลับเนินเขา มีทิวทัศน์สวยงาม เส้นทางที่สัญจรในหมู่บ้านเป็นถนนปูนซีเมนต์ บ้านเรือนแต่ละหลังตั้งอยู่บนเนิน พื้นที่มีระดับสูงต่ำ เมื่อสำรวจเส้นทางรอบๆหมู่บ้าน พบว่า เส้นทางเชื่อมต่อถึงกันหมด ชาวบ้านปลูกกระเทียมเป็นหลัก แต่ปลูกได้เพียง 4 เดือนเท่านั้น ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ของทุกปี และนอกเหนือจากฤดูปลูกกระเทียมมีชาวบ้านบางส่วนรับหน้าที่นำล่องแก่งในลำน้ำปายซึ่งอยู่ห่างจากพุน้ำร้อนเมืองแปงเพียง 3 กิโลเมตร นอกจากนี้บ้านเมืองแปงยังคงสภาพธรรมชาติ บรรยากาศเย็นสบาย ร่มรื่น ดังนั้นแหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปงจึงเป็นแหล่งเรียนรู้ทางธรณีนิเวศได้เป็นอย่างดี โดยจัดทำเส้นทางปั่นจักรยานดูลักษณะทางธรณีวิทยารอบๆหมู่บ้าน ก่อนที่จะมาแวะพักผ่อนทานไข่ต้ม (ภาพที่ 4-61 ถึง 4-63) จุดเด่นที่สามารถเสริมการท่องท่องเที่ยวที่พุน้ำร้อนเมืองแปง คือ จัดทำเส้นทางท่องเที่ยวเชิงสุขภาพและกึ่งผจญภัยเชื่อมโยงกิจกรรมล่องแก่งในลำน้ำปายและพุน้ำร้อนเมืองแปง

ภาพที่ 4-61 สภาพพื้นที่ทั่วไปบ้านเมืองแปง

ภาพที่ 4-62 สภาพพื้นที่ทั่วไปบ้านเมืองแปง

ภาพที่ 4-63 สภาพพื้นที่ทั่วไปบ้านเมืองแปง

4.5.2 ศักยภาพด้านการท่องเที่ยวเชิงธรณีนิเวศของพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง

แหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองสามารถนำไปใช้ประโยชน์นอกจากต้มหน่อไม้ ลวกไข่ อาบแช่ ได้แล้ว ยังสามารถกักเก็บปริมาณสำรองน้ำไว้ใช้ในยามหน้าแล้งได้อีกด้วย และจากความซับซ้อนทางด้านธรณีวิทยา ทำให้พื้นที่บ้านโป่งปูเฟืองมีลักษณะเป็นภูเขาสูงสลับกับเนินเขา เส้นทางที่สัญจรในหมู่บ้านเป็นถนนลาดยางและปูนซีเมนต์ บ้านเรือนแต่ละหลังตั้งอยู่บนเนิน พื้นที่มีระดับสูงต่ำ เกือบทุกบ้านปลูกต้นลำไยไว้ในบ้าน เมื่อสำรวจเส้นทางรอบๆหมู่บ้าน พบว่า เส้นทางเชื่อมต่อถึงกันหมด บ้านเรือนตั้งห่างกัน ดังนั้นการเดินทางไปมาหาสู่กันจะใช้รถจักรยานหรือรถจักรยนต์เป็นหลัก นอกจากนี้บ้านโป่งปูเฟืองยังคงสภาพธรรมชาติ บรรยากาศเย็นสบาย ร่มรื่น เนินเขาในหมู่บ้านถูกตัดเป็นขั้นบันไดเพื่อลดการกัดเซาะจากน้ำ สร้างความสวยงาม แปลกตา มีรอยเลื่อนห่างจากบ้านโป่งปูเฟืองเพียง 1.7 กิโลเมตร ดังนั้นแหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง จึงเป็นแหล่งเรียนรู้ทางธรณีนิเวศได้เป็นอย่างดี โดยจัดทำเส้นทางจักรยานปั่นดูลักษณะทางธรณีวิทยารอบๆหมู่บ้าน ก่อนที่จะมาแวะพักผ่อนทานไข่ลวกและหน่อไม้ต้มโป่งที่พุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง (ภาพที่ 4-64 ถึง 4-66) จุดเด่นที่สามารถเสริมการท่องท่องเที่ยวที่พุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง คือ อาบแช่พุน้ำร้อน หน่อไม้ต้มโป่ง ไข่ลวกออนเซ็น และท่องแดนรอยเลื่อนมีพลัง

ภาพที่ 4-64 สภาพพื้นที่ทั่วไปบ้านโป่งปูเฟือง

ภาพที่ 4-65 สภาพพื้นที่ทั่วไปบ้านโป่งปูเฟือง

ภาพที่ 4-66 สภาพพื้นที่ทั่วไปบ้านโป่งปูเฟือง

4.5.3 ศักยภาพด้านการท่องเที่ยวเชิงธรณีนิเวศของพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด

แหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด จัดเป็นแหล่งพุน้ำร้อนที่ได้รับการปรับปรุงและพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง โดยทั้งภาครัฐและชุมชนร่วมมือกันจัดทำเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ เป็นที่รู้จักและได้รับความนิยมจากหมู่นักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติ โดยนิยมมาอาบแช่ ชิมหน่อไม้ต้มโป่ง และไข่ต้ม จุดเด่นที่สามารถเสริมการท่องท่องเที่ยวที่พุน้ำร้อนดอยสะเก็ด คือ ธาราบำบัด อาบแช่ ชิมหน่อไม้ต้มโป่ง และไข่ต้ม รวมทั้งท่องแดนรอยเลื่อนมีพลัง โดยพื้นที่บ้านโป่งสามัคคี สามารถสร้างเส้นทางปั่นจักรยานท่องเที่ยวได้ทั่วทั้งหมู่บ้าน (ภาพที่ 4-67) เนื่องจากเป็นทางปูนซีเมนต์ที่เชื่อมโยงถึงกันหมด พร้อมชิมอาหารโอทอป หลากหลายชนิดปรุงจากหน่อไม้ต้มโป่ง ซึ่งตั้งขายตามบ้านเรือนในชุมชน

ภาพที่ 4-67 สภาพพื้นที่ทั่วไปบ้านโป่งสามัคคี

4.6 แนวทางการบริหารจัดการน้ำของแหล่งพุน้ำร้อนที่ศึกษา

4.6.1 แนวทางการบริหารจัดการน้ำสำหรับแหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปง

ด้านปริมาณน้ำพุร้อนเมืองแปง มีอัตราการให้น้ำพุร้อนสูงมาก (791 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน) จึงมีศักยภาพเชิงปริมาณในการรองรับการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพอย่างเพียงพอ แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณน้ำจากพุน้ำร้อนเมืองแปงยังต้องรองรับภาคเกษตรกรรม โดยเฉพาะการปลูกกระเทียมซึ่งเป็นอาชีพหลักของชุมชนในตำบลเมืองแปง

ส่วนด้านคุณภาพน้ำ น้ำพุร้อนเมืองแปงมีอุณหภูมิสูงมาก (95 -96 องศาเซลเซียส) มีแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ในการอาบแช่เพื่อสุขภาพอย่างเหมาะสม แต่มีปริมาณฟลูออกไรด์สูงจึงไม่เหมาะในการนำไปใช้บริโภค

ดังนั้นเพื่อให้การพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพและการใช้ประโยชน์จากน้ำพุร้อนของเมืองแปงเป็นไปอย่างเหมาะสม จึงควรกำหนดแนวทางในการบริหารจัดการน้ำ ดังนี้

1). เนื่องจากน้ำพุร้อนมีอุณหภูมิที่สูงมากซึ่งไหลลงไปรวมกับน้ำเย็นในห้วยแม่แปง ดังนั้นเพื่อลดอุณหภูมิน้ำลงให้เหมาะสม จึงต้องคำนวณสัดส่วนผสมของปริมาณน้ำแร่ร้อนกับน้ำเย็นในห้วยแม่แปงให้ได้อุณหภูมิที่เหมาะสมในการลงไปอาบแช่ โดยปรับสภาพทางกายภาพของทางน้ำไหลของน้ำพุร้อนและห้วยแม่แปงให้เหมาะสมต่อการผสมของน้ำแร่ร้อนและน้ำเย็น เพื่อให้ได้อุณหภูมิที่พอเหมาะในการอาบแช่ในลำห้วย

2). พิจารณาการสร้างอ่างเก็บน้ำในตำแหน่งและขนาดที่เหมาะสม เพื่อลดภาวะน้ำหลากในห้วยแม่แปงในฤดูน้ำมาก และกักเก็บน้ำที่เกิดจากกระบวนการผสมระหว่างน้ำแร่ร้อนจากพุน้ำร้อนกับน้ำในห้วยแม่แปงไว้ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรในช่วงฤดูแล้ง

3). ศึกษาปริมาณและคุณภาพน้ำในห้วยแม่แปงที่ไหลผ่านบริเวณพุน้ำร้อนเมืองแปง ซึ่งจะนำมาผสมกับน้ำพุร้อน เพื่อพัฒนาการบริการอาบแช่ในห้วยแม่แปง

4). เนื่องจากในพื้นที่ตำบลเมืองแปง มีแม่น้ำปาย ซึ่งมีศักยภาพในการรองรับกิจกรรมการท่องเที่ยวโดยเฉพาะการล่องแก่ง จึงควรมีการศึกษาปริมาณน้ำในแต่ละเดือนในรอบปี เพื่อประเมินช่วงเวลาและระยะทางที่เหมาะสมสำหรับกิจกรรมการล่องแก่ง

5). ดูแลกรักษาแหล่งพุน้ำร้อนและต้นน้ำ และพื้นที่ป่าไม้ให้คงสภาพตามธรรมชาติตลอดไป

6). วางแผนการจัดจำหน่ายน้ำแร่จากน้ำพุร้อนที่เหลือทิ้งมากมายให้ภาคเอกชน เช่น โรงแรม และรีสอร์ท ในแหล่งท่องเที่ยวใกล้เคียง เช่น ที่อำเภอปาย ซึ่งอาจมีการบริการแช่น้ำแร่ในห้องพักในอนาคตต่อไป ทั้งนี้ต้องให้เกิดความสมดุลและสอดคล้องกับการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆที่มี

7). หน่วยงานต่างๆ และชุมชนควรมีความเข้าใจที่ตรงกันในการใช้ประโยชน์จากน้ำพุร้อนและช่วยกันรักษาแหล่งทรัพยากรพุน้ำร้อนให้ยั่งยืนต่อไป

4.6.2 แนวทางการบริหารจัดการน้ำสำหรับแหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง

พุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองมีอัตราการให้น้ำแร่ร้อนค่อนข้างสูง (491 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน) และมีอุณหภูมิ 69 - 73 องศาเซลเซียส และมีแร่ธาตุที่เหมาะสมสำหรับการอาบแช่เพื่อสุขภาพ จึงมีศักยภาพทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพในการที่จะพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทพุน้ำร้อนต่อไป

เพื่อให้การใช้น้ำพุร้อนเป็นไปด้วยความเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุด จึงควรกำหนดแนวทางในการบริหารจัดการน้ำ ดังนี้

1). ประเมินปริมาณการใช้น้ำพุร้อนในกิจกรรมต่างๆทั้งที่มีในปัจจุบันและแผนในอนาคต ให้สมดุลกับปริมาณการให้น้ำของพุน้ำร้อน

2). สำหรับรีสอร์ทเอกชนที่ใช้น้ำพุร้อนไปให้บริการอาบแช่ เทศบาลตำบลเวียงสรวยและชุมชนพุน้ำร้อนควรพิจารณาคิดค่าน้ำพุร้อนจากปริมาณการใช้จริง โดยควรดำเนินการติดมิเตอร์และคิดราคาการใช้น้ำตามมิเตอร์ เพื่อให้เกิดการประหยัดทรัพยากรน้ำพุร้อนและเทศบาลได้ค่าใช้น้ำอย่างเหมาะสมกว่าการจะเหมาจ่ายเป็นรายปี

3). พัฒนาสร้างที่พักน้ำแร่ร้อนในตำแหน่งและขนาดที่เหมาะสม เพื่อรองรับการบริการอาบแช่ในบริเวณพื้นที่พุน้ำร้อนที่จะพัฒนาต่อไป

4). หาแหล่งน้ำเพื่อรองรับการเกษตรและการใช้ประโยชน์ในครัวเรือน โดยอาจสร้างอ่างเก็บน้ำหรือขุดบ่อบาดาลในสถานที่ที่เหมาะสม เนื่องจากปริมาณน้ำจากพุน้ำร้อนอาจไม่เพียงพอที่จะรองรับการใช้ในกิจกรรมเหล่านี้ โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง

5). ดูแลรักษาแหล่งพุน้ำร้อน (โดยไม่ขุดเจาะในบริเวณใกล้จุดพุของน้ำพุร้อน) ตลอดจนรักษาสภาพป่าไม้ซึ่งเป็นต้นน้ำลำธารให้คงอยู่ตลอดไป

6). หน่วยงานต่างๆและชุมชนควรมีความเข้าใจที่ตรงกันในการใช้ประโยชน์จากน้ำพุร้อนและช่วยกันรักษาแหล่งทรัพยากรพุน้ำร้อนให้ยั่งยืนต่อไป

4.6.3 แนวทางการบริหารจัดการน้ำสำหรับแหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด

เนื่องจากพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดมีจุดที่เกิดพุน้ำร้อนมากมายถึง 11 บ่อ แต่ละบ่อมีอัตราการเกิดน้ำและอุณหภูมิแตกต่างกันไป มีชนิดและปริมาณแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ในการอาบแช่เพื่อสุขภาพ จึงมีศักยภาพทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ที่สามารถรองรับการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทพุน้ำร้อน และประโยชน์อื่นๆได้อย่างกว้างขวาง

เพื่อให้การพัฒนาการท่องเที่ยวและการใช้ประโยชน์น้ำพุร้อนของดอยสะเก็ดเป็นไปอย่างเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุด จึงควรกำหนดแนวทางในการบริหารจัดการน้ำ ดังนี้

1). การบริหารจัดการการใช้น้ำพุร้อนจากบ่อต่างๆ

1.1 บ่อพุน้ำร้อนที่ใช้เป็นบ่อหลักเพื่อส่งน้ำแร่ร้อนไปยังห้องบริการอาบแช่ ซึ่งมักมีปัญหาปริมาณน้ำแร่ไม่เพียงพอในการให้บริการนักท่องเที่ยว โดยเฉพาะในฤดูท่องเที่ยว คณะกรรมการชุมชนและเทศบาลตำบลป่าเมี่ยงควรพิจารณาขยายบ่อปูนด้านข้างในแนวนอน เพื่อเพิ่มความจุน้ำ (ต้องไม่ขุดเจาะเพราะอาจกระทบกับระบบน้ำพุร้อนใต้ดินได้) ไว้รองรับการให้บริการได้อย่างพอเพียง

1.2 บ่อพุน้ำร้อนที่ใช้ในการต้มหน่อไม้ควรบริหารจัดการให้เหมาะสม คือ ปรับปรุงทางระบายน้ำทิ้งจากการต้มหน่อไม้ (เป็นน้ำทิ้งสีดำมีกลิ่นเหม็น) ให้สามารถระบายน้ำทิ้งได้เร็ว เพื่อไม่ให้เกิดสภาวะเอ่อท่วมบริเวณรอบๆบ่อพุน้ำร้อน ซึ่งทำให้เกิดสภาพที่ไม่น่าดูและมีกลิ่นรบกวน และปรับทิศทางระบายน้ำทิ้งไม่ให้ไปปนเปื้อนบ่อพุน้ำร้อนอื่นๆ

1.3 ประเมินปริมาณน้ำจากบ่อพุน้ำร้อนสำหรับอาบแช่กลางแจ้งและลำรางแช่เท้าให้พอเหมาะและสมดุลกับอัตราการเกิด

1.4 วางแผนพัฒนาการใช้ประโยชน์จากบ่อพุน้ำร้อนอื่นๆ ในการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพให้เต็มศักยภาพและมีความหลากหลาย เช่น การปรับแต่งคุณภาพน้ำแร่ โดยผสมสมุนไพรพื้นบ้านชนิดต่างๆ อโรมา หรือสิ่งผสมอื่นๆที่เพิ่มความหลากหลายในแต่ละบ่อให้นักท่องเที่ยวได้มีทางเลือกอย่างน่าสนใจ

1.5 บ่อพุน้ำร้อนที่ชาวชุมชนใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น อาบ และซักล้าง ควรมีการบริหารจัดการและกำหนดระเบียบการใช้ให้เหมาะสม เพื่อรักษาความสะอาดและสภาพแวดล้อมให้เรียบร้อย

2). นำน้ำพุร้อนซึ่งมีแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพผิวพรรณมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น สบู่เหลวน้ำแร่ สเปรย์น้ำแร่ เป็นต้น เพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ และยังช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยวอีกด้วย

3). ปรับปรุง/สร้างระบบทางระบายน้ำจากกิจกรรมภายในบริเวณแหล่งพุน้ำร้อนให้สามารถระบายออกนอกพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม โดยเฉพาะในฤดูฝน

4). ดูแลรักษาบ่อพุน้ำร้อนทั้งหมดให้อยู่ในสภาพธรรมชาติ โดยไม่ขุดเจาะหรือก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างที่มีโครงสร้างหนัก เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อระบบน้ำใต้ดินบริเวณบ่อพุน้ำร้อน

5). รักษาสภาพธรรมชาติของป่าเขาและพื้นที่โดยรอบแหล่งพุน้ำร้อนให้คงความเป็นธรรมชาติ ซึ่งจะมีผลให้ทรัพยากรพุน้ำร้อนมีปริมาณและคุณภาพน้ำที่เหมาะสมยั่งยืนตลอดไป

6). หน่วยงานต่างๆและชุมชนควรมีความเข้าใจที่ตรงกันในการใช้ประโยชน์จากน้ำพุร้อนและช่วยกันรักษาแหล่งทรัพยากรพุน้ำร้อนให้ยั่งยืนต่อไป

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาธรณีนิเวศ สถานภาพ ศักยภาพของน้ำและโคลนพุน้ำร้อน ของแหล่งพุน้ำร้อนกลุ่มท่องเที่ยวอารยธรรมล้านนาทั้ง 3 แห่ง สรุปได้ดังนี้

5.1.1 ผลการศึกษาธรณีนิเวศของแหล่งพุน้ำร้อนที่ศึกษาทั้ง 3 แห่ง

1). ที่ตั้งแหล่งพุน้ำร้อน

แหล่งพุน้ำร้อน	ที่ตั้งแหล่งพุน้ำร้อน
1. แหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปง	พิกัด: 47Q 0434443N, 2122031E ที่ตั้ง: บ้านใหม่ดอนตัน หมู่ที่ 2 ตำบลเมืองแปง อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน อยู่ห่างจากตัวอำเภอปายไปตามทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1265 (อ.ปาย – ป่าสนวัดจันทร์ - อ.กัลยานิวัฒนา) และแยกเข้าถนนภายในชุมชนประมาณ 28 กิโลเมตร
2. แหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง	พิกัด: 47Q 0560587N, 2180310E ที่ตั้ง: หมู่ที่ 1 บ้านโป่งปูเฟือง ต. แม่สรวย อ. แม่สรวย จ. เชียงราย อยู่ห่างจากตัว อ.เมืองเชียงราย ไปตามทางหลวงหมายเลข 118 (เชียงราย - เชียงใหม่) ประมาณ 25 กิโลเมตร และแยกเข้าถนนชุมชนบริเวณ หมู่ที่ 1 บ้านโป่งปูเฟืองเข้าไปประมาณ 2 กิโลเมตร
3. แหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด	พิกัด: 47Q 0525935N, 2090909E ที่ตั้ง: บ้านโป่งสามัคคี หมู่ที่ 6 ตำบลป่าเมี่ยง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ ห่างจากอำเภอเมืองเชียงใหม่ ไปตามทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 118 (เชียงใหม่ - เชียงราย) และ 3005 (เชียงใหม่ - แม่ออน - เชียงราย) ประมาณ 20 กิโลเมตร

2). ลักษณะทางธรณีวิทยา

1). แหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปง ลักษณะภูมิประเทศบริเวณนี้เป็นเทือกเขาสลับเนินเขา การลำดับชั้นหินมีอายุตั้งแต่มหายุคพาลีโอโซอิกถึงยุคควอเทอร์นารี

พุน้ำร้อนตั้งอยู่ห่างจากกลุ่มรอยเลื่อนแม่ฮ่องสอนซึ่งเป็นกลุ่มรอยเลื่อนมีพลังที่วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ ประมาณ 42 กิโลเมตร

2). แหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง ลักษณะภูมิประเทศบริเวณนี้ เป็นแบบเทือกเขาสูงสลับซับซ้อนต่อเนื่องกันหลายเทือกเขาและแอ่งที่ราบหุบเขา หินที่พบในบริเวณนี้ประกอบด้วย หินชีสต์ หินฟิลไลต์ และหินชนวน มีอายุอยู่ในยุคไซลูเรียน – ดีโวเนียน

พุน้ำร้อนตั้งอยู่ใกล้กับกลุ่มแนวรอยเลื่อน ทางด้านทิศเหนือ คือ แนวรอยเลื่อนแม่จัน (รอยเลื่อนมีพลังขนาดใหญ่) ทางด้านทิศใต้ คือ แนวรอยเลื่อนแม่สรวย ทั้งสองรอยเลื่อนเป็นรอยเลื่อนลูกของรอยเลื่อนแม่จัน เรียกกลุ่มรอยเลื่อนนี้ว่า “กลุ่มรอยเลื่อนพะเยา”

3). แหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด ลักษณะภูมิประเทศบริเวณนี้เป็นที่ราบลุ่มและมีเนินเขาเตี้ยล้อมรอบ การลำดับชั้นหินมีอายุตั้งแต่มหายุคพาลีโอโซอิกถึงยุคควอเทอร์นารี

พุน้ำร้อนตั้งอยู่ห่างจากแนวรอยเลื่อนแม่งัด 1.2 กิโลเมตร และรอยเลื่อนแม่ตุ้ม 4.2 กิโลเมตร ซึ่งทั้งสองแนวรอยเลื่อนอยู่ในกลุ่มรอยเลื่อนมีพลังแม่ทา ในแนวทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้

3). ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา/อุทกวิทยา

<u>สภาพภูมิอากาศ</u>

สภาพภูมิอากาศของแหล่งพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง มีลักษณะดังนี้

ลักษณะอากาศของจังหวัดแม่ฮ่องสอน เชียงราย และเชียงใหม่ ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของมรสุมที่พัดประจำฤดูกาล 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งจะพัดพามวลอากาศเย็นและแห้งจากประเทศจีนปกคลุมประเทศไทยในช่วงฤดูหนาว ทำให้ทั้ง 3 จังหวัดมีอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้งทั่วไป กับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งพัดพามวลอากาศชื้นจากทะเลและมหาสมุทรปกคลุมประเทศไทยในช่วงฤดูฝน ทำให้มีฝนตกทั่วไป ฤดูกาลของทั้ง 3 จังหวัด พิจารณาตามลักษณะลมฟ้าอากาศของประเทศไทย แบ่งออกได้เป็น 3 ฤดู ดังนี้

ฤดูร้อน เริ่มประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม มีอากาศร้อนอบอ้าวทั่วไป โดยเฉพาะในเดือนเมษายนเป็นเดือนที่มีอากาศร้อนอบอ้าวมากที่สุดในรอบปี

ฤดูฝน เริ่มประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นระยะที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดเข้าสู่ประเทศไทย อากาศจะเริ่มชุ่มชื้นและมีฝนตกชุกตั้งแต่ประมาณกลางเดือนพฤษภาคมเป็นต้นไป เดือนที่มีฝนตกมากที่สุด คือ เดือนสิงหาคม

ฤดูหนาว เริ่มประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงที่ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพาดปกคลุมประเทศไทย อากาศโดยทั่วไปจะหนาวเย็นและแห้ง เดือนที่มีอากาศหนาวที่สุด คือ เดือนมกราคม

<u>อุทกวิทยา</u>

<u>1. แหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปง</u> ตั้งอยู่พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่แปง ลักษณะภูมิประเทศบริเวณเมืองแปงเป็นพื้นที่ชุมชนจะอยู่ใกล้บริเวณพื้นที่ราบ ซึ่งจะเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ส่วนพื้นที่ตอนบนของลุ่มน้ำจะเป็นภูเขาที่มีความลาดชันพอสมควร ดังนั้นถ้าฝนตกหนักอาจทำให้เกิดน้ำบ่าไหลหลากสู่พื้นที่ราบลุ่มซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและเกิดความเสียหายได้

ส่วนห้วยโป่งร้อน สามารถรองรับปริมาณน้ำร้อนจากพุน้ำร้อนเมืองแปง (790 ลบ.ม./วัน) ได้ทั้งหมด โดยไม่ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมแต่อย่างใด

<u>อุทกวิทยาแม่น้ำปาย</u> ในช่วงวันที่ 25 เมษายน – 23 พฤศจิกายน 2559 ไม่มีน้ำหลากเกิดขึ้น ยกเว้นในช่วงที่มีฝนตกหนัก (เช่น วันที่ 13 สิงหาคม 2559) ส่งผลให้ระดับน้ำในแม่น้ำปายสูงขึ้น แต่ไม่ถึงขั้นอุทกภัย เนื่องจากสองฝั่งมีตลิ่งที่สูง แต่ไม่เหมาะสมในการล่องแก่งเนื่องจากกระแสน้ำไหลเชี่ยว อาจจะเกิดอันตรายต่อนักท่องเที่ยวได้

คณะผู้วิจัยได้ร่วมกิจกรรมการล่องแก่งแม่น้ำปายเป็นระยะทาง 10.7 กิโลเมตร พบว่า ลักษณะลำน้ำปายและริมสองฝั่งมีสภาพธรรมชาติที่น่าสนใจ ทั้งลักษณะทางธรณีวิทยา ภูมิลักษณ์ พืชพรรณ จึงมีศักยภาพสามารถรองรับการพัฒนาการท่องเที่ยวล่องแก่ง ซึ่งจะช่วยเชื่อมโยงการท่องเที่ยวพุน้ำร้อนเมืองแปงได้

<u>2. แหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง</u> ลักษณะภูมิประเทศบริเวณบ้านโป่งปูเฟืองเป็นภูเขาและเนินเขาสลับซับซ้อน มีพื้นที่รับน้ำประมาณ 0.95 ตารางกิโลเมตร ซึ่งเป็นต้นน้ำของห้วยโป่งปูเฟือง มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เส้นทางระบายน้ำจากภูเขามีความลาดชันประมาณ 30% และเปลี่ยนความลาดชันเป็นพื้นที่ราบบริเวณแหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง จึงทำให้ในช่วงเวลาที่มีฝนตกอาจทำให้มีน้ำไหลบ่าจากภูเขา อย่างไรก็ตามลำธารธรรมชาติที่เป็นเส้นทางน้ำซึ่งมีขนาดเล็ก สามารถรองรับน้ำจากพุน้ำร้อน (มีอัตราการไหล 492 ลูกบาศก์เมตร/วัน) และพื้นที่ตอนบนในช่วงเวลาปกติได้ แต่ถ้ามีฝนตกหนักจะทำให้มีน้ำหลากและเกิดน้ำท่วมขังเป็นช่วงระยะเวลาสั้นๆได้ จึงควรทำทางระบายน้ำเพิ่มเติมบริเวณเชิงเขา ทำบ่อพักน้ำหรือติดตั้งระบบสูบน้ำช่วยระบายน้ำ

<u>3. แหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด</u> แหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด ตั้งอยู่ในพื้นที่ราบระหว่างภูเขา บริเวณใกล้เคียงเป็นทุ่งนาและพื้นที่ชุมชน อยู่ในลุ่มน้ำย่อยของแม่น้ำแม่ลาวซึ่งเป็นลำธารธรรมชาติที่สามารถรองรับน้ำจากพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด (70 ลูกบาศก์เมตร/วัน) แต่เนื่องจากบริเวณพุน้ำร้อนเป็นที่ราบน้ำท่วมถึง จึงอาจมีปัญหาเรื่องการระบายน้ำเมื่อฝนตกหนัก โดยมีน้ำท่วมขังเป็นระยะเวลาสั้นๆได้

5.1.2 ผลการศึกษาสถานภาพ ศักยภาพของน้ำและโคลนพุน้ำร้อน

1). ศักยภาพด้านปริมาณและคุณภาพน้ำพุน้ำร้อน

โดยภาพรวม พุน้ำร้อนทั้ง 3 แห่ง มีปริมาณน้ำพุร้อนมาก อุณหภูมิสูง และมีแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ในการให้บริการอาบแช่เพื่อสุขภาพได้ และมีความปลอดภัยจากการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค จึงสรุปได้ว่า พุน้ำร้อนทั้ง 3 แห่ง มีศักยภาพทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพของน้ำพุร้อนเหมาะสมในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ และใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆได้เป็นอย่างดี แต่ไม่เหมาะสำหรับบริโภค ดังข้อสรุปคุณภาพน้ำพุร้อนทางกายภาพและเคมีของพุน้ำร้อนแต่ละแห่งดังนี้

1). พุน้ำร้อนเมืองแปง คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีของพุน้ำร้อนเมืองแปง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาล เป็นน้ำอ่อนหรือน้ำจืด (มีโซเดียม โพแทสเซียม ไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนต มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์) มีความเหมาะสมสำหรับการอุปโภค แต่ไม่เหมาะสมสำหรับการบริโภคเนื่องจากมีปริมาณฟลูออไรด์และกำมะถันสูง

2). พุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีของพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาล เป็นน้ำอ่อนหรือน้ำจืด เหมาะสมในการอุปโภคแต่ไม่เหมาะสมสำหรับการบริโภค สามารถนำมาต้มหน่อไม้และต้มไข่ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากอุดมไปด้วยแคตไอออนและแอนไอออนที่สำคัญ ได้แก่ โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และคลอไรด์ ทำให้หน่อไม้เกิดความหวาน กรอบ อร่อย ไม่ขม และไข่ต้มมีลักษณะเด่นเฉพาะที่มีไข่แดงแข็งเป็นก้อนกลมในขณะที่ไข่ขาวเป็นวุ้น และมีรสชาติอร่อย

3). พุน้ำร้อนดอยสะเก็ด คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีของพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาลเกือบทั้งหมด (ยกเว้น บ่อพุน้ำร้อนที่ชาวบ้านนำมาใช้ซักล้างและอาบน้ำ มีสารหนูเกิน

เกณฑ์มาตรฐาน จึงควรตรวจติดตามการปนเปื้อนอย่างต่อเนื่อง) เหมาะสมกับการอุปโภคแต่ไม่เหมาะสำหรับบริโภค และสามารถนำมาต้มหน่อไม้และต้มไข่ได้เช่นเดียวกับน้ำพุร้อนโป่งปูเฟือง

2). ศักยภาพของโคลนพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดและเมืองแปง

จากผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของโคลนพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดและเมืองแปง สรุปได้ว่าโคลนพุน้ำร้อนจากทั้ง 2 แห่ง อุดมไปด้วยแร่ธาตุที่เหมาะสมสำหรับการพอกผิว และมีความร้อนที่จะกระตุ้นการไหลเวียนของเลือด แร่ธาตุที่สำคัญ ได้แก่ โซเดียม แคลเซียม โพแทสเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ซึ่งธาตุเหล่านี้จะช่วยปรับสภาพสมดุลของผิว ลดความแห้งกร้าน ผลัดผิวใหม่ สร้างและซ่อมแซมเซลล์ผิวที่เสื่อมไป ช่วยกระตุ้นให้เซลล์ผิวทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยลดการอักเสบของผิวอีกด้วย แต่โคลนพุน้ำร้อนจากทั้ง 2 แหล่งนี้มีปริมาณไม่มากนัก จึงอาจไม่สามารถรองรับการพัฒนาเชิงพาณิชย์ได้อย่างเต็มที่ และยังมีการสะสมของสารหนูในปริมาณที่สูง (เกินเกณฑ์มาตรฐานเพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม 2 ถึง 4 เท่า)

5.1.3 แนวทางการบริหารจัดการน้ำและโคลนพุน้ำร้อน

1). แนวทางบริหารจัดการน้ำ

1). ประเมินปริมาณการใช้น้ำพุร้อนในกิจกรรมต่างๆทั้งที่มีในปัจจุบันและแผนในอนาคต ให้สมดุลกับปริมาณการให้น้ำของพุน้ำร้อน

2). กรณีที่น้ำพุร้อนมีอุณหภูมิที่สูงมาก ไม่สามารถนำมาให้บริการอาบแช่โดยตรงได้ จำเป็นต้องลดอุณหภูมิน้ำร้อนลง ด้วยวิธีการที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ในแต่ละแหล่งพุน้ำร้อน เช่น สร้างระบบหมุนเวียนน้ำ สร้างบ่อพักน้ำ หรือผสมกับน้ำเย็น เป็นต้น

3). กรณีที่ในพื้นที่มีบ่อพุน้ำร้อนจำนวนมาก เช่น พุน้ำร้อนดอยสะเก็ด จะต้องบริหารจัดการการใช้ประโยชน์จากบ่อพุน้ำร้อนที่มีอยู่มากมายอย่างเต็มศักยภาพ เช่น ขยายบ่อปูนด้านข้างในแนวนอนเพื่อเพิ่มความจุน้ำไว้รองรับการให้บริการได้อย่างพอเพียง ปรับปรุงทางระบายน้ำทิ้งจากบ่อต้มหน่อไม้ ประเมินปริมาณน้ำจากบ่อพุน้ำร้อนที่ใช้อาบแช่กลางแจ้งและลำรางแช่เท้าให้พอเหมาะและสมดุลกับอัตราการเกิด ปรับแต่งคุณภาพน้ำแร่โดยผสมสมุนไพรพื้นบ้านหรือสิ่งผสมอื่นๆ เพื่อเพิ่มความหลากหลายในแต่ละบ่อให้นักท่องเที่ยวได้มีทางเลือกอย่างน่าสนใจ และบ่อพุน้ำร้อนที่ชาวชุมชนใช้อุปโภคควรมีการบริหารจัดการและกำหนดระเบียบการใช้ให้เหมาะสม เพื่อรักษาความสะอาดและสภาพแวดล้อมให้เรียบร้อย

4). ในพื้นที่พุน้ำร้อนที่มีความเสี่ยงต่อภาวะน้ำหลาก ควรพิจารณาการสร้างอ่างเก็บน้ำในตำแหน่งและขนาดที่เหมาะสม เพื่อลดภาวะน้ำหลากในฤดูน้ำมาก และกักเก็บน้ำไว้ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรในช่วงฤดูแล้ง

5). ในพื้นที่พุน้ำร้อนที่มีห้วยไหลผ่าน ควรศึกษาปริมาณและคุณภาพน้ำในห้วย เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนการพัฒนากิจกรรมท่องเที่ยว เช่น บริการอาบแช่ในห้วยที่มีน้ำพุร้อนไหลลงไปผสมอย่างสอดคล้องกับสภาพพื้นที่ และดึงดูดความสนใจของนักท่องเที่ยว

6). ในกรณีที่มีแหล่งน้ำในพื้นที่ที่มีศักยภาพในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชื่อมโยงกับพุน้ำร้อน เช่น ตำบลเมืองแปง มีแม่น้ำปาย ซึ่งมีศักยภาพในการรองรับกิจกรรมการท่องเที่ยวโดยเฉพาะการล่องแก่ง จึงควรมีการศึกษาปริมาณน้ำในแต่ละเดือนในรอบปี เพื่อประเมินช่วงเวลาและระยะทางที่เหมาะสมสำหรับกิจกรรมการล่องแก่ง

7). จัดหาแหล่งน้ำเพื่อรองรับการเกษตรและการใช้ประโยชน์ในครัวเรือน โดยอาจสร้างอ่างเก็บน้ำหรือขุดบ่อบาดาลในสถานที่ที่เหมาะสม เนื่องจากปริมาณน้ำจากพุน้ำร้อนอาจไม่เพียงพอที่จะรองรับการใช้ในกิจกรรมเหล่านี้ โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง

8). ดูแลรักษาแหล่งพุน้ำร้อนและต้นน้ำ และพื้นที่ป่าไม้ให้คงสภาพตามธรรมชาติตลอดไป

9). วางแผนการจัดจำหน่ายน้ำแร่จากน้ำพุร้อนที่เหลือทิ้งมากมายให้ภาคเอกชน เช่น โรงแรม และรีสอร์ทในแหล่งท่องเที่ยวใกล้เคียง เช่น ที่อำเภอปาย ซึ่งอาจมีการบริการแช่น้ำแร่ในห้องพักในอนาคตต่อไป ทั้งนี้ต้องให้เกิดความสมดุลและสอดคล้องกับการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆที่มี

10). หน่วยงานต่างๆ และชุมชนควรมีความเข้าใจที่ตรงกันในการใช้ประโยชน์จากน้ำพุร้อนและช่วยกันรักษาแหล่งทรัพยากรพุน้ำร้อนให้ยั่งยืนต่อไป

2). แนวทางบริหารจัดการโคลนพุน้ำร้อน

แม้โคลนพุน้ำร้อนจะไม่มีศักยภาพในเชิงปริมาณที่จะนำมาพัฒนาเชิงพาณิชย์ได้ และมีปริมาณสารหนูสะสมอยู่มาก ไม่เหมาะที่จะนำมาพอกผิวเพื่อสุขภาพก็ตาม แต่มีประโยชน์ในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงวิชาการ ในลักษณะของการศึกษาทางธรณีนิเวศ จึงควรที่จะอนุรักษ์ไว้เป็นปรากฏการณ์จากธรรมชาติที่มหัศจรรย์ โดยเป็นแหล่งศึกษาทางธรณีนิเวศในแหล่งพุน้ำร้อนต่อไป

สรุปศักยภาพด้านการท่องเที่ยวทางธรณีนิเวศของพุน้ำร้อน

1). พุน้ำร้อนเมืองแปง เป็นพุน้ำร้อนที่ไหลขึ้นมาจากหินแกรนิตโดยตรง ลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่บ้านเมืองแปงเป็นภูเขาสูงสลับเนินเขา มีทิวทัศน์สวยงาม เส้นทางสัญจรตั้งอยู่บนเนิน พื้นที่มีระดับสูงต่ำ และมีไร่กระเทียมซึ่งเป็นเกษตรกรรมหลักในพื้นที่ (ช่วงพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์) ช่วยเสริมบรรยากาศของความเป็นวิถีชีวิตเกษตรกรรมที่เรียบง่าย ส่วนแม่น้ำปายมีความสวยงามตามธรรมชาติและลักษณะทางธรณีวิทยาที่น่าสนใจ เช่น พุน้ำร้อนขนาดเล็กริมปาย ทรายร้อน หินย้อย หน้าผา และพืชพรรณที่สวยงาม มีความเหมาะสมในการพัฒนาการท่องเที่ยว ดังนั้นพุน้ำร้อนเมืองแปงและพื้นที่โดยรอบจึงมีศักยภาพในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงธรณีนิเวศและการท่องเที่ยวกึ่งผจญภัยได้เป็นอย่างดี

2). พุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง จากความซับซ้อนทางธรณีวิทยาทำให้พื้นที่บ้านโป่งปูเฟืองมีลักษณะเป็นภูเขาสูงสลับกับเนินเขา พื้นที่มีระดับสูงต่ำ เส้นทางสัญจร และบ้านเรือนตั้งอยู่บนเนิน เส้นทางเชื่อมต่อถึงกันหมด เนินเขาในหมู่บ้านถูกตัดเป็นขั้นบันไดเพื่อลดการกัดเซาะจากน้ำ ทำให้เกิดความสวยงามแปลกตา มีรอยเลื่อนห่างจากบ้านโป่งปูเฟืองเพียง 1.7 กิโลเมตร ดังนั้นพุน้ำร้อนโป่งปูเฟืองจึงมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงธรณีนิเวศ โดยอาจจัดทำเส้นทางจักรยานดูลักษณะทางธรณีวิทยารอบๆหมู่บ้าน และท่องแดนรอยเลื่อนมีพลัง เป็นการเชื่อมโยงการท่องเที่ยวกับพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง คือ การอาบแช่พุน้ำร้อน หน่อไม้ต้มโป่ง ไข่ลวกออนเซ็น

3). พุน้ำร้อนดอยสะเก็ด แหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดอยู่ไม่ไกลจากรอยเลื่อยแม่งัดกับแม่ตุ้มในกลุ่มรอยเลื่อนแม่ทา ซึ่งเป็นรอยเลื่อนมีพลัง จึงอาจจะเชื่อมโยงการท่องเที่ยวเชิงธรณีในแนวรอยเลื่อนนี้กับกิจกรรมการท่องเที่ยวในแหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ดที่ได้ดำเนินการอยู่แล้ว ได้แก่ การอาบแช่น้ำพุร้อน ผลิตภัณฑ์จากพุน้ำร้อน (หน่อไม้ต้มโป่ง ไข่ต้ม) ผลิตภัณฑ์ชุมชน และเสริมด้วยกิจกรรมปั่นจักรยานรอบหมู่บ้าน

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

แหล่งพุน้ำร้อนในภาคเหนือของประเทศไทยมีปัจจัยที่เอื้อต่อการพัฒนาการท่องเที่ยวค่อนข้างสูง เช่น ลักษณะภูมิประเทศ ภูมิอากาศ สภาพแวดล้อม ปริมาณและคุณภาพน้ำพุร้อนที่มีศักยภาพ ตลอดจนวัฒนธรรมล้านนา แต่อาจมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ กล่าวคือ

แหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปง มีลักษณะการพุของน้ำแร่ร้อนที่กระจายอยู่บนพื้นที่ที่มีความลาดชันเล็กน้อย ทำให้น้ำพุร้อนปริมาณมาก (790 ลบ.ม./วัน) ลงสู่ห้วยน้ำเย็น จึงเอื้อต่อการสร้างกิจกรรมการท่องเที่ยว เช่น การต้มไข่ที่ตำแหน่งระดับความร้อนต่างๆ เพื่อให้ได้รูปแบบของไข่ต้มที่หลากหลาย ทั้งไข่สุก ไข่ยางมะตูม ไข่ออนเซ็น หรือไข่ลวก และจากการที่น้ำพุร้อนมีอุณหภูมิสูงมาก (95-96 องศาเซลเซียส) ไหลลงไปผสมกับน้ำเย็นในลำห้วยที่ไหลผ่าน ทำให้สามารถสร้างบริการอาบแช่ในลำห้วยบริเวณที่มีอุณหภูมิพอเหมาะได้อย่างน่าสนใจ เนื่องจากทั้งสภาพแวดล้อมที่สวยงามตามธรรมชาติทั้งภูเขาและที่ราบ ส่วนแม่น้ำปายซึ่งมีลักษณะลำน้ำ สภาพทางอุทกวิทยา และธรรมชาติสองฝั่งลำน้ำที่สวยงาม เอื้อต่อการส่งเสริมกิจกรรมการล่องแก่งและเดินป่า เป็นการท่องเที่ยวเชื่อมโยงกับแหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปงได้เป็นอย่างดี

แหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง มีภูมิประเทศที่สวยงามแบบเทือกเขาสูงสลับซับซ้อนและแอ่งที่ราบหุบเขา ตั้งอยู่ไม่ไกลจากแนวรอยเลื่อนแม่จัน (ทางทิศเหนือ) และแนวรอยเลื่อนแม่สรวย (ทางทิศใต้) จึงมีศักยภาพเชิงพื้นที่ในการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงธรณีนิเวศ โดยอาจจัดทำเส้นทางจักรยาน ศึกษาลักษณะทางธรณีที่น่าสนใจ เช่น “ท่องแดนรอยเลื่อนมีพลัง” เป็นต้น คุณภาพน้ำของน้ำพุร้อนประกอบด้วยแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อการอาบแช่เพื่อสุขภาพ และมีอุณหภูมิ 69-73 องศาเซลเซียส จึงเหมาะที่จะต้มไข่ออนเซ็นที่มีลักษณะเฉพาะ คือ ไข่แดงจับเป็นก้อน (เนื่องจากแร่ธาตุซึมผ่านเปลือกไข่เข้าไปรวมตัวกับไข่แดง) ในขณะที่ไข่ขาวยังเป็นวุ้นอยู่ จึงมีรสชาติอร่อยเป็นพิเศษ สามารถประชาสัมพันธ์ส่งเสริมการท่องเที่ยวได้ ส่วนปริมาณการเกิดน้ำพุร้อน (492 ลบ.ม./วัน) ก็เพียงพอที่จะรองรับกิจกรรมการท่องเที่ยว เกษตรกรรม และใช้ประโยชน์อื่นๆ เช่น จำหน่ายให้ภาคเอกชนที่ทำรีสอร์ทออนเซ็น แต่ควรมีการจัดสรรปริมาณน้ำให้เหมาะสมในกิจกรรมต่างๆให้สมดุล สอดคล้องกับปริมาณน้ำที่มี

แหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด ตั้งอยู่ไม่ไกลจากตัวเมืองเชียงใหม่ (20 กิโลเมตร) มีภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่ม มีเนินเขาเตี้ยล้อมรอบ บริเวณใกล้เคียงเป็นพื้นที่เกษตรกรรม และไม่ไกลจากรอยเลื่อนแม่งัดและแม่ตุ้ม ซึ่งอยู่ในกลุ่มรอยเลื่อนมีพลังแม่ทา มีจำนวนบ่อน้ำพุร้อนมากถึง 11 บ่อ และมีคุณภาพน้ำที่ประกอบด้วยแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อการอาบแช่เพื่อสุขภาพ จึงมีศักยภาพเชิงพื้นที่ในการส่งเสริมการท่องเที่ยวเป็นอย่างดี ทั้งเชิงสุขภาพ เชิงธรณีนิเวศ และวิถีชีวิตเกษตรพอเพียง แต่ควรมีการปรับภูมิลักษณ์และสิ่งก่อสร้างให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ บริหารจัดการการใช้ประโยชน์จากบ่อพุน้ำร้อนให้เต็มศักยภาพ ส่วนโคลนพุน้ำร้อนแม้มีแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อการพอกผิว แต่มีปริมาณโคลนไม่มากพอที่จะรองรับการให้บริการหรือผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ได้ และยังมีสารหนูในบางบริเวณค่อนข้างสูงอีกด้วย จึงควรใช้ประโยชน์ในเชิงวิชาการที่แสดงถึงการสะสมตัวของแร่ธาตุเป็นโคลนพุน้ำร้อน

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะตามแหล่งพุน้ำร้อนที่ศึกษา

1.) แหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปง-แม่น้ำปาย

- เนื่องจากบริเวณตัวพุน้ำร้อนมีความร้อนสูงและเป็นที่โล่งแจ้ง จึงควรมีการศึกษาเพื่อออกแบบให้มีร่มเงา เช่น หาพันธุ์ไม้มาปลูกให้ร่มเงา และสามารถอยู่ได้ในสภาพแวดล้อมบริเวณโดยรอบพุน้ำร้อน หรือก่อสร้างสิ่งมุงบังเพื่อลดความร้อนจากแสงแดดในตำแหน่งที่เหมาะสม
- ควรมีการศึกษาการลดหลั่นของอุณหภูมิจากจุดพุของน้ำแร่ร้อนตามระดับความลาดเทของพื้นที่เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดกิจกรรมส่งเสริมการท่องเที่ยว เช่น การต้มไข่ที่หลากหลายรูปแบบ เป็นต้น
- ควรศึกษาสัดส่วนผสมของน้ำพุร้อนกับน้ำเย็นในห้วยที่ไหลผ่าน เพื่อกำหนดบริเวณในห้วยที่มีอุณหภูมิพอเหมาที่จะสามารถให้บริการอาบแช่ในลำห้วยธรรมชาติ ตลอดจนปรับสภาพทางกายภาพให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ซึ่งจะทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากน้ำพุร้อนที่มีอุณหภูมิสูงมากในการให้บริการอาบแช่แก่นักท่องเที่ยวได้
- ควรมีการศึกษาทางธรณีวิทยา อุทกวิทยา และพืชพรรณ สองฝั่งแม่น้ำปาย เพื่อเป็นข้อมูลเชิงลึกในการพัฒนายกระดับกิจกรรมการล่องแก่งและเดินป่าให้มีความน่าสนใจ โดยบูรณาการองค์ความรู้เหล่านี้เข้ากับการท่องเที่ยวพุน้ำร้อนเมืองแปงเชื่อมโยงกับกิจกรรมการล่องแก่งและเดินป่า
- ควรศึกษาลักษณะเฉพาะและอุทกวิทยาของลำน้ำปาย เพื่อประเมินภาวะน้ำหลากและน้ำแล้งในช่วงเวลาและบริเวณต่างๆในแม่น้ำปาย ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการกำหนดจุดขึ้น-ลง และช่วงเดือนที่เหมาะสมของกิจกรรมารล่องแก่ง

2). แหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง

- ควรมีการออกแบบรายละเอียดเพื่อก่อสร้างบ่ออาบแช่และสิ่งอำนวยความสะดวกแก่นักท่องเที่ยวบริเวณพุน้ำร้อนให้สอดคล้องกับสภาพธรรมชาติ
- ควรมีการศึกษาเพื่อออกแบบและก่อสร้างระบบพักและหมุนเวียนน้ำพุร้อนให้มีอุณหภูมิลดลงจนเหมาะสมในการบริการอาบแช่เพื่อสุขภาพในบริเวณพุน้ำร้อน
- ส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากน้ำแร่ร้อน เช่น การต้มหน่อไม้และต้มไข่ หรือนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่า และช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยวในอีกทางหนึ่งด้วย
- บริหารจัดการการใช้น้ำพุร้อนให้สมดุลกับปริมาณน้ำพุร้อนที่มีให้เกิดประโยชน์สูงสุด กล่าวคือการจำหน่ายน้ำพุร้อนที่ต่อท่อไปยังรีสอร์ทเอกชน ควรมีการติดตั้งมิเตอร์และคิดค่าน้ำตามหน่วยที่ใช้จริง (ปัจจุบันเป็นรายปี)
- พิจารณาหาแหล่งน้ำเพื่อรองรับการอุปโภค บริโภค และเกษตรกรรม เป็นแหล่งน้ำผิวดินหรือบ่อบาดาล เนื่องจากน้ำพุร้อนมีปริมารไม่มากนัก (492 ลบ.ม./วัน) แม้ในสภาพปัจจุบันยังพอเพียงที่จะรองรับกิจกรรมต่างๆ เช่น ในอนาคตอาจมีความต้องการใช่น้ำเพิ่มขึ้น

3). แหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด

- ควรพิจารณาปรับภูมิลักษณ์และสิ่งก่อสร้างให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและวัฒนธรรมล้านนา
- ควรอนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากบ่อพุน้ำร้อนที่มีมากถึง 11 บ่อ ให้เต็มศักยภาพ

- เนื่องจากบ่อพุน้ำร้อนหลักที่ใช้ส่งน้ำไปยังห้องอาบแช่ซึ่งมีปริมาตรความจุน้ำไม่เพียงพอที่จะรองรับนักท่องเที่ยวในช่วงฤดูท่องเที่ยว จึงควรพิจารณาขยายบ่อในแนวด้านข้างเพื่อเพิ่มปริมาตรในการสำรองน้ำให้มากขึ้น
- เนื่องจากน้ำพุร้อนอุดมด้วยแร่ธาตุที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพผิว จึงควรมีการศึกษาเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำแร่ เช่น สบู่เหลวน้ำแร่ สเปรย์น้ำแร่ เป็นต้น

5.3.2 ข้อเสนอแนะโดยภาพรวม

- หลีกเลี่ยงการขุดเจาะในบริเวณพื้นที่พุน้ำร้อน เนื่องจากมีความเสี่ยงที่จะกระทบต่อโครงสร้างชั้นหินชั้นดินใต้ดิน ซึ่งอาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการพุของน้ำร้อน หรืออัตราการเกิดน้ำพุร้อนเปลี่ยนไปได้ หากจำเป็นต้องดำเนินการขุดเจาะต้องมีการศึกษาสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ใต้พิภพก่อน เพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่กระทบต่อโครงสร้างใต้ดินของพุน้ำร้อน
- ควรดำเนินการวิจัยต่อยอดในพื้นที่แหล่งพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ที่จะนำไปพัฒนาการท่องเที่ยวได้อย่างชัดเจนตรงประเด็นต่อไป
- สามารถนำผลการวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์เพื่อเป็นแนวทางหรือข้อมูลประกอบการพัฒนาแหล่งพุน้ำร้อนในพื้นที่อื่นๆ โดยเฉพาะในภาคเหนือซึ่งมีแหล่งพุน้ำร้อนอยู่มากมาย
- ควรขยายการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์พื้นพิภพในแหล่งพุน้ำร้อนที่น่าสนใจในภาคเหนือ ทั้งแหล่งที่มีการดำเนินการเป็นสถานที่ท่องเที่ยวแล้ว (destination) ให้สามารถเพิ่มขีดสมรรถนะ เพื่อยกระดับเป็นแหล่งท่องเที่ยวพุน้ำร้อนมาตรฐานสากล หรือแหล่งพุน้ำร้อนใหม่ๆที่มีศักยภาพ (potential) ที่จะได้รับการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพต่อไป
- ควรมีการศึกษาเพื่อจัดสร้างทางระบายน้ำบริเวณโดยรอบพุน้ำร้อน เพื่อรองรับปริมาณในช่วงที่มีฝนตกหนัก

เอกสารอ้างอิง

มานพ รักษาสกุลวงษ์.2544.**น้ำพุร้อน - แหล่งพลังงานใต้พิภพ วารสารเศรษฐธรณีวิทยา**. กรมทรัพยากรธรณี. ปีที่3.(4)ซ8.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2551. **โครงการจัดทำมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ ประเภทโป่งพุร้อน (สรุปย่อผู้บริหาร)**. กรุงเทพฯ

อรรณพ หอมจันทร์ .นิตยา เลาหะจินดา วีระศักดิ์ อุดมโชคและพงศกร จิวาภรณ์คุปต์ และพัชรี สุนทรนันท. 2554. **การศึกษาศักยภาพและสถานภาพเพื่อการพัฒนาแหล่งน้ำพุร้อนในภาคตะวันตกของประเทศไทย**. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรรณพ หอมจันทร์ .นิตยา เลาหะจินดา วีระศักดิ์ อุดมโชค พงศกร จิวาภรณ์คุปต์ พัชรี สุนทรนันท และดาวรุ่ง สังข์ทอง. 2556. **การศึกษาสภาพแวดล้อม อุทกวิทยา อุทกธรณีวิทยาและคุณภาพน้ำเพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวแหล่งน้ำพุร้อนในภาคตะวันตกของประเทศไทย**. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติและสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. ปีงบประมาณ 2555

อังคนา สุวรรณกูฎ. **กองบรรณาธิการจดหมายข่าวผลิใบ กรมวิชาการเกษตร**. เข้าถึงข้อมูลวันที่ 1 สิงหาคม 2556. http://carbonfootprintthailand.blogspot.com/2011_07_01_archive.html.

Arjen Y. Hoekstra, Ashok K. Chapagain, Maite M. Aldaya and Mesfin M. Mekonnen. 2011. **The Water Footprint Assessment Manual.Setting the Global Standard**.

Alexander, S. 2002. **Green hotels: Opportunities and resources for success**. Zero Waste Alliance

Antakyali, D., Krampe, J., & Steinmetz, H. 2008. Practical application of wastewater reuse in tourist resorts. **Water Science and Technology**, 57, 2051-2057.

Bohdanowicz, P., &Martinac, I. 2007. Determinants and benchmarking of resource consumption in hotels – case study of Hilton International and Scandic in Europe.**Energy and Buildings**, 39.82-95.

City West Water 2006.**Benchmarking fact sheets**. Melbourne: City West Water.

Cooley, H., Hutchins-Cabibi, T., Cohen, M., Gleick, P.H., &Heberger, M. 2007.**Hidden oasis.Water conservation and efficiency in Las Vegas**.Pacific Institute, Oakland, California, and Western Resource Advocates, Boulder, Colorado.

Deng, S.-M., & Burnett, J. 2002.Water use in hotels in Hong Kong**. International Journal of Hospitality Management**, 21, 57-66.

Dillon, P. 1997. **Groundwater pollution by sanitation on tropical islands**. International Hydrological Programme, Paris: UNESCO.

Eurostat. 2009. *Medstat II:* **'Water and Tourism' pilot study**. Eurostat, European Commission.Available from:http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-78-09-699/EN/KS-78-09-699-EN.PDF

Gössling, S. 2001. The consequences of tourism for sustainable water use on a tropical island: Zanzibar, Tanzania. **Journal of Environmental Management**, 61(2), 179-191.

Gössling, S., Garrod, B., Aall, C., Hille, J., &Peeters, P. 2010. Food management in tourism.Reducing tourism's carbon 'foodprint'.**Tourism Management**, in press.

Grenon, M., &Batisse, M. 1991. **Futures for the Mediterranean Basin: The Blue Plan**. New York: Oxford University Press.

Hafez, A., & El Manharawy, S. 2002. Economics of seawater RO desalination in the Red Sea region, Egypt.Part 1.A case study. **Desalination**, 153, 335-347.

Lamei, A. 2009.**A technical economic model for integrated water resources management in tourism dependent arid coastal regions; the case of Sharm El Sheikh, Egypt**. AK Leiden: CRC Press/Balkema.

Langumier, A., & Ricou, C. 1995. Le fonctionnement estival des services d'e'u dans les communes du littoral normand. **Analyse de l'i'pact des populations et activités saisonnières**. Paris, Agence de l'e'u Seine Normandie.

Medina, A.L. 1990. Possible effects of residential development on streamflow, riparian plant communities, and fisheries on small mountain streams in central Arizona. **Forest Ecology and Management**, 33-34: 351-361.

Narasaiah, M.L. 2005.**Water and sustainable tourism**, New Delhi: Discovery Publishing House.

O'Neill &Siegelbaum and The RICE Group. 2002. **Hotel water conservation, A Seattle demonstration**. Seattle: Seattle Public Utilities Resource Conservation Section

Rico-Amoros, A.M., Olcina-Cantos, J.&Sauri, D. 2009. Tourist land use patterns and water demand: Evidence from the Western Mediterranean. **Land Use Policy**, 26, 493-501.

Scherb, K. 1975. Die Abwasserbeseitigung auf Campingplätzen. **In Wasserfür die Erholungslandschaft.MünchnerBeiträgezurAbwasser-Fischerei und Flußbiologie**, vol. 26.,München: BayerischeVersuchsanstaltMünchen.

Schwab, G.O., K.K. Barner, R.K. Frevert and T.W. Edminter. 1971. Rainfall and runoff. Pp.63-81. **In Elementary Soil and Water Engineering**. John Wiley & Sons Inc. New York.

Stefan Gössling, Paul Peeters, C. Michael Hall, Jean-Paul Ceron, Ghislain Dubois, La Vergne Lehmann, Daniel Scott.2011.**Tourism and Water Use: Supply, Demand, and Security An International Review**.

Witthawatchutikul, P. 1997. **Modelling for Evaluation of Critical Condition of Watershed in Thailand**. Ph.D. Thesis. Kasetsart University. Bangkok.

World Wide Fund for Nature (WWF). 2001. **Tourism Threats in the Mediterranean**.WWF Background information.Gland, WWF Switzerland.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้ กิจกรรมที่ได้ดำเนินการมา และผลที่ได้รับตลอดโครงการ

ตารางที่ ก-1 เปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้ กิจกรรมที่ได้ดำเนินการมา และผลที่ได้รับตลอดโครงการ

วัตถุประสงค์	กิจกรรม	ระยะเวลาที่ตั้งไว้	ระยะเวลาที่ทำได้จริง	ผลที่ได้รับ
1. ศึกษาธรณีนิเวศของแหล่งพุน้ำร้อนที่ศึกษา ได้แก่ สภาพแวดล้อม ธรณีวิทยา อุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา และอุทกธรณีวิทยา 2. เพื่อศึกษาสถานภาพ ศักยภาพของน้ำและโคลนพุน้ำร้อนที่ศึกษา 3. เพื่อเสนอแนวทางในการบริหารจัดการน้ำและโคลนของพุน้ำร้อนที่ศึกษาเพื่อการท่องเที่ยว	1. รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิและข้อมูลจากการวิจัยที่ได้ทำมาแล้ว และประชุมโครงการวิจัย 2. สำรวจพื้นที่ และติดต่อประสานงานกับ อปท. และผู้นำชุมชนพุน้ำร้อนที่จะศึกษา	เดือนที่ 1-2	เดือนที่ 1-2	1. ได้ข้อมูลพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินการวิจัยและแนวทางการวิจัยที่ชัดเจน 2. ได้ข้อมูลพื้นฐาน รายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับพุน้ำร้อนที่ศึกษา และเครือข่ายความร่วมมือกับชุมชน การร่วมกันดำเนินการวิจัย
	1. เก็บข้อมูลการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆของพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง ครั้งที่ 1 2. วัดอัตราการเกิดพุน้ำร้อน เก็บตัวอย่างน้ำ และตัวอย่างโคลนพุน้ำร้อนของพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง ครั้งที่ 1 3. วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ และสมบัติโคลนพุน้ำร้อนของพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง ครั้งที่ 1 4. การศึกษาข้อมูลธรณีนิเวศ(อุตุนิยมวิทยา/อุกทกวิทยา/อุทกธรณีวิทยา) ของพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง ครั้งที่ 1 5. ประมวลข้อมูลการใช้น้ำ คุณภาพน้ำและสมบัติโคลนพุน้ำร้อน ของพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง ครั้งที่ 1 6 .ประชุมถ่ายทอดผลการศึกษาระหว่างโครงการย่อย ครั้งที่ 1	เดือนที่ 3-6	เดือนที่ 3-6	1. ได้ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆของพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง ครั้งที่ 1 2. ทราบอัตราการเกิดน้ำพุร้อน ได้ตัวอย่างน้ำและโคลนพุน้ำร้อนที่เป็นตัวแทนของแหล่งที่ศึกษาของพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง ครั้งที่ 1 3. ได้ข้อมูลคุณภาพน้ำและสมบัติของโคลนพุน้ำร้อนของพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง ครั้งที่ 1 4. ได้ข้อมูลธรณีนิเวศ/อุตุนิยมวิทยา/อุทกวิทยา/อุกทกธรณีวิทยาของพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง ครั้งที่ 1 5. ได้ผลการศึกษาสถานภาพการใช้น้ำ คุณภาพน้ำ และสมบัติโคลนพุน้ำร้อน ของพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง ครั้งที่ 1 6. ได้ถ่ายทอดผลการศึกษาครั้งที่ 1 ให้โครงการ 2-4

วัตถุประสงค์	กิจกรรม	ระยะเวลาที่ตั้งไว้	ระยะเวลาที่ทำได้จริง	ผลที่ได้รับ
	1.เก็บข้อมูลการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆของพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง ครั้งที่ 2 2.วัดอัตราการเกิดพุน้ำร้อน เก็บตัวอย่างน้ำ และตัวอย่างโคลนพุน้ำร้อนของพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง ครั้งที่ 2 3.วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ และสมบัติโคลนพุน้ำร้อนของพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง ครั้งที่ 2 4.การศึกษาข้อมูลธรณีนิเวศ(อุตุนิยมวิทยา/อุกทกวิทยา/อุทกธรณีวิทยา) ของพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง ครั้งที่ 2 5.ประมวลข้อมูลการใช้น้ำ คุณภาพน้ำและสมบัติโคลนพุน้ำร้อน ของพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง ครั้งที่ 2 6.ประชุมถ่ายทอดผลการศึกษาระหว่างโครงการย่อย ครั้งที่ 2 7.วิเคราะห์ผลการศึกษา 8.อบรม/ถ่ายทอดความรู้ให้แก่ อปท. ชุมชน ผู้ประกอบการท่องเที่ยว และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	เดือนที่ 7-12	เดือนที่ 7-14	1. ได้ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆของพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง ครั้งที่ 2 2. ทราบอัตราการเกิดน้ำพุร้อน ได้ตัวอย่างน้ำและโคลนพุน้ำร้อนที่เป็นตัวแทนของแหล่งที่ศึกษา ของพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง ครั้งที่ 2 3. ได้ข้อมูลคุณภาพน้ำและสมบัติของโคลนพุน้ำร้อนของพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง ครั้งที่ 2 4. ได้ข้อมูลธรณีนิเวศ/อุตุนิยมวิทยา/อุทกวิทยา/อุกทกธรณีวิทยาของพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง ครั้งที่ 2 5. ได้ผลการศึกษาสถานภาพการใช้น้ำ คุณภาพน้ำ และสมบัติโคลนพุน้ำร้อน ของพุน้ำร้อนทั้ง 3 แหล่ง ครั้งที่ 2 6. ได้ถ่ายทอดผลการศึกษาครั้งที่ 2 ให้โครงการ 2-4 เพื่อนำไปปรับใช้เชื่อมโยงเพิ่มเติม 7. แนวทางในการบริการจัดการน้ำและโคลนของพุน้ำร้อนที่ศึกษาเพื่อการท่องเที่ยว 8. ผู้บริหาร เจ้าหน้าที่ ชาวชุมชน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้รับประโยชน์จากผลการวิจัย เพื่อนำไปพัฒนาแหล่งพุน้ำร้อนทั้งในเชิงนโยบายและเชิงปฏิบัติจริง

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ที่ วท 0306/8420

ถึง โครงการย่อยที่ 1 ธรณีนิเวศ สถานภาพศักยภาพของน้ำและโคลนพุน้ำร้อนกลุ่มท่องเที่ยวอารยธรรมล้านนา (RDG5950131)

กรมวิทยาศาสตร์บริการขอส่งรายงานผลการตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบตัวอย่าง 1) น้ำพุร้อนแหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด (DK1) 2) น้ำพุร้อนแหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง (PF1) และ 3) น้ำพุร้อนแหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปง (MP1) หมายเลขปฏิบัติการ L59/03159.1 – L59/03159.3 จำนวน 3 ตัวอย่าง ตามคำร้องเลขรับ L59/03159 วันที่ 22 มิถุนายน 2559

พร้อมนี้ได้แนบผลการตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ มาเพื่อทราบ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ
4 สิงหาคม 2559

กรมวิทยาศาสตร์บริการ DEPARTMENT OF SCIENCE SERVICE

โครงการเคมี
โทรศัพท์ 0 2201 7211-2
โทรสาร 0 2201 7213
E-mail : chemistry@dss.go.th

หน้า 1/2

ภาพที่ ข-1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำครั้งที่ 1

แบบ วศ.1

รายงานการทดสอบ

ชื่อวัตถุตัวอย่าง	เครื่องหมาย / ตรา	หมายเลขปฏิบัติการ
น้ำพุร้อนแหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด (DK1)	-	L59/03159.1
น้ำพุร้อนแหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง (PF1)	-	L59/03159.2
น้ำพุร้อนแหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปง (MP1)	-	L59/03159.3

ผลการทดสอบ

		L59/03159.1	L59/03159.2	L59/03159.3
ฟลูออไรด์ (F)	มิลลิกรัมต่อลิตร	8.8	12.8	20.4
ซีลีเนียม (Se)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่พบ	0.02	ไม่พบ
โครเมียม (Cr)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่พบ	0.003	ไม่พบ
อะลูมิเนียม (Al)	มิลลิกรัมต่อลิตร	10.4	115.0	124.5
ไนไทรต์ (NO_2)	มิลลิกรัมต่อลิตร	0.005	ไม่พบ	0.005
คลอรีนอิสระตกค้าง	มิลลิกรัมต่อลิตร	0.01	0.01	ไม่พบ

ชื่อผู้ใช้บริการ โครงการย่อยที่ 1 ธรณีนิเวศ สถานภาพศักยภาพของน้ำและโคลนพุน้ำร้อนกลุ่มท่องเที่ยวอารยธรรมล้านนา (RDG5950131)

ที่อยู่ผู้ใช้บริการ ภาควิชาวิทยาศาสตร์พื้นพิภพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจัตุจักร กรุงเทพฯ 10900

ลักษณะตัวอย่าง L59/03159.1 ของเหลวใสไม่มีสี มีตะกอนสีดำเล็กน้อย
L59/03159.2 ของเหลวใสไม่มีสี มีตะกอนสีน้ำตาลเล็กน้อย
L59/03159.3 ของเหลวใสไม่มีสี มีตะกอนสีดำเล็กน้อย

วันที่ทดสอบ 22 มิถุนายน – 25 กรกฎาคม 2559

วิธีทดสอบ Standard methods for the examination of water and wastewater, APHA, AWWA, WEF, 22nd ed., 2012

ผู้รับรอง	ผู้รายงาน
อังสนา ฉั่วสุวรรณ์	อังค์วรา พูลเกษม
(นางอังสนา ฉั่วสุวรรณ์)	(นางสาวอังค์วรา พูลเกษม)
นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ถนนพระรามที่ 6 ราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 ประเทศไทย

หน้า 2/2

ภาพที่ ข-1(ต่อ) ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำครั้งที่ 1

ที่ วท 0308/ 3453

ถึง โครงการย่อยที่ 1 ธรณีนิเวศ สถานภาพของน้ำและโคลนพุน้ำร้อนกลุ่มท่องเที่ยวอารยธรรมล้านนา (RDG5950131)

กรมวิทยาศาสตร์บริการขอส่งรายงานผลการตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ ตัวอย่าง 1) น้ำพุร้อนแหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด (DK1) 2) น้ำพุร้อนแหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง (PF1) และ 3) น้ำพุร้อนแหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปง (MP1) หมายเลขปฏิบัติการ L60/01271.1 - L60/01271.3 จำนวน 3 ตัวอย่าง ตามคำร้อง เลขรับ L60/01271 วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2560

พร้อมนี้ได้แนบผลการตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ มาเพื่อทราบ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ
17 เมษายน 2560

กรมวิทยาศาสตร์บริการ DEPARTMENT OF SCIENCE SERVICE

กองผลิตภัณฑ์อาหารและวัสดุสัมผัสอาหาร
โทร. 0 2201 7183
โทรสาร 0 2201 7181
E-mail : bsp@dss.go.th

หน้า 1/2

ภาพที่ ข-2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำครั้งที่ 2

แบบ วศ.1

รายงานการทดสอบ

ชื่อวัตถุตัวอย่าง	เครื่องหมาย / ตรา	หมายเลขปฏิบัติการ
น้ำพุร้อนแหล่งพุน้ำร้อนดอยสะเก็ด (DK1)	–	L60/01271.1
น้ำพุร้อนแหล่งพุน้ำร้อนโป่งปูเฟือง (PF1)	–	L60/01271.2
น้ำพุร้อนแหล่งพุน้ำร้อนเมืองแปง (MP1)	–	L60/01271.3

ผลการทดสอบ

ขีดจำกัดของการตรวจหา

		L60/01271.1	L60/01271.2	L60/01271.3	
ฟลูออไรด์ (F)	มิลลิกรัมต่อลิตร	2.9	4.2	6.7	
ซีลีเนียม (Se)	ไมโครกรัมต่อลิตร	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	1.0
โครเมียม (Cr)	ไมโครกรัมต่อลิตร	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	1.0
อะลูมิเนียม (Al)	ไมโครกรัมต่อลิตร	35.8	56.1	87.9	
ไนไทรต์ (NO_2)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.005
คลอรีนอิสระตกค้าง	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.01

ชื่อผู้ใช้บริการ	โครงการย่อยที่ 1 ธรณีนิเวศ สถานภาพของน้ำและโคลนพุน้ำร้อนกลุ่มท่องเที่ยวอารยธรรมล้านนา (RDG5950131)
ที่อยู่ผู้ใช้บริการ	ภาควิชาวิทยาศาสตร์พื้นพิภพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
ลักษณะตัวอย่าง	ของเหลวใสไม่มีสี
วันที่ทดสอบ	27 กุมภาพันธ์ – 8 มีนาคม 2560
วิธีทดสอบ	Standard methods for the examination of water and wastewater, APHA, AWWA, WEF, 22nd ed., 2012

ผู้รับรอง
อังสนา ฉั่วสุวรรณ์
(นางอังสนา ฉั่วสุวรรณ์)
นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ

ผู้รายงาน
อังศวรา พูลเกษม
(นางสาวอังศวรา พูลเกษม)
นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ถนนพระรามที่ 6 ราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 ประเทศไทย

หน้า 2/2

ภาพที่ ข-2(ต่อ) ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำครั้งที่ 2

การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

ทำการทดสอบ วันจันทร์ที่ 20 มิถุนายน 2559

ตัวอย่างน้ำ **จำนวน 4 ตัวอย่าง**

ผลการทดสอบ

ตัวอย่างน้ำ (แหล่ง)	รหัส	pH	จุลินทรีย์ทั้งหมด (Total count) (CFU/mL)	แบคทีเรียโคลิฟอร์ม (Coliforms) (MPN/100mL)		
				Presumptive	Confirmed	Complete
1. น้ำพุร้อน (บ่อกำเนิดน้ำพุร้อน เมืองแปง, 95C)	MP1	8.37	ไม่พบการเจริญในตัวอย่าง 1 มล.	< 2	ไม่ได้ทดสอบ	ไม่ได้ทดสอบ
2. น้ำพุร้อน (แท่นน้ำพุร้อนโป่งปูเฟื่อง, 73C)	PF1	8.85	60	< 2	ไม่ได้ทดสอบ	ไม่ได้ทดสอบ
3. น้ำพุร้อน (บ่อต้มหน่อไม้โป่งปูเฟื่อง, 69C)	PF2	7.78	ไม่พบการเจริญในตัวอย่าง 1 มล.	< 2	ไม่ได้ทดสอบ	ไม่ได้ทดสอบ
4. น้ำพุร้อน (บ่อซีเมนต์สี่เหลี่ยมดอยสะเก็ด ส่งไปห้องอาบน้ำแร่ VIP, 73C)	DK1	8.13	ไม่พบการเจริญในตัวอย่าง 1 มล.	< 2	ไม่ได้ทดสอบ	ไม่ได้ทดสอบ

1. ไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total count) ในตัวอย่างน้ำพุร้อน 1 mL ยกเว้นตัวอย่างน้ำพุร้อนจากแท่นน้ำพุร้อนโป่งปูเฟื่อง พบการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย 60 CFU/mL
2. ไม่พบการเจริญของ แบคทีเรียโคลิฟอร์ม ในตัวอย่างน้ำพุร้อนทั้ง 4 ตัวอย่างที่ส่งมาตรวจ เมื่อทำการทดสอบโดยวิธี multiple tube technique แบบ 5 หลอดในแต่ละ 3 ระดับความเจือจาง (10, 1 และ 0.1 มิลลิลิตร)

1

ภาพที่ ข-3 ผลการวิเคราะห์ทางชีวภาพครั้งที่ 1

ของตัวอย่างตามลำดับ ให้ผลทดสอบเป็นลบทั้ง 5 หลอด อ่านค่า MPN ในขั้น Presumptive test ในตัวอย่างน้ำร้อนบ่อบน < 2 ต่อน้ำตัวอย่าง 100 ml จึงไม่ได้ทำขั้น Confirmed test และ Complete test ต่อ

สรุปผลการทดสอบ

ตัวอย่างน้ำพุร้อนที่นำมาตรวจทั้ง 4 ตัวอย่าง มีค่าอุณหภูมิขณะเก็บตัวอย่าง 69-95 C และค่า pH 7.78-8.85 ซึ่งค่อนข้างเป็นด่าง จากปัจจัยทั้งสองอย่างนี้ทำให้โคลิฟอร์มแบคทีเรียไม่สามารถเจริญได้ ส่วนปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดก็เช่นกัน Vegetative cell ของแบคทีเรียทั่วไปไม่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิพาสเจอร์ไรส์ (63C 30 นาที หรือ 75C 15 วินาที) ยกเว้นแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ หรือ กลุ่มแบคทีเรียที่ชอบหรือทนอุณหภูมิสูงในการเจริญ (thermophilile or thermodurics) จึงไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำพุร้อน 3 ตัวอย่าง ส่วนอีกตัวอย่าง พบการเจริญซึ่งคาดว่าน่าจะเป็นกลุ่มแบคทีเรียชอบหรือทนอุณหภูมิสูงดังกล่าวแต่ไม่ได้ทำการทดสอบต่อไป

2

ภาพที่ ข-3(ต่อ) ผลการวิเคราะห์ทางชีวภาพครั้งที่ 1

การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

ทำการทดสอบ วันอังคารที่ 7 กุมภาพันธ์ 2560

ตัวอย่างน้ำ จำนวน 3 ตัวอย่าง (น้ำพุร้อนดอยสะเก็ด 1 ตัวอย่าง น้ำพุร้อนโป่งปูเฟือง 1 ตัวอย่าง และ น้ำพุร้อนเมืองแปง 1 ตัวอย่าง)

ผลการทดสอบ

ตัวอย่างน้ำ	รหัส	จุลินทรีย์ทั้งหมด (Total count) (CFU/mL)	แบคทีเรียโคลิฟอร์ม (Coliforms) (MPN/100mL)		
			Presumptive	Confirmed	Complete
น้ำพุร้อนดอยสะเก็ด (บ่อซีเมนต์สี่เหลี่ยมส่งไปห้องอาบแช่ VIP) Temp 62 C, pH 7.81	DK 1	3.4×10^2	< 2	ไม่ได้ทำ	ไม่ได้ทำ
น้ำพุร้อนโป่งปูเฟือง (แท่นน้ำพุร้อน) Temp 69 C, pH 8.99	PF 2	1.9×10^2	< 2	ไม่ได้ทำ	ไม่ได้ทำ
น้ำพุร้อนเมืองแปง (บ่อเกิดน้ำพุร้อน) Temp 94 C, pH 8.45	MP 1	6.8×10^1	< 2	ไม่ได้ทำ	ไม่ได้ทำ

1. พบการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total count) ในตัวอย่าง **น้ำพุร้อนดอยสะเก็ด น้ำพุร้อนโป่งปูเฟือง และ น้ำพุร้อนเมืองแปง** โดยพบการเจริญของเชื้อ 3.4×10^2, 1.9×10^2 และ 6.8×10^1 CFU/mL ตามลำดับ
2. ไม่พบการเจริญของ แบคทีเรียโคลิฟอร์ม ในตัวอย่างน้ำทั้ง 3 ตัวอย่าง เมื่อทำการทดสอบโดยวิธี multiple tube technique แบบ 5 หลอดในแต่ละ 3 ระดับความเจือจาง (10, 1 และ 0.1 มิลลิลิตร) ของตัวอย่างตามลำดับ ทุกตัวอย่างน้ำให้ผลทดสอบเป็นลบทั้ง 15 หลอด (อ่านค่า MPN ในขั้น Presumptive test ของตัวอย่างน้ำร้อนบ่อบน < 2 ต่อน้ำตัวอย่าง 100 ml) ดังนั้นจึงไม่ได้ทำขั้น Confirmed test และ Complete test

1

ภาพที่ ข-4 ผลการวิเคราะห์ทางชีวภาพครั้งที่ 2

สรุปผลการทดสอบ

เนื่องจากตัวอย่างน้ำพุร้อนที่นำมาตรวจมีอุณหภูมิสูง และค่าความเป็นกรดด่างสูง จึงไม่เหมาะกับการเจริญของจุลินทรีย์ ดังนั้นปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดจึงอยู่ในช่วง 60-700 CFU/ml ในทุกตัวอย่าง จากการสังเกตลักษณะโคโลนีของจุลินทรีย์เหล่านี้ ในอาหาร PCA พบลักษณะโคโลนีคล้ายแบคทีเรียแกรมบวกที่ทนอุณหภูมิสูง (thermodurics) หรือ ชอบเจริญที่อุณหภูมิสูง (thermophiles)

การตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียโคลิฟอร์มนั้น ไม่พบการเจริญของแบคทีเรียโคลิฟอร์มในขั้น presumptive ในตัวอย่างน้ำพุร้อนทั้ง 3 ตัวอย่าง จึงไม่ได้ทดสอบในขั้นอื่นๆต่อไป

2

ภาพที่ ข-4(ต่อ) ผลการวิเคราะห์ทางชีวภาพครั้งที่ 2