

自動コンポジットサンプラー及び自動サンプラーによる水質 汚濁負荷量の測定

誌名	愛知県公害調査センター所報
巻/号	7
掲載ページ	p. 37-43
発行年月	1979年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



自動コンポジットサンプラー及び自動サンプラー による水質汚濁負荷量の測定

佐藤 正光 山本 甫 溝口 清数*¹ 今井 伸一*²
仙田 好行 大池 康夫*³ 石田 晴子 佐藤 秀司
高井 義治 荒川 幸夫

自動コンポジットサンプラーを使用した水質汚濁負荷量測定システムにより、工場・事業場排水の汚濁負荷量を測定し、自動サンプラーによる値と比較した結果、両者の差は水質変動と大きい相関関係が認められた。また汚濁負荷量は流量との相関が強いことが示された。本システムに及ぼす水質の影響や保守管理上の若干の問題点が指摘されたが、汚濁負荷量測定への本システムの有用性が十分認められた。

1 はじめに

水質の総量規制を進めるためには、工場・事業場から排出される汚濁負荷量の正確な把握が必要である。水質も水量も刻々変化している工場・事業場排水の負荷量を求める手段としては、両者を連続的に測定して演算処理する自動負荷量計が考えられ、その実用化については既に多くの調査研究が行われているが¹⁻⁴⁾、まだ実用化には未解決の問題が多く残っている。一方、一種の簡便法として、工場・事業場の排水をその量に比例して連続採水して貯える自動コンポジットサンプラー方式が考えられ、それについても多くの研究報告例⁵⁻⁸⁾がみられる。この方式によれば、そのコンポジットサンプルを分析することにより、連続水質測定の技術的に困難な項目に対しても適合できる等の利点を有し、排水量の少ない企業への適用も可能と考えられる。

本報では自動コンポジットサンプラー及び自動サンプラーにより工場、事業場排水の汚濁負荷量を測定して得られた結果を報告する。

2 調査対象

排水流量計を設置している工場・事業場の中から、

*1 愛知県尾張消費生活センター

*2 愛知県春日井保健所

*3 愛知県岡崎保健所

機器設置、業種、排水量等の諸条件を考慮して対象工場を選定した。対象工場・事業場の業種および採取検体数を Table I に示した。調査は昭和52年9月より昭和53年2月にかけて1工場・事業場当たり1～2週間ずつ行った。

3 調査内容

3・1 試料採取方法

調査対象工場・事業場の排水口附近に自動コンポジットサンプラーを設置して、排水口より排水を水中ポンプにて自動コンポジットサンプラーのオーバーフロー槽へ導入した。別に工場既設の流量計より流量に比例した流量信号をパルス信号に変換してパルスモーターを駆動させてオーバーフロー槽より検水24時間分を採取し、これを1日分のコンポジットサンプルとした。また水中ポンプと同位置に自動サンプラー採取ヘッドをセットし、2～3時間間隔でスポット採水してこれを自動サンプラーの採取試料とした。Fig. 1 に本システムのフローシートを示した。自動コンポジットサンプラーは湯浅アイオニクス社製 Y T-3 C を可搬性をよくするためにセパレートタイプにしたものを、自動サンプラーはマニング社製 S-400 を使用した。

3・2 排水量測定方法

工場・事業場既設の流量計により自動記録し、その

Table I The objective factory or facility and sample number

Factory or facility	Type of industry	Sample number		
		ACS*1	AS*2	Total
A	Sewerage facility	12	40	52
B	Agricultural food product	11	25	36
C	Medical and pharmaceutical industry	10	24	34
D	Human waste treatment facility	4	6*3	10
E	Livestock product	4	12	16
F	Dyeing industry	5	8	13
G	Wool washing and dyeing industry	11	24	35
Total		57	139	196

*1 automatic composite sampler

*2 automatic sampler

*3 manual

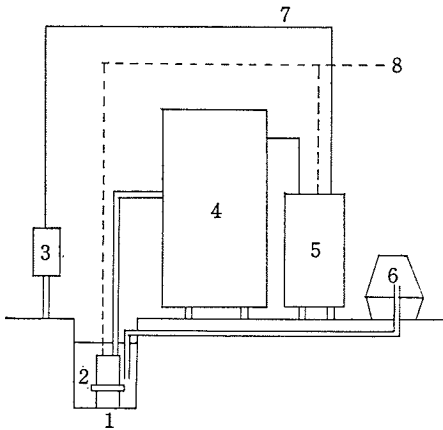


Fig.1 Sampling system flowsheet

- 1 Pump
- 2 Drainage channel
- 3 Flowmeter
- 4 Automatic composite sampler
- 5 Flow recorder
- 6 Automatic sampler
- 7 Flow signal
- 8 AC

チャートより1時間積算流量, 1日積算流量を算出した。

3・3 水質測定項目及び測定方法

自動コンポジットサンプラー及び自動サンプラーによる採取試料を実験室に搬送し, TOC, TOD,

COD及びBODの4項目について測定した。測定方法は, TOCについては検水に塩酸を加えて激しく振とうし, 無機炭酸を除去したのち東芝ベックマン社製915型TOC計により, TODについては日本碍子製K-4型TOD計により測定した。またCOD及びBODについてはJISK0102-1974の方法により測定した。

3・4 自動コンポジットサンプラーによる負荷量算出方法

〔1日分のコンポジットサンプルの水質〕×〔1日積算流量〕の演算を行い, これを自動コンポジットサンプラーによる1日負荷量とした。

3・5 自動サンプラーによる負荷量算出方法

(1) 1時間負荷量の算出方法

〔自動サンプラーによるスポット採水試料の水質〕×〔採水前1時間の積算流量〕の演算を行い, これを自動サンプラーによる1時間負荷量とした。

(2) 1日負荷量の算出方法

〔自動サンプラーによるスポット採取試料の水質〕×〔採水後1時間の積算流量〕の演算を行い, これの1日分積算したものを自動サンプラーによる1日負荷量とした。

なおD社については自動サンプラーの代わりに1日3回任意時間に手くみ採水を行い, その1日負荷量の算出方法は下記によった。

〔手くみ採水試料の水質〕×〔採水前1時間の積算流量〕×8

3・6 自動コンポジットサンプラーの採水精度調査方法

(1) 基準採水比の測定

静水時において自動コンポジットサンプラーに基準発生信号器（タケダ理研 T R 6141）から同一信号を連続的に入力し、その時の自動コンポジットサンプラーのカウンタ数と採水量を測定し、採水比 ($ml/m^3/hr$) を求めた。4回の平均値 0.529 を基準採水比とした。

(2) 採水精度調査方法

調査対象工場・事業所に設置した自動コンポジットサンプラーのカウンタ数と採水量を測定し、その採水比を計算し、基準採水比に対する相対誤差を算出した。

4 結 果

4・1 排水流量パターン

調査対象工場の1時間積算流量より1日の経時変化を、1日積算流量より経日変化を調査した。経時変化については対象7社の排水パターンは Fig. 2 に図式化して示されるように3群に分類が可能であった。即ち

- (1) 1日に2回極大値を示すもの (A社)
- (2) 1日中ほぼ一定の排水量を示すもの (C, D, E社)

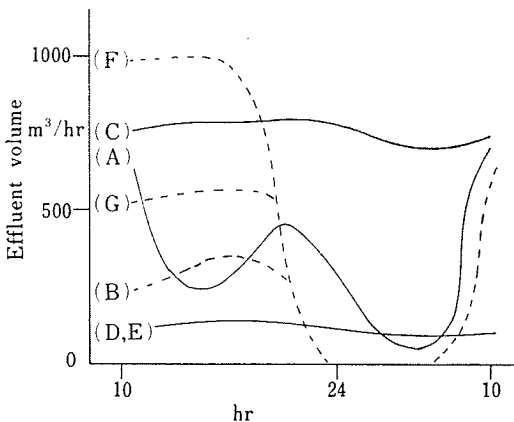


Fig. 2 Effluent pattern (1)

- (3) 夜間の排水量の極めて少ないもの (B, F, G社)
- (1)は終末処理場の典型的な排水パターンであり、(2)はし尿処理場および昼夜間操業型の工場であり、(3)は昼間のみ操業する工場のパターンである。

1日積算流量値より得られた経日変化は、測定日数が少ないこともあり、Fig. 3 に示すように明確なパターンは示さなかった。

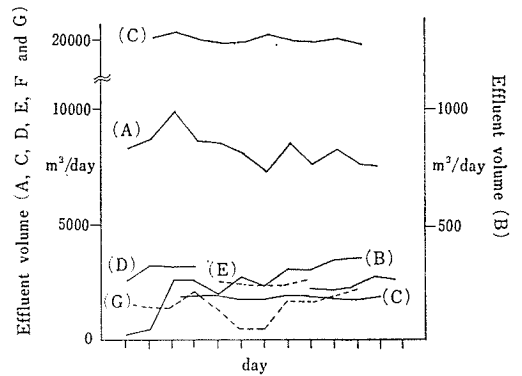


Fig. 3 Effluent pattern (2)

4・2 流量と濃度、負荷量の相関

(1) 1時間積算流量と濃度、負荷量の相関

CODとTOCについて、1時間積算流量と自動サンプラーによる採水検体の瞬時濃度との相関及び1時間積算流量と自動サンプラーによる採水検体の1時間負荷量との相関を検討した。Table II に前者の相関表を、Table III に後者の相関表を示した。前者には相関はほとんどみられないが、後者には強い相関がみられた。即ち負荷量は流量に大きく依存していることが示された。

(2) 1日積算流量と濃度、負荷量の相関

CODとTOCについて、1日積算流量と自動コンポジットサンプラーによる採水検体の濃度との相関及び1日積算流量と自動コンポジットサンプラーによる採水検体の1日負荷量との相関を検討した。

Table IV に前者の相関表を、Table V に後者の相関表を示した。前者には相関はほとんどみられなかった。後者には相関が若干みられるようになるが、データ数が少なく明確なことは言い難い。

Table II Correlation coefficient between pollutant concentration and effluent volume (m^3/hr) * 5% significant

		A	B	C	D	E	F	G
COD-Effluent volume		0.0520	-0.0572	-0.210	0.720	-0.234	-0.0498	0.417*
TOC-Effluent volume		0.0352	0.0491	-0.418*	-0.363	0.198	0.350	0.359
<i>n</i>	COD	40	12	24	6	12	8	24
	TOC	40	12	24	6	12	8	23

Table III Correlation coefficient between pollutant load and effluent volume (m^3/hr) * 5% significant
** 1% significant

		A	B	C	D	E	F	G
COD-Effluent volume		0.950**	0.728**	0.0665	0.862*	0.949**	0.961**	0.672**
TOC-Effluent volume		0.932**	0.798**	-0.195	0.931**	0.733**	0.983**	0.688**
<i>n</i>	COD	40	12	24	6	12	8	24
	TOC	40	12	24	6	12	8	23

Table IV Correlation coefficient between pollutant concentration and effluent volume (m^3/day) * 5% significant

		A	B	C	D	E	F	G
COD-Effluent volume		-0.586	-0.430	-0.412	0.974*	-2.1×10^{-3}	0.332	0.330
TOC-Effluent volume		-0.560	-0.448	-0.0344	0.756	-0.468	0.184	0.498
<i>n</i>	COD	12	10	10	4	4	5	11
	TOC	11	11	10	4	4	5	11

Table V Correlation coefficient between pollutant load and effluent volume (m^3/day) ** 1% significant

		A	B	C	D	E	F	G
COD-Effluent volume		0.0663	0.974**	0.307	0.986**	0.553	0.745	0.863**
TOC-Effluent volume		-0.114	0.883**	0.130	0.828	0.233	0.589	0.968**
<i>n</i>	COD	12	10	10	4	4	5	11
	TOC	11	11	10	4	4	5	11

4・3 汚濁指標間の相関

工場・事業場排水の有機汚濁指標については、その相関関係も含めて多くの報告がある⁹⁻¹³⁾。本調査結果より各汚濁指標間の相関係数を求めた結果を Table VI に示した。すべての組合せについて1%危険率で有意であったが、特にCODとTOCの相関係数は高い値であった。

Table VI Correlation between pollutant indexes

Indexes	Correlation coefficient	n
TOC-BOD	0.714	193
TOC-COD	0.952	193
TOD-BOD	0.474	183
TOD-COD	0.814	183
BOD-COD	0.635	194
TOC-TOD	0.778	182

4・4 自動コンポジットサンプラーと自動サンプラーによる1日負荷量の比較

自動コンポジットサンプラーによる1日負荷量と自動サンプラーによるその差は、排水の水質、水量の変動に左右される。ここではCODとTOCの二項目について、両者を水質と水量の要因別に比較した。

(1) 水量変動の要因

自動サンプラーによる1日負荷量の自動コンポジットサンプラーによるそれに対する相対誤差と、1時間積算流量の相対平均偏差を次式で定義し、両者の相関を調べた。

$$X = \frac{|A-B|}{A} \times 100$$

$$Y = \frac{\sum |V - \bar{V}|}{\bar{V}} \times 100$$

- ここで X : 自動サンプラー相対誤差
 Y : 流量相対平均偏差
 A : 自動コンポジットサンプラーによる1日負荷量
 B : 自動サンプラーによる1日負荷量
 V : 1時間積算流量
 \bar{V} : 平均1時間積算流量
 n : サンプル数 (n=13)

その結果、XとYの相関係数はTOCについては

-0.0421, CODについては-0.202となり、両者に相関関係は認められなかった。

(2) 水質変動の要因

水量変動の場合と同様に、自動サンプラー相対誤差と水質の相対平均偏差を次式で定義し、両者の相関を調べた。

$$X = \frac{|A-B|}{A} \times 100$$

$$Y = \frac{\sum |C_1 - \bar{C}_2|}{\bar{C}_2} \times 100$$

- ここで X : 自動サンプラー相対誤差
 Y : 水質相対平均偏差
 A, B および n は 4.4 (1) に同じ
 C_1 : 自動サンプラーによる検体の水質
 \bar{C}_2 : 自動サンプラーによる検体の平均水質
 その結果、XとYの相関係数はTOCについては0.842, CODについては0.829となり、両者は1%危険率で有意であった。即ち自動サンプラーの自動コンポジットサンプラーに対する相対誤差は、水質の相対平均偏差に大きく左右されるとの結果を得た。

4・5 自動コンポジットサンプラーの採水精度

自動コンポジットサンプラーのカウント数と採水量から採水比を計算し、基準採水比に対する相対誤差を算出した。その結果を Table VII に示した。相対誤差をみると、水中ポンプの故障或いは冬期における採水チューブ内サンプルの凍結等による採水不能を除いてほぼ満足すべき結果を得た。

Table VII Sampling accuracy

Factory or facility	Sampling ratio	Relative error (%)	Sampling month
D	0.525	-0.75	11
	0.538	1.70	
	0.532	0.56	
	0.500	-5.48	
E	0.542	2.45	12
	0.537	1.51	
	0.539	1.89	
F	0.500	-5.48	12
	0.480	-9.26	
	0.469	-11.3*1	
	0.412	-22.1*2	
G	0.524	-0.94	12
	0.495	-6.42	
	0.495	-6.42	

*1 accident of sampling pump

*2 freezing of sampling tube

5 自動コンポジットサンプラーについて

自動コンポジットサンプラーには種々の方式のものが開発され、その実用化に関する報告例⁵⁻⁸⁾も多い。本調査で使用した自動コンポジットサンプラーには次の点が指摘された。

(1) 保守について

本調査では1工場・事業場当たり1~2週間の短期間のため、長期に使用した場合のトラブル等については不明であるが、下記の諸点が認められた。

- (ア) 電気系統については24時間自己復帰機構の故障以外は順調であった。
- (イ) 本システムでは水中ポンプの故障等により、オーバーフロー槽への採水に若干のトラブルが認められた。
- (ウ) 有機性排水の場合には、配管内の汚れが多く認められた。長期使用時の定期的清掃の必要性が痛感された。
- (エ) 冬期においては配管内サンプルの凍結による採水不能が認められた。

(2) 水質汚濁負荷量測定への適用性について

水質の自動連続測定が現行のJIS法に基づく測定方法では困難であることから、排水の自動連続汚濁負荷量計が開発されていない現在、自動コンポジットサンプラーを使用した汚濁負荷量の測定システムはその簡便性から水質総量規制への対応で注目されている。本調査でも、若干の問題点は指摘されたが、工場・事業場排水の汚濁負荷量測定への有用性が十分に確認された。

6 おわりに

自動コンポジットサンプラー及び自動サンプラーを使用して、業種の異なる7工場・事業場排水の汚濁負荷量を測定して下記の結論を得た。

- (1) 自動コンポジットサンプラーと自動サンプラーによる1日汚濁負荷量の比較を行ったところ、両者の差は水質変動と大きい相関関係を示した。
- (2) 汚濁指標相互の間には高い相関関係がみられた。特にCODとTOCの相関係数は高い値を示した。
- (3) 自動コンポジットサンプラーを使用した水質汚濁負荷量測定システムに及ぼす水質の影響、保守管理上の若干の問題点が把握できた。
- (4) 本システムの水質汚濁負荷量測定への有用性が十分認められた。

最後に本調査を進めるに当たり終始多大な御協力を賜りました水質保全課の方々に深謝致します。

文 献

- 1) 総量規制の方向と水質測定法の総合研究
昭和49年3月, 科学技術開発センター
- 2) 昭和49年度, 汚濁負荷量自動計測機器(自動負荷量計)実用化試験報告書
昭和50年3月, (社)建設電気技術協会
- 3) 昭和51年度, 汚濁負荷量自動計測機器(自動負荷量計)実用化試験報告書
昭和52年3月, 愛知県
- 4) 工場排水の水質・水量の連続測定調査
<TOC・TODについて>
昭和53年1月, 愛知県環境部
- 5) 丹野晴夫:MO L, 昭和50年11月号, 25
- 6) 福田隆平ら:水処理技術, 16, 1083 (1975)
- 7) 昭和50年度 自動コンポジットサンプラー実用化試験報告書
昭和51年3月, (財)建設技術研究所
- 8) 松岡広和 :公害と対策, 14, 743 (1978)
- 9) 矢部禎昭ら:東京都公害研究所年報, 4, 162 (1973)
- 10) 水質汚濁新指標検討調査研究結果
(その2 実態調査)
昭和49年7月, 環境庁水質保全局
- 11) 弥永和由ら:日本環境衛生センター所報, 4, 52 (1977)
- 12) 吉見洋ら:神奈川県公害センター年報, 10, 81 (1978)
- 13) 芳倉太郎ら:水処理技術, 20, 3 (1979)

Measurements of aquatic pollutant loading amounts using the automatic composite sampler and automatic sampler

Masamitsu Sato, Hajime Yamamoto, Kiyokazu Mizoguchi, Shin'ichi Imai, Yoshiyuki Senda, Yasuo Oike, Haruko Ishida, Hideji Sato, Yoshiharu Takai and Yukio Arakawa

The pollutant loading amounts of effluents from five factories and two facilities were measured using the automatic composite sampler system. BOD, COD, TOC and TOD were measured for each composite sample and the loading amounts were calculated as

the following equation.

$$L_1 = C_1 \cdot V_1$$

where L_1 : loading amount

C_1 : concentration of composite sample

V_1 : effluent volume (m^3/day)

Effluent volumes were measured by the flowmeters at the factories or facilities. Also, the pollutant loading amounts were measured using automatic sampler as the following equation.

$$L_2 = \sum C_2 \cdot V_2$$

where L_2 : loading amount

C_2 : concentration of sample

V_2 : effluent volume (m^3/hr)

The following results were obtained.

- (1) High correlation coefficient values were obtained among pollutant indexes. Especially, the value between COD and TOC was high.
- (2) The loading amounts obtained by the automatic composite sampler system were compared with that obtained by the automatic sampler. They were correlative with the changes of concentration.
- (3) A few problems were noted on the effects of water quality on the automatic composite sampler system and the maintenance of this system.
- (4) The availability of this system to the measurement of aquatic pollutant loading was recognized.