

自然科學小叢書

湖 沼

田中館秀三著
傅角今譯

王雲五周昌壽主編



商務印書館發行



湖 沼

序 論

湖沼學 (Limnology) 者，以論湖沼爲對象之自然科學也。當一九二二年國際理論的及實用的湖沼學會設立之際，係本廣義以解釋湖沼學，而定義爲陸水之科學，將河川學及地下水學而總括之。茲所論者，乃狹義之湖沼學。所謂「湖沼」者，實指地球表面之凹地 (Hollow)，四方閉塞，與海無直接交通之靜水也。

上述湖沼之定義，雖未定其面積之大小，自實際言，卽池或沼，亦當視爲縮寫湖沼學之現象。惟如是者，通常不稱湖沼，必於地表佔有相當之水面者，始稱湖沼也。

狹義之「湖」，面積深度俱大，中央部分之深處無植物生長其間，普通有排水口。「沼」，相當於德語之外歇爾 (Weiher)，面積深度俱小，普通無排水口，湖底及湖面亦無水生植物以蔽覆之，卽

後述之老年期湖也。又「沼澤」，德語稱摩爾(Moor)，意即水草繁茂之窪地也。又在日本，於與海直接相通之「瀉」(Lagoon)及「江灣」(Estuary)亦稱三角口，普通亦稱湖，但與實際之湖有別，蓋其間生物直接由海而來，與間接湖河以至於湖者，實不同也。

本書所述，以湖盆(Lake basin)為主，次及於與湖水(Lake water)有關之物理學、化學、及生物學等方面之地理學部分。

前篇 湖盆

本篇就湖盆之位置、成因、形態及其變遷等述之。

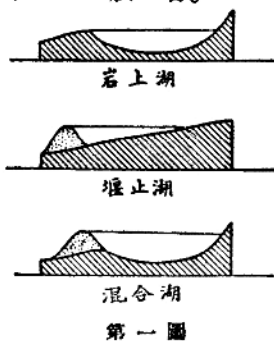
第一節 湖盆之構造及成因

(甲) 從構造上類別湖盆。依德國地理學者蘇班 (Supan) 及法國水理技師德勒伯克 (Delebeque) 之研究，大體分類如次：

- 一、岩上盆湖 湖盆全體在岩盤上者。
- 二、堰止湖盆 湖盆之一部或全部由土砂壅塞而成者。
- 三、混合湖盆 一部位於岩盤上，一部由砂礫堆積而成者，故又稱複成湖盆。

(乙) 多數學者，曾依成因而類別湖盆，如美國之大衛 (Davis)

德國之李希霍芬 (Von Richthofen)、彭克 (Penck)、耶勒 (Ule) 等皆是，茲參考諸說分類如次：



一、由地殼變動而成之湖盆。

(a) 由斷層地塊爲不規則之運動，結果因以成凹地，如位大地溝谷中之死海 (Dead Sea) 是也。在非洲如坦噶尼加湖 (Tanganyika) 阿爾伯特湖 (Albert) 尼亞撒湖 (Nyasa) 等，多屬此類湖盆。日本之琵琶湖、諏訪湖亦是。

又湖有位於階段斷層之各階段上者，如瑞典之挨爾馬冷 (Hjelmaren) 基威斯馬冷

(Kivisjärnen) 索退倫湖 (Sollern) 等是也。

(b) 由地殼褶曲及斷層等之作用共同活動而生成者，如西伯利亞之貝加爾湖 (Baikal) 是。

(c) 由大地之沈降因瀦水以成者，如裏海 (Caspian Sea) 及我國之洞庭湖、鄱陽湖是。

二、由局部的陷沒及沈降而成之湖盆。

(a) 地殼之一部，如石灰岩被水溶解，其天蓋部因以陷落，或不規則之洞窟上部陷落而成者。此類湖盆，通稱加爾斯特 (Karst)，巴爾幹半島頗多其例。

(b) 由火山地方局部陷落而成者。日本大正三年櫻島火山爆發後，其北部之海底因而沈降八尺。又一九一一年菲律賓濱之塔爾(Tarlac)火山爆發時，其山麓之湖岸，漸沒於水中。凡火山地方，常有此類沈降現象，結果乃形成貝殼狀之凹地。

又火山地方間有陷沒而成懸崖之圓狀盆地者。此類湖盆日本頗多，如豬苗代湖、阿塞湖，均由火山沈降而成，又田澤湖、洞爺湖，乃由火山陷沒而成。

(c) 由河流一部之沈降而成者，如日本釧路之春採湖、霞浦等，即其例。

三、由火山噴火及爆發 (Eruption and Explosion) 所生之火口，瀦水而成之湖盆。此類湖盆，日本頗多，如霧島山上之大浪池、北海道之火口湖等皆是。我國長白山上之天池，亦屬此類。又活火山之火口湖，常有溫泉存於其中。

四、由剝削作用而成之湖盆。

(a) 冰河常有被剝削而穿爲凹地之事，挪威海岸及阿爾卑斯山脈之谷中，頗多此類湖泊。

(b) 河床被水侵蝕，岩石之上因形成凹地；又瀑布降落之處，受水之侵蝕而成深潭，迨河水涸滅，遂成湖焉。

五、由堰止作用而成之湖盆。

(a) 由火山之熔岩、岩屑及泥流等，將既成之谷被阻塞而成者，謂之火山堰止湖。法國中部高原之戴達湖 (Lac d'Ayda)，日本之中宮祠湖，為火山阻塞之例；富士五湖為熔岩阻塞之例；磐山背後檜原、秋元、小野川之三湖，為泥流阻塞之例。又最近日本梓川之中流，因燒岳之泥流阻塞而成大正池。

(b) 山崩湖，由崩壞物阻塞山谷而成。日本大正十二年，關東地方地震之際，秦野盆地因而變成震生湖，即其例也。

(c) 冰河堰止湖，由冰河堆積而成。

六、由堆積物 (Accumulation) 而成之湖盆。

(a) 火山噴火之際，微細之熔岩滓、火山灰等，堆積火口邊而成火口湖，凡此當視為火山

作用之結果，已如前述。

(b) 河口之三角洲，由泥沙之堆積作用，常構成爲凹地。印度 (India) 河口之三角洲，廣二、〇〇〇方哩，一八一一年一部降落而成爲利耳福特 (Reelfoot) 湖，長二〇哩，廣七哩。

(c) 由冰河之堆積物，爲不規則之分布而構成者，柏林近郊之湖沼多屬之。

(d) 火山噴出之熔岩、泥流，表面上常有凸凹，由此而構成湖沼者，日本火山地方常見之，如盤梯山之北麓，即火山爆發之岩屑構成，其間小沼甚多。

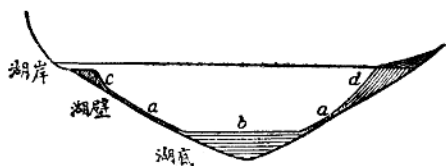
(e) 環抱於數火山間之湖盆，亦屬此類。日本北海道之然別沼即是。

(f) 砂丘之間，常有湖沼存在。

(g) 珊瑚礁上之湖沼，亦屬此類。

七、由分離作用而成之湖盆。

(a) 富於曲折之河流變遷時，所遺留之舊河床，常構成爲月形之湖盆。此類湖沼，常發現於大河之下流。



第二圖

- a. 細粒質沈積物 b. 浮泥質沈積物
c. 粗粒質湖成沈積物 d. 三角洲沈積物

(b) 海之一部，間有爲砂洲分離而爲湖者，日本北海道東海岸之薩羅馬湖、風蓮湖、出雲之宍道湖等，皆是。

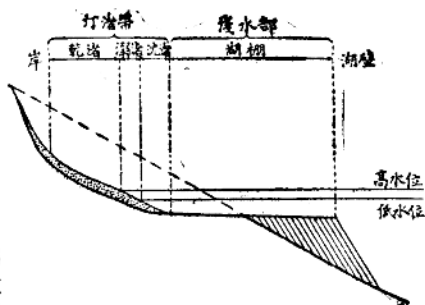
總上所述，雖將湖盆別爲七類，其成因究非如此單純，亦有合數種原因而構成者。如日本之阿塞湖，先由火山作用沈爲盆地，繼乃由雄阿塞火山之熔岩阻塞而成。又日本之霞浦，經(1)剝削作用而爲川河，由(2)地殼沈降而爲陷谷，再由(3)利根川之泥砂淤塞而成湖沼，此複成之例也。

第二節 湖盆之區域

湖盆在普通狀態，得區別爲次之三部：

- (一) 湖岸 即湖水與湖盆相接之部分。
- (二) 湖底 位湖盆之中部，雖有凸凹之處，大都爲平面。
- (三) 湖壁 爲結合湖岸與湖底之部分，狹長之湖，有側壁與終壁之分，更有將後者區分爲湖首與湖尾者。

又有將湖之區域析為瀕岸部分與中深部分者。中深部分，包有湖底部與湖壁下部之深水区，此部無剝削之作用。瀕岸部分，即湖壁之上部與湖岸之結合部，水面上屬於陸，水面下屬於湖。瀕岸區域之形態，各有各部不同之性質，再分述如次：



第三圖 湖棚者甚多。

(1) 岸 為水面上之陸帶，直接間接受波浪之破壞作用，故常被水所剝削。

(2) 淺水部 當水面下之部分，波之作用不強。此處形成湖

(3) 汀渚帶 上述二帶間被波浪摧毀之處，更區別為 (a) 乾渚，此部當湖面靜時位於水面以上，波起時則位於水面以下；(b) 濕渚，低水之時乾，盛水時隱於水面之下；(c) 沈渚，即常位水面以下直接受風波作用之部分也。

湖水之侵蝕作用，與破片物質之堆積作用，為湖盆形態變化之主因。

一、湖水之侵蝕作用更區為下列二種：

(1) 化學的作用 即湖水溶解岩石之作用。石灰岩之作用尤為特殊。

(2) 機械的作用 (a) 混有砂礫之水時有破壞岩壁之作用。(b) 岩石因氣候乾溼之故，輪次膨脹收縮，致起裂痕，終沿裂痕而破碎。(c) 水入裂縫，輪次冰結溶解，裂縫漸大，終至崩裂。

二、湖水之堆積作用亦有種種：

(1) 化學的沈澱 非洲之蘇打湖，每當乾季，湖中常產生厚塊之天然蘇打。

(2) 生物的沈積 例如砂藻，死而沈積為砂藻土。湖岸及湖中之植物，能使植物質之腐植土沈積於湖底。生物之作用，更能促進褐鐵礦之沈積。又水苔常構成為泥炭層。

(3) 由剝削作用而生之破片物質堆積於湖岸。湖岸之岩石質非相同，如為冰河堆積、火山凝灰岩、礫岩等之時，其大石、礫、粗砂散於湖岸，細砂則被沖入於靜水之處。

(4) 泉水大都不含砂泥，河水含砂之具頗多。河水流入湖中，其搬運作用大減，運來之砂泥

常沈積而成三角洲。沈積物向湖心傾斜，砂礫與微細之泥土，常交互成層。

(5) 浮泥 爲沈積物中之極細微者，由湖水搬運至湖心，日久沈積，使構成平坦之湖底。於下述之情形，浮泥尤能搬運至湖心部分。

(A) 河水注入鹹水湖，雖挾浮泥，因比重大於湖水，亦如河水注入海中之情形。

(B) 含浮泥之水，如溫度較高時，常擴張於靜水之上。

(C) 湖水爲大風動搖時，泥水爲機械的上下交流而運至遠處，於是(a)在湖岸沈積爲砂礫層；(b)在河口沈積爲三角洲之沖積層；(c)在湖之深區域沈積爲砂泥層；(d)湖底則到處爲細泥沈積。

湖壁之沈積物，有傾斜四〇度至八〇度者，但湖底常爲水平。日內瓦湖底之平坦部分，面積達六〇方公里。

第四節 湖沼之年齡

試先就某種成因言之，新湖盆既成，水即集其中，最後始成爲定常之湖。其後，湖盆由前述種種

之剝削、沈澱、及堆積作用，形態漸次變化，湖水之容積亦漸減，歷時既久，全被堆積物填塞，湖形終歸消失。試先計算其每年流入沈澱物之量，湖形消失之年數即可推算而得。例如日內瓦湖每年由河川流入土砂之量爲二〇〇〇〇〇〇立方公尺。至四五〇〇年後沈積物即將充滿。試觀奧國的羅爾 (Thod) 地方古代之地圖，於一百年之間，曾有十八個湖或已消失，或變爲沼澤。依此，由湖沼生滅之遺跡，可知其老幼之序。此固非僅由年數所能定，乃由湖盆至於死滅之途中，依其變形之程度而定者也。

一、胎生期 此期係日人田中所特設。自湖盆之生成，以至水集而成湖；其時間較短，如日本盤梯山北麓之檜原、小野川、秋元三湖，係盤梯山爆發時所生，迨瀦水而成湖，爲時不過三年，此三年者即胎生期也。

二、幼年期 在此期內，湖盆雖常受湖水之剝削作用及沈積物之影響，但尙未變其原形。

三、成年期 在此期內，湖岸雖被剝削，環湖生成湖棚，河口積爲三角洲，細微之泥蔽覆於湖底，但仍不失湖盆之原形。

四、老年期 在此期內，湖底及湖壁均爲沖積層所覆蓋，中央湖底面已爲三角洲及湖棚之

傾斜面所環繞。

五、瀕死期 在此期內，湖之中央區域爲堆積物蔽覆甚厚，與湖棚同高，湖盆中迨無傾斜面，

水生植物叢生。

六、死滅期 在此期內，堆積愈厚，遂成沼澤，沈水植物 (Submersed water flora) 與澤生植

物 (Lake flora) 交替繁茂，幾至不見水面。

上述第一至第五時期，湖中眼子菜類 (Potamogeton)、繸藻類 (Myriophyllum) 水生植物繁茂，由其葉綠素 (Chlorophyll) 之作用，使水淨潔，而成爲所謂生水 (Lebendes Wasser)。至第六之死滅時期或沼澤時期則反是，水生植物 (Marsh flora) 之香蒲科 (Typhaceae)、萍草科 (Cyporeaceae) 等繁茂，及其腐敗，湖水因以惡臭，而成爲所謂死水 (Totes Wasser)。如此之湖，由湖沼而爲沼澤地，次形成爲泥炭地，終則成爲高沼地 (Hochmoor)。

湖盆形態之變遷，雖分期如上所述，但實際並非循此過程。例如湖有排水口，因逐漸擴大，水面

降下，卒成河川以至消滅者有之。又湖水被人工消滅者亦有之，例如古代意大利中部之佛西腦大湖，因開鑿運河，水被排洩，迄今成爲耕地矣。

第五節 湖沼之形狀

形狀學(Morphometry)爲以數字表示狀態學上分子之方法，用此法而論湖沼，於比較時更能予吾人以精確之觀念也。

- 一、湖面之高度 此爲由測地法(Geodesy)所定平均湖面之海拔高度。
 - 二、湖之面積 此爲平均水面之大度，換言之，卽被圍繞於0公尺等深線之面積也。惟實際面積，應將島嶼面積除外，於地圖上量其大小，以使用測面積計(Planimeter)爲宜。
- 全世界湖沼面積共爲二、五〇〇、〇〇〇平方公里，約佔世界全面積之一·八%。
- 三、湖之長度 有二定義：(a)指湖岸二點間之最遠距離；(b)爲沼湖之主軸，隨其屈曲長度之意，然於複雜形態之湖，不適用此名稱也。

- 四、湖之幅 (a)於主軸直角走向最遠之二點，連結此二點線之長度，謂之最大幅；(b)以

長度除湖面積所得之商，謂之平均幅，在複雜形態之湖，亦不能作正確之計算。

五、湖之深度 依湖水平均水準所測深度，得作如次之規定：(a) 最大深度；(b) 以湖水之

面積除其容積，謂之平均深度；(c) 平均深度與最大深度之比例，能予人以種種形狀之觀念。

六、面積平方根與最大深度之比 於水平的形態與深度之關係，能予人以正確之觀念。

七、湖之容積 於深度圖上用測面積法，能為正確之測定。又由湖斷面法，或公釐方眼紙法

等先知其平均深度，再以面積乘之，亦能算出。

八、湖盆之平均傾斜，依深度圖如次之計算：

以 B 為湖盆之平均傾斜，A 為等深線之長，h 為相接等深線間之垂直距離，G 為湖之面積，則

$$B = \frac{h}{G}(A_0 + A_1 + A_2 + \dots)$$

此式之分子，為湖盆水面下之全面積，其與湖面面積之比例為平均傾斜角。由此所得之數，於簡單狀之湖雖能適用，於形態複雜者，尚難得正確之觀念。如欲精知湖盆某一部之傾斜，可依次式以求其值。試以 g 為環繞於各等深線之面積，即 g_m 、 g_n 為圍繞於 m 公尺、n 公尺等深線之面積時，則

$$B = \frac{h(A_m + A_n)}{2(g_m - g_n)} \quad n < m$$

此式之分子，爲二等深線間之真面積，分母爲二等深線間之水平面積，一得其值，即可知在任意深度之傾斜。

爲便宜上，能規定 m n 一局部之傾斜如次。先於深度圖引通過 m n 二點之等深線，測定其二線間之真水平距離 a ，次取等深線間之垂直差 b ，而由 b/a 以求其局部位置之傾斜。

九、湖岸線發達度及湖之肢節量 此係以湖岸線之長及與同面積湖之圓周比例表之。在凸凹多之湖，此肢節量則愈大。

試以湖岸線之發達度爲 U ，湖岸線之長度爲 L ，湖之面積爲 G ，則

$$G = \pi r^2 \quad r = \sqrt{G/\pi}$$

$$2\pi r = 2\pi \sqrt{G/\pi} = 2\sqrt{G\pi}$$

$$U = \frac{L}{2\pi r} = \frac{L}{2\sqrt{G\pi}}$$

十、島嶼發達度 此爲島之面積與湖全部面積之比。