

การศึกษาน้ำแร่ในภาคเหนือของประเทศไทย:
ประโยชน์และการนำไปใช้
ด้านวิทยาศาสตร์

PAYAP UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

พลังงานความร้อนใต้พิภพ (Geothermal energy) คือพลังงานความร้อนที่สะสมอยู่ใต้ผิวโลก ถึงแม้ว่าโลกที่เราอาศัยอยู่จะมีเปลือกโลกที่เย็นลง แต่ภายในใจกลางโลกยังมีความร้อนอยู่มหาศาล ซึ่งอุณหภูมิสูงถึง $3500-4500^{\circ}\text{C}$ จนทำให้สสารที่อยู่ใจกลางโลกมีสภาพเป็นหินหลอมเหลว (magma) ไหลเวียนอยู่ ความร้อนมหาศาลนี้จะถูกถ่ายเทขึ้นมาสู่ผิวโลก ทั้งนี้สามารถพิสูจน์ได้ โดยนักวิทยาศาสตร์พบว่า อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นต่อความลึกจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ $30^{\circ}\text{C}/\text{กม}$ ที่ความลึกประมาณ 25-30 กิโลเมตร จากผิวโลกมีอุณหภูมิประมาณ $250-1000^{\circ}\text{C}$ ในบริเวณใดที่หินหลอมเหลวนั้นเคลื่อนตัวขึ้นมาใกล้ผิวโลกอันเนื่องจากรอยแตก ทะลุขึ้นมา ก็จะเกิดเป็นภูเขาไฟ แต่ถ้าหินหลอมเหลวในบริเวณนั้นอยู่ตื้นกว่าปรกติหรือเป็นบริเวณใกล้แหล่งภูเขาไฟปัจจุบัน หรือเป็นบริเวณอิทธิพลของการเคลื่อนตัวของเปลือกโลก (Tectonic) ทำให้ความร้อนถูกนำและถ่ายเทขึ้นมาสู่ผิวโลกได้รวดเร็วและเป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่าง ๆ บนผิวโลกได้ เช่น เกิดน้ำพุร้อน บ่อน้ำร้อน ไอน้ำร้อน ปรากฏให้เห็นทั่วไป

1.1 พลังงานความร้อนใต้พิภพสามารถแบ่งออกได้ 3 แบบตามลักษณะการเกิดทางธรณีวิทยาคือ

1. ระบบไอน้ำและน้ำร้อน (Hydrothermal-Convection Systems)

มีลักษณะการเกิดเนื่องจากน้ำฝนไหลผ่านชั้นดินและหินลง ไปสู่ใต้โลก แล้วได้รับการถ่ายเทความร้อนจากหินร้อนข้างใต้ ทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นและมีความดันสูงมากจนสามารถดันตัวแทรกผ่านรอยแตกของหินขึ้นมาสู่ผิวดิน บางส่วนหมุนเวียนสะสมอยู่ในแหล่งกักเก็บซึ่งเป็นหินรูปร่างต่าง ๆ ซึ่งสามารถทำการขุดเจาะ ส่งท่อให้ไอน้ำพุ่งขึ้นมาหมุนกังหันไฟฟ้าหรือใช้ประโยชน์อื่น ๆ ได้ พลังงานความร้อนแบบนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

1.1.1. ระบบน้ำร้อน (Hot-Water System) เป็นระบบที่แหล่งกักเก็บสะสมความร้อน ประกอบด้วยน้ำร้อนเป็นส่วนใหญ่ มีไอน้ำร้อนเป็นส่วนน้อยประมาณ 20 % โดยอุณหภูมิของน้ำจะสูงกว่า 100°C ขึ้นไป แบบนี้จะเกิดขึ้นมากในโลกลึก

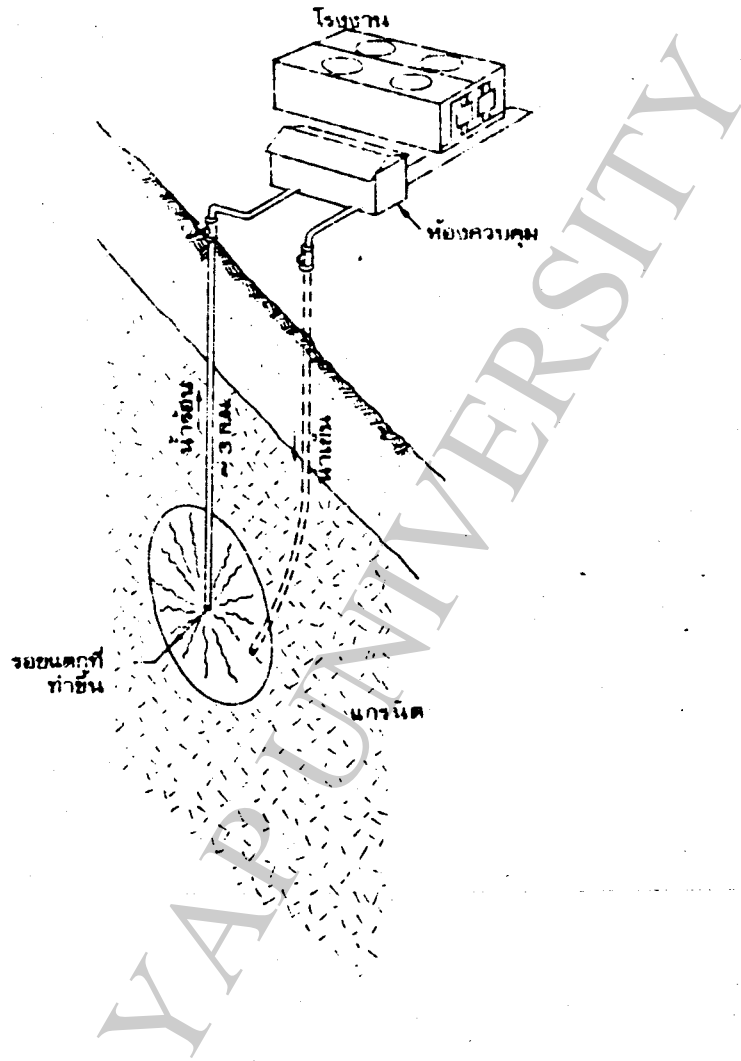
1.2. ระบบไอน้ำร้อน (Vapour dominated Systems) เป็นระบบที่แหล่งเก็บสะสมความร้อน ประกอบด้วยไอน้ำร้อนมากกว่า 95% โดยน้ำหนัก โดยทั่วไปแหล่งพลังงานความร้อนระบบนี้อยู่ในบริเวณที่ก้นหลอมเหลวร้อนอยู่ใต้ ไก่ลผิวดิน หรือ บริเวณภูเขาไฟที่ดับไม่มากหรือยังไม่ดับ อุณหภูมิของไอน้ำร้อนที่ออกมาจะสูงกว่า 250°C ขึ้นไป

2. ระบบหินร้อนแห้ง (Hot dry rock systems)

เป็นระบบที่แหล่งกักเก็บความร้อนเป็นหินร้อนที่มีเนื้อแข็งไม่เป็นรูพรุน ซึ่งจะไม่สามารถเป็นแหล่งกักเก็บน้ำร้อนได้ตามธรรมชาติแต่ด้วยเทคโนโลยีปัจจุบันสามารถสร้างรอยแตกในเนื้อหินที่อยู่ลึกลงไปได้ผิวดิน 2-3 กม. โดยใช้แรงอัดสูงทำให้เกิดรูพรุนขึ้นในเนื้อหินนั้นๆ ใช้เป็นแหล่งกักเก็บน้ำร้อน จากนั้นทำการอัดน้ำเย็นลงไปในทางหลุมเจาะ น้ำเย็นจะได้รับการถ่ายเทความร้อนจากหินร้อนข้างใต้มีอุณหภูมิสูงขึ้น ไกลหนุ่นเวียนอยู่ในแหล่งกักเก็บที่สร้างขึ้น และจะพุ่งขึ้นตามท่อของหลุมเจาะที่จะนำไอน้ำร้อนนี้มาใช้ประโยชน์

3. ระบบความดันธรณี (Geopressured Systems)

เป็นระบบความร้อนที่เกิดเนื่องจากชั้นหินหนืดที่มีแรงกดดันสูงมาก จนทำให้บริเวณใต้ชั้นหินหนืดพลังงานความร้อนเกิดขึ้น ทำให้น้ำในแหล่งกักเก็บได้ชั้นหินหนืดมีอุณหภูมิสูงขึ้น น้ำร้อนจากระบบนี้นอกจากมีอุณหภูมิสูงแล้ว จะมีความดันสูงด้วย แต่แหล่งพลังงานความร้อนแบบนี้ส่วนใหญ่เกิดอยู่ที่ระดับลึกมาก ประมาณ 5 กิโลเมตรจากผิวโลก จึงยังไม่มีการพัฒนานำขึ้นมาใช้งาน



รูป 1.2 ลักษณะของพลังงานความร้อนใต้พิภพ ระบบหินร้อนแห้ง

1.2 การใช้ประโยชน์ของน้ำพุร้อน

มนุษย์รู้จักน้ำพุร้อนและใช้ประโยชน์ของน้ำพุร้อนเพื่ออาบและใช้รักษาพยาบาลทาง การแพทย์แผนโบราณเช่น โรคปวดตามข้อ กล้ามเนื้ออักเสบ โรคผิวหนัง มาช้านานนับพันปีมาแล้ว ต่อมาได้นำมาพัฒนาใช้ประโยชน์ทางด้านต่างๆ มากมายด้วยกันตามอุณหภูมิของน้ำคือ

180° ซ	การกลั่นอุตสาหกรรมกึ่งเย็นจากแอมโมเนีย (Refrigeration by ammonia-absorption)
170	ทำเฮฟวี วอเตอร์ (Heavy Water)
160	อบแห้งปลา เนื้อ และอบไม้
150	ถลุงแร่อลูมิเนียม (Alumina via Bayer's process)
140	เครื่องบ่มแห้งผลิตผลทางเกษตร
130	โรงงานทำน้ำตาล
120	การผลิตน้ำดื่มโดยการกลั่น (Fresh Water by distillation)
110	โรงบ่มซีเมนต์
100	อบแห้งไม้แห้ง ให้ความร้อนในครัวเรือน
90	ใช้ละลายน้ำแข็งและ หิมะ (Intense de-icing operation)
80	ห้องควบคุมอุณหภูมิสำหรับต้นไม้และ สัตว์เลี้ยง (Space heating)
50	โรงเพาะเห็ด อาบน้ำแร่ (Balneological bath)
40	โรงบ่มดิน
30	ควบคุมอุณหภูมิสระว่ายน้ำ เลี้ยงสัตว์ หมักสุรา
20	ใช้ละลายหิมะบนถนน เลี้ยงปลา

จะเห็นว่าน้ำพุร้อนมีประโยชน์มากมายหลายประการด้วยกัน สำหรับทางด้านรักษา โรคหรือทำห้องอาบน้ำแร่ (Balneology) ถึงแม้ว่าน้ำพุร้อนจะมีรสชาติหรือมีกลิ่นที่ค่อนข้างเหม็น แต่ก็ยังมีคนในต่างประเทศต่างๆ ทั้งในยุโรป อเมริกา และญี่ปุ่น จำนวนมากมายหลายล้านคนด้วยกัน เชื่อว่าถ้าได้ ดื่ม อาบ หรือ แช่ตัวในน้ำพุร้อนแล้ว ทำให้ร่างกายสดชื่น รักษาโรคผิวหนัง รักษาโรคปวดเมื่อยกระดูกกล้ามเนื้อ และรักษาโรคต่างๆ อีกหลายโรคด้วยกัน โดยความเชื่อนี้ มีมาตั้งแต่ในสมัยพวกโรมันเรื่องอำนาจ โดยมีการสร้าง สถานที่อาบน้ำพุร้อนขึ้น และพัฒนามา ถึงการนำมาใช้ในรูปเครื่องสำอางบำรุงผิว

ตารางที่ 1 แสดงถึงพลังงานความร้อนหน่วยเมกวัตต์ (Megawatt) ที่นำมาใช้ประโยชน์
ทางด้านถาวรอาบ และทางการแพทย์

ประเทศ	คิดเป็นพลังงานความร้อนในหน่วย เมกวัตต์ (ตัวเลขในปี ค.ศ. 1980)
ไอซ์แลนด์	923
ฮังการี	619
รัสเซีย	555
จีน	144
อเมริกา	111
ญี่ปุ่น	81
อิตาลี	73
ฝรั่งเศส	56
โรมาเนีย	36
เชโกสโลวาเกีย	35
ออสเตรเลีย	2
	รวม 2635
พลังไฟฟ้าที่ใช้ในโลก (ในปี ค.ศ. 1980)	2586

ตาราง 2 ผลการวิเคราะห์ที่นำมาร้อยจากแหล่งต่าง ๆ ของบางประเทศ

	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	501	640	456	412	322	109	60
Li	n.d.	14.2	n.d.	n.d.	-	n.d.	2.3
Na	250	1,320	5,025	609	75	2.0	129
K	25	225	905	51	11	3.0	69
Rb	n.d.	2.8	n.d.	n.d.	-	n.d.	-
Cs	n.d.	2.5	n.d.	n.d.	-	n.d.	-
Ca	0.9	17	354	14	263	2.2	272
Mg	0.0	0.03	23.4	4	73	0	68
Al	-	-	-	4	600	2.4	-
Fe	-	-	-	2	95	0.8	0.06
F	9.5	8.3	1.5	-	-	-	2.4
Cl	127	2,260	8,730	878	1,490	15	170
Br	n.d.	6.0	n.d.	-	-	-	0.5
I	n.d.	0.3	n.d.	-	-	-	-
SO ₄	108	36	28	262	3,730	758	501
As	n.d.	4.8	n.d.	-	-	-	-
B	n.d.	28.8	131	4.4	-	6.9	4.3
NH ₃	n.d.	0.15	n.d.	2	-	30	1.0
HCO ₃	133	19	49	-	-	-	667
CO ₃	70	-	-	-	-	-	-
H ₂ S	0.2	-	-	-	216	-	2.6
pH	9.26	8.6	7.02	3.1	1.6	1.97	6.6
T °C	100	-	(220)	55	81	90	72

1. Great Geysir, Iceland .
2. Wairakei, New Zealand.
3. Ahuachapan, El Salvador.
4. Frying Pan Lake, Tarawera, New Zealand.
5. Yang Ming Shan, North of Taipai, Taiwan.
6. Norris Basin, Yellowstone Park, U.S.A.
7. Mammoth, Yellowstone Park, U.S.A.

Note. 'n.d.' means 'not determined'.

นอกจากในการนำน้ำร้อนมาใช้ประโยชน์ในด้านที่กล่าวมาแล้ว ยังมีประเทศบางประเทศเช่น อเมริกา, ฝรั่งเศส, อิตาลี, ออสเตรเลีย, ฮังการี, จีน, ตุรกี ฯลฯ ได้นำน้ำร้อนเหล่านั้นมาดื่มโดยเรียกว่าเป็น น้ำแร่ (mineral water) โดยเชื่อกันว่าทำให้ร่างกายแข็งแรงเพราะว่าน้ำแร่ที่มีเกลือซัลเฟตขนาดพอเหมาะใช้เป็นยาระบาย น้ำแร่มีปริมาณเกลือโซเดียมไบ-คาร์บอเนต ใช้ดื่มเป็นยาลดกรดในกระเพาะอาหาร น้ำร้อนหรือน้ำแร่ ถ้าจะนำมาดื่ม จะต้องไม่มีกลิ่น หรือต้องมีการกำจัดหรือ ลดสารพิษบางตัวที่เป็นอันตรายต่อร่างกายเช่น F, Pb, As ฯลฯ ให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสมตามน้ำดื่มบริโภคของสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม ตัวอย่างผลวิเคราะห์ทางเคมี ของน้ำแร่จากบางแหล่งที่มีชื่อเสียงได้แสดงไว้ในตารางที่ 1.3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำแร่ จากแหล่งที่มีชื่อเสียงบางแห่ง

ผลวิเคราะห์ทางเคมี	Lao-Shan (จีน)	Evian (ฝรั่งเศส)	Vichy Stat (ฝรั่งเศส)	น้ำพุร้อน จ.ระนอง
Specific-Con	3736	424	6287	343
pH	6.4	7.3	6.5	7.6
SiO ₂	20.0	2.9	28.0	20.0
Ca	198.0	89.0	124.0	23.0
Mg	9.0	18.0	1.1	0.1
Na	1480.0	5.9	1310.0	46.0
K	170.0	0.8	85.0	3.5
Fe	0.00	0.00	0.00	0.20
Mn	0.0	0.0	0.0	0.08
Cl	255.0	6.4	282.0	4.0
F	0.0	0.0	2.4	1.4
SO ₄ ⁼	592.0	10.0	233.0	8.0
NO ₃ ⁻	0.01	3.7	0.8	0.0
PO ₄	1.0	1.0	2.0	17.0
CO ₃	0.0	0.0	0.0	0.0
HCO ₃	4272.0	354.0	3496.0	168.0
NaCl	421.0	11.0	465.0	-
hardness	532.0	294.0	314.0	58.0
As	-	-	-	0.0
cd	-	-	-	0.0
Cr	-	-	-	10.0
Pb	0.0	0.0	0.0	0.5
Cu	0.0	0.0	0.0	0.01
Al	-	-	-	5.0
Li	0.0	0.0	3.0	1.0
Zn	0.0	0.0	0.0	0.01

1.3 การสำรวจทางธรณีเคมี

การสำรวจทางธรณีเคมี ของแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพคือ การสำรวจเพื่อหาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำที่อยู่ในแหล่งน้ำพุร้อน น้ำร้อนจากแหล่งกักเก็บอยู่ในระดับลึกเมื่อไหลขึ้นมาบนพื้นผิวโลก ย่อมซึมผ่านชั้นหินต่างๆ ขึ้นมาและได้ละลายเอาแร่ธาตุที่อยู่ในชั้นหินนั้นตลอดจนทำปฏิกิริยาทางเคมี แลกเปลี่ยนระหว่างแร่ธาตุในชั้นหินกับในน้ำร้อน (Water-rock interaction) การสำรวจทางธรณีเคมี สามารถดำเนินการโดยเก็บตัวอย่างน้ำร้อน เพื่อมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ และทางเคมี ดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1.4 จากข้อมูลดังกล่าวจะนำไปเป็นประโยชน์เพื่อการแปลความหมายต่างๆ เช่น

1. คุณสมบัติ และชนิดของน้ำร้อน (Characteristic and type of thermal-water)
2. สภาพน้ำร้อนในแหล่งเก็บกักระดับลึก (Subsurface hydrological situation)
3. ลักษณะของชั้นหินใต้ดินที่น้ำร้อน ไหลผ่าน (Subsurface rock associated with the hot fluid)
4. อุณหภูมิของแหล่งเก็บกักใต้ธรณี (Subsurface temperature)
5. ดินกำเนิดของน้ำร้อน (Origin of the hot fluid)
6. แนวโน้มที่จะทำให้แร่ที่ตกผลึกจากสารละลาย (Mineral deposition - potential of the fluid)

จากข้อมูลที่ได้จะนำไปแปลความหมายเพื่อแนวทางการใช้ประโยชน์สูงสุดของแหล่งน้ำพุร้อน ตลอดจนการรักษาสภาพหรือสิ่งแวดล้อม และผลกระทบต่างๆ อันเนื่องจากการนำเอาน้ำพุร้อนมาใช้ประโยชน์

ตารางที่ 4 ปริมาณของการเก็บตัวอย่าง และการรักษาตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและทางกายภาพ

ปริมาณตัวอย่าง	การรักษา (Pre-treatment)	วิเคราะห์ตามปริมาณ
1000	none	- TDC, acidity, alkalinity, pH, Conductivity F, Cl, NO ₃ , B, hardness, As
200	Zn(OAC) ₂ NaOH Solution	- Sulphide saturation
500	Ba(OH) ₂ Saturated Solution	- Carbonate, bicarbonate, Alkalinity
500	Ba(OH) ₂ Saturated Solution+HCl	- Sulphate
2000 100	HNO ₃ Dilution 1:10	- Na, K, Ca, Fe, Al, Mn, Cr, Ni, Mg, Mn, Cd, Zn, Li - Si

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีและทางกายภาพที่วิเคราะห์ในน้ำร้อน

วิเคราะห์ที่ปริมาณ	วิธีที่ใช้วิเคราะห์
1. pH, Conductivity	1. Direct measurement
2. Hardness	2. Titrated with EDTA
3. F, Cl, NO ₃ , NH ₃	3. Ion selective electrode
4. Sulfide Saturation	4. Iodometric titration
5. Carbonate, bicarbonate alkalinity	5. Titration With Sulfuric acid
6. B, Si	6. Colorimetry
7. Sulphate	7. Turbidimetry
8. TDS	8. Gravimetry (evaporation to dryness at 110 C)
9. Na, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Al, Cr, Ni, Cd, Zn, Li	9. Atomic absorption spectrophotometry

1.4 แหล่งน้ำพุร้อน

แหล่งน้ำพุร้อน ที่พบในประเทศไทยทั่วทุกภาคมีอยู่ 64 แหล่งด้วยกันสำหรับในภาคเหนือ พบตามจังหวัดต่างๆ ดังต่อไปนี้

(1) จังหวัดเชียงใหม่

แหล่งน้ำพุร้อนสันกำแพง (บ้านโป่งฮ่อม) อ.สันกำแพง

แหล่งน้ำพุร้อนฝาง อ.ฝาง

แหล่งน้ำพุร้อนเขาน้ำร้อน อ.แม่แตง

แหล่งน้ำพุร้อนแม่แจ่ม (เทพรณ) อ.แม่แจ่ม

แหล่งน้ำพุร้อนแม่ทา อ.พร้าว

แหล่งน้ำพุร้อนโป่งเทวี อ.แม่แจ่ม

แหล่งน้ำพุร้อนแม่จอกหลวง อ.แม่แตง

แหล่งน้ำพุร้อนโป่งเตี๊อด อ.แม่แตง

แหล่งน้ำพุร้อนเบียงโค้ง อ.เชียงดาว

แหล่งน้ำพุร้อนหนองกรก อ.พร้าว

แหล่งน้ำพุร้อนโป่งกุ่ม อ.ดอยสะเก็ด

(2) จังหวัดเชียงราย

แหล่งน้ำพุร้อนแม่จัน อ.แม่จัน

แหล่งน้ำพุร้อนโป่งน้ำคำ อ.เมือง

แหล่งน้ำพุร้อนโป่งยางผาเคียว อ.เมือง

แหล่งน้ำพุร้อนโป่งน้ำร้อน อ.เมือง

แหล่งน้ำพุร้อนสบโป่ง อ.เวียงป่าเป้า

แหล่งน้ำพุร้อนโป่งฝูเฟื่อง อ.แม่สรวย

แหล่งน้ำพุร้อนห้วยทรายขาว อ.พาน

(3) จังหวัดลำปาง

แหล่งน้ำพุร้อนแจ้ซ้อน อ.แม่แจ่ม

แหล่งน้ำพุร้อนบ้านเวียงเหนือ อ.ห้างฉัตร

(4) จังหวัดแม่ฮ่องสอน

แหล่งน้ำพุร้อนโป่งไม้ อ.ปาย

แหล่งน้ำพุร้อนโป่งลึก อ.ปาย

แหล่งน้ำพุร้อนเมืองแปง อ.ปาย

(5) จังหวัดฮังสอน

แหล่งน้ำพุร้อนแม่ลาน้อย อ.แม่ลาน้อย

แหล่งน้ำพุร้อนป่าโป่ง อ.เมือง

แหล่งน้ำพุร้อนห้วยโป่ง อ.เมือง

แหล่งน้ำพุร้อนโป่งปะ อ.ปาย

แหล่งน้ำพุร้อนเหมืองแร่ อ.ปาย

แหล่งน้ำพุร้อนโป่งน้ำร้อน อ.ปาย

แหล่งน้ำพุร้อนโป่งแกง อ.ปาย

แหล่งน้ำพุร้อนแม่ฮี้ อ.ปาย

แหล่งน้ำพุร้อนแม่อุ้มคลองหลวง อ.แม่สะเรียง

แหล่งน้ำพุร้อนหนองแห้ง อ.ขุนยวม

(6) จังหวัดลำพูน

แหล่งน้ำพุร้อนที่เหมืองยูนิเวอร์แซล อ.แม่ทา

แหล่งน้ำพุร้อนที่เหมืองเทพนิธิ อ.แม่ทา

แหล่งน้ำพุร้อนบ้านหนองหล่ม อ.เมือง

(7) จังหวัดแพร่

แหล่งน้ำพุร้อนแม่จอก อ.วังชิ้น
แหล่งน้ำพุร้อนวัดโป่งใต้ อ.เมือง
แหล่งน้ำพุร้อนระหว่าง อ.ร้องกวาง
แหล่งน้ำพุร้อนแม่จัน อ.ลอง

(8) จังหวัดตาก

แหล่งน้ำพุร้อนห้วยบง อ.แม่สอด
แหล่งน้ำพุร้อนแม่ระมาด อ.แม่ระมาด

(9) จังหวัดสุโขทัย

แหล่งน้ำพุร้อนแม่สิน อ.ศรีสำนึกาลัย

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

สำหรับในรายงานนี้ได้เก็บตัวอย่างน้ำพุร้อนมา 5 แหล่งต่างกันซึ่งเป็นแหล่งที่ไม่ไกลจากตัวเมืองเชียงใหม่กับการเดินทางสะดวกและใช้เวลาในการเดินทางไม่มาก แหล่งที่เก็บตัวอย่างน้ำพุร้อนมีดังนี้คือ

1. แหล่งน้ำพุร้อน อ.ฝาง (code F1)

น้ำพุร้อนแห่งนี้อยู่ในบริเวณอุทยานแห่งชาติโป่งน้ำร้อนบ้านโป่งน้ำร้อน อ.ฝาง จ. เชียงใหม่ การเข้าถึงแหล่ง โดยเดินทางไปตามถนน โชตนา (เชียงใหม่-ฝาง) ประมาณ 150 กิโลเมตร ในเขตสุขาภิบาล อ.ฝาง เลี้ยวขวาไปตามถนนรอบเวียงแล้วเลี้ยวขวาไปตามถนนรพช. แม่ใจ-น้ำพุร้อน ระยะทางประมาณ 10 กิโลเมตร

2. แหล่งบ้านโป่งกุ่ม อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ (โป่งเทื่อ) (Code DK1)

น้ำพุร้อนแหล่งนี้ตั้งอยู่ที่ บ. โป่งกุ่ม ต.ป่าเมี่ยง อ.ดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ การเข้าถึงแหล่งไป ได้โดยไปตามถนนสาย เชียงใหม่-เวียงป่าเป้า-เชียงราย จนถึงระหว่าง ก.ม.ที่ 26-27 บ. โป่งกุ่ม เลี้ยวขวาเข้าไปตามถนนสาย รพช โป่งดิน-ห้วยแก้วอีกประมาณ 2 ก.ม. น้ำพุร้อนจะอยู่ทางซ้ายมือ

3. แหล่งบ้านโป่งกุ่ม อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ (โป่งใต้) (Code DK2)

น้ำพุร้อนแหล่งนี้อยู่ใกล้กับแหล่งที่ 2 แต่จะอยู่ทางขวามือห่างจากที่ประมาณ 800 เมตร

4. แหล่งบ้านสบโป่ง อ.เวียงป่าเป้า อ.เชียงราย (Code PV1)

น้ำพุร้อนแหล่งนี้อยู่ในเส้นทาง เชียงใหม่-เวียงป่าเป้า-เชียงราย กิโลเมตรที่ 63-64 โดยอยู่ในริมถนนหริเวณขวามือ บ้านสบโป่ง ต.แม่เจดีย์ใหม่ อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย

5. แหล่งบ้านโป่งฮ่อม อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่ (Code SK1)

น้ำพุร้อนแห่งนี้เป็นแหล่งที่มีชื่อเสียงของ จ. เชียงใหม่ อยู่ที่บ้านโป่งฮ่อม อ.สันกำแพง จ. เชียงใหม่ การเข้าถึงแหล่งไปตามถนนสายเชียงใหม่ สันกำแพง ประมาณ 13 กิโลเมตรถึง บริเวณเขตสุขภาพิบาลอ. สันกำแพง (สามแยกสันกำแพง) แยกไปทางซ้ายมือไปตามถนนไปบ้าน ออหลวย ถึงกิโลเมตรที่ 10 เลี้ยวซ้ายเข้าถนนน้ำพุร้อน อีก 10 กิโลเมตร

1.6 จุดมุ่งหมายของการทดลอง

เพื่อวิเคราะห์ปริมาณขององค์ประกอบทางเคมีของน้ำพุร้อน

1.7 ประโยชน์คาดว่าจะได้รับ

เพื่อจะได้ทราบข้อมูลที่ถูกต้องเกี่ยวกับน้ำพุร้อนธรรมชาติ

บทที่ 2

วิธีการทดลอง, ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง

2.1 วิธีการทดลอง

ได้ทำการศึกษาคุณภาพของน้ำพุร้อนจากแหล่งต่างๆ ดังกล่าว เกี่ยวกับอุณหภูมิ, ความเป็นกรดต่าง (pH) สภาพการนำไฟฟ้า (Conductivity) ความเป็นด่างรวม (Total alkalinity) คาร์บอเนต (CO_3^{2-}) ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) วิเคราะห์ได้โดยวิธีไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานของกรดกำมะถัน ส่วนการหาความกระด้าง (Hardness) ได้ใช้วิธีโดยการไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานของ อีดีทีเอ (EDTA)

ได้วิเคราะห์หาไอออนที่มีประจุลบ (anions) บางตัวเช่น โดยวิธี Ion selective electrode ซัลเฟต (SO_4^{2-}) วิเคราะห์โดยวิธี turbidimetry ซึ่งอาศัยหลักการของ barium sulfate method

โบรอน (B) และซิลิกา (Si) วิเคราะห์ได้โดยวิธี คัลเลอร์ิเมตรี (Colorimetry) ซึ่งอาศัยหลักที่ว่า โบรอน และซิลิกา สามารถเกิดสารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีกับ Cucurmine และ ammoniummolybdate สามารถดูดกลืนคลื่นแสงในช่วง Visible

นอกจากนี้ได้วิเคราะห์ไอออนที่มีประจุบวกบางตัวเช่น โซเดียม (Na) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) โดยวิธี atomic absorption spectrophotometry (AAS) ส่วนโลหะหนักบางตัว เช่น โครเมียม (Cr) นิกเกิล (Ni) แคดเมียม (Cd) ได้ทำให้เข้มข้นขึ้นโดยสกัดด้วยสารอินทรีย์ที่เหมาะสม แล้วนำไปวัดหาปริมาณด้วยวิธี AAS ข้อมูลดังกล่าวได้แสดงไว้ในตาราง 2.1

2.2 ผลการทดลอง

ได้วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางกายภาพและทางเคมี ของน้ำพุร้อนจำนวน 5 แหล่ง ดังกล่าวผลการวิเคราะห์ที่ได้มีแสดงไว้ในตารางที่ 2.1 ดังนี้

2.3 สรุปผลการทดลอง

คุณสมบัติน้ำร้อนทั้ง 5 แห่งพอสรุปได้ดังนี้

- มีกลิ่นของก๊าซไข่เน่า (Hydrogen sulfide)
- อุณหภูมิของน้ำร้อนที่ผิวดินอยู่ระหว่าง 78 - 91°C
- ตัวอย่างนี้มีสภาพเป็นด่างอ่อน pH 8.3 - 9.2
- ชนิดของน้ำ (Type) เป็นลักษณะ Sodium bicarbonate และ Sodium carbonate
- น้ำจากแหล่งเป็นน้ำไม่มีสีค่อนข้างใสเป็นน้ำอ่อน (Soft Water)
- มีปริมาณความเค็มต่ำ (low salinity)
- ปริมาณของธาตุโซเดียม (Na) ค่อนข้างสูง (88 - 148 mg/L)
- ปริมาณของธาตุฟลูออรีน (F) สูง (9.2 - 18.2 mg/L)
- มีปริมาณของธาตุซิลิกา (Si) ค่อนข้างมาก
- ปริมาณธาตุอื่นยังมีไม่พริมาณต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มของสำนักงานมาตรฐาน-
อุตสาหกรรม และ กระทรวงสาธารณสุข

น้ำร้อนนี้ยังไม่เหมาะสมที่จะนำมาบริโภคเนื่องจากยังมีกลิ่นเหม็นเป็นที่น่ารังเกียจ นอกจากยังมีธาตุ ที่บริโภคเข้าไปมากและติดต่อกันเป็นเวลานาน แล้วจะมีโทษต่อร่างกาย เช่น ซิลิกา โซเดียมและฟลูออรีน ถ้าจะนำไปบริโภคต้องกำจัดหรือลดปริมาณธาตุดังกล่าว ให้น้อยกว่าปริมาณนี้ ประมาณ 10 เท่า อย่างไรก็ตามน้ำร้อนทั้ง 5 แห่ง อาจนำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ ได้ เช่น อบฟิซ เป็นน้ำแร่สำหรับอาบ ฯลฯ ได้โดยเฉพาะแหล่ง อ.ดอย-สะ เกิดยังไม่ถูกพัฒนามาใช้ ผิดกับแหล่งอื่นๆ เช่น ฟางเวียงป่าเป้า การพัฒนามาใช้งาน โดยเอกชนค่อนข้างจะยาก เพราะแหล่งดังกล่าวอยู่ในการควบคุมของกรมป่าไม้ และกรมทาง-หลวงตามลำดับตามลำดับ ส่วนแหล่งสันกำแพง มีเอกชนและ การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย ได้สร้างเป็นแหล่งท่องเที่ยวและห้องอาบน้ำแร่

ตารางที่ 6 ผลวิเคราะห์น้ำพร้อมทั้ง 5 แห่ง

CODE	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Pb mg/l	Cd mg/l	Zn mg/l	Cr mg/l	Cu mg/l	Ni mg/l	SiO ₂ mg/l	Li mg/l	Al mg/l
SK1	148	13.3	1.20	0.06	0.40	<0.01	<0.002	<0.003	<0.002	<0.002	<0.002	<0.005	136	0.35	<0.015
F1	114	8.6	0.51	0.03	<0.005	<0.01	<0.002	<0.003	<0.002	<0.002	<0.002	<0.005	171	0.50	<0.015
DK1 (โป่งเหนือ)	115	10.5	4.25	0.22	0.32	<0.01	<0.002	<0.003	<0.002	<0.002	<0.002	<0.005	128	0.20	<0.015
DK2 (โป่งใต้)	126	9.3	3.90	0.13	0.15	<0.01	<0.002	<0.003	<0.002	<0.002	<0.002	<0.005	111	0.28	<0.015
VP1	88	8.4	1.9	1.01	0.10	<0.01	<0.002	<0.003	<0.002	<0.002	<0.002	<0.005	140	0.30	<0.015

CODE	Temp °C	pH	TDS mg/l	Acidity mg/l as CaCO ₃	Total alkalinity mg/l as CaCO ₃	Bicarbonate alkalinity mg/l HCO ₃ ⁻	Carbonate alkalinity mg/l CO ₃ ⁼	Sulfide saturation mg/l H ₂ S	Hardness mg/l as CaCO ₃	Conductivity us/cm
SK1	98.0	9.2	490	0.0	284	170	86.5	14.1	4.2	575
F1	93.8	9.2	408	0.0	291	104	80	23.4	1.8	680
DK1 (โป่งเหนือ)	80.0	8.3	430	0.0	205	230	10	13.4	13.0	730
DK2 (โป่งใต้)	78.0	8.6	412	0.0	238	250	20	6.3	12.0	692
VP1	91.0	8.7	395	0.0	200	195	24	7.5	3.50	640

ตารางที่ 6 (ต่อ)

CODE	Cl mg/l	F mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ mg/l	NH ₃ mg/l	B mg/l
SK1	20	18.1	36.5	0.0	0.12	0.15
F1	5.3	18.20	12.0	0.0	0.05	0.08
DK1 (โป่งเหนือ)	14.2	9.2	20.2	0.0	0.0	0.38
DK2 (โป่งใต้)	15.7	9.5	21.3	0.0	0.0	0.30
VP1	5.0	10.3	10.5	0.0	0.0	0.070

บรรณานุกรม

1. H.Christopher H. Armstead, "Geothermal Energy", 1983, 2nd ed
E.& F.N Spon ,USA
2. Unesco "Geothermal Energy", 1977, 3rd ,France
3. The United Geological Survey, "Techniques of Water-Resources
Investication", Book 5

PAYAP UNIVERSITY