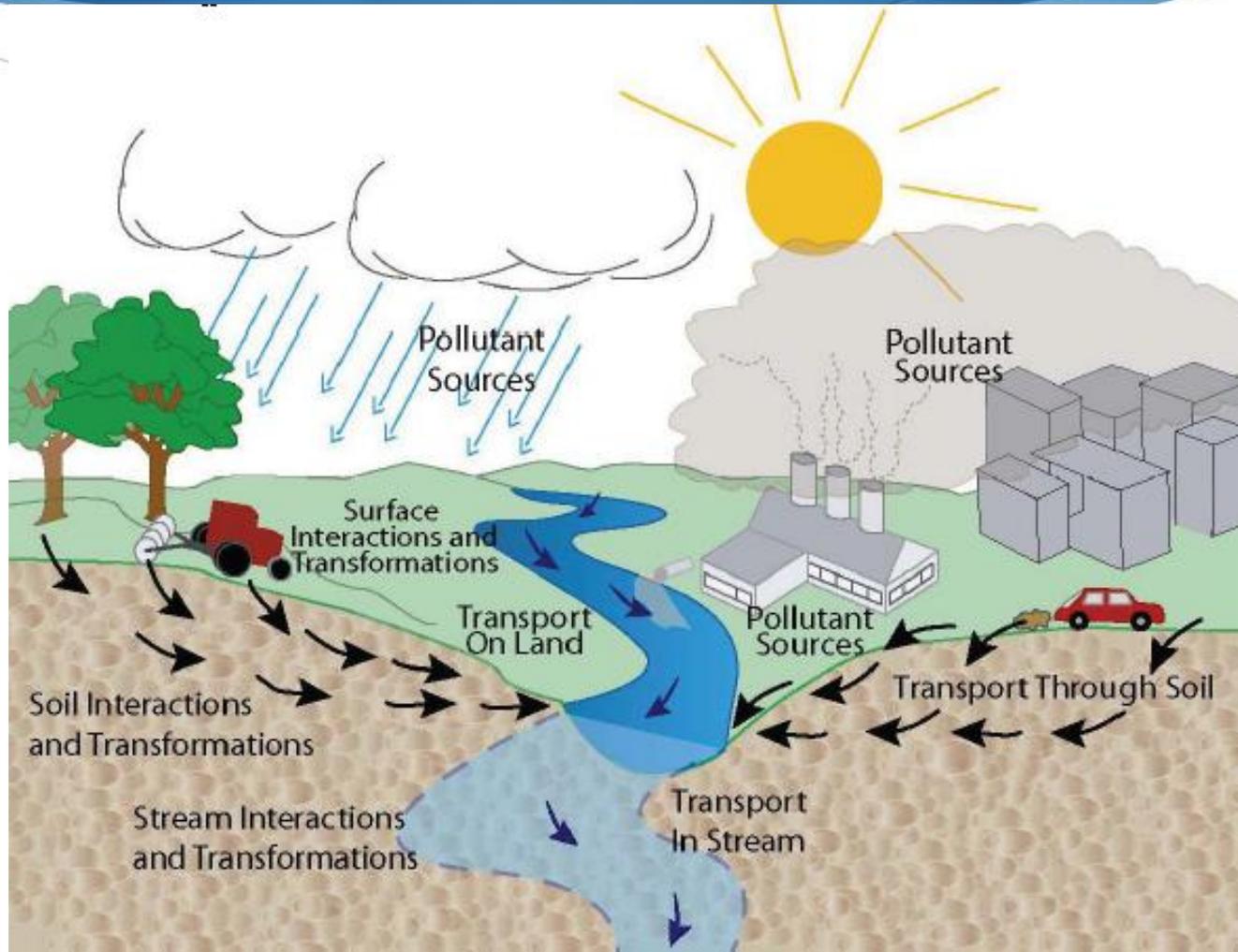


# Part II

## 河川污染之來源及污染量估算

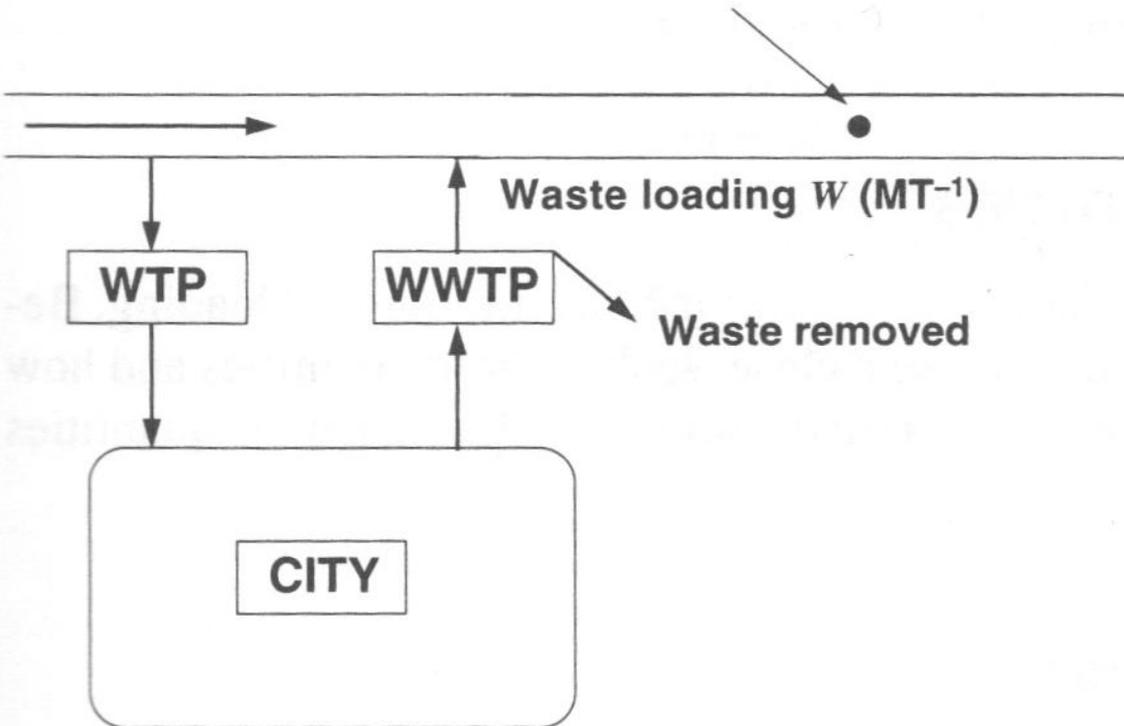


# 河川污染之來源



# 污染量

Critical concentration  $c$  ( $\text{ML}^{-3}$ )



**FIGURE 1.1**

An urban water-wastewater system. A water treatment plant (WTP) purifies river water for human consumption. A wastewater treatment plant (WWTP) removes pollutants from sewage to protect the receiving water.

# 汚染量估算

$$W(t) = Q(t)c(t)$$

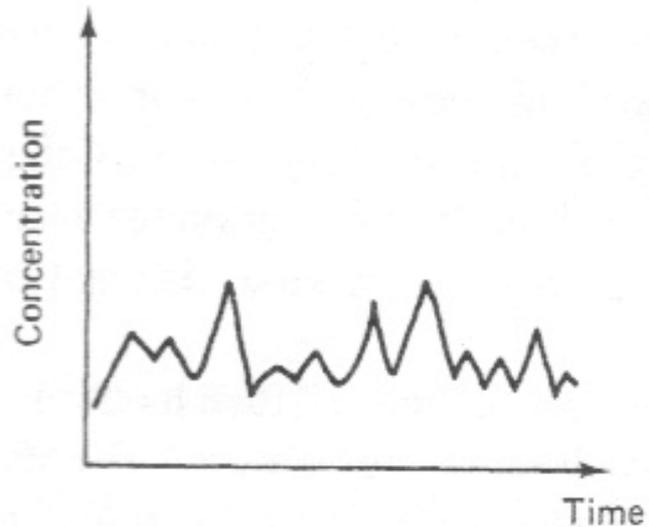
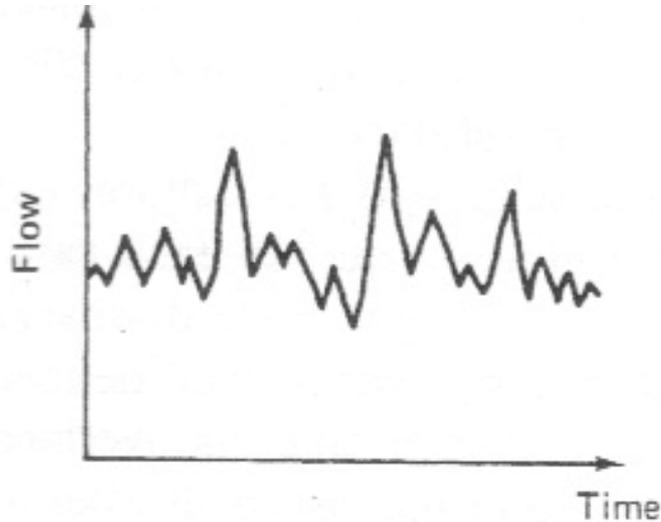
$C(t)$ : 濃度 (M/L<sup>3</sup>)

$Q(t)$ : 流量(L<sup>3</sup>/T)

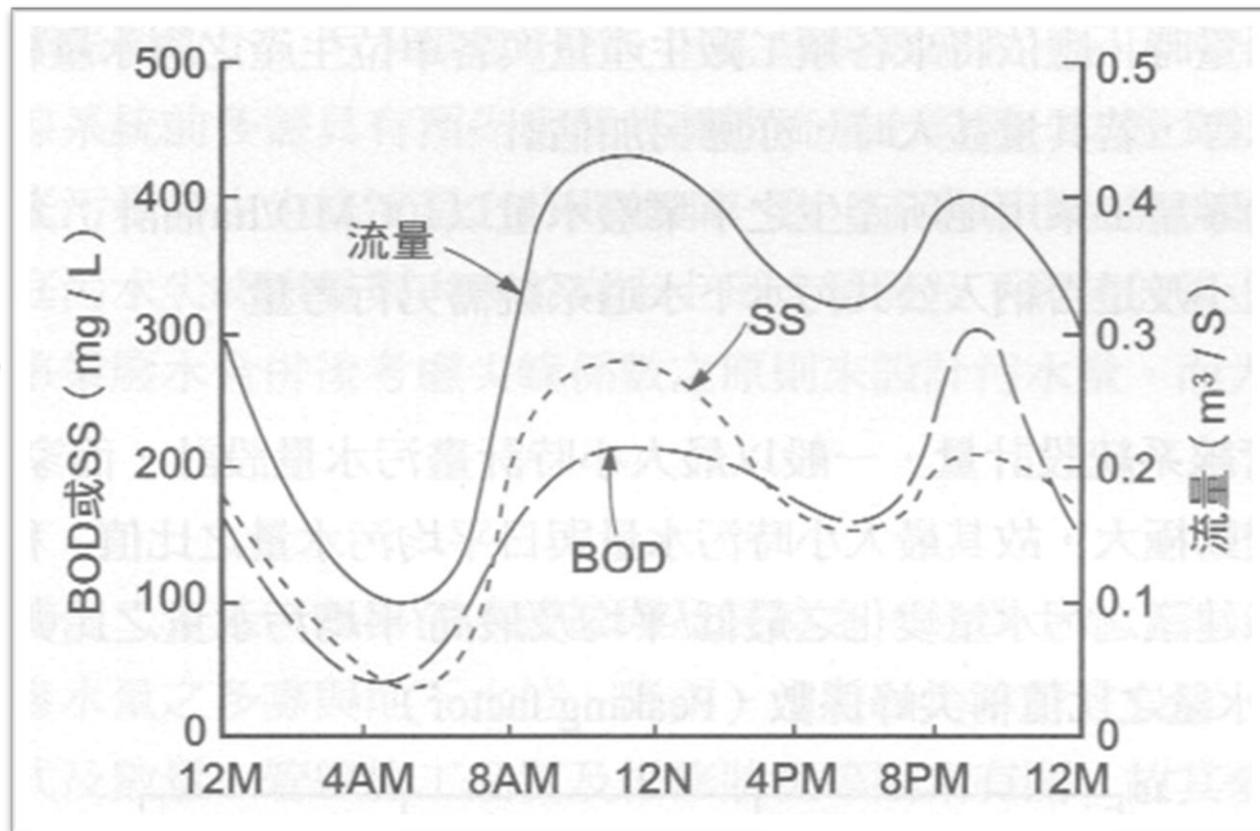
$W(t)$ : 負荷量(M/T)

# 連續流量 ( continuous )

- 連續排放之點源
  - 家庭污水
  - 工業廢水



- 家庭污水量
  - 一般為用水量  
0.7~0.9
  - 用水量
    - 250 (1/人/日)



## 公共場所污水量

地區	污水量	備註
機關	50 CMD/ha	已發展飽和地區依實際調查
學校	50 CMD/ha	已發展飽和地區依實際調查
商業區	50 公升/人.日	依單位面積人口密度或飽和地區實際調查
遊憩	250 公升/人.日	住宿
	30 公升/人.日	不住宿
公園	10 CMD/ha	

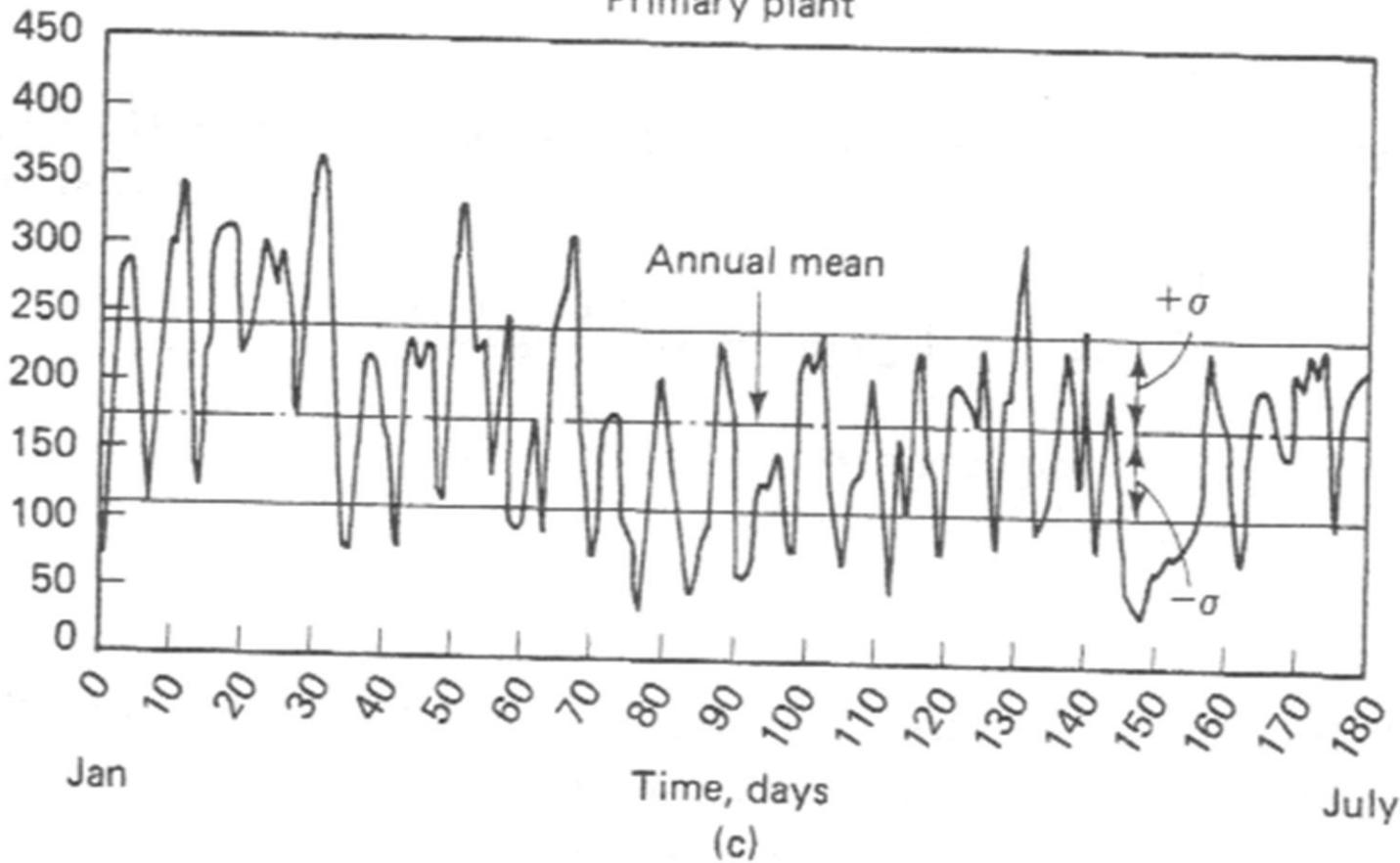
放流水  
標準

濃度

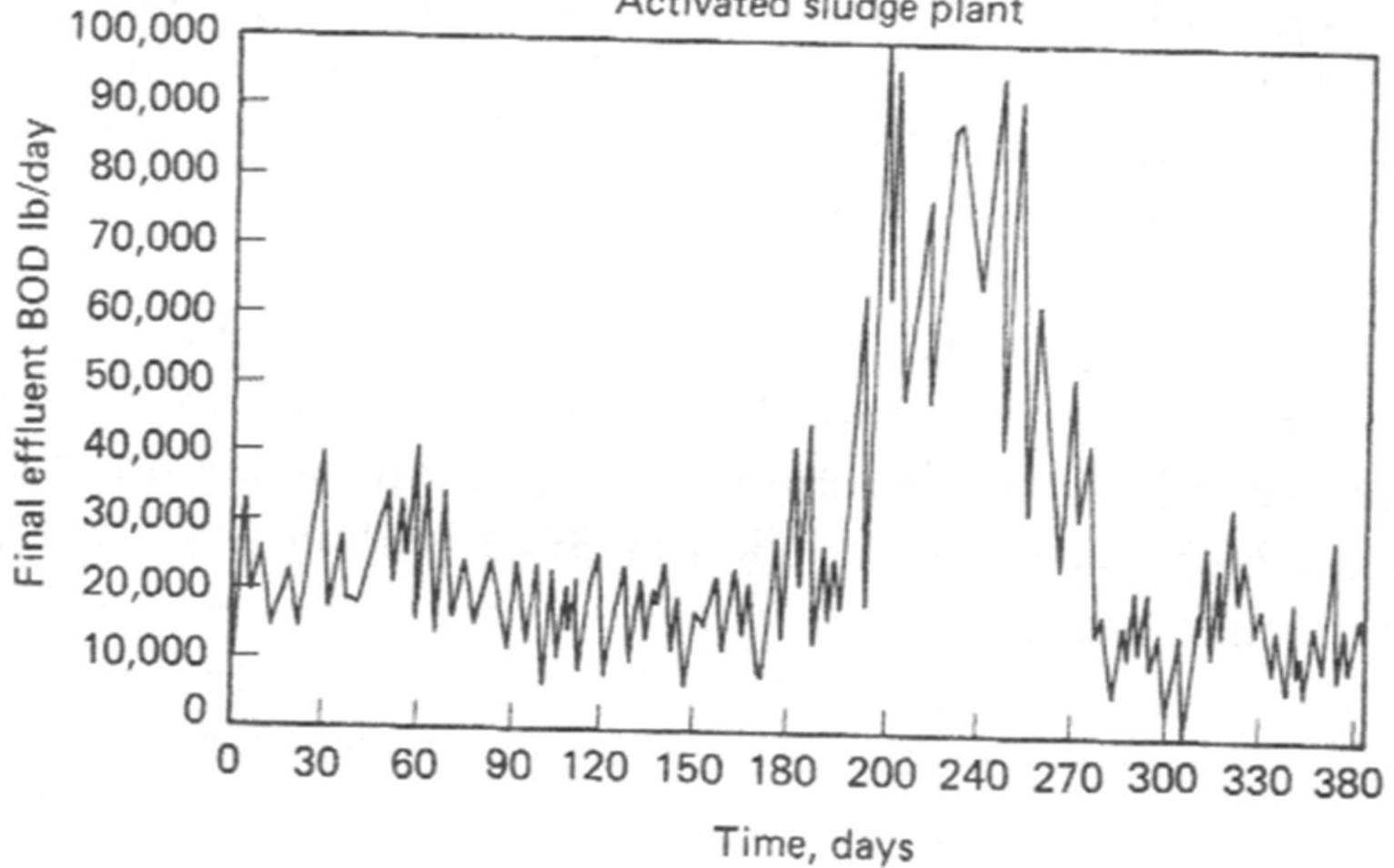
系統	適用範圍		水質項目		限值	備註							
污水 下水道系統	工業區專用下水道		BOD	最大值	30	7日平均值，於民國100年起施行。							
				7日平均	25								
			COD	最大值	100								
				7日平均	80								
			SS	最大值	30								
	7日平均	25											
	社區專用 下水道		流量大於250CMD		BOD	30							
					COD	100							
					SS	30							
					大腸桿菌群	200,000							
			流量小於250CMD		BOD			50					
								COD		150			
										SS		50	
					大腸桿菌群			300,000					
								公共污水 下水道		流量大於250CMD		總氮	15
總磷												2	
		BOD		30									
COD				100									
		SS		30									
大腸桿菌群				200,000									
		流量小於250CMD		總氮		15							
總磷						2							
				BOD		50							
COD						150							
				SS		50							
大腸桿菌群						300,000							

100,000 lb/day BOD5 primary effluent

### Primary plant



Activated sludge plant



**TABLE 1.3** REPORTED VALUES OF SELECTED WASTE INPUT PARAMETERS IN THE UNITED STATES

Variable	Units <sup>a</sup>	Municipal influent <sup>b</sup>	CSO <sup>c</sup>	Urban runoff <sup>d</sup>	Agriculture (lb/mi <sup>2</sup> -day) <sup>e</sup>	Forest (lb/mi <sup>2</sup> -day) <sup>e</sup>	Atmosphere (lb/mi <sup>2</sup> -day) <sup>f</sup>
Average daily flow	gcd	125					
Total suspended solids	mg/l	300	410	610	2500	400	
CBOD5 <sup>g</sup>	mg/l	180	170	27	40	8	
CBODU <sup>g</sup>	mg/l	220	240				
NBOD <sup>g</sup>	mg/l	220	290				
Total nitrogen	mg-N/l	50	9	2.3	15	4	8.9–18.9
Total phosphorus	mg-p/l	10	3	0.5	1.0	0.3	0.13–1.3
Total coliforms	10 <sup>6</sup> /100 ml	30	6	0.3			
Cadmium	μg/l	1.2	10	13			0.015
Lead	μg/l	22	190	280			1.3
Chrome	μg/l	42	190	22			0.088
Copper	μg/l	159	460	110			
Zinc	μg/l	241	660	500			1.8
Total PCB	μg/l	0.9	0.3	—			0.002–0.02

<sup>a</sup>Units apply to municipal, CSO (combined sewer overflow), and urban runoff sources; gcd = gallons per capita per day.

<sup>b</sup>Thomann (1972); heavy metals and PCB, HydroQual (1982).

<sup>c</sup>Thomann (1972); total coli, Tetra Tech, (1977); heavy metals Di Toro et al. (1978); PCB, Hydroscience (1978).

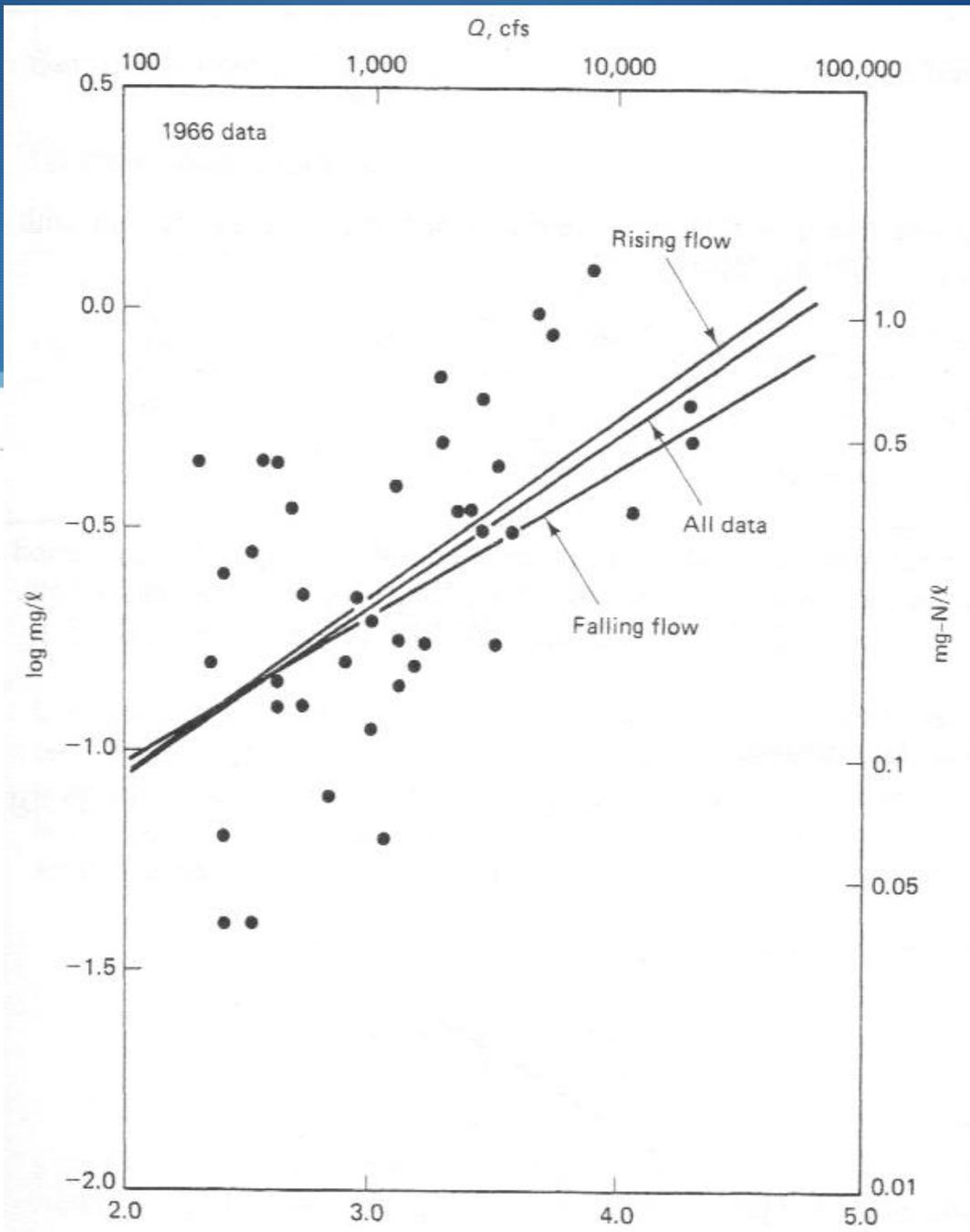
<sup>d</sup>Tetra Tech (1977); heavy metals, Di Toro et al. (1978).

<sup>e</sup>Hydroscience (1976a).

<sup>f</sup>Nitrogen and phosphorus, Tetra Tech (1982); heavy metals and PCB, HydroQual (1982).

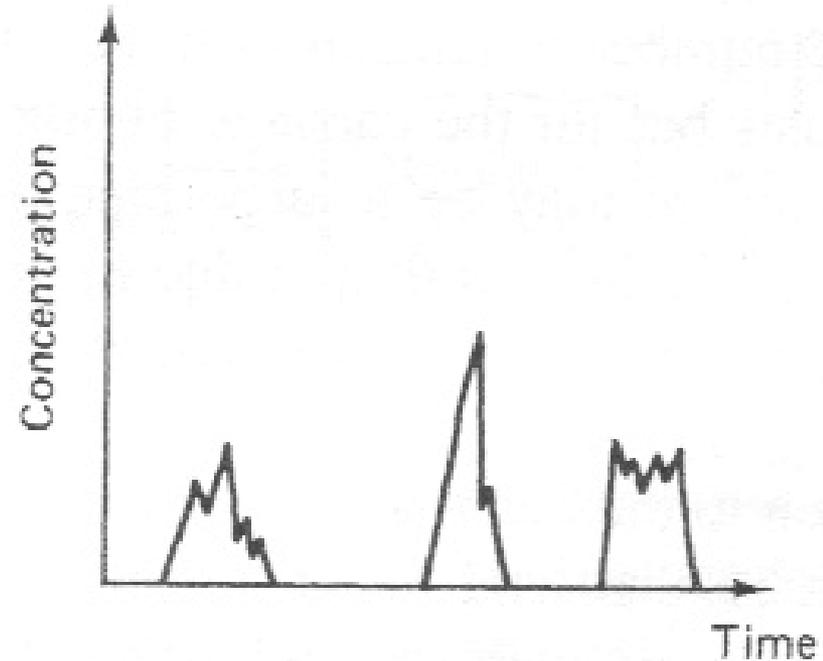
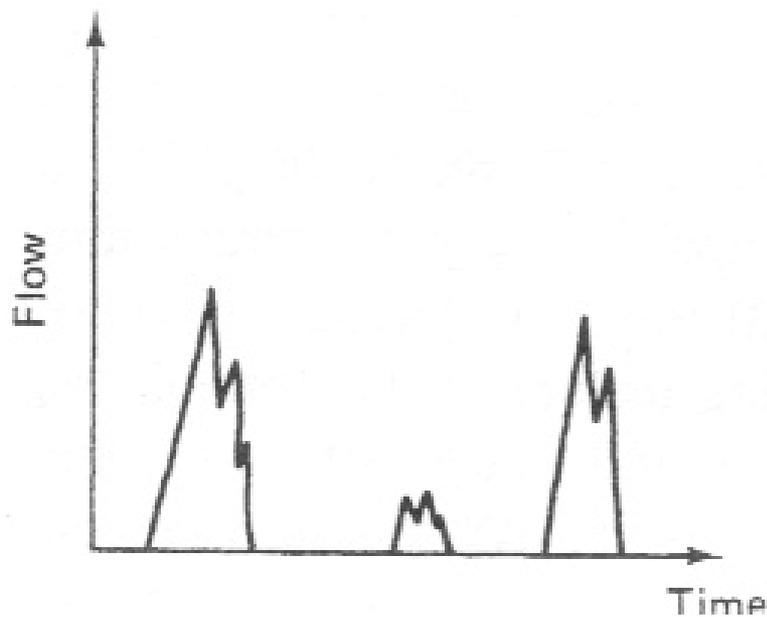
<sup>g</sup>CBOD5 = 5 day carbonaceous biochemical oxygen demand (CBOD); CBODU = ultimate CBOD; NBOD = nitrogenous BOD.

💧  $C = aQ^b$



# 非連續流量（noncontinuous）

- 連續排放（非點源）
  - 都市暴雨逕流
  - 農耕排水



# Example

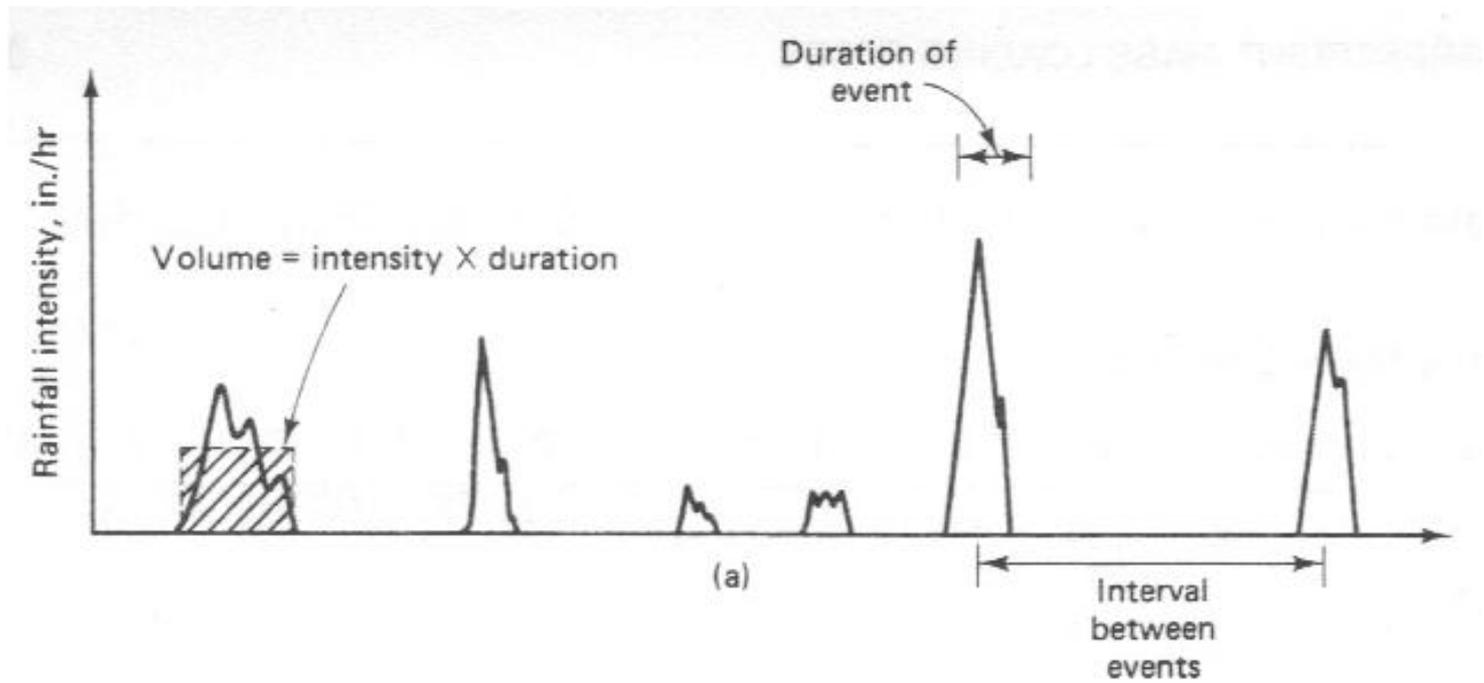
A city with combined sewers extends over an area  $15\text{km}^2$ . Rainfall occurs on average every 77 hr, with an average intensity and duration of 0.055 in./hr and 6.5 hr, respectively. The permeability of the city is such that the volumetric runoff coefficient  $C=0.6$  and the average overflow total nitrogen (TN) concentration is 9 mg/L. The city treatment plant discharges  $20\text{ m}^3/\text{day}$  with an effluent TN concentration of 40 mg/L.

Compute the TN loading (kg/day) from (a) the combined sewer overflows (CSOs) ; (b) the city sewage treatment plant (STP).

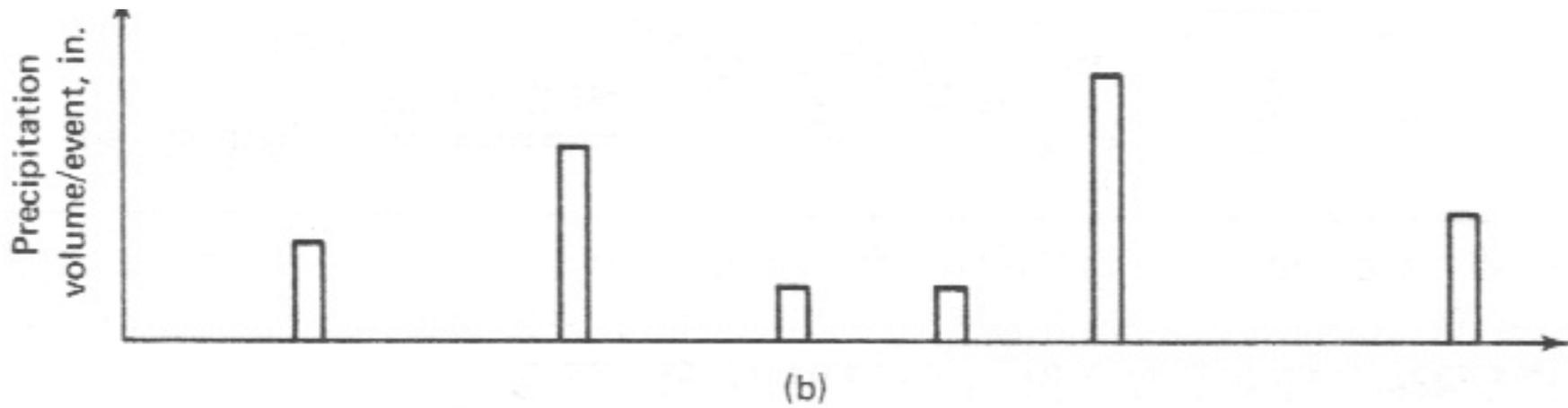
# 非點源估算

- ◆ 簡易方式
  - ◆ 單位面積輸出法
  - ◆ 負荷函數法
  - ◆ 回歸曲線法
- ◆ 集水區模式評估（ Watershed modeling ）
  - ◆ HSPF/BASINS
  - ◆ SWMM
  - ◆ SWAT
  - ◆ AnnAGNPS

🌿 降雨強度



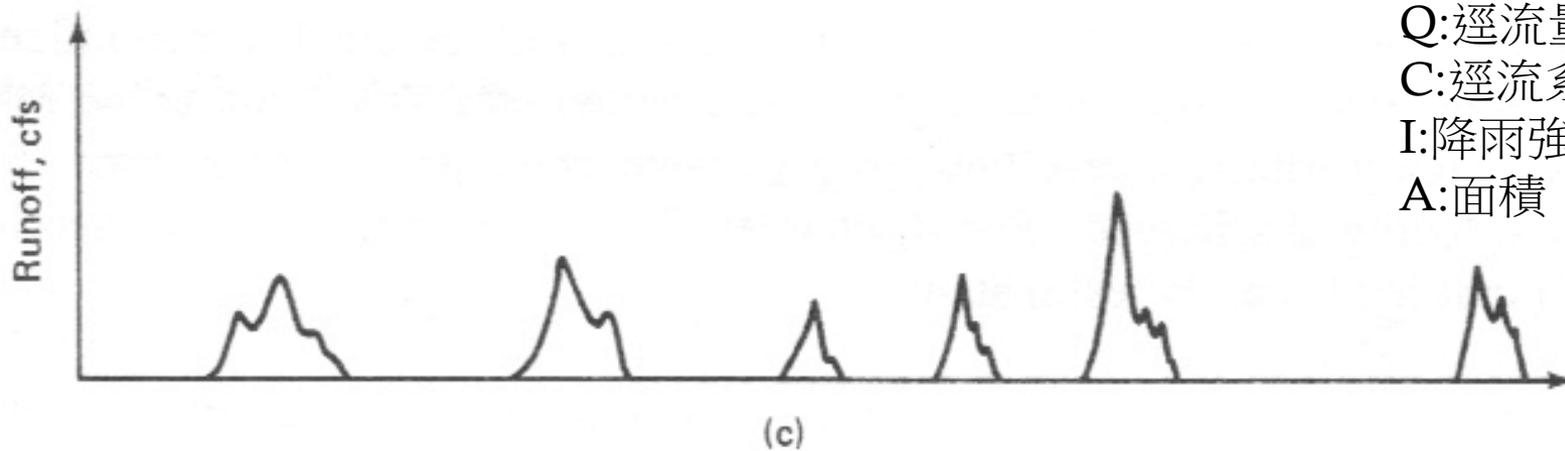
🌧️ 降雨量



💧 逕流量

$$Q = CIA$$

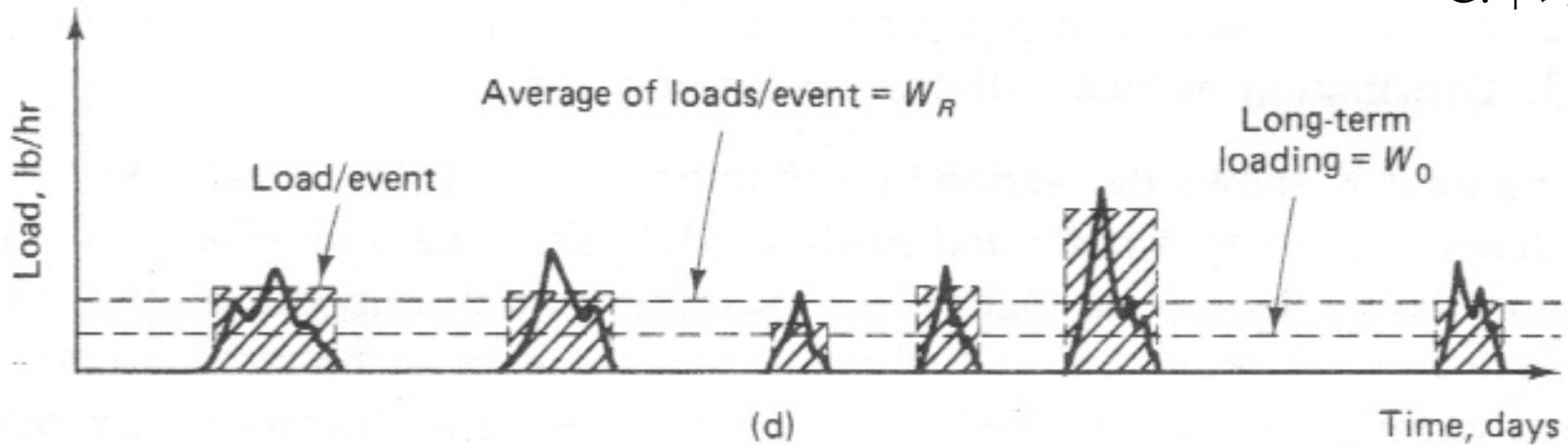
Q: 逕流量  
C: 逕流係數  
I: 降雨強度  
A: 面積



💧 負荷輸出量

$$W_R = CQ_R$$

$Q_R$ : 逕流量  
 $C$ : 平均濃度



# 案例

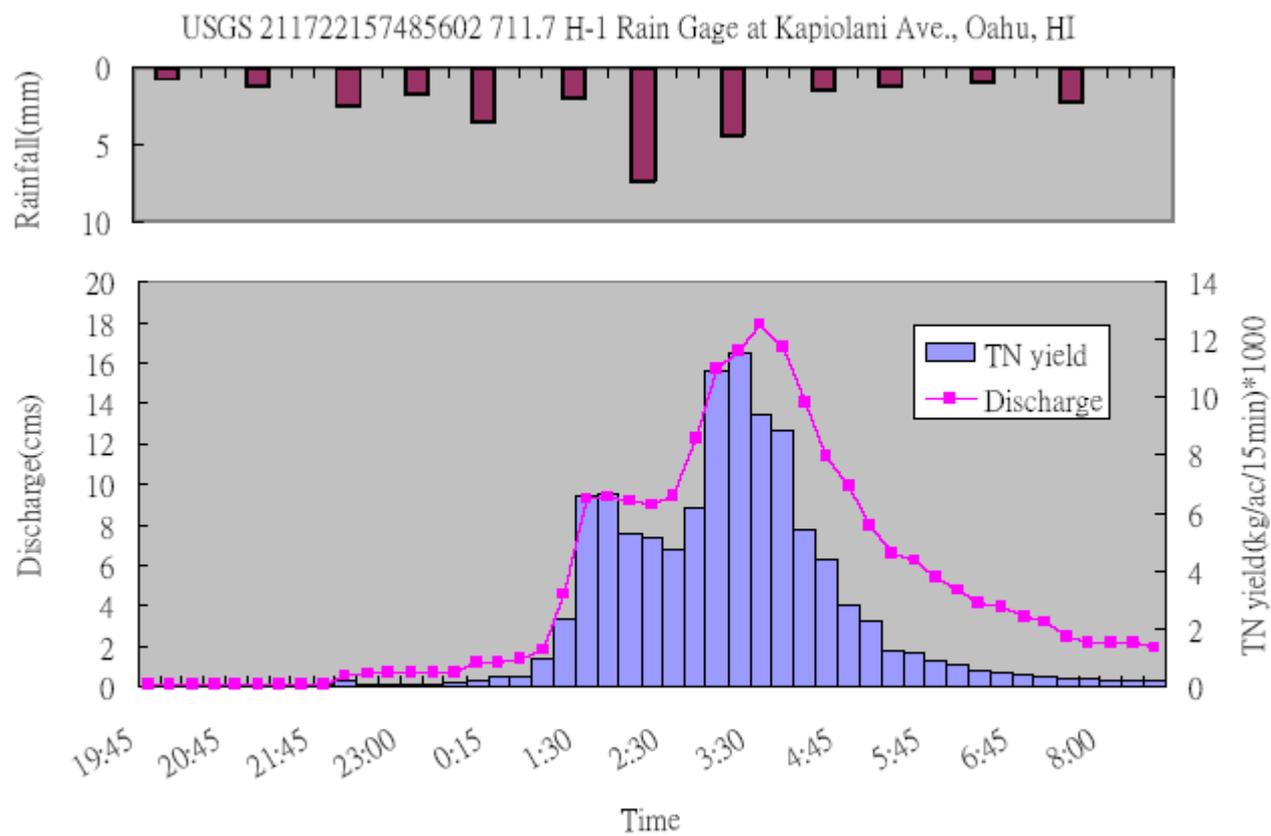


Figure15 TN yield of Aug 12, 2009 storm event

不同土地利用之非點源污染單位年負荷量

土地使用	平均單位年負荷量 (公斤/公頃/年)						
	生化需氧量	懸浮固體	總氮	總磷	鉛	銅	鋅
都市城鎮	50	460	8.5	2.0	0.50	0.20	0.40
住宅區 (獨戶)	35	420	6.6	1.8	0.30	0.10	0.25
住宅區 (公寓)	40	450	7.5	1.9	0.40	0.10	0.40
商業區	87	840	14.5	2.7	0.85	0.24	1.35
農耕地	18	450	26.0	1.05	—	—	—
林地	5	85	3.0	0.10	0.05	0.01	0.03
高爾夫球場	10	150	4.5	0.78	—	—	—
公路	87	990	13.8	0.70	0.50	0.08	0.47

土地利用  
 之平均場  
 暴雨污染  
 物濃度  
 (EMC)

污 染 物	土 地 使 用 分 類			
	住宅區	商業區	混合型	空地／非都市區
生化需氧量 (BOD)	10.0	9.3	7.8	—
化學需氧量 (COD)	73	57	65	40
總懸浮固體 (TSS)	101	69	67	70
總凱氏氮 (TKN)	1.9	1.2	1.3	0.97
硝酸鹽 (NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> )	0.74	0.57	0.56	0.54
總 磷 (TP)	0.38	0.20	0.26	0.12
鉛 (Pb)	0.14	0.10	0.11	0.03
鋅 (Zn)	0.14	0.23	0.15	0.20
銅 (Cu)	0.03	0.03	0.03	—

◆ 基隆河流域總年非點源污染負荷量（噸 / 年）

土地使用分類	SS	COD	BOD <sub>5</sub>	TKN	TP	Zn	Fe	Cu
都市區	7,732	7,767	2,742	613.6	57.1	9.6	257.5	2.1
農業區	686	636	129	97.8	11.8	—	—	—
林區	16,189	2,220	231	124.9	27.8	—	—	—
總污染負荷量	24,607	10,623	3,102	836.3	96.7	9.6	257.5	2.1

台北一試驗區暴雨流量及水質

時間	流量 L/sec	SS mg/L	COD mg/L	BOD <sub>5</sub> mg/L	TKN mg/L	TP mg/L	Zn mg/L	Fe mg/L	Cu mg/L
9:00	0	—	—	—	—	—	—	—	—
9:10	228	118	144.0	63.0	18.8	1.54	0.21	5.69	0.037
9:15	254	312	548.0	147.0	19.3	0.96	0.34	10.31	0.088
9:20	162	584	460.0	170.0	25.5	1.21	0.45	13.18	0.088
9:30	129	290	468.0	125.0	16.5	1.96	0.22	8.08	0.058
9:40	176	248	273.6	100.0	16.0	1.56	0.21	7.32	0.053
9:50	167	205	79.2	75.0	15.4	1.16	0.19	6.56	0.048
10:00	115	151	88.2	69.5	15.8	1.27	0.17	5.65	0.041
10:10	101	97	97.6	64.0	16.2	1.37	0.14	4.73	0.035
平均污染物濃度		246	267.5	100.1	17.3	1.35	0.24	7.56	0.055
可溶性污染物濃度		—	19.3	15.1	12.1	0.84	0.12	—	—

# 習題

- ◆ 一個發電廠施工工程, 施工尖峰期間施工人員估計約1000人, 其中400人員住宿工地, 每人每日平均用水量以250公升計算, 另外600人非住宿人員 每人每日平均用水量以30公升計算, 故總用水量每日約 $118\text{m}^3$ , 生活污水量以用水量90%估算, 則施工期間施工人員產生之污水量為107CMD, 生活污水未處理前懸浮固體物 (SS) 約 $150\sim 200\text{mg}/\text{l}$ , 生化需氧量( $\text{BOD}_5$ )約 $150\sim 250\text{mg}/\text{l}$ , 試計算該工地每日SS及 $\text{BOD}_5$ 污染產生量 (kg/day) ?