

# 公害物質分析에 關한 水質汚濁의 相關性 計算을 爲한 SOFTWARE 開發에 關한 研究

大阪經濟法科大學 教授 澤 勲

## ABSTRACT

A Study on the Software development for the correlation of the water pollution of pollution material analysis

There are BOD (Biochemical Oxygen Demand) and COD (Chemical Oxygen Demand) in the data of the water pollution in the pollution analysis, BOD and COD analysis the result of the analysis.

The computer developed the program in the analysis. Went by BOD, the relation conversion equation type of COD, the control chart, the standard deviation, and the coefficient of correlation etc.. for the purpose of the development of the program. There is a purpose by which it is what coefficient of correlation in the development of this program or not if the value (X and Y) of unknown is understood.

In the future, if this program is applied the utilization to not only the data is analyzed about the water pollution but also a lot of fields is proposed.

$$Y = 1.6398697 + ( 0.7667827)*X$$

$$\begin{aligned} \text{XBAR} &= \text{SUM}(X,N) / \text{FN} = 9.2292 \\ \text{YBAR} &= \text{SUM}(Y,N) / \text{FN} = 8.7166 \end{aligned}$$

TOTAL OF SQUARE T(XX)= 10223.0000  
 TOTAL OF SQUARE T(YY)= 7673.6680  
 TOTAL OF SQUARE T(XY)= 8565.2812

SUM OF DIVATION S(XX)= 6134.4687  
 SUM OF DIVATION S(YY)= 4026.6194  
 SUM OF DIVATION S(XY)= 4703.8047

STANDARD DEVIATION \*\*\*\*\* SDVX = 11.4246  
 STANDARD DEVIATION \*\*\*\*\* SDVY = 9.2560

COEFFICIENT OF VARIATION----- CVX = 1.2379  
 COEFFICIENT OF VARIATION----- CVY = 1.0619

SIMPLE REGRESSION COEFFICIENT SRCV = 0.9445  
 \*\*\*CORRELATION COEFFICIENT\*\*\* R = 0.9464

TOTAL RSX + + + + + RSX = 412.0000  
 TOTAL RSY + + + + + RSY = 326.0994

+ + + + RMX = RSX / (N-1) RMX = 8.7660  
 + + + + RSM = RSY / (N-1) RMY = 6.9383

X MANAGEMENT MAP X-UCL 32.5466  
 X MANAGEMENT MAP===X-BAR===== 9.2292  
 X MANAGEMENT MAP---X-LCL----- -14.0883

R MANAGEMENT MAP UCL-X = 28.6647  
 R MANAGEMENT MAP RS--X = 8.7660

Y MANAGEMENT MAP Y-UCL 27.1725  
 Y MANAGEMENT MAP===Y-BAR===== 8.7166  
 Y MANAGEMENT MAP---Y-LCL----- -9.7392

R MANAGEMENT MAP UCL-Y = 22.6882  
 R MANAGEMENT MAP RS--Y = 6.9383

# I. 序 論

水質 汚濁 物質의 研究는 人間의 幸福한 삶을 爲한 健康問題가 結付되므로 어느 時代에나 必要한 問題이다. 水質 汚濁 物質의 測定 法에는 原子吸光法 및 吸光度法을 中心으로 하여 gas chromatograph 법, 適定法 등 많은 測定法이 있다.

機器의 選定은 計測 精密度를 確保하는 見地 뿐만아니라 使用하는 立場에서도 必要하다. 그리고 內容은 化學的 檢討 및 統計的인 檢討를 생각할 수 있다. 化學的 檢討는 測定 場所의 水質 特性은 濃度, 變動, 組成, 變動, 經年 變化 및 妨害 物質 등의 存在를 檢討할 必要性이 있다. 한편 統計的인 檢討는 BOD(生化學的 酸素 要求量)과 COD(化學的 酸素 要求量)을 評價하는 데 있다. 具體的으로는 相關 係數를 比較, 檢討함에 있어서 문제점을 考慮하고 綜合的으로 判斷할 必要가 있다. 綜合的으로 判斷할 때에는 (1) DATA의 整理 方法 (2) 散布圖와 回歸直線에 依한 檢討 (3) X-R 管理圖에 依한 檢討 (4) 換算式을 求하는 方法 (5) 相關計算을 算出하는 方法 (6) 相關係數의 檢定 方法 그리고 (7) 換算式의 檢證이 必要하다.

公害 物質 分析에 관하여 水質 汚濁(BOD-COD)의 相關性을 研究한다는 것은 이러한 側面에서 意義가 깊다. 또한 이 相關性을 電算處理하는 Software를 開發, 利用함으로써 水質 汚濁의 測定 및 管理에 큰 役割을 할 수 있으리라 생각된다.

## Ⅱ. 計 算 方 法

實驗에는 BOD 와 COD를 使用하고 있다. 여기서 BOD를 X로, COD를 y로 하여서 統計學的인 立場에서 數值 解析을 하였다.

平均値 (Mean Value)는 각 48 試料에 의하여 다음과 같이 計算한다.

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{443,000}{48} = 9.229 \quad (1)$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y_i}{n} = \frac{418.398}{48} = 8.717 \quad (2)$$

平方積 ( Square Sum )은 다음과 같다.

$$S(xx) = \sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n} = 10223,000 - \frac{(443,000)^2}{48} = 6134.4687 \quad (3)$$

$$S(xy) = \sum X_i Y_i - \frac{\sum X_i \sum Y_i}{n} = 8565.2812 - \frac{443,000 \times 418.398}{48} = 4703.8047 \quad (4)$$

$$S(yy) = \sum Y_i^2 - \frac{(\sum Y_i)^2}{n} = 7673.668 - \frac{(418.398)^2}{48} = 4026.6194 \quad (5)$$

回歸係數 ( Coefficient of Regression ) b와 절편 ( Intercept ) a 推定한다.

$$b = \frac{S(xy)}{S(xx)} = \frac{4703.8047}{6134.4687} = 0.7668 \quad (6)$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} = 8.717 - 0.7688 \times 9.229 = 1.640 \quad (7)$$

X에 대한 Y의 回歸直線을 求하기 爲하여서는 X부터 Y를 推定하는 直線을 다음과 같이 구한다.

$$Y - \bar{Y} = b(X - \bar{X})$$

$$Y = \bar{Y} + b(X - \bar{X})$$

$$Y = (\bar{Y} - b\bar{X}) + bX$$

$$Y = a + bX \quad (8)$$

相關係數 ( Correlation Coefficient )는 平方積의 造成에 의한 比率에 의하여 決定한다.

$$r = \frac{S(xy)}{\sqrt{S(xx) \cdot S(yy)}} = \frac{4703.8047}{\sqrt{6134.4687 \times 4026.6194}} = 0.9464 \quad (9)$$

또한 相關係數의 檢定 方法은 다음과 같은 順序로 遂行한다.

(1) 相關係數 r의 有意性을 檢定한다.

DATA의 數(n)와 危險率 (a)부터 檢定을 하는 데는 Table 1.과 같이 한다.

自由度의 計算은

$$\phi = n - 2 \quad (10)$$

$\phi \backslash a$	0.05	0.01	$\phi \backslash a$	0.05	0.01
10	.5760	.7079	25	.3809	.4869
11	.5529	.6835	30	.3494	.4487
12	.5324	.6614	35	.3246	.4182
13	.5139	.6411	40	.3044	.3932
14	.4973	.6226	50	.2732	.3541
15	.4821	.6055	60	.2500	.3248
16	.4683	.5897	70	.2319	.3017
17	.4555	.5751	80	.2172	.2830
18	.4438	.5614	90	.2050	.2673
19	.4329	.5487	100	.1946	.2540
20	.4227	.5368			

TABLE 1. 相關係數 (r)의 有意性 檢定表 (r 表)

하며, 相關係數 r 을 檢定하기 때문에 r 表로부터 危險率 a 에 대하여  $r(\phi, a)$  를 구한다.

(2)  $|r|$  와  $r(\phi, a)$  의 값을 比較한다.

(3)  $|r| > r(\phi, a)$  일 때에는 相關係數가 있으며, 交面이  $|r| < r(\phi, a)$  일 때에는 相關係數가 없다고 말할 수 있다.

標準偏差 (Standard Deviation) 인  $V_x$  와  $V_y$  는 서로가 平方積인  $S(xx)$  와  $S(yy)$  Sample 數에 依하여 決定한다.

$$\sqrt{V_x} = \sqrt{\frac{S(xx)}{n-1}} = \sqrt{\frac{6134.4687}{48-1}} = 11.425 \quad (11)$$

$$\sqrt{V_y} = \sqrt{\frac{S(yy)}{n-1}} = \sqrt{\frac{4026.6194}{48-1}} = 9.256 \quad (12)$$

變動係數 (Coefficient of Variation) 는 標準偏差인 式 (11), (12) 와 平方積인 式 (1), (2) 에 의하여 計算한다.

$$CV_x = \frac{\sqrt{V_x}}{X} = \frac{11.425}{9.229} = 1.2379 \text{ (124 \%)} \quad (13)$$

$$CV_y = \frac{\sqrt{V_y}}{X} = \frac{9.256}{8.717} = 1.0619 \text{ (106 \%)} \quad (14)$$

範圍 (Range) 에 있어서 X 값의 最大值와 最小值의 差를 Rax 라고 하고 Y 값의 最大值와 最小值의 差를 Ray 로 하면 다음과 같은 式 이 成立한다.

$$Rax = X_{\max} - X_{\min} \quad (15)$$

$$Ray = Y_{\max} - Y_{\min} \quad (16)$$

分散 (Variance) 은 式 (3), (5) 와 DATA 數에 依하여 計算한다.

$$Vax = \frac{S(xx)}{n-1} = \frac{6134.4687}{48-1} = 130.5206 \quad (17)$$

$$Vay = \frac{S(yy)}{n-1} = \frac{4026.6194}{48-1} = 85.6728 \quad (18)$$

標準誤差 (Standard Error) 는 式 (17), (18) 의 分散과 DATA 數에 依하여 算出한다.

$$Esx = \frac{\sqrt{Vax}}{\sqrt{n}} = \frac{\sqrt{130.5206}}{\sqrt{48}} = \frac{11.4246}{6.9282} = 1.649 \quad (19)$$

$$Esy = \frac{\sqrt{Vay}}{\sqrt{n}} = \frac{\sqrt{85.6728}}{\sqrt{48}} = \frac{9.2560}{6.9282} = 1.336 \quad (20)$$



### Ⅲ. 實 驗 方 法

#### 3.1 實 驗 方 法 的 順 序 圖

流出한 水質을 分析하기 위하여 FIG. 1과 같이 作成된 順序圖를 따라서 實驗하였다. 이것은 1年동안의 季節變動과 特性에 關하여 分析, 檢討할 뿐만 아니라 每月間, 每週日間의 特性을 알기 위한 點에서도 많은 도움이 된다. 試料는 48組로 制限하였다.

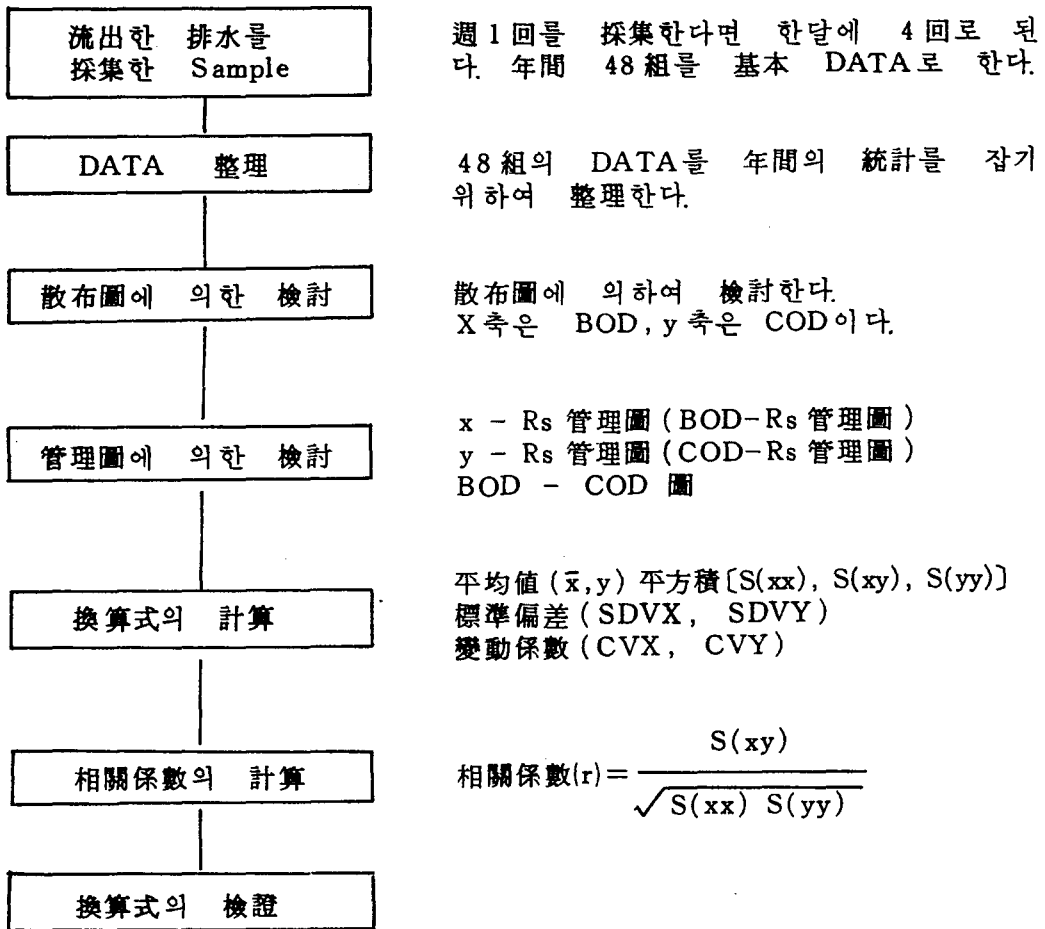


FIG. 1 實 驗 方 法 的 順 序 圖 (Flowchart of Experimental Method)

### 3.2 BOD (生物化學的 酸素 消費量)의 測定

BOD(Biochemical Oxygen Demand)는 水中에 存在하고 있는 微生物에 의하여 消費하고 있는 溶存 酸素의 量이다. 流出되고 있는 水質 汚濁을 採集하고 實驗에 必要한 量을 稀釋水로 稀釋한 後 5日間 20℃로 放置할 때에 消費되고 있는 溶存 酸素의 量으로 부터 구한다.

$$\text{BOD} = \frac{(D1 - D2)}{p} \quad (21)$$

여기서는 JIS-K-0102 - 21에 의하여 計算한다.

D1 : 稀釋試料를 調製한 15分 後의 溶存 酸素 (mg O/l)

D2 : 培養 後의 稀釋試料의 溶存 酸素 (mg O/l)

P : 稀釋 試料中에 있어서 試料가 占領하고 있는 割合

FIG. 2는 日本 大阪府 吹田市 環境 計劃 (1985年)을 引用하였다. 橫軸은 年度別이고 縱軸은 BOD이다. 각 연못(池)에 있어서 分布되어 있는 것을 보면 時代의 變化도 알 수 있다. 昭和 50年 및 56年은 全體적으로 BOD가 적은데 비해서 다른 해에는 差異가 심하다. 이와같은 점은 研究하는 過程에서 對策이 있어야 한다.

本 實驗의 測定値는 數年間의 平均 DATA이며, 平均値는 9.2로 되어 있다. 그러나 實驗에 있어서는 FIG. 4와 같이 變化가 크다는 것을 認定할 수 있다.

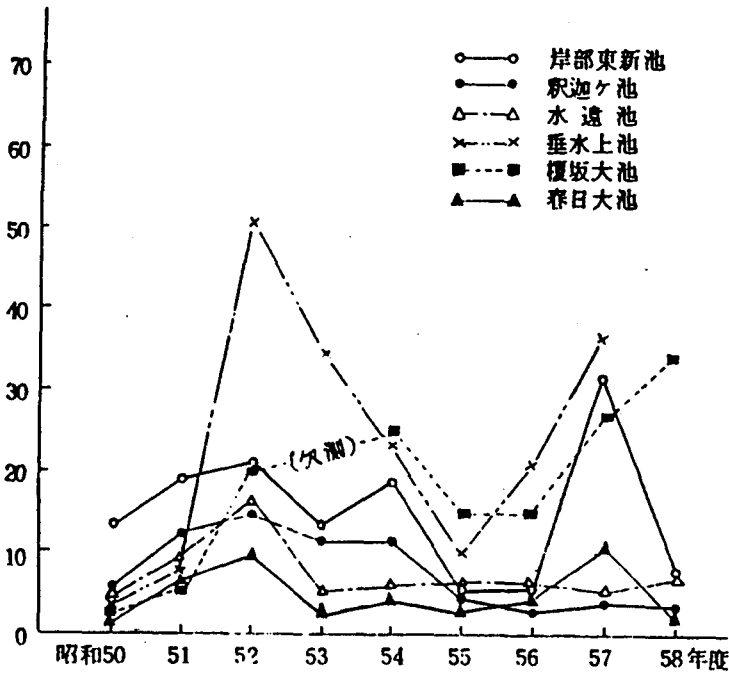


FIG. 2 生物化學的 酸素 要求量 (BOD) 의 年度別 變化  
(日本 大阪府 吹田市 環境計劃, 1985 年)

### 3.3 COD (化學的 酸素 消費量) 의 實驗

COD (Chemical Oxygen Demand) 는 100°C 에 있어서의 硫酸酸性하고 酸化劑로써 過망강酸 칼륨을 넣어서 沸騰水浴中에 30 分間 反應시킨다. 그때에 消費된 過망강酸칼륨에 의한 酸素 消費量을 산출한다.

$$\text{COD} = (b - a) \times f \times \frac{1000}{V} \times 0.2 \quad (22)$$

여기서는 JIS-K-0102 - 21 에 의하여 計算한다.

- a : 適定에 必要한 全 N/40 過망강酸칼륨의 溶液 (ml)
- b : 空實驗의 適定에 必要한 N/40 過망강酸칼륨의 溶液 (ml)
- f : N/40 過망강酸칼륨 溶液의 係數
- V : 試料 (ml)

FIG. 3은 日本 大阪府 吹田市 環境 計劃(1985年)을 引用하였다. 橫軸은 年度別이고 縱軸은 COD이다. 각 연못에 있어서 分布되어 있어서 分布되어 있는 COD를 보면 時代의 變化를 認識할 수 있다. COD의 變動이 적은 해는 昭和50-51年 및 昭和55-56年이다. 한편, COD의 變化가 큰 해는 昭和52-54年 및 57年이다.

FIG. 3을 FIG. 2와 比較, 檢討를 하면 相關性和 關係式을 求할 수 있다. 本 實驗의 測定値는 數年間의 平均 DATA이며, 平均値는 8.7로 되어 있다. 그러나, 實驗에 있어서는 FIG. 5과 같이 分布되고 있다는 것을 認定할 수 있다.

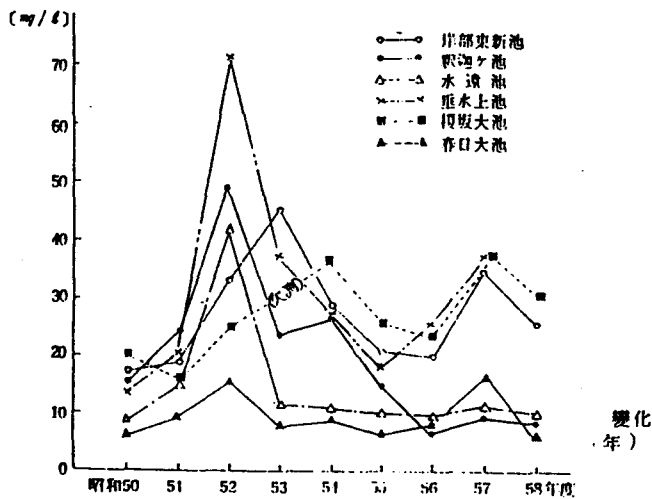


FIG. 3 化學的 酸素 要求量 (COD)의 年度別 變化 (日本 大阪府 吹田市 環境計劃, 1985年)

## IV. 實驗結果와 檢討

### 4.1 $\bar{X}$ - R 管理圖에 依한 檢討

電算化 프로그램의 結果에 依하여 Table 2와 같은 出力을 얻을 수 있다. 이것은 Computer Printer의 實例이지만 實際로 計算할 때에는 이와같은 方法으로 整理할 수 있다.

여기서  $X = \text{BOD}$ 와  $Y = \text{COD}$ 에 있어서 DATA間的 차이를 각각  $R_X$ 와  $R_Y$ 로 하였다. 하단의 TOATL은 각 DATA의 合計를 말하며, AVRGE는 平均値를 計算하고 있다.

Table 2의 DATA에 依하여, Table 3은 實際의 計算한 結果를 表示하고 있다. Table 3은 理論과 計算方法에 依한 結果를 일람표로 作成한 것이다. Table 3의 下部는  $\bar{X}$  - R 管理圖에 必要한 計算値이다.

$\bar{X}$  - R 管理圖를 檢討하기 爲하여 DATA를 整理하였다. X와 Y의 DATA와 그것의 移動範圍( $R_s$ )의 管理圖가 있다. 管理圖에서  $\bar{X}$  -  $R_s$  管理圖와  $\bar{Y}$  -  $R_y$  管理圖를 表示하여야 된다. 管理圖를 表示한다는 것은 DATA에 있어서 時間的인 움직임과 管理 狀態를 檢討하는 데 有用하다.

따라서 각각의 DATA와 移動範圍( $R_s$ )가 管理 限界로 부터 떨어지면 問題가 있는 것이기 때문에 再檢討할 必要가 있다. 管理圖 作成에 必要한 計算式은 Table 4와 같다.

\*\*\* LEAST SQUARES ON COD = A + B BOD \*\*\*

INPUT DATA (N = 48)

	X	RX	Y	RY	XX	YY	XY
	3.000	0.000	3.000	0.000	9.000	9.000	9.000
	44.000	41.000	31.800	28.800	1936.000	1011.240	1399.200
	2.000	42.000	3.300	28.500	4.000	10.890	6.600
	5.000	3.000	2.500	0.800	25.000	6.250	12.500
	5.000	0.000	7.700	5.200	25.000	59.290	38.500
	5.000	0.000	5.800	1.900	25.000	33.640	29.000
	7.000	2.000	9.600	3.800	49.000	92.160	67.200
	2.000	5.000	4.400	5.200	4.000	19.360	8.800
	4.000	2.000	4.500	0.100	16.000	20.250	18.000
	7.000	3.000	15.900	11.400	49.000	252.810	111.300
	36.000	29.000	24.000	8.100	1296.000	576.000	864.000
	13.000	23.000	11.600	12.400	169.000	134.560	150.800
	3.000	10.000	2.300	9.300	9.000	5.290	6.900
	5.000	2.000	4.000	1.700	25.000	16.000	20.000
	4.000	1.000	2.500	1.500	16.000	6.250	10.000
	1.000	3.000	1.000	1.500	1.000	1.000	1.000
	4.000	3.000	10.200	9.200	16.000	104.040	40.800
	4.000	0.000	3.700	6.500	16.000	13.690	14.800
	1.000	3.000	1.800	1.900	1.000	3.240	1.800
	2.000	1.000	3.900	2.100	4.000	15.210	7.800
	7.000	5.000	5.500	1.600	49.000	30.250	38.500
	7.000	0.000	7.200	1.700	49.000	51.840	50.400
	1.000	6.000	3.600	3.600	1.000	12.960	3.600
	3.000	2.000	2.100	1.500	9.000	4.410	6.300
	7.000	4.000	2.900	0.800	49.000	8.410	20.300
	1.000	6.000	1.000	1.900	1.000	1.000	1.000
	4.000	3.000	7.400	6.400	16.000	54.760	29.600
	3.000	1.000	7.000	0.400	9.000	49.000	21.000
	10.000	7.000	9.900	2.900	100.000	98.010	99.000
	13.000	3.000	11.100	1.200	169.000	123.210	144.300
	7.000	6.000	7.000	4.100	49.000	49.000	49.000
	3.000	4.000	6.100	0.900	9.000	37.210	18.300
	12.000	9.000	9.700	3.600	144.000	94.090	116.400
	7.000	5.000	4.800	4.900	49.000	23.040	33.600
	10.000	3.000	6.400	1.600	100.000	40.960	64.000
	7.000	3.000	3.100	4.900	49.000	9.610	21.700
	7.000	0.000	7.400	3.300	49.000	54.760	51.800
	23.000	16.000	14.900	7.500	529.000	222.010	342.700
	7.000	16.000	4.500	10.400	49.000	20.250	31.500
	4.000	3.000	4.700	0.200	16.000	22.090	18.800
	7.000	3.000	9.800	5.100	49.000	96.040	68.600
	27.000	20.000	23.100	13.300	729.000	533.610	623.700
	4.000	23.000	3.400	19.700	16.000	11.560	13.600
	6.000	2.000	8.400	5.000	36.000	70.560	50.400
	7.000	1.000	9.800	1.400	49.000	96.040	68.600
	48.000	41.000	38.100	28.300	2304.000	1451.610	1828.800
	43.000	5.000	44.900	6.800	1849.000	2016.009	1930.700
	1.000	42.000	1.100	43.800	1.000	1.210	1.100
TOTAL	443.000	412.000	418.398	326.099	10223.000	7673.668	8565.281
AVRGE	9.229	8.766	8.717	6.938			

TABIE. 2 最小 2 乘法에 必要한 出力 結果

管理限界線	X 管理圖	Rs 管理圖
上方管理限界 UCL	$\bar{X} + 2.66 R_s$	$3.27 \bar{R}_s$
下方管理限界 LCL	$\bar{X} - 2.66 R_s$	

TABLE. 4 X-Rs 管理圖에 의한 計算式

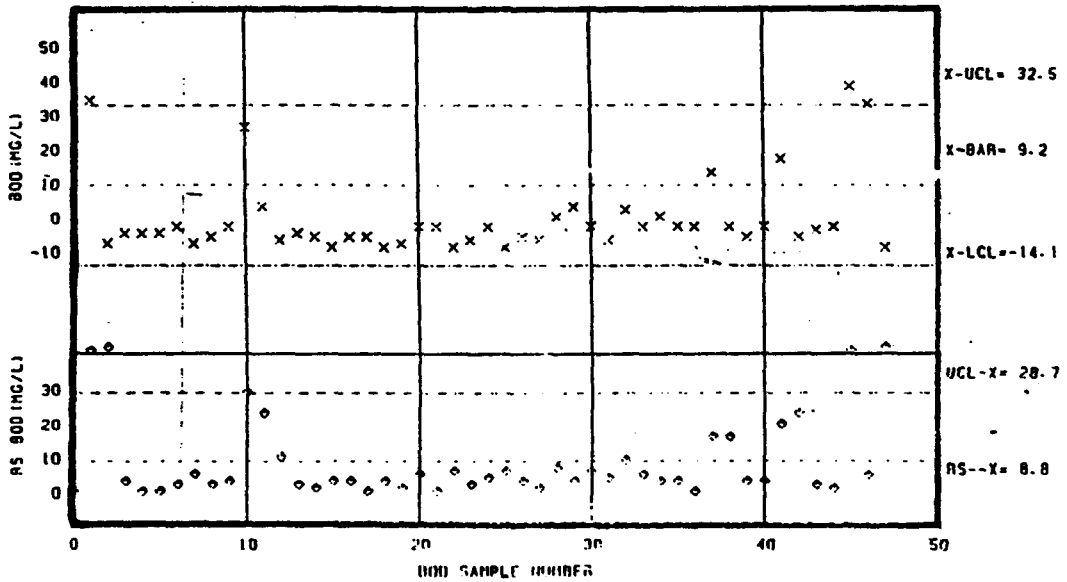


FIG. 4 5年間に 測定한 BOD의 平均値를 表示한 管理圖

FIG.4와 FIG.5 는 Computer Program에 의하여 作成된 것이다. FIG.4는 BOD Sample에 對한 BOD와 Rs BOD( $\bar{X}$ -Rs) 管理圖를 表示한 것이다. X表示는 BOD의 값이고  $\downarrow$ 는 移動範圍(Rs)이다. BOD는 값의 下部 管理 限界(UCL:Upper Control Limit)을 넘는 DATA가 3곳이나 있다. 이러한 점은 原因을 糾明하지 않고서는

않될 점이다. BOD는 20 이하가 必要하기에 實際로는 더 檢討할 可能性이 있다. 여기서 注意할 것은  $\bar{X}-R$  管理圖와 公害 規準値를 區別할 必要가 있다. 公害 規準値는 條例에 依해서 決定된 것이고  $\bar{X}-R$  管理圖는 DATA에 依하여 이루어진 값이므로 混同하지 않아야 한다.

BOD의 下部 管理 限界(LCL: Lower Control Limit)는 神經 쓸 必要가 없다. 그것은 BOD값이 적으면 적을 수록 좋기 때문이다.

移動範圍(Rs)는 Table 4의 3.27  $\bar{R}s$ 인 것이다. UCL에 걸리고 있으므로 檢討할 必要는 없다. 이 이상이 되면 原因을 찾아야 한다.

管理圖에 있어서 異常 有無를 判斷하는 方法을 確認할 必要가 있다. 그러기 위해서는 管理圖上의 점(DATA)의 움직임이 5種類가 있다는 것에 착안점을 두어야 한다. 5種類는 (1) 管理範圍 밖의 점 (2) 이어진 점 (3) 傾向 (4) 周期 그리고 (5) 限界附近 점이다.

大阪府에서 發行하고 있는 混濁負荷量 測定技術 指針(1986)에 依하면 Table 5 및 FIG.6와 같이 表示할 수 있다. 이와같이 原因을 糾明하고 計劃적으로 實施하고 評價하여야 된다. 그럼으로 信賴性이 向上되고 人間이 健康을 保存하는 데 크나 큰 役割을 지닐 수 있다.

COD의 檢討도 BOD에서 言及한 점과 같다. 따라서 이 들을 比較하는 것이 水質 汚濁 物質 檢討에 도움이 된다. (FIG.5)



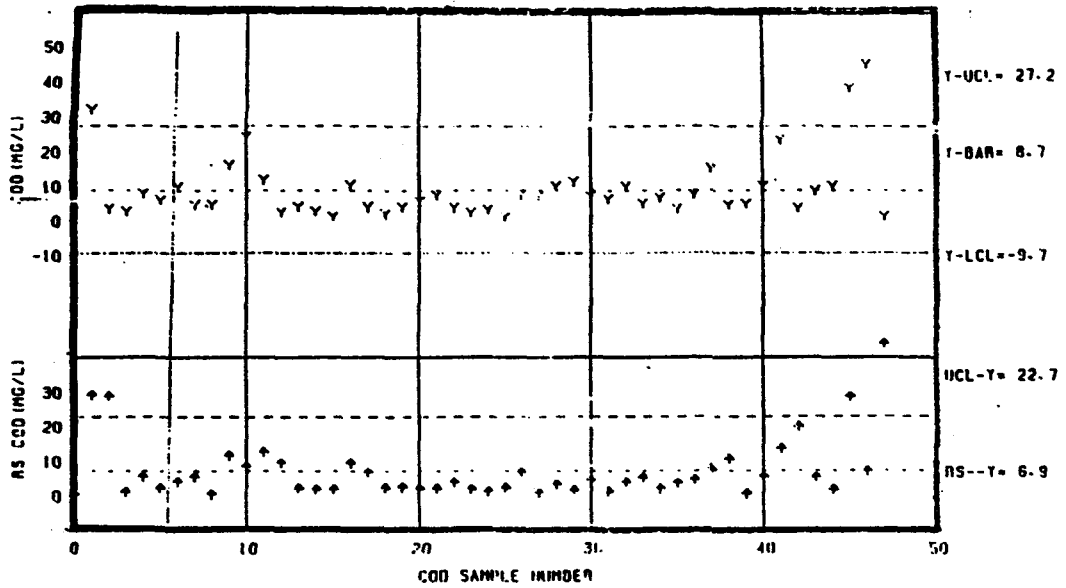


FIG. 5 5年間に測定한 COD의 平均値를 表示한 管理圖

	點の並び方	判定基準과 處置
① 管理부수	管理限界外에點이 빚난 경우	異常하다고判斷하고 즉시 原因을 찾는다.
② 連(계속)	中心線 한쪽으로連續 되어 나타난 點	7點以上나란히 되면 原因을 찾는다.
③ 傾 向	點이 連續하여 上昇 또는 下降 하는 狀態	傾向을 나타내는 原因을 찾는다.
④ 周 期	一定間隔과 같은 點의 움직임이 (波) 나타날 때	原因을 찾으므로써 有益한 情報를 얻는다.
⑤ 限界近가까이	點이 限界가까이에 接近한 狀態	限界幅의 1/3 에, 連續 3點中 2點나타나면 그 原因을 찾는다.

TABLE. 5 管理圖에 依한 不安定한 狀態의 判定基準

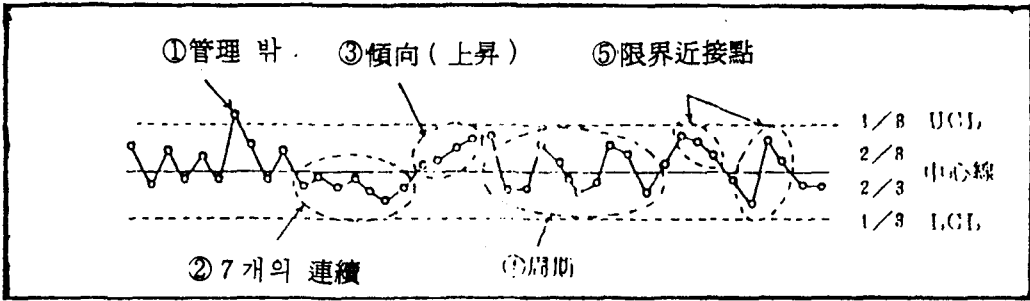


FIG. 6 管理圖에 의한 判定基準 (Criterion of Control Chart)

#### 4.2 換算式의 檢討

化學的 酸素 要求量 (COD)은 混濁 負荷量의 測定 方法 및 機器에 依한 計測 結果로 부터 汚濁 狀態를 計測하고, COD의 計測值에 依해 生化學的 酸素 要求量 (BOD)과의 換算式을 使用한다.

確實한 換算式을 使用한다는 것은 BOD 또는 COD의 計測 精密度를 確保하는 데 重要하고, 特定 排出水의 特性 變化의 檢討에 必要하다.

換算式의 檢討에는 (1) 指定 計測法에 依한 計測值과 機器에 依한 計測值의 相對가 되는 DATA가 많이 있어야 된다. (2) 計測技術上에 問題가 있는가 없는가를 確認하여야 된다. (3) 換算式에 記入된 散布圖를 그려야 된다. (4) 換算式과의 相互關係를 確認하여야 된다. 相互關係를 確認할 때에는 相對가 되는 DATA가 20組 以上이 必要하고 同時에 直線回歸를 作成하여야 한다.

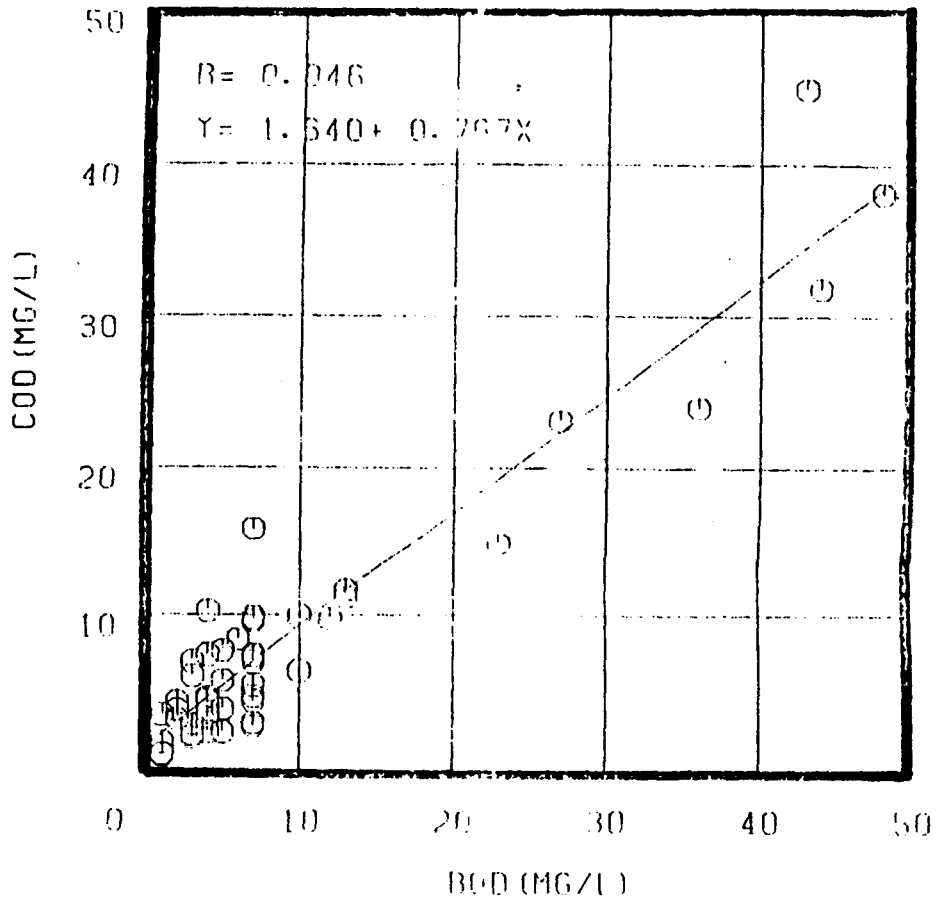


FIG.7 BOD와 COD間的 相關性和 換算式을 알기 爲한 散布圖

直線回歸式은 式 (6), (7)을 代入하여 얻는다. 그 結果는 FIG.7 과 같이 되고 다음과 같은 式이 成立된다.

$$(COD) = 1.64 + 0.7668 (BOD) \quad (23)$$

式(6)의 b 값은 式(3)에 依한  $S_{xx} = 6134.4687$  과 式(4)에 依한  $S_{xy} = 4703.8047$  의 比率에 依하여  $b = 0.7668$  을 決定하였다. 여기서 BOD가 增加함에 따라서 COD는 그것의 0.7668 倍로 增加되고

있다는 것을 알 수 있다.

式(7)의 a 값은 式(1)에 의한  $\bar{X} = 9.229$ , 式(2)에 의한  $\bar{Y} = 8.717$  그리고 式(6)에 의한  $b = 0.7668$  에 의하여  $a = 1.640$  을 算出하게 된다.

散布圖는 FIG. 7 과 같이 作成하여 異常한 DATA가 있는가 없는가를 確認하여야 한다.

散布圖 作成과 換算式의 檢討에 있어서는 두 가지 方法이 있다. 하나는 時系列 DATA를 檢討하는 方法이고 다음은 統計的인 手法에 의한 方法이다. 直線回歸式을 使用하고 있기 때문에 다음과 같은 方法을 檢討하여야 한다. 즉, 相關係數, 平均值, 標準偏差, 平方積, 分散, 標準誤差 및 信賴區間 等이다.

이러한 것은 絶對的인 것이 아니지만 綜合的으로 評價를 하는 데 必要하다. 同時에 DATA 收集 方法의 適切性 與否와, DATA數와 危險率 評價에 變動性 有無를 判斷하는 데 必要하다.

#### 4.3 相關係數의 檢討

相關係數란 것은 BOD와 COD의 獨立 變數를 相互 關聯시키는 係數를 말한다.

一般的으로는 相互 關聯되고 있는 BOD와 COD의 獨立 變數의 分布가 曲線的일 때에는 相關係數( $r$ )을 計算한다. 만약에 獨立變數의 分布가 曲線的일 때에는 相關指數( $\epsilon$ ) 아니면 相關比( $\mu$ ) 등을 求하고 相關의 程度을 檢討한다. 그 結果 獨立變數의 對應關係를 가지고 變化하는가 어떤가를 아는 하나의 手法이다.

相關係數는 式(3)의  $S(xx) = 6134.4687$ , 式(4)의  $S(xy) = 4703.8047$  및 式(5)의  $S(yy) = 4026.6194$ 에 의하여 算出한 것이 式(9)이다. 그 結果  $r = 0.9464$ 이다. 相關係數의 檢定에는 有意性이 必要하다. DATA의 數  $n = 48$ 과 危險率  $a = (0.05 \text{ or } 0.01)$ 부터 相關係數  $r$ 의 檢定을 Table 1에 의하여 決定한다.

自由度の 計算은 式(10)에 依하면 다음과 같다.

$$\phi = 48 - 2 = 46 \quad (24)$$

相關係數  $r$ 의 檢定에는 Table 1로 부터 自由度  $\phi = 46$ 와 危險率  $a$ 에 대하여  $r(\phi, a)$ 를 求한다. 여기서 危險率  $a = 0.01$ 로, 즉 1%로 計算한다면

$$r(46, 0.01) = 0.3932 \quad (25)$$

으로 된다. 다음에는  $|r| = r(\phi, a)$ 의 값을 比較한다.

$$\begin{aligned} r &= 0.9464 > r(46, 0.01) \\ &= 0.3932 \end{aligned} \quad (26)$$

이 結果  $r(46, 0.01) = 0.3932$ 보다 實驗에 依한 相關係數 0.9464가 크다는 것을 알게 되었다. 마지막으로  $|r| > r(\phi, a)$ 일 때에는 相關係數가 있다. 즉,  $r = 0.9464$ 은  $r(46, 0.01) = 0.3924$ 보다 크기 때문에 有意水準 1%에 相關係數가 있다고 말할 수 있다.

## V. 結 論

公害物質分析에 관한 水質汚濁(BOD-COD)의 相關性を 電算 Program으로 處理하였으며, 그 結果는 다음과 같다.

- (1) BOD와 COD의 平均値는 각각 9.229 와 8.717 이다.
- (2) 平均積인  $S(xx)$ ,  $S(xy)$  및  $S(yy)$ 를 計算하였다.
- (3) 直線回歸式은  $(COD) = 1.64 + 0.7668 (BOD)$  이다.
- (4) 相關係數( $r$ )은 0.9464 이고,  $r(\phi, a) = 0.3932$  보다 크다는 것을 알았다.
- (5) 自由度( $\phi$ )은 46 이다.
- (6) 標準偏差  $\sqrt{V_x}$  와  $\sqrt{V_y}$ 는 각각 11.425 와 9.256 이다.
- (7) 變動係數  $CV_x$  와  $CV_y$ 는 각각 1.234 와 1.062 이다.
- (8) 範圍  $R_{ax}$  와  $R_{ay}$ 는 각각 130.52 와 86.67 이다.
- (9) 標準誤差  $Es_x$  와  $Es_y$ 는 각각 1.649 와 1.336 이다.
- (10)  $\bar{X} - R$  管理圖에 있어서  $R_{sx}$  와  $R_{sy}$ 는 각각 8.8 과 6.9 이다.
- (11) BOD에 있어서 UCL와 LCL은 각각 32.5 와 -14.1 이다.
- (12) COD에 있어서 UCL와 LCL은 각각 27.2 와 -97 이다.

## 参 考 文 献

1. 大阪府(1980), 汚濁負荷量測定技術指針
2. 日本環境技術協会(1980), カカリちすい汚濁負荷量測定法
3. 日本環境技術協会(1981), 水質汚濁負荷量の測定方法
4. 日色和夫(1984), 水質汚濁物質の測定(6), 産業公害 20. 941 ~ 5
5. 番匠賢治(1984), 水質汚濁物質の測定(7), 産業公害 20. 1025 ~ 9
6. 大西正宏(1986), 「テータのまる生かし」日本規格協会
7. 小山正徳(1986), 「管理圖の作ッ方と使ッ方」 日本規格協会
8. 大西正宏(1986), 「技取検査の考へ方とヤッ方」 日本規格協会
9. 日本規格協会(1986), 「JIS ハンドブック品質管理」
10. 澤 勲(1987), 「萬丈窟 溶岩石柱 付近の 水質 濃度分析」 洞窟
11. 情報処理學會規格委員會(1983), 「JIS 情報処理用語解説」朝倉書店
12. 澤 勲(1985), 「The BASIC」 弘文社
13. 澤 勲(1987), 「The FORTRAN」 弘文社
14. 日本規格協会(1983), 「JIS ハンドブック情報処理」
15. 日本環境技術協会(1983), 「水質自動計測器ロすやるサンフリンクの手引」
16. 日本環境技術協会(1987), 「水質總量規制にずける水質計測器の更新のための手引」
17. 日本環境技術協会(1986), 「水質總量規制利度における換算式修正マニュアル」