

บทที่ 8

ธรณีสัณฐานที่เกิดจากธารน้ำแข็ง

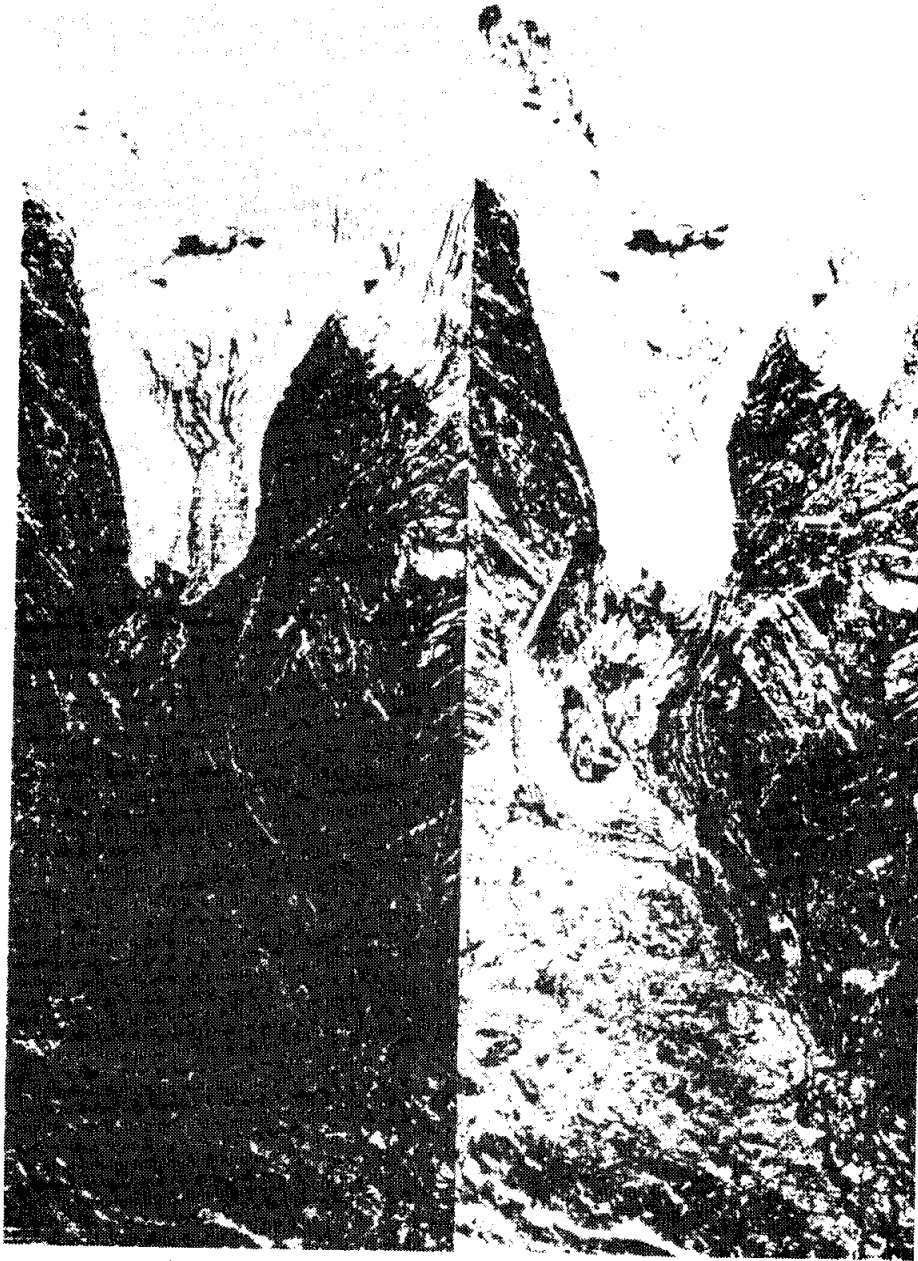
ในปัจจุบันพื้นที่ธารน้ำแข็งมีประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของพื้นผิวโลก เปรียบเทียบกับในสมัยไพลสโตซีน (PLEISTOCENE) ซึ่งมีอายุประมาณหนึ่งล้านปีมาแล้วนั้น พื้นที่ธารน้ำแข็งเคยมีถึงประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ อิทธิพลจากการกระทำของธารน้ำแข็งในปัจจุบันจึงสำคัญน้อยกว่าในอดีต และธรณีสัณฐานต่าง ๆ ที่ยังเหลือให้เห็นในปัจจุบันจะเกิดจากธารน้ำแข็งในสมัยไพลสโตซีน ชนิดของธารน้ำแข็งแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

- ธารน้ำแข็งทวีป (CONTINENTAL GLACIERS) เป็นธารน้ำแข็งที่แผ่คลุมพื้นทวีปหลายแห่งหรือบริเวณที่ราบสูงเป็นพื้นที่กว้าง ปัจจุบันพบในบริเวณทวีปแอนตาร์กติกาและเกาะกรีนแลนด์ เป็นต้น
- ธารน้ำแข็งหุบเขา (VALLEY GLACIERS) เป็นธารน้ำแข็งที่ปกคลุมบริเวณหุบเขา เช่นในเทือกเขาแอนดีส เป็นต้น

8.1 ธรณีสัณฐานที่เกิดจากการถดถอยของธารน้ำแข็ง

ในเขตภูเขาที่ปกคลุมด้วยธารน้ำแข็ง ขณะที่ธารน้ำแข็งเคลื่อนที่จะทำการกัดกร่อนจนเกิดธรณีสัณฐานต่าง ๆ ที่เห็นได้อย่างชัดเจนในภาพถ่ายทางอากาศคือ

8.1.1 เซิร์ก (CIRQUE) เป็นแอ่งคล้ายรูปอัฒจันทร์หรือรูปครึ่งวงกลม ในบริเวณตอนบนของหุบเขามีชื่อเรียกต่าง ๆ กันเช่น CORRIE, CWM, KAR, BOTN เป็นต้น เซิร์กมีรูปแบบและขนาดต่าง ๆ กันอาจจะกว้างกว่า 1 กิโลเมตรก็ได้ ในบางแห่งเมื่อธารน้ำแข็งละลายจะกลายเป็นทะเลสาบหรือแอ่งน้ำบนเขา (TARN) ขึ้น



รูป 8.1 สเตอริโอแกรมของธารน้ำแข็งหุบเขา

ที่มา : H.Th.Verstappen, Remote Sensing in Geomorphology,
1977, หน้า 119.

8.1.2 หุบเขารูปตัว U (U-SHAPED VALLEYS) เป็นหุบเขาที่เกิดจากการกระทำของลำธารมาก่อน เมื่อธารน้ำแข็งจำนวนมากเคลื่อนลงมาสู่บริเวณนี้ก็จะทำการกัดเซาะจนเปลี่ยนเป็นหุบเขาที่มีรูปเป็นตัว U แน่ชัดมาก พื้นหุบเขาแบนราบและอาจมีลักษณะเป็นชั้นมันโคโคควัย ถ้าหุบเขาเกิดอยู่ติดชายฝั่งทะเล เมื่อน้ำทะเลขึ้นก็จะไหลท่วมเข้ามาในหุบเขานี้จะเรียกว่าฟยอร์ด (FJORD) พบมากตามชายฝั่งของนอร์เวย์ อลาสกา กรีนแลนด์ เป็นต้น

8.1.3 หุบเขาลอย (HANGING VALLEY) เป็นหุบเขาสาขาที่อยู่เหนือหุบเขาใหญ่ในบริเวณที่สูงชัน ซึ่งเดิมหุบเขาทั้งสองนี้อาจอยู่ในระดับเดียวกัน เมื่อธารน้ำแข็งเคลื่อนเข้ามาทับถม หุบเขาใหญ่จะมีธารน้ำแข็งเป็นจำนวนมากกว่าจะกัดเซาะได้ลึกกว่า ธารน้ำแข็งในหุบเขาสาขาจึงเกิดเป็นหน้าผาชันในตอนที่เชื่อมต่อกับหุบเขาใหญ่ เมื่อธารน้ำแข็งละลายจึงเห็นเป็นหุบเขาแขวนและอาจเกิดเป็นน้ำตกไหลจากหุบเขาลอยลงมายังหุบเขาใหญ่เบื้องล่าง

8.1.4 อาแรท (ARÊTE) เป็นสันเขาที่ยักแหลม ๆ เกิดจากเข็รึกที่อยู่ใกล้ ๆ กันขยายตัวจนกระทั่งผนังด้านหลังประภคติดกันทำให้เกิดเป็นสันเขาแหลมหลายยอดลักษณะคล้ายใบเลื่อยขึ้น

8.1.5 ยอดเขาฮอร์น (HORN) เป็นยอดเขาที่มีสันสูงชันหลายค้ำ เกิดจากธารน้ำแข็งรุกกัดคลาดเขาให้เป็นแอ่งลึกทำให้เหลือบริเวณตรงกลางและสันเขาโคยรอบสูงชัน หรืออาจเรียกได้อีกชื่อหนึ่งว่ายอดเขารูปปิรามิด (PYRAMIDAL PEAK)

8.2 ธรณีสัณฐานที่เกิดจากการทับถมของธารน้ำแข็ง

นอกจากธารน้ำแข็งจะทำให้เกิดการกัดกร่อนแล้วยังทำการทับถมด้วยและทำให้เกิดธรณีสัณฐานต่าง ๆ คือ



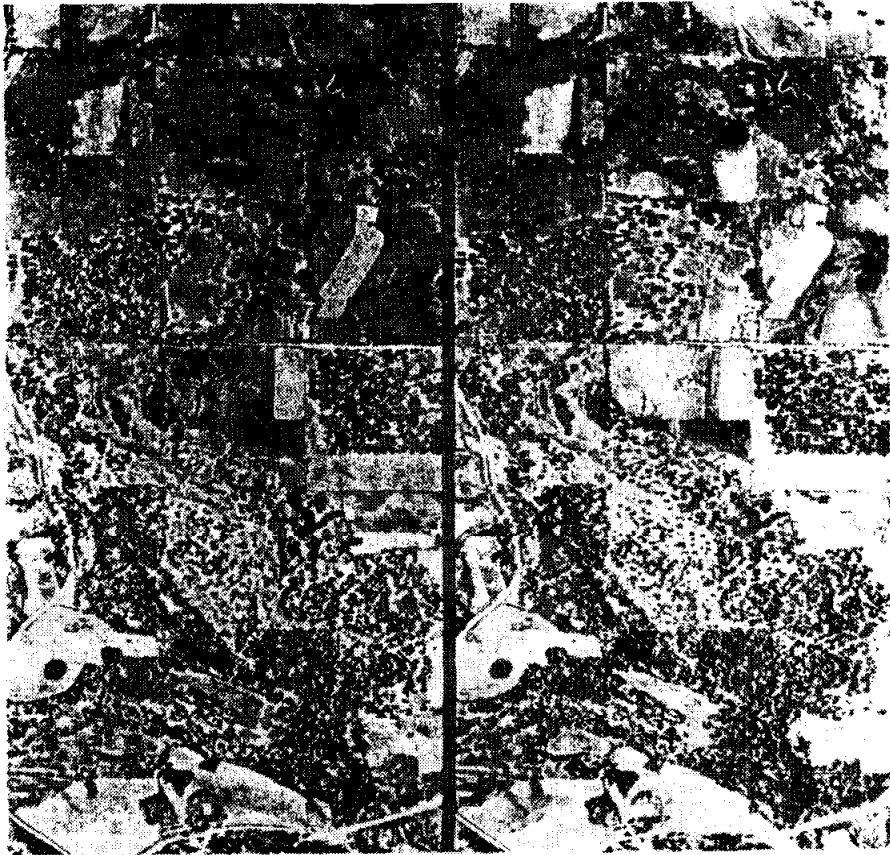
รูป 8.2

- a สเทอริโอแกรมแสดงแพศยหินธารน้ำแข็งละลายธาร
- b สเทอริโอแกรมแสดงเป็นครมลิน

ที่มา : Thomas M.Lillesand and Ralph W.Kiefer, Remote Sensing and Image Interpretation, 1979, หน้า 248, 253.

8.2.1 แพเศษหินธารน้ำแข็ง (MORAINE) เป็นเศษหินที่แตกหลุดออกจากเขาหินที่อยู่สองฟากข้างธารน้ำแข็งลงมาสะสมบนธารน้ำแข็ง และเมื่อธารน้ำแข็งเคลื่อนสู่ที่ต่ำก็พาเอาเศษแพหินไปตามผิวข้างในหรือข้างใต้ธารน้ำแข็งก็ได้ ถ้าแพเศษหินธารน้ำแข็งตกทับถมตามบริเวณพื้นหุบเขาจะเรียกว่าแพเศษหินพื้นธารน้ำแข็ง (GROUND MORAINE) ซึ่งอาจเกิดเป็นที่ราบกว้างหรือเป็นลอนคลื่นที่ประกอบด้วยเนินปุ่ม (KNOB) และหลุมแอ่ง (KETTLE) ที่ไม่ทางระคัมกันมากนัก โดยทั่วไปจะมีการระบายน้ำเร็ว และมีรูปแบบการระบายน้ำเป็นแบบสับสน (DERANGED PATTERN) ในภาพถ่ายจะเห็นเป็นสีอ่อนและเข้มกระจายไม่เป็นระเบียบ ถ้าแพเศษหินธารน้ำแข็งตกทับเป็นแนวตามค้ำข้างของธารน้ำแข็งจะเรียกว่า แพเศษหินธารน้ำแข็งข้างธาร (LATERAL MORAINE) ถ้าธารน้ำแข็งมากกว่าสองธารมาพบกันจะทำให้เกิดแพเศษหินธารน้ำแข็งกลางธาร (MEDIAL MORAINE) และเมื่อแพเศษหินธารน้ำแข็งตกทับถมที่ปลายธารจะเรียกว่า แพเศษหินธารน้ำแข็งปลายธาร (END MORAINE หรือ TERMINAL MORAINE) โดยทั่วไปจะมีรูปร่างเป็นเนินเขาที่มีความลาดชันปานกลางกระจายด้วยเนินปุ่มและหลุมแอ่งที่มีระคัมค่อนข้างต่างกัน ในภาพถ่ายจะมีสีจุดประขาวและดำซึ่งจะสัมพันธ์กับลักษณะภูมิประเทศ เนื้อหินผิวพื้นและปริมาณความชื้น สีจุดประนี้จะเห็นไ้ชัดในภาพถ่ายที่ถ่ายเมื่อไม่มีพืชพรรณธรรมชาติปกคลุมหรือมีปกคลุมเพียงเล็กน้อย แต่ถ้ามีพืชพรรณปกคลุมมากจะมองเห็นไ้ยาก

8.2.2 เนินครัมลิน (DRUMLIN) จะแปลไ้ไม่ยากจากภาพถ่ายทางอากาศมีลักษณะเป็นเนินเขารูปยาวเรียว วางตัวตามแนวทางเคลื่อนตัวของธารน้ำแข็งค้ำที่หันเข้าหาธารน้ำแข็ง เมื่อเคลื่อนตัวเข้ามาจะชันกว่าค้ำที่ธารน้ำแข็งเคลื่อนลงไป มีความลาดชันประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ ความยาวเป็นหลายเท่าของความกว้าง คือยาวประมาณ 1 - 3 กิโลเมตร ความกว้างประมาณ 200 - 600 เมตร และสูงประมาณ 10 - 50 เมตรมักเกิดเป็นกลุ่ม โดยทั่วไปจะไม่มีระบบน้ำที่สมบูรณ์เกิดขึ้นบนเนินครัมลินเดี่ยว ๆ เพราะมีขนาดเล็ก แต่ถ้าเกิดเป็นกลุ่มจะควบคุมระบบระบายน้ำให้เป็นแบบเทรลลิส พื้นที่ระหว่างเนินครัมลินอาจเป็นที่ราบหรือที่ลุ่มชื้นแฉะก็ได้ ความชันค้ำข้างของเนินครัมลินมักจะไม่ถูกกัดกร่อนอย่างรุนแรงเพราะ



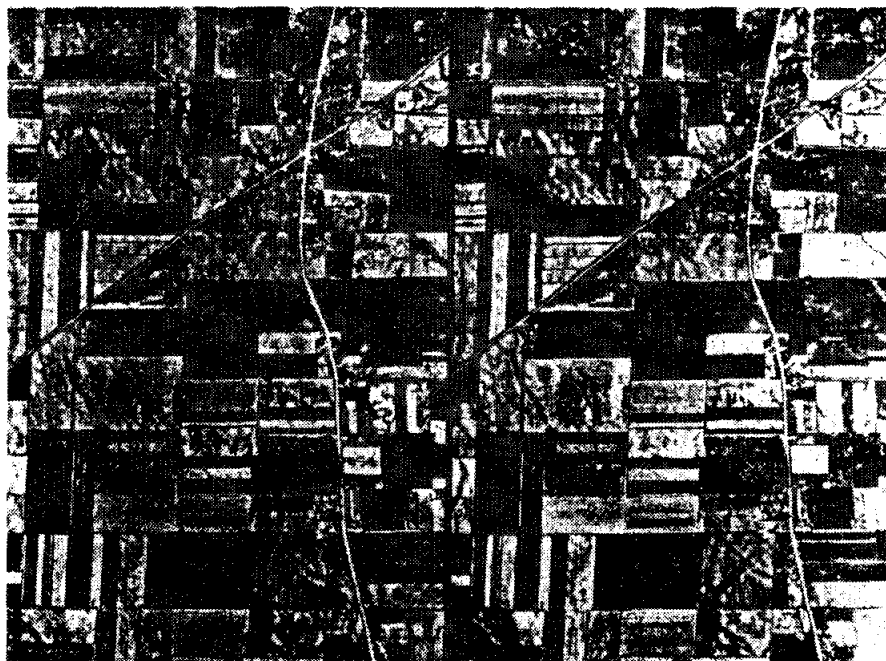
รูป 8.3 สเตอริโอแกรมแสดงเนินเอสเกอร์และตะพักเคม

ที่มา : Thomas M. illesand and Ralph W.Kiefer, *Remote Sensing and Image Interpretation*, 1979, หน้า 257.

ประกอบด้วยหินดินโคละธารน้ำแข็ง (TILL) ที่อัดตัวกันแน่นรวมทั้งได้มีการปรับปรุงวิธีการเพาะปลูกให้เข้ากับลักษณะภูมิประเทศ การถักกร่อนที่พบจะเป็นแบบผิวแผ่มากกว่าเป็นแบบริ้วซารหรือร่องซารสีของตัวเนินคริมดินที่เห็นในภาพถ่ายจะแตกต่างจากที่คำใกล้เคียงเพราะพืชที่ขึ้นแตกต่างกัน เช่น บนเนินคริมดินอาจเป็นต้นไม้จะต่างกับในเขตที่คำที่ไชลูคิอูตซึหรือชัญญูพิชที่ปลูกบนเนินคริมดินจะต่างกับพืชที่ขึ้นในที่ลุ่มชื้นเป็นต้น นอกจากนั้นความชันของดินยังทำให้สีแตกต่างกันด้วย การระบายน้ำที่คืบเนินคริมดินจะตรงข้ามกับการระบายน้ำที่เร็วในเขตที่คำ

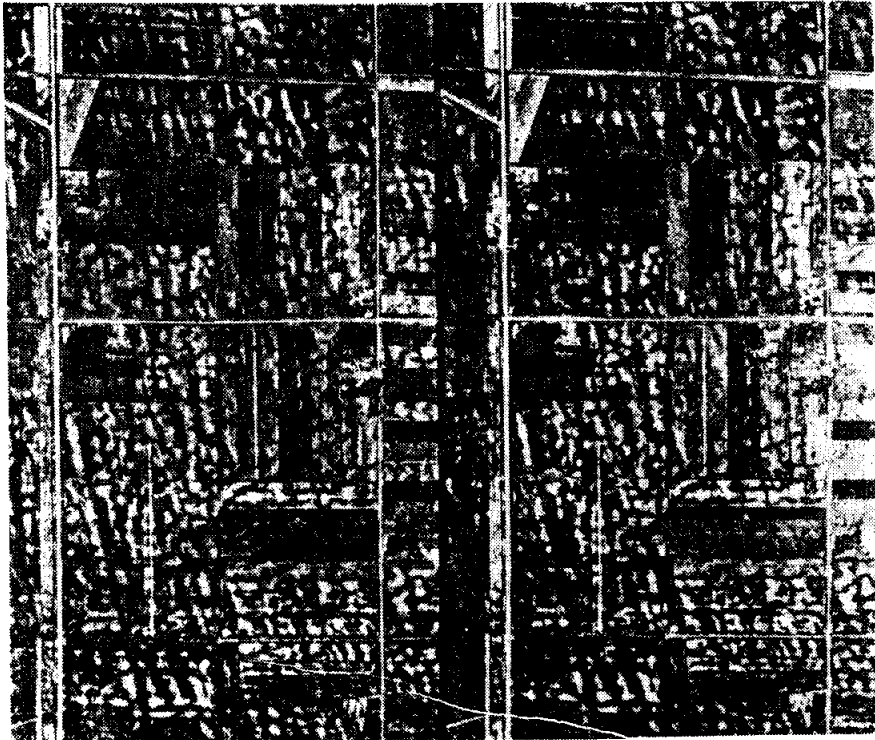
8.2.3 เนินเอสเกอร์ (ESKER) เป็นเนินกรวดทรายลักษณะคกเคี้ยวคล้ายทางน้ำโค้ง-ตัวคที่เกิเกิดขึ้นเนื่องจากตอนท้ายของธารน้ำแข็ง มีน้ำแข็งละลายไหลเป็นช่องอยู่ภายใต้ และไค้นำเอากรวดทรายมาทับถมกันเป็นชั้นมีรูปร่างเด่นชัดเห็นได้ง่ายในภาพถ่ายทางอากาศ เนินเอสเกอร์จะสูงประมาณ 5 - 20 เมตร กว้างประมาณ 50 - 100 เมตร และยาวตั้งแต่ 100 เมตรจนถึงหลาย ๆ กิโลเมตร ความชันคานข้างประมาณ 30 - 45 เปอร์เซ็นต์ ดินที่เกิดบนเนินเอสเกอร์จะระบายน้ำได้ดี จะพบทางน้ำผิวพื้นหรือร่องซารน้อยเพราะขนาดของเนินเอสเกอร์เล็ก สีของเนินเอสเกอร์ในภาพถ่ายจะแตกต่างจากบริเวณใกล้เคียงซึ่งโดยทั่วไปจะเป็น GROUND MORaine เพราะพืชพรรณธรรมชาติที่ขึ้นจะแตกต่างกัน บนเนินเอสเกอร์อาจจะมีพวกต้นไม้หรือหญ้าขึ้นปกคลุมในขณะที่พวกชัญญูพิชจะขึ้นบน GROUND MORaine

8.2.4 ตะพักเคม (KAME TERRACE) เกิเกิดขึ้นเพราะธารน้ำแข็งพากรวดทรายมาทับถมในบริเวณหุบเขา เมื่อน้ำแข็งละลายกรวดทรายนี้ก็ยังคงทับถมให้เห็นเป็นเนินยาวเตี้ยีความชันเป็นตะพักอยู่ระหว่างตัวธารน้ำแข็งกับผนังหุบเขานั้น อาจพบเดี่ยว ๆ หรือเป็นกลุ่มไม่ค่อยพบร่องซารบนตะพักเคม ถ้าเกิดร่องซารจะมีภาพหน้าตัดเป็นรูปตัว V วัสดุที่ประกอบเป็นตะพักเคมจะมีเนื้อหยาบจึงระบายน้ำได้ดี โดยทั่วไปจะเห็นเป็นสีอ่อนในภาพถ่าย บนตะพักเคมมักเป็นป่าไม้หรือทุ่งหญ้าซึ่งติดกับบริเวณ END MORaine ที่ไชลูคิอูตซึ



รูป 8.4 สเตอริโอแกรมแสดงที่ราบเศษหินธารน้ำแข็ง

ที่มา : Thomas M.Lillesand and Ralph W.Kiefer, Remote Sensing in Geomorphology, 1977, หน้า259.



รูป 8.5 สเตอริโอแกรมแสดงพื้นที่เขาบรอนซ์

ที่มา : Thomas M. Lillesand and Ralph W. Kiefer, Remote Sensing in Geomorphology, 1977, หน้า 262.

8.2.5 ที่ราบเศษหินธารน้ำแข็ง (OUTWASH PLAIN) เป็นที่ราบหรือ
 เกือบราบที่พุ่มต่อเนื่องจาก END MORaine ซึ่งประกอบด้วยชั้นของเศษหินและทรายที่ไหล
 ออกไปกับน้ำเมื่อธารน้ำแข็งละลาย ทรายและกรวดจะทับถมอยู่ปลายธารน้ำแข็งในขณะที่
 วัสดุขนาดละเอียดกว่าจะถูกน้ำพัดพาไปไกลกว่า อาจพบบ่อและหลุมแอ่งรูปกาทมน้ำกระจาย
 ทั่วไปในภาพถ่ายของบริเวณที่ราบจะเป็นสีเทาอ่อนและจะมีรอยค่างเป็นสีเข้มของบริเวณบ่อ หลุม-
 แอ่งรูปกาทมน้ำและร่องรอยทางน้ำ

8.2.6 พื้นที่ทะเลสาบธารน้ำแข็ง (GLACIAL LAKEBED) จะเห็นในภาพถ่าย-
 ทางอากาศเป็นลักษณะที่ราบหรือเป็นคลื่นน้อย ๆ สูงไม่เกินครึ่งเมตร ประกอบด้วยตะกอนเนื้อ
 ละเอียดคือ กินเหนียวหรือทรายแป้งที่ธารน้ำแข็งถกกร่อนและพามาทับถม กินที่เกิดในบริเวณ
 พื้นที่ทะเลสาบธารน้ำแข็งจะมีการระบายน้ำเร็วเพราะลักษณะภูมิประเทศที่เป็นที่ราบ ไม่มีทางน้ำ
 ไหลออกและระดับน้ำไต่किनสูง อาจพบลำน้ำที่เกิดเหนือขอบทะเลสาบไหลเป็นทางโค้งทวนข้าม
 ทะเลสาบ แต่ไม่ค่อยจะมีระบบทางน้ำผิวพื้นที่เกี่ยวข้องกับลำน้ำเหล่านี้มากนัก ถ้ามีการใช้
 บริเวณเหล่านี้ทำการเพาะปลูก เราจะเห็นจากการสร้างระบบระบายน้ำ เช่นคลองไคโน
 ภาพถ่าย พื้นที่ทะเลสาบธารน้ำแข็งจะมีสีคล้ำกว่าบริเวณใกล้เคียงที่ประกอบด้วยวัสดุที่ระบายน้ำ
 ไคดีกว่ามีจุดประปรายยาวไม่เรียบซึ่งถ้ามีสีอ่อนกว่าคือส่วนที่สูงกว่าและแห้งกว่า ถ้ามีสีแก่กว่า
 คือส่วนที่ต่ำกว่าและชื้นกว่า

8.3 บริเวณรอบพืดน้ำแข็ง (PERIGLACIAL)

บริเวณรอบพืดน้ำแข็งจะเป็นที่ติดต่อกับขอบนอกของธารน้ำแข็ง ในปัจจุบัน
 จะพบในเขตละติจูดสูงหรือในระดับสูง ๆ ซึ่งมีอุณหภูมิประจำปีต่ำมากอุณหภูมิจะขึ้น ๆ ลง
 ระหว่างจุดเยือกแข็ง น้ำที่อยู่ตามลาดเขาและลำน้ำจะแข็งตัวเกือบตลอดปีแต่จะละลายในช่วง
 ฤดูใบไม้ผลิและฤดูร้อนและจะกลายเป็นตัวการถกกร่อนที่สำคัญ ลำน้ำในเขตนี้อาจใหญ่จะเป็น
 แบบประสานสายและจะพัดพาตะกอนขนาดใหญ่และหยาบมาควมในบริเวณรอบพืดน้ำแข็งจะเกิด



รูป 8.6 ภาพถ่ายกิ่งของบริเวณพื้นดินมีลาวกสาย

ที่มา : William D. Thornbury, Principles of Geomorphology,
1969, หน้า 88.

กระบวนการเกลี่ยผิวของแผ่นดินรวมกับการกระทำของน้ำตามลาดเขาการพุท้งอยู่กับที่ ส่วนใหญ่จะเกิดเนื่องจากการพุท้งใกล้ซีกเปลือกแข็ง (FREEZE-THAW) คือการที่น้ำเกิดการแข็งตัวสลับกับการละลายจนทำให้หินเกิดแตกแยกและเกิดเป็นร่องขึ้นในหิน กรรมวิธีในการนำพาเอาเศษหินหินต่าง ๆ เหล่านี้มีทั้ง เศษหินเคลื่อน (DEBRIS FLOW) และการไหลของดิน (SOLIFLUCTION หรือ GELIFLUCTION) เป็นต้น ในบริเวณรอบที่ค้ำน้ำแข็งชั้นล่างจะแข็งตัวตลอดเวลาซึ่งเรียกว่า ชั้นดินเย็นแข็งตัวซึ่งอาจจะหนาตั้งแต่ 10 ไปถึง 1,000 ฟุต เหนือชั้นดินเย็นแข็งตัวจะเป็นชั้นดินข้างบนซึ่งน้ำแข็งจะละลายในช่วงฤดูร้อน ชั้นนี้อาจจะมีความหนาเป็นฟุตหรือเพียงแค่นิ้วก็ได้ ลักษณะต่าง ๆ ที่พบในบริเวณรอบที่ค้ำน้ำแข็งคือ

8.3.1 การไหลของดิน เป็นการเคลื่อนตัวอย่างช้า ๆ ของดินหินที่ค้ำน้ำลงมาตามลาดเขา อันเป็นผลจากการมีชั้นดินเย็นแข็งตัวอยู่ในชั้นล่าง เมื่อน้ำแข็งในชั้นดินบนเกิดละลายในฤดูร้อน และน้ำไม่สามารถซึมผ่านลงไปยังชั้นดินเย็นแข็งตัวข้างล่างได้จึงทำให้ชั้นดินข้างบนอืดตัวค้ำน้ำ ในสภาพดังกล่าวนี้ทำให้ดินชั้นบนเคลื่อนตัวลงมาในลักษณะคล้ายดินคืบ

8.3.2 พื้นดินมีลวดลาย (PATTERNED GROUND) เป็นบริเวณพื้นดินที่เกิดจากหินบนผิวพื้นดินที่ถูกจักเป็นแถวหรือเป็นวงกลม รูปเหลี่ยม ลายขวาง เป็นต้น เกิดจากหินถูกฉีกกันให้โป่งขึ้นจากผิวพื้นดินในระหว่างที่น้ำเกิดแข็งตัวสลับกับการละลายรูปร่างเหล่านี้จะเห็นได้ชัดเจนในภาพถ่ายทางอากาศ

8.3.3 เนินปิงโก (PINGO) เกิดจากน้ำที่แข็งและค้ำดินชั้นบนให้เป็นเนิน และมีแกนกลางเป็นน้ำแข็ง โคนนเหลวและน้ำ ความสูงอาจจะถึง 90 เมตรหรือน้อยกว่านี้ เนินปิงโกอาจจะคงตัวอยู่เป็นเวลา 2 - 3 ปี หรือนานกว่านี้ก็ได้ บางครั้งยอดอาจจะยุบพังลงมาเนื่องจากน้ำแข็งที่เป็นแกนเกิดละลาย



รูป 8.7 ตัวอย่างภาพถ่ายคิงบริเวณที่ปกคลุมด้วยธารน้ำแข็ง






ภาพแปลรูป 8.7 (ดู Legend ประกอบในหน้า 159)














ที่มา : ตัดแปลงจาก R.A. van Zuidam, Guide to Geomorphological Photo-Interpretation, 1973, หน้า 121.

LEGEND

GEOMORPHOLOGICAL UNITS

-  GLACIATED MOUNTAIN ZONE
-  GLACIER ICE
-  PERENNIAL SNOW

OTHER SYMBOLS

-  FAULT
-  JOINT
- +-, -WATER DIVIDE
-  BREAK OF SLOPE
-  GULLY / VALLEY
-  EROSION SCAR
-  SCREE FAN
-  GLACIALLY DAMMED LAKE
-  ARÊTE
-  LATERAL MORAINE
-  MEDIAL MORAINE
-  CREVASSES
-  DIRECTION OF GLACIER FLOW
-  CIRQUE