

# 第十章、河川水文

第一節、河水來源與水系流域

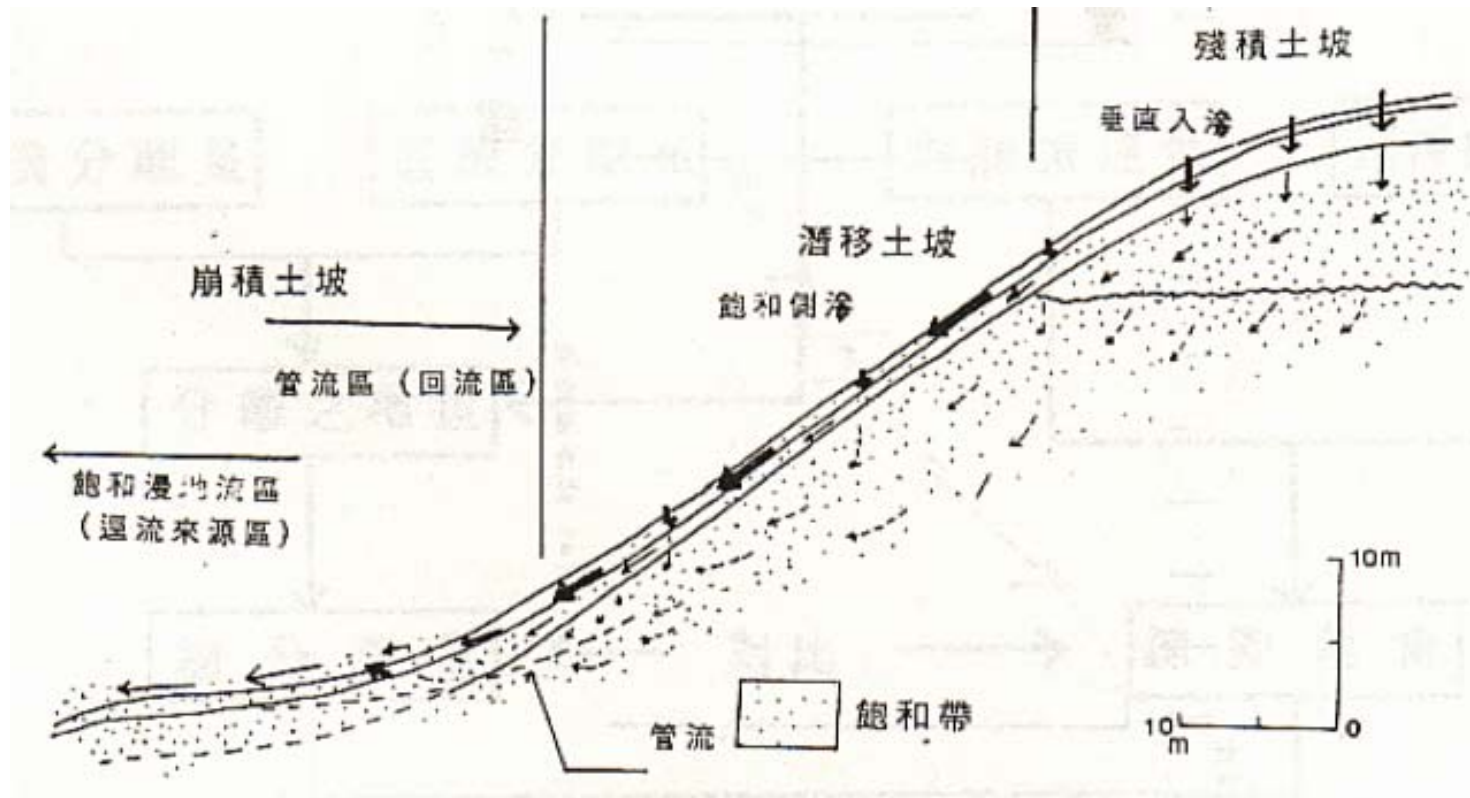
第二節、水位、流速、流量

第三節、臺灣主要河川特性

# 第一節、河水來源與水系流域

## 一、地面水流的形成機制

### • 1. 坡段逕流模式



- 2.逕流流出過程
- (1)過剩雨量（超滲雨量）的形成：雨水經植被截留、土壤表面吸收、入滲等所剩餘的水量。
- (2)漫地流(overland flow)：超滲雨量最初在凹坡地或坡腳位置形成片流(sheet flow)；片流增加匯聚到紋溝(rill)形成紋溝流(rilling)；紋溝流增加匯聚到雨溝(gully)，形成雨溝流(gullying)；雨溝的水匯聚到河、湖形成河、湖水源。以上的水流總稱為地面逕流(surface runoff)。
- (3)山麓、凹坡及坡腳處有水滲出，甚至有水量較大的泉水。這些有水的飽和帶的範圍會因雨水來源的多寡而增減，故稱之為可變逕流來源區(variable source area)
- (4)持續產生泉水之點稱為河川源頭(headwater)。

## 二、水系、流域及其特徵

- 1.水系：線
- 主流、支流及其相關連的湖泊、沼澤等組成一系統稱之為水系(River system)。
- 2.流域：面
- 某一等級的水系所能匯聚的水源範圍稱之為集水區或流域，所匯聚的水源包括，雨水、融雪水和地面下的飽和區滲出水、地下水（泉水）。
- 3.分水嶺(divide)
- 集水區與集水區的分界稱分水嶺，分為：
  - (1)地形分水嶺(Topographic divide)：係指地表面上，分割相鄰兩低地間最高點的連線。
  - (2)地下水分水嶺(Groundwater divide)：以地下水流方向的分界點為準，稱為地下水分水嶺。

- 東港溪之實測逕流量大於理論值甚多的原因：以地下水分水嶺為界的集水區面積大於以地形分水嶺為界的甚多。

### 三、流域特性

- 1.流域面積
- 以分水嶺為界，在同一水系所包圍的範圍，以其投影在水平上的面積(即地圖上面積)，常用求積儀(Planimeter)法和方格法求得。
- 2. 流域平均高度(Mean elevation)
- (1)等高線法(Contour-length method)
- (2)方格法(Grid method)

- 3.平均坡度(Mean slope)
- (1)等高線長度法：
- (2)交點法的何頓(Horton)經驗法：
- 4.主流長度(Length of main stream)
- 以流域中流量最大，河道最長的為主流，可用測距儀在地形圖上測量。
- 5.平均寬度(Mean basin width)
- 6.流域周長(Basin perimeter)
- 用測距儀在地形圖上沿地形分水嶺圍繞測量。
- 7.流域形狀
- (1)圓形比(又稱圓比值)
- (2)細長比

- 3.水系等級

- (1)何頓(Horton)法：主支流關係明顯

- (2)史崔拉(Strahler)法：操作容易。

- (3)史立夫(Shreve)的枝段等級法：對應關係清楚。

- 4.零級河川概念

- 足以匯集坡地逕流(地表或地中)之凹坡面，平時無水，大雨時則下坡處成為一級河川的部份飽和區 (partial saturated areas)，水流注入一級河川，稱為零級河川(Zero order stream)，又稱為谷頭坡 (valley head slope)。

## 第二節、水位、流速、流量

### ● 一、水位

- 河川的任何地點，從某一基準面量起的水面高度稱為水位(Water level or stage)。
- 1.水尺(Staff gauge)
- 測量水位的刻度板稱為水尺或水標尺，。水位高度有的用絕對高度，必須附近有水準點作為校正。
- 2.水位曲線
- 將長期觀測所得的水位資料劃成各種不同用途的座標曲線圖稱為「水位曲線」。
- (1)水位—流量曲線或率定曲線：用於**計算流量**
- (2)水位時間曲線：即河川上任何地點表示其水位的時間變化，可作為**洪水預報**。



## 二、流速(current velocity)

- 1.流速的測量
- (1)浮標法：選擇河川流路直線狀的河段用半浮沉物流放一定距離後，計算時間即流速( $V, \text{m/sec}$ ) = 距離(m) / 時間(sec)。換算成平均流速時要乘以一定係數(約0.85)
- (2)流速儀法：可測不同橫剖面的流量求其平均值。
- (3)化學物質法：食鹽法、色素法。
- 2.流速分布
- 河流流速的分布，一般而言以接近水面地方比靠近河床的部份流速快；中央部份比兩岸快。
- (1)縱(垂直)剖面平均流速
- (2)橫剖面平均流速：

- 3.曼寧式：

- $V_m = (1/n) \times (A/p)^{2/3} S^{1/2} = (1/n) \times (R)^{2/3} S^{1/2}$

- 若水面寬度遠大於水深H時，

- $R \cong H \Rightarrow V_m \cong (1/n) H^{2/3} S^{1/2}$

- A：水流橫剖面面積（m<sup>2</sup>）

- p：潤邊（m）

- R：水力半徑（m）

- n：粗糙係數（無單位）

- H：逕深（m）

- S：底床坡度(%)，水深時 $\cong$ 水面坡度(%)

- V<sub>m</sub>：平均流速(m/sec)。

### 三、流量

- $1.Q = AV$
- $Q$ ：流量( $m^3/sec$ )       $A$ ：水流橫剖面積( $m^2$ )
- $V$ ：平均流速( $m/sec$ )
- 流量單位表示法：CMS、CMD、CMH、CMM、GPS
- 2.流量的測定
- (1)容積法：流量( $Q$ ) = [容器的容量]/[注滿所需的時間]
- (2)堰(Weir)法：
- (3)流速面積法
- (4)水位 流量曲線法：事先建立水位與流量的關係曲線，以求得流量。
- (5)水柱射程法：水管、噴泉、大口徑地下水出口

## 四、各種流量的相關定義

- 1.各種河川流量的定義
- **流量歷時曲線**(flow duration curve)：將全年的每日平均流量依大小順序排列後，從大到小累加，作成曲線即是。
- (1)最大流量
- (2)豐水流量
- (3)平水流量
- (4)低水流量
- (5)枯水流量
- (6)最小流量
- (7)年平均流量：當年日流量的總計除以當年日數的流量值 = CMSD（與CMD無關）。

- **2.比流量(Specific discharge)**
- 單位面積的逕流量( $\text{m}^3/\text{sec}/100\text{km}^2$ 或 $\text{m}^3/\text{day}/\text{km}^2$ )，或單位面積逕流水深( $\text{mm}/\text{day}/\text{km}^2$ )，即流量觀測地點(控制點)的流量 $Q$  ( $\text{m}^3/\text{sec}$ )除以該地點的流域面積( $\text{km}^2$ )值。
- **3.河川係數(river coefficient or coefficient of stream regime)**
- 河川最大流量除以最小流量稱為河川係數由河川係數的大小可知河川的洪枯流量情形。
- **4.逕流係數(runoff coefficient)**
- 又稱**流出率(runoff ratio)**或**產流量**，為流域逕流量與該流域降水量的比值。

## 四、逕流與水歷線(hydrograph)

### • 1. 水歷線的構成

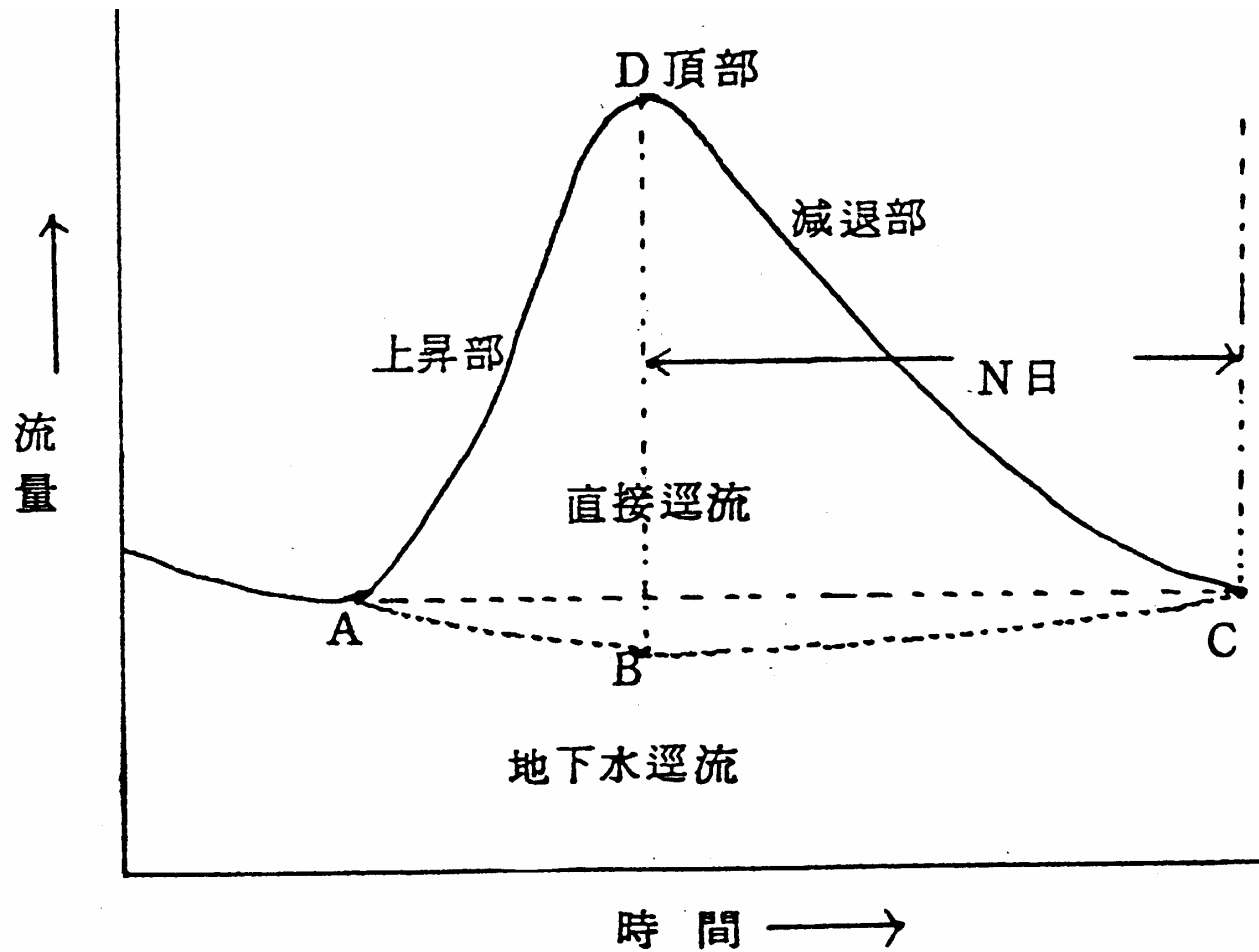


圖 162 水歷線各部名稱圖

- 2.水歷線的簡單分離法
- (1)直接逕流與間接逕流(又稱地下水逕流或基流，的分離)。
- (2)N日 ( N day ) 之決定：臺灣之N日經驗式，
- $N = 0.8 \times A^{0.2}$
- A : km<sup>2</sup>
- (3)實用的逕流分離法：將水歷線各部以「微分」方式分離。
- 3.逕流的產生(產流：Runoff generation)
- (1)漫地流(Overland flow)：又稱Hortonian漫地流，發生區域以裸露之河道附近的飽和帶最重要。

- (2) **地中逕流**(或稱中間流 , Interflow) : 指未飽和帶中之逕流 , 包括 :
  - **中間流**(Interflow) : 包括Litter flow , Return flow , Unsaturated through flow , Saturated through flow , Pipe flow , interflow in bed rock。
  - **側滲流**(Through flow):土壤帶之橫向水流 , 包括 Unsaturated through flow , Saturated through flow , interflow in bed rock。
  - **向源擴張的地面下暴雨產生逕流**(Subsurface storm flow) : 包括through flow , Pipe flow。
- (3) **地下逕流** : 包括自由水逕流與受壓水逕流兩種。
- **3.不可可能有向源侵蝕 ? 因果關係的錯置**



- 五、逕流量推估
- 1.數理模式：單位逕流(Unit hydrograph)
- 2.實驗模擬：水槽模式(Tank model)
- 係在實驗室以縮小模型模擬，以水工試驗的方式模擬計算逕流流量。
- 3.經驗模式：合理式(Rational formula)
- 雨後估算下水道或洪峰流量(Peak flow)
- $Q_p = (1/3.6) \times CIA$
- $= 0.2778CIA$
- $Q_p$ ：洪峰流量( $m^3/sec$ )       $I$ ：平均降水強度( $mm/hr$ )
- $C$ ：逕流係數(無因次)       $A$ ：流域面積( $km^2$ )

# 第三節、臺灣主要河川特性

## 一、臺灣河川的基本資料

- 1.臺灣地區列管的河川共有151條河川，其中「主要河川」(中央管河川)21條，「次要河川」29條，「普通河川79條」。其中主流長度超過100km的有濁水溪、高屏溪、淡水河、大甲溪、曾文溪、烏溪等6條、流域面積大於1000km<sup>2</sup>者，再花蓮溪、秀姑巒溪、卑南大溪三條。
- 2.認識臺灣前三條主要河川
- (1)淡水河：基隆河(主要支流：雙溪)、新店溪(上游為南、北勢溪兩支流，下游有景美溪)、大漢溪、塭子川
- (2)濁水溪：清水溪、陳有蘭溪、萬大溪(濁水溪)

- 濁水溪沖積扇的分流(divarication)自北而南較重要的有：洋仔厝溪、鹿港溪(又稱福鹿溪、員林大排)、麥嶼厝溪(舊濁水溪)、二林溪、西螺溪(今濁水溪本流)、新虎尾溪、舊虎尾溪、牛挑灣溪、北港溪等。
- (3)高屏溪：荖濃溪、旗山溪、隘寮溪(隘寮南溪、隘寮北溪兩支流)、濁口溪。
- 3.臺灣地區河川的水文特性
- (1)河床比降大：中間流流出時間較短，使河川係數大
- (2)河川係數大：枯洪流量差異大，故相對應預留大面積之行水區。
- (3)含沙量與輸砂量大：
- (4)河川中、下游平原區河道不穩定且多曲流；入海處多呈扇狀(三角洲)，河道分歧，流路易變。

## 表10-1、臺灣主要河川之基本水文資料

編號	河川名稱	發源地	流經地區	出海口	主流長(km)	流域面積(km <sup>2</sup> )
030	淡水河	品田山	竹桃北縣北市	淡水鎮沙崙	158.67	2725.82
130	頭前溪	霞喀羅山	新竹縣、市	新竹市南寮	63.03	565.97
190	中港溪 後龍溪	鹿場大山 鹿場大山	新竹縣苗栗縣 苗栗縣	竹南鎮中港	54.00	445.58
				後龍鎮公司寮	58.40	536.59
230	大安溪	大壩尖山	苗縣、中縣	大安鄉頂安村	95.76	758.47
250	大甲溪	南湖東山	台中縣	大安鄉北投厝	140.21	1235.73
270	烏溪	合歡山	南投台中彰化	龍井鄉水裡港	116.75	2025.60
290	濁水溪	合歡山	南投彰化雲林	大城鄉下海漚	186.40	3155.21
330	北港溪	劉菜園	雲林縣嘉義縣	口湖鄉湖口村	81.86	645.21
350	朴子溪	芋菜坑	嘉義縣、市	東石鄉東石村	75.67	400.44
370	八掌溪	奮起湖	嘉義縣市台南	布袋鎮好美寮	80.86	474.74

390	急水溪	白水溪	台南縣	北門鄉雙春	65.05	378.77
410	曾文溪	萬歲山	嘉義、台南縣	安南區青草崙	138.47	1176.64
430	鹽水溪	大坑尾	台南縣、市	安平	41.34	221.69
450	二仁溪	山豬湖	高縣台南縣市	安平區灣裡	65.18	350.04
510	高屏溪	玉山	高雄、屏東縣	林園鄉西汕村	170.90	3256.86
530	東港溪	日湯真山	屏東縣	東港	46.94	472.20
550	林邊溪	南大武山	屏東縣	佳冬鄉塭仔村	42.19	343.97
100	蘭陽溪	南湖北山	宜蘭縣	東港	73.06	978.63
300	花蓮溪	拔仔山	花蓮縣	壽豐鄉永興村	57.28	1507.09
340	秀姑巒溪	崙天山	花蓮縣	豐濱鄉大港口	81.15	1790.46
400	卑南大溪	關山	台東縣	台東市	84.35	1603.21
資料來源:改臺灣省環境保護處-臺灣河川水質年報				合 計	1923.52	24603.33

## 表10-2、臺灣主要河川之基本水文資料

流域名稱	主流長度(km)	平均比降(下游)	降水量(mm)	蒸發散量(mm)	逕流水深(mm)	平均逕流量*1	流出率(%)	流域面積(km <sup>2</sup> )	計畫排洪量(CMS)
蘭陽溪	73.06	1:21	3,211	799	2,412	2,361	75	978.63	8,500
淡水河	158.67	1:45	2,980	814	2,166	5,905	73	2,725.82	25,000*2
頭前溪	63.03	1:28(1:190)	2,203	801	1,402	794	64	565.97	11,200
中港溪	54.00	1:21						445.58	5,380
後龍溪	58.40	1:22(1:160)	1,993	834	1,159	621	58	536.59	6,340
大安溪	95.76	1:29(1:76)	2,558	798	1,760	1,334	69	758.47	13,840
大甲溪	140.21	1:39(1:90)	2,493	791	1,702	2,104	68	1,235.73	10,300
烏溪	116.75	1:45(1:320)	2,086	810	1,276	2,585	61	2,025.60	21,000
濁水溪	186.40	1:55(1:190)	2,428	799	1,629	5,139	67	3,155.21	24,000
北港溪	81.86	1:159	1,878	851	1,027	622	55	645.21	5,000
朴子溪	75.67	1:53	1,855	855	1,000	427	54	400.44	2,960
八掌溪	80.86	1:42	2,287	845	1,442	685	63	474.74	3,256

## 表10-2、臺灣主要河川之基本水文資料(續)

流域名稱	主流長度(km)	平均比降(下游)	降水量(mm)	蒸發散量(mm)	逕流水深(mm)	平均逕流量*1	流出率(%)	流域面積(km <sup>2</sup> )	計畫排洪量(CMS)
急水溪	65.05	1:118	2,012	868	1,144	434	57	378.77	2,560
曾文溪	138.47	1:57(1:200)	2,594	832	1,762	2,074	68	1,176.64	9,200
鹽水溪	41.34	1:295	1,808	816	992	220	55	221.69	2,240
二仁溪	65.18	1:142	1,933	836	1,097	384	57	350.04	3,240
高屏溪	170.90	1:43(1:150)	3,022	815	2,207	7,188	73	3,256.86	22,000
東港溪	46.94	1:41(1:1580)	2,494	800	1,694	800	68	472.20	3,510
林邊溪	42.19	1:51	3,306	867	2,439	839	74	343.97	3,630
卑南溪	84.35	1:21(1:165)	2,755	794	1,961	3,143	71	1,603.21	17,400
秀姑巒溪	81.15	1:34	2,613	797	1,816	3,251	69	1,790.46	19,000
花蓮溪	57.28	1:25(1:285)	2,949	798	2,151	3,242	73	1,507.09	16,600

## 二、感潮河川

- 1.定義
- 河川受海洋潮汐的影響，使河水的鹽份、水位、流速等有顯著的週期性變化的河段，稱為感潮河川 (Tidal river)。
- 2.感潮河川性質與河流地形的關係
- 感潮河段(Tidal reach)以河床坡度平緩的大河較長。感潮河川的鹽份變化通常僅限於下游部份，但其水位和流速變化能影響到相當上游。「汐止」一即「感潮的終點」之意。
- 河口呈喇叭狀時，更易受海潮的頂拖，形成海水位梯度外高內低的差異，產生較大的潮差，如杭州灣頭著名的錢塘潮即是。



- 2.感潮河川的一般特徵
- (1)漲潮時間較短，退潮時間較長。
- (2)漲潮和退潮的時差，隨河川水量而增減；豐水時大，枯水時小。
- (3)河川內的潮浪屬進行性，乾、滿潮時間通常有數小時的時差。
- (4)漲潮因海水比河水重，呈楔形狀在河水下部，溯河而上，但此現象僅限於下游段，而且地勢低平(河床坡度越平緩)感潮的河段越長。
- (5)因地球自轉的影響，大河兩岸水位多少有些差異。在北半球，右岸感潮的情況高於左岸(但影響相當有限)。
- (6)河川下游自由曲流地形，水流平緩蜿蜒，感潮的遲滯時間及河長尤為明顯，如基隆河之感潮。