

# 第六章、水平衡

第一節、短期水平衡

第二節、長期水平衡概念與應用

第三節、最大水資源量與水資源

# 第一節、短期水平衡

## 一、水平衡之意義

- 水平衡是研究地表上某地區，在一定期間，水收支的均衡狀態，屬於動態平衡(Equilibrium balances)。水平衡是生態平衡的一部份，水平衡的破壞將影響生態穩定。明瞭水平衡中各階段的水量進出，有助於了解各地區可開發的水資源量，達成供需平衡之經濟與環保效應。

## 二、水平衡式

- 1.陸地水平衡基本式：

- $P = E T + R O_{\pm} S \dots\dots\dots(1)$

- P : 降雨量                      RO : 逕流量                      ET : 蒸發散量
- ± S : 儲存量變化              (流入量)-(流出量)= S .....(2)

### 三、降水後「無外來水源之水文區」之短期水平衡式

- $P = ET + (RO_{dout} + RO_{gin}) \dots\dots\dots(3)$

- $RO_{gin} = RO_{gout} + S \dots\dots\dots(4)$

- RO<sub>dout</sub> : 地面逕流                      RO<sub>gin</sub> : 入滲量

- RO<sub>gout</sub> : 地中水滲出成為地面逕流

- (3)式可改寫成： $P = ET + RO_{out} + S \dots\dots(5)$

### 二、降水後「有外來水源之水文區」短期水平衡式

- $P = ET + (RO_{dout} - RO_{din}) + (RO_{gout} - RO_{gin}) + S \dots\dots\dots(6)$

- RO<sub>din</sub> : 地面逕流流入

## 第二節、長期水平衡概念與應用

- 一、「無外來水源之水文區」長期水平衡式
- 建立在入滲水流進、流出相等 ( $R O_{gin} = R O_{gout}$ ) 的平衡原理上，因此， $S$  可視  $0$ ，
- (5)式可改寫成(7)式： $P = E T + R O_{out} \dots \dots \dots (7)$
- 二、「有外來水源之水文區」長期水平衡式
- (6)式改寫成：
- $P = E T + (R O_{dout} - R O_{din}) + (R O_{gout} - R O_{gin}) \dots (8)$
- 因此，臺灣地區全島性的短期水平衡以代入(5)式為宜；長期水平衡以代入(7)式為宜。臺灣各河川下游地區的短期水平衡以代入(6)式為宜；長期水平衡以代入(8)式為宜。

### 三、臺灣地區水資源與用水量之水平衡

- 圖6-1為水利署對臺灣地區水平衡、水資源及用水量的推估模式圖。楊萬全（2000）認為水利署的水平衡關係推估圖有商榷之處
- 1.年實際蒸發散量被低估
- 臺灣年降水量2515mm計，年實際蒸發量佔24.3%，約為611mm/yr。臺灣降水量（2515mm/yr）比日本（1800mm/yr）多，日本推估之年實際蒸發量為650mm/yr。蒸發散量將隨著氣溫升高而提高；也會受到年降水量多寡的影響，雨量多則蒸發散量也就會高些，因此，臺灣之實際年蒸發散量不應當少於日本之650mm/yr。楊萬全（2000）以730mm/yr（佔總降水量之29%）為折衷數據。

- 2.逕流量被高估
- 臺灣的年降水量，目前權威的數據為2515 2530mm/yr左右，大致不會有太大的偏差。
- 如果蒸發散量被低估，則表示「地面逕流量」或「滲透量」被高估。
- 楊萬全以臺灣的土壤條件的經驗法則估算，日平均入滲量(infiltration)約1.23mm，全年約450mm（佔總降水量之18%）（圖6-2）。
- 3.入滲量應併入地面逕流而非獨立計算
- 臺灣全島之水文年間水平衡應代入(7)式為宜。即以「長期」（30年以上）的角度觀之，入滲之水終究會被併入地面逕流中( $R O_{out}$ )中。如將入滲量獨立計算，將使得地面逕流量多出的18%。
- 因此，臺灣全島性的水平衡關係圖，應採圖6-2，而非圖6-1。

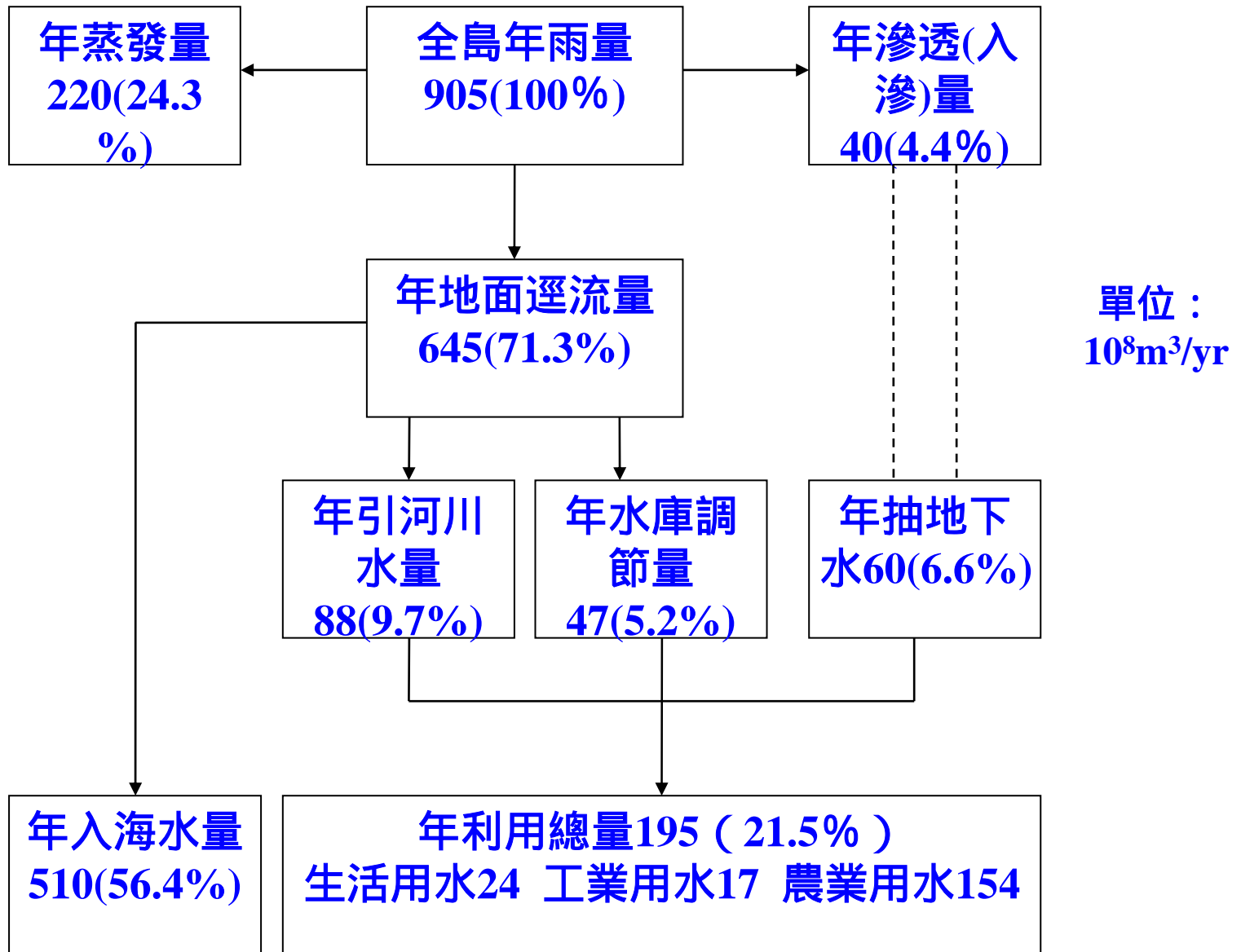


圖6-1、臺灣地區的用水水平衡

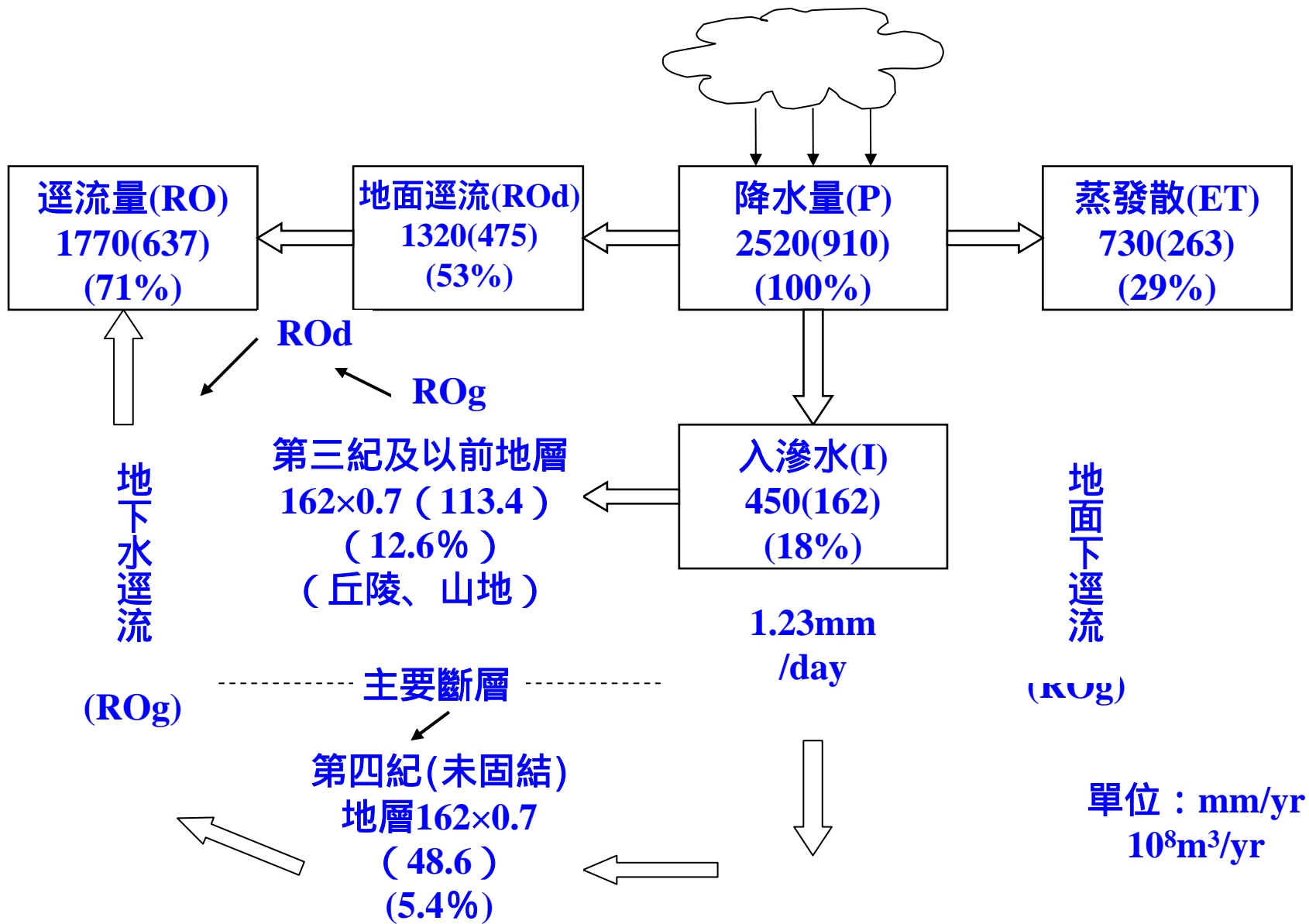


圖6-2、楊萬全(2000)之臺灣水平衡圖



# 第三節、最大水資源量與水資源

## 一、最大水資源量與水資源

- 1.最大水資源量
- 臺灣地區正常每年約有**910**億噸或立方公尺 (=2520mm/yr×36,000km<sup>2</sup>)的面積降水量，其中用於蒸發散量約**263**億m<sup>3</sup>(約**730**mm/yr)，故臺灣地區的平均最大水資源量為**647**億m<sup>3</sup>。
- 2.可用水資源量
- 目前臺灣地區所使用的水資源量約佔總逕流量的**22.2%**，故不是所有的「最大水資源量」皆可供開發利用，可用水資源量的開發極限是多少？中間涉及了哪些環境與經濟發展環環相扣的連鎖反應機制。

- 3.森林砍伐與水資源量的對應關係
- 森林具有降低林地下地面氣溫的作用，意味著森林的存在會減少地面蒸發量，但森林的存在卻又增加植被截留與蒸散作用。何者影響大？
- 土壤的比熱比樹葉高，且樹冠到地面間的空隙具有隔熱的作用。在臺灣，夏季林下的土壤可能比沒有植被覆蓋的裸露地低 $10-15^{\circ}\text{C}$ 。因此，增加的植被截留與蒸散作用，可能相當程度為地面降低的蒸發量所抵銷。
- (1)陳信雄比較面積200公頃的研究區，其砍伐前之森林面積設為100%，分別以10%、15%、20%、30%的砍伐比例比較砍伐前後總逕流量，研究結果發現：總逕流量並無多少變化。

- 但當砍伐面積比例為30%時，因入滲量降低，大量的雨水變成地面逕流，使地下水的補充量減少，致使枯水期間的河川流量變少。
- (2)夏禹九等(1995)針對濁口溪集水區(360km<sup>2</sup>)與隘寮溪(409 km<sup>2</sup>)森林砍伐與林相變更作業對大面積集水區溪流量之影響，從1964年到1982年間的水文資料進行分析。結果顯示，當集水區內林業作業面積佔集水總面積的13%以下時，其溪流量變化並不明顯。
- (3)上述的討論研究可大致清楚瞭解到：合理的森林經營對減低洪峰流量，延滯洪峰到達時間有實質的功能，且良好的森林覆蓋亦有間接保土的功能。

- 但森林覆蓋度愈高愈有較多的蒸散量及截留量的觀點來看，受到蒸發散量加的影響，最大水資源量會因森林之存在而略微減少。
- (4)森林減少，雖可小幅提高「最大水資源量」，卻導致「乾季」之「可用水資源量」大幅度減少。「可用水資源量」增減才具有實質的水資源意義。
- 4.小結
- (1)只要水庫的蓄水容量夠大，可以讓水庫集水區之「最大水資源量」 「可用水資源量」。
- (2)在多雨且無明顯乾季的地區(如臺灣東北部)，治山防洪遠較維持總逕流來得有經濟效益；而半乾燥地區(地中海型氣候區)，水資源 分寶貴，減少總逕流減少，可能比防洪措施來得重要吧！

### 三、臺灣地區水資源利用之商榷

- 1.臺灣地區天賦降水量之空間分配
- 多雨區分布於東北部與山地。少雨區分布於西部沿海，且向西遞減。若將季節分為夏半年(5 - 10月)，冬半年(11 - 4月)，則愈往南降雨季節愈有集中夏半年趨勢。
- 2.建水庫是最有效蓄儲水資源的方法
- 運用「最大水資源量」的觀念，就可以推知，興建水庫是最有效蓄儲水資源的方法。
- 3.以地下水作為調節性水資源
- (1)自由地下水水質受有機污染，可用於農田灌溉
- (2)受壓地下水質優但量少，宜僅作為抗旱之用
- 4.臺灣水資源管理之準則
- (1)地面水與地下水聯合使用；(2)水資源的空間調節管理；(3)水質的分級管理