

ความสูงและทรวดทรง

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ผู้เรียนสามารถ เรียนรู้และ เข้าใจรวมทั้งสามารถตอบคำถามหรืออธิบาย
สิ่งต่อไปนี้ได้

1. อธิบายถึงความสำคัญของการแสดงความสูงต่ำในแผนที่ได้
2. บอกวิธีการแสดงความสูงและทรวดทรงของภูมิประเทศต่าง ๆ ในแผนที่ได้
3. บอกชนิดของ เส้นชั้นความสูงได้
4. อธิบายวิธีการสร้างภาพหน้าตัดได้

สาระสำคัญ

1. ความสำคัญของความสูงและทรวดทรง

แผนที่เป็นภาพพื้นแบนที่แสดงข้อมูลและข่าวสารด้วยลายเส้น ข้อมูลและข่าวสาร
ของแผนที่นั้นคือรายละเอียดต่าง ๆ ของพื้นผิวโลก ไม่ว่าจะเป็นบนบกหรือในน้ำ ดังนั้น
ข้อมูลและข่าวสารหรือรายละเอียดที่จะต้องแสดงในแผนที่จึงมีมากมายทั้งในแนวราบและแนว
ตั้ง ทั้งนี้เนื่องจากพื้นผิวโลกมิได้ราบเรียบเสมอกันไปหมดแต่ประกอบด้วยภูมิประเทศที่สูงต่ำ
มากมายและยังมีรูปลักษณะที่ผิดแผกแตกต่างกันไปในแต่ละส่วนของโลก ดังนั้น นอกจากความ
จำเป็นที่จะต้องมึสัญลักษณ์แทนรายละเอียดแผนที่ เพื่อสร้างความเข้าใจแก่ผู้อ่านแผนที่แล้วยัง
จะต้องมีสัญลักษณ์แสดงส่วนที่เป็นความสูงและทรวดทรงด้วย เพื่อประกอบความเข้าใจในการ
ใช้แผนที่มากขึ้น จากความรู้เกี่ยวกับมาตราส่วน ระยะทาง เส้นโครงแผนที่และรายการขอบ
ระวางแผนที่ต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นข้อมูลเบื้องต้นทำให้ผู้ใช้แผนที่สามารถกำหนดตำแหน่ง ทิศทาง

และระยะทางได้อย่างถูกต้องแม่นยำ แต่ความไม่สม่ำเสมอของพื้นผิวโลกหรือระดับความสูงต่ำของผิวโลกมีแตกต่างกันไป เช่น อาจจะเป็นภูเขา หน้าผา ล้นเขา ที่ทรุดต่ำ เป็นต้น ดังนั้น ผู้ใช้แผนที่ในภูมิประเทศจริงจะต้องคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้ด้วย การกำหนดตำแหน่ง ทิศทาง และระยะทางจึงจะถูกต้องอย่างสมบูรณ์ ในทางการทหารถือว่า รายละเอียดที่เป็นความสูงและทรวดทรงมีความจำเป็นมากทั้งในเรื่องการวางแผนการรบภาคพื้นดินและการใช้อาวุธปล่อยทางยุทธวิธี เช่น จรวดนำวิถี ปืนใหญ่ เป็นต้น ผลการคำนวณในเรื่องตำแหน่งทิศทาง และระยะทางจะส่งผลโดยตรงกับความสำเร็จในการปฏิบัติการทางทหารเหล่านั้น

ในแผนที่ภูมิประเทศทั่วไปของประเทศไทย เช่น แผนที่ทหารชุด L 708 และ L 7017 ได้แสดงความสูงและความต่างระดับด้วยเส้นชั้นความสูง (Contour line)

2. การแสดงระดับความสูง

โดยทั่วไประดับความสูง (Elevation) หมายถึง ระยะที่วัดในแนวตั้ง (Vertical distance) โดยถือเอาระดับน้ำทะเลปานกลาง (Mean sea level) เป็นเกณฑ์มาตรฐาน สำหรับประเทศไทยได้ถือระดับน้ำทะเลปานกลางที่เกาะหลัก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เช่น ตำบล ก. มีระดับความสูง 615 เมตร แสดงว่า ตำบล ก. มีระดับความสูง 615 เมตร จากค่าเฉลี่ยของระดับน้ำทะเลปานกลางที่เกาะหลัก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สำหรับความสูงต่ำของพื้นผิวโลก (Relief) หมายถึง ความสูงที่แตกต่างกันของตำบล 2 ตำบลบนพื้นผิวโลก เช่น ตำบล ข. มีระดับความสูง 510 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง แสดงว่า ความสูงต่ำระหว่างตำบล ก. กับตำบล ข. เท่ากับ 105 เมตร ในระยะความสูงที่ต่างระดับกันดังกล่าวนี้ ประกอบกับระดับความสูงและความต่างระดับในพื้นที่อื่น ๆ ในแผนที่ภูมิประเทศย่อมประมวลเป็นรูปร่างของภูมิประเทศที่แตกต่างกันออกไป ในระดับความสูงขนาด 105 เมตรนั้น ในสภาพภูมิประเทศจริงอาจเป็นลาดเขาที่คนสามารถเดินไปมาหากันได้หรืออาจจะเป็นหน้าผาสูงชันก็ได้ ลักษณะเช่นนี้หากแสดงด้วยหุ่นจำลอง (model) หรือภาพหน้าตัด (Profile) ก็จะสามารถเห็นสภาพภูมิประเทศเป็นรูปทรงได้ง่ายเพราะมีความต่างระดับกันนั่นเอง

แผนที่แต่ละระวางจะแสดงความสูงของภูมิประเทศแตกต่างกันออกไปตามความเหมาะสม โดยทั่วไปแล้วแผนที่ภูมิประเทศสามารถจะแสดงระดับความสูงของภูมิประเทศได้หลายวิธี ดังนี้

2.1 หมุ่ระดับ (Bench mark) การแสดงระดับความสูงด้วยหมุ่ระดับในแผนที่ทั่วไปอาจจะแสดงด้วยสัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังนี้

2.1.1 แสดงด้วยจุดพร้อมกำกับตัวเลขแสดงค่าระดับความสูงไว้ด้วย เช่น .270 หมายความว่า ณ ที่จุดนั้นมีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 270 เมตร

2.1.2 แสดงด้วยสัญลักษณ์รูปสามเหลี่ยมมีจุดตรงกลางพร้อมกำกับตัวเลขแสดงค่าระดับความสูงไว้ด้วย เช่น \triangle 125 หมายความว่า ณ ที่จุดนั้นมีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 125 เมตร

2.1.3 แสดงด้วยสัญลักษณ์รูปตัวอักษร \times ในภาษาอังกฤษ พร้อมกำกับตัวเลขแสดงค่าระดับความสูงไว้ด้วย เช่น \times 187 หมายความว่า ณ ที่จุดนั้นมีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 187 เมตร

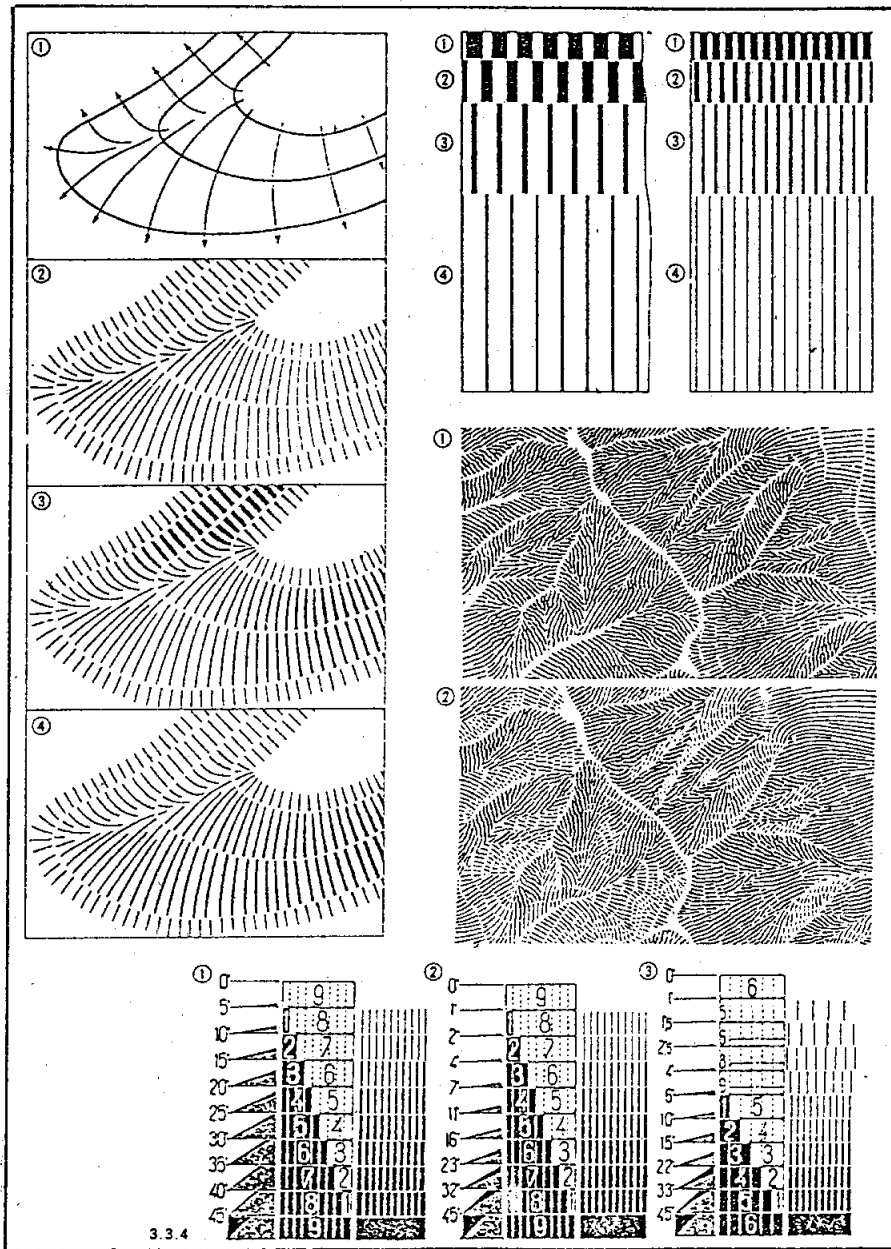
ในการแสดงด้วยหมุ่ระดับทั้งสามแบบข้างต้นนั้นจะแสดงด้วยสี 2 สี คือ สีดำกับสีแดง สีดำ หมายถึง จุดระดับความสูงที่ตรวจสอบค่าแล้ว สีแดง หมายถึง จุดระดับความสูงที่ยังไม่ได้ตรวจสอบค่า อย่างไรก็ตาม การแสดงค่าระดับความสูงด้วยวิธีใช้หมุ่ระดับนี้ ผู้ใช้แผนที่จะทราบแต่เพียงว่า ณ ที่จุดที่ลงหมุ่ไวนั้นมีค่าระดับความสูงเท่าไร ไม่สามารถจินตนาการให้เห็นสภาพรายละเอียดของภูมิประเทศรอบบริเวณนั้นได้

2.2 เส้นรูปลักษณะ (Form line) การแสดงระดับความสูงด้วยเส้นรูปลักษณะซึ่งหมายถึงเส้นที่แสดงรูปร่างลักษณะของภูมิประเทศเท่านั้น ไม่มีการกำหนดตัวเลขกำกับค่าระดับความสูง เนื่องจากเส้นรูปลักษณะเขียนขึ้นโดยไม่ได้กำหนดความสูงจากมาตรฐานระดับน้ำทะเลปานกลาง ดังนั้น รูปลักษณะที่ปรากฏจึงเป็นเพียงบอกให้ผู้ใช้แผนที่ได้ทราบเฉพาะรูปร่างลักษณะของภูมิประเทศบริเวณนั้นเท่านั้น

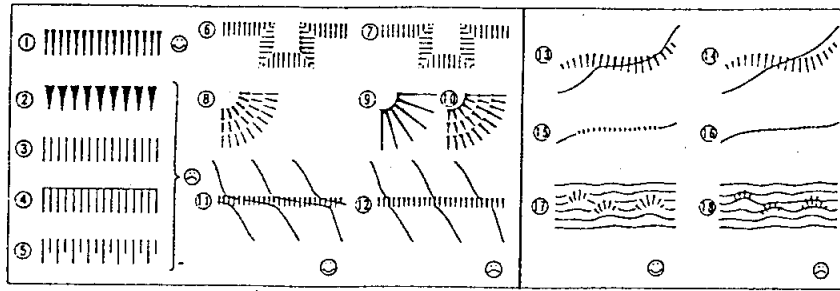
2.3 เส้นลายขวานลับหรือเส้นลาดเขา (Hachures) เส้นลายขวานลับหรือเส้นลาดเขาเป็นเส้นที่ขีดสั้น ๆ ไปตามทิศทางและอาการลาดของภูมิประเทศ โดยทั่วไปมักจะใช้น้ำตาลขีดเป็นแนวสั้น ๆ ขีดกันบ้าง ห่างกันบ้าง หากบริเวณพื้นที่ใดมีความลาดชันมากเส้นที่ขีดจะชิดกันมาก หากบริเวณพื้นที่ใดมีความลาดชันน้อยเส้นที่ขีดก็จะค่อนข้างห่างจากกันมากขึ้น การแสดงค่าความสูงด้วยวิธีนี้ผู้ใช้แผนที่สามารถทราบได้ว่าบริเวณพื้นที่ใดในภูมิประเทศจริงมีค่าความสูงแตกต่างกัน และทราบถึงการเรียงตัวของรายละเอียดต่าง ๆ เช่น แนวสันเขา แนวลำน้ำ บริเวณที่ราบ เป็นต้น อย่างไรก็ตามผู้ใช้แผนที่ก็ยังไม่สามารถทราบค่าระดับความสูงและความลาดชันที่แน่นอนได้

2.4 การใช้เงา (Shade relief) เป็นการแสดงระดับความสูงด้วยการแลเงาซึ่งสามารถแสดงให้เห็นแก่ผู้ใช้งานที่เกิศจินตนาการว่าพื้นที่ใดสูงพื้นที่ใดต่ำในสภาพภูมิประเทศจริง ทั้งนี้โดยอาศัยหลักการที่ว่าพื้นที่ที่มีความลาดชันมากหรือมีระดับความสูงมาก อัตราการแลเงาก็จะเข้มกว่าบริเวณที่มีความลาดชันน้อยหรือมีระดับความสูงน้อย การแสดงค่าระดับความสูงโดยวิธีนี้ผู้ทำแผนที่จะต้องมีความสามารถในการเชิงศิลป์เป็นอย่างสูง ทั้งนี้เพื่อที่จะออกแบบสร้างภาพแลเงาให้ดูสวยงาม เข้าใจง่าย และถูกต้องตามความเป็นจริงด้วย อย่างไรก็ตาม การแสดงค่าระดับความสูงด้วยวิธีนี้ก็ยังไม่สามารถทราบค่าระดับความสูงและความลาดชันที่แน่นอนได้

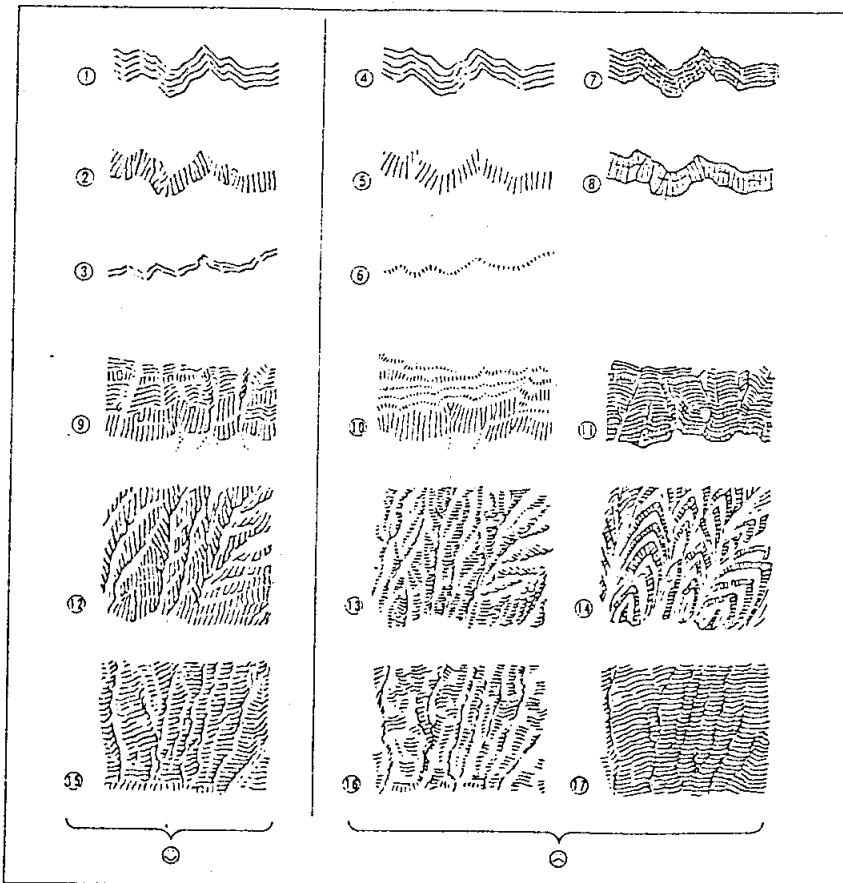
2.5 แถบสี (Layer tinting) การแสดงระดับความสูงด้วยวิธีการใช้แถบสีระบายลงในแผนที่เป็นการสร้างรูปลักษณะคล้ายกับการใช้เงา แต่สามารถทำได้อย่างชัดเจนกว่าเนื่องจากมีสีให้เลือกมากกว่าการแลเงาซึ่งใช้เพียงสีเดียว ข้อดีคือ สามารถทำให้ผู้ใช้แผนที่เข้าใจความแตกต่างของระดับความสูงในภูมิประเทศจริงได้เด่นชัดขึ้น ข้อเสียคือ อาจจะทำให้ความยุ่งยากให้กับผู้ใช้แผนที่ที่ยังไม่คุ้นเคย นอกจากนั้นต้นทุนการผลิตแผนที่ก็สูงชันมาก การแสดงค่าความสูงด้วยวิธีนี้ผู้ใช้แผนที่ก็ไม่สามารถทราบค่าความสูงและความลาดชันที่แน่นอนได้โดยทั่วไปแล้วสีที่มักใช้มีดังนี้



รูปที่ 7.1 รูปแบบของการสร้างเส้นลายขวานลับ



รูปที่ 7.2 เส้นลายขวานลับไนบริ บริเวณที่มีความลาดชันมาก รูปค้ำนซ้ายมือ เป็นรูปแบบที่ค้ำกว่ารูปค้ำนขวามือ



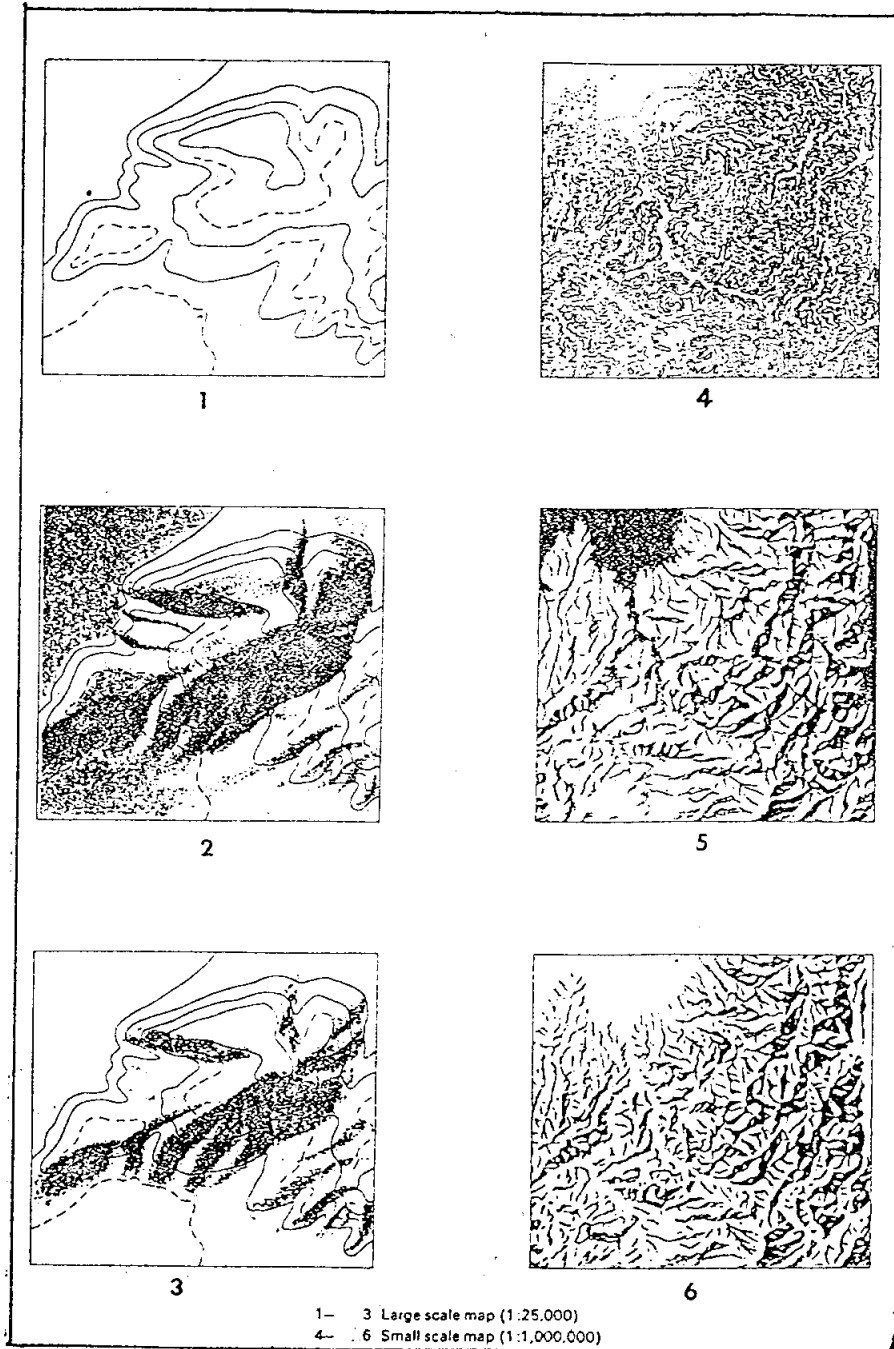
รูปที่ 7.3 เส้นลายขวานลับไนบริ บริเวณที่ราบที่เป็นหินแข็งและ หน้าผาสูงชัน รูปค้ำนซ้ายมือเป็นรูปแบบที่ค้ำกว่ารูปค้ำนขวามือ

- | | | |
|-------|--------------|--------------------------------------------------|
| 2.5.1 | สีน้ำเงินแก่ | แสดงความลึกมาก ๆ ของทะเล มหาสมุทร |
| 2.5.2 | สีฟ้าอ่อน | แสดงเขตนํ้าตื้นหรือไหล่ทวีป |
| 2.5.3 | สีเขียว | แสดงที่ราบในระดับต่ำ |
| 2.5.4 | สีเหลือง | แสดงความสูงจากที่ราบต่ำขึ้นไป |
| 2.5.5 | สีแสด | แสดงความสูงของภูเขาที่สูงปานกลาง |
| 2.5.6 | สีแดง | แสดงความสูงของภูเขาที่สูง |
| 2.5.7 | สีน้ำตาล | แสดงความสูงของภูเขาที่สูงมาก |
| 2.5.8 | สีขาว | แสดงความสูงของภูเขาที่สูงมากที่สุดจนมีหิมะปกคลุม |

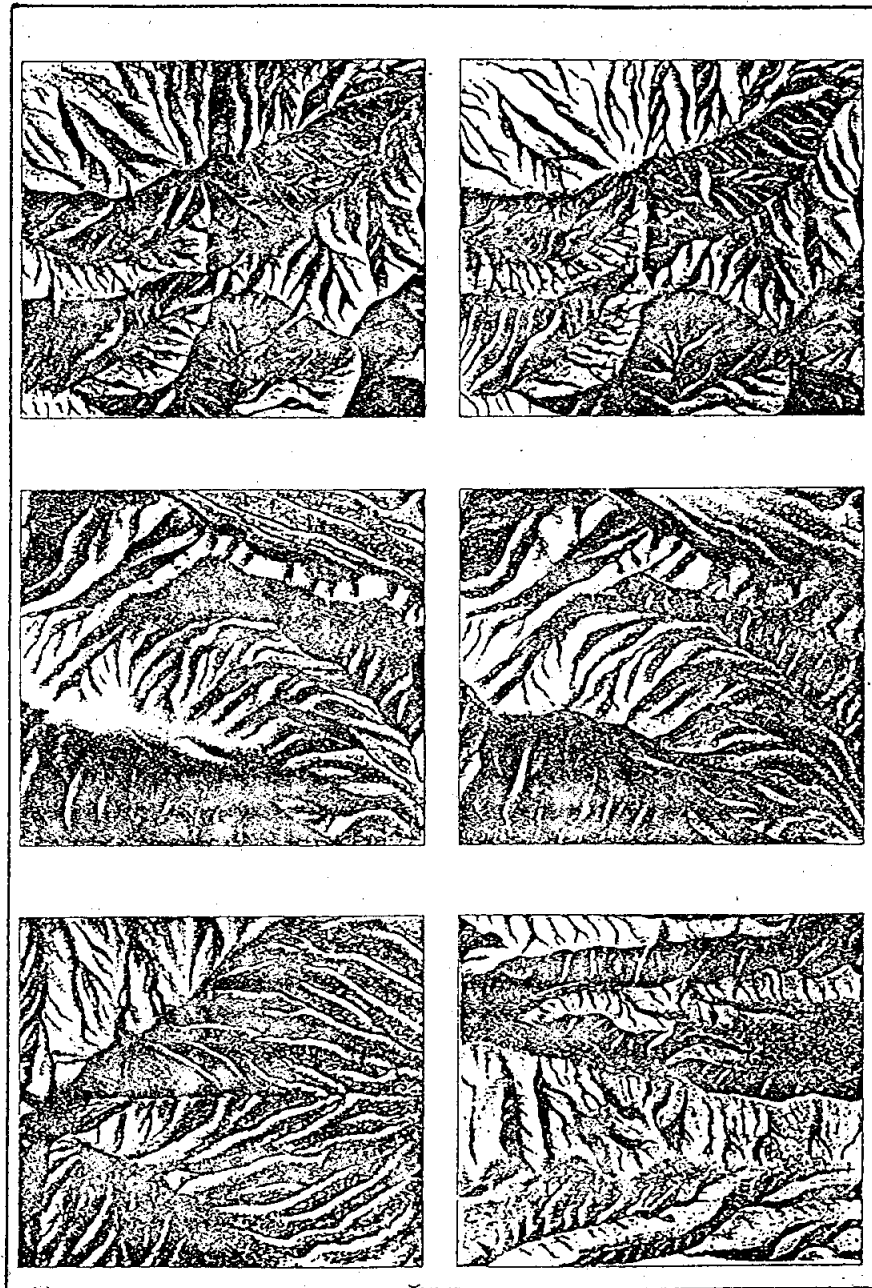
2.6 เส้นเขาและลำน้ำ (Ridge and Stream lining) เป็นการแสดงระดับความสูงโดยวิธีแสดงรายละเอียดแนวเส้นสันเขาและแนวเส้นลำน้ำ เพื่อบอกให้ผู้ใช้แผนที่ทราบถึงตำแหน่งของบริเวณที่เป็นที่สูงและที่ต่ำได้อย่างชัดเจน แม้จะไม่มีตัวเลขกำกับแสดงค่าระดับความสูงไว้ แต่ก็ เป็นแนวทางพอที่จะให้ผู้ใช้แผนที่เข้าใจสภาพภูมิประเทศจริงได้ แนวสันเขามักใช้สีน้ำตาล แนวลำน้ำใช้สีน้ำเงิน ส่วนใหญ่มักจะใช้กับการแปลภาพถ่ายทางอากาศ

2.7 เส้นชั้นความลึก (Depth curve) การแสดงระดับความสูงด้วยเส้นชั้นความลึกจะใช้แสดงถึงลักษณะภูมิประเทศใต้น้ำ ในแผนที่ภูมิประเทศทั่วไป เส้นชั้นความลึกจะมีลักษณะและคุณสมบัติคล้ายกับเส้นชั้นความสูง (contour line) แต่จะยึดที่ระดับน้ำทะเลลงต่ำเป็นพื้นฐานมากกว่าจะใช้ระดับน้ำทะเลปานกลาง

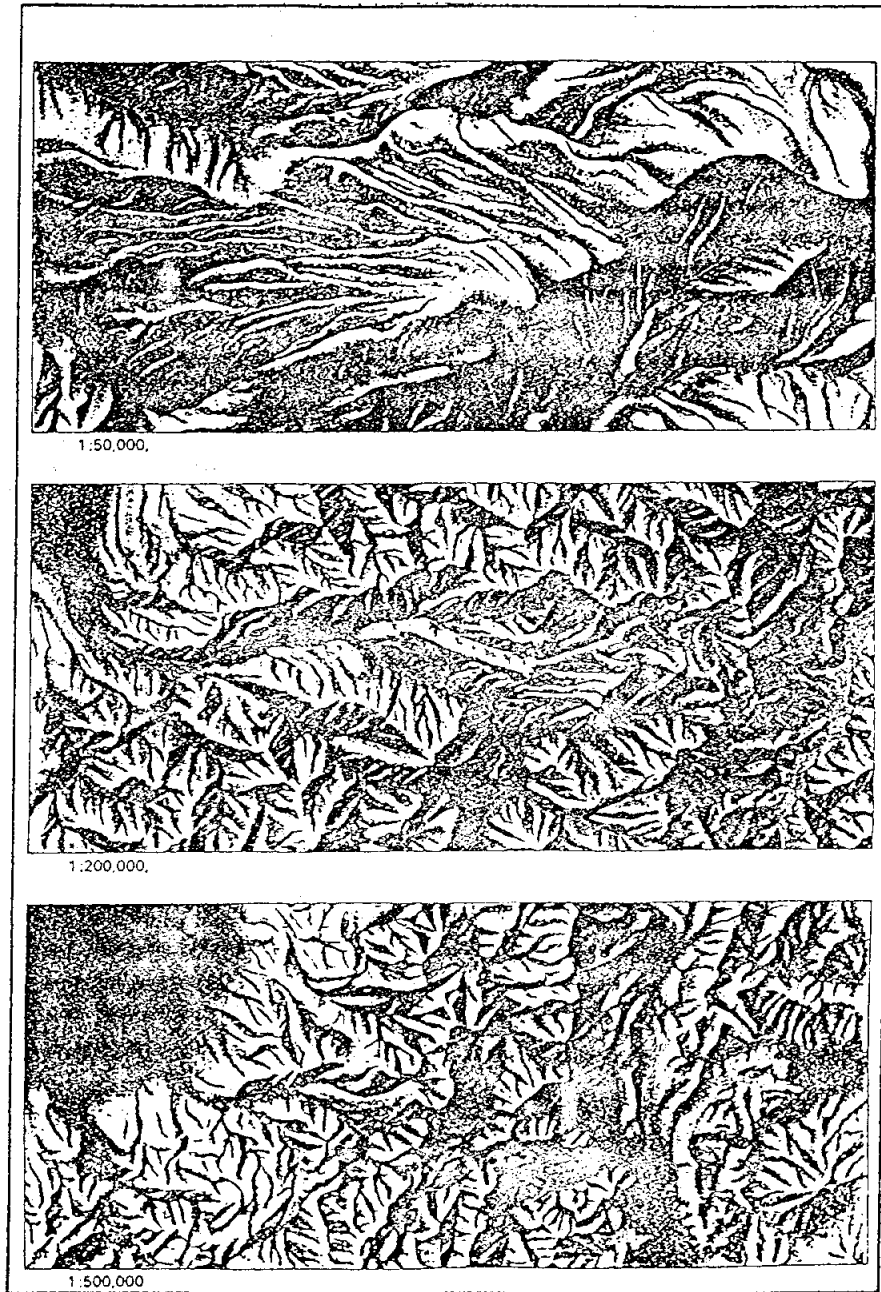
2.8 เส้นชั้นความสูง (Contour lines) การแสดงค่าระดับความสูงด้วยเส้นชั้นความสูงจะพบได้ทั่วไปในแผนที่ภูมิประเทศระวางต่าง ๆ ซึ่งการแสดงค่าระดับความสูงด้วยวิธีนี้ถือว่า สมบูรณ์แบบที่สุด ผู้ใช้แผนที่สามารถทราบค่าระดับความสูงได้อย่างแน่นอนชัดเจนโดยตัวเลขแสดงค่าระดับความสูงที่กำกับไว้ที่เส้นชั้นความสูงนั้น ๆ นอกจากนั้นการวางตัวของเส้นชั้นความสูงในแผนที่จะสามารถทำให้ผู้ใช้แผนที่จินตนาการให้เห็นทรวดทรงของรายละเอียดต่าง ๆ ในภูมิประเทศได้



รูปที่ 7.4 รูปแบบต่าง ๆ ของเส้นลายขวานลับ รูปค้ำนซ้ายมือเป็นการเขียนเส้นลายขวานลับของแผนที่มาตราส่วนใหญ่ รูปค้ำนขวามือเป็นการเขียนเส้นลายขวานลับของแผนที่มาตราส่วนเล็ก



รูปที่ 7.5 รูปแบบต่าง ๆ ของการใช้เงา รูปด้านซ้ายมือเป็นรูปแบบ
ของการใช้เงาที่ต่ำกว่ารูปด้านขวามือ



รูปที่ 7.6 การใช้เงาในแผนที่มาตราส่วนต่าง ๆ กัน

เส้นชั้นความสูง คือ เส้นสมมุติที่ลากไปตามพิกัดภูมิประเทศบนแผนที่ภูมิประเทศ ผ่านจุดที่มีความสูงเท่ากัน นั่นคือ จุดทุกจุดบนเส้นชั้นความสูงเส้นเดียวกันจะมีค่าระดับความสูงเท่ากัน เส้นชั้นความสูงจะแสดงรูปแบบของภูมิประเทศโดยถือมาตรฐานระยะความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง คุณสมบัติทั่วไปของเส้นชั้นความสูงมีดังนี้

- 2.8.1 เส้นชั้นความสูงทุกเส้นจะแสดงค่าระดับความสูงในแนวตั้ง
- 2.8.2 เส้นชั้นความสูงทุกเส้นจะอยู่ในพื้นแนวนอนและระนาบเดียวกัน
- 2.8.3 เส้นชั้นความสูงยังแสดงรูปแบบและลักษณะภูมิประเทศด้วย
- 2.8.4 เส้นชั้นความสูงเป็นเส้นปิด หมายความว่า จะบรรจบตัวเองเป็นวง ๆ ไป แต่ในแผนที่ที่ระวางเดียวหรือมากกว่าอาจจะไม่ปรากฏวงปิดที่สมบูรณ์ได้ เมื่อนำแผนที่ระวางที่ติดต่อกันมาเรียงติดต่อกันเข้าหลาย ๆ ระวาง จึงจะบรรจบเป็นวงปิด
- 2.8.5 เส้นชั้นความสูงแต่ละช่วงเส้น อาจมีระยะห่างต่าง ๆ กัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศ เช่น ภูมิประเทศที่มีความลาดชันมาก เส้นชั้นความสูงก็จะชิดกันมากกว่าภูมิประเทศที่มีความลาดชันน้อย
- 2.8.6 เส้นชั้นความสูงโดยปกติจะไม่ทับกัน ยกเว้นบริเวณที่เป็นหน้าผาชัน
- 2.8.7 เส้นชั้นความสูงจะหันด้านแหลมไปยังต้นน้ำเสมอ
- 2.8.8 ทุก ๆ ตำแหน่งบนเส้นชั้นความสูงเส้นเดียวกันจะมีค่าความสูงเท่ากัน

3. ชนิดของเส้นชั้นความสูง

เนื่องจากคุณสมบัติของเส้นชั้นความสูงซึ่งทุกเส้นจะมีคุณสมบัติเหมือนกัน แต่สภาพพื้นผิวโลกที่แท้จริงมีความแตกต่างกันอยู่เสมอไม่มากก็น้อย ดังนั้น พื้นที่ใดที่มีความสูงค่าแตกต่างกันมาก ความถี่ของเส้นชั้นความสูงก็จะมีความถี่ขึ้นซึ่งบางครั้งอยู่ชิดกันมากจนอาจดูสับสน สังเกตตัวเลขกำกับค่าความสูงไม่ชัด การเขียนเส้นชั้นและตัวเลขกำกับก็ทำได้ไม่สะดวกเพราะพื้นที่

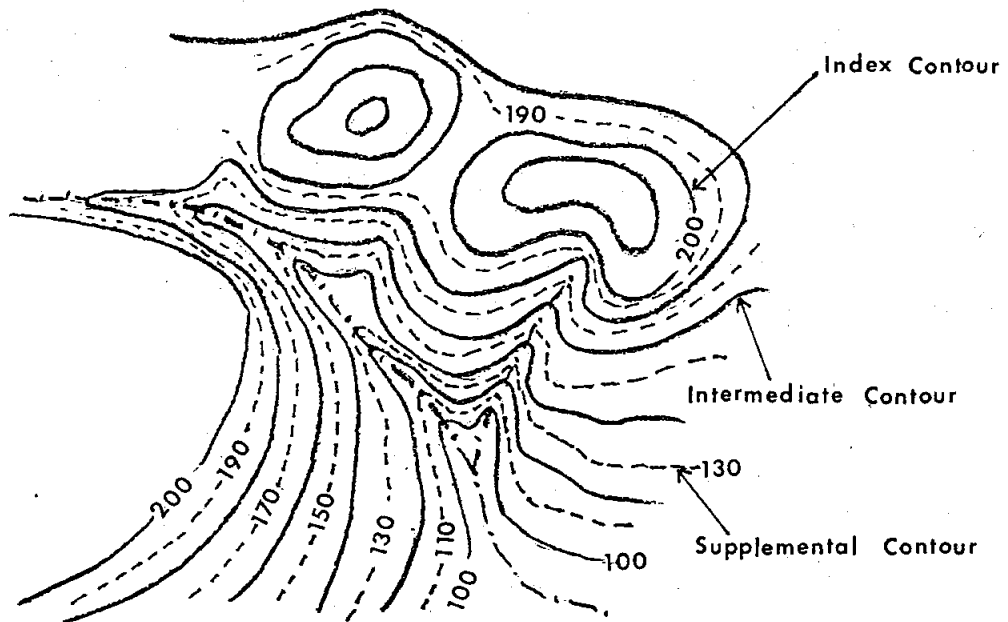
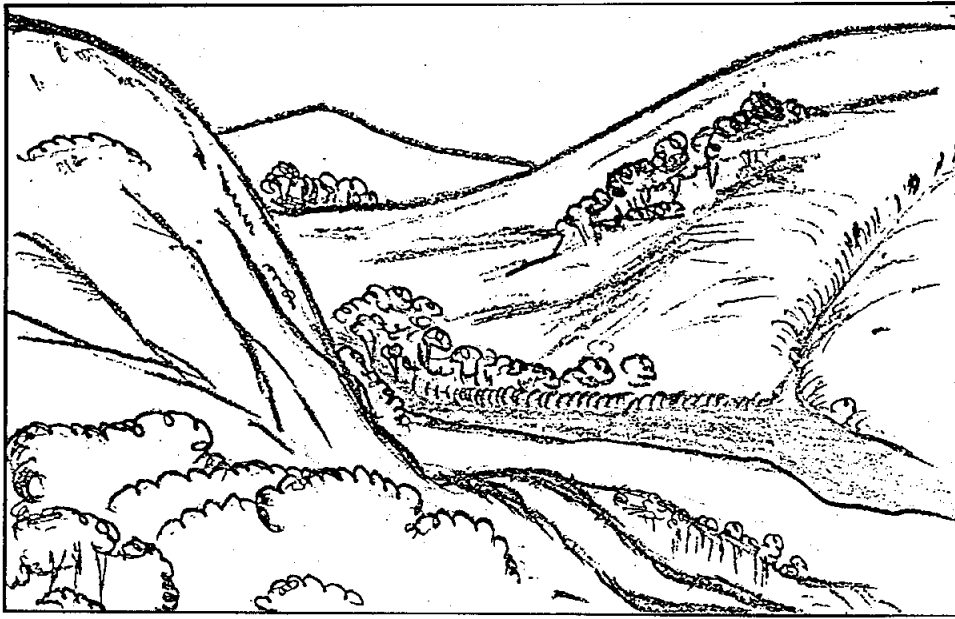
จำกัดมาก บางพื้นที่ที่มีความสูงต่ำน้อยหรือที่ราบเรียบ เส้นชั้นความสูงจะห่างกันมาก ทำให้จินตนาการภาพภูมิประเทศจริงได้ไม่ชัดเจน จึงได้กำหนดลักษณะและสัญลักษณ์ของเส้นชั้นความสูงออกเป็น 5 แบบ เพื่อให้ผู้ใช้แผนที่สามารถพิจารณาแผนที่ในเรื่องของความสูงและทรวดทรงได้ง่ายขึ้น ดังนี้

3.1 เส้นชั้นความสูงครรชนี (Index contour) เป็นชั้นความสูงครรชนีที่ดีว่าเป็นเส้นชั้นความสูงหลัก ซึ่งจะบอกค่าระดับความสูงด้วยเลขลงตัว เช่น 0, 100, 200, 300.... ใช้เส้นที่หนาใหญ่กว่าเส้นชั้นความสูงอื่น ๆ

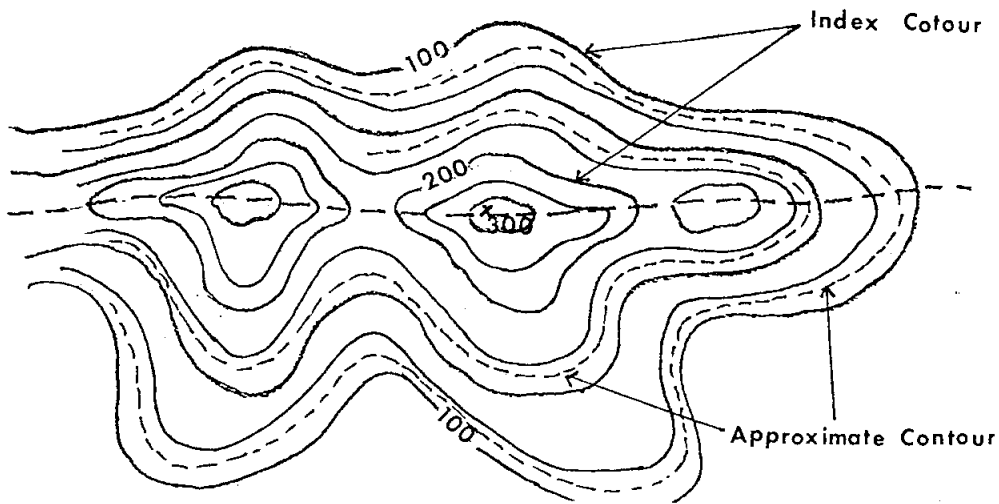
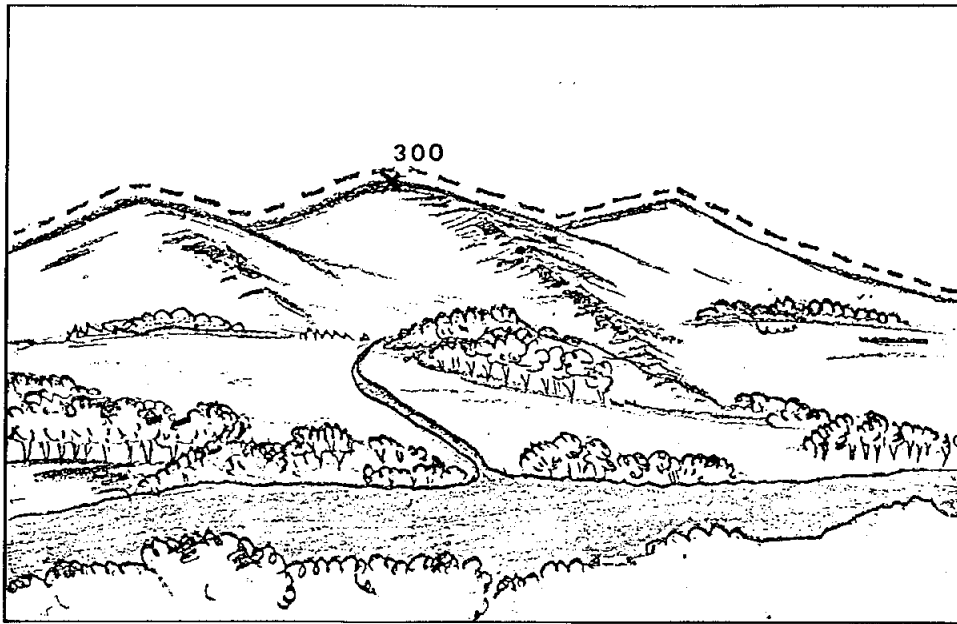
3.2 เส้นชั้นความสูงมัธยันตร์ (Intermediate contour) เส้นชั้นความสูงมัธยันตร์เป็นเส้นชั้นความสูงที่บอกค่าความสูงรองจากเส้นชั้นความสูงครรชนีละเอียดยิ่งขึ้นอีก เช่น ในแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร ชุด L 708 และ L 7017 จะมีช่วงชั้นความสูงช่วงละ 20 เมตร ดังนั้น ความถี่ของเส้นชั้นความสูงมัธยันตร์จะเริ่มจาก 20, 40, 60, 80, 120, 140, 160, 180, 220,.... ใช้เส้นที่ที่ไม่มีช่วงขาดตอนและไม่มีตัวเลขกำกับไว้ ขนาดของเส้นจะเล็กกว่าเส้นชั้นความสูงครรชนี

3.3 เส้นชั้นความสูงแทรก (Supplemental contour) เส้นชั้นความสูงแทรกเป็นเส้นชั้นความสูงที่แทรกอยู่ระหว่างเส้นชั้นความสูงมัธยันตร์เพื่อแสดงความสูงที่ละเอียดมากขึ้นไปอีก ทั้งนี้เนื่องจากพื้นผิวโลกบริเวณนั้นมีเส้นชั้นความสูงมัธยันตร์ห่างกันมากอันเนื่องมาจากความต่างระดับของพื้นผิวโลกมีน้อย เส้นชั้นความสูงแทรกโดยทั่วไปจะแสดงด้วยเส้นประ เช่น ในแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหารชุด L 708 และ L 7017 กำหนดให้ใช้เส้นชั้นความสูงแทรกช่วงละ 10 เมตร ดังนั้น ความถี่ของเส้นชั้นความสูงแทรกจะถูกกำหนดตัวเลขระดับความสูงโดยเริ่มจาก 30, 50, 70, 90, 110, 130, 150, 170, 190, 210,.. เส้นชั้นความสูงแทรกมักจะมีตัวเลขกำกับค่าระดับความสูงไว้ด้วย

3.4 เส้นชั้นความสูงประมาณ (Approximate contour) เส้นชั้นความสูงประมาณเป็นเส้นชั้นที่ผู้ทำแผนที่กำหนดขึ้นเองโดยการประมาณ โดยใช้ประสบการณ์และรูปร่าง



รูปที่ 7.7 แสดงลักษณะภูมิประเทศและเส้นชั้นความสูงตรงขั้น, เส้นชั้นความสูง
มัธยมและเส้นชั้นความสูงแทรก



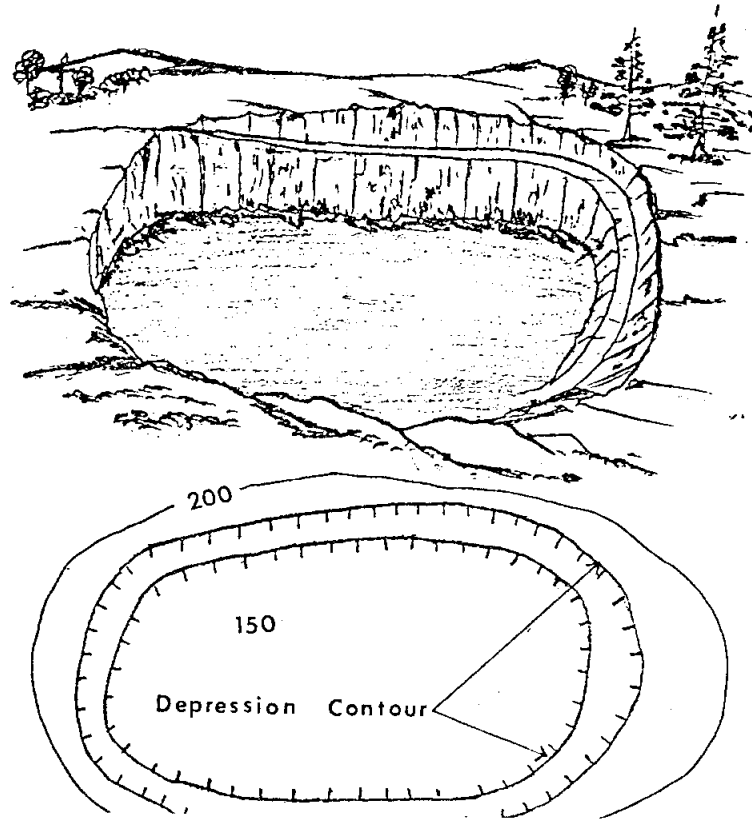
รูปที่ 7.8 แสดงลักษณะภูมิประเทศและเส้นชั้นความสูงครรชนีและเส้นชั้นความสูงประมาณ

ลักษณะของพื้นผิวโลกบริเวณใกล้เคียงเป็นองค์ประกอบ ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณพื้นที่ดังกล่าว ผู้ทำแผนที่ไม่มีข้อมูลในส่วนที่เกี่ยวข้องกับระดับความสูงและทรวดทรงที่แท้จริง อาจมีสาเหตุมาจากพื้นที่ดังกล่าวไม่สามารถเข้าสำรวจได้ทางภาคพื้นดิน หรืออาจจะเนื่องจากภาพถ่ายทางอากาศที่ถูกลำมาใช้ทำแผนที่ที่ทันสมัยหรือไม่ดีหรือถูกกลุ่มเมฆบัง หรืออาจจะเกิดจากกรณีอื่นใดที่ผู้ทำแผนที่ไม่สามารถหาข้อมูลพื้นที่บริเวณนั้นได้ ดังนั้นในพื้นที่บริเวณดังกล่าวผู้ทำแผนที่จึงใช้เส้นประเพื่อประมาณความสูงโดยอาจจะเขียนต่อจากเส้นชั้นความสูงครรชนหรือเส้นชั้นความสูงมัธยันตร์ก็ได้ ในกรณีนี้ผู้ใช้แผนที่ต้องตระหนักดีว่าความผิดพลาดในเรื่องระดับความสูงและทรวดทรงของเส้นชั้นความสูงประมาณจะเกิดขึ้นได้เสมอ

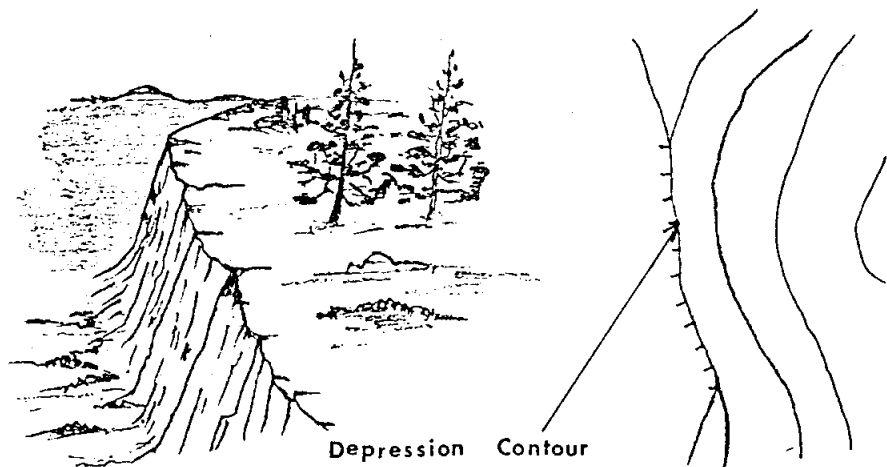
3.5 เส้นชั้นความสูงบริเวณที่แอ่งต่ำ (Depression contour) เส้นชั้นความสูงบริเวณที่แอ่งต่ำจะใช้แสดงพื้นที่ที่ต่ำกว่าบริเวณรอบ ๆ ของเส้นชั้นความสูงชนิดอื่น ๆ ลักษณะพื้นที่อาจเป็นแอ่งดินหรือแอ่งน้ำลึกลงไป ลักษณะของเส้นชั้นความสูงชนิดนี้โดยทั่วไปจะเหมือนกับเส้นชั้นความสูงอื่น ๆ แต่จะมีขีดสั้น ๆ ในแนวตั้งฉากกับเส้นชั้นความสูงและหันด้านปลายของขีดไปในทิศทางแนวที่ลาดลงของพื้นที่ที่เป็นแอ่งต่ำนั้น

4. วิธีการเขียนเส้นชั้นความสูงแสดงความสูงค่าของภูมิประเทศ

การเขียนเส้นชั้นความสูงแสดงความสูงค่าของภูมิประเทศอาจจำแนกได้ออกเป็นสองลักษณะใหญ่ ๆ คือ การเขียนเส้นชั้นความสูงโดยอาศัยระบบการสำรวจภาคพื้นดินด้วยวิธีทำเป็น spot elevation ส่วนอีกวิธีหนึ่งเป็นการเขียนโดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศซึ่งเป็นวิธีการของ Photogrammetry วิธีเขียนเส้นชั้นความสูงโดยอาศัยการสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศนี้เป็นวิธีที่ใช้กันอยู่ทั่วโลก เนื่องจากสามารถทำได้รวดเร็วและถูกต้อง แต่จะต้องใช้บุคคลากรที่ชำนาญงาน เครื่องมือที่มีความละเอียดสูง การบริหารงานบุคคลที่ดีและงบประมาณจำนวนมากจึงจะทำได้ อย่างไรก็ตาม การเขียนเส้นชั้นความสูงโดยวิธี Spot elevation ก็ยังคงเป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับนักทำแผนที่ที่จะต้องเรียนรู้การเขียนเส้นชั้นความสูงเบื้องต้น ก่อนที่จะนำไปสู่การใช้เทคโนโลยีขั้นสูงขึ้นไปในการเขียนเส้นชั้นความสูงต่อไป ขั้นตอนของการเขียนเส้นชั้นความสูงเบื้องต้นมีดังนี้



รูปที่ 7.9 แสดงลักษณะภูมิประเทศและเส้นชั้นความสูงบริเวณที่แอ่งต่ำ



รูปที่ 7.10 แสดงเส้นชั้นความสูงบริเวณหน้าผาสูงชัน

4.1 สำรวจทำแผนที่ของบริเวณพื้นที่ที่จะใช้เป็นแผนที่โครงร่าง การสำรวจอาจทำโดยใช้โต๊ะสำรวจ (Plane table) หรือใช้กล้องวัดมุม (Theodolite) ก็ได้ โดยเน้นสำรวจหาตำแหน่งของลำห้วยและสันเขา จากนั้นเขียนเป็นแผนที่โครงร่าง แสดงรายละเอียดลำห้วยและแนวสันเขาคลอกจนรายละเอียดอื่น ๆ ที่จำเป็นในการจัดทำแผนที่ชุดนั้น ๆ

4.2 ทำ Critical points เป็นจุดที่ลงตำแหน่งค่าความสูงของยอดเขาตามแนวสันเขาและความสูงของจุดที่สำคัญ ๆ ตามแนวลำห้วย หลักในการพิจารณาหาค่าความสูงตามตำแหน่งที่สำคัญคือ ตามบริเวณที่ลักษณะภูมิประเทศเริ่มมีการเปลี่ยนแปลง เช่น จากที่ลาดชันน้อยไปสู่ความลาดชันมาก จากที่ลาดชันน้อยสู่ที่ราบ เป็นต้น เครื่องมือที่ใช้วัดความสูงหากไม่ต้องการความละเอียดสูงมากนักโดยมากจะใช้เครื่องมือวัดความสูงที่เรียกว่า Altimeter ซึ่งใช้ระบบความกดอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปตามความสูง ผู้ใช้เครื่องมือนี้ต้องคำนึงถึงค่าความกดอากาศของวันที่ทำการรังวัดด้วยเพื่อใช้ในการหักแก้ค่าความสูงตามความกดอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม หากต้องการค่าความสูงที่ละเอียดถูกต้องมากยิ่งขึ้นก็สามารถทำได้โดยใช้การทำงานระดับ (Levelling) โดยใช้กล้องสำรวจถ่ายระดับจากหมุดระดับที่รู้ค่าที่อยู่ใกล้เคียง วิธีนี้จะให้ค่าที่มีความถูกต้องมากกว่าวิธีใช้เครื่องมือวัดความสูงแต่ต้องเสียเวลาและแรงงานมากกว่า เมื่อผู้สำรวจหาค่าความสูงตามตำแหน่งที่สำคัญมากพอแล้วให้ลงตัวเลขแสดงความสูงตามตำแหน่งที่สำรวจได้ลงในแผนที่โครงร่าง ยิ่งการสำรวจค่าความสูงของตำแหน่งสำคัญมีมากเท่าไร การเขียนเส้นชั้นความสูงก็จะถูกต้องชัดเจนยิ่งขึ้น แต่ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับว่าผลที่ได้รับจะคุ้มค่างับเวลาและงบประมาณหรือไม่

4.3 แบ่งช่วงระยะออกตามส่วนสัมพันธ์ตามแนวลำห้วย โดยคำนึงถึงค่าตำแหน่งความสูงที่ลง Critical point เป็นหลัก ทั้งนี้เพื่อให้ทราบว่าเส้นชั้นความสูงจะตัดกับแนวลำห้วย ณ ที่ใด จากนั้นให้ทำรูปตัวอักษรภาษาอังกฤษรูปตัว v โดยให้มุมแหลมของตัวอักษรหันไปทางคันน้ำ จากนั้นให้เริ่มแบ่งช่วงระยะออกตามส่วนสัมพันธ์ตามแนวสันเขา เช่นเดียวกับ

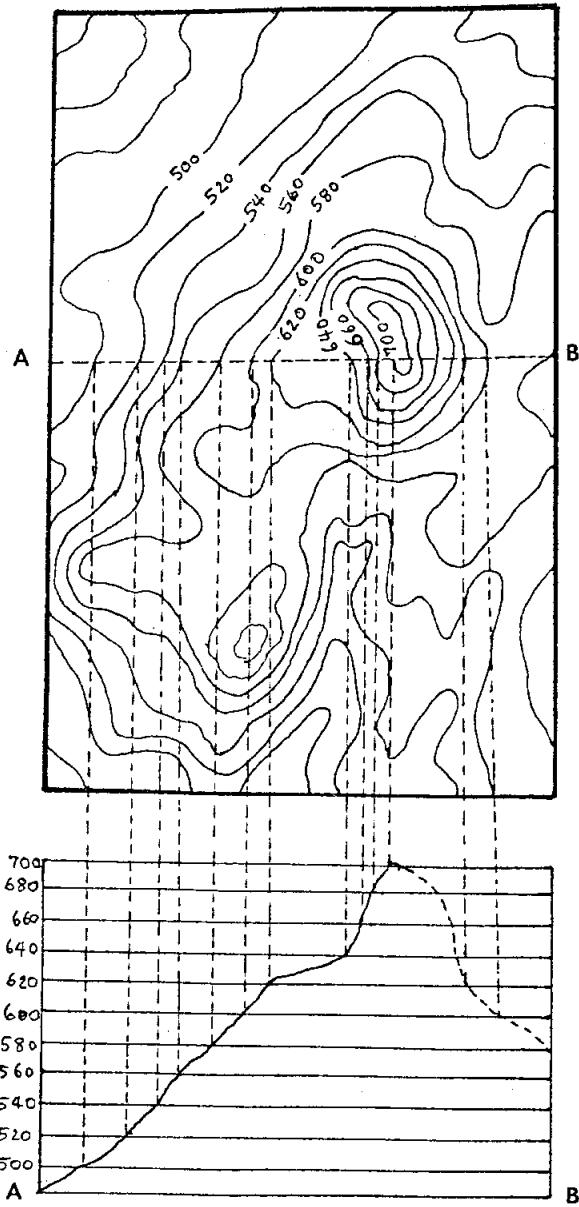
ที่แบ่งช่วงตามแนวลำห้วย แล้วทำรูปเป็นเครื่องหมายขีดสั้น ๆ ระหว่างค่าตำแหน่งความสูง
ที่ลง Critical point ที่อยู่ใกล้เคียงระยะห่างระหว่างขีดมีระยะห่างกันอย่างสม่ำเสมอ

4.4 พิจารณาลากเส้นต่อจุดตามที่ได้แบ่งช่วงระยะที่มีความสูงเท่ากัน โดยเริ่มจาก
เส้นชั้นความสูงที่อยู่ต่ำสุดขึ้นไปบนเส้นชั้นความสูงที่อยู่สูงสุด หากเป็นการลากเส้นต่อจุดธรรมดา
ก็จะมีเหลี่ยมมุม ในกรณีการลากเส้นชั้นความสูงต่อจุดที่มีความสูงเท่ากัน เข้าด้วยกันนี้ต้องพิจารณา
ปรับความโค้งของเส้นให้มีความโค้งที่ราบเรียบสวยงามสม่ำเสมอ ส่วนจะโค้งในลักษณะใดก็ขึ้น
อยู่กับลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่นั้นที่จะเป็นตัวกำหนดทิศทางของเส้นชั้นความสูง สำหรับเส้นชั้น
ความสูงที่เป็นเส้นหลัก เช่น เส้นชั้นความสูงครรชนจะเขียนเป็นเส้นทึบและเว้นช่วงไว้เล็กน้อย
แห่งหรือสองแห่งเพื่อเป็นช่องว่างสำหรับเขียนตัวเลขแสดงค่าความสูง ซึ่งตัวเลขดังกล่าวควร
หันหัวไปทางยอดเขาเสมอ สำหรับเส้นชั้นความสูงชนิดอื่น ๆ ก็จะต้องพิจารณาตามความเหมาะสม
ว่าจำเป็นเพียงใดที่จะต้องลงไว้ในแผนที่

5. การสร้างภาพหน้าตัด

ภาพหน้าตัด (Profile) เป็นการแสดงภาพด้านข้างของพื้นผิวโลกเฉพาะบริเวณใด
บริเวณหนึ่งตามแนวที่ต้องการทราบลักษณะภูมิประเทศระหว่างจุด 2 จุด ซึ่งจะเห็นภาพได้ชัดเจน
ยิ่งขึ้น ภาพหน้าตัดจะแตกต่างกับแผนที่เพราะภาพที่เห็นในแผนที่เป็นภาพที่มองจากด้านบน การทำ
ความเข้าใจในลักษณะผิวพื้นโลกจากแผนที่จึงยากกว่ามองจากภาพหน้าตัด ประโยชน์ของการทำ
ภาพตัดก็คือ เพื่อใช้ทำหุ่นจำลอง การก่อสร้างหรือการวางแผนงานต่าง ๆ ที่ต้องใช้การจัดรูปที่ดิน
เข้ามาเกี่ยวข้อง การสร้างภาพหน้าตัดสามารถสร้างได้จากแผนที่ภูมิประเทศทั่วไปที่ใช้เส้นชั้น
ความสูงเป็นสัญลักษณ์ในการแสดงค่าความสูงต่ำของพื้นผิวโลก โดยมีขั้นตอนการสร้างภาพหน้าตัด
จากแผนที่ภูมิประเทศอย่างง่าย ๆ ดังนี้ (ดูรูปที่ 7.13 ประกอบ)

5.1 ในแผนที่ภูมิประเทศให้ขีดเส้นตรง AB ตามแนวที่ต้องการสร้างภาพหน้าตัด
จากนั้นให้ดูค่าตัวเลขที่กำกับระดับความสูงของเส้นชั้นความสูงที่เส้นตรง AB ตัดผ่าน หาการะดับ



รูปที่ 7.13 แสดงการสร้างภาพหน้าตัด

ความสูงที่มากที่สุดและน้อยที่สุดของเส้นชั้นความสูง ในกรณีนี้คือ ค่าระดับความสูงที่มากที่สุดเท่ากับ 663 เมตร ส่วนค่าระดับความสูงที่น้อยที่สุดคือ 460 เมตร

5.2 สร้างเส้นขนานที่เป็นเส้นตรงหลาย ๆ เส้นลงบนกระดาษเปล่า มีความยาวใกล้เคียงกับเส้นตรง AB หรือจะใช้กระดาษกราฟก็ได้ จากนั้นกำหนดค่าความสูงของเส้นขนานให้สัมพันธ์กับเส้นชั้นความสูง แต่เนื่องจากช่องห่างของเส้นตรงที่สร้างขึ้นใหม่นี้ถ้าสร้างให้มีช่องห่างเท่ากับช่องห่างที่แท้จริงของเส้นชั้นความสูงตามขนาดมาตราส่วนแล้ว เส้นขนานดังกล่าวจะชิดติดกันมากทำให้เขียนยากและภาพหน้าตัดที่เกิดขึ้นจะไม่ปรากฏความสูงตัวอย่างชัดเจน ดังนั้นเพื่อให้ภาพหน้าตัดที่ได้ดูชัดเจนมากขึ้นควรที่จะกำหนดมาตราส่วนของเส้นขนานหรือภาพหน้าตัดนี้ให้มากกว่าเส้นชั้นความสูงในแผนที่ประมาณ 5 เท่า แล้วเขียนมาตราส่วนกำกับไว้ที่ภาพหน้าตัดด้วย เพื่อให้ผู้ใช้ภาพหน้าตัดจะได้เกิดความเข้าใจไม่ผิดพลาด เช่น กำหนดความสูงของภาพหน้าตัดหรือช่องห่างจากเส้นขนาน 1 เซนติเมตร ต่อความสูง 40 เมตร ในแผนที่ ดังนั้น มาตราส่วนของภาพหน้าตัดคือ 1 : 4,000 จากนั้นให้ลงตัวเลขบอกค่าระดับความสูงของเส้นตรงขนานที่สร้างขึ้นทุกเส้นให้มีความสัมพันธ์กับเส้นชั้นความสูงในแผนที่ภูมิประเทศตามแนวเส้นตรง AB

5.3 นำกระดาษที่สร้างเส้นตรงที่ขนานกันนั้นวางให้ขนานกับแนวเส้นตรง AB ในแผนที่ภูมิประเทศ จากจุดที่เส้นตรง AB ตัดผ่านเส้นชั้นความสูงทุกเส้นให้ลากเส้นตรงตั้งฉากลงมาจดเส้นขนานที่มีค่าระดับความสูงเท่ากับเส้นชั้นความสูงเดียวกัน เช่น จากจุดที่เส้นตรง AB ตัดผ่านเส้นชั้นความสูงที่ 500 เมตร ก็ลากเส้นตรงตั้งฉากลงมาจดกับเส้นขนานเส้นที่ 500 เป็นต้น เส้นตรงอื่น ๆ ก็ทำในทำนองเดียวกัน จากจุดที่เส้นตั้งฉากลากลงมาสัมผัสกับเส้นตรงขนานต่าง ๆ นั้น ให้ลากเส้นต่อจุดดังกล่าวเข้าด้วยกันโดยปรับแต่งเล็กน้อยให้ เส้นที่เกิดขึ้นนั้นมีลักษณะคล้ายธรรมชาติที่สุดก็จะได้ภาพหน้าตัดของพื้นที่บริเวณเส้นตรง AB ตัดผ่านตามต้องการ

ภาพหน้าตัดที่ได้จะสามารถทำให้ผู้ใช้แผนที่เห็นความลาดชันของภูมิประเทศจริงได้อย่างชัดเจนขึ้นมากกว่าการอ่านจากแผนที่ ซึ่งสามารถจะกำหนดหาความลาดชันของภูมิประเทศต่อไปได้ จากสูตร

$$\text{ความลาด} = \frac{\text{ระยะในทางตั้ง}}{\text{ระยะในทางราบ}}$$

$$\text{หรือ slope (S)} = \frac{\text{Vertical distance}}{\text{Horizontal distance}} = \frac{\text{V.D.}}{\text{H.D.}}$$

ขนาดของการแสดงความลาดมีการแสดงหลายแบบ เช่น แสดงความลาดเป็นเปอร์เซ็นต์ ($s = \frac{\text{V.D.}}{\text{H.D.}} \times 100$) แสดงความลาดเป็นมิลล์ ($s = \frac{\text{V.D.}}{\text{H.D.}} \times 1000$) และแสดงความลาดเป็นองศา ($s = \frac{\text{V.D.}}{\text{H.D.}} \times 57.3$) เป็นต้น อย่างไรก็ตามข้อพึงระวังในการกำหนดค่าการลาดนั้นก็คือ ความลาดชันระหว่างตำแหน่งทั้งสองต้องมีความสม่ำเสมอ ซึ่งอาจจะเป็นอาการลาดชันมาก (steep slope) ซึ่งช่วงของเส้นชั้นความสูงจะชิดกันมาก หรืออาการลาดไม่ชัน (Gentle slope) ซึ่งช่วงของเส้นชั้นความสูงจะห่างกันอย่างสม่ำเสมอ สำหรับลักษณะภูมิประเทศที่มีลักษณะเป็นอาการลาดเว้า (Concave slope) และอาการลาดนูน (Convex slope) ซึ่งเป็นอาการลาดไม่สม่ำเสมอโดยสังเกตได้จากช่วงเส้นชั้นความสูงซึ่งจะมีความชิดและห่างกันอย่างไม่สม่ำเสมอ เช่นนี้การสร้างภาพหน้าตัดอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ง่ายผู้สร้างภาพและผู้ใช้พึงระมัดระวังข้อควรระวังอีกประการหนึ่งในการสร้างภาพหน้าตัดก็คือ ระยะในทางตั้งกับระยะในทางราบต้องมีหน่วยเดียวกันเสมอ

6. สรุป

แผนที่เป็นข้อมูลและข่าวสารที่แสดงด้วยลายเส้น ข้อมูลและข่าวสารดังกล่าวเป็นรายละเอียดเชิงพื้นที่ของพื้นผิวโลก แผนที่ที่สมบูรณ์ได้ก็ต้องสามารถทำให้ผู้ใช้แผนที่เข้าใจสภาพภูมิประเทศจริงได้อย่างชัดเจน เปรียบเสมือนภาพจำลองสถานที่จริง ผู้ทำแผนที่เป็นผู้จำลองภาพส่วนผู้ใช้แผนที่เป็นผู้เปลี่ยนภาพจำลองให้เป็นโลกแห่งความเป็นจริง แผนที่แบบแผน

มีการแสดงรายละเอียดเพียงด้านรายเท่านั้น การแสดงรายละเอียดในเรื่องความสูงค่าของผิวพื้นโลกลงไปในแผนที่ด้วยสัญลักษณ์แสดงความสูงค่าชนิดต่าง ๆ นั้น เป็นการทำให้แผนที่มีสภาพเป็นภาพ 3 มิติเกิดขึ้น คือ มีระยะทางด้านลึกเพิ่มขึ้นนั่นเอง ซึ่งระยะทางด้านลึกนี้ถือว่าเป็นการแสดงความสูงค่าของระดับพื้นผิวโลกโดยทั่วไป ผู้ใช้แผนที่สามารถเข้าใจสภาพภูมิประเทศได้อย่างรวดเร็วโดยการมองแผนที่เพียงครั้งเดียว ซึ่งแม้ว่าผู้ใช้แผนที่จะไม่เคยเห็นสภาพภูมิประเทศที่แท้จริงด้วยตาเปล่ามาก่อนแต่ก็สามารถทำความเข้าใจในเรื่องระยะทาง ทิศทาง ความสูง และทรวดทรงของภูมิประเทศที่ปรากฏในแผนที่ได้ในระดับหนึ่ง ในทางการทหารแผนที่เปรียบเสมือนนัยน์ตาของกองทัพ ดังนั้น หากแผนที่ผิดพลาดหรือข้อมูลไม่ครบการดำเนินการรบจะประสบปัญหา

การแสดงค่าความสูงมีหลายชนิดหลายแบบ ซึ่งแต่ละชนิดก็เพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการใช้งานในระดับต่าง ๆ สัญลักษณ์แสดงความสูงบางอย่าง เช่น ลายขวานลับหรือการแลเงา อาจจะเหมาะสมเพียงเพื่อทำแผนที่เพื่อใช้ในการเรียนการสอนระดับชั้นต่าง ๆ เพราะดูง่ายสบายตา การใช้สัญลักษณ์แถบสีเข้าช่วยจะทำให้แผนที่ดูสวยงามน่าใช้มากขึ้น แต่โดยทั่วไปแผนที่ภูมิประเทศส่วนใหญ่จะแสดงความสูงและทรวดทรงของพื้นผิวโลกด้วยเส้นชั้นความสูง เนื่องจากเป็นวิธีการแสดงค่าระดับความสูงและแสดงทรวดทรงของพื้นผิวโลกได้เหมาะสมที่สุด ถือเป็นมาตรฐานสากลไม่มีอุปสรรคทางด้านภาษาและรูปแบบ แม้ว่าผู้ใช้แผนที่จะอ่านตัวอักษรไม่เข้าใจเพราะอุปสรรคทางด้านภาษา แต่ผู้ใช้แผนที่ก็ยังสามารถเข้าใจรายละเอียดเชิงพื้นที่ในแผนที่นั้นได้โดยดูจากลายเส้นของเส้นชั้นความสูง การพิจารณาเลือกใช้เส้นชั้นความสูงแบบต่าง ๆ นั้นขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นผิวโลกเป็นเกณฑ์ ในบางพื้นที่อาจจำเป็นต้องใช้เส้นชั้นความสูงหลายชนิดหลายแบบเข้าด้วยกัน เช่น บริเวณพื้นที่ที่เป็นที่สูง ๆ ต่ำ ๆ มาก แต่ในบางพื้นที่ซึ่งเป็นที่ค่อนข้างราบเรียบสม่ำเสมอ การพิจารณาเลือกใช้เส้นชั้นความสูงก็จะเลือกใช้น้อยแบบลง.

7. คำถามและกิจกรรมประกอบท้ายบท

ตอนที่ 1

1. ให้นักศึกษาอธิบายวิธีการแสดงความสูงต่ำของภูมิประเทศในแผนที่มาให้
เข้าใจพร้อมวาดรูปประกอบ
2. เส้นชั้นความสูงมีกี่ประเภท อธิบายให้ชัดเจน
3. อธิบายวิธีการสร้างเส้นชั้นความสูงมาให้เข้าใจ

ตอนที่ 2 ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

1. ระดับความสูงโดยทั่วไปใช้เกณฑ์อะไรเป็นมาตรฐาน

(1) ขอบฟ้า	(2) ระดับน้ำทะเล
(3) ผิวน้ำตลิ่งกับขอบฟ้า	(4) ระดับน้ำทะเลปานกลาง
2. โดยทั่วไปพื้นที่ที่เป็นที่สูงถัดจากที่ราบต่ำขึ้นไป มักแสดงความสูงด้วยสีอะไร

(1) สีฟ้าอ่อน	(2) สีเขียว
(3) สีเหลือง	(4) สีแสด
3. เส้นชั้นความสูงหลัก คือ เส้นชั้นความสูงอะไร

(1) เส้นชั้นความสูงครรชนี	(2) เส้นชั้นความสูงมัธยันตร์
(3) เส้นชั้นความสูงแทรก	(4) เส้นชั้นความสูงบริเวณที่แอ่งต่ำ
4. สมมติว่า พื้นที่ ก. ไม่สามารถทราบข้อมูลทางด้านความสูงต่ำได้ หากจำเป็น
ต้องเขียนเส้นชั้นความสูง ควรเขียนเส้นชั้นความสูงชนิดใด

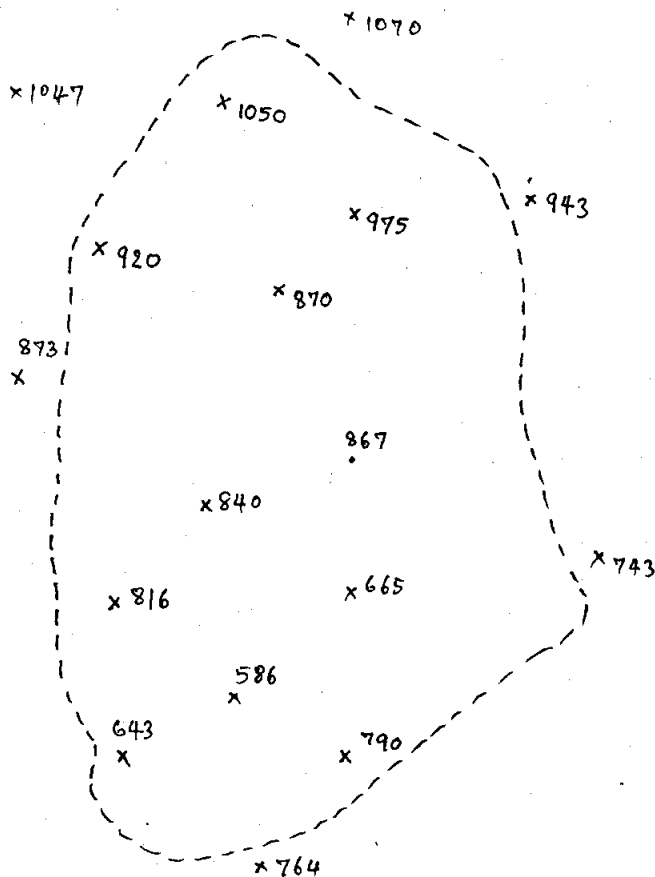
(1) เส้นชั้นความสูงครรชนี	(2) เส้นชั้นความสูงแทรก
(3) เส้นชั้นความสูงมัธยันตร์	(4) เส้นชั้นความสูงประมาณ

5. สมมุติว่าจะทำแผนที่แสดงความสูงต่ำของภูมิประเทศสำหรับนักเรียน
ระดับประถมศึกษา ควรแสดงความสูงต่ำด้วยวิธีใดจึงจะเหมาะสม

- | | |
|---------------------|---------------------|
| (1) หมุดระดับ | (2) เส้นชั้นความสูง |
| (3) เส้นชั้นความลึก | (4) การใช้แถบสี |

ตอนที่ 3

จากแผนที่ที่แสดง Critical points ข้างล่างนี้ ซึ่งได้จากการสำรวจ
ทำแผนที่โดยกล้องวัดมุมและงานระดับ ให้นักศึกษาทดลองเขียนเส้นชั้นความสูงให้ถูกต้อง
และสวยงาม.



เฉลย

ตอนที่ 1

1. คู่มือข้อที่ 2 ประกอบการตอบคำถาม
2. คู่มือข้อที่ 3 ประกอบการตอบคำถาม
3. คู่มือข้อที่ 4 ประกอบการตอบคำถาม

ตอนที่ 2

- | | | |
|--------|--------|--------|
| 1. (4) | 2. (3) | 3. (1) |
| 4. (4) | 5. (4) | |

ตอนที่ 3

