

# 水資源的有效利用

報告人：歐陽嶠暉

● 民國二十五年生

● 國家工學博士（中國文化大學）

● 現任國立中央大學環境工程學研究所

教授

評論人：吳建民

● 民國二十三年生

● 台灣大學土木工程研究所碩士

● 現任經濟部水資會主任委員

評論人：駱尚廉

● 民國四十二年生

● 國立台灣大學土木工程學博士

● 現任國立台灣大學環境工程學研究所

教授

# 水資源的有效利用

◎歐陽嶠暉

## 一、前言

在地球上，土地、水、空氣、火是構成生命的四個元素，但在沒有空氣（缺氧）或離開土地的地方，仍有些生物生存，惟在沒有水的地方，就沒有生命。因之水是維持全部生物生命所必須且又不可缺少的物質。是萬物的根源。

實際上在我們身體中約有六〇%是水分，陸地上的植物中五〇~七五%是水分，魚類是八〇%，在水母或微生物體內水分可達九五~九九%。

地球上水的總量約十四億立方公里，而在地球的總表面積約五·一億平方公里的七〇%的海面，其海水量約占十三·七億立方公里；（九七·五%），其他以水的形態存在者有一·七%，以地下水存在者約〇·七二%，而河川水則僅約〇·〇〇〇一%。在地球上可供生活、農業及工業利用的水則僅約二·五%，其中比較容易利用的河川、湖泊及地下水則僅約〇·八%。

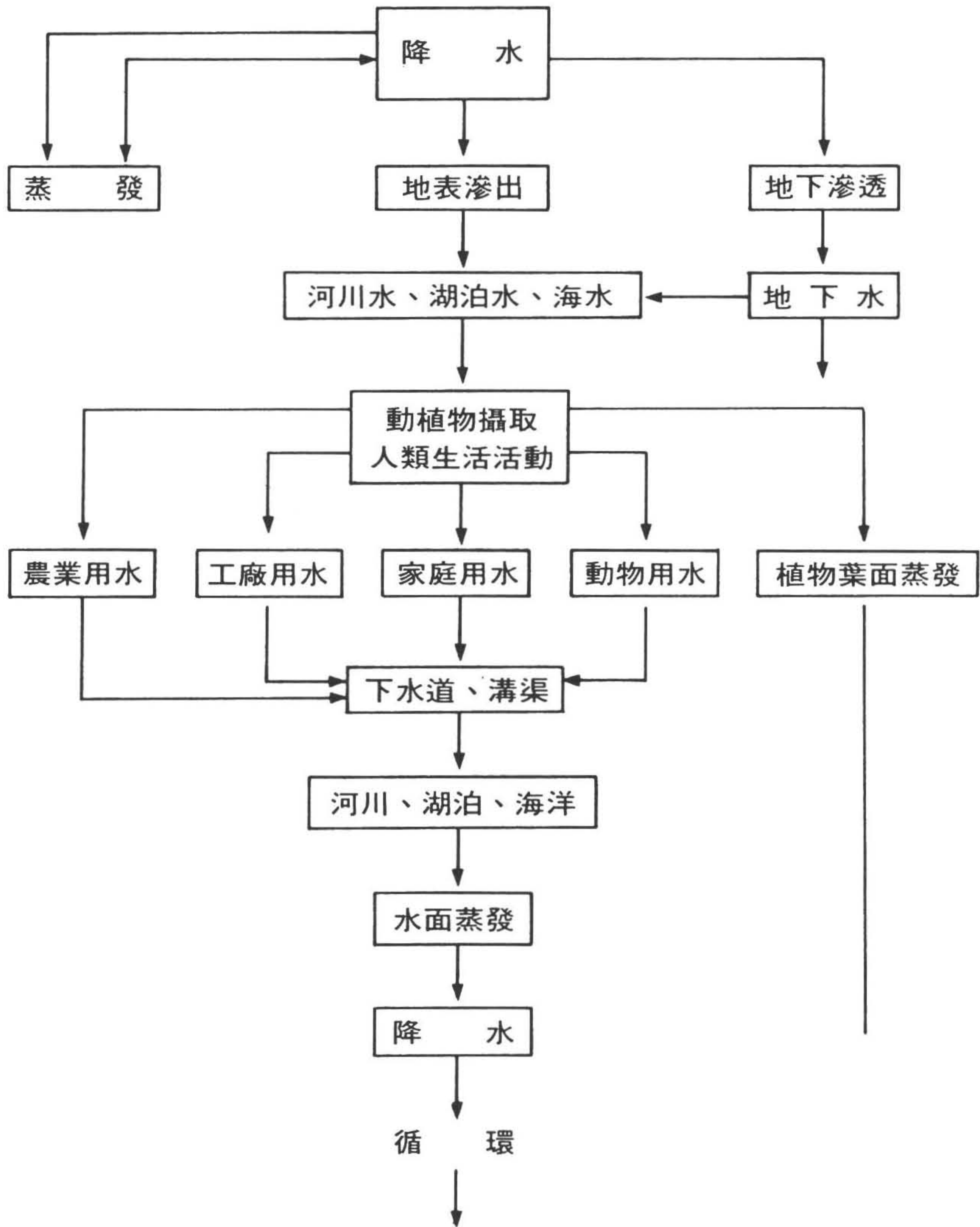
水為維持地球上生物的生命，以各種的形式被利用。即使由於各種不同的活動致溶入不純的物質或不用的物質，但仍能經由自淨作用或稀釋作用達到無害化，也是水的功能。而其最終皆流

入海，藉太陽的能量使其以水蒸氣蒸發至空中成爲雲後，再以雪或雨的形態降落，此一水的循環過程，對於生物生命的維持貢獻極大，而在此一水環境中，我們利用各種形態的水並與水相接觸。水的循環示如圖一。水的功能包括自然形成的機能及生活或社會形成的機能如圖二。

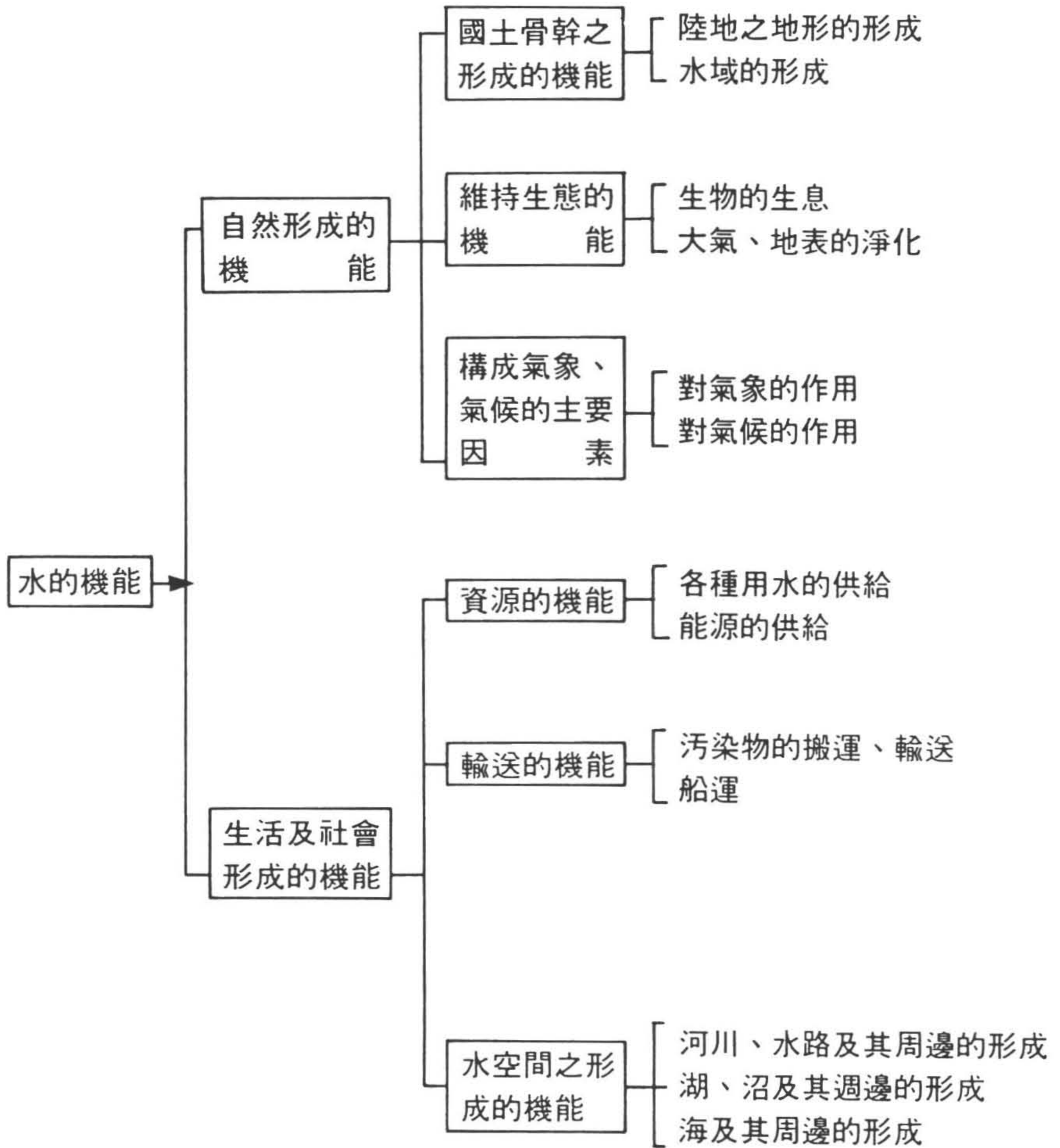
水之自然形成的機能，主要由於水的浸蝕及堆積作用導致地形、水域的形成等國土形狀的塑成之機能，生物的養育、污染物質的淨化等支持生態的機能，以及影響氣象和氣候最主要之原因的機能等。

其次生活及社會形成的機能，主要爲生活及生產活動所需用水及能源的供給資源的機能，污染物質的排除擴散，船舶航運的搬運功能及水遊樂、景觀等生活調劑之水邊等水空間形成的機能等。

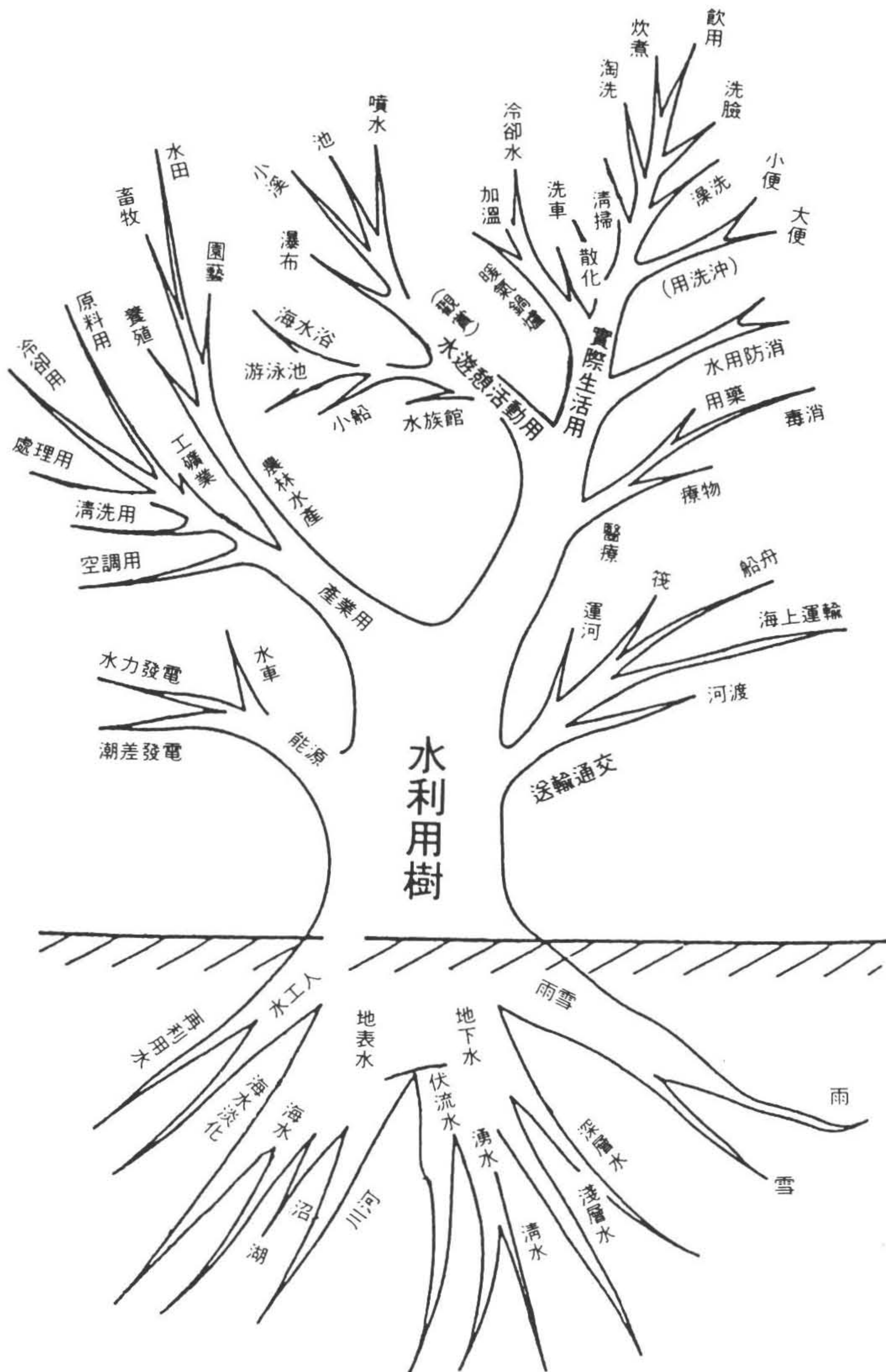
人類與水的關係，以生活用水及能源（發電）的供給、輸送的利用以及水產資源最爲主要，尤其用水包括生活用水、灌溉用水、洗滌用水、消防用水等之利用，水利用樹示如圖三。一般常自河川或自水庫、湖泊取水，此乃與日常生活最爲直接關係者，而近年來由於人們對於調劑生活所需水邊空間存在的要求日多，甚至地球環境保護、熱島現象的防止等，相對的水環境的價值更受到重視和認識。



圖一 水的循環



圖二 水的機能



圖三 水利用樹

## 二、台灣的水環境

台灣因四面環海，水與日常的生活極為密切，因之對於風土文化的形成有極大的影響。

臺灣地區面積三六、〇〇二平方公里，北迴歸線橫貫臺灣島南半部。地形標高一〇〇〇公尺以上山區面積占全島三二%，一〇〇至一〇〇〇公尺之丘陵與台地約占三一%，縱貫全島中央，一〇〇公尺以下之沖積平原占三七%，為人口與農工業集中地區。

臺灣地區氣候屬亞熱帶氣候，東北季風盛行於每年十月至次年三月，夏秋兩季颱風與雷雨帶來豐沛的雨量，平原地區全年均適於農作物的成長。

臺灣地區共有主要河川二十一條，次要河川二十九條，普通河川八一條，合計一三一條，各河流均短且陡，暴雨時水流湍急，河川流量隨降雨而迅速漲落，洪水挾帶大量泥沙，大部分河流春季時流量小，幾乎全部引用。由於上游河谷陡峻狹窄，地質脆弱，以及大量泥沙與洪水於下游山谷之後，河寬劇減，易氾濫，治理頗為困難。

臺灣地區之降雨可分為季風雨、地形雨、熱雷雨、颱風雨與熱帶低氣壓雨，其在地域、季節及空間上之分布甚不均勻。

經濟部水資會曾就臺灣地區四四〇雨量站之歷年降雨記錄，推算臺灣地區年平均雨量如表一。

月雨量分布之多寡，為直接影響河川流量最大因素，臺灣各月降雨量分配極為不平均，降雨

表一 臺灣各區域平均年雨量

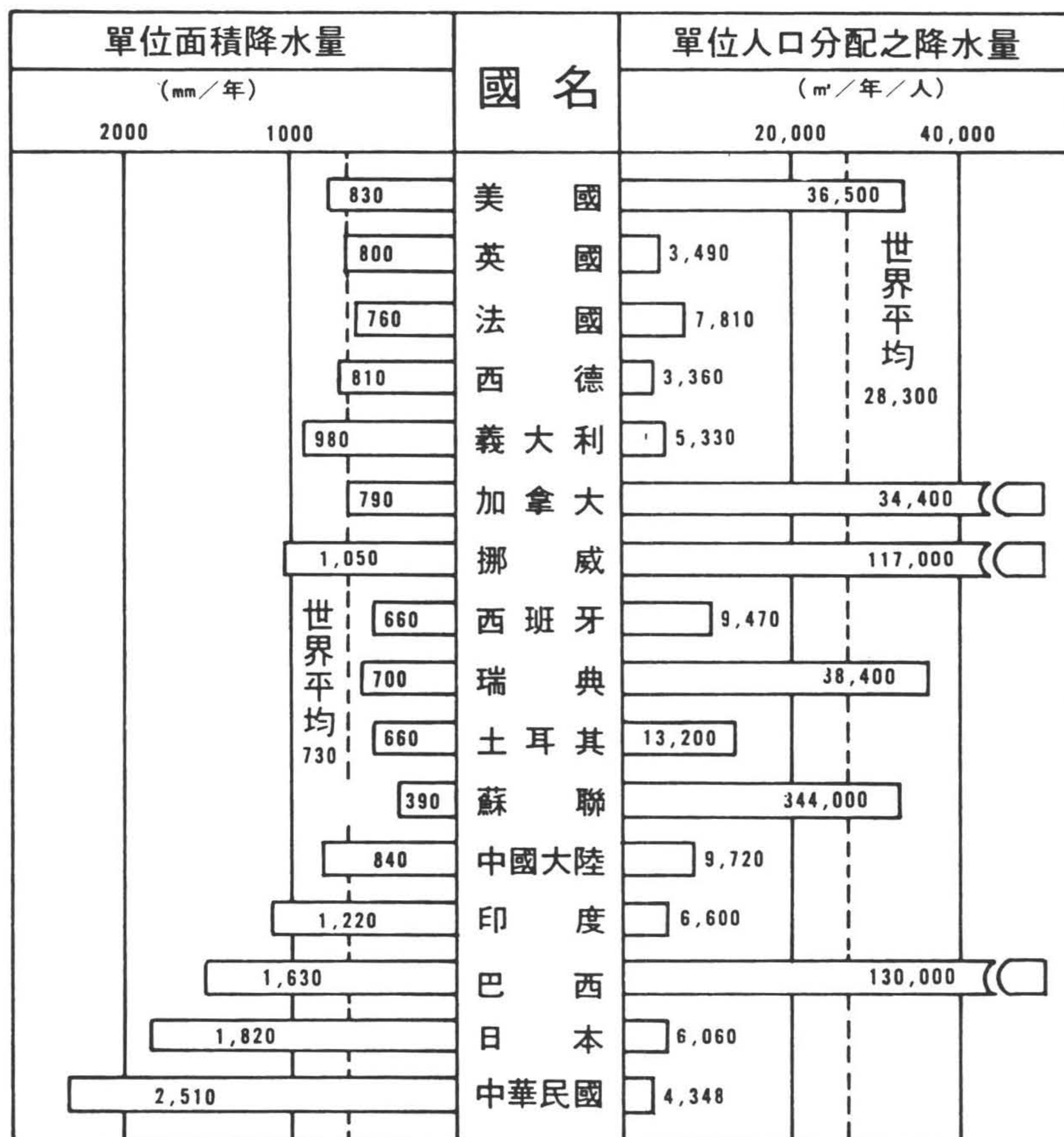
區 域	平均年雨量 ( mm )
北 部	2,851
中 部	2,075
南 部	2,578
東 部	2,679

量多集中於五至十月，占全年七八%，每月占八一五%，而以八月份最高，為臺灣之雨季，亦即豐水季。十一月至四月僅占二二%，每月占三二五%，為旱季亦即枯水季。

臺灣各地區月雨量分配以北區、宜蘭與東部三地區稍較平均，其次依序為新苗、中區、嘉雲與南區，愈向南則分配愈不均勻，每年五至十月雨量，由新苗區之七二%增至南區之九〇%。最大月雨量北部地區與新苗地區集中於七至九月，宜蘭與東部集中於八至十月，西部與南部地區則集中於六至八月，最小月雨量則發生於十一至次年二月。

臺灣地區平均年降雨量二，五一〇公厘，約為世界平均值之三·四四倍（世界各國降水量比較如表二），乍看之下水資源相當豐富，然以每人每年所得雨量為指標來比較，因地小人多，每人每年所得低於全世界平均之六分之一。如以臺灣每人平均年降雨當量為四，三四八立方公尺，若與世界各國，尤其北半球屬亞熱帶及熱帶的國家，包括日本





表二 世界主要國家降水量比較

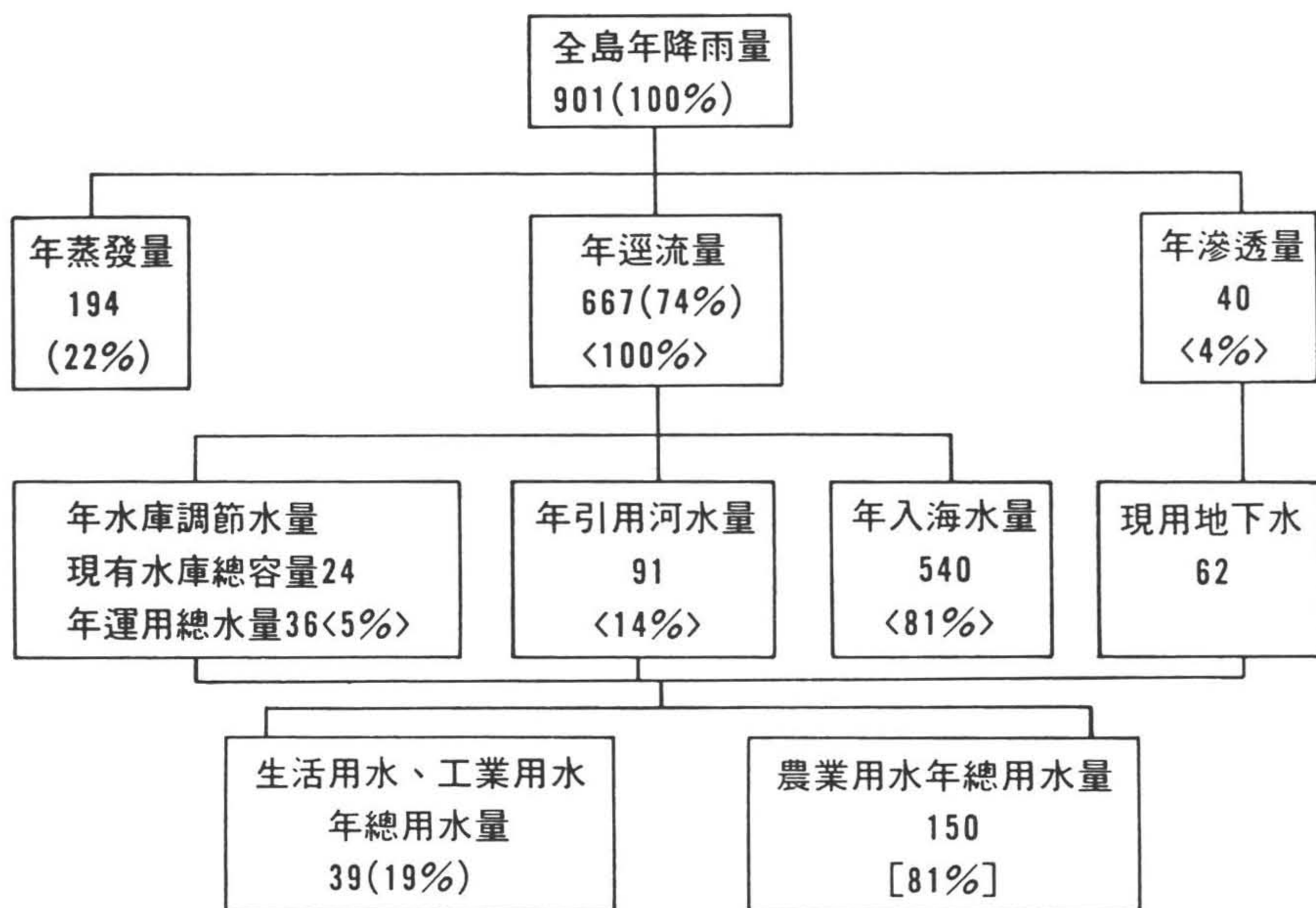
、中國（大陸）、菲律賓、泰國等國家相比較，顯然偏低，甚至低於日本達每人每年六，〇六〇立方公尺之多。

### 三、水資源利用現況

臺灣地區平均年總降雨量為九〇一億立方公尺，年用水量約一八九億立方公尺（民國七十九年），用水量約為降雨量之二一%，其餘七九%逕流入海。總用水中以引用河川逕流量九一億立方公尺占最多，其次為地下水抽取及水庫調蓄之用水，其年用水量分別為六二及三六億立方公尺，詳如圖四。年總用水量一八九億立方公尺中，農業用水一五〇億立方公尺，占用水量之八一%，其餘生活用水及工業用水各為二十一及十八億立方公尺，占一九%。

雖然平均每年有近八成降雨量蒸發或逕流入海而未加予利用，就每年之水資源利用總量而論，似尚有充足之水量可加以利用。但事實上降雨之時間分配非常不平均，依據水文資料統計五月到十月雨季降雨量占年降雨量之七八%，十一月到翌年四月旱季降雨量占二二%，又用水的空間分布亦不均勻，人口與經濟活動大部分在西部並且集中於臺灣南北兩端，因此無法適時輕易取得需要之用水。旱季可供引用之河川逕流業已充分利用，尤其西南部諸河川除颱風季外，其他季節河川流量幾呈乾涸狀態。

地下水源方面，臺灣地下水源以屏東平原最為豐富，濁水溪沖積平原次之，台北盆地又次之。降雨年滲透量約為四〇億立方公尺，而年抽取地下水水量已達六二億立方公尺。也由於局部地區因地下水超量抽取，而引致地盤下陷嚴重問題，包括屏東枋寮、雲林東石一帶最為嚴重。



單位：億立方公尺

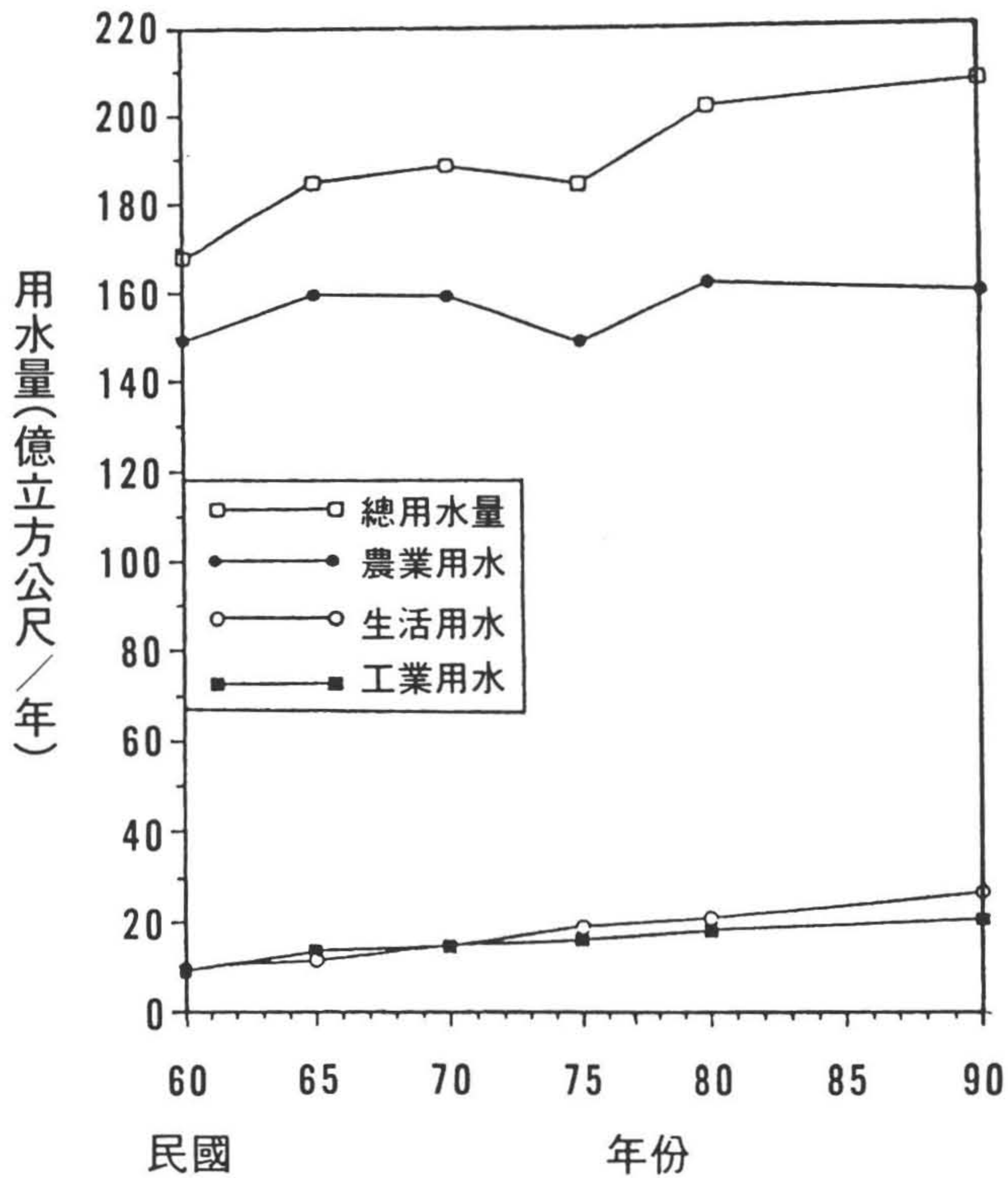
附註：( )以年降雨量為基數一〇〇。

< >以年河川逕流為基數一〇〇。

[ ]以年利用總水量為基數一〇〇。

資料來源：依據水資會資料分析

圖四 台灣水資源利用現況(民國七十九年)



圖五 歷年各標的用水量及未來預估

台灣地區早期之用水以農業灌溉為主，少部分為生活用水，工業用水更少，其後由於人口增加，農工商業的發展，而積極推動水資源開發、籌建水庫，地面水源除東部河川流量尚可增加引用水外，西部河川平時流量，幾已引用殆盡。而利用地下水源在沿海地區，也已由於超抽利用，導致地下水位下降及地層下陷等負面影響。歷年各標的用水量之變化及需求如圖五。

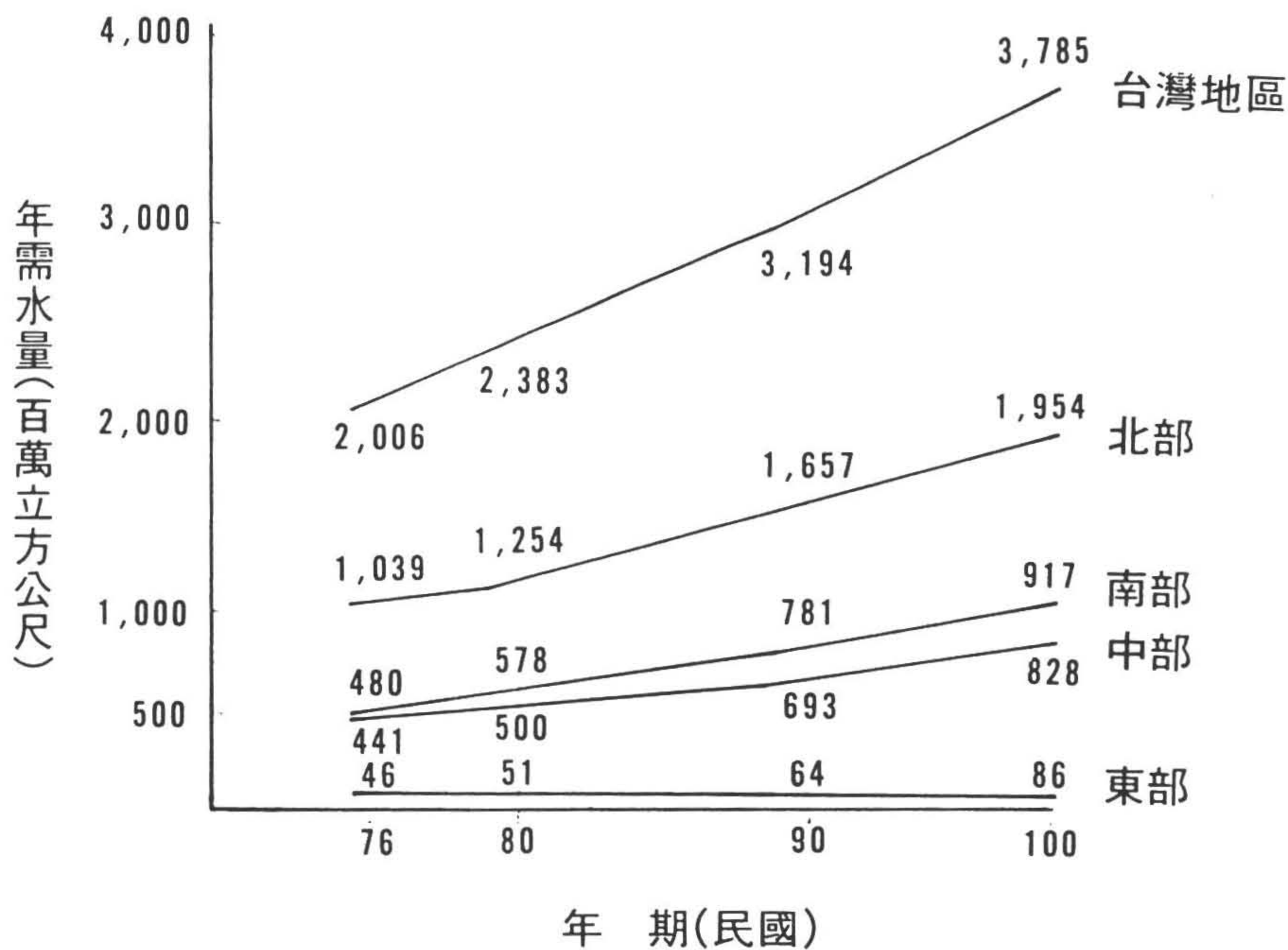
表三 台灣地區用水量成長表

單位：億立方公尺

年別(民國)		七十	七十六	八十	九十
農業用水	灌溉	137.08	121.55	124.88	126.99
	養殖	21.21	22.66	24.00	21.60
	畜牧	0.81	1.01	1.12	1.41
	小計	159.10	148.26	150.00	150.00
生活用水	自來水	11.25	17.42	21.63	30.43
	自行取水	3.41	2.64	2.20	1.52
	小計	14.66	20.06	23.83	31.95
工業用水		14.67	16.69	18.48	22.97
總計		188.43	185.01	192.31	204.92

從用水量的變化，在民國六十年至預估之九十年的三十年間，總用水量約增加五分之一，但其中生活用水約增為二·七倍，工業用水約增二·二倍，而農業用水增加約僅七%。顯示生活用水及工業用水為主要用水的增加需求。台灣地區用水量成長如表三。

生活用水的增加需求，不僅是人口增加需求量的增加，同時由於生活水準的提升，每人每年用水量約增加一、二公升，而工業用水量也年年增加。而水源開發不易，但用水量卻年年增加，因之未來用水不足，將影響生活及經濟發展，已屬必然。台灣各地區生活用水量及工業用水量成長狀況如圖六及表四。



圖六 台灣地區生活用水現況及未來成長預估

表四 台灣地區歷年及未來工業區面積與用水量 (分四區)

面積：公頃  
用水量：百萬立方公尺

項目	區域別	70	75	76	77	78	79	80	90
面積	北部	7,296	8,394	8,663	8,862	9,094	9,276	7,222	6,566
	中部	4,459	5,242	5,397	5,561	5,755	5,861	6,325	7,378
	南部	7,304	8,352	8,556	8,830	9,048	9,184	9,559	10,570
	東部	630	464	471	487	491	499	1,868	2,085
	台灣地區	19,689	22,452	23,087	23,740	24,387	24,821	24,974	26,599
用水量	北部	520	595	616	624	632	642	498	467
	中部	397	413	424	432	441	448	568	699
	南部	509	576	591	608	621	630	670	780
	東部	41	37	37	38	38	39	108	124
	台灣地區	1,467	1,621	1,669	1,702	1,733	1,760	1,843	2,072

說明：1.民國七九年及以前之面積資料取自工業局及普查資料，用水量由水資會估算。  
2.民國八十年及九十年面積資料由行政院經濟建設委員會提供，用水量由水資會推算。  
用水量 = 單位工業面積日用水量 × 工業面積 × 三〇〇工作天

## 四、水資源之有效利用

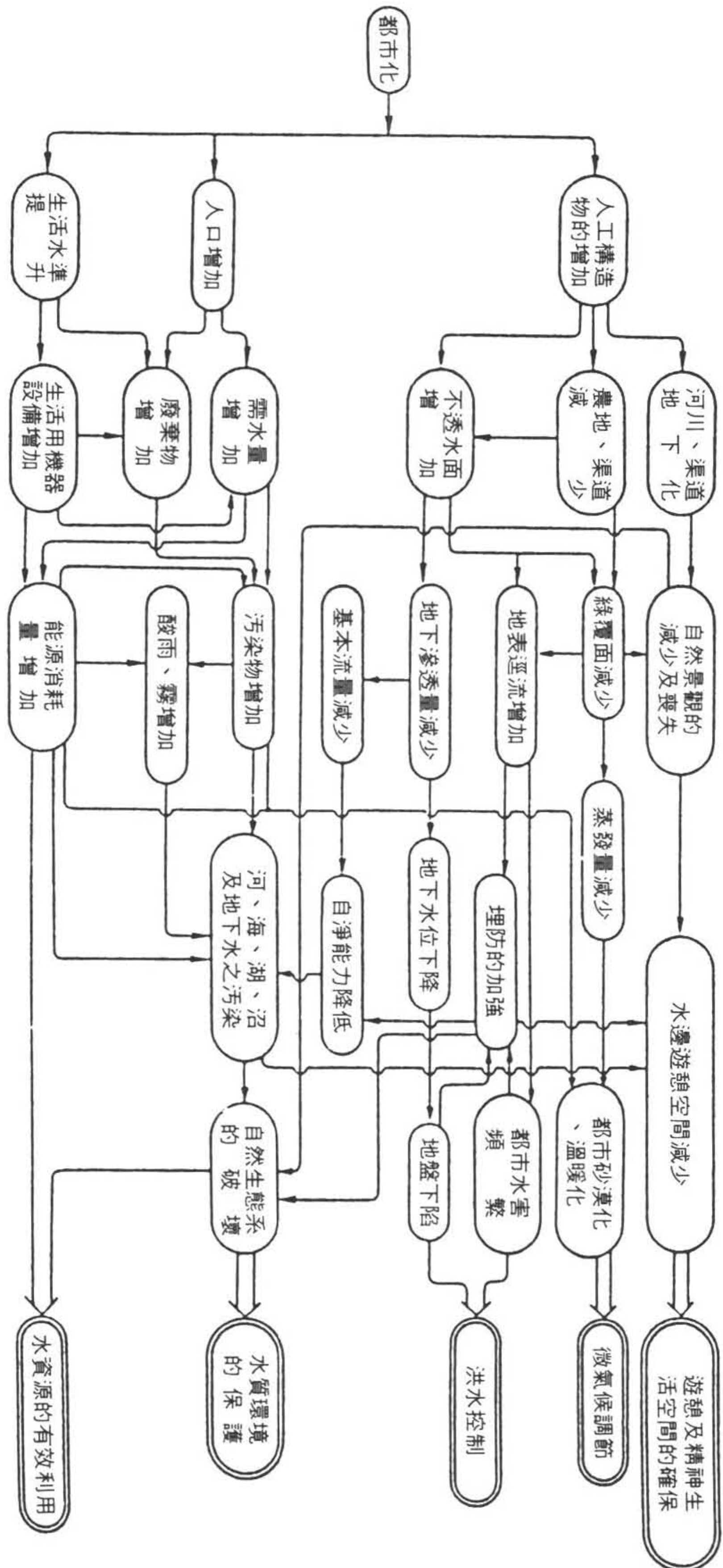
隨著經濟發展及工商業的發達，以及人口的增加，人口集中都市聚居，依據資料台灣地區人口在五萬人以上的市鎮，達八一市（鎮）及兩院轄市，占總人口的約七〇%。

都市人口的增加、建築物密集及高樓化的結果，各種用水的方便性要求愈高，因之生活用水的消耗量也愈大，相對的由於都市化的結果，都市地表覆被構造發生變化，引致都市的高溫及乾燥化，對都市的排水環境也發生很大的影響，都市化對水環境的變化，其因果關係如圖七。對於該一水環境變化的對策示如圖中之五大課題，而水資源的有效利用，即為本文討論重點之一。

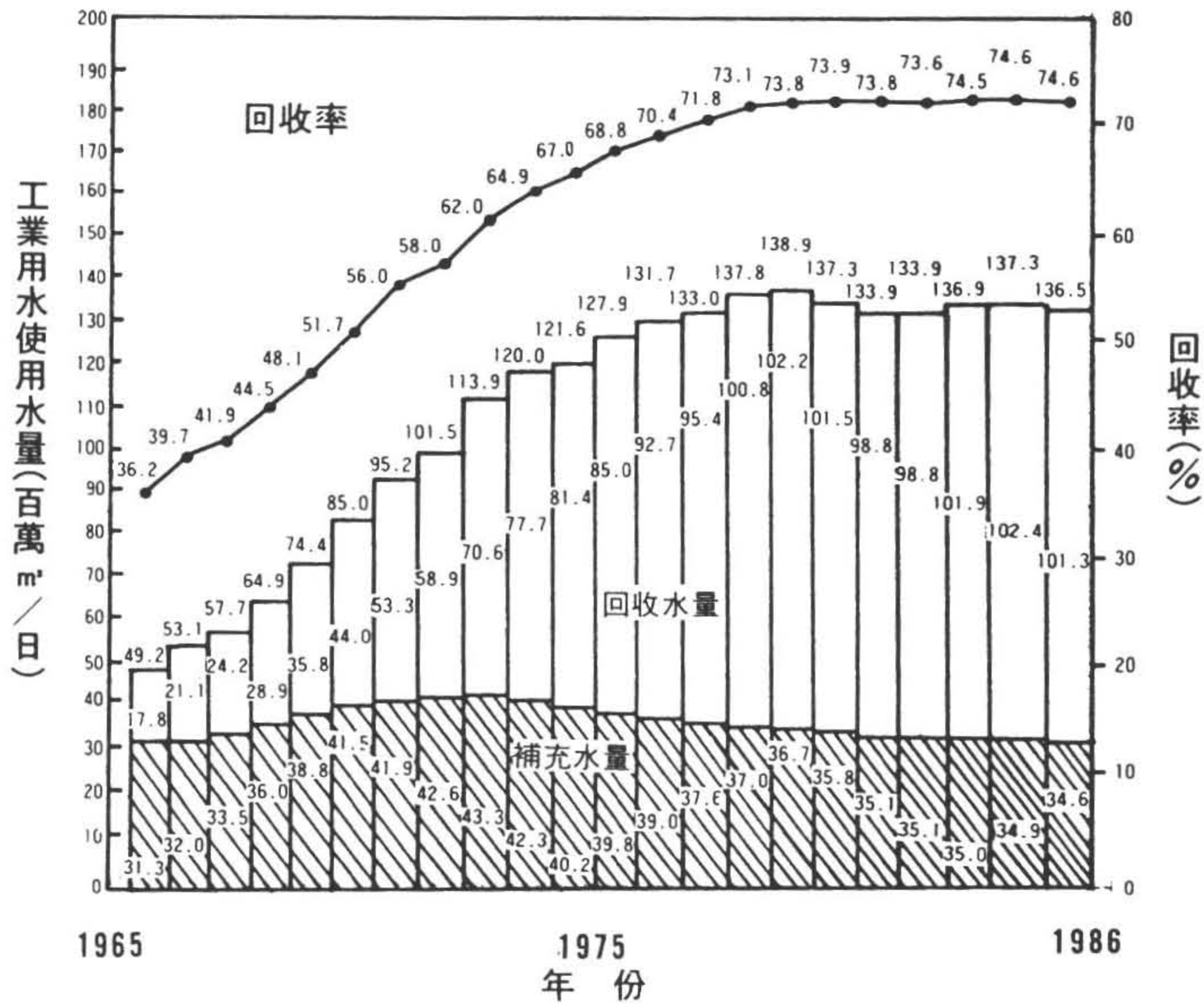
台灣地區目前生活用水量年約二一·三〇億立方公尺，工業用水量約一八·四三億立方公尺，顯示工業用水量與生活用水量相伯仲。而我國工業用水量之成長率卻遠大於生活用水量之成長率，這除因工業發展而增加用水外，一般工業未推行用水合理化確為主要原因。

日本的經濟發展，在過去的二十年間成長達數倍，但其用水之補充量卻年年減少，其在一九七三年之年總用水量為每日四三·三百萬立方公尺，至一九八六年則降至每日二四·六百萬立方公尺，而其回收使用量則高達每日一三六·五百萬立方公尺，且其生產總用水量也年年減少，主要為其用水回收率高達七四·六%以上（如圖八）。





圖七 都市之水環境變化及解決之道

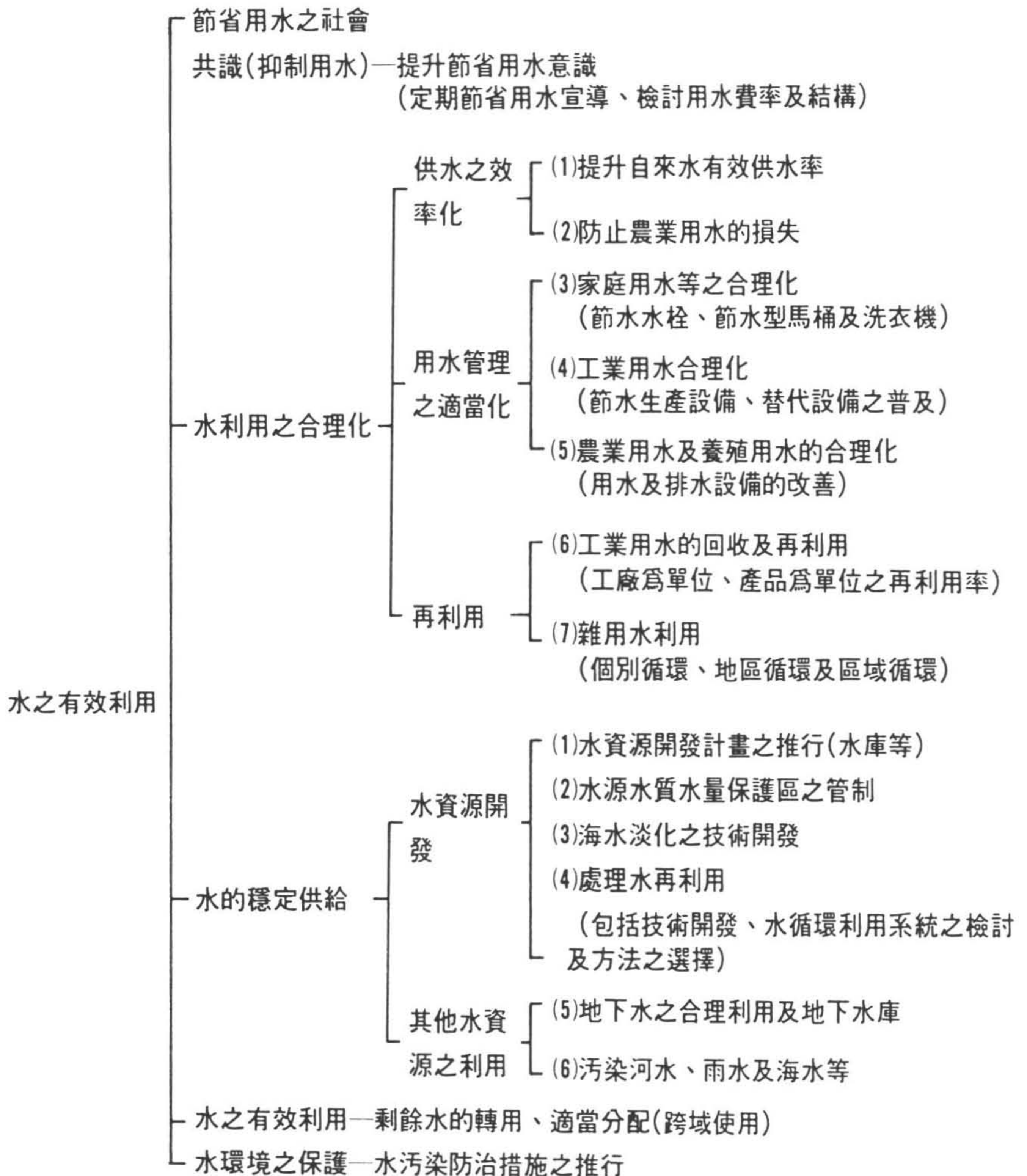


圖八 日本歷年工業用水量之變化

反觀台灣地區工業用水量，在過去的二十年，卻自民國六十年的八·九二億立方公尺增至八十年的一八·四三億立方公尺，顯示我國工業界未重視水資源之一斑，而有待加強用水合理化制度、回收再利用，以確保公共財的水資源。

再者台灣地區灌溉用水量，近年來並不因灌溉農田的減少、灌溉圳路的改善而有所節省，主要導因於灌溉技術、水量調節上的問題，以及回歸水的增加，也皆為灌溉用水量一直未減少的主要原因。

綜觀台灣地區可用水源一定，且又受到污染之情況下，使得可用之水汲汲可危，而生活用水、工業用水年年增加，占著最大的用水量的灌溉用水也未顯著減少，則解決用水之道除防治水源受污染外，惟賴推動有效用水一途，別無他策。有效用水之途徑示如圖九。



圖九 水資源有效利用體系

## 五、生活用水之有效利用

人類有史以來，與水維持在自然還原之基礎上生存，以逐水草而居。但自人口都市化及工業化後，都市因大量之用水，就近的水源已無法穩定供應需要，因而於河川上游攔築堤堰或水庫，貯水供應都市生活之需要，人類也疏離了與水共生及對水的感恩，同時也改變了集水區的自然生態及取水口下游的基本流量。

一般生活用水量每人每日約二〇〇～三〇〇公升，其一年之總用水量約七三～一一〇立方公尺。而台灣地區平均年降雨量為二，五一〇公厘，相當於九〇一億立方公尺，年利用量僅及一八九億立方公尺，也即年降雨之可利用率（含地下水）約僅二〇%，則為涵蓄每人每年所需用水量的水源土地面積應有一五〇～二二五平方公尺，而此一面積尚未包括農、工業所需更多用水量其涵養水源應有更大的森林面積。

但因人口都市化擴及河川上游，以及各種不當活動、濫墾危及涵蓄水源地區的森林，使得水源遭受破壞，涵蓄能力降低，河川基本流量減少，造成生活用水水源的不足。

### (一) 生活用水量

依據自來水單位資料，台灣地區自來水供水量約為每人每日三五〇～四五〇公升（含配水管漏水、無費水量）。一般家庭生活用水以洗衣機、浴室設備、沖洗廁所等機械設備及使用狀況之

不同，其用水量也異。生活水準愈高用水量愈多。

若依用途分，平均一位每日用水量二二五公升之市民，其沖洗廁所用水約三八公升（一六%），洗澡四〇公升（一七%），廚房四五公升（一九%），洗衣機七〇公升（三〇%），洗臉二〇公升（九%），清潔九公升（四%），其它雜用十二公升（約五%）。

人類身體每日攝取水量為二—三公升，而受災害（旱）時，應確保最低每人每日有三公升，但維持最低限衛生用水則為二十公升。

各種用途別生活使用水量，洗澡因淋浴或浴缸浸浴，其用水相差頗大，後者容量達二三〇—四八〇公升。

洗衣機每次之用水量三〇—二五公升，但洗一循環約需二四〇公升，惟若用洗澡水洗衣，則可大量減少。

沖洗廁所因型式其用水量也異，大者一次十公升，小者一公升，洗手則為〇·五公升。

## (二) 自來水漏水防止

台灣地區自來水無費供水量約占總供水量的三分之一左右，漏水對於一個缺水地區是很重要的水源損失，主要為管線漏水、水錶不正確、盜水等。

一個十三公厘的水龍頭，雖開啓方式及水壓而有不同，其流量則約每分鐘十七公升，若任其流出，則每日損失二四·五立方公尺，每月達七二四立方公尺，若以每戶每月用水量二十立方公尺計，則為其三七倍，也即一般家庭每日水栓開啓時間僅約四十分鐘，比起電力或瓦斯其所需供

給時間極短，但卻無法僅於需要時段供給。

在自來水栓未栓緊之情形下，滴答、滴答的滴水，則一日達五十公升，每月一·五立方公尺，每年達十八立方公尺，相當於一個家庭一個月的用水量，雖然是付了水費，卻是對水資源的一大浪費，仍應加珍惜。

至於水龍頭每次初開啓時的水，有時成爲無效用水，若於水龍頭內裝置「省水墊」，則可依旋轉而改變水量，也可達省水效果。

### (三)節省用水的使用方法

生活用水之節省措施示如圖十。






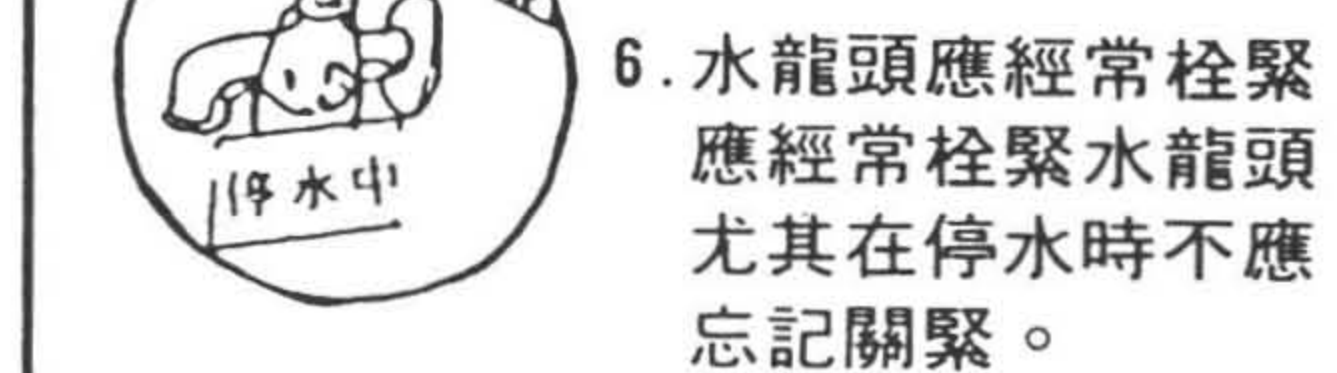
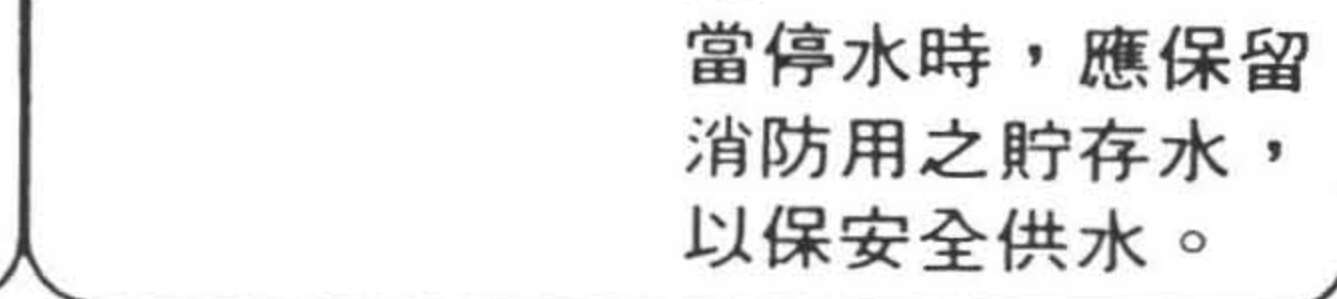
一般家庭之用水量，洗衣及廚房約占五〇%，若再加洗澡則約占七〇%。爲提高用水效率最好應從洗衣著手。可採衣服足夠洗衣量才洗，或依衣服量分段注水洗之。

其次爲炊煮時，應緊閉水龍頭，洗碗或洗蔬菜則以洗盤裝水洗用，而不採任由水龍頭開啓沖洗，則可獲致相當的節省用水。

洗澡用水，較乾淨的部分可留供沖洗馬桶、清洗地板、洗衣服等之用。尤其冬天剛開水龍頭，而熱水尙未出來之部分，可以水桶收集供沖洗廁所或澆灌用。

另洗臉、洗手、刷牙時，不要任水龍頭流著，而能採用自動定時器控制或漱口杯裝用，也可達到省水。

至於沖洗馬桶，則在可達到衛生沖水條件下，盡可能減少沖水量。可於水箱內置裝水的瓶子

	<p>1. 家裡的水龍頭應裝置省水栓塞 省水栓塞可調節出水量，增加出水壓力。</p>	<p>5. 珍惜洗澡後的水 洗澡用過的水，可做為洗衣服、洗車及清洗用水，也可澆灌花草，利用小電動抽水機或噴射抽水機抽出利用。</p>
	<p>2. 節省洗衣服用水的方法 (1)同一洗劑應可洗用三次。 (2)洗脫水後，再加一~二公升的水再脫水。 (3)淘洗的水可再做清洗水。 (4)待洗衣服集整批後再一起洗。</p>	<p>(1)電動小型沉水式抽水機 洗澡用後的水藉抽水機用定時器抽出利用之。</p>
	<p>3. 沖洗馬桶的水箱，置入瓶罐以節省沖洗水。 沖洗馬桶的水箱，放入裝水封閉的瓶罐，則每次沖水，將可節省下該瓶罐容積的水量。</p>	
	<p>4. 洗車時不要讓水管不停的浸流洗車用水應用水桶裝水使用，而不應以水管讓水漏流。</p>	<p>(2)噴射抽水機 為配合自來水的水流及水壓，將洗澡水抽出之抽水機。惟在停水時並不能使用。</p>
		
		<p>6. 水龍頭應經常栓緊 應經常栓緊水龍頭尤其在停水時不應忘記關緊。</p>
		
		<p>7. 停水中為消防安全的貯存水請勿使用。 當停水時，應保留消防用之貯存水，以保安全供水。</p>

圖十 節省用水之措施

或石頭，則每次沖洗將可減少該等體積的水量，這個在美國稱為在水箱內築水庫。也可用感應式或定時沖洗式等皆可達到節省用水。

由於以上的實施，將可使每人每日用水量減少達三〇%以上。

綜合以上，要達到生活用水的有效利用，可採下列四原則：

1. 自來水機關及自來水器材公司和水使用機器製造商積極開發及推廣節省用水的設備、器具，並列入國家標準。
2. 自來水機關調整供水系統水壓，維護配水系統抽換老舊水管減少漏水，以有效供水八〇%為目標，缺水地區以九〇%為目標。
3. 停止各種供水折扣優待，採取以價制量，停止最低度數收費之制度，藉以減少浪費。
4. 每年選定一日停止供水，以喚醒國民注意，並於每年乾旱來臨前舉辦節水月或節水週，加強宣導節省用水，提升國民節省用水習慣。

## 六、農業用水的有效利用

依據資料，台灣地區八十年各區域水利會灌溉面積為四十萬公頃，另以各期作之和為六六九、九二四公頃，而以水稻占三分之二，而在水稻灌溉面積中，又以中南部占約四分之三之面積，示如表五。

再就各區域灌溉用水量統計分析，年總灌溉用水量為一〇三億三千二百萬立方公尺，其中水



表五 八十年各區域灌溉面積

單位：期作公頃

項	目	北 部	中 部	南 部	東 部	台灣地區		
水	輪	一 期	21604	33456	4124	1509	60692	
		二 期	18824	34197	7441	1591	62053	
		計	40428	67653	11565	3100	122745	
	灌	佔水稻百分比	47.61	33.34	9.96	12.49	28.63	
		續	一 期	26404	74465	54785	11067	166722
			二 期	18086	60795	49799	10644	139324
	灌	計	44490	135260	104584	21711	306046	
		計	一 期	48008	107921	58909	12576	227414
			二 期	36910	94992	57240	12235	201377
	稻	計	84918	202913	116149	24811	428791	
		雜	春 作	3362	34817	42950	7945	89074
			秋 作	2649	53398	20263	9465	85775
裡 作			23831			23831		
作	計	6011	112046	63213	17410	198680		
	甘 蔗		11652	26803	3998	42453		
	合 計	90929	326611	206165	46219	669924		

- 資料來源：1.水稻：總面積—省糧食局，輪灌面積—依據省水利局往年資料予以推估，續灌面積為總面積與輪灌面積之差。
- 2.雜作：各水利會（以各水利會實際供水面積為準）。
- 3.甘蔗：台糖公司（自營農場及契約蔗農合計收穫面積）。

表六 八十年各區域灌溉用水量

單位：百萬立方公尺

項	目	北 部	中 部	南 部	東 部	台灣地區		
水	輪灌	一 期	215	429	57	68	769	
		二 期	181	487	68	74	810	
		計	396	916	125	142	1579	
	續灌	一 期	634	1502	1261	939	4336	
		二 期	350	1160	1022	932	3464	
		計	984	2662	2283	1871	7800	
	稻	計	一 期	849	1931	1318	1007	5105
			二 期	531	1647	1090	1006	4274
			計	1380	3578	2408	2013	9379
雜作	春 作	10	117	149	24	300		
	秋 作	11	261	64	36	372		
	裡 作		89	0		89		
	計	21	467	213	61	762		
甘 蔗		52	121	18	191			
合 計		1401	4097	2742	2092	10332		
佔全區域百分比		13.56	39.65	26.54	20.25	100		

- 估算依據：1. 水稻、雜作依各農田水利會民國八十年實際引用水量資料，並參考各區域降雨量予以推算。
2. 甘蔗依台糖公司資料推算。
3. 甘蔗：台糖公司（自營農場及契約蔗農合計收穫面積）。

表七 農作物生產（一噸）所需水量

農作物	需水量（立方公尺）
水 稻	295
大 豆	429
大 麥	175
小 麥	191

稻灌溉用水量約占九三%，仍以中、南部地區約占百分之七十最多。示如表六。

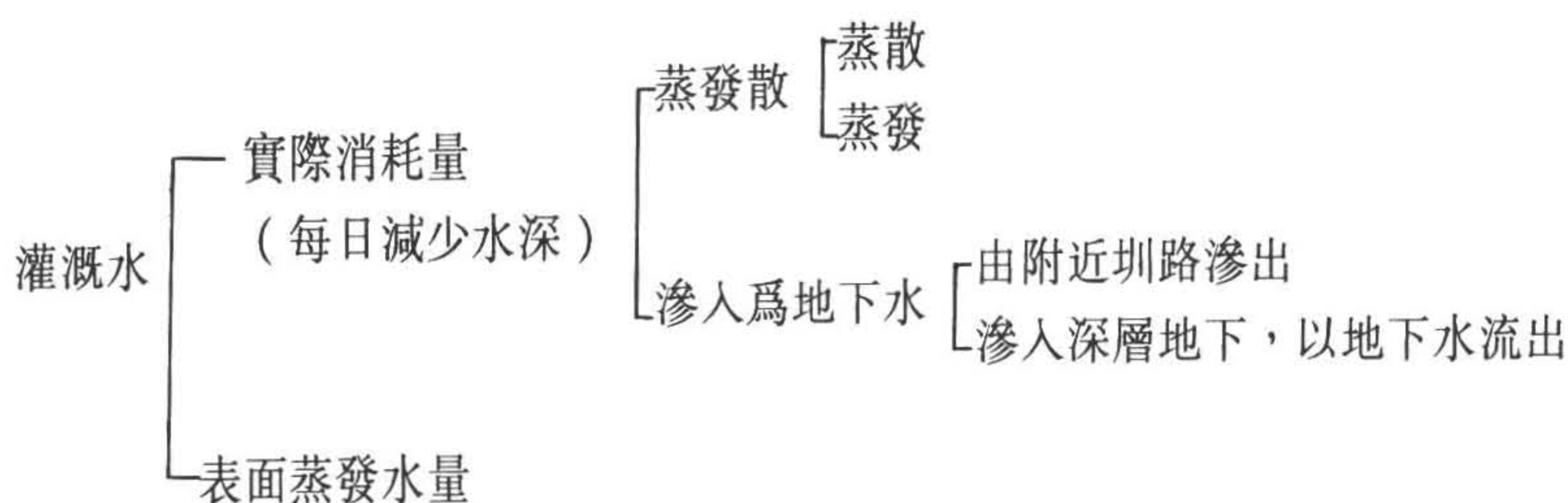
農業用水量為總可用水資源的八一%，且為生活用水的六倍多，因之如何從農業用水上提升有效使用率，以移轉為生活用水及工業用水，即為非常重要的一環。

各主要農作物生產一噸，所需水量示如表七。

### （一）農業用水的流向

農業用水以水田灌溉為主，而水田的灌溉用水，主要為被水稻所吸收，包括稻穗、葉、莖等所吸收，供生理需要後，從葉部蒸發，這一部分稱為「蒸散」，但不僅是葉部，水面也進行蒸發，而水蒸氣消失於空氣中，包括前面的「蒸散」及「蒸發」，兩者合稱為「蒸發散」。

其次一部分的灌溉用水滲入地下，此一部分除提供水稻之根部適當的氧量外，同時對水稻的生長作用非常重要，而滲入地下的水量，依土壤的性質而異，其中一部分則以橫向流出，注入水田附近的溝圳，回歸入河川，部分滲入地下深層成爲深層地下水。此一水量爲實際消耗水量。示如圖十一。



圖十一 水田灌溉用水的流向

水田灌溉用水的消費量，依氣候而異，而若要如自來水，依消費量調節供水，相當不容易估算，因之實際上皆供給較多餘的水量供灌溉。故有相當的水量呈剩餘水排出。

水田灌溉用水每日的消耗量依調查資料約一·五公分，但有些地方高達四、十公分。蒸發散量依地區而異，其量以水稻生長期為最大約每日七公厘，另約八公厘則為滲入地下，因之也即每日約降低水位一·五公分。而每季水稻種植期約一〇〇天，由此可見其消耗用水量之大。

另有部分剩餘水量流經水田或圳路者，則為回歸入河川。回歸水約為灌溉水量的三〇%。

## (二) 都市化及水環境

都市化很不容易定義，可說是農地變更為住宅、工廠、道路、公園等。

台灣地區人口聚居都市，都市不斷向其周邊農地擴充，則部分農地變為都市或工廠用地等，而使得農地減少，如台北市東區，二十年前為一片蒼田及灌溉池塘，如今是高樓林立等。

水田消失後，不僅由於不透水化致蒸發散量減少，而影響微

氣候變化，其最大的影響則為滲入地下的部分，如前述每日地下滲入量達八公厘，全台灣地區農地達數百萬公頃，每年滲入量極為可觀，而在灌溉期可使地下水位上升數公尺，但若不再灌溉，且工業用水、自來水等超抽，則將造成不平衡，引致地盤下陷，甚至海水入侵，顯示水田灌溉與地下水有著密切關係。

近年來由於都市周邊水田的減少，也即造成長期地下水涵養量的減少，故水田減少所造成的影響為未來應積極研究的問題。

農業用水的配水系統，相當於人體的動脈，心臟為水源（水庫、河川、湖、潭等），血管則為圳路，細胞則為水田。

農地一旦改變用途，因圳路的中斷、投棄垃圾、承受污水，則造成洪水排水的困難，若就動脈來說，則似血管被切斷及不純物流入血管，將造成系統的機能發生故障，甚至失去效能。

### (三) 農業用水與水資源

近年來由於都市化結果，自來水及工業用水的需求大增，而與農業用水的利用發生競合，每當面臨缺水，農業用水首當其衝。

台灣地區河川可利用流量即已被農業所登記利用，都市生活用水及工業用水之新水權之取得已不可能，為改善供水，惟賴籌建水庫，但即耗錢也費時。且都市生活用水或工業用水是少數點取水，農業用水則為多點全面取水，如何整合成一處，也是一大問題。

水庫的開發成本愈來愈高，水利用的合理化惟賴調整一部分的農業用水為都市生活用水，但

農業用水是否有剩餘，即使用剩餘，應由經濟、技術去供給也是問題。因之在都市化的過程中，農業用水是一大問題。

#### (四) 農業用水有效利用

減少輸水過程漏失，或改以配管送水、改善田埂漏水、確實量測供水量，以及合理收水費皆為提升有效用水之途徑。

另自古為灌溉，多以埤、塘以貯水供灌溉，但由於水庫的出現，此等貯存設施漸消失，而由水庫放水，再由河川及圳路取水施灌。

但若在一地區，如同自來水供水日間用水量多，而設置配水池，藉以調節用水，尤其灌溉幹線之輸水綿延很長，則可藉貯水池調節，以減少損失，此種灌溉調節用的池塘，除可提高輸水效率，也可減少經常性的輸水量。

水庫的放水灌溉，以能放流至下游水需用地點，恰好可配合使用，但若當水庫放流後下雨，則該水流至下游，將無用處，但即已放流只有全部流入河海。致造成水庫平白流失該寶貴的水量，這種供需失調，乃因欠缺貯留調節之故。

水對農業如同冰箱、冷氣等「季節性商品」，灌溉季節則為春、夏天，而水庫於夏季雨季貯水，以供次年春天降雨來臨前之用，因之水庫不宜輕易放水，這如同工廠倉庫，應製造貯存多少，則應以一年間的銷售為對象，其預測甚為不易，如何因應，應朝向作業研究，作為未來有效調節水庫有效供水之方向。

## 七、工業用水有效利用

工業用水依工業類別、生產條件等之不同，其用水量有很大的不同。

工業用水使用上四大條件為水量、水溫、水質及水費。而以水量豐富、水溫低有利於冷卻、水質佳、取得便宜為當然條件。但依工廠設立位置、水流條件、環境條件，可有某種程度的彈性。

工業用水為工業生產過程中，提供為鍋爐用水、原料用水、產品處理水及洗淨用水等。

鍋爐用水在於產生蒸氣提供熱源及動力源之用，惟可回收再利用，故其使用量較少。

原料用水則如啤酒及清涼飲料，成為產品，故其使用量也不多。

溶媒用水包括產品處理及洗淨用水，尤其如造紙、染整等，做為原料或半製品的化學反應作用或物理作用，以及原料、製品、設施等水洗用水，為用水量最多的。

冷卻及溫調用水，包括發電、鋼鐵廠、壓延工廠、化學工廠、纖維工廠等各種熱交換器、冷卻之用，所需之量也很大。

各種工業產品生產一噸所需水量，依工業別而差異很大，示如表八。

由表八中知生產鋼鐵一噸約需一〇〇立方公尺的淡水，大部分為冷卻用，而其補充水為九立方公尺。生產新聞紙一噸則需二二〇立方公尺的水，大部分為製品處理及洗淨用水，而其補給水為一二〇立方公尺，皆為用水量多的產業，但比起水稻一噸二九五立方公尺，大豆之四二九立方

表八 工業製品生產量一噸所需水量

產 品	使用水量 (淡水, m <sup>3</sup> )	補流水量 (m <sup>3</sup> )
鋼	100	9
高 品 質 紙	310	150
新 聞 紙	220	120
石 油 ( 每 1 kl )	10	1
石 油 化 學	1010	90
螺 綫	1800	710
醋 酸	3160	490
水 泥	3	1
板 玻 璃	12	2

公尺則仍低，但若生產量大，則其用水量卻不容忽視，有時一家工廠的用水量，相當於一個都市十萬人的生活用水。

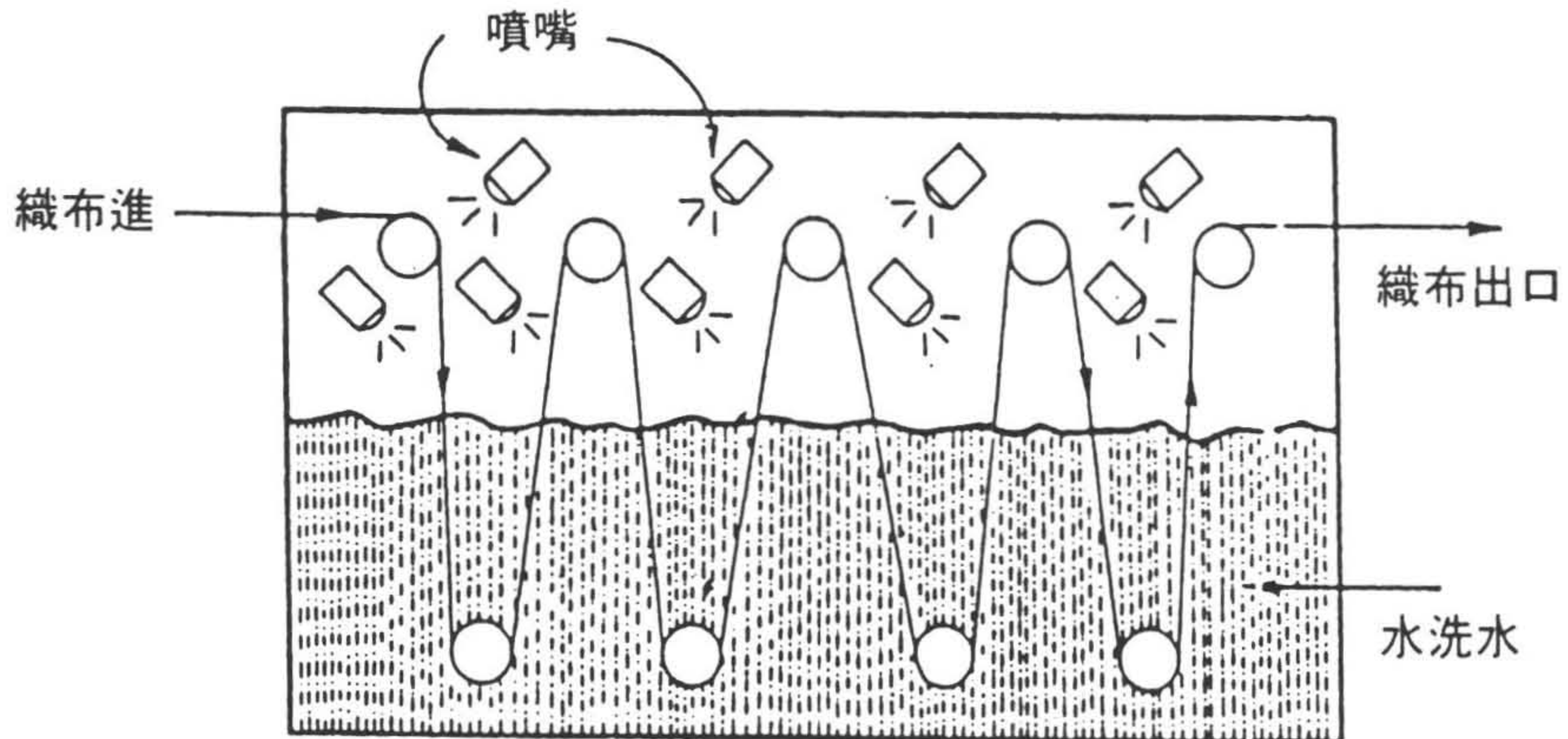
### (一) 工業用水合理化

水為有限的資源，在水源日漸枯竭、水庫籌建不易、地下水超抽導致地盤下陷，而各種用水卻持續增加之下，已不容工業用水再任意浪費下去。

日本工業用水再利用率已達七六%，而目前國內的再利用率不及二十%，實有相當大的節水空間。工業用水的合理化，除可達到節省用水的目的，同時可達到減少抽水動力成本，以及廢水的處理成本。

工業用水合理化為在不影響生產產品的品質，而能以最低水量及適當水質達到節省能源和資源為目的，工業用水合理化的原則為：





圖十二 逆流水洗例

### 1. 減少待清洗對象

清洗在於去除污物，如何減少原料附著污物或容器附著污物，則可減少清洗用水。

### 2. 減少不必要用水

在當需要用水時才供水，而可採用設備達成之，包括採用節水型水栓、供水自動控制等。

### 3. 逆流多段式清洗

藉產品在生產線上的進行方向與清洗水流逆方向，以達成同一清洗效果，且段數（或槽數）愈多，清洗水量將愈少（如圖十二）。

### 4. 用過的水循環再利用

諸如冷卻水經冷卻後再利用，加熱蒸氣排放水可供應鍋爐及清洗之用等等。

## (二) 用水合理化執行方式

用水合理化應先掌握工廠用水狀況，進

而依用水合理化原則檢討各項設備之用水合理化狀況，進而考慮改變生產過程與廢水回收之可行性，同時應從教育員工節水觀念，加強用水管理甚為重要。

### (三) 用水合理化目標

為促進用水合理化，以節省用水，其推動方式則應由工業主管單位訂定階段性達成再利用目標，經由宣導及輔導，逐漸推廣改善，以因應未來工業發展所需水量的需求。

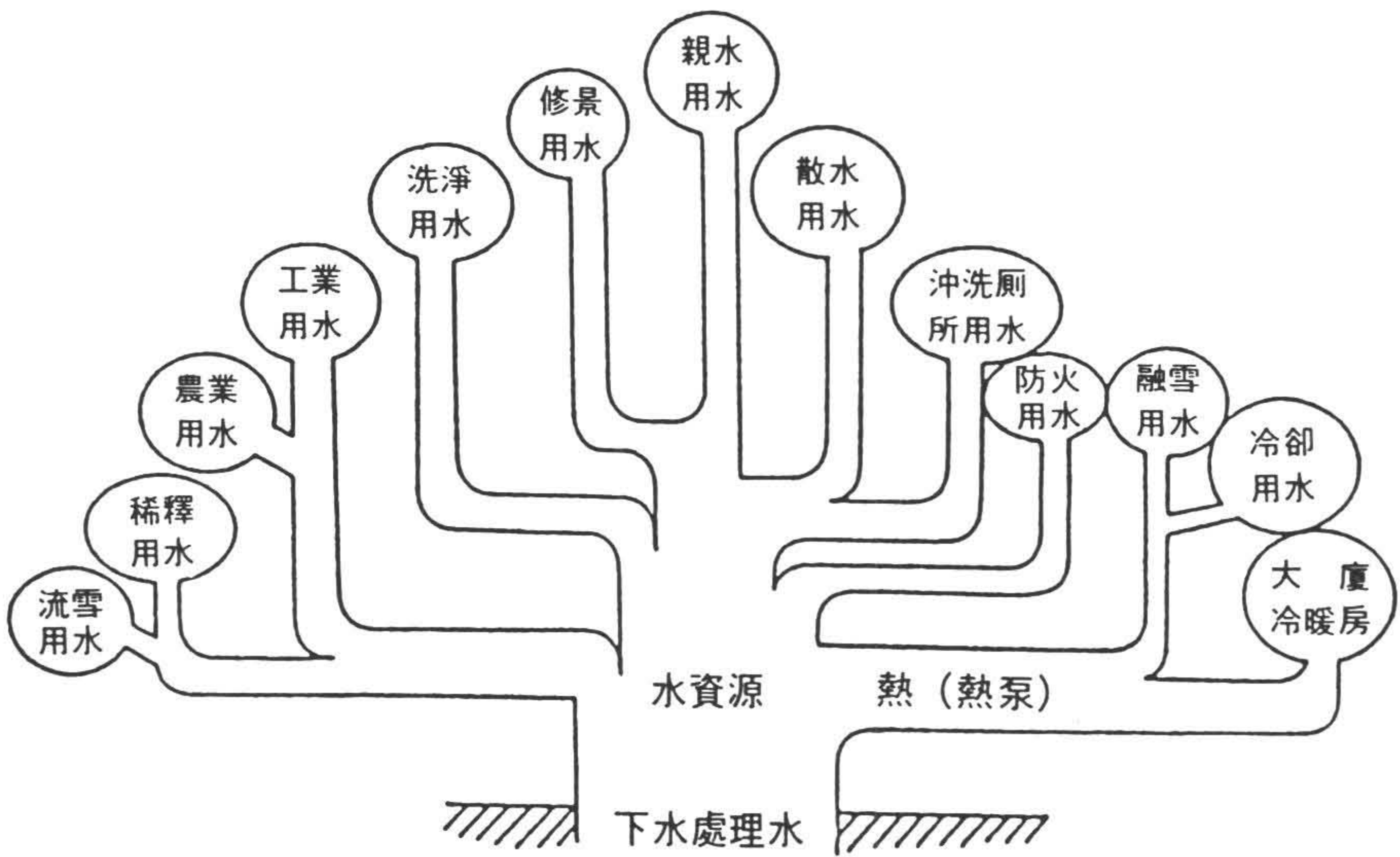
## 八、處理水再利用

對於大量使用水的都市市民，水是一貴重資源，除應抑制水之浪費使用外，如何達到水利用之合理化，並形成節約型之用水，有待加強認知與推行。再者水資源的有效利用及多重使用，水之回收利用以做為大量用水地區的第二水資源的觀念，也有待確立。處理水資源樹示如圖十三。

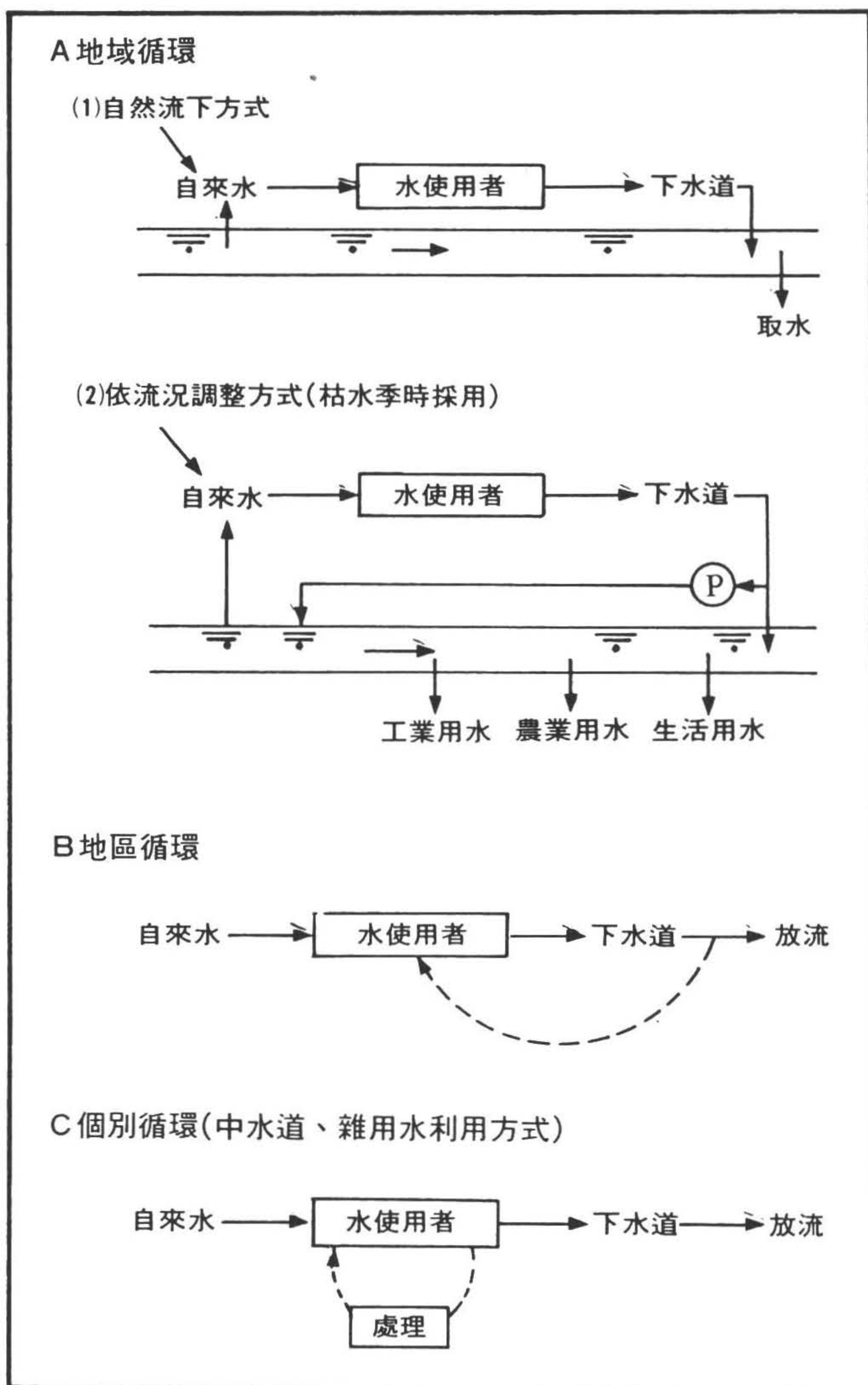
下水處理水及雨水的利用，將可達到都市內水資源的有效利用及自足。又都市內因河川污染或下水道建設而欠缺流量之溝渠，若將污水處理廠放流水引入，以增進流量，提供市民水遊樂等水邊活動，或將處理水引至大廈提供廁所沖洗用水之利用或都市內澆灌植生等，皆為水循環及水再利用之措施。

下水處理水再利用，可分為下列三種型式（如圖十四）。

### 1. 個別循環式



圖十三 處理水資源樹



圖十四 水之循環系統

在都市地區之辦公大樓，將其所產生之污水經處理後，再循環為雜用水（廁所沖洗、地板清洗等）使用，為在污水排出前先行處理再利用之措施，除可減少自來水用水量外，也可減少污水下水道之容量。

此一建築物內處理水再利用措施宜自新建建築物開始，以法令加以規定使其落實，因應水不足的緊迫性，並形成一個具省水意識的社會，惟這些皆有賴制度化。

## 2. 地區循環方式

前述為針對單一建築物而言，但若為一新社區開發，或於舊社區重建之時，將複數以上的建築物，即將其排水之一部分或全部集中處理後再循環利用，也是一種可達到節省用水及減少排水之措施。

## 3. 廣域循環利用方式

為一市鎮之排水，經集中處理後，提供一特定地區（以鄰近污水廠附近）之新建建築物或住宅等做一般雜用水利用，提供較廣域使用，甚至提供維持河川自淨後再利用，或交換為農業用水利用。

為因應上述處理水再利用，對於下水道之功能除由原來以排除及處理污水之外，則提升為下水處理水再利用設施，但此等皆需從行政、技術及標準上予以制度化，則目前除自來水法及下水道法外，是否需策訂「中水道法」以確立制度，仍待檢討。

## 九、自來水應正名爲「活水」

水是天賦資源，是維持生物生命所必須的物質，是萬物的根源，是活命的水。

我們天天用水，但對它未曾心存感恩、保護和珍惜，卻說它是自己來的「自來水」，以致大家在生活上不知重視它，而浪費、污染它仍不自覺。等到洪水或乾旱時，大家才曉得它的威力和重要，洪水帶來生命和財產的損失。乾旱時大家祈神降雨、祈求颱風帶來雨水，當旱象解除之後，故態復萌。

台灣地區是一個缺水的地方，由於人口密度高，每人每年可分配的降雨量僅四千三百多立方公尺，在北半球的國家中僅高於德國，而比日本、中國（大陸）及印度皆低，再加上降雨量時空分配不均，因之缺水是正常的現象。過去未太缺水是因爲開發水庫調節水量的功效，但可建水庫的地點已不可得，而生活用水及工業用水卻年年增加，假如不從節省用水著手，未來將更面臨缺水問題。

推動節省用水須先改變大家的用水意識，生活用水「自來水」它並不是自己來的，點滴之來之不易，它在歐美稱爲「給水」（含有賜給之意），在日本稱爲「上水」（含有高級、珍貴之意）以別於使用後所排出的下水。台灣於光復後爲何改用自來水一辭無從瞭解，但它卻深入我們的潛意識中，無形中不會去珍惜它，甚至任意破壞水源、浪費用水、污染水體，以致今日年年缺水。

為喚醒大家對生活用水的再認識，進而溶入於生活活動中珍惜它，特呼籲還它一個名符其實的名稱——活水，期能時時領悟它是我們活命的水，進而從生活上有有效的去重視水和節省用水，達到水的有效利用，方能減低年年水不足的危機。自來水機關是否應考慮正名為「台灣省活水公司」及「台北活水事業處」？

生活上所用的水是活水，它不再是自來水，讓大家能惜福。

## 十、結語

水是維護人類生存、工業發展之基本物質，台灣地區在面臨用水日漸不足，開發水源日漸困難之下，對於寶貴的水資源，如何珍惜利用、有效利用已是全體國民所應加強努力者。本文旨在提出水資源有效利用各方面可推動的方向，以供參考。

## 參考資料

1. 高橋裕編，〈水のはなし〉，技報堂出版，一九九〇年。
2. 本多淳裕，〈產業廢水の削減對策〉，日刊工業新聞社，一九九二年。
3. 日本建築學會，〈建築と都市の水環境計畫〉，彰國社。
4. 歐陽嶠暉，〈都市生活與水資源，大自然的恩賜——水〉，經濟部水利司。
5. 工業減廢聯合輔導小組，〈工業減廢手冊〉（一）。經濟部工業污染防治技術服務團。

6. 林克明，〈六年國建與水資源供需，大自然的恩賜——水〉，經濟部水利司。
7. 九州大學公開講座十六，〈水を考ふ〉，九州大學出版會。
8. 歐陽嶠暉，〈自來水高度處理及有效利用，河川環境與水源保護研討會論文集〉，時報文教基金會，民國八十年。