

汚水等の TOC と BOD, COD の 相関関係について

Notes on correlation between TOC-BOD and
TOC-COD in waste water

弥 永 和 由* 中 村 昭 彦* 寺 田 敏 志*

Kazuyoshi Iyonaga, Akihiko Nakamura and Satoshi Terada

1 はじめに

現在水質汚濁指標として、BOD, COD が広く用いられている。しかし、これらの測定方法は、汚濁物、主として有機物の組成や量を直接示すものではなく、酸素消費量として間接的に示されている。これらの測定方法では、一部のものを除いては有機物を完全に分解した測定方法ではなく、有機物の種類や測定条件などにより大きく変化する。

これに対し、最近、精度、再現性がよく迅速に測定ができ、しかも連続測定が可能な分析方法として TOC が注目されるようになった。この方法は、全有機物濃度を表示するものであり、BOD, COD と同様に、水質汚濁の実態を知るうえにおいて有効な分析方法であると同時に、総量規制が採用された場合の有効な分析方法でもある。しかしながら、し尿処理の分野ではこの TOC と BOD, COD との相関がまだはっきりしていないので、この点の解明が必要である。

今回著者らは、各種汚水(し尿処理施設、し尿浄化槽)について、TOC, BOD, COD を測定し、TOC と BOD, COD との相関関係について、若干の知見を得たので報告する。

2 試料および分析方法

(1) 試料

当センターでは、福岡県下のし尿処理施設およびし尿浄化槽の水質検査を行っており、そのうちの腐敗型浄化槽放流水、曝気型浄化槽放流水、合併処理浄化槽流入水、合併処理浄化槽放流水、し尿処理施設脱離液、し尿処理施設放流水を試料とした。

(2) 分析方法

下水試験方法に基づいてつぎのように行った。

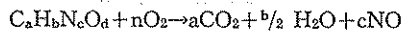
BOD: ウィンクラ変法(直接希釈)

COD: 20°C 4時間酸性低温法

TOC: 燃焼-赤外線分析法(島津全有機炭素計10A型)

(3) TOC の測定原理

TOC の酸化反応式は次の通りである。



フローシートを図1に示す。

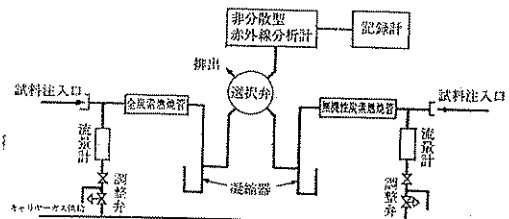


図1 TOC 測定フローシート

TOC には高温用(950°C)および低温用(150°C)の2本の燃焼管がある。高温用燃焼管中では試料中の有機性炭素および無機性炭素とも分解され、二酸化炭素を発生する。この二酸化炭素量は、非分散型赤外線分析計で測定され、これより全炭素量(TC)が求められる。低温用燃焼管中では無機性炭素のみが分解され、無機性炭素(IC)が求められる。TOC値はTC値とIC値の差から求められる。

なおその他の方法として、無機性炭素をあらかじめ除去した後、高温用燃焼管に送り測定する方法もある。

(4) 算出方法

相関係数および回帰直線の式は次式より求めた。

$$r = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2][n\sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad (\text{相関係数})$$

* 日本環境衛生センター九州支局環境科学部
Department of Environmental Science, Kyushu
Branch, Japan Environmental Sanitation Center

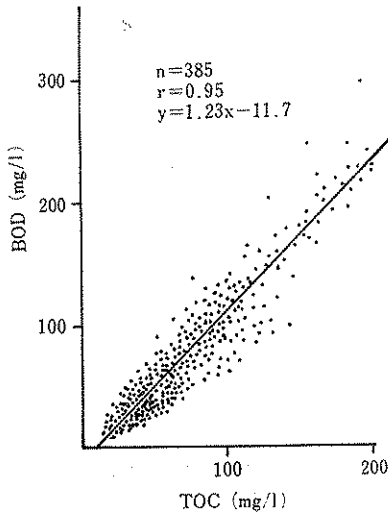


図 2 腐敗型浄化槽放流水
TOC-BOD 散布図

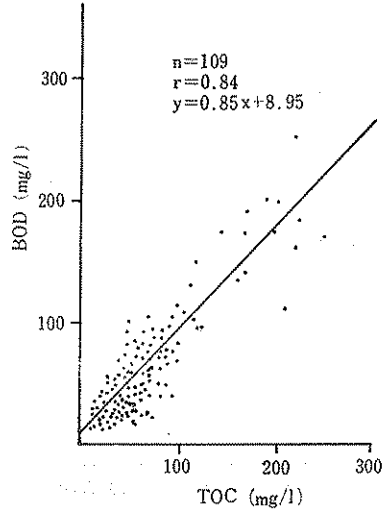


図 3 曝気型浄化槽放流水
TOC-BOD 散布図

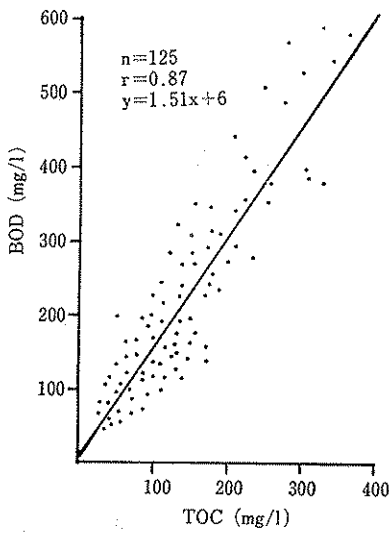


図 4 合併処理浄化槽流入水
TOC-BOD 散布図

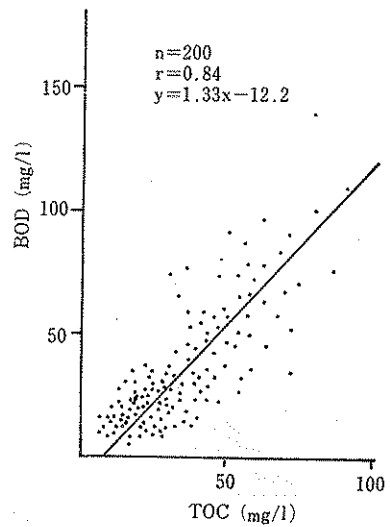


図 5 合併処理浄化槽放流水
TOC-BOD 散布図

$$y = \bar{y} + b(x - \bar{x}) \left. \vphantom{y = \bar{y} + b(x - \bar{x})} \right\} \text{(回帰直線)}$$

$$b = \frac{\sum x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sum x_i^2 - n \bar{x}^2}$$

3 結果および考察

(1) TOC-BOD の相関

- 1) 腐敗型浄化槽放流水 (図 2) については、分析検体数385、相関係数0.95、回帰直線の式は $y = 1.23x - 11.7$ であった。
- 2) 曝気型浄化槽放流水 (図 3) については、分析検

体数109、相関係数0.84、回帰直線の式は $y = 0.85x + 8.95$ であった。

- 3) 合併処理浄化槽流入水 (図 4) については、分析検体数125、相関係数0.87、回帰直線の式は $y = 1.51x + 6.0$ であった。
- 4) 合併処理浄化槽放流水 (図 5) については、分析検体数200、相関係数0.84、回帰直線の式は $y = 1.33x - 12.2$ であった。
- 5) し尿処理施設脱離液 (図 6) については、分析検体数76、相関係数0.74、回帰直線の式は $y = 0.94$

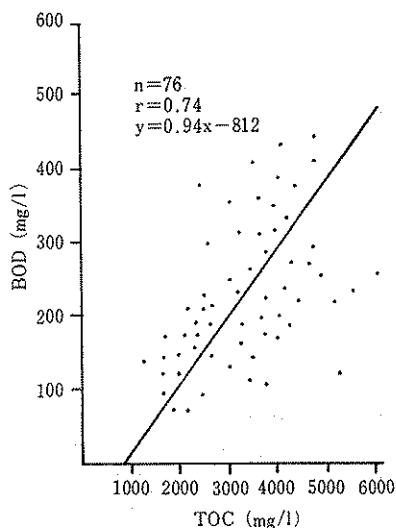


図 6 し尿処理施設脱離液
TOC-BOD 散布図

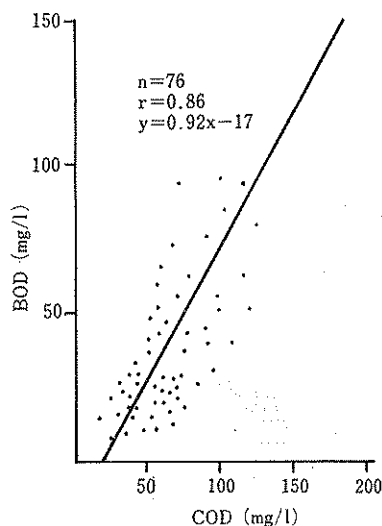


図 7 し尿処理施設放流水
TOC-BOD 散布図

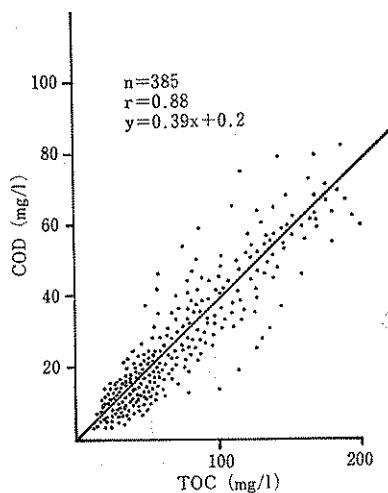


図 8 腐敗型浄化槽放流水
TOC-COD 散布図

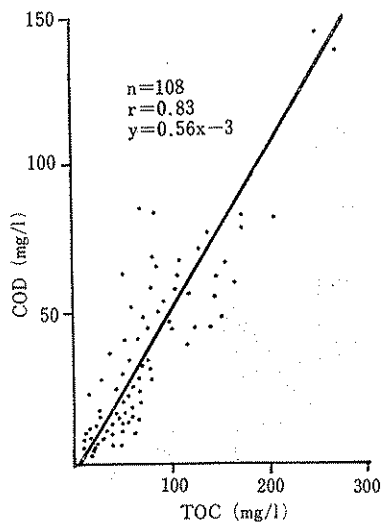


図 9 曝気型浄化槽放流水
TOC-COD 散布図

$x-812$ であった。

6) し尿処理施設放流水(図7)については、分析検体数76、相関係数0.86、回帰直線の式は $y=0.92x-17$ であった。

これらの結果から、脱離液を除く他の汚水においては、相関係数は0.84~0.95とかなり高い相関性を示している。脱離液の相関係数は0.74と低くなっているが、これは各処理施設での処理効果の相違によって脱離液性状が変化するため、安定した処理効果が期待できる施設

での TOC-BOD の相関性はかなり高いものと思われる。

(2) TOC-COD の相関

1) 腐敗型浄化槽放流水(図8)については、分析検体数385、相関係数0.88、回帰直線の式は $y=0.39x+0.2$ であった。

2) 曝気型浄化槽放流水(図9)については、分析検体数108、相関係数0.83、回帰直線の式は $y=0.56x-3.0$ であった。

3) 合併処理浄化槽流入水(図10)については、分析

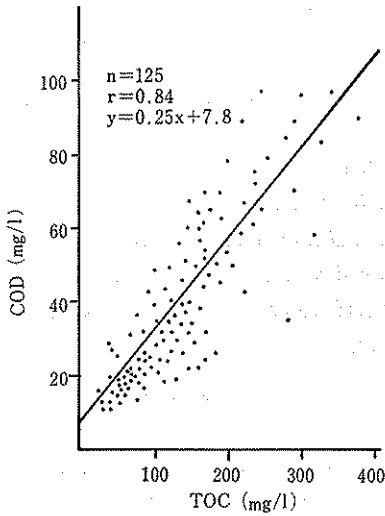


図 10 合併処理浄化槽流入水
TOC-COD 散布図

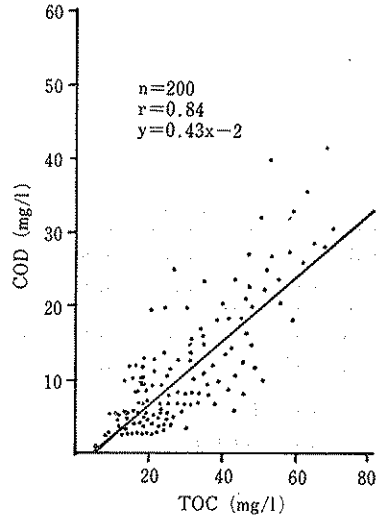


図 11 合併処理浄化槽放流水
TOC-COD 散布図

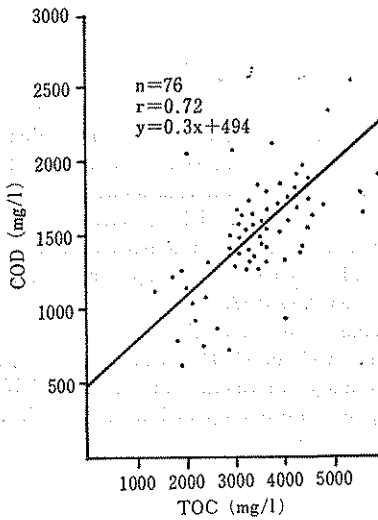


図 12 し尿処理施設脱離液
TOC-COD 散布図

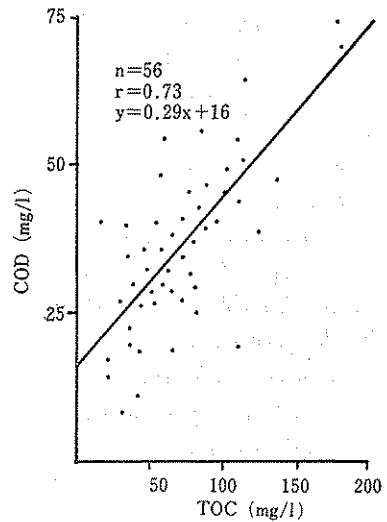


図 13 し尿処理施設放流水
TOC-COD 散布図

検体数125, 相関係数0.84, 回帰直線の式は $y=0.25x+7.8$ であった。

- 4) 合併処理浄化槽放流水 (図11) については, 分析検体数200, 相関係数0.84, 回帰直線の式は $y=0.43x-2.0$ であった。
- 5) し尿処理施設脱離液 (図12) については, 分析検体数76, 相関係数0.72, 回帰直線の式は $y=0.3x+494$ であった。
- 6) し尿処理施設放流水 (図13) については, 分析検

体数56, 相関係数0.73, 回帰直線の式は $y=0.29x+16$ であった。

これらの結果から, し尿処理施設の脱離液, 放流水を除く他の汚水においては, 相関係数は0.83~0.88でかなり高い相関性を示している。し尿処理施設の脱離液, 放流水の相関係数はそれぞれ, 0.72, 0.73と低くなっている。脱離液については, (1)と同様の理由によるものと思われ, 放流水については活性汚泥処理工程での窒素形態 ($\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$) の相異 (とくに $\text{NO}_2\text{-N}$)

表 1 各種汚水の TOC-BOD, TOC-COD の相関

試 料	相関要因		相関係数 (r)	回帰直線	分析検体数 (n)
	x	y			
腐敗型浄化槽放流水	TOC	BOD	0.95	$y=1.23x-11.7$	385
	TOC	COD	0.88	$y=0.39x+0.2$	385
曝気型浄化槽放流水	TOC	BOD	0.84	$y=0.85x+8.95$	109
	TOC	COD	0.83	$y=0.56x-3.0$	108
合併処理浄化槽流入水	TOC	BOD	0.87	$y=1.51x+6.0$	125
	TOC	COD	0.84	$y=0.25x+7.8$	125
合併処理浄化槽放流水	TOC	BOD	0.84	$y=1.33x-12.2$	200
	TOC	COD	0.84	$y=0.43x-2.0$	200
し尿処理施設脱離液	TOC	BOD	0.74	$y=0.94x-812$	76
	TOC	COD	0.72	$y=0.30x+494$	76
し尿処理施設放流水	TOC	BOD	0.86	$y=0.92x-17$	76
	TOC	COD	0.73	$y=0.29x+16$	56

による COD への影響) によるものと思われる。

以上の結果から、TOC と BOD および COD(表1) の相関は、し尿処理施設からの汚水を除いてかなり高い相関性を示すことが認められた。またし尿処理施設における TOC-BOD の相関に関しても、適正な管理がなされている場合は、高い相関性を示すものと推測される。

BOD 測定に関しては、各測定機関において測定法の相違等により測定値がバラツキ、とくに近年排出基準強化、総量規制の適用に伴い厳しい BOD 基準が適用されるに至り、大きな問題となりつつある。このような現状で TOC は BOD とは本質的に測定目的、検出物質に相違があるとはいえ、これらの問題を解決する一つの方法として、TOC の採用について検討する段階にきて

いると思われる。

4 ま と め

この報告では、汚水等の TOC-BOD, TOC-COD の相関について検討した。

TOC-BOD については、脱離液を除いて相関係数 0.84~0.95 とかなり高い相関性を示した。TOC-COD はし尿処理施設の脱離液、放流水を除いて相関係数 0.83~0.88 であった。し尿処理施設の脱離液、放流水は、維持管理状況により相関性が大きく変動することが認められた。

参 考 文 献

- 1) 大塚忠雄, 久下芳生: 工場排水の最近の分析法, 水処理技術, 14(2): 69~77, 1973.
- 2) 京都府公害研究所: TOD に関する調査研究報告, 用水と廃水, 15(7): 75~78, 1973.
- 3) P・G・ホーエル: 初等統計学, 182~206, 培風館, 1974.
- 4) 日本下水道協会: 下水試験法, 1974.

Summary

Surveys were carried out to persuade correlation of TOC-BOD and TOC-COD which were measured on the waste water from several different types of night soil treatment plants.

The correlation coefficient between TOC and BOD except those from supernatant was 0.84-0.95, while TOC-COD except supernatant and effluent was 0.83-0.88.

It seemed the correlation between TOC and BOD and TOC and COD measured on supernatant and secondary treatment effluent is variable depending on different operation of facilities.