

บทที่ 6

รูปร่างและขนาดของทะเลสาบ

(Shapes and size of lake)

รูปร่างและขนาดของทะเลสาบ มีวิธีการวัด และวิเคราะห์โดยทาง physical method (morphometry) แม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพความเป็นอยู่ตามธรรมชาติ

The Bathymetric map and its data

Bathymetric map หมายถึง แผนที่รูปร่างของทะเลสาบที่ได้จากการถ่ายรูปบนเครื่องบิน แล้วลากเส้นตามรอยของชายฝั่งที่เว้า ๆ แหว่ง ๆ ที่ได้จากภาพ (Fig. 6-1)

จากภาพที่ได้ เราก็มีวิธีการวัดโดยใช้ระบบเมตริก เพื่อนำมาคำนวณในขั้นต่อไป

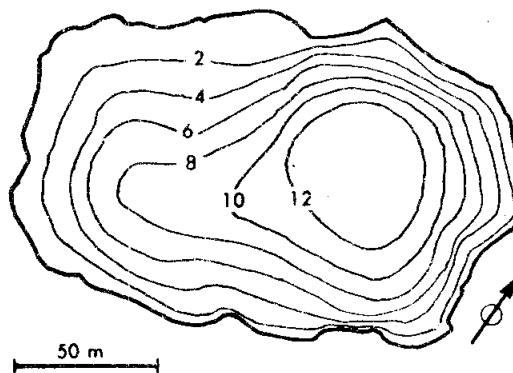


Fig. 6-1. Bathymetric map of Lake 230. Experimental Lakes Area, Ontario. (Adapted from Brunskill and Schindler 1971.)

Surface dimensions

Maximum length (l) หมายถึงความยาวจากชายฝั่งด้านหนึ่ง ไปยังฝั่งตรงกันข้ามที่มีระยะห่างกันมากที่สุด (l) มันสามารถวัดโดยใช้ไม้บรรทัดวัดจากภาพอย่างง่าย ๆ โดยภาพที่ถ่ายใช้อัตราส่วนย่อขนาดของภาพต่อทะเลสาบ 1:เท่าไร? เมื่อเราใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวได้แล้วก็ใช้อัตราส่วนที่

ถูกย่อคูณเข้าไปก็จะได้ Maximum length ผลของความยาวนี้มันอาจคลาดเคลื่อน โดยอิทธิพลของลมที่มีผลอย่างสำคัญในทางชลวิธีวิทยา, ที่จะทำให้การเคลื่อนไหวของกระแสน้ำเปลี่ยนทิศทาง

Breadth (b) ความกว้างของทะเลสาปวัดจากเส้นที่ลากจากชายฝั่งด้านหนึ่ง ไปตั้งฉากกับเส้น maximum length แล้วไปยังฝั่งตรงกันข้าม

$$\text{Mean width } (\bar{b}) = \frac{\bar{A}}{l}$$

\bar{A} = quotient of Area, l = maximum length

Surface area (A) เป็นจุดที่สำคัญ เพราะพลังงานจากแสงที่จะส่องผ่านทะลุเข้าไป

Polar planimeter เป็นเครื่องมือที่ใช้วัด surface area ที่แบนจากรูปภาพ รูปร่างเครื่องมือนี้คล้ายวงเวียน โดยลากตามรอยเส้นของภาพไปตามเข็มนาฬิกา ตัวเลขที่ได้บน polar planimeter นี้เป็นตารางนิ้ว หรือตารางเซนติเมตร

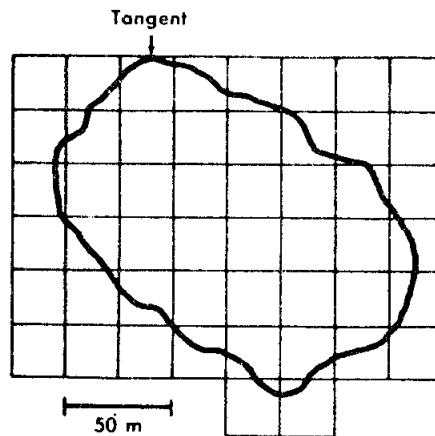


Fig. 6-2. Outline of Lake 230, ELA, superimposed on grid. Twenty-six intersections and one tangent shown; grid spacing 25 m. Shoreline = $26.5 \times 0.785 \times 25 \text{ m} = 520 \text{ m}$.

Length of shoreline (L) ความยาวของชายฝั่งสามารถวัดได้จากแผนที่ โดยใช้เครื่องมือ dividers หรือเรือดอกหมุดตามชายฝั่ง แล้วใช้ด้ายโยงตามหมุด ก็จะได้ความยาวตามชายฝั่ง

Shoreline developments index

$$\text{Shoreline development (D}_L\text{)} = \frac{L}{2\sqrt{\pi A}}$$

ที่กัน

L มีหน่วยเป็น เมตร, กิโลเมตร

A มีหน่วยเป็น ตารางเมตร หรือตารางกิโลเมตร

ความยาวของชายฝั่งเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา เนื่องจากมีกระแสน้ำ กระแสนลม พัดปะทะทำให้เกิดการพังทลายขึ้น

D_L เป็นตัวสำคัญที่จะบ่งถึงความอุดมสมบูรณ์ของน้ำในทะเลสาบที่ตื้นจะมีผลผลิตมาก

Surface dimension

Contour mapping เป็นภาพที่ได้จากการลากเส้นตามรอยของภาพที่ถ่ายจากทะเลสาบ

ในการหาความลึกของทะเลสาบ โดยใช้ echosounding equipment เป็นเครื่องมือที่ส่งคลื่นเสียงในแนวตั้งสู่แหล่งน้ำ เมื่อคลื่นเสียงที่ส่งออกไปกระทบกับพื้นทะเลสาบ มันจะสะท้อนกลับมาและบ่งบอกถึงระยะทางบนหน้าปัดของเครื่องมือ

Maximum depth (Zm)

เมื่อ Z_0 อยู่ที่ผิวหน้าความลึก = 0, contour ของมันคือ shoreline

Z_1 = ความลึกของ subsurface contour แรก

Z_2 = ความลึกของ subsurface contour สอง

จนถึง

Z_m = Maximum depth

$$\text{Relative depth } (Z_r) = \frac{88.6 \times Z_m}{\sqrt{A}}$$

Z_m = maximum depth หน่วยเป็น เมตร

A = surface lake area หน่วยเป็นตารางเมตร

ทะเลสาบที่ใหญ่ Z_r น้อยกว่า 1% ใน Fjord, Calderas, และ Marris lake Z_r มากกว่า

1 %

Caldera Crater lake มี Z_r เท่ากับ 7.5%

Crypto-depression (Z_c) หมายถึงส่วนที่ลึกของทะเลสาบต่ำกว่าระดับน้ำทะเล (Fig.

6-3)

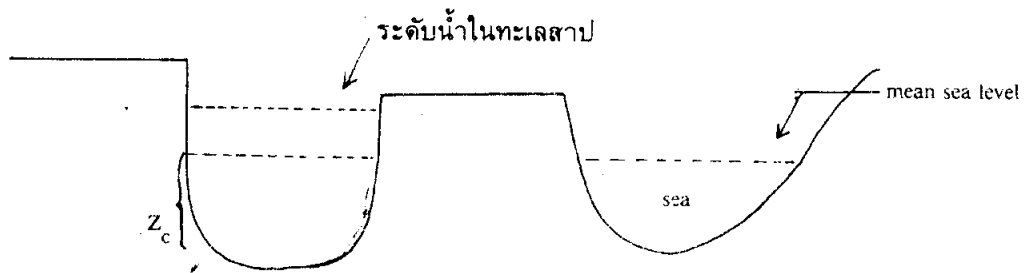


Fig. 6-3 แสดงให้เห็นภาพ Cryptodepression

Volume (V)

$$V_{Z_0-Z_1} = \frac{1}{3}(A_{Z_0} + A_{Z_1} + \sqrt{A_{Z_0} \times A_{Z_1}})(Z_0 - Z_1)$$

$V_{Z_0-Z_1}$ = ปริมาตรของน้ำระหว่าง Shoreline contour (Z_0) กับ subsurface contour (Z_1) อันแรก

A_{Z_0} = total area ของทะเลสาบ

A_{Z_1} = พ.ท.จำกัดในเส้น Z_1

ถ้าช่องระหว่าง contour (contour interval) = 1 เมตร ค่าของ $Z_0 - Z_1 = 1$ เมตร

ปริมาตรของน้ำหาไปแต่ละชั้นจนถึง $V_{z_{อะไร} - z_m}$

ผลรวมของ $V_{z_0-z_1}, + \dots + V_{z_{อะไร} - z_m}$ ก็คือ ปริมาตรของทะเลสาบทั้งหมด

Mean depth (\bar{Z})

$$\bar{Z} = \frac{V}{A}$$

Thieneman (1927) ว่าใน German Lake ขอบเขตระหว่างว่าจะเป็น Oligotrophy หรือ Eutro-
phy อยู่ที่ 18 เมตร

ถ้า \bar{Z} มากกว่า 18 เมตร แสดงว่าเป็น Oligotrophy ทะเลสาบตื้น

Gorham (1958) ว่า \bar{Z} ใช้ในการพิจารณาว่าอัตราส่วนอะไรของปริมาตรทะเลสาบ
ซึ่งแสงส่องผ่านเข้าไปได้ดี ใน photosynthetic zone ขบวนการสังเคราะห์แสงเป็นฐานสำคัญของผล
ผลิตได้มากที่สุดภายใน autotrophic lake

Volume development (D_v)

D_v บ่งถึงรูปร่างของทะเลสาบคล้ายอย่าง ถ้าในทะเลสาบมีปริมาตรเหมือนกันขณะที่ $D_v = 1$, ทะเลสาบจะมีพ.ท.เหมือนกัน (Fig.6-4)

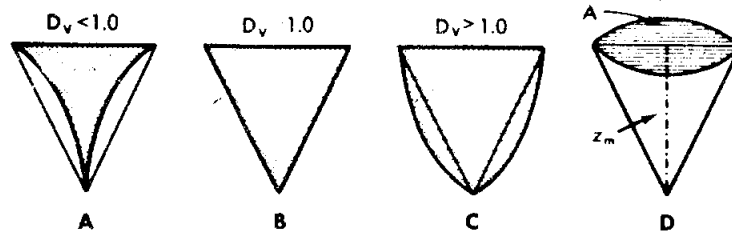


Fig. 6-4. Volume developments (D_v). $D_v = 1.0$ in B, where volume of lake is the same as that an imaginary cone, D, which has the same area (A) and maximum depth, z_m , as the lake.

$$D_v = \frac{3\bar{Z}}{z_m}$$

Hayes (1957) สํารวจรายละเอียดจากจํานวนทะเลสาบถึง 500 ทะเลสาบ พบว่าอัตราเฉลี่ยของ $D_v = 1.27$

Gorham (1958) ว่าทะเลสาบของตอนเหนือของประเทศอังกฤษ และที่อื่น D_v จะมากกว่า 1.0

Koshinsky (1970) ศึกษารูปร่างของ glacial lakes ถึง 68 แห่ง ว่า $D_v = 1.23$ จากรายละเอียดดังกล่าวว่ารูปร่างที่ดีของทะเลสาบ เมื่อ cross-section แล้วจะเป็นรูปตัว
 ยู (u)

Basin slope

Basin slope ระหว่าง contour line ทั้งสองหาได้จาก

$$\frac{L_{z1} + L_{z2}}{2} \times \frac{Z_1 - Z_2}{A_{z1} - A_{z2}}$$

L_{z1} คือ ความยาวของ contour line ชั้นบนสุด

L_{z2} คือความยาวของ contour line ชั้นล่างสุด

$A_{z1} - A_{z2}$ = พื้นที่ระหว่าง contour line ทั้งสอง คือ ผลต่างระหว่าง A_{z1} ต่อ A_{z2}

$Z_1 - Z_2$ = ผลต่างระหว่าง Z_1 และ Z_2 ของ contour interval

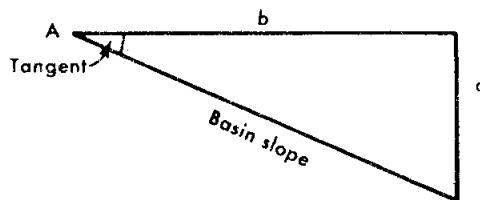


Fig. 6-5. Slope between contours in a lake shown as the tangent, A. In this diagram *b* is the distance from the shore to the spot above depth, *a*.

Average slope ของ bottom lake (Fig. 6-6)

$$\text{Mean slope} = \frac{(\frac{1}{2}L_{z0} + L_{z1} + L_{z2} + L_{z3} + \dots + L_{zn-1} + \frac{1}{2}L_{zn})Z_m}{nA}$$

n = จำนวนของ contour line ทั้งหมด

Means slope ถูกพบว่าถ้าผิวหน้าของทะเลสาบเป็นรูปทรงกลม

$$\therefore \pi r^2 = A$$

$$\text{Percentage mean slope} = \frac{100 Z_m}{\sqrt{A/\pi}}$$

$$\pi r^2 = A$$

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

$$\therefore \frac{Z_m}{r} = \frac{Z_m}{\sqrt{A/\pi}}$$

จากวิชาตรีโกณ (Fig. 6-5)

$$\text{Tangent } A = \frac{a}{b}$$

$$\text{ความลึก } Z_m = a, \text{ รัศมี (r) หรือ } \sqrt{A/\pi} = b$$

มุม A ถูกสรุปว่าเป็นค่าเฉลี่ยของมุมทะเลสาบทั้งหมด

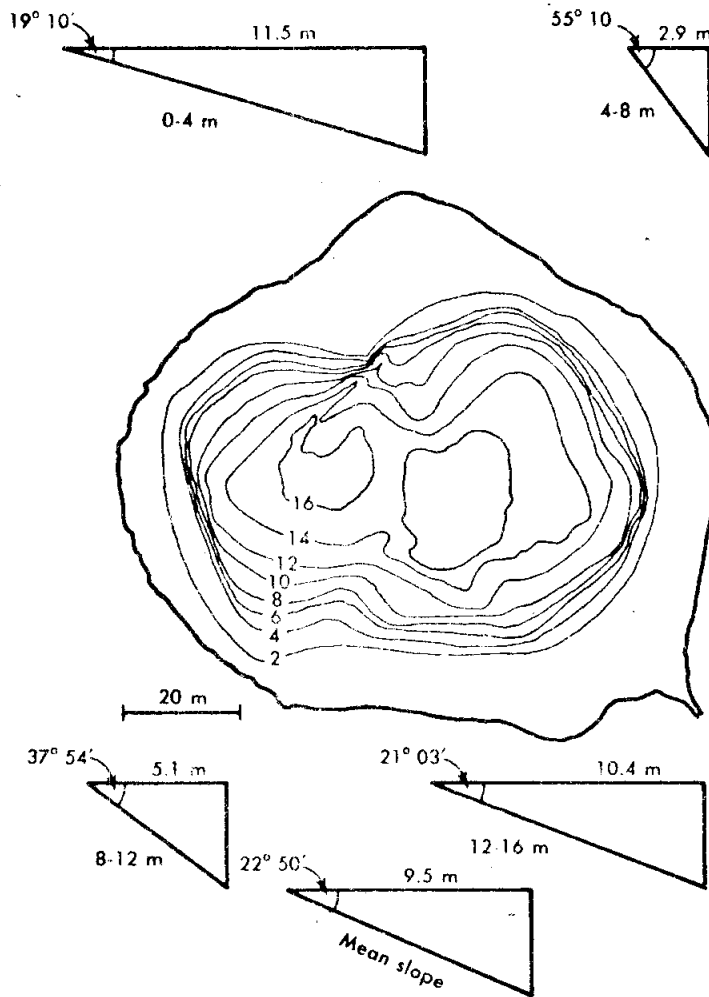


Fig. 6-6. Bathymetric map of Montezuma Well, Arizona, showing 2-m contour intervals. The differences in slope from 0 to 4 m, 4 to 8 m, 8 to 12 m, 12 to 16 m, and the mean slope of the entire basin are shown. Tangent and b values are indicated; all a values are 4 m.

จากการใช้ morphometric data จะเป็นประโยชน์ในการศึกษา สิ่งที่มีชีวิต พืช, สัตว์ ในแหล่งน้ำ และศึกษาถึงผลผลิต ในการหาสิ่งมีชีวิตกันพื้นน้ำโดยเราใช้เครื่องมือ Ekman dredge, Peterson dredge, มีหน่วย kg/ha หรือ g/m^2 จะทำให้รู้ว่าบริเวณนี้มีสิ่งมีชีวิตอะไรบ้างมากน้อยแค่ไหน เช่นเดียวกัน ถ้ารู้พ.ท.ทะเลสาบ, ปริมาตรของแต่ละชั้น ๆ ของทะเลสาบสามารถนำไป

ใช้โนปรากฏการณ์ทางชลวิทย์าได้ (Table 6-1, 6-2)

Table 6-1. Morphometric data from Lake 230, Experimental lakes Area, Ontario

Depth (m)	Area (ha)	Percent	Product (A and depth)
0	1.67	100	0
1	1.52	91.0	1.52
2	1.35	80.8	2.70
3	1.19	71.2	3.57
4	1.07	64.1	4.28
5	0.957	57.3	4.78
6	0.837	50.1	5.02
7	0.713	42.7	4.99
8	0.588	35.2	4.70
9	0.460	27.5	4.14
10	0.359	21.5	3.59
11	0.274	16.4	3.01
12	0.192	11.5	2.30
13	0.094	5.6	1.22
13.6	0	0	0

Data from Brunskill and Schindler 1971.

Table 6-2. Morphometric data from Lake 230, Experimental Lakes Area, Ontario.

Stratum (m)	Volume (m ³ × 10 ³)	Percent	Cumulative percent
0-1	1.60	15.38	15.38
1-2	1.43	13.75	29.13
2-3	1.27	12.21	41.34
3-4	1.13	10.86	52.20
4-5	1.01	9.71	61.91
5-6	0.90	8.65	70.56
6-7	0.77	7.40	77.96
7-8	0.65	6.25	84.21
8-9	0.52	5.00	89.21
9-10	0.41	3.94	93.15
10-11	0.32	3.08	96.23
11-12	0.23	2.21	98.44
12-13	0.14	1.35	99.79
13-13.6	0.02	0.19	99.98

Data from Brunskill and Schindler 1971.

Lake size

เมื่อรู้ พ.ท., maximum length, maximum depth, volume จะทำให้เรารู้ว่าขนาดของทะเลสาบขึ้นอยู่กับ พ.ท.ผิวของทะเลสาบว่าเท่าไร

Shape of lake (รูปร่างของทะเลสาบ) มีหลายแบบด้วยกัน

1. Circular รูปร่างเป็นแบบทรงกลม เช่น doline lake
2. Subcircular รูปร่างค่อนข้างจะเกือบเป็นทรงกลม เช่น Cirque lake
3. Elliptical รูปร่างค่อนข้างจะรี มี shoreline กว้างกว่า Circular เช่น Oriented lake of Arctic
4. Sub rectangular elongate รูปร่างเกือบจะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าตามยาว เช่น Garben lake
5. Lunate รูปร่างแบบเว้าเป็นรูปวงเดือน เช่น Oxbow lake
6. Triangular รูปร่างแบบสามเหลี่ยมเช่น Oxbow lake
7. Irregular รูปร่างไม่แน่นอน เช่น Great slave lake