

# 有機性排水の透視度と BOD, SS の関係について

清水源治 高橋照美 堤 充紀 時田寛幸\*

Relation between the Transparency and BOD or SS in  
the Treated Organic-rich Effluents

Genji Shimizu, Terumi Takahashi, Mitsutoshi Tsutsumi and Hiroyuki Tokita

透視度の測定は現場で実施できる最も容易な試験の一つである。本県ではこれまで砂利採取業排水SSの濃度の推定に透視度を用いてきたが<sup>1)</sup>、県下の全事業場に占める砂利採取の事業場数は少なくその運用が限られている。そこで本報では、全事業場の大部分を占める旅館業等の有機性排水について透視度と他の汚濁指標との関係を求め、透視度からこれらを推定することを試みた。

## 方 法

特定施設を有する事業場のうち、有機性排水が問題になる事業場として次の5群を選んだ。

- I (旅館業, 等) 旅館 (66-2), と畜 (69), し尿処理(72), 共同処理 (74)
- II (食品製造業) 畜産食料品 (2), 水産食料品 (3), 保存食料品 (4), 製あん (8), 米菓 (9), 飲料 (10), 豆腐・煮豆 (17)
- III (染色業) 染色 (19-B)
- IV (製紙業) 製紙 (23)
- V (製糸業) 製糸(19-A) ( ) 特定施設の番号<sup>2)</sup>

解析には昭和51~60年度の立入検査結果のうち、透視度 (Tr), 導電率 (EC), pH, SS, BOD, n-ヘキサン抽出物質 (Hex), 大腸菌群数 (Eco) を用いたが、染色業

の Eco, 製紙業の Hex, Eco は測定数が他項目の10%に満たなかったため解析から除外した。また各測定値は正規分布に近似させるため対数に変換した。

## 結 果 と 考 察

### 1. 排水基準と平均値

昭和51~60年度の立入検査の概数は、旅館業等1,200, 食品製造業 400, 染色業 300, 製紙業 300, 製糸業 100であった。このうち旅館業等は旅館約90%, し尿処理, 共同処理約10%で、と畜は少なかった。食品製造業は業種が多岐にわたっており、個々の業種に分類することは一部の事業場の検査結果を偏重することになるため一括して処理した。また排水の処理形態は生物処理が主であったが、染色業では沈でん処理, 製紙業では中和処理, 沈でん処理を行う事業場があった。本県<sup>3)</sup>では排水量20 m<sup>3</sup>/日を超える事業場のうち、50年8月現在で既設には BOD 60 mg/l, SS 90 mg/l, 新設には BOD 30 mg/l, SS 50 mg/l の排水基準を設けている。また新設, 既設を問わず, pH 5.8~8.6, Hex 10 mg/l (動植物油), 5 mg/l (鉱物油), Eco 1,000個/mlの基準と, 下水処理施設, し尿処理施設には BOD 20 mg/l, SS 50 mg/l の基準を適用している。なお今回得られた検査結果のうち新設は10%に満たなかったため新設, 既設は区分しなかった。Hexは動植物油, 鉱物油の和で求められていた。

検査結果から各群の平均値と標準偏差を算出した。算出にあたり定量下限 (BOD 3 mg/l, SS, Hex 5 mg/l) 以下の値には定量下限の 1/2 の値を用いた。定量上限 (Tr 30 または 50) 以上には上限値を用いた。表 1 に平均値と標準偏差 (共に対数値を真数に戻した値) を示したが、旅館業等 (I) の Eco を除いて平均値が基準を超えることはなかった。平均値は染色業 (III) で Tr が低く BOD, Hex が高い傾向にあり、製紙業 (IV) では SS

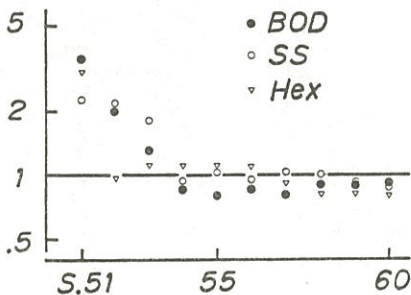


図 1 I (旅館業等) の年平均値の推移 (表 1 の平均値を 1 とした場合)

\* 県環境保全課

表 1 各測定項目の平均値と標準偏差  
 n : I (741-1177), II (238-414), III (253-274), IV (274-285), V (73-95)

群	Tr	EC	pH	BOD	SS	Hex	Eco
I	17.8	416	6.8	20.8	16.0	3.8	1090
	2.1	1.8	1.2	4.6	3.4	2.3	17.4
II	16.9	399	7.2	25.1	23.3	4.1	360
	2.6	2.2	1.1	6.1	4.8	2.6	11.4
III	10.8	658	7.5	53.7	24.6	12.2	—
	2.5	2.4	1.2	3.6	3.1	3.9	—
IV	14.0	327	7.8	48.7	49.5	—	—
	2.1	1.7	1.1	2.8	3.0	—	—
V	21.2	307	7.1	26.5	14.2	4.2	880
	1.8	1.4	1.3	3.6	2.9	2.5	11.7

上段：平均値，下段：標準偏差 単位：mg/l (EC  $\mu$ s/cm, Eco 個/ml)

表 2 I (旅館業等) の各項目間の相関行列

n = 520

	Tr	EC	pH	BOD	SS	Eco
Tr	1.00	*	*	*	*	*
EC	-0.26	1.00	*	*	*	*
pH	0.27	0.02	1.00	*	*	*
BOD	-0.66	0.26	-0.27	1.00	*	*
SS	-0.72	0.22	-0.28	0.72	1.00	*
Eco	-0.29	0.10	-0.03	0.49	0.26	1.00

表 3 I (旅館業等) の主成分分析の結果 (固有値と固有ベクトルの係数)

n = 520

	Tr	EC	pH	BOD	SS	Eco	固有値
第一主成分	-0.51	0.22	-0.23	0.53	0.51	0.31	2.83
第二主成分	0.05	0.57	0.75	0.04	-0.10	0.31	1.04
第三主成分	0.12	-0.65	0.17	0.14	-0.11	0.71	0.91

表 4 各回帰式の係数 (a, b)

	(BOD)	a	b	n	r	(SS)	a	b	n	r
I		832	-1.20	856	-0.63	354	-0.98	847	-0.76	
II		1260	-1.33	238	-0.70	972	-1.27	280	-0.84	
III		328	-0.74	243	-0.52	161	-0.75	230	-0.66	
IV		364	-0.74	243	-0.57	728	-0.98	250	-0.76	
V		597	-0.95	60	-0.55	224	-0.79	57	-0.63	



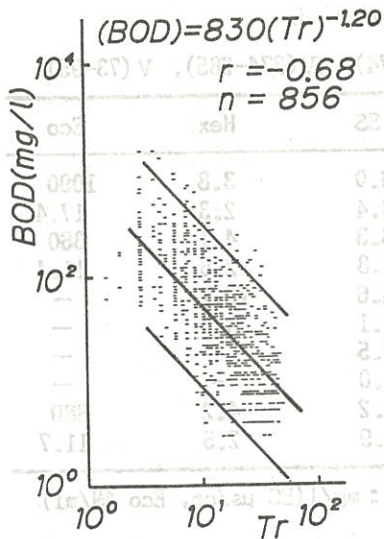
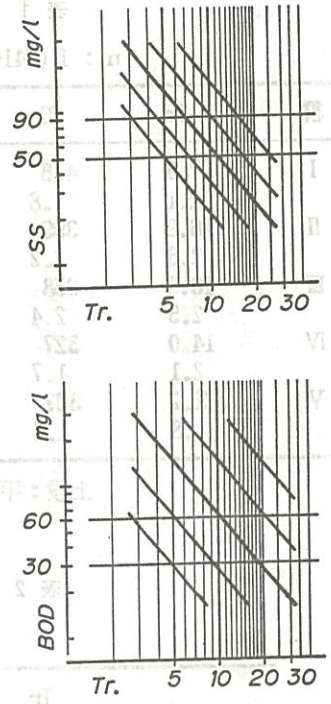
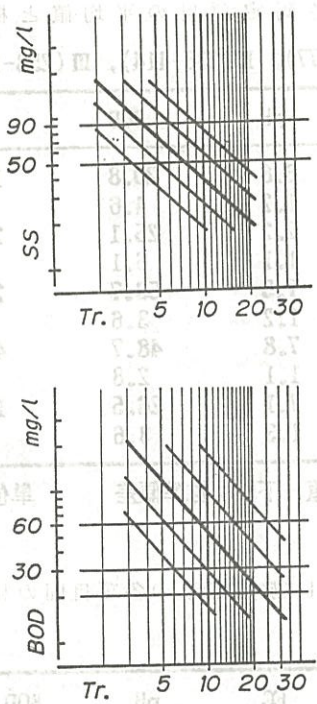
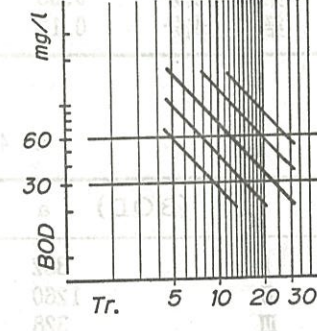
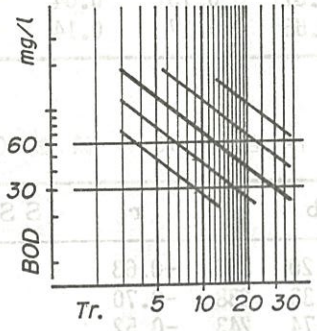
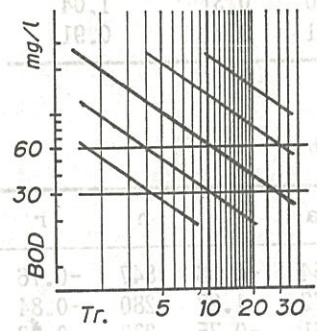
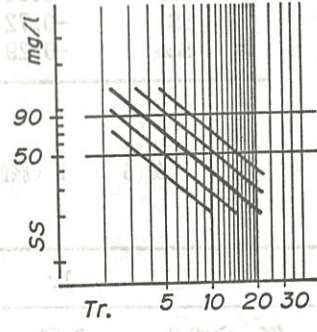
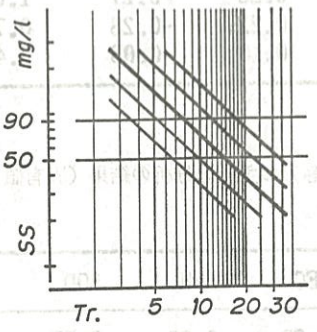
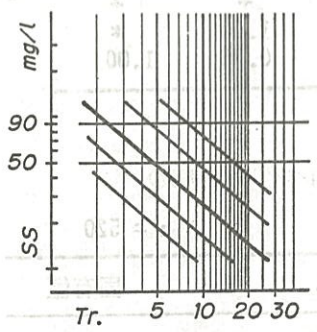


図2 I (旅館業等)の透視度とBODの関係



I (旅館業、等)

II (食品製造業)



III (染色業)

IV (製紙業)

V (製糸業)

図3 透視度からみたBOD, SSの回帰直線と75%, 95%信頼限界



が高かった。

各年度の立入検査数は各群ともほぼ一定していた。そこで10年間のトレンドを知るために各年度、各群毎に平均値を算出した。図1に表1の平均値を1とした時の旅館業等のBOD, SS, Hexの年平均値を示した。これら3項目は54年度までに激減し<sup>9)</sup>以後一定していたが、このようなトレンドは他群のBOD, SS, Hexにも見られ処理施設の維持管理に対する指導がこの時期までに行き届いたと考えられる。他方Tr, EC, pH, Ecoには明らかなトレンドは見られなかったが、Tr, Ecoについては年度毎に定量限界を超える検査結果の割合が異なりこれが平均値に大きな影響を与えていた。なお、表1の平均値と標準偏差から推定した既設基準の超過率は旅館業(I)のEco 51%, 染色業(III)のBOD 46%, Hex 44%, 製紙業(IV)のBOD 41%が大きかったが、これは53年度までの大きな値が原因であった。また、各群ともSSよりBODの平均値が高い傾向にあり基準が低く設定されているBODで基準を超えることが多いと考えられた。

## 2. 各項目間の関係

各項目相互の関係をj知る目的で相関行列を求めた。算出にあたり定量限界を超える値を含む検査結果を除いた。一例として旅館業等の相関行列を表2にあげたが、全群ともTrとBOD, SSの間で相関が強かった。ただし染色業ではTrとHexの間で最も強い相関関係が見られた。逆に相関関係がなかったのはEC, pHとBOD, Hex, Ecoとの間で、無機成分、有機成分の濃度変動は全く無関係にあることが推測できた。

有機性排水の汚濁度に及ぼす各項目の寄与を知るために相関行列を用いて主成分分析を行った。旅館業等の主成分分析結果を表3に示したが他の群も同様な結果となった。第一主成分(固有値2.60~2.83)はTr, BOD, SSの係数が大きく、有機成分による汚濁度、視覚に訴える汚濁度を表わしていた。また第二主成分(固有値1.04~1.35)はEC, pHなど無機成分による汚濁度を、第三主成分(固有値0.60~0.93)はEcoなど生物による汚濁度を表わしていた。なお第一主成分の固有値の大きさから有機性排水の汚濁度はTr, BOD, SSの3項目でその多くが説明できると考えられた。また染色業、製紙業では第二主成分の固有値がやや大きく、この2つの群でpHの基準超過が他の群より多い実態が裏づけできた。

## 3. BOD, SSの推定

TrはSS, BOD, CODと相関を持つことが多い<sup>4,5)</sup>とされながらも、測定値に個人差が生じやすいこと<sup>5~7)</sup>、

測定目的があいまいなこと、等からTrに関する報告例は数少ない。中屋ら<sup>8)</sup>はし尿浄化槽排水のBODスクリーニングにTrを用い、排水基準60 mg/lの合併方式でTr 21以上は基準以下であると判断している。

図2に旅館業等のTrとBODの実測値の分布と回帰直線およびTrからBODを推定した時の95%信頼上限と下限を示した。回帰式は、

$$Y=aX^b$$

X: Tr, Y: BOD (mg/l), a, b: 定数

で表わされる。ここで一方または両方に定量限界を超える値を含む検査結果を除いた。この図から、例えばTrが10の場合BODの測定値の95%は320 mg/l以下であり、同様に95%が30 mg/l以上であることが推定できる。またTrが40以上になればBODの測定値は95%が既設基準60 mg/l以下になる。しかし現場に50 cm透視度計を運び出すのは煩雑なうえに、新設基準30 mg/lに対しては推定が不可能であった。そこで、30 cm透視度計で新設基準に対しても推定が行えるように90%, 75%信頼上限と下限を求めた。図3にTrから推定した旅館業等(I)のBOD, SSの90%上限, 75%上限, 回帰直線, 75%下限, 90%下限を示した。この図からBODはTrが30の時、既設では90%以上の排水が基準以下であること、新設では約75%が基準以下であること、下水処理施設では50~75%が基準(20 mg/l)以下であること、平均は15 mg/l付近であること、等が推定できる。同様にSSではTrが5の時、既設では75~90%の排水が基準(90 mg/l)超過であること、新設では約75%が基準(50 mg/l)超過であること、平均は70~80 mg/lであること、が推定でき、Trの測定から直ちにBOD, SSの濃度と基準への適否が予測できると考えられた。

図3に食品製造業(II)~製糸業(V)について同様に回帰直線と信頼限界を示した。回帰直線の定数a, bは表4に示した。算出にあたり一方または両方に定量限界を超える値を含む検査結果を除いた。図3~7から、SSは新設、既設ともTr 30までの範囲で75%以上基準超過、以下の推定ができた。なお染色業(III)は他の群に較べて推定の幅が広く着色した排水の影響<sup>5~7)</sup>が考えられたが、排水基準に対する推定には大きな影響は及ぼさなかった。他方BODは、食品製造業、染色業、製紙業で推定の幅が旅館業等、製糸業に較べて広がった。食品製造業では多業種を一括して処理したこと、染色業、製紙業では生分解性の困難な有機物が混在すること、色濁の影響が大きいこと、等が原因として考えられた。また各群ともBODはSSに較べて推定の幅が広がったため、旅館業等を除く他の群では新設に対して75%以上基準以下の推定ができなかった。しかし現在のところ新設事業場は10%に満たないため、大部分の事業場でTrの



測定から基準適否を推定することは可能であり、現場における監視・指導には十分役立つと考えられた。なお同じ Tr では BOD が基準を超過しやすい。超過率を25%以下に抑えるためには、既設の旅館業等では排水の透視度を15以上、食品製造業、製紙業では20以上、染色業、製糸業では30以上に保つことが必要だと考えられる。他方、新設では旅館業、食品製造業、染色業では Tr が10以下、製紙業、製糸業では15以下で超過率が75以上となるため、事業者に対して注意を喚起する必要がある。また染色業では Tr と Hex の間に強い相関が見られたが、Hex の排水基準（動植物油と鉱物油、15 mg/l）が低かったため推定に用いることはできなかった。

### ま と め

特定施設を有する事業場のうち、有機性排水が問題になる旅館業、食品製造業などの検査結果から透視度等について次の点を明らかにした。

1. 解析に用いた 51~60 年度の検査結果の平均値は BOD, SS, n-ヘキサン抽出物質が 54 年度までに激減し、以後一定していた。
2. 相関は透視度、BOD, SS の間で強く、主成分分析から排水の汚濁度はこの 3 項目でその多くが説明できると考えられた。
3. そこで透視度から BOD, SS を推定する回帰式を求めた。この回帰式から求めた BOD, SS の信頼限界から排水基準超過、以下の可能性を推定することができた。

4. なお業種毎に推定の幅は異なり BOD は SS より推定の幅が広がったが、透視度の測定は現場における監視・指導に十分役立つと考えられた。

### 謝 辞

本研究にあたり解析方針などを御教示いただいた県下各保健所の公害監視員の諸兄に深謝します。

### 文 献

- 1) 沢登春成, 田中 久, 大木 学, 沼田 一: 山梨衛研年報 16, 35~37 (1972)
- 2) 水質汚濁防止法施行令, 昭和61年6月17日
- 3) 山梨県公害防止条例, 昭和53年3月28日
- 4) 環境庁企画調整局研究調整課: 環境測定分析参考資料(第4分冊), 昭和53年3月
- 5) 並木 博: 詳解工場排水試験方法, 日本規格協会(1986)
- 6) 富山県: 環境保全・公害に係る試験検査方法の手引, 昭和48年3月
- 7) 厚生省環境衛生局: 浄化槽, 環境衛生問題研究会, 昭和42年2月
- 8) 中屋謙一, 南部敏博, 森下有輝: 岐阜衛研年報 26, 81~85 (1981)
- 9) 小林規矩夫, 雨宮英子, 飛田修作, 沢登春成, 田中久, 鷹野茂夫, 沼田 一, 笠井 中: 山梨衛公研年報 24, 52~57 (1980)