

<3> し尿浄化槽放流水のCODとBODとの
関係について

札幌市衛生試験所(所長 富田辰三)
田坂克明, 和田光正, 大谷 惇
多田倫子

I はじめに

当所では従来COD値は4時間酸素吸収量(以下便宜上COD₄と略す)として求めていたが「下水試験方法」の改訂に伴い現在アルカリ性30分法(以下COD₃₀)により求めている。
又COD値は実験室的にはBOD値の推定指標物なので、COD値間の関係とCOD値とBOD値間の関係を調べてみる事にした。

II 実験および統計的処理

<測定法>

COD₄ : 工場排水試験方法 JIS-K
0102(1971)
COD₃₀ : 下水試験方法(1967)
BOD 同上

試料として、当所に検査依頼のあったし尿浄化槽放流水を用いた。

A試料27件についてCOD₄値とCOD₃₀値を求め(表1)、散布図は図1に示す。

①相関係数

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_x \cdot S_y}} = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sqrt{S_x \cdot S_y}} = 0.961$$

②無相関の検定

r検定 $\phi = n - 2 = 25$

$$r_0 = 0.961 \gg r(25, 0.05) = 0.3809$$

$$r(25, 0.01) = 0.4869$$

高度に有意である。つまりCOD₄とCOD₃₀との間に強い正相関があるといえる。

③回帰直線の推定

最小2乗法

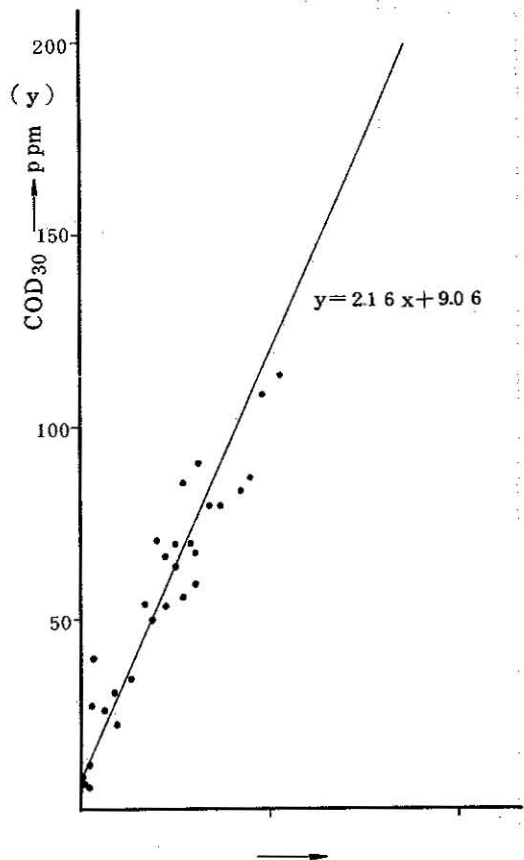
$$y = a + bx$$

$$b = \frac{S_{xy}}{S_x} = 2.16$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = 9.06$$

$$\therefore y = 2.16x + 9.06$$

(図1) COD₄-COD₃₀ 散布図



(表1)

n = 27

x · COD₄ 值 (ppm)y · COD₈₀ 值 (ppm)

x	y	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$y_i - \bar{y}$	$(y_i - \bar{y})^2$	$x_i y_i$
76.8	199	515	2,652	135.3	18,306	15,283
44.6	86.9	193	372	23.2	538	3,875.7
13.4	35.4	-119	1416	-28.3	800.9	474.4
20.3	71.3	-50	25.0	7.6	57.8	1,447
14.2	74.9	-23.9	571	-56.2	3,158	106.4
29.2	69.9	3.9	15.2	6.2	38.4	2,041
27.8	69.9	2.5	6.3	6.2	38.4	1,943
18.8	50.6	-6.5	42.3	-13.1	171.6	951.3
29.8	59.1	4.5	20.3	-4.6	21.2	1,761
42.3	84.5	17.0	28.9	20.8	432.6	3,574
87.1	23.3	-16.6	275.6	-40.4	1,632	202.9
26.7	55.8	1.4	2.0	-7.9	62.4	1,489.9
31.0	91.3	5.7	32.5	27.6	761.8	2,830
47.8	10.9	22.5	50.6	45.3	2,052	5,210
33.8	80.4	8.5	72.3	16.7	278.9	2,718
52.5	11.4	27.2	74.0	50.3	2,530	5,985
22.2	66.5	-3.1	9.6	2.8	7.8	1,476
19.0	65.1	-23.4	547.6	-57.2	3,272	1,237
16.8	53.5	-8.5	72.3	-10.2	10.4	898.8
9.20	30.8	-16.1	25.9	-32.9	1,082	283.4
60.3	27.2	-19.3	372.5	-36.5	1,332	1,640
22.2	11.8	-23.1	53.4	-51.9	2,694	2,620
30.5	67.5	5.2	27.0	3.8	14.4	2,059
22.2	53.5	-3.1	9.6	-10.2	10.4	1,187.7
37.1	80.4	11.8	13.9	16.7	278.9	2,983
27.3	85.9	2.0	4.0	22.2	492.8	2,345
25.4	28.2	-22.8	519.8	-35.9	1,288.8	71.6
$\sum x_i = 682.92$ $\bar{x} = 25.29$	$\sum y_i = 1719.7$ $\bar{y} = 63.69$		$S_x = 8,257.5$		$S_y = 41,550.7$	$\sum x_i y_i = 61,304$

(表2)

n=32

x : COD₃₀ (ppm)

y : BOD (ppm)

x	y	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$y_i - \bar{y}$	$(y_i - \bar{y})^2$	$x_i y_i$
9.54	8.13	-2.44	5.9536	-5.852	3.42459	77.56
48.5	89.1	14.56	211.99	2.245	5.0400	4321.35
13.0	19.3	-2.094	4.3848	-4.735	2.24202	250.90
9.73	12.0	-2.421	5.8612	-5.465	2.98662	116.76
52.7	79.0	18.76	351.94	1.235	1.5252	4163.30
23.7	31.2	-10.24	104.86	-3.545	1.25670	739.44
2.57	7.72	-3.137	9.8408	-5.893	3.47274	19.84
59.4	19.2	2.546	6.4821	1.2535	1.57126	1140.48
13.6	11.5	-2.034	4.1372	-5.515	3.04152	156.40
44.7	44.0	10.76	115.78	-2.265	5.1302	1966.80
48.9	62.3	14.96	223.80	-4.35	1.892	3046.47
8.09	4.70	-2.585	6.6822	-6.195	3.83780	38.02
24.0	14.4	-9.94	98.80	-5.225	2.73006	345.60
34.6	39.9	0.66	0.44	-2.675	7.1556	1380.54
35.3	11.1	1.56	2.43	4.435	1.96692	3918.30
25.2	11.5	-8.74	76.39	-5.515	3.04152	289.80
60.4	12.7	26.46	700.13	6.035	3.64212	7670.80
67.9	68.3	33.96	1153.28	1.65	2.72	4637.57
59.1	2.20	2.516	6.3303	1.5335	2.35162	1300.20
22.1	31.0	-1.184	1.4019	-3.565	1.27092	685.10
21.0	1.76	-1.294	1.5744	-4.905	2.40590	369.60
62.0	1.23	28.06	787.36	5.635	3.17532	7626.00
40.8	5.74	6.86	47.06	-9.25	8.556	2341.92
14.9	1.54	-19.04	362.52	-5.125	2.62656	229.46
39.8	1.31	5.86	34.34	6.435	4.14092	5213.80
35.2	6.13	1.26	1.59	-5.35	2.862	2157.76
29.9	5.71	-4.04	16.32	-9.55	9.120	1707.29
3.27	6.35	-1.24	1.54	-3.15	9.92	2076.45
28.0	5.46	-5.94	35.28	-1.205	1.4520	1528.80
9.10	1.80	-2.484	6.1703	-4.865	2.36682	163.80
56.9	2.65	2.296	5.2716	1.9835	3.93427	1507.85
52.7	8.50	18.76	351.94	1.835	3.3672	4479.50

$$\sum x_i = 1,086.03 \quad \sum y_i = 2,132.95 \quad S_x = 11,096.83 \quad S_y = 128,804.51 \quad \sum x_i y_i = 101,204.23$$

$$\bar{x} = 33.94$$

$$\bar{y} = 66.65$$

B試料32件についてCOD₃₀値とBOD値を求め(表2), 散布図は図2に示す。

(図2) COD₃₀-BOD散布図

①相関係数

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_x S_y}} = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sqrt{S_x S_y}} = 0.762$$

②無相関の検定

r検定 $f = n - 2 = 30$

$$r_0 = 0.762 > \begin{cases} r(30, 0.05) = 0.3494 \\ r(30, 0.01) = 0.4487 \end{cases}$$

つまりCOD₃₀とBODとの間に正相関があるといえる。

③回帰直線の推定

最小2乗法

$$y = a + bx$$

$$b = \frac{S_{xy}}{S_x} = 2.60$$

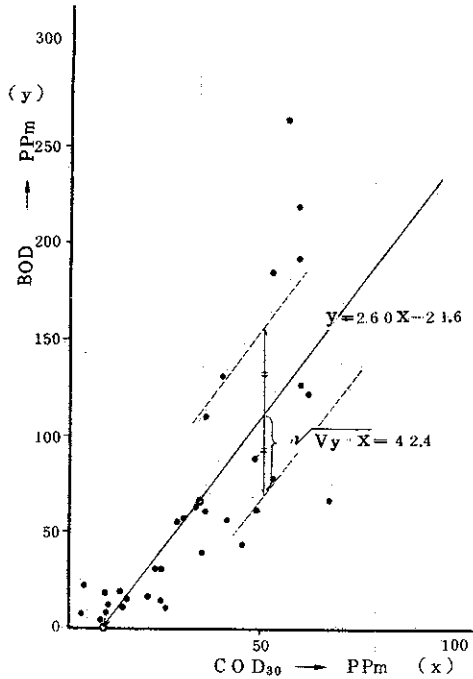
$$a = \bar{y} - b\bar{x} = -21.6$$

$$\therefore y = 2.60x - 21.6$$

④回帰直線推定の標準誤差

$$\sqrt{V_{y \cdot x}} = \sqrt{\frac{S_y - b S_{xy}}{n-2}} = 4.24$$

(図2) COD₃₀-BOD散布図



III むすび

し尿浄化槽放流水においてはCOD値としての4時間酸素吸収量とアルカリ性30分法との間に高い正の相関関係があり, 大体前者は後者の $\frac{1}{2}$ 値を示す。一方COD(アルカリ性30分法)値とBOD値の間にも正の相関関係があるが, さほど強い関係ではない。つまりCOD₃₀値からの推定BOD値と実際求めたBOD値との間の差がかなり大きい場合があり得る事

を示している。言葉をかえればBOD測定の際の試料希釈は数段階行い必要がある事を意味する。今回の結果によれば, BODの実測値はCOD₃₀値から予想される推定値($2.6 \times \text{COD}_{30} - 21.6$)の約 $\frac{1}{2}$ 値から2倍値の範囲内に入るので, 希釈は推定BOD値における倍数と, その $\frac{1}{2}$ 倍数および2倍数の3段階を行えばほとんど良い事になる。